نشریه پژوهش‌های زعفران (دو فصلنامه)
جلد دهم، شماره دوم، پاییز و زمستان ۱۴۰۱
شماره صفحه: ۲۵۷-۲۴۵
http://dx.doi.org/10.22077/JSR.2022.5151.1180

مقاله پژوهشی:

امکان‌سنجی کشت زعفران و استخراج مواد مؤثرهٔ آن در نقاط مختلف استان لرستان

اسفندیار حسنی مقدم[1*]، مریم رمضانی[2]، مهدی شعبان[3]
۱- استادیار پژوهشی، موسسه تحقیقات، ثبت و گواهی بذر و نهال، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۲- استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان، خرم آباد ، ایران.
۳- گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران.
*نویسنده مسئول: *Email: Es_hassani@yahoo.com*

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۱۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۲۲

چکیده
این مطالعه به منظور بررسی سازگاری گیاه دارویی زعفران و همچنین تغییر در ترکیبات اسانس آن در نقاط مختلف استان لرستان انجام شد. آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۹ به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. در این مطالعه ۱۲ شهرستان‌های مختلف استان لرستان شامل خرم‌آباد، بروجرد، دورود، کوهدشت، ازنا، الیگودرز، سلسله، دلفان، الشتر، پلدختر، دوره چگنی و رومشکان تیمارهای آزمایشی بودند. نتایج نشان داد اثر تیمار مکان بر وزن تر گل، وزن تر کلاله، وزن خشک کلاله، نسبت وزن تر کلاله به وزن تر گل، حداکثر رطوبت و ترکیبات فرار، سافرانال، کروسین و پیکروکروسین در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین های تیمار آزمایشی نشان داد از ۱۲ شهرستان مورد مطالعه میزان تولید زعفران فقط در ۴ شهرستان بروجرد، ازنا، خرم‌آباد و سلسله اقتصادی بود. از بین این چهار شهرستان بیشترین میزان عملکرد گل (۷۹/۶۶ گرم در متر مربع)، وزن تر کلاله (۶/۷۷ گرم در متر مربع)، وزن خشک کلاله (۱/۱۳ گرم در متر مربع) و نسبت کلاله به گل (۰/۰۸۵) در زعفران کشت شده در شهرستان ازنا حاصل گردید. همچنین نتایج نشان داد بالاترین میزان سافرانال اسانس در زعفران کشت شده در شهرستان دورود به میزان حداکثر جذب ۵۴ حاصل گردید. همچنین بیشترین میزان کروسین (حداکثر جذب ۳۴۳/۵) و پیکروکروسین (حداکثر جذب ۱۴۴) به دست آمد. شهرستان بروجرد و دورود جزو شهرستان‌ها معتدل استان هستند و شهرستان ازنا جزو شهرستانهای سرد استان لرستان هستند. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که برای حصول بالاترین میزان عملکرد بایستی زعفران را در شهرستان سرد ازنا کشت نمود ولی جهت دستیابی به بالاترین میزان ترکیبات مهم در اسانس می‌توان زعفران را در شهرستانهای معتدل استان مانند بروجرد و دورود کشت نمود.

واژه‌های کلیدی: زعفران، کلاله، لرستان، سافرانال، کروسین.

مقدمه

زعفران *(Crocus sativus L.)* به عنوان گران‌بهاترین ادویه جهان، جایگاه ویژه‌ای در بین محصولات صادراتی ایران دارد (Ismailian et al., 2022). این گیاه علاوه بر ایران در اسپانیا، هند، ایتالیا و یونان کشت می‌شود. هدف از کشت زعفران برداشت کلاله و خامه بلند آن است که به رنگ قرمز شفاف می‌باشد و دارای ارزش دارویی و غذایی فراوانی می‌باشد (Hosseini, 2011). استفاده از زعفران تنها برای طعم و رنگ و کاربردش در صنایع غذایی نیست بلکه روز به روز خواص درمانی بیشتری از زعفران شناخته می‌شود مانند خواص ضد سرطانی و یا کاربرد آن در درمان بیماری‌های روحی و روانی و قلبی که باعث افزایش کاربرد زعفران در پزشکی شده است (Kafi, 2002).

زعفران در مناطق خشک و نیمه خشک که زمستان‌های سرد و تابستانهای گرم و خشک دارند و همچنین در اقلیم‌های نیمه استوایی و معتدل قابلیت رشد دارد (Ismailian et al., 2022). زعفران گیاهی است که قابلیت تولید بذر نداشته و تکثیر آن از طریق بنه صورت گرفته و در طول هر فصل زراعی زعفران مراحل رشد خود را پس از گلدهی با تولید بنه‌های جدید (دختری) بر روی بنه‌های قدیمی (بنه مادری) طی می‌کند (Gresta et al., 2008). در زراعت زعفران بنه‌های درشت علاوه بر داشتن ذخایر غذایی بیشتر، موجب توسعهٔ سریعتر و بیشتر سطح برگ و در نتیجه افزایش توان فتوسنتزی گیاه می‌شوند (Fallahi et al., 2021). با توجه به سمی بودن بنه‌ها برای حیوانات جوان نمی‌توان از آنها به عنوان خوراک دام استفاده نمود (Srivastava et al., 2010). ویژگی‌های خاص این گیاه از جمله نیاز آبی کم، آبیاری در زمان‌های غیربحرانی نیاز آبی سایر گیاهان، امکان بهره‌برداری از مزارع به مدت چندین سال در یک نوبت، سهولت حمل و نقل، نگهداری محصول، عدم نیاز زراعت آن به ماشین آلات ویژه و تکنولوژی پیچیده، توان جذب نیروی کار زیاد در زمان برداشت گل، اشتغال‌زایی و در نهایت، جلوگیری از مهاجرت و جذب ارز، موقعیت آن را به ویژه در مناطقی که فاقد استعدادهای صنعتی و دارای محدودیت آب کشاورزی هستند مطرح و ممتاز نموده است (Amirghasemi, 2001). ایران یکی از مهمترین تولیدکنندگان زعفران در جهان است و حدود ۹۰ درصد از تولید این گیاه و بیش از ۸۴ درصد سطح زیر کشت زعفران در دنیا به ایران تعلق دارد (Koocheki, 2013) که بخش اعظم آن مربوط به نواحی مرکزی و جنوبی استان خراسان می‌باشد (Kafi et al., 2002). علیرغم سازگاری گیاه زعفران با مناطق وسیعی از کشور، قسمت اعظم این محصول کشاورزی در مناطقی از خراسان مرکزی و جنوبی با وجود خشکی و بارندگی کم، به علت موقعیت مناسب اقلیمی و دانش بومی کشت و کار و تولید می‌گردد (Malafilabi et al., 2018) .

