

بررسی مقایسه‌ای تولید کشمش به وسیله خشک کن خورشیدی و سایر روشهای خشک کردن

غلامرضا مصباحی^۱، علی زمردیان^۲، مجتبی داداش‌زاده^۳، عسگر فرحناکی^۴

چکیده

در سالهای اخیر توجه روز افزونی به کاربرد خشک کن‌های خورشیدی معطوف گردیده است. این مساله بخصوص با در نظر گرفتن جنبه‌های اقتصادی و اکولوژیکی و افزایش قیمت سوخت اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. هدف از این پژوهش مقایسه کیفیت کشمش‌های تولیدی بوسیله پنج روش مختلف خشک کردن بود. در ابتدا فرآیند مقدماتی خشک کردن شامل فرو بردن در محلول قلیایی داغ و دادن گاز گوگرد بر روی انگورها از وارپته عسگری انجام شد، سپس انگورها با استفاده از پنج روش خشک شدند، روشها شامل خشک کردن آفتابی، خشک کردن در سایه، خشک کردن در خشک کن صنعتی کابینتی و دو روش متفاوت با استفاده از خشک کن خورشیدی تحت عنوان مختلط و غیر مستقیم بودند. کمترین زمان خشک کردن مربوط به خشک کن صنعتی بود، اما خشک کن‌های خورشیدی مختلط و غیر مستقیم نیز از این لحاظ کارایی بهتری از خشک کردن آفتابی و خشک کردن در سایه نشان دادند. میزان رطوبت، اسیدیته، خصوصیات حسی (شامل رنگ، بافت، عطر و طعم و پذیرش کلی) و مشخصات میکروبی کشمش‌های تولیدی تعیین و مورد مقایسه قرار گرفت. همچنین بافت نمونه‌های کشمش بوسیله دستگاه ارزیابی بافت و رنگ آنها توسط یک روش جدید تصویربرداری دیجیتالی مخصوص اندازه گیری رنگ محصولات غذایی، اندازه گیری و ارزیابی شد. نتایج این پژوهش نشان داد که خشک کن‌های خورشیدی نه تنها می‌توانند کشمش‌هایی مشابه کشمش‌های تهیه شده در سایر روشهای خشک کردن تولید کنند بلکه در مورد برخی از فاکتورهای کیفی (مانند پذیرش کلی بوسیله مصرف کنندگان و یا رنگ) کشمش‌های تولیدی توسط این خشک کن‌ها نسبت به سایر روشهای خشک کردن برتری دارند.

واژه‌های کلیدی: کشمش، انگور، خشک کردن، خشک کردن خورشیدی و خشک کردن صنعتی کابینتی.

۱- مربی بخش علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز mesbahi@shirazu.ac.ir

۲- دانشیار بخش مکانیک ماشینهای کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

۳- کارشناس ارشد بخش مکانیک ماشینهای کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

۴- استادیار بخش علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

مقدمه

خشک کردن از قدیمی‌ترین روش‌های شناخته شده بشری برای نگهداری مواد غذایی است. اساس این روش بر کاهش آب مواد غذایی یا به عبارت دیگر کاهش فعالیت آبی^۱ در آنهاست که منجر به جلوگیری از فساد میکروبی، شیمیایی و بیوشیمیایی شده و عمر نگهداری مواد غذایی را افزایش می‌دهد.

خشک کردن مواد غذایی در آفتاب^۲ گرچه قدمتی بسیار طولانی دارد، اما هنوز بعنوان روشی عملی و کاربردی در اغلب کشورها حتی کشورهای پیشرفته استفاده می‌شود که از دلایل آن سادگی و ارزانی این روش است (۱۷). البته این روش معایبی را نیز به همراه دارد از جمله احتمال آلودگی محصول به دلیل قرار گرفتن در معرض مستقیم عوامل محیطی، ضایعات حاصل از حمله حشرات و پرندگان و جوندگان و طولانی بودن زمان خشک کردن که از جنبه اقتصادی نیز اثر منفی دارد. لذا این معایب تا حدودی کاربرد آنها با محدودیت مواجه ساخته است (۱۳). به همین دلیل برای افزایش کیفیت خشک کردن و کاهش زمان خشک کردن روش‌های جدیدتر مانند خشک کردن با جریان هوای گرم و خشک مثلاً استفاده از خشک کن کابینتی^۳ و یا خشک کردن با انرژی خورشیدی^۴ مطرح شده اند. البته این روشها نیز با محدودیتهایی مواجه هستند برای مثال: در برخی مناطق کاربرد خشک کن خورشیدی به دلیل کوتاه بودن زمان استفاده از انرژی تشعشعی خورشید چندان میسر نیست و یا خشک کردن با جریان هوای گرم در خشک کن کابینتی از جنبه مصرف انرژی برق و هزینه مربوط با مشکل مواجه است، گرچه این روش بهداشتی و سریع بوده و لذا کاربرد صنعتی زیادی دارد (۵ و ۱۱).

انگور از عمده‌ترین و پر تولیدترین محصولات کشاورزی در جهان به حساب می‌آید. براساس اطلاعات منتشر شده از طرف سازمان غذا و کشاورزی میزان تولید انگور در جهان در سال ۲۰۰۳ بیش از ۶۲ میلیون تن بوده است (۷). در ایران در سال ۲۰۰۶ انگور بالاترین میزان تولید را در میان محصولات باغی با ۲ میلیون و ۸۰۰ هزار تن به خود اختصاص داده است. مقادیر زیادی از این محصول به صورت تازه و یا پس از تبدیل به کشمش به کشورهای مختلف صادر می‌شود، لذا بررسی برای ارتقاء کیفیت کشمش تولیدی و بهینه سازی روش خشک کردن از جهات مختلف دارای اهمیت است.

کشمش می‌تواند به عنوان یک منبع غنی جهت تامین کربوهیدرات و انرژی برای بدن انسان مطرح باشد، این ماده غذایی همچنین حاوی مواد مغذی دیگری مانند آهن و مواد معدنی و ویتامین‌هایی مانند A, B₁, B₂, B₃ و B₆ است و گذشته از مصرف مستقیم، کاربرد فراوانی در صنایع غذایی بویژه محصولات غلاتی و شیرینی سازی دارد (۶).

