

اثر مواد قلیایی بر رنگ، ترکیبات فنلی و ویژگی آنتی‌اکسیدانی کشمش

پرستو قربانی^۱، حسن ساری‌خانی^{۱*}، منصور غلامی^۱ و ابراهیم احمدی^۲

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۶/۱۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۹/۲۶)

چکیده

کشمش تیزابی یکی از انواع کشمش‌های تهیه شده از انگور رقم بیدانه سفید است که امروزه در سطح وسیعی در ایران تولید می‌شود. در پژوهش حاضر تأثیر مواد تیزابی بر برخی از ویژگی‌های کشمش حاصل از انگور رقم بیدانه سفید مورد بررسی قرار گرفت. کشمش‌های تهیه شده شامل آفتاب خشک (به عنوان شاهد)، کشمش‌های تیزابی سرد و گرم با غلظت‌های مختلف تیزابی ۰/۷۵، ۱/۵، ۳ و ۶ درصد کربنات پتاسیم بودند. نتایج نشان داد که افزایش غلظت کربنات پتاسیم و هم‌چنین استفاده از محلول تیزابی گرم باعث کاهش زمان خشک شدن انگور گردید. هم‌چنین روش تهیه کشمش تأثیر زیادی در افزایش محتوای فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آن دارد. به طوری که بیشترین میزان این ترکیبات در کشمش‌های تیزابی گرم با غلظت ۶ درصد کربنات پتاسیم دیده شد. در کل کشمش‌های تیزابی‌های گرم در مقایسه با نوع سرد میزان فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری داشتند. با توجه به اینکه تیمارهای تیزابی گرم زودتر از تیزابی سرد خشک شدند و رنگ روشن‌تری داشتند، به نظر می‌رسد سرعت بالاتر خشک شدن عامل مؤثری در حفظ فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کشمش‌های حاصل از روش‌های مختلف فرآوری، به شمار می‌آیند. از این رو می‌توان پیش‌تیمار تیزابی گرم در غلظت‌های پایین کربنات پتاسیم را به عنوان تیمار مطلوب در حفظ ترکیبات فنلی پیشنهاد نمود.

واژه‌های کلیدی: انگور، کشمش آفتاب خشک، کشمش تیزابی، سرعت خشک شدن، محتوای فنلی، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

۱. گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

۲. گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: sarikhani@basu.ac.ir

مقدمه

مطلوب مورد استفاده قرار می‌گیرند (۷).

کشمش علاوه بر داشتن محتوای بالای از کربوهیدرات‌ها، مواد معدنی، ویتامین‌ها و فیبر، دارای ترکیبات فنلی متعددی است (۱۳ و ۲۰) که در افزایش ارزش غذایی آن، نقش مؤثری را ایفا می‌کند. کوئرستین (Quercetin)، کاتچین (Catechin) و اپی‌کاتچین (Epicatechin) از مهم‌ترین ترکیبات فنلی هستند که به طور عمده در انگور یافت می‌شوند (۹ و ۱۲). میان این ترکیبات و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کشمش رابطه مستقیمی وجود دارد (۱۵). مشخص شده است که روش تهیه کشمش روی محتوای این ترکیبات تأثیر می‌گذارد. پارکر و همکاران (۱۳) مشاهده کردند که مقدار کفتریک اسید (Caftaric acid)، روتین (Rutin)، کوئرستین و کامپفول (Kaempferol) در کشمش طلایی بالاتر از کشمش آفتاب خشک است.

بخش مهمی از اثرات مفید کشمش به ترکیبات فنلی آن نسبت داده می‌شود. ترکیبات فنلی گروه بزرگی از متابولیت‌های ثانویه گیاهی با وزن ملکولی پایین هستند و حدود ۸۰۰۰ ترکیب مختلف در این گروه قرار می‌گیرند. میزان این ترکیبات در کشمش در محدوده‌ی وسیعی قرار دارد. هم‌چنین بین کشمش‌های تهیه شده از ارقام مختلف انگور و از روش‌های مختلف نیز تفاوت‌هایی گزارش شده است (۱۳ و ۲۰). کشمش طلایی محتوای فنلی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری را در مقایسه با کشمش آفتاب خشک دارد (۱۳).

امروزه کشمش تیزابی یکی از انواع مهم کشمش است که در سطح وسیعی در مناطق انگورکاری کشور تولید می‌شود. تولید این محصول اغلب به صورت محلی و توسط باغداران انجام می‌شود و معیاری دقیق و حساب شده‌ای برای تولید آن وجود ندارد. میزان استفاده از مواد شیمیایی از جمله کربنات پتاسیم در آن، دقیق و گواهی شده نیست و اغلب به صورت تجربی به دست آمده است، لذا پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر روش تهیه کشمش بر کیفیت ظاهری، ترکیبات فنلی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در کشمش‌های تولید شده به روش‌های متفاوت گرم و سرد انجام شد.