در بوم نظام‌های زراعی شناخت عوامل افزایش‌دهنده کمیت و کیفیت محصول امری الزامی بوده که باید جهت دستیابی به عملکرد مطلوب مورد توجه قرار گیرد (Sabura, 2002). عملکرد زعفران به عوامل متعددی از قبیل خاک، تراکم، روش کاشت، اندازه بنه، موقعیت جغرافیایی، عوامل جوی مانند نوسانات درجه حرارت به ویژه در زمان گلدهی، میزان بارندگی، مدیریت‌های زراعی و دوره بهره‌برداری ارتباط دارد (Malafilabi et al., 2018) . یکی از عواملی که بر تولید کمی و کیفی محصول اثر دارد شرایط اقلیمی منطقه‌ای است که زعفران در آن کشت شده و این شرایط می‌تواند تولید گل و کیفیت اسانس را تحت تأثیر خود قرار دهد. محققین بسیاری عنوان داشته‌اند که عوامل اقلیمی تأثیر زیادی بر تولید زعفران داشته و بیشترین تأثیرپذیری عملکرد و اجزای عملکرد زعفران از عوامل اقلیمی می‌باشد (Ismail-zadeh & Jahanbakhsh, 2014; Mohammadi et al., 2011; Kozegaran et al., 2011). عوامل اقلیمی اثرگذار بر تولید زعفران بارندگی، درجه حرارت و ارتفاع از سطح دریا می‌باشد (Faizi & Moradi, 2020). در طی فصل تابستان که گیاه زعفران در حال رکود از اردیبهشت تا مهر ماه است بارش باران کمتر باعث کیفیت و کمیت بیشتر زعفران تولیدی می‌گردد (Abrishami, 2009). درجه حرارت یکی از مهمترین عوامل اثر گذار بر گلدهی و در نتیجه تولید گل در زعفران می‌باشد (Koocheki et al 2009; Atkinson & Porter, 1996; Hosseini et al., 2008; Koocheki et al., 2017). گرم شدن هوا تا حد بالا ممکن است عملکرد نهایی گل و کلاله زعفران را کاهش دهد (Esmaelnejad, 2017). تنظیم گلدهی زعفران

حساسیت زیادی به تغییرات دمایی از خود نشان می‌دهد (Molina et al., 2005; Halevy, 1990). بهترین دامنه دمایی رشد زعفران بین ۱۵ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد و بیشترین میزان تکثیر پیاز در دمای۲۷ درجه سانتیگراد در طول شب بیان شده است (Halevy, 1990). عوامل اقلیمی در هر منطقه بر ترکیبات مهم اسانس زعفران از قبیل سافرانال، کروسین و پیکروکروسین که دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی نیز هستند اثر دارد (Shakeri et al., 2021). امروزه به منظور افزایش بهره‌وری منابع آب و خاک در شرایط خشکسالی کشور و همچنین نظر به خروج از اقتصاد تک محصولی و رسیدن به توسعه پایدار اقتصادی، کشت‌های نوین به ویژه زعفران در مناطق مستعد بسیار حائز اهمیت است (Shahdost & Ahmadvand, 2021). از این رو جهت امکان سنجی کشت زعفران بایستی مناطق مستعد را از نظر عوامل اقلیمی در کشور شناسایی نمود تا بتوان تولید زعفران را در کشور افزایش داد. یکی از راه‌های افزایش عملکرد زعفران افزایش سطح زیر کشت آن از طریق شناسایی مناطق مستعد کشت و تولید این گیاه دارویی ارزشمند جهت مصارف داخلی، صادرات و همچنین به منظور استخراج ترکیبات مهم موجود در اسانس آن می‌باشد. از این رو این مطالعه به منظور بررسی مناطق مختلف مستعد کشت زعفران در استان لرستان و اثر شرایط آب و هوایی هر شهرستان بر ترکیبات مهم موجود در اسانس زعفران صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این مطالعه به منظور بررسی امکان سنجی کاشت و برداشت اقتصادی زعفران و مطالعه تغییرات در مهمترین ترکیبات اسانس زعفران در شهرستان‌های مختلف استان لرستان صورت گرفت. آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۸ به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. در این مطالعه شهرستان‌های مختلف استان لرستان مشتمل بر ۱۲ شهرستان مختلف به عنوان تیمار در نظر گرفته شدند. این شهرستان‌ها عبارت بودند از خرم‌آباد، بروجرد، دورود، کوهدشت، ازنا، الیگودرز، سلسله، دلفان، الشتر، پلدختر، دوره چگنی و رومشکان بودند. زمین مورد کشت که در سال قبل از کاشت زعفران آیش بوده با گاوآهن برگردان دار شخم زده شد و پیازهای زعفران در این اراضی کاشته شد. عملیات کاشت زعفران در مهر ماه با استفاده از بنه‌های ۶ تا۱۰ گرمی و پس از یک دیسک سنگین با تراکم ۱۰۰ بنه در متر مربع در فاصله ردیف ۲۰ سانتی‌متری و فاصله بنه ۵ سانتی‌متری و با عمق کشت ۱۵ سانتی‌متری انجام شد. بنه‌ها نیز از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان تهیه گردید. در سال اول کاشت و به منظور استقرار بنه‌ها آبیاری اول بلافاصله بعد از کشت و آبیاری دوم یک هفته بعد به منظور تسهیل در خروج جوانه‌های گل و برگ از خاک انجام شد. در سال دوم و سوم نیز اولین آبیاری در اواخر مهرماه انجام شد. برای اندازه‌گیری صفات مورد نظر نمونه‌برداری از کرت‌های آزمایشی همزمان با شروع گلدهی زعفران آغاز شد و در هر کرت با حذف اثرات حاشیه گل‌های ظاهر شده به صورت روزانه جمع آوری، شمارش و توزین (وزن تر و خشک گل و کلاله به صورت جداگانه) شدند. عملکرد زعفران در سال سوم کاشت محاسبه گردید و فقط ۴ شهرستان توانستند عملکرد اقتصادی تولید نموده و اجزای عملکرد در این ۴ شهرستان اندازه‌گیری شد. البته زعفران کشت شده در همه شهرستان‌ها تولید گل داشتند و از گل و اسانس همه آنها برای آنالیز اسانس استفاده گردید.

آنالیز اسانس نمونه‌های زعفران با استفاده از دستگاه HPLC مدل Agilent چهار حلاله با اتوسمپلر و دتکتور Spectrophotometr G162ZA و ستون Erospher به طول ۲۵ سانتی‌متر و قطر ۴ میلی‌متر انجام شد. کنترل ستون و دما با ترموستات G1316A صورت گرفت. در این دستگاه برای اندازه‌گیری کروسین در طول موج ۴۴۰ نانومتر تنظیم گردید. فاز متحرک آن اتیل استات، ایزوپروپانول و آب به نسبت ۱۰:۳۴:۵۶ و با شدت جریان ۰/۴ میلی‌لیتر در دقیقه انجام شد و مقدار ۲۰ میکرولیتر از این نمونه به مدت ۴۰ دقیقه به دستگاه تزریق گردید. برای پیکروکروسین نیز از طول موج ۲۵۰ نانومتر استفاده شد و فاز متحرک شامل آب، استونیتریل و متانول به نسبت ۴۸۰:۱۵:۵۰۰ و شدت جریان یک میلی‌لیتر بر دقیقه به مدت ۴۰ دقیقه صورت گرفت. برای سافرانال نیز از طول موج ۳۱۰ نانومتر استفاده شد که فاز متحرک شامل آب، استونیتریل و متانول به نسبت ۴۸۰:۱۵:۵۰۰ به میزان جریان یک میلی‌لیتر در دقیقه به مدت ۶۰ دقیقه انجام شد. برای

رسم منجنی استاندارد از $C_{44}H_{64}O_{24}$ و با مشخصات Mr=976.98 استفاده شد. این نمونه با متانول در ۴ غلظت تهیه گردید.

