Archive of SID

نشریه زراعت و فناوری زعفران
جلد ۴، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۵ ص. ۲۰۱-۲۱۳

Saffron Agronomy & Technology
Vol. 4, No. 3, Fall 2016, P. 201-213
DOI: 10.22048/jsat.2016.38673

اثر مقدار زئولیت و مدیریت آبیاری بر برخی خصوصیات بنه زعفران

عباس خاشعی سیوکی[۱]، محسن احمدی[۲*]، سیدرضا هاشمی[۲] و امین چالاک[۳]

تاریخ دریافت: ۸ مرداد ۱۳۹۴ تاریخ پذیرش: ۲۶ آبان ۱۳۹۴

چکیده

زعفران (*Crocus sativus* L.) گیاهی نیمه گرمسیری و گران‌بها است که توسط بنه تکثیر می‌شود. با توجه به اهمیت وزن بنه در عملکرد زعفران، بررسی اثر عوامل مختلف ازجمله تنش آبی بربنه اهمیت می‌یابد. بدین منظور تحقیقی به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی طی سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند انجام شد. تیمار زئولیت در چهار سطح (Z0: صفر، Z1: ۰/۵، Z2: ۱ و Z3: ۲ درصد وزنی) و تیمار آبیاری در سه سطح (I1: آبیاری سنتی، I2: آبیاری با تخلیه ۷۰ درصد رطوبتی و I3: آبیاری کامل) در سه تکرار در نظر گرفته‌شدند. نتایج نشان‌داد که سطح مصرف زئولیت اثر معنی‌داری بر متوسط وزن بنه، تعداد بنه با وزن کمتر از ۲ گرم، تعداد بنه با وزن بین ۶ تا ۸ گرم و تعداد بنه خواهری داشت ($P\leq0.01$). مدیریت آبیاری نیز اثر معنی‌داری بر متوسط وزن بنه ($P\leq0.01$)، تعداد بنه با وزن بین ۶ تا ۸ گرم و تعداد بنه خواهری داشت ($P\leq0.05$). وزن بنه در تیمارهای بدون کاربرد زئولیت (Z0I1، Z0I2 و Z0I3) نسبت به Z3I3 کاهش معنی‌داری داشتند ($P\leq0.05$). همچنین تیمارهای Z3I3، Z3I2 و Z1I3 بیشترین و تیمارهای Z0I1 و Z0I2 کمترین تعداد بنه‌های خواهری را داشتند. با در نظر گرفتن کاهش مصرف زئولیت و آب آبیاری، تیمار Z2I1 را می‌توان به‌عنوان مناسب‌ترین تیمار پیشنهاد کرد به‌طوری‌که وزن بنه را نسبت به تیمارهای Z0I1، Z0I2 و Z0I3 به ترتیب ۲۶/۶۴، ۲۳/۸۸ و ۱۷/۸۱ درصد افزایش داد.

کلمات کلیدی: برنامه‌ریزی آبیاری، تنش آبی، وزن بنه و تغذیه

مقدمه

زعفران (*Crocus sativus* L.) گیاهی نیمه‌گرمسیری (Behnia, 1989; Abdullaaev, 2006) و گران‌بها (Rashed et al., 2006) است که منشأ آن ایران می‌باشد (Mollafilabi, 2004). پس از ایران، کشورهای اسپانیا، یونان، هند، مراکش و آذربایجان از مهم‌ترین کشورهای تولیدکننده زعفران هستند (Kafi et al., 2002). این گیاه از پاییز رشد خود را شروع کرده و در اواخر بهار به خواب تابستانه رفته و بنه‌های آن تا شروع فصل بعدی رشد به‌صورت راکد در زمین باقی می‌مانند (Bari Abarghoei et al., 2000). گرچه این گیاه سازگار با مناطق خشک و نیمه‌خشک است؛ ولی اعمال تنش آبی سبب کاهش عملکرد و رشد آن می‌شود (Goliaris, 1999; Hassan & Shah, 2002; Munshi et al., 2002). ایتوباهو و الوتمانی (Aitoubahou & El-Otmani, 1999) و عزیزی زهان و همکاران (Azizi Zehan et al., 2006) نیز در تحقیقات

۱- استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند.
۲- دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی دانشگاه شهید چمران اهواز.
۳- دانشجوی کارشناسی مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند.
(*- نویسنده مسئول: m.ahmadee@ymail.com)

www.SID.ir

Archive of SID

جداگانه گزارش کردند که تنش آبی سبب کاهش خصوصیات زراعی زعفران می‌شود. به‌همین منظور استفاده از مواد جاذب رطوبت به‌منظور کاهش اثر تنش آبی در کشت زعفران ضروری به نظر می‌رسد (Khorramdel et al., 2014).

زئولیت ازجمله موادی است که به‌دلیل نگهداری آب در خاک (Kazemian, 2004; Khashei Siuki & Ahmadee, 2015)، فراهمی مواد غذایی (Polite et al, 2004; Ahmadee et al., 2014; Ahmadee et al., 2014) و اصلاح خاک (Ahmadee, 2014) در کشت محصولات زراعی به‌وفور مورداستفاده قرارگرفته است. محققان بسیاری در خصوص کاربرد زئولیت به‌منظور کاهش اثرات کمبود آب بر تولید گیاهان زراعی مطالعه کرده‌اند. گزارش‌های رنجبر و همکاران (Ranjbar et al., 2004)، خاشعی سیوکی و همکاران (Khashei et al., 2008)، قلی‌زاده و همکاران (Gholizadeh et al., 2010) و کریمی و همکاران (Karimi et al., 2012) از این جمله است. اقلیم خشک ایران (Jazaeri Nushabadi & Rezaei, 2007) و فراوانی منابع زئولیت در کشور (Khashei Siuki & Ahmadee, 2015) نیز ضرورت استفاده از این کانی در کشاورزی را اجتناب ناپذیر می‌کنند.

با توجه به اینکه تکثیر زعفران توسط بنه‌ها انجام می‌شود (Behnia, 1989; Vurdu, 2004) و خصوصیات بنه‌ها بر عملکرد زعفران اثر مستقیمی دارد (Sadeghi, 1993; AREEO, 1996; Vurdu et al., 2002; Kaushal & Upadhyay, 2002; Molina et al., 2005; Omidbaigi, 2005; Kafi & Showket, 2006; Amirshekari et al., 2006; Cavusoglu & Erkel, 2009)؛ مطالعه‌ی اثر عوامل مختلف بر بنه، سبب برنامه‌ریزی بهتر به‌منظور بهبود عملکرد این گیاه زراعی می‌گردد. در خصوص اثر آبیاری بر بنه زعفران مطالعات اندکی انجام شده است. از جمله معدود مطالعات صورت گرفته می‌توان به گزارش عزیزی زهان و همکاران (Azizi Zehan et al., 2006) در خصوص اثر روش آبیاری کرتی و جویچه‌ای بر بنه زعفران اشاره کرد. با توجه به مطالب ارائه شده؛ این تحقیق باهدف بررسی اثر زئولیت و مدیریت آبیاری بر وزن بنه زعفران انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر زئولیت و مدیریت آبیاری بر وزن بنه زعفران، تحقیقی به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی طی سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند واقع در طول جغرافیایی ´۲۱ °۵۹ و عرض جغرافیایی ´۸۷ °۳۲ و با ارتفاع ۱۴۹۱ متر از سطح دریا انجام شد. تیمار زئولیت، بر اساس آزمایشات قبلی و تجربیات نویسندگان، در ۴ سطح: صفر (Z0)، ۰/۵ (Z1)، ۱ (Z2) و ۲ (Z3) درصد وزنی (Ahmadee, 2014; Khashei Siuki & Ahmadee, 2015; Khashei Siuki et al., 2015 Khashei Siuki et al., 2008;) و تیمار آبیاری در سه سطح: آبیاری سنتی (I1)، آبیاری با تخلیه ۷۰ درصد رطوبتی (I2) و آبیاری کامل (I3) در سه تکرار در نظر گرفته شدند. آبیاری به روش سنتی بر اساس روش آبیاری زعفران در منطقه انجام شد. بدین ترتیب در این تیمار سه نوبت آبیاری در ابتدای فصل، پس از سبز شدن بنه‌ها و اواخر زمستان صورت گرفت و در هر نوبت مقدار ۶۳/۵ mm آب آبیاری برای هر گلدان اختصاص یافت. به‌منظور اعمال تیمارهای I2 و I3 از روش وزن کردن گلدان‌ها استفاده شد. بدین منظور گلدان‌ها در گودال‌های مناسبی که در مزرعه حفر شده بودند، قرار داده شدند به‌طوری‌که لبه‌های آن‌ها بالای خاک قرار گرفته بود. گلدان‌ها به‌منظور آبیاری، روزانه مورد بازدید و توزین قرار می‌گرفتند و دوباره در جای خود قرار داده می‌شدند. بر اساس آزمایشات قبلی و استفاده از رابطه‌ی ۱، عمق آب آبیاری لازم برای هر گلدان محاسبه می‌شد:

