

استفاده از اسید استیک به جای SO_2 در تولید کشمش^۱

فروغ شواخی و محمد شاهدی^۲

تاریخ پذیرش مقاله: ۸۴/۱۲/۱۳

تاریخ دریافت مقاله: ۸۴/۷/۱۶

چکیده

استفاده از مواد شیمیایی مجاز (GRAS)، ایمن، و غیر قابل اشتعال مانند اسید استیک به عنوان ماده شیمیایی جایگزین برای جلوگیری از ضایعات قارچی میوه‌ها در سال‌های اخیر بررسی شده است. به منظور جایگزین کردن اسید استیک به جای SO_2 در تولید کشمش، آزمایشی با طرح آماری کرت خرد شده در زمان و در سه تکرار در منطقه کرج اجرا شد. ابتدا محفظه‌ای از جنس پلی‌اتیلن به حجم ۶۰۰ لیتر و غیر قابل نفوذ، دارای فشار سنج، هیتر ترموستات‌دار، پروانه، محل تزریق، محل شستشو، و تابلو کنترل برای گازدهی طراحی شد. سپس انگور بی‌دانه خریداری و آزمایش‌های اولیه شامل تعیین مواد انحلال‌پذیر جامد، pH، اسیدیته آب انگور، و شمارش کلی کپک و مخمر انجام شد. انگورها جهت غیرفعال کردن آنزیم پلی‌فنل اکسیداز و جلوگیری از قهوه‌ای شدن آنزیمی و تسریع در خشک شدن به مدت ۲ دقیقه در آب ۹۳ درجه سانتی‌گراد فرو برده شدند. تیمارهای مختلف شامل غلظت‌های ۰/۳، ۰/۴ و ۰/۵ میلی‌لیتر گاز اسید استیک برای هر کیلوگرم انگور، ۱۲۰ دقیقه و غلظت‌های ۰/۵، ۲/۵ و ۵ درصد اسید استیک مایع، ۲۰ دقیقه و ۲/۵، ۳/۵ و ۴/۵ گرم گوگرد برای یک کیلوگرم انگور، ۳۰ دقیقه و شاهد (بدون تیمار) اعمال شد. محفظه بین تیمارهای مختلف حداقل نیم ساعت هوادهی شد. انگورها تا رسیدن به رطوبت حدود ۱۴ درصد در آفتاب خشک شدند و پس از یکنواخت شدن رطوبت و جدا کردن دم و ساقه و ضایعات در کیسه‌های پلی‌اتیلنی بسته‌بندی و در انبار با رطوبت نسبی ۵۰ درصد و دمای ۸ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. در طول یک سال نگهداری، آزمایش‌های رنگ، بافت، مواد انحلال‌پذیر جامد و شمارش کلی کپک و مخمر کشمش، هر سه ماه یک بار انجام شد. تجزیه واریانس برای کلیه صفات نشان داد که به طور کلی تیمارهای مختلف از نظر رنگ (عامل‌های L^* ، a^* ، b^* و Hue)، سفیدی بافت و مواد جامد انحلال‌پذیر اختلاف معنی‌دار با یکدیگر دارند ولی از نظر تعداد کپک و مخمر با همدیگر اختلافی ندارند و با توجه به قابلیت پذیرش کلی کشمش تولیدی، امکان جایگزین کردن اسید استیک به جای SO_2 وجود دارد.

واژه‌های کلیدی

اسید استیک، دی اکسید گوگرد، کشمش

۱- برگرفته از طرح تحقیقاتی با عنوان «استفاده از اسید استیک به جای SO_2 جهت ضدعفونی کردن کشمش» به شماره

مصوب ۸۱۰۳۴-۲۰-۱۰۷

۲- به ترتیب عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. نشانی: کرج، بلوار شهید فهمیده، روبروی

بانک کشاورزی، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، تلفن: ۰۲۶۱-۲۷۰۵۳۲۰، پیام‌نگار:

frshavakhi@yahoo.com و استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

مقدمه

آماری دقیق از مقدار ضایعات حاصل از بیماری‌های مؤثر بر میوه‌ها و سبزی‌های حساس موجود نیست، با این همه می‌توان گفت ضایعات پس از برداشت از ۱۰ تا ۵۰ درصد متغیر و در کشورهای در حال توسعه مقدار آن زیاد است و به همین دلیل کاهش ضایعات امری ضروری است (Sholberg & Gaunce, 1995). استفاده از قارچ‌کش‌ها مؤثر است ولی بقایای آنها خطر سرطان‌زایی دارد؛ کنترل بیولوژیک هم روش مفیدی است. در سال‌های اخیر استفاده از مواد شیمیایی مجاز (GRAS)، ایمن، و غیر قابل اشتعال مانند اسید استیک برای جایگزینی با مواد شیمیایی و جلوگیری از ضایعات قارچی میوه‌ها بررسی شده است. این ماده در صورت جایگزینی با SO_2 خطر سمیت و اثر زیان‌آور ندارد، به سهولت قابل استفاده است، و در جلوگیری از ضایعات قارچی تأثیر دارد (Sholberg & Gaunce, 1995, 1996b Sholberg *et al.*, 1996; Sholberg, 1998b). افزودن دی‌اکسید گوگرد و سولفیت‌ها به میوه قبل از خشک کردن برای حفظ رنگ طبیعی و به عنوان یکی از راه‌های کنترل قهوه‌ای شدن به کار رفته است. این کار آثار مطلوب دیگر از جمله خاصیت ضد عفونی‌کنندگی و حفاظت ویتامین ث محصول را به دنبال دارد (Sahari, 2002). ولی مصرف بسیار زیاد و بی‌رویه گوگرد برای انسان مضر است (Anon, 1998) و به همین دلیل جایگزینی آن با مواد ایمن، ارزان، و غیر قابل اشتعال ضروری به نظر می‌رسد.

