نشریه زراعت و فناوری زعفران
جلد ۶، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۷ ص. ۱۶۶-۱۴۷

Saffron Agronomy & Technology
Vol. 6, No. 2, Summer 2018, P. 147-166

Archive of SID

تأثیر کود آلی و شیمیایی بر رشد و گلدهی گیاه زعفران در دو رژیم آبیاری

حمیدرضا فلاحی[۱*] و سهراب محمودی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۷ بهمن ۱۳۹۵ **تاریخ پذیرش:** ۱۹ شهریور ۱۳۹۶

فلاحی، ح.ر.، و محمودی، س. ۱۳۹۷. تأثیر کود آلی و شیمیایی بر رشد و گلدهی گیاه زعفران در دو رژیم آبیاری. زراعت و فناوری زعفران، ۶(۲): ۱۶۶-۱۴۷.

چکیده

برهم‌کنش مدیریت آبیاری و تغذیه عامل مهمی در رشد بنه و گلدهی زعفران است. در خصوص مدیریت آبیاری زعفران نیز برخی معتقدند که مصرف آب بیش از مقادیر رایج در زراعت این گیاه می‌تواند سودمند باشد. بر این اساس، در آزمایشی اثرات رژیم آبیاری [فواصل آبیاری دو و چهار هفته (بدون لحاظ کردن میزان بارندگی) به‌ترتیب معادل با مصرف ۳۶۰۰ (تیمار آبیاری رایج در مناطق نیمه‌خشک) و ۷۲۰۰ (تیمار پُرآبیاری) مترمکعب در هکتار در طی فصل رشد] و مصرف کودهای آلی (۳۰ تن در هکتار کود گاوی بر اساس نتایج آنالیز خاک) و شیمیایی (۲۲۰، ۱۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب از کودهای اوره، سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم بر اساس توصیهٔ کودی حاصل از نتایج آنالیز خاک) به همراه تیمار شاهد (عدم مصرف کود) بر برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی رشد، تولید بنه و گل در این گیاه بررسی شد. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر مبنای طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی سرایان وابسته به دانشگاه بیرجند اجرا شد. شاخص‌های رشد رویشی در طی چرخهٔ اول رشد گیاه از پاییز ۱۳۹۴ تا اواسط بهار ۱۳۹۵ تعیین شد و صفات مرتبط با گلدهی نیز در پاییز ۱۳۹۵ ارزیابی گردید. زیست‌توده کل گیاه در طی اولین فصل رشد روندی افزایشی داشت و در دو ماه پایانی رشد در هر دو رژیم آبیاری در شرایط استفاده از کود آلی قبل از کاشت گیاه، بیش از سایر تیمارها بود. سرعت رشد گیاه در اوایل (۹۰ روز اول رشد)، اواسط (روزهای ۹۰ تا ۱۵۰ رشد) و اواخر (روزهای ۱۵۰ تا ۱۸۰ رشد) دوره رشد زعفران به ترتیب کند (کمتر از ۳/۹ گرم در مترمربع زمین در روز)، سریع (۳/۹ تا ۱۲ گرم در مترمربع زمین در روز) و حدواسط (حدود ۵/۵ گرم در مترمربع زمین در روز) بود و بیشترین مقدار آن با حدود ۱۲ گرم در مترمربع زمین در روز، در شرایط مصرف کود آلی و ۱۴۵ روز پس از اولین آبیاری پاییزه حاصل شد. نسبت وزن برگ (وزن برگ به وزن کل گیاه شامل برگ، غلاف و بنه) نیز در تمامی تیمارها از حدود دو ماه پس از اولین آبیاری پاییزه تا انتهای فصل رشد روندی کاهشی داشت و در شرایط مصرف منابع تغذیه‌ای مقادیر نسبتاً بیشتری را نشان داد. مصرف کود آلی به میزان ۱۵ درصد تعداد بنه و ۱۳ درصد وزن کل بنه‌های دختری موجود در هر بوته را نسبت به تیمار عدم مصرف کود افزایش داد. بیشترین متوسط وزن هر بنه با ۶/۴ گرم در تیمار آبیاری با فواصل دو هفته و مصرف کود آلی حاصل شد. بیشترین تعداد گل (۹۸ گل در مترمربع)، عملکرد گل (۲۴/۳ گرم در مترمربع)، عملکرد کلاله + خامه (۰/۵۶ گرم در مترمربع) و گلبرگ خشک (۳/۷ گرم در مترمربع) در تیمار مصرف کود گاوی در دور آبیاری چهار هفته به دست آمد. در تیمارهای بدون کود و مصرف کود آلی، بیشترین عملکرد گل و کلاله در دور آبیاری چهار هفته و در تیمار مصرف کود شیمیایی در دور آبیاری دو هفته مشاهده شد؛ بنابراین، به نظر می‌رسد حداقل در سال اول کاشت که تراکم گیاهی و سطح تعرق‌کنندهٔ زعفران کم می‌باشد، مصرف ۳۶۰۰ مترمکعب آب در هر هکتار در طی فصل رشد همراه با مصرف کود آلی سودمند باشد.

کلمات کلیدی: سرعت رشد محصول، عملکرد کلاله، کود آلی، گلدهی، نسبت وزن برگ.

۱- استادیار گروه پژوهشی زعفران، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
۲- دانشیار گروه پژوهشی زعفران، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
(*- نویسنده مسئول: hamidreza.fallahi@birjand.ac.ir)

DOI: 10.22048/jsat.2017.71511.1207

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

زعفران (*Crocus sativus* L.) گیاهی است تک‌لپه‌ای از خانواده زنبقیان که از نظر گیاه‌شناسی چرخه زندگی خود را در یک سال تکمیل می‌کند، اما از نظر زراعی به‌عنوان یک محصول چندساله زراعت می‌شود. در این گیاه تشکیل بنه‌های دختری بر اثر فعالیت سلول‌های مریستمی، اغلب در بالای بنهٔ مادری و به تعداد کمتری در اطراف آن از حدود آذرماه شروع شده و از اواسط اسفندماه روند افزایش وزنِ بنه‌های دختری تسریع می‌شود. بخشی از مرحله رشد رویشی زعفران در ابتدای بهار قرار دارد که در طی آن فعالیت فتوسنتزی برگ‌های گیاه به تشکیل بنه‌های خواهریِ دارای مواد غذاییِ کافی کمک می‌کند (Behdani & Fallahi, 2015). در زعفران مواد فتوسنتزی در طی فصل رشد الگوی انتقال و اختصاص خاصی را پشت سر گذاشته، به این ترتیب که در اوایل فصل اولویت گیاه به رشد ریشه و برگ و در اواخر دوره رشد به توسعه بنه‌های دختری داده می‌شود (Behdani et al., 2016). مطالعات نشان می‌دهد که ارتباطی قوی بین وضعیت رشدی بنه‌های دختری زعفران و میزان گلدهی گیاه در سال آتیِ رشد وجود دارد (Koocheki et al., 2016). آبیاری و تأمین رطوبت مورد نیاز گیاه در کنار فراهمی عناصر غذایی بر رشد و نمو بنه‌های دختری و متعاقب آن گلدهی گیاه مؤثر می‌باشد (Juan et al., 2009). تأمین مطلوب این عوامل زراعی می‌تواند از طریق افزایش سطح برگ، دوام سطح برگ و در نتیجه طول دوره پر شدن بنه، تولید بنه-های دختری درشت‌تر را سبب گردد (Behdani & Fallahi, 2015).

با توجه به انطباق دوره رشد زعفران با بارش‌های جوی، در ایران حدود پنج مرتبه در سال برای این گیاه آبیاری صورت می-گیرد. تأمین مناسب نیاز آبی زعفران به‌خصوص در سال‌های کم‌باران می‌تواند در رشد و عملکرد آن اثر قابل توجهی داشته باشد و بر همین مبنا برخی پژوهش‌گران دور آبیاری ۱۲ روز (Behdani et al., 2011) و ۲۴ روز (Shirmohammadi, 2003) را به‌خصوص در فروردین‌ماه جهت افزایش وزن بنه‌های خواهری و در نتیجه توان گل‌آوری گیاه توصیه نموده‌اند. گزارش شده که فراهمی مطلوب آب برای زعفران به‌ویژه در اوایل بهار برای بهبود وزن بنه‌های دختری ضروری می‌باشد (Juan et al., 2009). در آزمایشی اثر تیمارهای ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی و خشکی کامل، بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی زعفران در شرایط گلخانه بررسی و مشاهده شد که تنش خشکی رشد ریشه و برگ را محدود کرد (Sabet Teimouri et al., 2010). مقدار نیاز آبی زعفران بسته به شرایط اقلیمی متفاوت است، به‌طوری که در نواحی مدیترانه‌ای آبیاری چندان متداول نبوده، ولی در شرایط ایران سالیانه حدود ۳۰۰۰ مترمکعب در هکتار آب مصرف می‌شود (Gresta et al., 2008). در پژوهشی گزارش شد که انجام پنج نوبت آبیاری زعفران پس از گلدهی، همراه با مصرف حدود ۵۰ کیلوگرم پلیمرهای سوپر جاذب نقش قابل ملاحظه‌ای در بهبود مؤلفه‌های رشد بنه‌های دختری این گیاه دارد (Fallahi et al., 2016).

مدیریت تغذیه‌ای زعفران نیز از عوامل مهم مؤثر بر رشد بنه و گلدهی زعفران محسوب می‌شود. نتایج چاجی و همکاران (Chaji et al., 2013) نشان داد که مصرف کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفر به ترتیب باعث افزایش تعداد و وزن بنه‌های دختری زعفران می‌شود. در پژوهش دیگری بیان شد که در سال‌های ابتدایی دوره بهره‌برداری از مزرعه، فراهمی عناصر غذایی، بیشتر منجر به افزایش تعداد بنه‌های دختری شده و در سال‌های بعد افزایش وزن آن‌ها را سبب می‌شود (Koocheki & Seyyedi, 2015). نتایج تحقیق مشابهی نشان داد اثرات مصرف

www.SID.ir

Archive of SID

۲۰ تن کود گاوی و ۴۰ تن در هکتار کود گوسفندی بر افزایش عملکرد کلاله زعفران بیشتر از مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن بود، ولی با افزایش مصرف نیتروژن به ۳۰۰ کیلوگرم این اختلاف عملکرد جبران شد (Rezvani-Moghaddam et al., 2014). در همین ارتباط کریمی‌نژاد (Kariminejad, 2015) نیز بیان داشت که بر خلاف کود زیستی نیتروکسین، مصرف ۱۵۰ کیلوگرم اوره اثرات چندانی بر بهبود رشد و عملکرد زعفران نداشت. یافته‌های جاسمی (Jasmi, 2012) نیز حاکی از آن است که با افزایش میزان مصرف کود دامی عملکرد زعفران افزایش یافته و میزان اثرگذاری این کود با افزایش سن مزارع، بیشتر می‌شود. تیموری (Teimori et al., 2013) نیز در آزمایشی دریافت که مصرف کود گاوی موجب تولید بیشترین تعداد بنه-های بیش از هشت گرم و کاربرد کود شیمیایی موجب افزایش تعداد بنه‌های دختری به‌خصوص بنه‌های کمتر از یک گرم شد.