برای اندازه‌گیری رطوبت و ترکیبات فرار مقدار ۵۰۰ میلی‌گرم نمونه به بالن ژوژه ۱۰۰۰ میلی‌لیتری منتقل و ۹۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر ومگنت به بالن افزوده شد. بالن به مدت یک ساعت روی همزن مغناطیسی با سرعت ۱۰۰۰ دور در دقیقه و دور از نور قرار گرفت. پس از گذشت این مدت زمان، محلول به حجم رسانده و ۲۰ میلی‌لیتر از محتویات آن به بالن ژوژه ۲۰۰ میلی‌لیتری منتقل و به حجم رسانده شد و سپس محلول رقیق شده با بهره‌گیری از کاغذ صافی استات سلولز یا پلی تترا فلوئورواتیلن آبدوست با اندازه منافذ ۰/۴۵میکرومتر صاف شده و جذب آن در طول موجهای ۲۵۷، ۳۳۰ و ۴۴۰ نانومتر قرائت شد و برای بیان مقدار ترکیبات فرار در نمونه از رابطه زیر استفاده گردید:

$$A_{1cm}^{1\%}(\lambda_{max}) = D \times 10000 / m \times (100 - w_{MV})$$

که در این رابطه D جذب ویژه، m وزن نمونه به گرم، و W_{MV} میزان رطوبت و مواد فرار نمونه مورد آزمایش‌اند (ISO3632-2, 2011).

در پایان آزمایش نیز داده‌های حاصل از این مطالعه توسط نرم‌افزار آماری SAS ver. 9.3 تجزیه شدند و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. رسم شکل ها نیز با استفاده از نرم‌افزار MS-Excell Ver. 14 صورت گرفت.

نتایج و بحث

براساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مشخص شد که اثر تیمار مکان بر وزن تر گل، وزن تر کلاله، وزن خشک کلاله و نسبت وزن تر کلاله به وزن تر گل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱).

جدول ۱. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اجزای عملکرد زعفران کاشته شده در نقاط مختلف استان لرستان.

Table 1. Analysis of variance (mean of squares) for yield components of saffron cultivated in different regions of Lorestan province.

منابع تغییرات	درجه آزادی DF	میانگین مربعات			
		وزن تر گل Fresh weight of flower	وزن تر کلاله Fresh weight of stigma	وزن خشک کلاله Dry weight of stigma	نسبت وزن تر کلاله به گل Stigma/flower ratio
بلوک (Block)	2	89.15	0.05	0.004	0.000005
تیمار مکان(Location treatment)	3	1916**	20.68**	1.44**	0.0008**
خطا (Error)	6	18.89	0.04	0.002	0.000002
ضریب تغییرات (درصد) CV(%)		10.4	7.66	8.69	2.34

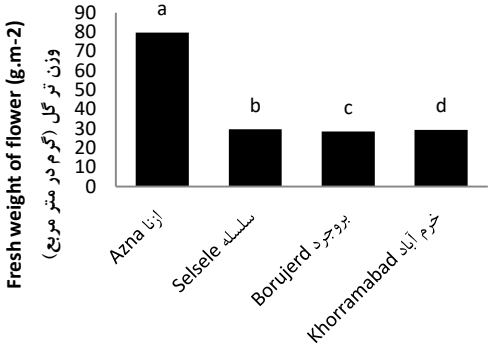
*و** به ترتیب معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد

* and ** significant at 5% and 1% probability level, respectively

وزن تر گل: براساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌های آزمایش مشخص شد که از بین نقاط مختلف استان لرستان که توانستند عملکرد زعفران در آنها از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد، بالاترین میزان وزن تر گل به میزان ۷۹/۶۶ گرم در متر مربع مربوط به شهرستان ازنا بود که از نظر آماری با سه شهرستان دیگر دارای اختلاف معنی‌دار بود. همچنین با توجه به اینکه بین سه شهرستان سلسله، خرم‌آباد و بروجرد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ولی میزان وزن تر گل در آنها به ترتیب ۲۹/۶، ۲۹/۳۳ و ۲۸/۴۳ گرم بود (شکل ۱).

وزن تر کلاله: وزن تر کلاله در زعفران کشت شده در شهرستان ازنا بالاتر از سه شهرستان دیگر بود (۶/۷۷ گرم در متر مربع) و اختلاف این شهرستان به دیگر شهرستان‌های استان لرستان با هم معنی‌دار بود. همچنین نتایج نشان داد میزان وزن تر کلاله در سه شهرستان بروجرد، خرم آباد و سلسله با هم اختلاف

آماری معنی‌داری نداشت ولی کمترین میزان آن مربوط به شهرستان خرم‌آباد (۱/۴۱ گم در متر مربع) بود (شکل ۲).

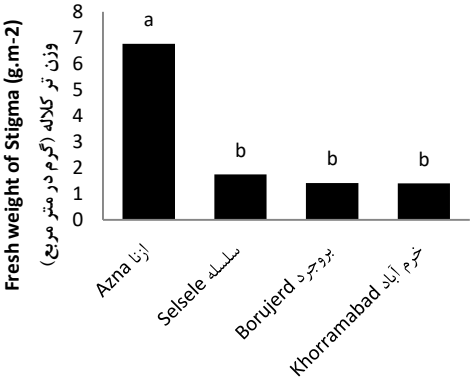


شکل ۱. وزن تر گل زعفران کشت شده در نقاط مختلف استان لرستان

Fig 1. Amount of fresh weight of saffron flower cultivated in different regions of Lorestan province

-ستون‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف آماری معنی‌دار بر اساس آزمون LSD می‌باشند.

-Column with at least one same letter have no significant difference based on LSD test.



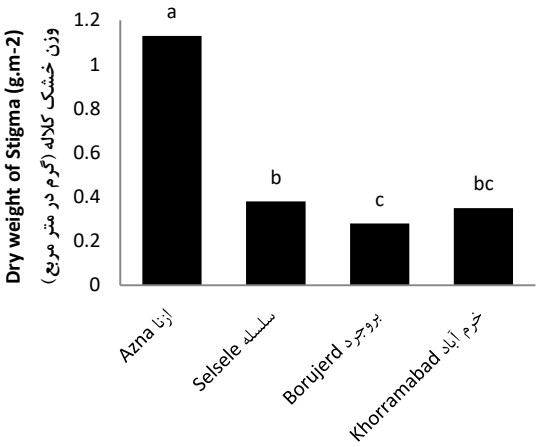
شکل ۲. وزن تر کلاله زعفران کشت شده در نقاط مختلف استان لرستان

Fig 2. fresh weight of saffron stigma cultivated in different regions of Lorestan province

-ستون‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف آماری معنی‌دار بر اساس آزمون LSD می‌باشند.

-Column with at least one same letter have no significant difference based on LSD test.

وزن خشک کلاله: شهرستان‌های مختلف استان لرستان از نظر وزن خشک کلاله با هم دارای اختلاف معنی‌دار بودند و بیشترین میزان وزن خشک کلاله مربوط به زعفران کشت شده در شهرستان ازنا بود (۱/۱۳ گرم در متر مربع). بین سه شهرستان دیگر هم از این نظر اختلاف وجود داشت و مشخص گردید که زعفران کشت شده در شهرستان بروجرد دارای کمترین میزان وزن خشک کلاله بود (۰/۲۸ گرم در متر مربع) و اختلاف آن با شهرستان خرم آباد (۰/۳۵ گرم در متر مربع) معنی‌دار نبود ولی با شهرستان سلسله دارای تفاوت معنی‌دار بود (۰/۳۸ گرم در متر مربع) (شکل ۳).



