نشریه زراعت و فناوری زعفران
جلد ۷، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸ ص. ۲۲۵-۲۰۷

Saffron Agronomy & Technology
Vol. 7, No. 2, Summer 2019, P. 207-225
Archive of SID

بررسی برخی روش های مدیریت تغذیه و آبیاری به منظور سازگاری و توسعه کشت زعفران در مناطق خشک

محمود غلامی[۱]، محمد کافی[۲*]، حمید رضا خزایی[۲] و حسین ابرقوئی[۳]

تاریخ دریافت: ۲۹ آبان ۱۳۹۶ **تاریخ پذیرش:** ۱۸ شهریور ۱۳۹۷

غلامی، م.، کافی، م.، خزایی، ح. م.، و ابرقوئی، ح. ۱۳۹۸. بررسی برخی روش های مدیریت تغذیه و آبیاری به منظور سازگاری و توسعه کشت زعفران در مناطق خشک. زراعت و فناوری زعفران، ۷(۲): ۲۰۷-۲۲۵.

چکیده

به منظور بهبود عملکرد زعفران و تغییر الگوی کاشت در مناطق خشک، آزمایشی بصورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار طی سال‌های زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۲ در یک مزرعه تحقیقاتی واقع در روستای چرخاب از توابع استان یزد به اجرا درآمد. سطوح فاکتور اصلی شامل سه سطح آبیاری (آبیاری تا ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی) به عنوان کرت‌های اصلی و ۷ تیمار مختلف مدیریت کودی شامل شاهد، ۱۰ تن در هکتار کود دامی یا ورمی‌کمپوست به صورت توزیع روی سطح خاک، ۵ و ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به صورت ردیفی در زیر ردیف‌های کاشت، ۱۰ لیتر در هکتار هیومستر سفرون در یک نوبت و در دو نوبت پس از گلدهی، به عنوان کرت‌های فرعی بود. نتایج نشان داد که کاهش آبیاری از ۷۵٪ به ۵۰٪ نیاز آبی موجب کاهش معنی‌دار وزن خشک برگ، وزن بزرگترین بنه، وزن کل بنه و تعداد بنه مؤثر در بوته شد. اختلاف عملکرد بین تیمارهای آبیاری هر ساله بیشتر شد. به‌طوریکه در سال اول آزمایش، تیمارها از نظر تعداد گل اختلاف معنی‌داری نداشتند اما در سال سوم آزمایش تعداد گل در تیمار ۱۰۰٪ نیاز آبی با میانگین ۱۰۰/۷۶ گل در هر کرت بصورت معنی‌داری بیش از دو تیمار دیگر بود. همچنین با کاهش آبیاری از ۱۰۰٪ به ۷۵٪ نیاز آبی، تعداد کل بنه بیش‌از ۴۰٪ کاهش یافت، اما وزن کل بنه کمتر از ۳۰٪ کاهش یافت. بین تیمارهای مدیریت کودی، مصرف ورمی‌کمپوست به مقدار ۱۰ تن در هکتار به‌صورت ردیفی در زیر ردیف‌های کاشت (10RV) و مصرف کود هیومستر سفرون به مقدار ۱۰ لیتر در هکتار طی دو نوبت در طول فصل رشد (CH) به صورت معنی‌داری مطلوبتر بود. بطوریکه بیشترین تعداد گل در سال‌های دوم و سوم آزمایش در تیمار 10RV به ترتیب ۷۱/۷۸ و ۹۸/۲۲ عدد در هر کرت بدست آمد اما سود خالص حاصل از تیمار CH حدود ۱۳/۵ برابر بیش از بهترین تیمار این آزمایش (10RV) بود. درمجموع، روند تغییرات صفات طی سه سال آزمایش نشان داد که مزیت مصرف هیومستر سفرون نسبت به سایر تیمارها بیشتر است. لکن توصیه می‌شود در تحقیقات آتی مقادیر بیشتر این کود مورد بررسی قرار گیرد.

کلمات کلیدی: کود دامی، ورمی‌کمپوست، وزن بنه، هیومستر سفرون.

۱- دانشجوی دکتری گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲- استاد گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- استادیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه پیام نور استان یزد
(*- نویسنده مسئول: m.kafi@um.ac.ir)

DOI: 10.22048/jsat.2018.106340.1272

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

زعفران می‌تواند گیاه مناسبی برای قرار گرفتن در الگوی کاشت مناطق خشک باشد. چراکه از یک طرف، به‌واسطه خصوصیات موفولوژیکی و فیزیولوژیکی، گیاهی کم آبخواه است و از طرف دیگر دوره رشد آن با الگوی بارندگی در مناطق خشک مطابقت دارد. براساس منابع، نیاز آبی زعفران در طول دوره رشد از حدود ۰/۷ میلی‌متر در روز در مهرماه تا ۲/۵ میلی‌متر در ماه‌های اسفند و فروردین متغیر است (Kafi et al., 2002). همچنین به‌دلیل اختلاف در میزان نزولات جوی، ضرایب گیاهی و میزان تبخیر و تعرق در مناطق مختلف متغیر است. به‌طوری‌که خادمی و همکاران (Khademi et al., 2014) در تحقیق خود در شهر خرم‌آباد گزارش نمودند که عملکرد این گیاه در کشت دیم و آبی اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشته است. اما در مناطق خشک و نیمه خشک غالبا شرایط اینگونه نیست و کاهش رطوبت عامل اصلی کاهش عملکرد محسوب می‌شود. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2017) گزارش کردند که عملکرد زعفران طی ۳۰ سال گذشته (از سال ۱۳۶۰ تا ۱۳۹۳) از ۵/۱ کیلوگرم در هکتار به ۳/۲ کیلوگرم در هکتار رسیده است. آن‌ها از جمله مهمترین عوامل مؤثر بر این موضوع را افزایش سطح زیر کشت، خشکسالی و عدم تأمین نیاز آبی و کاهش کیفیت منابع آب دانستند. با این وجود، آن‌ها بالاترین عملکرد را در استان اصفهان با اقلیم خشک تا نیمه خشک (که با شرایط این آزمایش بیشترین تطابق اقلیمی را دارد) گزارش کردند که برابر با ۶/۱ کیلوگرم در هکتار است. تحقیقات نشان داده است که افزایش آبیاری می‌تواند وزن بنه، عملکرد و تولید زعفران را افزایش دهد (Sabet Teimouri et al., 2010). بررسی سطوح مختلف تیمار آبیاری شامل ۱۰۰٪، ۷۵٪، ۵۰٪ تبخیر و تعرق پتانسیل با دور آبیاری ۲۵ روزه و عدم آبیاری در طول دوره رشد (دیم) در شیراز نشان داد که تعداد و وزن کل بنه زعفران با کاهش آبیاری به شدت کاهش خواهد یافت (Khazaei et al., 2013).

برای تعدیل اثر تنش خشکی، دو استراتژی عمده شمل اجتناب از خشکی و تحمل به خشکی وجود دارد. برای اجتناب از خشکی بایستی به روش‌های به زراعی که میزان آب در دسترس گیاه را افزایش می دهد توجه کرد. مصرف کود دامی می‌تواند در حفظ رطوبت خاک مؤثر باشد (Koocheki et al., 2011a). برخی تحقیقات نیز نشان داده است که ورمی کمپوست دارای قدرت بالای جذب و نگهداری آب و عناصر غذایی بوده و در نتیجه باعث تخلخل زیاد، تهویه و زهکشی مناسب می‌شود و استفاده از آن در کشاورزی پایدار در جهت فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم محلول عمل نموده و سبب بهبود رشد و عملکرد گیاهان زراعی می‌شود (Arancon et al., 2004). در تحقیق دیگری مشخص شد که کودهای آلی موجب بهبود صفات رویشی در زعفران می‌شود که در نتیجه افزایش محتوی رطوبت خاک و دسترسی بهتر به موادغذایی حاصل شد (Behdani et al., 2005). همچنین بهدانی (Behdani, 2005) گزارش داد که استفاده از کودهای آلی موجب افزایش وزن تر بنه و میزان ریشه‌های بنه شد. وی این اثرات را به افزایش رطوبت خاک و بهبود رشد گیاه نسبت داد. محمد زاده (Mohammadzadeh, 2007) با بررسی اثر چند منبع کود آلی در مزارع زعفران، نشان داد که بیشترین عملکرد گل با مصرف کود گاوی و کمترین مقدار عملکرد گل با مصرف کود مرغی بدست آمد.

تحقیقات نشان داده است که پتاسیم در بسیاری از مکانیسم های مرتبط با تحمل به خشکی در گیاهان از جمله پایداری غشاء سلولی، جذب آب، تنظیم اسمزی، هدایت روزنه‌ای و نهایتاً

www.SID.ir

Archive of SID

افـزایش تحمـل بـه خشـکی نقـش دارد (Wang et al., 2013). همچنـین سـبزواری و همکـاران (Sabzevari et al., 2010) گزارش کردند که اسید هیومیک از طریق افـزایش جـذب آب و مواد غذایی، افزایش فراهمی عناصـر، تقویـت و توسـعه سیسـتم ریشه، افزایش محتوای کلروفیل و نیز تغییر فعالیت آنـزیم‌هـا در بهبـود رشـد گیاهـان مـؤثر اسـت. عثمـانی رودی و همکـاران (Osmani Roudi et al., 2015) در مقایسـه مقـادیر مختلـف هیومیک اسید و کود دامی به ایـن نتیجـه رسـیدند کـه هرچنـد بهترین نتایج با مصرف ۴۰ تن در هکتار کود دامی بدسـت آمـد ولی استفاده از ۴۰ لیتر در هکتار هیومیک اسـید موجـب شـد تـا اختلاف معنی‌داری بین این تیمار و تیمار کود دامی وجود نداشته باشـد. کـوچکی و همکـاران (Koocheki et al., 2012) گـزارش نمودند که مصرف اسید هیومیـک موجـب بهبـود شـاخص‌هـای مرتبط با رشد بنه در زعفران شده است. مصرف هیومیـک اسـید به مقدار ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر موجب افـزایش معنـی‌دار تعـداد برگ در بوته، وزن تر و خشک برگ، تعداد بنه دختری و وزن بنه مادری شد (Golzari Jahan Abadi et al., 2005).

هدف از این تحقیق، شناسایی برخی روش‌های به زارعی به منظور تعدیل تنش‌های محیطی در منـاطق کـویری بـه عنـوان راهکاری برای توسعه کشت زعفران و حفظ حیات کشـاورزی در این مناطق است.

