مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال دوم، شماره۱، بهار ۱۳۸۶ ، صفحات ۶۹ تا ۷۶

مقایسه اثرات روش‌های خشک کردن به کمک خلاء، انجماد، خورشید، مایکروویو با روش سنتی بر ویژگی‌های زعفران قائن

محمدتقی مظلومی[۱]، اقدس تسلیمی[۲]، اسماعیل جمشیدی[۳]، محسن عاطفی[۴]، نسرین حاج سیدجوادی[۵]، رزیتا کمیلی فنود[۵]، فریبا سیداحمدیان[۵]، حمیدرضا فلاحت پیشه[۶]، نیلوفر چوبدار[۷]، زهرا هادیان[۸]، بنفشه گلستان[۹]، سیدعلی شفیقی[۱۰]

۱- نویسنده مسئول: کارشناس ارشد علوم و صنایع غذاییپست الکترونیکی: mt_mazloumi@yahoo.com
۲- مربی گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
۳- استاد دانشکده مهندسی شیمی، دانشگاه صنعتی امیر کبیر
۴- کارشناس ارشد علوم و صنایع غذایی
۵- کارشناس گروه تحقیقات صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه ای و صنایع غذایی کشور

تاریخ دریافت: ۸۵/۹/۲۵ تاریخ پذیرش: ۸۶/۳/۲۵

چکیده

سابقه و هدف: زعفران، گران‌ترین ادویه دنیا و یکی از مهمترین اقلام صادرات غیرنفتی کشورمان است. تولید سالیانه زعفران در ایران ۲۲۰ تا ۲۲۸ تن و ارزش صادرات آن بیش از ۵۹ تا ۷۰ میلیون دلار است(هر کیلوگرم معادل ۴۸۲-۴۵۴ دلار امریکا). با توجه به اینکه خشک کردن، تعیین کننده کیفیت و ارزش نهایی زعفران در بازار جهانی است، در این پژوهش که طی سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱ در انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور انجام شد، روش‌های خشک کردن زعفران به کمک خلاء، انجماد، مایکروویو و خورشید با روش سنتی، مقایسه و مناسب‌ترین روش خشک کردن تعیین شده است.

مواد و روشها: تحقیق به صورت تجربی انجام گرفت. در اجرای این تحقیق، مزرعه‌ای از مناطق کشت زعفران قائن به صورت تصادفی، انتخاب و کل گل مزرعه چیده و مخلوط شد. ابتدا نمونه‌ها از نظر درصد اجزای گل، میزان استحصال کلاله، طول، قطر نوک، وسط و انتهای کلاله و همچنین رطوبت، ازت تام، خاکستر کل، خاکستر نامحلول در اسید بررسی شدند. پس از کلاله‌گیری، نمونه‌ها خشک شده و رطوبت، خاکستر کل، خاکستر نامحلول در اسید، عصاره محلول در آب سرد، ازت تام، فیبر خام، کروسین، سافرانال و پیکروکروسین، شمارش کلی، کلیفرم، کپک ، مخمر و اشریشیاکلی در نمونه‌های خشک شده اندازه‌گیری شد.

یافته ها: نتایج مطالعات نشان داد که از نظر عامل مولد رنگ (کروسین) روش‌های خورشیدی، آون خلاء و مایکروویو با تفاوت معنی‌داری نسبت به سایر روش ها قرار داشتند ($P< ۰/۰۵$) . از نظر عامل مولد عطر (سافرانال) و عامل مولد طعم نمونه‌های خشک شده (پیکروکروسین) تفاوت معنی‌داری بین روش ها مشاهده نشد. از نظر ویژگی میکروبی بجز نمونه‌های تهیه شده با روش‌های سنتی و انجمادی، بقیه روش‌ها با استاندارد ملی ایران مطابقت داشتند.

نتیجه‌گیری: با اینکه هر چهار روش مورد مطالعه در جایگاه والاتری نسبت به روش خشک کردن سنتی قرار داشتند، ولی به طور کلی می‌توان روش خورشیدی را به عنوان یک روش مناسب برای خشک کردن در مناطق روستایی تولید کننده زعفران توصیه کرد.

واژگان کلیدی: زعفران ، خشک کردن، کروسین، سافرانال، پیکروکروسین

• مقدمه

زعفران، گران‌ترین و با ارزش‌ترین ادویه جهان از کلاله‌های خشک شده گونه Crocus sativus به دست می‌آید (۱). تولید سالانه زعفران در سال۱۳۸۱ معادل۲۲۸ تُن (۲) و ارزش صادرات آن بیش از ۵۹

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]

میلیون دلار آمریکا بود (۳) که در سال ۱۳۸۲ به ۲۲۰ تُن و ۷۰ میلیون دلار آمریکا رسید(۴). با احتساب حجم تولید و صادرات، سهم صادرات زعفران از تولید سال ۱۳۸۱ در حدود ۵۷٪ (ارزش هر کیلوگرم ۴۵۴ دلار) و از تولید سال ۱۳۸۲ در حدود ۶۶/۸٪ (ارزش هر کیلوگرم ۴۸۲ دلار آمریکا) بود (۵).

