# اثرات بکارگیری دماهای دو مرحله‌ای در فرآیند خشک‌کردن انگور بیدانه سفید بر برخی ویژگی‌های کیفی کشمش حاصل

**محمد غلامی پرشکوهی[a*]، مجید رشیدی[b]، امن اله شکری[c]، موسی میرمرادی[d]، شهرام محسنی[e]**

[a] دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تاکستان، گروه ماشینهای کشاورزی، تاکستان، ایران
[b] استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تاکستان، گروه ماشینهای کشاورزی، تاکستان، ایران
[c] کارشناس ارشد مکانیزاسیون کشاورزی، شرکت کشت و صنعت و دامپروری مغان
[d] دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تاکستان، گروه ماشینهای کشاورزی، تاکستان، ایران
[e] مدرس مرکز آموزش جهاد کشاورزی استان اردبیل



تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۴/۸ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۱/۵/۱۶

## چکیده

**مقدمه:** دستیابی به شرایط بهینه در فرایند خشک کردن می‌تواند اثر مهمی بر زمان فرآوری و بهبود شاخص‌های کیفی این محصول داشته باشد.

**مواد و روش ها:** در این تحقیق تاثیر دمای دو مرحله‌ای و همچنین روش آماده‌سازی محصول در فرآیند خشک‌کردن انگور بیدانه سفید بر برخی ویژگی‌های کیفی فرآورده نهایی مورد بررسی قرار گرفت. خشک کردن انگور به دو صورت یکی با دمای ثابت ۵۰، ۶۰، ۷۰ و ۸۰ درجه سانتی‌گراد و دیگری با دمای دو مرحله‌ای(۵۰–۸۰، ۶۰–۸۰ و ۷۰–۸۰ درجه سانتی‌گراد) انجام گرفت. در روش دو مرحله ای 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 کرده و فرآیند در این دماها ادامه یافت. 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.

**یافته ها:** نتایج بدست آمده نشان داد که پارامترهای دما و آماده سازی محصول اثرات معنی‌داری بر شدت قهوه‌ای شدن، جذب مجدد آب و چروکیدگی دارند. اما روی اسیدیته تاثیری ندارند.

**نتیجه گیری:** کشمش‌هایی 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.

***واژه‌های کلیدی:*** *آماده‌سازی، انگور، خشک کردن، دمای دومرحله‌ای، کیفیت*

* نویسنده مسئول مکاتبات email: gholamihassan@yahoo.com



Archive of SID
www.SID.ir

## مقدمه

یکی از فراورده‌های مهمی که از انگور تهیه می‌شود کشمش است. نظر به اهمیت کشمش در صادرات خشکبار کشور، تعیین بهترین روش تهیه و تولید این محصول و عوامل مؤثر در مرغوبیت و ارتقای کیفیت آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (غلامی پرشکوهی و همکاران، ۱۳۹۰). جهت کاهش زمان فرآیند خشک‌کردن و افزایش ویژگی‌های کیفی 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 تاثیر می‌گذارند که بسته به رقم و شرایط محیطی منطقه، شدت اثرات این پارامترها متفاوت می‌باشد.

اثرات پارامترهای دما، سرعت جابجایی هوا و روش آماده‌سازی بر زمان و آهنگ خشک شدن انگور بیدانه سفید بررسی شد. نتایج نشان داد، کشمش‌هایی که با روش آماده سازی آب داغ، آماده سازی با کربنات پتاسیم ۵٪ و ۰/۴٪ روغن زیتون و آماده‌سازی با هیدروکسید سدیم ۰/۵٪ در دمای ۹۳ درجه سانتی‌گراد، در دمای ۶۰ و ۷۰ درجه سانتی‌گراد بدست آمده‌اند، دارای کیفیت بهتری می‌باشند (غلامی پرشکوهی و همکاران، ۱۳۹۰).

