



## ارزیابی سازگاری اکوتیپ‌های مختلف زعفران زراعی با شرایط آب و هوایی شهرستان مراغه

امین انصاف<sup>۱</sup>، بهمن زاهدی<sup>۲</sup>، علی اصغر علیلو<sup>۳\*</sup>

تاریخ پذیرش: ۳۰ خرداد ۱۳۹۴

تاریخ دریافت: ۳۰ فروردین ۱۳۹۴

### چکیده

به منظور بررسی سازگاری برخی اکوتیپ‌های زعفران زراعی (*Crocus sativus*) نسبت به شرایط اقلیمی شهرستان مراغه، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و طی دو سال متوالی (۱۳۹۲-۱۳۹۳) اجرا شد. اکوتیپ‌های مورد مطالعه شامل بردسکن، سبزوار، تربت حیدریه، کاشمر، تایباد، آبرود، دوغ‌آباد، اسفیوخ، مرند ۱، مرند ۲، بناب ۱ و بناب ۲ بودند. صفات مورد ارزیابی شامل وزن تر کلاله، وزن خشک کلاله، طول خامه، طول کلاله، درصد سبز شدن، سرعت سبز شدن، ارتفاع گل، درصد گلدهی، سرعت گلدهی، وزن تر و خشک گل و عملکرد خشک کلاله در واحد سطح بود. نتایج نشان داد تمامی اکوتیپ‌ها از درصد سبز شدن و استقرار خوبی در سال اول برخوردار بودند، ولی با شروع یخبندان، اکوتیپ‌های آبرود، اسفیوخ و تایباد سازگاری کمتری به دماهای پایین نشان دادند. بین اکوتیپ‌ها از لحاظ صفات تعداد گل در واحد سطح، درصد گلدهی، درصد سبز شدن و میانگین وزن تر گل در سطح احتمال ۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری وجود داشت. همچنین اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۱ برای سرعت گلدهی و سبز شدن در بین اکوتیپ‌های مورد بررسی مشاهده شد. بالاترین درصد سبز شدن در سال دوم مربوط به اکوتیپ مرند ۲ بود، ولی اکوتیپ سبزوار بالاترین سرعت گلدهی و بیشترین درصد گلدهی را به خود اختصاص داد. با وجود پایین بودن عملکرد اکوتیپ‌های مرند ۱ و سبزوار در سال استقرار، این دو اکوتیپ در سال دوم بیشترین عملکرد را نشان دادند، به طوری که مقدار تولید سال دوم اکوتیپ سبزوار ۱/۵ کیلوگرم در هکتار و اکوتیپ مرند ۱ ۱/۴ کیلوگرم در هکتار بود. در مجموع، نتایج نشان داد که اکوتیپ‌های مرند جهت کاشت در شهرستان مراغه مناسب بوده و استفاده از بنه‌های خارج از استان توصیه نمی‌گردد.

**کلمات کلیدی:** بنه، درصد گلدهی، عملکرد گل، کلاله، سازگاری.

### مقدمه

زنبقیان و از جنس زعفران می‌باشند. زعفران زراعی یک گیاه تریپلوئید است که پایه کروموزومی آن  $X = 8$  می‌باشد. این گیاه در عرض‌های جغرافیایی ۳۲ تا ۳۶ درجه شمالی و تا ارتفاع ۱۷۰۰ متر از سطح دریا قابل کشت می‌باشد (Gresta et al., 2008). امروزه زراعت گسترده گیاه زعفران تقریباً منحصر به ایران است، زیرا کشور ما بیش از ۹۳/۷ درصد تولید جهانی این

زعفران با نام علمی (*Crocus sativus* L.) از خانواده

۱- کارشناس ارشد تولیدات گیاهی دانشگاه مراغه.

۲- استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشگاه لرستان.

۳- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه مراغه.

\*-نویسنده مسئول: (aliasghar.aliloo@gmail.com)

به‌طور کلی تاریخ گلدهی و زمان اولین آبیاری گیاه زعفران بسته به اقلیم و دمای منطقه بسیار متفاوت می‌باشد (Molina et al., 2003; Behdani et al., 2005). در مناطقی با ارتفاع بالاتر از سطح دریا و میانگین دمای پایین‌تر معمولاً تاریخ گل‌دهی و زمان آبیاری، زود هنگام و در اوایل پاییز می‌باشد. با کم شدن ارتفاع و بالا رفتن دمای هوا تاریخ گل‌دهی و زمان اولین آبیاری به اواسط و گاهی موارد به اواخر پاییز منتقل می‌شوند (Alizadeh et al., 2009).

در مورد سازگاری توده‌های زعفران به شرایط اقلیمی آزمایشات مختلفی صورت گرفته است برای مثال، بهترین اکوتیپ برای کشت در شهر ری اکوتیپ اصفهان معرفی شده است که برتری قابل توجهی را نسبت به اکوتیپ قائن از خود نشان داده است (Foladi Toroghi & Hosseini Mazinani, 2013). همچنین شکوهیان و اصغری (Shokohian & Asghari, 2008) با بررسی سازگاری اکوتیپ‌های تربت‌حیدریه، کاشمر و قاینات برای منطقه اردبیل به این نتیجه رسیدند که اکوتیپ کاشمر دارای سازگاری بالای به این منطقه دارد. در آزمایش دیگر روی سازگاری اکوتیپ‌های زعفران در منطقه نطنز، اکوتیپ اصفهان بهترین نتیجه را از خود نشان داد (Pazaki et al., 2011).

با توجه به پس‌روی آب دریاچه ارومیه، تقلیل منابع آب‌های زیرزمینی، شور شدن آب چاه‌های منطقه و خشکسالی‌های چند سال اخیر، محصولاتی که به آب بیشتری نیاز دارند جای خود را به محصولات با نیاز آبی کم‌تر می‌دهند. به دلیل وجود عوامل محدود کننده کشاورزی در منطقه مراغه و با توجه به خصوصیات منحصر به فرد زعفران، این گیاه می‌تواند به‌عنوان یکی از گزینه‌های مناسب برای توسعه کشاورزی در این منطقه به شمار آید. نیاز آبی کم و آبیاری در زمان‌های غیر بحرانی یعنی در فصول پاییز و زمستان مهم‌ترین دلیل برای گسترش کشت

محصول را به خود اختصاص داده است. این محصول بیشتر در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی با میانگین تولید ۴/۶ کیلوگرم در هکتار کشت می‌شود (Douglas et al., 2014).

آب و هوا می‌تواند تأثیرات مهمی را در تولید گیاهان زراعی داشته باشد و معمولاً عوامل اقلیمی به‌عنوان مهم‌ترین عامل‌گزینه گیاهان به‌شمار می‌آیند. زعفران می‌تواند در طیف گسترده‌ای از شرایط آب و هوایی به‌خوبی رشد کرده و بهترین شرایط برای رشد این گیاه آب‌وهوای معتدل و مرطوب می‌باشد (Halford, 1973). برخی محققان نیز بهترین شرایط آب و هوایی برای حصول عملکرد بالا را هوای گرم در تابستان، بارندگی در پاییز و زمستان معتدل گزارش کرده‌اند (Fernandez, 2004; Molafilabi, 2004). از بین عوامل محیطی برای کشت زعفران، زمان و مقدار بارش، دمای هوا و وقوع یخبندان از اهمیت بیشتری برخوردار است (Kamyabi et al., 2014). زمان گلدهی زعفران تابع اقلیم و دمای محیط بوده و اکوتیپ‌های مختلف این گیاه بسته به اقلیم منطقه، سرعت نمو و طول دوره گلدهی متفاوتی خواهند داشت (Shahrokhi et al., 2013; Akbarpour et al., 2010). دمای پایین روی گلدهی زعفران مؤثر بوده و برای ظهور گل‌ها بهترین و مطلوب‌ترین دما، بین ۹ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است (Blaauw, 1935). همچنین وجود رطوبت بیش‌ازحد در فصل خواب روی گلدهی زعفران تأثیر منفی داشته و باعث پوسیدگی و افزایش بیماری‌های قارچی در بنه می‌شود (Gresta et al., 2008).

