نشریه زراعت و فناوری زعفران
جلد ۶، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۷ ص. ۲۹۰-۲۷۹

Saffron Agronomy & Technology
Vol. 6, No. 3, Fall 2018, P. 279-290

Archive of SID

مقایسه تأثیر روش‌ها و سطوح آبیاری بر سطح برگ و تولید بنه دختری در گیاه زعفران (*Crocus sativus* L.)

محمد کریمی فرزقی[۱]، حمیدرضا خزاعی[۲]*، محمد کافی[۲] و احمد نظامی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳ بهمن ۱۳۹۵ **تاریخ پذیرش:** ۲۷ دی ۱۳۹۶

کریمی فرزقی، م.، خزاعی، ح.ر.، کافی، م.، و نظامی، ا. ۱۳۹۷. مقایسه تأثیر روش‌ها و سطوح آبیاری بر سطح برگ و تولید بنه دختری در گیاه زعفران (*Crocus sativus* L.). زراعت و فناوری زعفران،۶(۳): ۲۹۰-۲۷۹.

چکیده

به منظور مقایسه تأثیر روش‌ها و سطوح آبیاری بر سطح برگ و تولید بنه دختری در گیاه زعفران آزمایشی در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ به‌صورت اسپلیت‌پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در منطقه جلگه‌رخ تربت حیدریه اجرا شد. عامل اصلی شامل سه روش آبیاری (کرتی، قطره‌ای و بارانی) و عامل فرعی سه سطح آبیاری (۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی زعفران) بود. صفات مورد بررسی شامل وزن خشک، تعداد، قطر و طول برگ، وزن خشک، اندازه و تعداد بنه دختری و نیز وزن و طول غلاف بودند. نمونه‌برداری‌های آزمایش برای تعیین صفات برگ و غلاف در ۱۰ اردیبهشت و برای تعیین صفات بنه در ۱۰ خردادماه ۹۳ انجام گرفت. نتایج نشان داد در تیمارهای روش آبیاری، بیشترین وزن خشک بنه، وزن برگ و غلاف، اندازه و تعداد بنه دختری، تعداد، قطر و طول برگ در روش آبیاری قطره‌ای مشاهده شد. همچنین بهترین عملکرد بنه نیز در روش آبیاری قطره‌ای و کمترین میزان این شاخص در روش آبیاری کرتی به‌دست آمد، آبیاری زعفران به روش قطره‌ای باعث افزایش تعداد بنه‌های دختری نسبت به دو روش بارانی و کرتی (به ترتیب ۱۰ و ۳۴ درصد) شد. اثر سطوح آبیاری نیز بر اغلب صفات مورد بررسی معنی‌دار بود و بیشترین میزان عملکرد مربوط به سطح آبیاری ۱۰۰ درصد و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار تأمین ۵۰ درصد نیاز آبی بود، کاهش آبیاری از سطح ۱۰۰ به ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه، تعداد بنه‌های دختری و وزن آ ن‌ها را شدیداً کاهش داد (به ترتیب ۶۲ و ۸۶ درصد). در مجموع بیشترین سطح فتوسنتزی گیاه زعفران و نیز حداکثر تعداد کل و وزن کل بنه‌های دختری در روش آبیاری قطره‌ای و در سطح تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی به‌دست آمد.

کلمات کلیدی: آبیاری قطره‌ای، آبیاری بارانی، آبیاری کرتی، بنه، نیاز آبی

۱ - دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲ - استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: h.kazaie@um.ac.ir)

DOI: 10.22048/jsat.2018.46986.1137

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

زعفران (*Crocus sativus* L.) گیاهی علفی، یک‌ساله و متعلق به خانواده زنبقیان (Iridaceae) است (Fernandez, 2004) و به‌عنوان گیاه ارزشمند و بوم سازگار منطقه خراسان و از جمله مهم‌ترین محصولات صادراتی کشاورزی کشور محسوب می‌شود (Kafi et al., 2002). با وجود قدمت کشت زعفران در مقایسه با بسیاری از محصولات رایج، این گیاه از فناوری‌های نوین سهم کمتری داشته و تولید آن بیشتر متکی بر دانش بومی می‌باشد (Koocheki et al., 2006). به‌طور مثال این اعتقاد وجود دارد که نیاز کودی و آبی زعفران نسبتاً پایین است ولی برخی تحقیقات مؤید این مطلب است که تا ۸۰ درصد از تغییرات عملکرد این گیاه وابسته به مدیریت تغذیه‌ای و آبیاری است (Abbasian, 2012). در همین راستا تحقیقات نشان داده که حاصل‌خیزی خاک، مدیریت آبیاری، وزن و تراکم بنه نقش بسزایی بر بهبود رشد و عملکرد این گیاه ارزشمند دارد (Koocheki et al., 2009). اگرچه نیاز آبی زعفران نسبتاً پایین است ولی اعمال تنش رطوبتی مستقیماً بر عملکرد ماده خشک و خصوصاً عملکرد اقتصادی آن اثر منفی می‌گذارد. در یک مطالعه اثرات کاهش ۲۵ و ۵۰ درصدی نیاز آبی گیاه، بر راندمان مصرف آب بر اساس زعفران دسته، زعفران ممتاز و علوفه خشک نشان داد که بیشترین کارایی مصرف آب در تأمین نیاز کامل آبی زعفران به‌دست آمد (Shirmohammadi, 2002). نتایج پژوهشی نشان‌داد که آبیاری قطره‌ای با دور ۲۴ روزه علاوه بر صرفه‌جویی در میزان آب مصرفی نسبت به روش‌های سنتی به‌دلیل تولید بنه‌های بزرگ‌تر، بیشترین میزان گل را در گیاه زعفران تولید می‌نماید (Abbasian, 2012).