اغلب انگورها قبل از فرآیند خشک کردن تحت فرآیند مقدماتی^۵ قرار می‌گیرند. فرآیند مقدماتی اغلب با محلولهای قلیایی به همراه روغن گیاهی برای مثال محلول کربنات سدیم همراه با روغن زیتون صورت می‌گیرد. این فرآیند سبب برداشته شدن پوشش مومی سطح میوه و نیز ایجاد ترکهای ریز در پوست شده و در نتیجه سرعت خشک کردن را افزایش می‌دهد.

پالا^۶ و همکاران (۱۹۹۳) در تحقیقاتی نشان دادند که خشک کردن انگورهایی که فرآیند مقدماتی با محلولهای قلیایی بر روی آنها انجام شده، در آفتاب حدود ۱۲-۷ روز طول می‌کشد، در حالی که این زمان برای انگورهایی که فرآیند مذکور بر روی آنها صورت نگرفته به حدود

1 - Water activity, aw

2 - Open-sun drying or sun drying

3 - Cabinet dryer

4 - Solar dryer

5 - Pretreatment

6 - Pala

خورشیدی در مقایسه با خشک کردن معمولی در آفتاب تغییرات در مواد قندی و ویتامین C بیشتر است، زیرا دمای محفظه محل خشک کردن در خشک کن‌های خورشیدی بالاتر است (۱۴).

گالالی^۵ و همکاران (۲۰۰۰) چند نوع میوه و سبزی شامل انگور، انجیر، گوجه فرنگی و پیاز را با خشک کن خورشیدی و خشک کردن معمولی در آفتاب، خشک کرده و محصولات خشک شده را از جهات مختلف از جمله ویتامین، قند احیاء کننده، میزان رطوبت، اسیدیته، میزان خاکستر و خصوصیات حسی مورد مقایسه قراردادند (۸).

بالا^۶ و همکاران (۲۰۰۳) و سوپرانو^۷ و همکاران (۱۹۹۹) اظهار داشتند که کیفیت محصولات خشک شده با استفاده از خشک کن‌های خورشیدی در مقایسه با خشک کردن معمولی در آفتاب از جنبه عطر و طعم، رنگ و بافت مطلوبتر می‌باشد، زیرا محصولات در خشک کن‌های خورشیدی در برابر بارندگی، حشرات و گرد و خاک بهتر حفاظت می‌شوند (۱۸ و ۱).

چن^۸ و همکاران (۲۰۰۵) نوعی خشک کن خورشیدی را برای خشک کردن برشهای لیمو مورد استفاده قراردادند و محصول تولیدی را با محصول خشک شده با خشک کن کابینتی با جریان هوای گرم ۶۰ درجه سانتی گراد مقایسه کردند و نتیجه گیری نمودند که از جنبه خصوصیات حسی محصول تهیه شده در خشک کن خورشیدی از وضعیت بهتری برخوردار بود (۳).

مقایسه روشهای مختلف خشک کردن با خشک کن خورشیدی بویژه از جنبه تاثیر آنها بر کیفیت محصول خشک شده نهایی می‌تواند اطلاعات مفیدی را جهت انتخاب مناسب ترین روش خشک کردن در اختیار دست

۲۰-۱۵ روز افزایش می‌یابد (۱۶)، که این مسئله از جنبه اقتصادی بسیار مهم است.

همچنین قراردادن میوه در معرض گاز گوگرد بعنوان یک فرآیند مقدماتی قبل از خشک کردن موجب بهبود رنگ محصول خشک شده می‌شود (۴، ۵، ۱۵ و ۱۶).

دویماز^۱ (۲۰۰۶) خشک کردن چند واریته از انگور سیاه را که بوسیله محلولهای متفاوت تحت فرآیند مقدماتی قرار گرفته بودند، مورد مطالعه قرارداد و نتیجه گیری کرد که نوع محلولهایی که در فرآیند مقدماتی خشک کردن استفاده می‌شوند، تاثیر مهمی در روند خشک کردن دارند (۶).

محققین در تحقیقات خود انواع مختلفی از خشک کن‌های خورشیدی را در مقایسه با سایر روشهای خشک کردن مورد بررسی قراردادند. در همه این تحقیقات از مزایای عمده خشک کن‌های خورشیدی، کاهش زمان خشک کردن در مقایسه با خشک کردن معمولی در آفتاب ذکر شده است. در برخی از این تحقیقات کیفیت محصولات خشک شده با خشک کن خورشیدی با سایر روشهای خشک کردن مقایسه گردیده است.

کاراتانوس^۲ و همکارش (۱۹۹۷) خشک کردن محصولاتمانند انگور، انجیر، آلو و زرد آلو را با نوعی خشک کن خورشیدی و نوعی خشک کن صنعتی سینی دار مجهز به جریان هوای گرم^۳ مورد مقایسه قراردادند و نتیجه گیری کردند که محصولات خشک تهیه شده با خشک کن صنعتی سینی دار مذکور از کیفیت مناسب تری نسبت به محصولات خشک شده در خشک کن خورشیدی برخوردار بودند (۱۱).

کروکید^۴ و همکاران (۱۹۹۹) اظهار داشتند که در خشک کردن محصولات باغی به وسیله خشک کن‌های

5 - Gallali
6 - Bala
7 - Supranto
8 - Chen

1 - Doymaz
2 - Karathanos
3 - Tray air drier
4 - Krokida

اندر کاران تولید محصولات خشک‌باری از جمله تولید کنندگان کشمش قرار دهد و در واقع این هدفی است که این پژوهش در پی آن است.

مواد و روشها

برای انجام این پژوهش انگورهای زرد تازه از نوع عسگری (خلیلی) از منطقه بوانات فارس تهیه شدند. این نوع انگور شهرت جهانی داشته و مقادیر زیادی از آن به صورت تازه و یا پس از تبدیل به کشمش به کشورهای خارجی از جمله روسیه صادر می‌شود.

آماده سازی و فرآیند مقدماتی خشک کردن

پس از شست و شوی انگورها با آب، نمونه‌ها به مدت 1 ± 6 ثانیه در محلول قلیایی داغ (2 ± 92 درجه سانتی گراد) فرو برده شد. برای تهیه محلول قلیایی از ۵ درصد کربنات کلسیم و ۲/۵ درصد روغن گیاهی (کلزا) استفاده شد. آنگاه نمونه‌های انگور به مدت ۳/۵ ساعت در معرض گاز گوگرد قرار داده شد. مقدار گوگرد مصرفی ۳۰ گرم برای هر ۱۰ کیلوگرم انگور بود. در مرحله بعد انگورها به روشهای مختلف خشک شدند.

