پژوهنده (مجله پژوهشي دانشگاه علوم پزشكي شهيد بهشتي)
سال سيزدهم, شماره ۳ , پي در پي ۶۳ ، صفحات ۲۱۳ تا ۲۲۳
مرداد و شهريور ۱۳۸۷

تاريخ دريافت مقاله ۸۵/۹/۲۹
تاريخ پذيرش مقاله ۸۷/۲/۱۷

مقايسه تأثير فرآيند هاي خشک کردن در خلاء، انجمادي، خورشيدي و مايکروويو با روش سنتي بر ويژگي هاي زعفران

محمد تقي مظلومي[۱] *، اقدس تسليمي[۲]، دکتر اسماعيل جمشيدي[۳]، محسن عاطفي[۴]، دکتر نسرين حاج سيد جوادي[۵]، رزيتا کميلي فنود[۶]، فريبا سيد احمديان[۶]، حميد رضا فلاحت پيشه[۷] ، نيلوفر چوبدار [۸]، زهرا هاديان [۹]، دکتر بنفشه گلستان[۱۰]، سيد علي شفيقي [۶]

چکيده

سابقه و هدف: *زعفران از مهم ترين اقلام صادرات غيرنفتي ايران و گران ترين ادويه دنياست. با توجه به اين کـه خـشک کـردن تعيين کننده کيفيت و ارزش نهايي زعفران در بازار جهاني است، در اين پژوهش روش هـاي خـشک کـردن زعفـران شـامل آون خلاء، انجمادي، مايکروويو و خورشيدي با روش سنتي مقايسه و مناسب ترين روش خشک کردن تعيين گرديده است.*

مواد و روش ها: *در اين تحقيق که به صورت تجربي انجام گرفت مزرعه اي از مناطق کشت زعفران گناباد به صورت تصادفي انتخاب و کل گل مزرعه چيده و مخلوط شد. ابتدا نمونه‌ها از نظردرصد اجزا گل، ميزان استحصال کلاله، طول، قطر نوک، وسط و انتهاي کلاله و هم چنين رطوبت، ازت تام، خاکسترکل، خاکستر نامحلول در اسيد مورد بررسي قرار گرفتند. پس از کلاله گيري نمونه ها خشک شده و رطوبت، خاکستر کل، خاکستر نامحلول در اسيد، عصاره محلول در آب سرد، ازت تام، فيبر خام، کروسين، سافرانال و پيکروکروسين، ويژگي هاي حسي (رنگ، بافت و عطر) و شمارش کلي، کلي فرم، کپک، مخمر و اشرشيا کلي آن ها در سه تکرار اندازه گيري و نتايج مورد قضاوت آماري قرار گرفت.*

يافته ها: *عامل مولد رنگ (کروسين) روش‌هاي خورشيدي، آون خلاء و مايکروويو و عامل مولد عطر (سافرانال) نمونه سنتي با تفاوت معني داري نسبت به ساير روش ها ترجيح داده شدند ($P<۰/۰۵$). عامل مولد طعم (پيکروکروسين) روش هاي مورد مطالعه هيچ تفاوت معني داري را نشان ندادند، ويژگي حسي رنگ خشک روش‌هاي خورشيدي، انجمادي و مايکروويو، رنگ محلول روش‌هاي خورشيدي، انجمادي و آون خلاء ، عطر در حالت خشک روش‌هاي خورشيدي، انجمادي و مايکروويو با تفاوت معني‌داري ترجيح داده شدند ($P<۰/۰۵$). از نظر عطر در حالت محلول تفاوت معني داري بين روش ها مشاهده نشد. به لحاظ ويژگي ميکروبي غير از نمونه‌هاي سنتي و انجمادي بقيه روش ها با استاندارد ملي ايران مطابقت داشتند.*

نتيجه گيري: *گرچه هر چهار روش مورد مطالعه در جايگاه والاتري نسبت به روش خشک کردن سنتي قرار داشتند، ولي به نظر مي رسد روش خورشيدي يک روش مناسب براي خشک کردن زعفران در مناطق روستايي باشد.*

واژگان کليدي: *زعفـران ، خشک کردن ، کروسيـن ، سافـرانال ، پيـکروکروسين*

* ۱ . نويسنده مسؤول: کارشناس ارشد تغذيه و صنايع غذايي . تلفن: ۰۹۱۲۳۷۲۷۳۷۱ . پست الکترونيک: mt_mazloumi @ yahoo.com
۲ . مربي، انستيتو تغذيه و صنايع غذايي ، دانشگاه علوم پزشکي شهيد بهشتي
۳ . استاد ، دانشکده مهندسي شيمي ، دانشگاه اميرکبير
٤ . کارشناس ارشد تغذيه و صنايع غذايي
۵ . دکتراي علوم آزمايشگاهي ، انستيتو تغذيه و صنايع غذايي ، دانشگاه علوم پزشکي شهيد بهشتي
٦ . کارشناس تغذيه و صنايع غذايي ، انستيتو تغذيه و صنايع غذايي ، دانشگاه علوم پزشکي شهيد بهشتي
۷ . کارشناس ارشد شيمي
۸ . پژوهشگر ، انستيتو تغذيه و صنايع غذايي ، دانشگاه علوم پزشکي شهيد بهشتي
۹ . عضو هيأت علمي ، انستيتو تغذيه و صنايع غذايي ، دانشگاه علوم پزشکي شهيد بهشتي
۱۰ . استاديار ، گروه آمار و اپيدميولوژی ، دانشکده بهداشت ، دانشگاه علوم پزشکي شهيد بهشتي

