تأثیر خشک کردن دو مرحله‌ای انگور بی‌دانه قرمز بر کیفیت کشمش

محمد غلامی پرشکوهی[1*]، موسی میرمرادی[2]، احسان عبدالعلی زاده[2]، مهرداد سلیمی بنی[2]

[1] دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تاکستان، گروه ماشین‌های کشاورزی، تاکستان، ایران.
[2] دانش آموخته‌ی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تاکستان، گروه ماشین‌های کشاورزی، تاکستان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۸/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۰/۲۴

چکیده

دست‌یابی به شرایط بهینه در فرایند خشک کردن می‌تواند اثر مهمی بر زمان فر آوری و بهبود شاخص‌های کیفی این محصول داشته باشد. در این تحقیق کیفیت خشک شدن انگور بی‌دانه قرمز در دمای دو مرحله‌ای و روش‌های مختلف آماده سازی محصول مورد بررسی قرار گرفت. خشک شدن انگور به دو صورت یکی با دمای ثابت ۵۰، ۶۰، ۷۰ و ۸۰ درجه سلسیوس و دیگری با دمای دو مرحله‌ای انجام گرفت. در روش دو مرحله‌ای ابتدا نمونه‌ها تحت دمای ۸۰ درجه سلسیوس قرار گرفته و پس از رسیدن رطوبت محصول به ۵۰ درصد، دما به ۵۰، ۶۰ و ۷۰ درجه سلسیوس کاهش پیدا کرد. روش آماده‌سازی محصول نیز در چهار سطح بدون آماده‌سازی، آماده سازی با آب داغ، آماده سازی با کربنات پتاسیم ۵٪ و روغن زیتون ۰/۴٪ و آماده سازی با هیدروکسید سدیم ۰/۵٪ انجام گرفت. نتایج بدست آمده نشان داد که پارامترهای دما و آماده سازی محصول اثرات معنی‌داری بر شاخص قهوه‌ای شدن، بازآبپوشی و چروکیدگی دارند و فقط پارامتر دما روی اسیدیته تأثیر معنی‌دار دارد. در مجموع کشمش‌های که در دمای دو مرحله‌ای با تغییر دمای مرحله دوم به ۶۰ درجه سانتی‌گراد در آماده سازی با کربنات پتاسیم ۵٪ و روغن زیتون ۰/۴٪ و آماده سازی با هیدروکسید سدیم ۰/۵٪ در دمای ۹۳ درجه سانتی‌گراد بدست آمده‌اند دارای کیفیت بهتری می‌باشند. همچنین کشمش‌هایی که با روش آماده سازی هیدروکسید سدیم ۰/۵٪ در دمای ۹۳ درجه سانتی‌گراد، در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد بدست آمده‌اند، دارای کیفیت بهتری می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: انگور بی‌دانه قرمز، خشک کردن جابجایی، دمای دومرحله‌ای، کیفیت کشمش.

* مسئول مکاتبه: m.gholami@tiau.ac.ir – gholamihassan@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