روشهای خشک کردن

عملیات خشک کردن در مهر و آبان ماه در منطقه باجگاه (۱۵ کیلومتری شیراز) انجام شد. در این تحقیق از ۵ روش زیر برای خشک کردن انگور استفاده شد.

۱- خشک کردن آفتابی

در این روش انگورها در سینی‌های توری دار چیده شد و در محیط باز در معرض تابش مستقیم آفتاب قرار داده شد. دمای هوا در مدت خشک کردن در محدوده ۳۹-۱۸ درجه سانتی گراد بود.

۲- خشک کردن در سایه^۱

در این روش پس از قراردادن انگورها در سینی‌های توری دار آنها را در محیط بسته اتاق و در سایه گذاشته تا خشک شوند. دمای هوای اتاق در محدوده ۳۵-۲۰ درجه سانتیگراد قرارداد شد.

۳- خشک کردن با خشک کن صنعتی کابینتی

برای خشک کردن انگورها در این روش از یک خشک کن قفسه ای سینی دار^۲ استفاده شد. پس از چیدن انگورها در سینی‌های توری دار مخصوص، آنها را در خشک کن قرار داده و دمای خشک کن در حد 2 ± 64 درجه سانتی گراد و سرعت جریان هوای گرم خشک کننده در حد ۳ متر در ثانیه تنظیم شد.

۴- خشک کردن با خشک کن خورشیدی در حالت مختلط

دستگاه خشک کن خورشیدی از نوع کابینتی فعال^۳ بود بود یعنی جریان هوای خشک کننده در دستگاه توسط یک مکنده، جابجایی اجباری داشت. این دستگاه در بخش مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه شیراز طراحی و ساخته شد. قسمت‌های اصلی این دستگاه شامل موارد زیر می‌باشد که در شکل ۱ نیز آمده است.

جمع کننده‌های خورشیدی: در این قسمت انرژی تشعشعی رسیده به سطح جمع کننده (۴ مترمربع) به انرژی گرمایی تبدیل می‌شود و هوای موجود در جمع کننده را گرم می‌کند.

کانال رابط دوزنقه ای: برای انتقال هوای گرم شده در جمع کننده به محفظه خشک کننده استفاده می‌شود.

محفظه خشک کن: فرآیند اصلی خشک کردن در این قسمت صورت می‌گیرد. به عبارت دیگر هوای گرم شده در جمع کننده خورشیدی توسط دستگاه مکنده به این قسمت

1 - Shade drying

2 - Proctor and Schwartz, U.S.A.

3 - Active cabinet type solar dryer

جنس پلی اتیلن با دانسیته کم^۱ بسته بندی و تا زمان انجام آزمایشات دردمای ۵ درجه سانتیگراد نگهداری شد.

بررسی خصوصیات شیمیایی انگور و کشمش‌های تولیدی

برای اندازه گیری درصد رطوبت نمونه‌ها از روش قرار دادن آنها در آون تحت خلا استفاده شد (۹). اندازه گیری درصد ماده خشک محلول یا بریکس با دستگاه رفاکتومتر^۲ و اندازه گیری pH با دستگاه pH متر^۳ و اندازه گیری اسیدیته با تیتراسیون با محلول سود سوز آور ۰/۱ نرمال انجام شد و اسیدیته براساس درصد اسید تارتاریک گزارش گردید (۹). آزمونهای شیمیایی مذکور درسه تکرار انجام گرفت.

آزمونهای میکروبی

نمونه‌های کشمش تولیدی در روشهای مختلف خشک کردن، از نظر شمارش کلی میکروب و تعداد کپک و مخمر مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای آزمون شمارش کلی میکروب (۲) محیط کشت پلیت کانت آگار و برای آزمون کپک و مخمر (۱۲) از محیط کشت پوتیتود کستروز آگار استفاده شد. این آزمونها در دو تکرار انجام گرفت.

آزمونهای ارزیابی حسی

برای انجام این آزمونها برروی کشمش‌ها تعداد ۱۲ آزمون کننده با تجربه در نظر گرفته شدند. آزمون کنندگان گذشته از ارزیابی چشایی (طعم)، محصولات را از جنبه رنگ و بافت نیز مورد ارزیابی قرار دادند. برای ارزیابی نمونه‌ها از روش لذت سنجی^۴ و امتیاز بندی به صورت پنج

هدایت می‌شود. دیواره داخلی محفظه خشک کننده رنگ مات دارد تا در مواقعی که گذشته از جریان هوای گرم از تابش مستقیم نور خورشید نیز برای خشک کردن استفاده می‌شود (حالت مختلط) حداکثر جذب انرژی تشعشعی خورشید حاصل شود. در این قسمت سینی‌های توری دار نصب شده است.

سینی‌های نگهداری محصول: محصولی که می‌خواهد خشک شود به صورت لایه نازک بر روی دو عدد سینی توری دار قرار می‌گیرد (جمعاً به مساحت ۰/۶۹۱ مترمربع).

سیستم تامین و انتقال هوا: هوای گرم ایجاد شده در جمع کننده‌ها توسط یک مکنده به محل سینی‌های نگهداری محصول جریان داده می‌شود.

در این خشک کن در حالت مختلط از سرعت جریان هوای خشک کننده ۷ متر در ثانیه با دمای حدود ۵۰ درجه سانتیگراد استفاده شد. منظور از حالت مختلط آن است که در این حالت هم از جریان هوای گرم خشک کننده و هم از تابش مستقیم نور خورشید بر محصول برای خشک کردن آن استفاده شد.

۵- خشک کردن با خشک کن خورشیدی در حالت

غیرمستقیم

در این روش از همان خشک کن خورشیدی که توضیح داده شده استفاده گردید و تنها این تفاوت با حالت مختلط وجود داشت که در حالت غیر مستقیم از تابش مستقیم نور خورشید بر محصول حین خشک کردن استفاده نشد و فقط جریان هوای گرم خشک کننده با سرعت ۷ متر در ثانیه و دمای ۴۶ درجه سانتی گراد، عملیات خشک کردن انگور را انجام می‌داد.