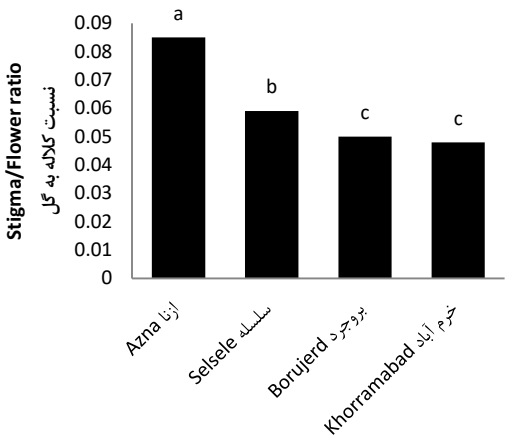
شکل ۳. وزن خشک کلاله زعفران کشت شده در نقاط مختلف استان لرستان

Fig 3. dry weight of saffron stigma cultivated in different regions of Lorestan province

- میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف آماری معنی‌دار بر اساس آزمون LSD می‌باشند.

-Means with at least one same letter have no significant difference based on LSD test.

نسبت وزن تر کلاله به گل: نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد نسبت وزن تر کلاله به گل در شهرستان ازنا بالاتر از سایر شهرستان‌های استان لرستان بود (۰/۰۸۵) و اختلاف آن با سایر شهرستان‌های استان لرستان با هم معنی‌دار بود. همچنین پس از این شهرستان بالاترین میزان نسبت وزن تر کلاله به گل مربوط به شهرستان سلسله بود (۰/۰۵۹) و این شهرستان نیز با سایر شهرستان‌های استان لرستان دارای اختلاف معنی‌دار بود. از نظر نسبت وزن تر کلاله به گل بین دو شهرستان بروجرد و خرم‌آباد تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد (به ترتیب ۰/۰۵ و ۰/۰۴۸) (شکل ۴).



شکل ۴. نسبت وزن تر کلاله به گل در زعفران کشت شده در نقاط مختلف استان لرستان

Fig 4. Ratio of fresh weight of saffron stigma/flower cultivated in different regions of Lorestan province

-میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف آماری معنی‌دار بر اساس آزمون LSD می‌باشند.

-Means with at least one similar letter have no significant difference based on LSD test.

امکان سنجی کشت زعفران برای کسترش کشت این محصول بایستی در نقاط مختلف کشور مورد پایش قرار گیرد. در این مطالعه به امکان سنجی کشت زعفران در نقاط مختلف استان لرستان پرداخته شده است. براین اساس مشخص شد که از بین ۱۲ شهرستان استان لرستان که در شرایط اقلیمی آنها اقدام به کشت زعفران گردید، فقط ۴ شهرستان توانستند عملکرد اقتصادی تولید نمایند و تولید زعفران در آنها از نظر وزن گل و کلاله و نسبت آنها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد در بین ۴ شهرستان مورد مطالعه میزان وزن تر گل، وزن تر کلاله، وزن خشک کلاله و نسبت وزن تر کلاله به وزن تر گل در شهرستان ازنا بالاتر از سه شهرستان بروجرد، خرم‌آباد و سلسله بود. منطقه ازنا جزو مناطق سردسیر استان لرستان بوده و در اینمنطقه میزان وزن گل در متر مربع حدود ۶۳ درصد بالاتر از مناطقی مانند خرم‌آباد و بروجرد بود. از طرفی بین مناطق سلسله و بروجرد که دارای شرایط آب و هوایی معتدل هستند به خرم‌آباد که دارای شرایط آب و هوایی نیمه گرمسیری هستند اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد. این نتایج بیان می‌دارد که برای تولید بالاتر گل در زعفران کاشت آن در مناطق سردتر استان لرستان به صرفه‌تر بوده و بیش از دوبرابر مناطق معتدل و سردسیر استان تولید گل دارد. به همین ترتیب میزان تولید کلاله تر و خشک و نسبت کلاله به گل در منطقه ازنا بیشتر از سه منطقه دیگر بود که بیانگر برتری این منطقه از نظر تولید کمی زعفران می‌باشد. در این زمینه فیضی و مرادی (Faizi & Moradi, 2020), نیز عنوان داشتند که مهمترین عوامل اقلیمی اثرگذار بر تولید زعفران بارندگی، درجه حرارت و ارتفاع از سطح دریا بوده و با گرم شدن میانگین دمای مناطق مختلف از عملکرد کلاله کاسته شد که با یافته‌های حاصل از این مطالعه مطابقت داشت. برخی دیگر از محققین نیز کاهش میزان عملکرد کلاله زعفران را در شرایط افزایش دمای محیط گزارش نمودند و عنوان داشتند که مناطق با دماهای پایین‌تر از نظر تولید زعفران نسبت به مناطق با دمای بالاتر دارای برتری می‌باشند (Esmaelnejad, 2017)، و نتایج این محقق تأیید کننده نتایج حاصل از این مطالعه می‌باشند. بدیهی است که اثر افزایش دما بر کاهش وزن گل به کاهش وزن تر و خشک کلاله و همچنین کاهش نسبت کلاله به گل منجر شده و همبستگی مثبت بین آنها نیز بیانگر این مطلب می‌باشد (جدول ۴). درجه حرارت عامل اصلی کنترل کننده رفتار گلدهی زعفران می‌باشد (Koocheki et al., 2009). به عقیده اتکینسون و پورتر (Atkinson & Porter, 1996) درجه حرارت مهمترین عامل محیطی کنترل کننده بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهان از جمله فتوسنتز و تنفس بوده و نمو گیاهان که اصلی‌ترین مرحله آن گلدهی می‌باشد نیز توسط درجه حرارت محیط تنظیم می‌شود. به هر حال ماه‌هایی از سال مانند فروردین تا تیرماه که دارای درجه حرارت‌های نسبتاً بالایی هستند بر میزان عملکرد زعفران اثر منفی دارند (Hosseini et al., 2008). توسعه‌ی کشت زعفران در مناطق با دماهای پایین‌تر به دلیل گرمایش جهانی یز می‌تواند از گزارشات تأیید کننده این نتایج مبنی بر اثر مثبت کاهش دما بر افزایش میزان تولید زعفران در مناطق سردسیر باشد (Koocheki et al., 2017). همچنین بارندگی تأثیر مثبت و معنی‌داری بر عملکرد زعفران نشان داد و بارندگی باعث کاهش تغییرپذیری عملکرد گیاهان از افزایش درجه حرارت شده و اثرات منفی درجه حرارت بالا را تعدیل مینماید (Adams, 2000). در این مطالعه نیز شهرستان ازنا به دلیل دمای پایین سالانه و

میزان نزولات قابل توجه در طول فصل رشد دارای بالاترین میزان عملکرد در زعفران بود. در این زمینه نیز کرمی‌نژاد و همکاران (Kariminejad et al., 2016) تغییرات عملکرد گل زعفران به متغیرهای مربوط به خاک بخصوص به منبع و میزان کودهای مصرفی وابسته است.