$$I = (Fc - \theta) \times \rho_b \times D \qquad (۱)$$

www.SID.ir

Archive of SID

که در این رابطه، I عمق آب آبیاری (mm)، Fc رطوبت در حد ظرفیت زراعی (%w)، Θ رطوبت اندازه‌گیری شده (%w)، ρ_b جرم مخصوص ظاهری خاک ($g.cm^{-1}$) و D عمق ریشه (mm) می‌باشد که در این تحقیق برابر عمق خاک موجود در گلدان در نظر گرفته‌شد. به‌منظور تعیین حجم آب مصرفی در هر بار آبیاری (I' برحسب لیتر) از رابطه‌ی زیر استفاده شد:

$$I' = I \times A \qquad (۲)$$

که در این رابطه، A سطح مقطع گلدان (m^2) می‌باشد.

در تیمار آبیاری کامل (I3)، میزان رطوبت در حد ظرفیت زراعی (±۵%) نگه‌داشته شد. برای اعمال تیمار I2 نیز تا زمانی که ۰/۷ رطوبت ظرفیت زراعی خاک از دست رود آبیاری صورت نمی‌گرفت و پس از آن، آبیاری تا رسیدن به حد ظرفیت زراعی انجام می‌شد. متوسط عمق آب آبیاری در تیمارهای مختلف در جدول ۱ نشان داده شده‌است. همچنین مقدار بارندگی (جدول ۲) نیز به‌منظور اعمال تیمارهای آبیاری I2 و I3 در نظر گرفته‌شد.

جدول ۱- متوسط عمق آب آبیاری برای هر تیمار (mm)

Table 1– Average irrigation depth for each treatment (mm)

تیمارها Treatments	۹ مهر-۹ آبان October	۱۰ آبان- ۹ آذر November	۱۰ آذر-۱۰ دی December	۱۱ دی-۱۱ بهمن January	۱۲ بهمن- ۹ اسفند February	۱۰ اسفند- ۱۱ فروردین March	۱۲فروردین- ۱۰ اردیبهشت April	۱۱ اردیبهشت - ۱۰ خرداد May
Z0I2	66	31.5	30.5	20.5	40	57	42	32
Z0I3	119	60	64	43.5	87.5	97	85.5	68
Z1I2	52	31	26	23	42	64.5	38.5	24.5
Z1I3	115	62	58	37	85	102.5	81	54
Z2I2	48.5	29	28.5	15.5	41	50	36	27.5
Z2I3	102	55.5	59	33	82.5	95	79.5	50
Z3I2	46	25	25.5	16	39.5	45.5	38	19.5
Z3I3	94.5	53	42.5	32	71.5	86.5	77	49

[Z0 ، Z1، Z2 و Z3 به ترتیب نشان‌دهنده‌ی سطوح صفر، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد وزنی زئولیت پتاسیک و I1، I2 و I3 به ترتیب نشان‌دهنده‌ی آبیاری سنتی، آبیاری با تخلیه ۷۰٪ تخلیه رطوبتی و آبیاری کامل می‌باشند].

[Z0, Z1, Z2 and Z3 indicate potasic zeolite at zero, 0.5, 1 and 2 as weight percentage, respectively and I1, I2 and I3 indicate traditional irrigation, deficit irrigation as 70% moisture depletion and full irrigation, respectively]

جدول ۲- متوسط مقدار بارندگی در هر ماه (mm)

Table 2– Average amount of precipitation for each month (mm)

۹ مهر-۹ آبان October	۱۰ آبان- ۹ آذر November	۱۰ آذر-۱۰ دی December	۱۱ دی-۱۱ بهمن January	۱۲ بهمن- ۹ اسفند February	۱۰ اسفند- ۱۱ فروردین March	۱۲فروردین-۱۰ اردیبهشت April	۱۱ اردیبهشت - ۱۰ خرداد May
1	11	0	1.2	21	11	29.25	16.2

خاک آزمایش (جدول ۳)، پس از یکنواخت‌سازی با الک ۵ میلی‌متری، بر اساس درصد وزنی مورد نظر با زئولیت (جدول ۴) مخلوط و در گلدان‌های پلاستیکی به قطر ۱۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر ریخته‌شد. به‌منظور زهکشی گلدان‌ها، سوراخی در کف آن‌ها تعبیه گردید. همچنین ۲ سانتی‌متر شن (با قطر بین ۵ تا ۲۰ میلی‌متر) در کف گلدان‌ها ریخته شد تا از خروج خاک جلوگیری گردد. در هر گلدان، ۱۰ بنه زعفران در بازه وزنی ۸-۶ گرم کاشته شد. پس از کشت بنه‌ها، آبیاری به‌صورت یکسان انجام شد. مشخصات آب آبیاری در جدول ۵ نشان داده‌شده است. پس از ظهور گل، تیمارهای آبیاری در سال اول اعمال شد و این کار تا اردیبهشت سال ۱۳۹۳ ادامه یافت. در اردیبهشت‌ماه بنه‌ها به خواب تابستانه رفته و تا اواخر شهریور سال ۱۳۹۳

www.SID.ir

Archive of SID

عملیات داشت صورت نگرفت. آبیاری اولیه در سال دوم نیز به‌صورت یکسان برای همه تیمارها در نظر گرفته‌شد. پس از ظهور گل، دوباره تیمارهای آبیاری تا اردیبهشت سال ۱۳۹۴ اعمال شدند. سپس بنه‌ها جمع‌آوری شده و به آزمایشگاه منتقل گردیدند. نمونه‌ها با استفاده از ترازو با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین شدند. سپس میانگین وزن بنه‌ها، تعداد بنه‌های کمتر از ۴ گرم (ریز)، تعداد بنه‌های بین ۴-۶ گرم (متوسط)، تعداد بنه‌های بین ۶-۸ گرم (درشت) و تعداد بنه‌های خواهری در هر گلدان مشخص شد. به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش آماری آزمون توکی و نرم‌افزار SAS 9.1.3 استفاده شد. دسته‌بندی داده‌ها و رسم نمودارها نیز با استفاده از Microsoft Excel 2013 انجام شد.

