نشریه زراعت و فناوری زعفران
جلد ۳، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴ ص: ۳۳-۲۵

Saffron Agronomy & Technology
Vol. 3, No. 1, Spring 2015, P. 25-33

اثر تاریخ اولین آبیاری و تیمارهای کود آلی بر عملکرد زعفران در شرایط آب و هوایی خواف

حمید رضا عثمانی رودی[1*]، علی معصومی[2]، حسن حمیدی[3] و سید علیرضا رضوی[4]

تاریخ دریافت: ۲۰ دی ۱۳۹۳ تاریخ پذیرش: ۱۱ اسفند ۱۳۹۳

چکیده

زمان اولین آبیاری در زعفران (*Crocus sativus* L.)، عاملی بحرانی است که بر کمیت و کیفیت آن تأثیرگذار می‌باشد. استفاده از کودهای آلی نیز به عنوان ابزاری جهت نیل به بهبود عملکرد زعفران بسیار مؤثر می‌باشد. بدین منظور، آزمایشی تحت عنوان مطالعه تأثیر تاریخ اولین آبیاری و تیمارهای کود آلی بر عملکرد و برخی خصوصیات رویشی زعفران در شرایط اقلیمی خواف، به صورت کرت‌های خردشده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی وابسته به مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان خواف در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل سه تاریخ اولین آبیاری (۱۵ مهر، ۳۰ مهر و ۱۵ آبان ماه) و پنج سطح کود (شاهد، ۵ لیتر در هکتار هیومیک اسید، ۴۰ لیتر در هکتار هیومیک اسید، ۵ تن در هکتار کود دامی و ۴۰ تن در هکتار کود دامی) بودند. صفات مورد ارزیابی شامل عملکرد و تعداد گل، وزن تر کل بنه، متوسط وزن هر بنه، تعداد کل بنه، تعداد بنه سبک‌تر از ۴، ۶-۴، ۸-۶ و بیشتر از ۸ گرم و طول برگ بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تاریخ اولین آبیاری بر کلیه صفات مورد مطالعه به استثنای وزن تر کل بنه و متوسط وزن هر بنه زعفران اثر معنی‌داری در سطح یک درصد داشت. اثر تیمارهای مختلف کود آلی نیز بر کلیه صفات مورد بررسی به استثنای تعداد بنه کمتر از ۴ گرم معنی‌دار بود. نتایج آزمایش نشان داد که بیش‌ترین عملکرد (۹۲/۶۱۳ کیلوگرم در هکتار) و تعداد گل (۲۵/۸۰) و تعداد بنه با وزن ۶-۴ گرم (۴۰/۹۳) با اولین آبیاری در ۳۰ مهرماه حاصل شد. درحالی‌که بیش‌ترین وزن تر کل بنه (۵۶۳/۵۸ گرم در مترمربع)، متوسط وزن هر بنه (۶/۵۸ گرم)، تعداد کل بنه در مترمربع (۸۵/۱۳)، تعداد بنه با وزن ۶ تا ۸ گرم (۲۲/۸۷) و سنگین‌تر از ۸ گرم (۸/۰۰) در شرایط اولین آبیاری در تاریخ ۱۵ آبان ماه به دست آمد. تاریخ اولین آبیاری ۱۵ مهرماه از نظر تعداد بنه کمتر از ۴ گرم و طول برگ نسبت به سایر تاریخ‌های اولین آبیاری برتری نشان داد. علاوه بر این نتایج حاکی از برتری تیمار کودی ۴۰ تن در هکتار کود دامی از نظر کلیه صفات مورد مطالعه بود. به طوری که عملکرد گل و وزن تر کل بنه در این تیمار نسبت به شاهد (بدون کود) به ترتیب ۱۵/۷۸ و ۳۷/۴۴ درصد افزایش یافت.

کلمات کلیدی: تعداد بنه، تعداد گل کود دامی، هیومیک اسید، وزن بنه.

مقدمه

زعفران گیاهی تک لپه‌ای، چندساله از خانواده زنبقیان با نام علمی (*Crocus sativus* L.) می‌باشد. به لحاظ ژنتیکی زعفران گیاه عقیم و تری پلوئید (2n=3X=24) می‌باشد (Saeedi Rad & Mokhtarian, 2013). استان خراسان رضوی قطب عمده تولید زعفران ایران بوده به نحوی که در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ با سطح زیر کشت ۶۱۷۷۵ هکتار و میزان تولید سالیانه ۱۹۹/۲۵۳۵ تن و عملکرد ۳/۲۳ کیلوگرم در هکتار، بالاترین سطح زیر کشت و تولید را به خود اختصاص داده است (Anonymous, 2013).

زمان اولین آبیاری فاکتوری بحرانی است که بر مقدار و کیفیت راندمان گل آوری زعفران تأثیرگذار می‌باشد (Alizadeh et al., 2009). محمدآبادی و همکاران (Mohammad Abadi et al., 2011) نشان دادند که زمان اولین آبیاری بر هیچ یک از صفات

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشگاه پیام نور مشهد.
۲- استادیار، دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه پیام نور مشهد.
۳ و ۴- به ترتیب کارشناس ارشد و استادیار بخش تحقیقات اصلاح وتهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.
(*- نویسنده مسئول: Hamidosmani2012@gmail.com)