انگور با نام علمی *vitis vinifera* یکی از مهم‌ترین میوه‌هایی است، که از زمان‌های بسیار قدیم مورد استفاده بشر قرار گرفته است. از جمله مصارف انگور می‌توان به تازه‌خوری، آب میوه تازه، عصاره غلیظ شده و کشمش اشاره کرد. علاوه بر این امروزه فرآورده‌های دیگری مانند روغن هسته، رنگدانه‌های آنتوسیانین و اتانول نیز از انگور تهیه می‌شوند (۶ و ۱۱). در ایران، بخش عمده انگور تولیدی به صورت تازه‌خوری مصرف می‌شود. اما به دلیل تولید فصلی، فسادپذیری بالا و عمر کوتاه پس از برداشت میوه، توجه ویژه‌ای به تولید فرآورده‌هایی با ماندگاری بالاتر به ویژه کشمش می‌شود. به صورت سنتی، روش‌های مختلفی برای خشک کردن انگور ابداع شده است که بر این اساس کشمش‌های مختلفی مانند آفتاب خشک، سایه خشک (سبز معمولی) و تیزابی تولید می‌شوند.

بر اساس آمار سازمان خواروبار جهانی ایران با تولید ۱۱۳،۶۷۱ تن کشمش در سال ۲۰۰۹، پس از کشورهای ترکیه، آمریکا و شیلی در مقام چهارم جهان قرار دارد (۸). نظر به اهمیت آن، تعیین بهترین روش تهیه و تولید این محصول و عوامل مؤثر در مرغوبیت و ارتقای کیفیت آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. روش آفتاب خشک، به دلیل سرعت پایین خشک شدن و هم‌چنین تغییر در ارزش غذایی کشمش و ایجاد محصولی با رنگ تیره روش مطلوبی برای تهیه کشمش در سطح زیاد نیست. روش تیزابی از قدیم در برخی از کشورهای همسایه (۷) و هم‌چنین در برخی نواحی کشور استفاده می‌شده است. به‌طورکلی به میوه خشک شده ارقام مختلف انگور که با محلول‌های قلیایی مانند محلول سودا، کربنات پتاسیم همراه با روغن یا ترکیبات آلکالین آغشته گردیده و در آفتاب خشک شده باشند، کشمش تیزابی گفته می‌شود (۲). رنگ کشمش تهیه شده از این روش از زرد روشن تا قهوه‌ای خرمایی متغیر است (۱۹). محلول‌های تیزابی در انواع مختلف از جمله تیزابی سرد، تیزابی گرم و تیزابی امولسیون تهیه می‌شوند که با هدف افزایش سرعت خشک شدن انگور و تولید کشمش با کیفیت

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و تهیه کشمش

در این پژوهش انگور رقم بیدانه سفید در مرحله مناسب برای تهیه کشمش با محتوای مواد جامد محلول بیش از ۲۱ درجه بریکس از تاکستانی واقع در شهرستان ملایر تهیه شد. خوشه‌ها پس از برداشت در اواخر شهریور به آزمایشگاه گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا منتقل شدند. برای هر تکرار تعداد ۴ خوشه به صورت تصادفی انتخاب گردید. ابتدا ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی نمونه انگور اندازه‌گیری شده و برای تهیه کشمش مورد استفاده قرار گرفتند. برای تیمار شاهد، خوشه‌ها بی درنگ در مقابل آفتاب در بارگاه خشک شدند. برای تیمارهای تیزابی سرد، خوشه‌ها با غلظت‌های ۰/۷۵، ۱/۵، ۳ و ۶ درصد (وزنی به حجمی) کربنات پتاسیم (جدول ۱) به مدت ۱ دقیقه در محلول تیزابی سرد (دمای محیط حدود ۲۰ درجه سانتی‌گراد) غوطه‌ور شدند. برای تیمارهای تیزابی گرم خوشه‌ها در محلول‌های گرم با دمای حدود ۹۰ درجه سانتی‌گراد کربنات پتاسیم غلظت‌های ۰/۷۵، ۱/۵، ۳ و ۶ درصد (وزنی به حجمی) به مدت ۲ تا ۳ ثانیه غوطه‌ور شدند و در نهایت برای خشک شدن، روی بارگاه در مقابل نور مستقیم خورشید قرار گرفتند. تیمار ۳۰ گرم در لیتر کربنات پتاسیم به عنوان تیمار عرف منطقه که توسط کشاورزان استفاده می‌شود، در نظر گرفته شد. همچنین در همه تیمارهای تیزابی، روغن سبزه (روغن گیاهی) نیز به مقدار یک-سوم مقدار کربنات پتاسیم استفاده شد. کشمش‌ها پس از تهیه در دمای بین ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