در تحقیق دیگر تاثیر دمای دو مرحله‌ای و همچنین روش آماده‌سازی محصول بر روی زمان و آهنگ خشک‌شدن انگور بیدانه سفید مورد بررسی قرار گرفت. خشک‌شدن 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 خشک‌کردن انگور با دمای دومرحله‌ای نسب به خشک‌کردن با دمای ثابت کمتر شده و در بعضی از آماده‌سازی‌ها تا ۶۱ درصد کاهش نشان می‌دهد (غلامی پرشکوهی و همکاران، ۱۳۸۸).

اثرات تیمارهای آماده‌سازی بر روی شدت خشک‌کردن انگور بی‌دانه توسط دویماز و پالا بررسی گردید. نتیجه آزمایشات نشان داد که آهنگ خشک‌شدن انگور در تیمار محلول کربنات پتاسیم ( ۰/۵ کیلوگرم در ۱۰ لیتر آب) و ۰/۲ کیلوگرم اتیل‌اولئات در دمای محیط و به مدت یک دقیقه، بیشتر از سایر تیمارها بود (Doymaz and Pala, 2002).

اثرات روشهای آماده‌سازی بر روی روند خشک‌کردن انگور و شاخص‌های کیفی فرآورده نهایی توسط پنگوانه و همکاران 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 (Pangavhane *et al*., 1999).

دویماز نشان داد که استفاده از اتیل اولئات و متا بی‌سولفیت پتاسیم در زمان خشک کردن زردآلو موثر می‌باشد (Doymaz, 2004). همچنین در بررسی مدلهای ریاضی خشک شدن انگور، مدل پیج را به عنوان بهترین مدل انتخاب نمود (Doymaz, 2006).

در این تحقیق تاثیر پارامترهای دما ، دمای دومرحله‌ای (پله‌ای) و روش آماده‌سازی محصول بر کیفیت خشک شدن انگور بیدانه سفید مورد بررسی قرار گرفته و بهترین روش خشک شدن برای افزایش کیفیت تعیین گردید.

## مواد و روش ها

آزمایش‌ها بر روی انگور بیدانه سفید (محصول منطقه تاکستان قزوین) انجام شد. رطوبت اولیه انگور در حدود (۷۵-۷۰) درصد بر پایه تر و قطر دانه‌های آن در حدود (۱/۳-۱/۱) سانتی‌متر بود. درصد قند متوسط انگور نیز ۲۶/۱۶ درصد بود. قبل از شروع آزمایشات، انگورها در سردخانه و دمای حدود ۱ ± ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

برای انجام عملیات خشک کردن از سه عدد خشک‌کن آزمایشگاهی ثابت (از نوع کیلن[1] ) استفاده گردید. این خشک‌کن‌ها ساخت کشور ایران بوده و در مجتمع تحقیقاتی عصر انقلاب ( سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران)

[1] Kiln Dryer





Archive of SID

www.SID.ir

قرار دارند. 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 خشک‌شدن 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 بصورت دستی کنترل می‌گردد. جریان هوا توسط یک دمنده که در زیر المنت‌ها قرار دارد کنترل می‌شود. میزان هوا دهی این دمنده‌ها در محدوده ۲۲۰-۱۸۰ متر مکعب در ساعت توسط یک دیمر قابل تنظیم می‌باشد. در فاصله‌ای حدود ۴۰ سانتی‌متر بالاتر سطح حامل 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.

- **آزمایشات خشک‌کردن**

در این تحقیق اثر عوامل مختلف شامل آماده‌سازی و دمای هوای گرم خشک‌کن، بر ویژگی‌های کشمش بدست آمده 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 سانتی‌گراد و زمان ۱۵۰ ثانیه [$P_2$] (رامهرمزیان، ۱۳۷۹). ۳- تیمار کربنات پتاسیم ۵ ٪ و ۰/۴ ٪ روغن زیتون در دمای محیط و زمان ۵ دقیقه[$P_3$] (ضرابی، ۱۳۷۷). ۴- تیمار هیدروکسید سدیم ۰/۵ ٪ در دمای ۹۳ درجه سانتی‌گراد و زمان ۵ ثانیه و شستشو با آب سرد حدود ۵ دقیقه[$P_4$] (Pangavhane *et al*., 1999).