با وجود مطالعات صورت گرفته در خصوص مدیریت آبیاری و تغذیه‌ای زعفران، اما در پژوهش‌های محدودی برهم‌کنش این دو عامل بر رشد و عملکرد این گیاه بررسی شده است. بر این اساس، هدف از آزمایش کنونی بررسی اثرات متقابل بین میزان آب مصرفی در طی فصل رشد و مصرف کود، بر خصوصیات رشدی بنه و گلدهی زعفران بود. ارزیابی اثرات نوع کود مورد استفاده (شیمیایی و آلی) و نیز تغییرات نیاز آبی گیاه بسته به نوع کود مصرفی نیز از دیگر اهداف این پژوهش بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثرات مدیریت‌های آبیاری و تغذیه‌ای بر برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی رشد، وزن نهایی بنه‌های دختری و نیز عملکرد گل و کلاله زعفران، آزمایشی در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی سرایان، دانشگاه بیرجند انجام شد. شهرستان سرایان در عرض جغرافیایی ۳۳ درجه شمالی و طول جغرافیایی ۵۸ درجه شرقی واقع بوده و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۴۵۰ متر می‌باشد. اقلیم این شهرستان از نوع نیمه‌خشک بوده و مقادیر متوسط بارندگی و دمای سالیانه آن به ترتیب ۱۱۰ میلی‌متر و ۱۷ درجه سانتی‌گراد می‌باشند. این آزمایش در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک-های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای آزمایشی شامل فواصل آبیاری دو و چهار هفته (به‌ترتیب معادل با مصرف ۳۶۰۰ و ۷۲۰۰ مترمکعب آب در هکتار در طی فصل) و مدیریت تغذیه‌ای (شیمیایی، آلی و شاهد) بودند. در این آزمایش مصرف ۳۶۰۰ مترمکعب آب به عنوان تیمار رایج در مناطق کاشت زعفران در استان خراسان جنوبی انتخاب شد و با توجه به اینکه برخی عقیده دارند با کاهش سطح زیر کاشت و مصرف مقادیر بیشتری از آب در مساحتی کمتر، می‌توان عملکرد مناسب‌تری را به دست آورد، تیمار مصرف ۷۲۰۰ مترمکعب آب نیز به عنوان تیمار پُرآبیاری در نظر گرفته شد. در تیمار تغذیه آلی از کود گاوی به مقدار ۳۰ تن در هکتار و در تیمار تغذیه شیمیایی از کودهای نیتروژنه (۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن معادل با ۲۲۰ کیلوگرم در هکتار اوره)، سوپر فسفات تریپل (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار معادل با ۷۰ کیلوگرم P_2O_5) و سولفات پتاسیم (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار معادل با ۵۲ کیلوگرم K_2O) استفاده شد. مقادیر کود گاوی و شیمیایی بر اساس نتایج آنالیز خاک و کود گاوی (جدول ۱)، از طریق معادل‌سازی نیتروژن تأمین شده توسط کود گاوی با مقدار نیتروژن فراهم شده از طریق کود شیمیایی و با فرض اینکه حدود یک سوم نیتروژن آلیِ موجود در کود گاوی در سال اولِ رشد گیاه معدنی شود، محاسبه گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی کود گاوی و خاک محل اجرای آزمایش

Table 1- Properties of cow manure and experimental site with respect to soil

	هدایت الکتریکی EC† ($dS.m^{-1}$)	شاخص واکنش pH	کربن آلی O.C. ‡ (%)	نیتروژن کل Total nitrogen (%)	فسفر قابل دسترس P_{ava} (ppm)	پتاسیم قابل دسترس K_{ava} (ppm)	شن Sand (%)	سیلت Silt (%)	رس Clay (%)	بافت خاک Soil texture
خاک Soil	2.27	8.49	0.13	0.016	2.07	194.9	48.5	22.5	29	لوم Loam
کود گاوی Cow manure	6.42	7.3	44	1.10	715	4121	-	-	-	-

†EC= electrical conductivity.
‡O.C= organic carbon.

کاشت زعفران در ۲۰ مهرماه سال ۱۳۹۴، با استفاده از بنه‌هایی با وزن ۷ تا ۸ گرم در کرت‌هایی به مساحت دو مترمربع انجام شد. فاصله بین و روی ردیفی به ترتیب ۲۰ و ۱۰ سانتی‌متر و عمق کاشت بنه نیز حدود ۱۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. کود آلی قبل از کاشت با خاک کرت‌های آزمایشی مخلوط شد و کودهای شیمیایی نیز هم‌زمان با کشت به‌صورت دستی در زیر ردیف‌های کاشت و عمق حدود ۱۵ سانتی‌متری مصرف گردید. در این آزمایش با توجه به بررسی روند رشد گیاه در طی فصل رشد و به منظور حذف اثر زمان مصرف کود بر روی نتایج حاصله، تمامی کود اوره قبل از کاشت مصرف شد، ولی در مدیریت زراعی زعفران بایستی کود اوره به دلیل قابلیت انحلال و تحرک زیاد در خاک، در چند مرحله در طی فصل رشد گیاه مصرف گردد. در سال اول کاشت، اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت صورت گرفت و دومین آبیاری نیز برای تمامی کرت‌ها پس از گلدهی گیاه صورت گرفت. پس از پایان دوره گلدهی گیاه، تیمارهای آبیاری در هر کرت به طور جداگانه و به‌صورت غرقابی تا پایان فصل رشد اعمال شد. در هر نوبت آبیاری، با استفاده از کنتور به میزان ۵۱۵ مترمکعب آب در هر هکتار مصرف شد. این مقدار آب با توجه به فواصل آبیاری و نیز حجم آب مصرفیِ تعیین شده در این آزمایش انتخاب شد تا در نهایت در تیمارهای آبیاری عرف و پُرآبیاری در طول فصل رشد زعفران به ترتیب ۷ و ۱۴ نوبت آبیاری صورت گرفته و در طی آن به‌ترتیب ۳۶۰۰ و ۷۲۰۰ مترمکعب آب مصرف گردد.

با توجه به اینکه در سال اول کاشت تیمارهای آبیاری هنوز اعمال نشده و به دلیل فاصلهٔ کوتاه زمانی بین تاریخ کاشت (۲۰ مهر) تا آغاز گلدهی (۱۰ آبان‌ماه) کودهای مصرفی نیز بر روی گلدهی گیاه نمی‌توانست اثر چشم‌گیری داشته باشد، بنابراین از اندازه‌گیری شاخص‌های مرتبط با گلدهی زعفران در پاییز ۱۳۹۴ چشم‌پوشی شد. به‌منظور ارزیابی تأثیر تیمارهای آزمایشی بر برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی رشد، نمونه‌برداری از کرت‌های آزمایشی با فواصل ۲۱ روز از زمان پایان گلدهی در پاییز ۱۳۹۴ تا پایان فصل رشد رویشی گیاه در بهار ۱۳۹۵ صورت گرفت. در هر تاریخ نمونه‌برداری تعداد سه بوته از هر کرت برداشت شده و نمونه‌های تهیه شده در آزمایشگاه خشک شده و سپس شاخص‌های کل ماده خشک تولیدی، نسبت وزن برگ و سرعت رشد محصول با استفاده از معادلات ۱ تا ۳ مورد محاسبه قرار گرفتند (Tarigh-Aleslami et al., 2012). در هر کرت دو مترمربعیِ حاوی ۱۰۰ بوته زعفران، نصف مساحت کرت به اندازه‌گیری‌های تخریبی طی فصل رشد گیاه اختصاص داده شد و شاخص‌های مربوط به گلدهی در نصف دیگر کرت (مساحت یک مترمربع) تعیین شد.

$$TDW=RDW+LDW+RCDW \quad (۱)$$

www.SID.ir

Archive of SID

$$CGR = \frac{W2 - W1}{T2 - T1} \times \frac{1}{GA} \quad (۲)$$

$$LWR = \frac{LDW}{TDW} \quad (۳)$$

در معادلات فوق TDW، RDW، LDW و RCDW به ترتیب بیانگر وزن خشک کل، وزن خشک ریشه، وزن خشک برگ و وزن خشک بنه‌های دختری می‌باشند. W_2-W_1 تغییرات وزن خشک کل گیاه را در فاصله بین دو نمونه‌برداری و T_2-T_1 فاصله زمانی بین دو نمونه‌برداری متوالی (بر حسب روز) را نشان می‌دهد. شاخص GA بیانگر مساحت زمین می‌باشد که در این آزمایش یک مترمربع در نظر گرفته شد. همچنین CGR و LWR نیز به ترتیب نمایانگر سرعت رشد محصول و نسبت وزن برگ می‌باشند. نسبت وزن برگ در حقیقت نشان دهنده میزان پر برگی گیاه است و سرعت رشد گیاه نیز بیانگر میزان تجمع ماده خشک در هر روز در واحد سطح زمین است و واحد آن گرم بر مترمربع زمین در روز می‌باشد (Tarigh-Aleslami et al., 2012).

به‌منظور ارزیابی اثرات تیمارهای آزمایشی بر وضعیت نهایی رشد بنه‌های دختری زعفران، در اردیبهشت‌ماه سال ۱۳۹۵ و پس از زرد شدن برگ‌های زعفران، تعداد پنج بوته از هر کرت برداشت شد. در آزمایشگاه شاخص‌های تعداد بنه دختری در هر بوته، وزن کل بنه‌های دختری، وزن فلس و متوسط وزن هر بنه اندازه‌گیری شد. افزون بر این در پاییز سال ۱۳۹۵ و در آغاز دومین چرخه زندگی گیاه پاسخ گلدهی گیاه به تیمارهای آزمایشی بررسی شد. برای این منظور پس از اولین آبیاری پاییزه (دوم آبان‌ماه) و انجام سله‌شکنی، گل‌های ظاهر شده به‌صورت روزانه برداشت شدند. تفاوت در زمان آبیاری زعفران در طی دو سال اجرای آزمایش به گرم‌تر بودن هوا در پاییز سال دوم مربوط می‌باشد، زیرا برای گلدهی زعفران بایستی دمای محیط به حدود ۱۳ درجهٔ سانتی‌گراد برسد و آبیاری نیز مطابق با دمای هوا صورت گیرد؛ در غیر این‌صورت ممکن است برگ‌های گیاه زودتر ظاهر شده و در برداشت گل مشکل ایجاد نماید. اولین و آخرین برداشت گل به ترتیب در ۲۲ آبان ماه و ۹ آذرماه صورت گرفت. در هر تاریخ برداشت تعداد گل موجود در هر کرت (در سطح یک مترمربع باقی‌مانده پس از نمونه‌برداری‌های تخریبیِ اولین چرخه رشد گیاه) شمارش گردید و پس از توزین گل‌های برداشت شده توسط ترازوی با دقت ۰/۰۰۰۱، کلاله و خامه گل از گلبرگ‌ها جدا گردید. سپس این اجزا در دمای اتاق و در شرایط سایه خشک گردیده و وزن خشک هر یک از آن‌ها در پایان دوره گلدهی تعیین شد. از مجموع عملکرد گل، خامه + کلاله و گلبرگِ تمامی برداشت‌ها به‌ترتیب به‌عنوان عملکرد گل تر، عملکرد کلاله + خامه خشک و عملکرد گلبرگ خشک استفاده شد. افزون بر این، در هر تاریخ گلدهی متوسط طول گل و طول کلاله گل‌ها اندازه‌گیری شد و از میانگین این شاخص‌ها در طی تمامی برداشت‌ها به‌عنوان عدد نهایی استفاده گردید. متوسط وزن هر گل نیز با تقسیم نمودن عملکرد گل بر تعداد گل در هر کرت محاسبه شد. افزون بر این، برای محاسبه سرعت گلدهی از معادله ۴ استفاده شد (Koocheki et al., 2017).