۱- مقدمه

انگور یکی از مهم‌ترین محصولات باغی کشور بوده که بخشی از آن به صورت محصول تازه و مابقی به صورت کشمش استفاده می‌شود. طبق آمار سطح زیر کشت تاکستان‌های کشور با احتساب درختان پراکنده انگور حدود ۳۰۲ هزار هکتار بوده که ۹۲/۱ درصد آن درختان بارور مو می‌باشند. ۲۰۱ هزار هکتار معادل ۷۲/۳ درصد سطح بارور تاکستان‌های کشور آبیاری شده است. استان فارس با سهم ۲۰/۸ درصد از سطح بارور تاکستان‌های کشور در جایگاه نخست قرار دارد. استان‌های خراسان رضوی، قزوین، آذربایجان غربی، زنجان، همدان و آذربایجان شرقی به ترتیب با ۱۲/۲، ۶/۱ و ۵/۹ درصد سهم در سطح بارور انگور کشور در رتبه‌های بعدی قرار گرفته‌اند. تولید انگور کشور حدود ۱/۷ میلیون تن بوده که ۹۱/۹ درصد آن از کشت آبی حاصل شده است. استان قزوین علیرغم رتبه سوم در سطح بارور با ۱۴/۵ درصد تولید انگور کشور، در جایگاه نخست تولید کنندگان این محصول قرار دارد(۳). کشمش یکی از مهم‌ترین فرآورده‌های انگور بوده که بخش قابل توجهی از صادرات خشکبار کشور را شامل می‌شود. نظر به اهمیت کشمش در صادرات، تعیین بهترین روش تهیه و تولید این محصول و عوامل مؤثر در مرغوبیت و ارتقای کیفیت آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است(۴). برای کوتاه کردن مدت زمان خشک شدن و بالا بردن کیفیت کشمش حاصله، باید فرایند خشک‌کردن بهینه‌سازی شده و خشک‌کن‌های مربوطه طراحی و ساخته و یا بهینه‌سازی شوند. در این میان پارامترهای مختلفی چون دما، سرعت جابجایی هوای گرم و روش آماده‌سازی بر کیفیت و زمان خشک شدن انگور تأثیر می‌گذارند که بسته به رقم و شرایط محیطی منطقه، شدت اثرات این پارامترها متفاوت می‌باشد. در تحقیقی تأثیر دمای دو مرحله‌ای و همچنین روش آماده‌سازی محصول بر روی زمان و آهنگ خشک شدن انگور بی‌دانه قرمز مورد بررسی قرار گرفت. خشک شدن به دو صورت انجام گرفت یکی با دمای ثابت ۵۰، ۶۰، ۷۰ و ۸۰ درجه سانتی‌گراد و دیگری با دمای دو مرحله‌ای. برای انجام کار ابتدا نمونه‌ها تحت دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و پس از رسیدن رطوبت محصول به ۵۰ درصد، دما به ۵۰، ۶۰ و ۷۰ درجه سانتی‌گراد کاهش پیدا کرد. نتایج نشان داد زمان خشک کردن انگور با دمای دومرحله‌ای ای نسب به خشک کردن با دمای ثابت کمتر شده و در بعضی از آماده سازی‌ها تا ۶۷ درصد کاهش می‌یابد(۵). بررسی پارامترهای دما، سرعت جابجایی هوا و روش آماده سازی بر شاخص‌های کیفی کشمش حاصل از خشک شدن انگور بی‌دانه سفید انجام شد. نتایج نشان داد، کشمش‌هایی که با روش آماده سازی آب داغ، آماده سازی با کربنات پتاسیم ۵٪ و روغن زیتون ۰/۴٪ و آماده سازی با هیدروکسید سدیم ۰/۵٪ در دمای ۹۳ درجه سانتی‌گراد، در دمای ۶۰ و ۷۰ درجه سانتی‌گراد بدست آمده‌اند، دارای کیفیت بهتری می‌باشند(۶). اثرات روش‌های آماده‌سازی بر روی روند خشک‌کردن انگور و شاخص‌های کیفی فرآورده نهایی توسط پنگوانه و همکاران (۱۹۹۹) بررسی گردید. آزمایشات در یک خشک‌کن با دمای هوای ۶۰ درجه سانتی‌گراد و سرعت جابجایی ۰/۵ متر بر ثانیه و تیمارهای آماده‌سازی مختلف انجام شد. نتایج نشان داد که روش آماده‌سازی انگور با محلول هیدروکسید سدیم، شدت خشک کردن انگور را در مقایسه با روش‌های دیگر بکار رفته به طور معنی‌داری افزایش می‌دهد(۱۱). اثرات تیمارهای آماده‌سازی بر روی شدت خشک‌کردن انگور بی‌دانه توسط دویماز و پالا (۲۰۰۲) بررسی گردید. نتیجه آزمایشات نشان داد که آهنگ خشک شدن انگور در تیمار محلول کربنات پتاسیم (۵ درصد) و ۰/۲ کیلوگرم اتیل‌اولئات در دمای محیط و به مدت یک دقیقه، بیشتر از سایر تیمارها بود(۸). وازکوز و همکاران(۲۰۰۰)، آهنگ خشک شدن انگور (رقم Muscatel) را در دمای ۶۰ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۲۲ درصد با روش‌های آماده‌سازی مختلف تعیین نمودند آن‌ها نتیجه گرفتند که آماده‌سازی در مدت زمان ۳ دقیقه همراه محلول ۷ درصد کربنات پتاسیم و روغن زیتون ۰/۴ درصد در دمای ۶۰ درجه سلسیوس مدت زمان خشک‌کردن را از ۸۰ به ۲۰ ساعت کاهش می‌دهد. در این تحقیق مقدار ضریب نفوذ در محدوده $(۱/۲-۲/۸)\times۱۰^{-۱۰}\ m^2s^{-1}$ تعیین شد(۱۲). دویماز(۲۰۰۴) نشان داد که استفاده از اتیل اولئات و متابی‌سولفیت پتاسیم($K_2S_2O_5$) در زمان خشک کردن زردآلو موثر می‌باشد(۹). همچنین در بررسی مدل‌های ریاضی خشک شدن انگور، مدل پیج را به عنوان بهترین مدل انتخاب نمود(۱۰).

در این تحقیق کیفیت خشک شدن انگور بی‌دانه قرمز را در دمای دومرحله‌ای ای (پله‌ای) و در روش‌های آماده‌سازی مختلف مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته و بهترین روش خشک شدن برای افزایش کیفیت تعیین می‌گردد.