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

مقدمه

زعفران گران ترين و با ارزش‌ترين ادويه جهان از کلاله‌هاي خشك شده گونه Crocus sativus به دست مـي آيـد (۱). توليد سالانه زعفران در سال ۱۳۸۱ معـادل ۲۲۸ تـن (۲) و ارزش صادرات آن متجاوز از ۵۹ ميليون دلار امريکـا (۳) و در سال ۱۳۸۲ معادل ۲۲۰ تن و ارزش صادرات ۷۰ ميليون دلار امريکا بوده است (٤). با احتساب حجم توليد و صادرات، سهم صادرات از توليد سال ۱۳۸۱ برابر ۵۷% به ارزش هر کيلـوگرم ٤٥٤ دلار و از توليد سـال ۱۳۸۲ برابـر ٦٦/۸% بـه ارزش هـر کيلو گرم ٤۸۲ دلار امريکا بوده است (۵). اين در حالي است که در بازار هاي بين المللي بسته هاي زعفران کـه بـه نـدرت بيش از ۲ گرم و غالبا فقط ۰/۲۵ گرم وزن دارند به قيمت هر گرم ۱۵-۱۰ دلار آمريکا به فروش مي رسند (٦). صرف نظـر از جنبه هاي زراعي نظير ويژگي خاک، موقعيت جغرافيـايي و عوامل جوي ماننـد دمـا و رطوبـت و هـم چنـين روش هـاي کاشت، داشت و برداشت که در کيفيت زعفران توليدي تـأثير مي گذارد، روش هاي خشک کردن تعيين کننـده کيفيـت و ارزش نهايي زعفران مي باشد. عطر خـاص زعفـران در زمـان خشک کردن به دليل هيـدروليز پيکروکروسـين و آزاد شـدن آلدئيد فرار سافرانال حاصل مي شود. به علاوه قدرت رنگي آن نيز به دليل کـاهش رطوبـت محتـوي کـه مـي توانـد باعـث هيـدروليز رنگدانـه کروسـين گـردد، افـزايش مـي يابـد (۷). رطوبـت کـم تـر، حـداقل۱۲% براسـاس اسـتاندارد جهـاني ISO 3632 حفظ کيفيت محـصول را در دوران طـولاني‌تـر نگه داري موجب مي گردد (۸).

معمـولاً سـه روش خـشك کـردن در سـايه، آفتـاب و خشك کـردن بـه وسـيله حـرارت حاصـل از سـوخت هـا در کشورهاي مختلف متداول اسـت. خـشك کـردن در سـايه در ايران، يونان و مراکش رايج اسـت (۹). در ايـران مـدت زمـان خشك کـردن در سـايه ۲۰-۳ روز بـا رطوبـت نهـايي ۱۵-۷ درصد گزارش شده است. امـروزه در ايـران عـلاوه بـر حالـت دسته، زعفران به صـورت پوشـال و سـرگل در سـايه، سـايه- آفتاب و يا به روش اسپانيايي (خشك کردن با الـك) خـشك مي شود (۱۰). در يونان کلاله هاي تازه چيده شده به صورت لايه هاي نازك بر روي طبقاتي با تور ابريـشمي در اتـاق‌هـاي تاريک (سايه خـشک) در دمـاي اوليـه ۲۰ و متعاقبـاً ۳۵-۳۰ درجه سلسيوس خشک مي شوند. اين فرآيند ۱۲-۱۰ سـاعت طـول مـي کـشد. در مـراکش کلالـه‌هـاي جداسـازي شـده به صورت لايه نازك بـر روي پارچـه بـه مـدت ۱۰-۷ روز در سايه خشك مي شوند (۹).

خشك کـردن در آفتـاب غالبـاً در هندوسـتان، کـشمير و مراکش رايج است. در هندوستان کلالـه هـا همـراه خامـه در طي ۵-۳ روز در آفتاب تا رطوبت ۱۲-۱۰% خشك مي شوند. در ديگر روش بلافاصله بعد از چيدن گل کلاله هـا همـراه بـا خامه جدا شده و در دسته هـاي کوچـک (Gucchi) در نـور خورشيد خشک مي گردند (۱۱). در مراکش براي تـسريع در خشك شدن ضخامت لايه کلاله ها کم شده است و در نتيجه زمان خـشك شـدن بـه ۲ سـاعت کـاهش يافتـه اسـت (۹). در اسپانيا و ايتاليا غالباً زعفران در الك بـا حـرارت حاصـل از سوخت‌ها خشك مي شـود.. بـراي خـشك شـدن يکنواخـت، هر چند وقت يکبار زعفران از يك الك به الك مشابه ديگـري منتقل مي گردد (۹).

در يک تحقيق با خشك کردن نمونه هاي زعفـران تـا وزن ثابت در دماهـاي ۲۰ ، ۳۰ ، ۳٦ ، ٤٤ ، ۵۰ ، ٦٦ ، ۷۷ ، ۸۵ ، ۹۲ و ۱۰۰ درجه سلسيوس به اين نتيجه رسيدند کـه درصـد رطوبت و مواد فرار باقي مانده زعفران به تنظيم رابطه زمان و دماي مورد اسـتفاده بـستگي دارد (۱۲). در تحقيـق ديگـري ويژگي هاي کلاله در مراحل مختلف نمو گل و اثر روش هـاي خشك کردن بر تغييرات رنگدانه ها و مـواد فـرار زعفـران در طي فرآيند و انبار ماني مورد بررسي قـرار گرفـت. بـر اسـاس نتـايج ايـن تحقيـق خـشك کـردن در آون الکتريکـي ($^{\circ}C$ ۵ ±٤۰) و خشك کردن خورشيدي توصيه گرديـد (۱۱). در تحقيقات بعدي دماي مناسب خشك کردن در خشك کن خورشيدي $^{\circ}C$ ۵۰ اعلام شد (۱۳).

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

در ايران اثر فرآيند خشك كردن انجمادي (انجماد اوليه در $^{\circ C}$ ۱۸- ، فشار mmHg ۰/۱۵، دماي فرآيند $^{\circ C}$ ۱۳- و زمان ۲۰ ساعت) با روش خشك كردن در سايه (۳ روز) مقايسه شد. با توجه به نتايج، نمونه‌هاي خشك شده انجمادي درصد كروسين و پيكروكروسين بيش تري از نمونه خشك شده در سايه داشتند ($P<۰/۰۵$). در اين تحقيق شمارش تعداد كلي فرم، كپك و مخمر در نمونه‌هاي خشك شده به روش انجمادي پايين تر از نمونه خشك شده به روش سنتي بود (۱۰).