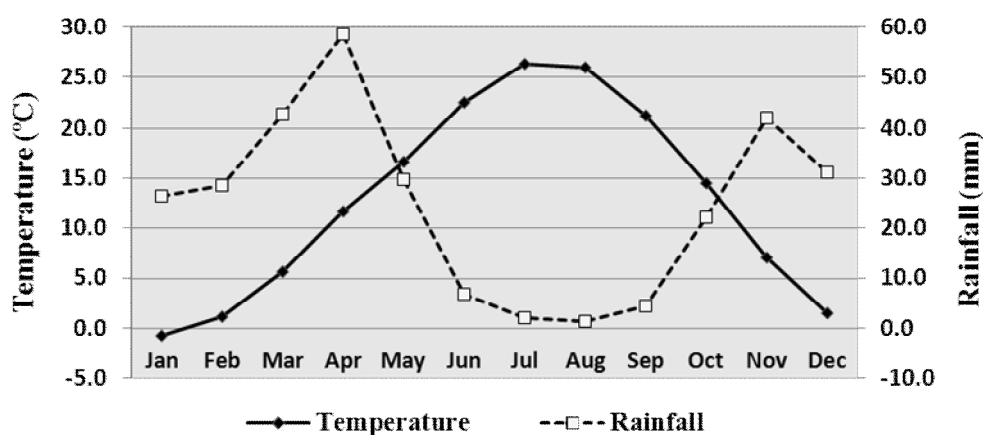
تغییرات دمای ماهانه و اختلاف درجه حرارت روز و شب مهم‌ترین عامل تنظیم گلدهی این گیاه می‌باشد (Halevy et al., 1991). درجه حرارت حداقل، عامل اصلی و تعیین کننده تشکیل و خروج گل در زعفران می‌باشد و معمولاً دمای مطلوب برای خروج گل کمتر از دمای بهینه برای تشکیل گل می‌باشد.

سال زراعی ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ در دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه با عرض جغرافیایی  $22^{\circ} 37'$  شمالی و طول جغرافیایی  $16^{\circ} 46'$  شرقی با ارتفاع ۱۵۳۳ متر از سطح دریا انجام شد. متوسط دمای منطقه  $13/2$  درجه سانتی‌گراد، بارش نرمال ۳۰۹ میلی‌متر و تعداد روز یخبندان ۸۰ روز برای دوره ۳۰ ساله اخیر گزارش شده است. خلاصه وضعیت میزان بارندگی و متوسط درجه حرارت (آمبروترمیک) شهرستان مراغه در ۳۰ سال اخیر در شکل ۱ آمده است. عملیات کشت زعفران مطابق روش‌های رایج در مناطق کشت زعفران صورت گرفت. ابتدا زمین در مردادماه شخم عمیق زده شد و به‌وسیله دیسک، مزرعه تسطیح و علف‌های هرز خارج گردید. بعد از کرت بندی ( $2 \times 2$  متر)، بنه‌ها در ردیف‌هایی با فواصل ۲۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر در عمق ۱۵ سانتی‌متری از سطح خاک در هفته اول شهریور ماه کاشته شدند و آبیاری آن‌ها به‌صورت کرتی انجام شد. خصوصیات خاک در عمق ۳۰ سانتی‌متری از سطح خاک قبل از اجرای آزمایش در جدول ۱ آمده است.

این محصول در مناطق مواجه با بحران آب، می‌باشد. یکی از مهم‌ترین عوامل خسارت زراعت تولیدات کشاورزی در استان آذربایجان شرقی پدیده سرما و یخبندان است. به سبب آسیب‌های ناشی از پدیده یخبندان، پتانسیل تولید بسیاری از محصولات کشاورزی و باغی در این منطقه کاهش می‌یابد. از این رو، تاریخ وقوع اولین و آخرین یخبندان می‌تواند در تعیین گونه‌ها و وارپته‌های مناسب جهت کاشت در منطقه مؤثر واقع شود. بنابراین، هدف از انجام این پژوهش بررسی سازگاری اکوتیپ‌های مختلف زعفران به شرایط آب و هوایی شهرستان مراغه به‌منظور انتخاب بهترین اکوتیپ جهت توسعه کشت و کار این گیاه در این منطقه بود.

## مواد و روش‌ها

به‌منظور انتخاب اکوتیپ‌های زعفران سازگار به شرایط اقلیمی شهرستان مراغه، تحقیقی بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۲ نوع اکوتیپ (جدول ۲) و با سه تکرار در طی دو



شکل ۱- وضعیت بارندگی متوسط و درجه حرارت متوسط ماهانه در دوره ۳۰ ساله ایستگاه هواشناسی شهرستان مراغه  
Figure 1- Long term averages of monthly precipitation and temperature in Maragheh, Iran.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه در عمق ۳۰ سانتی متری از سطح خاک

Table 1- Soil physicochemical properties of soil at depth of 30cm

بافت خاک Soil texture	شاخص واکنش pH	کربن آلی O.C (%)	فسفر قابل جذب P available (ppm)	پتاسیم قابل جذب K available (ppm)	هدایت الکتریکی EC (dS.m <sup>-1</sup> )
لوم (Loam)	7.54	0.32	0.76	342	0.506

تجزیه واریانس بر اساس اسپیلت پلات در زمان بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار توسط نرم افزار SAS ورژن 9.2 انجام شد (برای تست منابع تغییر از امید ریاضی مناسب هر منبع استفاده گردید). در ضمن برای تفسیر بهتر تجزیه‌های جداگانه برای هر سال نیز در قالب طرح بلوک‌های تصادفی انجام شد. همچنین از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال آماری ۵ درصد جهت مقایسات میانگین‌ها استفاده شد.

### نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین اکوتیپ‌های مختلف زعفران از لحاظ صفات درصد سبز شدن و سرعت سبز شدن در سطح احتمال ۰/۰۱ و از نظر صفات تعداد گل، درصد گلدهی، وزن تر گل و عملکرد در سطح احتمال ۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری وجود دارد؛ ولی صفات سرعت گلدهی، وزن خشک گل، وزن تر هر کلاله، وزن خشک هر کلاله، میانگین وزن تر هر گل، طول کلاله، ارتفاع گل، طول خامه و عرض گلبرگ اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ نشان ندادند (جدول ۲). همچنین اثر سال روی صفات درصد سبز شدن، درصد گلدهی، اندازه طول کلاله، اندازه طول گل، عرض گلبرگ و وزن تر و خشک گل معنی‌دار بود (جدول ۲).