به نظر می‌رسد که زمان‌بندی آبیاری از کاشت تا آغاز گلدهی در سال اول (آبیاری در مرداد و مهرماه) ضروری می‌باشد، بطور مثال تأمین ۵۰ درصد نیاز آبی در تحریک فرآیندهای پیش از گلدهی گیاه کافی بوده است. از سوی دیگر در سال دوم، کاهش آبیاری تا سطح ۵۰ درصد در مقایسه با شاهد (۱۰۰ درصد نیاز آبی) منجر به کاهش معنی‌دار تعداد گل، عملکرد گل‌تر و عملکرد کلاله خشک (به ترتیب ۱۹، ۲۸ و ۲۲ درصد) شده است (Koocheki et al., 2014). با توجه به ارتباط مثبت بین اندازه بنه‌های زعفران با تولید گل در این گیاه (Gresta et al., 2008; Kumar et al., 2009). کاهش معنی‌دار شاخص‌های گل زعفران در سال دوم (در سطح ۵۰ درصد نیاز آبی) می‌تواند به دلیل اثرات منفی تنش نسبتاً شدید آب بر رشد و عملکرد بنه های زعفران باشد، اما تنش جزئی آب به گیاه (۷۵ درصد نیاز آبی) عملکردی مشابه مصرف آب در شرایط تأمین ۱۰۰ درصد آبیاری تولید کرد که ممکن است به دلیل سازگاری و رشد گیاه زعفران به اقلیم خشک و نیمه‌خشک باشد (Sepaskhah & Kamgar-Haghighi, 2009). در پژوهش دیگری نتایج نشان داد در هر یک از سطوح کشت پرتراکم، کاهش آبیاری تا ۷۵ درصد نیاز آبی تأثیری در کاهش عملکرد کل بنه‌های دختری نداشت، اما در سطح ۵۰ درصد نیاز آبی، عملکرد بنه‌های دختری به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار گرفت (Koocheki et al., 2014).

در مطالعه اثر روش و دور آبیاری بر تولید بنه و گلدهی در زعفران مشاهده شد که روش آبیاری کرتی با دور آبیاری ۲۴ روز به خاطر مصرف آب کمتر نسبت به روش جویچه‌ای ارجحیت داشت، زیرا بنه‌های درشت‌تر تولید کرده که در گلدهی مؤثرتر هستند. بنابراین آبیاری کرتی نیز به سبب نقش مؤثر در تولید گل و بنه‌های بزرگ‌تر، روش آبیاری توصیه‌شده برای زعفران در تحقیق مذکور بوده است (Azizi-Zohan et al., 2006). در بررسی دیگری در شهرستان قاین نتایج نشان‌داد در سال اول روش‌های آبیاری (بارانی، قطره‌ای، جوی پشته و کرتی) تأثیری

www.SID.ir

Archive of SID

بر رشد بنه و عملکرد گل و کلاله خشک نداشتند. در سال دوم بیشترین تعداد گل و عملکرد کلاله خشک در تیمار آبیاری قطره‌ای به‌دست آمد. در سال سوم نیز آبیاری قطره‌ای نسبت به سایر روش‌ها برتری داشت. باوجوداین بیشترین عملکرد بنه و برگ خشک در سال مذکور مربوط به آبیاری کرتی و حداقل آن مربوط به آبیاری بارانی بوده است (Mollafilabi et al., 2007).

با توجه به رابطه نزدیک‌بین اندازه بنه و گلدهی در زعفران، در این پژوهش، اثر روش و مقدار آبیاری بر سطح برگ زعفران و رشد بنه دختری در جلگه‌رخ تربت حیدریه مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه زعفران چهار ساله واقع در جلگه‌رخ تربت حیدریه با ارتفاع ۱۷۷۰ متر از سطح دریا در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ انجام شد. داده‌های آب و هوایی و نتایج آزمایش آب و خاک مربوط به سال اجرای آزمایش در جدول‌های ۱، ۲ و ۳ آورده شده است.

جدول ۱- آمار ده ساله داده های هواشناسی ایستگاه هواشناسی سینوپتیک تربت حیدریه (اسد آباد)

Table 1- Decade statistic of Meteorological data from synoptic weather stations in Torbat-e- Heydarieh (Asadabad)

متوسط تعداد روزهای یخبندان Average number of frost days (day)	حداکثر روزهای یخبندان Frost days maximum (day)	حداقل درجه حرارت مطلق Absolute temperature minimum (°C)	حداکثر درجه حرارت مطلق Absolute temperature maximum (°C)	متوسط دمای سالانه Annual temperature average (°C)	متوسط بارندگی سالیانه Annual precipitation average (mm)
125	150	-28	36	10.5	250

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب محل اجرای آزمایش

Table 2- Physical and chemical properties of water in experiment site

کل مواد جامد محلول T.D.S ($mg.lit^{-2}$)	نسبت جذب سدیم S.A.R[1]	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	قدرت یونی هیدروژن pH
810	4.12	1300	7.60
Cations	$Meq.lit^{-1}$	anions	$Meq.lit^{-1}$
Ca×Mg	7.23	Co_3^{-2}	Non
Ca	3.10	CL^-	7.50
Mg	4.15	HCO_3	2.9
Na	7.85	SO_4^{-2}	4.49
K	0.12	-	-
S.Cation	15.20	S.Anion	14.89

جدول ۳- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 3- Physical and chemical properties of soil in experiment site

بافت خاک Soil texture	کربن آلی Organic carbon (% OC)	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	قدرت یونی هیدروژن pH	پتاسیم قابل استفاده Available K ($mg.kg^{-1}$)	فسفر قابل جذب Available P ($mg.kg^{-1}$)	نیتروژن کل total N (%)	کل مواد خنثی شونده % T.N.V[2]	درصد اشباع % SP[3]
سیلتی - رسی Clay- silt	0.601	2.20	7.87	370	27.6	0.060	16.8	54.71

