



واکنش خصوصیات کمی و کیفی گل زعفران به زمان قطع آخرین آبیاری و منابع مختلف کودی

انیس رضایی^۱، حسن فیضی^{۲*} و روح اله مرادی^۳

تاریخ دریافت: ۱۲ آبان ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: ۲ اردیبهشت ۱۳۹۷

مرادی، ر. رضایی، ا. و فیضی، ح. ۱۳۹۸. واکنش خصوصیات کمی و کیفی گل زعفران به زمان قطع آخرین آبیاری و منابع مختلف کودی. زراعت و فناوری زعفران، ۷(۱): ۳-۳۵.

چکیده

به منظور بررسی تأثیر زمان قطع آخرین آبیاری و منابع مختلف کودی بر ویژگی‌های کمی و کیفی گل زعفران (*Crocus sativus* L.)، آزمایشی به صورت اسپیلت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه چهار ساله تحقیقاتی جهاد کشاورزی واقع در روستای لاله‌زار، شهرستان بردسیر، استان کرمان در سال ۹۵-۱۳۹۴ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل زمان قطع آخرین آبیاری (۱۵ روز قبل از زمان عرف منطقه (اول اردیبهشت)، عرف (۱۵ اردیبهشت) و ۱۵ روز بعد از عرف (۲ خرداد) به عنوان عامل اصلی و منابع مختلف کودی (کود گاوی ۴۰ تن در هکتار، کود مرغی ۱۵ تن در هکتار، ورمی کمپوست ۱۰ تن در هکتار، اسید هیومیک ۲ کیلوگرم در هکتار و کود شیمیایی شامل ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار فسفر و پتاسیم) به عنوان عامل فرعی بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر تیمار قطع آبیاری بر خصوصیات کمی گل معنی‌دار بود، ولی ویژگی‌های کیفی تحت تأثیر این تیمار قرار نگرفت. نتایج نشان داد که تأخیر در قطع آبیاری منجر به کاهش معنی‌دار صفات کمی شد. بطوریکه، بیشترین تعداد گل (۴۱/۱۰ عدد در متر مربع)، عملکرد تر (۱۴۵/۶ کیلوگرم در هکتار) و خشک (۱۹/۴۱ کیلوگرم در هکتار) گل، وزن تر (۱۱/۱۲ کیلوگرم در هکتار) و خشک (۲/۰۲ کیلوگرم در هکتار) کلاله در تیمار قطع زود هنگام آبیاری (قبل از عرف) حاصل شد. تأثیر منابع کودی نیز بر کلیه صفات مورد بررسی به استثنای میزان پیکروکروسین و سافرانال معنی‌دار بود. کودهای ورمی کمپوست و کود دامی بطور معنی‌داری در کلیه تیمارهای آبیاری، تعداد گل و عملکرد کلاله بیشتری را نسبت به دیگر تیمارها تولید نمودند. عملکرد کلاله خشک در تیمارهای کود شیمیایی (۱/۹۱ کیلوگرم در هکتار)، مرغی (۱/۵۷ کیلوگرم در هکتار) و اسید هیومیک (۱/۴۲ کیلوگرم در هکتار) نیز بطور معنی‌داری بیشتر از شاهد (۱/۲۶ کیلوگرم در هکتار) بود. بیشترین (۱۶۹/۷ نانومتر) و کمترین (۱۶۳/۱ نانومتر) میزان کروسین به ترتیب در تیمارهای شاهد و ورمی کمپوست حاصل شد. بطور کلی، نتایج نشان داد که قطع آبیاری در اوایل اردیبهشت و استفاده از کود آلی ورمی کمپوست بهترین شرایط را برای زراعت زعفران در منطقه بردسیر کرمان دارا بودند.

کلمات کلیدی: پیکروکروسین، سافرانال، کروسین، کلاله، آبیاری عرف.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد تولیدات گیاهی، گروه تولیدات گیاهی، دانشگاه تربت حیدریه
۲- استادیار گروه تولیدات گیاهی و پژوهشگر پژوهشکده زعفران، دانشگاه تربت حیدریه
۳- استادیار، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی بردسیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان
* - نویسنده مسئول: (h.feizi@torbath.ac.ir)

مقدمه

در اکثر نقاط دنیا آب عامل محدودکننده تولید محصولات کشاورزی است (Hosseinian & Majnoon Hosseini, 2015). استفاده بهینه از آب به خصوص در مناطقی که شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک بر آن حاکم است دارای اهمیت به سزایی می باشد. بر اساس گزارش فائو حدود ۹۰ درصد از کشور ایران در نواحی خشک و نیمه خشک قرار دارد (FAO, 2010). اقتصاد و مدیریت منابع آب ایجاب می کند که از واحد حجم آب حداکثر بهره‌برداری صورت گیرد. در چنین شرایطی که کمبود آب آبیاری وجود دارد، اطلاع از واکنش گیاهان و میزان حساسیت به کم آبی از اهمیت به سزایی برخوردار است. میزان افت پتانسیل آبی که منجر به اثرات نامطلوب می شود، به نوع گیاه، مرحله رشد و فرایندی که مورد نظر است بستگی دارد. طبق نظر نیلسن (Nielsen, 1997) تنش خشکی در مراحل انتهایی رشد یکی از عوامل محدودکننده رشد گیاهان در مناطق خشک و نیمه خشک می باشد و تعیین زمان بهینه قطع آبیاری آخر فصل عامل مهمی در میزان تولید هر محصولی می باشد.

امروزه با توجه به کاهش میزان بارندگی و کاهش سطح آبهای زیرزمینی و با توجه به تنوع آب و هوایی در نقاط مختلف کشور، تولید محصولات دارای نیاز آبی کم که از مزیت نسبی قابل توجهی برخوردارند، بایستی در اولویت کشت و کار مد نظر قرار بگیرند. ویژگی های خاص زعفران از جمله نیاز آبی کم، آبیاری در زمان های غیر بحرانی نیاز آبی سایر گیاهان، امکان بهره برداری از مزارع به مدت چندین سال پس از یک نوبت کشت، سهولت حمل و نقل و نگهداری محصول، امکان اشتغالزایی بالا، امکان کشت در مناطقی که فاقد استعدادهای صنعتی و دارای محدودیت آب کشاورزی می باشند، دارا بودن خواص دارویی زیاد و نیز بازار فروش داخلی و خارجی مناسب،

این گیاه را از ارزش بالایی برای کشت و کار برخوردار نموده است (Daneshvar Kakhki & Farahmand Gelyan, 2001; Amirghasemi, 2012). لذا این گیاه به دلیل دارا بودن خصوصیات ویژه فیزیولوژیکی، در نظام‌های زراعی کم نهاده قابل کشت بوده و می‌توان آن را به عنوان کشت گیاهی وسیع جایگزین در نظام‌های کشاورزی پایدار و دارای قابلیت بهره برداری در زمین های کم بازده در نظر گرفت (Temperini et al., 2009). زعفران گیاهی است که به لحاظ آبیاری برای مناطق خشک و نیمه خشک که با کمبود آب مواجه می باشند بسیار مطلوب است، زیرا پیازهای زعفران از اواخر اردیبهشت ماه که بارندگی‌های بهاره قطع می شود یک خواب و رکود با دوره ۵ ماهه را طی می کند (Azizi, 2001).

از فاکتورهای اساسی افزایش عملکرد محصولات کشاورزی، مصرف نهاده‌ها به ویژه کودهای شیمیایی است. اما استفاده زیاد از کودهای شیمیایی باعث کاهش کیفیت تولیدات کشاورزی، ایجاد مشکلات محیط زیستی و آلودگی آب های زیرزمینی و تخریب خاک منطقه می‌شود (Wu et al., 2004). امروزه به دلیل افزایش اهمیت مسائل زیست محیطی توجه بیشتری به کودهای زیستی و آلی برای جایگزینی کودهای شیمیایی شده است. با توجه به اینکه کشت زعفران به عنوان مهم‌ترین گیاه دارویی و ادویه‌ای در ایران عمدتاً در مناطق خشک و نیمه خشک کشور صورت می‌گیرد (Sepaskhah & Kamgar, 2009) و نیز با در نظر گرفتن کمبود مواد آلی خاک در این مناطق (Shirani et al., 2011)، مصرف کودهای آلی و نیز مدیریت تلفیقی این کودها می‌بایست، در تولید این گیاه بطور ویژه مورد توجه قرار گیرد. انواع کودهای حیوانی، کمپوست و ورمی کمپوست از منابع کودی می‌باشند که استفاده از آن‌ها در سیستم‌های دارای مدیریت پایدار خاک مرسوم می‌-

فصل و منابع مختلف کودی بر عملکرد کمی و کیفی زعفران در شهرستان بردسیر استان کرمان اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال‌های زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در مزرعه چهار ساله زعفران در روستای لاله‌زار، شهرستان بردسیر به صورت اسپیلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. لاله‌زار با طول جغرافیایی ۵۶ درجه و ۵۰ دقیقه جنوبی و عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۳۱ دقیقه شمالی و ارتفاع ۲۸۶۰ متر از سطح دریا در ۷۵ کیلومتری جنوب شرقی مرکز بخش شهرستان بردسیر و ۱۳۵ کیلومتری جنوبی مرکز استان کرمان واقع شده است. میانگین دمای سالیانه برای این شهرستان ۱۱/۵ درجه سانتی‌گراد و بارندگی سالانه ۲۴۰ میلی‌متر می‌باشد. تیمارهای آزمایشی شامل زمان قطع آخرین آبیاری (۱۵ روز قبل از زمان عرف منطقه (اول اردیبهشت)، عرف (۱۵ اردیبهشت) و ۱۵ روز بعد از عرف (۲ خرداد)) به عنوان عامل اصلی و منابع مختلف کودی (کود گاوی ۴۰ تن در هکتار، کود مرغی ۱۵ تن در هکتار، ورمی کمپوست ۱۰ تن در هکتار، اسید هیومیک ۲ کیلوگرم در هکتار و کود شیمیایی شامل ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره، ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل و ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم) به عنوان عامل فرعی بود. نیمی از کود نیتروژن در اوایل مهر ماه و نیم دیگر در اسفند ماه به زمین داده شد. میزان منابع کودی مختلف بر اساس نیاز کودی گیاه (Mollafilabi, 2003) و آزمایش خاک تعیین گردید. تمامی کود شیمیایی فسفر و پتاسیم و کود های گاوی، مرغی و ورمی کمپوست قبل از زمان آبیاری در مهرماه ۹۴ و ۹۵ پخش و با خاک مخلوط شد. کود اسید هیومیک همزمان با آب آبیاری به کرت های مورد نظر داده شد. قبل از اعمال تیمارها از زمین جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه از عمق ۳۰ سانتی‌متری نمونه برداری

باشد. نقش مثبت کودهای آلی گاوی (Koocheki et al., 2014)، مرغی (Amiri, 2008) و ورمی کمپوست (Alidadi et al., 2013) در عملکرد گل زعفران به اثبات رسیده است. اسید هیومیک نیز به عنوان یک اسید آلی حاصل از هوموس و سایر منابع طبیعی، بدون اثرات مخرب زیست محیطی جهت بالا بردن عملکرد زعفران، به خصوص در شرایط متغیر محیطی می‌تواند موثر باشد (Khatamian et al., 2011). کاربردهای کودهای آلی و دامی به ویژه در خاک های فقیر از عناصر غذایی، علاوه بر اثرات مثبتی که بر کلیه خصوصیات خاک و حفظ کیفیت خاک و افزایش مواد آلی خاک نسبت به کاربرد کودهای معدنی دارد، از جنبه های اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی هم مفید واقع شده و می‌تواند به عنوان جایگزینی مناسب و مطلوب برای کودهای شیمیایی در بلندمدت باشد (Mao et al., 2008; Lee., 2010). مدیریت تغذیه‌ای گیاه از مؤثرترین راهکارهای به زراعی به منظور افزایش عملکرد زعفران می‌باشد (Rezvani Moghaddam et al., 2013).

ارزش کیفی زعفران به خاطر متابولیت‌های ثانویه اصلی و مشتقات آن می‌باشد، ترکیبات زرد رنگ کروستین مسئول رنگ زعفران، ترکیبات تلخ پیکروکروستین مسئول طعم و سافرانال مسئول عطر و بوی آن می‌باشد (Hosseinzadeh & Yonesi, 2002). محققین نشان دادند، که بیشترین میزان هر یک از مواد موثره پیکروستین، سافرانال و کروستین در سال اول کاشت در زعفران‌های تیمار شده با کودهای آلی نظیر ورمی کمپوست و کمترین آن‌ها در شاهد به دست آمد (et al., 2015). (Ismaeili).

