بررسی اثرات دما در فرآیند خشک کردن به روش جابه‌جایی بر روی ویژگی‌های کیفی برگه زردآلو

پانتهآ صالحی‌زاده [a]، علیرضا بصیری [b*]، مریم میزانی [c]

[a] کارشناس ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

[b] استادیار پژوهشکده صنایع شیمیایی، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران

[c] استادیار دانشکده علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۷/۱۲/۲۶ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۸۸/۳/۱۵

چکیده

مقدمه: خشک کردن یکی از روش‌های متداول جهت افزایش ماندگاری مواد غذایی به شمار می‌رود در این تحقیق اثرات دما در فرآیند خشک کردن به روش جابه‌جایی، بر روی شاخص‌های کیفی برگه زردآلو شامل شدت قهوه‌ای شدن، چروکیدگی، جذب مجدد آب، سختی بافت و باقی‌مانده دی‌اکسید گوگرد مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش از زردآلو (واریته شکرپاره)، در حالت رسیدگی کامل (با رطوبت اولیه ۸۷٪-۸۳٪) استفاده شده است. محاسبات آماری به منظور تعیین، اثرات متغیر دمای هوای خشک کن بر روی شاخص‌های کیفی شدت قهوه‌ای شدن، چروکیدگی، جذب مجدد آب، سختی بافت و باقی‌مانده دی‌اکسید گوگرد برگه زردآلو خشک شده با محلول آماده سازی متابی‌سولفیت سدیم ۸٪ و اتیل اولئات ۲٪ در قالب طرح‌های کاملاً تصادفی و در چهار تکرار بررسی و داده‌های حاصل توسط دو نرم‌افزار MINITAB و SAS آنالیز گردیدند.

یافته‌ها: آزمایشات انجام گرفته نشان دادند، که دمای فرآوری بر روی شاخص‌های کیفی قهوه‌ای شدن، جذب مجدد آب و باقی‌مانده دی‌اکسید گوگرد اثر معنی‌داری دارند، در حالی که بر روی چروکیدگی و سختی بافت فرآورده نهایی، تأثیر معنی‌داری ندارد.

نتیجه‌گیری: بررسی ویژگی‌های کیفی فرآورده نهایی نشان دادند که در بین دماهای تحت بررسی دمای ۶۰ درجه سانتی گراد مناسب‌ترین دمای فرآوری می‌باشد که با نتایج منابع هم‌خوانی دارد.

واژه‌های کلیدی: *برگه زردآلو، دمای هوای خشک‌کن، شاخص‌های کیفی*

* نویسنده مسئول مکاتبات email: ali_bassiri@yahoo.com

jftn.srbiau.ac.ir

مقدمه

اکثر میوه‌ها مانند بسیاری دیگر از محصولات کشاورزی به علت دارا بودن رطوبت و فعالیت آبی بالا فساد پذیرند و بعد از برداشت باید در کوتاه‌ترین زمان ممکن به مصرف رسیده و یا در شرایط مطلوبی نگهداری شوند. از آن‌جایی‌که بازار مصرف تازه خوری در واحد زمان از قابلیت جذب محدودی برخوردار است و میزان ماندگاری آن‌ها حتی در سیستم‌های پیشرفته انبارداری نیز محدود بوده و هزینه‌های فراوانی را در بر دارد، بخشی از این محصولات که امکان راه یابی به بازار تازه خوری را ندارند، می‌بایست به نحوی فرآیند گردند که از فساد آن‌ها جلوگیری و زمان ماندگاری آن‌ها افزایش یابد (ملکی و همکاران، ۱۳۷۴; فرجی هارمی، ۱۳۷۴).

یکی از قدیمی‌ترین تکنیک‌های انجام شده توسط بشر و همچنین یکی از مهم‌ترین فرایندهای نگه داری که اثر فوق‌العاده ای بر روی کیفیت محصولات می‌گذارد خشک کردن است. هدف از خشک کردن مواد غذایی ذخیره طولانی مدت مواد غذایی، حداقل کردن نیازهای انبارداری و بسته بندی و کاهش هزینه‌های حمل و نقل می‌باشد (ملکی و همکاران، ۱۳۷۴; فرجی هارمی، ۱۳۷۴ ; فرجی هارمی، ۱۳۷۱).

زردآلو علاوه بر تازه خوری، فرآوری شده و به صورت‌های خشک، منجمد، کمپوت، عصاره و مربا نیز عرضه می‌گردد (Fellows, 1990). فرآیند خشک کردن زردآلو در ایران عمدتاً به صورت سنتی (آفتابی[1]) انجام می‌گردد، که مشکلاتی مانند زمان بر بودن فرآوری، آلودگی محصول در طول فرآیند و همچنین عدم توانایی در برآورده کردن انتظارات بازارهای مصرف را به دنبال دارد (بصیری، ۱۳۷۱; بصیری، ۱۳۷۵; توکلی پور،۱۳۸۰).

افزایش پایداری فرآورده نهایی در کنار دست‌یابی به ویژگی‌های کیفی مورد انتظار بازارهای مصرف از مهم‌ترین اهداف فرآیند خشک کردن بشمار می‌آیند. پیش تیمارهای آماده‌سازی و همچنین دمای فرآیند در روش خشک کردن با جابه‌جایی هوا، از عوامل تأثیرگذار بر روی زمان فرآیند و همچنین ویژگی‌های کیفی بشمار می‌آیند (بصیری، ۱۳۷۵) .

به‌کارگیری اتیل‌اولئات در آماده‌سازی نمونه‌ها به دلیل اثرات مثبت آن بر روی افزایش تبادل جرم در برخی از میوه‌ها و به طور ویژه در انگور بررسی گردیده است. آزمایشات انجام گرفته توسط ارگانس و همکاران در سال ۱۹۹۸ مدت لازم برای خشک کردن انگور بی‌دانه تیمار داده شده با محلول کربنات پتاسیم و روغن اتیل اولئات در سرعت‌های جابه‌جایی هوای ۰/۳ و ۲ متر بر ثانیه به ترتیب ۳۱ و ۱۷ ساعت و برای نمونه‌های تیمار نشده در همان شرایط، به ترتیب ۷۰ و ۴۲ ساعت بود (Katahira & Bekki, 1998) . وازگوئر و همکاران در سال ۱۹۹۷ از محلول‌های کربنات پتاسیم و روغن اولئات و همچنین محلول هیدروکسید سدیم به عنوان پیش تیمار در آماده‌سازی انگور استفاده و نتایج حاصل نشان دادند که هر دوی این پیش تیمارها، باعث تخلخل لایه مومی شده و مقاومت در برابر انتشار آب در حبه‌های انگور را کاهش می‌دهد (Vazuzqe *et al.,* 1997). بر اساس آزمایشات انجام گرفته توسط ریوا و پری در سال ۱۹۸۶ به‌کارگیری کربنات پتاسیم به همراه روغن اولئات، با ایجاد شکاف‌های ریز در لایه مومی حبه‌های انگور، زمان خشک کردن را کاهش می‌دهد و از قهوه‌ای شدن و دیگر واکنش‌های تخریبی که کیفیت را تحت تأثیر قرار می‌دهند، نیز می‌کاهد (Riva & Peri, 1986).