1- Sodium Adsorption Ratio
2- Percentage of total neutralizing Value (% T.N.V)
3- Saturation percentage (% SP)

www.SID.ir

Archive of SID

در این تحقیق اثرات سه روش آبیاری (کرتی، قطره‌ای و بارانی) به‌عنوان عامل اصلی و نیز مقادیر مختلف آبیاری (تأمین ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه) به‌عنوان عامل فرعی، بر خصوصیات رشدی و برگ و بنه زعفران به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بررسی شد. کرت‌های فرعی ۳ متر طول و ۲ متر عرض داشتند و فاصله ردیف‌های کاشت نیز ۲۵ سانتی‌متر بود. فاصله کرت‌های فرعی یک متر و کرت‌های اصلی یک و نیم‌متر از یکدیگر در نظر گرفته شد. از آن‌جایی‌که زعفران از نظر زراعی در اکثر مناطق به عنوان گیاهی چند ساله پرورش داده می‌شود، با توجه به رشد و تکثیر بنه‌ها و تغییر سطح پوشش گیاهی، نیاز آبی گیاه در طی سال‌های مختلف و نیز در مراحل مختلف رشدی متفاوت می‌باشد (Kafi et al., 2002) و به‌همین منظور نیاز آبی زعفران با روش پنمن- مانتیس محاسبه و اعمال گردید (Kafi et al., 2002). برای انجام عملیات آبیاری به روش بارانی از روش لوله‌های پی فلکس استفاده شد. در این روش، آبیاری بصورت بارانی به کرت‌ها داده می‌شود که این نوع آبیاری بارانی در مزارع زعفران تربت حیدریه رایج می‌باشد. در این روش از لوله‌های درز دار استفاده می‌شود که آب تحت فشار از سوراخ‌های با زوایای مختلف خارج و در سطح مزرعه پخش می‌گردد. در این روش با تنظیم فشار ورودی آب، عرض پاشش قابل کنترل و اندازه گیری آن ساده می‌باشد.

در روش آبیاری قطره‌ای، انتقال آب به‌وسیله لوله اصلی انجام و با اتصال لوله‌های تیپ به‌فاصله ۵۰ سانتی‌متری به آن به‌نحوی‌که در بین هر دو ردیف زعفران یک لوله تیپ کار گذاشته شد، آبیاری انجام گردید.

در روش آبیاری کرتی، مرز کرت‌ها ایجاد و با انتقال آب بوسیله لوله که به شبکه اصلی متصل است، آبیاری اعمال گردید. در ابتدای فصل و قبل از اعمال آبیاری نیاز آبی زعفران در منطقه به روش پنمن- مانتیس محاسبه که مقدار آن ۲۷۳۰ متر مکعب در هکتار به‌دست آمد. تأمین آب از شبکه آبیاری تحت فشار مزرعه انجام شد که با طراحی سیستم و شبکه مورد نیاز در سطح آزمایش و نصب کنتور حجمی، مقدار آب مورد نیاز پس از برآورد در هر مرحله آبیاری در کرت‌های آزمایش اعمال گردید. آبیاری نوبت اول (اول مهرماه) با اندازه گیری رطوبت حجمی خاک و تا تأمین رطوبت در حالت ظرفیت زراعی در عمق ریشه که در ابتدای فصل رشد ۴۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد، انجام شد. بدین منظور تعیین و مقدارآب مورد نیاز هر کرت مشخص و آبیاری انجام گردید. در نوبت‌های بعدی آبیاری، پس از کسر بارندگی مؤثر مقدار آب مورد نیاز اعمال گردید. آبیاری کرت‌های آزمایشی در هفت نوبت شامل ۱ مهر، ۱۵ آبان، ۵ آذر، ۲۰ اسفند، ۵ فروردین، اول اردیبهشت و ۱۵ اردیبهشت ماه متناسب با عرف منطقه انجام شد. در ۱۰ اردیبهشت برای تعیین صفات مربوط به اندام‌های هوایی (برگ و غلاف[1])[2] و ۱۰ خرداد ماه سال ۹۳ برای تعیین صفات اندام‌های زیر زمینی (بنه) نمونه‌برداری از ۵۰ سانتی‌متر هر ردیف (سطحی معادل ۰/۱۲۵ مترمربع) انجام شد و پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، صفاتی مانند تعداد بنه دختری، اندازه بنه‌ها، وزن خشک بنه‌ها، تعداد برگ، قطر برگ، وزن خشک برگ و غلاف، طول برگ و غلاف اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری طول، قطر و وزن خشک برگ، برگ‌های گیاهان موجود در سطح نمونه‌برداری از محل طوقه قطع و در ظروف دربسته نگهداری شدند. در آزمایشگاه قطر برگ به‌وسیله کولیس و طول برگ و غلاف توسط خط‌کش اندازه‌گیری گردید.

1 -Sheath

۲- اهمیت اندازه‌گیری شاخص غلاف به این علت است که آنالیز وزن خشک کل انجام شده و وزن خشک کل نیز نشان دهنده میزان تولید مواد از سطح فتوسنتز کننده برگ است.

www.SID.ir

Archive of SID

برای خشک‌کردن برگ‌ها، پاکت‌های حاوی برگ‌ها در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد برای مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد و پس از آن وزن برگ‌ها اندازه‌گیری شد. همچنین جهت تعیین سطح برگ از معادله ۱ استفاده شد (Kafi et al., 2002).

$$A=31.797 \times W+ 112.05 \quad (۱)$$

A: سطح برگ (سانتی‌متر مربع) و W: وزن خشک برگ (گرم)