$$FR = \sum_{1}^{n} \frac{NF}{DAF} \quad (۴)$$

در این معادله FR= سرعت گلدهی، n= دفعات برداشت گل، NF= تعداد گل برداشت شده در برداشت n اُم و DAF= تعداد روزهای سپری شده از روز آغاز گلدهی می‌باشند.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های آزمایشی با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه 9.2 صورت گرفت. میانگین‌ها نیز به کمک آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

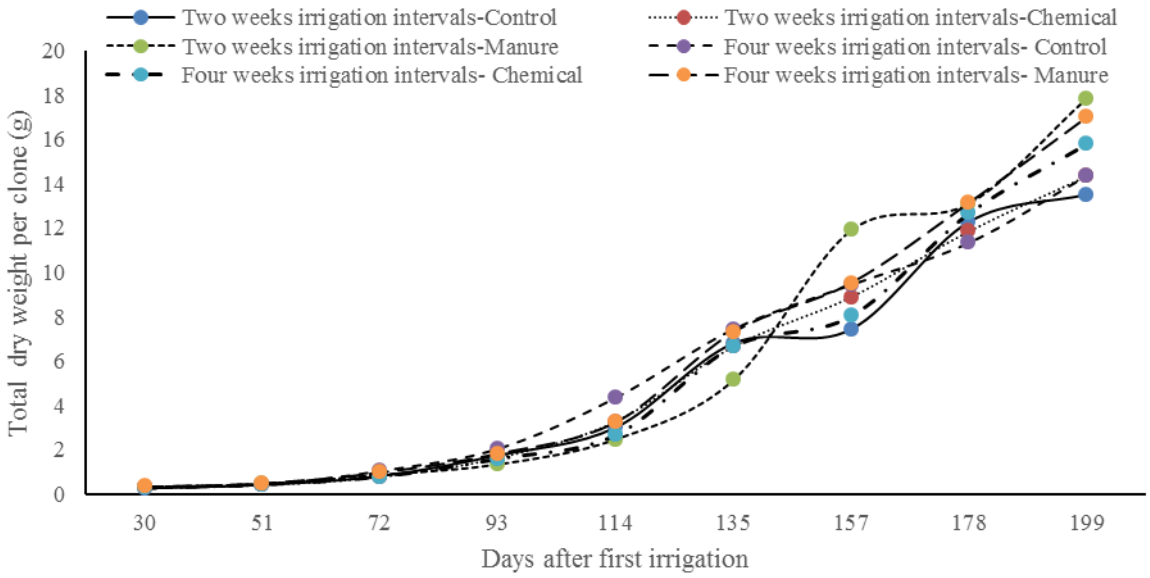
نتایج و بحث

زیست‌توده تولیدی زعفران در طی فصل رشد در تمامی

www.SID.ir

Archive of SID

سطوح آبیاری و مدیریت تغذیه‌ای افزایش نشان داد، ولی تفاوت‌های بین تیمارها از نظر آماری معنی‌دار نبود. مقدار این شاخص تا حدود ۱۱۴ روز پس از اولین آبیاری پاییزه یعنی تا اواخر بهمن‌ماه روند افزایشی ملایمی داشت (در تیمارهای مختلف بین ۲/۶۷ تا ۴/۳۵ گرم در هر بوته)، اما در سه ماه پایانی رشد گیاه (اسفند، فروردین و اردیبهشت) به‌سرعت افزایش (از حدود ۳/۳ به حدود ۱۵/۸ گرم در هر بوته) یافت (شکل ۱). مرحله افزایشِ آهسته وزن کل گیاه منطبق با دوره گسترش ریشه و برگ‌ها و نیز ایجاد آغازه‌های بنه می‌باشد، ولی با تسریع تجمع مواد فتوسنتزی در بنه‌های دختری میزان زیست‌توده کل روندی افزایشی در پیش می‌گیرد. در گیاه زعفران پس از اینکه برگ‌ها و ریشه‌ها به حداکثر اندازه خود رسیدند، تشکیل و رشد بنه‌های دختری آغاز می‌گردد و توسعه آن‌ها عمدتاً بر فرآیند فتوسنتز متکی است (Renau-Morata et al., 2012). این یافته‌ها می‌تواند به یافتن بهترین زمان مصرف عناصر غذایی در زعفران کمک نماید. به نظر می‌رسد عناصر غذایی حداکثر بایستی تا اواخر بهمن یعنی تا شروع مرحله سریع افزایش وزن کل گیاه، در خاک مصرف شوند. از این زمان به بعد به‌تدریج قدرت جذب ریشه کم شده و از میزان سودمندی مصرف عناصر غذایی در خاک کاسته می‌شود.



شکل ۱- تغییرات وزن خشک کل در زعفران تحت تأثیر دور آبیاری و مدیریت تغذیه‌ای (اولین آبیاری پاییزه با توجه به دمای هوا در ۳۰ مهرماه صورت گرفت)

Figure 1- Effects of irrigation intervals and fertilization on total dry weight changes during saffron growth cycle (First irrigation was done on October 21).

اگر چه بین تیمارهای آزمایشی در تاریخ‌های نمونه‌برداری مختلف تفاوت آماری معنی‌داری از نظر وزن خشک تولیدی مشاهده نشد، اما در اواخر دوره رشد گیاه مقدار این شاخص در هر دو تیمار آبیاری در شرایط مصرف کود آلی بیشتر بود (شکل ۱). در زعفران، تکثیر و رشد اندام زیرزمینی که بیشترین سهم را از وزن کل گیاه دارد، تأثیرپذیری زیادی از خصوصیات فیزیکی

www.SID.ir

Archive of SID

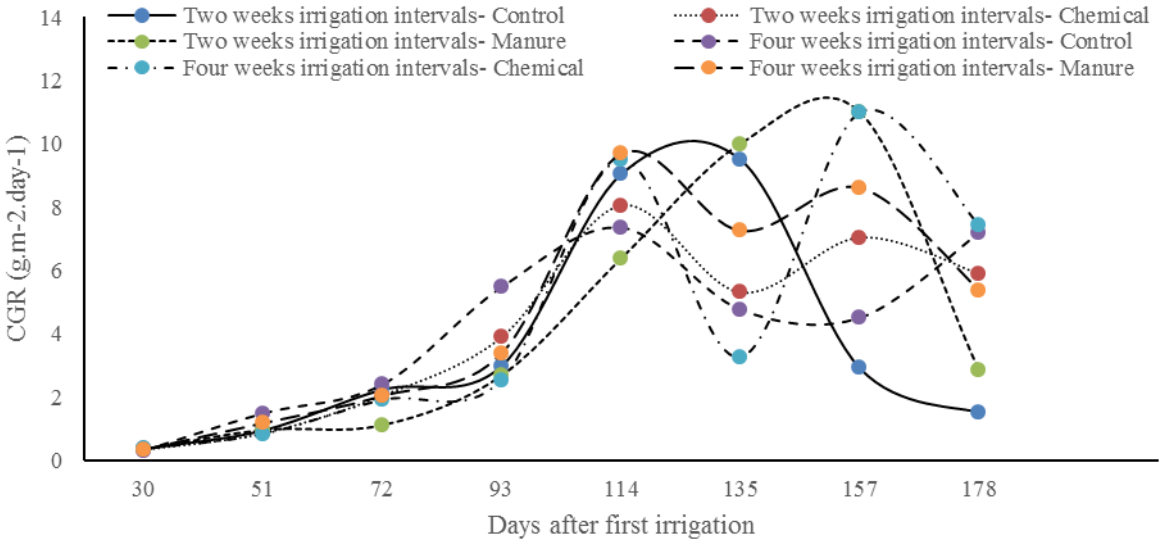
خاک مانند وزن مخصوص ظاهری، بافت و میزان تخلخل دارد (Aghhavani-Shajari et al., 2015). استفاده از کودهای آلی در زراعت زعفران که منطبق با میزان ماده آلی خاک مصرف می‌شوند (Rezvani-Moghaddam et al., 2014) می‌تواند ضمن تأمین متوازن عناصر غذاییِ کم‌مصرف و پرمصرف در کل فصل رشد، موجب اصلاح خصوصیات فیزیکی خاک نیز شده و به این صورت رشد اندام زیرزمینی زعفران را بهبود بخشد (Mollafilabi & Khorramdel, 2016).

مقدار زیست‌توده تولیدی زعفران در ۹۰ روز اول رشد بسیار کم و بین ۰/۴ تا ۲ گرم بود که عمدتاً شامل وزن ریشه و برگ می‌شود. با آغاز بنه‌زایی و ذخیره‌سازی مواد فتوسنتزی در بنه‌های دختری زیست‌توده گیاه روند افزایشی قابل توجهی پیدا کرد و از حدود ۳/۳ گرم در هر بوته در اواسط بهمن‌ماه، به بیش از ۱۳/۸ گرم در هر بوته در اواسط اردیبهشت ماه رسید (شکل ۱). این موضوع با تغییرات سرعت رشد گیاه (CGR) نیز هماهنگی داشت، به طوری‌که مقدار این شاخص در اوایل دوره رشد کم بود، ولی با گذشت ۹۰ روز از فصل رشد گیاه به سرعت افزایش پیدا نمود. روندی افزایشی سرعت رشد محصول بسته به تیمار آزمایشی تا ۱۲۰ الی ۱۶۵ روز پس از اولین آبیاری پاییزه ادامه داشت و سپس مقداری کاهش یافت. بیشترین سرعت اُفت این شاخص در گیاهانی مشاهده شد که با دور آبیاری هر دو هفته آبیاری شده و کودی دریافت نکرده بودند. این موضوع نشان می‌دهد که مدیریت پُرآبیاری در زراعت زعفران سودمند نبوده و ممکن است پیامدهایی مانند افزایش تعداد ریشه‌های انقباضی را در پی داشته باشد. کمبود مواد غذایی نیز با کاهش احتمالیِ میزان فعالیت‌های فتوسنتزی، کاهش رشد گیاه را سبب می‌شود (Behdani & Fallahi, 2015). مقدار سرعت رشد محصول در نمونه‌برداری چهارم که ۹۰ روز از فصل رشد گذشته بود (۵ بهمن‌ماه) در مقایسه با نمونه‌برداری ۲۶ بهمن‌ماه در تیمارهای مختلف بین ۱/۷۷ تا ۲/۵۱ مرتبه کمتر بود (شکل ۲).