یک چنین نتایجی توسط محققان دیگر در خشک شدن میوه‌هایی از قبیل زردآلو، انگور و مالبریز نیز بدست آمده است (Raouzeos & Saravacos, 1986; Vagenas & Marinos Kouris, 1991: Doymaz & Pala, 2003) . Doymaz در سال ۲۰۰۴ تأثیر پیش تیمار بر روی مدت زمان خشک شدن زردآلو بررسی کرد. زردآلوهای غوطه‌ور شده در ترکیب کربنات پتاسیم ۵٪ و روغن اولئات ۲٪ به همراه کربنات پتاسیم ۸٪ قبل از خشک کردن متوجه شده‌اند که زمان کم‌تری را نسبت به نمونه‌های غوطه‌ور شده در محلول‌های کربنات پتاسیم ۵٪، کربنات پتاسیم ۸٪، کربنات پتاسیم ۵٪ و اتیل اولئات ۲٪ و شاهد نیاز دارند (Doymaz, 2004).

اثر پیش تیمار روغن اتیل اولئات و پودر کربنات پتاسیم و آب گرم بر سنتیک فرآیند خشک شدن زرشک توسط چاجی در سال ۲۰۰۶ بررسی گردید.

1- Sun drying

jftn.srbiau.ac.ir

استفاده از محلول روغن اتیل اولئات و کربنات پتاسیم که در سطح وسیعی برای پیش تیمار انگور برای کاهش زمان خشک شدن استفاده می‌گردد در کاهش زمان خشک شدن زرشک نیز بسیار موثر است به طوری که زمان خشک شدن را به کم‌تر از نصف کاهش می‌دهد. در حالی که تیمار با آب ۵۰°C تأثیر چندانی بر زمان خشک شدن نداشت (چاجی و همکاران، ۱۳۸۰).

اثرات متغیرهای دما و سرعت جابه‌جایی هوا در درون خشک‌کن و روش آماده‌سازی بر روی فرآیند خشک کردن زردآلو و شدت قهوه‌ای شدن فرآورده نهایی، توسط بصیری در سال ۱۳۷۵ بررسی گردید. پارامترهای تحت بررسی عبارت بودند از: دمای هوا در درون خشک‌کن (۶۵-۴۵، ۵۵، ۶۵-۵۵، ۶۵، ۴۵-۶۵، ۶۵-۵۵ و ۷۵ درجه سانتی‌گراد)، سرعت جابه‌جایی هوا (۱، ۱/۵ و ۲ متر بر ثانیه) و آماده‌سازی با متابی‌سولفیت سدیم (۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ قسمت در میلیون). آزمایشات انجام گرفته نشان دادند که، متغیرهای دما و سرعت جابه‌جایی هوا در درون خشک‌کن، بر روی زمان و سرعت فرآیند خشک کردن، اثر معنی‌داری دارند، روش آماده‌سازی، بر روی زمان و سرعت خشک کردن، فاقد اثر معنی‌داری می‌باشد، شدت قهوه‌ای شدن در فرآورده نهایی، متأثر از دمای هوا در درون خشک‌کن و روش آماده‌سازی می‌باشد، سرعت جابه‌جایی هوا در درون خشک‌کن، بر روی شدت قهوه‌ای شدن فرآورده، اثر معنی‌داری ندارد و مناسب‌ترین شرایط خشک کردن زردآلو شامل دمای ۶۵-۵۵ درجه سانتی‌گراد، سرعت جابه‌جایی هوای ۱/۵ متر بر ثانیه و سولفیتینگ با غلظت ۱۵۰۰-۱۰۰۰ قسمت در میلیون می‌باشد (بصیری، ۱۳۷۵).

بر اساس تحقیق انجام شده توسط بصیری و همکاران در سال ۱۳۸۷، بهترین تیمار آماده‌سازی به منظور خشک کردن زردآلو که کم‌ترین اثر را بر روی شاخص‌های کیفی برگه زردآلو می‌گذارد، تیمار آماده‌سازی متابی‌سولفیت سدیم ۸٪ و اتیل اولئات ۲٪ در دو دمای ۵۰ و ۶۰ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است (بصیری و همکاران، ۱۳۸۷). به منظور تعیین مناسب‌ترین دما در چنین فرآیندی در این تحقیق به بررسی اثرات دما در فرآیند خشک کردن به روش جابه‌جایی هوا بر روی ویژگی‌های کیفی برگه زردآلو پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

زردآلو (واریته شکرپاره)، در حالت رسیدگی کامل (با رطوبت اولیه ۸۷-۸۳٪ بر پایه خشک) تهیه و پس از جداسازی زردآلوهای معیوب، نمونه‌ها با میانگین وزن و قطر، به ترتیب ۰/۵±۴۱/۱ گرم و ۰/۵±۴/۴۱ به سردخانه منتقل و در آنجا تا شروع آزمایشات، در تاریکی و دمای ۵-۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردیدند. اثرات متغیر دمای هوای خشک کن بر روی شاخص‌های کیفی شدت قهوه‌ای شدن، چروکیدگی، جذب مجدد آب، سختی بافت و باقی‌مانده دی‌اکسید گوگرد برگه زردآلو خشک شده با محلول آماده سازی متابی‌سولفیت سدیم ۸٪ و اتیل اولئات ۲٪ در قالب طرح‌های کاملاً تصادفی و در چهار تکرار بررسی و داده‌های حاصل توسط دو نرم‌افزار MINITAB و SAS آنالیز گردیدند.

در آماده‌سازی نمونه‌ها از متابی‌سولفیت سدیم، کربنات پتاسیم و اتیل‌اولئات و در تعیین شاخص‌های کیفی نمونه‌ها از تولوئن، اتانول، نشاسته، ید، اسید کلریدریک (همگی با خلوص آزمایشگاهی) استفاده گردید. شستشو و آماده‌سازی نمونه‌ها با آب آشامیدنی و در تعیین شاخص‌های کیفی نمونه‌ها از آب مقطر استفاده گردید.

تجهیزات به کار رفته در آزمایشات، شامل سیستم خشک‌کن با جریان جابه‌جایی هوای گرم، آون اتمسفریک، آون خلاء، هات پلیت با همزن مغناطیسی، دستگاه بسته‌بندی، انمومتر دیجیتال، رطوبت و حرارت سنج دیجیتال، آسیاب برقی، ترازوی آزمایشگاهی دیجیتال با دقت ۰/۰۱± گرم، سیستم سنجش سختی بافت، دستگاه تقطیر و اسپکتروفتومتر بودند .