تعیین میزان رطوبت کشمش

زمان آماده شدن کشمش‌ها بر اساس میزان رطوبت آنها، حدود ۱۵ تا ۱۷ درصد (۱۴)، تعیین شد. بدین منظور مقدار ۲ گرم از نمونه در داخل یک پتری دیش در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت تا وزن آن ثابت شود. سپس میزان رطوبت از رابطه ۱ محاسبه شد:

$$[1] \quad \text{درصد رطوبت} = (w_1 - w_2) \times 100 / w_2$$

که در آن w_1 وزن اولیه نمونه و w_2 وزن نمونه پس از خشک شدن است. برای مقایسه اثر خشک شدن و روش تهیه کشمش بر میزان فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (درصد بازدارندگی) نمونه‌ها، براساس وزن خشک محاسبه شد.

صفات اندازه‌گیری شده

میزان فنل کل

میزان فنل کل با استفاده از معرف فولین-سیکالتو (Folin-Ciocalteu) (۱۶) اندازه‌گیری شد. به طور خلاصه، ابتدا ۰/۵ گرم از گوشت و پوست حبه با ۳ میلی‌لیتر متانول ۸۵ درصد عصاره‌گیری شد. ۱۵۰۰ میکرولیتر معرف فولین-سیکالتو ۱۰ درصد به ۳۰۰ میکرولیتر از عصاره اضافه شد و پس از مدت ۵ دقیقه، ۱۲۰۰ میکرولیتر کربنات سدیم ۷ درصد به آن افزوده گردید. سپس محلول به دست آمده به مدت ۱/۵ ساعت با سرعت ۱۲۰ دور در دقیقه، تکان داده شد. در نهایت میزان جذب نمونه انگور و کشمش مورد بررسی با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل کری ۱۰۰، واریان، آمریکا) در طول موج ۷۶۵ نانومتر اندازه‌گیری شده و پس از مقایسه با استاندارد اسید گالیک، براساس میلی‌گرم اسید گالیک در یک گرم بافت نمونه کشمش (وزن خشک) بیان گردید.

تعیین مقدار ترکیبات فنلی

به منظور اندازه‌گیری اجزای ترکیبات فنلی از ۲ گرم گوشت و پوست حبه‌ها، توسط ۲ میلی‌لیتر حلال استخراج (متشکل از ۸۵ درصد متانول و ۱۵ درصد استیک اسید) عصاره‌گیری شد. پس از سانتریفیوژ، بخش روشناور با فیلتر سرسرنگی ۰/۴۵ میکرومتر صاف شده و توسط دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) (سیستم بریز، واترز، آمریکا) مجهز به ستون C_{18} (۴/۶×۱۵۰) میلی‌متر با قطر ذرات ۵ میکرومتر، واترز، دوبلین، ایرلند) و شناساگر ماورای بنفش/مرئی (واترز، آمریکا) مقادیر کاتچین، اپی کاتچین، کوئرستین و کلروژنیک اسید

جدول ۱. اثر روش تهیه کشمش بر زمان خشک شدن انگور، فعالیت آنتی اکسیدانی و میزان فنل کل در کشمش تهیه شده از انگور رقم بیدانه سفید

تیماز	زمان خشک شدن (ساعت)	فعالیت آنتی اکسیدانی (درصد بازدارندگی)	فنل کل (میلی گرم بر گرم)
آفتاب خشک	۳۵۲/۰۰ ^a	۵۱/۹۰ ^g	۴/۸۸ ^f
۰/۷۵ درصد کربنات پتاسیم سرد	۳۰/۰۰ ^b	۶۳/۰۵ ^f	۵/۶۱ ^e
۱/۵ درصد کربنات پتاسیم سرد	۲۶/۶۷ ^b	۷۱/۴۵ ^e	۵/۹۰ ^{de}
۳ درصد کربنات پتاسیم سرد	۲۶/۰۰ ^b	۷۴/۷۰ ^d	۵/۹۱ ^{de}
۶ درصد کربنات پتاسیم سرد	۲۱/۳۳ ^{bc}	۷۶/۸۹ ^{cd}	۶/۲۱ ^{cd}
۰/۷۵ درصد کربنات پتاسیم گرم	۲۰/۰۰ ^{bc}	۷۷/۶۹ ^{bcd}	۶/۲۹ ^c
۱/۵ درصد کربنات پتاسیم گرم	۱۹/۰۰ ^{bc}	۷۸/۲۶ ^{bc}	۶/۶۲ ^b
۳ درصد کربنات پتاسیم گرم	۱۱/۰۰ ^{cd}	۸۰/۵۲ ^{ab}	۶/۶۳ ^b
۶ درصد کربنات پتاسیم گرم	۴/۱۰ ^d	۸۲/۱۹ ^a	۷/۱۸ ^a

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ است.

دمای اتاق، دوباره جذب نوری نمونه‌ها قرائت شد و با استفاده از رابطه ۲ محاسبه شد.

