نشریه پژوهش‌های زعفران (دو فصلنامه)
جلد پنجم، شماره دوم، پاییز و زمستان ۱۳۹۶
شماره صفحه: ۱۶۲-۱۵۱
http://dx.doi.org/ 10.22077/JSR.2017.737.1027

بهینه‌سازی پارامترهای خشک کردن زعفران با آون و مایکروویو با استفاده از مدلسازی سطح- پاسخ

سالومه دلشاد [۱]، وحید حکیم زاده [۲*]
۱ و ۲- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد قوچان، دانشگاه آزاد اسلامی، قوچان، ایران.
[*] نویسنده مسئول: *E-mail: v.hakimzadeh@yahoo.com*

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۲/۲۴؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۶/۱۴

چکیده
زعفران یکی از محصولات گران‌بهای کشاورزی و دارویی در بین محصولات صنعتی و صادراتی ایران است. کروسین، پیکروکروسین و سافرانال به ترتیب به عنوان شاخص‌های رنگ، طعم و بوی زعفران شناخته می‌شوند. بهینه‌سازی شرایط خشک کردن به عنوان مهمترین مرحله فرآوری زعفران نقش مهمی در حفظ کیفیت و بهبود رنگ، طعم و عطر دارد. در این تحقیق، تأثیر متغیرهایی همچون دمای خشک کردن (دامنه ۴۰ تا ۷۰ درجه سانتی‌گراد)، زمان (دامنه۸۰ تا ۲۰۵ دقیقه) و ضخامت لایه زعفران (دامنه ۰/۵ تا ۲ سانتی‌متر) برای روش آون و انرژی خشک کردن (بازه ۲۰۰ تا ۸۰۰ وات)، زمان (دامنه ۴ تا ۱۱ دقیقه) و ضخامت لایه زعفران (دامنه ۰/۵ تا ۲ سانتی‌متر) برای روش ماکروویو، در طرح آماری سطح- پاسخ (*RSM*) بر میزان کروسین، پیکروکروسین و سافرانال مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در روش خشک کردن دمای بالاتر و زمان کوتاه‌تر در حفظ خصوصیات کیفی زعفران مؤثرتر بود. همچنین افزایش ضخامت لایه زعفران تأثیر معنی‌داری بر خصوصیات کیفی داشت. انرژی بسیار بالا و زمان طولانی طی خشک کردن با مایکروویو نیز سبب تخریب کروسین، پیکروکروسین و سافرانال شد. بهترین شرایط خشک کردن به روش آون الکتریکی در دمای ۵۱/۲ درجه سانتی‌گراد، زمان ۱۱۲/۸ دقیقه و ضخامت ۰/۵ سانتی‌متری زعفران بدست آمد و مناسب‌ترین شرایط خشک کردن با مایکروویو میزان انرژی ۷۰۳ وات، زمان ۶/۹ دقیقه و ضخامت زعفران دو سانتی‌مترتعیین شد. در این تحقیق، روش مایکروویو در حفظ کروسین و پیکروکروسین موفق‌تر بود؛ در حالی‌که در روش آون سافرانال کمی بهتر حفظ شد.

واژگان کلیدی: پیکروکروسین، سافرانال، زعفران، کروسین، مایکروویو.

مقدمه

زعفران با نام عمومی *Saffron* به عنوان یک محصول کشاورزی و دارویی گران‌بها، جایگاه ویژه‌ای در بین محصولات صنعتی و صادراتی ایران دارد. ایران بزرگترین تولیدکننده زعفران در جهان است و بیش از ۹۰ درصد زعفران جهان در ایران تولید می‌شود.

علی‌رغم افزایش قیمت زعفران در سال‌های اخیر مصرف آن به دلیل تمایل بالای مصرف‌کنندگان به محصولات طبیعی همواره رو به رشد بوده است. یکی از دلایل عمده مصرف این گیاه، بویژه در مواد غذایی خاصیت رنگ‌دهی آن می‌باشد (*Madan et al., 1966; Rios et al., 1996*).

بخش اعظم رنگدانه‌های زعفران از گروه کاروتنوئیدها هستند. علت رنگی بودن آن مربوط به کاروتنوئیدها، وجود پیوندهای دوگانه در ساختار مولکولی می‌باشد. در این ترکیبات، با افزایش تعداد پیوندهای دوگانه مزدوج، شدت رنگ بیشتر شده و در نتیجه رنگ قرمزتر می‌شود. رنگدانه‌های کاروتنوئیدی زعفران به دو گروه محلول در چربی و محلول در آب تقسیم می‌شوند. رنگدانه‌های محلول در چربی زعفران شامل کروستین، لیکوپن، زاگزانتین، آلفا، بتا و گاما کاروتن می‌باشند.

از کل کروستین موجود در زعفران، ۹۴ درصد آن به صورت ترکیب گلیکوزیدی در کروسین و مقدار شش درصد آن به صورت کروستین آزاد وجود دارد. با گذشت زمان و افزایش مدت نگهداری زعفران، بویژه تحت شرایط نامناسب، به‌تدریج از میزان دی‌استرهای کروستین کاسته شده و بر مقدار مونواسترها و کروستین آزاد افزوده می‌شود و شدت رنگ نیز کاهش می‌یابد.

در بین گلیکوزیل استرهای کروستین، کروسین بیشترین مقدار را دارا می‌باشد و به همین علت به عنوان شاخص رنگ زعفران معرفی شده است. کروسین‌ها حدود ۶ تا ۱۶ درصد کل مواد جامد را بسته به واریته، شرایط رشد و روش فرآوری دارند. کروسین به عنوان یک آنتی‌اکسیدان با از بین بردن رادیکال‌های آزاد از سلول‌ها و بافت‌ها در برابر اکسیداسیون محافظت می‌کند (*Winterhalter et al., 2000; Atefi et al., 2013; Melynk & Wang 2010*).