رویشی زعفران اثر معنی‌داری نداشت. با این وجود تیمار انجام آبیاری در ابتدای مهرماه که بیش‌ترین عملکرد گل و کلاله خشک را تولید کرد از نظر شاخص‌هایی مانند تعداد و وزن کل بنه، متوسط وزن بنه و وزن برگ، دارای برتری نسبی بر سایر تیمارهای آبیاری بود. در هر سه تاریخ آبیاری، بیش از ۷۰ درصد بنه‌ها در محدوده وزنی ۳-۰ گرم قرار داشتند و تنها حدود ۱۰درصد بنه‌ها دارای وزن بیش از ۹ گرم بودند همچنین در تمامی تیمارهای آبیاری، بیش‌ترین فراوانی بنه‌ها در محدوده قطری کمتر از ۱ و ۱ تا ۲ سانتی‌متر قرار داشت. هدف از انجام اولین آبیاری فراهم کردن زمینه مناسب برای شروع گل‌دهی و خروج گل‌ها از خاک می‌باشد و در ادامه آبیاری‌های زمستانه و بهاره نقش مهمی در فرآیند رشد و نموی زعفران دارند (Mohammad Abadi et al., 2011). بهدانی (Behdani, 2005) طی مطالعه‌ای با بررسی زمان اولین آبیاری، گل‌دهی و میزان عملکرد زعفران در چهار شهرستان بیرجند، قاین، گناباد و تربت‌حیدریه و پهنه‌بندی آن نشان داد که ۱۵ تا ۲۰ روز پس از اولین آبیاری گل‌دهی آغاز می‌شود. همچنین تربت‌حیدریه در میان چهار شهرستان از لحاظ زمانی دارای اولین آبیاری بود.

حاصلخیزی خاک یکی از عوامل مهم دیگر تأثیرگذار بر بهبود رشد و عملکرد زعفران می‌باشد. اسید هیومیک به عنوان یک اسید آلی بدون اثرات مخرب زیست‌محیطی باعث بهبود ساختار فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک شده و به دلیل دارا بودن ترکیبات هورمونی، اثرات مثبت قابل‌ملاحظه‌ای بر شاخص‌های کمی و کیفی محصولات کشاورزی دارد (Sabzevari et al., 2010). اسید هیومیک از طریق افزایش جذب آب و مواد غذایی، افزایش فراهمی عناصر، تقویت و توسعه سیستم ریشه‌ای گیاه، افزایش محتوای کلروفیل و نیز تغییر فعالیت آنزیم‌ها در درون گیاه باعث رشد گیاهان می‌گردد (Sabzevari et al., 2010). به طور کلی، دارا بودن مواد آلی باعث بهبود ساختار شیمیایی و فیزیکی بستر کاشت می‌گردد (Bachman & Metzger, 2008) که این حاصل تشکیل و پایداری خاکدانه‌ها، نگهداری رطوبت، تراکم پذیری و خصوصیات گرمایی می‌باشد. برخلاف نیاز کودی کم زعفران، حدود ۱۶ تا ۸۰ درصد تغییرات عملکرد گل به متغیرهای مربوط به خاک از جمله میزان ماده آلی، فسفر قابل استفاده، نیتروژن معدنی و پتاسیم تبادلی وابسته است (Temperini et al., 2009). تحقیقات نشان داده است که بین ماده آلی خاک و عملکرد زعفران همبستگی مثبت و بالایی وجود دارد (Munshi, 1994). کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2012) با بررسی اثر وزن بنه مادری (بنه ریز با وزن ۵-۴ گرم، متوسط با وزن ۸-۶ گرم و درشت با وزن ۱۰-۹ گرم) و سطوح مختلف اسید هیومیک (۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) بر شاخص‌های رشدی بنه‌های خواهری، عملکرد گل و کلاله زعفران نشان دادند که در تیمار کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک، مقدار شاخص‌های متوسط تعداد جوانه در هر بنه، متوسط قطر بنه و متوسط وزن بنه به ترتیب به میزان ۱۰، ۱۹ و ۷۰ درصد بیشتر از تیمار عدم مصرف اسید هیومیک بود. در مجموع کاربرد سطوح بالاتر اسید هیومیک و استفاده از بنه‌های مادری درشت‌تر، باعث بهبود نسبی شاخص‌های رشدی بنه‌های خواهری گردید. تیموری و همکاران (Teimori et al., 2013) نشان دادند که بیش‌ترین میزان وزن کل بنه، وزن و تعداد بنه‌های بالای ۸ گرم، تعداد بنه‌های ۸-۴ گرم، طول و عرض برگ‌ها مربوط به تیمار کود گاوی بود. استفاده از کودهای آلی در گیاه زعفران موجب افزایش وزن تر و خشک و درصد ماده خشک بنه‌ها شده و میزان ریشه‌های بنه‌ها را افزایش می‌دهد که در نتیجه افزایش محتوای رطوبت خاک و در نهایت، رشد بهتر گیاه به دلیل افزایش دسترسی به عناصر غذایی می‌باشد (Behdani et al., 2005). در یک تحقیق هشت ساله که به منظور بررسی تأثیر کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم و کاربرد کود گاوی در تولید زعفران انجام شد، نتایج نشان داد که در خاک‌هایی که از نظر ماده آلی فقیرند کاربرد کود گاوی مهم‌ترین عامل در افزایش تولید زعفران بود (Behzad et al., 1992). محمدزاده (Mohammadzadeh, 2007) نشان داد که بیش‌ترین عملکرد گل زعفران به مقدار ۱۰۶ کیلوگرم از تیمار مصرف کود گاوی به میزان ۳۰ درصد کمتر از مقدار توصیه (۳۳ تن در هکتار) و کمترین عملکرد گل تولیدی به مقدار ۵۵ کیلوگرم از تیمار مصرف کود مرغی به میزان ۳۰ درصد کمتر از توصیه به دست آمد.