این آمارها از گرایش به سوی جذب بیشتر بازارهای جهانی حکایت می‌کند، اما قیمت یک کیلوگرم زعفران با کیفیت در بازار جهانی به ۱۰۰۰ تا۲۰۰۰ دلار آمریکا می‌رسد(۶). صرف نظر از جنبه‌های زراعی، مانند ویژگی خاک، موقعیت جغرافیایی و عوامل جوّی (دما و رطوبت) و همچنین روشهای کاشت، داشت و برداشت که در کیفیت زعفران تاثیر دارد، روشهای خشک کردن، تعیین کننده کیفیت و ارزش نهایی زعفران است. عطر خاص زعفران در زمان خشک کردن به دلیل هیدرولیز پیکروکروسین و آزاد شدن آلدئید فرّار سافرانال حاصل می‌شود. به علاوه، قدرت رنگی زعفران به دلیل کاهش رطوبت محتوی که می‌تواند باعث هیدرولیز رنگدانه کروسین شود، افزایش می‌یابد(۷).

خشک کردن باعث تغییرات فیزیکی، شیمیایی و بیوشیمیایی کلاله می‌شود که برای دستیابی به ویژگی‌های مطلوب زعفران ضروری است. به علاوه، فرایند خشک کردن، مهمترین نقش را در نگهداری زعفران به عهده دارد. رطوبت کمتر، حداقل۱۲٪ بر اساس استاندارد جهانی ISO 3632 باعث حفظ کیفیت محصول در دوران طولانی‌تر نگهداری می‌شود (۸).

معمولا سه روش خشک کردن در سایه، خشک کردن در آفتاب و خشک کردن به وسیله حرارت حاصل از انواع سوخت در کشورهای مختلف متداول است. خشک کردن در سایه در ایران، یونان و مراکش رایج است (۹). مدت زمان خشک شدن زعفران در روش سنتی ایران (در سایه) ۳ تا ۲۰روز با رطوبت نهایی ۷ تا ۱۵ درصد گزارش شده است. امروزه در ایران علاوه بر حالت دسته زعفران به صورت پوشال و سرگل در سایه، سایه - آفتاب یا به روش اسپانیایی (خشک کردن با الک) خشک می‌شود(۱۰). در یونان، کلاله‌های تازه چیده شده به صورت لایه‌های نازک روی طبقه با تور ابریشمی در اتاق‌های تاریک(سایه خشک) در دمای اولیه ۲۰ و متعاقبا ۳۰ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد خشک می‌شوند. این فرایند ۱۰ تا ۱۲ ساعت طول می‌کشد. در مراکش کلاله‌های جدا شده به صورت لایه نازک روی پارچه به مدت ۷ تا ۱۰ روز در سایه خشک می‌شوند(۹).

خشک کردن در آفتاب غالبا در هندوستان، کشمیر و مراکش رایج است. در هندوستان، کلاله‌ها همراه خامه طی ۳ تا ۵ روز در آفتاب تا رطوبت ۱۰ تا ۱۲ درصد خشک می‌شوند. در روش دیگر، بلافاصله بعد از چیدن گل کلاله ها همراه با خامه جدا شده و در دسته های کوچک (Gucchi) در زیر نور خورشید خشک می‌شوند(۱۱). در مراکش برای سرعت بخشیدن به خشک شدن، ضخامت لایه کلاله‌ها را کم می‌کنند و در نتیجه، زمان خشک شدن به ۲ ساعت کاهش یافته است (۹). در اسپانیا و ایتالیا غالبا زعفران در الک با حرارت حاصل از سوخت‌ها خشک می‌شود. ابتدا زعفران تازه جدا شده در الک‌هایی با تور ابریشمی ریخته شده و در فاصله ۲۰ سانتی‌متری از منبع حرارتی که سوخت آن را ذغال، ذغال سنگ و چوب تامین می‌کنند، خشک می‌شود. برای خشک شدن یکنواخت، هر چند وقت یک بار زعفران از یک الک به الک مشابه دیگری منتقل می‌شود(۹).