در این مطالعه نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر تیمار مکان بر صفات اندازه‌گیری شده از قبیل حداکثر رطوبت و ترکیبات فرار، سافرانال، کروسین و پیکروکروسین در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). کروماتوگرافی اسانس کامل زعفران با استفاده از دستگاه HPLC در شکل ۵ نشان داده شده است

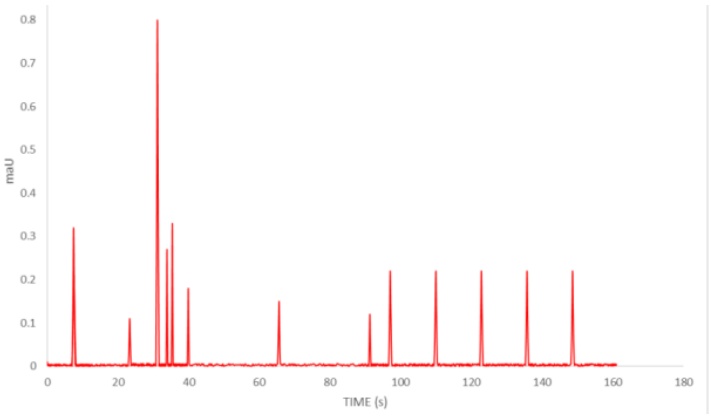
جدول ۲. همبستگی بین اجزای عملکرد زعفران کاشته شده در نقاط مختلف استان لرستان

Table 2. Coefficient of correlation between yield components of saffron cultivated in different regions of Lorestan province.

4	3	2	1	
			1	وزن گل Flower weight
		1	0.99**	وزن تر کلاله Fresh weight of Stigma
	1	0.99**	0.99**	وزن خشک کلاله Dry weight of Stigma
1	0.96**	0.96**	0.94**	نسبت کلاله به گل Stigma/Flower ratio

***و** به ترتیب معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد**

*** and ** significant at 5% and 1% probability level respectively**



شکل ۵. کروماتوگرام اسانس زعفران با استفاده از دستگاه HPLC

Fig 5. Chromatograpgy diagram for saffron essential oil using HPLC device

جدول ۳. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) مهمترین اجزای اسانس زعفران کاشته شده در نقاط مختلف استان لرستان.

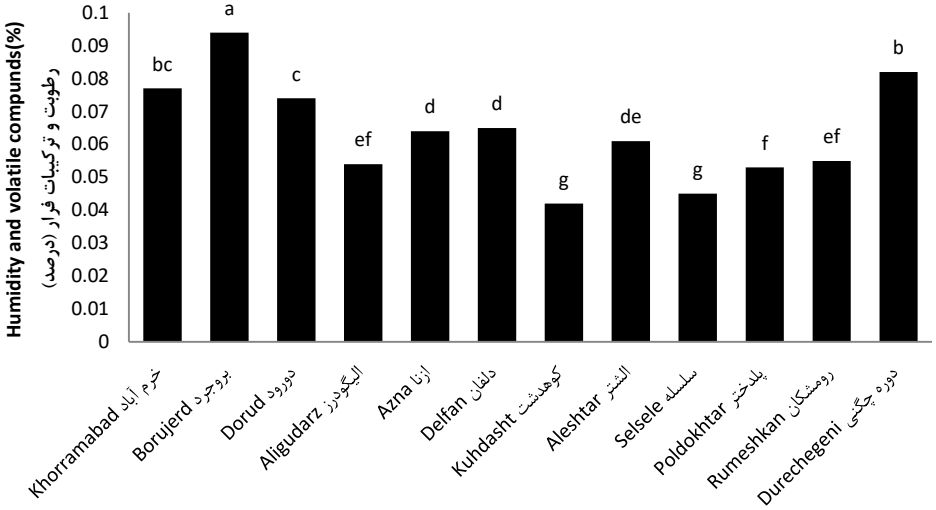
Table 3. Analysis of variance (mean of squares) for main essentioal oil components of saffron cultivated in different regions of Lorestan province.

پیکروکروسین Picrocrocin	کروسین Crocin	سافرانال Safranal	رطوبت و ترکیبات فرار Humidity and volatile compunds	درجه آزادی DF	منابع تغییرات
221	675	139	0.0002	2	بلوک (Block)
1178**	3081**	186**	0.007**	11	تیمار (مکان)treatment (Location)
3.61	294	45	0.000009	22	خطا (Error)
1.87	1.53	3.1	4.86		ضریب تغییرات (درصد) CV(%)

***و** به ترتیب معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد**

*** and ** significant in 5% and 1% probability level respectively**

رطوبت و ترکیبات فرار اسانس زعفران: براساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین تیمارهای آزمایش مشخص شد که بین زعفران کشت شده در شهرستانهای مختلف استان لرستان از نظر حداکثر میزان رطوبت و مواد فرار اختلاف وجود داشته و مشخص شد که زعفران کشت شده در شهرستان بروجرد دارای بالاترین میزان رطوبت و ترکیبات فرار به میزان ۰/۰۹۴ درصد بود و پس از این شهرستان، دوره چگنی دارای بالاترین میزان رطوبت و ترکیبات فرار به میزان ۰/۰۸۲ درصد بود. همچنین نتایج نشان داد شهرستان خرم‌آباد در رده سوم (۰/۰۷۷ درصد) قرار داشت. بین دو شهرستان دلفان و ازنا از این نظر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و بر اساس این نتایج مشخص شد که کمترین میزان رطوبت و ترکیبات فرار اندازه‌گیری شده در اسانس زعفران کاشته شده در شهرستان کوهدشت (۰/۰۴۲ درصد) اندازه‌گیری شد (شکل۶).



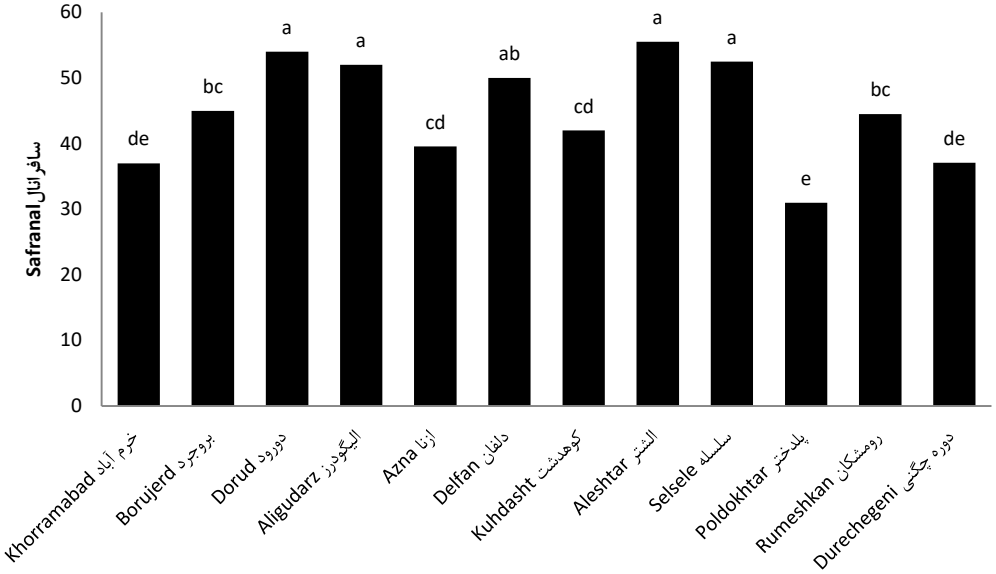
شکل ۶. رطوبت وترکیبات فرار اندازه‌گیری شده در اسانس زعفران کاشته شده در شهرستانهای مختلف استان لرستان

Fig 6. Humidity and volatile components in essential oil of saffron cultivated in different regions of Lorestan province

-ستون‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف آماری معنی‌دار بر اساس آزمون LSD می‌باشند.