نخستین آبیاری پس از کشت در زعفران سبب تولید بنه‌های درشت و سالم می‌گردد. معمولاً با توجه به رطوبت خاک، سه هفته بعد از آبیاری گل‌ها خارج می‌شوند. از طرفی با توجه به اینکه کلاله‌ها آغازش و تکوین خود را درون خاک می‌گذرانند و تأمین عناصر غذایی مورد نیاز بنه‌های زعفران می‌تواند نقش مهمی در ظهور بیش‌ترین تعداد گل داشته باشد. کودهای حیوانی سبب بهبود خصوصیات فیزیکی خاک نظیر هوادهی بیشتر، ظرفیت نگهداری رطوبت بالاتر و بهبود تبادل عناصر غذایی در خاک می‌شوند. لذا در این تحقیق تأثیر تاریخ اولین آبیاری و تیمارهای کود آلی بر عملکرد زعفران در شرایط آب و هوایی منطقه خواف مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی وابسته به مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان خواف در سال زراعی ۹۲ – ۱۳۹۱ انجام شد. مزرعه مذکور در عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۳۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۶۰ درجه و ۵ دقیقه شرقی واقع شده است. منطقه خواف دارای آب و هوای گرم و خشک و بادهای موسمی۱۲۰روزه می‌باشد و حداکثر و حداقل درجه حرارت در ایستگاه هواشناسی خواف به ترتیب ۴۲ و ۱۱ درجه سلسیوس اندازه‌گیری شده است و متوسط درجه حرارت بالغ بر ۱۸ درجه سلسیوس می‌باشد. ارتفاع منطقه از سطح دریا ۹۵۰ متر بوده و میزان متوسط بارندگی ۱۶۰ میلی متر می‌باشد. نتایج تجزیه خاک محل آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک محل آزمایش

Table 1. Results of soil analysis

بافت Texture	هدایت الکتریکی EC (dS m^{-1})	نیتروژن کل Total N (%)	پتاسیم Potassium (mg kg^{-1})	فسفر Phosphorus (mg kg^{-1})	کربن آلی OC (%)	اسیدیته pH
شنی لومی Sandy loam	1.1	0.009	147	3.6	0.112	8.1

جدول ۲- نتایج تجزیه شیمیایی کود گاوی

Table 2. Chemical analysis of cow manure

نیتروژن کل Total N (%)	پتاسیم Potassium (mg kg^{-1})	فسفر Phosphorus (mg kg^{-1})	کربن آلی OC (%)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC (dS m^{-1})
0.61	7800	1900	6.5	7.2	17.12

در این تحقیق، از آزمایش کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار استفاده گردید. تاریخ اولین آبیاری به عنوان فاکتور اصلی در سه سطح شامل آبیاری در تاریخ ۱۵ مهرماه، ۳۰ مهرماه و ۱۵ آبان ماه در نظر گرفته شد. سطوح مختلف کود نیز به عنوان فاکتور فرعی در پنج سطح شامل شاهد (بدون استفاده از کود)، ۵ لیتر در هکتار هیومیک اسید،۴۰ لیتر در هکتار هیومیک اسید، ۵ تن در هکتار کود دامی و ۴۰ تن در هکتار کود دامی در نظر گرفته شد. نتایج تجزیه کود دامی (کود گاوی) مورد استفاده در جدول ۲ نشان داده شده است. کود آلی (اسید هیومیک) مورد استفاده حاوی ۵۵ درصد اسید هیومیک، ۱۰ درصد اسید فولویک، ۳ درصد فسفات، ۲ درصد نیتروژن و ۲ درصد پتاسیم بود. تیمارهای کودی قبل از کاشت و هنگام تهیه زمین (اواخر مرداد) بر اساس نقشه طرح اعمال شدند.کاشت زعفران در نیمه اول شهریورماه با استفاده از بنه‌های با متوسط وزن ۶ گرم در کرت‌هایی با ابعاد ۱/۵×۲ متر (مساحت ۳ مترمربع) و فاصله کاشت ۱۰×۲۰ سانتیمتر (۲۰ سانتی‌متر بین ردیف و ۱۰ سانتی‌متر روی ردیف) انجام شد.

کوددهی در ابتدای فصل رشد با استفاده کودهای نیتروژن و فسفر طبق نتایج تجزیه خاک انجام شد. در شروع فصل رشد، برای سله شکنی از کج بیل و چهار شاخ فلزی با عمق کم استفاده شد تا جوانه-های گل با سهولت بیشتری از خاک بیرون آمده و رشد مطلوبی داشته

باشند. اولین وجین مزرعه زعفران به صورت دستی و بعد از برداشت گل‌ها (پس از آبیاری دوم) و دومین وجین به فاصله حدود یک ماه قبل از آبیاری سوم انجام شد. با توجه به تیمارهای کودی متفاوت و همچنین تاریخ‌های متفاوت اولین آبیاری در این طرح، آبیاری کرت‌ها به طور مجزا و جداگانه انجام شد. به طوری که بین هر کرت پشته-هایی با عرض ۵۰ سانتی‌متر و بین بلوک‌ها دو متر فاصله در نظر گرفته شد.نمونه‌برداری از کرت‌های آزمایشی همزمان با شروع گل‌دهی آغازشده و تا پایان دوره گل‌دهی ادامه یافت. در هر نمونه-گیری در زمان گل‌دهی، گل‌های ظاهرشده به صورت روزانه جمع-آوری، شمارش و توزین شد. مجموع وزن تر گل و کلاله در طی دوره گل‌دهی به عنوان عملکرد آن جزء در هر کرت در نظر گرفته شد. همچنین در انتهای فصل رویش، تعداد بنه‌ها در یک مترمربع شمارش شد و وزن کل بنه‌ها در مترمربع اندازه‌گیری گردید. بنه‌های هر مترمربع بسته به وزن آن‌ها در گروه‌های کمتر از ۴ ، ۶-۴ ، ۸-۶ و بیشتر از ۸ گرم تقسیم شدند. سپس بنه‌ها در هر گروه شمارش شدند.

صفات مورد مطالعه در این تحقیق شامل عملکرد گل تر، تعداد گل در مترمربع، وزن کل بنه، متوسط وزن هر بنه، تعداد کل بنه در مترمربع، تعداد بنه کمتر از ۴ گرم در مترمربع، تعداد بنه ۶-۴ گرم در مترمربع، تعداد بنه ۸-۶ گرم در مترمربع، تعداد بنه سنگین‌تر از ۸ گرم در مترمربع و طول برگ بود.

پس از نمونه‌برداری و ثبت اطلاعات در برنامه Excel نسبت به تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS 9.1 اقدام گردید. برای مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس آزمایش تأثیر تاریخ اولین آبیاری و تیمارهای کود آلی بر عملکرد زعفران در شهرستان خواف در جدول ۳ نشان داده شده است.