[۲] $(A_{t_0} - A_{t_{30}}) \times 100 / A_{t_0}$ = درصد بازدارندگی
که در آن A_{t_0} = جذب نمونه در زمان صفر و $A_{t_{30}}$ = جذب نمونه در زمان ۳۰ دقیقه پس از آن است.

اندازه‌گیری پارامترهای رنگ‌سنجی

پارامترهای رنگ نمونه‌های تیمارهای مختلف با استفاده از دستگاه رنگ سنج (مدل Hp 200، چینکان، شانگهای، چین) در فضای رنگی L، a و b اندازه‌گیری شد. کمیت L بیانگر روشنایی نمونه در دامنه‌ای از صفر برای سیاه تا ۱۰۰ برای سفید، مثبت و منفی بودن کمیت a، به ترتیب قرمزی و سبزی و مثبت و منفی بودن کمیت b، به ترتیب زردی و آبی بودن نمونه‌ها را تعیین می‌کنند. قبل از رنگ‌سنجی، دستگاه با رنگ‌های سفید و سیاه استاندارد کالیبره شد. شاخص تفاضل رنگ (ΔE) با استفاده از رابطه هانتز-اسکاتفیلد (Hunter-Scotfield) (رابطه ۳) محاسبه شد (۱۷).

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2} \quad [3]$$

نمونه‌ها اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری ترکیبات فوق شناساگر در طول موج‌های ۲۸۰ و ۳۲۰ نانومتر تنظیم شد. پس از مقایسه با کروماتوگرام‌های استاندارد، غلظت این ترکیبات برحسب میکروگرم در گرم بافت نمونه محاسبه شد.

فعالیت آنتی‌اکسیدانی

فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها از طریق خنثی‌کنندگی رادیکال آزاد DPPH (۲۰۲ دی فنیل ۱-پیکریل هیدرازیل) به صورت درصد بازدارندگی محاسبه شد (۳). جهت انجام آزمون مقدار ۵۰۰ میکرولیتر از عصاره تهیه شده برای فنل کل همراه با ۵۰۰ میکرولیتر آب مقطر به مدت ۵ دقیقه و با سرعت ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. سپس ۷۵ میکرو لیتر از محلول حاصل به لوله‌های آزمایش منتقل شده و در نهایت ۲۹۲۵ میکرولیتر محلول متانولی DPPH (با غلظت ۲/۴ میلی گرم در ۱۰۰ میلی لیتر متانول) به آن اضافه شد و پس از چند ثانیه ورتکس، جذب نوری نمونه‌ها توسط اسپکتوفتومتر (مدل کری ۱۰۰، واریان، آمریکا)، در طول موج ۵۱۵ نانومتر قرائت شد. پس از گذشت ۳۰ دقیقه قرارگیری نمونه‌ها در محیط تاریک و در

اختلاف معنی‌داری نداشتند.

هم‌چنین ارتباط منفی و معنی‌داری در سطح یک درصد بین زمان خشک شدن انگور و محتوای فنل کل ($r = -0.829^{**}$) و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی ($r = -0.855^{**}$) کشمش مشاهده شد. به طور کلی عامل زمان خشک شدن کشمش میزان فنل کل نمونه‌ها را تحت تأثیر قرار داده است. ترکیبات فنلی به مرور زمان در اثر عوامل مختلفی مانند واکنش با ترکیبات دیگر، اکسید شدن و ... کاهش می‌یابند. برخی از این ترکیبات به دلیل طبیعت آروماتیکی که دارند، به آسانی و خود به خود اکسید می‌شوند. فعال شدن آنزیم پلی فنل اکسیداز موجب تجزیه ترکیبات فنلی و کاهش میزان آن در زمان استخراج می‌شود. یکی دیگر از دلایل کاهش ترکیبات فنلی، پلیمریزه شدن آنها و تشکیل ترکیبات نامحلول دیگر است، این ترکیبات با پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها کمپلکس نامحلول تشکیل داده و به راحتی قابل استخراج نیستند (۱۸). تأثیر استفاده از آب گرم و هم‌چنین گرما در تهیه کشمش و حفظ بیشتر ترکیبات فنلی در طی فرآیند خشک شدن گزارش شده است (۱۹) که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد.