افزون بر این، به‌منظور اندازه‌گیری وزن خشک بنه‌ها، بنه‌های مذکور قطعه قطعه شده و در آون ۸۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. در پایان، تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS 9.1 و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر روش و مقدار آبیاری بر صفات تعداد کل برگ معنی‌دار بود (جدول ۴) و آبیاری زعفران به روش قطره‌ای باعث افزایش تعداد آن نسبت به دو روش بارانی و کرتی (به ترتیب ۸ و ۱۰ درصد) شد (جدول ۵). اثر سطح آبیاری نیز بر صفت مذکور معنی‌دار بود و کاهش آبیاری از سطح ۱۰۰ به ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه منجر به کاهش تعداد کل برگ (به ترتیب ۶/۵ و ۱۶ درصد) شد. طول برگ نیز تحت تأثیر آبیاری قطره‌ای نسبت به دو روش آبیاری بارانی و کرتی به ترتیب ۱۲، ۲۰ درصد افزایش داشت. همچنین آبیاری گیاهان بر اساس ۵۰ درصد نیاز آبی نیز منجر به کاهش ۷ و ۱۷ درصدی طول برگ نسبت به آبیاری براساس فراهمی ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی شد (جدول ۵). اثر روش آبیاری بر صفت پهنای برگ زعفران نیز معنی‌دار بود (جدول ۴) و آبیاری زعفران به روش قطره‌ای باعث افزایش مقدار این شاخص نسبت به دو روش بارانی و کرتی (به ترتیب ۱۳/۵، ۲۳ درصد) شد (جدول ۵). اثر میزان آبیاری نیز بر صفت مذکور معنی‌دار بود و کاهش آبیاری از ۱۰۰ به ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی منجر به کاهش پهنای برگ (به‌ترتیب ۱۲ و ۲۶ درصد) شد (جدول ۴). برهمکنش روش و مقادیر آبیاری بر وزن خشک برگ و غلاف معنی‌داری بود (جدول ۶). هر چند که بیشترین وزن خشک برگ و غلاف در روش آبیاری قطره‌ای و در سطح تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه زعفران تولید شد (جدول ۵)، ولی در روش قطره‌ای کاهش آبیاری از ۱۰۰ به ۵۰ درصد نیاز آبی به‌ترتیب کاهش ۵۷ و ۵۱ درصد وزن خشک برگ و غلاف را به دنبال داشت، در صورتی‌که این کاهش در روش آبیاری بارانی به‌ترتیب ۵۷ و ۴۸ درصد و در روش آبیاری کرتی به‌ترتیب ۵۸ و ۴۹ درصد بود که تفاوت خاصی نداشت و نشان‌دهنده این است که اعمال تنش و کاهش سطح آبیاری اثر یکسانی بر وزن خشک برگ در سه روش آبیاری دارد (جدول ۵). این نتایج نشان می‌دهد که اگرچه نیاز آبی زعفران نسبتاً پایین است، ولی اعمال تنش رطوبتی بر رشد برگ و غلاف گیاه شدیداً اثر دارد و بنابراین هرچند زعفران به‌عنوان گیاهی متحمل به خشکی شناخته‌شده است، لیکن نباید در شرایط تنش خشکی قرار گیرد (Goliaris, 1999). زیرا کمبود رطوبت خاک از مهم‌ترین عوامل کاهش عملکرد زعفران است و رشد اجزاء گیاه نیز به‌شدت متأثر از شرایط رطوبتی می باشد (Kafi, 2002). نتایج آزمایش غلامی و همکاران (Gholami et al., 2006) نشان داد که تنش خشکی سبب کاهش وزن‌تر و خشک کل گیاه شد، در حالی‌که افزایش نسبت وزن برگ به بنه را به دنبال داشت. علت افزایش تولید ماده خشک در شرایط آبیاری مطلوب، گسترش بیشتر برگ و تداوم سطح آن می‌باشد که موجب ایجاد منبع مناسب جهت استفاده هر چه بیشتر از نور دریافتی شده و تولید ماده خشک بهبودیافته است (Osborne et al., 2002). برگ‌ها اندام اصلی دریافت‌کننده نور و مهم‌ترین محل انجام فتوسنتز در گیاهان زراعی هستند. با افزایش سطح برگ میزان دریافت تشعشع هم افزایش می‌یابد. رشد زودتر و سطح برگ بیشتر این امکان را

www.SID.ir

Archive of SID

برای گیاه فراهم می‌آورد که از نهاده‌ها به‌صورت بهینه استفاده شود تا تولید مواد فتوسنتزی بیشتر و بنه‌های بزرگ‌تری در پایان فصل رشد تولید شود. در مرحله رشد رویشی زعفران که طولانی ترین مرحله فنولوژیکی آن محسوب می‌شود، برگ‌ها به‌عنوان اندام تولید کننده مواد فتوسنتزی، مواد پرورده لازم برای رشد بنه ها و ریشه را فراهم نموده است و به آن‌ها منتقل می‌کنند. میزان مواد انتقال یافته به بنه و ریشه‌ها به سطح فتوسنتز کننده و راندمان فتوسنتز در واحد سطح برگ بستگی دارد (Kafi et al., 2002). براساس نتایج تحقیق ترابی و صادقی (Torabi & Sadeghi et al., 1994) با تحلیل رفتن بنه‌های مادری، ریشه های بنه نقشی در جذب مواد غذایی ندارند و درشت‌تر شدن بنه دختری پس از این، مربوط به انتقال محتویات بنه مادری به بنه دختری و همچنین فتوسنتز برگ‌ها می‌باشد. در این آزمایش نیز مشاهده گردید که وزن و تعداد بنه دختری در روش آبیاری قطره‌ای و در سطح تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی زعفران متناسب با افزایش وزن، طول و قطر برگ افزایش یافت. در آزمایشی دیگر نصرآبادی (NasrAbadi, 2012) نشان داد که وزن بنه متأثر از خصوصیات مربوط به طول و عرض برگ بود، به‌طوری‌که بنه‌های درشت و دارای بیشترین درصد ماده خشک از بنه‌های مادری به وجود آمدند که داری برگ‌های بزرگ و با وزن خشک بیشتری بودند.