با توجه به کمبود روزافزون منابع آب در استان کرمان و به منظور استفاده بهینه از منابع آبی و اراضی که به دلیل کم آبی در طول فصل زراعی قابل کشت نیستند، لزوم افزایش کشت و کار گیاهان با نیاز آبی کم مانند زعفران ضروری بنظر می‌رسد. آزمایش حاضر با هدف بررسی تأثیر زمان قطع آبیاری انتهایی

نانو بیوز تهیه شد که حاوی ۷۲ درصد اسید هیومیک، ۴ درصد فولیک اسید، ۱ درصد هیومین و ۱۲ درصد K₂O بود.

تصادفی انجام گرفت که نتایج تجزیه شیمیایی و فیزیکی خاک محل اجرای آزمایش و همچنین کودهای آلی مورد استفاده در جدول ۱ آمده است. کود اسید هیومیک مورد استفاده از شرکت

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی- شیمیایی خاک مزرعه و کودهای آلی
Table 1- Soil and organic manure physical and chemical properties

نمونه Case	بافت Texture	نیترोजن N (%)	فسفر P (ppm)	پتاسیم K (ppm)	کربن آلی Organic C (%)	هدایت الکتریکی EC (dS.m ⁻¹)	اسیدیته pH
خاک مزرعه Field soil	لومی Loam	0.065	11.5	350	0.35	1.00	7.6
کود گاوی Cow manure	-	1.05	310	580	22.6	6.78	8.30
ورمی کمپوست Vermicompost	-	1.68	7490	3480	17.30	5.10	7.70
کود مرغی Hen manure	-	1.12	950	980	10.23	3.71	7.45

اردیبهشت ماه سال ۹۵ بود. که تیمار قطع آخرین آبیاری از اول اردیبهشت ماه به کرت‌های مورد نظر اعمال شد. دومین زمان قطع آخرین آبیاری، ۱۵ اردیبهشت ماه بود که در تاریخ ۱۲ اردیبهشت همراه با بارندگی که صورت گرفت اعمال شد و آخرین آبیاری در تاریخ ۲ خرداد به کرت‌های مورد نظر داده شد. اندازه‌گیری خصوصیات بنه‌های زعفران در سال زراعی ۹۵ در آخر شهریور و عملیات برداشت گل زعفران در اواخر مهرماه ۱۳۹۵ به صورت روزانه و از کل سطح کرت‌ها برداشت شد. وزن تر و خشک گل و وزن تر و خشک کلاله به صورت هوا خشک توسط ترازوی با دقت اندازه‌گیری شد.

جهت تعیین خصوصیات کیفی زعفران، متابولیت‌های ثانویه کلاله‌های خشک شامل کروسیین (عامل رنگ)، پیکروکروسیین (عامل طعم) و سافرانال (عامل عطر) در آزمایشگاه صنایع غذایی دانشکده کشاورزی بردسیر کرمان اندازه‌گیری شد. عصاره‌گیری از کلاله‌های خشک زعفران با آب مقطر طبق روش استاندارد ISO/TS 3632-2 (2003) انجام شد. بدین صورت که حدود ۰/۲ گرم کلاله زعفران از هر تیمار توزین شده و در ارلن با حجم ۵۰۰ میلی لیتر ریخته شد. جهت جلوگیری از رسیدن نور به نمونه‌ها، ارلن‌ها با فویل آلومینیومی کاملاً پوشانده شدند. پس از افزودن حدود ۲۰۰ میلی لیتر آب مقطر به کلاله‌های آسیاب شده،

عملیات آماده سازی زمین شامل شخم اولیه در خرداد ماه سال ۱۳۹۰ انجام شده بود. عملیات کاشت زعفران در تیر ماه ۱۳۹۰ با استفاده از بنه‌های سالم با وزن متوسط ۸-۴ گرم با عمق کاشت ۲۰ سانتی متر به صورت ردیفی با فاصله بین و روی ردیف‌ها ۱۰ × ۲۰ سانتی متر و تراکم ۷۰ بوته در متر مربع انجام شده بود. بنه‌ها از جهاد کشاورزی استان کرمان تهیه شده بودند. در سال ۱۳۹۴ کرت‌بندی به ابعاد ۱/۵ × ۲ ایجاد شد. جهت جلوگیری از اختلاط تیمارها، بین هر کرت اصلی فاصله ای حدود ۱/۵ متر در نظر گرفته شد.

به منظور تسهیل در گلدهی در اوایل مهر ماه آبیاری انجام شد. پس از گاورو شدن خاک، سطح خاک برای تسهیل در خروج گل تا عمق ۵ سانتی متر توسط چهار شاخ خراش داده شد. آبیاری‌های بعدی تا زمان برداشت بنه‌ها به تعداد ۶ تا ۸ مرتبه بر اساس تیمارها انجام گرفت. عملیات آبیاری در سال بعد همانند سال قبل انجام گرفت. در تابستان هیچ آبیاری انجام نشد. کنترل علف‌های هرز در مواقع نیاز از طریق وجین دستی انجام شد. در طول اجرای آزمایش از هیچ گونه آفت کش یا علف کش شیمیایی مورد استفاده قرار نگرفت.

کرت‌های آزمایشی در سال ۹۴ طبق عرف منطقه آبیاری شدند اما آخرین آبیاری بر اساس دور آبیاری منطقه ۱۵

در این معادله، $A_{i,max}$ ، عدد قرائت شده از دستگاه اسپکتروفتومتر، m ، وزن نمونه کلاله زعفران بر حسب گرم و H درصد رطوبت نمونه‌ها که ۶/۴۲ در نظر گرفته شد، می‌باشد. داده‌های حاصل از آزمایش بر اساس طرح آماری مورد استفاده، توسط نرم افزار SAS نسخه ۹/۲ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد جهت مقایسه میانگین استفاده شد. رسم نمودارها نیز توسط نرم افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

تعداد گل در واحد سطح

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) تعداد گل به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر هر دو تیمار قطع آبیاری ($P \leq 0.01$) و منبع کودی ($P \leq 0.01$) قرار گرفت. اثر برهم‌کنش قطع آبیاری و منبع کودی نیز در سطح احتمال پنج درصد بر تعداد گل در مترمربع معنی‌دار بود.

این نمونه‌ها به مدت یک ساعت بر روی همزن مغناطیسی قرار داده شدند. پس از این مدت، مایع حاصل در یک بالن ۵۰۰ میلی‌لیتری که در فویل آلومینیومی پیچیده شده بود، به حجم رسانده شد. سپس ۲۰ میلی‌لیتر از این مایع در یک ارلن ۲۰۰ میلی‌لیتر با آب مقطر به حجم رسانده شد و مایع حاصل به‌وسیله پمپ خلأ مخزن هوا و کاغذ صافی سیلیکات (استات سلولز با قطر ۰/۴۵ میکرومتر) صاف گردید. سپس اندازه‌گیری جذب نوری محلول با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل SPKOL 2000- UV/Vis) در طول موج‌های ۲۵۷، ۳۳۰ و ۴۴۰ نانومتر به‌ترتیب برای پیکروکروسین، سافرانال و کروسین انجام شد. نتایج بر اساس حداکثر جذب یک درصد محلول آبی در طول موج‌های ذکر شده ($E_{i,max}^{1\%}$) بر مبنای ماده خشک حداقل طبق معادله ۱-۳ بیان گردید (Molina et al., 2010).

$$E_{i,max}^{1\%} = \frac{A_{i,max} \cdot 5000}{m(100 - H)} \quad (1)$$

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برخی صفات گل زعفران تحت تأثیر قطع آبیاری آخر فصل و منبع کودی

Table 2- Analysis of variance (Mean square) of some traits of saffron flower as affected by irrigation cut-off and nutritional recourse

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	تعداد گل Flower number	عملکرد تر گل Fresh weight of flower	عملکرد خشک گل Dry weight of flower	وزن تر کلاله Fresh weight stigma	وزن خشک کلاله Dry weight stigma	طول کلاله Stigma length
تکرار Replication	2	1.83 ^{ns}	51.17 ^{ns}	1.58 ^{ns}	0.05 ^{ns}	0.0004 ^{ns}	5.35 ^{ns}
قطع آبیاری (A) Irrigation value	2	501.6**	12101.6**	300.5**	78.45**	1.97**	3.18 ^{ns}
خطای اول Error 1	4	12.74	28.66	1.37	0.89	0.027	7.56
منبع کودی (B) Nutritional recourse	5	270.2**	3057.6**	61.19**	21.78**	0.790**	34.37**
A×B	10	26.76*	64.71**	8.40*	3.47*	0.050**	0.24 ^{ns}
خطای دوم Error 2	30	6.27	14.04	2.30	0.727	0.011	6.51
ضریب تغییرات C.V. (%)	-	7.15	3.74	7.52	9.64	6.19	5.46

ns = Non-significant. * = Significant at 5% level. ** = Significant at 1% level.

جدول ۳- تأثیر تیمارهای مختلف قطع آبیاری آخر فصل بر برخی صفات گل زعفران
Table 3- Effect of irrigation cut-off treatments on some traits of saffron flower

قطع آبیاری Irrigation cut-off	تعداد گل Flower number (No.m ⁻²)	عملکرد تر گل Fresh weight of flower (kg.ha ⁻¹)	عملکرد خشک گل Dry weight of flower (kg.ha ⁻¹)	وزن تر کلاله Fresh weight stigma (kg.ha ⁻¹)	وزن خشک کلاله Dry weight stigma (kg.ha ⁻¹)	طول کلاله Stigma length (cm)
قبل عرف Before the conventional time	41.10 ^a	145.6 ^a	19.41 ^a	11.12 ^a	2.02 ^a	46.68 ^a
عرف Conventional time	32.43 ^b	118.9 ^b	15.06 ^b	8.38 ^b	1.64 ^b	46.73 ^a
بعد عرف After the conventional time	31.56 ^b	93.79 ^c	11.25 ^c	7.02 ^c	1.36 ^c	46.71 ^a

حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن نمی باشد.
Column means with the same letter are not significantly different by Duncan test (p<0.05).

بیشتر و درشت تر نیز منجر به بهبود گلدهی و افزایش کارایی مزرعه در سال های بعدی گردید. بنابراین، به نظر می رسد با کاهش وزن بنه در نتیجه تأخیر در قطع آبیاری آخر فصل، تعداد گل نیز کاهش یافته است. مسافری و همکاران (Mosaferi et al., 2007) تأثیر آبیاری های تابستانه بر عملکرد گل زعفران را بررسی نمودند. تیمارهای آبیاری اعمال شده عبارت از: یک آبیاری در تیرماه، یک آبیاری در مرداد ماه، یک آبیاری در تیرماه به اضافه یک آبیاری در مردادماه و شاهد که بدون آبیاری تابستانه بودند. نتایج آزمایش نشان داد که آبیاری در مردادماه عملکرد گل و وزن خشک زعفران را تا ۱۸٪ افزایش داد ولی تیمار آبیاری در تیرماه نسبت به عدم آبیاری تابستانه عملکرد گل زعفران را کاهش معنی داری داد. ایشان تأکید نمودند که آبیاری اواخر فصل بهار که بنه در مرحله خواب حقیقی هست، تأثیر منفی بر خصوصیات گل زعفران دارد.