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد، بالاترین تعداد گل در واحد سطح مربوط به اکوتیپ‌های کاشمر (۳۱/۵) عدد در مترمربع) و سبزوار (۳۱/۵) بود و اکوتیپ‌های مه‌ولات (۵/۲) و بناب ۱ (۶/۵) کمترین تعداد گل را تولید کردند (جدول ۶).

اکوتیپ‌های مورد آزمایش در هفته آخر مردادماه از شهرستان‌های بردسکن (شهرآباد)، سبزوار (آبرود و رباط سرپوش)، مرند (شهر مرند و روستای بناب جدید)، بناب (۱ و ۲)، کاشمر (کوه سرخ)، تایباد (آبینه)، تربت‌حیدریه (تربت‌حیدریه و اسفیوخ)، مه‌ولات (دوغ آباد) جمع‌آوری گردیدند.

صفات مورد ارزیابی شامل وزن تر کلاله، ارتفاع گل، اندازه طول خامه، اندازه طول کلاله، وزن خشک کلاله، اندازه عرض گل، وزن تر تک گل، درصد سبز شدن، سرعت سبز شدن، درصد گلدهی، وزن خشک گل، تعداد گل در واحد سطح، سرعت گلدهی و عملکرد خشک کلاله بود. بعد سبز شدن بنه‌ها صفات تاریخ سبز شدن، تاریخ گلدهی، تعداد گل و بنه سبز شده (درصد سبز شدن) در هر روز یادداشت شد. گل‌ها به فواصل زمانی مشخص جمع‌آوری شدند و وزن تر و خشک گل‌ها و کلاله با استفاده از ترازوی ۰/۰۰۰۱ اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری طول کلاله و خامه، ارتفاع گل و عرض گلبرگ از خط کش استفاده شد. بعد از اندازه‌گیری‌ها، کلاله‌ها در دمای اتاق (۲۴±۵ درجه سانتی‌گراد) و در سایه خشک شدند و وزن خشک آن‌ها بعد از ثابت شدن اندازه‌گیری شد.

برای محاسبه سرعت سبز شدن (ER) و گلدهی از فرمول زیر استفاده شد (AOSA, 2010).

$$ER = \sum(ni/ti) \quad (1)$$

ni = تعداد بنه سبز شده در یک فاصله زمانی مشخص (روز)

ti = تعداد روزهای پس از شروع سبز شدن (روز)

برای سرعت گلدهی، داده‌های مربوط به گلدهی در فرمول

بالا جایگزین شد.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) شاخص‌های سبز شدن و عملکرد اکتیپ‌های مختلف زعفران  
Table 2- Analysis of variance (mean square) for emergence indices and yield of different saffron ecotypes

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد سبز شدن	سرعت سبز شدن	درصد گلدهی	وزن خشک گل	تعداد گل	سرعت گلدهی	عملکرد خشک کلاله
S.O.V	df	Emergence percentage	Emergence rate	Percentage of flowering	Dry weight of flowers	Flower number	Flowering rate	Yield of stigma dry weight
بلوک Block	2	251.1 <sup>ns</sup>	7.98 <sup>ns</sup>	3355.9*	1.61 <sup>ns</sup>	605.9*	9.98 <sup>ns</sup>	0.01*
تیمار Treatment	11	1301.3**	76.1**	2978.6**	2.74**	416.5*	35.02*	0.009*
تیمار×بلوک Treatment×Block	22	508.3 <sup>ns</sup>	14.25 <sup>ns</sup>	599.3 <sup>ns</sup>	0.56 <sup>ns</sup>	130.9 <sup>ns</sup>	11.93 <sup>ns</sup>	0.002 <sup>ns</sup>
زمان Time	1	13730**	5.71 <sup>ns</sup>	21346.3**	33.66**	528.6 <sup>ns</sup>	5.14 <sup>ns</sup>	0.004 <sup>ns</sup>
زمان×بلوک Time×Block	2	1162.3*	10.0 <sup>ns</sup>	82.7 <sup>ns</sup>	1.23 <sup>ns</sup>	207.4 <sup>ns</sup>	9.3 <sup>ns</sup>	0.005 <sup>ns</sup>
تیمار×زمان Treatment ×Time	11	1040.7**	75.6**	1599.5*	1.39 <sup>ns</sup>	364.8*	15.95 <sup>ns</sup>	0.006*
اشتباه آزمایشی Error	22	285.7	12.25	554.38	0.64	116.68	9.93	0.002
ضریب تغییرات (C.V)		27.17	22.23	37.64	46.9	15.4	36.23	50.5

\*\*\* و \*\* و ns، به ترتیب تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵ و عدم تفاوت معنی دار.  
\*\*\*, \* and ns are significant at 0.01 and 0.05 probability level and non-significant, respectively.

ادامه جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) شاخص‌های سبز شدن و عملکرد اکتیپ‌های مختلف زعفران  
Continue Table 2- Analysis of variance (mean square) for emergence indices and yield of different saffron ecotypes

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن تر گل	وزن تر کلاله	طول خامه	ارتفاع گل	طول کلاله	وزن خشک هر کلاله	عرض گلبرگ	میانگین وزن تر هر گل
S.O.V	df	Fresh weight of flower	Fresh weight of stigma	Length of style	Length of Flower	Length of stigma	Dry weight of stigma	Width of flowers	Fresh weight of per flower
بلوک Block	2	162.6 <sup>ns</sup>	0.56 <sup>ns</sup>	0.52 <sup>ns</sup>	0.34 <sup>ns</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	0.0000008 <sup>ns</sup>	0.14 <sup>ns</sup>	0.20**
تیمار Treatment	11	262.1**	0.45 <sup>ns</sup>	0.3 <sup>ns</sup>	0.27 <sup>ns</sup>	0.26 <sup>ns</sup>	0.0000007 <sup>ns</sup>	0.22 <sup>ns</sup>	0.002 <sup>ns</sup>
تیمار×بلوک Treatment ×Block	22	42.4 <sup>ns</sup>	0.31 <sup>ns</sup>	0.35 <sup>ns</sup>	0.36 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	0.0000008 <sup>ns</sup>	0.17 <sup>ns</sup>	0.002 <sup>ns</sup>
زمان Time	1	3396.8**	0.49 <sup>ns</sup>	4.27**	2.86*	1.12**	0.00000005 <sup>ns</sup>	4.58**	0.01 <sup>ns</sup>
زمان×بلوک Time×Block	2	79.9 <sup>ns</sup>	0.31 <sup>ns</sup>	0.56 <sup>ns</sup>	0.49 <sup>ns</sup>	0.004 <sup>ns</sup>	0.0000011 <sup>ns</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	0.24**
تیمار×زمان Treatment ×Time	11	136.9*	0.38 <sup>ns</sup>	0.29 <sup>ns</sup>	0.18 <sup>ns</sup>	0.02 <sup>ns</sup>	0.0000001 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	0.002 <sup>ns</sup>
اشتباه آزمایشی Error	22	47.7	0.35	0.26	0.39	0.05	0.0000006	0.37	0.0027
ضریب تغییرات (C.V)		40.7	22.44	7.47	8.18	8.3	12.88	7.7	12.77

\*\*\* و \*\* و ns، به ترتیب تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵ و عدم تفاوت معنی دار.  
\*\*\*, \* and ns are significant at 0.01 and 0.05 probability level and non-significant, respectively.