تأثیر تاریخ اولین آبیاری بر عملکرد زعفران

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تاریخ اولین آبیاری بر عملکرد گل تر، تعداد گل در مترمربع، تعداد بنه کمتر از ۴، ۶-۴، ۸-۶ و بیشتر از ۸ گرم در مترمربع و طول برگ در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. اما بر صفات وزن تر کل بنه، متوسط وزن هر بنه و تعداد کل بنه اثر معنی‌داری نداشت. لازم به ذکر است که اثر متقابل تاریخ اولین آبیاری در کود بر کلیه صفات مورد مطالعه معنی‌دار نبود (جدول ۳).

در این تحقیق، بیش‌ترین عملکرد گل (۹۲/۶۱۳ کیلوگرم در هکتار) با اولین آبیاری در ۳۰ مهرماه حاصل شد. به طوری که عملکرد گل با اولین آبیاری در ۳۰ مهرماه نسبت به ۱۵ مهرماه به میزان ۳۷/۸۲ درصد افزایش یافت. از نظر عملکرد گل نیز بین شرایط اولین آبیاری در ۱۵ مهرماه و ۱۵ آبان ماه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴). همچنین با اولین آبیاری در این تاریخ بیش‌ترین تعداد گل در مترمربع (۲۵/۸۰) حاصل شد. به طوری که تعداد گل در مترمربع در این تاریخ نسبت به ۱۵ مهرماه ۳۲/۹۹ درصد افزایش یافت. از نظر تعداد گل در مترمربع بین شرایط اولین آبیاری در ۱۵ مهرماه و ۱۵ آبان ماه تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴). سایر تحقیقات نیز نشان داده است که زمان اولین آبیاری از عوامل مؤثر بر گل آوری و تعداد گل در زعفران می‌باشد (Sadeghi et al., 2003).

مقایسه میانگین نشان داد که با اولین آبیاری در ۱۵ آبان ماه بیش‌ترین وزن تر کل بنه (۵۶۳/۵۸ گرم در مترمربع) و متوسط وزن هر بنه (۶/۵۸ گرم) حاصل شد (جدول۴). محمدآبادی و همکاران (Mohammad Abadi et al., 2011) نیز گزارش کردند که زمان اولین آبیاری بر صفات رویشی زعفران اثر معنی‌داری نداشت. با این وجود تیمار انجام آبیاری در ابتدای مهرماه از نظر وزن تر کل بنه و متوسط وزن بنه نسبت به سایر تیمارهای آبیاری (ابتدای شهریورماه و ابتدای آبان ماه) برتری نشان داد. نتایج این تحقیق با اصول فیزیولوژی برای تولید گل بیشتر هماهنگی داشته است. زیرا که آبیاری در این زمان باعث شروع گل انگیزی شده و هرگونه شرایط تنش محیطی در این زمان به حداقل می‌رسد و پس از پایان گل‌دهی با فراهم بودن رطوبت، شروع رشد رویشی و تولید وزن تر بنه‌ها افزایش یافته است.

در این آزمایش، با اولین آبیاری در ۱۵ آبان ماه بیش‌ترین تعداد کل بنه در مترمربع (۸۵/۱۳)، تعداد بنه با وزن ۶ تا ۸ گرم (۲۲/۸۷) و سنگین‌تر از ۸ گرم (۸/۰۰) حاصل شد. همچنین با اولین آبیاری در ۱۵ مهرماه بیش‌ترین تعداد بنه کمتر از ۴ گرم (۱۵/۴۰) به دست آمد. علاوه بر این بیش‌ترین تعداد بنه با وزن ۴ تا ۶ گرم (۴۰/۹۳) با اولین آبیاری در ۳۰ مهرماه حاصل شد. بیش‌ترین تعداد بنه در هر سه تاریخ اولین آبیاری در محدوده وزنی ۶-۴ گرم قرار داشت (جدول ۴).

محمدآبادی و همکاران (Mohammad Abadi et al., 2011) نشان دادند که زمان اولین آبیاری بر تمامی صفات رویشی زعفران اثر معنی‌داری نداشت. همچنین نحوه توزیع بنه‌ها در هر یک از گروه‌های وزنی و قطری مورد مطالعه، تفاوت معنی‌داری را در بین تاریخ‌های مختلف آبیاری نشان نداد، و در هر سه تاریخ آبیاری (ابتدای شهریورماه، ابتدای مهرماه و ابتدای آبان ماه)، بیش از ۷۰ درصد بنه‌ها در محدوده وزنی ۳-۰ گرم قرار داشتند و تنها حدود ۱۰ درصد بنه‌ها دارای وزن بیش از ۹ گرم بودند. آن‌ها گزارش کردند که زمان آبیاری بسته به مرحله نموی بنه‌ها می‌تواند اثرات متفاوتی را ایجاد نماید (Mohammad Abadi et al., 2011).

در این تحقیق، بیش‌ترین (۲۱/۲۷ سانتی‌متر) و کمترین (۱۴/۲۹ سانتی‌متر) طول برگ به ترتیب با اولین آبیاری در ۱۵ مهرماه و ۱۵ آبان ماه به دست آمد به طوری که طول برگ با اولین آبیاری در ۱۵ مهرماه نسبت به ۱۵ آبان ماه به میزان ۴۸/۸۴ درصد افزایش یافت (جدول ۴). آبیاری زودهنگام باعث می‌شود که ابتدا برگ و سپس گل-ها ظاهر شوند. بنابراین هر چه اولین آبیاری در زعفران زودتر انجام شود، برگ‌ها دارای طول بیشتری خواهند بود (Mosaferi Ziaoldini et al., 2007).