جدول ۳- مشخصات فیزیکوشیمیایی خاک مورد استفاده

Table 3– Soil physical and chemical properties

بافت خاک Texture	رس Clay (%)	سیلت Silt (%)	شن Sand (%)	FC-PWP (%W)	جرم مخصوص ظاهری Bulk Density ($g.cm^{-3}$)	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته خاک pH	کل کلسیم Total Ca ($mg.l^{-1}$)	کربن آلی Organic carbon (%)	ماده آلی Organic Matter (%)
لومی Loam	10	42	48	20.9	1.52	0.46	7.98	15	0.17	0.29

جدول ٤- مشخصات زئولیت

Table 4– Properties of zeolite

سیلیکات SiO_2 (%)	آلومینیوم اکسید Al_2O_3 (%)	آهن اکسید Fe_2O_3 (%)	کلسیم اکسید CaO (%)	سدیم اکسید Na_2O (%)	پتاسیم اکسید K_2O (%)	منیزیم اکسید MgO (%)	تیتانیوم دی‌اکسید TiO_2 (%)	منگنز اکسید MnO (%)	فسفر پنتا اکسید P_2O_5 (%)
70.25	7.68	0.91	1.12	3.10	3.43	0.39	0.153	0.017	0.006

کروم Cr (ppm)	سولفور تری‌اکسید SO3 (%)	کلر Cl (ppm)	باریم Ba (ppm)	استرانسیم Sr (ppm)	مس Cu (ppm)	روی Zn (ppm)	سرب Pb (ppm)	نیکل Ni (ppm)	ظرفیت تبادل کاتیونی CEC ($meq.gr\ l^{-1}$)
6	0.600	2049	1158	666	56	2	27	5	2.6

جدول ٥- مشخصات شیمیایی آب آبیاری

Table 5- Water properties used for irrigation

سولفات SO_4	کلر Cl	بی‌کربنات HCO_3	کربنات CO_3	پتاسیم K	سدیم Na	منیزیم Mg	کلسیم Ca	کل املاح محلول TDS ($mg.l^{-1}$)	نسبت جذبی سدیم SAR	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)
			$meq.l^{-1}$								
4.25	2.2	4.75	0.00	0.01	4.19	5.3	1.7	680.48	2.24	7.26	0.991

نتایج و بحث

نتایج نشان‌داد که سطح مصرف زئولیت اثر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر متوسط وزن بنه، تعداد بنه با وزن کمتر از ۲ گرم، تعداد بنه با وزن بین ۶ تا ۸ گرم و تعداد بنه خواهری داشت (جدول ۶). مدیریت آبیاری نیز اثر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر متوسط وزن بنه و در سطح احتمال ۵ درصد بر تعداد بنه با وزن بین ۶ تا ۸ گرم و تعداد بنه خواهری داشت. افزایش مقدار آبیاری سبب دسترسی بیشتر به رطوبت شده‌است

www.SID.ir

Archive of SID

از طرفی کاربرد زئولیت نیز این امر را تقویت نموده است (Ahmadee, 2014). این عوامل سبب تغییرات معنی‌دار در وزن بنه و تعداد بنه خواهری شده‌است. نتایج مشابهی توسط خرمدل و همکاران (Khorramdel et al., 2014) گزارش شده‌است. این محققان با بررسی سطوح سوپر جاذب نشان‌دادند که وزن بنه تحت تأثیر کاربرد این مواد در خاک قرار گرفت. عزیزی زهان و همکاران (Aziz-Zohan et al., 2006) نیز نتایج مشابهی در خصوص افزایش وزن بنه زعفران در اثر افزایش رطوبت در دسترس با اعمال آبیاری کرتی ارائه داده‌اند.

جدول ٦- نتایج تجزیه واریانس (آماره F) اثر مقدار زئولیت و مدیریت آبیاری بر برخی خصوصیات بنه زعفران

Table 6- Analysis of variance (F Value) for amount of zeolite and irrigation scheduling on some saffron corm criteria

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	متوسط وزن بنه Corm Weight	تعداد بنه با وزن کمتر از ۲ گرم Number of Corm Less Than 4 gr	تعداد بنه با وزن بین ٤ تا ٦ گرم Number of Corm 4-6 gr	تعداد بنه با وزن بین ٦ تا ٨ گرم Number of Corm 6-8 gr	تعداد بنه خواهری Number of Replacement Corm
سطح زئولیت Zeolite Level	3	51.83^{**}	17.83^{**}	0.27^{ns}	9.36^{**}	8.76^{**}
مدیریت آبیاری Irrigation Management	2	17.21^{**}	1.50^{ns}	3.24^{ns}	3.94^{*}	3.85^{*}
سطح زئولیت×مدیریت آبیاری Zeolite Level*Irrigation Management	6	0.79^{ns}	1.33^{ns}	0.57^{ns}	0.83^{ns}	0.59^{ns}
ضریب تغییرات (٪) Coefficient of Variation (%)	-	0.89	0.97	0.33	0.27	0.23

Ns، *و ** به ترتیب بدون اثر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشد.

Ns, * and ** are non-significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

بیشترین وزن بنه با کاربرد ۲ درصد وزنی زئولیت پتاسیک مشاهده شد ولی تفاوت معنی‌داری نسبت به سطح ۱ درصد نداشت (شکل ۱). کمترین وزن بنه نیز در تیمار Z0 مشاهده شد که کاهش معنی‌داری نسبت به سایر سطح مصرف زئولیت نشان داد. میزان این کاهش نسبت به سطوح Z1، Z2 و Z3 به ترتیب برابر ۱۵/۵، ۳۸/۸ و ۴۲/۶ درصد بود. زئولیت‌ها به دلیل CEC بالا (جدول ۲) سبب فراهمی عناصر غذایی در خاک شده‌اند (Khashei Siuki & Ahmadee, 2015). همچنین با افزایش پتاسیم تبادلی در تیمارهای حاوی زئولیت (Ekaterina & Christos, 2002)، این نتایج قابل توجیه است؛ زیرا عناصر غذایی و پتاسیم تبادلی سبب افزایش شاخص‌های رشدی زعفران می‌گردد (Temprini et al., 2009; Ahmadee et al., 2014). مطالعات کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2012)، تیموری و همکاران (Teimori et al., 2013) و حسن‌زاده اول و همکاران (Hassanzadeh Aval et al., 2014) نیز بر افزایش وزن بنه با فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز زعفران تأکید دارد.

با مقایسه تیمارهای آبیاری، کمترین وزن بنه در تیمار آبیاری سنتی (I1) مشاهده شد که نسبت به I2 و I3 به ترتیب ۱۰/۵ و ۱۷/۵ درصد کاهش نشان داد. این نتایج با مشاهدات عزیزی زهان و همکاران (Aziz-Zohan et al., 2006) مطابقت دارد. این محققان با بررسی ۲ روش آبیاری (کرتی و جویچه‌ای) و دور آبیاری در ۴ سطح (دیم، ۱۲، ۲۴ و ۳۶ روز) گزارش کردند که وزن بنه‌ها در تیمارهای کرتی به همراه آبیاری، سنگین‌تر از بنه‌هایی بود که توسط روش جویچه‌ای آبیاری شده بودند. البته این محققان به افزایش گل‌دهی زعفران در سال قبل نیز اشاره کرده و آن را به دلیل وزن بیشتر بنه‌ها دانسته‌اند. کاوسوگلو و همکاران (Cavusoglu et al., 2009) و علی‌پور میاندهی و