Archive of SID

www.SID.ir

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

آزمایش‌ها بر روی انگور بی‌دانه قرمز(*Black currant grape*) انجام شد. انگور مورد نیاز از منطقه تاکستان قزوین تهیه شد. شهرستان تاکستان در غرب استان قزوین واقع شده است. استان قزوین در حوزه مرکزی ایران بین ۴۸ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۴۵ درجه و ۵۰ دقیقه شرقی از نصف‌النهار گرینویچ و ۳۵ درجه و ۲۷ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۴۵ دقیقه عرض شمالی نسبت به خط استوا قرار دارد. رطوبت اولیه انگور در حدود (۷۲-۶۸) درصد بر پایه‌تر و قطر دانه‌های آن در حدود ۱/۵-۱/۲ سانتی‌متر بود. درصد قند متوسط انگور نیز ۲۶/۵۲ درصد بود. انگورها در سردخانه و دمای حدود ۱ ± ۴ درجه سانتی‌گراد در مدت آزمایش نگهداری شدند. برای انجام عملیات خشک کردن از سه عدد خشک‌کن آزمایشگاهی ثابت (از نوع جابجایی هوای متقاطع) استفاده گردید. خشک‌کن‌های مورد استفاده برای خشک کردن میوه‌ها و سبزیجات مناسب بوده و دارای یک صفحه مشبک می‌باشند که جریان هوا به صورت متقاطع و از زیر به محصول در حال خشک شدن برخورد می‌نماید. ابعاد هر کدام از خشک‌کن‌ها عبارت است از طول و عرض ۴۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۶۵ سانتی‌متر. قسمت نمونه‌گیر دارای حدود ۱۰۰ سانتی‌متر فاصله از کف دستگاه و حدود ۶۰ سانتی‌متر فاصله تا سقف خشک‌کن بود. هر کدام از این خشک‌کن‌ها دارای دو منبع حرارتی مستقل می‌باشند که یکی به وسیله کامپیوتر و دیگری به صورت دستی کنترل می‌گردد. جریان هوا توسط یک دمنده که در زیرالمنت‌ها قرار دارد کنترل می‌شود. میزان هوا دهی این دمنده‌ها در محدوده ۲۲۰-۱۸۰ متر مکعب بر ساعت توسط یک دیمر قابل تنظیم می‌باشد. در فاصله‌ای حدود ۴۰ سانتی‌متر بالاتر از ظرف نمونه، دریچه‌هایی برای خروج هوای مرطوب تعبیه شده است. برای اندازه‌گیری دما دو حسگر دما در قسمت زیرین و رویی سطح حامل نمونه تعبیه شده است و دمای هوا را قبل و بعد از تماس با نمونه‌های آزمایش اندازه‌گیری می‌نماید.

برای اندازه‌گیری سرعت جابجایی هوای گرم در خشک‌کن از دستگاه سرعت‌سنج هوا مدل AM-4201 شرکت لوترون[1] استفاده شد. این دستگاه قابلیت اندازه‌گیری سرعت عبور هوا تا ۲۰ متر بر ثانیه را دارا می‌باشد. برای تنظیم سرعت هوای ورودی، ابتدا پروانه دستگاه سرعت سنج هوا در محل عبور هوا قرار داده و سرعت عبور هوا توسط دستگاه قرائت می‌شد. پس از آن با استفاده از دیمر مربوطه به دمنده دستگاه خشک‌کن، سرعت عبور هوا به میزان دلخواه تنظیم می‌شد. با استفاده از دماسنج و رطوبت سنج مدل HT-3003 شرکت لوترون در طول آزمایشات تغییرات دمای آزمایشگاه و رطوبت نسبی هوای محیط اندازه‌گیری شد. وسایل آزمایشگاهی مورد نیاز علاوه بر وسایل معمول، عبارت بودند از آون خلاء با قابلیت ایجاد فشار مطلق تا ۱۵۰ میلی بار، دماسنج جیوه‌ای، پتری‌دیش، ظروف پلاستیکی و هیتر برقی. مواد شیمیایی مورد نیاز عبارتند از: کربنات پتاسیم، هیدروکسید سدیم و روغن زیتون.

۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۱- آزمایشات خشک‌کردن

در این تحقیق اثر عوامل مختلف شامل آماده‌سازی و دمای هوای گرم خشک‌کن، بر انگور بی‌دانه قرمز مورد بررسی قرار گرفت. تیمارهای آزمایش شامل، آماده‌سازی در ۴ سطح و دما در ۷ سطح بود. سرعت هوای خشک کردن نیز ۲ متر بر ثانیه بود. تیمارهای آماده‌سازی بکار گرفته‌شده عبارتند از:

۱-تیمار شاهد (بدون آماده‌سازی)(P_1) ۲- تیمار آب داغ در دمای ۹۵ درجه سلسیوس و زمان ۱۵۰ ثانیه(P_2)(۲) ۳- تیمار کربنات پتاسیم ۵ ٪ و روغن زیتون ۰/۴ ٪ در دمای محیط و زمان ۵ دقیقه (P_3) (۴) ۴- تیمار هیدروکسید سدیم ۰/۵ ٪ در دمای ۹۳ درجه سلسیوس و زمان ۵ ثانیه و شستشو با آب سرد حدود ۵ دقیقه (P_4) (۱۱).