قبل از شروع هر آزمایش، به مقدار مورد نیاز زردآلو از سردخانه خارج و جهت دست‌یابی به دمای محیط به مدت ۳۰ دقیقه در محیط آزمایشگاه قرار گرفتند. از توده اولیه، نمونه‌ای به صورت تصادفی انتخاب و رطوبت اولیه آن سنجیده شد. پس از شستشو و آبکشی، جهت جداسازی آب سطحی، نمونه‌ها به مدت ۵ دقیقه، به صورت ساکن قرار گرفتند. در ادامه نمونه‌های نیمه شده (۸ عدد، حدود ۳۰۰ گرم)، به درون ظروف حاوی ۶۰۰ میلی لیتر محلول آماده‌سازی (متابی‌سولفیت سدیم ۸٪ و اتیل اولئات ۲٪) تحت بررسی با نسبت محلول به محصول ۲ به ۱، در دمای محیط به مدت ۲۰ دقیقه

ift.srbiau.ac.ir

قرار گرفتند. پس از توزین سینی‌های حامل، نیمه‌های زردآلو جهت جلوگیری از خروج شیره، به صورتی بر روی سینی‌ها قرار می‌گیرند که قسمت برش خورده آنان به طرف بالا باشد. پس از توزین مجدد، سینی‌های حامل نمونه‌ها در درون خشک‌کن که قبلاً دماهای تحت بررسی (۵۰، ۶۰، ۷۰ و ۸۰ درجه سانتی‌گراد) در آن‌ها تنظیم گردیده‌اند، منتقل می‌گردند. جهت تعیین زمان خاتمه آزمایشات (دست‌یابی به رطوبت نهایی مورد نظر)، سینی‌های حامل نمونه‌ها، در طول فرآیند، توزین می‌گردند. بعد از دست‌یابی به رطوبت نهایی مورد نظر، نمونه‌ها در شرایط محیطی، خنک شده و سپس در پوشش‌های پلاستیکی قرار گرفته و تا زمان انجام آزمایشات کیفی در دمای ۵-۴ درجه سانتی‌گراد در سردخانه و در تاریکی نگهداری می‌شوند.

اثرات تیمارهای آماده‌سازی و دمای هوای خشک‌کن بر روش شاخص‌های کیفی نمونه‌ها، مورد بررسی قرار می‌گیرند. سپس ویژگی‌های کیفی نمونه‌ها شامل شدت قهوه‌ای شدن، چروکیدگی، جذب مجدد آب، سختی بافت و باقی‌مانده دی‌اکسید گوگرد تعیین گردیدند.

آزمایشات در قالب طرح‌های کاملاً تصادفی، با متغیر دمای خشک کردن در چهار سطح ۵۰، ۶۰، ۷۰ و ۸۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت جابه‌جایی هوای ۱/۵ متر بر ثانیه و آماده‌سازی با محلول متابی‌سولفیت سدیم ۸٪ و اتیل اولئات ۲٪ در چهار تکرار انجام گردیدند.

- سنجش شاخص‌های تحت بررسی

رطوبت نمونه‌ها، بر مبنای خشک کردن آزمونه در آون خلاء (در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد) تا دست یابی به وزن ثابت انجام گردید (Fellows, 1990).

سنجش شدت قهوه‌ای شدن نمونه‌ها، بر مبنای استخراج رنگدانه از آزمونه توسط حلال اتانول و تعیین میزان جذب در طول موج ۴۴۰ نانومتر انجام گردید. نمونه‌ها به وسیله آسیاب برقی به طور یکنواخت خرد شده، مقدار ۳ گرم از آزمونه، با دقت ۰/۰۱± گرم توزین گردید و در بشر ۲۰۰ میلی‌لیتری ریخته و سپس ۲۰ میلی‌لیتر اتانول ۹۶ درصد و ۱۸ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه شد و درب آن توسط پارافیلم پوشانده شد. سپس ظروف در دمای محیط و در تاریکی به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفتند. جهت سرعت بخشیدن به عمل استخراج، ظروف در فواصل زمانی، تکان داده شدند. پس از ۲۴ ساعت، مخلوط حاصل توسط کاغذ صافی فیلتر شده و میزان جذب آنان در طول موج ۴۴۰ نانومتر سنجیده شد. کالیبراسیون اسپکتروفتومتر توسط مخلوط ۲۰ میلی‌لیتر محلول اتانول ۹۶ درصد و ۱۸ میلی لیتر آب مقطر انجام گردید (Abdelhaq & Labuza, 1987).

تعیین میزان جذب مجدد آب نمونه‌ها، توسط ریختن آزمونه در آب مقطر در دمای محیط و سنجش افزایش وزن انجام گردید (Pangavhane *et al.*, 1999). وزن اولیه هر آزمونه با دقت ۰/۰۱± گرم سنجیده و در درون بشر قرار گرفته شد. به بشرها آب مقطر اضافه شده، به‌طوری‌که نمونه‌ها کاملاً درون آب قرار گیرند. در فواصل زمانی ۱۵ دقیقه، نمونه‌ها از آب خارج و به آرامی بر روی دستمال کاغذی خشک قرار گرفته، به‌طوری‌که تنها آب سطحی نمونه‌ها جذب گردد و مجدداً به داخل بشر محتوی آب برگردانده شدند. این عمل تا زمانی که اختلاف دو توزین متوالی کم‌تر از ۰/۰۱± گرم شود، ادامه یافت. درصد جذب آب آزمونه از رابطه ۱ محاسبه شد:

(رابطه ۱)

$$\text{جذب مجدد آب (\%)} = \frac{W_2-W_1}{W_1}\times 100$$

W_1 و W_2 به ترتیب وزن آزمونه قبل از آزمون و بعد از رسیدن به وزن ثابت می‌باشند.

سنجش میزان چروکیدگی نمونه‌ها به روش جابه‌جایی و با استفاده از تولوئن انجام گردید.

در این روش چروکیدگی بر مبنای ریختن آزمونه در حجم معینی از تولوئن، درون استوانه مدرج و اندازه‌گیری میزان تغییر حجم انجام گردید (Pangavhane *et al.*, 1999). برای این منظور، قبل از خشک کردن، حجم اولیه با قرار گرفتن نمونه در داخل استوانه مدرج حاوی تولوئن سنجیده شده، پس از خشک کردن، مجدداً حجم نمونه خشک‌شده اندازه‌گیری گردید. میزان چروکیدگی بر اساس رابطه ۲ محاسبه گردید.

jftn.srbiau.ac.ir

(رابطه ۲)

$$\text{چروکیدگی (٪)} = [(V_1-V_2)/V_1] \times 100$$

V_1 =حجم اولیه نمونه قبل از فرآیند، V_2= حجم ثانویه نمونه بعد از فرآیند.