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 (حبه‌های انگور) را بر روی سینی‌های خشک‌کن به صورت تک لایه قرار داده و سینی‌ها در داخل خشک‌کن گذاشته شدند. عملیات 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 کاملا تصادفی) اجرا شد و از خشک‌کن‌های 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 خلا در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد و فشار ۱۵۰ میلی بار به مدت ۸

[1] Lutron



Archive of SID
www.SID.ir

ساعت قرار داده شدند (Tsami *et al*., 1990). پس از خشک‌شدن کامل نمونه‌ها مجددا توزین شدند. سپس با استفاده از رابطه (۱) مقدار رطوبت نمونه بر مبنای خشک تعیین گردید. با میانگین‌گیری 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.

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

در این رابطه M، $M_w$ و$M_d$ به ترتیب برابر مقدار رطوبت (db٪)، وزن نمونه تر و نمونه خشک بر حسب کیلوگرم می باشد.

- **فرایند ارزیابی شاخص‌های کیفی کشمش**

پس از انجام آزمایشات خشک‌کردن 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 قهوه‌ای‌شدن، میزان جذب مجدد آب و چروکیدگی به شرح زیر انجام شد.

- **اسیدیته**

اسیدیته نمونه‌ها بر مبنای تیتراسیون آزمونه با محلول سود ۰/۱ مولار در حضور معرف فنل فتالئین انجام گردید (Canellas *et al*., 1993). 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 میلی‌لیتری منتقل و تا علامت (۵۰ میلی‌لیتر) با آب، رقیق می‌شود. محتویات فلاسک مخلوط و توسط قیف بوخنر و کاغذ صافی معمولی فیلتر می‌گردد. به وسیله پیپت، ۲۵ میلی‌لیتر از مخلوط صاف شده به بشر ۵۰ میلی‌لیتری دارای همزن انتقال داده شده و ۰/۵ میلی‌لیتر 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 از رابطه زیر بدست می‌آید (Canellas *et al*., 1993):

$$\text{۱۰۰ گرم نمونه /گرم اسید مالیک} = \left(50/m\right)\times v\times C\times\left(100/v_0\right)\times 0.067 \qquad (۲)$$

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 می شود، بر حسب میلی لیتر می باشد. با در نظر گرفتن مقادیر m، C و $v_0$ مورد استفاده در آزمایش، ساده شده رابطه فوق به صورت زیر خواهد بود:

$$\text{۱۰۰ گرم نمونه /گرم اسید مالیک} = ۰/۲۶۸\ v \qquad (۳)$$

- **شدت قهوه‌ای شدن**

شدت قهوه‌ای شدن نمونه‌ها بر مبنای استخراج رنگدانه‌های قهوه‌ای از آزمونه توسط محلول آبی اسیداستیک – فرمالدهید ۲٪ – ۱٪ (حجمی) و اندازه‌گیری جذب در۴۲۰ و ۶۰۰ نانومتر می‌باشد (Canellas *et al*., 1993). 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 یک همزن مغناطیسی با سرعت بالا، عمل استخراج انجام می‌گیرد. مخلوط حاصل توسط قیف بوخنر و کاغذ صافی معمولی 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 موج های ۴۲۰ و ۶۰۰ نانومتر در اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری می‌شود، ضمن اینکه از مخلوط آبی اسید استیک– فرمالدهید ۰/۰۲ – ۰/۰۱ حجمی برای تنظیم و صفر کردن اسپکتروفتومتر استفاده می گردد. شدت قهوه ای شدن آزمونه برابر با اختلاف بین میزان جذب در طول موج های ۴۲۰ و ۶۰۰ نانومتر می باشد.