تیمار مصرف کود حیوانی تحت هر دو رژیم آبیاری در اواخر دوره رشد گیاه (از ۲۶ بهمن‌ماه تا اواسط فروردین) بیشترین سرعت رشد محصول را داشت، هر چند که در دو هفتهٔ پایانیِ رشد، این روند متوقف شد (شکل ۲). بروز اثرات مثبت کود حیوانی در اواخر فصل رشد می‌تواند ناشی از معدنی شدن عناصر غذایی این نوع کود با گذشت زمان باشد. افزون بر این، در اواخر دوره رشد زعفران به دلیل افزایش دمای محیط، میزان تبخیر و تعرق بیشتر شده و مصرف کودهای آلی در این شرایط احتمالاً در نگهداری ذخیره رطوبتی خاک اثرگذار بوده است. در اواخر فصل رشد زعفران، سرعت رشد محصول در تمامی تیمارها به‌جز تیمار ترکیبیِ عدم مصرف کود و انجام آبیاری با فواصل چهار هفته روندی کاهشی داشت؛ در حالی که در طی فصل رشد مقدار سرعت رشد محصول در این تیمار در مقایسه با اکثر تیمارهای آزمایشی دارای مقدار کمتری بود (شکل ۲). سرعت رشد محصول در بیشتر تیمارهای آزمایشی دارای دو نقطهٔ اوج (۱۱۴ و ۱۵۷ روز پس از رشد) و یک نقطهٔ کاهشی (۱۳۵ روز پس از رشد) در فاصلهٔ بین نقاط اوج بود (شکل ۲). به نظر می‌رسد این مشاهدات با تغییرات دماییِ محیط رشد گیاه در طی زمستان مرتبط باشد، به طوری‌که کاهش دمای هوا در اواسط زمستان موجب کاهش فعالیت‌های فتوسنتزی و در نتیجه کاهش سرعت رشد محصول شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- تغییرات سرعت رشد گیاه زعفران تحت تأثیر دور آبیاری و مدیریت تغذیه‌ای (اولین آبیاری پاییزه در ۳۰ مهرماه صورت گرفت)

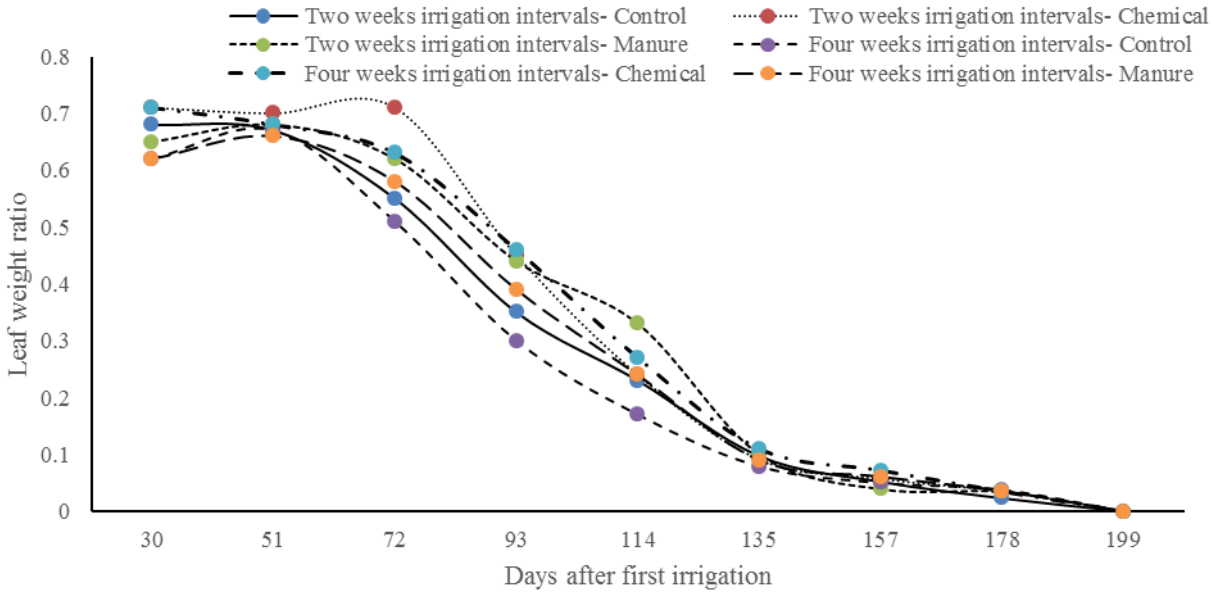
Figure 2- Changes of crop growth rate in saffron in response to irrigation intervals and fertilization (First irrigation was done on October 21).

نسبت وزن برگ (نسبت وزن برگ به وزن کل گیاه) زعفران در بین تیمارهای آزمایشی در نمونه‌برداری‌های مختلف تفاوت معنی‌داری نداشت. با این وجود در اوایل فصل رشد تیمار آبیاری با فواصل دو هفته با مصرف کود شیمیایی و در اواخر دوره رشد گیاه، تیمار انجام آبیاری با فواصل دو هفته با مصرف کود حیوانی دارای برتری نسبی بودند (شکل ۳). مزیت کودهای آلی پیش از این نیز بر بهبود رشد برگ در زعفران مورد تأیید قرار گرفته بود (Rezvani-Moghaddam et al., 2014; Mollafilabi & Khorramdel, 2016). نسبت سطح برگ تا حدود ۶۰ روز پس از اولین آبیاری پاییزه افزایش یافت و سپس روندی نزولی سریعی تا اواسط اسفندماه در پیش گرفت. روندی کاهشی نسبت سطح برگ در دو ماه پایانی فصل رشد نیز با سرعت کمتری ادامه پیدا کرد تا اینکه با زرد شدن و ریزش برگ‌ها در اواسط اردیبهشت-ماه به صفر رسید. افزون بر این، در انتهای فصل رشد میزان اختلاف بین تیمارهای آزمایشی از نظر نسبت وزن برگ به حداقل ممکن رسید (شکل ۳). در زعفران مانند بسیاری از گیاهان ژئوفیت بنه‌های دختری مهم‌ترین منبع ذخیره مواد فتوسنتزی محسوب می‌شوند؛ بنابراین، اندام زیرزمینی بیشتر وزن گیاه را تشکیل می‌دهد و سهم برگ‌ها از وزن کل گیاه پس از آغاز دوره سریع پر شدن بنه کاهش می‌یابد (Behdani et al., 2016). در تأیید این رویه، ارتباط مشخصی بین وزن خشک کل (شکل ۱) با سرعت رشد گیاه (شکل ۲) و نسبت وزن برگ (شکل ۳) مشاهده شد، به‌طوری که در دو ماه ابتدای رشد که زعفران دارای بیشترین نسبت وزن برگ بود، کمترین سرعت افزایش وزن خشک کل و سرعت رشد محصول مشاهده شد. کاهش سریع نسبت وزن برگ در زعفران همزمان با آغاز دوره رشد سریع بنه‌های دختری، می‌تواند ناشی از افزایش وزن این بنه‌ها و نیز انتقال مجدد مواد فتوسنتزی از برگ به بنه‌های در حال رشد باشد. موضوع انتقال مجدد در زعفران تاکنون کمتر مورد بررسی قرار گرفته و تنها در پژوهشی در یک بازهٔ زمانی یک ماهه سطح برگ ثابت، ولی وزن برگ افزایش پیدا کرد (Behdani et al., 2016)، این موضوع احتمالاً نشان می‌دهد که

www.SID.ir

Archive of SID

مواد فتوسنتزی به طور موقت در این بازهٔ یک ماهه در برگ‌ها ذخیره شده و سپس مواد غذایی با آغاز رشد سریع بنه‌های دختری به بنه‌ها منتقل می‌شوند.



شکل ۳- تغییرات نسبت وزن برگ زعفران تحت تأثیر رژیم‌های آبیاری و انواع کود (اولین آبیاری پاییزه در ۳۰ مهرماه صورت گرفت)

Figure 3- Changes of leaf weight ratio in saffron in response to irrigation intervals and fertilization (First irrigation was done on October 21).

بر اساس نتایج تجزیه واریانس میزان فراهمی آب باعث وقوع تفاوت معنی‌دار در خصوصیات رشدی بنه‌های دختری زعفران نگردید (جدول ۲). با این وجود، کاهش مقدار آب مصرفی از طریق افزایش فواصل آبیاری منجر به افزایش ۱۵ درصدیِ تعداد بنه شد (جدول ۳). کمترین مقدار متوسط وزن بنه‌های دختری نیز در تیمار مصرف کود شیمیایی با دور آبیاری دو هفته مشاهده شد (شکل ۴). به‌نظر می‌رسد انجام آبیاری با فواصل کوتاه‌مدت چندان برای زعفران سودمند نباشد، زیرا بر اساس مشاهدات شخصی ممکن است در شرایط فراهمیِ بیش از حد رطوبت تعداد ریشه‌های انقباضی افزایش یابد. تولید این ریشه‌ها موجب مصرف بخش قابل توجهی از مواد فتوسنتزی گیاه و در نتیجه ریزتر شدن بنه‌های دختری می‌شود. در همین ارتباط کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2016) گزارش کردند که فراهمی آب از طریق آبیاری تأخیری بهاره، آبیاری تابستانه و نیز آبیاری زودهنگام پاییزه منجر به افزایش تعداد ریشه‌های انقباضی زعفران می‌شود. یرمی و همکاران (Yarami et al., 2011) پتانسیل تبخیر و تعرق زعفران را در سال اول کاشت ۵۳۲ میلی‌متر گزارش کردند؛ بنابراین، مصرف ۷۲۰۰ مترمکعب آب در هکتار در طی ۱۲ نوبت آبیاری تقریباً دو برابر میزان آب بیشتری را برای زعفران فراهم نموده است. بر این اساس، به‌نظر می‌رسد در زراعت زعفران تنها بهتر است کاهش فواصل آبیاری در اوایل بهار که منطبق با دوره رشد سریع بنه‌هاست (Juan et al., 2009) و دمای هوا نیز بالاتر می‌رود مورد توجه قرار گیرد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر مدیریت آبیاری و نوع کود مصرفی بر برخی خصوصیات رشدی بنه‌های دختری زعفران

Table 2- ANOVA (mean of squares) the effect of irrigation intervals and different fertilizer on some growth indices of saffron replacement corms

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	تعداد بنه دختری Number of replacement corms	مجموع وزن بنه‌های دختری با فلس Weight of replacement corms with scales	مجموع وزن بنه‌های دختری بدون فلس Weight of replacement corms without scales	وزن فلس‌ها در هر کلون Weight of scales per clone	متوسط وزن هر بنه دختری Mean replacement corm weight
بلوک Replication	2	0.379^{ns}	2.44^{ns}	3.45^{ns}	0.14^{ns}	0.639^{ns}
آبیاری Irrigation	1	1.216^{ns}	4.26^{ns}	4.10^{ns}	0.001^{ns}	1.439^{ns}
نوع کود Fertilizer type	2	0.378^{ns}	12.78^{*}	9.02^{ns}	0.384^{**}	1.172^{ns}
رژیم آبیاری×کود دهی Irrigation × Fertilizer	2	0.821^{ns}	2.18^{ns}	1.93^{ns}	0.015^{ns}	5.627^{*}
خطا- Error	10	0.363	3.31	3.41	0.053	0.583

**، * و ns به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

*, ** and ns are significant at the 0.05 and 0.01 level of probability and no significant, respectively.