در پژوهش حاضر نتایج نیز مشاهده شد که برگ‌ها و غلاف‌های بزرگتر و با وزن بیشتر، در روش آبیاری قطره‌ای و در سطح تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه زعفران تولید شد.

اثر روش و مقدار آبیاری بر صفات تعداد، اندازه و وزن خشک بنه های دختری معنی‌دار بود (جدول۷). از آنجایی‌که تعداد بنه‌های مادری در سال قبل تشکیل شده بنابراین هیچ یک از عملیات زراعی سال جاری تأثیری بر آن نداشته‌اند. آبیاری زعفران به روش قطره‌ای باعث افزایش تعداد بنه‌های دختری نسبت به دو روش بارانی و کرتی (به ترتیب ۱۰ و ۳۴ درصد) شد (جدول۸). اثر مقدار آبیاری نیز بر صفت مذکور معنی‌دار بود (جدول۸) و کاهش آبیاری از ۱۰۰ به ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی منجر به کاهش تعداد بنه‌های دختری (به ترتیب ۱۵ و۶۲ درصد) شد. آبیاری زعفران به روش قطره‌ای باعث بزرگ‌تر شدن متوسط قطر بنه دختری نسبت به دو روش بارانی و کرتی (به ترتیب ۷/۵ و ۱۰ درصد) شد. همچنین کاهش سطح آبیاری از ۱۰۰ به ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه، کاهش اندازه بنه‌های دختری (به ترتیب ۷ و۲۵ درصد) را به‌دنبال داشت (جدول۸). وزن خشک بنه‌های دختری تحت تأثیر آبیاری قطره‌ای نسبت به دو روش آبیاری بارانی و کرتی به‌ترتیب ۲۲ و ۳۴ درصد افزایش داشت. افزون بر این، آبیاری گیاهان بر اساس ۵۰ درصد نیاز آبی منجر به کاهش ۲۳ و۸۶ درصدی وزن خشک بنه نسبت به تیمارهای تأمین ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه شد(جدول ۸). افزایش تولید در گیاه، تابع وجود آب قابل وصول در محیط ریشه و در نتیجه انتقال عناصر غذایی لازم از ریشه به برگ‌ها و در نهایت انجام فتوسنتز در شرایط بهینه است. شیر محمدی (Shirmohammadi, 2002) نشان داد که هر چند نیاز آبی زعفران نسبتاً پایین است، ولی اعمال تنش رطوبتی و کمبود رطوبت خاک، مستقیماً بر عملکرد ماده خشک، رشد بنه زعفران و خصوصاً عملکرد اقتصادی آن اثر منفی دارد. در مطالعه مذکور آبیاری تا سطح تأمین ۲۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه منجر به کاهش راندمان مصرف آب براساس میزان بنه دختری شد و بیشترین کارایی مصرف آب در تیمار تأمین نیاز کامل آبی زعفران به‌دست آمد. سورندرا و همکاران (Surendra et al., 1994)، جانگیر و همکاران (Jangir et al., 1996) و حسنی و امیدبیگی (Hassani & Omidbeigi, 2002) نیز با بررسی اثر آبیاری و تنش خشکی بر رشد تعدادی از گیاهان دارویی گزارش کردند که آبیاری اثر معنی‌داری بر عملکرد اقتصادی داشت، به طوری‌که افزایش آبیاری باعث رشد مطلوب شده و عملکرد بالاتر را به همراه داشت.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- نتایج مقایسه میانگین اندام‌های هوایی و غلاف زعفران تحت تأثیر روش و سطح آب آبیاری

Table 4- Mean comparison of shoot and sheath of saffron affected by irrigation method and level

تیمار Treatment	تعداد کل برگ Total number of leaf (No.m^2)	طول برگ Leaf length (mm)	پهنای برگ Leaf width (mm)	وزن خشک برگ Dry weight of leaf (g.m^{-2})	طول غلاف Sheath length (mm)	وزن خشک غلاف برگ Dry weight of sheath (g.m^{-2})
روش آبیاری Irrigation method						
کرتی Basin	3648[b]*	258[b]	2.32[b]	264[b]	190[a]	126[b]
بارانیSprinkler	3709[ab]	277[b]	2.51[ab]	369[ab]	196[a]	141[ab]
قطره‌ای Drip (Tape)	4006[a]	309[a]	2.85[a]	416[a]	196[a]	163[a]
مقدار آبیاری Irrigation level						
% 100	4055[a]	303[a]	2.85[a]	511[a]	195[a]	186[a]
% 75	3812[b]	282[b]	2.55[a]	319[b]	193[a]	150[b]
% 50	3496[c]	259[c]	2.27[b]	218[c]	194[a]	94.3[c]

*: برای هر عامل و در هر ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشابه اختلاف معنی داری با یکدیگر بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

*: For each factor and in each column means followed by the same letters are not significantly different by Duncan's test at 5% level of probability.