Archive of SID

www.SID.ir

- **میزان جذب مجدد آب**

میزان جذب مجدد آب نمونه‌ها، بر مبنای ریختن آزمونه در آب و اندازه‌گیری افزایش وزن می‌باشد (Canellas *et al*., 1993). وزن اولیه هر آزمونه با دقت ۰/۰۱ ± گرم تعیین و درون بشر قرار می‌گیرند. به بشرها آب اضافه شده، به طوری‌که دانه‌های کشمش کاملا 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 طوری‌که تنها آب سطحی نمونه‌ها جذب دستمال گردد. سپس با دقت ۰/۰۱± گرم توزین و مجددا به داخل بشر محتوی آب برگردانده می‌شوند. این عمل تا زمانی که اختلاف دو توزین متوالی کمتر از ۰/۰۱± گرم شود، ادامه می‌یابد. درصد جذب آزمونه از رابطه زیر محاسبه می‌شود(Canellas *et al*., 1993):

$$\text{درصد جذب مجدد آب} = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100 \qquad (۴)$$

که $W_1$ و $W_2$ به ترتیب وزن آزمونه قبل از آزمون و بعد از رسیدن به وزن ثابت می باشند.

- **چروکیدگی**

میزان چروکیدگی بر مبنای ریختن آزمونه در حجم معینی از تولوئن درون استوانه مدرج و اندازه‌گیری حجم جابجا شده تعیین می‌شود (Canellas *et al*., 1993). برای این منظور، در ابتدای آزمون خشک کردن ۵ عدد حبه انگور انتخاب و حجم آنها اندازه گرفته شد. بعد از خشک شدن انگورها مجددا حجم آنها اندازه‌گیری شد. میزان چروکیدگی نسبت حجم انگور خشک شده به حجم اولیه انگور می‌باشد.

- **تجزیه و تحلیل آماری**

پس از اجرای آزمایشات مربوط به تغییرات چهار شاخص فاکتورهای کیفی در تیمارهای آزمایش، با استفاده از نرم افزار آماری استاتیستیکا[1]، تجزیه و تحلیل داده‌ها مطابق طرح آماری کاملا 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 ۱٪ یا ۵٪ صورت گرفت.

## یافته ها

نتایج تجزیه واریانس داده‌های آزمایشات اندازه‌گیری شدت قهوه‌ای شدن، جذب مجدد آب و چروکیدگی کشمش حاصل از انگور بیدانه سفید نشان می‌دهد که تغییر پارامترهای دما و آماده‌سازی محصول اثرات بسیار معنی‌داری بر شدت قهوه‌ای شدن در سطح ۱٪ دارند. همچنین اثرات متقابل آنها نیز در سطح ۱٪ معنی‌دار می‌باشند. مشابه این نتیجه قبلا توسط غلامی پرشکوهی و رامهرمزیان برای دمای ثابت خشک شدن و روش‌های دیگر آماده‌سازی گزارش شده بود (غلامی پرشکوهی و همکاران، ۱۳۹۰; رامهرمزیان، ۱۳۷۹).

از تجزیه واریانس داده‌های اندازه‌گیری اسیدیته کشمش نتیجه‌گیری شد که تغییر پارامترهای دما و آماده سازی محصول تاثیری روی اسیدیته کشمش ندارند. ولی اثر متقابل بین این دو در سطح ۱٪ معنی‌دار می‌باشد.

## بحث

تغییرات شدت 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 ۱). علت آن را می‌توان در تاثیر عواملی مانند pH محصول، میزان رطوبت و موادی که در آماده‌سازی استفاده می‌شوند، دانست (توکلی پور، ۱۳۸۰).

جدول مقایسه میانگین‌ها، نشان می‌دهد میزان جذب مجدد آب در دمای ثابت خشک شدن در روش آماده سازی $P_4$ نسبت به سایر روش‌های آماده‌سازی بیشتر می‌باشد و این نتیجه برای خشک‌شدن پله‌ای در روش آماده‌سازی $P_2$ بیشتر می‌باشد (جدول ۲). خشک شدن دو مرحله‌ای نیز در میزان جذب مجدد آب تاثیر می‌گذارد که تاثیر آن بسته به نوع ماده آماده‌سازی متفاوت است. علت آن را می‌توان در تغییر بافت سطحی انگور در اثر آماده‌سازی دانست. هر قدر میزان جذب مجدد آب بیشتر باشد، تغییرات ساختاری کمتری در محصول رخ می‌دهد (توکلی پور، ۱۳۸۰). با توجه به جدول مقایسه میانگین (جدول ۲)، خشک شدن در دمای دو مرحله‌ای با دمای مرحله دوم ۶۰ درجه سانتی‌گراد بیشترین جذب مجدد را دارد.