تیمار کربنات پتاسیم باعث حفظ فعالیت آنتی‌اکسیدانی گردید. بیشترین مقدار فعالیت آنتی‌اکسیدانی مربوط به کشمش‌های پیش تیمار شده با محلول گرم کربنات پتاسیم ۶ درصد مشاهده شد که با تیمار محلول گرم کربنات پتاسیم ۳ درصد اختلاف معنی‌داری را نداشت (جدول ۱). هم‌چنین پیش تیمار با محلول کربنات پتاسیم گرم نیز باعث حفظ فعالیت آنتی‌اکسیدانی در مقابل محلول سرد گردید. با کاهش غلظت پیش تیمار کربنات پتاسیم محلول‌های سرد میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کشمش کاهش نشان داد. بین کشمش پیش تیمار شده با محلول گرم کربنات پتاسیم ۰/۷۵ درصد و کشمش‌های پیش تیمار شده با محلول‌های سرد ۳ و ۶ درصد کربنات پتاسیم اختلاف معنی‌داری از نظر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی دیده نشد (جدول ۱). یونگ و همکاران (۲۱) پیشنهاد نمودند که فعالیت آنتی‌اکسیدانی کمتر در کشمش‌های تهیه شده از روش‌های به

تجزیه آماری داده‌ها و هم‌چنین هم‌بستگی بین صفات و مقایسات اورتوگونال با استفاده از نرم افزار SAS (نسخه ۹/۱) انجام و میانگین‌های حاصل با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند.

نتایج و بحث

تیمار کربنات پتاسیم به طور معنی‌داری باعث کاهش مدت زمان لازم برای خشک شدن انگور شد. بیشترین زمان لازم برای خشک شدن در نمونه بدون پیش تیمار کربنات پتاسیم (آفتاب خشک)، و کمترین زمان در تیمارهای تیزابی گرم با غلظت‌های ۳ و ۶ درصد کربنات پتاسیم مشاهده شد (جدول ۱). کربنات پتاسیم با تحلیل لایه بلوم یا کوتیکول روی حبه و هم‌چنین ایجاد ترک‌های بسیار ریز در پوست حبه بر زمان خشک شدن انگور تأثیر می‌گذارد و از دست رفتن آب حبه را سرعت می‌بخشد (۱۹). به نظر می‌رسد افزایش غلظت کربنات پتاسیم باعث افزایش تأثیر آن بر کوتیکول و پوست حبه می‌شود. از طرف دیگر در مقایسه بین تیزابی سرد و گرم، اگرچه مدت زمان تیزابی گرم بسیار کمتر از تیزابی سرد در نظر گرفته شد، ولی افزایش دما تأثیر ماده قلیایی مورد استفاده را افزایش می‌دهد (۵).

پیش تیمار با کربنات پتاسیم تأثیر معنی‌داری بر میزان فنل کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی کشمش‌های تولید شده را نشان داد. کمترین مقدار فنل کل در کشمش آفتاب خشک و بالاترین مقدار فنل کل در کشمش تیزابی گرم با مقدار ۶ درصد کربنات پتاسیم مشاهده شد (جدول ۱). در بین نمونه‌های پیش تیمار شده با کربنات پتاسیم، کمترین مقدار فنل کل در کشمش‌های تیزابی سرد ۰/۷۵ درصد کربنات پتاسیم دیده شد که اختلاف معنی‌داری را با غلظت‌های ۳ ۱/۵ درصد کربنات پتاسیم سرد نداشت. در بین تیمارهای تیزابی سرد، بالاترین محتوای فنل کل در تیمار ۶ درصد کربنات پتاسیم دیده شد. در نمونه‌های تیزابی گرم محتوای فنل بیشتری مشاهده گردید به طوری که غلظت فنل تیمار ۶ درصد تیزابی سرد با ۰/۷۵ درصد تیزابی گرم

شد (جدول ۳). نحوه اثر پیش تیمار کربنات پتاسیم در حفظ ترکیبات فنلی کشمش‌های تولید شده نیاز به بررسی دارد اما این امکان وجود دارد که استفاده از پیش تیمار کربنات پتاسیم با افزایش سرعت خشک شدن کشمش موجب حفظ ترکیبات فنلی در این نمونه‌ها شده است. ترکیبات فنلی متعددی در کشمش وجود دارند (۱۳) که برخی از آنها در پژوهش حاضر مورد بررسی قرار گرفتند. با توجه به بالاتر بودن محتوای فنل کل در تیمارهای تیزابی گرم، احتمال آن وجود دارد که برخی از ترکیبات فنلی اندازه‌گیری نشده الگوی تجمعی متفاوتی داشته باشد که این موضوع نیاز به بررسی‌های بیشتری دارد.