جدول ٥- نتایج مقایسه میانگین اندام‌های هوایی و غلاف زعفران تحت تأثیر اثرات متقابل روش آبیاری و سطح آب آبیاری

Table 5- Mean comparison of shoot and sheath of saffron affected by irrigation method and level intraction

روش آبیاری Irrigation method	مقدار آبیاری Irrigation level	وزن خشک برگ Dry weight of leaf (g.m^{-2})	وزن خشک غلاف Dry weight of sheath (g.m^{-2})
کرتی Basin	۱۰۰٪ نیاز آبی (100 Water (% Requirment (WR)	383[b]*	165[bc]
	۷۵٪ نیاز آبی (% 75 WR)	245[ce]	130[cd]
	۵۰٪ نیاز آبی (% 50 WR)	163[e]	83.9[e]
بارانی Sprinkler	۱۰۰٪ نیاز آبی (% 100 WR)	537[a]	181[ab]
	۷۵٪ نیاز آبی (% 75 WR)	340[bd]	147[bc]
	۵۰٪ نیاز آبی (% 50 WR)	230[de]	94.6[de]
قطره‌ای Drip (Tape)	۱۰۰٪ نیاز آبی (% 100 WR)	613[a]	212[a]
	۷۵٪ نیاز آبی (% 75 WR)	373[bc]	172[ab]
	۵۰٪ نیاز آبی (% 50 WR)	262[be]	104[de]

*: برای هر عامل و در هر ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشابه اختلاف معنی داری با یکدیگر بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

*: For each factor and in each column means followed by the same letters are not significantly different by Duncan's test at 5% level of probability.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦ - نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات رشدی اندام‌های هوایی و غلاف زعفران تحت تأثیر روش و سطح آب آبیاری

Table 6- Results of variance analysis (mean of squares) shoot and Sheath of saffron affected by Irrigation method and level

منابع تغییر Source of variation (S.O.V)	درجه آزادی df	تعداد کل برگ Total number of leaf	طول برگ Leaf length	پهنای برگ Leaf width	وزن خشک برگ Dry weight of leaf	طول غلاف Sheath length	وزن خشک غلاف Dry weight of Sheath	وزن خشک برگ و غلاف Dry weight of leaf and Sheath	وزن خشک کل (برگ، غلاف و بنه) Total dry weight (leaf, Sheath and corm)
تکرار Replication	2	103341^{ns}	566^{ns}	0.500*	4573^{ns}	1555^{ns}	414^{ns}	7533^{ns}	76597^{ns}
روش آبیاری Irrigation method	2	330341**	6139**	0.650**	54887**	109^{ns}	3104**	82806**	652837**
خطای اول E (a)	4	61773	441	0.130	54887	613	692	10142	93922
سطح آبیاری Irrigation level	2	707444**	4398**	0.750**	198945**	14.7^{ns}	19361**	336967**	2602513**
روش آبیاری × سطح آبیاری Irrigation method × Irrigation level	4	48340^{ns}	413^{ns}	0.040^{ns}	3738*	137^{ns}	168*	5007^{ns}	18485^{ns}
خطای دوم E (b)	12	44738	424	0.070	4126	408	438	3285	35671
کل Total	26	-	-	-	-	-	-	-	-
ضریب تغییرات (C.V.) %	-	5.58	7.30	10.7	18.3	10.3	14.5	15.4	19.9

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

ns, * and **, non-significant, significant at 5% and 1% levels, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

برخی محققان معتقدند که اعمال جزئی تنش آب به گیاه (تأمین ۷۵ درصد نیاز آبی)، منجر به تحریک رشد ریشه‌های گیاه جهت جذب بیشتر عناصر غذایی از خاک می‌شود و افزایش تخصیص عناصر غذایی به اندام زیر زمینی (بنه‌های زعفران) را به‌دنبال دارد. به‌عبارت دیگر، به‌نظر می‌رسد که به‌دنبال تحریک رشد ریشه، درصد جذب عناصر غذایی از خاک افزایش می‌یابد. با این وجود اعمال تنش‌های شدیدتر (تأمین ۵۰ درصد نیاز آبی) بر رشد ریشه و عملکرد بنه‌های دختری زعفران تأثیر منفی را به دنبال دارد (Sepaskhah & Kamgar-Haghighi, 2009; Yarami et al., 2011). در همین راستا بیان شده است که با در نظر گرفتن ارزش اقتصادی بالای آب مصرفی در مناطق خشک و نیمه خشک کشور، به‌نظر می‌رسد که برنامه آبیاری زعفران بر اساس فراهمی ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه می‌تواند (بسته به اقلیم منطقه) منطقی و قابل توجیه باشد (Koocheki et al., 2014). در مطالعه حاضر که در اقلیمی خشک و نیمه‌خشک اجرا شده است مشاهده شد که کاهش آبیاری از سطح ۱۰۰ به ۷۵ درصد نیاز آبی سبب کاهش معنی‌دار خصوصیات رشدی بنه‌های دختری شده و عملکرد بنه دختری را کاهش داد. در مطالعه دیگری نیز مشاهده شد که افزایش تعداد بنه در مزارع چندساله زعفران سبب افزایش شدید رقابت آن‌ها در جذب آب و مواد غذایی می‌شود و لذا با کاهش میزان آبیاری مقدار بنه‌ها و عملکرد آن‌ها شدیداً کمتر می‌شود (Khazaei et al., 2013). پژوهش حاضر نیز در مزرعه چهار ساله زعفران انجام شد، بنابراین به‌نظر می‌رسد به‌دلیل رقابت شدید بنه‌ها در جذب آب و مواد غذایی مورد نیاز رشد، کاهش میزان آبیاری منجر به کوچک شدن بنه‌ها و کاهش عملکرد بنه شده است (جدول ۸).