-Column with at least one same letters had no significant difference based on LSD test.

سافرانال: نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌های آزمایش نشان داد که بالاترین میزان سافرانال اندازه‌گیری شده در اسانس زعفران کشت شده در شهرستانهای مختلف استان لرستان متعلق به شهرستان الشتر (حداکثر جذب ۵۵/۵) بود و این شهرستان از این نظر با شهرستانهای بروجرد (حداکثر جذب ۵۴)، سلسله (حداکثر جذب ۵۲/۵) و الیگودرز (حداکثر جذب ۵۲) اختلاف آماری معنی‌داری نداشت ولی اختلاف این ۴ شهرستان از نظر میزان سافرانال اسانس با سایر شهرستانهای استان لرستان معنی‌دار بود. در بین زعفران‌های کاشته شده در نقاط مختلف استان لرستان زعفران کشت شده در شهرستان پلدختر دارای کمترین میزان سافرانال به میزان حداکثر جذب ۳۱ بود و با سایر شهرستان‌های استان به جز شهرستان‌های خرم‌آباد (حداکثر جذب ۳۷) و دوره چگنی (حداکثر جذب ۳۷/۱) دارای اختلاف آماری معنی‌دار بود (شکل ۷).



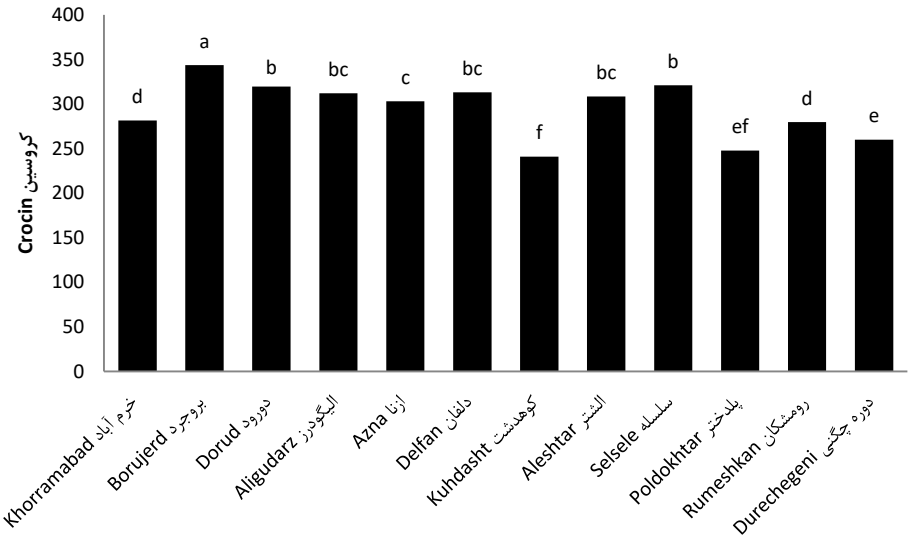
شکل ۷. سافرانال اندازه‌گیری شده در اسانس زعفران کاشته شده در شهرستانهای مختلف استان لرستان

Fig 7. Measured safranal in essential oil of saffron cultivated in different regions of Lorestan province

-ستون‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف آماری معنی‌دار بر اساس آزمون LSD می‌باشند.

-Column with at least one same letter have no significant difference based on LSD test.

کروسین: میزان کروسین موجود در اسانس زعفران کشت شده در نقاط مختلف استان لرستان با هم متفاوت بود و کروسین موجود در اسانس زعفران کشت شده در شهرستان بروجرد به طور معنی‌داری بیشتر از سایر شهرستان‌های استان لرستان بود (حداکثر جذب ۳۴۳/۵). پس از شهرستان بروجرد بیشترین میزان کروسین در اسانس زعفران کشت شده در شهرستان سلسله به میزان حداکثر جذب ۳۲۱ بود. همچنین بر طبق این نتایج مشخص شد که کمترین میزان اسانس کشت شده در شهرستان‌های پلدختر (حداکثر جذب ۲۴۷/۵) و کوهدشت (حداکثر جذب ۲۴۱) حاصل گردید (شکل ۸).



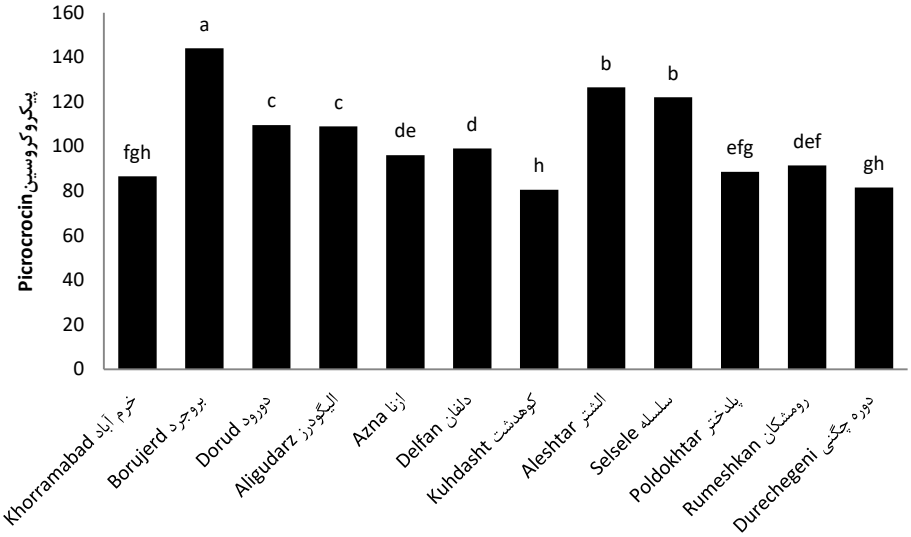
شکل ۸. کروسین اندازه‌گیری شده در اسانس زعفران کاشته شده در شهرستانهای مختلف استان لرستان

Fig 8. Measured crocin in essential oil of saffron cultivated in different regions of Lorestan province

-ستون‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف آماری معنی‌دار بر اساس آزمون LSD می‌باشند.

-Column with at least one same letter have no significant difference based on LSD test.

پیکروکروسین: نتایج نشان داد میزان پیکروکروسین موجود در اسانس زعفران کشت شده در شهرستان بروجرد بالاتر از سایر شهرستان‌های استان لرستان بود (حداکثر جذب ۱۴۴) و از این نظر با سایر شهرستان‌های استان دارای تفاوت معنی‌دار بود. پس از شهرستان بروجرد میزان پیکروگروسین وجود در اسانس زعفران کشت شده در شهرستان‌های الشتر (حداکثر جذب ۱۲۶/۵) و سلسله (حداکثر جذب ۱۲۲) بیشتر از سایر شهرستان‌های استان لرستان بود و اختلاف بین آنها نیز از نظر آماری معنی‌دار بود. اسانس زعفران کشت شده در شهرستان کوهدشت (حداکثر جذب ۸۰/۵) دارای کمترین میزان پیکروکروسین بود (شکل ۹).



شکل ۹. پیکروکروسین اندازه‌گیری شده در اسانس زعفران کاشته شده در شهرستانهای مختلف استان لرستان
Fig 9. Measured picrocrocin in essential oil of saffron cultivated in different regions of Lorestan province
-ستون‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف آماری معنی‌دار بر اساس آزمون LSD می‌باشند.
-Column with at least one same letter have no significant difference based on LSD test.