متغیر دمای خشک‌کن به دو صورت، یکی با دمای ثابت در چهار سطح ۵۰، ۶۰، ۷۰ و ۸۰ درجه سانتی‌گراد و دیگر با دمای دو مرحله‌ای بود. برای انجام این کار ابتدا نمونه‌ها تحت دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و سپس بعد از رسیدن رطوبت محصول به حدود ۵۰ درصد، دما به ۷۰، ۶۰ و ۵۰ درجه سانتی‌گراد (در آزمایش‌های جداگانه) کاهش پیدا کرد. پس از آماده سازی، انگورها به مدت ۲ ساعت در دمای محیط قرار داده شدند تا به حالت تعادل با محیط برسند. سپس حدود ۱۲۵-۱۲۰ گرم از هر نمونه را بر روی سینی‌های خشک کن به صورت تک لایه قرار داده و سینی‌ها در داخل خشک‌کن گذاشته شدند. عملیات

[1] - Lutron

Archive of SID

www.SID.ir

داده‌برداری (وزن کشی نمونه‌ها) در فواصل ۳۰ دقیقه توسط یک ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ ± گرم انجام و نتایج آن از ابتدا تا انتهای فرایند ثبت گردید. این عمل تا زمانی که رطوبت محصول به حدود ۱۵ درصد برسد ادامه می‌یافت. آزمایشات در سه تکرار (آزمایش فاکتوریل و طرح کاملاً تصادفی) اجرا شد و از خشک‌کن آزمایشگاهی ثابت استفاده گردید.

پس از پایان آزمایش خشک‌کردن برای هر تیمار در سه تکرار اقدام به نمونه‌گیری شده و نمونه‌ها توسط ترازوی مذکور توزین شدند. سپس با استفاده از آون تحت خلأ در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد و فشار ۱۵۰ میلی بار به مدت ۸ ساعت قرار داده شدند(۱۲). پس از خشک شدن کامل نمونه‌ها مجدداً توزین شدند. سپس با استفاده از رابطه (۱) رطوبت تعادلی نمونه بر مبنای خشک تعیین گردید. با میانگین گیری از سه رطوبت بدست آمده، رطوبت تیمار آزمایش در پایان فرایند آزمایش تعیین شد. پس از تعیین رطوبت تیمار در پایان آزمایش، وزن خشک تیمار از رابطه(۱) محاسبه گردید و سپس با استفاده از همان رابطه با در دست داشتن وزن تیمار آزمایش در فواصل زمانی ذکر شده مقدار رطوبت در زمان‌های بالا بدست آمد.

$$M_e = \frac{M_w - M_d}{M_d} \qquad (۱)$$

۲-۲-۲- ارزیابی شاخص‌های کیفی کشمش

پس از انجام آزمایشات خشک کردن در آزمایشگاه به منظور بررسی اثر تغییرات هر یک از پارامترهای دما، سرعت جابجایی هوای و روش آماده‌سازی بر روی شاخص‌های کیفی کشمش‌های بدست آمده از خشک‌شدن انگورهای تحت آزمایش، اندازه‌گیری چهار پارامتر اسیدیته، شدت قهوه‌ای شدن، میزان جذب مجدد آب و چروکیدگی به شرح زیر انجام شد.

اسیدیته نمونه‌ها بر مبنای تیتراسیون آزمونه با محلول سود ۰/۱ مولار در حضور معرف فنل فتالئین انجام گردید(۷). نمونه به وسیله آسیاب برقی به طور یکنواخت خرد شده، مقدار ۵ گرم از آزمونه با دقت ۰/۰۱ ± گرم درون بالن سر سمباده‌ای، توزیع می‌شود. مبرد به بالن متصل و محتویات آن، درون حمام آب جوش به مدت ۳۰ دقیقه حرارت داده می‌شود. پس از خنک شدن بالن، محتویات آن به صورت کمی به درون فلاسک ۵۰ میلی لیتری منتقل و تا علامت (۵۰ میلی لیتر) با آب، رقیق می‌شود. محتویات فلاسک مخلوط و توسط قیف بوخنر و صافی فیلتر می‌گردد. به وسیله پیپت، ۲۵ میلی لیتر از مخلوط صاف شده به بشر ۵۰ میلی لیتری دارای همزن انتقال داده شده و ۰/۵ میلی لیتر معرف فنل فتالئین به آن اضافه می‌گردد. ضمن هم زدن مداوم مخلوط، با استفاده از بورت حاوی سود ۰/۱ مولار، تیتراسیون تا حصول یک رنگ صورتی ماندگار به مدت ۳۰ ثانیه، انجام می‌گردد. میزان اسیدیته آزمونه(بر حسب گرم اسید تارتاریک در ۱۰۰ گرم نمونه) از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$= \left(50/m\right) \times v \times C \times \left(100/v_0\right) \times 0.075 \qquad (۲)$$

که در آن m وزن آزمونه بر حسب گرم، v حجم سود مصرفی در تیتراسیون بر حسب میلی لیتر، c مولاریته سود و v_0 حجمی از مخلوط صاف شده که تیتر می‌شود، بر حسب میلی لیتر می‌باشد. با در نظر گرفتن مقادیر m، C و v_0 مورد استفاده در آزمایش، ساده شده رابطه فوق به صورت زیر خواهد بود:

۰/۳ v =۱۰۰ گرم نمونه /گرم اسید تارتاریک (۳)

شاخص قهوه‌ای شدن نمونه‌ها بر مبنای استخراج رنگدانه های قهوه‌ای از آزمونه توسط محلول آبی اسیداستیک- فرمالدهید ۲٪ – ۱٪ (حجمی) و اندازه گیری جذب در ۴۲۰ و ۶۰۰ نانومتر می‌باشد(۷). نمونه‌ها به وسیله آسیاب برقی به طور یکنواخت خرد شده، مقدار ۵ گرم از آزمونه، با دقت ۰/۰۱ ± گرم درون ارلن توزین می‌گردد. توسط استوانه مدرج، ۵۰ میلی لیتر محلول آبی اسید استیک – فرمالدهید به آزمونه افزوده، به مدت ۱۰ دقیقه ، بر روی سطح افقی به طور ساکن قرار می‌گیرد. توسط همزن با یک همزن مغناطیسی با سرعت بالا ، عمل استخراج انجام می‌گیرد. مخلوط حاصل توسط قیف بوخنر و صافی فیلتر و مخلوط فیلتر شده، به درون ارلن مدرج منتقل و با محلول آبی اسید استیک – فرمالدهید به حجم ۲۰۰ میلی لیتر رسانده می‌شود. میزان جذب مخلوط نهایی، در طول موج‌های ۴۲۰ و ۶۰۰ نانومتر در اسپکتروفتومتر اندازه گیری می‌شود، ضمن اینکه از مخلوط آبی اسید استیک- فرمالدهید ۰/۰۲ – ۰/۰۱ حجمی برای تنظیم و صفر کردن اسپکتروفتومتر استفاده می‌گردد. شاخص قهوه‌ای شدن آزمونه برابر با اختلاف بین میزان جذب در طول موج‌های ۴۲۰ و ۶۰۰ نانومتر می‌باشد.

بازآبپوشی نمونه‌ها، بر مبنای ریختن آزمونه در آب و اندازه گیری افزایش وزن می‌باشد(۷). وزن اولیه هر آزمونه با دقت ۰/۰۱ ± گرم تعیین و درون بشر قرار می‌گیرند. به بشر ها آب اضافه شده،

Archive of SID

www.SID.ir

به طوری که دانه‌های کشمش کاملاً درون آب قرار گیرند. در فواصل زمانی ۱۵ دقیقه، دانه‌های کشمش به وسیله پنس از آب بیرون آورده شده، به آرامی بر روی دستمال کاغذی خشک قرار گرفته، به طوری که تنها آب سطحی نمونه‌ها جذب دستمال گردد. سپس با دقت ۰/۰۱± گرم توزین و مجدداً به داخل بشر محتوی آب برگردانده می‌شوند. این عمل تا زمانی که اختلاف دو توزین متوالی کمتر از ۰/۰۱± گرم شود، ادامه می‌یابد. بازآبپوشی آزمونه از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{بازآبپوشی} = \frac{W_2 - W_1}{W1} \times 100 \qquad (۴)$$

که W_1 و W_2 به ترتیب وزن آزمونه قبل از آزمون و بعد از رسیدن به وزن ثابت می‌باشند(۷).

میزان چروکیدگی بر مبنای ریختن آزمونه در حجم معینی از تولوئن درون استوانه مدرج و اندازه گیری حجم جابجا شده تعیین می‌شود(۷). برای این منظور، در ابتدای آزمون خشک کردن ۵ عدد حبه انگور انتخاب و حجم آن‌ها اندازه گرفته شد. بعد از خشک شدن انگورها مجدداً حجم آن‌ها اندازه گیری شد. میزان چروکیدگی نسبت حجم انگور خشک شده به حجم اولیه انگور می‌باشد.

پس از اجرای آزمایشات مربوط به تغییرات چهار شاخص فاکتورهای کیفی در تیمارهای آزمایش، با استفاده از نرم افزار آماری استاتیستیکا(Statistica V5.5A, 2011)، تجزیه و تحلیل داده‌ها مطابق طرح آماری کاملاً تصادفی در قالب آزمایشات فاکتوریل و در سه تکرار انجام شد و پس از تجزیه واریانس داده‌ها، مقایسه میانگین‌های بدست آمده به وسیله آزمون دانکن در سطح ۵٪ صورت گرفت.

۳- نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایشات اندازه‌گیری شاخص قهوه‌ای شدن، بازآبپوشی و چروکیدگی کشمش حاصل از انگور بی‌دانه قرمز نشان می‌دهد که تغییر پارامترهای دما و آماده سازی محصول اثرات بسیار معنی‌داری بر شاخص قهوه‌ای شدن، جذب مجدد آب و چروکیدگی در سطح ۱٪ دارند. همچنین اثرات متقابل آن‌ها نیز در سطح ۱٪ معنی دار می‌باشند. مشابه این نتیجه قبلاً توسط غلامی پرشکوهی و رامهرمزیان برای دمای ثابت خشک شدن و روش‌های دیگر آماده سازی گزارش شده بود(۲ و ۵). از تجزیه واریانس داده‌های آزمایشات اندازه‌گیری اسیدیته کشمش نتیجه گیری شد که فقط پارامتر دما روی اسیدیته کشمش تأثیر معنی دار دارد و اثر متقابل دما و روش آماده سازی محصول نیز در سطح ۱٪ معنی دار می‌باشد.