برای اندازه‌گیری میزان باقی‌مانده دی‌اکسید گوگرد، ۳ گرم نمونه را در داخل بالن ته گرد توزین و با آب مقطر به حجم ۲۰۰ میلی‌لیتر رسانده و سپس بالن را به مبرد وصل کرده و وقتی مخلوط داخل بالن به جوش آمد، مخلوط ۵ میلی‌لیتر آب و ۱۵ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک ۳۷/۵٪ تهیه شده، را به آرامی به مخلوط داخل بالن اضافه کرده، تا گاز دی‌اکسید گوگرد به مبرد وارد شده و رنگ آبی مایل به بنفش محلول داخل بشر که حاوی ۱ میلی‌لیتر محلول نشاسته ۱٪ و ۲ قطره ید ۰/۱ نرمال و ۵۰ میلی‌لیتر آب می‌باشد را بی رنگ کند. این کار را ادامه داده تا زمانی که دیگر رنگ آبی مایل به بنفش تغییر نکند، از این مرحله به بعد مقدار حجم ید مصرفی در رابطه ۳ قرار داده می‌شود (موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۷۵).

(رابطه ۳)

حجم دی‌اکسید گوگرد = حجم ید مصرفی × ۵ × ۰/۶۴۰۶
باقی‌مانده در نمونه خشک شده

سختی بافت نمونه‌های خشک شده با استفاده از دستگاه بافت سنج انجام گرفته است (Abdelhaq & Labuza, 1978). در سنجش‌ها از میله[1] به قطر ۰/۱ میلی متر و سرعت حرکت ۱۰۰ میلی‌متر بر ثانیه استفاده گردیده است. سنجش‌ها در هر نمونه در سه نقطه آن انجام گرفتند، که در نهایت میانگین حداکثر نیروی مورد نیاز برای نفوذ به درون بافت در محاسبات مورد استفاده قرار گرفت.

- آنالیز آماری

اثرات متغیر دمای هوای خشک کن بر روی شاخص‌های کیفی شدت قهوه‌ای شدن، چروکیدگی، جذب مجدد آب، سختی بافت و باقی‌مانده دی‌اکسید گوگرد برگه زردآلو خشک شده با محلول آماده سازی متابی‌سولفیت سدیم ۸٪ و اتیل اولئات ۲٪ در قالب طرح‌های کاملاً تصادفی و در چهار تکرار بررسی و داده‌های حاصل توسط دو نرم‌افزار MINITAB و SAS آنالیز گردیدند.

یافته‌ها

نتایج تجزیه واریانس اثرات متغیر بکار رفته در آزمایشات بر روی ویژگی‌های تحت بررسی در جدول‌های ۱ تا ۵ آورده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، دماهای خشک کردن (فاکتور A)، بر روی شاخص شدت قهوه‌ای شدن، باقی‌مانده دی‌اکسید گوگرد و جذب مجدد آب به علت کم تر بودن میزان خطا از ۰/۰۵ ($p<0.05$) اثر معنی‌دارند. در حالی که دماهای خشک کردن (فاکتور A) بر روی چروکیدگی و سختی بافت اثر معنی‌داری ندارد. جهت تعیین شرایط بهینه در بین تیمارهای تحت بررسی، شاخص‌های کیفی نمونه‌های حاصل از آزمایشات، توسط روش دانکن (مقایسه میانگین‌ها) ارزیابی و تیمارها در هر یک از شاخص‌ها که حداقل مورد انتظار را برآورده کرده بودند، امتیاز دریافت کردند. نتایج حاصل در جدول ۶ آورده شد. همان‌گونه که مشاهده می‌گردد، در بین چهار تیمار تحت بررسی، یک تیمار در هر یک از پنج شاخص تحت بررسی حد نصاب امتیاز (کمینه کردن میزان چروکیدگی، شدت قهوه‌ای شدن، سختی بافت و باقی‌مانده دی‌اکسید گوگرد و بیشینه کردن بازیافت مجدد آب) مورد نیاز را بدست آوردند. تیمار منتخب دارای روش خشک کردن در دما ۶۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

جدول ۱- تجزیه واریانس شدت قهوه‌ای شدن

منبع تغییرات (SV)	درجه آزادی (df)	مجموع مربعات (SS)	میانگین مربعات (MS)	Fs	P
دمای خشک کردن A	3	4/40143	1/46714	382/42	0/000
خطای آزمایش	12	0/04604	0/00384		
کل	15	4/44747			

1- Probe

jft.srbiau.ac.ir

جدول ۲- تجزیه واریانس میزان سختی

منبع تغییرات (SV)	درجه آزادی (df)	مجموع مربعات (SS)	میانگین مربعات (MS)	Fs	P
دمای خشک کردن A	3	898	299	2/01	0/191
خطای آزمایش	8	1192	149		
کل	11	2090			

جدول ۳- تجزیه واریانس باقی‌مانده دی‌اکسید گوگرد

منبع تغییرات (SV)	درجه آزادی (df)	مجموع مربعات (SS)	میانگین مربعات (MS)	Fs	P
دمای خشک کردن A	3	1158008	386003	3/72	0/042
خطای آزمایش	12	1243986	103666		
کل	15	2401994			

جدول ٤- تجزیه واریانس میزان چروکیدگی

منبع تغییرات (SV)	درجه آزادی (df)	مجموع مربعات (SS)	میانگین مربعات (MS)	F_s	P
دمای خشک کردن A	3	0/01405	0/00468	1/27	0/398
خطای آزمایش	4	0/01479	0/00370		
کل	7	0/02885			

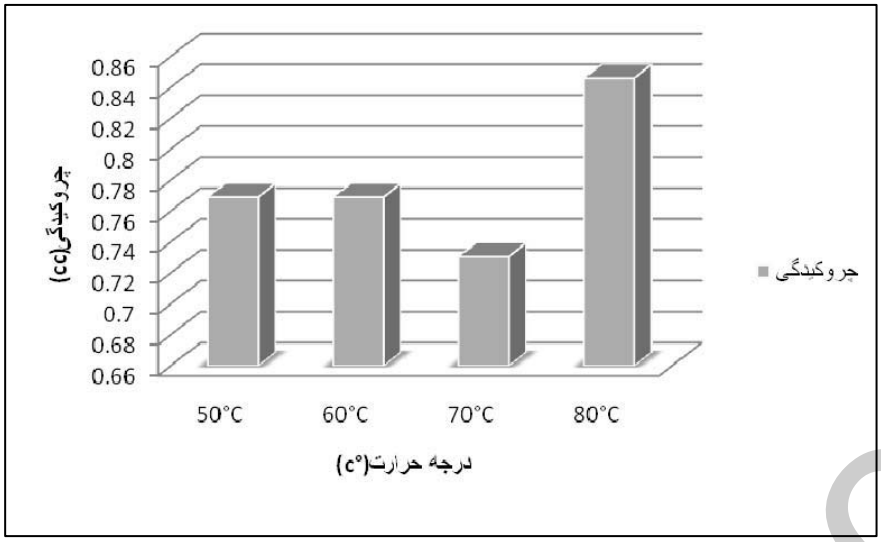
جدول ٥- تجزیه واریانس میزان جذب مجدد آب

منبع تغییرات (SV)	درجه آزادی (df)	مجموع مربعات (SS)	میانگین مربعات (MS)	F_s	P
دمای خشک کردن A	3	1/935742	0/645247	1051/89	0/000
خطای آزمایش	4	0/002454	0/000613		
کل	7	938196/1			