نتایج در مورد مهمترین ترکیبات موجود در اسانس زعفران نشان داد که اسانس زعفران کشت شده در شهرستان بروجرد دارای بالاترین میزان رطوبت و ترکیبات فرار، کروسین و پیکروکروسین بود و از این نظر با سایر شهرستان‌های استان دارای اختلاف معنی‌دار بود. این در حالی بود که بالاترین میزان سافرانال در زعفران کشت شده در شهرستان الشتر به دست آمد و این شهرستان با سایر شهرستان‌های استان به جز شهرستان‌های دورود، الیگودرز، سلسله و دلفان اختلاف معنی‌دار داشت. استان لرستان یکی از استان‌هایی است که در ایران به استان چهار فصل معروف بوده و در عین حال در یک زمان می‌توان تقریباً چهار فصل را در این استان مشاهده نمود. یکی از مهمترین دلایل تفاوت در میزان ترکیبات مهم موجود در اسانس زعفران مانند سافرانال، کروسین و پیکروکروسین نیز می‌تواند اثرات متفاوت اقلیمی بر گیاه و تشکیل این ترکیبات در اسانس زعفران باشد. در سال سوم کاشت که ویژگی‌های زعفران و عملکرد آن اندازه‌گیری شد، اختلاف بین شهرستان‌های مختلف استان لرستان از نظر ارتفاع و شرایط دما بسیار زیاد بوده و سبب شده که اختلاف در ترکیبات مهم اسانس زعفران وجود داشته باشد. به طوری که شهرستان بروجرد که دارای آب وهوای معتدل می‌باشد منجر به این شد که بالاترین میزان کروسین و پیکروکروسین در اسانس زعفران تشکیل شود. همچنین شهرستان‌های دورود و الشتر که دارای آب و هوای معتدل سرد بودند بیشترین میزان سافرانال در آنها شکل گرفت. اختلاف بین ترکیبات اسانس زعفران کشت شده در شهرستان‌های یک استان در برخی دیگر از مطالعات مشاهده شد. از جمله در مطالعه وکیلی قرتاول و علیزاده سالته (Vakili Qartavol & Alizadeh Saleteh, 2016) مشخص شد که بالاترین میزان رنگیزه

کروسین در اکوتیپ مرند و کمترین میزان آن در اکوتیپ کاشمر وجود دارد و بین زعفران کشت شده در مناطق مختلف از نظر سافرانال و پیکروکروسن نیز اختلاف معنی‌دار وجود داشت، که با یافته‌های حاصل از این مطالعه مطابقت داشت. آنها عنوان داشتند که تفاوت این ترکیبات در دو منطقه می‌تواند به دلیل شرایط اقلیمی این مناطق، ژنتیک و سن گیاه باشد. به علاوه پاسخ گیاه به شرایط آب و هوایی مختلف و چگونگی خوگیری گیاه به شرایط محیطی می‌تواند روی تغییر در ترکیبات موجود در اسانس به عنوان متابولیت‌های ثانویه گیاه اثر داشته باشد، زیرا گیاه برای وفق دادن خود به شرایط محیطی به ناچار تغییراتی در متابولیت‌های ثانویه خود ایجاد نموده که بتواند به شرایط آب و هوایی منطقه سازگاری پیدا کند و همین امر بر تغییر در ترکیبات مهم اسانس زعفران اثر عمده‌ای می‌گذارد. سافرانال ترکیبی است که طی شرایط خشک کردن و ذخیره‌سازی پیکروکروسین ایجاد شده (Abdullave & Ortega, 2007)، که همبستگی مثبت بین سافرانال و پیکروکروسین نیز این ادعا را تأیید می‌نماید (جدول ۴). همچنین مقداری سافرانال نیز در کلاله با توجه به شرایط اقلیمی منطقه تولید می‌شود (Zarinkamar et al., 2011). آنها تفاوت میزان ترکیبات موجود در کلاله زعفران در مکان‌های مختلف را عمدتاً ناشی از تفاوت محیط، ژنتیک و فعالیت‌های کشاورزی دانسته‌اند. برخی دیگر از محققین نیز اختلاف ارتفاع مناطق از سطح دریا را دلیلی بر تفاوت در ترکیبات اسانس زعفران کشت شده در نقاط مختلف عنوان نمودند (Lage & Cantrell, 2009; Vakili Qartavol & Alizadeh Saleteh, 2016)، زیرا با افزایش ارتفاع منطقه میزان تشعشع فرابنفش افزایش یافته و در پاسخ به این افزایش تشعشع برخی از ترکیبات فنولی و کاروتنوئیدی نظیر کروسین نیز افزایش می‌یابند (Zidorn et al., 2005). بدیهی است که میزان بالاتر سافرانال در شهرستان‌های الشتر، درورد و دلفان با توجه به شرایط آب و هوایی معتدل سرد آنها بیانگر اثر بیشتر هوای معتدل سرد بر تولید بیشتر سافرانال می‌باشد و شرایط آب و هوایی گرم منجر به کاهش تولید سافرانال می‌گردد. میزان سافرانال تولید شده در اسانس زعفران کاشته شده در شهرستان پلدختر به عنوان گرمترین شهرستان استان لرستان گواهی بر این ادعا می‌باشد. در شرایط معتدل متمایل به سرد بیوسنتز ترکیبات کاروتنوئیدی افزایش می‌یابد (Schonhof et al., 2006) و چون شهرستان بروجرد جزو شهرستان‌های معتدل می‌باشد تحت این شرایط میزان کروسین و پیکروکروسین تولیدی در اسانس زعفران بالاتر از سایر مناطق استان لرستان بود.

جدول ۴. ضرایب همبستگی بین مهمترین اجزای اسانس زعفران کاشته شده در نقاط مختلف استان لرستان.

Table 4. Coefficient of correlations between main essentioal oil components of saffron cultivated in different regions of Lorestan province.

	1	2	3	4
Humidity and volatile mattersرطوبت و ترکیبات فرار	1			
Picrocrocinپیکروکروسین	0.29	1		
Safranalسافرانال	-0.07	0.63**	1	
Crocinکروسین	0.39*	0.85**	0.69**	1

***و** به ترتیب معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد**

*** and ** significant at 5% and 1% level respectively**

نتیجه‌گیری

بررسی امکان‌سنجی کشت زعفران در نقاط مختلف کشور می‌تواند تولید آن را در جهت افزایش صادرات کشور بیشتر کند. نقاط اقلیمی مختلفی در کشور وجود داشته که توانایی تولید زعفران را داشته ولی در حال حاضر ناشناخته هستند و باید امکان سنجی کشت در آنها صورت گیرد. در این مطالعه مشخص شد که تولید زعفران در همه شهرستان‌های استان لرستان امکان‌پذیر نبوده و نتایج نشان داد فقط ۴ شهرستان توانایی تولید اقتصادی زعفران را داشته که بالاترین میزان تولید مربوط به شهرستان ازنا بود. همچنین با توجه به اینکه کیفیت اسانس زعفران به ترکیبات آن وابسته است بر اساس این نتایج مشخص شد که بیشترین میزان سافرانال، کروسین و پیکروکروسین در اسانس زعفران

کشت شده در شهرستان‌های دارای آب و هوای معتدل مانند بروجرد و دورود حاصل گردید.

منابع

Abdullave, F., & Ortega, C. (2007). HPLC quantification of major active components from different saffron (*Crocus sativus* L.) sources. *Food Chem, 10, 1126-1131*.