مؤثرترین ترکیبی که در تعیین مزه تلخ زعفران نقش دارد پیکروکروسین است که در واقع، یک گلیکوزید بی‌رنگ و تلخ مزه است که از دو بخش قندی (*D*-گلوکز) و یک بخش غیرقندی (۴-هیدروکسی- بتا سیکلو سیترال) تشکیل شده است. میزان پیکروکروسین در کلاله تازه زعفران ۵-۲ درصد (غالباً حدود چهار درصد) می‌باشد که این میزان پس از فرآیندهایی روی کلاله تازه که با تجزیه پیکروکروسین همراه است، کاهش می‌یابد و از شدت تلخی زعفران کاسته می‌شود. همراه با این کاهش تدریجی، به‌علت افزایش قندهای حاصل از تجزیه رنگدانه‌ها، پیکروکروسین و تولید ترکیبات عطری و اکسیداسیون چربی‌ها، تلفیقی از مزه‌های تلخی، شیرینی و یا ترشی ایجاد می‌شود.

دگلیکوزیله شدن طبیعی پیکروکروسین ترکیب شیمیایی مهم دیگر، سافرانال را به وجود می‌آورد. سافرانال بیش از ۷۰ درصد ترکیبات عطری را تشکیل داده و شاخص عطر است. همانند دیگر ترپنوئیدها، سافرانال از پیش‌ساز گلیکوزیدی خود یعنی پیکرکروسین موجود به وجود می‌آید. میزان سافرانال همانند دیگر ترکیبات عطری در کلاله تازه بسیار ناچیز می‌باشد، اما پس از اعمال فرآیندهای مختلف بر روی کلاله تازه افزایش می‌یابد (*Trantilis et al., 1998; Atefi et al., 2013; Mylenk & wang, 2010*).

پس از برداشت گل، به واسطه ظرافت و فسادپذیری آن باید به سرعت نسبت به جداسازی کلاله‌ها اقدام شود. برای دستیابی به محصول نهایی کلاله‌های جدا شده وارد مرحله خشک کردن می‌گردند. این عمل از جمله مهمترین مراحل مؤثر بر کیفیت نهایی محصول محسوب می‌گردد. از جمله روش‌های مرسوم خشک کردن در صنعت می‌توان به روش الک و هیتر (روش اسپانیایی)، خشک‌کن‌های طبقاتی، مایکروویو، خشک کردن تحت خلأ، خشک کردن انجمادی و حتی روش‌های سنتی اشاره کرد که هر کدام دارای مزایا و معایبی هستند. با این‌حال، خشک کردن باید به گونه‌ای

باشد تا بیشترین رنگ، طعم و عطر حفظ شود و بتوان با سایر تولیدکنندگان رقابت کرد (*Atefi et al., 2013; Hemmatic, 2001*).

با توجه به ارزش اقتصادی بالای این محصول و رقابت بسیار نزدیک تولیدکنندگان و کارخانجات بسته‌بندی در کشور، بهینه‌سازی شرایط خشک کردن جهت رسیدن به محصولی با خصوصیات فیزیکوشیمیایی مطلوب مانند رنگ، طعم و عطر و بو لازم و ضروری است.

در این تحقیق به بهینه‌سازی دو روش آون و مایکروویو طی خشک کردن زعفران در کارخانجات پرداخته شد تا بتوان به محصولی با کیفیت ممتاز نائل شد. در این تحقیق، عواملی چون دمای آون، میزان انرژی مایکروویو، زمان خشک کردن و ضخامت لایه زعفران طی فرآیند خشک کردن مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در پاییز سال ۱۳۹۵ در آزمایشگاه کارخانه نتا صورت پذیرفت. زعفران مورد بررسی در این تحقیق از زمین‌های اطراف شهرستان تربت‌حیدریه (روستای زاوه) تهیه گردید. برخی از خصوصیات زعفران در جدول ۱ ارائه شده است.

جهت انجام آزمایش، ابتدا ۰/۵ گرم زعفران را با آسیاب دستی پودرکرد، به طوری‌که ۹۰ درصد آن از الک با مش ۱۰۰ میکرون عبور نماید. زعفران آسیاب شده به بالن ژوژه ۱۰۰۰ سی‌سی منتقل و ۸۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه گردید و به مدت یک ساعت بر روی همزن برقی (مدل *IKA-RH* ساخت کشور کره جنوبی) با دور ۱۰۰۰ قرار داده شد. سپس ۲۰۰ میلی‌لیتر دیگر آب مقطر برای به حجم رساندن نهایی بالن به آن اضافه گردید. در نهایت، ۲۰ میلی‌لیتر از محلول فوق به بالن ژوژه ۲۰۰ میلی‌لیتری منتقل و به حجم رسانیده شد. محلول فوق بوسیله پمپ خلأ و قیف میلیپور استیل فیلتر شد. در نهایت، جذب محلول فیلتر شده درون سل کوارتز با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل جن‌وی ۶۸۵۰- ساخت انگلستان) قرائت شد (*Iranian National Standards Organization, 2001*).