تحقیقات نشان داده است که عوامل مختلفی مانند فراهمی آب و عناصر غذایی (Behdani et al., 2004) و مدیریت آبیاری (Sadeghi et al., 2003) بر عملکرد زعفران مؤثر هستند. محمدآبادی و همکاران (Mohammad Abadi et al., 2011) نشان دادند که با انجام اولین آبیاری در ابتدای مهرماه بیش‌ترین عملکرد گل حاصل شد، درحالی‌که علیزاده و همکاران (Alizadeh et al., 2009) بیان نمودند که تاریخ گل‌دهی و زمان انجام اولین آبیاری در گیاه زعفران با توجه به اقلیم و دمای منطقه مورد مطالعه بسیار متفاوت است. در مناطق با ارتفاع بالاتر از سطح دریا و میانگین دمای کمتر، معمولاً تاریخ گل‌دهی و زمان آبیاری زودهنگام و در اوایل پائیز می‌باشد. با کم شدن ارتفاع و بالا رفتن دمای هوا تاریخ گل‌دهی و زمان انجام اولین آبیاری به اواسط و حتی به اواخر پائیز منتقل می-شوند.

تأثیر کودهای آلی بر عملکرد زعفران

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر تیمارهای کود آلی بر عملکرد گل تر، تعداد گل در مترمربع، وزن تر کل بنه، متوسط وزن هر بنه، تعداد کل بنه، تعداد بنه ۶-۴، ۸-۶ و بیشتر از ۸ گرم در مترمربع و طول برگ معنی‌دار بود. اما بر تعداد بنه کمتر از ۴ گرم در مترمربع اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۳).

در این تحقیق، بیش‌ترین عملکرد گل (۸۴/۹۵۶ کیلوگرم در هکتار) در تیمار کودی ۴۰ تن در هکتار کود دامی به دست آمد به طوری که عملکرد گل در این تیمار نسبت به شاهد (بدون کود) ۱۵/۷۸ درصد افزایش یافت. همچنین بین سایر سطوح کودی از نظر صفت مزبور اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۵). تحقیقات نشان داده است که بین ماده آلی خاک و عملکرد زعفران همبستگی مثبت و بالایی وجود دارد (Munshi, 1994). علاوه بر این کاربرد کود دامی مهم‌ترین عامل در افزایش تولید زعفران می‌باشد (Behzad et al., 1992). برخلاف نیاز کودی کم این گیاه، حدود ۱۶ تا ۸۰ درصد تغییرات عملکرد گل به متغیرهای مربوط به خاک از جمله میزان ماده آلی وابسته است (Temperini et al., 2009). همچنین منبع تأمین‌کننده عنصر غذایی بر عملکرد گل نیز مؤثر است (Behdani, 2005). با توجه به نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر می‌توان استنباط نمود که افزودن کود دامی به خاک علاوه بر تأمین اغلب مواد غذایی بنه‌ها بر خصوصیات فیزیکی خاک از جمله هوادهی، ظرفیت نگهداری رطوبت و تبادل عناصر غذایی تأثیرگذار بوده و بر عملکرد نهایی محصول نیز مؤثر بوده است.

در این آزمایش، در تیمار کودی ۴۰ تن در هکتار کود دامی بیش‌ترین تعداد گل با ۲۴ گل در مترمربع حاصل شد به طوری که تعداد گل در مترمربع در این تیمار نسبت به شاهد ۱۴/۲۹ درصد افزایش یافت. همچنین بین سایر سطوح کودی از نظر این صفت تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۵). محمد زاده و پاسبان (Mohammadzadeh & Pasban, 2007) نیز گزارش کردند که استفاده از کود حیوانی باعث درشتی و افزایش تعداد بنه می‌شود و با توجه به وجود رابطه مستقیم بین وزن و تعداد بنه‌های درشت با راندمان تولید گل مزرعه، مصرف کود دامی باعث افزایش تولید گل خواهد شد.

در این تحقیق با مصرف ۴۰ تن در هکتار کود دامی بیش‌ترین وزن تر کل بنه (۶۴۱/۳۳ گرم در مترمربع) و متوسط وزن هر بنه (۷/۰۷ گرم) حاصل شد. کمترین وزن تر کل بنه (۴۶۶/۶۳ گرم در مترمربع) و متوسط وزن هر بنه (۵/۹۰ گرم) نیز در تیمار کودی شاهد (بدون کود) وجود داشت (جدول ۵). لازم به ذکر است که وزن تر کل بنه و متوسط وزن هر بنه در شرایط استفاده از ۴۰ تن در هکتار کود

دامی نسبت به شاهد به ترتیب ۳۷/۴۴ و ۱۹/۸۳ درصد افزایش یافت. علاوه بر این با مصرف ۴۰ لیتر در هکتار هیومیک اسید وزن تر کل بنه و متوسط وزن هر بنه به طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش یافت (جدول ۵). این نتایج با نتایج تحقیقات کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2012) که نشان دادند سطوح بالاتر اسید هیومیک باعث افزایش متوسط وزن بنه می‌گردد، انطباق داشت. اثرات مثبت اسید هیومیک بر رشد گیاهان به عواملی از قبیل افزایش جذب آب و مواد غذایی، افزایش فراهمی عناصر، تقویت و توسعه سیستم ریشه‌ای گیاه، افزایش محتوای کلروفیل و نیز تغییر فعالیت آنزیم‌ها در درون گیاه نسبت داده شده است (Sabzevari et al., 2010). بهدانی (Behdani, 2005) نیز نشان داد که استفاده از کودهای آلی در گیاه زعفران موجب افزایش وزن تر بنه‌ها شده و میزان ریشه‌های بنه را افزایش می‌دهد که این اثرات ممکن است در نتیجه افزایش رطوبت خاک و نهایتاً رشد بهتر گیاه باشد. علاوه بر این تیموری و همکاران (Teimori et al., 2013) با بررسی اثر کودهای آلی و شیمیایی بر برخی خصوصیات مورفولوژیک و زراعی بنه زعفران نشان دادند که بیش‌ترین میزان وزن کل بنه مربوط به تیمار کود گاوی بود.