جدول مقایسه میانگین‌ها، نشان می‌دهد میزان بازآبپوشی در بیشتر دماها در روش آماده سازی P_2 نسبت به سایر روش‌های آماده‌سازی بیشتر می‌باشد (جدول ۱). خشک شدن دو مرحله‌ای نیز در میزان بازآبپوشی تأثیر می‌گذارد که تأثیر آن بسته به نوع ماده آماده‌سازی متفاوت است. علت آن را می‌توان در تغییر بافت سطحی انگور در اثر آماده سازی دانست. هر قدر میزان بازآبپوشی بیشتر باشد، تغییرات ساختاری کمتری در محصول رخ می‌دهد(۱). با توجه به جدول مقایسه میانگین(جدول ۱)، خشک شدن در دمای دو مرحله‌ای با دمای مرحله دوم ۶۰ درجه سانتی‌گراد بیشترین بازآبپوشی را دارد و آن نشان دهنده آن است که در محصول تغییرات ساختاری کمتری اتفاق می‌افتد.

تغییرات شاخص قهوه‌ای شدن بسته به دما و روش آماده‌سازی متفاوت می‌باشد. در بعضی از آماده سازی‌ها افزایش دما باعث افزایش آن و در برخی دیگر باعث کاهش آن می‌شود(جدول ۲). علت آن را می‌توان در تأثیر عواملی مانند pH محصول، میزان رطوبت و موادی که در آماده سازی استفاده می‌شوند، دانست(۱). با توجه به جدول مقایسه میانگین‌ها(جدول ۳)، نتیجه گیری می‌شود که میزان چروکیدگی با کاهش دما کاهش می‌یابد که بسته به روش آماده سازی میزان آن متفاوت می‌باشد. با کاهش دما به دلیل اینکه تغییرات دمای بین داخل و خارج محصول کم می‌شود چروکیدگی کم خواهد شد.

تغییرات اسیدیته بسته به دما و روش آماده‌سازی متفاوت می‌باشد. به طوری که در برخی آماده سازی‌ها، با افزایش دما میزان اسیدیته افزایش می‌یابد و در برخی دیگر متفاوت می‌باشد ولی تفاوت معنی دار آماری ندارند. میزان اسیدیته در دمای خشک شدن پایین در روش آماده سازی P_4نسبت به سایر آماده سازی‌ها بیشتر می‌شود. در سایر دماها نیز تأثیر روش آماده سازی محصول در میزان اسیدیته متفاوت می‌باشد(جدول ۴).

با توجه به نتایج حاصله از تجزیه و تحلیل زمان و آهنگ خشک شدن(۶) و نیز شاخص‌های کیفی فرآورده نهایی، هر یک از تیمارهای آزمایش امتیاز دهی گردیده و نتایج در جدول (۵) آمده است. شاخص‌های امتیاز دهی در این جداول عبارتند از:

Archive of SID

www.SID.ir

زمان خشک شدن که با توجه به زمان کاری یک کارگاه فرآوری حداکثر ۱۲ ساعت (۷۲۰ دقیقه) در نظر گرفته شد. حداقل پذیرش شدت قهوه‌ای شدن به میزان ۰/۱۱، حداقل جذب مجدد آب به میزان ۷۰٪، حداقل چروکیدگی به میزان ۰/۲۳ و حداکثر اسیدیته نیز۱/۳ در نظر گرفته شد(۲). در صورت کسب هر یک از شاخص‌های ذکر شده توسط تیمارها، ستون مربوط به تیمار مورد نظر دارای یک ستاره خواهد شد. با توجه به جدول ملاحظه می‌گردد که دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد با روش P_4 دارای بیشترین امتیاز می‌باشند. همچنین در دمای دو مرحله‌ای تغییر دما به ۶۰ درجه سانتی‌گراد در آماده سازی‌های P_3 و P_4 بیشترین امتیاز را به خود اختصاص داده‌اند. می‌توان نتیجه گرفت که دمای دو مرحله‌ای به خاطر کاهش زمان خشک شدن و حفظ کیفیت کشمش حاصله در خشک شدن انگور تأثیر گذار می‌باشد.

٤- نتیجه گیری

متغیرهای دما و روش آماده سازی محصول اثرات بسیار معنی‌داری بر شاخص قهوه‌ای شدن، چروکیدگی و بازآبپوشی دارند و فقط دما روی اسیدیته کشمش تأثیر دارد. برای تهیه کشمش مناسب‌ترین شرایط خشک کردن عبارت است از دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد با روش‌های آماده سازی P_4 می‌باشد. همچنین خشک شدن در دمای دو مرحله‌ای با تغییر دما مرحله دوم به ۶۰ درجه سانتی‌گراد در آماده سازی‌های P_3 و P_4به دلیل کاهش زمان خشک شدن و حفظ کیفیت کشمش حاصله در خشک شدن انگور تأثیر گذار می‌باشد.