جدول ۱. خصوصیات فیزیکوشیمیایی اولیه زعفران

Table 1. Primary physical and chemical properties of saffron

خامه + کلاله *Style+Stigma*	مواد خارجی گیاه (درصد) *Foreign materials of plant (%)*	مواد خارجی محیطی *Foreign materials of environment (%)*	رطوبت (٪) *Humidity (%)*	رنگ‌های تقلبی *Adulterated colors*
0.65	*0.02*	منفی *Negative*	*6.25*	منفی *Negative*

اندازه‌گیری سافرانال، کروسین و پیکروکروسین

جهت اندازه‌گیری سافرانال، کروسین و پیکروکروسین طبق استاندارد ۲۵۹-۱ ایران، ابتدا دستگاه اسپکتروفتومتر با آب مقطر کالیبره شد. پس از آن، سل کوارتز پر شده با نمونه فیلتر شده در مرحله قبل مطابق با طول موج مورد نظر برای تعیین هر یک از موارد فوق طبق جدول ۲ درون اسپکتروفتومتر قرار داده و مقدار جذب آن قرائت گردید (*Atefi et al., 2013; ISO-Method, 2003; Sujata et al., 1992*).

آنالیز آماری

در این تحقیق، تأثیر سه پارامتر دمای خشک کردن در دامنه ۴۰ تا ۷۰ درجه سانتی‌گراد، زمان ۸۰ تا ۲۰۵ دقیقه و ضخامت لایه زعفران در دامنه ۰/۵ تا ۲ سانتی‌متر برای روش آون و میزان انرژی خشک کردن در بازه ۲۰۰ تا ۸۰۰ وات، زمان ۴ تا ۱۱ دقیقه و ضخامت لایه زعفران در دامنه ۰/۵ تا ۲ سانتی‌متر برای روش ماکروویو، در طرح آماری سطح-پاسخ (*RSM*)[1] به روش باکس– بنکن بر خصوصیات شیمیایی و کیفی زعفران مانند کروسین، پیکروکروسین و سافرانال با نرم‌افزار *Minitab* مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۳)

1- Response surface methodology

و در نهایت، شرایط عملیاتی مذکور برای حفظ کیفیت زعفران بهینه‌سازی شد. همچنین کیفیت در دو روش خشک کردن با آون و ماکروویو نیز مورد مقایسه قرار گرفت.

جدول ۲. طول موج‌های مربوط به اندازه‌گیری خصوصیات رنگی، عطری و طعمی زعفران

Table 2. Wavelengths to measurement of color, fragrance and flavor of saffron

نام ماده *Material name*	طول موج مخصوص *Specific wavelength (nm)*
کروسین *Crocin*	*440*
پیکروکروسین *Picrocrocin*	*457*
سافرانال *Safranal*	*330*

جدول ۳. تیمارهای طراحی شده با مدل آماری سطح - پاسخ به روش باکس - بنکن

Table 3. Designed runs by response surface method based on box-Behnken method

15	*14*	*13*	*12*	*11*	*10*	*9*	*8*	*7*	*6*	*5*	*4*	*3*	*2*	*1*		
55	*55*	*55*	*55*	*55*	*55*	*55*	*70*	*40*	*70*	*40*	*70*	*40*	*70*	*40*	دما *Temperature*	
142.5	*142.5*	*142.5*	*205*	*80*	*205*	*80*	*142.5*	*142.5*	*142.5*	*142.5*	*205*	*205*	*80*	*80*	زمان *Time*	آون *Oven*
1.25	*1.25*	*1.25*	*2*	*2*	*0.5*	*0.5*	*2*	*2*	*0.5*	*0.5*	*1.25*	*1.25*	*1.25*	*1.25*	ضخامت *Thickness*	
500	*500*	*500*	*500*	*500*	*500*	*500*	*800*	*200*	*800*	*200*	*800*	*200*	*800*	*200*	انرژی *Energy*	
7.5	*7.5*	*7.5*	*11*	*4*	*11*	*4*	*7.5*	*7.5*	*7.5*	*7.5*	*11*	*11*	*4*	*4*	زمان *Time*	مایکروویو *Microwave*
1.25	*1.25*	*1.25*	*2*	*2*	*0.5*	*0.5*	*2*	*2*	*0.5*	*0.5*	*1.25*	*1.25*	*1.25*	*1.25*	ضخامت *Thickness*	

نتایج و بحث

روش آون الکتریکی

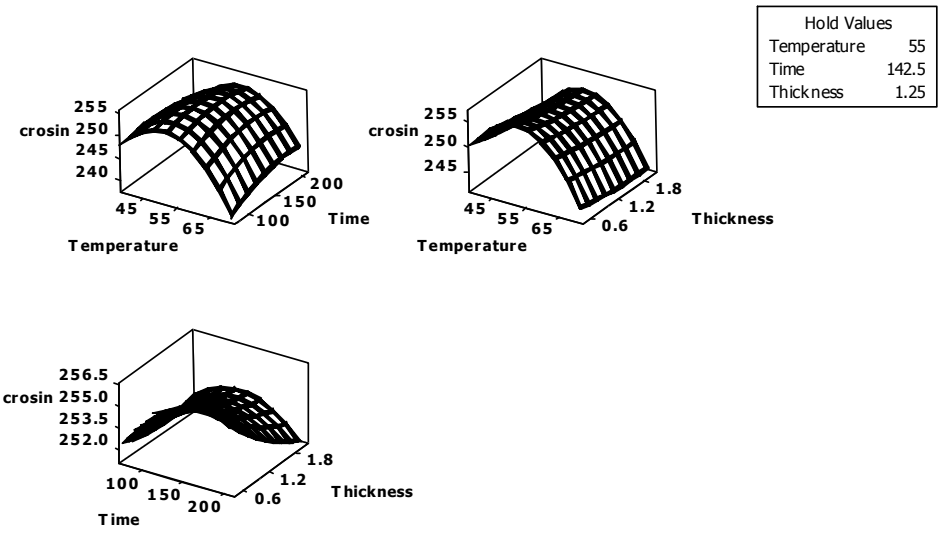
همانطور که قبلاً نیز اشاره شد، در این روش دامنه دمایی ۴۰ تا ۷۰ درجه سانتی‌گراد، زمان بین ۸۰ تا ۲۰۵ دقیقه و ضخامتی از ۰/۵ تا ۲ سانتی‌متری زعفران بر خصوصیات شیمیایی و کیفی زعفران مورد ارزیابی قرار گرفت.