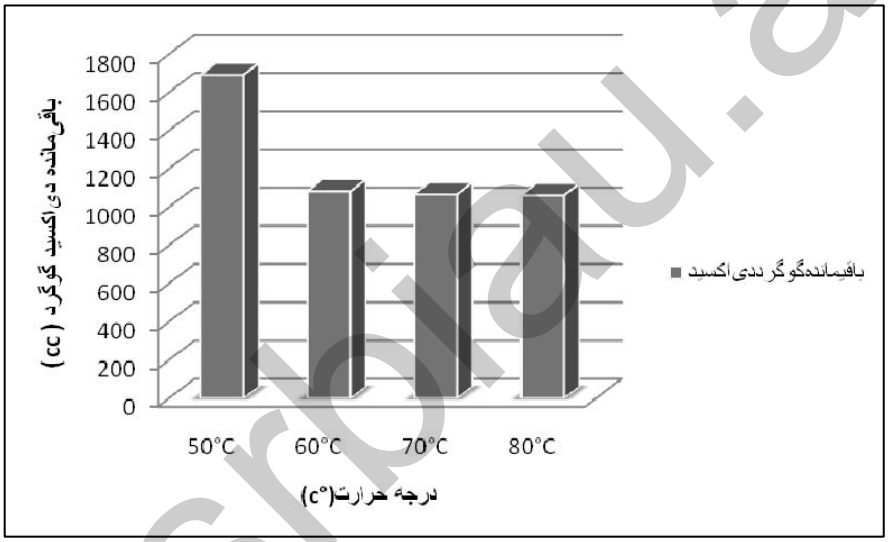
جدول ٦- ارزیابی شاخص‌های کیفی محصول در تیمارهای تحت بررسی

دمای فرآیند (درجه سانتی گراد)	چروکیدگی	باقی‌مانده دی‌اکسید گوگرد	قهوه‌ای شدن	سختی بافت	بازیافت مجدد آب	جمع
۵۰	*		*	*	*	****
۶۰	*	*	*	*	*	*****
۷۰	*	*		*	*	****
۸۰		*		*		**