Basker در سال ۱۹۹۳ با خشک کردن نمونه های زعفران تا وزن ثابت در دماهای ۲۰، ۳۰، ۳۶، ۴۴ ، ۵۰، ۶۶، ۷۷، ۸۵، ۹۲ و ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به این نتیجه رسید که درصد رطوبت و مواد فرّار باقیمانده زعفران به تنظیم رابطه زمان و دمای مورد استفاده بستگی دارد (۱۲). Raina و همکاران در سال ۱۹۹۶ ویژگیهای کلاله در مراحل مختلف نموّ گل و اثر روش‌های خشک کردن را بر تغییرات رنگدانه ها و مواد فرّار زعفران در مدت فرایند و انبارمانی بررسی کردند. بر اساس نتایج این تحقیق، خشک کردن در آون الکتریکی (۵˚C ±۴۰) و خشک کردن خورشیدی توصیه شد (۱۱). این محققان در تحقیقات بعدی خود دمای مناسب خشک کردن در خشک کن خورشیدی را ۵۰˚C اعلام کردند (۱۳).

عاطفی در سال ۱۳۷۸ اثر فرایند خشک کردن انجمادی (انجماد اولیه در ۱۸˚C- ، فشار ۰/۱۵ mmHg،

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]

دمای فرایند ۱۳°C- و زمان ۲۰ ساعت) را با روش خشک کردن در سایه(۳ روز) مقایسه کرد. درصد کروسین و پیکروکروسین در نمونه‌های خشک شده انجمادی، بیشتر از نمونه خشک شده در سایه بود (P< ۰/۰۵). در ارزیابی حسی رنگ به حالت محلول، اختلاف معنی‌داری بین نمونه ها مشاهده نشد. اما در حالت خشک، اختلاف، معنی‌دار بود و نمونه خشک شده به روش سنتی در اولویت قرار گرفت (P<۰/۰۵) . در ارزیابی حسی بو در هر دو حالت (خشک و محلول) و اندازه‌گیری سافرانال، پس از ۸ ماه اختلاف معنی‌داری بین نمونه‌ها مشاهده نشد. در این تحقیق، شمارش تعداد کلی فرم، کپک و مخمر در نمونه‌های خشک شده به روش انجمادی، پایین تر از نمونه خشک شده به روش سنتی بود (۱۰).

Carmona و همکاران در سال ۲۰۰۵ سه روش مختلف خشک کردن زعفران شامل خشک کردن در دمای اتاق، خشک کردن با هوای داغ (۷۰ ، ۹۰ و۱۱۰ درجه سانتی‌گراد) و خشک کردن بعد از فرایند سنتی با سه منبع مختلف حرارتی (ذغال مو ، اجاق گازی و کویل الکتریکی) با زمان ۲۸ تا ۵۵ دقیقه و میانگین دمای ۵۴ تا ۸۳ درجه سانتی‌گراد را مورد مطالعه قرار دادند. بیشترین شدت رنگ زمانی حاصل شد که زعفران در دمای بالاتر و مدت زمان کمتری قرار داشت. این تحقیق نشان داد که اگر شدت رنگ زعفران، مطلوب نظر باشد، قرار گرفتن آن در دمای بالاتر و زمان کوتاهتر، بهتر از قرار گرفتن در دمای پایین‌تر و زمان طولانی است (۸).

در مطالعه حاضر به دلیل اهمیت انتخاب روش مناسب خشک کردن در کیفیت زعفران تولیدی، اثرات فرایندهای خشک کردن تحت خلاء، انجماد، خورشید و مایکروویو و روش سنتی بر ویژگی‌های زعفران بررسی شد.

• مواد و روشها

در اجرای این تحقیق که به روش تجربی و تکنیک مشاهده در محل انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور طی سالهای ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۱ انجام شد، نمونه‌های گل مورد مطالعه به وزن ۲۰ کیلوگرم به طور تصادفی از مزرعه نمونه مناطق کشت قائن انتخاب و جمع‌آوری شدند. این نمونه ها در کارتن‌های منفذدار (برای عبور مناسب جریان هوا) قرار گرفتند. نحوه چیدن کارتن‌ها به طوری بود که نمونه‌ها روی هم انباشته نشدند. سپس، نمونه‌ها بلافاصله به محل اجرای تحقیق منتقل شدند. صبح روز بعد، کلاله‌گیری توسط گروه تحقیق و ۱۰ نفر از دانشجویان آموزش دیده انجام گرفت. حجم نمونه برای هر یک از روش‌های خشک کردن با احتساب آزمون‌های فیزیکی، شیمیایی، میکروبی و حسی، معادل۲۵ گرم کلاله بر اساس وزن خشک بود که به طور تصادفی از کلاله‌های خشک شده نمونه‌برداری شد. مقدار نمونه برای تعیین ویژگی‌های کلاله تازه(تر) معادل ۱۲ گرم کلاله بر اساس وزن خشک بود. آزمون‌های فیزیکی، شیمیایی و میکروبی سه بار تکرار شد.