مدیریت تغذیه‌ای وزن کل بنه‌های موجود در هر کلون را به طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار داد (جدول ۲)، به طوری‌که مصرف کود آلی حدود ۱۲ درصد میزان این شاخص را بهبود بخشید. مصرف منابع کودی به طور غیر معنی‌داری باعث افزایش بنه‌زایی در زعفران شد، اما بر افزایش متوسط وزن هر بنهٔ دختری تأثیر مثبتی نداشت (جدول ۳). افزایش میزان عملکرد بنه از طریق افزایش تعداد بنه‌های دختری زعفران در شرایط مصرف کودهای آلی توسط علی‌پور و همکاران (Alipoor et al., 2015) نیز گزارش شده است. به‌نظر می‌رسد مصرف منابع کودی منجر به تحریک تقسیم سلولی در تعداد بیشتری از نقاط مریستمیِ (جوانه‌ها) روی بنهٔ مادری شده و بنه‌زایی را تحریک می‌کند. با این وجود، تسهیم مواد فتوسنتزی در بین تعداد بیشتری از بنه‌های دختری موجب شده تا مصرف منابع کودی تأثیر قابل توجهی بر افزایش متوسط وزن بنه‌ها نداشته باشد. در آزمایش کنونی از بنه‌های مادری با وزن حدود هشت گرم برای کاشت استفاده شد که این بنه‌ها تعداد جوانه بیشتری دارند و مصرف کودها احتمالاً باعث تحریک رشد آن‌ها شده است. این احتمال وجود دارد که در مزارع تولید بنهٔ بذری، در صورتی که از بنه‌هایی با وزن کمتر استفاده شود، تأثیر فراهمی عناصر غذایی بر افزایش وزن بنه‌های دختری بیشتر باشد؛ زیرا در بنه‌های مادری ریزتر میزان بنه‌زایی کمتر بوده (Koocheki & Seyyedi, 2016) و فراهمی عناصر غذایی احتمالاً موجب افزایش وزن همین تعداد محدودتر بنه‌های تولید شده خواهد شد، هر چند که این دیدگاه نیاز به بررسی و انجام مطالعات بیشتری دارد. در همین ارتباط محققان بیان نمودند که در طی یک دوره هفت ماهه از مهرماه تا اردیبهشت می‌توان از طریق بهبود مدیریت تغذیه‌ای گیاه به‌خصوص تغذیه در کف بستر کشت در کنار مصرف کود اوره، اسید هیومیک و محلول‌پاشی کود دلفارد (کود اختصاصی زعفران و حاوی عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، منگنز، روی و مس) و نیز آبیاری با فواصل ۱۵ روزه در اسفند و فروردین‌ماه، بیش از ۸۰ درصد بنه‌های ریز را به وزن بیش از هشت گرم رساند (Sadeght et al., 2013). در پژوهش دیگری

www.SID.ir

Archive of SID

نیز گزارش شد که در سال اول کاشت فراهمی زیاد عناصر غذایی موجب تحریک تعداد بیشتری از جوانه‌های مولد بنه شده و در نهایت به دلیل ایجاد رقابت بین بنه‌ها، وزن آن‌ها افزایش پیدا نکرده و حدود ۷۰ درصد بنه‌ها وزن زیر چهار گرم دارند. با این وجود در سال دوم به دلیل ریزتر بودن بنه‌های مادریِ ایجاد شده در سال قبل و نیز افزایش تراکم بنه، میزان بنه‌زایی کمتر بوده و متوسط وزن بنه‌ها افزایش می‌یابد (Koocheki & Seyyedi, 2016). بر این اساس، این احتمال نیز وجود دارد که استفاده از روش کشت پرتراکم در سال اول کاشت نیز منجر به کاهش بنه‌زایی و تقویت وزن هر بنه شود.

تأثیر رژیم آبیاری بر تعداد گل تولید در واحد سطح، طول گل، طول کلاله، سرعت گلدهی و نیز عملکرد گل، کلاله و گلبرگ معنی‌دار بود (جدول ۴). میزان گلدهی زعفران در تیمار فواصل آبیاری چهار هفته، ۱۵ درصد بیشتر از تیمار انجام آبیاری با فواصل هر دو هفته بود (جدول ۵). این موضوع با کاهش ۱۵ درصدیِ تعداد بنه‌های دختری در رژیم آبیاری دو هفته همخوانی دارد (جدول ۳). با کاهش فواصل آبیاری مقادیر طول گل و کلاله حدود هفت درصد در مقایسه با دور آبیاری چهار هفته‌ای افزایش نشان داد، ولی سرعت گلدهی ۲۳ درصد کاهش یافت (جدول ۵).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات رژیم آبیاری و نوع کود مصرفی بر خصوصیات رشدی بنه‌های دختری زعفران

Table 3- Effect of irrigation regime and fertilizers on some growth characteristics of saffron replacement corms

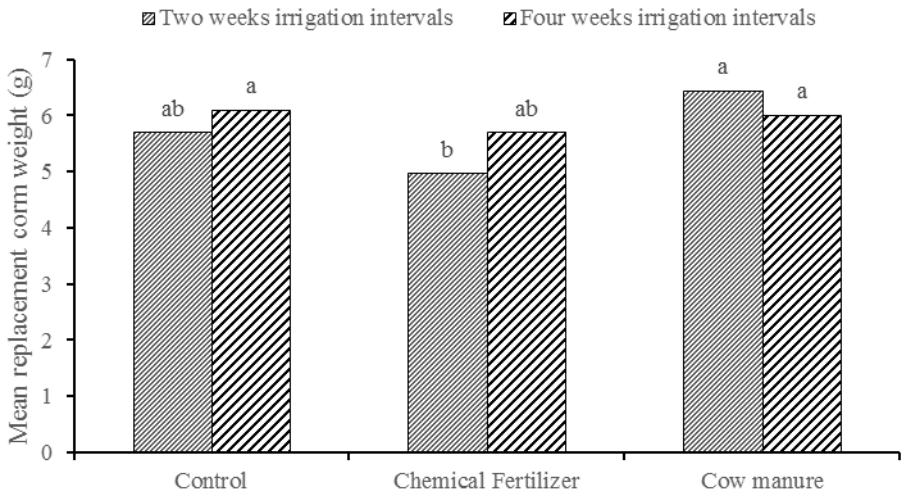
تیمارها Treatments	تعداد بنه دختری در هر کلون Number of replacement corms per clone	وزن کل بنه‌های دختری Weight of replacement corms with scales (g. clone)	وزن بنه‌های دختری بدون فلس Weight of replacement corms without scales (g. clone)	وزن فلس Weight of scales (g. clone)	متوسط وزن بنه‌های دختری Mean replacement corm weight (g)
فواصل آبیاری– Irrigation intervals					
آبیاری با فواصل هر دو هفته Two weeks irrigation intervals	2.92[a]	14.96[a]	14.06[a]	0.89[a]	5.71[a]
آبیاری با فواصل هر چهار هفته Four weeks irrigation intervals	3.44[a]	13.98[a]	13.11[a]	0.87[a]	5.15[a]
کود– Fertilizers					
شاهد Control	2.94[a]	14.14[ab]	13.41[ab]	0.72[b]	5.91[a]
کود شیمیایی Chemical fertilizer	3.16[a]	13.20[b]	12.46[b]	0.74[b]	5.33[a]
کود آلی Cow manure	3.44[a]	16.07[a]	14.89[a]	1.17[a]	5.88[a]

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

In each column means followed by at least one similar letter have no significant different at 5% level of probability, using LSD test.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ٤- تأثیر انواع کود و رژیم آبیاری بر وزن بنه‌های دختری زعفران

Figure 4- Effect of fertilizers and irrigation intervals on weight of saffron replacement corms.

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means followed by at least one similar letter have no significant different at 5% level of probability.

عملکرد گل نیز در دور آبیاری ۴ هفته در مقایسه با دور آبیاری هر ۲ هفته به میزان ۲۶ کیلوگرم در هکتار (معادل با ۱۳/۵ درصد) دارای برتری بود. نتایج مشابهی نیز در خصوص عملکرد مادگی (خامه + کلاله) و عملکرد گلبرگ خشک مشاهده شد، به‌طوری که مقدار این شاخص‌ها با افزایش فراهمی آب به ترتیب هفت و نه درصد کاهش پیدا کرد (جدول ۵). عدم تأثیر فراهمی بیشترِ آب بر گلدهی زعفران می‌تواند نشان‌دهندهٔ کفایت حدود شش نوبت آبیاری (دور آبیاری چهار هفته) در طی چرخه زندگی این گیاه در سال اول رشد باشد. برگ‌های گیاه زعفران باریک و بلند بوده و میزان تعرق کمی انجام می‌دهند (Shirmohammadi, 2003)، از طرفی بر اساس مشاهدات کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2011) شاخص سطح برگ زعفران نیز در سال اول کم بوده و فصل رشد گیاه نیز منطبق بر باران‌های زمستانه می‌باشد (Koocheki & Seyyedi, 2016)؛ بنابراین در سال اول کاشت میزان تبخیر و تعرق پتانسیل زعفران در طی فصل رشد به میزان حدود ۱۲۰ میلی‌متر کمتر از سال دوم است (Yarami et al., 2011). در همین ارتباط نتایج پژوهشی نشان داد که در سال اول کاشت دور آبیاری ۲۴ روز و در سال دوم فواصل آبیاری ۱۲ روزه موجب بهبود عملکرد گل و کلاله زعفران شد (Azizi-Zohan et al., 2006). بر این اساس، در اولین چرخه زندگی زعفران می‌توان با افزایش فواصل آبیاری، در مصرف منابع آب بدون اینکه عملکرد گیاه کاهش یابد صرفه‌جویی نمود. اثر تیمارهای تغذیه‌ای بر صفات تعداد گل، سرعت گلدهی و عملکرد گل، کلاله و گلبرگ خشک معنی‌دار بود (جدول ۴). مصرف کود حیوانی تعداد گل تولید شده در واحد سطح را ۳۰ درصد در مقایسه با تیمار عدم مصرف کود افزایش داد، ولی تیمار مصرف کود شیمیایی از نظر این صفت تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نداشت (جدول ۵). با توجه به ارتباط نزدیک گلدهی زعفران با خصوصیات رشدیِ بنه (Aghhavani-Shajari et al., 2015) و نظر به عدم تأثیر مصرف کود آلی بر متوسط وزن بنه به نظر می‌رسد این افزایش گلدهی ناشی از افزایش تعداد بنهٔ دختری در شرایط مصرف این نوع کود باشد (جدول ۳). از دلایل مهم دیگر در خصوص افزایش میزان گلدهی زعفران در شرایط مصرف کود حیوانی می‌توان به کاهش

www.SID.ir

Archive of SID

میزان سله‌بندی و بهبود ساختار خاک در نتیجه مصرف این نوع کودها (Behdani & Fallahi, 2015) اشاره کرد که میزان مقاومت خاک در برابر خروج گل‌ها را کاهش داده و ظهور گل را تسهیل می‌نماید.