نتایج مقایسه میانگین پارامترهای رنگ سنجی در جدول ۴ آورده شده است. غلظت کربنات پتاسیم و دمای محلول آن تأثیر معنی‌داری بر هر سه پارامتر اندازه‌گیری شده و اختلاف رنگ در سطح ۵ درصد نشان داد. بالاترین مقدار پارامتر L در تیمار ۶ درصد کربنات پتاسیم گرم مشاهده شد. افزایش میزان کربنات پتاسیم موجب بالا رفتن مقدار L در نمونه‌ها شد. به گونه‌ای که در هر یک از پیش تیمارهای سرد و گرم کربنات پتاسیم، بالاترین میزان روشنایی مربوط به تیمار ۶ درصد کربنات پتاسیم بود. ضمن اینکه مقدار روشنایی در نمونه‌های پیش تیمار گرم نیز بالاتر از پیش تیمار سرد بود. نتایج نشان داد که مقادیر پارامترهای a و b به صورت اعداد مثبت اندازه‌گیری شدند که به ترتیب نشان‌دهنده قرمزی و زردی نمونه‌های کشمش هستند. این پارامترها با افزایش غلظت کربنات پتاسیم و همچنین استفاده از محلول‌های گرم افزایش یافتند. تفاضل رنگ که ترکیب از پارامترهای رنگ سنجی است شاخص بسط داده شده رنگ‌سنجی است که برای مشخص کردن تغییرات رنگ در فرآوری مواد غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۷). نتایج تفاضل رنگ نشان داد که تغییرات آن در تیمار آفتاب خشک نسبت به تیمار تیزابی گرم در غلظت‌های مختلف کمتر است. به نظر می‌رسد سرعت بالاتر خشک شدن کشمش‌ها در افزایش روشنایی و بالاتر رفتن میزان رنگ قرمز و زرد در نمونه‌ها موثر است.

فعالیت قهوه‌ای شدن آنزیمی آنها ارتباط دارد که با تخریب ترکیبات فنلی، اثر منفی در فعالیت آنتی‌اکسیدانی را باعث می‌شود.

بین فعالیت آنتی‌اکسیدانی و فنل کل در کشمش‌های به‌دست آمده همبستگی مثبت ($r=0/841^{**}$) و معنی‌داری در سطح یک درصد مشاهده شد. بخش اصلی فعالیت آنتی‌اکسیدانی کشمش به ترکیبات فنلی آن مرتبط است (۱۵ و ۱۰). به نظر می‌رسد که دلیل تأثیر معنی‌دار پیش تیمار کربنات پتاسیم به صورت سرد و گرم بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و بیشتر بودن آن در تیمار کربنات پتاسیم گرم با غلظت ۶ درصد به دلیل سریع‌تر خشک شدن و حفظ بهتر ترکیبات فنلی در آنها باشد. کارانزا-کونچا و همکاران (۴) مشاهده کردند که کاهش مدت زمان خشک شدن و تهیه کشمش می‌تواند روی حفظ ترکیبات فنلی و افزایش کیفیت شود.

کشمش آفتاب خشک با کشمش‌های پیش تیمار شده با محلول‌های کربنات پتاسیم از نظر میزان فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد نشان دادند. به طور کلی بین کشمش پیش تیمار شده با محلول‌های سرد کربنات پتاسیم با کشمش پیش تیمار شده با محلول‌های گرم کربنات پتاسیم اختلاف معنی‌داری را در سطح احتمال یک درصد از نظر میزان فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (درصد بازدارندگی) نشان دادند (جدول ۲). این نتایج نشان‌دهنده اثر مثبت استفاده از کربنات پتاسیم نسبت به کشمش آفتاب خشک بدون پیش تیمار و همچنین اثر مثبت استفاده از محلول‌های گرم نسبت به محلول‌های سرد در حفظ بیشتر فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کشمش‌های تهیه شده از رقم بیدانه سفید است.

بالاترین مقدار کاتچین، اپی‌کاتچین، کوئرستین و کلروژنیک اسید در تیمار تیزابی ۶ درصد کربنات پتاسیم سرد دیده شد و کم‌ترین مقدار کاتچین، اپی‌کاتچین و کوئرستین مربوط به کشمش آفتاب خشک بود. در مورد کلروژنیک اسید، کمترین مقدار در تیمار تیزابی ۰/۷۵ درصد کربنات پتاسیم سرد مشاهده

جدول ۲. تأثیر روش تیزابی سرد و گرم بر محتوای فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کشمش تهیه شده از انگور رقم بیدانه سفید

میانگین مربعات			
منابع تغییر	درجه آزادی	فنل کل	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی
روش تهیه	۹	۸/۲۸**	۱۷۴۱/۷۲**
O ₁	۱	۵/۶۶**	۸۳۸/۵۹**
O ₂	۱	۱۱/۹۲**	۱۲۹۹/۹۲**
خطا	۱۱۰	۰/۱۳	۱۴/۶۵
ضریب تغییرات (درصد)	—	۵/۴۳	۵/۹۴

** معنی‌دار در سطح ۰/۰۱

O₁ و O₂: به ترتیب نشانگر مقایسه ارتوگونال بین کشمش آفتاب خشک و کشمش‌های پیش تیمار کربنات پتاسیم و پیش تیمارهای سرد و گرم کربنات پتاسیم است.