خشک‌کن خورشیدی با ارائه داده های لازم توسط مجریان طرح و طراحی توسط همکار پروژه از دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر ساخته شد. این خشک‌کن، اولین خشک‌کن خورشیدی ویژه زعفران بود که در ایران طراحی و ساخته شد. خشک‌کن انجمادی مورد استفاده از نوع Zirbus مدل Vaco 5 و ساخت آلمان، مایکروویو مدل M246 ساخت شرکت بوتان، آون خلاء، مدل ۲۹ Soofer Co ساخت آمریکا و آون معمولی از نوع Herious ساخت آلمان بود. برای خشک کردن کلاله‌ها در روش آون خلاء، دمای ۵۵±۲°C در فشار inch Hg ۲۲- و زمان ۵/۵ ساعت، در روش انجمادی دمای کندانسور ۴۰°C- ، فشار mmHg ۰/۰۹۹۶ و زمان ۱۳/۵ ساعت، در روش خورشیدی دمای ۵۰°C-۴۰ و زمان ۲/۵ ساعت، در روش مایکروویو توان ۳۰٪ و زمان ۳/۵ دقیقه و بالاخره در روش سنتی (سایه) نمونه‌ها در ضخامت یک سانتی‌متر و در دمای اتاق طی ۱۶۸ ساعت خشک شدند .

کلیه مواد شیمیایی مورد نیاز از نمایندگی شرکت Merck در ایران تهیه شد. ابتدا روی نمونه‌های کلاله تازه آزمون‌های فیزیکی شامل سنجش درصد اجزای گل زعفران، میزان استحصال کلاله و اندازه‌گیری طول، قطر نوک، وسط و انتهای کلاله انجام گرفت. آزمون‌های شیمیایی شامل رطوبت، خاکستر کل، خاکستر نامحلول

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]

در اسید و ازت تام بود و در نهایت، آزمون‌های میکروبی شامل شمارش کلی کلیفرم، E.coli، کپک و مخمر با روش‌هایی که متعاقبا ذکر می‌شوند ،انجام گرفت. رطوبت، خاکستر نامحلول در اسید، ازت تام، فیبر خام، عصاره محلول در آب سرد، به ترتیب طبق استانداردهای ملی ۲-۲۵۹، ۱۱۹۷، ۱۲۵۳، ۱۵۲۲، ۳۳۹۴ و ۱۶۱۹ انجام شدند (۱۹-۱۴). کروسین، سافرانال و پیکروکروسین به روش اسپکتروفتومتری طبق استاندارد ملی ۲- ۲۵۹ (۱۴) و همچنین سافرانال به روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) (۲۰) اندازه‌گیری شد. کلیه آزمایش‌های یاد شده، سه بار تکرار شد. آزمون های میکروبی طبق استاندارد های ملی ۳۵۶،۴۳۷ ، ۹۹۷ و ۲۹۴۶ (۲۴-۲۱) انجام گرفت.

برای ویژگی‌های کمّی شامل میانگین و انحراف معیار از آمار توصیفی، برای مقایسه پارامترهای کمّی بین تیمارها از آنالیز واریانس یکطرفه و آزمون شفه و برای ارزیابی حسی از روش رتبه‌بندی و آزمون فریدمن با استفاده از نرم افزار SPSS استفاده شد.

• یافته ها

یافته های حاصل از اندازه‌گیری درصد اجزای گل، میزان استحصال کلاله، طول، قطر نوک، وسط و انتهای کلاله‌های جدا سازی شده از گل‌های زعفران تازه باز شده مزرعه نمونه در جدول ۱ آورده شده است.

درصد رطوبت، خاکسترکل، خاکستر نامحلول در اسید و ازت تام نمونه های کلاله تازه در جدول۲ نشان داده است.

نتایج اندازه‌گیری درصد رطوبت، خاکستر کل، خاکستر نامحلول در اسید، ازت تام، فیبرخام و عصاره محلول در آب سرد نمونه‌های خشک شده در جدول۳ آورده شده است.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری کروسین، سافرانال و پیکروکروسین زعفران خشک به روش اسپکتروفتومتری در جدول ۴ نشان داده شده است.

نتایج اندازه‌گیری سافرانال نمونه‌های زعفران خشک شده به روش HPLC در جدول ۵ آورده شده است.

نتایج آزمونهای میکروبی نمونه‌های کلاله تازه در جدول ۶ و نتایج آزمون‌های میکروبی نمونه‌های خشک شده در جدول ۷ درج شده است.