www.SID.ir

Archive of SID

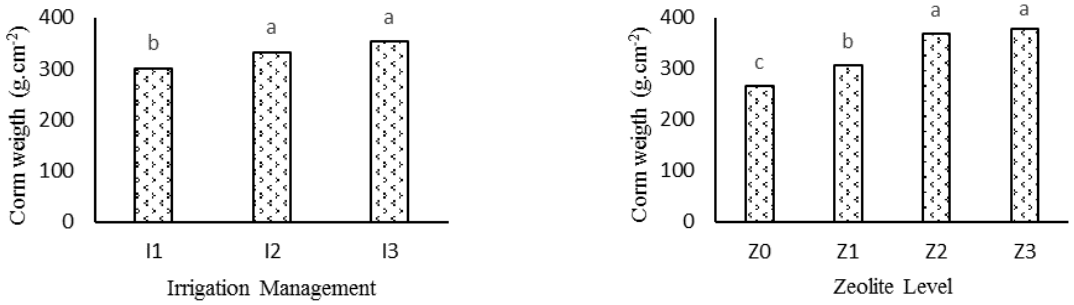
همکاران (Alipoor Miandehi et al., 2014) نیز به اثر وزن بنه بر افزایش گلدهی زعفران اشاره کرده‌اند. زیرا بنه‌های بزرگتر به‌دلیل ذخایر مواد و عناصر غذایی سبب افزایش عملکرد می‌شوند (Nassiri Mahallati et al., 2008). نتایج تحقیق اثر زئولیت و برنامه‌ریزی آبیاری در خصوص گلدهی زعفران (Khashei Siuki et al., 2015) نیز صحت نتایج حاضر را تأیید می‌کند.

با مقایسه‌ی اثرات متقابل، بیشترین وزن بنه در تیمار Z3I3 مشاهده شد (شکل ۲). وزن بنه در تیمارهای بدون کاربرد زئولیت (Z0I1، Z0I2 و Z0I3) نسبت به Z3I3 تفاوت معنی‌داری داشتند به‌طوری‌که مقادیر وزن بنه در این تیمارها نسبت به Z3I3 به ترتیب ۳۸/۱۹، ۳۵/۸ و ۳۰/۷۶ درصد کاهش داشت.

عدم کاربرد زئولیت (Z0) تفاوت معنی‌داری نسبت به سایر سطوح زئولیت در تعداد بنه‌های کمتر از ۴ گرم (ریز) داشت به‌طوری‌که نسبت به سطوح Z1، Z2 و Z3 به ترتیب ۹۱/۳، ۸۷/۱ و ۹۰/۹ درصد افزایش نشان‌داد. گرچه افزایش مقدار آب آبیاری سبب افزایش تعداد بنه‌های ریز شد ولی تفاوت معنی‌داری بین هیچ‌کدام از تیمارهای آبیاری مشاهده نشد. این نتایج مطابق تحقیقات عزیزی زهان و همکاران (Aziz-Zohan et al., 2006) می‌باشد. این محققان نیز مشاهده‌کردند که کاهش دور آبیاری اثری بر وزن بنه‌های کمتر از ۴ گرم نداشت. با مقایسه اثرات متقابل، تیمارهای Z0I2 و Z0I3 به ترتیب با مقادیر ۳/۳ و ۳ عدد، بیشترین تعداد بنه‌های ریز را داشتند (شکل ۳).

تعداد بنه‌های ریز در تیمارهای حاوی زئولیت تعداد کمی داشت به‌طوری‌که تعداد این بنه‌ها در این تیمارها کمتر از ۰/۳ عدد بود. با توجه به اینکه میانگین وزنی بنه‌های کاشته شده در هر گلدان بین ۶–۸ گرم بود؛ نتایج نشان‌داد که عدم کاربرد زئولیت سبب کاهش وزنه بنه‌ها در طی آزمایش‌شده است. گرچه بین تعداد بنه‌های موجود در تیمارهای Z0I1، Z0I2 و Z0I3 اختلاف وجود داشت ولی این تفاوت از لحاظ آماری معنی‌دار نبود.

با توجه به اینکه بنه‌های ریز توانایی کمتری در گلدهی زعفران دارند (Amirshekari et al., 2006; Cavusoglu & Erkel, 2009)، اختلاف بین بنه‌های سبز شده، وزن و تعداد گل‌های جمع‌آوری شده در این تیمارها (Khashei Siuki et al., 2015) نیز نتایج به‌دست‌آمده را تأیید می‌کنند.

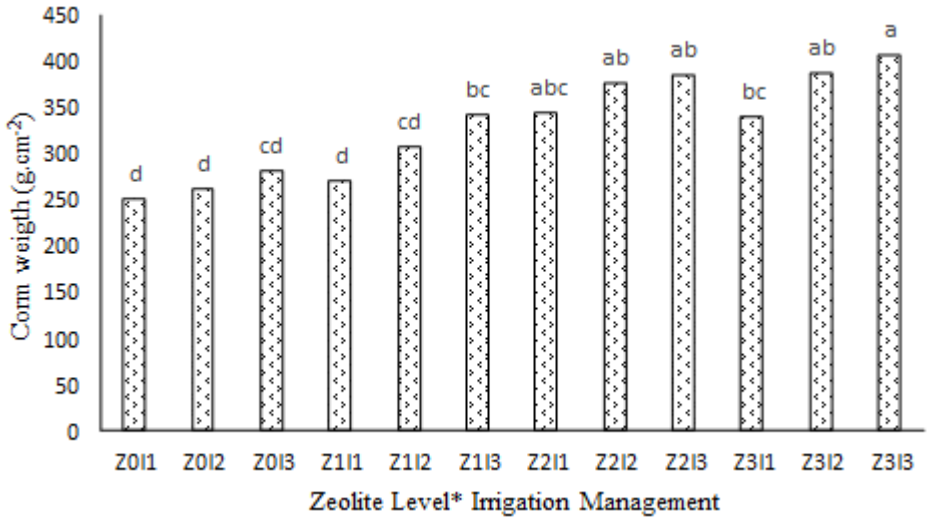


شکل ۱- اثر سطح زئولیت (راست) و مدیریت آبیاری (چپ) بر وزن بنه زعفران [میانگین‌های شامل حروف مشابه در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون توکی بدون اختلاف معنی‌دار می‌باشند. Z0، Z1، Z2 و Z3 به ترتیب نشان دهنده‌ی سطوح صفر، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد وزنی زئولیت پتاسیک و I1، I2 و I3 به ترتیب نشان‌دهنده‌ی آبیاری سنتی، آبیاری با تخلیه ۷۰٪ تخلیه رطوبتی و آبیاری کامل می‌باشند].

Fig 1- Effect of zeolite level (Right) and irrigation management (Left) on saffron corm weight ([Means with the same letter(s) have not significantly difference based on Tukey's test (p≤0.05). Z0, Z1, Z2 and Z3 indicate potasic zeolite at zero, 0.5, 1 and 2 as weight percentage, respectively and I1, I2 and I3 indicate traditional irrigation, deficit irrigation as 70% moisture depletion and full irrigation, respectively].