کروسین

بر اساس شکل ۱ در ضخامت ثابتی از لایه زعفران در حال خشک شدن، با افزایش دما تا حدود ۵۰ درجه سانتی‌گراد میزان کروسین کمی افزایش یافت، در حالی‌که در دماهای بالاتر از آن از میزان کروسین زعفران کاسته شد.

همچنین تغییرات ضخامت لایه زعفران تأثیر زیادی بر میزان کروسین در دامنه دمایی تعریف شده نداشت، اما با افزایش ضخامت لایه زعفران در تمام سطوح زمانی مقدار کروسین کاهش یافت که دلیل آن جذب انرژی بالاتر برای خشک شده و در نتیجه تخریب بیشتر کروسین بود.

راینا و همکاران (*Raina et al., 1996*) نیز نشان دادند که افزایش دمای آون الکتریکی از ۲۰ تا ۴۰ سبب افزایش کروسین شد، اما با افزایش بیشتر دما از مقدار کروسین کاسته شد. آخوندی و همکاران (*Akhondi et al., 2012*) کاهش کروسین را در دمای بالاتر از ۶۵ درجه سانتی‌گراد طی خشک کردن با آون الکتریکی گزارش کردند. دلیل این امر آن است که کروسین به عنوان یک کارتنوئید می‌تواند به شدت در معرض تخریب حرارتی و اکسایشی قرار داشته باشد (*Gregory et al., 2005*).

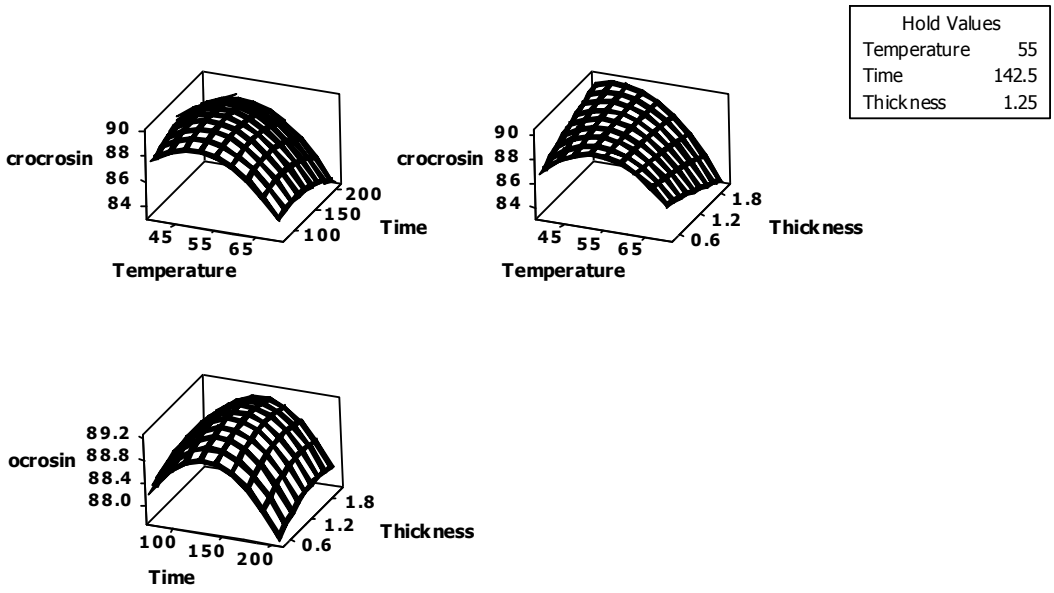


شکل ۱. تأثیر دما، زمان و ضخامت زعفران بر میزان کروسین طی خشک کردن با آون الکتریکی

Fig. 1. Effects of temperature, time and saffron thickness on crocin content during oven drying

پیکروکروسین

همانطورکه در شکل ۲ نیز دیده می‌شود، افزایش دما تا ۵۵ درجه سانتی‌گراد کمی سبب بهبود پیکروکروسین که عامل طعم زعفران است، گردید، درحالی‌که دماهای بالاتر از آن سبب کاهش این عامل در کیفیت زعفران شد. همچنین زمان‌های طولانی خشک کردن در بالاترین سطح دمایی منجر به کاهش پیکروکروسین زعفران شد. آلونسوآ و همکاران (*Alonsoa et al., 2009*) نیز افزایش دما تا ۵۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۵ دقیقه را بهترین شرایط برای حفظ کیفیت زعفران از نظر پیکروکروسین دانستند.