بالاترین تعداد گل در سال دوم از اکوتیپ سبزوار (۴۴/۶۶ عدد) حاصل شد (جدول ۵). بر اساس اطلاعات مشاهده‌ای، در روزهای بارانی، برداشت گل با مشکل مواجه شد، ولی در روز بعد از بارندگی تعداد گل‌های بیشتری ظاهر گردید. همچنین با توجه به آمار روزانه هواشناسی، در روزهایی که اختلاف دمای شب و روز بیشتر بود، در روز بعد، تعداد گل بیشتری مشاهده شد؛ بنابراین، هرچه اختلاف دمای شب و روز بیشتر باشد، به نظر می‌رسد روز بعد تعداد گل بیشتری ظاهر خواهد شد (Amooaghaie, 2006).

حداقل دمای محیط به همراه رطوبت قابل دسترس ریشه عامل اصلی تحریک گل‌انگیزی و خروج گل در زعفران می‌باشد (Alizadeh et al., 2009) هر اتفاقی در محدوده دمایی یا بارندگی‌های فصلی در مهرماه، خسارت جدی برای دوره گلدهی بوده و منجر به کاهش کیفیت و عملکرد زعفران می‌شود (Gresta et al., 2008).

نتایج آزمایش کنونی نشان داد در اکوتیپ‌های مختلف به دلیل تغییر درصد سبز شدن، میزان گلدهی نیز تغییر می‌یابد. برای مثال اکوتیپ مه‌ولات از درصد سبز شدن پایینی در سال دوم برخوردار بود و در نتیجه درصد گلدهی پایینی نیز داشت. بر اساس نتایج مقایسه میانگین، بیشترین درصد سبز شدن در طول دوره آزمایش مربوط به اکوتیپ مرند ۲ (۸۳ درصد)، بود که با اکوتیپ‌های بناب ۱ (۴۵/۶۷) و تایباد (۴۷)، اسفیوخ (۴۸/۳۳)، مه‌ولات (۴۸/۴)، آبرود (۵۰) و بناب ۲ (۵۱/۳۳) درصد، اختلاف معنی‌داری نشان داد (جدول ۶). اکوتیپ‌های منطقه خراسان در سال اول درصد سبز شدن بالایی داشتند، ولی در سال دوم، برخی از اکوتیپ‌ها در اثر سرمای زمستان از بین رفتند و اکوتیپ‌هایی مثل آبرود، اسفیوخ، بردسکن، مه‌ولات و تایباد مقاومت کمی به سرما نشان دادند، اما اکوتیپ مرند ۲ مقاومت خوبی به سرما را داشت. به نظر می‌رسد کیفیت بنه در خصوص

بقاء زمستانه دخیل باشد، ولی با توجه به اینکه در آزمایش کنونی سعی شد بنه‌هایی با کیفیت یکسان استفاده شود، تغییر در مقدار بقاء اکوتیپ‌ها در سال دوم به احتمال قوی مربوط به تفاوت در میزان تحمل اکوتیپ‌های مورد بررسی نسبت به تنش سرما باشد. بالاتر بودن درصد سبز شدن اکوتیپ‌های مرند در سال دوم احتمالاً به دلیل سازگار شدن آن‌ها به شرایط سرما، باشد. زعفران می‌تواند تا دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد را تحمل کند، ولی تحمل به سرما در برخی اکوتیپ‌ها متفاوت است (Fernandez, 2004; Sepaskhah et al., 2009) در سال اول کاشت، بالاترین درصد سبز شدن مربوط به اکوتیپ بردسکن (۹۷/۳۳ درصد) بود.

برای اینکه بنه‌ها بتوانند دمای پایین در طی زمستان را تحمل کنند، کشت عمیق آنها توصیه می‌شود. در برخی مطالعات مزایای کشت عمیق در رابطه با کاهش یخبندان زمستان و درجه حرارت بالای تابستان و افزایش دوره بهره برداری مزارع زعفران گزارش شده است (Khajepoure, 1997). با این وجود، باید در نظر داشت که با افزایش عمق کاشت، سرعت رشد گیاه کاهش می‌یابد چون اندام‌های رویشی و زایشی انرژی زیادی برای رسیدن به سطح خاک نیاز خواهند داشت. در آزمایش کنونی تمامی بنه‌ها تقریباً در یک عمق برابر کاشته شدند و در نتیجه این عامل نمی‌تواند دلیل تفاوت درصد سبز شدن در بین اکوتیپ‌های مورد بررسی باشد.

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین سرعت سبز شدن (تعداد گیاه سبز شده در روز) در کل دوره مربوط به اکوتیپ‌های سبزوار (۱۳/۵۴) و مرند ۲ (۹/۷۸)، بود. کمترین سرعت سبز شدن نیز در اکوتیپ‌های تایباد (۱/۶)، آبرود (۲/۱۷)، مه‌ولات (۲/۱۸) و اسفیوخ (۲/۳۵)، مشاهده شد. بالاترین سرعت سبز شدن در اکوتیپ بردسکن (۱۹/۲) در سال اول و مرند ۲ (۱۷/۵) در سال دوم مشاهده شد. سرعت سبز شدن از مهمترین

محققان دیگر مطابقت دارد (Douglas & Wallace, 1997; Shokohian & Asghari, 2008). به طور کلی تاریخ گلدهی گیاه زعفران بسته به اقلیم و دمای منطقه بسیار متفاوت می‌باشد. در سال دوم وقوع یخبندان و بارش برف پاییزی عملکرد اکتیپ‌ها را تحت تاثیر قرار داد. تعداد روزهای یخبندان در طی آزمایش ۱۱۸ روز و ۸ روز دمای زیر ۱۵- درجه سانتی‌گراد گزارش شد. در این آزمایش نیز زمان گلدهی اکتیپ‌های مرند با بارندگیهای پاییزه مواجه شد که احتمال می‌رود کیفیت زعفران تولیدی کاهش یابد. این نتایج با یافته‌های کامیابی و سبحانی و همکاران (Sobhani, 2011; Kamyabi et al., 2014) مشابه است.

با توجه به سردسیر بودن منطقه مراغه و وقوع بارش‌های پاییزه احتمال یخبندان در این منطقه وجود دارد پس هر اکتیپی سرعت گلدهی بالاتری داشته باشد احتمالاً زعفران با کیفیت بالاتری تولید خواهد کرد. همان طور که قبلاً اشاره شد اکتیپ سبزوار از سرعت گلدهی بالایی برخوردار بوده و در کمترین زمان و زودتر از بقیه اکتیپ‌ها شروع به گلدهی نمود، ولی اکتیپ مرند ۱ با وجود عملکرد مناسب، دیرتر وارد مرحله گلدهی شد و بخشی از زمان گلدهی مصادف با بارش برف و باران‌های شدید بود که نه تنها برداشت محصول را با مشکل مواجه کرد، بلکه ممکن است از کیفیت محصول نیز کاسته شود.