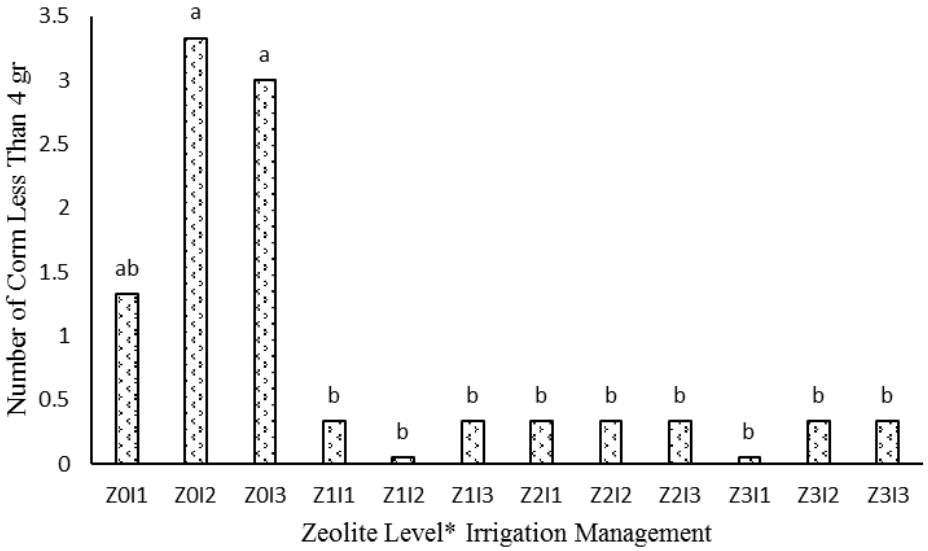
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- اثر متقابل سطح زئولیت و مدیریت آبیاری بر وزن بنه زعفران [میانگین‌های شامل حروف مشابه در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون توکی بدون اختلاف معنی‌دار می‌باشند. Z0، Z1، Z2 و Z3 به ترتیب نشان دهنده‌ی سطوح صفر، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد وزنی زئولیت پتاسیک و I1، I2 و I3 به ترتیب نشان دهنده‌ی آبیاری سنتی، آبیاری با تخلیه ۷۰٪ تخلیه رطوبتی و آبیاری کامل می‌باشند].

Fig 2- Interaction effect of zeolite level and irrigation management on saffron corm weight [Means with the same letter(s) have not significantly difference based on Tukey's test (p≤0.05). Z0, Z1, Z2 and Z3 indicate potasic zeolite at zero, 0.5, 1 and 2 as weight percentage, respectively and I1, I2 and I3 indicate traditional irrigation, deficit irrigation as 70% moisture depletion and full irrigation, respectively].



شکل ۳- اثر متقابل سطح زئولیت و مدیریت آبیاری بر تعداد بنه کمتر از ٤ گرم [میانگین‌های شامل حروف مشابه در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون توکی بدون اختلاف معنی‌دار می‌باشند. Z0، Z1، Z2 و Z3 به ترتیب نشان دهنده‌ی سطوح صفر، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد وزنی زئولیت پتاسیک و I1، I2 و I3 به ترتیب نشان دهنده‌ی آبیاری سنتی، آبیاری با تخلیه ۷۰٪ تخلیه رطوبتی و آبیاری کامل می‌باشند].

Fig 3- Interaction effect of zeolite level and irrigation management on number of corm less than 4 gr [Means with the same letter(s) have not significantly difference based on Tukey's test (p≤0.05). Z0, Z1, Z2 and Z3 indicate potasic zeolite at zero, 0.5, 1 and 2 as weight percentage, respectively and I1, I2 and I3 indicate traditional irrigation, deficit irrigation as 70% moisture depletion and full irrigation, respectively].

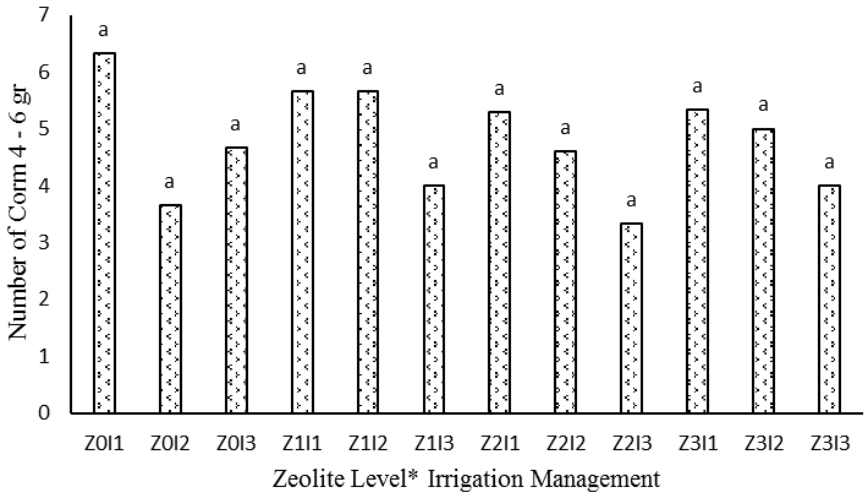
www.SID.ir

Archive of SID

با مقایسه‌ی تعداد بنه‌های بین ۴-۶ گرم (متوسط)، تفاوت معنی‌داری بین هیچ‌کدام از تیمارها در تعداد بنه‌های کمتر متوسط مشاهده نشد (شکل ۴). علی‌رغم این موضوع، افزایش مقدار آب آبیاری از I1 به I3 سبب کاهش معنی‌دار تعداد بنه‌های متوسط شد. این نتایج نشان‌داد که کم‌آبیاری سبب کاهش وزن بنه‌ها در طی فصل رشد می‌شود. افزایش سطح کاربرد زئولیت و میزان آب آبیاری سبب کاهش وزن بنه‌های اولیه شد به‌طوری که کمترین کاهش وزن بنه در تیمارهای Z3 و I3 مشاهده شد که به ترتیب نسبت به Z0 و I1 تفاوت معنی‌داری داشتند. علت این امر نیز فراهمی آب و مواد غذایی می‌باشد (Ahmadee, 2014).

با مقایسه اثرات متقابل سطح کاربرد و مقدار آب آبیاری، بیشترین تعداد بنه با وزن بین ۶-۸ گرم (درشت) در تیمار Z2I3 مشاهده شد و نسبت به تیمار Z3I3 افزایش ۵/۲ درصدی نشان داد (شکل ۵). تیمار Z2I3 تفاوت معنی‌داری نسبت به تیمارهای Z0I1، Z0I2 و Z0I3 نشان‌داد و نسبت به این تیمارها به ترتیب افزایش ۶۳/۱۹، ۵۲/۶۰ و ۶۳/۱۹ درصدی داشت.

اختلاف بین تعداد بنه‌های کاشته شده (با وزن بین ۶-۸ گرم) و تعداد بنه با وزن ۶-۸ گرم نشان‌داد که در تیمارهای Z0I1، Z0I2 و Z0I3 به ترتیب ۷۶/۷، ۷۰ و ۷۶/۷ درصد بنه‌های کاشته شده کاهش وزن داشتند (شکل ۶). درحالی‌که کاهش وزن بنه‌ها در تیمارهای Z3I3، Z2I3 و Z1I3 به ترتیب ۴۰، ۳۶/۷ و ۴۳/۴ درصد بود.

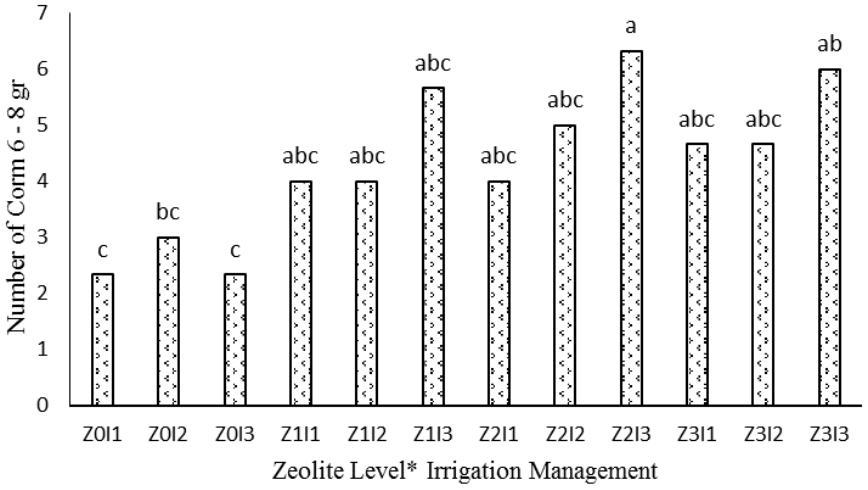


شکل ٤- اثر متقابل سطح زئولیت و مدیریت آبیاری بر تعداد بنه بین ٤ تا ٦ گرم [میانگین‌های شامل حروف مشابه در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون توکی بدون اختلاف معنی‌دار می‌باشند. Z0، Z1، Z2 و Z3 به ترتیب نشان‌دهنده‌ی سطوح صفر، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد وزنی زئولیت پتاسیک و I1، I2 و I3 به ترتیب نشان‌دهنده‌ی آبیاری سنتی، آبیاری با تخلیه ۷۰٪ تخلیه رطوبتی و آبیاری کامل می‌باشند].