در این تحقیق، بیش‌ترین تعداد کل بنه در مترمربع (۹۰/۶۷)، تعداد بنه کمتر از ۴ (۱۴/۷۸)، ۶-۴ (۴۰/۴۴)، ۸-۶ (۲۷/۴۴) و سنگین‌تر از ۸ گرم (۷/۷۸) در شرایط استفاده از ۴۰ تن در هکتار کود دامی حاصل شد. لازم به ذکر است که تعداد کل بنه در شرایط استفاده از ۴۰ تن در هکتار کود دامی نسبت به شاهد ۱۴/۷۷ درصد افزایش یافت. همچنین بین دو سطح کودی ۴۰ تن در هکتار کود دامی و۴۰ لیتر در هکتار هیومیک اسید تفاوت معنی‌داری از نظر صفات مزبور مشاهده نشد. در نمونه‌های شاهد (بدون کود) نیز کمترین مقادیر برای این صفات به استثنای تعداد بنه کمتر از ۴ گرم به دست آمد (جدول ۵). تیموری و همکاران (Teimori et al., 2013) نشان دادند که بیش‌ترین تعداد بنه‌های بالای ۸ گرم و تعداد بنه‌های ۸-۴ گرم مربوط به تیمار کود گاوی بود. اسید هیومیک از طریق افزایش جذب آب و مواد غذایی، افزایش فراهمی عناصر، تقویت و توسعه سیستم ریشه‌ای گیاه، افزایش محتوای کلروفیل و نیز تغییر فعالیت آنزیم‌ها در درون گیاه باعث افزایش رشد و عملکرد گیاهان می‌شود (Sabzevari et al., 2010).

در این آزمایش، بیش‌ترین طول برگ (۱۸/۵۱ سانتی‌متر) زعفران در شرایط استفاده از ۴۰ تن در هکتار کود دامی حاصل شد به طوری که طول برگ در این تیمار نسبت به شاهد به میزان ۱۲/۳۲ درصد افزایش یافت (جدول ۵). امیری (Amiri, 2008) نیز ضمن گزارش افزایش طول و سطح برگ زعفران در تیمار کود دامی، اظهار داشت که مصرف کود دامی منجر به بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مانند میزان مواد آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی و افزایش عناصر نیتروژن، پتاسیم و کلسیم در خاک شد. همچنین تیموری و همکاران (Teimori et al., 2013) نشان دادند که بیش‌ترین طول برگ‌ها مربوط به تیمار کود گاوی بود. نتایج تحقیق حاضر با فیزیولوژی کارکرد کود دامی و در اختیار قرار دادن نیتروژن بیشتر برای گیاه هماهنگ است، زیرا کودهای دامی ازت بالایی در اختیار گیاه قرار می‌دهند اما اسید هیومیک سبب افزایش جذب آب و مواد غذایی، تقویت و توسعه سیستم ریشه‌ای گیاه می‌شوند و با توجه به اینکه خاک‌های مناطق کشت زعفران با کمبود عناصر غذایی روبرو می‌باشند، عکس‌العمل کودهای دامی بسیار مشهود است.

به طور کلی نتایج نشان داد که تاریخ اولین آبیاری بر کلیه صفات مورد مطالعه به استثنای وزن تر کل بنه و متوسط وزن هر بنه زعفران اثر معنی‌داری در سطح یک درصد داشت. اثر تیمارهای مختلف کوددهی نیز بر کلیه صفات مورد بررسی به استثنای تعداد بنه کمتر از ۴ گرم معنی‌دار بود. مقایسه میانگین صفات نشان داد که بیش‌ترین عملکرد گل، تعداد گل و تعداد بنه با وزن ۶-۴ گرم با اولین آبیاری در ۳۰ مهرماه حاصل شد. درحالی‌که بیش‌ترین وزن تر کل بنه، متوسط وزن هر بنه، تعداد کل بنه، تعداد بنه با وزن ۸-۶ گرم و تعداد بنه سنگین‌تر از ۸ گرم در شرایط اولین آبیاری در تاریخ ۱۵ آبان ماه به دست آمد. از نظر تعداد بنه کمتر از ۴ گرم و طول برگ تاریخ اولین آبیاری ۱۵ مهرماه نسبت به سایر تاریخ‌های اولین آبیاری برتری نشان داد و با مصرف کودهای آلی (هیومیک اسید و کود دامی) نسبت به شاهد (عدم استفاده از کود) کلیه صفات مورد مطالعه به طور معنی‌داری افزایش یافت به طوری که تیمار مصرف ۴۰ تن در هکتار کود دامی از نظر کلیه خصوصیات مورفولوژیک و زراعی مورد بررسی زعفران برتری نشان داد. با توجه به اینکه خاک مناطق کشت زعفران اغلب از لحاظ مواد غذایی ضعیف می‌باشند با مصرف کود دامی منابع عناصر غذایی در اختیار گیاه قرار می‌گیرد و با کمک اسید هیومیک می‌توان انتقال بهتر مواد را در گیاه فراهم نمود و در کل یک استقرار مناسب برای گیاه و رشد رویشی خوبی را مشاهده نمود.

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) شاخص‌های عملکرد زعفران تحت تأثیر تاریخ اولین آبیاری و کود

Table 1- Analyse of variance (mean squares) of characteristics of saffron as affected by first irrigation date and fertilizer