جدول ٤- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر مدیریت آبیاری و نوع کود مصرفی بر شاخص‌های گلدهی زعفران

Table 4- ANOVA (mean of squares) the effect of irrigation intervals and different fertilizer on saffron flowering indices

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	تعداد گل Number of flower	متوسط وزن گل Flower mean weight	طول گل Flower length	سرعت گلدهی Flowering rate
بلوک Replication	2	9.5^{ns}	0.0003^{ns}	0.056^{ns}	0.64^{ns}
آبیاری Irrigation	1	624.2^{**}	0.0000^{ns}	0.942^{**}	6.37^{*}
نوع کود Fertilizer type	2	1227.5^{**}	0.0004^{ns}	0.201^{ns}	12.54^{**}
رژیم آبیاری×کود دهی Irrigation × Fertilizer	2	611.5^{**}	0.0013^{ns}	0.314^{ns}	0.13^{ns}
خطا Error	10	65.2	0.0004	0.084	0.87

منابع تغییرات Source of variation	df	عملکرد گل Flower yield	طول کلاله Stigma length	عملکرد مادگی Dry style + stigma yield	عملکرد گلبرگ Petal yield
بلوک Replication	2	176^{ns}	0.003^{ns}	0.85^{*}	7.4^{ns}
آبیاری Irrigation	1	3180^{*}	0.199^{**}	1.98^{**}	29.3^{*}
نوع کود Fertilizer type	2	6083^{**}	0.021^{ns}	5.47^{**}	227.1^{**}
رژیم آبیاری×کود دهی Irrigation × Fertilizer	2	5263^{**}	0.015^{ns}	3.45^{**}	286.6^{**}
خطا Error	10	577	0.013	0.19	7.0

**، * و ns به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

*, ** and ns are significant at the 0.05 and 0.01 level of probability and no significant, respectively.

مصرف کود به‌خصوص کودهای شیمیایی باعث افزایش سرعت گلدهی شد (جدول ۵). با توجه به اینکه طول دوره گلدهی در تیمارهای مصرف کود آلی، شیمیایی و شاهد به ترتیب ۱۲/۶، ۱۱/۶ و ۱۲/۵ روز بود، بالاتر بودن سرعت گلدهی نشان می‌دهد که در شرایط مصرف کود، اکثر گل‌ها در اولین روزهای بعد از آغاز گلدهی ظاهر شده‌اند، در حالی که در شرایط عدم مصرف کود، اوج گلدهی در روزهای پایانی دوره گلدهی بوده است. عملکرد گل با مصرف ۳۰ تن در هکتار کود آلی در مقایسه با شرایط عدم مصرف کود، ۲۵ درصد افزایش نشان داد، ولی کاربرد کود شیمیایی تأثیری بر این صفت نداشت (جدول ۵). بر این اساس به نظر می‌رسد تأثیرات مثبت کود دامی عمدتاً ناشی از اصلاح خصوصیات فیزیکی خاک جهت رشد مناسب‌تر بنه و در نتیجه افزایش توان گلدهی بنه‌های تولیدی و نیز تسهیل خروج گل‌ها از خاک باشد. با توجه به عدم تأثیرپذیری متوسط وزن گل، متوسط طول گل و نیز متوسط طول کلاله از تیمارهای تغذیه‌ای، این افزایش عملکرد ناشی از افزایش تعداد گل در شرایط مصرف کود آلی بوده است. متعاقب افزایش عملکرد گل در تیمار کاربرد کود حیوانی، عملکرد کلاله + خامه

www.SID.ir

Archive of SID

و نیز عملکرد گلبرگ خشک نیز در این تیمار به‌ترتیب ۳۳ و ۳۰ درصد بیشتر از تیمار شاهد بود (جدول ۵).

جدول ۵- مقایسه میانگین مربوط به تأثیر رژیم آبیاری و نوع کود مصرفی بر خصوصیات گلدهی زعفران

Table 5- Results of mean comparisons for effect of irrigation regime and fertilizers on saffron flowering indices

Irrigation intervals- فواصل آبیاری

تیمارها Treatments	تعداد گل Number of flower per m^2	متوسط وزن گل Flower mean weight (g)	متوسط طول گل Flower length (cm)	سرعت گلدهی Flowering rate (day^{-1})
آبیاری با فواصل هر دو هفته Two weeks irrigation intervals	63^b	0.26^a	6.01^a	4.1^b
آبیاری با فواصل هر چهار هفته Four weeks irrigation intervals	74^a	0.26^a	5.56^b	5.3^a

تیمارها Treatments	عملکرد گل Flower yield ($kg.ha^{-1}$)	متوسط طول کلاله Stigma length (cm)	عملکرد مادگی خشک Dry style + stigma yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد گلبرگ Petal yield ($kg.ha^{-1}$)
آبیاری با فواصل هر دو هفته Two weeks irrigation intervals	170.0^b	2.74^a	3.21^b	23.7^b
آبیاری با فواصل هر چهار هفته Four weeks irrigation intervals	196.5^a	2.53^b	3.87^a	26.2^a

Fertilizers- کود

تیمارهای کودی Treatments	تعداد گل Number of flower per m^2	متوسط وزن گل Flower mean weight (g)	متوسط طول گل Flower length (cm)	سرعت گلدهی Flowering rate (day^{-1})
شاهد Control	59.0^b	0.27^a	5.94^a	3.20^c
کود شیمیایی Chemical fertilizer	61.6^b	0.27^a	5.60^a	6.09^a
کود آلی Cow manure	85.0^a	0.26^a	5.84^a	4.82^b

تیمارهای کودی Treatments	عملکرد گل Flower yield ($kg.ha^{-1}$)	متوسط طول کلاله Stigma length (cm)	عملکرد مادگی خشک Dry style + stigma yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد گلبرگ Petal yield ($kg.ha^{-1}$)
شاهد Control	164.9^b	2.69^a	3.09^b	22.3^b
کود شیمیایی Chemical fertilizer	164.8^b	2.60^a	2.90^b	20.5^b
کود آلی Cow manure	220.1^a	2.63^a	4.64^a	31.9^a

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

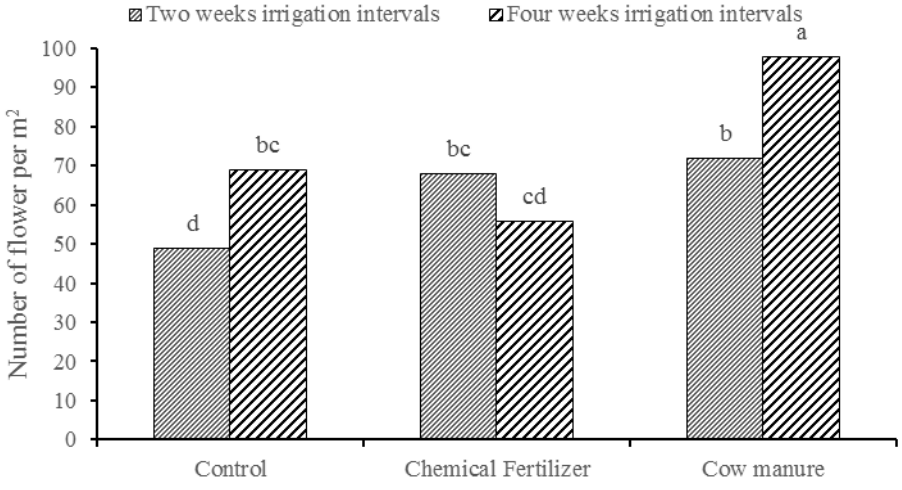
In each column means followed by at least one similar letter have no significant different at 5% level of probability, using LSD test.

اثرات مثبت کود آلی بر گلدهی زعفران پیش از این توسط محققان دیگری (Alipoor et al., 2015; Mollafilabi &

www.SID.ir

Archive of SID

(Khorramdel, 2016) نیز گزارش شده است. مصرف کودهای آلی از طریق افزایش ماده آلی، تقویت جوامع میکروبی و ایجاد دانه‌بندی در خاک، در کنار افزایش دسترسی به آب و عناصر غذایی، رشد و عملکرد گیاهان زراعی به‌خصوص گیاهان پیازی را بهبود می‌بخشد (Rezvani-Moghaddam et al., 2014). اثر متقابل رژیم آبیاری و مصرف کود بر صفات تعداد و عملکرد گل زعفران معنی‌دار بود (جدول ۴). در هر دو رژیم آبیاری بیشترین تعداد گل در شرایط مصرف کود آلی حاصل شد. تعداد گل تولیدی در گیاهانی که ۳۰ تن در هکتار کود حیوانی دریافت کرده و هر چهار هفته آبیاری شده بودند در بیشترین مقدار قرار داشت و به میزان ۵۰ درصد بیش از گیاهانی بود که تحت رژیم آبیاری دو هفته قرار داشته و کودی دریافت نکرده بودند. تأمین نیاز غذایی زعفران به‌واسطه افزایش میزان مواد آلی خاک از طریق مصرف کودهای آلی، علاوه بر عرضه تدریجی عناصر غذایی، موجب بهبود خواص فیزیکی خاک، توسعه بهتر سیستم ریشه‌ای و استفاده بهینه از رطوبت می‌شود. بر همین اساس، در خاک‌هایی که از نظر ماده آلی فقیر هستند، مصرف کود دامی مهم‌ترین عامل در افزایش تولید زعفران تلقی می‌شود (Behdani, 2006; Teimori, 2013). از مقایسه تیمار مصرف کود شیمیایی با تیمار عدم مصرف کود مشخص شد که در صورت استفاده از کود شیمیایی بایستی برای تولید تعداد گل بیشتر از دور آبیاری دو هفته استفاده کرد (شکل ۵). میزان عملکرد گل نیز از برهم‌کنش آبیاری و کود دهی تأثیر معنی‌داری پذیرفت (جدول ۴) و روند تغییرات آن مشابه با صفت تعداد گل بود. بیشترین میزان گلدهی با ۲۴۳ کیلوگرم در هکتار در گیاهان تیمار شده با کود حیوانی و رژیم آبیاری چهار هفته به دست آمد. نتایج آزمایش نشان‌دهنده پاسخ متفاوت زعفران به مصرف کودهای آلی و شیمیایی در سطوح مختلف فراهمیِ آب می‌باشد. به‌طوری که در شرایط مصرف کود شیمیایی بیشترین عملکرد گل از دور آبیاری دو هفته حاصل شد، این در حالی است که در گیاهان تحت تیمار کود گاوی استفاده از دور آبیاری چهار هفته مناسب‌تر بود (شکل ۶). بالاتر بودن نیاز آبی گیاه در شرایط مصرف کودهای شیمیایی به افزایش رشد رویشی، افزایش میزان تعرق و در نتیجه افزایش تخلیه رطوبتی خاک نسبت داده شده است (Barati & Ghadiri, 2016).