Fig 4- Interaction effect of zeolite level and irrigation management on number of corm 4-6 gr [Means with the same letter(s) have not significantly difference based on Tukey's test (p≤0.05). Z0, Z1, Z2 and Z3 indicate potasic zeolite at zero, 0.5, 1 and 2 as weight percentage, respectively and I1, I2 and I3 indicate traditional irrigation, deficit irrigation as 70% moisture depletion and full irrigation, respectively].

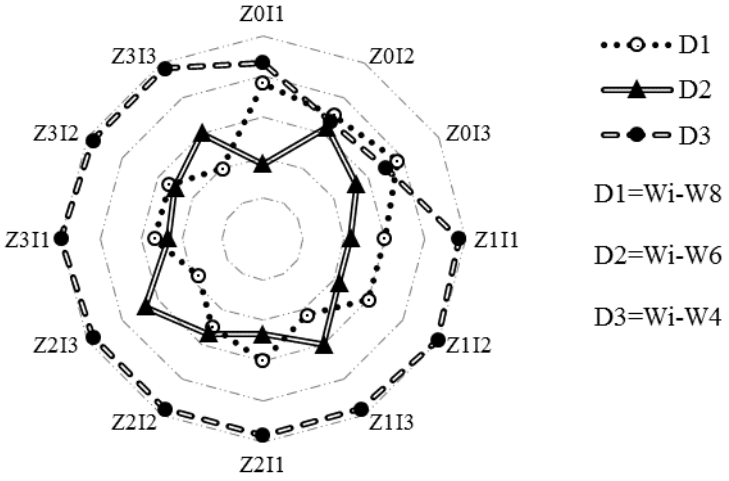
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵- اثر متقابل سطح زئولیت و مدیریت آبیاری بر تعداد بنه بین ٦ تا ۸ گرم [میانگین‌های شامل حروف مشابه در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون توکی بدون اختلاف معنی‌دار می‌باشند. Z0، Z1، Z2 و Z3 به ترتیب نشان‌دهنده‌ی سطوح صفر، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد وزنی زئولیت پتاسیک و I1، I2 و I3 به ترتیب نشان‌دهنده‌ی آبیاری سنتی، آبیاری با تخلیه ۷۰٪ تخلیه رطوبتی و آبیاری کامل می‌باشند].

Fig 5- Interaction effect of zeolite level and irrigation management on number of corm 6-8 gr [Means with the same letter(s) have not significantly difference based on Tukey's test (p≤0.05). Z0, Z1, Z2 and Z3 indicate potasic zeolite at zero, 0.5, 1 and 2 as weight percentage, respectively and I1, I2 and I3 indicate traditional irrigation, deficit irrigation as 70% moisture depletion and full irrigation, respectively].



شکل ٦- تغییرات تعداد بنه در هر تیمار نسبت به تعداد بنه در زمان کاشت [Z0، Z1، Z2 و Z3 به ترتیب نشان دهنده‌ی سطوح صفر، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد وزنی زئولیت پتاسیک و I1، I2 و I3 به ترتیب نشان دهنده‌ی آبیاری سنتی، آبیاری با تخلیه ۷۰٪ تخلیه رطوبتی و آبیاری کامل می‌باشند. Wi، W8، W6 و W4 به ترتیب تعداد بنه کاشته شده، ٦-۸ گرم، ٤-٦ گرم و کمتر از ٤ گرم می‌باشند].

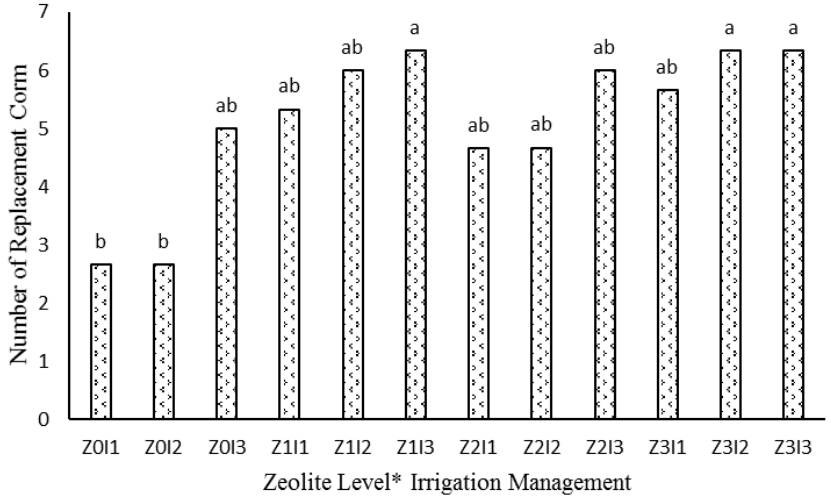
Fig 6- Difference between number of saffron in each treatment compared with number of corm which cultivated [Means with the same letter(s) have not significantly difference based on Tukey's test (p≤0.05). Z0, Z1, Z2 and Z3 indicate potasic zeolite at zero, 0.5, 1 and 2 as weight percentage, respectively and I1, I2 and I3 indicate traditional irrigation, deficit irrigation as 70% moisture depletion and full irrigation, respectively. Wi, W8, W6 and W4 are the number of cultivated corm, 6-8 gr, 4-6gr and less than 4 gr, respectively].

سطوح کاربرد زئولیت اثر معنی‌داری بر تعداد بنه‌های خواهری داشتند به‌طوری‌که تیمارهای Z1، Z2 و Z3 به ترتیب ۷۰/۹، ۴۸/۵ و ۷۷/۶ درصد تعداد بنه‌های خواهری را نسبت به شاهد (Z0) افزایش دادند. تیمار I3 نیز نسبت به I2 و I1 به

www.SID.ir

Archive of SID

ترتیب ۲۲/۵ و ۱۶/۹ درصد تعداد بنه‌های خواهری را افزایش داد به‌طوری‌که این اختلاف نسبت به تیمار I1 معنی‌دار بود. مطالعات محققان قبلی نشان داده است که اثر مثبت آبیاری بر عملکرد زعفران ناشی از رشد و نمو بنه‌های خواهری و توسعه ریشه می‌باشد (Benschop, 1993; Rees, 1992; Juana et al., 2009) که نتایج تحقیق حاضر نیز مؤید نقش آبیاری بر افزایش بنه‌های خواهری است. مقایسه اثرات متقابل سطوح مصرف زئولیت و مدیریت آبیاری نشان‌داد که تیمارهای Z3I3، Z3I2 و Z1I3 بیشترین اثر را در افزایش بنه‌های خواهری داشتند (شکل ۷). کمترین تعداد بنه‌های خواهری نیز در تیمارهای Z0I1 و Z0I2 تعیین شد که نسبت به Z3I3، Z3I2 و Z1I3 اختلاف معنی‌داری داشتند.