در سال ۲۰۰۵ سه روش مختلف خشك كردن زعفران شامل خشك كردن در دماي اتاق، خشك كردن با هواي داغ ($^{\circ C}$ ۷۰ ، $^{\circ C}$ ۹۰ ، $^{\circ C}$ ۱۱۰) و خشك كردن بعد از فرآيند سنتي با سه منبع مختلف حرارتي (ذغال مو، اجاق گازي و كويل الكتريكي) با زمان ۵۵- ۲۸ دقيقه و ميانگين دماي $^{\circ C}$ ۸۳- ٥٤ مورد مطالعه قرار گرفت. بيش ترين شدت رنگ وقتي كه زعفران در دماي بالاتر و زمان كوتاه تر قرار گرفت، حاصل گرديد. اين تحقيق نشان داد كه اگر شدت رنگ زعفران مطلوب نظر مي باشد، قرا گرفتن آن در دماي بالاتر و زمان كوتاه تر بهتر از قرار گرفتن در دماي پايين تر و زمان طولاني مي باشد (۸).

با توجه به روش هاي مختلف خشك كردن و اهميت هر يک در كيفيت زعفران و عدم گزارش هم زمان و كاملي از اين روش ها در كشور، مطالعه حاضر براي مقايسه اثرات فرآيندهاي خشك كردن در خلاء، انجمادي، خورشيدي و مايكروويو با روش سنتي بر ويژگي‌هاي زعفران در انستيتو تحقيقات تغذيه اي و صنايع غذايي كشور طي سال هاي ۱۳۸۰-۸۲ انجام گرفت.

مواد و روش ها

تحقيق به روش تجربي انجام گرفت و نمونه هاي مورد مطالعه از مزرعه نمونه مناطق كشت گناباد كه به طور تصادفي انتخاب گرديد، جمع آوري شد.

خشك كن خورشيدي با ارائه داده هاي لازم توسط مجريان طرح و طراحي توسط همكار پروژه از دانشكده مهندسي شيمي دانشگاه صنعتي اميركبير ساخته شد. اين خشك كن اولين خشك كن خورشيدي ويژه زعفران بود كه در ايران طراحي و ساخته شد. خشك كن انجمادي مورد استفاده از نوع Zirbus مدل Vaco 5 ساخت آلمان، مايكروويو مدل M246 ساخت شركت بوتان، آون خلاء، مدل Soofer Co ۲۹ ساخت آمريكا و آون معمولي از نوع Herious ساخت آلمان بود . براي خشك كردن كلاله ها در روش آون خلاء دماي $^{\circ C}$ ۲° ± ۵۵ در فشار inch Hg ۲۲- و زمان ۵/۵ ساعت، در روش انجمادي دماي كندانسور $^{\circ C}$ ٤٠- ، فشار mmHg ۰/۰۹۹٦ و زمان ۱۳/۵ ساعت، در روش خورشيدي دماي $^{\circ C}$ ۵۰–٤٠ و زمان ۲/۵ ساعت، در روش مايكروويو توان ۳۰% و زمان ۳/۵ دقيقه و بالاخره در روش سنتي (سايه) نمونه ها در ضخامت يك سانتي متر و در دماي اتاق طي ۱٦۸ ساعت خشك گرديدند.

كليه مواد شيميايي مورد نياز از نمايندگي شركت Merck در ايران تهيه شد. ابتدا روي نمونه هاي كلاله تازه آزمون‌هاي فيزيكي شامل سنجش درصد اجزاي گل زعفران، ميزان استحصال كلاله و اندازه گيري طول، قطر نوك، وسط و انتهاي كلاله انجام گرفت. متعاقباً آزمون هاي شيميايي شامل رطوبت، خاكستر كل، خاكستر نامحلول در اسيد و ازت تام به عمل آمد و در نهايت آزمون‌هاي ميكروبي شامل شمارش كلي، كلي فرم، E.Coli و كپك و مخمر به روش هايي كه متعاقباً ذكر مي گردند، انجام گرفت. روي نمونه هاي خشك شده نيز آزمون‌هاي شيميايي شامل رطوبت طبق استاندارد ملي۲- ۲۵۹ (١٤)، خاكستر كل طبق استاندارد ملي ۱۱۹۷ (۱۵)، خاكستر نامحلول در اسيد طبق استاندارد ملي ۱۲۵۳ (١٦)، ازت تام طبق استاندارد ملي ۱۵۲۲ (۱۷)، فيبر خام طبق استاندارد ملي ۳۳۹٤ (۱۸)، عصاره محلول در آب سرد طبق استاندارد ملي ١٦١٩ (۱۹)، كروسين، سافرانال و پيكروكروسين به روش اسپكتروفتومتري طبق استاندارد

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

ملـي ۲- ۲۵۹ (١٤) و هـم چنـين سـافرانال بـه روش کروماتوگرافي با کارآيي بالا (۲۰) انجام گرفت. کليه آزمايشات ياد شـده در سـه تکـرار انجـام گرفـت. بـراي ارزيـابي حـسي نمونه‌هاي زعفران خشك شده شامل رنگ (به حالت خشك و محلول)، عطر (به حالت خـشك و محلـول) و بافـت از ۵ نفـر ارزياب هاي دوره ديده و آزمون رتبه بندي بهـره گيـري شـد (۲۱). آزمون هاي ميکروبي طبق استاندارد هـاي ملـي ۳۵٦، ٤۳۷ ، ۹۹۷ ، ۲۹٤٦ (۲۵-۲۲) انجام گرفت.