بالاترین عملکرد کلاله خشک (گرم در متر مربع) از اکتیپ‌های سبزوار (۰/۱۴۸)، تایباد (۰/۱۴۰) و کاشمر (۰/۱۳۹) حاصل شد و کمترین عملکرد در اکتیپ‌های مه‌ولات (۰/۰۲۴) و بناب ۱ (۰/۰۳۰) بدست آمد (جدول ۶). ولی این مقادیر در طی دوره آزمایش حاصل شده است و با توجه به پیشی گرفتن اکتیپ‌های مرند باید به این داده‌ها با احتیاط نگریست احتمالاً با گذر زمان و در سالهای سوم و چهارم عملکرد کل تولیدی اکتیپ‌های مرند بیشتر شود.

عوامل تاثیرگذار در استقرار گیاه محسوب شود (Pederson & Bhhaedwaj, 1993). با وجود این که اکتیپ‌های مرند و بناب در سال اول کاشت از سرعت سبز شدن پایینی برخوردار بودند ولی در سال دوم یک شیب صعودی داشته و زودتر از بقیه اکتیپ‌ها سبز شدند؛ ولی اکتیپ‌های منطقه خراسان علی‌رغم سرعت بالای سبز شدن در سال اول، در سال دوم سرعت رشد پایینی را نشان دادند. در اثر سرماهای زمستانه تعدادی از اکتیپ‌ها از بین رفته و عملاً در سال دوم اکتیپ‌هایی که با شرایط محیطی و دماهای پایین سازگار بودند از قدرت رشدی بالایی نیز برخوردار شدند. این مطلب نشان می‌دهد که تغییر اقلیم می‌تواند بر سرعت رشد و نمو گیاهان از جمله حوزه پراکنش زعفران تاثیر بگذارد. نتایج محققان دیگری نیز این مطلب را تایید می‌کند (Foladi Toroghi & Hosseini, 2010; Mazinani, 2013; Shahrokhi et al., 2010).

نتایج مقایسه میانگین‌های اکتیپ‌ها نشان داد بیشترین درصد گلدهی مربوط به اکتیپ سبزوار (۱۰۳/۷۸) تعداد گل به ازای تعداد بنه کاشته شده) بود (جدول ۶). اکتیپ سبزوار به نسبت سایر اکتیپ‌ها از درصد سبز شدن قابل قبولی برخوردار بود و از لحاظ نسبت گل به تعداد بنه سبز شده افزایش ۶۲/۱ درصدی در سال دوم نشان داد. درصد گلدهی در تمام اکتیپ‌ها در سال اول کاشت کم بود، ولی در سال دوم به مراتب درصد گلدهی افزایش داشت. این امر نشان می‌دهد که سال استقرار باعث کاهش درصد گلدهی می‌شود. اما با سازگار شدن و استقرار بنه‌ها، از سال‌های بعد درصد گلدهی بالا می‌رود. در سال دوم بیشترین درصد گلدهی مربوط به اکتیپ‌های مرند و سبزوار بود که نسبت به اکتیپ‌های دیگر دارای عملکرد بهتری داشتند (جدول ۵). با توجه به اینکه اکتیپ‌ها از مناطقی با خصوصیات مختلف اقلیمی جمع‌آوری شده بودند در نتیجه تغییر شرایط محیطی بر روی درصد گلدهی تاثیرگذار بود که با یافته‌های

جدول ۳- مقایسه میانگین صفت های مربوط به رشد و عملکرد زعفران در سال های مختلف

Table 3- Comparison of growth and yield traits of saffron in different years

سال	درصد سبز شدن	درصد گلدهی	طول کلاله	طول گل	وزن خشک گل در متر مربع	وزن تر گل در متر مربع	اندازه عرض گل
Year	Emergence percentage	Percentage of flowering Rate	Length of stigma (cm)	Length of flower (cm)	Dry weight of flowers (mg.m <sup>-2</sup> )	Fresh weight of flower (mg.m <sup>-2</sup> )	Width of flowers (cm)
سال اول first year	75.22 <sup>a</sup>	42.08 <sup>b</sup>	2.53 <sup>b</sup>	7.43 <sup>b</sup>	0.87 <sup>b</sup>	8.6 <sup>b</sup>	7.6 <sup>b</sup>
سال دوم Second year	48.35 <sup>b</sup>	85.83 <sup>a</sup>	2.87 <sup>a</sup>	7.88 <sup>a</sup>	2.65 <sup>a</sup>	26.4 <sup>a</sup>	8.31 <sup>a</sup>

در هر ستون، میانگین های دارای حروف مشابه تفاوت معنی داری از نظر آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ ندارد.

In each column, means with same letter are not significantly different at 5% probability level using Duncan's Multiple Rang Test.

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات رشد و عملکرد اکوتیپ های مختلف زعفران در سال اول

Table 4- Comparison of growth and yield traits of saffron ecotypes (first year)

نام اکوتیپ	درصد سبز شدن	سرعت سبز شدن	درصد گلدهی	تعداد گل در متر مربع	عملکرد خشک کلاله
Ecotype	Emergence percentage	Emergence rete (No.day <sup>-1</sup> )	percentage of flowering rate	Flower numbers (No.m <sup>-2</sup> )	Yield of stigma dry weight (g.m <sup>-2</sup> )
بردسکن Bardaskan	97.33 <sup>a</sup>	19.2 <sup>a</sup>	34.33 <sup>bcd</sup>	17 <sup>ab</sup>	0.111 <sup>ab</sup>
آبرود Abrud	78.67 <sup>ab</sup>	1.96 <sup>c</sup>	39.83 <sup>bcd</sup>	17 <sup>ab</sup>	0.099 <sup>ab</sup>
سبزوار Sabzvar	80.64 <sup>ab</sup>	7.05 <sup>b</sup>	45.04 <sup>abcd</sup>	20.33 <sup>ab</sup>	0.141 <sup>ab</sup>
بناب ۱ Bonab1	44.67 <sup>d</sup>	4.13 <sup>c</sup>	24.7 <sup>bcd</sup>	5.67 <sup>b</sup>	0.036 <sup>b</sup>
تربت حیدریه Torbat -e H.	88.67 <sup>a</sup>	4.65 <sup>b</sup>	62.4 <sup>ab</sup>	27.67 <sup>a</sup>	0.161 <sup>ab</sup>
بناب ۲ Bonab2	52 <sup>cd</sup>	5.23 <sup>c</sup>	34.58 <sup>bcd</sup>	10.67 <sup>ab</sup>	0.063 <sup>ab</sup>
مرند ۱ Marand1	82.67 <sup>ab</sup>	14.27 <sup>c</sup>	7.66 <sup>d</sup>	3.5 <sup>b</sup>	0.022 <sup>d</sup>
مرند ۲ Marand2	72.67 <sup>abc</sup>	17.5 <sup>c</sup>	12.2 <sup>cd</sup>	5 <sup>b</sup>	0.037 <sup>b</sup>
کاشمر Kashmar	94.67 <sup>a</sup>	6.18 <sup>b</sup>	64.08 <sup>ab</sup>	30.33 <sup>a</sup>	0.176 <sup>a</sup>
تایباد Taybad	74 <sup>abc</sup>	1.12 <sup>c</sup>	82.76 <sup>a</sup>	30.67 <sup>a</sup>	0.174 <sup>a</sup>
اسفیوخ Esfıukh	80.67 <sup>ab</sup>	1.09 <sup>c</sup>	52.42 <sup>abc</sup>	21 <sup>ab</sup>	0.137 <sup>ab</sup>
مهولات Mahvelat	56 <sup>bcd</sup>	3.18 <sup>c</sup>	13.22 <sup>cd</sup>	4.67 <sup>b</sup>	0.027 <sup>b</sup>

در هر ستون میانگین های دارای حروف مشابه تفاوت معنی داری از نظر آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ ندارد.