Abrishami, M.H. (2009). Saffron cultivation. *Mont. J. Bagh. 35, 26-32.* [in Persian with English Summary]

Adams, R.M. (2000). Climate variability and climate change: Implications for agriculture. IRI Proceedings. Oregon State University, USA.

Amirghasemi, T. (2001). Saffron, Red Gold of Iran. Nashr- Ayandegan Publication, Tehran, Iran, 112 pp. [in Persian]

Atkinson, D., & Porter, J.R. (1996). Temperature, plant development and crop yields. *Trend Plant Sci. 4, 119-124*. [In Persian with English Summary].

Esmaelnejad, M. (2017). Assessment and mapping of heat stress affecting the saffron In South Khorasan Province. *J. Saffron Res. 4, 159-171*. [in Persian]

Faizi, H., & Moradi, R. (2020). Investigation of managerial and climatic factors affecting the yield gap between conventional and ideal saffron cultivation in Razavi and South Khorasan provinces. *J. Saffron Res. 4, 159-171. 7 (2), 298-283.* [in Persian]

Fallahi, H.R. Abbasi Aval Bohlooli, Elahe Noferesti2, Seyyed Morteza Hoseini, S., Seddigh Makoo, S., Moodi, M., & Khezri, M. (2021). Evaluation the Possibility of Saffron Transplanting and Corm Production in Soilless Planting System. *J. Saffron Res. 4, 159-171. 8(2), 269-284.* [in Persian]

Gresta, F., Lombardo, G.M., Siracusa, L., & Ruberto, G. (2008). Effect of mother corm dimension and sowing time on stigma yield, daughter corms and qualitative aspects of saffron (*Crocus sativus* L.) in a mediterranean environment. *J. Sci. Food and Agric. 88, 1144-1150.*

Halevy, A.H. (1990). Recent Advance in Control of Flowering Habit of Geophytes. *Acta Hort. 266, 35- 42.*

Hosseini, M., Mollafilabi, A., & Nassiri, M. (2008). The long-term effects of fluctuations in temperature and precipitation on the yield of saffron. *Irani. J. Field Crop Res. 6(1), 1-14.* [in Persian with English Summary].

Hosseini, S.M. (2011). The effect of hydrolysis and removal of lateral buds on nutrient concentration and size of female coriander Saffron. Tarbiat Modares University Master Thesis. 123 pages. [in Persian]

Ismailian, M., Faizi, J., Jahani, M., & Ein Afshar, S. (2022). Evaluation of different extraction methods for antioxidant and antimicrobial properties of saffron corm extract. *J. Saffron Agric. Tech. 9(3), 284-269.* [in Persian]

Ismail-Zadeh, Y., & Jahanbakhsh, S. (2011). Applicable requirements for saffron Agro climate with plain Magi. *J. Geograph. Space Res. 11(35), 1-18.* [in Persian

ISO3632-2. (2011). Organization for Standardization Technical Specification. Saffron (*Crocus sativus* L.) Part 2 test methods) Geneva, Switzerland: International, (2011).

Kafi, M. (2002). Saffron: Production and Processing Technology. Publications of the Scientific Center of Agriculture, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. [in Persian]

Kafi, M., Rushed Mohassel, M.H., Koocheki, A., & Mollafilabi, A. (2002). Saffron (*Crocus sativus* L.), Production and Processing. Center of excellence for agronomy. Faculty of Agriculture Ferdowsi University of Mashhad, Iran, pp. 50-60. [In Persian]

Kariminejad, M, Pazeki, A., & Toroghi, F. (2016). Investigation of the effects of planting arrangement and density on yield and some agronomic traits of Crocus sativus L saffron in urban area. *J. Res. Crop Sci. 18, 51-60.* [in Persian]

Koocheki A. (2013). Research on Production of Saffron in Iran: Past trend and Future. *Saffron Agro. Tech. 1(1), 3-20.*

Koocheki, A., Nassiri, M., Alizadeh, A., & Ganjeali, A. (2009). Modelling the impact of climate change on flowering behavior of Saffron (*Crocus sativus* L.). *Iran. J. Field Crop Res. 7(2), 583-594.* [in Persian]

Koocheki, A., Rezvani Moghaddam, P., & Fallahi, H.R. (2017). Effects of planting dates, irrigation management and cover crops on growth and yield of saffron. *J. Agroecol. 3, 435-451.* [in Persian]

Kozehgaran, S., Mousavi-Baygi, M., Sanaeinejad, H., & Behdani, M.A. (2014). Identification relevant areas for saffron cultivation according to precipitation and relative humidity in South Khorasan using GIS. *J. Saffron Res. 1(1): 85-96.* [in Persian]

Lage, M., & Cantrell, C. (2009). Quantification of saffron (*Crocus sativus* L.) metabolites crocins, picrocrocin and safranal for quality determination of the spice grown under

different environmental Moroccan conditions. *Scientia Hort. 121, 366–373.*

Malafilabi, A., Kouchaki, A., Rezvani Moghadam, P., & Nasiri Mahallati, M., (2018). Effect of coriander density and type of planting bed on yield components of saffron flowers and stigmas. *Agric. Ecol. 9(2), 342-326.* [in Persian]

Mohammadi, H., Ranjbar, F., & Soltani, M. (2011). Assess potential climate saffron in Marvdasht. *J. Geograph. Environ. Planning 22(43), 154-143.* [in Persian]

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

Sabura, A. (2002). Investigation of isozymic, protein and flavonoid diversity of Iranian saffron. PhD thesis in plant physiology. University of Tehran. 413 pages. [in Persian]

Schonhof, I., Klaring, H., Krumbein, A., Chuben, W., & Schrerer, M. (2006). Effect of temperature increase under radiation condition on phytochemicals and ascorbic acid in greenhouse grown broccoli. *Agric. Ecosys. Environ. 119, 103-111*

Shahdost, Z., & Ahmadvand, M. (2021). Feasibility Study of Saffron Cultivation from Farmers' Viewpoint in Villages of Arsanjan County. *J. Saffron Res. 9(1):61-78.* [in Persian]

Shakeri, M., Hossein Aminifard, M., Behdani, M.A., & Tabatabaei, S.J. (2021). Effects of Different Gibberellic Acid Levels and Corm Weight on Antioxidant Activity and Secondary Metabolites of Saffron (*Crocus sativus* L.). *J. Saffron Res. 9(1): 1-10.* [in Persian]

Srivastava, R., Ahmed, H., Dixit, R.K., & Saraf, S.A. (2010). Crocus sativus L. A review comprehensive. *Pharma. Rev. 4, 200-208*

Vakili Qartavol, M., & Alizadeh Saleteh, S. (2016). Comparison of effective compounds and antioxidant activity of saffron produced in Kashmar and Marand counties. *J. Saffron Agric. Tech. 4(3): 224-215.* [in Persian]

Zarinkamar, F., Tajik, S., & Soleimanpour S. (2011). Effects of altitude on anatomy and concentration of crocin, picrocrocin and safranal in Crocus sativus L. *Aust. J. crop Sci. 5(7): 831-838.* [in Persian]

Zidorn, C., Schubert, B., & Stuppner, H. (2005). Altitudinal differences in the contents of phenolics in flowering heads of three members of the tribe *Lactuceae* (*Asteraceae*) occurring as introduced species in New Zealand. *Biochem. System. Ecol. 33, 855- 872.*

COPYRIGHTS
© 2022-2023 by the authors. Published by University of Birjand – Saffron Research Group. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)