از طرف دیگر احتمال می رود قطع زودتر آبیاری قبل از زمان عرف منطقه باعث قرار دادن فرصت بیشتری به گیاه جهت خواب بنه ها تا زمان بیدار شدن شده و باعث افزایش طول دوره خواب بنه ها شده که در این فرصت گیاه فرصت بیشتری جهت آغاز گل و گل انگیزی داشته و این امر منجر به تولید بهتر گل در فصل آینده شده است. بررسی مقایسه میانگین تأثیر منابع

مقایسه میانگین تیمار قطع آبیاری نشان داد که بیشترین تعداد گل با ۴۱/۱۰ عدد در مترمربع در تیمار قطع آبیاری قبل از عرف مشاهده شد که به میزان ۳۰/۲۲٪ نسبت تیمار به قطع آبیاری بعد از عرف و ۲۶/۷۳٪ نسبت به قطع آبیاری در زمان عرف منطقه افزایش نشان داد (جدول ۳). بین تیمارهای قطع آبیاری در زمان عرف (۳۲/۴۳ گل در مترمربع) و قطع دیرهنگام آبیاری (۳۱/۵۶ گل در مترمربع) تفاوت معنی داری مشاهده نشد (جدول ۴-۵). به نظر می رسد کاهش میزان تعداد گل زعفران در واحد سطح در آبان ماه ۱۳۹۵ در نتیجه تأخیر در زمان قطع آبیاری در بهار همان سال می تواند در نتیجه تأثیر این تیمار بر خصوصیات بنه زعفران (Rezaie, 2017; Rezaie et al., 2017) باشد. همان طور که قبلاً نیز اشاره شد، تأخیر در زمان قطع آبیاری منجر به کاهش معنی دار متوسط وزن بنه و وزن تر و خشک بنه در واحد سطح شد. از آنجایی که، وزن بنه تأثیر مستقیمی بر تعداد گل داشته و هرچه بنه ها درشت تر باشند، تعداد و زمان گلدهی افزایش می یابد. به طوری که، رضایی (Ramezani, 2000) نیز با بررسی اندازه بنه بر عملکرد گل زعفران در نیشابور نشان دادند که اثر وزن بنه بر عملکرد گل معنی دار بود و کاشت بنه های درشت تر نه تنها باعث افزایش گل - آوری در سال اول شد، بلکه از طریق تولید بنه های دختری

مختلف کودی بر تعداد گل زعفران در واحد سطح نشان داد که به استثنای اسید هیومیک، دیگر منابع کودی مورد استفاده باعث افزایش معنی دار این صفت نسبت به تیمار شاهد شدند (جدول ۴). از بین منابع کودی، کاربرد ورمی کمپوست (۴۰/۵۴) گل در مترمربع) که برابر ۴۴٪ و کود گاوی (۳۹/۹۱) گل در مترمربع) که برابر ۴۲٪ بیشترین میزان تعداد گل را نسبت به شاهد شامل شدند. تأثیر کود شیمیایی بر صفت ذکر شده به طور معنی داری بیشتر از کود مرغی بود (جدول ۴).

جدول ۴- تأثیر تیمارهای مختلف کودی بر برخی صفات گل زعفران

Table 4- Effect of different nutritional resources on some traits of saffron flower

نوع کود Fertilizer type	تعداد گل Flower number per m ²	عملکرد تر گل Fresh weight of flower (kg.ha ⁻¹)	عملکرد خشک گل Dry weight of flower (kg.ha ⁻¹)	وزن تر کاله Fresh weight stigma (kg.ha ⁻¹)	وزن خشک کاله Dry weight stigma (kg.ha ⁻¹)	طول کاله Stigma length (cm)
کود شیمیایی Chemical	37.81 ^b	131.3 ^b	17.03 ^a	9.95 ^a	1.91 ^a	48.35 ^a
شاهد Control	27.99 ^d	96.50 ^d	11.68 ^c	6.76 ^c	1.26 ^d	44.77 ^{bc}
کود گاوی Cow manure	39.91 ^{ab}	135.9 ^a	17.36 ^a	10.14 ^a	1.92 ^a	47.18 ^{ab}
کود مرغی Hen manure	35.12 ^c	119.2 ^c	15.06 ^b	8.51 ^b	1.57 ^b	46.95 ^{abc}
اسید هیومیک Humic acid	28.82 ^d	97.57 ^d	12.56 ^c	7.30 ^c	1.42 ^c	44.67 ^c
ورمی کمپوست Vermicompost	40.54 ^a	136.3 ^a	17.77 ^a	10.38 ^a	1.96 ^a	48.34 ^a

حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن نمی باشد.
Column means with the same letter are not significantly different by Duncan test (p < 0.05).

آلی به دلیل فراهمی و دسترسی به عناصر غذایی به ویژه عناصر پرمصرف از جمله نیتروژن و فسفر منجر به افزایش تولید گل زعفران شد و دلیل بهبود گلدهی زعفران را در شرایط مصرف مواد آلی به افزایش فراهمی و دسترسی به فسفر نسبت دادند. محمدپور و همکاران (Mohammad Poor et al., 2013) در بررسی اثرات دور آبیاری و کودهای مختلف بر عملکرد زعفران، گزارش کردند که بیشترین میزان عملکرد زعفران در نتیجه مصرف ورمی کمپوست حاصل شد. ایشان اظهار داشتند که سرعت کند آزاد شدن عناصر غذایی از کود ورمی کمپوست مطابق با رشد چندساله زعفران است. ورمی کمپوست حاوی مواد بیولوژیکی فعال نیز می باشد که همانند تنظیم کننده های رشد عمل کرده (Krishnamoorthy & Vajrabhiah, 1986) و

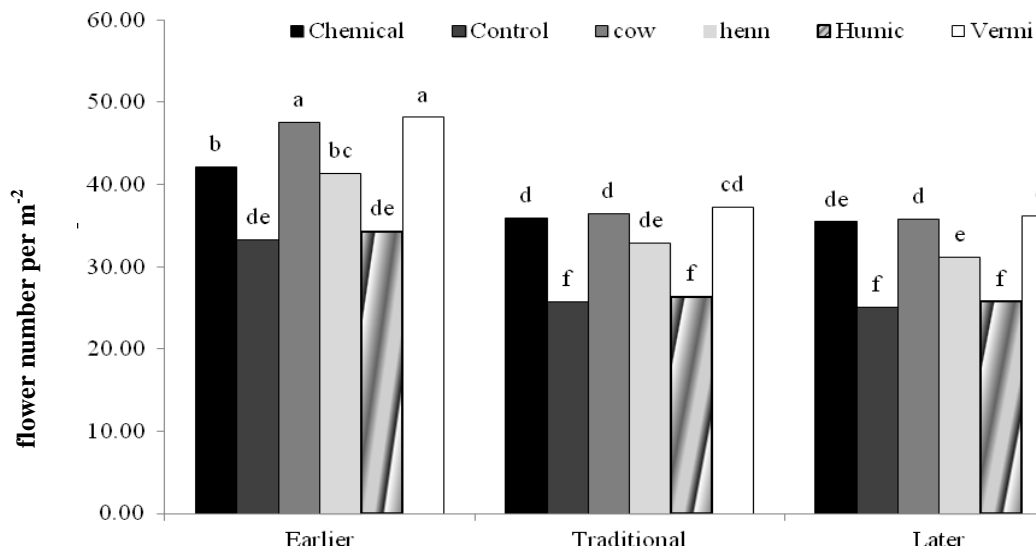
از آن جایی که، اضافه کردن نهاده های آلی به ویژه کود دامی و ورمی کمپوست به خاک، به عنوان عامل تغذیه ای و بهبوددهنده خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (Patra et al., 2000) نقش مؤثری بر رشد اندام های فتوسنتزی (Sharifi Ashoor, 1998) و بهبود نمو بنه های زعفران دارد، لذا افزایش پتانسیل گلدهی و به تبع آن بهبود تعداد گل زعفران در این شرایط قابل توجیه می باشد. همچنین با توجه به اینکه استفاده از این مواد آلی ظرفیت نگهداری آب در خاک را افزایش می دهد و از طرف دیگر، آب عامل مهمی برای رشد و توسعه سلول می باشد (Boyer, 1968)، لذا افزایش خصوصیات رشدی و در نتیجه گل انگیزی زعفران در این شرایط می تواند منطقی باشد. مونشی (Munshi, 1994)، نیز گزارش نمود که استفاده از مواد

قابل جذب به مقدار بیشتری در اختیار گیاه قرار می‌گیرد (Archana et al., 2009). کودهای آلی سبب کاهش وزن مخصوص ظاهری و افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک می‌گردند (Abdel- Sabour & Abo- Seoud, 1996).

بررسی برهم‌کنش تیمارهای قطع آبیاری و منابع کودی بر تعداد گل در مترمربع نشان داد که در کلیه تیمارهای آبیاری کاربرد ورمی‌کمپوست بیشترین میزان صفت یادشده را دارا بود (شکل ۱). همچنین، استفاده از کود گاوی در رتبه بعدی برای همه روش‌های قطع آبیاری قرار داشت. در تیمار قطع آبیاری زودتر از عرف منطقه، بین ورمی‌کمپوست و کود دامی از نظر میزان تعداد گل اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، ولی این دو با تیمار استفاده از کود شیمیایی اختلاف معنی‌داری دارا بودند، درحالی‌که، در دو روش قطع آبیاری در زمان عرف منطقه و بعد از عرف، اختلاف معنی‌داری بین سه تیمار ورمی‌کمپوست، کود دامی و کود شیمیایی وجود نداشت (شکل ۱). در کلیه روش‌های قطع آبیاری، دو تیمار شاهد و اسید هیومیک بدون اختلاف معنی‌دار، کمترین میزان تعداد گل در مترمربع را شامل شدند. به‌طور کلی، قطع آبیاری در زمان قبل از عرف منطقه به همراه استفاده از ورمی‌کمپوست با تعداد ۴۸/۱۳ گل در مترمربع بهترین تیمار مورد استفاده بود (شکل ۱). همان‌طور که قبلاً نیز ذکر شد به‌نظر می‌رسد قطع زود هنگام آبیاری با افزایش طول دوره خواب و ایجاد فرصت بیشتر جهت گل‌انگیزی و نیز کاهش اثرات منفی عوامل بیماری‌زا و به‌خصوص کنه بر بنه‌های زعفران و همچنین، ورمی‌کمپوست نیز با بهبود خصوصیات فیزیکی، تغذیه‌ای و کنترل‌کنندگی آفات منجر به بهبود تعداد گل زعفران در واحد سطح شده است.

نقش مثبتی بر گل‌انگیزی زعفران دارد. به‌طور کلی نقش مؤثر کاربرد ورمی‌کمپوست می‌تواند به علت فراهمی متعادل عناصر غذایی در ناحیه ریزوسفر، منبع انرژی برای فعالیت هرچه بیشتر باکتری‌های مفید خاک (Mohammadi Aria et al., 2011)، بهبود خصوصیات شیمیایی خاک مثل ظرفیت تبادل کاتیونی و اسیدیته (Froughifar & Poor-Kasmani, 2002; Biswas & Narayanasamy, 2006) باشد.

تأثیر مثبت استفاده از ورمی‌کمپوست روی سایر گیاهان نیز به اثبات رسیده است. به‌طوری‌که، به‌عنوان مثال پاندی (Pandey, 2005) در مطالعه خودروی گیاه درمنه (*Artemisia pallens*) نشان داد که مصرف ورمی‌کمپوست، موجب بهبود گلدهی این گیاه در مقایسه با شاهد شد در این تحقیق ملاحظه شد که ورمی‌کمپوست از طریق کنترل آفات و بیماری‌های خاکزی باعث افزایش رشد و نمو گلدهی گیاه شد. همچنین نتایج آزمایشی دیگر که به‌منظور بررسی اثر ورمی‌کمپوست بر عملکرد گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago psyllium*) انجام شد، نشان داد که افزایش عملکرد در خاک‌های تیمار شده با ورمی‌کمپوست نسبت به شاهد به دلیل فراهمی بیشتر عناصر غذایی در ورمی‌کمپوست است (Archana et al., 2009). همچنین در طی همین آزمایش در مورد گیاه بابونه رومی (*Chamaemelum nobile*) گزارش شد که کاربرد ورمی‌کمپوست در پرورش این گیاه باعث افزایش غلظت عناصر غذایی و بهبود شاخص‌های رشدی در این گیاه می‌شود (Atiyeh et al., 2009). نتایج حاصل از آزمایشی روی گیاه دارویی اسفرزه نیز نشان داد که به‌کارگیری ورمی‌کمپوست با نسبت ۱:۲۰ در خاک باعث افزایش ۲۳/۵ درصدی رشد و عملکرد گیاه می‌شود که در این صورت، عناصر غذایی به‌صورت



شکل ۱- تأثیر بر همکنش تیمارهای قطع آبیاری آخر فصل و منابع مختلف تغذیه ای بر تعداد گل زعفران در متر مربع
Figure 1- Interaction effect of irrigation cut-off and nutritional resources on number of saffron flower.