جدول ۳. اثر روش تهیه کشمش بر محتوای برخی ترکیبات فنلی اندازه گیری شده در کشمش‌های تهیه شده از انگور رقم بیدانه سفید

کاتچین	ابی کاتچین	کوئرستین	کلروژنیک اسید	تیمار
(µg/g)	(µg/g)	(µg/g)	(µg/g)	
۱۱۱/۵۴	۶۳/۴۳	۳۵۵/۹۰	۳۳/۵۳	آفتاب خشک
۲۰۳/۹۲	۱۳۱/۳۳	۳۶۰/۵۱	۱۶/۸۰	۰/۷۵ درصد کربنات پتاسیم سرد
۴۸۱/۴۵	۲۲۶/۳۵	۴۰۳/۵۸	۷۴/۹۶	۱/۵ درصد کربنات پتاسیم سرد
۶۷۲/۴۷	۲۵۲/۴۲	۳۸۱/۳۷	۱۴۹/۱۴	۳ درصد کربنات پتاسیم سرد
۹۱۹/۶۷	۳۷۱/۸۷	۴۳۳/۶۱	۱۶۴/۴۱	۶ درصد کربنات پتاسیم سرد
۱۵۳/۰۶	۱۴۲/۵۱	۳۷۶/۴۵	۸۰/۷۲	۰/۷۵ درصد کربنات پتاسیم گرم
۱۶۷/۰۵	۱۵۸/۹۵	۳۶۶/۲۱	۹۶/۳۸	۱/۵ درصد کربنات پتاسیم گرم
۲۹۱/۹۷	۲۲۵/۹۱	۳۵۹/۵۶	۱۲۶/۲۴	۳ درصد کربنات پتاسیم گرم
۶۶۳/۷۵	۲۸۱/۳۷	۴۲۶/۶۹	۱۳۷/۱۱	۶ درصد کربنات پتاسیم گرم

آفتاب بودن، از قهوه‌ای شدن و تیره شدن بافت کشمش جلوگیری می‌کند.

در کل می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که روش تهیه کشمش از انگور بیدانه سفید اثر معنی‌داری بر میزان ترکیبات فنلی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کشمش تهیه شده دارد. میزان این ترکیبات در کشمش‌های پیش تیمار شده با کربنات پتاسیم بیش از کشمش آفتاب خشک است. در هنگام استفاده از کربنات پتاسیم، مقدار باقیمانده این ماده در کشمش اهمیت زیادی دارد.

تغییر رنگ و قهوه‌ای شدن در کشمش در اثر دو فرایند جداگانه آنزیمی و غیر آنزیمی رخ می‌دهد (۵ و ۱۵). فرایند آنزیمی که بیشتر در مراحل تهیه کشمش مشاهده می‌شود در اثر فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز است که باعث اکسید شدن ترکیبات فنلی می‌گردد (۱ و ۱۵). هرچه سرعت خشک شدن طولانی‌تر باشد زمان طولانی‌تری نیز برای اکسید شدن ترکیبات فنلی وجود دارد. بنابراین تیمار با کربنات پتاسیم باعث افزایش سرعت خشک شدن شده و با کاهش مدت زمان در معرض

جدول ۴. اثر روش تهیه کشمش بر ویژگی‌های ظاهری کشمش تهیه شده از انگور رقم بیدانه سفید

تفاضل رنگ ΔE	b	a	L	تیمار
۳۰/۹۸ ^e	۳/۹۱ ^c	۶/۵۶ ^{bc}	۲۹/۹۹ ^{de}	آفتاب خشک
۳۰/۸۷ ^e	۵/۵۶ ^c	۹/۸۰ ^c	۲۸/۷۴ ^e	۰/۷۵ درصد کربنات پتاسیم سرد
۳۱/۰۵ ^e	۵/۴۸ ^c	۹/۳۷ ^c	۲۹/۰۸ ^e	۱/۵ درصد کربنات پتاسیم سرد
۳۳/۹۵ ^d	۵/۲۱ ^c	۱۰/۲۶ ^{bc}	۳۱/۹۲ ^d	۳ درصد کربنات پتاسیم سرد
۳۹/۱۷ ^c	۱۰/۱۹ ^b	۱۱/۵۷ ^{bc}	۳۵/۹۴ ^c	۶ درصد کربنات پتاسیم سرد
۴۰/۴۰ ^c	۱۲/۲۹ ^{ab}	۱۰/۲۶ ^{bc}	۳۷/۰۲ ^c	۰/۷۵ درصد کربنات پتاسیم گرم
۴۳/۳۰ ^b	۱۱/۸۴ ^{ab}	۱۱/۶۴ ^{bc}	۳۹/۹۴ ^b	۱/۵ درصد کربنات پتاسیم گرم
۴۵/۰۲ ^b	۱۱/۳۸ ^{ab}	۱۴/۴۲ ^a	۴۱/۰۶ ^b	۳ درصد کربنات پتاسیم گرم
۴۷/۶۱ ^a	۱۴/۰۰ ^a	۱۲/۷۷ ^{ab}	۴۳/۶۱ ^a	۶ درصد کربنات پتاسیم گرم

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ می‌باشد.