بسته بندی و نگهداری نمونه‌های کشمش تولیدی

پس از خشک کردن انگورها در هر یک از روشهای ذکر شده، کشمش‌های تولیدی در کیسه‌های پلاستیکی از

1 - LDPE

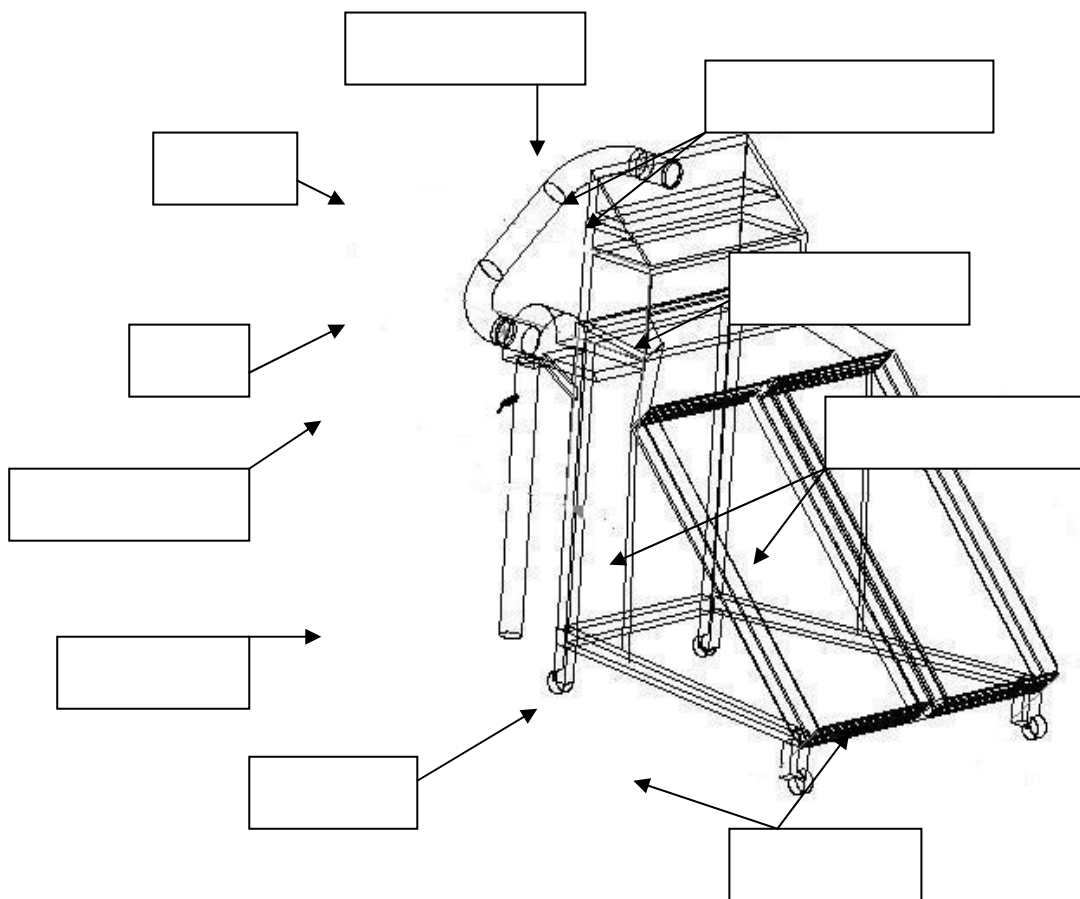
2 - Abbe Refractometer

3 - Metrohm 632

4 - Hedonic test

که نمونه‌ها را از جنبه عطر و طعم، رنگ و بافت ارزیابی کنند سپس نتایج از حالت کیفی به صورت کمی در آورده شد تا امکان بررسی آماری آنها فراهم شود (۱۰).

نقطه‌ای (عالی، خوب، متوسط، نسبتاً بد و بد) استفاده شد و در هر آزمون با دادن نمونه‌های ۱۰ گرمی کشمش در ظروف پلاستیکی کوچک از آزمون کنندگان خواسته شد



شکل ۱ - قسمت‌های مختلف خشک کن خورشیدی مورد استفاده برای خشک کردن انگور.

حرکت ۱ میلی‌متر در ثانیه و با عمق فرو رفتن در محصول در حد ۲ میلی‌متر، بافت نمونه‌ها ارزیابی شد و نتایج به صورت نیروی لازم برای عمل فوق لود^۲ بر حسب گرم گزارش گردید. اندازه گیری‌ها در دمای 25 ± 2 درجه سانتی‌گراد انجام شد.

بررسی بافت نمونه‌ها با دستگاه

گذشته از بررسی حسی نمونه‌های کشمش توسط گروه ارزیابی حسی، نمونه‌های مذکور با دستگاه ارزیابی بافت^۱ نیز مورد بررسی قرار گرفت. در این آزمون‌ها نمونه‌های کشمش در زیر میله (پروب) دستگاه به قطر ۱۰ میلی‌متر قرارداده شد و در حالت عملکرد عادی (نرمال) در سرعت

2 - Load

1 - Texture Analyser , Stevens Lfra

جدول ۱ - خصوصیات انگور مورد استفاده در خشک کردن.

اسیدیته (درصد اسیدتارتایک)	pH	رطوبت (درصد)	بریکس (درصد)	خصوصیت
۰/۴۱	۳/۹	۷۵/۱	۲۴	مقدار

زمان خشک کردن در روشهای مختلف

در جدول ۲ زمان خشک کردن برای تبدیل انگور به کشمش در روشهای مختلف بیان شده است.