(اواخر بهار و اوایل تابستان) را بر عملکرد گل زعفران تأیید نموده‌اند. با این وجود، نتایج متناقض توسط ملافیلابی (Mollafilabi, 2003) بیان شده است. ایشان اظهار داشت که رطوبت نسبی خاک از جمله عوامل مؤثر بر گل‌زایی بانه در طول دوره خواب تابستانه زعفران است. ایشان تأکید داشت که در بازدیدها و مشاهدات میدانی مشخص شده است که بوته‌های زعفران در سایه درختان، زیر بوته‌های خاردار و یا حواشی جوی‌های آبیاری که دارای نوسانات درجه حرارتی کمتری هستند و از رطوبت بالاتری برخوردار می‌باشند، نسبت به سایر بوته‌ها در مزرعه زودتر به گلدهی می‌روند. باید خاطر نشان شد که این موضوع برای نیمه دوم تابستان صادق است که بانه از مرحله خواب حقیقی خارج شده است. ولی در تحقیق حاضر آبیاری در انتهای فصل بهار اعمال شد که بانه در مرحله خواب حقیقی بوده و افزایش رطوبت در این مرحله به آفاتی مانند کنه فرصت کافی برای صدمه به بانه‌ها می‌دهد.
بر اساس نتایج مقایسه میانگین (جدول ۴)، مصرف ورمی-

عملکرد تر و خشک گل

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد تر و خشک گل زعفران به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمار قطع آبیاری و منبع کودی و اثر این دو عامل قرار گرفتند (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که قطع زود هنگام آبیاری (قبل از عرف) منجر به افزایش ۲۲ و ۲۹ درصدی به ترتیب عملکرد تر و خشک گل زعفران نسبت به آبیاری عرف منطقه شد (جدول ۳). کمترین میزان وزن تر (۹۳/۷۹ کیلوگرم در هکتار) و خشک (۱۱/۲۵ کیلوگرم در هکتار) گل زعفران در تیمار قطع دیر هنگام آبیاری حاصل شد که نسبت به قطع زود هنگام آبیاری میزان وزن تر و خشک گل را به ترتیب حدود ۵۵ و ۷۲٪ کاهش داد (جدول ۳). همان‌طور که قبلاً نیز ذکر شد، قطع دیر هنگام آبیاری احتمالاً منجر به کاهش طول دوره خواب گیاه و نیز افزایش جمعیت کنه و در نتیجه خسارت به بانه‌های زعفران شد. به نظر می‌رسد این عامل باعث کاهش تعداد و در نهایت عملکرد گل شده است. تحقیقات مختلفی تأثیر منفی آبیاری در زمان دوره خواب بانه‌ها

شدن عناصر غذایی از کود ورمی کمپوست مطابق با رشد چندساله زعفران است. ورمی کمپوست حاوی مواد بیولوژیک فعال هستند که همانند تنظیم کننده های رشد عمل می کنند (Krishnamoorthy & Vajrabhiah, 1986). کودهای حیوانی نیز سبب بهبود خصوصیات فیزیکی خاک نظیر هوادهی بهتر، ظرفیت نگهداری رطوبت بالاتر و بهبود تبادل عناصر غذایی در خاک می شوند (Coleman & Crossley, 1995). به نظر می رسد فراهمی متعادل و آزاد شدن تدریجی عناصر غذایی از کود دامی باعث افزایش عملکرد گل زعفران شد. ورمی کمپوست سبب بهبود خصوصیات خاک و رشد عملکرد گیاه می شود. برخی از اثرهای مفید مصرف این نهاده آلی در کشاورزی شامل فراهمی عناصر غذایی، کاهش اسیدیته، افزایش فعالیت میکروارگانیسمها، کاهش پاتوژن های بیماری زا و افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک است (Alidadi et al., 2013). اسید هیومیک نیز به عنوان یک اسید آلی حاصل از هوموس و سایر منابع طبیعی جهت بالا بردن عملکرد زعفران، به خصوص در شرایط متغیر محیطی می تواند موثر باشد (Khatamian et al., 2011). نقش مثبت اسید هیومیک بر عملکرد گل زعفران توسط برخی محققین (Aytekin & Acikgoz, 2008; Koocheki et al., 2016) گزارش شده است.

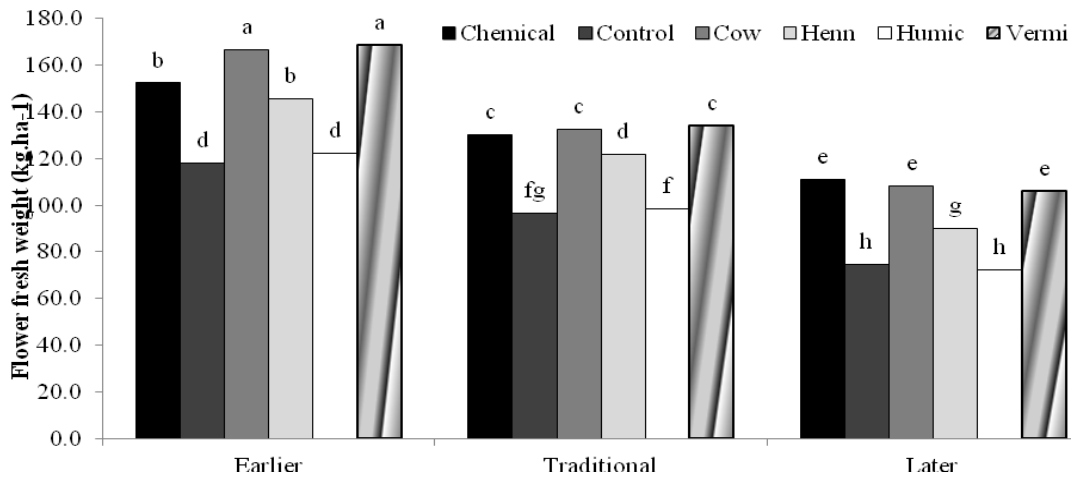
نتایج برهم کنش تیمارهای قطع آبیاری و منابع کودی برای عملکرد گل زعفران در هکتار نشان داد که میزان صفات مذکور برای کلیه تیمارهای کودی در تیمار قطع آبیاری قبل از عرف بالاتر از قطع عرف و آن هم بالاتر از قطع بعد از عرف آبیاری بودند (شکل های ۲ و ۳). در هر دو صفت اشاره شده شرایط برای تیمار قطع آبیاری قبل از عرف متفاوت با دو تیمار دیگر آبیاری بود. به طوری که، در تیمار قطع زود هنگام آبیاری دو تیمار کودی کمپوست و کود گاوی بالاترین وزن تر و

کمپوست بیشترین تأثیر را در تولید وزن تر و خشک گل زعفران داشت، به گونه ای که حداکثر وزن تر و خشک گل به ترتیبه میزان ۱۳۶/۳ و ۱۷/۷۷ کیلوگرم در هکتار در نتیجه ی مصرف این تیمار کودی حاصل شد. پس از آن نیز کاربرد کود دامی، شیمیایی، مرغی و اسید هیومیک قرار داشتند که به ترتیب عملکرد گل تر را به میزان ۴۰، ۳۶، ۲۶ و ۱ درصد و عملکرد گل خشک را به ترتیب به میزان ۴۸، ۴۵، ۲۸ و ۷٪ را نسبت به شاهد افزایش دادند (جدول ۴). ورمی کمپوست، کود گاوی و کود شیمیایی اختلاف معنی داری نیز باهم نشان ندادند و همچنین اختلاف معنی داری بین تیمارهای شاهد و اسید هیومیک مشاهده نشد (جدول ۴).

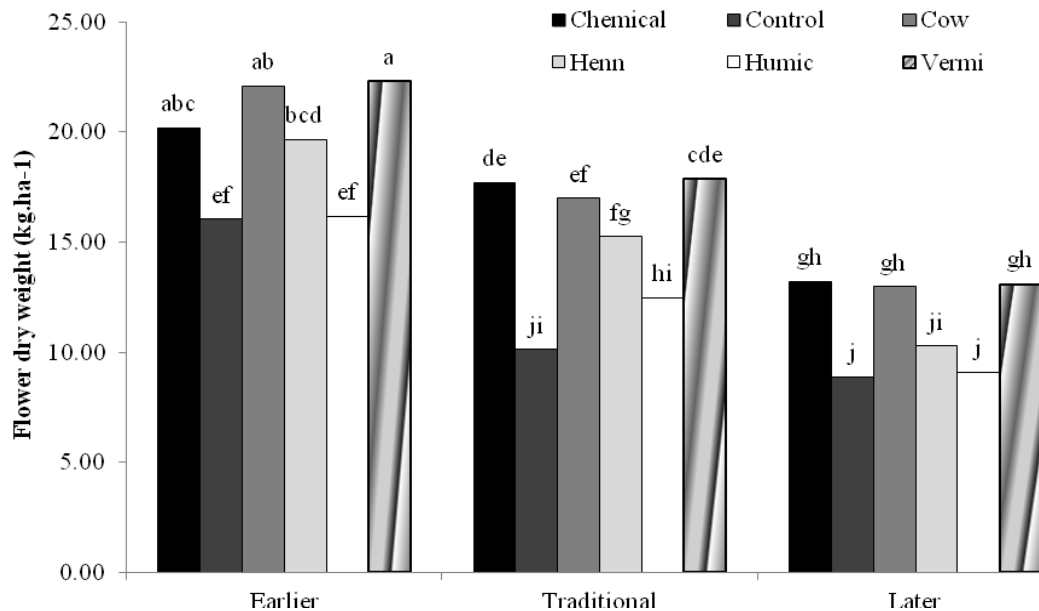
بررسی ها نشان داده است که بین ماده آلی خاک و عملکرد زعفران همبستگی مثبت و بالایی وجود دارد (Munshi, 1994). در بررسی تأثیر کودهای نیتروژنی، فسفری و پتاسیمی و همچنین کاربرد کود گاوی بر تولید زعفران نشان داده شده است که در خاک هایی که از نظر ماده آلی فقیرند، کاربرد کود گاوی مهمترین عامل افزایش در تولید زعفران می باشد (Behzad et al., 1992). استفاده از کودهای آلی در گیاه زعفران موجب افزایش وزن تازه و خشک و درصد ماده خشک بنه ها شده و میزان ریشه های بنه را افزایش می دهد که این اثرات ممکن است در نتیجه افزایش رطوبت خاک و نهایتاً رشد بهتر گیاه باشد (Behdani et al., 2005). فرهمند فرد و همکاران (Farahmand Fard et al., 2012) گزارش کردند استفاده از کود دامی نسبت به کودهای کمپوست و ورمی کمپوست اثر بهتری بر عملکرد و نیز صفات رویشی زعفران داشته است. محمدپور و همکاران (Mohammad Poor et al., 2013) نیز در بررسی اثرات دور آبیاری و کودهای مختلف بر عملکرد زعفران، گزارش کردند که بیشترین میزان عملکرد زعفران در نتیجه مصرف ورمی کمپوست حاصل شد. سرعت کند آزاد

عملکرد کلی پایین تر در تیمارهای قطع آبیاری عرف و بعد از عرف نسبت به قطع زود هنگام آبیاری، کودهای ورمی کمپوست و گاوی نتوانسته اند مزیت خود را با تأخیر در آبیاری نشان دهند و اختلافی با کود شیمیایی نشان ندادند.

خشک گل را شامل شده و اختلاف معنی داری با دیگر تیمارها دارا بودند. ولی در تیمارهای قطع عرف و بعد از عرف آبیاری، بین تیمارهای کودی ورمی کمپوست، کود گاوی و شیمیایی اختلاف معنی داری مشاهده نشد (اشکال ۲ و ۳). احتمالاً به دلیل



شکل ۲- تأثیر برهمکنش تیمارهای قطع آبیاری آخر فصل و منابع مختلف تغذیه ای بر عملکرد گل تر زعفران
Figure 2- Interaction effect of irrigation cut-off and nutritional resources on flower fresh weight of saffron (kg.ha⁻¹).



شکل ۳- تأثیر برهمکنش تیمارهای قطع آبیاری آخر فصل و منابع مختلف تغذیه ای بر عملکرد گل خشک زعفران
Figure 3- Interaction effect of irrigation cut-off and nutritional resources on flower dry weight of saffron (kg.ha⁻¹).

(Koocheki et al., 2014) نیز در بررسی اثر دامنه وسیع وزن بنه‌ها بر گلدهی و رشد بنه زعفران نشان دادند که با افزایش وزن بنه مقدار گل و کلاله خشک به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. همچنین در تحقیق دیگری گزارش شد که بنه‌های ۱۷، ۲۷ و ۳۷ گرمی به ترتیب به‌طور میانگین ۱/۸، ۳/۷۷ و ۴/۶۲ گل برخوردار بودند (Sadeghi, 2012)، بنابراین در این تحقیق نیز کاهش اندازه بنه در اثر تأخیر در قطع آبیاری آخر فصل خود منجر به کاهش عملکرد گل زعفران شده است.