مواد و روش‌ها

آزمایش در روستای چرخـاب از توابـع شهرسـتان اشـکذر در استان یزد در سال ۱۳۹۲ شروع شـد. اسـتان یـزد بـه اسـتثنای منطقه کوهستانی شیرکوه، اقلـیم گـرم و خشـک و بیابـانی دارد (http://www.irimo.ir). این آزمایش به‌صورت کرت‌هـای خـرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه سطح آبیـاری به عنوان کرت‌های اصلی و ۶ روش مختلف مدیریت کـودی بـه همراه شاهد (جمعاً ۷ تیمار) به عنوان کرت‌های فرعـی و در سـه تکرار به اجرا درآمد. سطوح تیمـار آبیـاری عبـارت از آبیـاری تـا ۱۰۰٪، ۷۵٪ و ۵۰٪ نیاز آبی زعفران بود که از اواسط آذرمـاه در فواصل ۱۵ روزه تأمین شد. زمان شروع تیمارهای آبیاری، پس از پایان گلدهی و سبز شدن یکنواخت بوته‌ها بود. و سـطوح تیمـار مدیریت کودی شامل شاهد (عدم مصرف کود)، مصرف ۱۰ تـن در هکتار کود دامـی (10M) و یـا ۱۰ تـن ورمـی‌کمپوسـت بـه صورت توزیـع یکنواخـت روی هرکـرت قبـل از کاشـت (10V)، مصرف ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به صورت ردیفی در زیر ردیـف‌هـای کاشـت (10RV)، مصـرف ۵ تـن در هکتـار ورمی‌کمپوست بـه صـورت ردیفـی در زیـر ردیـف‌هـای کاشـت (5RV)، مصرف ۱۰ لیتر در هکتار هیومستر سفرون در یک نوبت (SH) و مصرف ۱۰ لیتر در هکتار هیومستر سـفرون در دو نوبـت (CH) پس از گلدهی بودند که در ۶۳ کرت آزمایشی با ابعاد ۲*۱ متر اجرا شد و تیمارهای آزمایشی برای مدت سـه سـال متـوالی تکرار شد. تیمارهای ورمی کمپوست و کود دامی بـدلیل ماهیـت خاک کاربرد آن‌ها و عدم امکان تکرار آن‌هـا فقـط در سـال اول استفاده شدند و کود هیومستر سفرون در هر سه سـال آزمـایش طبق تیمارهای فوق مورد استفاده قـرار گرفـت. کـود هیومسـتر سفرون استفاده شده در این آزمایش تولید شرکت گلسنگ کـویر یزد دارای ۱۲٪ هیومیک اسید، ۳٪ فولویک اسید، ۱۰٪ فسـفر و ۲۰٪ پتاسیم بود.

بنه هـای مـورد نظـر بـرای کاشـت از بخـش نیـر، از توابـع شهرستان تفت در استان یزد تهیه شد. پس از تهیه بنه‌ها نسـبت به دسته‌بندی و حذف بخشی از پوشال اقدام شد. کاشت بنه‌ها در مهرماه سال ۹۲ با استفاده از بنه‌هایی که متوسـط وزن آن‌هـا ۶ گرم بود صورت گرفت. هر کرت شامل ۴ ردیف ۲ متری بود که بـر اسـاس نتـایج تحقیقـات محمـد آبـادی و همکـاران (Mohammad-Abadi et al., 2011) فاصله ردیف‌هـای کاشـت ۲۰ سانتیمتر و فاصله بنه‌ها در هر ردیف ۱۰ سـانتی‌متـر در نظـر

www.SID.ir

Archive of SID

گرفته‌شد و یک ردیف نکاشت در یک طرف هرکرت به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. عمق کاشت نیز بر اساس نتایج تحقیقات کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2011b) ۲۰ سانتیمتر در نظر گرفته شد.

برای تعیین حجم آب آبیاری، بر اساس آمار هواشناسی در هر دوره، میزان تبخیر و تعرق از تشتک تبخیر، محاسبه و در ضریب تشت (۰/۷) ضرب شد. برای اعمال ضرایب گیاهی زعفران در ماه‌های مختلف از منابع ارائه شده توسط کافی و همکاران (Kafi et al., 2002) استفاده شد. نهایتاً با احتساب کسر آبشویی و راندمان آبیاری ۳۰٪، به طور متوسط عمق آبیاری اعمال شده برای هر یک از تیمارها در طول فصل رشد به ترتیب حدود ۴۰، ۳۰ و ۲۰ سانتی‌متر برآورد شد. در سال اول آزمایش پس از کاشت بنه‌ها، آبیاری صورت گرفت. آبیاری اول بصورت یکنواخت برای کل مزرعه در نظرگرفته شد. عمق آب در این آبیاری در محاسبات آبیاری مد نظر قرار نگرفت و با توجه به احتمال شوری زمین، عمق آبیاری دراین نوبت، حدود ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد تا با اعمال کسرآبشویی، امکان شستشوی بیشتر نمک در خاک وجود داشته باشد.

اندازه‌گیری‌ها در سال اول آزمایش از اول آذرماه و در سال دوم و سوم آزمایش با توجه به تاخیر در آبیاری و سبز شدن بوته‌ها از اواسط آذرماه شروع شد. در هر کرت به منظور کاهش اثرات حاشیه‌ای، یک بوته به روش ضربدری انتخاب شده و از بوته‌های انتخاب شده برای اندازه‌گیری طول برگ در طول دوره رشد، استفاده شد. شمارش تعداد گل هر دو روز یکبار از سطح کل کرت‌های آزمایشی صورت می‌گرفت و پس از چیدن گل‌ها در هر کرت، وزن تر گل بصورت روزانه اندازه‌گیری و در پایان دوره گلدهی، مجموع آن‌ها به عنوان وزن تر گل در هر کرت مورد ارزیابی قرارگرفت. به دلیل وزن کم کلاله، امکان اندازه‌گیری وزن کلاله در هر نوبت اندازه‌گیری وجود نداشت، لذا کلاله گل‌های مربوط به هر کرت بصورت مجزا در پاکت‌های کاغذی کوچک نگهداری شد و کلاله مربوط به آن کرت در روزهای بعدی نیز به آنها اضافه می‌گردید. در پایان دوره گلدهی، مجموع وزن کلاله‌ها در هر کرت اندازه‌گیری و به عنوان وزن خشک کلاله در آن کرت مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

طول نهایی برگ که در اینجا آورده شده مربوط به حداکثر طول برگ قبل از شروع خشک شدن برگ‌ها می‌باشد که تقریباً اواخر بهمن بدست آمد. برای اندازه‌گیری محتوی نسبی آب برگ از معادله ۱ استفاده شد (Kaya et al., 2001). که در آن M_1 وزن تر نمونه‌ها پس از نمونه گیری در مزرعه است. M_2 وزن نمونه‌های اشباع شده و M_3 وزن خشک نمونه‌های برگ می‌باشد.

$$RWC = \frac{M_1 - M_3}{M_2 - M_3} \quad (۱)$$

برای اندازه‌گیری تراوش یونی از معادله ۲ استفاده شد (Kaya et al., 2001). که در آن EC_1 هدایت الکتریکی محلول پس از قرارگرفتن نمونه‌های غوطه‌ور در آب مقطر برای مدت ۲۴ ساعت در انکوباتور شیکر و در دما ۲۵ درجه سانتی‌گراد است و EC_2 هدایت الکتریکی محلول پس از اتکلاو نمودن نمونه‌ها در دمای ۱۲۰ درجه برای مدت ۲۰ دقیقه است.

$$IL = \frac{EC_1}{EC_2} \quad (۲)$$

این صفات در برگ طی سه نوبت اندازه‌گیری شد و میانگین آن‌ها به عنوان نتیجه نهایی مورد ارزیابی قرارگرفت. برای بررسی صفات مرتبط با بنه، در پایان هر فصل رشد، یک بوته بصورت تصادفی با احتساب اثرات حاشیه‌ای انتخاب و کل بوته از خاک بیرون آورده شد و تعداد کل بنه‌ها و وزن تک تک بنه‌ها اندازه‌گیری شد. از آنجا که در برخی تحقیقات، بنه‌های با وزن بیش از ۵ گرم را دارای قابلیت گلدهی دانسته‌اند (Sadeghi,

www.SID.ir

Archive of SID

1993)، لذا در این تحقیق بنه‌های با وزن بیش از ۵ گرم به عنوان بنه مؤثر محسوب شد و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نسبت وزنی وعددی بنه مؤثر نیز از تقسیم وزن یاتعداد بنه بیش از ۵ گرم در هر بوته بر وزن یا تعداد کل بنه در همان بوته بدست آمد. وزن خشک برگ مربوط به برگ‌های یک بوته کامل است که در اواخر دوره رشد و قبل از شروع زرد شدن بوته‌ها چیده شد. سال اول آزمایش به عنوان سال استقرار بنه‌ها و سازگاری به شرایط اقلیمی جدید محسوب شد لذا بخشی از صفات در سال اول آزمایش اندازه‌گیری نشده ولی در سال‌های بعد همه صفات مرتبط با رشد و عملکرد زعفران اندازه‌گیری و مورد ارزیابی قرار گفت. برای برآورد سود و زیان تیمارهای کودی، قیمت هر کیلو کلاله زعفران بر مبنای متوسط قیمت زعفران پوشالی از قرار کیلویی ۵۸ میلیون ریال و قیمت کود دامی و ورمی‌کمپوست مورد استفاده در این آزمایش به ترتیب از قرار کیلویی ۱۵۰۰ و ۳۰۰۰ ریال در نظر گرفته شد. همچنین قیمت کود هیومستر سفرون لیتری ۱۵۰۰۰۰ ریال منظور گردید. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار SPSS20 و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ استفاده شد.

نتایج و بحث

مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۱) نشان داد که در سال اول، طول برگ فقط تحت تأثیر تیمار ۵۰٪ نیاز آبی کاهش معنی‌داری پیدا کرد بطوریکه در این تیمار، متوسط طول برگ بیش از ۳ سانتیمتر کمتر از تیمار ۱۰۰٪ نیاز آبی بود. در سال دوم طول برگ در تیمار ۷۵٪ نیاز آبی اختلاف معنی‌داری با هیچیک از تیمارهای ۵۰٪ و ۱۰۰٪ نیاز آبی نداشت اما این‌دو تیمار با یکدیگر اختلاف معنی‌دار داشتند. در سال سوم آزمایش نیز مجددا طول برگ در تیمار ۵۰٪ نیاز آبی اختلاف معنی‌داری با دو تیمار دیگر داشت به‌طوری‌که متوسط طول برگ در این تیمار به ترتیب ۵/۷۷ و ۷/۷۳ سانتی‌متر کمتر از متوسط طول برگ در تیمارهای ۷۵٪ و ۱۰۰٪ نیاز آبی بود. در مجموع در سه سال آزمایش، کاهش آبیاری از ۱۰۰٪ نیاز آبی به ۵۰٪، موجب شد تا طول برگ در این سه سال به ترتیب ۸٪، ۶٪ و ۸٪ کاهش یابد. این کاهش طول برگ با کاهش محتوی نسبی‌آب برگ که در این آزمایش اندازه‌گیری شده است بیشترین تطابق را داشت (جدول ۱). به‌طوریکه کاهش آبیاری موجب شد تا محتوی نسبی آب برگ، در این سه سال به ترتیب ۹٪ ، ۶٪ و ۹٪، کاهش یابد. تنش خشکی موجب کاهش آب در دسترس و نهایتاً کاهش محتوی نسبی آب برگ شد که این امر از چند جهت می‌تواند بر رشد و عملکرد گیاه تأثیر منفی بگذارد. در زعفران طول برگ مهمترین عامل مؤثر بر سطح برگ است (Kafi et al., 2002)، لذا کاهش طول برگ موجب کاهش سطح فتوسنتزکننده و تولید مواد فتوسنتزی در گیاه خواهد شد. همچنین مشخص شده است که کاهش محتوی نسبی آب برگ از طریق کاهش هدایت روزنه‌ای می‌تواند موجب کاهش فتوسنتز شود (Shamsi, 2010).