شکل ۷- اثر متقابل سطح زئولیت و مدیریت آبیاری بر تعداد بنه خواهری [میانگین‌های شامل حروف مشابه در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون توکی بدون اختلاف معنی‌دار می‌باشند. Z0، Z1، Z2 و Z3 به ترتیب نشان‌دهنده‌ی سطوح صفر، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد وزنی زئولیت پتاسیک و I1، I2 و I3 به ترتیب نشان‌دهنده‌ی آبیاری سنتی، آبیاری با تخلیه ۷۰٪ تخلیه رطوبتی و آبیاری کامل می‌باشند].

Fig 7- Interaction effect of zeolite level and irrigation management on number of replacement corm of saffron [Means with the same letter(s) have not significantly difference based on Tukey's test (p≤0.05). Z0, Z1, Z2 and Z3 indicate potasic zeolite at zero, 0.5, 1 and 2 as weight percentage, respectively and I1, I2 and I3 indicate traditional irrigation, deficit irrigation as 70% moisture depletion and full irrigation, respectively].

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی نتایج این تحقیق نشان‌داد که کاربرد زئولیت به دلیل خواص خود از جمله تبادل کاتیونی بالا، افزایش پتاسیم در دسترس، افزایش رطوبت در خاک و تأمین نیاز غذایی اثر مثبتی بر وزن بنه زعفران داشت. عدم کاهش تعداد بنه‌های کمتر از ۶-۸ گرم نیز در تیمارهای حاوی زئولیت سبب افزایش گل زعفران در طی آزمایش شد. البته آبیاری و تأمین رطوبت کافی جهت افزایش وزن بنه‌ها نیز در افزایش عملکرد زعفران مؤثر بوده است. از طرفی کاربرد زئولیت و تأمین رطوبت کافی (با اعمال تیمارهای I2 و I3) سبب افزایش تعداد بنه‌های خواهری شد که می‌تواند عاملی در افزایش عملکرد زعفران در سال‌های آتی باشد؛ گرچه نقش وزن بنه در عملکرد نهایی بیشتر از تعداد بنه‌های خواهری می‌باشد (Mohammad Abadi et al., 2011). با جمع‌بندی نتایج به‌دست آمده، تیمارهای Z3I3، Z3I2، Z2I3، Z2I2 و Z2I1 به‌عنوان مناسب‌ترین تیمارها پیشنهاد می‌شوند. با در نظر گرفتن کاهش مصرف زئولیت و آب آبیاری، تیمار Z2I1 را می‌توان مناسب‌ترین تیمار پیشنهاد کرد به‌طوری‌که وزن بنه را نسبت به تیمارهای Z0I1، Z0I2 و ZoI3 به ترتیب ۲۶/۶۴، ۲۳/۸۸ و ۱۷/۸۱ درصد افزایش داد.

www.SID.ir

Archive of SID

سپاسگزاری

نویسندگان از آقای مهران رجبی، مدیرعامل شرکت افرازنـد، به دلیل در اختیار گذاشتن زئولیـت‌هـای مـورد اسـتفاده در ایـن تحقیق تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع

Abdullaaev, F. 2006. Biological properties and medicinal use of saffron (*Crocus sativus* L.). Proceedings of 2nd International Symposium on Saffron Biology and Technology. Mashhad, Iran, 28-30 October 2006. p. 339-345.

Agriculture Research, Education and Extentional Organization (AREEO). 1996. Technical Economic Evaluation of saffron production.

Ahmadee, M. 2014. Effect of zeolite on fertility and reducing nitrate leaching from saline soil under saffron cultivation. MSc Thesis, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Iran. [In Persian with English Summary].

Ahmadee, M., Khashei Suiki, A., and Hashemi, S. R. 2014a. The effect of magnetic water and calcic and potasic zeolite on the yield of *Lepiduim sativum* L. IJABBR 2(6): 2051-2060.

Ahmadee, M., Khashei Suiki, A., and Sayyari, M. H. 2014b. Type and amount of evaluation of natural clinoptilolite zeolite impacts on saffron (*Crocus sativus* L.) emergence. Journal of Saffron Research 1(2): 97-109. [In Persian with English Summary].

Ahmadee, M., Khashei Suiki, A., and Shahidi, A. 2014c. Effect of magnetic water and natural clinoptilolite zeolite on growth of green been (*Phaseolus vulgaris* L.). Iranian Journal of Irrigation and Drainage 2(8): 393-401. [In Persian with English Summary].

Aitoubahou, A., and El-Otmani, M. 1999. Saffron cultivation in Morocco. PP. 87-94. In: M. Neghbi (Ed.), Saffron. Harwood Academic Pub. the Netherland.

Alipoor Miandehi, Z., Mahmodi, S., Behdani, M. A., and Sayyari, M. H. 2014. Effect of manure, bio-and chemicalfertilizers and corm size on saffron (*Crocus sativus* L.) yield and yield components. Journal of Saffron Research 1(2): 73-84. [In Persian with English Summary].

Amirshekari, H., Sorooshzadeh, A., Modaress Sanavy, A., and Jalali Javaran, M. 2006. Study of effects of root temperature, corm size, and gibberellin on underground organs of saffron (*Crocus sativus* L.). Iranian Journal of Biology 19(1): 5-18. [In Persian with English Summary].

Azizi Zohan, A. A., Kamgar-Haghighi, A. A., and Sepaskhah, A. R. 2006. Effect of irrigation method and frequency on corm and saffron production (*Crocus sativus* L.). JWSS-Isfahan University of Technology. 10(1): 45-54. [In Persian with English Summary].

Bari Abarghoei, H., Ghalavand, A., Mazaheri, D., Noor Mohammadi, Gh., and Sanei, M. 2000. Pajouhesh Va Sazandgi 4: 65-69. [In Persian with English Summary].

Behnia, M. R. 1989. Saffron: botany. cultivation and production. Tehran University Publications, Tehran. 260 p. [In Persian].

Benschop, M. 1993. Crocus. In: A. de Hertogh, M. Le Nard (ed.), The Physiology of Flower Bulbs. 257-272. Elsevier, Amsterdam, the Netherlands.

Cavusoglu, A., and Erkel, E. I. 2009. Saffron (*Crocus sativus* L.) growing without removing of mother corms under greenhouse condition. Turkish Journal of Field Crops 1(2): 170-180.

Cavusoglu, A., Erkel, E.I., and Sulusoglu, M. 2009. Saffron (*Crocus sativus* L.) Studies with two mother corm dimensions on yield and harvest period under greenhouse condition. American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture 3(2): 126-129.

Ekaterina, G. F., and Christos. 2002. Influence of clinptilolite and compost on soil properties. Taylor and Francis Publishing 33(3): 595-607.

www.SID.ir

Archive of SID

Gholizadeh, A., Amin, M. S. M., Anuar, A. R, Esfahani, M., and Saberioon, M. M. 2010. The study on the effect of different Levels of zeolit and water stress on growth, development and essential oil content of moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.). American Journal of Applied Science 7: 33-37.

Goliaris, A. H. 1999. Saffron Cultivation in Greece. PP. 73-83. In: M. Neghbi (Ed.), Saffron. Harwood Academic. Pub., the Netherland.

Hassan, B., and Shah, M. H. 2002. Increased sustainability and yield of saffron in Kashmir. In: Proceeding of Seminar-cum-Workshop on Saffron (*Crocus sativus*). SKUAST-K. India. Pp 115.

Hassanzadeh Aval, F., Rezvani Moghaddam, P., Bannayan Aval, M., and Khorasani, R. 2014. Effects of maternal corm weight and foliar application on replacement corm characteristics and flower yield of saffron (*Crocus sativus* L.) in the first year. Journal of Saffron Research 2(1): 73-84. [In Persian with English Summary].