جدول ۱ - آزمون مقایسه میانگین بازآبپوشی کشمش حاصل از انگور بی‌دانه قرمز (دانکن ۵٪)

دما (^oC)	روش آماده سازی محصول			
	P_1	P_2	P_3	P_4
۵۰	A ۶/۴	L ۶۶/۸	C ۱۹/۶	M ۷۱/۳
۶۰	B ۱۴/۲	O ۸۴/۹	D ۲۵/۵	L ۶۵/۶
۷۰	F ۳۸/۱	O ۸۵/۴	E ۳۳	N ۷۸/۴
۸۰	HI ۴۳/۵	P ۱۰۸/۳	E ۳۰/۹	L ۶۶/۹
۸۰-۷۰	E ۳۳	L ۶۶/۸	I ۴۵/۴	J ۵۶/۵
۸۰-۶۰	GH ۴۱/۳	K ۵۹/۴	O ۸۱/۹	O ۸۵/۵
۸۰-۵۰	FG ۴۰/۳	L ۶۶/۵۲	E ۳۲/۷	L ۶۵/۴

* حروف مشابه نشانگر عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ می‌باشد

جدول۲ - آزمون مقایسه میانگین شاخص قهوه‌ای شدن کشمش حاصل از انگور بی‌دانه قرمز (دانکن ۵٪)

دما (^oC)	روش آماده سازی محصول			
	P_1	P_2	P_3	P_4
۵۰	B ۰/۱۷۶	FGH ۰/۲۸۰	C ۰/۲۰۵	A ۰/۱
۶۰	C ۰/۲۰۱	C ۰/۲۰۱	FGH ۰/۲۸۰	D ۰/۲۴۰
۷۰	KL ۰/۳۵۶	HI ۰/۲۹۶	L ۰/۳۶۶	EF ۰/۲۶۲
۸۰	KL ۰/۳۵۸	EFG ۰/۲۷۱	KL ۰/۳۵۶	JK ۰/۳۴۱
۸۰-۷۰	FG ۰/۲۷۳	EFG ۰/۲۷۱	GHI ۰/۲۸۸	J ۰/۳۲۹
۸۰-۶۰	EFG ۰/۲۷۱	EF ۰/۲۶۱	HI ۰/۲۹۸	EFG ۰/۲۸۰
۸۰-۵۰	I ۰/۳۰۲	DE ۰/۲۵۲	I ۰/۳۰۸	EFG ۰/۲۷۱

* حروف مشابه نشانگر عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۳ - آزمون مقایسه میانگین چروکیدگی کشمش حاصل از انگور بی‌دانه قرمز (دانکن ۵٪)

دما (°C)	روش آماده سازی محصول			
	P_1	P_2	P_3	P_4
۵۰	AB ۰/۲۱۵	BC ۰/۲۳۶	GH ۰/۳۲۸	FG ۰/۳۰۳
۶۰	AB ۰/۲۲۲	AB ۰/۲۱۱	EF ۰/۲۸۶	CD ۰/۲۵۳
۷۰	CDE ۰/۲۶۲	AB ۰/۲۱۵	DE ۰/۲۶۵	EF ۰/۲۸۶
۸۰	GH ۰/۳۱۷	DE ۰/۲۷۱	GH ۰/۳۱۷	DEF ۰/۲۷۳
۸۰-۷۰	DEF ۰/۲۸۳	DE ۰/۲۶۶	DEF ۰/۲۸۴	DEF ۰/۲۷۳
۸۰-۶۰	BC ۰/۲۳۴	DEF ۰/۲۷۷	GH ۰/۳۲۸	GH ۰/۳۱۷
۸۰-۵۰	AB ۰/۲۱۷	A ۰/۲۰۳	H ۰/۳۴۲	DEF ۰/۲۷۵

* حروف مشابه نشانگر عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ می‌باشد.

جدول٤ - آزمون مقایسه میانگین اسیدیته کشمش حاصل از انگور بی‌دانه قرمز(دانکن ۵٪)

دما (°C)	روش آماده سازی محصول			
	P_1	P_2	P_3	P_4
۵۰	A ۰/۹۴	A ۰/۹۶	ABCD ۱/۱۵	BCDEFG ۱/۳
۶۰	ABC ۱/۱۴	BCDEFG ۱/۲۹	BCDEFG ۱/۳۰	DEFG ۱/۴۲
۷۰	BCDEFG ۱/۳۶	FG ۱/۵۱	CDEFG ۱/۴۰	ABCDE ۱/۲۰
۸۰	EFG ۱/۴۵	FG ۱/۵۱	F ۱/۵۲	EFG ۱/۴۵
۸۰-۷۰	BCDEFG ۱/۳۰	BCDEFG ۱/۳۰	EFG ۱/۴۷	EFG ۱/۴۷
۸۰-۶۰	CDEFG ۱/۴۰	CDEFG ۱/۴۱	BCDEFG ۱/۲۸	BCDEFG ۱/۳۰
۸۰-۵۰	CDEFG ۱/۴۱	BCDEFG ۱/۲۴	AB ۱/۱۰	BCDEFG ۱/۳۰

