

تأثیر خشک کردن دو مرحله‌ای انگور بی‌دانه قرمز بر کیفیت کشمش

محمد غلامی پرتکوهی^{۱*}، موسی میرمرادی^۲، احسان عبدالعلی زاده^۲، مهرداد سلیمی بنی^۲

^۱ دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تاکستان، گروه ماشین‌های کشاورزی، تاکستان، ایران.
^۲ 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 فرآوری و بهبود شاخص‌های کیفی این محصول داشته باشد. در این تحقیق کیفیت خشک شدن انگور بی‌دانه قرمز در دمای دو مرحله‌ای و روش‌های مختلف آماده‌سازی 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، آماده‌سازی با آب داغ، آماده‌سازی با کربنات پتاسیم ۵٪ و روغن زیتون ۴٪ و آماده‌سازی با هیدروکسید سدیم ۵٪ انجام گرفت. نتایج بدست آمده نشان داد که پارامترهای دما و آماده‌سازی محصول اثرات معنی‌داری بر شاخص قهوه‌ای شدن، بازآپوشی 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 آماده‌سازی با کربنات پتاسیم ۵٪ و روغن زیتون ۴٪ و آماده‌سازی با هیدروکسید سدیم ۵٪ در دمای ۹۳ درجه سانتی‌گراد بدست آمده‌اند دارای کیفیت بهتری می‌باشند. همچنین کشمش‌هایی که با روش آماده‌سازی هیدروکسید سدیم 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 دو مرحله‌ای، کیفیت کشمش.

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 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 خشک کردن 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 ۶۰ و ۷۰ درجه سانتی‌گراد کاهش پیدا کرد. نتایج نشان داد زمان خشک کردن انگور با دمای دو مرحله‌ای ای نسب به خشک کردن با دمای ثابت کمتر شده و در بعضی از آماده‌سازی‌ها تا ۶۷ درصد کاهش

می‌یابد (۵). بررسی پارامترهای دما، سرعت جابجایی هوا و روش آماده‌سازی بر شاخص‌های کیفی کشمش حاصل از خشک شدن انگور بی‌دانه سفید انجام شد. نتایج نشان داد، کشمش‌هایی که با روش آماده‌سازی آب داغ، آماده‌سازی با کربنات پتاسیم ۵٪ و روغن زیتون ۴/۰٪ و آماده‌سازی با هیدروکسید سدیم ۵/۰٪ 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 خشک کردن 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 ۵/۰ 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 خشک کردن 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 ۲/۰ 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 ۴/۰ درصد در دمای ۶۰ درجه سلسیوس مدت زمان خشک کردن را از ۸۰ به ۲۰ ساعت کاهش می‌دهد. در این تحقیق مقدار ضریب نفوذ در محدوده $10^{-1} m^2 s^{-1}$ (۲/۸-۱/۲) تعیین شد (۱۲). دویماز (۲۰۰۴) نشان داد که استفاده از اتیل‌اولئات و متابی‌سولفیت پتاسیم ($K_2S_2O_5$) در زمان خشک کردن زردآلو موثر می‌باشد (۹). همچنین در بررسی مدل‌های ریاضی خشک شدن انگور، مدل پیچ را به عنوان بهترین مدل انتخاب نمود (۱۰).

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

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 (۶۸-۷۲) درصد بر پایه تر 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 4 ± 1 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 ۱۸۰-۲۲۰ 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 سرعت سنج هوا مدل AM-4201 شرکت لوترون^۱ 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 می‌شود. پس از آن با استفاده از دیمر مربوطه به دمنده دستگاه خشک‌کن، سرعت عبور هوا به میزان دلخواه تنظیم می‌شود. 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 میلی‌بار، 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 خشک کردن

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 گرفته شده عبارتند از:

۱- تیمار شاهد (بدون آماده‌سازی) (P₁) ۲- تیمار آب داغ در دمای ۹۵ درجه سلسیوس و زمان ۱۵۰ ثانیه (P₂) (۲) ۳- تیمار کربنات پتاسیم ۵٪ و روغن زیتون ۰/۴٪ در دمای محیط و زمان ۵ دقیقه (P₃) (۴) ۴- تیمار هیدروکسید سدیم ۰/۵٪ در دمای ۹۳ درجه سلسیوس و زمان ۵ ثانیه و شستشو با آب سرد حدود ۵ دقیقه (P₄) (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 آماده‌سازی، انگورها به مدت ۲ ساعت در دمای محیط قرار دادند تا به حالت تعادل با محیط برسند. سپس حدود ۱۲۵-۱۲۰ گرم از هر نمونه را بر روی سینی‌های خشک‌کن به صورت تک لایه قرار داده و سینی‌ها در داخل خشک‌کن گذاشته شدند. عملیات