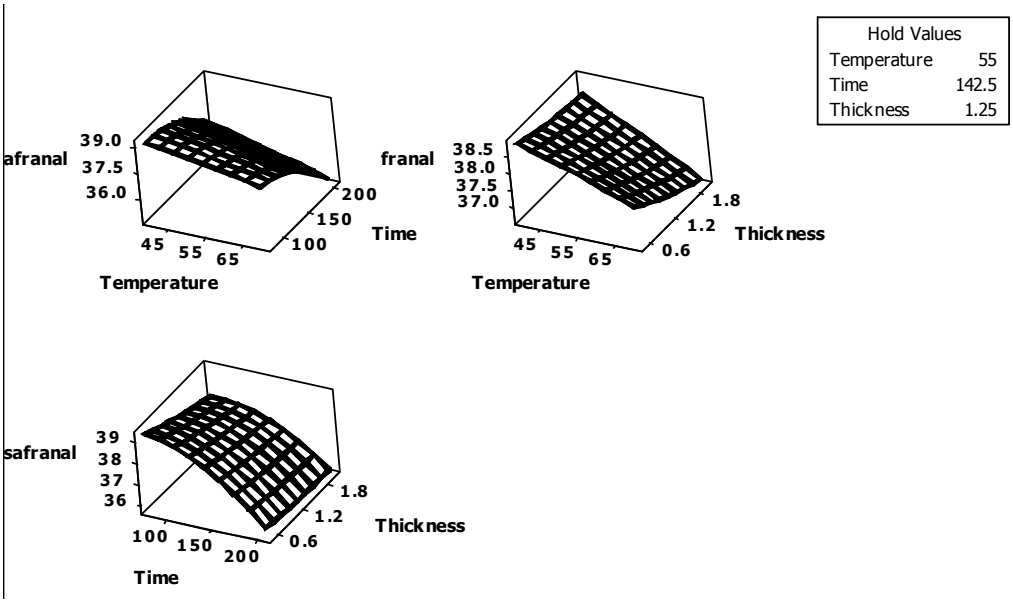


شکل ۲. تأثیر دما، زمان و ضخامت لایه زعفران بر میزان پیکروکروسین طی خشک کردن با آون الکتریکی

Fig. 2. Effects of temperature, time and saffron thickness on picrocrocin during oven drying

سافرانال

نتایج این تحقیق مطابق شکل ۳ نشان داد که دماهای طولانی خشک کردن در سطوح بالای دمایی در آون‌های الکتریکی منجر به کاهش مقدار سافرانال شد. با این‌حال، در دمای ثابت تغییرات ضخامت لایه زعفران خشک شده تأثیری در میزان سافرانال نگذاشت.



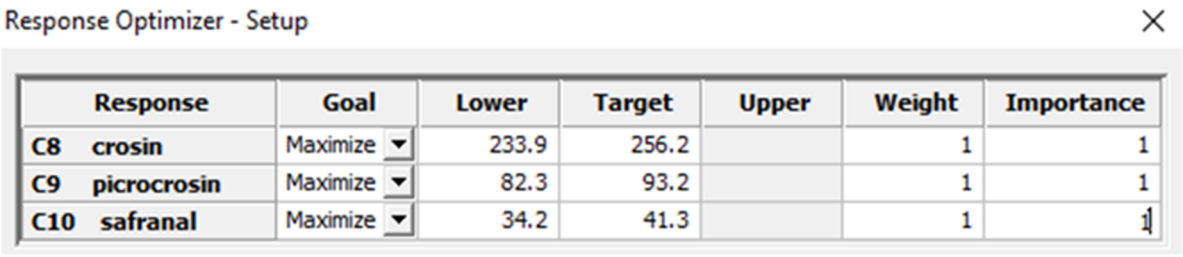
شکل ۳. تأثیر دما، زمان و ضخامت لایه زعفران بر میزان سافرانال طی خشک کردن با آون الکتریکی

Fig. 3. Effects of temperature, time and saffron thickness on safranal during oven drying

بر اساس نتایج تحقیق آخوندی و همکاران (*Akhondi et al., 2012*)، دماهای بالا با زمان‌های کوتاه‌تر سافرانال بیشتری را طی خشک کردن با آون در زعفران سبب می‌شود. با این‌حال، بهترین میزان سافرانال در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۱۵ درجه سانتی-گراد گزارش شد.

بهینه‌سازی شرایط عملیاتی خشک کردن با آون

در بهینه‌سازی شرایط خشک کردن در آون الکتریکی هدف بر اساس بیشترین مقدار سافرانال، پیکروکروسین و کروسین قرار گرفت و اهمیت این سه فاکتور در ارزیابی خصوصیات کیفی برابر در نظر گرفته شد (شکل ۴).



شکل ۴. بهینه‌سازی خشک کردن زعفران به روش آون الکتریکی

Fig. 4. Optimization of saffron drying process by oven methodology

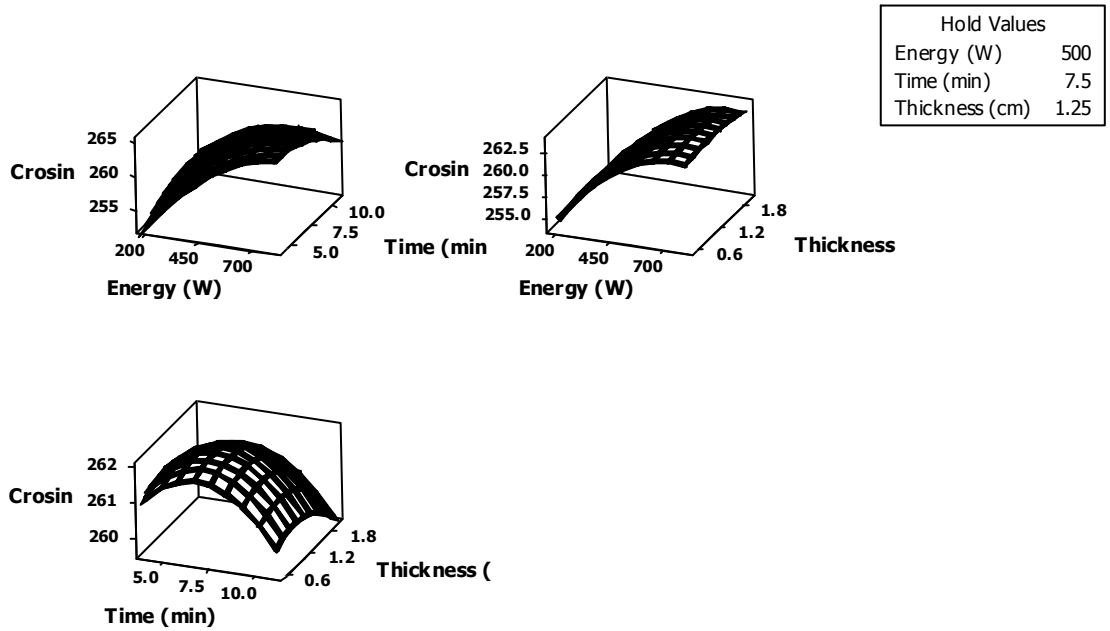
بر این اساس، بهترین شرایط خشک کردن به روش آون الکتریکی دمای ۵۱/۲ درجه سانتی‌گراد، زمان ۱۱۲/۸ دقیقه و ضخامت ۰/۵ سانتی‌متری زعفران با رضایت‌مندی ۸۳ درصد بدست آمد.