روش هاي آماري مورد استفاده براي مشخصه هـاي کمـي مانند ميانگين و انحراف معيار آمـار توصـيفي، بـراي مقايـسه پارامترهاي کمي بين تيمارهـا آنـاليز واريـانس يـك طرفـه و آزمون شفه و براي ارزيابي حسي روش رتبه بنـدي و آزمـون فريدمن با استفاده از نرم افزار SPSS بود

يافته ها

تحقيق با استفاده از ۵ روش خشک کردن و در سه تکـرار انجام گرفت. يافته هاي حاصل از اندازه گيري درصـد اجـزاي گل، ميزان استحصال کلاله، طول، قطر نوك، وسط و انتهـاي کلاله‌هاي جداسازي شده از گل‌هاي زعفـران تـازه بـاز شـده مزرعه نمونه در جدول ۱ آمده است.

هم چنين درصد رطوبت، خاکسترکل، خاکستر نامحلول در اسيد و ازت تام نمونه هاي کلاله تازه در جدول ۲ آمده است.

نتـايج حاصـل از انـدازه‌گيـري رطوبـت، خاکـستر کـل، خاکـستر نـامحلول در اسـيد، ازت تـام، فيبرخـام و عـصاره محلول در آب سرد نمونه هـاي خـشك شـده در جـدول ۳ آمده است.

نتـايج حاصـل از انـدازه گيـري کروسـين، سـافرانال و پيکروکروسين زعفران خشك شده به روش اسپکتروفتومتري در جدول ٤ آمـده اسـت. چنـان چـه مـشاهده مـي گـردد پيکروکروسين زعفران هاي خشك شده تفاوت معنـي داري را بر اساس روش‌هاي خشك کردن نشان نمي‌دهند. از نظـر کروسين روش‌هاي آون خلاء، خورشيدي و مايکروويو تفاوت معني داري را با روش سنتي نشان مـي دهنـد (P<۰/۰۵). از نظر ويژگي سافرانال نيز نمونه سنتي تفاوت معنـي داري را با ساير روش‌ها نشان مي دهد (P<۰/۰۵).

جدول ۱- ويژگي هاي فيزيکي کلاله هاي جداسازي شده از گل هاي زعفران گناباد

	درصد اجزاء گل زعفران (n=۱۰۰)			ميزان استحصال کلاله تازه (g/kg) (n=۱۰۰)	طول کلاله (mm) (n=۲۵)	قطر کلاله (mm) (n=۲۵)	قطر وسط کلاله (mm) (n=۲۵)	قطر انتهاي کلاله (mm) (n=۲۵)
	گلبرگ،کاسبرگ و دم گل	پرچم	خامه	کلاله				
	۸۲/۵۳±۰/۵۱	۹/۳۱±۰/۱۷	۲/٦۰±۰/۰٤	٥/٥٦±۰/۲۲	٤٤/۷۱±۰/۰٦	۲/۸۵±۰/۲۸	۲/۰۰±۲/۱۸	۰/۷۵ ±۰/۱۵	۰/۵۹ ± ۰/۰۵

جدول ۲- ويژگي هاي شيميايي نمونه‌هاي کلاله تازه گناباد

ويژگي هاي شيميايي	رطوبت	خاکستر کل	خاکستر نامحلول	ازت تام
در صد در کلاله های تازه	۸۰/۳۲±۱/۰۲	۳/۹۹±۰/۱۵	۰/۳۳±۰۹	۲/۳۷±۰/۰۳

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

جدول۳- ويژگي هاي شيميايي زعفران گناباد بر حسب روش هاي خشک کردن

ويژگي / روش	رطوبت	خاکستر کل	خاکستر نامحلول در اسيد	ازت تام	فيبر خام	عصاره نامحلول در آب سرد
آون خلاء	٦/٤٠±٠/١٩	٤/١٣±٠/٠٧٠	٠/٤٤±٠./٠٥	٢/٣٦±٠/٠٢	٦/٦٨±٠/٤١	٦٥/٤٠±٠/٥٣
انجمادي	٥/٩٩±٠/٠٢	٤/٠٢±٠/٠٨	٠/٤٧±٠/٠٣	٢/٣٢±٠/٠٢	٥/٤٠±٠/٣٥	٥٨/٢٤±٥٨
خورشيدي	٥/٧٥±٠/٠٣	٤/١٣±٠/١١	٠/٤٧±٠/٠٨	٢/٣٣±٠/٠٤	٦/٠٠±٠/٥٤	٦٢/٩٥±٠/٨٩
مايكروويو	٤/٨١±٠/١٨	٤/٢٠±٠/٠٤	٠/٥٠±٠/٠٦	٢/٤١±٠/٠٣	٤/٥٣±٠/٤٧	٦٧/٢١±١/٥٣
سنتي	٥/٤٢±٠/٢١	٤/٣٠±٠/١٥	٠/٣٢±٠/٠٥	٢/٣٤±٠/٠٤	٦/٨٢±٠/٠٥	٦٠/٥١±٣/٤٣

جدول ٤ - عوامل مولد رنگ، عطر و طعم زعفران گناباد بر حسب روش هاي خشک کردن بروش اسپکتروفتومتري

ويژگي / روش	كروسين جذب محلول آبي ١% در ٤٤٠ نانومتر (برحسب ماده خشك)	سافرانال جذب محلول آبي ١% در ٣٣٠ نانومتر (برحسب ماده خشك)	پيكروكروسين جذب محلول آبي ١% در ٢٥٧ نانومتر (برحسب ماده خشك)
آون خلاء	٢٦٩/٨٦ ±٢/٣٥ [a*]	٢٩/٣٤±٠/٥٦ [b]	١٠٠/١٥±١/٨٩ [a]
انجمادي	٢٤٦/٧٢±١١/٧٤ [ab]	٢٧/١٨±١/٠٤ [b]	٩٣/٦١±٠/٧٩ [a]
خورشيدي	٢٧٧/٩٨±١٠/٤٩ [a]	٢٩/٣٠±٠/٢٦ [b]	١٠٠/٧٠±٥/٢٣ [a]
مايكروويو	٢٦٧/٣٦±١١/٤٦ [a]	٢٩/٢١±٠/٤٤ [b]	٩٥/٤١±٠/١٨ [a]
سنتي	٢٠٩/٢١±٥/١٣ [b]	٤٢/٩٩±٠/٥٢ [a]	٩٥/٤١±٩/٤١ [a]

* حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده وجود تفاوت معني دار است (P<٠/٠٥).