در ارتباط با مقایسه میانگین تیمارهای کودی نیز نتایج نشان داد که همه تیمارهای کودی وزن خشک کلاله را نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی‌داری دادند ولی در صفت وزن تر کلاله بین تیمار شاهد و هیومیک اسید اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴). بین تیمارهای کودی مورد آزمایش، کودهای ورمی کمپوست، گاوی و شیمیایی از نظر وزن تر و خشک کلاله تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، اما بین این تیمارهای کودی با کود مرغی و هیومیک اسید اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۴). به‌طور کلی، بیشترین وزن تر کلاله به ترتیب در تیمارهای ورمی کمپوست (۱۰/۳۸ کیلوگرم در هکتار)، کود گاوی (۱۰/۱۴ کیلوگرم در هکتار) و کود شیمیایی (۹/۹۵ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد. این شرایط برای وزن خشک کلاله نیز مشابه بود. کاربرد ورمی کمپوست تأثیر مثبت و معنی‌داری بر افزایش تعداد گل گل‌گاوزبان نسبت به شرایط عدم کاربرد کود داشت (Ahmadabadi et al., 2012). علت آن را تأثیر مطلوب ورمی کمپوست در تأمین عناصر مورد نیاز گیاه به‌صورت قابل جذب دانستند، به این صورت که ذرات این کود به دلیل سطح ویژه بالا و دارا بودن ترکیبات مختلف آلی در سطح خود، با عناصر غذایی موجود در خاک به‌ویژه عناصر فلزی تشکیل کمپلکس‌هایی را می‌دهند که به راحتی برای گیاه قابل جذب هستند (Anwar et

باوجود عدم اختلاف معنی‌دار، میزان عملکردتر و خشک در تیمارهای کودی گاوی و شیمیایی بیشتر از ورمی کمپوست بود. در کلیه روش‌های قطع آبیاری، تیمار شاهد کمترین مقدار عملکردتر و خشک گل زعفران را نشان داد که اختلاف معنی‌داری نیز با تیمار کودی ورمی کمپوست نشان نداد (اشکال ۲ و ۳). به‌طور کلی، قطع زودهنگام آبیاری به همراه استفاده از ورمی کمپوست بالاترین عملکرد تر (۱۶۸/۷ کیلوگرم در هکتار) و خشک (۲۲/۳۳ کیلوگرم در هکتار) را شامل شد و قابل توصیه می‌باشد.

عملکرد تر و خشک کلاله

بر اساس جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) قطع آبیاری و منابع کودی اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر هر دو صفت وزن تر و خشک کلاله داشتند. همچنین، وزن تر ($P \leq 0.05$) و خشک گل ($P \leq 0.01$) نیز تحت تأثیر اثرات معنی‌دار برهم‌کنش قطع آبیاری و منابع کودی قرار گرفتند.

مقایسه میانگین نشان داد که در بین تیمارهای مختلف قطع آبیاری، قطع آبیاری قبل از عرف منطقه به‌طور معنی‌داری بیشترین وزن تر (۱۱/۱۲ کیلوگرم در هکتار) و خشک (۲/۰۲ کیلوگرم در هکتار) را تولید نمود (جدول ۳). با تأخیر در زمان قطع آبیاری، میزان هر دو صفت یادشده کاهش معنی‌داری نشان داد. به‌طوری‌که، قطع آبیاری بعد از عرف منجر به کاهش حدود ۱۹ و ۲۱ درصدی به ترتیب وزن تر و خشک کلاله در هکتار نسبت به تیمار قطع آبیاری در زمان عرف شد (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد کاهش وزن تر و خشک بنه به ازای تأخیر در زمان قطع آبیاری آخر فصل رابطه مستقیمی با وزن بنه و تعداد گل در این شرایط داشته باشد. همان‌طور که قبلاً نیز اشاره شد، تأخیر در قطع آبیاری آخر فصل باعث کاهش متوسط وزن بنه گردید (Rezaie, 2017; Rezaie et al., 2017). کوچکی و همکاران

جهان و جهانی (Jahan & Jahani, 2007) در مطالعه تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر گلدهی زعفران، بیشترین افزایش در تعداد گل و نیز وزن خشک کلاله زعفران را در نتیجه کاربرد کود دامی مشاهده کردند. امیری (Amiri, 2008) نیز ضمن آنکه افزایش سطح برگ، میزان عناصر غذایی در برگ، عملکرد گل و کلاله زعفران را در نتیجه مصرف کود دامی مشاهده کرد، اظهار داشت که کاربرد کود دامی منجر به بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مانند میزان مواد آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی و افزایش عناصری مانند نیتروژن، پتاسیم و کلسیم در خاک شد. همچنین با در نظر گرفتن مواد آلی به عنوان منبع تغذیه‌ای برای ریز موجودات خاکزی، اعمال کود دامی می‌تواند نقش مؤثری در افزایش رشد و فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید در ناحیه ریزوسفر داشته باشد (Mohammadi Aria et al., 2011). همچنین طی تحقیقی بیشترین عملکرد گل زعفران از مصرف ۳۳ تن کود گاوی به‌دست آمد (Mohamadzadeh & Pasban, 2007).

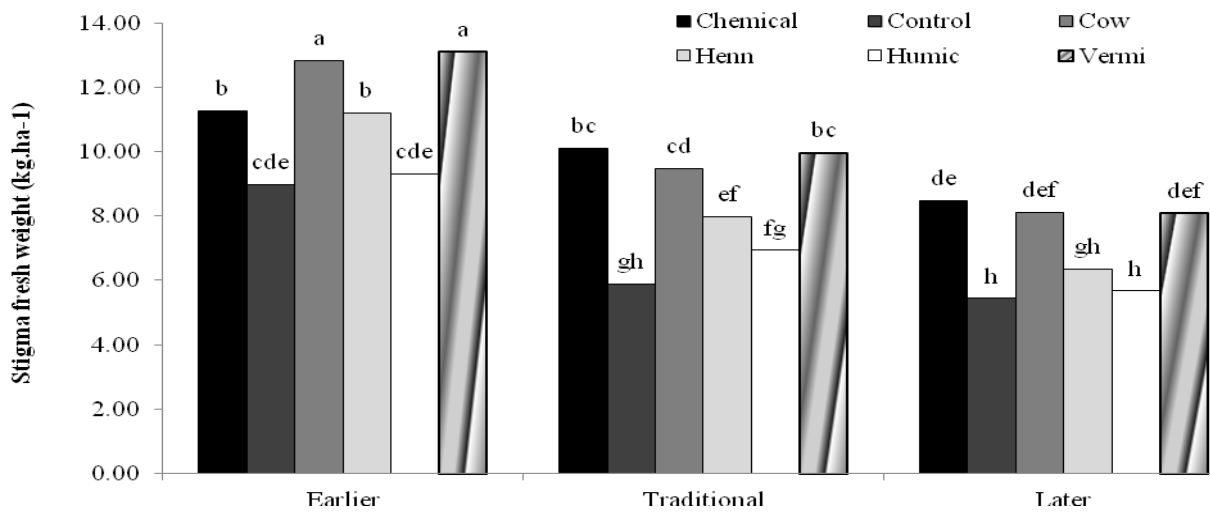
برهمکنش تیمارهای قطع آبیاری و منابع کودی نیز نشان داد که در تمامی تیمارهای کودی با به تأخیر افتادن زمان قطع آبیاری، میزان وزن تر و خشک کلاله در هکتار کاهش معنی‌داری نشان داد (اشکال ۴ و ۵). تیمارهای کودی کمپوست و کود گاوی در شرایط قطع زود هنگام آبیاری بالاترین عملکرد تر و خشک کلاله را نشان دادند که با تیمار کود شیمیایی که در رتبه بعدی قرار داشت اختلاف معنی‌داری نشان دادند. در بررسی صفت عملکرد تر کلاله در هر دو شرایط قطع آبیاری در زمان عرف و بعد از عرف منطقه مشاهده شد که بین تیمارهای کودی ورمی-کمپوست، کود گاوی و شیمیایی اختلاف معنی‌داری یافت نشد (اشکال ۴ و ۵). این شرایط برای تیمار قطع آبیاری در زمان عرف منطقه برای عملکرد خشک کلاله نیز صادق بود. اما در ارتباط با عملکرد خشک کلاله در تیمار قطع دیر هنگام آبیاری نتایج نشان داد که استفاده از کود شیمیایی بیشترین میزان این

اثرات مثبت کود ورمی‌کمپوست بر رشد گیاهان ممکن است به دلیل افزایش مواد آلی و نیز تأمین عناصر پرمصرف و کم‌مصرف در خاک باشد (صادقی و همکاران، ۱۳۹۱). رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2014) نیز گزارش کردند که نقش کود گاوی و شیمیایی بر بهبود عملکرد کلاله زعفران بیشتر از کود مرغی بود.

فیضی و همکاران (Feizi et al., 2015) نشان دادند که کاربرد کود دامی گاوی در مقایسه با کود شیمیایی می‌تواند از طریق افزایش میزان فسفر بنه به ازای هر بوته، در تحریک هر چه بیشتر فرآیند گل‌انگیزی گیاه نقش مؤثری داشته باشد. صادقی و همکاران (Sadeghi et al., 2014) گزارش کردند که با افزایش ورمی‌کمپوست در سه سطح، سبب افزایش وزن تر و خشک و افزایش سطح برگ و گل ختمی شد. در این ارتباط، سینگ و بیسین (Sing & Beisin, 1998) نیز اثر مثبت ورمی-کمپوست را روی افزایش وزن خشک و تولید برخی گیاهان دارویی از جمله اسفرزه (*Plantago psyllium*) و منداب (*Eruca sativa*) گزارش کردند. طی آزمایشی که روی گیاه دارویی بابونه آلمانی (*Matricaria Chamomilla*)، درصدهای وزنی صفر، پنج، ۱۰ و ۱۵ از ورمی‌کمپوست استفاده شد، بیشترین عملکرد (عملکرد گل خشک) به تیمار ۱۵٪ نسبت داده شد که دارای سطوح زیادی از عناصر غذایی قابل جذب بود (Arancon et al., 2004). در ارتباط با کودهای شیمیایی نیز اسدی و همکاران (Asadi et al., 2014) در بررسی اثرات تغذیه خاکی و برگی بر رشد بنه و عملکرد گل زعفران نتیجه گرفتند که مصرف خاکی ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود کامل مخلوط در اوایل اسفندماه باعث افزایش وزن خشک کلاله زعفران در واحد سطح شد. به‌نظر می‌رسد که فراهمی عناصر غذایی مختلف و تعیین دقیق مقدار و زمان مصرف عناصر غذایی مورد نیاز زعفران از طریق آزمون خاک سبب افزایش وزن بنه‌های دختری و در نتیجه افزایش عملکرد گل زعفران می‌شود.

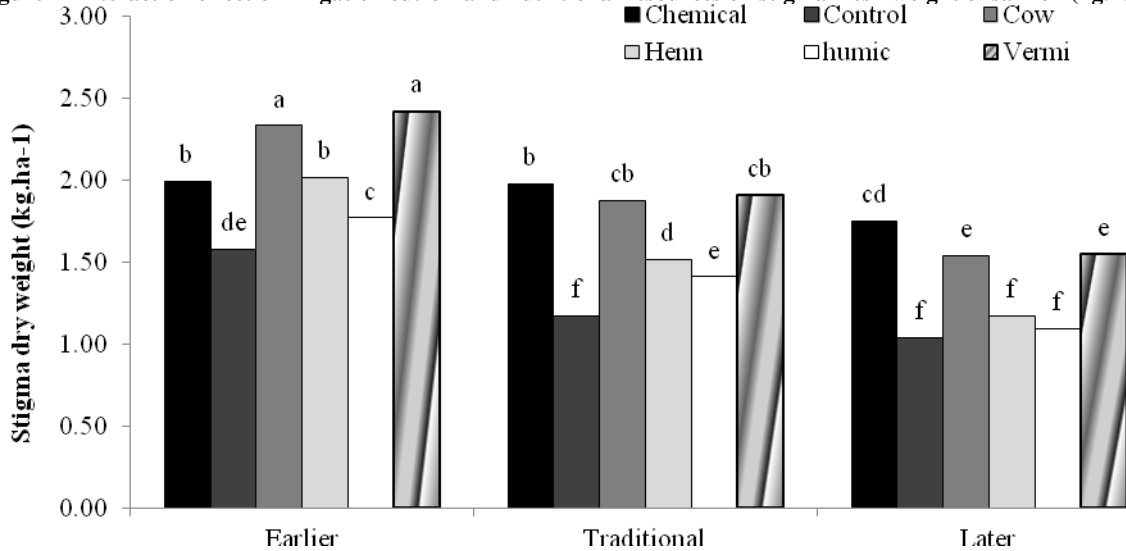
صفت را شامل شد که اختلاف معنی داری با دیگر منابع کودی نشان داد. وزن خشک کلاله در دو کود مرغی و اسید هیومیک در شرایط قطع زود هنگام و متعارف آبیاری اختلاف معنی داری با تیمار عدم کودی نشان داد ولی در قطع دیر هنگام آبیاری اختلاف معنی داری بین تیمارهای کودی مرغی، اسید هیومیک و شاهد مشاهده نشد. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2016) نیز گزارش نمودند کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک باعث افزایش معنی دار وزن خشک کلاله زعفران شد. به طور کلی، استفاده از ورمی کمپوست در شرایط قطع زود هنگام آبیاری بهترین تیمار قابل توصیه برای عملکرد تر و خشک در هکتار می باشد (اشکال ۴ و ۵).