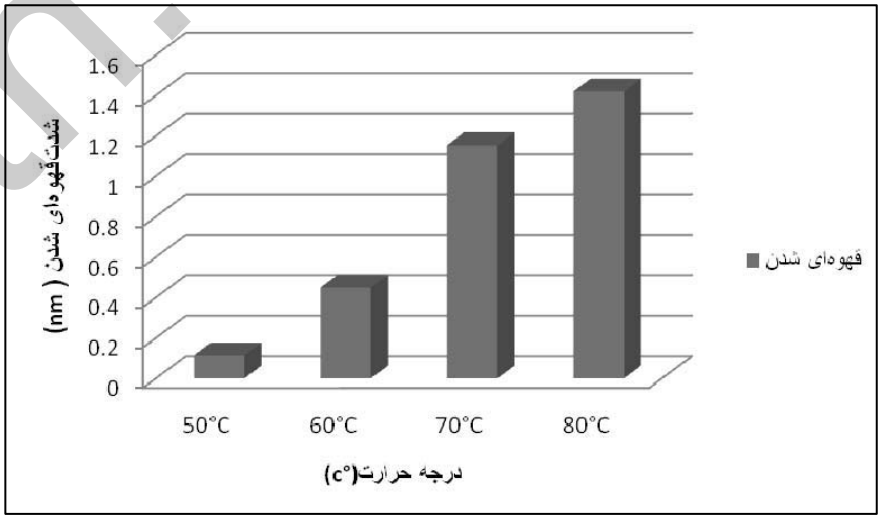
jftn.srbiau.ac.ir



نمودار ۱- اثرات دماهای تحت بررسی بر روی میزان چروکیدگی

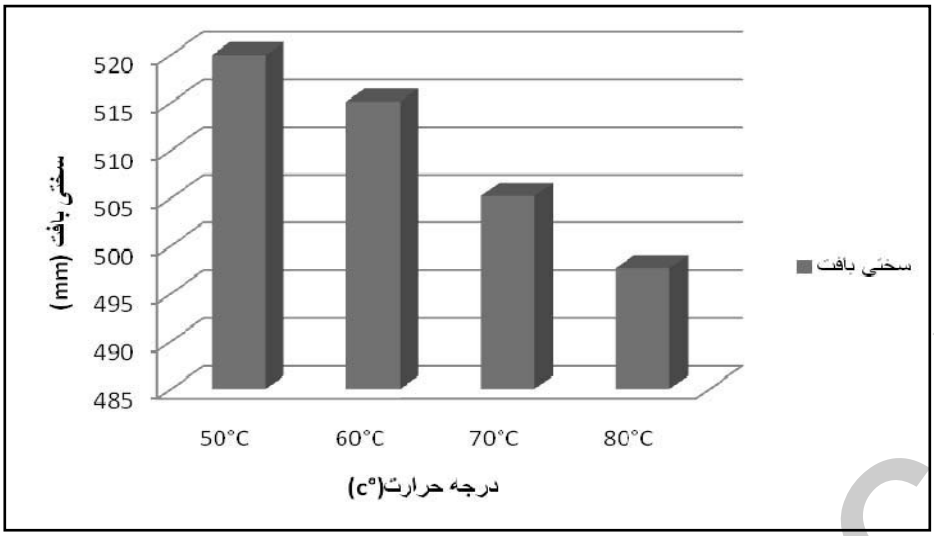


نمودار ۲- اثرات دماهای تحت بررسی بر روی میزان باقی‌مانده دی‌اکسید گوگرد

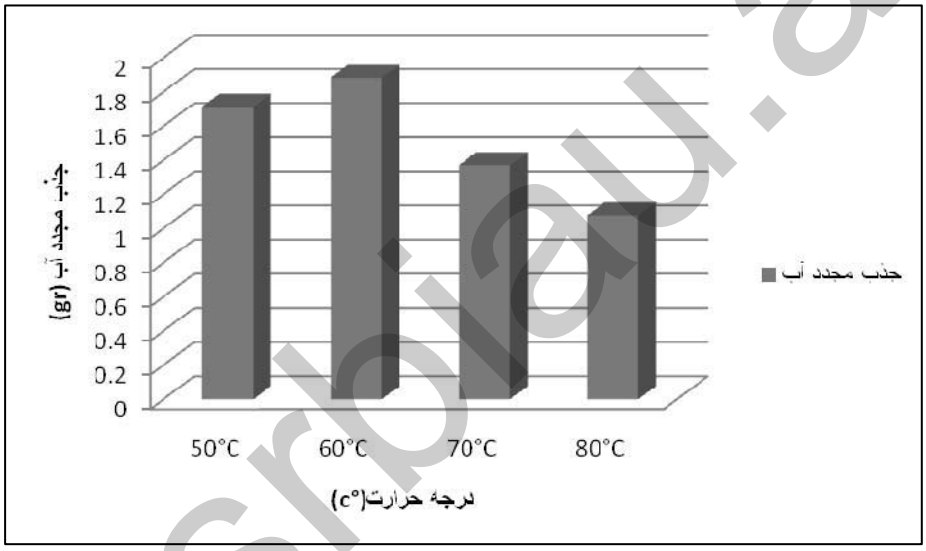


نمودار ۳- اثرات دماهای تحت بررسی بر روی قهوه‌ای شدن

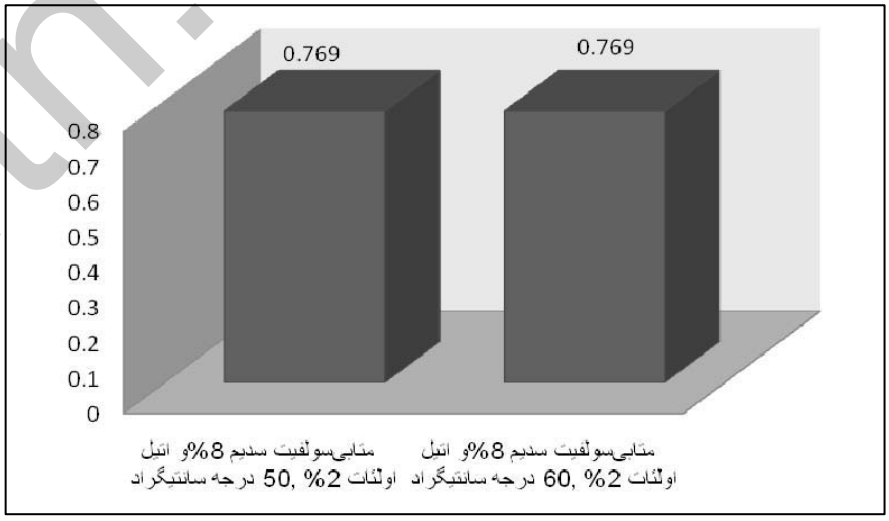
jftn.srbiau.ac.ir



نمودار ٤- اثرات دماهای تحت بررسی بر روی میزان سختی بافت

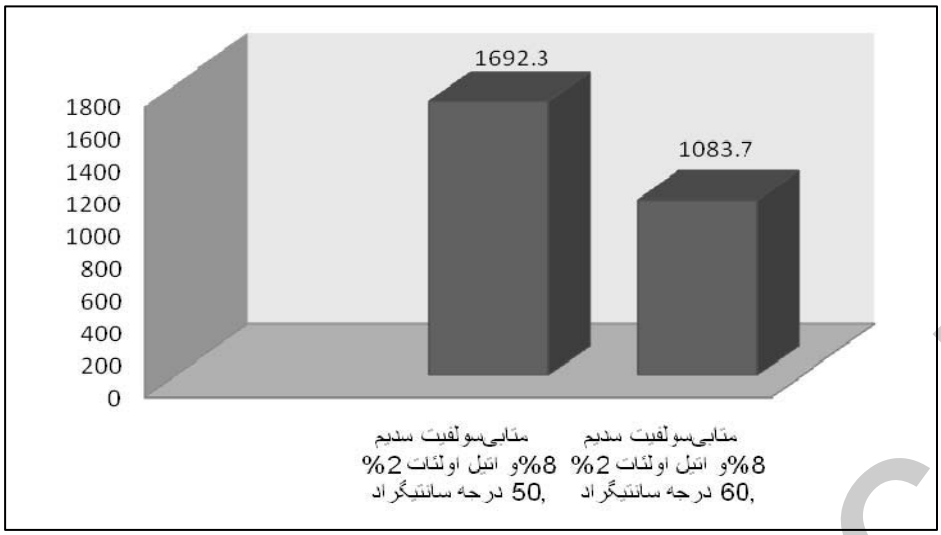


نمودار ٥- اثرات دماهای تحت بررسی بر روی میزان جذب مجدد آب

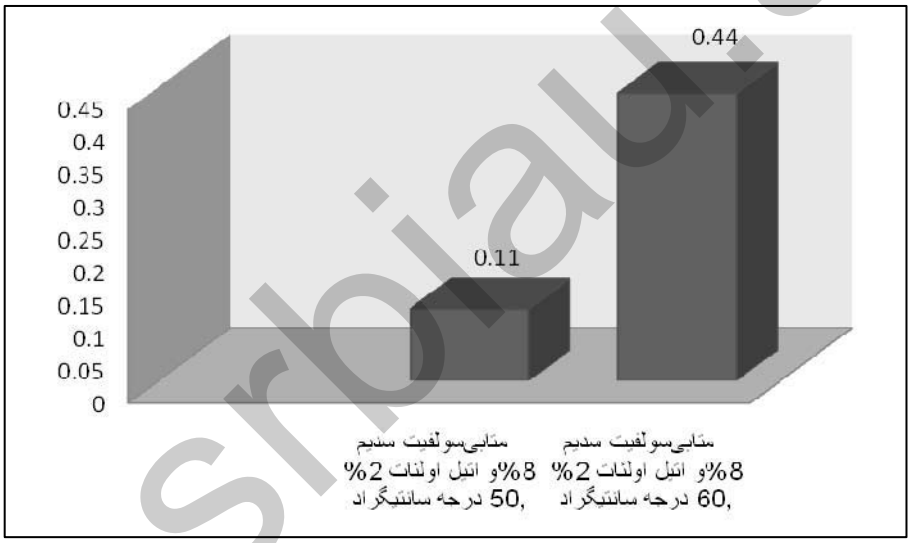


نمودار ٦- اثرات دماهای تحت بررسی بر روی میزان چروکیدگی (cc)