[1] Statistica V5.5A



Archive of SID
www.SID.ir

**جدول ۱ - آزمون مقایسه میانگین شدت قهوه‌ای شدن کشمش حاصل از انگور بیدانه سفید (دانکن ۵٪)**

| دما (°C) / روش آماده سازی محصول | $P_1$ | $P_2$ | $P_3$ | $P_4$ |
|---|---|---|---|---|
| ۵۰ | ۰/۲۷۹$^{EFG}$ | ۰/۲۴۲$^{CD}$ | ۰/۱۰۲$^{A}$ | ۰/۱۴۹$^{B}$ |
| ۶۰ | ۰/۳۲۷$^{JK}$ | ۰/۲۹۹$^{GHI}$ | ۰/۲۴۸$^{CD}$ | ۰/۳۰۷$^{HI}$ |
| ۷۰ | ۰/۳۰۰$^{GHI}$ | ۰/۲۹۸$^{FGHI}$ | ۰/۲۸۰$^{EFG}$ | ۰/۲۷۶$^{EF}$ |
| ۸۰ | ۰/۲۴۳$^{CD}$ | ۰/۳۳۲$^{JKL}$ | ۰/۳۲۸$^{JK}$ | ۰/۲۹۷$^{FGH}$ |
| ۸۰-۷۰ | ۰/۲۵۵$^{D}$ | ۰/۲۳۱$^{C}$ | ۰/۲۶۱$^{DE}$ | ۰/۲۸۶$^{FGH}$ |
| ۸۰-۶۰ | ۰/۳۵۱$^{L}$ | ۰/۳۴۴$^{KL}$ | ۰/۳۳۶$^{JKL}$ | ۰/۳۱۸$^{IJ}$ |
| ۸۰-۵۰ | ۰/۲۷۷$^{EF}$ | ۰/۲۹۶$^{FGH}$ | ۰/۳۴۰$^{KL}$ | ۰/۲۸۶$^{FGH}$ |

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

**جدول ۲ - آزمون مقایسه میانگین جذب مجدد آب کشمش حاصل از انگور بیدانه سفید (دانکن ۵٪)**

| دما (°C) / روش آماده سازی محصول | $P_1$ | $P_2$ | $P_3$ | $P_4$ |
|---|---|---|---|---|
| ۵۰ | ۹/۸$^{A}$ | ۱۰۴/۴$^{Q}$ | ۲۱/۳$^{B}$ | ۱۳۱/۸$^{V}$ |
| ۶۰ | ۴۰/۴$^{D}$ | ۷۵/۳$^{M}$ | ۳۲/۶$^{C}$ | ۱۲۵/۸$^{U}$ |
| ۷۰ | ۳۹/۷$^{D}$ | ۶۹/۲$^{J}$ | ۷۵/۱$^{LM}$ | ۹۵/۶$^{P}$ |
| ۸۰ | ۵۸/۷$^{H}$ | ۶۹/۶$^{JK}$ | ۸۰/۷$^{O}$ | ۱۱۵/۶$^{T}$ |
| ۸۰-۷۰ | ۶۲/۹$^{I}$ | ۱۱۰/۲$^{R}$ | ۷۳/۷$^{L}$ | ۷۰/۹$^{K}$ |
| ۸۰-۶۰ | ۴۸/۷$^{F}$ | ۱۱۱/۷$^{S}$ | ۵۲/۱$^{G}$ | ۷۳/۶$^{L}$ |
| ۸۰-۵۰ | ۳۲/۳$^{C}$ | ۷۰/۳$^{JK}$ | ۴۵/۹$^{E}$ | ۷۸/۱$^{N}$ |