در روش خشک کردن خورشیدی، دستگاه خشک کن از ساعت ۱۰ صبح تا ۴ بعد از ظهر یعنی ۶ ساعت در روز فعال بوده است، لذا زمان مفید خشک کردن بر این اساس محاسبه شده است. ملاحظه می‌شود که متوسط زمان خشک کردن، در خشک کن خورشیدی از روشهای خشک کردن آفتابی و در سایه بسیار کوتاهتر بوده است و حتی اگر زمان غیرمفید آن نیز در نظر گرفته شود، حدود نصف زمان خشک کردن آفتابی طول کشیده است و این مزیت بالایی است که تحقیقات دیگر نیز آنرا تأیید می‌نماید (۱، ۸، ۱۶، ۱۷ و ۱۸). البته در مقایسه با خشک کن صنعتی کابینتی زمان خشک کردن با خشک کن خورشیدی طولانی تر بوده است، دلیل این امر نیز دمای بالاتر هوای خشک کننده و بالاتر بودن جریان هوا در خشک کن صنعتی کابینتی است.

البته باید توجه داشت که در خشک کن صنعتی کابینتی گذشته از صرف انرژی برای به جریان انداختن هوا، برای تامین حرارت لازم نیز به تولید بخار و صرف انرژی نیاز است در حالی که در خشک کن خورشیدی به صرف انرژی ناچیزی تنها برای ایجاد جریان هوا بوسیله دستگاه مکنده نیاز است و تامین حرارت با استفاده از انرژی تشعشعی خورشید انجام می‌شود. در مقایسه دو روش خشک کردن خورشیدی، زمان خشک کردن در حالت مختلط تا حدودی کوتاهتر بوده است. دلیل این امر آن است که در این حالت

بررسی رنگ نمونه‌های کشمش

گذشته از ارزیابی رنگ نمونه‌ها توسط گروه ارزیابی حسی، این خصوصیت با یک روش جدید ارزیابی رنگ محصولات غذایی (۱۹) نیز مورد بررسی قرار گرفت. در این روش ابتدا با استفاده از یک دوربین عکاسی دیجیتال^۱ که بهتر است دارای حداقل وضوح تصویر ۱۶۰۰×۱۲۰۰ پیکسل باشد، از نمونه‌های کشمش عکس برداری شد. عکس برداری در یک اتاقک انجام شد تا نور خارجی بر روی رنگ نمونه‌ها تاثیر نگذارد. آنگاه عکسها به کامپیوتر منتقل شده و رنگ نمونه‌ها با برنامه نرم افزاری فتوشاپ^۲ از جنبه فاکتور L (نشان دهنده روشنی رنگ^۳) و فاکتور a (نشان دهنده وضعیت رنگ در محدوده سبزی تا قرمزی^۴) و فاکتور b (نشان دهنده وضعیت رنگ در محدوده زردی تا آبی^۵) مورد ارزیابی قرار گرفتند.

بررسی آماری نتایج

در این مورد از آزمون فاکتوریل در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی استفاده شد و برای مشخص کردن تفاوت بین میانگین نمونه‌ها، آزمون دانکن به کار برده شد و مقایسه‌ها در سطح پنج درصد انجام گرفت و از برنامه کامپیوتری ام استات سی^۶ در بررسی آماری بهره گیری شد.

نتایج و بحث

خصوصیات انگور مصرفی

این خصوصیات در جدول ۱، آورده شده است.

1 - Digital Camera, Finepix 200, 2 Mpixel, China
 2 - Adobe Photoshop, CS2, 2002
 3 - Lightness
 4 - Redness
 5 - Yellowness
 6 - MSTATC

گذشته از جریان هوای گرم خشک کننده از تابش مستقیم خورشید نیز برای خشک کردن کمک گرفته شده است.

بررسی میزان رطوبت و اسیدیته کشمش‌های تولیدی

نتایج این بررسی در جدول ۳ آمده است.

نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که گرچه اختلاف معنی دار بین میزان رطوبت کشمش‌های تولیدی در روش‌های مختلف وجود دارد، اما میزان اختلاف چندان زیاد نیست به عبارت دیگر با تنظیم زمان خشک کردن می‌توان با بکارگیری خشک کن خورشیدی میزان رطوبت محصول را تا حد لازم کاهش داد.

جدول ۲- مقایسه زمان خشک کردن در روش‌های مختلف.

روش خشک کردن	آفتابی	در سایه	صنعتی کابینتی	خورشیدی (مختلط)	خورشیدی (غیرمستقیم)
متوسط زمان خشک کردن	۹ روز	۱۷ روز	۹ ساعت	* ۲۷ ساعت	۳۰ ساعت*
				(۴/۵ روز)	(۵ روز)

* زمان مفید خشک کردن

جدول ۳- نتایج میزان رطوبت و اسیدیته نمونه‌های کشمش تولیدی به روش‌های مختلف.*

روش خشک کردن	آفتابی	در سایه	صنعتی کابینتی	خورشیدی (مختلط)	خورشیدی (غیرمستقیم)
رطوبت (درصد)	۱۴/۷ _d	۱۶/۹ _a	۱۵/۴ _b	۱۵/۱ _c	۱۵/۰ _c
اسیدیته (درصد اسید تارتاریک)	۱/۴۷ _a	۱/۳۷ _b	۱/۴۱ _{ab}	۱/۳۷ _b	۱/۴۱ _b

* حروف متفاوت نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد است.

تولیدی مشاهده نمی‌شود و تفاوت اندک نیز در بین برخی نمونه‌ها، احتمالاً "به تفاوت میزان رطوبت آنها مربوط می‌شود.

بررسی وضعیت میکروبی کشمش‌های تولیدی

نتایج این بررسی در جدول ۴ مشاهده می‌شود.

نتایج مربوط به اسیدیته کشمش‌ها نیز اختلاف قابل ملاحظه‌ای را بین نمونه‌های کشمش نشان نمی‌دهد. غالباً تفاوت در اسیدیته کشمش‌ها به دلیل تفاوت در نحوه و چگونگی فرآیند مقدماتی خشک کردن بویژه از نظر نوع مواد بکار رفته در این مورد بروز می‌کند (۱۵). با توجه به اینکه فرآیند مقدماتی خشک کردن که در این پژوهش بر روی انگورها اعمال شد در همه روش‌های خشک کردن یکسان بود، لذا اختلاف چندانانی در اسیدیته کشمش‌های

جدول ۴ - وضعیت میکروبی کشمش‌های تولیدی به روشهای مختلف*.

خورشیدی (غیرمستقیم)	خورشیدی (مختلط)	صنعتی کابینتی	در سایه	آفتابی	روش خشک کردن
					وضعیت میکروبی
۵۰ a	۵۰ a	۵۰ a	۵۰ a	صفر a	شمارش کلی میکروب (cfu/g)
صفر	۲۰ a	۵۰ a	۲۰ a	۵۰ a	کپک و مخمر (count/g)

* حرف متفاوت نمایانگر اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد است.