شکل ۵- تأثیر نوع کود مصرفی و رژیم آبیاری بر تعداد گل تولیدیِ زعفران در واحد سطح

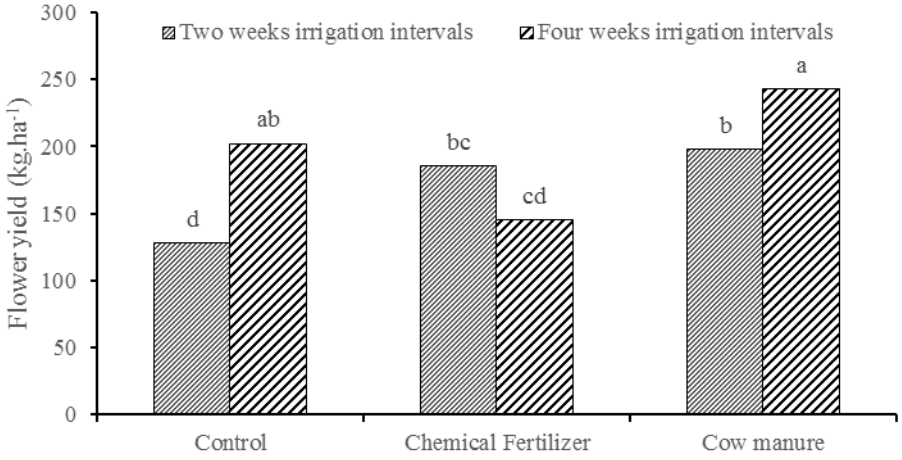
Figure 5- Effect of fertilizer type and irrigation intervals on number of saffron flower.

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means followed by at least one similar letter have no significant different at 5% level of probability.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ٦- تأثیر متقابل نوع کود مصرفی و رژیم آبیاری بر عملکرد گل زعفران

Figure 6- Effect of fertilizer type and irrigation intervals on saffron flower yield.

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

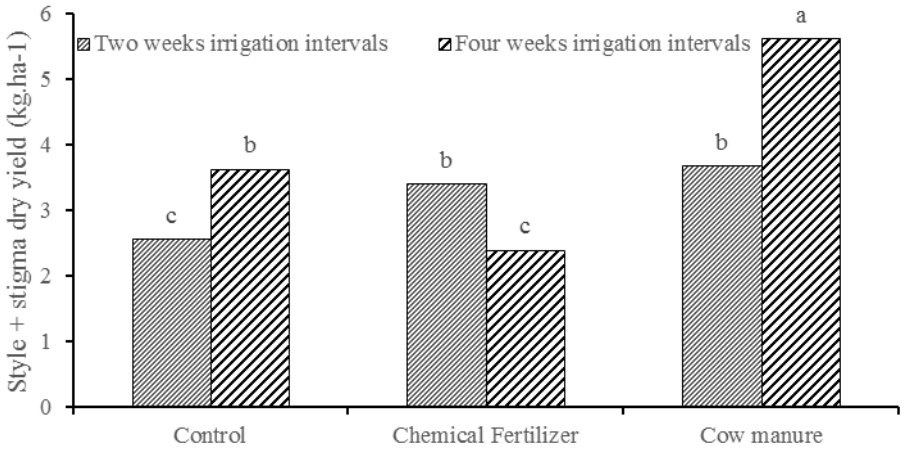
Means followed by at least one similar letter have no significant different at 5% level of probability.

صفات عملکرد مادگی (خامه + کلاله) و گلبرگ خشک نیز به طور معنی‌داری از مدیریت آبیاری و تغذیه‌ای اثر پذیرفتند (جدول ۴). بیشترین عملکرد مادگی در شرایط مصرف کود آلی و دور آبیاری چهار هفته به دست آمد. کمترین مقدار این شاخص هم در تیمارهای مصرف کود شیمیایی و دور آبیاری چهار هفته و نیز عدم مصرف کود و دور آبیاری دو هفته مشاهده شد (شکل ۷). میزان عملکرد گلبرگ خشک نیز در هر دو رژیم آبیاری در گیاهان تیمار شده با کود حیوانی بیش از سایر تیمارهای کودی بود. در خصوص این صفت نیز افزایش دور آبیاری در شرایط مصرف کود شیمیایی منجر به کاهش عملکرد شد، در حالی که در دو تیمار مصرف کود حیوانی و عدم مصرف کود، دور آبیاری چهار هفته از سودمندی بیشتری برخوردار بود. بیشترین میزان عملکرد گلبرگ خشک در گیاهانی مشاهده شد که با فواصل چهار هفته آبیاری شده و کود حیوانی دریافت کرده بودند (شکل ۸). کودهای آلی علاوه بر تأمین نیاز غذایی زعفران، باعث اصلاح ویژگی‌های فیزیکی و در نتیجه ممانعت از تراکم بیش از حد خاک می‌شوند که این مورد گاهی از نقش آن‌ها در تأمین عناصر غذایی نیز مهم‌تر تلقی می‌شود (Behdani & Fallahi, 2015; Teimori et al., 2013). برخی مطالعات نشان می‌دهد، نیاز سالیانه زعفران حدود ۵۰ کیلوگرم نیتروژن است که با مصرف سالانه ۱۰ تا ۲۰ تن کود حیوانی در هر هکتار تأمین می‌شود (Behnia, 1991). در پژوهشی میزان تأثیرگذاری کود دامی بر عملکرد زعفران بیشتر از کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم ارزیابی شد و با افزایش سن مزارع، تأثیر مصرف کود دامی بر عملکرد گیاه بیشتر بود (Jasmi, 2012).

در مجموع، به نظر می‌رسد برای افزایش کارایی مصرف آب و بهبود رشد و عملکرد زعفران، بایستی میزان آب مصرفی در طی سال‌های مختلف رشد گیاه و بسته به میزان پوشش گیاهی متفاوت باشد. همچنین میزان فراهمی آب در طی فصل رشد یکنواخت نبوده و فواصل آبیاری در اواخر فصل رشد که با دوره رشد سریع بنه‌های دختری انطباق دارد و نیاز آبی گیاه نیز به‌خاطر افزایش دمای هوا افزایش می‌یابد، کوتاه‌تر در نظر گرفته شود.

www.SID.ir

Archive of SID

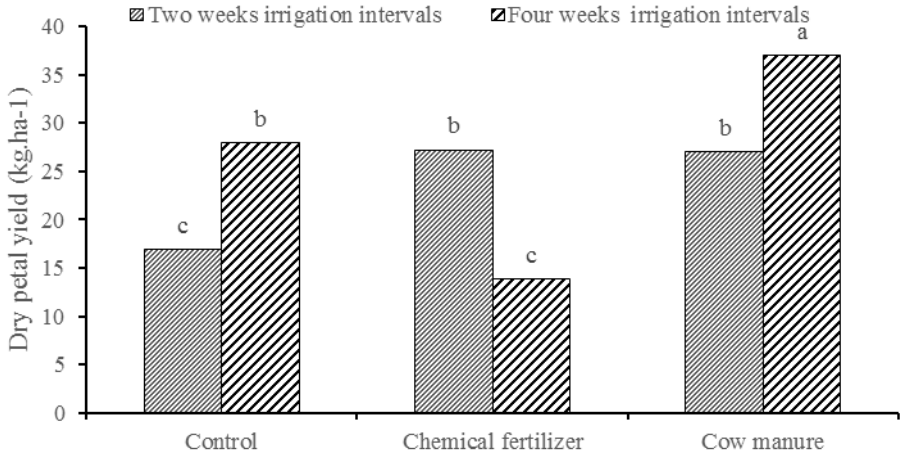


شکل ۷- تأثیر متقابل نوع کود مصرفی و رژیم آبیاری بر عملکرد خشک مادگی (خامه + کلاله) زعفران

Figure 7- Effect of fertilizer type and irrigation intervals on saffron style yield.

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means followed by at least one similar letter have no significant different at 5% level of probability.



شکل ۸- تأثیر متقابل نوع کود مصرفی و رژیم آبیاری بر عملکرد گلبرگ خشک در زعفران

Figure 8- Effect of fertilizer type and irrigation intervals on dry petal yield in saffron.

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means followed by at least one similar letter have no significant different at 5% level of probability.

افزون بر این، استفاده از کودهای آلی در اولویت قرار گرفته و کودهای شیمیایی نیز در صورت نیاز به‌عنوان مکمل همراه با کودهای آلی مورد استفاده قرار گیرند. به نظر می‌رسد چنانچه در مزارع زعفران به‌طور معمول و پیوسته از کود دامی استفاده شود، عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در حد مطلوب تأمین می‌گردد. از طرفی دیگر مصرف نهاده‌های آلی با تولید زعفران ارگانیک نیز همخوانی کامل دارد. به ازای یک کیلوگرم ماده خشک زعفران حدود ۱۲ گرم نیتروژن، سه گرم پتاسیم و ۲۲ گرم فسفر از خاک برداشت می‌شود (Katawazy, 2013). با توجه به اینکه عملکرد بیولوژیک زعفران در سال اول حداکثر یک تن می‌باشد

www.SID.ir

Archive of SID

(Koocheki et al., 2011) در صورت خروج این مقدار برگ از مزرعه، ۱۰/۲ کیلوگرم نیتروژن، از خاک خارج می‌شود (Behdani, 2006)؛ بنابراین، نیاز غذایی این گیاه چندان بالا نبوده و عدم تأثیرگذاری کود شیمیایی نیز می‌تواند ناشی از همین موضوع باشد. با این فرضیه، اثرات مفید مصرف کود حیوانی نیز کمتر به جنبه تغذیه‌ای این نوع کود مربوط بوده و بیشتر ناشی از اصلاح خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک مزرعه زعفران می‌تواند ارزیابی شود. مصرف بیش از حد کود دامی نیز ممکن است به دلیل وقوع اثرات سمیت ناشی از فراهمی بیش از حد عناصر غذایی، موجب کاهش رشد و عملکرد محصول شود.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش بیان‌گر تأثیر مثبت مصرف کودهای آلی بر رشد بنه، گلدهی و کاهش نیاز آبی زعفران می‌باشد. بر اساس یافته‌های این تحقیق مصرف ۳۰ تن در هکتار کود آلی و انجام آبیاری با فواصل ماهیانه (مصرف ۳۶۰۰ مترمکعب در هکتار در طول فصل رشد) می‌تواند رشد و عملکرد زعفران را افزایش دهد. این نتایج در سال اول پس از کاشت که تراکم گیاهی پایین و سطح تعرق کننده گیاه کم بود، حاصل گردید و احتمال می‌رود در سال‌های بعدیِ پس از کاشت با توجه به تکثیر سالیانه بنه‌ها و توسعه شاخص سطح برگ، میزان نیاز آبی گیاه تغییر نماید.