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

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

| دما (°C) / روش آماده سازی محصول | $P_1$ | $P_2$ | $P_3$ | $P_4$ |
|---|---|---|---|---|
| ۵۰ | ۰/۳۰۰$^{IJL}$ | ۰/۲۶۷$^{CDEFGH}$ | ۰/۲۷۵$^{EFGHIJ}$ | ۰/۲۸۰$^{FGHIJK}$ |
| ۶۰ | ۰/۱۹۰$^{A}$ | ۰/۲۴۴$^{BCDE}$ | ۰/۲۶۶$^{CDEFGH}$ | ۰/۲۴۱$^{BCD}$ |
| ۷۰ | ۰/۲۴۱$^{BCD}$ | ۰/۲۳۶$^{BC}$ | ۰/۲۴۵$^{BCDE}$ | ۰/۳۰۴$^{JKL}$ |
| ۸۰ | ۰/۲۳۹$^{BCD}$ | ۰/۳۰۹$^{KL}$ | ۰/۲۳۸$^{BCD}$ | ۰/۲۳۶$^{BC}$ |
| ۸۰-۷۰ | ۰/۲۵۹$^{CDEFGH}$ | ۰/۲۵۰$^{BCDEF}$ | ۰/۲۵۶$^{CDEFG}$ | ۰/۲۶۴$^{CDEFGH}$ |
| ۸۰-۶۰ | ۰/۲۹۲$^{HIJK}$ | ۰/۲۳۷$^{BC}$ | ۰/۲۵۰$^{BCDEF}$ | ۰/۳۳۳$^{L}$ |
| ۸۰-۵۰ | ۰/۲۱۸$^{B}$ | ۰/۲۷۰$^{DEFGHI}$ | ۰/۳۰۷$^{JKL}$ | ۰/۲۸۴$^{GHIJK}$ |

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

با توجه به جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳)، نتیجه‌گیری می‌شود که میزان چروکیدگی با افزایش دما افزایش می‌یابد که بسته به روش آماده‌سازی میزان آن متفاوت می‌باشد.

تغییرات اسیدیته بسته به دما و روش آماده‌سازی متفاوت می‌باشد. بطوری‌که در برخی آماده‌سازی‌ها، با افزایش دما میزان اسیدیته افزایش می‌یابد و در برخی دیگر متفاوت می‌باشد ولی تفاوت معنی‌دار آماری ندارند. اسیدیته در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد بیشترین مقدار و در روش آماده‌سازی $P_3$ محصول و تقریبا در تمامی دماها کمترین مقدار را دارد. روش آماده‌سازی محصول نیز در میزان اسیدیته تاثیر می‌گذارد که این تاثیر در دماهای مختلف متفاوت می‌باشد (جدول ۴).

با توجه به نتایج حاصله از تجزیه و تحلیل زمان و آهنگ خشک‌شدن (غلامی پرشکوهی و همکاران، ۱۳۸۸) و نیز شاخص‌های کیفی فرآورده نهایی، هر یک از تیمارهای آزمایش امتیاز دهی گردیده و نتایج در جدول ۵ آمده است. شاخص‌های امتیازدهی در این جداول عبارتند از: زمان خشک‌شدن 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 نیز ۱/۳ در نظر گرفته شد[۱] (رامهرمزیان، ۱۳۷۹). درصورت‌کسب هریک از شاخص‌های ذکر شده توسط تیمارها، ستون مربوط به تیمار مورد نظر دارای یک ستاره خواهد شد. با توجه به جدول ملاحظه





Archive of SID

www.SID.ir

می‌گردد که دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد با روش‌های آماده‌سازی $P_2$ و دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد با روش‌های آماده‌سازی $P_2$ ، $P_3$ و $P_4$ 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 نتیجه‌گرفت که دمای دو مرحله‌ای به خاطر کاهش زمان خشک شدن و حفظ کیفیت کشمش حاصله در خشک‌شدن انگور تاثیرگذار می‌باشد.