جدول ۷ - نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات رشدی بنه‌های دختری زعفران تحت تأثیر روش و مقدار آبیاری

Table 7- Results of variance analysis (mean of squares) growth traits replacement corms of saffron affected by irrigation method and level

منابع تغییر Source of variation (S.O.V)	درجه آزادی df	تعداد کل بنه‌های دختری Total number of replacement corms	قطر بنه‌های دختری Replacement corms diameter	وزن خشک بنه‌های دختری Dry weight of replacement corms
تکرار Replication	2	5349^{ns}	2.64^{ns}	43493^{ns}
روش آبیاری Irrigation method	2	79717**	12.15**	286412**
خطای اول E (a)	4	1751	2.67	52867
سطح آبیاری Irrigation level	2	207113**	62.6**	1084307**
روش آبیاری× سطح آبیاری Irrigation method × Irrigation level	4	1723^{ns}	1.96^{ns}	4757^{ns}
خطای دوم E (b)	12	9024	1.44	40621
کل Total	26	-	-	-
ضریب تغییرات % (C.V.)	-	14.6	5.20	17.2

ns ,*,** : به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns,* and **, non-significant, significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۸- نتایج مقایسه میانگین صفات مربوط به بنه‌های دختری زعفران تحت تأثیر روش و مقدار آبیاری

Table 8- Mean comparison replacement corms traits of saffron affected by Irrigation method and level

تیمار Treatment	تعداد کل بنه‌های دختری Total number of replacement corms (m^2)	تعداد کل بنه‌های مادری Total number of mother corms ($No.m^2$)	قطر بنه دختری Replacement corms diameter (mm)	وزن خشک بنه‌های دختری Dry weight of replacement corms ($g.m^{-2}$)
روش آبیاری Irrigation method				
کرتی Basin	545^{c}*	602^{a}	22.2^{b}	1020^{b}
بارانی Sprinkler	664^{b}	618^{a}	22.7^{ab}	1119^{ab}
قطره‌ای Drip (Tape)	731^{a}	602^{a}	24.4^{a}	1366^{a}
مقدار آبیاری Irrigation level				
۱۰۰٪ نیاز آبی (100 Water % Requirment (WR)	781^{a}	600^{a}	25.3^{a}	1492^{a}
۷۵٪ نیاز آبی (75 % WR)	678^{b}	632^{a}	23.7^{b}	1211^{b}
۵۰٪ نیاز آبی (50 % WR)	482^{c}	592^{a}	20.2^{c}	802^{c}

*: برای هر عامل و در هر ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشابه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

*: For each factor and in each column means followed by the same letters are not significantly different by Duncan's test at 5% level of probability.

در آزمایش کنونی روش آبیاری قطره‌ای رشد و عملکرد بنه‌های دختری زعفران را افزایش داد. در مطالعه مشابهی اثر روش آبیاری (کرتی و جویچه‌ای) بر روی رشد بنه زعفران بررسی و مشاهده شد که آبیاری کرتی منجر به تولید بنه‌های بزرگتر شد (Azizi-Zohan et al., 2006). در حالی‌که در پژوهش دیگری آبیاری به‌صورت تیپ، علاوه بر صرفه‌جویی در میزان آب مصرفی نسبت به روش‌های سنتی منجر به تولید بنه‌های بزرگ‌تری شد (Abbasian, 2012). در مجموع به‌نظر می‌رسد، با توجه به محدودیت دسترسی به منابع آبی در مناطق خشک و نیمه‌خشک و با عنایت به افزایش کارایی مصرف آب و نیز رشد و عملکرد زعفران در شرایط آبیاری قطره‌ای این روش آبیاری به‌عنوان الگویی در توسعه کشت مزارع زعفران توسعه یابد.

نتیجه‌گیری

بیشترین وزن خشک برگ و غلاف در روش آبیاری قطره‌ای و در سطح تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه زعفران تولید شد. به‌طوری‌که در روش قطره‌ای کاهش آبیاری از ۱۰۰ به ۵۰ درصد نیاز آبی به‌ترتیب کاهش ۵۷ و ۵۱ درصد وزن خشک برگ و غلاف را به دنبال داشت. آبیاری قطره‌ای زعفران سبب افزایش تعداد بنه‌های دختری و وزن آن‌ها نسبت به دو روش بارانی و کرتی شد. کاهش آبیاری از سطح ۱۰۰ به ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه، تعداد بنه‌های دختری و وزن آن‌ها را شدیداً کاهش داد (به ترتیب ۶۲ و ۸۶ درصد) درصورتی‌که کاهش ۲۵ درصدی نیاز آبی (آبیاری گیاه با ۷۵ درصد نیاز آبی) نسبت به ۱۰۰ درصد نیاز آبی، کاهش اندکی را در مقدار و وزن بنه‌های دختری ایجاد کرد (به‌ترتیب ۷ و ۲۳ درصد). در مجموع به‌کارگیری روش آبیاری قطره‌ای می‌تواند با توجه به محدودیت منابع آبی و کارایی بیشتر آن به‌عنوان الگویی در آبیاری مزارع زعفران استفاده شود.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

Abbasian, J. 2012. A study on optimum agroecological, physiological conditions to obtain maximum yield and flowering duration of saffron (*Crocus sativus* L.). National Conference on the Newest Scientific and Research Findings on Saffron. Torbat-e-Heydarieh, Iran. (In Persian).

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.). Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 10 (1): 45-54. (In Persian with English Summary).

Fernandez, J.A. 2004. Biology, biotechnology and biomedicine of saffron. Recent Research Developments in Plant Science 2: 127–159.

Gholami–Turanposhti, M., Maghsoodi–moud, A.A., and Farahbakhsh, H. 2006. Effect of two levels of irrigation on water relations of three Iranian saffron (*Crocus sativus* L.). In: Proceeding of the 3th Conference of Irrigation management of water and soil. Kerman, Iran. pp.1780-1787. (In Persian).

Goliaris, A.H. 1999. Saffron cultivation in Greece. In: Neghbi, M., (Eds.), Saffron. Harwood Academic Publication. The Netherland. pp. 73-83.

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

Hassani, A., and Omidbeigi, R. 2002. Effects of water stress on some morphophysiological, physiological and metabolism characteristics of basil. Agricultural Knowledge 12 (3): 47-59.

Jangir, R.P., and Sing, R. 1996. Effect of irrigation and nitrogen on seed yield of cumin (*Cuminum cyminum*). Indian Journal of Agronomy 41: 140-143.