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد گل Flower yield	تعداد گل Number of flower	وزن تر کل بنه Total weight of corm	متوسط وزن هر بنه Average weight of corm	تعداد کل بنه Total number of corm	تعداد بنه کمتر از ٤ گرم Number of corm with weight less than 4 g	تعداد بنه ٦-٤ گرم Number of corm with weight 4-6 g	تعداد بنه ٨-٦ گرم Number of corm with weight 6-8 g	تعداد بنه سنگین‌تر از ٨ گرم Number of corm with weight more than 8 g	طول برگ Leaf lenght
تکرار Replication	2	21.208 ns	0.200 ns	375.682 ns	0.035 ns	0.355 ns	1.489 ns	4.289 ns	10.422 ns	5.267 **	2.882 ns
تاریخ اولین آبیاری First irrigation date (A)	2	2656.275 **	169.800 **	3995.339 ns	0.224 ns	11.289 ns	33.089 **	50.689 **	25.755 *	22.867 **	195.011 **
خطای اصلی Main error	4	77.961	4.000	2740.520	0.138	10.655	1.689	19.555	16.089	6.933	2.802
کود Fertilizer (B)	4	186.088 **	14.000 *	52648.403 **	2.453 **	226.522 **	0.667 ns	13.411 **	88.467 **	5.867 **	6.548 *
A × B	8	10.588 ns	0.800 ns	1816.244 ns	0.074 ns	9.622 ns	0.700 ns	0.328 ns	5.283 ns	0.450 ns	0.036 ns
خطای فرعی Sub error	24	31.489	3.900	2020.851	0.093	10.389	1.122	1.189	4.894	0.489	3.253
ضریب تغییرات C.V. (%)		7.23	8.98	8.23	4.74	3.82	7.33	2.79	9.08	10.59	10.45

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد

ns, * and **: represent non-significant, significant at 5% level and significant at 1% level, respectively.

جدول ۵- اثر تیمارهای مختلف کودی بر شاخص‌های عملکرد زعفران

Table 3- Effect of different *treatments* of fertilizer on characteristics of saffron yield

تیمارهای مختلف کودی Different *treatments* of fertilizer	عملکرد گل (کیلوگرم در هکتار) Flower yield (kg ha^{-1})	تعداد گل در مترمربع Number of flower (m^2)	وزن تر کل بنه (گرم در مترمربع) Total fresh weight of corm (g m^{-2})	متوسط وزن هر بنه (گرم) Average weight of corm (g)	تعداد کل بنه در مترمربع Total number of corm (m^2)	تعداد بنه کمتر از ٤ گرم Number of corm with weight less than 4 g	تعداد بنه ٦-٤ گرم Number of corm with weight 4-6 g	تعداد بنه ٨-٦ گرم Number of corm with weight 6-8 g	تعداد بنه سنگین‌تر از ٨ گرم Number of corm with weight more than 8 g	طول برگ (سانتیمتر) Leaf length (cm)
شاهد Control	73.378 b	21.00 b	466.63 c	5.90 c	79.00 c	14.67 a	37.56 d	20.78 c	6.00 b	16.48 b
هیومیک اسید (۵ لیتر در هکتار) Humic acid (5 l ha^{-1})	75.244 b	21.67 b	476.10 c	5.97 c	79.67 c	14.11 a	38.11 cd	21.44 c	6.00 b	17.43 ab
هیومیک اسید (٤٠ لیتر در هکتار) Humic acid (40 l ha^{-1})	78.856 b	22.33 ab	601.87 a	6.87 a	87.56 a	14.33 a	40.00 ab	27.22 a	7.11 a	17.46 ab
کود دامی (۵ تن در هکتار) Animal manure (5 t ha^{-1})	75.689 b	21.00 b	543.83 b	6.43 b	84.33 b	14.33 a	39.00 bc	24.89 b	6.11 b	16.44 b
کود دامی (٤٠ تن در هکتار) Animal manure (40 t ha^{-1})	84.956 a	24.00 a	641.33 a	7.07 a	90.67 a	14.78 a	40.44 a	27.44 a	7.78 a	18.51 a

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری با یکدیگر بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Mean followed by similar letter/s in each column are not significantly different by Duncan's test at 5% level of probability.

جدول ٤- اثر تاریخ اولین آبیاری بر شاخص‌های عملکرد زعفران

Table 2- Effect of date of first irrigation on characteristics of saffron yield

تاریخ اولین آبیاری First irrigation date	عملکرد گل (کیلوگرم در هکتار) Flower yield (kg ha^{-1})	تعداد گل در مترمربع Number of flower (m^2)	وزن تر کل بنه (گرم در مترمربع) Total fresh weight of corm (g m^{-2})	متوسط وزن هر بنه (گرم) Average weight of corm (g)	تعداد کل بنه در مترمربع Total number of corm (m^2)	تعداد بنه کمتر از ٤ گرم Number of corm with weight less than 4 g	تعداد بنه ٦-٤ گرم Number of corm with weight 4-6 g	تعداد بنه ٨-٦ گرم Number of corm with weight 6-8 g	تعداد بنه سنگین‌تر از ٨ گرم Number of corm with weight more than 8 g	طول برگ (سانتیمتر) Leaf length (cm)
۱۵ مهرماه 7th October	67.200 b	19.40 b	531.37 a	6.34 a	83.40 a	15.40 a	38.87 b	22.87 b	6.13 b	21.27 a
۳۰ مهرماه 22th October	92.613 a	25.80 a	542.91 a	6.42 a	84.20 a	12.73 b	40.93 a	24.87 a	5.67 b	16.23 b
۱۵ آبان ماه 6th November	73.060 b	20.80 b	563.58 a	6.58 a	85.13 a	15.20 a	37.27 b	25.33 ba	8.00 a	14.29 c

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری با یکدیگر بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Mean followed by similar letter/s in each column are not significantly different by Duncan's test at 5% level of probability.

منابع

Alizadeh, A., Sayari, N., Ahmadian, J., and Mohamadian, A. 2009. Study for zoning the most appropriate time of irrigation of saffron (*Crocus sativus* L.) in Razavi, northern and southern Khorasan provinces. Journal of Water and Soil 23: 109-118. (In Persian with English Summary).

Amiri, M.E. 2008. Impact of animal manures and chemical fertilizers on yield components of saffron (*Crocus sativus* L.). American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Sciences 4: 274–279.

Anonymous. 2013. Statistical yearbook of Khorasan-e-Razavi Province 2012. Department of Agricultural Statistics. Jihad-e-Agriculture Organization in Khorasan-e-Razavi Province. (In Persian).