**جدول ٤ - آزمون مقایسه میانگین اسیدیته کشمش حاصل از انگور بیدانه سفید (دانکن ۵٪)**

| دما ($^oC$) / روش آماده سازی محصول | $P_1$ | $P_2$ | $P_3$ | $P_4$ |
|---|---|---|---|---|
| ۵۰ | ۱/۳۵$^{ABCD}$ | ۱/۶۷$^{E}$ | ۱/۲۱$^{AB}$ | ۱/۲۰$^{AB}$ |
| ۶۰ | ۱/۵۷$^{DE}$ | ۱/۴۷$^{CDE}$ | ۱/۲۷$^{ABC}$ | ۱/۲۷$^{ABC}$ |
| ۷۰ | ۱/۳۴$^{ABCD}$ | ۱/۳۰$^{ABC}$ | ۱/۱۸$^{A}$ | ۱/۳۵$^{ABCD}$ |
| ۸۰ | ۱/۳۳$^{ABCD}$ | ۱/۳۴$^{ABCD}$ | ۱/۳۴$^{ABCD}$ | ۱/۳۸$^{ABCD}$ |
| ۸۰-۷۰ | ۱/۲۴$^{ABC}$ | ۱/۴۲$^{ABCD}$ | ۱/۴۲$^{ABCD}$ | ۱/۴۷$^{CDE}$ |
| ۸۰-۶۰ | ۱/۳۰$^{ABC}$ | ۱/۴۰$^{ABCD}$ | ۱/۱۸$^{A}$ | ۱/۴۷$^{CDE}$ |
| ۸۰-۵۰ | ۱/۱۸$^{A}$ | ۱/۱۹$^{A}$ | ۱/۴۶$^{BCDE}$ | ۱/۳۵$^{ABCD}$ |

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

**جدول ۵- امتیاز دهی به تیمارهای انگور بیدانه سفید**

| تیمار آزمایش | زمان خشک شدن | آهنگ خشک شدن | قهوه‌ای شدن | جذب مجدد | 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-$p_4$ | * | * | * | * | * | * | ****** |

[1] با توجه به شاخص‌های کیفی کشمش تعیین شده است



Archive of SID
www.SID.ir

## نتیجه‌گیری

متغیرهای دما و روش آماده سازی محصول اثرات بسیار معنی‌داری بر شدت قهوه‌ای شدن، چروکیدگی و جذب مجدد آب دارند و تاثیری روی اسیدیته کشمش ندارند. برای تهیه کشمش مناسب‌ترین شرایط خشک‌کردن عبارت است از دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد با روش‌های آماده سازی $P_2$ و دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد با روش‌های آماده سازی $P_2$ ، $P_3$ و $P_4$ می‌باشد. همچنین خشک‌شدن در دمای دو مرحله‌ای با تغییر دما مرحله دوم به ۶۰ درجه سانتی‌گراد در آماده سازی های $P_3$ و $P_4$ به دلیل کاهش زمان خشک شدن و حفظ کیفیت کشمش حاصله در خشک شدن انگور تاثیرگذار می‌باشد.

## منابع


توکلی پور، ح. (۱۳۸۰). خشک کردن مواد غذایی، اصول و روش‌ها. انتشارات آییژ. تهران. صفحات۱۷۰-۱.

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

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

غلامی پرشکوهی، م.، رشیدی، م.، بهشتی، ب. و عباسی، س. (۱۳۸۸). تاثیر دمای دومرحله‌ای و روش آماده‌سازی در فرایند خشک شدن انگور بیدانه سفید. مجله گیاه و زیست بوم ، شماره ۲۰ ، ۶۹-۵۵.

غلامی پرشکوهی، م.، رشیدی، م.، رنجبر، ا. و عباسی، س. (۱۳۹۰). تاثیر 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، ۶۳-۵۴.

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

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

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

Doymaz, I. & Pala, M. (2002). The effects of dipping pretreatment on air-drying rates of seedless grapes. Journal of Food Engineering, 52, pp. 423-427.

Pangavhane, D. R., Sawheny, R. L. & Saravardia, P. N. (1999). Effect of various dipping pretretments on drying kinetics of Thompson seedless grapes. Journal of Food Engineering, 39(2), pp. 211-216.

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

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




Archive of SID

www.SID.ir