جدول ٥- عامل مولد عطر زعفران نمونه‌هاي زعفران گناباد برحسب روش هاي خشک کردن بروش HPLC

روش هاي خشک کردن	آون خلاء mg/kg	انجمادي mg/kg	خورشيدي mg/kg	مايكروويو mg/kg	سنتي mg/kg
ميزان وزني عامل مولد عطر زعفران	٢٢٢/٤±٢/٩٦ [a*]	١٢٧/٣±١/٨٣ [b]	١٤٧/٤٥±٣/٣٢ [c]	٢٣٥/٦٥±٠/٩١ [d]	٦٥/٢٥±٢/٣٣ [e]

* حروف متفاوت نشاندهنده وجود تفاوت معني دار بين روش هاي مختلف خشك كردن مي باشد (P<٠/٠٥).

نتايج اندازه گيري سافرانال نمونه‌هاي خشك شده به روش كروماتوگرافي مايع با كارايي بالا (HPLC) در جدول ٥ آمده است. چنـان چه از نتايج مشهود است تمام نمونه ها بـا يـك ديگر اختلاف معني داري را نشان مي دهند (P<٠/٠٥).

نتايج ارزيابي حسي ويژگي‌هاي رنگ به حالت خشك، رنـگ به حالت محلول، عطر به حالت خشك، عطر به حالت محلول و بافت در جدول ٦ آمده است. چنـان چـه از نتـايج مـشهود اسـت از نظـر ويژگي حسـي رنگ به حـالت خشـك، تفـاوت

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

معني داري بين نمونه هاي روش انجمادي، خورشيدي و آون خلاء مشاهده نمي‌گردد. اما روش انجمادي و خورشيدي با روش مايکروويو و سنتي تفاوت معني داري دارند (P<۰/۰۵). بين روش آون خلاء با مايکروويو و سنتي نيز تفاوت معني‌داري وجود ندارد. از نظر ويژگي رنگ به حالت محلول بين نمونه هاي آون خلاء، خورشيدي و انجمادي تفاوت معني داري مشاهده نمي‌گردد. اما رنگ به حالت محلول نمونه هاي خورشيدي، آون خلاء و انجمادي با مايکروويو و سنتي تفاوت معني‌داري دارند (P<۰/۰۵). بين نمونه مايکروويو و سنتي نيز تفاوت معني‌دار نيست. از نظر ويژگي عطر به حالت خشك نمونه هاي انجمادي، مايکروويو وخورشيدي با نمونه آون خلاء و سنتي تفاوت معني داري را نشان مي دهند (P<۰/۰۵). از نظر ويژگي عطر به حالت محلول تفاوت معني‌داري بين نمونه‌ها مشاهده نمي شود. ارزيابي ويژگي بافت نيز نشان مي‌دهد که روش آون خلاء با ديگر روش‌ها تفاوت معني‌داري دارد (P<۰/۰۵). بين ساير روش‌ها غير از روش انجمادي که تفاوت معني‌داري را با روش مايکروويو نشان مي دهد (P<۰/۰۵) تفاوت وجود ندارد.

نتايج آزمون هاي ميکروبي نمونه هاي کلاله تازه گناباد در جدول۷ آمده است. يافته ها حکايت از وجود اشرشيا کلي در نمونه هاي تازه دارد.

نتايج آزمون هاي ميکروبي نمونه‌هاي خشك شده در جدول ۸ آمده است. يافته ها نشان مي دهد که پس از خشك کردن تمامي روش هاي مورد مطالعه به جز روش سنتي با استاندارد مطابقت داشته اند. نکته قابل توجه اين که اشرشيا کلي در تمام روش هاي خشک کردن به جز روش سنتي منفي بود.

جدول ٦- ويژگي هاي حسي زعفران گناباد بر حسب روش هاي خشک کردن

ويژگي حسي / روش	رنگ بحالت خشك	رنگ بحالت محلول	عطر بحالت خشك	عطر بحالت محلول	بافت
آون خلاء - مجموع رتبه ها	۱۸$^{a\ b}$	۱۰^{a}	۲۷^{b}	۲۰^{a}	٦^{a}
انجمادي- مجموع رتبه ها	۹^{a}	۱٦^{a}	۷^{a}	۱۹^{a}	۲۸^{c}
خورشيدي – مجموع رتبه ها	۱۱^{a}	۱۱^{a}	۱۵^{a}	۱۵^{a}	۲۲^{bc}
مايکروويو - مجموع رتبه ها	۲۲^{b}	۲۷^{b}	۱٤^{a}	۱۸^{a}	۱۷^{b}
سنتي – مجموع رتبه ها	۳۰^{b}	۲٦^{b}	۲۷^{b}	۱۸^{a}	۲۱^{bc}

* حروف متفاوت در ستون ها نشاندهنده وجود تفاوت معني دار مي باشد (P<0.05).