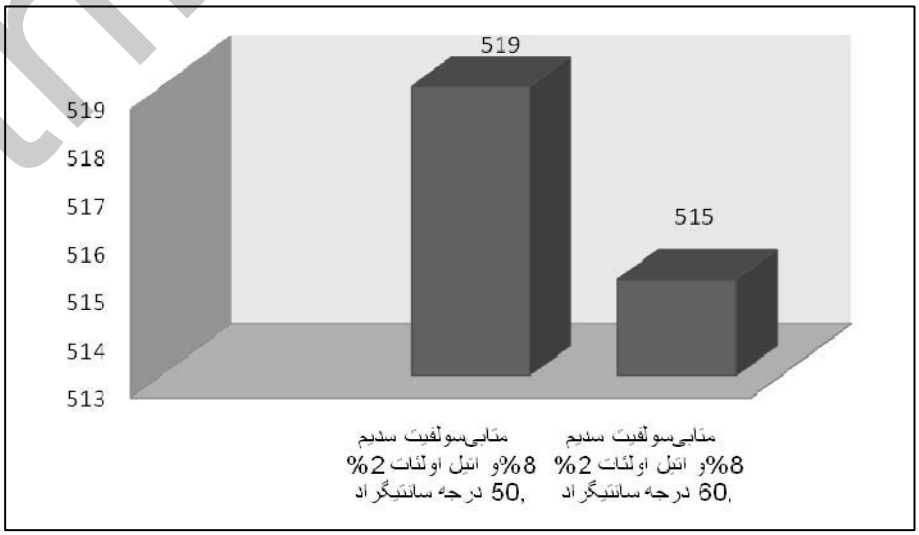
jftn.srbiau.ac.ir



نمودار ۷- اثرات دماهای تحت بررسی بر روی میزان باقی‌مانده دی‌اکسید گوگرد (cc)

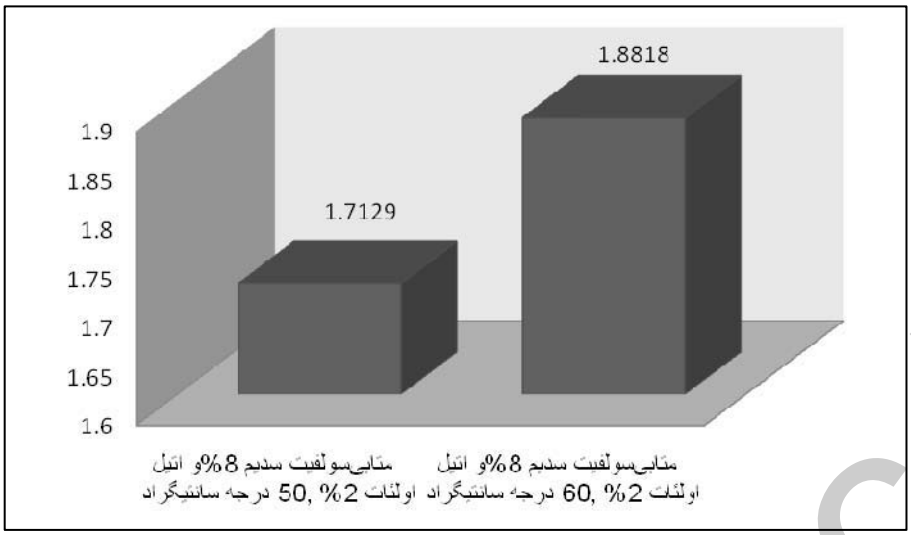


نمودار ۸ - اثرات دماهای تحت بررسی بر روی قهوه‌ای شدن (nm)



نمودار ۹- اثرات دماهای تحت بررسی بر روی میزان سختی بافت (mm)

jftn.srbiau.ac.ir



نمودار ۱۰- اثرات دماهای تحت بررسی بر روی میزان جذب مجدد آب (gr)

بحث

همان‌گونه در نمودار ۱ مشاهده می‌شود، با افزایش دمای فرآیند، میزان شدت قهوه‌ای شدن افزایش می‌یابد، با بررسی انجام شده مشخص شد، با افزایش درجه حرارت، شدت رنگ پیگمان بیشتر می‌شود، علت رنگ بیشتر تشکیل شده، افزایش مقدار کربن در آن می‌باشد و همچنین باعث افزایش واکنش قهوه‌ای شدن آنزیمی و غیر آنزیمی، در نمونه‌ها می‌شود.

نمودار ۲ کاهش میزان باقی‌مانده دی اکسید گوگرد را نشان می‌دهد. در اثر افزایش درجه حرارت میزان باقی‌مانده آن در نمونه کاهش می‌یابد. به‌کارگیری ترکیبات گوگردی باعث کاهش میزان قهوه‌ای شدن آنزیمی و غیر آنزیمی می‌شود، در نتیجه با افزایش درجه حرارت میزان دی اکسید گوگرد در نمونه‌های خشک شده کاهش یافته و میزان قهوه‌ای شدن افزایش می‌یابد. در نمودار ۳ مشاهده می‌شود، که با افزایش درجه حرارت به علت استفاده از پیش تیمار اتیل اولئات که باعث انعطاف پذیری و افزایش نفوذ پذیری بافت می‌شود و همچنین عملکرد آن مشابه یک فعال کننده سطحی است، قادر به حل کردن پوسته مومی و دیواره یاخته برخی فراورده‌ها با افزایش دادن و پخش کردن نقاطی که مسیری برای عبور آب هستند می‌باشد، در نتیجه سرعت تبخیر آب را زیاد می‌کنند. مواد مومی که در سطح زردآلو وجود دارد مانع انتقال رطوبت می‌گردد، که اتیل اولئات با حل کردن آن‌ها، انتقال حرارت را به درون محصول آسان می‌کند. در نتیجه اختلاف معنی‌داری در سختی بافت با افزایش حرارت (۵۰ تا ۸۰ درجه سانتی‌گراد) مشاهده نشده است. در نمودار ۴ همان‌طور که مشاهده می‌شود، به علت استفاده از پیش تیمار اتیل‌اولئات که باعث کاهش اختلاف رطوبت در سطح و داخل نمونه شده، در میزان چروکیدگی با افزایش درجه حرارت اختلاف معنی‌داری مشاهده نشده است. در نمودار ۵ مشاهده می‌شود، که میزان جذب مجدد آب تا دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد افزایش و سپس با افزایش درجه حرارت میزان جذب مجدد آب به علت تغییرات در بافت نمونه کاهش می‌یابد.

همچنین با بررسی نمودارهای ۶ تا ۱۰ مشاهده می‌شود، به استثنا میزان شدت قهوه‌ای شدن بالاتر (که این میزان از لحاظ استاندارد قابل قبول است) و همچنین بر اساس آنالیزهای انجام شده مشخص شده میزان چروکیدگی و سختی بافت، در دو دمای ۵۰ و ۶۰ درجه سانتی‌گراد اختلاف معنی‌داری مشاهده نمی‌شود، ولی به علت داشتن کیفیت برتر در سایر شاخص‌های کیفی از جمله میزان باقی‌مانده دی‌اکسید گوگرد، جذب مجدد آب، در نتیجه نمونه‌های خشک شده در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد، به دلایل ذکر شده، با کاهش زمان خشک کردن و ویژگی‌های کیفی مناسب در برگه زردآلو، به عنوان دمای بهینه پیشنهاد می‌گردند.

jfn.srbiau.ac.ir

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از آزمایشات انجام‌گرفته، نشان‌دهنده اثرات مثبت اتیل‌اولئات در آماده‌سازی زردآلو می‌باشند، که در فرآیند خشک کردن انگور نیز مشاهده شده بود. از سوی دیگر ترکیب محلول متابی‌سولفیت سدیم و اتیل‌اولئات، در کنار کاهش زمان خشک کردن و اثرات مثبت بر روی بافت محصول، از قهوه‌ای شدن محصول به صورت معنی‌داری می‌کاهد. خشک کردن با هوای داغ در دماهای میانی، کم‌ترین افت در ویژگی‌های کیفی محصول را به دنبال دارد، که در تحقیقات قبلی نیز نشان داده شده‌اند (بصیری، ۱۳۷۵; بصیری و همکاران، ۱۳۸۷).