تأثیر برهمکنش تیمارهای قطع آبیاری آخر فصل و منابع مختلف تغذیه ای بر عملکرد کلاله تر زعفران



شکل ۴- تأثیر برهمکنش تیمارهای قطع آبیاری آخر فصل و منابع مختلف تغذیه ای بر عملکرد کلاله تر زعفران

Figure 4- Interaction effect of irrigation cut-off and nutritional resources on stigma fresh weight of saffron (kg.ha⁻¹).



شکل ۵- تأثیر برهمکنش تیمارهای قطع آبیاری آخر فصل و منابع مختلف تغذیه ای بر عملکرد کلاله خشک زعفران

Figure 5- Interaction effect of irrigation cut-off and nutritional resources on stigma dry weight of saffron (kg.ha⁻¹).

در خاک، بهبود و ثبات خاکدانه‌ها، افزایش نفوذپذیری و ذخیره

فراهمی مواد آلی، افزایش فعالیت میکروارگانیسم های مفید

برهم کنش دو تیمار قرار نگرفت (جدول ۲).

بررسی مقایسه میانگین‌ها نشان داد که دو تیمار ورمی-کمپوست (۴۸/۳۴ میلی‌متر) و کود شیمیایی (۴۸/۳۵ میلی‌متر) بالاترین طول کلاله را دارا بودند که اختلاف معنی‌داری با تیمار کود گاوی (۴۷/۱۸ میلی‌متر) نشان ندادند (جدول ۴). کود مرغی نیز که در رتبه بعدی قرار داشت باعث افزایش حدود ۵ درصدی این شاخص شد که البته تفاوت معنی‌داری با شاهد نشان نداد. کمترین مقدار طول کلاله (۴۴/۶۷ میلی‌متر) نیز در تیمار هیومیک اسید حاصل شد (جدول ۴). ورمی‌کمپوست از طریق بهبود فعالیت میکروبی خاک (Martin et al., 1997) و تولید تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه (Krishnamoorthy & Ajranabiah, 1986; Grappeli et al., 1987; Tomati et al., 1988) و فراهمی جذب بیشتر عناصر غذایی، سبب افزایش میزان فتوسنتز و ماده خشک گیاهی گردیده که این مسئله در نهایت به افزایش طول گل می‌انجامد. کودهای شیمیایی و گاوی نیز با بهبود وضعیت تغذیه‌ای خاک باعث بهبود خصوصیات فیزیولوژیکی و رشدی گیاه شده و بر طول کلاله تأثیر مثبت دارد.

وزن خشک برگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که هر دو تیمار قطع آبیاری و منابع کودی در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک برگ زعفران داشت (جدول ۵). برهم کنش این دو تیمار تأثیر معنی‌داری بر صفت مذکور نداشت. بیشترین وزن خشک برگ به میزان ۵۱۱/۹ گرم در مترمربع در تیمار قطع آبیاری قبل از عرف مشاهده شد (جدول ۶). که اختلاف معنی‌داری با قطع آبیاری عرف (۴۴۰/۶ گرم در مترمربع) و بعد از عرف (۳۴۹/۶ گرم در مترمربع) دارا بود. به نظر می‌رسد این شاخص نیز تحت تأثیر کاهش وزن بنه در اثر تأخیر در زمان قطع آبیاری قرار گرفته است. کلیه تیمارهای کودی مورد استفاده میزان وزن خشک برگ را نسبت به تیمار عدم کاربرد کود افزایش

آب در خاک را امکان‌پذیر می‌کند (Chen et al., 2007; Bostian et al., 2009; Monzon et al., 2006). در زراعت زعفران استفاده از کودهای آلی به‌عنوان ابزاری جهت دستیابی به عملکرد بیشتر در واحد سطح مطرح هست (Jahan & Jahani, 2007). برخی از نتایج برتری تأثیر کاربرد مواد آلی نسبت به کودهای شیمیایی از نظر کمیت و کیفیت زعفران را مورد تأیید قرار داده است (Mollafilabi, 2003). ملافیلابی و همکاران (Mollafilabi et al., 2013) در بررسی تراکم و وزن بنه بر عملکرد و اجزاء عملکرد زعفران در بسترهای خاکی و هیدروپونیک در تونل پلاستیکی مشاهده کردند که با افزایش وزن بنه میزان عملکرد کلاله خشک و مقدار گل نیز افزایش یافت. در مطالعه‌ای تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر گلدهی زعفران، بیشترین افزایش در تعداد گل و نیز وزن خشک کلاله زعفران در نتیجه کاربرد کود دامی مشاهده شد (Jahan & Jahani, 2007). در پژوهشی دیگر امیری (Amiri, 2008) نیز ضمن آنکه افزایش سطح برگ، میزان عناصر غذایی در برگ، عملکرد گل و کلاله زعفران را در نتیجه مصرف کود دامی مشاهده کرد. با در نظر گرفتن مواد آلی به‌عنوان منبع تغذیه‌ای برای ریز موجودات خاکزی، می‌تواند نقش مؤثری در افزایش رشد و فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید در ناحیه ریزوسفر داشته باشد (Mohammadi Aria et al., 2011). نتایج آزمایش صادقی و همکاران (Sadeghi et al., 2014) بروی گیاه ختمی حاکی از نقش مؤثر فراهمی کاربرد ورمی‌کمپوست و کود شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد گل ختمی بود و در شرایط عدم مصرف کود شیمیایی، افزایش مصرف کود ورمی‌کمپوست نقش مؤثری در بهبود شاخص‌های رشدی گل ختمی داشت.

طول کلاله زعفران

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمار منابع کودی در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌داری بر طول کلاله زعفران داشت ولی این صفت تحت تأثیر تیمار قطع آبیاری و

شاهد افزایش دادند (جدول ۷). به نظر می‌رسد ورمی کمپوست و کود دامی به دلیل آزادسازی و فراهمی عناصر غذایی برای گیاهان، رشد رویشی مطلوب گیاه را به دنبال داشته و باعث تولید ماده خشک بیشتر در واحد سطح می‌شوند.

معنی‌داری دادند (جدول ۷). کاربرد ورمی کمپوست، کود گاوی و کود شیمیایی به ترتیب با ۴۹۶/۶، ۴۹۳/۱ و ۴۶۸/۷ گرم در مترمربع بیشترین وزن خشک برگ را دارا بودند که اختلاف معنی‌داری نیز باهم نشان ندادند. کود مرغی و اسید هیومیک نیز به ترتیب ۱۹ و ۸٪ میزان وزن خشک برگ را نسبت به تیمار

جدول ۵- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) وزن خشک برگ و صفات کیفی گل زعفران تحت تأثیر قطع آبیاری آخر فصل و منبع کودی
Table 5- Analysis of variance (Mean square) of leaf dry weight and qualitative traits of saffron flower as affected by irrigation cut-off and nutritional recourse

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی df	وزن خشک برگ Leaf dry weight	پیکروکروسین Picrocrocin	سافراناال Safranal	کروسین Crocic
تکرار Replication	2	11.44 ^{ns}	25.17 ^{ns}	1.58 ^{ns}	119.05 ^{ns}
قطع آبیاری (A) Irrigation value	2	26491.5 ^{**}	61.16 ^{ns}	30.54 ^{ns}	526.8 ^{ns}
خطای اول Error 1	4	69.30	19.66	14.27	218.7
منبع کودی (B) Nutritional recourse	5	7914.4 ^{**}	11.32 ^{ns}	17.118 ^{ns}	221.4 ^{**}
A×B	10	104.4 ^{ns}	5.71 ^{ns}	7.11 ^{ns}	33.47 ^{ns}
خطای دوم Error 2	30	48.42	4.14	6.82	17.71
ضریب تغییرات C.V. (%)	-	11.63	9.74	10.52	7.77

، ** و ns: به ترتیب نشان دهنده معنی‌داری در سطح پنج و یک درصد و عدم معنی‌داری.
ns = Non-significant. * = Significant at 5% level. ** = Significant at 1% level.

جدول ۶- تأثیر تیمارهای مختلف قطع آبیاری آخر فصل بر وزن خشک برگ و صفات کمی گل زعفران

Table 6- Effect of irrigation cut-off times on leaf dry weight and some quantitative traits of saffron

قطع آبیاری Irrigation cut-off	وزن خشک برگ Leaf dry weight (g.m ⁻²)	پیکروکروسین Picrocrocin (Absorbance of 1% water solution at 257 nm)	سافراناال Safranal (Absorbance of 1% water solution at 330 nm)	کروسین Crocic (Absorbance of 1% water solution at 440 nm)
قبل عرف Before the conventional time	511.9 ^a	73.6 ^a	36.2 ^a	169.3 ^a
عرف Conventional time	440.6 ^b	72.4 ^a	37.4 ^a	169.4 ^a
بعد عرف After the conventional time	349.2 ^c	73.2 ^a	36.7 ^a	168.6 ^a

حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن نمی‌باشد.
Column means with the same letter are not significantly different by Duncan test ($p < 0.05$).

جدول ۷- تأثیر تیمارهای مختلف کودی بر وزن خشک برگ و صفات کمی گل زعفران
Table 7- Effect of different nutritional resources on some traits of saffron flower

نوع کود Fertilizer type	وزن خشک برگ Leaf dry weight (g.m ⁻²)	پیکروکروسین Picrocrocin (Absorbance of 1% water solution at 257 nm)	سافرانال Safranal (Absorbance of 1% water solution at 330 nm)	کروسین Crocin (Absorbance of 1% water solution at 440 nm)
کود شیمیایی Chemical	468.7 ^{ab}	72.2 ^a	36.4 ^a	164.2 ^{cd}
شاهد Control	366.6 ^d	74.6 ^a	38.1 ^a	169.7 ^a
کود گاوی Cow manure	493.1 ^a	73.3 ^a	37.2 ^a	164.8 ^c
کود مرغی Hen manure	439.4 ^b	74.4 ^a	36.9 ^a	165.3 ^{bc}
اسید هیومیک Humic acid	398.3 ^c	72.9 ^a	37.7 ^a	166.4 ^b
ورمی کمپوست Vermicompost	496.6 ^a	72.1 ^a	36.1 ^a	163.1 ^d

حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن نمی باشد.
Column means with the same letter are not significantly different by Duncan test ($p < 0.05$).

ویژگی‌های کیفی زعفران

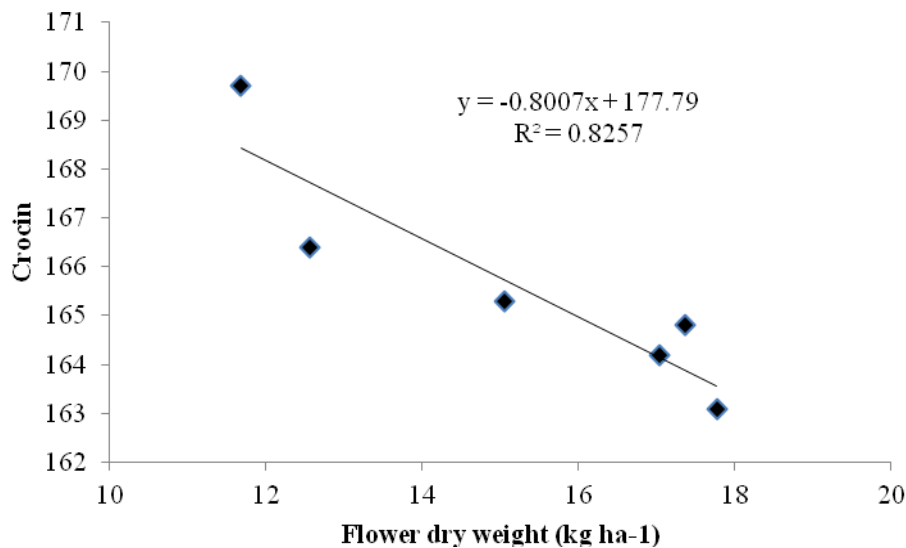
نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های کیفی زعفران شامل پیکروکروسین (طعم و مزه)، سافرانال (عطر و بو) و کروسین (رنگ) نشان داد که تیمار قطع آبیاری تأثیر معنی داری بر هیچ کدام از ویژگی‌های ذکر شده نداشت (جدول ۵). منابع مختلف کودی نیز تنها بر میزان کروسین در سطح احتمال یک درصد تأثیرگذار بوده و اثر معنی داری بر میزان پیکروکروسین و سافرانال نشان ندادند. برهمکنش قطع آبیاری و منابع مختلف کودی نیز بر ویژگی‌های کمی زعفران معنی دار نبود (جدول ۵). میزان جذب پیکروکروسین تحت تأثیر تیمارهای قطع آبیاری و منابع مختلف کودی بین ۷۲/۱ نانومتر تا ۷۴/۶ متغیر بود (جدول ۶ و ۷). برای سافرانال نیز دامنه جذب بین ۳۶/۱ تا ۳۸/۱ نانومتر متفاوت بود (جدول ۶ و ۷). این مقادیر در راستای مقادیر ارائه شده توسط برخی دیگر از محققین می باشد.