In each column, means with same letter are not significantly different at 5% probability level using Duncan's Multiple Rang Test.

بیشترین عملکرد در واحد سطح از اکوتیپ های کاشمر (۰/۱۷۶) و تایباد (۰/۱۷۳) در سال اول حاصل شد (جدول ۴).



با توجه به اینکه هر ساله بر تعداد و مقدار گل زعفران افزوده می‌شود بنابراین انتظار می‌رفت که مقدار عملکرد در سال دوم در همه اکوتیپ‌ها به مراتب بالاتر از سال اول باشد؛ ولی در عمل مقدار عملکرد برای برخی اکوتیپ‌ها در سال دوم کمتر از سال اول بود. دلیل این امر خسارت سرمای زمستان بود که در اثر سرمای زمستانه برخی از اکوتیپ‌ها آسیب دیدند، لذا مقدار عملکرد آن‌ها در سال دوم کمتر از سال اول بود. نتایج تحقیقات دیگری نیز حاکی از آن است که تغییر منطقه کاشت محصولات می‌تواند روی عملکرد گیاه تاثیرگذار باشد ( Akbarpour et al., 2013).

با توجه به اینکه میانگین وزن تر هر کلاله بین ۰/۰۴ - ۰/۰۳ گرم و میانگین وزن خشک آن ۰/۰۷ - ۰/۰۴ گرم برای هر گل می‌باشد و تفاوت معنی‌داری از نظر وزن کلاله در بین اکوتیپ‌ها مشاهده نشد، می‌توان نتیجه گرفت که برای افزایش عملکرد باید تعداد بنه و تراکم کشت را افزایش داد و یا از روش‌های به-زراعی دیگر مانند تعیین مناسب‌ترین زمان آبیاری، انتخاب بنه‌های درشت و سالم و افزودن کودهای آلی برای افزایش عملکرد بهره گرفت (Koocheki et al., 2014).

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات رشد و عملکرد اکوتیپ‌های مختلف زعفران در سال دوم  
Table 5- Comparison of growth and yield traits of saffron ecotypes (Second year)

نام اکوتیپ Ecotype	درصد سبز شدن Emergence rate	سرعت سبز شدن Emergence rate (No.day-1)	درصد گلدهی Percentage of flowering rate	تعداد گل در متر مربع Flower numbers (No.m <sup>-2</sup> )	عملکرد خشک کلاله Yield of stigma dry weight (g.m <sup>-2</sup> )
بردسکن Bardaskan	48 <sup>ab</sup>	5.31 <sup>c</sup>	50 <sup>b</sup>	9 b	0.032 <sup>b</sup>
آبرود Abrud	21.33 <sup>b</sup>	1.96 <sup>c</sup>	47.7 <sup>b</sup>	7 <sup>b</sup>	0.021 <sup>b</sup>
سبزوار Sabzvar	59.33 <sup>ab</sup>	7.05 <sup>bc</sup>	162.13 <sup>b</sup>	42.67 <sup>a</sup>	0.154 <sup>a</sup>
بناب ۱ Bonab1	46.67 <sup>ab</sup>	4.133 <sup>c</sup>	36.9 <sup>b</sup>	7.33 <sup>b</sup>	0.023 <sup>b</sup>
تربت‌حیدریه Torbat -e H.	61.33 <sup>ab</sup>	4.65 <sup>c</sup>	98.17 <sup>ab</sup>	23 <sup>ab</sup>	0.073 <sup>ab</sup>
بناب ۲ Bonab2	50.67 <sup>ab</sup>	5.23 <sup>c</sup>	96.6 <sup>ab</sup>	30.33 <sup>ab</sup>	0.091 <sup>ab</sup>
مرند ۱ Marand1	67.33 <sup>ab</sup>	14.27 <sup>ab</sup>	118.77 <sup>ab</sup>	40.67 <sup>a</sup>	0.138 <sup>a</sup>
مرند ۲ Marand2	93.33 <sup>a</sup>	17.5 <sup>a</sup>	70.67 <sup>ab</sup>	30.33 <sup>ab</sup>	0.098 <sup>ab</sup>
کاشمر Kashmar	55.3 <sup>ab</sup>	6.18 <sup>bc</sup>	113.1 <sup>ab</sup>	32.67 <sup>ab</sup>	0.101 <sup>ab</sup>
تایباد Taybad	20 <sup>b</sup>	1.127 <sup>c</sup>	76.7 <sup>ab</sup>	10 <sup>b</sup>	0.04 <sup>b</sup>
اسفیوخ Esfiukh	16 <sup>b</sup>	1.09 <sup>c</sup>	50 <sup>b</sup>	9 <sup>b</sup>	0.021 <sup>b</sup>
مهولات Mahvelat	37 <sup>b</sup>	3.18 <sup>c</sup>	39 <sup>b</sup>	6 <sup>b</sup>	0.02 <sup>b</sup>

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه تفاوت معنی‌داری از نظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ ندارد.

In each column, means with same letter are not significantly different at 5% probability level using Duncan's Multiple Rang Test.

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، زمان برداشت گل‌ها، سن بنه‌ها و عملیات کشت می‌تواند در اندازه گل و طول کلاله مؤثر باشد (Turhan et al., 2007; Caiola & Canini 2010; Husaini et al., 2010). در طول قرن‌ها به لحاظ عقیم بودن گل زعفران تغییرات ژنتیکی در آن حاصل نشده و طبعاً واریته‌هایی نیز ایجاد نگردیده است (Keyhani et al., 2002; Behnia, 2011).

نتایج حاکی از آن است که بین اکوتیپ‌ها از لحاظ صفات مورفولوژیکی اختلاف معنی‌داری وجود ندارد و این صفات در همه اکوتیپ‌ها یکسان می‌باشد ولی از لحاظ صفات رشدی و عملکردی اختلاف معنی‌داری دارند که این می‌تواند ناشی از تأثیر اقلیم روی اکوتیپ‌ها باشد. با توجه به اینکه بنه تنها روش ازدیاد زعفران می‌باشد، لذا انتظار می‌رود که تغییری در ژنوتیپ گیاه ایجاد نشده باشد. فاکتورهای محیطی و ژنتیکی روی قسمت‌های مختلف گل مؤثر می‌باشد. فاکتورهای محیطی مثل

جدول ۶- نتایج مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در برخی اکوتیپ‌های زعفران (اسپلیت پلات در زمان)  
Table 6- Results of the comparison of traits in some ecotypes of saffron (split plot in time)