Jazaeri Nushabadi, M. R., and Rezaei, A. M. 2007. Evaluation of relations between parameters in oat cultivars in water stress and non- stress conditions. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and soil Science 11 (1): 265-279. [In Persian with English Summary].

Juana, J. A. D., Córcolesb, H. L., Muñozb, 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. R., Rashed Mohasel, M. H., Koocheki, A., and Molafilabi, A. 2002. Saffron production and processing. Ferdowsi University of Mashhad Publications, Mashhad. 279 p. [In Persian].

Kafi, M., and Showket, T. 2006. A Comparative Study of Saffron Agronomy and Production Systems of Khorasan (Iran) and Kashmir (India). Proceeding of 2nd international symposium on Saffron Biology and Technology. Mashhad, Iran, 28-30 October. Pp.123-132.

Karimi, S., Nasri, M., Ghooshchi, F., and Khalatbari, M. 2012. Effect of zeolite application on yield and yield component of sunflower under drought stress. 12th Iraninan Crop Sciences Congress, Islamic Azad University, Karaj. [In Persian].

Kaushal, S. K., and Upadhyay, R. G. 2002. Studies on variation in corm size and its effect on cormel production and flowering in *Crocus sativus* L. under midd hill conditions of H. P. Research on Crops 3(1): 126-128.

Kazemian, H. 2004. Introduction to zeolites, minerals Magic, Behesht Publication, Tehran. 126p. [In Persian].

Khashei Siuki, A., Hashemi, S. R., and Ahmadee, M. 2015. The effect of potasic zeolite and irrigation scheduling on saffron yield. Research project. University of Birjand, Iran. 67 pp. [In Persian with English Summary].

Khashei Siuki, A., Kochekzadeh, M., and Shahabifar, M. 2008. Effect of natural zeolite clinoptilolite and soil moisture on corn yield. Journal of Research of Soil Science (Soil and Water) 22(2): 235-241. [In Persian with English Summary].

Khashei Suiki, A., and Ahmadee, M. 2015. Zeolites: Introduction, properties and its application. *In press*. 139 pp. [In Persian].

Khorramdel, S., Gheshm, R., Amin Ghafori, A., and Esmaielpour, B. 2014. Evaluation of soil texture and superabsorbent polymer impacts on agronomical characteristics and yield of saffron. Journal of Saffron Research 1(2): 120-135. [In Persian with English Summary].

Koocheki, A. R., Fallahi, J., Amiri, M. B., and Ehyaei, H. R. 2012. Effect of humic acid

www.SID.ir

Archive of SID

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 Sciences Congress. Islamic Azad University, Karaj. Iran. [In Persian with English Summary].

Mohammad Abadi, A. A., Rezvani Moghaddam, P., and Fallahi, J. 2011. Effects of planting pattern and the first irrigation date on growth and yield of saffron (*Crocus sativus* L.). Journal of Agroecology 3(1): 84-93. [In Persian with English Summary].

Molina, R. V., Valero, M., Navarro, Y., Guardiola, J. L., and Garcia-Luis, A. 2005. Temperature effects on flower formation in saffron (*Crocus sativus* L.). Scientia Horticulturae 103: 361-379.

Mollafilabi, A. 2004. Experimental Findings of Production and Echophysiological Aspects of Saffron (*Crocus sativus* L.). Acta Horticulturae (ISHS) 650: 195-200.

Munshi, A. M., Wani, S. A., and Tak, G. M. 2002. Improved cultivation practices for saffron. In: Proceeding of Seminar-cum-Workshop on Saffron (*Crocus sativus*), SKUAST-K. India. Pp 83-88.

Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A., Boroomand Rezazadeh, Z., and Tabrizi, L. 2008. Effects of corm size and storage period on allocation of assimilates in different parts of saffron plant (*Crocus sativus* L.). Iranian Journal of Field Crop Research 5(1): 155-166. [In Persian with English Summary].

Omidbaigi, R. 2005. Effects of corm weight on quality of Saffron (*Crocus sativus* Linn.). Natural Product Radinace 4: 193-194.

Polite, E., Karuca, M., Demire, H., and Naci Onus, A. 2004. Use of natural zeolite (clinoptilolite) in agriculture. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research 12: 183-189.

Ranjbar, M., Esfahany, M., Kavousi, M., and Yazdani, M. R. 2004. Effect of irrigation and natural zeolite application on yield and quality of Tobacco (*Nicotiana tabaccum* var. Coker 347). Journal of Agricultural Science 1(2): 63-75. [In Persian with English Summary].

Rashed, M. H., Kafi, M., Koochaki, A., and Nassiri, M. 2006. Saffron (*Crocus sativus*) Production and Processing. Science Publications 87-96.

Rees, A. R. 1992. Ornamental Bulbs, Corms and Tubers, C.A.B. International, Wallingford, UK.

Sadeghi, B. 1993. Effect of Corm Weight on Saffron Flowering. Press of Iranian Research Organization for Science and Technology Center of Khorasan. pp. 52-53. [In Persian].

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

Vurdu, H. 2004. Agronomical and biotechnological approaches for saffron improvement. Acta Horticulturae (ISHS) 650: 285-290.

Vurdu, H., Altu, Z., and Ayan, S. 2002. *Crocus sativus* L. (Safran)'un yetistirme teknigi. Gazi Uni. Orman Fak. Derg 2: 175-187.

www.SID.ir

Archive of SID

The Effect of Zeolite Rates and Irrigation Management on Some Properties of Saffron Corms

Abbas Khashei Siuki[1], Mohsen Ahmade[2], Sayyed Reza Hashemi[2] and Amin Chalak[3]*

Received: 30 July, 2015 **Accepted:** 17 November, 2015

DOI: 10.22048/jsat.2016.38673

Abstract

Saffron (*Crocus sativus* L.) is a subtropical and valuable crop which is reproduced by corms. Due to the importance of corm weight in saffron yield, it is important to study the different factors that affect yield such as drought stress. For this purpose, this research was conducted as a factorial design based on completely randomized design (CRD) in the Agricultural Research Station of the University of Birjand during the period 2013-2015. The treatments consisted of Zeolite at four rates (0: Z0, 0.5: Z1, 1: Z2 and 2: Z3 as weight percentage) and irrigation management at three levels (traditional: I1, deficit irrigation as 70% moisture depletion: I2 and full irrigation: I3) with three replications. The results showed that zeolite rates has a significant effect on corm weight, number of corms less than 2gr, number of 6-8gr corms and number of replacement corms ($P\leq0.01$). Irrigation management also has a significant effect on corm weight ($P\leq0.01$), number of corms 6-8gr and number of replacement corms ($P\leq0.05$). The treatments with no zeolite amended (Z0I1, Z0I2 and Z0I3) showed a reduction in corm weight compared to Z3I3 ($P\leq0.05$). Z3I3, Z3I2 and Z3I3 showed an increase in the number of replacement corms while Z0I1 and Z0I2 had the least number of replacement corms. In conclusion, Z2I1 is recommended as the best treatment by considering the reduction in zeolite and water used, which increased corm weight by 26.64%, 23.88% and 17.81% compared to Z0I1, Z0I2 and Z0I3, respectively.

Keywords: Irrigation Scheduling, Water Stress, Corm Weight and Nutrition

1- Assistant Professor of Water Engineering, University of Birjand, Iran
2- Ph.D. Student, Irrigation and Drainage Department, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran
3- Student of Water Engineering, University of Birjand, Iran
(*-Corresponding author E-mail: m.ahmadee@ymail.com)

www.SID.ir