مقایسه میانگین داده‌ها در رابطه با وزن خشک برگ (جدول ۱)، نشان داد که در سال اول آزمایش، وزن خشک برگ در تیمار ۵۰٪ نیاز آبی بصورت معنی‌داری کمتر از تیمار ۱۰۰٪ نیاز آبی است اما با تیمار ۷۵٪ نیاز آبی اختلاف معنی‌داری نداشت. در سال‌های دوم و سوم آزمایش وزن خشک برگ در تیمار ۵۰٪ نیاز آبی بصورت معنی‌داری کمتر از دو تیمار دیگر بود بطوری‌که در این دو سال وزن خشک برگ در تیمار ۵۰٪ نیاز آبی به ترتیب ۴۲٪ و ۳۷٪ کمتر از تیمار شاهد (۱۰۰٪ نیاز آبی) بود. با توجه به اینکه در این آزمایش، سال اول به عنوان سال استقرار بوته‌ها در نظرگرفته‌شد و اعمال تیمارهای آبیاری کمی دیرتر از سایر سال‌ها شروع شد، لذا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای ۵۰٪ و ۷۵٪ نیاز آبی در سال اول آزمایش می‌تواند به دلیل آبیاری بیشتر تیمارها در این سال باشد. ضمن آنکه بررسی

www.SID.ir

Archive of SID

تعداد جوانه مولد برگ در طی سه سال آزمایش نیز نشان داد که بین تیمارها از نظر تعداد جوانه در بوته در سال اول آزمایش اختلاف معنی‌داری وجود ندارند و این موضوع با نحوه اعمال تیمار آبیاری در سال اول و این واقعیت که اکثر جوانه‌ها در همان اوایل دوره رشد فعال می‌شوند مطابقت دارد.

نتایج نشان داد که تراوش یونی در برگ در سال اول آزمایش تحت تأثیر تیمارهای آبیاری قرار نگرفت (جدول ۱). بنظر می‌رسد عدم تأثیر تیمار آبیاری بر میزان تراوش یونی برگ در سال اول آزمایش به دلیل تاخیر در شروع تیمار آبیاری در سال اول، اعمال آبشویی برای کنترل نمک و ایجاد شرایط یکنواخت رشد در سال اول و همچنین نمونه‌گیری و اندازه‌گیری زودهنگام تراوش یونی در برگ در این سال باشد. بررسی میزان تراوش یونی در دو سال بعد نشان داد که در هر دو سال با کاهش آبیاری میزان تراوش یونی افزایش یافت (جدول ۱). هرچند میزان تراوش یونی در تیمار ۷۵٪ و ۱۰۰٪ نیاز آبی طی این دو سال اختلاف معنی‌داری نداشت، اما میزان تراوش یونی در تیمار ۵۰٪ نیاز آبی در مقایسه با تیمار شاهد در سال‌های دوم و سوم آزمایش به ترتیب ۲۰٪ و ۱۵٪ افزایش یافت. این نتایج با نتایج تحقیقات ثابت تیموری و همکاران (Sabet Teimouri et al., 2010) مطابقت دارد بطوریکه بر اساس نتایج تحقیق آنها، تراوش یونی در برگ زعفران در شرایط تنش تا حدود ۱۰٪ افزایش یافت. برخلاف تراوش یونی در برگ، تراوش یونی در بنه از همان سال اول تحت تأثیر تیمارهای آبیاری قرار گرفت (جدول ۱). چراکه زمان اندازه‌گیری تراوش یونی در بنه در انتهای فصل رشد و پس از اعمال کامل تیمارها بوده است. در سال دوم آزمایش اختلاف معنی‌داری بین تیمار ۷۵٪ و ۱۰۰٪ نیاز آبی مشاهده نشد اما در عین حال هر دو تیمار اختلاف معنی‌داری با تیمار ۵۰٪ نیاز آبی داشتند. در سال سوم بین هر سه تیمار اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ مشاهده شد و در مجموع هر ساله بیشترین میزان تراوش یونی در تیمار ۵۰٪ نیاز آبی به‌دست آمد. بیشتر بودن میزان تراوش یونی در برگ‌ها در مقایسه با بنه‌ها می‌تواند به دلیل منشاء تشکیل رادیکال‌های آزاد باشد. به‌طوری‌که کاهش نسبت CO_2/O_2 در برگ‌ها، محدودشدن فتوسنتز (Moussa, 2006)، افزایش غلظت شیره سلولی، کاهش سرعت واکنش‌های فتوسنتز و نهایتاً اختلال در واکنش‌های تاریکی فتوسنتز (Salarpour & Farahbakhsh, 2016)، موجب افزایش مولکول‌های پرانرژی و تولید رادیکال‌های آزاد می‌شود (Mittler, 2002) و لذا بنظر می‌رسد در تحقیق حاضر منشاء تشکیل گونه‌های آزاد اکسیژن، بیشتر برگ‌ها باشند و تأثیر آنها بر تراوش یونی بنه نیز ممکن است به دلیل انتقال این ترکیبات به بنه باشد. اما اینکه میزان تراوش یونی در بنه چند درصد تحت تأثیر گونه‌های آزاد تولید شده در برگ، و چند درصد تحت تأثیر تشکیل این ترکیبات در خود بنه است مشخص نیست و پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی مورد بررسی قرار گیرد.

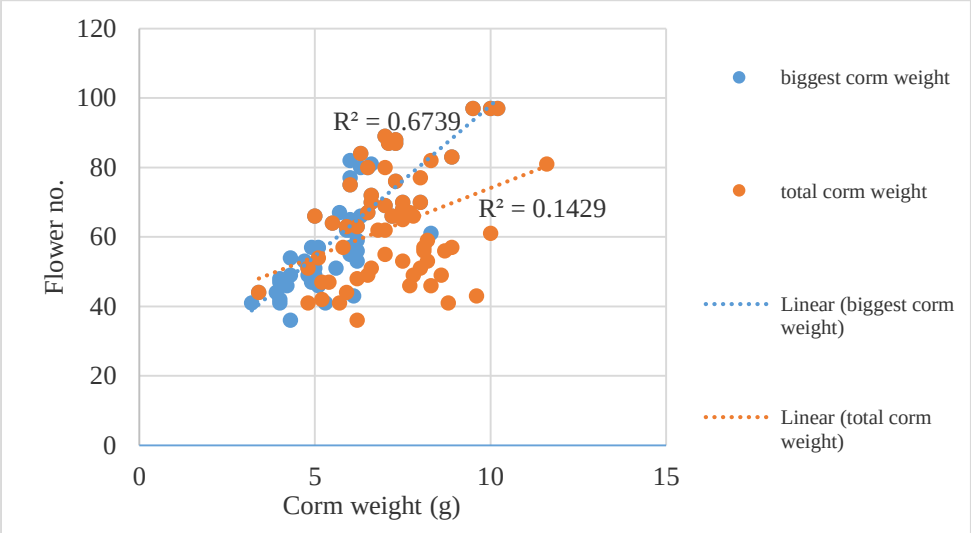
نتایج نشان داد که وزن بزرگترین بنه در تیمار ۵۰٪ نیاز آبی در سال‌های اول و دوم تحقیق بصورت معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ کمتر از دو تیمار دیگر و در سال سوم آزمایش وزن بزرگترین بنه در تیمار ۱۰۰٪ نیاز آبی بیش از دو تیمار دیگر بود (جدول ۱). همچنین بیشترین وزن ثبت شده در تیمار ۱۰۰٪ نیاز آبی با متوسط ۱۰/۱۰ گرم در سال دوم آزمایش بود. کاهش وزن بزرگترین بنه در سال سوم احتمالاً به دلیل افزایش تعداد بنه‌ها، کاهش مواد غذایی خاک و افزایش رقابت بین بنه‌ها در جذب مواد فتوسنتزی از برگ‌ها باشد. خزاعی و همکاران (Khazaei et al., 2013) گزارش نمودند که وزن بنه‌های بیش از ۸ گرم از همان سال اول کاشت شروع به کاهش می‌کند. آن‌ها علت این امر را رقابت بین بنه‌ها بر سر جذب آب و مواد غذایی دانستند. وزن بزرگترین بنه در سال اول در تیمار ۵۰٪ نیاز آبی در مقایسه

www.SID.ir

Archive of SID

با تیمار شاهد ۱۸٪ کاهش یافت.

از آنجا که وزن بنه بیشترین تأثیر را بـر گلـدهی زعفـران در سال بعد دارد (Nassiri Mahallati et al., 2007). لذا تعداد گـل، وزن تـر گـل و وزن خشـک کلالـه در سـال دوم تحـت تـأثیر تیمارهای آبیاری قـرار گرفـت (جـدول ۱). همچنـین مـی‌تـوان نتیجه‌گیری کرد که عملکرد در سال بعد تحت تأثیر تعداد بنـه و یا وزن کل بنه‌های تولید شده در سال قبل نیسـت بلکـه بیشـتر تحت تأثیر وزن بنه‌های دختری تولید شده در سال قبل اسـت و لذا هرعاملی که بتوانـد از طریـق تعـدیل تـنش، وزن بنـه‌هـای دختری را افزایش دهد می‌تواند مستقیما بر عملکرد محصـول در سال بعد اثرگذار باشد. رسم رگرسیون خطی وزن بزرگترین بنه و وزن کل بنه‌ها با تعداد گـل نشـان داد کـه محـل تلاقـی اینـدو منحنی در وزن بنه ۵ گرم می‌باشد (شکل ۱). ایـن بـدان معنـی است که زمانیکه وزن بنه کمتر از ۵ گرم باشد، تعداد بنه بیش از وزن بنه بر تعداد گل مؤثر است. ایـن نتیجـه بـا نتـایج صـادقی (Sadeghi, 1993) مطابقت دارد بطوری‌که وی گزارش نمود کـه بنه‌های بیش از ۵ گرم، پتانسیل گلدهی در سال اول آزمـایش را دارد، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت در مواردی که در یک تـوده پیاز زعفران، وزن اکثر بنه‌ها کمتر از ۵ گرم باشد بـرای افـزایش محصول‌دهی بهتر است که تعداد بنه کاشت شده افزایش یابد.