نام اکوتیپ Ecotype	درصد سبز شدن Emergence rate	سرعت سبز شدن Emergence rate (No.day-1)	درصد گلدهی Percentage of flowering rate	تعداد گل در متر مربع Flower numbers (No.m <sup>2</sup> )	وزن تر گل Fresh weight of flower (g.m <sup>-2</sup> )	عملکرد خشک کلاله Yield of stigma dry weight (g.m <sup>-2</sup> )
بردسکن Bardaskan	77.6 <sup>ab</sup>	13.54 <sup>a</sup>	40.6 <sup>def</sup>	13.8 <sup>bc</sup>	11.86 <sup>def</sup>	0.08 <sup>abc</sup>
آبرود Abrud	50 <sup>b</sup>	2.17 <sup>de</sup>	42.98 <sup>def</sup>	13 <sup>bc</sup>	11.98 <sup>def</sup>	0.068 <sup>bc</sup>
سبزوار Sabzvar	70 <sup>ab</sup>	8.95 <sup>ab</sup>	103.78 <sup>a</sup>	31.5 <sup>a</sup>	30.17 <sup>a</sup>	0.148 <sup>a</sup>
بناب ۱ Bonab1	45.67 <sup>b</sup>	2.57 <sup>de</sup>	30.80 <sup>ef</sup>	6.5 <sup>c</sup>	6.8 <sup>ef</sup>	0.03 <sup>c</sup>
تربت حیدریه Torbat -e H.	75 <sup>ab</sup>	7.15 <sup>bcd</sup>	80.28 <sup>abc</sup>	25.33 <sup>ab</sup>	20.13 <sup>bcd</sup>	0.117 <sup>ab</sup>
بناب ۲ Bonab2	51.33 <sup>b</sup>	3.28 <sup>cde</sup>	65.59 <sup>bcde</sup>	20.5 <sup>abc</sup>	15.71 <sup>bcde</sup>	0.077 <sup>abc</sup>
مرند ۱ Marand1	75 <sup>ab</sup>	8.22 <sup>bc</sup>	74.32 <sup>adcd</sup>	25.8 <sup>ab</sup>	23.14 <sup>abc</sup>	0.091 <sup>abc</sup>
مرند ۲ Marand2	83 <sup>a</sup>	9.78 <sup>ab</sup>	56.06 <sup>cdef</sup>	25.5 <sup>ab</sup>	19.05 <sup>bcd</sup>	0.083 <sup>abc</sup>
کاشمر Kashmar	75 <sup>ab</sup>	7.77 <sup>bc</sup>	88.59 <sup>ab</sup>	31.5 <sup>a</sup>	24.46 <sup>ab</sup>	0.138 <sup>a</sup>
تایباد Taybad	47 <sup>b</sup>	1.60 <sup>e</sup>	81.30 <sup>abc</sup>	25.5 <sup>ab</sup>	18.05 <sup>bcd</sup>	0.140 <sup>a</sup>
اسفیوخ Esfiukh	48.33 <sup>b</sup>	2.35 <sup>de</sup>	51.81 <sup>cdef</sup>	18 <sup>abc</sup>	13.82 <sup>cdef</sup>	0.108 <sup>ab</sup>
مه‌ولات Mahvelat	48.40 <sup>b</sup>	2.18 <sup>de</sup>	23.53 <sup>f</sup>	5.2 <sup>c</sup>	5.87 <sup>f</sup>	0.024 <sup>c</sup>

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه تفاوت معنی‌داری از نظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ ندارد.

In each column, means with same letter are not significantly different at 5% probability level using Duncan's Multiple Rang Test.

محصول را کاهش دهد. بر این اساس انتخاب اکتیپ مناسبی که انطباق بالایی از نظر زمان آغاز و سرعت گلدهی با شرایط اقلیمی سرد داشته باشد دارای اهمیت است. نتایج این تحقیق نشان داد که بین اکتیپ‌ها از نظر پاسخ به شرایط اقلیمی در شاخص‌های سبز شدن و گلدهی اختلاف معنی داری وجود دارد. اکتیپ‌های سبزوار، مرند ۱ و مرند ۲ بیشترین سازگاری و عملکرد را در شرایط آب و هوایی مراغه نشان دادند. افزون بر این، اکتیپ سبزوار با دوره گلدهی کوتاه و عملکرد بیشتر، برای مناطقی که دارای یخبندان زود هنگام می‌باشند مناسب تر است. با توجه به عدم اختلاف معنی دار بین اکتیپ‌های مرند و سبزوار پیشنهاد می‌گردد جهت کشت زعفران از اکتیپ‌های محلی داخل استان استفاده گردد. همچنین نتایج نشان داد این محصول می‌تواند به خوبی در منطقه مراغه کشت شده و محصول مناسبی تولید نماید. با توجه به نتایج و اختلاف در عملکرد اکتیپ‌ها، توصیه می‌گردد توانمندی اکتیپ‌های مختلف زعفران کشور و خارج کشور قبل از معرفی این محصول به یک منطقه در چندین سال آزمایش شده و سپس بهترین اکتیپ جهت کشت توصیه گردد.

هر گاه مختصر تفاوتی در میزان عملکرد بانه‌ها و رنگ گلپوش‌ها در نقاط مختلف مشاهده شود مربوط به اکولوژی منطقه، سال برداشت بانه، ریزی و درشتی بانه به هنگام کاشت و از این قبیل می‌باشد، که این امر نیز تأکیدی بر تغییر نکردن ژنتیک زعفران می‌باشد. این نتایج با یافته‌های محققان دیگر نیز مطابقت دارد ( Morata et al., 2012; Douglas et al., 2014). زعفران یک گیاه آلوتریپلوئید بوده که از تلاقی دوگونه وحشی حاصل شده است و به دلیل عقیم بودن، روش تکثیر آن با بانه می‌باشد و در طی کشت‌های متوالی تغییرات ژنتیکی در آن حاصل نشده است ( Karasawa, 1940; Caiola & Canini, 2010). به طور کلی می‌توان گفت گیاه زعفران در اقلیم‌های متفاوت دارای رفتارهای رشد متعددی می‌باشد و تغییرات مشاهده شده در اثر تاثیر محیط بوده و ژنتیکی نیست.

### نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه دوره گلدهی زعفران در فصل سرد می‌باشد، لذا زمان شروع و طول دوره گلدهی این گیاه دارای اهمیت بالایی است و این دوره بدلیل مصادف شدن با بارش‌های پاییزی و شروع یخبندان در منطقه مراغه می‌تواند کمیت و کیفیت

### منابع

- Akbarpour, A., Khorashadizadeh, A., Shahidi, A., and Ghochanian, E. 2013. Performance evaluation of artificial neural network models in estimate production of yield saffron based on climate parameters. *Journal of saffron* 1 (1): 27-35. (In Persian with English Summary).
- Alizadeh, A., Sayari, N., Ahmadian, J., and Mohamadian, A. 2009. Study for zoning the most appropriate time of irrigation of saffron (*Crocus sativus* L.) in Khorasan Razavi, north and southern provinces. *Journal of Water and Soil* 23 (1): 109-118. (In Persian with English Summary).
- Amooaghaie, R. 2006. Low temperature storage of corms extends the flowering season of saffron (*Crocus sativus* L.). Mashhad, Iran: Proceedings of the Second International Symposium on Saffron Biology and Technology.
- Association of Official Seed Analysts. 2010. AOSA rules for testing seeds. AOSA, Ithaca, NY.
- Behdani, M., Nassiri, M., and Koocheki, A. 2003. Modeling saffron flowering time across a temperature