محسوسی را از نظر عطر و طعم، رنگ و بافت بین نمونه‌های کشمش تولیدی به روشهای مختلف، گزارش نکرده اند. حتی در مورد فاکتور رنگ، با توجه به اینکه اغلب کشمش‌های مرغوب صادراتی از نوع کشمش‌هایی هستند که ضمن خشک کردن در معرض تابش مستقیم تشعشع آفتاب قرار نداشته اند و رنگ زرد مایل به سبز دارند، این انتظار وجود داشت که گروه ارزیابی رنگ این کشمش‌ها (کشمش‌های مربوط به خشک کردن در سایه، خشک کردن صنعتی کابینتی و خشک کردن خورشیدی حالت غیر مستقیم) را برتر از رنگ کشمش‌های تولیدی به روش خشک کردن آفتابی و خشک کردن خورشیدی حالت مختلط (رنگ قهوه ای) ارزیابی نمایند، اما نتایج جدول ۵ چنین نظری را تأیید نمی‌کند. به عبارت دیگر این نتایج نشان می‌دهد که بعضی از مصرف کنندگان، رنگ قهوه ای در کشمش را نامطلوب نمی‌دانند و کشمش با این رنگ نیز مورد تأیید برخی از مصرف کنندگان است.

در مورد پذیرش کلی (مجموعه صفات) کشمش‌های تولیدی، کشمش خشک شده در آفتاب کمترین پذیرش را داشته در حالی که کشمش تولیدی با خشک کن خورشیدی حالت غیر مستقیم از نظر گروه ارزیابی در مجموعه صفات از بالاترین مقبولیت برخوردار بوده است.

بررسی دستگای بافت و رنگ کشمش‌های تولیدی

نتایج مندرج در جدول ۶ مربوط به این بررسی است.

این فرض مطرح بود که در روشهای خشک کردن محصول در محیط باز خشک می‌شود (بویژه خشک کردن آفتابی) به دلیل قرار گرفتن محصول در معرض مستقیم گرد و خاک و عوامل محیطی، در مقایسه با روشهای خشک کردن صنعتی که در فضای بسته صورت می‌گیرند، امکان آلودگی میکروبی محصول بیشتر است (۵، ۱۱، ۱۳ و ۱۷)، اما نتایج مندرج در جدول ۴ چنین نتیجه گیری را بدست نمی‌دهد و ملاحظه می‌شود که کشمش‌های تولیدی با روشهای مختلف خشک کردن از جنبه آلودگی میکروبی تفاوت معنی داری را نشان نمی‌دهند. شاید علت آن باشد که در این پژوهش خشک کردن آفتابی انگور گرچه در محیط باز (روی پشت بام) انجام گرفت اما محیط مذکور تمیز و دور از گرد و غبار بود در حالی در تولید این محصول در ابعاد تجاری و در روستاها غالباً "خشک کردن آفتابی انگور در مجاورت مزارع و باغات و روی سطح زمین انجام می‌شود و در بیشتر موارد در معرض گرد و غبار و آلودگی میکروبی است (۱۷). البته در کشمش به دلیل فعالیت آبی کم احتمال رشد میکروبی وجود ندارد، لکن در صورت عدم رعایت نکات بهداشتی ضمن خشک کردن، کشمش می‌تواند حاوی و حامل میکروارگانیسم باشد.

ارزیابی حسی کشمش‌های تولیدی

جدول ۵ نتایج این ارزیابی را نشان می‌دهد.

نتایج نشان می‌دهد که گروه ارزیابی کننده برتری

جدول ۵- نتایج ارزیابی حسی نمونه‌های کشمش تولیدی به روشهای مختلف*.

خورشیدی (غیرمستقیم)	خورشیدی (مختلط)	صنعتی کابینتی	درسایه	آفتابی	روش خشک کردن خصوصیت حسی
۳/۶ ab	۳/۵ ab	۳/۹ a	۳/۳ ab	۳/۰ b	عطر و طعم
۳/۲ a	۳/۳ a	۳/۹ a	۳/۳ a	۳/۵ a	رنگ
۳/۸ a	۳/۷ a	۳/۵ a	۴/۱ a	۳/۷ a	بافت
۳/۷ a	۳/۱ ab	۳/۵ ab	۳/۴ ab	۲/۹ b	پذیرش کلی

*حروف متفاوت نشانگر وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد است.

جدول ۶- بررسی دستگاهی بافت و رنگ کشمش‌های تولیدی به روشهای مختلف*.

خورشیدی (غیرمستقیم)	خورشیدی (مختلط)	صنعتی کابینتی	درسایه	آفتابی	روش خشک کردن خصوصیت
۱۰۲۵ ab	۸۷۵ c	۹۴۰ ab	۱۰۵۱ a	۸۵۰ c	بافت (گرم **)
۴۱/۵ b	۳۵/۲ c	۴۴/۴ ab	۴۵/۹ a	۳۷/۱ c	رنگ (L)
۲۱/۱ c	۳۲/۳ a	۲۴/۳ b	۲۱/۴ c	۳۴/۴ a	رنگ (+a)
۴۱/۳ ab	۳۹/۷ cd	۴۰/۳ bc	۴۲/۲ a	۳۸/۹ d	رنگ (+b)

*حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد است.