شکل ۱- رابطه وزن بنه در پایان سال اول آزمایش و تعداد گل زعفران در آغاز سال دوم آزمایش در هر کرت

Figure 1- The relation between corm weight at the end on the first year and flower number at the beginning of the second year.

بررسی سایر صفات مرتبط با بنه نشان داد که تعداد کل بنـه با افزایش تنش خشکی در سال‌های دوم و سـوم کـاهش یافـت (جدول ۱). بطوری‌که هـر سـه تیمـار در سـال دوم آزمـایش بـا یکدیگر اختلاف معنی‌دار داشتند و در سال سوم آزمـایش تعـداد بنه در تیمار۱۰۰٪ نیاز آبی بصورت معنی‌داری در سـطح احتمـال ۵٪ بیشتر از دو تیمار دیگر بود. خزاعی و همکاران، (Khazaei et al., 2013) ابراز داشتند کـه کمتـرین تعـداد بنـه در تیمـار ۵۰٪ تبخیر و تعرق بالقوه گیاه زعفران و بیشترین تعداد بنـه در تیمـار ۱۰۰٪ تبخیر و تعرق بالقوه به‌دست آمد.

بیشترین تعداد بنه مؤثر در سال اول در تیمـار ۷۵٪ و ۱۰۰٪ نیاز آبی مشاهده شد (جدول ۱). این نتیجه در سـال‌هـای دوم و سوم آزمایش نیز تقریباً مشاهده شد بطوری‌که اختلاف بین تیمار ۱۰۰٪ و ۷۵٪ نیاز آبی در دو سال بعد نیز معنی‌دار نبود و ایـن‌دو تیمـار بـا تیمـار ۵۰٪ نیـاز آبـی در سـطح احتمـال ۵٪ اخـتلاف

www.SID.ir

Archive of SID

معنی‌دار داشتند. در برخی گزارشات ابراز شده است که نقش اندازه و وزن بنه در تعیین عملکرد نهایی بیش از تعداد بنه است (Mohammad Abadi et al., 2011)، بنابراین کاهش تعداد بنه تحت شرایط تنش ملایم، به دلیل کاهش رقابت درون گیاهی بین بنه‌های ایجاد شده در جذب مقدار ثابتی موادغذایی انتقال یافته به بنه‌ها، امکان تخصیص مواد فتوسنتزی بیشتری به بنه‌های باقی مانده فراهم آورده و نهایتاً تعداد بنه‌های بزرگتر با قابلیت گلدهی افزایش خواهد یافت. این موضوع که کاهش تعداد بنه به دلیل کاهش رقابت بین بنه‌ها می‌تواند موجب افزایش وزن بنه‌ها در یک بوته شود در تحقیقات دیگر نیز به اثبات رسیده است (Mohammad Abadi et al., 2011). جوانا و همکاران (Juana et al., 2009) ابراز داشتند که هر چند در تراکم کشت بالاتر، عملکرد در واحد سطح افزایش می‌یابد اما عملکرد به ازای هر بوته در تراکم کشت کم، بیشتر است و از آنجا که گلدهی با وزن بنه رابطه مستقیم دارد (Nassiri Mahallati et al., 2007)، بنابراین بالا بودن عملکرد گلدهی در تک بوته را می‌توان به بیشتر بودن وزن بنه به دلیل رقابت کمتر بین بنه‌ها نسبت داد.

این نتایج همچنین نشان داد که حتی تنش ملایم خشکی نیز به مرور زمان بر تعداد بنه اثر گذاشته و موجب کاهش تعداد بنه در بوته شد (جدول ۱). در سال اول آزمایش تعداد کل بنه در تیمار ۷۵٪ نیاز آبی با تیمار ۱۰۰٪ نیاز آبی اختلاف معنی‌داری نداشت اما در سال دوم تعداد کل بنه در این تیمار حدود ۲۰٪ در مقایسه با تیمار شاهد کاهش معنی‌دار داشت. درعین حال اختلاف آن با تیمار ۵۰٪ نیاز آبی (تنش شدید خشکی) نیز معنی‌دار بود و در این سال تعداد بنه در این تیمار بیش از ۳۰٪ بیشتر از تیمار ۵۰٪ نیاز آبی بود. در حالی‌که در سال سوم آزمایش این تیمار اختلاف معنی‌داری با تیمار ۵۰٪ نیاز آبی نداشت ولی تعداد بنه در این تیمار حدود ۴۲٪ کمتر از تیمار ۱۰۰٪ نیاز آبی بود. بنظر می‌رسد، هرچند زعفران گیاه کم آبخواهی است، اما در دراز مدت تأثیر اقلیم و کم آبیاری در مناطق خشک می‌تواند موجب کاهش رشد و صفات مرتبط با آن شده و نهایتاً از طریق کاهش وزن بنه، گلدهی مزرعه را کاهش دهد و لذا پیش‌بینی می‌شود عمر اقتصادی مزارع زعفران با فرض شرایط یکسان در مناطق خشک کمتر از سایر مناطق باشد. این موضوع که تحت شرایط تنش خشکی، هرساله وزن بنه‌ها کاهش می‌یابد در تحقیقات دیگری نیز نشان داده شده است (Khazaei et al., 2013).

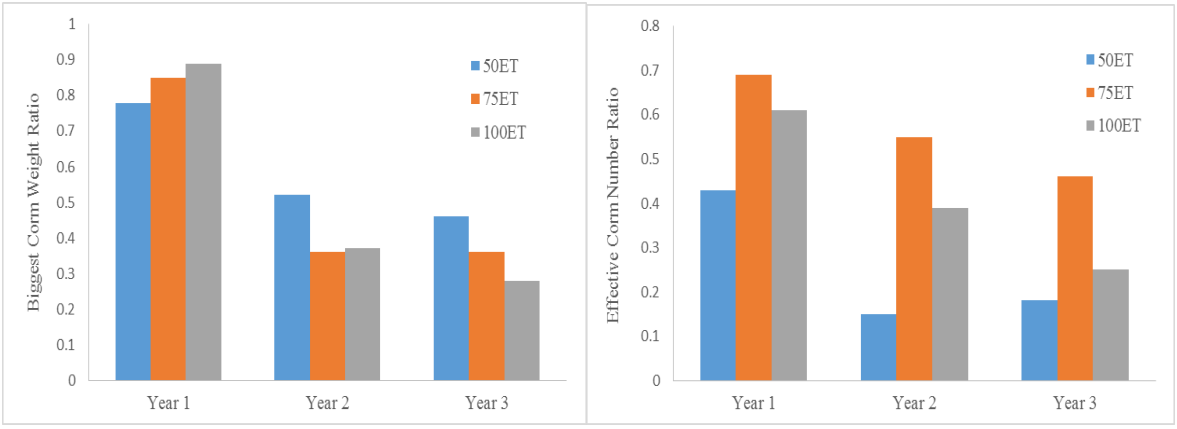
بررسی روند تغییرات نسبت عددی (نسبت تعداد بنه بیش از ۵ گرم به تعداد کل بنه) و نسبت وزنی بنه‌ها (نسبت وزن بزرگترین بنه به وزن کل بنه ها) در طی سه سال آزمایش این موضوع را بخوبی نشان داد (شکل۲). بطوریکه هرچند در هر سال با افزایش تعداد و وزن بنه، گلدهی و عملکرد در سال بعد بیشتر شده است اما نسبت تعداد بنه‌های بزرگ به کل بنه‌ها و وزن بنه‌های بزرگ به کل وزن بنه تولید شده در هر سال کمتر شد. افزایش وزن و تعداد بنه‌های بزرگ طی سال‌های آزمایش به دلیل کاشت کم تراکم مزرعه در سال‌های اول آزمایش بوده است و از آنجا که فضای کافی برای رشد بنه وجود داشته، تعداد بنه بزرگ و گلدهی به تدریج در هر سال افزایش یافته است. اما در مجموع و بر اساس شکل ۲ می‌توان انتظار داشت که در دراز مدت شرایط به نفع بنه‌های کوچک تغییر کرده و افزایش جمعیت و تراکم بنه‌های کوچک عمر مزرعه را کاهش دهد.

وزن کل بنه نیز در سال‌های دوم و سوم آزمایش تحت تأثیر تیمار آبیاری کاهش یافت بطوریکه وزن بنه در بوته در تیمار ۵۰٪ نیاز آبی به ترتیب ۶۰٪ و ۵۰٪ کمتر از تیمار شاهد (۱۰۰٪ نیاز آبی) بود (جدول ۱). کاهش وزن بنه تحت تأثیر تنش خشکی در تحقیقات محققین دیگری نیز به اثبات رسیده است (Khazaei et al., 2013؛Sabet Teimouri et al., 2010). روند

www.SID.ir

Archive of SID

کاهش تعداد کل بنه تحت شرایط تنش ملایم خشکی، در مورد صفت وزن کل بنه‌ها نیز تکرار شد، اما بنظر می‌رسد تأثیرپذیری وزن کل بنه‌ها از تنش خشکی در تیمار ۷۵٪ نیاز آبی کمتر و در تیمار ۵۰٪ نیاز آبی بیشتر از تعداد بنه بوده است. چرا که همانند تعداد کل بنه، اختلاف معنی‌داری در صفت وزن کل بنه در سال اول آزمایش مشاهده نشد و در سال دوم آزمایش نیز این اختلافات بین تیمارهای ۷۵٪ نیاز آبی و ۱۰۰٪ نیاز آبی معنی‌دار نبود در حالیکه وزن کل بنه در تیمار ۵۰٪ نیاز آبی نسبت به تیمار ۷۵٪ نیاز آبی حدود ۶۰٪ کاهش یافت. همچنین در سال سوم، هرچند تحت تأثیر کم آبیاری، وزن کل بنه در تیمار ۷۵٪ نیاز آبی کاهش یافت، اما در عین حال وزن کل بنه در این تیمار بصورت معنی‌داری بیش از تیمار ۵۰٪ نیاز آبی بود. این موضوع می‌تواند گویای این مطلب باشد که هرچند کم آبیاری برای یک دوره یک یا دوساله باعث کاهش معنی‌دار تعداد بنه نمی‌شود اما عدم تأمین نیاز آبی آن در طول دوره فعالیت مزرعه به تدریج تعداد و وزن بنه را کاهش داده و موجب کاهش عملکرد خواهد شد.



شکل ۲- روند تغییرات نسبت وزنی و عددی بنه های بزرگ طی سه سال آزمایش در سطوح مختلف تیمار آبیاری

Figure 2- Weight ratio and number ratio trends of biggest corms in three experiment years under different irrigation treatments.