- gradient. Albacete, Spain: In proceeding of 2nd international Symposium on saffron biology and technology.
- Behnia, M. 2011. Saffron (history, botany, chemistry, manufacturing, technology, standard consumer fraud and Marketing): Tehran University Publication. 530 pp. (In Persian with English Summary).
- Blaauw, A. 1935. DePeriodieke on Twling Van Een Boliris. Verhandel- ingder Koninklijke Akademie Van Wetensch Appen Afdeeling.
- Caiola, M.G., and Canini, A. 2010. Looking for Saffron (*Crocus sativus* L.) Parents. Global Science Books. pp: 1-14.
- Douglas, M., and Wallace, A. 1997. Evaluation of saffron (*Crocus sativus* L.) production in New Zealand. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 25: 159- 168.
- Douglas, M., Smallfield, B., Wallace, A., and McGimpsey, J. 2014. Saffron (*Crocus sativus* L.): The effect of mother corm size on progeny multiplication, flower and stigma production. Scientia Horticulturae 166. pp: 50–58.
- Fernandez, J. 2004. Genetic resources of saffron and allies (*Crocus* spp.). Acta Horticulturae: II International Symposium on Saffron Biology and Technology.
- Foladi Toroghi, A.R., and Hosseini Mazinani, S.M. 2013. Investigate the possibility of cultivation and development of saffron (*Crocus sativus* L.) in the climatic conditions of Ray. Journal of Plant and habitats 9: 79-90. (In Persian).
- Gresta, f., Lombardo, G., Siracusa, L., and Ruberto, G. 2008. Saffron, an alternative crop for sustainable agriculture system. A review. Agronomy for Sustainable Development 28 (1): 92-112.
- Halevy, A., Han, S., Sachs, R., and Reid, M. 1991. Flowering and corm yield of brodiaea in response to temperature, photoperiod, corm size, and planting depth. American Society for Horticultural Science 116 (1):19-22.
- Halford, I. 1973. Phosphate adsorption by soils and its relationship to soil phosphates and plant availability. Ph.D. thesis London University.
- Husaini, A.M., Hassan, B.Y., Ghani, M.A., Teixeira da Silva, J., and Kirmani, N. 2010. Saffron (*Crocus sativus* Kashmirianus) Cultivation in Kashmir: Practices and Problems. Kashmir. pp: 108-115.
- Kamyabi, S., Habibi nokhandan, M., and Rohi, A. 2014. Effect of climatic factors affecting saffron using analytic hierarchy process (AHP); (Case Study Roshtkhar Region, Iran). Torbat Heydareh: Jornal Saffron 2 (1): 75-90. (In Persian with English Summary).
- Karasawa, K. 1940. Karyological studies of saffron. Japanese Journal of Botany pp: 129-140.
- Keyhani, J., Keyhani, E., and Kamali, J. 2002. Thermal stability of cataleses active in dormant saffron (*Crocus sativus* L.) corms. Molecular Biology Reports 29: 125-128.
- Khajepoure, M. 1997. Saffron Cultivation. Esfahan University of Technology Publications Isfahan, Iran. 30 pp.
- Koocheki, A., Jamshid Eyni, M., and Seeyedi, M. 2014. Study the effects of manure, chemical and mother corm size on the characteristics of daughter corms and yield of saffron. Saffron Agronomy and Technology 2 (1): 34-46. (In Persian with English Summary).
- Molafilabi, A. 2004. Experimental finding of production and ecophysiological aspects of saffron (*Crocus sativus* L.). Acta Horticulture 650:195–200.
- Molina, R., Valero, M., Navarro, Y., Guardiola, J., and Garcia-Luis, A. 2005. Temperature effects on flower formation (*Crocus sativus* L.). Spain: Scientia Horticulturae 103: 361–379.

- Morata, B., Nebauer, S., Sanchez, M., and Molina, R. 2012. Effect of corm size, water stress and cultivation conditions on photosynthesis and biomass partitioning during the vegetative growth of saffron (*Crocus sativus* L.). *Industrial Crops and Products* 39: 40-46.
- Pazoki, A., Karaminejad, M., and Foladi Targhi, A. 2011. Effects of planting dates and genotypes on yield of saffron. *Crop Physiology Journal* 2 (8): 3-28.
- Pederson, P., and Bhhaedwaj, S. 1993. Effect of seed vigure and dormancy on feild emergence, development and grain yield of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Seed Science Technology* 21: 159-178.
- Sepaskhah, A., and Kamgar-Haghighi, A. 2009. Saffron irrigation regime. *International Journal of Plant Production* 3 (1): 216-222.
- Shahrokhi, A., Ghaeid amini Haroni, M., and Khodakarimi, A. 2010. The effect of climate change behavior flowering Saffron. National Conference on Climate Change and its impact on agriculture and the environment. pp: 1-6. (In Persian).
- Shokohian, A., and Asghari, A. 2008. Evaluate the adaptability ecotypes of saffron in climate Ardabil. *Journal of Agriculture Science* 2 (18-2): 1-8. (In Persian).
- Sobhani, B. 2011. The Evaluation of agricultural climate saffron cultivation in Ardebil. The First National Conference on Agricultural Meteorology and Water Management. pp: 1-10. (In Persian).
- Turhan, H., Fatih, K., Cem, O.E., and Muhammet, K.G. 2007. The effects of diffrent growing media on flowering and corm formation of saffron (*Crocus sativus* L.). *African Journal of Biotechnology* 6 (20): 2328-2332.

## Evaluation of Adaptability of Different Cultivated Ecotypes of Saffron Under Maragheh Climatic Conditions

*Amin Ensaf<sup>1</sup>, Bahman Zahedi<sup>2</sup> and Ali Asghar Aliloo<sup>\*3</sup>*

*1, 3. Master of Science and Assistant Professor, Department of Agronomy and plant breeding, Maragheh University, Respectively.*

*2. Assistant Professor, Department of Plant Production, Lorestan University.*

*(\*-Corresponding Author E-mail: [aliasghar.aliloo@gmail.com](mailto:aliasghar.aliloo@gmail.com))*

**Received:** 19 April, 2015

**Accepted:** 20 June, 2015

### **Abstract:**

In order to evaluate the adaptability of saffron ecotypes under Maragheh climatic conditions, an experiment was conducted based on a Randomized Complete Block design (RCBD) with three replications during the growing seasons of 2013 and 2014. The ecotypes used were Bardaskan, Abrud, Sabzevar, Bonab1, Torbat-e-Heydarieh, Bonab2, Marand1, Marand2, Kashmar, Taybad, Esfiukh and Mahvelat. The following traits were evaluated: fresh weight of stigma, dry weight of stigma, length of stigma, emergence percentage, emergence rate, flowering percentage, flowering rate, dry and fresh weight of flowers and dry yield of stigma in the area. The results showed that the ecotypes established very well in the first year of the experiment, but frosty days of the winter severely damaged Abrud, Taybad and Esfiukh ecotypes. There were significant differences among the ecotypes for the traits: the number of flowers, emergence, flowering percent and fresh weight of saffron. Also, a significant difference was recorded among the studied ecotypes for flowering and emergence rate. The highest emergence percentage was observed in Marand 2, while Sabzevar had the highest rate of flowering and flowering percentage. Despite the low yields for Marand1 and Sabzevar in the first year of the experiment, these ecotypes with 1.5 and 1.4 kg per hectare produced the high stigma yields, respectively in the second year. In conclusion, the results showed that the ecotypes of Marand are suitable for cultivate in the Maragheh climate conditions and the use of exotic corms is not recommended.

**Keywords:** *Adaptability, Corm, Flowering percentage, Stigma yield.*