** نیروی لازم برای فرورفتن میله دستگاه به میزان ۲ میلی متر در بافت کشمش.

ملکولهای کوچکتر در نهایت منجر به ایجاد بافت نسبتاً نرمتر در چنین کشمش‌هایی شده است. بررسی نتایج مربوط به رنگ کشمش‌های تولیدی (جدول ۶) در مورد روشنی رنگ (L) نشان می‌دهد که کشمش‌های قهوه‌ای که در معرض تابش مستقیم نور آفتاب بوده‌اند (آفتابی و خورشیدی در حالت مختلط) روشنی رنگ کمتری نسبت به سایر نمونه‌ها داشته‌اند. در میان کشمش‌های زرد متمایل به سبز که ضمن تولید در معرض نور مستقیم نبوده‌اند (صنعتی کابینتی، درسایه و خشک کن خورشیدی در حالت غیر مستقیم) کشمش‌های تولیدی با روش خشک کردن در سایه از بیشترین روشنی رنگ برخوردار بوده است. به نظر می‌رسد که روشنی اندکی کمتر کشمش‌های تولیدی در خشک کن صنعتی کابینتی و خشک کن خورشیدی در حالت غیر مستقیم در مقایسه با کشمش‌های سایه خشک، به دلیل استفاده از حرارت (جریان

بررسی بافت کشمش‌ها توسط گروه ارزیابی حسی (جدول ۵) تفاوت یا برتری معنی داری را در هیچ یک از نمونه‌های کشمش نسبت به بقیه نمونه‌ها نشان نداد، اما در بررسی بافت بوسیله دستگاه (جدول ۶) تا حدودی تفاوت ملاحظه می‌شود. نتایج این جدول نشان می‌دهد که نمونه‌های کشمش که در مرحله خشک شدن تحت اثر تابش مستقیم نور آفتاب بوده‌اند (کشمش‌های قهوه‌ای رنگ مربوط به خشک کردن آفتابی و خشک کن خورشیدی در حالت مختلط) در مقایسه با نمونه‌هایی که تحت اثر تابش مستقیم نور آفتاب نبوده‌اند (کشمش‌های زرد متمایل به سبز مربوط به خشک کردن در سایه، خشک کن صنعتی کابینتی و خشک کن خورشیدی در حالت غیر مستقیم) تا حدودی بافت نرم‌تر داشته‌اند. شاید این مساله را بتوان به اثر تابش مستقیم نور آفتاب بر تجزیه ترکیبات موجود در انگور ضمن خشک شدن نسبت داد که با تبدیل ملکولهای بزرگتر به

می‌شود (۱۴).

نتیجه گیری نهایی

نتایج حاصل در این پژوهش نشان داد که با استفاده از خشک کن خورشیدی در حالت مختلط می‌توان کשמش‌های قهوه ای مشابه با روش خشک کردن آفتابی و با بکارگیری خشک کن خورشیدی در حالت غیر مستقیم می‌توان کשמش‌های زرد متمایل به سبز مشابه با روش خشک کردن در سایه و خشک کن صنعتی کابینتی تولید کرد. کשמش‌هایی که از جنبه خصوصیات مختلف کیفی از وضعیت قابل قبولی در مقایسه با سایر کשמش‌ها برخوردار هستند و حتی در برخی خصوصیات (برای مثال پذیرش کلی از نظر آزمون کنندگان حسی و یا رنگ در کשמش تولیدی در خشک کن خورشیدی در حالت غیر مستقیم) برتری نشان می‌دهند. لذا با در نظر گرفتن نکات مثبتی که خشک کن‌های خورشیدی از آن برخوردارند از جمله حذف مصرف سوخت، کاهش میزان آلودگی هوا، سادگی ساختار، سهولت کاربرد و هزینه بسیار اندک ساخت در مقایسه با خشک کن‌های صنعتی کابینتی) و همچنین با توجه به مزیت‌هایی که این خشک کن‌ها نسبت به خشک کردن در آفتاب دارند از جمله جلوگیری از تاثیر گرد و غبار و حمله پرندگان و حشرات به محصول و نیز با در نظر گرفتن این نکته که موقعیت جغرافیایی و آب و هوایی غالب مناطق ایران بویژه مناطق دور افتاده روستایی در مرکز و جنوب کشور از پتانسیل بسیار بالایی برای استفاده از این نوع خشک کن‌ها برخوردار است، لذا جا دارد که با پژوهش‌های بیشتر در این مورد و ارائه نتایج مربوط، نسبت به ترویج کاربرد آنها برای خشک کردن سبزیها و میوه‌های مختلف از جمله انگور قدم برداشت. قابل ذکر است که می‌توان با استفاده از پانل‌های فتودلتائیک (تولید داخل) نسبت به تبدیل انرژی خورشیدی به انرژی الکتریکی و تامین انرژی

هوای گرم) در خشک کن‌های مذکور باشد (۱۴).

نتایج مربوط به فاکتور (+a) که تمایل رنگ کשמش‌ها به سمت قرمزی را نشان می‌دهد (جدول ۶) مشخص می‌سازد که کשמش‌های قهوه ای رنگ تولیدی در خشک کردن آفتابی و خورشیدی مختلط نسبت به سایر نمونه‌ها در حد بیشتری تمایل به رنگ قرمز داشته‌اند و در کשמش‌های تولید در سایر خشک کن‌ها (کشمش‌های زرد متمایل به سبز) این فاکتور پائین تر بوده است یا به عبارت دیگر در این کשמش‌ها تمایل به رنگ سبز بالاتر بوده است. تفاوت کم موجود در این فاکتور در کשמش تولیدی در خشک کن صنعتی کابینتی و کשמش مربوط به خشک کن خورشیدی غیر مستقیم را می‌توان به تاثیر دمای بالاتر جریان هوای خشک کننده در خشک کن صنعتی کابینتی نسبت داد.

نتایج مربوط به فاکتور (+b) در جدول ۶ که نشانگر تمایل رنگ کשמش‌ها به سمت رنگ زرد است مشخص می‌سازد که رنگ کשמش‌های تولیدی در روش خشک کردن در سایه بیشترین تمایل به سمت زردی را داشته است، در حالی که در کשמش‌های مربوط به خشک کردن آفتابی و خشک کن خورشیدی مختلط تمایل به رنگ زرد در حد کمتری بوده است. این مساله نشان می‌دهد که تابش مستقیم نور آفتاب در روش‌های مذکور در پدید آوردن رنگ قهوه‌ای و کاهش رنگ زرد در کשמش‌ها به صورت موثری عمل کرده است. مقایسه نتایج مربوط به فاکتور (b) در کשמش تولیدی در خشک کن صنعتی و خشک کن خورشیدی غیر مستقیم نشان می‌دهد که گرچه در هر دو کשמش مذکور به دلیل داشتن رنگ زرد مایل به سبز، مقدار این فاکتور بالا بوده اما در خشک کن خورشیدی غیر مستقیم، کשמش با تمایل بیشتر به رنگ زرد تولید شده است (مقدار b بالاتر) احتمالاً دلیل این امر نیز به دمای کمتر جریان هوای خشک کننده در این خشک کن مربوط

و نیز از کارکنان محترم بخش علوم و صنایع غذایی و بخش مکانیک ماشینهای کشاورزی این دانشگاه بویژه خانم پروانه محسنی، خانم اعظم کشتکاران و آقای مصطفی اسفندیاری که در مراحل مختلف اجرای این پژوهش همکاری داشته‌اند کمال تشکر و قدردانی را دارد.