بالاتری را نشان داد. استفاده از غلظت‌های پایین‌تر کربنات پتاسیم به صورت گرم باعث کاهش مصرف کربنات پتاسیم شده و از طرف دیگر با تسریع خشک شدن کشمش از تغییر و اکسیداسیون ترکیبات فنلی جلوگیری می‌کند.

در مواردی که اختلاف معنی‌داری وجود ندارد، استفاده از تیمارهایی با مقدار کربنات پتاسیم کمتر مفیدتر خواهد بود که این می‌تواند گامی به سمت استفاده کمتر از مواد شیمیایی باشد. هم‌چنین پیش تیمار با محلول گرم کربنات پتاسیم نسبت به محلول سرد آن میزان ترکیبات فنلی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

منابع مورد استفاده

- Agulea, J.M., K. Opperman and F. Sanchez, 1987. Kinetic of browning of Sultana grapes. *Journal of Food Science* 52(4): 990-1005.
- Arzani K. A.H. Sherafaty and M. Koushesh-Saba, 2009. Harvest date and post harvest alkaline treatment effects on quantity and quality of Kashmar, Iran, green raisin. *Journal of Agricultural Science and Technology* 11 (4): 449-456.
- Brand-Williams, W., M.E. Cuvelier and C. Berset. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science and Technology* 28: 25-30.
- Carranza-Concha J., M. Benlloch, M. M. Camacho and N. Martinez-Navarrete. 2012. Effects of drying and pretreatment on the nutritional and functional quality of raisins. *Food and Bioprocess Technology* 90: 243-248
- Christensen, L. P. and W. L. Peacock. 2000. The raisin drying process. PP. 207-216. In: Raisin Production Manual. University of California, Agricultural and Natural Resources Publication 3393, Oakland, CA.
- Creasy G.L. and L. L. Creasy. 2009. *Grapes: Crop Production Science in Horticulture*. CABI. 312 p.
- Doymaz, I. and M. Pala. 2002. The effects of dipping pretreatment on air-drying rates of seedless grapes. *Journal of Food Engineering* 52: 413-417.
- FAO. 2012. <http://www.fao.org/>. Accessed 9 February 2012.
- Macheix, J. J., A. Fleuriet and J. Billot. 1990. Fruit Phenolics. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Meng, J., Y. Fang, A. Zhang, S. Chen, T. Xu, Z. Ren, G. Han, J. Liu, H. Li, Z. Zhang and H. Wang. 2011. Phenolic content and antioxidant capacity of Chinese raisins produced in Xinjiang Province. *Food Research International* 44(9): 2830-2836.
- Mullins, M.G., A. Bouquet and L.E. Williams. 1992. *Biology of the Grapevine*. Cambridge university press. P. 251.

12. Pangavhane, D. R. and R. L. Sawhney. 2002. Review of research and development work on solar dryers for grape drying. *Energy Conversion and Management* 43: 45-61.
13. Parker, T.L., X. Wang, J. Pazmino and M. Engeseth. 2007. Antioxidant capacity and phenolic content of grapes, sun-dried raisins, and golden raisins and their effect on *ex vivo* serum antioxidant capacity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55: 8472-8477.
14. Sawhney, R.L., D.R. Pangavhane and P.N. Sarsavadia. 1999. Drying kinetics of single layer Thompson Seedless grape under heated ambient air conditions. *Drying Technology* 17(1-2): 215- 236.
15. Singleton, V. L. and P. Esau. 1969. Phenolic Substances in Grapes and Wines and their Significance. Academic Press, New York. 285 p.
16. Singleton, V.L. and J.A. Rossi. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acids reagents. *American Journal of Enology and Viticulture* 16(3): 144-158.
17. Siriamornpun S., O. Kaisoon and N. Naret Meeso. 2012. Changes in colour, antioxidant activities and carotenoids (lycopene, β -carotene, lutein) of marigold flower (*Tagetes erecta* L.) resulting from different drying processes. *Journal of Functional Foods* 4(4): 757-766.
18. Vermerris, W. and R. Nicholson. 2006. *Phenolic Compound Biochemistry*. Springer Pub., USA.
19. Whiting J.R. 1992. Harvesting and drying of grapes. PP. 328-358. In: Coombe, B. and P. R. Dry (Eds.), *Viticulture*. Winetitles Adelaide.
20. Williamson, G. and A. Carughi. 2010. Polyphenol content and health benefits of raisins. *Nutrition Research* 30(8): 511-519.
21. Yeung, C. K., R. Glahn, X. Wu, R. H. Liu and D. Miller. 2003. *In vitro* iron bioavailability and antioxidant activity of raisins. *Journal of Food Science* 68: 701- 705.