مقایسه میانگین سطوح مختلف مدیریت تغذیه (جدول ۲) نشان داد که در سال اول آزمایش، کمترین میزان رشد برگ در تیمار شاهد با میانگین طول برگ ۳۶/۹۰ سانتی‌متر بود و این تیمار با تیمار 10RV، 10M و CH اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵٪ داشت. همچنین بیشترین میانگین طول برگ در این سال در تیمار 10RV با متوسط ۳۹/۵۰ سانتی‌متر مشاهده شد. هرچند تیمار SH در سال اول اختلاف معنی داری با تیمار شاهد نداشت، اما اختلاف بین تیمارها از نظر صفت طول برگ در سال‌های دوم و سوم آزمایش واضح‌تر شد به‌طوری‌که در این دو سال بیشترین طول برگ در تیمار CH به ترتیب با میانگین ۳۴/۷۱ و ۴۵/۴۰ سانتی‌متر مشاهده شد و این تیمار با تیمارهای 10RV و SH اختلاف معنی‌داری نداشت. از آنجا که رشد طولی برگ‌ها، با توجه به عرض کم برگ، بیشترین تأثیر را بر سطح برگ دارد (Kafi et al., 2002) لذا رشد سریع‌تر برگ‌های زعفران می‌تواند امکان استفاده بهتر از عوامل محیطی را فراهم نموده و با افزایش مواد فتوسنتزی، گیاه قادر خواهد بود تا بنه‌های بزرگتری را در پایان فصل رشد ایجاد نماید (Hassanzadeh Aval et al., 2013).

مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که در سال اول بیشترین محتوی نسبی آب برگ در تیمار 10RV با میانگین

www.SID.ir

Archive of SID

۷۵/۵۲ درصد مشاهده شد و این تیمار فقط با تیمار 10V در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌دار داشت. در این سال سایر تیمارها با یکدیگر اختلاف معنی‌دار نداشتند. به نظر می‌رسد افزایش محتوی نسبی آب در تیمار 10RV را می‌توان ناشی از افزایش قابلیت خاک در حفظ رطوبت در محیط اطراف ریشه دانست. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2011a) نیز گزارش کردند که مصرف کودهای دامی از طریق افزایش رطوبت خاک می‌تواند موجب بهبود رشد گیاه شود. در سال دوم بیشترین محتوی نسبی آب برگ درتیمار CH با میانگین ۸۴/۱۵ درصد مشاهده شد و این تیمار اختلاف معنی‌داری با تیمار 10RV و SH نداشت، که این روند با روند تغییرات طول برگ در سال دوم آزمایش کاملاً مطابقت دارد. بیشترین محتوی نسبی آب برگ در سال سوم آزمایش در تیمار CH با میانگین ۶۷/۲۴ درصد و کمترین میزان آن در تیمار 5RV با میانگین ۵۳/۰۲ درصد مشاهده شد و این‌دو تیمار با یکدیگر در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌دار داشتند. در عین حال سایر تیمارها در این سال اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. بر اساس نتایج تحقیقات پیشین محتوی نسبی آب برگ از طریق تأثیر بر فشار تورژسانس در طویل شدن و تقسیم سلولی نقش دارد (Salarpour & Farahbakhsh, 2016) که این نتایج با نتایج بدست آمده در رابطه با محتوی نسبی آب برگ و طول برگ در سال دوم مطابقت دارد.

بیشترین میزان وزن خشک برگ در سال اول آزمایش در تیمار 10M با میانگین ۱/۴۶ گرم در بوته مشاهده شد و این تیمار با تیمار 10RV اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۲). کمترین میزان وزن خشک برگ در تیمار شاهد با میانگین ۰/۹ گرم در بوته مشاهده شد و سایر تیمارهای آزمایشی با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نداشتند. در سال دوم بیشترین وزن خشک برگ در تیمار 10RV با میانگین ۲/۰۱ گرم در بوته بدست آمد و این تیمار با تیمار CH اختلاف معنی‌داری نداشت. در عین حال کمترین وزن خشک برگ در این سال در تیمار شاهد با میانگین ۰/۹۳ گرم در بوته مشاهده شد و این تیمار با تیمارهای 10V و 10M اختلاف معنی‌داری نداشت. در سال سوم آزمایش، بیشترین وزن خشک برگ در تیمار CH با میانگین ۴/۹۱ گرم در بوته به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای SH و 5RV نداشت. این نتایج نشان داد که مقدار عددی بدست آمده در رابطه با وزن خشک برگ با مصرف ورمی‌کمپوست بصورت ردیفی در زیر ردیف‌های کاشت، همواره با بیشترین مقدار بدست آمده در آن سال اختلاف معنی‌داری نداشت. رسولی و همکاران (Rasouli et al., 2013) ابراز نمودند که مصرف ورمی کمپوست به تنهایی و یا بصورت اختلاط با سایر کودهای زیستی موجب افزایش رشد پارامترهای رویشی شد.

بیشترین تعداد بنه در سال اول، در تیمار 10M میانگین ۲/۵۶ عدد بنه در بوته به‌دست آمد و این مقدار با مقادیر به‌دست آمده در تیمارهای شاهد، 10V و SH اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین تعداد بنه در تیمار 10RV حاصل شد (جدول ۲). در سال دوم بیشترین تعداد بنه در تیمار 10RV با میانگین ۷/۴۴ عدد بنه در بوته بدست آمد که با تیمار CH اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین مقدار به‌دست آمده نیز در تیمار شاهد با میانگین ۴/۱۱ عدد بنه در بوته مشاهده شد. در سال سوم آزمایش بیشترین تعداد بنه در تیمار CH مشاهده شد که با هیچکدام از تیمارها بجز تیمار 10M اختلاف معنی‌دار نداشت و کمترین مقدار به‌دست آمده در تیمار 10M مشاهده شد که برابر با ۶/۸۹ بنه در بوته بود. افزایش نیتروژن می‌تواند هم‌زمان با افزایش رشد برگ‌ها موجب تحریک تعداد بیشتری از جوانه‌های مولد بنه شده و تعداد بنه افزایش یابد (Chaji et al., 2013). بر خلاف تعداد بنه، وزن بزرگترین بنه در بوته در سال اول، در تیمار 10RV با

www.SID.ir

Archive of SID

میانگین ۷/۱۹ گرم بیش از سایر تیمارها بود و فقط با تیمار CH اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول۲). در سال دوم آزمایش نیز تقریباً این روند تکرار شد ولی در این سال تیمار 5RV نیز با دو تیمار فوق اختلاف معنی‌دار نداشت. در سال سوم برتری تیمار CH نسبت به سایر تیمارها کاملاً مشخص شد بطوریکه این تیمار با همه تیمارها بجز تیمار SH اختلاف معنی‌دار داشت و علیرغم عدم وجود اختلاف معنی‌دار در این دو تیمار، وزن بزرگترین بنه در تیمار CH ۱۶٪ بیش از تیمار SH بود. افزایش فسفر موجب افزایش وزن بنه می‌شود (Chaji et al., 2013). بنابر این از آنجا که کود هیومستر سفرون دارای ۲۰٪ فسفر است و هر ساله دو نوبت در تیمار CH مصرف شده است، بنابراین برتری نسبی تیمار CH در صفت وزن بنه طی سه سال آزمایش می‌تواند به دلیل تحلیل مواد غذایی در سایر تیمارها به مرور زمان و عدم امکان تأمین مجدد آن به دلیل ماهیت تیمار و در مقابل امکان مصرف پیوسته این کود در سه سال آزمایش و در طول دوره رشد باشد که موجب فراهمی عناصر غذایی و از جمله فسفر برای رشد بنه شده است. اینکه فسفر در افزایش وزن بنه تأثیر مثبت دارد در تحقیقات دیگری نیز به اثبات رسیده است (Koocheki et al., 2014b). علاوه بر تأثیر فسفر موجود در این کود، وجود هیومیک اسید در این کود نیز می‌تواند تأثیر مثبتی بر رشد بنه داشته باشد. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2012) گزارش نمودند که مصرف اسید هیومیک موجب بهبود شاخص‌های مرتبط با رشد بنه در زعفران شده است. مصرف هیومیک اسید به مقدار ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر موجب افزایش معنی‌دار تعداد بنه دختری و وزن بنه مادری شد (Golzari Jahan et al., 2005).

در سال اول کمترین تعداد بنه مؤثر در تیمار 10V مشاهده شد که میانگین آن برابر با ۰،۵۵ بنه در هر بوته بود و بیشترین تعداد بنه مؤثر در تیمار CH با میانگین ۱/۱۱ عدد در هر بوته بود (جدول ۲). در سال دوم بیشترین تعداد بنه مؤثر در تیمار CH با میانگین ۲/۷۸ بنه در بوته و در سال سوم در تیمار CH و 10RV با میانگین ۳/۴۴ بنه در بوته بدست آمد. در زعفران، افزایش تعداد بنه در واحد سطح، به دلیل اثر رقابت درون گیاهی موجب تولید بنه‌های کوچک‌تر می‌شود (Koocheki et al 2014a). همچنین آن‌ها ابراز داشتند که مصرف کود دامی به جای افزایش اندازه بنه، موجب افزایش تعداد بنه دختری شد. این نتایج با نتایج این تحقیق مبنی بر آن‌که مصرف کود دامی موجب افزایش تعداد بنه و مصرف ورمی کمپوست و هیومستر سفرون موجب افزایش وزن بنه می‌شود، مطابقت دارد. اسدی و همکاران (Asadi et al., 2014) ابراز نمودند که تعداد کل بنه‌ها تحت تأثیر تیمارهای نوعی کود شیمیایی کامل قرار نگرفت اما تعداد بنه‌های دختری کمتر از ۸ گرم با افزایش مصرف کود افزایش یافت.

بررسی اثرات متقابل نشان داد که بین سطوح مختلف آبیاری و مدیریت کودی در برخی صفات، اثرات متقابل وجود دارد (جدول ۳). بطوریکه کمترین مقدار عددی وزن بزرگ‌ترین بنه در شرایط تنش شدید آبی (50 ET) و با مصرف ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست (10 V) و بیشترین وزن بزرگترین بنه در سال اول آزمایش و در شرایط عدم تنش (100 ET) با مصرف هیومستر سفرون طی دو نوبت (CH) به‌دست آمد. در سال بعد نیز کمترین مقدار در تیمار ۵۰٪ نیاز آبی با مصرف ۱۰ تن در هکتار کود دامی به‌دست آمد (۳/۳۳ گرم) و بیشترین مقدار آن در تیمار 10RV و آبیاری تا ۷۵٪ و ۱۰۰٪ نیاز آبی (به ترتیب ۱۴/۵۰ و ۱۴/۲۷ گرم) حاصل شد. این نتایج نشان داد که در مناطق کویری با وجود محدودیت منابع آبی، چنانچه تنش ملایم آبیاری وجود داشته باشد می‌توان با مصرف ورمی کمپوست به‌صورت ردیفی در زیر ردیف‌های کاشت تا حدی اثرات منفی تنش رطوبتی را تعدیل کرده و عملکرد مطلوبی حاصل نمود. در سال دوم آزمایش نیز بیشترین تعداد گل با مصرف ۱۰ لیتر در هکتار هیومستر سفرون طی دو نوبت در طول فصل رشد (CH)

www.SID.ir

Archive of SID

حاصل شد (۸۶/۶۷ عدد در هر کرت). بیشترین محتـوی نسـبی آب برگ در سال دوم نیز در تیمار CH و آبیاری تا حد ۱۰۰٪ نیاز آبی مشاهده شد، بنابراین تیمارهای CH و 10RV مـی‌توانـد بـه عنوان راه‌کاری برای تعدیل تنش خشکی مورد توجه قرارگیرد.