بررسی مقایسه میانگین منابع مختلف کودی بر میزان کروسین که معرف رنگ زعفران می باشد نشان داد که بیشترین میزان کروسین (۱۶۹/۷ نانومتر) در تیمار شاهد (عدم کاربرد کود)

مشاهده شد (جدول ۷)، که اختلاف معنی داری با دیگر تیمارها نشان داد. تیمار اسید هیومیک نیز با جذب برابر با ۱۶۶/۴ نانومتر نیز در رتبه بعدی قرار داشت. کمترین میزان کروسین نیز به ترتیب مربوط به تیمارهای کودی ورمی کمپوست (۱۶۳/۱ نانومتر)، شیمیایی (۱۶۴/۲ نانومتر) و گاوی (۱۶۴/۸ نانومتر) بود (جدول ۷). در این راستا دیگر محققین نیز نتایج مختلفی مشاهده نمودند. به عنوان مثال، حسن زاده اول (Hassanzadeh, 2015) نیز گزارش نمود که با افزایش میزان کود دامی مصرفی از صفر تا ۴۰ تن در هکتار هیچ کدام از ویژگی‌های کیفی زعفران تحت تأثیر قرار نگرفت. همچنین، ایشان تاکید کرد که کیفیت گل‌های تولیدی از نظر مقدار پیکروکروسین، سافرانال و کروسین از بنه‌های مادری با وزن‌های مختلف یکسان بود و اندازه بنه تأثیری بر این ویژگی‌ها نداشت. ولی حیدری و همکاران (Heydari et al., 2014) نتیجه گرفتند مصرف کود زیستی سبب کاهش میزان پیکروکروسین و کروسین و افزایش میزان سافرانال گردید. نقدی بادی و همکاران (Naghdi et al., 2011) با بررسی تغییرات میزان کروسین، پیکروکروسین و

این سه عنصر و با هر غلظتی میزان سافرانال و کروسین را کاهش داد؛ اما تیمار محلول پاشی پتاسیم با غلظت سه لیتر در هکتار بیشترین میزان پیکروکروسین کلاله را داشت. از طرفی، امیدی و همکاران (Omidi et al., 2009) نشان دادند که با به کارگیری کود بیولوژیک نیتروکسین و کود شیمیایی اوره میزان کروسین و پیکروکروسین و سافرانال نسبت به شاهد افزایش یافت.

سافرانال و ویژگی‌های زراعی زعفران تحت تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی فسفره نتیجه گرفتند تیمار ۱۰۰ گرم کود زیستی در هکتار بهترین تیمار از نظر میزان پیکروکروسین بود. همچنین، بیشترین میزان سافرانال و کروسین در تیمار تلفیقی فسفر و ۵۰ گرم کود زیستی در هکتار حاصل شد. اکبری‌ان و همکاران (Akbarian et al., 2012) در آزمایشی که محلول پاشی عناصر پتاسیم، آهن و روی را در سه غلظت متفاوت مورد بررسی قرار دادند نتیجه گرفتند که محلول پاشی



شکل ۶- رابطه بین عملکرد گل زعفران (کیلوگرم بر هکتار) و میزان کروسین (جذب محلول آبی ۱٪ در طول موج ۴۴۰ نانومتر)
Figure 6- Relation of flower dry weight (kg.ha⁻¹) and Crocin (Absorbance of 1% water solution at 440 nm).

میزان این مواد را در اندام خود افزایش می‌دهد (Moradi et al., 2011)، در آزمایش حاضر نیز به نظر می‌رسد قرار گرفتن گیاه در شرایط تنش مواد غذایی و احتمالاً آبی باعث افزایش درصد این ماده شده است.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که تاخیر در قطع آبیاری انتهای فصل خصوصیات مربوط به گل زعفران را کاهش معنی داری داد.

همان‌طور که در شکل ۶ نیز نشان داده شده است، رابطه منفی بین میزان کروسین و عملکرد گل زعفران وجود دارد. بر اساس معادله رگرسیونی مشاهده می‌شود که به ازای هر یک کیلوگرم افزایش عملکرد زعفران در هکتار، میزان کروسین ۰/۸ کاهش یافته است. که بر اساس ضریب تبیین این معادله ۰/۸۳ تأیید می‌شود که رابطه قوی بین دو پارامتر وجود داشته است (شکل ۶). از آنجایی که، کروسین جزئی از متابولیت‌های ثانویه گیاهی هستند و گیاه معمولاً در هنگام دریافت تنش محیطی

کشاورزی می تواند نیازهای غذایی گیاه را تا حدود زیادی برطرف کنند و باعث استقرار بهتر میکروارگانیزم های خاکزی برای تناوب های بعدی شوند. از طرفی نیاز به کود شیمیایی را کاهش داده و باعث افزایش پایداری کشاورزی و سلامت محیطی انسان گردد. در نهایت، برای زراعت زعفران در منطقه لاله زار بردسیر و همچنین دیگر نواحی ایران توصیه می شود که آخرین آبیاری برای زعفران نهایتاً تا اوایل اردیبهشت ادامه یابد و از طرف دیگر استفاده از ورمی کمپوست بعنوان یک ماده سازگار با محیط زیست و سلامت انسان برای تامین نیاز غذایی زعفران موکداً توصیه می گردد.

سپاسگزاری

این تحقیق با حمایت مالی دانشگاه تربیت مدرس انجام شده است که بدین وسیله قدردانی می شود.

نتایج حاصل از این تحقیق حاکی از نقش موثر کاربرد کود ورمی کمپوست بر روی عملکرد گل زعفران بود. البته در برخی موارد نیز اثر ورمی کمپوست با کود گاوی و شیمیایی برابری کرد. نتایج تایید نمود که کود های آلی مورد استفاده با بهبود شرایط تغذیه ای، کیفیت خاک و ظرفیت نگهداری رطوبت موجود در خاک باعث افزایش ویژگی های گل زعفران شدند. در خصوص ویژگی های کیفی زعفران شامل پیکروکروسین (طعم و مزه)، سافرانال (عطر و بو) و کروسین (رنگ) نشان داد که اثرات ساده و متقابل تیمارهای مورد بررسی اثر معنی داری بر میزان پیکروکروسین و سافرانال نداشت. کروسین نیز تنها تحت تأثیر منابع مختلف کودی قرار گرفت. کروسین روندی متفاوت با دیگر صفات نشان داد یعنی کمترین میزان این شاخص در ورمی کمپوست (۱۶۳/۱) و بیشترین (۱۶۹/۷) آن در تیمار شاهد مشاهده شد. استفاده از ورمی کمپوست بدون کوچکترین صدمات و مخاطرات محیطی و با حفظ پایداری و سلامت

منابع

- Abdel- Sabour, M.F., and Abo- Seoud, M.A. 1996. Effect of organic waste compost addition on sesame growth yield and chemical composition. *Agriculture Ecosystem Environment* 6: 157-164.
- Ahmadabadi, Z., Ghajar Sepanlou, M., and Bahmanyar, M.A. 2012. Effect of vermicompost application on amount of micro elements in soil and the content in the medicinal plant of Borage. *Agricultural Crop Management* 13:1-12. (In Persian with English Summary).
- Akbarian, M.M., Heidari Sharifabad, H., Noormohammadi, Gh., and Darvish Kojouri, F. 2012. The effect of potassium, zinc and iron foliar application on the production of saffron (*Crocus sativus* L.). *Annals of Biological Research* 3 (12): 5651-5658.
- Alidadi, H., Saffari, A.R., and Peiravi, R. 2013. Effect of biofertilizers compost, vermicompost and sulfur compost on yield of saffron. *World Applied Science Journal* 21 (9): 1386-1390.
- Amirghasemi, T. 2001. Saffron, Red Gold of Iran. Ayandegan publication, Tehran. (In Persian).
- Amiri, M.E. 2008. Impact of animal manures and chemical fertilizers on yield components of saffron (*Crocus sativus* L.). *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences* 4 (3): 274-279.
- Anwar, M. D., Patra, D., Chand, S., Alpesh, K., Naqvi, A., and Khanuja, S. 2005. Effect of organic manure and inorganic fertilizer on growth, herb, oil yield, nutrient accumulation and oil quality of French basil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 36: 1737-1746.

- Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C., and Metzger, J.D. 2004. Influences of vermicomposts on field strawberries: effects on growth and yields. *Bioresource Technology* 93: 145-153.
- Archana, P.P., Theodore, J.K.R., Ngyuen, V.H., Stephan, T.T., and Kristen, A.K. 2009. Vermicompost extracts influence growth, mineral nutrients and antioxidant activity in pak choi (*Brassica rapa* cv. Bonsai, Chinensis group) growth under vermicompost and chemical fertilizer. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 89: 2383- 2392.
- Asadi, G.A., Rezvani Moghaddam, P., and Hasanzadeh Aval, F. 2014. The effect of soil and foliar application of nutrients on corm growth flower yield of saffron (*Crocus sativus* L.) in six- year- old farm. *Saffron Agronomy and Technology* 2 (1): 31-44. (In Persian with English Summary).
- Atiyeh, R.M., Arancon, N.Q., Edwards, C.A., and Metzger, J.D. 2009. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. *Bioresource Technology* 75: 175-180.
- Azizi, A. 2001. Saffron irrigation methods. M.Sc Thesis, Shiraz University.
- Aytekin, A., and Acikgoz, A.O. 2008. Hormone and microorganism treatments in the cultivation of saffron (*Crocus sativus* L.) Plants. *Molecules* 13: 1135-1146.
- 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).
- 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 Horticulure* 306 (44): 337-339.
- Biswas, D.R., and Narayanasamy, G. 2006. Rock phosphate enriched compost: An approach to improve low-grade Indian rock phosphate. *Bioresource Technology* 97 (18): 2243-2251.
- Bostian, F., Bouzairo, L., Nicolardot, B., and Ranjard, L. 2009. Impact of the wheat straw decomposition on successional pattern of soil microbial community structure. *Soil Biology and Biochemistry* 41 (2): 262-275.
- Boyer, J.S. 1968. Relationship of water potential to growth of leaves. *Plant Physiology* 43 (7): 1056-1062.
- Chen, S.Y., Zhang, Y.X., Pei, D., Sun, H.Y., and Chen, S.L. 1968. Effect of straw mulching on soil temperature and soil evaporation of winter wheat; field experiment on the north china plain. *Annals of Applied Biology* 150: 261-268.
- Coleman, D.C., and Crossley, D.A. 1996. *Fundamentals of Soil Ecology*. Academic Press, San Diego and London.
- Daneshvar Kakhki, M., and Farahmand Gelyan, K. 2012. Review of interactions between e-commerce, brand and packaging on value added of saffron: a structural equation modeling approach. *African Journal of Business Management* 6 (26): 7924-7930.
- FAO. 2010. FAOSTAT. Available in <http://faostat.fao.org>.
- Farahmand Fard, B., Kalarestaghi, K., Sadrabadi Haghghi, R., and Mirshahi, A. 2012. The effect of different rates of organic fertilizers on saffron corm production. *Second National Conference on Science and Technology, Islamic Azad University, Mashhad Branch*.
- Feizi, H., Seyyedi, S.M., and Sahabi, H. 2015. Effect of corm planting density, organic and chemical fertilizers on formation and phosphorus uptake of saffron (*Crocus sativus* L.) replacement corms during phonological stages. *Saffron Agronomy and Technology* 2 (4): 289-301. (In Persian with English