لیتر از مخلوط صاف شده به بشر ۵۰ میلی لیتری دارای همزن انتقال داده شده و ۰/۵ میلی لیتر معرف فنل فتالین 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 آزمون (بر حسب گرم اسید تارتاریک در ۱۰۰ گرم نمونه) از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$= \left(\frac{50}{m} \right) \times v \times C \times \left(\frac{100}{v_0} \right) \times 0.075 \quad (2)$$

که در آن m وزن آزمون بر حسب گرم، v حجم سود مصرفی در تیتراسیون بر حسب میلی لیتر، C مولاریته سود و v₀ حجمی از مخلوط صاف شده که تیترا می‌شود، بر حسب میلی لیتر می‌باشد. با در نظر گرفتن مقادیر m، C و v₀ مورد استفاده در آزمایش، ساده شده رابطه فوق به صورت زیر خواهد بود:

$$= 0.37 \times v \quad (3)$$

شاخص قهوه‌ای شدن نمونه‌ها بر مبنای استخراج رنگدانه‌های قهوه‌ای از آزمون 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 آزمون، با دقت ۰/۱ ± گرم درون ارلن توزین می‌گردد. توسط استوانه مدرج، ۵۰ میلی لیتر محلول آبی اسید استیک - فرمالدهید به آزمون 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 ۰/۲ - ۰/۱ حجمی برای تنظیم و صفر کردن اسپکتروفتومتر استفاده می‌گردد. شاخص قهوه‌ای شدن آزمون برابر با اختلاف بین میزان جذب در طول موج‌های ۴۲۰ و ۶۰۰ نانومتر می‌باشد.

بازآپوشی نمونه‌ها، بر مبنای ریختن آزمون در آب و اندازه گیری افزایش وزن می‌باشد (۷). وزن اولیه هر آزمون با دقت ۰/۱ ± گرم تعیین و درون بشر قرار می‌گیرند. به بشرها آب اضافه شده،

داده‌برداری (وزن کشتی نمونه‌ها) در فواصل ۳۰ دقیقه توسط یک ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ ± 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 خشک کن آزمایشگاهی ثابت استفاده گردید.

پس از پایان آزمایش خشک کردن 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.

$$M_e = \frac{M_w - M_d}{M_d} \quad (1)$$

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 خشک شدن 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 آزمون با محلول سود ۰/۱ مولار در حضور معرف فنل فتالین انجام گردید (۷). نمونه به وسیله آسیاب برقی به طور یکنواخت خرد شده، مقدار ۵ گرم از آزمون با دقت ۰/۱ ± 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

۵). از تجزیه واریانس داده‌های آزمایشات اندازه‌گیری اسیدیته کشمش نتیجه‌گیری شد که فقط پارامتر دما روی اسیدیته کشمش تأثیر معنی‌دار دارد و اثر متقابل دما و روش آماده‌سازی محصول نیز در سطح ۱٪ معنی‌دار می‌باشد.

جدول مقایسه میانگین‌ها، نشان می‌دهد میزان بازآپوشی در بیشتر دماها در روش آماده‌سازی P_2 نسبت به سایر روش‌های آماده‌سازی بیشتر می‌باشد (جدول ۱). خشک شدن دو مرحله‌ای نیز در میزان بازآپوشی تأثیر می‌گذارد که تأثیر آن بسته به نوع ماده آماده‌سازی متفاوت است. علت آن را می‌توان در تغییر بافت سطحی انگور در اثر آماده‌سازی دانست. هر قدر میزان بازآپوشی 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 بازآپوشی را دارد و آن نشان‌دهنده 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 آماده‌سازی‌ها 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 آماده‌سازی استفاده می‌شوند، دانست (۱). با توجه به جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳)، نتیجه‌گیری می‌شود که میزان چروکیدگی با کاهش دما کاهش می‌یابد که بسته به روش آماده‌سازی 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 آماده‌سازی‌ها، با افزایش دما میزان اسیدیته افزایش می‌یابد و در برخی دیگر متفاوت می‌باشد ولی تفاوت معنی‌دار آماری ندارند. میزان اسیدیته در دمای خشک شدن پایین در روش آماده‌سازی P_4 نسبت به سایر آماده‌سازی‌ها بیشتر می‌شود. در سایر دماها نیز تأثیر روش آماده‌سازی 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:

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 ± 0.01 گرم توزین و مجدداً به داخل بشر محتوی آب برگردانده می‌شوند. این عمل تا زمانی که اختلاف دو توزین متوالی کمتر از ± 0.01 گرم شود، ادامه می‌یابد. بازآپوشی آزمونه از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$(4) \quad \text{بازآپوشی} = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100$$

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 اندازه‌گیری 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 اندازه‌گیری 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 استاتستیکا (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، بازآپوشی و چروکیدگی کشمش حاصل از انگور بی‌دانه قرمز نشان می‌دهد که تغییر پارامترهای دما و آماده‌سازی 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٪ معنی‌دار می‌باشند. مشابه این نتیجه قبلاً توسط غلامی پرشکوهی و رامهرمزیان برای دمای ثابت خشک شدن و روش‌های دیگر آماده‌سازی گزارش شده بود (۲) و

۴- نتیجه گیری

متغیرهای دما و روش آماده سازی محصول اثرات بسیار معنی‌داری بر شاخص قهوه‌ای شدن، چروکیدگی و بازآبوشی 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 P₄ می‌باشد. همچنین خشک شدن در دمای دو مرحله‌ای با تغییر دما مرحله دوم به ۶۰ درجه سانتی‌گراد در آماده سازی‌های P₃ و P₄ به دلیل کاهش زمان خشک شدن و حفظ کیفیت کشمش حاصله در خشک شدن انگور تأثیر گذار می‌باشد.

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 ۰/۷۰، حداقل چروکیدگی به میزان ۰/۲۳ و حداکثر اسیدیته نیز ۱/۳ 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 P₄ دارای بیشترین امتیاز می‌باشند. همچنین در دمای دو مرحله‌ای تغییر دما به ۶۰ درجه سانتی‌گراد در آماده سازی‌های P₃ و P₄ 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.

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

روش آماده سازی محصول				دما (°C)
P ₄	P ₃	P ₂	P ₁	
M ۷۱/۳	C ۱۹/۶	L ۶۶/۸	A ۶/۴	۵۰
L ۶۵/۶	D ۲۵/۵	O ۸۴/۹	B ۱۴/۲	۶۰
N ۷۸/۴	E ۳۳	O ۸۵/۴	F ۳۸/۱	۷۰
L ۶۶/۹	E ۳۰/۹	P ۱۰۸/۳	HI ۴۳/۵	۸۰
J ۵۶/۵	I ۴۵/۴	L ۶۶/۸	E ۳۳	۸۰-۷۰
O ۸۵/۵	O ۸۱/۹	K ۵۹/۴	GH ۴۱/۳	۸۰-۶۰
L ۶۵/۴	E ۳۲/۷	L ۶۶/۵۲	FG ۴۰/۳	۸۰-۵۰

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

جدول ۲ - آزمون مقایسه میانگین شاخص قهوه‌ای شدن کشمش حاصل از انگور بی‌دانه قرمز (دانکن ۵٪)

روش آماده سازی محصول				دما (°C)
P ₄	P ₃	P ₂	P ₁	
A ۰/۱	C ۰/۲۰۵	FGH ۰/۲۸۰	B ۰/۱۷۶	۵۰
D ۰/۲۴۰	FGH ۰/۲۸۰	C ۰/۲۰۱	C ۰/۲۰۱	۶۰
EF ۰/۲۶۲	L ۰/۳۶۶	HI ۰/۲۹۶	KL ۰/۳۵۶	۷۰
JK ۰/۳۴۱	KL ۰/۳۵۶	EFG ۰/۲۷۱	KL ۰/۳۵۸	۸۰
J ۰/۳۲۹	GHI ۰/۲۸۸	EFG ۰/۲۷۱	FG ۰/۲۷۳	۸۰-۷۰
EFG ۰/۲۸۰	HI ۰/۲۹۸	EF ۰/۲۶۱	EFG ۰/۲۷۱	۸۰-۶۰
EFG ۰/۲۷۱	I ۰/۳۰۸	DE ۰/۲۵۲	I ۰/۳۰۲	۸۰-۵۰