جدول ۱- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده تحت تأثیر سطوح مختلف تیمار آبیاری زعفران به تفکیک سال طی سه سال آزمایش

Table 1- The mean of saffron measured parameters under different irrigation treatments in three experiment years

سال آزمایش Experiment year	مدیریت آبیاری Irrigation management	تعداد گل در هر کرت Flower No.per plot	وزن تر گل در هر کرت Fresh flower weight per plot (g)	وزن خشک کلاله در هر کرت Dry stigma weight per plot (g)	طول برگ Leaf length (Cm)	تراوش یونی برگ EL.leaf	تراوش یونی بنه EL.corm	محتوی نسبی آب برگ RWC (%)	تعداد جوانه در بوته Bud No. per plant	وزن خشک برگ در بوته Leaf dry weight per Plant (g)	تعداد کل بنه در بوته Total corm No. per plant (g)	وزن بزرگترین بنه در بوته Biggest corm weight per plant (g)	وزن کل بنه در بوته Total corm weight per plant (g)	تعداد بنه مؤثر در یک بوته Effective corm No. per plant
1392 2003	50 ET	32.28 a	----	----	36.30 b	0.55 a	0.45 a	68.48 b	2.19 a	0.94 b	2.05 a	5.35 b	6.92 a	0.67 b
	75 ET	37.86 a	----	----	39.19 a	0.54 a	0.41 a	71.57 ab	1.95 a	1.07 ab	1.76 a	6.16 a	7.43 a	1.00 a
	100 ET	37.05 a	----	----	39.42 a	0.48 a	0.36 b	75.40 a	1.95 a	1.27 a	1.67 a	6.47 a	7.31 a	0.86 ab
1393 2004	50 ET	55.05 b	14.85 b	0.24 b	30.59 b	0.58 a	0.48 a	74.82 b	3.33 b	1.01 b	3.90 c	4.46 b	10.70 b	0.71 b
	75 ET	68.86 a	18.66 a	0.30 a	31.62 ab	0.52 ab	0.35 b	77.84 ab	4.81 a	1.48 a	5.67 b	9.03 a	26.22 a	2.52 a
	100 ET	65.33 a	17.95 a	0.29 a	32.68 a	0.46 b	0.35 b	79.93 a	5.33 a	1.73 a	7.10 a	10.10 a	28.80 a	2.62 a
1394 2005	50 ET	66.33 c	21.00 c	0.35 b	35.85 b	0.75 a	0.71 a	51.73 b	9.38 b	2.58 b	9.38 b	6.37 b	17.62 c	1.43 b
	75 ET	81.33 b	25.95 b	0.42 ab	41.62 a	0.64 b	0.57 b	60.58 a	9.67 b	3.72 a	8.05 b	7.50 b	25.49 b	2.81 a
	100 ET	100.76 a	31.27 a	0.50 a	43.58 a	0.64 b	0.47 c	63.87 a	14.10 a	4.07 a	13.90 a	8.90 a	35.56 a	2.86 a

* در هر ستون و در هر سال حروف مشابه به معنای عدم وجود اختلاف معنی دار بین تیمارها در سطح احتمال ۵٪ است.

*Within each column and each year, same letters indicate no significant difference between treatments (P<0.05).

* مقایسه میانگین داده ها با آزمون چند دامنه ای دانکن به تفکیک سال انجام شده و اعداد مربوط به هر تیمار فقط با سایر تیمارها در همان سال مقایسه گردیده است.

* Compare means have been done just among treatmentas in each year separately using Duncan's multiple range test.

* 50% ET, 75% ET, 100% ET: Irrigation water volume, respectively, is equal to 50%, 75% & 100% of measured irrigation requirement on the basis of evapotranspiration in a 15 days period.

* 100% ET ،75% ET ،50% ET: به ترتیب عبارتست از حجم آبیاری بر اساس ۵۰٪، ۷۵٪ و ۱۰۰٪ نیاز آبی محاسبه شده بر اساس تبخیر و تعرق در یک دوره ۱۵ روزه.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده تحت تأثیر سطوح مدیریت تغذیه زعفران به تفکیک سال طی سه سال آزمایش

Table 2- The mean of saffron measured parameters under different fertilizer management treatments in three experiment years

سال آزمایش Experiment year	مدیریت آبیاری Irrigation	تعداد گل در هر کرت Flower No.	وزن تر گل در هر کرت Fresh flower weight (g)	وزن خشک کلاله در هر کرت Dry stigma weight (g)	طول برگ Leaf length (Cm)	تراوش یونی برگ EL.leaf	تراوش یونی بنه EL.corm	محتوی نسبی آب برگ RWC (%)	تعداد جوانه در بوته Bud No. per plant	وزن خشک برگ در بوته Leaf dry weight per plant(g)	تعداد کل بنه در بوته Total corm No. per plant (g)	وزن بزرگترین بنه در بوته Biggest corm weight per plant (g)	وزن کل بنه در بوته Total corm weight per plant (g)	تعداد بنه مؤثر در یک بوته Effective corm No. per plant
2003 1392	10M	37.78 a	----	----	39.30 a	0.52 a	0.44 a	69.37 ab	2.89 a	1.46 a	2.56 a	5.78 c	7.61 ab	0.89 ab
	10V	34.22 a	----	----	37.81 ab	0.52 a	0.43 a	66.38 b	1.89 b	0.83 c	1.89 ab	5.40 c	7.04 ab	0.55 c
	5RV	33.44 a	----	----	38.31 ab	0.53 a	0.43 a	74.79 ab	1.89 b	1.11 bc	1.56 b	6.18 bc	6.94 ab	0.89 ab
	10RV	36.89 a	----	----	39.5 a	0.54 a	0.39 ab	75.52 a	1.89 b	1.32 ab	1.33 b	7.19 a	7.49 ab	1.00 ab
	SH	33.22 a	----	----	37.27 b	0.53 a	0.40 ab	70.03 ab	1.78 b	1.00 bc	1.89 ab	5.30 c	6.49 b	0.67 b
	CH	36.89 a	----	----	39.04 a	0.52 a	0.36 b	74.57 ab	1.78 b	1.03 bc	1.56 b	6.88 ab	8.17 a	1.11 a
	Cont.	37.67 a	----	----	36.90 b	0.52 a	0.42 ab	72.04 ab	2.11 ab	0.90 c	2.00 ab	5.22 c	6.80 ab	0.67 b
2004 1393	10M	62.67 abc	17.25 ab	0.28 ab	31.10 bc	0.60 a	0.47 a	74.16 bc	3.11 bc	1.07 cd	5.00 bc	5.21 d	14.66 d	1.00 c
	10V	57.89 bc	16.05 ab	0.25 b	29.99 c	0.58 a	0.43 ab	77.09 bc	2.67 c	0.99 d	4.67 c	5.88 cd	15.46 d	1.44 bc
	5RV	63.78 abc	17.40 ab	0.28 ab	29.96 c	0.53 ab	0.41 abc	77.18 bc	4.78 ab	1.50 bc	4.89 bc	9.08 ab	23.66 bc	2.33 ab
	10RV	71.78 a	19.64 a	0.32 a	32.73 ab	0.46 abc	0.29 c	79.13 ab	6.56 a	2.01 a	7.44 a	11.12 a	30.11 ab	2.22 ab
	SH	60.00 abc	16.30 ab	0.27 ab	33.4 a	0.46 bc	0.33 bc	79.48 ab	5.22 a	1.48 bc	5.67 abc	7.96 bc	21.99 cd	2.33 ab
	CH	69.89 ab	18.89 a	0.30 ab	34.71 a	0.40 c	0.34 abc	84.15 a	6.89 a	1.88 ab	7.11 ab	10.93 a	33.50 a	2.78 a
	Cont.	55.56 b	14.55 b	0.25 b	29.54 c	0.57 ab	0.46 ab	71.53 c	2.22 c	0.93 d	4.11 c	4.86 d	13.99 d	1.56 bc
2005 1394	10M	60.44 c	20.47 c	0.33 c	38.47 c	0.70 ab	0.61 ab	56.32 ab	7.89 b	2.32 c	6.89 b	6.22 b	17.03 b	1.56 b
	10V	70.33 c	22.83 bc	0.35 bc	36.42 c	0.69 ab	0.68 a	60.84 ab	12.44 ab	3.17 bc	11.56 ab	6.28 b	25.99 ab	1.56 b
	5RV	92.67 ab	28.32 ab	0.47 ab	39.14 bc	0.71 ab	0.56 ab	53.02 b	10.00 ab	3.55 abc	9.78 ab	7.64 b	21.50 b	1.56 b
	10RV	98.22 a	30.29 a	0.50 a	42.29 ab	0.68 ab	0.56 ab	57.17 ab	9.33 b	3.23 bc	9.44 ab	7.82 b	30.08 ab	3.44 a
	SH	90.87 ab	28.36 ab	0.47 ab	42.90 a	0.64 bc	0.51 b	58.64 ab	12.11 ab	3.96 ab	11.89 ab	8.5 ab	29.18 ab	2.67 ab
	CH	92.11 ab	29.11 a	0.50 a	45.40 a	0.58 c	0.47 b	67.24 a	16.11 a	4.91 a	14.33 a	10.07 a	37.66 a	3.44 a
	Cont.	75.11 bc	23.11 bc	0.35 bc	37.84 c	0.75 a	0.70 a	57.86 ab	9.44 b	2.96 bc	9.22 ab	6.59 b	22.13 b	2.33 ab

* در هر ستون و در هر سال حروف مشابه به معنای عدم وجود اختلاف معنی دار بین تیمارها در سطح احتمال ۵٪ است.

*Within each column and each year, same letters indicate no significant difference between treatments (P<0.05).

* مقایسه میانگین داده ها با آزمون چند دامنه ای دانکن به تفکیک سال انجام شده و اعداد مربوط به هر تیمار فقط با سایر تیمارها در همان سال مقایسه گردیده است.

* Compare means have been done just among treatmentas in each year separately using Duncan's multiple range test.

*10M: مصرف ۱۰ تن در هکتار کود گاو بصورت مخلوط شده با خاک سطحی قبل از کاشت.

*10M: Using 10 ton per hectare cow manure (mixed with surface soil before planting).

*10V: مصرف ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست بصورت مخلوط شده با خاک سطحی قبل از کاشت.

*10V: Using 10 ton per hectare vermicompost (mixed with surface soil before planting).

*5RV: مصرف ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست بصورت ردیفی در زیر ردیف کاشت.