Bachman, G.R., and Metzger, J.D. 2008. Growth of bedding plants in commercial potting substrate amended with vermicompost. Bioresource Technology 99: 3155–3161.

Behdani, M. 2005. The ecological distribution and protection of function fluctuations of saffron in Khorasan. PhD. Thesis, Department of Agronomy, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian with English Summary).

Behdani, M.A., Koocheki, A.R., Nassiri, M., and Rezvani Moghadam, P. 2005. Evaluation of quantitative relationships between saffron yield and nutrition (on farm trial). Iranian Journal of Field Crop Research 3: 1-14. (In Persian with English Summary).

Behdani, M.A., Nassiri, M., and Koocheki, A. 2004. Modeling saffron flowering time across a temperature gradient. Acta Horticulturae 650: 215–218.

Behzad, S., Razavi, M., and Mahajeri, M. 1992. The effect of various amounts of ammonium phosphate and urea on saffron production. International Symposium on Medicinal and Aromatic Plants: Acta Horticulturae 306: 337-339.

Koocheki, A.R., Fallahi, J., Amiri, M.B., and Ehyaei, H.R. 2012. Effect of humic acid application and mother corm weight on some quantitative characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.) with emphasized on ecological operations. Proceedings of the 12 nd Iranian Crop Sciences Congress. Islamic Azad University, Karaj. Iran. (In Persian with English Summary).

Mohammad-Abadi, A.A., Rezvani-Moghaddam, P., and Fallahi, H.R. 2011. Effects of planting pattern and the first irrigation date on growth and yield of saffron. Journal of Agroecology 3: 84-93. (In Persian with English Summary).

Mohammadzadeh, A.R. 2007. Influence of organic matter from various sources on the yield of soffron. Proceedings of the 10th Congress of Soil Science. Karaj. Iran. (In Persian).

Mohammadzadeh, A.R., and Pasban, M. 2007. Effects of resources and values of organic fertilizers on the yield of saffron. Proceedings of the 10th Congress of Soil Science. Karaj. Iran. (In Persian).

Mosaferi Ziaoldini, H., Alizadeh, A., and Mousavi, J. 2007. Effect of summer irrigation on performance of saffron. The Journal of Agricultural Science and Technology 21: 163-169. (In Persian with English Summary).

Munshi, A.M. 1994. Effect of N and K on the floral yield and corm production in saffron under rainfed condition. Indian Journal of Arecanut, Spices and Medicinal Plants 18: 24-44.

Sabzevari, S., Khazaie, H.R., and Kafi, M. 2010. Study on the effects of humic acid on germination of four wheat cultivars (*Triticun aestivum* L.). Journal of Iranian Field Crop Research 8: 473-480. (In Persian with English Summary).

Sadeghi, B., Aghamiri, A., and Negari, K. 2003. Effect of summer irrigation on saffron yield. In: Proceedings of the 3rd National Symposium on Saffron. Mashhad, Iran. pp. 171-172. (In Persian).

Saeedi Rad, M.H., and Mokhtarian, A. 2013. Principles of applied science, planting, growing, harvesting of saffron. The third edition. Publications, Research, Education, Agriculture and Natural Resources. 103 p. (In Persian).

Teimori, S., Behdani, M.A., Ghaderi, M.G., and Sadeghi, B. 2013. Investigation on the effect of organic and chemical fertilizers on morphological and agronomic of saffron (*Crocus sativus* L.) corm criteria. Journal of Saffron Research 1: 36-47. (In Persian with English Summary).

Temperini, O., Rea, R., Temperini, A., Colla, G., and Rouphael, Y. 2009. Evaluation of saffron (*Crocus sativus* L.) production in Italy: Effects of the age of saffron fields and plant density. Food, Agriculture and Environment 7: 19-23.

Effects of first irrigation date and organic fertilizer treatments on Saffron (*Crocus sativus* L.) yield under Khaf climatic conditions

Hamid Reza Osmani Roudi[1*], Ali Masoumi[2], Hassan Hamidi[3] and Seyed Ali Reza Razavi[4]

1, 2, 3, 4 M.Sc. Graduate Student of Plant Breeding, Assistant Professor, Payame Noor University of Mashhad, M.Sc. and Assistant Professor, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research Center, respectively
(- Corresponding Author E-mail: Hamidosmani2012@gmail.com)*

Received: 10 January 2015 **Accepted:** 2 March 2015

Abstract

In order to investigate the effects of first irrigation date and organic fertilizers on growth and yield characteristics of saffron, an experiment was conducted as a split-plot based on a randomized complete-block design with three replications, in Khaf city during growing season 2013-2014. Date of first irrigation treatment in three levels (15 September, 30 October and 15 November) was allocated as main plots and fertilizer treatment in five levels (control, humic acid at 5 and 40 liters per hectare, cow manure at 5 and 40 $t.ha^{-1}$) was set as subplots. Analysis of variance showed that the date of first irrigation had a significant effect on all studied traits except for total fresh weight of corm and the average weight of corm of saffron. Effects of different organic fertilizer treatments on all studied traits were significant, except for corm number with <4 g weight. The results showed that the highest flower yield (92.6 $kg.ha^{-1}$), the number of flowers (25.80 m^{-2}) and corms number with 4-6 grams weight (40.93) were obtained in the first irrigation on 22th of October; While the maximum total fresh weight of corm (563.58 $g.m^{-2}$), the average weight of corm (6.58 g), total corm number (85.13), corm number with 6-8 (22.87) and >8 g (8.00) weight were obtained in first irrigation on 6th November. The first irrigation at 7th October was superior to the other irrigation treatments for corm number with <4 g weight and leaf length. In addition, results indicated that the flower and total fresh weight of corm were higher in 40 $t.ha^{-1}$ cow manure fertilizer compared to other treatments. Flower and total fresh weight of corm were increased by 15.78 and 37.44 %, respectively in 40 $t.ha^{-1}$ cow manure compared to the control.

***Keywords**: Animal manure, Corm number, Corm weight, Humic acid, Number of flower*