جدول ۱- درصد اجزای گل ، میزان استحصال کلاله، طول، قطر نوک، وسط و انتهای کلاله های جداسازی شده از گل‌های زعفران

محل	درصد اجزای گل زعفران (n=۱۰۰)				میزان استحصال کلاله تازه g/kg (n=۱۰۰)	متوسط طول کلاله (mm) (n=۲۵)	متوسط قطر کلاله (mm) (n=۲۵)	متوسط قطر وسط کلاله (mm) (n=۲۵)	متوسط قطر انتهای کلاله (mm) (n=۲۵)
	گلبرگ،کاسبرگ و دم گل	پرچم	خامه	کلاله					
قائن	۸۰/۶۵	۹/۶۲	۲/۲۳	۷/۴۵	۴۶/۴۲	۲/۷۵±۰/۲۸	۱/۱۹±۰/۴۰	۰/۷۷ ±۰/۱۸	۰/۶۱ ±۰/۱۷

جدول ۲- درصد رطوبت ، خاکستر کل ، خاکستر نامحلول در اسید و ازت تام نمونه‌های کلاله تازه

محل نمونه برداری	رطوبت	خاکستر کل	خاکستر نامحلول	ازت تام
قائن	۸۰/۲۲ ±۰/۱۵	۴/۷۱±۰/۵۶	۰/۲۸±۰/۰۹	۲/۳۷ ±۰/۰۱

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]

جدول ۳- درصد رطوبت ، خاکستر کل ، خاکستر نامحلول در اسید، ازت تام ، فیبر خام و عصاره محلول در آب سرد زعفران خشک شده منطقه قائن

روش	رطوبت	خاکستر کل	خاکستر نامحلول در اسید	ازت تام	فیبر خام	عصاره محلول در آب سرد
آون خلاء	۶/۲۷ ±۰/۰۳	۴/۴۷±۰/۱۶	۰/۴۳ ±۰/۲۵	۲/۳۴±۰/۰۱	۶/۱۰±۰/۰۴	۴۹/۸۲±۰/۴۰
انجمادی	۵/۳۰± ۰/۱۲	۴/۴۵±۰/۱۳	۰/۴۷±۰/۰۱	۲/۳۱±۰/۰۳	۵/۸۳±۰/۰۳	۵۷/۶۲±۰/۰۴
خورشیدی	۵/۱۷± ۰/۳۶	۴/۴۰±۰/۱۳	۰/۵۳±۰/۰۲	۲/۳۵±۰/۴۹	۶/۰۴±۰/۴۵	۵۵/۲۸±۰/۹۱
مایکروویو	۵/۰۳± ۰/۰۵	۴/۴۸±۰/۰۲	۰/۴۵±۰/۰۳	۲/۳۹±۰/۰۱	۵/۰۰±۰/۰۲	۶۰/۲۷±۱/۸۶
سنتی	۵/۲۳ ±۰/۰۲	۴/۵۰±۰/۳۶	۰/۳۵±۰/۰۲	۲/۳۱±۰/۰۱	۵/۰۵±۰/۱۵	۶۲/۱۷±۰/۷۶
استاندارد	حداکثر ۱۰ (ممتاز)	حداکثر ۵/۵ (ممتاز)	حداکثر۵/. (ممتاز)	حداکثر ۳	حداکثر ۶	حداکثر۶۵
ملی۱-۲۵۹	حداکثر ۱۲ (درجه۳)	حداکثر ۷ (ممتاز)	حداکثر ۱/۵ (درجه ۳)			

جدول ۴- نتایج اندازه گیری کروسین، سافرانال و پیکروکروسین با روش اسپکتروفتومتری

روش	ویژگی	کروسین جذب محلول آبی۱ ٪در طول موج ۴۴۰ نانومتر (برحسب ماده خشک)	سافرانال جذب محلول آبی۱ ٪در طول موج ۳۳۰ نانومتر (برحسب ماده خشک)	پیکروکروسین جذب محلول آبی۱ ٪ درطول موج ۲۵۷ نانومتر (برحسب ماده خشک)
آون خلاء		۲۶۲/۷۹ ± ۹۸ [a*]	۲۹/۴۶±۰/۲۵[a]	۹۵/۴۲±۲/ ۵۱[a]
انجمادی		۲۳۷/۱۹±۳/۶۱[bc]	۳۱/۲±۱/۹۳[a]	۹۱/۱۳±۳/۳۵ [a]
خورشیدی		۲۴۸/۰۶±۴/۱۷[b]	۳۴/۹۹±۰/۵۱[a]	۹۷/۳۸±۰/۹۵ [a]
مایکروویو		۲۵۴/۴۵±۰/۳۱[b]	۳۳/۴۵±۰/۳۷[a]	۹۶/۵۰±۰/۳۶[a]
سنتی		۲۲۷/۷۱±۵/۹۶[c]	۲۹/۰۰±۳/۶۷[a]	۹۰/۳۰±۱/۳۱[a]
استاندارد ملی ۱- ۲۵۹		حداقل ۲۲۰ (ممتاز) حداقل ۱۵۰ (درجه۳)	۲۰-۵۰	حداقل ۸۵ (ممتاز) حداقل ۷۰ (درجه ۳)

*حروف متفاوت در هر ستون به معنی وجود تفاوت معنی‌دار است (P<۰/۰۵).