سپاسگزاری

هزینه اجرای این طرح در قالب پژوهۀ شمارۀ ۱۱۷۴۰/د/۱۳۹۵ تاریخ ۱۳۹۵/۷/۷، توسط معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه بیرجند تأمین شده است که بدینوسیله تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

Aghhavani-Shajari, M., Rezvani Moghaddam, P., Koocheki, A.R., Fallahi, H.R., and Taherpour Kalantari, R. 2015. Evaluation of the effects of soil texture on yield and growth of saffron (*Crocus sativus* L.). Journal of Saffron Agronomy and Technology 2 (4): 311-322. (In Persian with English Summary).

Alipoor, Z., Mahmoodi, S., Behdani, M.A., and Sayyari, M.H. 2015. Effect of bio-, manure and chemical fertilizers and corm weight on the corm characteristics of saffron (*Crocus sativus*). Plant Production Technology 7 (2): 13-24. (In Persian with English Summary).

Azizi-Zohan, A.A., Kamkar Haghighi, A.A., and Sepaskhah, A.R. 2006 Effect of Irrigation Method and Frequency on Corm and Saffron Production (*Crocus sativus* L.). Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 10 (1): 45-53. (In Persian with English Summary).

Barati, V., and Ghadiri, H. 2016. Effects of drought stress and nitrogen fertilizer on yield, yield components and grain protein content of two barley cultivars. Journal of Crop Production and Processing 20: 191-207. (In Persian with English Summary).

Behdani, M.A. 2006. Ecological zoning and monitoring of saffron yield variation in Khorasan. Ph. D. Thesis. Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian with English Summary).

Behdani, M.A., and Fallahi, H.R. 2015. Saffron: Technical Knowledge Based on Research Approaches. University of Birjand Publication. (In Persian).

Behdani, M.A. 2011. Saffron (*Crocus sativus* L.). In: Future Crops (Eds: Peter, K.V.). Daya Publishing House. New Delhi, India. 286 p.

www.SID.ir

Archive of SID

Behdani, M.A., Jami Al-ahmadi, M., and Fallahi, H.R. 2016. Biomass partitioning during the life cycle of saffron (*Crocus sativus* L.) using regression models. Journal of Crop Sciences and Biotechnology 19 (1): 71-76.

Behnia, M. 1991. Saffron Agronomy. University of Tehran Publication. 158 p (In Persian).

Chaji, N., Khorassani, R., Astaraei, A.R., and Lakzian, A. 2013. Effect of phosphorous and nitrogen on vegetative growth and production of daughter corms of saffron. Journal of Saffron Research 1 (1): 1-12. (In Persian with English Summary).

Fallahi, H.R., Zamani, G., Mehrabani, M., Aghhavani-Shajari, M., and Samadzadeh, A. 2016. Influence of superabsorbent polymer rates on growth of saffron replacement corms. Journal of Crop Science and Biotechnology 19 (1): 77-84.

Gresta, F., Lombardo, G.M., Siracusa, L., and Ruberto, G. 2008. Saffron, an alternative crop for sustainable agricultural systems. A review. Agronomy for Sustainable Development 28: 95-112.

Jasmi, K. 2012. Evaluation of soil sustainability indices in saffron farms of Birjand. M.Sc Thesis of Agroecology, University of Birjand.

Juan, J.A., Corcoles, H.L., M-Munoz, R., and Picornell, R. 2009. Yield and yield components of saffron under different cropping systems. Industrial Crops and Products 30: 212–219.

Kariminejad, M., 2015. Effect of different levels chemical fertilizers and biological nitrogen on yield and photosynthetic pigments of saffron (*Crocus sativus* L.) in different density corm. Crop Ecophysiology 7 (3): 1-14. (In Persian with English Summary).

Katawazy, A.S. 2013. A Comprehensive Study of Afghan Saffron. Afghanistan Investment Support Agency. 46 p.

Koocheki, A.R., Rezvani Moghaddam, P., Fallahi, H.R., and Aghhavani-Shajari, M. 2011. Effect of planting date, cover crops and spring-summer- and fall-irrigation on saffron forage yield. First National Conference about Opportunity Methods for Sustainable Agriculture. June, Payam Noor Ahvaz University, Ahvaz, Iran. (In Persian).

Koocheki, A.R., and Seyyedi, S.M. 2015. Phonological stages and formation of replacement corms of saffron (*Crocus sativus* L.) during growing period. Journal of Saffron Research 3 (2): 134-154. (In Persian with English Summary).

Koocheki, A.R., Rezvani Moghaddam, P., Fallahi, H.R., and Aghhavani-Shajari, M. 2016. The study of saffron (*Crocus sativus* L.) replacement corms growth in response to planting date, irrigation management and companion crops. Journal of Saffron Agronomy and Technology 4 (1): 3-18. (In Persian with English Summary).

Koocheki, A.R., Rezvani Moghaddam, P., and Fallahi, H.R. 2017. Effects of planting dates, irrigation management and cover crops on growth and yield of saffron (*Crocus sativa* L.). Journal of Agroecology, In Press. (In Persian with English Summary)

Mollafilabi, A., and Khorramdel, S. 2016. Effects of cow manure and foliar spraying on agronomic criteria and yield of saffron (*Crocus sativus* L.) in a six-year old farm. Journal of Saffron Agronomy & Technology 3 (4): 237-249. (In Persian with English Summary).

Renau-Morata, B., Nebauer, S., Sanchez, R., 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.). Industrial Crops and Products 39: 40-46.

Rezvani-Moghaddam, P., Mohammad Abadi, A.A., Fallahi, H.R., and Aghhavani shajari, M. 2014. Effects of nutrient management on

www.SID.ir

Archive of SID

flower yield and corm characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.). Journal of Horticultural Science 28 (3): 427-434. (In Persian with English Summary).

Sabet Teimouri, M., Kafi, M., Avarseji, A., and Orooji, K. 2010. Effect of drought stress, corm size and corm tunic on morphoecophysiological characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.) in greenhouse condition. Journal of Agroecology 2 (2): 323-334. (In Persian with English Summary).

Shir-Mohammadi Aliakbar-Khani, Z. 2003. Investigation the effects of irrigation methods and water defiction on leaf area index, canopy temperature and yield of saffron (*Crocus sativus* L.). M.Sc Thesis, University of Shiraz, Iran. (In Persian with English Summary).

Tarigh-Aleslami, M., Zarghami, R., Mashadi Akbarboojar, M., and Ovaysi, M. 2012. Effect of Nitrogen fertilizer and water deficit stress on physiological indices of corn (*Zea mays* L.). Agronomy and Plant Breeding Journal 8 (1): 161-174. (In Persian with English Summary).

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 (1): 36-47. (In Persian with English Summary).

Yarami, N., Kamgar-Haghighi, A.A., Sepaskhah, A.R., and Zand-Parsa, S. 2011. Determination of the potential evapotranspiration and crop coefficient for saffron using a water-balance lysimeter. Archives of Agronomy and Soil Science 57: 727-740.

www.SID.ir

Archive of SID

Influence of organic and chemical fertilization on growth and flowering of saffron under two irrigation regimes

Hamid Reza Fallahi[1] and Sohrab Mahmoodi[2]*

Submitted: 5 February 2017 **Accepted:** 10 September 2017

Fallahi, H.R., and Mahmoodi, S. 2018. Influence of organic and chemical fertilization on growth and flowering of saffron under two irrigation regimes. Saffron Agronomy & Technology 6(2): 147- 166.

Abstract

The combined effect of water and nutrient availability is one of the most important factors in corm growth and flowering of saffron. In addition, it seems that applying water in amounts more than conventional amounts in semi-arid areas can be more useful in saffron cultivation. Accordingly, the effects of irrigation regimes [two and four weeks intervals equal to application of 3600 (conventional irrigation treatment) and 7200 $m^3.ha^{-1}$ (extensive-irrigation treatment) during saffron growth], as well as organic (30 $ton.ha^{-1}$ cow manure based on soil and manure analysis results) and chemical fertilizers (220, 150 and 100 $kg.ha^{-1}$ urea, super-phosphate and potassium sulfate, respectively) with a control treatment (no-fertilizer) are studied on some physiological growth indices, corm production and flowering of saffron in this experiment. The experiment was conducted as factorial based on a randomized completely block design with three replications in Sarayan county, Iran, during 2014-2016. Vegetative growth indices were studied during the first growth cycle, while flowering indices were measured during the second growth season. Total biomass has an increasing trend during saffron growth cycle in all treatments. This index was higher in cow manure treatment in both levels of water availability, during the last two growth months. Crop growth rate (CGR) was slow (below 3.9 $g.m^{-2}.day^{-1}$), rapid (3.9-12 $g.m^{-2}.day^{-1}$) and intermediate (5.5 $g.m^{-2}.day^{-1}$) in the early (the first 90 days of growth), middle (90-150 days after growth) and late (150-180 days of growth) growth periods. The highest CGR (12 $g.m^{-2}.day^{-1}$) was obtained in cow manure treatment and 145 days after the first autumnal irrigation. In all treatments, leaf weight ratio (leaf to total plant weight ratio) has a decreasing trend from two months after the first irrigation until the end of the growth cycle and it is slightly higher in fertilization treatments. Cow manure application increased the corm production and total corms weight per plant by 15 and 13%, respectively, compared with the control treatment. The highest mean weight of replacement corms (6.4 g) was shown in combined treatment of cow manure and two weeks' irrigation intervals. The highest values of flower number (98 flower per m^2), flower yield (24.3 $g.m^{-2}$), style yield (0.56 $g.m^{-2}$) and dry petal yield (3.7 $g.m^{-2}$) were obtained in plants that had been treated with cow manure and received water in intervals of 4 weeks. In cow manure fertilizer and control treatments, the highest flower and stigma yield were obtained in irrigation intervals of 4 weeks, while in chemical fertilizer treatment, the highest flower and stigma yield were obtained in 2 week irrigation intervals. Therefore, it seems that application of cow manure combined with consumption of 3600 $m^3.ha^{-1}$ is suitable during the first growth cycle of saffron during which corm density and transpiration area are low.

Keywords: Crop growth rate, Flowering, Leaf weight ratio, Organic fertilizer, Stigma yield.

1 - Assistant Professor of Saffron Research Group, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran.

2 - Associate Professor of Saffron Research Group, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran.

(*-Corresponding author Email: hamidreza.fallahi@birjand.ac.ir)

DOI: 10.22048/jsat.2017.71511.1207

www.SID.ir