روش مایکروویو

در این روش، پارامترهایی مانند انرژی مایکروویو در دامنه ۲۰۰ تا ۸۰۰ وات، زمان خشک شدن ۴ تا ۱۱ دقیقه و ضخامت لایه زعفران ۰/۵ تا ۲ سانتی‌متر بر خصوصیات کیفی زعفران مورد ارزیابی قرار گرفتند. تأثیر تغییرات این پارامترها بر مقادیر کروسین، پیکروکروسین و سافرانال با روش مایکروویو در ادامه بررسی شده است.

کروسین

بر اساس نتایج بدست آمده (شکل ۵) با افزایش شدت انرژی طی فرآیند مایکروویو، میزان کروسین افزایش یافت. افزایش ضخامت لایه زعفران در خشک کن نیز در تمام سطوح دمایی و زمانی سبب کاهش ناچیزی در کروسین شد، اما افزایش زمان خشک کردن روند یکنواختی را در میزان کروسین نشان نداد، به طوری که با گذشت زمان کمی کروسین افزایش یافت و سپس کاهش چشمگیری پیدا کرد.



شکل ۵. تأثیر دما، زمان و ضخامت لایه زعفران بر میزان کروسین طی خشک کردن با ماکروویو

Fig. 5. Effects of temperature, time and saffron thickness on crocin during microwave drying

آخوندی و همکاران (*Akhondi et al., 2012*) نیز در تحقیقات خود بالاترین میزان کروسین را در انرژی ۱۰۰۰ وات و کمترین زمان گزارش کردند.

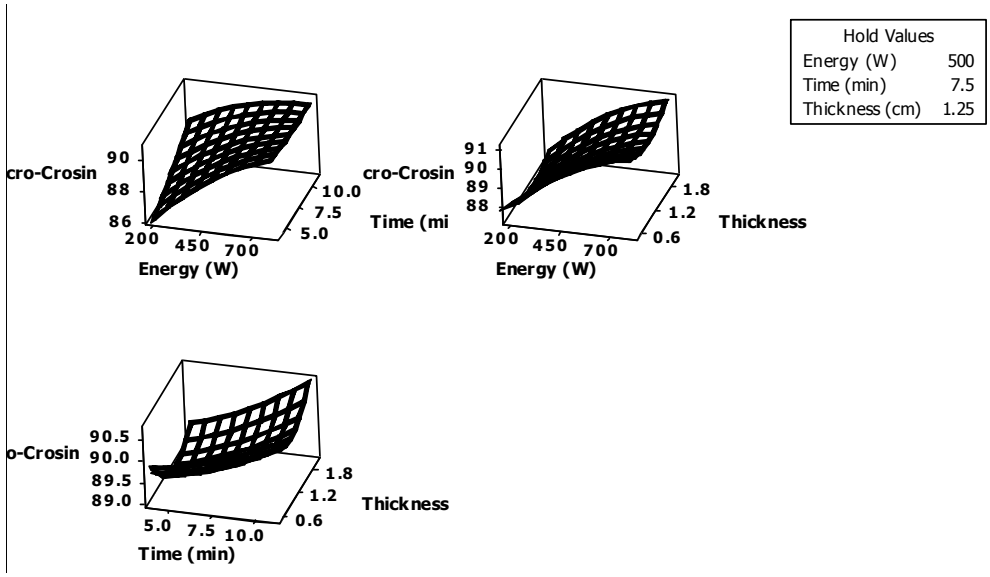
پیکروکروسین

همانطور که در شکل ۶ نیز مشاهده می‌شود، نتایج نشان داد که مقادیر انرژی در زمان‌های کوتاه‌تر طی خشک کردن با ماکروویو سبب حفظ بیشتر پیکروکروسین به عنوان ماده طعم‌زای زعفران گردید. آخوندی و همکاران (*Akhondi et al., 2012*) علت این امر را تغییرات حرارتی گلیکوزید پیکروکروسین در زمان‌های بالا دانستند. افزایش ضخامت لایه زعفران نیز تأثیر زیادی بر میزان پیکروکروسین نداشت.