جدول ۷- ويژگي هاي ميکروبي کلاله هاي زعفران تازه گناباد

	شمارش کلي (cfu/g)	شمارش کليفرم (cfu/g)	شمارش کپك و مخمر(cfu/g)		وجود اشرشياکلي
			کپك	مخمر	
ميزان ويژگی های ميکروبی	۳×۱۰^{٤} ±۲×۱۰^{٤}	٤×۱۰^{۳} ±۱×۱۰^{۳}	٦۰±۱۰	۹۰۰±۱۰۰	مثبت

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

جدول ۸- ويژگي هاي ميكروبي زعفران گناباد بر حسب روش هاي خشک كردن

آزمون ميكروبي / روش	شمارش كلي (cfu/g)	شمارش كليفرم (cfu/g)	شمارش كپك و مخمر (cfu/g)		وجود اشرشيا كلي
			كپك	مخمر	
آون خلاء	$۱۰^{۳} \pm ۱۰^{۲}$	۱۰±۵	منفي	۱۰±۵	منفي
انجمادي	$۱۳\times۱۰^{۳} \pm ۲\times۱۰^{۳}$	۸۰۰±۱۰	۵۰±۷	۲۰۰±۳۰	منفي
خورشيدي	۱۲۰۰±۵۰	منفي	۵۰±۷	منفي	منفي
مايكروويو	۱۰۰±۲۰	منفي	منفي	منفي	منفي
سنتي	$۵\times۱۰^{۳} \pm ۲\times۱۰^{۳}$	$۱۸\times۱۰^{۲} \pm ۲\times۱۰^{۲}$	$٤۷\times۱۰^{۲} \pm ۲\times۱۰^{۲}$	$۱۰۳ \pm ۱۸\times۱۰^{۳}$	مثبت

بحث

تحقيق نشان داد كه ميزان استحصال كلاله تازه نزديك به متوسط استحصال اعلام شده كلاله تازه در ايران يعني ٤٧/٣٩ گرم در كيلوگرم گل زعفران مي باشد (٢٦). پايين تر بودن ميزان استحصال كلاله در منطقه گناباد را مي توان تا حدي به تعداد بيش تر گل هاي غنچه باز نشده با دم گل بزرگ تر مربوط دانست، چرا كه در مراحل نمو گل زعفران و در معرض نور خورشيد ميزان استحصال كلاله به همراه طول و قطر كلاله افزايش مي يابد (١١).

به لحاظ ويژگي هاي شيميايي زعفران خشك شده، درصد رطوبت، خاكسترکل، خاكستر نامحلول در اسيد، ازت تام، فيبرخام و عصاره محلول درآب سرد نمونه گناباد به جز فيبر خام كه تا حدي به خطاي آزمون باز مي گردد در ساير موارد با استاندارد ملي ايران مطابقت دارد (٢٧).

نتايج حاصل از اندازه‌گيري كروسين، سافرانال و پيكروكروسين به روش اسپكتروفتومتري حكايت از آن دارد كه روش خورشيدي، آون خلاء و مايكروويو در مقايسه با روش سنتي نتايج بهتري را به لحاظ كروسين نشان مي‌دهند ($P<۰/۰۵$). Basker در تحقيق خود نشان داده است كه با افزايش دماي خشك كردن از ٢٠ به ٤٠ درجه سانتي گراد ميزان رنگ افزايش يافته است. اين افزايش تقريباً با نوساناتي تا دماي $۸۵^{\circ C}$ قابل مشاهده بوده است. اما از آن درجه به بالا سير نزولي داشته است (١٢). بالا بودن ميزان كروسين در روش هاي آون خلاء و خورشيدي نيز با نتايج Basker هم خواني دارد. در مورد روش مايكروويو نيز مي توان كوتاه بودن زمان فرايند خشك كردن (٣/٥ دقيقه) را علت حفظ رنگ دانست. بالا بودن ميزان كروسين در روش انجمادي در مقايسه با روش سنتي را نيز مي توان به پايين بودن ميزان اكسيژن و دما در روش خشك كردن انجمادي در مقايسه با روش سنتي نسبت داد (١٠و٢٨). از نظر سافرانال روش سنتي با تفاوت معني داري جلوتر از ساير روش ها قرار دارد ($P<۰/۰۵$). اما به نظر محققين حاضر اسپكتروفتومتري روش چندان قابل قبولي براي اندازه گيري سافرانال نيست. Orfanou و Tsimidou نيز در سال ١٩٩٦ اعلام داشتند كه انتظار مي رود سافرانال در طول موج ٣٠٨ نانومتر فاز آبي يا الكلي جذب داشته است. به علاوه جذب در طول موج ٢٥٧ نانومتر به باندهاي گليكوزيدي كروسين و جذب در طول موج حدود ٣٣٠ نانومتر به حالت سيس كروسين مربوط مي شود (٢٩). نتايج اندازه‌گيري سافرانال بروش HPLC نيز مؤيد اين مهم است. Alonso و همكاران در سال ٢٠٠١ با بررسي سافرانال نمونه هاي اسپانيا، ايران، هند و ايتاليا كه به روش گازكروماتوگرافي و طيف سنجي استفاده شد، نتيجه گيري نمودند كه نمونه هاي ايراني به دليل نوع فرآيند

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

خشك كردن پايين ترين ميزان سافرانال را دارا هستند (۳۰). از نظر پيكروكروسين نيز چنان چـه از نتـايج مـشهود اسـت، هيچ تفاوت معني داري بين روش‌هاي مختلف خشك كـردن مشاهده نمي گردد.