جدول ۵- نتایج اندازه گیری سافرانال با روش HPLC در نمونه‌های زعفران خشک شده

منطقه	آون خلاء (mg/kg)	انجمادی (mg/kg)	خورشیدی (mg/kg)	مایکروویو (mg/kg)	سنتی (mg/kg)
قائن	۲۶۸/۱۰±۴/۵۲ [a*]	۱۳۶/۵۵±۰/۹۱[b]	۱۳۹±۲/ ۲۶[b]	۲۱۸/۹۰±۰/ ۴۲[c]	۸۹/۷۰±۲/۹۶ [d]

*حروف متفاوت به معنی وجود تفاوت معنی‌دار بین روش‌های مختلف خشک کردن است (P<۰/۰۵).

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]

جدول ۶- نتایج آزمون های میکروبی کلاله های تازه در مزرعه نمونه زعفران

آزمون / منطقه	شمارش کلی (cfu/g)	شمارش کلیفرم (cfu/g)	شمارش کپک و مخمر (cfu/g)		وجود اشریشیاکلی
			کپک	مخمر	
قائن	$۱۳۰\times۱۰^{۴}\pm۲\times۱۰^{۴}$	$۲۰\times۱۰^{۵}\pm۲\times۱۰^{۵}$	۲۰±۱۰	$۱۰۴\times۱۰^{۲}\pm۲\times۱۰^{۲}$	مثبت

جدول ۷- نتایج آزمون‌های میکروبی نمونه های زعفران خشک شده منطقه قائن

آزمون میکروبی / روش	شمارش کلی (cfu/g)	شمارش کلیفرم (cfu/g)	شمارش کپک و مخمر (cfu/g)		وجود اشرشیاکلی
			کپک	مخمر	
آون خلاء	$۸۵\times۱۰^{۲}\pm۲\times۱۰^{۲}$	منفی	۶۰±۸	منفی	منفی
انجمادی	$۶۵\times۱۰^{۳}\pm۱۰\times۱۰^{۳}$	$۱۸۰۰\pm۲\times۱۰^{۲}$	۷۰±۹	۱۰±۵	منفی
خورشیدی	$۳\times۱۰^{۳}\pm۱۰^{۳}$	$۵۰۰\pm۲\times۱۰$	۵۰±۷	منفی	منفی
مایکروویو	$۶۷\times۱۰^{۲}\pm۹\times۱۰^{۲}$	۳۰± ۲	۲۰±۱۰	منفی	منفی
سنتی	$۵۴\times۱۰^{۳}\pm۴\times۱۰^{۳}$	$۸۵\times۱۰^{۲}\pm۶\times۱۰^{۲}$	۱۰۰±۱۵	۲۰۰±۳۰	منفی
استاندارد ملی ۵۶۸۹	۵×۱۰^{۴}	$۱۰^{۳}$	۵×۱۰^{۳} کپک و مخمر		منفی

• بحث

این تحقیق نشان داد که میزان استحصال کلاله تازه (جدول۱) نزدیک به متوسط اعلام شده استحصال کلاله تازه در ایران یعنی ۴۷/۳۹ گرم در کیلوگرم گل زعفران است (۲۵).

از نظر ویژگی‌های شیمیایی شامل درصد رطوبت، خاکستر کل، خاکستر نامحلول در اسید، ازت تام و فیبرخام فقط عصاره محلول در آب سرد، پایین‌تر از حد استاندارد بود که به اقدامات اولیه در بهینه سازی روش آزمون باز می‌گردد. در سایر ویژگی‌ها با استاندارد ملی ایران مطابقت داشت (۲۶).

نتایج حاصل از اندازه‌گیری کروسین، سافرانال و پیکروکروسین با روش اسپکتروفتومتری (جدول۴) حکایت از آن دارد که روش خورشیدی، آون خلاء و مایکروویو در مقایسه با روش سنتی، نتایج بهتری را به لحاظ کروسین نشان می‌دهند ($P<۰/۰۵$). Basker در تحقیق خود نشان داد که با افزایش دمای خشک کردن از ۲۰ به ۴۰ درجه سانتی‌گراد، میزان رنگ افزایش می‌یابد. این افزایش تقریبا با نوساناتی تا دمای ۸۵°C قابل مشاهده است، اما از آن درجه به بالا سیر نزولی دارد(۱۲). بالا بودن میزان کروسین در روش‌های آون خلاء و خورشیدی با نتایج Basker همخوانی دارد.

در مورد روش مایکروویو می‌توان کوتاه بودن زمان فرایند خشک کردن (۳/۵ دقیقه) را علت حفظ رنگ دانست. بالا بودن میزان کروسین در روش انجمادی در مقایسه با روش سنتی را می‌توان به پایین بودن میزان اکسیژن و دما در روش خشک کردن انجمادی در مقایسه با روش سنتی نسبت داد (۲۷، ۱۰).