سافرانال

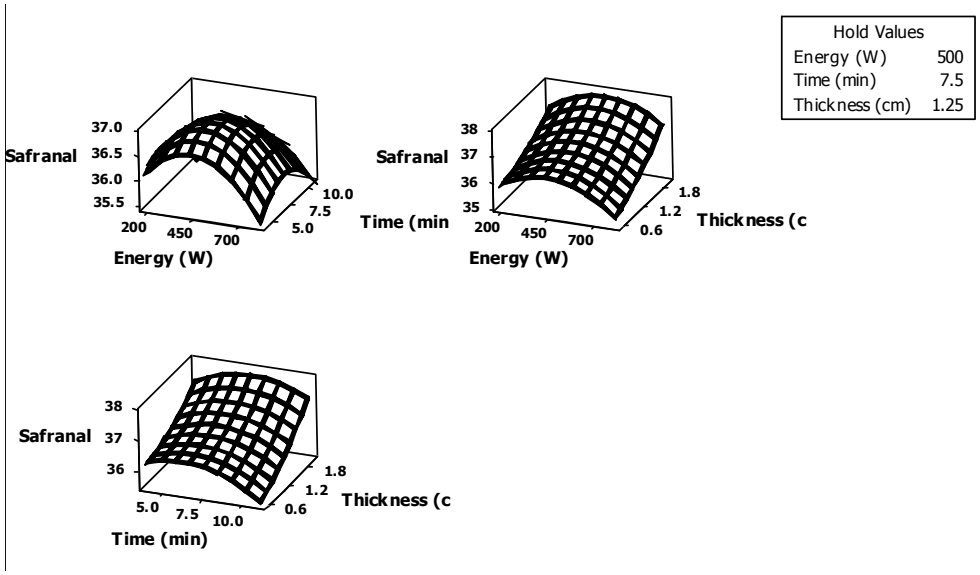
همانطور که در شکل ۷ مشاهده می‌شود، با افزایش انرژی کمی بر میزان سافرانال افزوده شد، اما در انرژی‌های بالاتر مقدار سافرانال کاهش می‌یابد. پیکروکروسین در اثر گذشت زمان و در اثر حرارت به آلدهید سافرانال تجزیه می‌شود.

با گذشت زمان و اعمال انرژی احتمالاً در اثر تجزیه پیکروکروسین مقدار سافرانال افزایش یافت، اما به دلیل آنکه سافرانال یک آلدهید فرار می‌باشد. با افزایش بیشتر انرژی و به دنبال آن افزایش دما از مقدار این ماده کاسته شده است. افزایش ضخامت نیز به دلیل کاهش نفوذ انرژی بالا به داخل زعفران سبب ماندگاری بیشتر سافرانال طی خشک شدن شده است (*Mazloumi et al., 2007*).



شکل ۶. تأثیر دما، زمان و ضخامت لایه زعفران بر میزان پیکروکروسین طی خشک کردن با ماکروویو

Fig. 6. Effects of temperature, time and saffron thickness on picrococin during microwave drying



شکل ۷. تأثیر دما، زمان و ضخامت لایه زعفران بر میزان سافرانال طی خشک کردن با ماکروویو

Fig. 7. Effect of temperature, time and saffron thickness on Safranal during microwave drying

بهینه‌سازی

برای بهینه‌سازی بهترین شرایط خشک شدن به روش مایکروویو همانند خشک‌کن الکتریکی عمل شد و مبنا بر اساس بیشترین مقدار کروسین، پیکروکروسین و سافرانال با درجه اهمیت برابر قرار داده شد (شکل ۸).

بر این اساس، بهترین شرایط خشک کردن با مایکروویو میزان انرژی ۷۰۳ وات، زمان ۶/۹ دقیقه و ضخامت زعفران دو سانتی‌متر با رضایت‌مندی[1] برابر با ۸۱ درصد تعیین شد. برای مقایسه دو روش مقادیر میانگین کروسین، پیکروکروسین و سافرانال مقایسه شد (شکل ۹).

Response Optimizer - Setup

Response	Goal	Lower	Target	Upper	Weight	Importance
C8 Crosin	Maximize	253.4	265.6		1	1
C9 Picro-Crosin	Maximize	87.3	91.9		1	1
C10 Safranal	Maximize	35	37.8		1	1

شکل ۸. بهینه‌سازی فرآیند خشک کردن زعفران به روش مایکروویو

Fig. 8. Optimization of saffron drying process in microwave methodology

شکل ۹. مقایسه اثر دو روش خشک کردن با مایکروویو و آون بر خصوصیات کیفی زعفران

Fig. 9. Comparison of two drying methods using microwave and oven on quality traits of saffron

1- Desirability

روش مایکروویو در حفظ رنگ (کروسین) و طعم (پیکروکروسین) زعفران بهتر از روش آون عمل کرد، اما روش آون در حفظ بوی زعفران (سافرانال) به مقدار کمی بهتر بود، اگر چه به طور کلی، در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. مظلومی و همکاران (*Mazloumi et al., 2007*) طی مقایسه اثرات چند روش از جمله روش مایکروویو با روش سنتی بر ویژگی‌های زعفران تفاوت بین روش مایکروویو و آون را معنی دار ندانستند.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق به طور کلی نشان داد که خشک کردن با دماهای بالاتر و زمان کوتاه‌تر در حفظ خصوصیات کیفی زعفران مؤثرتر بود. افزایش ضخامت زعفران تأثیر معنی‌داری بر خصوصیات کیفی این گیاه طی فرآیند خشک کردن نداشت.

انرژی‌های بسیار بالا و زمان‌های طولانی طی فرآیند خشک کردن با مایکروویو سبب تخریب کروسین، پیکروکروسین و سافرانال شد. مقایسه دو روش خشک کردن کلاله زعفران با آون و مایکروویو نشان داد که خشک کردن به روش مایکروویو رنگ (کروسین) و طعم (پیکروکروسین) بیشتری را در زعفران حفظ کرد، اما میزان سافرانال به عنوان شاخص عطر زعفران در روش آون کمی بهتر بود. با این‌حال، در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری در این مقایسه وجود نداشت.