جهت بکار اندازی دمندهها در خشک کن های خورشیدی، مخصوصا در مناطق دور دست نیز اقدام کرد.

سپاسگزاری

از مسئولین گرامی پژوهشی دانشگاه شیراز که هزینه‌ها و تسهیلات لازم برای اجرای این پژوهش را فراهم آورده‌اند

منابع مورد استفاده

1. Bala, M., M. Mondol, B. Biswas, B. Choudury and S. Janjal. 2003. Solar drying of pineapple using solar tunnel dryer. *Renewable Energy*, 28: 183-190.
2. Busta, F. F., E. H. Peterson, O. M. Adams and M. G. Johnson. 1984. Colony count methods. In: *Compendium of Methods for Microbiological Examination of Foods*, ed. M. L. Speck. American Public Health Asso. 2nd edition, pp:62-83.
3. Chen, H., C. E. Hernandez and T. Huang. 2005. A study of drying effect on lemon slices a closed-type solar dryer. *Solar Energy*, 78: 97-103.
4. Doymaz I. and M. Pala. 2002. The effects of dipping pretreatments on air-drying rates of the seedless grapes. *J. Food Engineering*, 52: 413-417.
5. Doymaz, I. 2004. Effect of pretreatments using potassium metabisulphide and alkaline ethyl oleate on the drying kinetics of apricots. *Biosystems Engineering*, 89:281-287.
6. Doymaz, I. 2006. Drying kinetics of black grapes treated with different solutions. *J. Food Engineering*, 76: 212-217.
7. FAO. 2003. FAO state. Agriculture data. Available from http://www.sciencedirect.com/science?_ob=RedirectURL&_method=externObjLink&_locator=url&_cdi=5088&_plusSign=%2B&_targetURL=http%253A%252F%252Fapps.fao.org%252Fpage%252Fcollecti ons%253Fsubset%253Dagriculture.
8. Gallali, Y. M., Y. S. Abujnah and F. K. Bahmani. 2000. Preservation of fruit and vegetable using solar dryer. *Renewable Energy*, 19: 203-212.
9. Horwitz, W. 2000. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 17th edition, AOAC Int., Maryland, Chap. 37, pp: 1-32.
10. Jellinek, G. 1995. *Sensory Evaluation of Food*. Ellis Horwood, England, pp:252-287.
11. Karathanos, V. T. and V. G. Belessiotis. 1997. Sun and artificial air drying Kinetics of some agriculture products. *J. Food Engineering*, 31: 35-46.
12. Kohurger, J. A. and E. H. Marth. 1984. Yeasts and molds. In: *Compendium of Methods for Microbiological Examination of Foods*, 2nd edition, pp: 197-202.
13. Kostaropoulos, A. E. and G. D. Saravacos. 1995. Microwave pre-treatment for sun dried raisins. *J. Food Engineering*, 60: 344-347.
14. Krokida, M., C. Kiranoudis and Z. Maroulis. 1999. Viscoelastic behavior of dehydrate products during dehydration. *J. Food Engineering*, 40: 269-277.

15. Mahmutoglu, T., F. Emir and Y. B. Sygi. 1996. Sun/solar drying of differently treated grapes and storage stability of dried grapes. *J. Food Engineering*, 29: 289-300.
16. Pala, M., Y. B. Saygi and H. Sadikoglu. 1993. A study on the drying of sultana grape by different techniques and affective parameters. In: G. Charalambous, Editor, *Development in Food Science*, Vol. 32, Elsevier, Amsterdam. pp: 434-444.
17. Pangavhane, D. R and P. N. Sawhney. 2002. Review of research and development work on solar dryer for grape drying. *Energy Conversion and Management*, 43: 45-61.
18. Supranto, S. K., W. Daud, M. Othman and B. Yatin. 1999. Design of an experimental solar assisted dryer for palm oil fronds. *Renewable Energy*, 16: 643-646.
19. Yam, k. L., S. E. Papadaki. 2004. A simple digital image method for measuring and analyzing color of food surface. *J. Food Engineering*, 16: 137-142

Archive of SID

A Comparative Study of Raisin Production by Solar Dryer and Other Drying Methods

Gh.R. Mesbahi,¹ A. Zomorrodian², M. Dadashzadeh³ and A. Farahnaki⁴

Abstract

In recent years immense interest has been focused on the use of solar dryers especially when taking into consideration economical and ecological aspects and increasing in fuel costs. The aim of this study was to compare the qualitative factors of raisins made by five different drying methods. At the first step, pretreatments were applied to grapes (Var. Sultanas) and then the grapes were dried by five methods, including open-sun drying, shade drying, drying by industrial cabinet dryer and two different modes of solar drying namely mixed and indirect type. The shortest drying time was obtained with industrial cabinet drying, but mixed and indirect solar drying were more effective than open-sun drying and shade drying. Moisture content, acidity, sensory properties (color, texture, flavor and overall acceptance) and microbial level of the produced raisins were determined and compared. The texture of the raisin samples was evaluated by texture analyzer device as well. The color of the samples was measured and analyzed by a novel digital imaging method for measuring color of foods. The results indicated that the solar dryers were not only able to produce raisins similar to other drying methods but also the raisins produced by these dryers were in some qualitative factors (consumers overall acceptance and color) better than the other raisins.

Keywords: Raisin, Grape, Drying, Solar dryer, cabinet dryer.

1 -Instructor, Dept. Food science and technology, Faculty of agriculture, Shiraz University, mesbahi@shirazu.ac.ir.

2 -Associate Professor, Dept. Agricultural Machinery, Faculty of agriculture, Shiraz University.

3 - Msc student, Dept. Agricultural Machinery, Faculty of agriculture, Shiraz University.

4 -Assistant Professor, Dept. Food science and technology, Faculty of agriculture, Shiraz University.