نتـايج آزمـون حـسي رنـگ بـه حالـت خـشك روش‌هـاي انجمـادي، خورشـيدي و آون خـلاء تفـاوت معنـي‌داري را نشان نمي دهد. در مورد نمونه هـاي آون خـلاء و مـايكروويو نتايج ارزيابي حسي با نتايج اسـپكتروفتومتري تطـابق نـدارد، اين امر مي تواند ناشي از دماي بالاي مايكروويو و تغيير رنگ سطحي زعفران و در مورد آون خلاء هالـه لعـاب ماننـد تيـره رنـگ سـطح آن باشـد. عـدم وجـود تفـاوت معنـي دار بـين نمونه هاي آون خلاء، مايكروويو و روش سنتي نيز مؤيد ايـن مطلـب اسـت. Raina و همكـارانش نيـز اعـلام داشـته انـد خشك كردن در سايه (مانند روش سنتي ايران) عطر و طعـم مطلوب دارد، امـا از نظـر ويژگـي هـاي كلـي از جملـه رنـگ مطلـوب نمـي باشـد (۱۱). در ويژگـي رنـگ محلـول روش مايكروويو با روش سنتي تفاوت معني داري نـشان نـداد. امـا اين دو نمونه بـا سـاير روش‌هـا تفـاوت معنـي داري داشـتند ($P<۰/۰۵$). علـت ايـن امـر در مـورد نمونـه مـايكروويو را همان طور كه ذكر شـد مـي‌تـوان تـأثير دمـاي بـالاي روش مايكروويو اعلام نمود. ويژگي عطر به حالت خشك نمونه آون خلاء تفاوت معني داري را با روش سنتي نـشان نمـي دهـد، حال آنكه اين دو روش با ساير روش هـا تفـاوت معنـي داري دارند ($P<۰/۰۵$). علت مطلـوب بـودن عطـر روش مـايكرويو برخلاف ويژگي رنگ را مي توان به شكـسته شـدن احتمـالي بيش تر پيكروكروسين و در نتيجه آزاد شدن سافرانال همراه با توليد گلوكزمربوط دانست. در رابطه با عدم مطلوبيت نمونه آون خـلاء مـي تـوان بـه بـوي علفـي ناشـي از نـوع فرآينـد اشاره نمود. Raina و همكارانش نيز به بوي نامطلوب نمونـه خشك شده به روش آون خلاء اشـاره نمـوده‌انـد (۱۱). عـدم وجود تفاوت معني دار عطر به حالت محلول بين روش هـاي مختلف خشك كردن را مي توان به علت رقيـق شـدن عطـر زعفران روش هاي مختلـف و در نتيجـه عـدم وجـود تفـاوت معني‌دار مرتبط دانست. امـا از نظـر ويژگـي بافـت روش آون خـلاء بـا تفـاوت معنـي داري از سـاير روش هـا قـرار دارد ($P<۰/۰۵$). صرف نظر از وجود تفاوت معني دار ويژگي بافت روش انجمادي با مايكروويو ($P<۰/۰۵$)، ساير روش ها تفاوت معني‌داري را نشان نمي دهند. در انتهاي اين قسمت از بحث بايد اضافه نمود كه با توجه به يافته هاي عاطفي و همكـاران در سال ۱۳۸۲ به نظر مي رسد بـا مطالعـه در زمينـه تغييـر شرايط خشک كردن انجمادي بتوان به نتايج بهتـري در ايـن روش دست يافت (۳۱)

از نظر مقايسه ويژگي هاي ميكروبـي نمونـه هـاي مـورد مطالعه با اسـتاندارد ملـي ايـران (۳۲)، شـمارش كلـي تمـام نمونه ها با استاندارد شمارش كلي زعفران (۵×۱۰^{۴} cfu/g) مطابقت دارد. از نظر تعداد كلي فرم نمونـه هـاي كلالـه تـازه مغاير استاندارد بود. پس از خـشك كـردن نيـز نمونـه هـاي خـشك شـده بـه روش سـنتي بـا اسـتاندارد مربوطـه ($۱۰^{۳}$ cfu/g) تطابق نداشت. از نظر تعداد كپك و مخمر پس از اعمـال فرآينـد خـشك كـردن در تمـامي نمونـه هـاي خشك شده به جز نمونه خشك شده به روش سـنتي تعـداد كپك و مخمر با استاندارد (۵×۱۰^{۳} cfu/g) مطابقـت دارد. علت اين امر را نيز مي تـوان خـشك شـدن آهـسته در روش سنتي و مناسـب بـودن شـرايط بـراي رشـد كپـك و مخمـر ذكـر كـرد. متأسـفانه كلالـه هـاي تـازه بـه اشرشـيا كلـي آلوده بودند و گرچه تيمارهـاي مـورد مطالعـه در مقايـسه بـا روش سنتي به حذف اشرشيا كلـي منجـر شـد، امـا در روش سنتي اشرشيا كلي نمونه خشك شده هم چنان مثبـت بـوده است، كه اين خود ضرورت توجه به روش هاي مورد مطالعـه را تأييد مي نمايد.

نتيجه گيري

با توجه به نتايج حاصله هـر چهـار روش مـورد مطالعـه در جايگاه والاتري نسبت به روش خشـك كردن سنتي زعفـران

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

قرار داشته‌اند. ولي به طور كلي مي‌تـوان روش خورشـيدي را به عنوان يك روش ملي براي خشك كردن زعفران بـه ويـژه در مناطق روستايي معرفي نمود. ايـن روش مـي توانـد چنـد منظوره طراحي شده و در مواردي كه آفتاب نيست و در ساير ساعات شبانه روز از انرژي الكتريكي يا باطري استفاده نمـود. روش‌هاي آون خلاء و مايكروويو و انجمادي نيـز بـا مطالعـات آتي خود مي توانند دامنه روش هاي خشك كردن زعفران را توسعه بخشند.

REFERENCES

1. Lozano P, Castellar MR. Quantitative high performance liquid chromatographic method to analyse of commercial saffron (Crocus sativus L.) products. J Chromatography 1999; 830:477-82.

۲. وزارت جهاد كشاورزي. آمارنامه كشاورزي سال زراعي۸۲-۱۳۸۱. دفتر آمار و فناوري اطلاعات، نشريه شماره ۸۳/۰٦، سال ۱۳۸۳، جلد اول، صفحه ۷۱.

۳. گمرک جمهوري اسلامي ايران. سالنامه آمار بازرگاني خارجي- صادرات. دفتر آمار و خدمات ماشيني،۱۳۸۱ ، صفحه ۸۸.

٤. وزارت جهاد كشاورزي. آمار نامه كشاورزي سال زراعي ۸۳-۱۳۸۲. دفتر آمار و فناوري اطلاعات، نشريه شماره ۸٤/۰۵ ، سال ۱۳۸٤، جلد اول، صفحه ۷۸.