اندازه‌گیری سافرانال با روش اسپکتروفتومتری تفاوت معنی‌داری بین روشهای مورد مطالعه نشان نداد. اما به نظر برخی محققان، روش اسپکتروفتومتری، برای

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]

اندازه‌گیری سافرانال چندان قابل قبول نیست. Orfanou و Tsimidou نیز سال ۱۹۹۶ اعلام داشتند که سافرانال در طول موج ۳۰۸ نانومتر فاز آبی یا الکلی جذب داشته است . به علاوه، جذب در طول موج ۲۵۷ نانومتر به باندهای گلیکوزیدی کروسین و جذب در طول موج حدود ۳۳۰ نانومتر به حالت ایزومر سیس کروسین مربوط می‌شود (۲۸). اندازه‌گیری سافرانال با روش HPLC (جدول۵) نیز همچنین نتیجه را تأیید می‌کند.

در مورد پایین بودن میزان سافرانال در روش سنتی می‌توان زمان طولانی خشک کردن (۷ روز) تحت تاثیر شرایط محیطی را ذکر کرد. در تایید این نتایج باید گفت که Alonso و همکاران نیز در سال ۲۰۰۱ در بررسی سافرانال نمونه‌های زعفران اسپانیا، ایران، هند و ایتالیا که از روش گازکروماتوگرافی و طیف سنجی استفاده شد، نتیجه‌گیری کردند که نمونه‌های ایرانی به دلیل نوع فرایند خشک کردن، پایین‌ترین میزان سافرانال را دارا هستند (۲۹).

از نظر پیکروکروسین تفاوت معنی‌داری بین روش‌های مختلف خشک کردن مشاهده نمی‌شود($P<0/05$). با توجه به یافته‌های عاطفی و همکاران در سال ۱۳۸۲ به نظر می‌رسد که با مطالعه در زمینه تغییر شرایط خشک کردن انجمادی بتوان به نتایج بهتری در این روش دست یافت(۳۰).

از نظر مقایسه ویژگیهای میکروبی نمونه های مورد مطالعه با استاندارد ملی ایران (۳۱)، پس از خشک نمودن، آلودگی‌های میکروبی به مقدار قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته است. از نظر شمارش کلی، نمونه‌های خشک شده انجمادی و سنتی هنوز با استاندارد مطابقت ندارد، ولی شمارش کلی سایر نمونه‌های خشک شده با استاندارد شمارش کلی زعفران(۵×۱۰^{۴} cfu/g) مطابقت دارد. در کلاله تازه، میزان کلیفرم ها مغایر استاندارد است، اما پس از خشک کردن بجز نمونه‌های خشک شده انجمادی و سنتی، آلودگی سایر روش‌ها به کمتر از حد استاندارد مربوطه ($۱۰^{۳}$cfu/g) رسیده است. بالا بودن کلیفرم کلاله تازه را می‌توان به استفاده از کود حیوانی مربوط دانست. از نظر تعداد کپک و مخمر، پس از فرایند خشک کردن، همهٔ نمونه‌های خشک شده با استاندارد (۵×۱۰^{۳}cfu/g) مطابقت داشتند. گرچه کلاله‌های تازه به اشریشیاکلی آلوده بودند، اما پس از خشک کردن، اشریشیاکلی منفی بود .

با توجه به نتایج حاصله، هر چهار روش مورد مطالعه در جایگاه والاتری نسبت به روش خشک کردن سنتی قرار دارند. ولی به طور کلی می‌توان روش خورشیدی را به عنوان یک روش مناسب خشک کردن زعفران بویژه برای مناطق روستایی معرفی کرد. این روش می تواند چند منظوره طراحی شود و در مواردی که آفتاب نیست و در سایر ساعات شبانه روز از انرژی الکتریکی یا باطری استفاده کرد.

روش‌های آون خلاء ، مایکروویو و انجمادی نیز با مطالعات بیشتر در آینده می‌توانند دامنه روشهای خشک کردن زعفران را توسعه بخشند.

• References

1. Lozano P, Castellar MR, Simancas MJ, Iborra JL. Quantitative high performemce liquid chromatographic method to analyse of commercial saffron (Crocus sativus L.) products. J Chromat ,1999; 830:477-482.

۲. وزارت جهاد کشاورزی. آمار نامه کشاورزی سال زراعی ۸۲-۱۳۸۱. تهران: دفتر آمار و فناوری اطلاعات، ۱۳۸۳.

۳. گمرک جمهوری اسلامی ایران. سالنامه آمار بازرگانی خارجی- صادرات. تهران: دفتر آمار و خدمات ماشینی، ۱۳۸۱.

۴. وزارت جهاد کشاورزی. آمار نامه کشاورزی سال زراعی۸۳-۱۳۸۲ . تهران دفتر آمار و فناوری اطلاعات، ۱۳۸۴.

۵. وزارت جهاد کشاورزی. آمار نامه کشاورزی ۱۳۸۲ . تهران: دفتر آمار و فناوری اطلاعات، ۱۳۸۴.