قدردانی

نویسندگان از مساعدت و همکاری شرکت تهیه و بسته‌بندی زعفران نتا که در به اتمام رسانیدن این پروژه نقش داشتند کمال تشکر را دارد.

منابع

Akhondi, E., Kazemi, A., and Maghsoodi, V., 2012. Determination of a suitable thin layer drying curve model for saffron (Crocus sativus L.) stigmas in an infrared dryer. Sci. Iran. 18(6), 1397-1401. [in Persian with English Summary].

Atefi, M., Akbari Oghaz, A.R., and Mehri, A., 2013. Drying effects on chemical and sensorial characteristics of saffron. Iran. J. Nutr. Sci. Food Technol. 8(3), 201-208. [in Persian with English Summary].

del Campo, C.P., Carmona, M., Maggi, L., Kanakis, C.D., Anastasaki, E.G., Tarantilis, P.A., Polissiou, M.G., and Alonso, G.L., 2009. Effects of mild temperature conditions during dehydration procedures on saffron quality parameters. J. Sci. Food Agric. 90, 719–725.

Gregory, M.J., Menary, R.C., and Davies, N.W., 2005. Effect of drying temperature and air flow on the production and retention of secondary metabolites in saffron. J. Agric. Food Chem. 53, 5969–5975.

Hemmatik, K.A., 2001. Effects of drying methods on quality of saffron (Crocus sativus L.). Pajouhesh Sazandegi. 14(51), 25-31. [in Persian with English Summary].

Iranian National Standar Organization., 2001. Total criteria of saffron and test methods 259. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. [in Persian].

ISO-3632-2-2003., 2003. Part I: Specification, Part II: Test Methods. International Organization for Standardization, Geneva.

Madan, C., Kapur, B., and Gupta, U., 1966. Saffron. Econ. Bot. 20(4), 377-385.

Mazloumi, M.T., Taslimi, A., Jamshidi, E., Atefi, M., Haj Seyyed Javadi, N., Komeili Phanoud, R., Seyyed Ahmadian, F., Falahat Pisheh, H.R., and Choobdar, N., 2007. Comparison of the effects of vacuum oven-, freeze-, solar-, and microwave-drying with traditional drying methods on the qualitative characteristics of Ghaen saffron. Iran. J. Nutr. Sci. Food Technol. 2(1), 69-76. [in Persian with English Summary].

Melynk, J.P., Wang, S., Marcone, M.F., 2010. Chemical and biological properties of the world's most expensive spice: Saffron. Food Res. Int. 43, 1981-1989.

Raina, B.L., Agarwal, S.G., Bhatia, A.K., and Gaur, G.S., 1996. Changes in pigments and volatiles of saffron (Crocus sativus L) during processing and storage. J. Sci. Food Agric. 71, 27-32.

Rios, J., Recio, M., Giner, R., and Manez, S., 1996. An update review of saffron and its active constituents. Phytother. Res. 10(3), 189-93.

Sujata, V., Ravishankar, G., and Venkataraman, L., 1992. Methods for the analysis of the saffron metabolites crocin, crocetins, picrocrocin and safranal for the determination of the quality of the spice using thinlayer chromatography, high-performance liquid chromatography and gas chromatography. J. Chromatogr. A. 624(1), 497-502.

Trantilis, P.A., Beljebbar, A., Manfair, M., Polissou, M. 1998. FT-IR, FT-Raman spectroscopic study of carotenoids from saffron (Crocus sativus L.) and some derivatives. Spectrochim. Acta A 54, 651-657

Winterhalter, P., and Straubinger, M., 2000. Saffron-renewed interest in an ancient spice. Food Rev. Int. 16(1), 39-59.

Journal of Saffron Research (semi-annual)
Vol.5, No.2, Fall & Winter, 2017-2018
p. 151-162
http://dx.doi.org/ 10.22077/JSR.2017.737.1027

University of Birjand

Optimization of Saffron Drying Parameters by using Oven and Microwave using response Surface Methodology

Saloomeh Delshad[1], Vahid Hakimzadeh[2*]
1,2- Department of food science and technology, Quchan branch, Islamic Azad University, Quchan, Iran.
**Corresponding Author Email: v.hakimzadeh@yahoo.com*

Received 14 May 2017; Accepted 5 September 2017

Abstract

Saffron is an expensive and valuable crop among agriculture and export production of Iran. Crocin, picrocrocin and safranal contents are recognized as color, taste and aroma factors, respectively. Optimization during saffron drying process as the most important stage in post harvesting has a fundamental role in physicochemical properties of this crop. In this work, effects of temperature (at 40-70 ^{o}C), drying time (80-205 min) and saffron thickness (0.5-2 cm) for oven method and energy microwave (200-800 W), time (4-11 min) and saffron thickness (0.5-2 cm) for drying by microwave investigated on crocin, picrocrocin and safranal contents by response surface methodology (RSM). The results showed that the higher temperatures and shorter times in drying process were more effective on quality properties, while the saffron thickness had not significant effect on quality criteria. In microwave drying, the maximum energy and drying times were caused the highest destruction for crocin, picrocrocin and safranal contents. The best conditions for drying process by oven were determined at 51.2^{o}C, 112.8 min and 0.5 cm thickness and the highest quality during microwave drying were obtained at 703 W, 6.9 min and 2 cm of thickness by appropriate desirability (> 80%).

Key words: Crocin, Microwave, Picrocrocin, Saffron, Safranal.