*حروف مشابه نشانگر عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۵- امتیاز دهی به تیمارهای انگور بی‌دانه قرمز

تیمار آزمایش	زمان خشک شدن	آهنگ خشک شدن	شاخص قهوه‌ای شدن	بازآبپوشی	چروکیدگی	اسیدیته	امتیاز کل
T_1p_1			*			*	**
T_1p_2			*		*	*	***
T_1p_3			*		*	*	***
T_1p_4					*	*	**
T_2p_1			*			*	**
T_2p_2			*	*		*	***
T_2p_3	*	*	*		*	*	*****
T_2p_4	*	*	*		*		****
T_3p_1	*	*	*		*		****
T_3p_2	*	*	*	*			****
T_3p_3	*	*	*		*		****
T_3p_4	*	*	*	*	*	*	******
T_4p_1	*	*	*		*		****
T_4p_2	*	*	*	*	*		*****
T_4p_3	*	*	*		*		*****
T_4p_4	*	*	*		*		****
80-70-p_1	*	*	*		*		****
80-70-p_2	*	*	*		*	*	*****
80-70-p_3	*	*	*		*		****
80-70-p_4	*	*	*		*		****
80-60-p_1			*		*	*	****
80-60-p_2			*		*		***
80-60-p_3	*	*	*	*	*	*	******
80-60-p_4	*	*	*	*	*	*	******
80-50-p_1			*				*
80-50-p_2			*			*	**
80-50-p_3			*		*	*	***
80-50-p_4	*	*	*		*	*	*****

Archive of SID

www.SID.ir

۵- منابع

۱- توکلی پور، ح. ۱۳۸۰. خشک کردن مواد غذایی، اصول و روش‌ها. انتشارات آییژ. تهران. ۱۷۰-۱.

۲- رامهرمزیان، ش. ۱۳۷۹. تعیین اثرات تیمارهای آماده‌سازی و پارامترهای فرایند خشک‌کردن بر روی برخی شاخص‌های کیفی کشمش. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی کشاورزی، علوم و صنایع غذایی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، دانشکده کشاورزی.

۳- دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۸۹. نتایج طرح آمارگیری نمونه‌ای محصولات باغی. انتشارات وزارت جهاد کشاورزی.

۴- ضرابی، م. ۱۳۷۷. تعیین پارامترهای طراحی در خشک‌کردن انگور. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی شیمی. دانشگاه تربیت مدرس. دانشکده مهندسی شیمی.

۵- غلامی پرشکوهی، م. ، رشیدی، م. ، رنجبر. ا. و عباسی. س. ۱۳۹۰. تأثیر روش‌های آماده سازی و آبگیری بر سرعت و زمان خشک شدن انگور بی‌دانه قرمز. م*جله علوم و صنایع غذایی ایران*. دوره ۸ شماره ۱ . بهار ۱۳۹۰. ۴۷-۳۹.

۶- غلامی پرشکوهی، م. ، رشیدی، م. ، رنجبر. ا. و عباسی. س. ۱۳۹۰. تأثیر دما، سرعت جابجایی هوا و روش آماده‌سازی بر خواص کیفی کشمش حاصله از انگور بی‌دانه سفید. *مجله علوم غذایی و تغذیه*. سال هشتم شماره ۳. تابستان ۱۳۹۰. ۶۳-۵۴.

7- Canellas, J., Rossello, C., Simal, S., Soler, L. and Mulet, A. 1993. Storage conditions affect quality of raisins. *Journal of Food Engineering*. 58 (4): 805-809.

8- Doymaz, I. and Pala, M. 2002. The effects of dipping pretreatment on air-drying rates of seedless grapes. *Journal of Food Engineering*. 52: 423-427.

9- Doymaz, I. 2004. Effects of pretreatment using potassium metabisulphide and alkaline ethyl oleate on the drying kinetics of Apricots. *Biosystems Engineering*. 89(3): 281-287.

10- Doymaz, I. 2006. Drying kinetics of black treated with different solutions. Journal of Food Engineering. 76: 212-217.

11- Pangavhane, D.R., Sawheny, R.L. and Saravardia, P.N. 1999. Effect of various dipping pretreatments on drying kinetics of Thompson seedless grapes. *Journal of Food Engineering*. 39(2): 211-216.

12- Tsami, E., Marinos-Kouris, D. and Maroulis, Z.B. 1990. Water sorption isotherms of raisins, currants, figs, prunes and apricots. *Journal of Food Science*. 55(6): 1594-1597.

13- Vazquez, G. Chenlo, R. and Costoyas, A. 2000. Effect of various treatments on the drying kinetics of Muscatel grape. *Drying Technology*. 18(9): 2131-2144.

Archive of SID

www.SID.ir