۵. وزارت جهاد كشاورزي. آمارنامه كشاورزي ۱۳۸۲. دفتر آمار و فناوري اطلاعات، نشريه شماره ۱۳۸٤/۰۷، سال ۱۳۸٤، جلددوم ، صفحه ۱۰۵.

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

۷. حبيبي باقر، باقري عليرضا. زعفران (زراعت، فرايند، تركيبات شيميايي) و استانداردهاي آن. سازمان پژوهش هاي علمي و صنعتي مركز خراسان،سال ۱۳٦۸، صفحه ۲۳.

8. Carmona M, Pardo JM. Influence of different drying and aging on saffron constituents. J Agric Food Chem 2005; 53: 3974-9.

9. Negbi M. Saffron (Crocus sativus L). Netherland: Harwood Academic Publishers. 1999. PP: 81-92.

۱۰. عاطفي م. بررسي اثر خشك كردن انجمادي بر فاكتورهاي كيفي زعفران، پايان‌نامه كارشناسي ارشد، دانشگاه علوم پزشكي و خدمات بهداشتي درماني شهيد بهشتي ، دانشكده علوم تغذيه و صنايع غذايي ،سال ۱۳۷۸، صفحات ۱۹ ، ۳۸-۳۳ ، ٦۰-۵۷ و ٦۳.

11. Raina BL, 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, Palevitch 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): 357-62.

۱٤. استاندارد ملي ايران شماره ۲-۲۵۹. زعفران. روش هاي آزمون ، مؤسسه استاندارد و تحقيقات صنعتي ايران، تجديد نظر دوم، چاپ هشتم، ۱۳۷٤، صفحات ۲۲ تا ۵۴.

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

۱۵. استاندارد ملي ايران شماره ۱۱۹۷. روش تعيين خاکستر کل در ادويه و چاشني . موسسه استاندارد و تحقيقات صنعتي ، چاپ سوم ، سال ۱۳۷٤.

۱٦. استاندارد ملي ايران شماره ۱۲۵۳. خاکستر نامحلول در اسيد براي ادويه و چاشني. موسسه استاندارد و تحقيقات صنعتي ، تجديد نظر اول، چاپ دوم ، سال۱۳۷٤.

۱۷. استاندارد ملي ايران شماره ۱۵۲۲. اندازه گيري ازت کل در کنجاله روغني . موسسه استاندارد و تحقيقات صنعتي ايران، چاپ دوم ، سال ۱۳۷۲.

۱۸. استاندارد ملي ايران شماره ۳۳۹٤. روش اندازه گيري فيبر خام در چاي. موسسه استاندارد و تحقيقات صنعتي ايران، چاپ اول، سال ۱۳۷۳.

۱۹. استاندارد ملي ايران شماره ۱٦۱۹. روش اندازه گيري عصاره محلول در آب سرد ادويه و چاشني. موسسه استاندارد و تحقيقات صنعتي ايران، چاپ دوم ، سال ۱۳۷۱.

20. Sujata V, Ravishankar GA, Venkataraman LV. Methods for the analysis of the 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. J Chromatography 1992; 624: 497-502.

21. ISO 8587. Sensory analysis - Methodology - Ranking. International Organization for Standardization. 1st ed. Geneva. 1998.

۲۲. استاندارد ملي ايران شماره۳۵٦. آ ماده نمودن نمونه هاي مواد غذايي و شمارش ميکروارگانيسم هاي مختلف. مؤسسه استاندارد و تحقيقات صنعتي ايران، چاپ دهم، سال ۱۳۷۵.

۲۳. استاندارد ملي ايران شماره٤۳۷. روش جستجو و شمارش کلي فرم ها در مواد غذايي. مؤسسه استاندارد و تحقيقات صنعتي ايران، چاپ هشتم، سال ۱۳۷۵.

۲٤. استاندارد ملي ايران شماره۹۹۷. روش جستجو و شناسايي کپک ها و مخمر ها در مواد غذايي. مؤسسه استاندارد و تحقيقات صنعتي ايران، چاپ سوم، سال۱۳۷٦.

۲۵. استاندارد ملي ايران شماره۲۹٤٦. روش جستجو و شمارش بيشترين تعداد احتمالي اشرشيا کلي در مواد غذايي. مؤسسه استاندارد و تحقيقات صنعتي ايران، چاپ سوم، سال ۱۳۷۳.

۲٦. ملافيابي ع . خلاصه طرح بررسي اجزاي گل زعفران. سازمان پژوهش هاي علمي و صنعتي ايران، پارک علم و فناوري خراسان، سال ۱۳۷۳.

۲۷. استاندارد ملي ايران شماره ۱-۲۵۹ . زعفران- ويژگي ها. مؤسسه استاندارد و تحقيقات صنعتي ايران، چاپ اول، سال ۱۳۸۲.

28. Alonso GL, Varon R. Auto - Oxidation of crocin and picrocrocin in saffron under different storage conditions. Boll Chim Farmaceutico 1993; 132: 116-20.

29. Orfanou O, Tsimidou M. Evaluation of the colouring strength of saffron spice by UV- Vis spectromentry. Food Chem 1996; 57(3): 463-9.

30. Alonso GL, Salinas MR. Safranal content in Spanish saffron. Food Sci Tech Int 2001; 7(3): 225-9.

۳۱. عاطفي م، اکبري اوغاز ع. مقايسه اثرات روش هاي خشک کردن انجمادي، اسپانيايي، آون الکتريکي و سنتي بر ويژگي هاي زعفران. سومين همايش ملي زعفران ايران، سال ۱۳۸۲.

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

۳۲. استاندارد ملي ايران شماره ۵۶۸۹ . ويژگي هاي ميكروبي و روش هاي آزمون . مؤسسه استاندارد و تحقيقات صنعتي ايران. چاپ اول . سال ۱۳۸۰.

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