*5RV: Using 5 ton per hectare vermicompost (distributing under corm planting rows).

*10RV: مصرف ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست بصورت ردیفی در زیر ردیف کاشت.

*10RV: Using 10 ton per hectare vermicompost (distributing under corm planting rows).

*SH: مصرف ۱۰ لیتر در هکتار کود هیومستر سفرون طی یک نوبت در طول فصل رشد.

*SH: Using 10 liters per hectare Humaster Saffron fertilizer once during growth period stage.

*CH: مصرف ۱۰ لیتر در هکتار کود هیومستر سفرون طی دو نوبت در طول فصل رشد.

*CH: Using 10 liters per hectare Humaster Saffron fertilizer twice during growth period stage.

*Cont.: شاهد – عدم مصرف کود.

*Cont: control Treatment (without any treatment).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- اثرات متقابل بین سطوح مختلف آبیاری و تیمارهای تغذیه ای در سال های آزمایش

Table 3- The reaction effects between irrigation and nutrition treatments during different experiment years

مدیریت کودی Fertilizer management	مدیریت آبیاری Irrigation management	وزن بزرگترین بنه در بوته (سال ۹۲) Biggest corm weight per Plant in 2013 (g)	تعداد گل در هر کرت (سال ۹۳) Flower no in 2014	محتوی نسبی آب برگ (سال ۹۳) RWC in 2014 (%)	وزن بزرگترین بنه در بوته (سال ۹۳) Biggest Corm Weight per Plant in 2014 (g)
10M	100 ET	5.83 bcdef	56.00 def	0.75 cdefg	5.83 def
	75 ET	6.07 bcdef	71.00 abcde	0.75 cdefg	6.47 def
	50 ET	5.43 def	61.00 bcdef	0.72 efg	3.33 f
10V	100 ET	6.00 bcdef	66.33 abcdef	0.83 abcde	7.00 def
	75 ET	5.87 bcdef	60.00 cdef	0.74 cdefg	6.17 def
	50 ET	4.33 f	47.33 f	0.74 cdefg	4.47 ef
5RV	100 ET	6.87 bcd	73.00 abcd	0.86 abc	13.43 ab
	75 ET	5.57 cdef	57.33 def	0.77 abcdefg	9.67 bcd
	50 ET	6.10 bcdef	61.00 bcdef	0.69 fg	4.13 ef
10RV	100 ET	7.47 abc	67.00 abcdef	0.88 ab	14.27 a
	75 ET	7.60 ab	82.67 ab	0.76 bcdefg	14.50 a
	50 ET	6.50 bcde	65.67 abcdef	0.74 cdefg	4.60 ef
SH	100 ET	4.27 f	48.00 f	0.73 defg	11.07 abc
	75 ET	6.60 bcd	81.67 abc	0.85 abcd	8.23 cde
	50 ET	5.03 def	50.33 ef	0.81 abcdef	4.57 ef
CH	100 ET	8.97 a	86.67 a	0.77 abcdefg	13.20 ab
	75 ET	6.30 bcde	73.33 abcd	0.89 a	13.10 ab
	50 ET	5.37 def	49.67 ef	0.86 abc	6.50 def
cont.	100 ET	5.90 bcdef	60.33 bcdef	0.77 abcdefg	5.93 def
	75 ET	5.10 def	56.00 def	0.69 fg	5.03 ef
	50 ET	4.67 ef	50.33 ef	0.68 g	3.60 f

* در هر ستون حروف مشابه به معنای عدم وجود اختلاف معنی دار بین تیمارها در سطح احتمال ۵٪ است.

*Within each column, same letters indicate no significant difference between treatments (P<0.05).

* 50%ET، 75%ET، 100%ET: به ترتیب عبارتست از حجم آبیاری بر اساس ۵۰٪، ۷۵٪ و ۱۰۰٪ نیاز آبی محاسبه شده بر اساس تبخیر و تعرق در یک دوره ۱۵ روزه.

* 50% ET, 75% ET, 1005ET: Irrigation volume, respectively, is equal to 50%, 75% & 100% of measured irrigation requirement on the basis of evapotranspiration in a 15 days period.

*10M: مصرف ۱۰ تن در هکتارکود گاو بصورت مخلوط شده با خاک سطحی قبل از کاشت.

*10M: Using 10 ton per hectare cow manure (mixed with surface soil before planting).

*10V: مصرف ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست بصورت مخلوط شده با خاک سطحی قبل از کاشت.

*10V: Using 10 ton per hectare vermicompost (mixed with surface soil before planting).

*5RV: مصرف ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست بصورت ردیفی در زیر ردیف کاشت.

*5RV: Using 5 ton per hectare vermicompost (distributing under corm planting rows).

*10RV: مصرف ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست بصورت ردیفی در زیر ردیف کاشت.

*10RV: Using 10 ton per hectare vermicompost (distributing under corm planting rows).

*SH: مصرف ۱۰ لیتر در هکتار کود هیومستر سفرون طی یک نوبت در طول فصل رشد.

*SH: Using 10 liters per hectare Humaster Saffron fertilizer once during growth period stage.

*CH: مصرف ۱۰ لیتر در هکتار کود هیومستر سفرون طی دو نوبت در طول فصل رشد.

*CH: Using 10 liters per hectare Humaster Saffron fertilizer twice during growth period stage.

*Cont: شاهد – عدم مصرف کود.

*Cont: control Treatment (without any treatment).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- مقایسه میانگین عملکرد خشک کلاله پس از تجزیه مرکب آزمایش و برآورد سود حاصل از تیمارهای مدیریت کودی

Table 4- Dry stigma yield comparison and the gain estimation among fertilizer treatments after combined analysis

مدیریت کودی Fertilizer management	وزن خشک کلاله Dry stigma weight ($kg.ha^{-1}$)	اختلاف وزن با تیمار شاهد Weight difference in comparison with control treatment ($kg.ha^{-1}$)	ارزش افزوده Additional value (Rial)	اختلاف هزینه Difference in cost (Rial)	سود Gain (Rial)
cont.	1.50 [b]	--	--	--	--
10V	1.50 [b]	0.00	0.00	30,000,000.00	-30,000,000.00
10M	1.50 [b]	0.00	0.00	15,000,000.00	-15,000,000.00
SH	1.85 [ab]	0.35	20,300,000.00	1,500,000.00	18,800,000.00
5RV	1.85 [ab]	0.35	20,300,000.00	15,000,000.00	5,300,000.00
CH	2.00 [a]	0.50	29,000,000.00	3,000,000.00	26,000,000.00
10RV	2.05 [a]	0.55	31,900,000.00	30,000,000.00	1,900,000.00

* در هر ستون حروف مشابه به معنای عدم وجود اختلاف معنی دار بین تیمارها در سطح احتمال ۵٪ است.

*Within each column, same letters indicate no significant difference between treatments ($P<0.05$)

* قیمت کلاله زعفران بطور متوسط از قرار کیلویی ۵۸/۰۰۰/۰۰۰ ریال و قیمت هیومستر سفرون، ورمی‌کمپوست و کود دامی به ترتیب از قرار کیلویی۱۵۰/۰۰۰ ریال، ۳/۰۰۰ ریال و ۱/۵۰۰ ریال بر مبنای قیمت آن در زمان شروع آزمایش محاسبه شد.

*The prices has been calculated as 58,000,000 Rial per kilogram for dry stigma of saffron and also 150,000 Rial 3,000 Rial and 1,500 Rial per kilogram for Humaster Safron, Vermicompost and Manure respectively.

*10M: مصرف ۱۰ تن در هکتارکود گاو بصورت مخلوط شده با خاک سطحی قبل از کاشت.

*10M: Using 10 ton per hectare cow manure (mixed with surface soil before planting).

*10V: مصرف ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست بصورت مخلوط شده با خاک سطحی قبل از کاشت.

*10V: Using 10 ton per hectare vermicompost (mixed with surface soil before planting).

*5RV: مصرف ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست بصورت ردیفی در زیر ردیف کاشت.

*5RV: Using 5 ton per hectare vermicompost (distributing under corm planting rows).

*10RV: مصرف ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست بصورت ردیفی در زیر ردیف کاشت.

*10RV: Using 10 ton per hectare vermicompost (distributing under corm planting rows).

*SH: مصرف ۱۰ لیتر در هکتار کود هیومستر سفرون طی یک نوبت در طول فصل رشد.

*SH: Using 10 liters per hectare Humaster Saffron fertilizer once during growth period stage.

*CH: مصرف ۱۰ لیتر در هکتار کود هیومستر سفرون طی دو نوبت در طول فصل رشد.

*CH: Using 10 liters per hectare Humaster Saffron fertilizer twice during growth period stage.

*Cont: شاهد – عدم مصرف کود.

*Cont: control Treatment (without any treatment).

تجزیه مرکب داده‌ها در رابطه با عملکرد اقتصادی بر مبنای وزن خشک کلاله و مقایسه میانگین نتایج به‌دست آمده بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ (جدول ۴) نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای شاهد 10M و 10V از نظر عملکرد، وجود ندارد. همچنین تیمارهای SH و 5RV نیز با هیچ کدام از تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری نداشتند. ولی تیمارهای CH و 10RV در سطح احتمال ۵٪ عملکرد بیشتری در مقایسه با شاهد داشتند. هرچند بیشترین عملکرد در تیمار 10RV (۲/۰۵ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد، اما بررسی اقتصادی هزینه و فایده در مقایسه با شاهد، نشان داد که تیمار CH نسبت به سایر تیمارها سود خالص بیشتری را عاید کشاورز خواهد نمود (۲۶ میلیون ریال در هکتار) که حداقل بیش از ۱۳/۵۰ برابر سود حاصل از مصرف ورمی‌کمپوست بصورت ردیفی (10RV) بود. پس از تیمار CH، تیمار SH با سود خالص

www.SID.ir

Archive of SID

۱۸/۸ میلیون ریال و تیمار 5RV با سود خالص ۵/۳۰ میلیون ریال درهکتار قرارداشت. بنابراین تیمار هیومسترسفرون مقرون به صرفه‌تر است. ولی در هر حال مصرف ردیفی ورمی‌کمپوست می‌تواند با کاهش هزینه، موجب افزایش عملکرد و رشد مطلوب شود. سایر تیمارهای این آزمایش ارزش اقتصادی نداشتند.

نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که هرچند زعفران گیاه کم آبخواهی است و دوره رشد آن با رژیم بارندگی در مناطق خشک و کویری ایران مطابقت دارد، اما در عین حال کاهش آبیاری بر خصوصیات رویشی و وزن بنه‌ها تأثیر گذاشته و عملکرد بنه در سال‌های بعد کاهش خواهد یافت. کاربرد کود دامی در سال اول آزمایش به دلیل فراهمی مقطعی و سریعتر عناصر غذایی برای گیاه، موجب بهبود رشد رویشی در بوته‌ها شد ولی نهایتاً در اکثر موارد اختلاف معنی‌داری در وزن بنه‌ها مشاهده نشد و حتی در برخی موارد مثل وزن بزرگترین بنه، مصرف کود دامی موجب کاهش معنی‌دار این صفت در مقایسه با تیمارهای 10RV و CH شد. در سال‌های بعد نیز دو تیمار فوق الذکر از تیمار کود دامی نتایج بهتری را بدست آوردند. لذا می‌توان نتیجه‌گیری کرد که تیمار 10RV امکان رشد و توسعه بیشتر بنه را فراهم کرده است.