Kafi, M., Rashed-Mohasel, M.H., Koocheki, A., and Mollafilabi, A. 2002. Saffron, Production and Processing. Ferdowsi University of Mashhad, Iran Press. 276 pp. (In Persian).

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., Ganjeali, A., and Abbassi, F. 2006. The effect of duration and condition of incubation, weight of mother corms and photoperiod on corm and shoot characteristics of saffron plant (*Crocus sativus* L.). Iranian Journal of Field Crop Research 5: 315-325. (In Persian).

Koocheki, A., Seyyedi, S.M., and Jamshid-Eyni, M. 2014. Effect of irrigation levels and high corm density on growth and phosphorus uptake of daughter corms of saffron (*Crocus sativus* L.). Iranian Journal of Crop Sciences 16 (3): 222-235. (In Persian).

Koocheki, A., Siahmarguee, A., Azizi, G., Jahani, M., and Alimiradi, L. 2009. The effect of plant density and depth on agronomic characteristic of saffron. 3rd International Symposium on Saffron. Forthcoming Challenges in Cultivation. Research and Economics. 20-23 May 2009, Korokos, Kozani, Greece.

Kumar, R., Virendra, S., Kiran, D., Sharma, M., Singh, M.K., and Ahuja, P.S. 2009. State of art of saffron (*Crocus sativus* L.) agronomy: A comprehensive review. Food Reviews International 25:44–85.

Mollafilabi, A., Davari, K., and Ghasemi, B. 2007. Comparison of the saffron crop irrigation

www.SID.ir

Archive of SID

(*Crocus sativus* L.). 3rd Medicinal plant Congress. pp. 225. (In Persian).

Nasr Abadi, M., Arouei, H., Azizi, M., and Nemati, H. 2012. The effect of temperature and planting different patterns on replacment corm and leaf yield in three sizes of corm in Saffron Medicinal plant. National Conference on the Newest Scientific and Research Findings on Saffron. Torbat-e-Heydarieh, Iran. (In Persian).

Osborne, S.L., Scheppers, J.S., Francis, D.D., and Schlemmer, M.R. 2002. Use of spectral radiance to in season biomass and grain yield in nitrogen and water-stressed corn. Crop Science 42: 165-171.

Sepaskhah, A.R., and Kamgar-Haghighi, A.A. 2009. Saffron irrigation regime. International Journal of Plant Production 3 (1): 1-16.

Shirmohammadi, Z. 2002. Investigating the effects of irrigation method and water deficit on leaf area index, canopy temperature and yield of saffron. M.Sc Thesis, Faculty of Agriculture, University of Shiraz, Iran. (In Persian with English Summary).

Surendra, S.R., Tomar, K.P., Gupta, K.P., Mohd, A., and Nigam, K.B. 1994. Effect of irrigation and fertility levels on growth and yield of coriander (Coriandrum sativum). Indian Journal of Agronomy 39: 442-447.

Torabi, M., and Sadeghi, B. 1994. Pattern of nutrient changes in leaf and corm of saffron during growth period. Abstract of the second National Symposium on saffron and Medicinal plants. 8-9 November 1994, Gonabad, Iran. (In Persian).

Yarami, N., Kamgar-Haghighi, A.A., and Sepaskhah, A.R., and Zand-Parsa, Sh. 2011. Determination of the potential evapotranspiration and crop efficient for saffron using a water-balance lysimeter. Archives of Agronomy and Soil Science 57 (7): 727-740.

www.SID.ir

Archive of SID

Comparison of the effect of irrigation levels and methods on leaf area and replacement corm production of saffron (*Crocus sativus* L.)

Mohamad Karimiferezgh[1], Hamid Reza Khazaei[2], Mohamad Kafi[2] and Ahmad Nezami[2]*

Submitted: 1 February, 2017 **Accepted:** 17 January, 2018

Karimiferezgh, M., Khazaei, H.R., Kafi, M., and Nezami, A. 2018. Comparison of the effect of irrigation levels and methods on leaf area and replacement corm production of saffron (*Crocus sativus* L.). Saffron Agronomy & Technology 6(3): 279-290.

Abstract

In order to compare the effect of irrigation levels and methods on leaf area and replacement corm production of saffron during 2013-2014 growing season, a split plot experiment was conducted in randomized complete block design with three replications in the Jolgeh Rokh District, in 35 km Torbat Heydarie. The main plot basin irrigation, drip and sprinkler irrigation and sub plot was three levels of irrigation (100, 75 and 50 percent water requirement of saffron). The traits studied were including dry weight, number, diameter and length of leaf, dry weight, size and number of replacement corms, weight and length sheath. Sampling for determining the characteristics of leaf and sheath was done on April 30, and for corm it was done on May 31, 2014. The results showed that in the irrigation method treatments, the most dry weight of corm, leaf and sheath weight, size and number of replacement corm, number, diameter and length of leaf were observed in the case of drip irrigation. In addition, the best yield was observed in drip irrigation and the lowest amount was seen in basin irrigation. Saffron irrigation with the drip method resulted in an increase of the number of replacement corms compared to the sprinkler and basin methods (10 and 34 percent, respectively). The effect of irrigation levels was significant on some of the traits that were studied and the most yield was related to 100 percent irrigation level and the lowest one was in the 50 percent water requirement. Reducing irrigation from 100 to 50% crop water requirement severely reduced replacement corms number and their weight (62 and 86 percent, respectively). Consequently, the most photosynthesis level of Saffron and also the maximum amount of total number and total weight of replacement corms were obtained in the drip irrigation case and 100 percent irrigation level.

Keywords: Drip irrigation, Sprinkler irrigation, Basin irrigation, Corm, Water requirement.

1 - PhD student in Crop Physiology, Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.

2 - Professor Agronomy and Plant Breeding Department, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

(*-Corresponding author Email: h.kazaie@um.ac.ir)

DOI: 10.22048/jsat.2018.46986.1137

www.SID.ir