6.Winterhalter P, Straubinger M. Saffron: Renewed interest in an ancient spice. Food Rev. Int 2000; 16(1); 35-59.

۷. حبیبی باقر، باقری علیرضا. زعفران: زراعت، فرایند، ترکیبات شیمیایی و استانداردهای آن. مشهد: سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی مرکز خراسان، ۱۳۶۸ص ۲۳.

8. Carmona M, Zalacain A, Pardo JE, Lopez E, Alvarruiz A, Alonso GL. Influence of different drying and aging on saffron constituents; J. Agric Food Chem 2005; 53: 3974-3979

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]

۲۱. استاندارد آماده نمودن نمونه‌های مواد غذایی و شمارش میکروارگانیسم‌های مختلف، شماره۳۵۶. کرج: موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۷۵.

۲۲. استاندارد روش جستجو و شمارش کلی فرم ها در مواد غذایی، شماره۴۳۷. کرج: موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۷۵.

۲۳. استاندارد روش جستجو و شناسایی کپک ها و مخمر ها در مواد غذایی، شماره۹۹۷. کرج: موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۷۶.

۲۴. استاندارد روش جستجو و شمارش بیشترین تعداد احتمالی اشریشیاکلی در مواد غذایی، شماره۲۹۴۶. کرج: موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۷۳.

۲۵. ملافیابی ع . خلاصه طرح بررسی اجزای گل زعفران . سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران، پارک علم و فناوری خراسان. ۱۳۷۳.

۲۶. استاندارد زعفران- ویژگی‌ها، شماره ۱-۲۵۹. کرج: موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران،۱۳۸۲.

27. Alonso GL, Varon R, Salinas MR. Auto – Oxidation of crocin and picrocrocin in saffron under different storage conditions; Boll. Chim. Farmaceutico 1993; 132: 116-120.

28. Orfanou O, Tsimidou M. Evaluation of the colouring strength of saffron spice by UV- Vis spectromentry; Food Chem.. 1996; 57(3):463-469.

29. Alonso GL, Salinas MR, Sanchez- Fernandez MA, Garijo J. Safranal content in spanish saffron; Food Science and Technology International 2001; 7(3): 225-229.

۳۰. عاطفی م، اکبری اوغاز ع و همکاران. مقایسه اثرات روشهای خشک کردن انجمادی، اسپانیایی، آون الکتریکی و سنتی بر ویژگیهای زعفران. سومین همایش ملی زعفران ایران، ۱۳۸۲.

۳۱. استاندارد ویژگیهای میکروبی و روشهای آزمون، شماره ۵۶۸۹ . کرج: موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۰.

9.Negbi M. Saffron (Crocus sativus L.); Netherland; Harwood Academic Publishers; 1999:8، 45، 81, 92.

۱۰. عاطفی م. بررسی اثر خشک کردن انجمادی بر فاکتورهای کیفی زعفران [پایان‌نامه] تهران، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی؛ ۱۳۷۸.

11. Raina B, Agarwal SG, Bhatia AK, Gaur GS. Changes in pigments and volatiles of saffron (Crocus sativus L.) during processing and storage; J. Sci. Food Agric 1996; 71:27-32.

12. Basker D, Palevirch D, Putievsky E. Saffron the costiest spice: drying and quality and price; Acta Horticulture 1993; 344:86-97.

13. Sama JK, Raina BL, Bhatia AK. Design and development of saffron (Crocus sativus L.) processing equipment; J. Food Sci Technology 2000; 37 (4):357-362.

۱۴. استاندارد زعفران – روشهای آزمون، شماره ۲-۲۵۹. کرج: موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۷۴.

۱۵. استاندارد روش تعیین خاکستر کل در ادویه و چاشنی، شماره ۱۱۹۷. کرج: موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۷۴.

۱۶. استاندارد خاکستر نامحلول در اسید برای ادویه و چاشنی، شماره ۱۲۵۳. کرج: موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۷۴.

۱۷. استاندارد اندازه گیری ازت کل در کنجاله روغنی، شماره ۱۵۲۲. کرج: موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۷۲.

۱۸. استاندارد روش اندازه‌گیری فیبر خام در چای، شماره ۳۳۹۴. کرج: موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۷۳.

۱۹. استاندارد روش اندازه‌گیری عصاره محلول در آب سرد ادویه و چاشنی، شماره ۱۶۱۹. کرج: موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۷۱.

20. Sujata U, Ravishankar GA, Venkataraman LV. Methods for the analysis of saffron metabolites crocin crocetins, picrocrocin and safranal for the determination of the quality of spice using thin-layer chromatography, high performance liquid chromatography and Gas chromatography; Journal of Chromatography 1992; 624: 497-502.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-12]