در مقابل، کاهش تراوش یونی برگ در تیمار کود هیومستر سفرون نشان داد که کود هیومستر سفرون به دلیل دارا بودن هیومیک اسید و فسفر و پتاسیم بالا از طریق فعال نمودن مکانیسم‌های مقاومتی و کاهش اتلاف آب در گیاه موجب تعدیل تنش خشکی نهایتاً افزایش وزن بنه در هر دو سال شده است. تیمار CH در مقایسه با تیمار 10RV این مزیت را دارد که می‌توان هرساله و همراه با آب آبیاری آن را اعمال نمود. همچنین از نظر ارزش اقتصادی و سود حاصله، مصرف هیومستر سفرون بیش از ۱۳/۵۰ برابر سود خالص عاید کشاورز خواهد نمود. بنابراین می‌توان آنرا به عنوان تیمار برتر در این آزمایش معرفی نمود. همچنین با توجه به تأثیرات مثبت آن با افزایش میزان مصرف، توصیه می‌شود تأثیر مقادیر بیشتر این کود بر عملکرد در تحقیقات آتی مورد توجه قرار گیرد.

سپاسگزاری

بدین وسیله کمال تشکر و قدردانی خود را از حمایت های معاونت محترم پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد و همکاری بی‌دریغ مسئولین و پرسنل محترم دانشگاه پیام نور استان یزد و به‌خصوص مدیریت محترم حراست این دانشگاه ابراز می‌داریم.

منابع

in six year- old farm. Saffron Agronomy and Technology 2 (1): 31-44. (In Persian with English Summary).

Behdani, M. 2005. The ecological distribution and protection of function fluctuations of saffron in Khorasan. Ph.D. Desertation, Department of agronomy, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian with English Summary).

Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C., and Metzger, J.D. 2004. Influences of vermin composts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. Bioresource Technology 93: 145–153.

Asadi, G.A., Rezvani Moghaddam, P., and Hassanzadeh Aval, F. 2014. Effects of soil and foliar applications of nutrients on corm growth and flower yield of saffron (*Crocus sativus* L.)

www.SID.ir

Archive of SID

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 Crops Research 3: 1-14. (In Persian with English Summary).

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).

Golzari Jahan Abadi, M., Behdani, M.A., Khorram Del, S., and Sayyari Zohhan, M.H. 2005. The effect of soil conditioners and mother corm weight on growth characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.). Proceedings of 4th national symposium of saffron, Qaenat, Iran, 4-5 November 2005.

Hassanzadeh Aval, F., Rezvani Moghaddam, P., Bannayan Aval, M., and Khorasani, R. 2013. Effects of maternal corm weight and different levels of cow manure on corm and flower yield of saffron (*Crocus sativus* L.). Saffron Agronomy and Technology 1 (1): 22-39. (In Persian with English Summary).

Islamic Republic of Iran Meteorological Organization. Available at Web site http://www.irimo.ir/far/services/climate/820.

Juana, J.A.D., Corcolesb, H.L., Munozb, R.M., and Picornella, M.R. 2009. Yield and yield components of saffron under different cropping systems. Industrial Crop Production 30 (2): 212-219.

Kafi, M., Rashed Mohasel, M.H., Koocheki, A., and Mollafilabi, A. 2002. Saffron Production and Processing. Zaban va Adab Press, Mashhad. 280 p. (In Persian).

Kaya, C., Higgs, D., and Kirnak, H. 2001. The effects of high salinity (NaCl) and supplementary phosphorus and potassium on physiology and nutrition development of spinach. Bulgarian Journal of Plant Physiology 27 (3-4): 47-59.

Khademi, K., Sepahvand, A., Siahmansour, R., Mohammadian, A., and Ahmadi, S. 2014. Study of saffron yield in dry land farming and irrigated conditions in a period of six years in the city of Khorramabad province. Journal of Saffron Research 1 (2): 110-119. (In Persian with English Summary).

Khazaei, M., Monfared, M., Kamgar-Haghighi, A.A., and Sepaskhah, A.R. 2013. The trend of change for weight and number of saffron corms as affected by irrigation frequency and method in different years. Journal of Saffron Research 1 (1): 48-56. (In Persian with English Summary).

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

Koocheki, A., Jahani, M. Tabrizi, L., and Mohammadi, A.A. 2011a. Investigation on the effect of biofertilizer, chemical fertilizer and plant density on yield and corm criteria of saffron (*Crocus sativus* L.). Journal of Water and Soil 25 (1): 196-206. (In Persian with English Summary).

Koocheki, A., Karbasi, A., and Seyyedi, S.M. 2017. Some reasons for saffron yield loss over the last 30 years period (Review Article). Saffron Agronomy and Technology 5 (2): 107-122. (In Persian with English Summary).

Koocheki, A., Rezvani Moghaddam, P., Mollafilabi, A., and Seyyedi, S.M. 2014a. The effects of high corm density and manure on agronomic characteristics and corms behavior of Saffron (*Crocus sativus* L.) in the second

www.SID.ir

Archive of SID

year. Journal of Saffron Research 1 (2): 144-155. (In Persian with English Summary).

Koocheki, A., Seyyedi, M., Azizi, H., and Shahriyari, R. 2014b. The effects of mother corm size, organic fertilizer and micronutrient foliar application on corm yield and phosphorus uptake of saffron (*Crocus sativus* L.). Saffron Agronomy and Technology 2 (1): 3-16. (In Persian with English Summary).

Koocheki, A., Siahmargouii, A., Azizi, G., and Jahani, M. 2011b. The effect of intensive cropping and depth of corm planting on agronomical properties of saffron and corm gesture. Journal of Agroecology 3 (1): 36-49. (In Persian).

Mittler, R. 2002. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. Trends Plant Science 7: 405-410.

Mohammad Abadi, A.A., Rezvani Moghaddam, P., and Fallahi, J. 2011. The effects of planting pattern and first irrigation time on growth and yield of saffron (*Crocus sativus* L.). Journal of Agroecology 3 (1): 84-93. (In Persian).

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

Moussa, H.R. 2006. Influence of exogenous application of silicon on physiological response of salt-stressed maize (*Zea mays* L.). International Journal of Agriculture and Biology 8 (3): 293-297.

Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A., Boroumand Rezazadeh, Z., and Tabrizi, L. 2007. Effects of corm size and storage period on allocation of assimilates in different parts of saffron plant (*Crocus sativus* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 5 (1): 155-165. (In Persian with English Summary).

Osmani Roudi, H., Masoumi, A., Hamidi, H., and Razavi, S.A.R. 2015. Effects of first irrigation data and organic fertilizer treatments on saffron (*Crocus sativus* L.) yield under Khaf climatic conditions. Saffron Agronomy and Technology 3 (1): 25-33. (In Persian with English Summary).

Rasouli, Z., Maleki Farahani, S., and Besharati, H. 2013. Some vegetative characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.) by various fertilizers. Iranian Journal of Soil Research 27 (1): 35-46. (In Persian).

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

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

Sadeghi, B. 1993. Effect of Corm Weight on Saffron Flowering. Press of Iranian Research Organization for Scinece and T echnology-Center of Khorasan, p. 52-53. (In Persian).

Salarpour, F., and Farahbakhsh, H. 2016. The effect of salicylic acid on some physiological traits, Yield and yield components of fennel (*Foenicum vulgare* Mill.) under drought stress. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 32 (2): 216-230. (In Persian with English Summary).

Shamsi, K. 2010. The effects of drought stress on yield, relative water content, proline, soluble carbohydrates and chlorophyll of bread wheat cultivars. Journal of Animal and Plant Sciences 8 (3): 1051-1060.

Wang M., Zheng, Q., Shen, Q., and Guo, S. 2013. The critical role of potassium in plant stress response. International Journal of Molecular Science 14: 7370-7390.

www.SID.ir

Archive of SID

Study the effects of some fertilizer and irrigation managements in adaptation and development of saffron cultivation in arid regions

Mahmoud Gholami[1], Mohammad Kafi[2], Hamid Reza Khazaei[2] and Hossein Abarghouei[3]*

Submitted: 20 November 2017 **Accepted:** 9 September 2018

Gholami, M., Kafi, M., Khazaei, H.R., and Abarghouei, H. 2019. Study the effects of some fertilizer and irrigation managements in adaptation and development of saffron cultivation in arid regions. Saffron Agronomy & Technology, 7(2): 207-225.

Abstract

In order to improve saffron yield and modify crop pattern in arid areas, a split plot experiment was conducted based on randomized complete block design with three replications in a research field in Charkhab village of Yazd province during 2013-2016. The main plots included; irrigation in three levels (100%, 75% and 50% of ET_c), and sub plots were seven fertilizer management including; control (zero fertilization), applying 10 $t.ha^{-1}$ cow manure(10M), 10 $t.ha^{-1}$ vermicompost by spreading(10V), 10 $t.ha^{-1}$ vermicompost buried under planting corm rows (10RV), 5 $t.ha^{-1}$ vermicompost buried under planting corm rows (5RV), and pouring 10 $L.ha^{-1}$ Humaster Saffron fertilizer for 1 (SH) or 2 (CH) times after flowering. The results showed that as irrigation volume decreased from 75% to 50% ET_c, leaf dry weight, highest corm weight, total corm weight and effective corm number decreased significantly. The differences among irrigation treatments increased year by year, So that, there were no significant difference among treatments at the first year while the flower number (100.76 flower per plot in average) at 100% irrigation treatment was significantly more than the other two treatments. Also, as irrigation volume declined from 100% to 75% of ET_c, total corm number decreased more than 40% while total corm weight diminished less than 30%. Among fertilizer managements, 10RV and CH treatments showed better performance in the second and third years. So that, maximum flower number was observed in 10RV treatment by 71.78 and 98.22 flower per plot at the second and third experimental year, respectively, although, the pure gain of CH treatment was about 13.5 times more than the best treatment (10RV). In general, the results showed that using Humaster-Saffron fertilizer had more relative advantages in comparison with other treatments. However, it is recommended to test more amounts of this fertilizer in future research studies.

Keywords: Corm weight, Cow manure, Humaster-Saffron, Vermincompost.

1 - Ph.D. Student of Agronomy - Crop Physiology Field, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
2 - Professor Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
3 - Associate Professor, Payam-e-Nour University. Daneshjoo BLV. Yazd.
(*Corresponding author Email: m.kafi@um.ac.ir)
DOI: 10.22048/jsat.2018.106340.1272

www.SID.ir