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

جدول ۳ - آزمون مقایسه میانگین چروکیدگی کشمش حاصل از انگور بی‌دانه قرمز (دانکن ۵٪)

روش آماده سازی محصول				دما (°C)
P ₄	P ₃	P ₂	P ₁	
FG ۰/۳۰۳	GH ۰/۳۲۸	BC ۰/۲۳۶	AB ۰/۲۱۵	۵۰
CD ۰/۲۵۳	EF ۰/۲۸۶	AB ۰/۲۱۱	AB ۰/۲۲۲	۶۰
EF ۰/۲۸۶	DE ۰/۲۶۵	AB ۰/۲۱۵	CDE ۰/۲۶۲	۷۰
DEF ۰/۲۷۳	GH ۰/۳۱۷	DE ۰/۲۷۱	GH ۰/۳۱۷	۸۰
DEF ۰/۲۷۳	DEF ۰/۲۸۴	DE ۰/۲۶۶	DEF ۰/۲۸۳	۸۰-۷۰
GH ۰/۳۱۷	GH ۰/۳۲۸	DEF ۰/۲۷۷	BC ۰/۲۳۴	۸۰-۶۰
DEF ۰/۲۷۵	H ۰/۳۴۲	A ۰/۲۰۳	AB ۰/۲۱۷	۸۰-۵۰

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

جدول ۴ - آزمون مقایسه میانگین اسیدیته کشمش حاصل از انگور بی‌دانه قرمز (دانکن ۵٪)

روش آماده سازی محصول				دما (°C)
P ₄	P ₃	P ₂	P ₁	
BCDEFG ۱/۳	ABCD ۱/۱۵	A ۰/۹۶	A ۰/۹۴	۵۰
DEFG ۱/۴۲	BCDEFG ۱/۳۰	BCDEFG ۱/۲۹	ABC ۱/۱۴	۶۰
ABCDE ۱/۲۰	CDEFG ۱/۴۰	FG ۱/۵۱	BCDEFG ۱/۳۶	۷۰
EFG ۱/۴۵	F ۱/۵۲	FG ۱/۵۱	EFG ۱/۴۵	۸۰
EFG ۱/۴۷	EFG ۱/۴۷	BCDEFG ۱/۳۰	BCDEFG ۱/۳۰	۸۰-۷۰
BCDEFG ۱/۳۰	BCDEFG ۱/۲۸	CDEFG ۱/۴۱	CDEFG ۱/۴۰	۸۰-۶۰
BCDEFG ۱/۳۰	AB ۱/۱۰	BCDEFG ۱/۲۴	CDEFG ۱/۴۱	۸۰-۵۰

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

جدول ۵- امتیاز دهی به تیمارهای انگور بی‌دانه قرمز

امتیاز کل	اسیدیته	چروکیدگی	بازآپوشی	شاخص قهوه‌ای شدن	آهنگ خشک شدن	زمان خشک شدن	تیمار آزمایش
**	*			*			T ₁ p ₁
**	*	*		*			T ₁ p ₂
**	*	*		*			T ₁ p ₃
**	*	*		*			T ₁ p ₄
**	*			*			T ₂ p ₁
**	*		*	*			T ₂ p ₂
**	*	*		*	*	*	T ₂ p ₃
**		*		*	*	*	T ₂ p ₄
**		*		*	*	*	T ₃ p ₁
**			*	*	*	*	T ₃ p ₂
**		*		*	*	*	T ₃ p ₃
**	*	*	*	*	*	*	T ₃ p ₄
**		*		*	*	*	T ₄ p ₁
**		*	*	*	*	*	T ₄ p ₂
**		*		*	*	*	T ₄ p ₃
**		*		*	*	*	T ₄ p 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

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.

۵- منابع

- ۱- توکلی پور، ح. ۱۳۸۰. خشک کردن مواد غذایی، اصول و روش‌ها. انتشارات آبیژ. تهران. ۱۷۰-۱.
- ۲- رامهرمزیان، ش. ۱۳۷۹. تعیین اثرات تیمارهای آماده‌سازی و پارامترهای فرایند خشک کردن 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- ضربایی، م. ۱۳۷۷. تعیین پارامترهای طراحی در خشک کردن 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 آماده‌سازی و آبگیری بر سرعت و زمان خشک شدن انگور بی‌دانه قرمز. *مجله 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,