- Summary).
- Froughifar, H., and Poor-Kasmani, M.E. 2002. Soil Science and Management. Ferdowsi University of Mashhad Press. (In Persian).
- Grappeli, D.H., Galli, E., and Tomati, U. 1987. Earthworm casting effect on *Agaricus bisporus* fructification. *Agrochemical Journal* 21: 457-462.
- Hassanzadeh Aval, F. 2015. Effects of maternal corm weight and nutrient management on morphological and qualitative characteristics, yield and yield component of flower and corm of saffron (*Crocus sativus* L.). PhD thesis of Crop Ecology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.
- Heydari, Z., Besharati, H., and Maleki, S. 2014. Effect of some chemical fertilizer and biofertilizer on quantitative and qualitative characteristics of Saffron. *Saffron Agronomy and Technology* 2 (3): 177-189. (In Persian with English Summary).
- Hosseini, S.H., and Majnoon Hosseini, N. 2015. Evaluation of irrigation cut off effect at flowering stage on yield and yield components of cowpea genotypes. *Iranian Journal of Pulses Research* 6 (4): 99-108. (In Persian with English Summary).
- Hosseinzadeh, H., and Younesi, H. 2002. Petal and stigma extract of *Crocus sativus* L. have antinociceptive and antiinflammatory effects in mice. *Biomed Central Pharmacology* 2: 7-15.
- Ismaeili, V., Moradi, P., and Ansari, Kh. 2015. Changes of crocin, picrocrocin and safranal in saffron (*Crocus sativus* L.) treated with compost and biological fertilizations. The first national conference on the use of medicinal plants and traditional medicine in life style, University of Torbat Heidariyeh, Iran, 6 December 2015. pp. 46-49. (In Persian with English Summary).
- ISO/TS 3632-2. 2003. Technical Specification. *Crocus sativus* L. Saffron. Ed. ISO, Geneva, Switzerland.
- Jahan, M., and Jahani, M. 2007. The effects of chemical and organic fertilizers on saffron flowering. *Acta Horticulturae* 739: 81-86.
- Khatamian, N., Nabavi Kalat, M., and Bakhsh Kalarestaghi, K. 2011. Effects of humic acid on morphological characteristics and grain yield of triticale cv. Javanilu. The first national conference on new issues in agriculture, Islamic Azad University, Sabzevar Branch.
- Koocheki, A., Fallahi, H.R., Amiri, M.B., and Ehyaei, H.R. 2016. Effects of humic acid application and mother corm weight on yield and growth of Saffron (*Crocus sativus* L.). *Journal of Agroecology* 7 (4): 425-442. (In Persian with English Summary).
- Koocheki, A., Jamshid Eyni, M., and Seyyedi, S.M. 2014. The effects of mother corm size, manure and chemical fertilizers on replacement corm criteria and yield of saffron (*Crocus sativus* L.). *Journal of Saffron Research* 2 (1): 34-46. (In Persian with English Summary).
- Krishnamoorthy, R.V., and Vajrabhiah, S.N.V. 1986. Biological activity of earthworm cast an assessment of plant growth promoter levels in casts. *Proceeding of Indian academy of Sciences (animal Science)* 95: 341-351.
- Lee, J. 2010. Effect of application methods of organic fertilizer on growth, soil chemical properties and microbial densities in organic bulb onion production. *Sciatica Horticulture* 124: 299-305.
- Mao, J., Olk, D.C., Fang, X., He, Z., and Schmidt-Rohr, K. 2008. Influence of animal manure application on the chemical structures of soil organic matter as investigated by advanced solid-state NMR and FT-IR spectroscopy. *Geoderma* 146: 353-362.
- Martin, J.P., Black, J.H., and Hawthorne, R.M. 1997. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. *Bioresource Technology* 75: 175-180.

- Mohamadzadeh, A.R., and Pasban, M. 2007. Effect of sources and levels of organic fertilizers on crop yield of saffron flowers. Tenth Congress of Soil Science, College of Agriculture and Natural Resources, Tehran University, 6-4 September 2007. pp.156. (In Persian with English Summary).
- Mohammad Poor, J., Ghodsi, M.R., Shariat-Madari, Z., Adib, M.R., and Jahedipoor, S. 2013. Evaluation of the effects of irrigation regime and different fertilizers on some morphological traits and yield of saffron crop. 2th National saffron conference. Torbat-Heydarieh, Iran. December 2013. pp. 8 (In Persian).
- Mohammadi Aria, M., Lakzian, A., Haghnia, G., Besharati, H., and Fotovvat, A. 2011. Effect of *Thiobacillus* and *Aspergillus* on availability of phosphorus from enriched phosphate soil with sulfur and vermicompost. Iranian Journal of Water Soil 24: 1-9. (In Persian with English abstract).
- Mollafilabi, A. 2003. Experimental findings of production and ecophysiological aspects of saffron (*Crocus sativus* L.). Acta Horticulturae 650: 195-200.
- Mollafilabi, A., Koocheki, A., Rezvani-Moghaddam, P., and Nasiri-Mahalati, M. 2013. Effect of plant density and corm weight on yield and yield components of saffron (*Crocus sativus* L.) under soil, hydroponic and plastic tunnel cultivation. Journal of Agroecology. (In Persian with English summary).
- Monzon, J.P., Sadras, V.O., and Andrade, F.H. 2006. Fallow soil evaporation and water storage as affected by stubble in sub-humid (Argentina) and semi-humid (Australia) environment. Field Crops Research 98: 83-90.
- Moradi, R., Rezvani Moghaddam, P., Nasiri Mahallati, M., and Nezhadali, A. 2011. Effects of organic and biological fertilizers on fruit yield and essential oil of sweet fennel (*Foeniculum vulgare* var. dulce). Spanish Journal of Agricultural Research 9 (2): 546-553.
- Mosaferi, 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 18: 24-44.
- Naghdbadi, H., Omid, H., Golzad, A., Torabi, H., and Fotookian, M.H. 2011. Change in Crocin, Safranal and Picrocrocin content and agronomical characters of saffron (*Crocus sativus* L.) under biological and chemical of phosphorous fertilizers. Journal of Medicinal Plants 4: 58-68.
- Nielsen, D.C. 1997. Water use and yield of canola under dry land conditions in the central Great Plains. Journal of Production Agriculture 10: 303-313.
- Omid, H., Naghdibadi, H.A., Golzad, A., Torabi, H., and Fotoukian, M.H. 2009. The effect of chemical and bio-fertilizer source of nitrogen on qualitative and quantitative yield of saffron (*Crocus sativus* L.). Journal of Medicinal Plant 8: 98-109.
- Pandey, R. 2005. Mangement of *Meloidogyne incognita* in *Artemisia pallens* with bio-organic. Phytoparasitsca Journal 33: 304-308.
- Patra, D.D., Anwar, M., and Chand, S. 2000. Integrated nutrient management and waste recycling for restoring soil fertility and productivity in Japanese and mustard sequence in Uttar Pradesh, India. Agriculture, Ecosystem and Environment 80: 267-275.
- Ramezani, A. 2000. Evaluation of corm weight and climate on saffron yield in Neishaboer. MSc dissertation, Tarbiat Modares University. (In Persian with English Summary).

- Rezaie, A. 2017. Assessing effect of the last irrigation cut-off time and various fertilizer resources on quantitative and qualitative characteristics of Saffron. M.Sc thesis, University of Torbat Heydarieh.
- Rezaie, A., Feizi, H., and Moradi, R. 2017. Assessing effect of the last irrigation cut-off time and various fertilizer resources on quantitative and qualitative characteristics of Saffron. MSc Thesis. University of Torbat Heydarieh. Iran. 83 p.
- Rezvani Moghaddam, P., Mohammad Abadi, A.A., Falahi, H.R., and Aghhavana Shajari, M. 2014. effects of nutrient management on flower yield and corm characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.). Journal of Horticulture Science 28 (3): 427-434. (In Persian with English Summary).
- Rezvani Moghaddam, P., Koocheki, A., Molafilabi, A., and Seyyedi, S.M. 2013. Effect of biological and chemical fertilizers on replacement corm and flower yield of saffron (*Crocus sativus* L.). Iranian Journal of Crop Sciences 15 (3): 234–246. (In Persian with English Summary).
- Sadeghi, A., Bakhsh Kelarestaghi, K., and Hajmohammadnia Ghalibaf, K. 2014. The effects of vermicompost and chemical fertilizers on yield and yield components of marshmallow (*Althea officinalis* L.). Agroecology 6 (1): 42-50.
- Sadeghi, B. 2012. Effect of corm weight on saffron flowering. Proceedings of the 4th International Saffron Symposium. Keshmir, Iran.
- Sepaskhah, A.R., and Kamgar-Haghighi, A.A. 2009. Saffron irrigation regime. International Journal of Plant Production 3 (1):1-16.
- Sharifi Ashoor Abadi, A. 1998. Evaluation of soil fertility in agroecosystems. Ph.D. Thesis. Islamic Azad Univesity of Oloum Tahghighat, Tehran, Iran. (In Persian).
- Shirani, H., Abolhasani Zeraatkar, M., Lakzian, A., and Akhgar, A., 2011. Decomposition rate of municipal wastes compost, vermi compost, manure and pistachio compost in different soil texture and salinity in laboratory condition. Water Soil 25 (1): 84–93. (In Persian with English Summary).
- Sing, A., and Beisin, S.S. 1998. Effectiveness of compost towards increasing productivity of some medicinal plants in skeletal soil. Advances in Forestry Rasearch in India 18: 64-83.
- Temperini, O., Rea, R., Temperini, A., Colla, G., and Roupael. 2009. Evaluation of saffron (*Crocus sativus* L.) production in Italy: Effect of the age of saffron fields and plant and plant density. Food, Agriculture and Environment 7 (1): 19-23.
- Tomati, U., Grappelli, A., and Galli, E. 1988. The hormone like effect of earthworm casts on plant growth. Biology and Fertility of Soils 5 (4): 288-294.
- Wu, S.C., Cao, Z.H., Li, Z.G., Cheung, K.C., and Wong, M.H. 2004. Effect of bio fertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth. Geoderma 125 (2): 155-166.

Response of quantitative and qualitative characteristics of Saffron flower to the last irrigation cut-off time and various fertilizer resources

Anis Rezaie¹, Hassan Feizi^{2} and Rooholla Moradi³*

Submitted: 3 November 2017

Accepted: 22 April 2018

Moradi, R., Rezaie, A., and Feizi, H. 2019. Response of quantitative and qualitative characteristics of Saffron flower to the last irrigation cut-off time and various fertilizer resources. *Saffron Agronomy & Technology* 7(1): 3-25.

Abstract

In order to evaluate the effect of last irrigation cut-off time and various fertilizer resources on quantitative and qualitative characteristics of Saffron (*Crocus sativus* L.) flower, an experiment was conducted in a split-plot arranged as a randomized complete block design with three replications and 18 treatments in a four year research farm of Jihad ministry located in Lalezar village, Bardsir region, Kerman province, in 2015-2016. The experimental treatments were irrigation cut-off time (conventional time (5 May), 15 days before the conventional time (20 April) and 15 days after conventional time (20 May)) assigned to the main plot, and nutritional resources (cow manure 40 t ha⁻¹, hen manure 15 t.ha⁻¹, vermicompost 10 t ha⁻¹, humic acid 2 kg ha⁻¹, and chemical fertilizer containing 200 kg ha⁻¹ urea and 140 kg.ha⁻¹ P and K) as subplot. The analysis of variance results showed that the effect of irrigation cut-off treatment was significant on all the quantitative traits, but the treatment had no significant effect on qualitative traits of flower. The results showed that the delay in irrigation cut-off led to a significant decrease in other traits. As, the highest number of flowers (41.10 in m⁻²), fresh (145.16 kg.ha⁻¹) and dry (19.41 kg.ha⁻¹) weight of flower, fresh (11.12 kg.ha⁻¹) and dry (2.02 kg.ha⁻¹) weight of stigma were found in the earlier irrigation cut-off treatment (before the conventional time). The effect of fertilizer resources on all the studied traits was significant except for the values of picrocrocin and safranal. In all the irrigation treatments, vermicompost and cow manure significantly produced higher flower number and stigma yield than other fertilizer treatments. Dry stigma yield in chemical fertilizer (1.91 kg.ha⁻¹), hen manure (1.57 kg.ha⁻¹) and humic acid (1.42 kg.ha⁻¹) was significantly higher than control (1.26 kg.ha⁻¹). The highest (169.7 nm) and lowest (163.1 nm) amount of crocin were obtained in control and vermicompost treatments, respectively. In general, the results showed that irrigation cut-off in April with using vermicompost fertilizer had the best conditions for saffron cultivation in the Bardsir region of Kerman.

Keywords: Conventional irrigation, Crocin, Picrocrocin, Safranal, Stigma

1 - MSc Student, Department of Plant Productions, University of Torbat Heydarieh, Torbat Heydariye, Iran

2- Assistance Professor, Department of Plant Production, Saffron Institute Researcher, University of Torbat Heydarieh, Torbat Heydarieh, Iran

3- Assistance Professor, Department of Plant Productions, Agricultural Faculty of Bardsir, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran

(*- Corresponding author Email: h.feizi@torbath.ac.ir)

DOI: 10.22048/jsat.2018.104452.1267