در بین تیمارهای تحت بررسی، مناسب‌ترین شرایط جهت خشک کردن زردآلو، نمونه‌های خشک‌شده با هوای داغ در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد پیشنهاد می‌گردند.

سپاسگزاری

لازم است تا از پژوهشکده کشاورزی سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، از شرکت آویشن نقره‌ای به ریاست جناب آقای مهندس سیامک ثابت، جناب آقای دکتر امین افشار و در پایان از رییس دانشکده علوم و صنایع غذایی واحد علوم و تحقیقات تهران، جناب آقای دکتر قوامی کمال تشکر را داشته باشم. علاوه بر این از پدر و مادر عزیزم که همواره یاور، حامی و مشوق من بوده‌اند نهایت تشکر و قدردانی را دارم.

منابع

بصیری، ع. (۱۳۷۱). طراحی و ساخت خشک کن های آزمایشگاهی تمام اتوماتیک برای بررسی پروسس رطوبت زدایی در میوه‌جات، پنجمین سمینار تحقیقات باغبانی کشور.

بصیری، ع. (۱۳۷۵). بررسی پروسس رطوبت زدایی در میوه‌جات، فاز اول زردآلو. گزارش نهایی طرح، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران.

بصیری، ع.، میزانی، م. و صالحی‌زاده، پ. (۱۳۸۷). اثر تیمارهای مختلف و روش‌های متفاوت خشک کردن بر روی شاخص‌های کیفی برگه زردآلوهای خشک شده. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.

توکلی پور، ح. (۱۳۸۰). خشک کردن مواد غذایی، اصول و روش‌ها، انتشارات آبیژ، تهران.

چاجی، ح. و قاسم‌زاده، ا. (۱۳۸۷). اثر پیش تیمار روغن اتیل اولئات و پودر کربنات پتاسیم و آب گرم بر سنتیک‌های خشک شدن زرشک. پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، مشهد.

فرجی هارمی، ر. (۱۳۷۱). اصول نگهداری مواد غذایی، انتشارات دانشگاه شیراز.

فرجی هارمی، ر. (۱۳۷۴). میوه و سبزی و تکنولوژی نگهداری و تبدیل آن‌ها، مرکز نشر دانشگاهی، چاپ دوم، تهران.

ملکی، م. و دخانی، ش. (۱۳۷۴). صنایع غذایی، جلد اول، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه شیراز.

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. (۱۳۷۵)، روش اندازه‌گیری باقی مانده سولفیت در محصولات نهایی، شماره استاندارد ۵۶۹.

Abdelhaq, E. H. & Labuza, T. P. (1987). Air drying characteristics of Apricots, Journal of food science, 52, 2.

Dauthy, M. E. (2008). Fruit and vegetable processing, FAO agricultural services Bulletin Nr. 119, Food and agriculture Organization of the united nations, Rome.

Doymaz, I. (2004). Effect of Pretreatments using potassium Metabisulphide and Alkaline Ethyl Oleate on the Drying Kinetics of Apricots.

Doymaz, I. & Pala, M. (2003). Effect of ethyl oleate on drying characteristics of mulberry. Nahrung/ Food, 47, 304- 308.

Fellows, P. J. (1990). Food processing technology, theory and practice, Ellis Horwood Pub.

Katahira, M. & Bekki, E. (1998). Heated air drying of garlic bulb in Air- Bag type dryer (part 2) - Improvement in energy use by partial recirculation of exhaust air- Journal of the JSAM. 60, 1, 99-106.

Monastra, F. & De Salvador, F. A. (1997). Apricot: Present and Future, X International Symposium on Apricot Culture. ISHS Acta Horticulturae, 384.

Pangavhane, D. R., Sawhney, R. L. & Saravardia, P. N. (1999). Effect of various dipping pretreatment on drying kinetics of Thompson seedless grapes. Journal of food Eng., 39, 2, 211-216.

Raouzeus, G. S. & Saravacos, G. D. (1986). Solar drying of raisins. Drying Technology, 4, 633-649.

Riva, M. & Peri, C. (1986). Kinetics of sun and air drying of different varieties of seedless grapes. Journal of Food Technology. 21, 199-208.

Vagenas, G. K. & Marinos- Kouris, D. (1991). Drying kinetics of apricots. Drying Technology, 9, 735-752.

Vazquze, G., Chenlo, F., Moreira, R. & Cruz, E. (1997). Grape drying in a pilot plant with a pump. Drying Technology. 15, 3, 899 – 920.

jfnr.srbiau.ac.ir

Food Technology & Nutrition / Summer 2011 / Vol. 8 / No. 3

The Effect of Drying Air Temperature on the Quality of Dried Apricots Using Convection Oven

P. Salehizadeh[a], A. Bassiri[b*], M. Mizani[c]

[a] M. Sc. of Food Science & Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

[b] Assistant Professor of Chemical Research Centre, Iranian Research Organization for Science and Technology

[c] Assistant Professor of the College of Food Science & Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Received: 15March 2009 Accepted:5 June 2009

jftn.srbiau.ac.ir

Abstract

Introduction: Dehydration is one of the methods employed for food preservation. In this study the effect of drying on the quality characteristics of apricots consisting of browning, shrinkage, rehydration, hardness and residual sulfites has been investigated.

Materials and Methods: Ripened apricots with 83- 87% initial moisture content were employed. Statistical analysis concerned with the effect of heat variations on quality indices namely browning, water absorption, texture hardness and residual SO_2 were carried out using MINITAB and SAS software.

Results: The results indicated that the effects of drying methods on browning, rehydration, residual sulfite of dried apricots were highly significant, but the methods had no significant effects on shrinkage and hardness.

Conclusion: This investigation indicated that hot air drying at 60^{o}C was found to be the most suitable condition.

Keywords: *Dried Apricot, Drying Methods, Quality Characteristics.*

**Corresponding Author:* ali_bassiri@yahoo.com

علوم غذایی و تغذیه / تابستان ۱۳۹۰/ سال هشتم/ شماره ۳