انگور میوه درخت مو از خانواده Vitaceae با اسم علمی *Vitis vinifera* و میزان تولید سالانه آن در ایران ۲/۷ میلیون تن است (Anon, 2003).

کشمش، خشک شده میوه رسیده ارقام مختلف انگور با دانه و بی‌دانه تازه است که بر حسب رقم، روش خشک کردن، و شرایط خشک کردن در آفتاب به نام‌های مختلفی خوانده می‌شود (Anon, 2002b). بررسی‌ها و جستجو در پایگاه اینترنتی <http://database.irandoc.ac.ir> نشان می‌دهد که در مورد استفاده از اسید استیک و تأثیر آن بر کیفیت میوه‌ها در داخل کشور تنها یک مورد پایان نامه وجود دارد که درباره آن مختصری توضیح داده می‌شود:

شمشیری (Shamshiri, 1995) اثر زمان انبارداری، اتفن، کلرید سدیم، و اسید استیک را بر کیفیت خرماي مضافتی بررسی کرده است. او می‌گوید اسید استیک ۲ درصد و ترکیب اسید استیک ۲ درصد و کلرید سدیم ۲ درصد به طور معنی‌داری سبب افزایش مواد انحلال پذیر جامد، کاهش سفتی بافت، و مقدار رطوبت میوه می‌شود و بهترین نتیجه با اسید استیک ۲ درصد به دست می‌آید اما میوه‌های تیمار شده با کلرید سدیم ظاهر بهتری دارند.

از میان تحقیقات انجام شده مرتبط با این طرح در خارج از کشور به موارد زیر اشاره می‌گردد:

آگیلرا و همکاران (Aguilera *et al.*, 1987) می‌گویند در اثر مصرف دی‌اکسید گوگرد، از هر دو نوع قهوه‌ای شدن (آنزیمی و غیر آنزیمی) جلوگیری خواهد شد زیرا هم آنزیم پلی فنل اکسیداز و هم گروه احیاء قند غیر فعال می‌شود، بنابراین رنگ کشمش روشن‌تر می‌گردد. کنلاس (Canellas *et al.*, 1993) به نقل از وزیچا نیز می‌گوید که تیمار با دی‌اکسید گوگرد، از هر دو نوع قهوه‌ای شدن در کشمش جلوگیری می‌کند.

سینه آ^۵ در ارقام مختلف سیب، گلابی، انگور، کیوی، و گوجه فرنگی به این نتیجه رسیدند که اسید استیک به عنوان یک ماده ایمن، ارزان، و غیر قابل اشتعال و کاربرد آن به عنوان روشی برای استریل سطحی میوه‌ها و بسیاری از سبزی‌ها قابل توصیه است و قابلیت جایگزینی با SO₂ را برای کنترل ضایعات انگور در سردخانه دارد، شولبرگ و گانس (Sholberg & Gaunce, 1996a) در بررسی اثر اسید استیک بر کاهش ضایعات میوه‌های هسته‌دار به این نتیجه رسیدند که اسید استیک در کنترل ضایعات حاصل از ریزوپوس/استولینیفر^۷ و مونیلینا فروکتیکولا^۱ و گونه‌های آلترناریا^۸ در صورتی مؤثر است که از آلودگی‌های بعدی جلوگیری شود، آنها در تحقیق دیگری (Sholberg & Gaunce, 1996b) اثر اسید استیک را بر کنترل قارچ‌های انباری دانه‌های با رطوبت بالا شامل کلزا، ذرت، برنج، و گندم بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که بخار اسید استیک به عنوان روشی جدید در کنترل کپک‌های انباری دانه‌های با رطوبت بالا قابل استفاده است ولی تحقیقات بیشتری در مورد مقدار مؤثر باقیمانده اسید استیک بر خواص حسی دانه و محصولات حاصل از آن در شرایط تجاری مورد نیاز است.

شولبرگ (Sholberg, 1998) دریافت که تیمار با اسید استیک مثل گازدهی با SO₂ در کنترل کپک آبی در انگور تازه‌خوری مؤثر است، این ماده بر کپک آبی و خاکستری در سیب و گلابی مؤثر و تأثیر بیشتر آن هنگامی است که آلودگی میوه کم باشد، شولبرگ (Sholberg, 2000) همچنین در مورد کنترل بیماری‌های پس از برداشت اعلام کرد

شولبرگ و گانس (Sholberg & Gaunce, 1995) اعلام کردند که بنوارت برای کنترل ضایعات میوه-ها و سبزی‌ها از محلول اسید استیک استفاده کرده است، آنها به نقل از رابرتز و دونگان نیز اعلام کردند که بخار اسید استیک به عنوان ترکیبی برای کنترل اسپور مونیلینا فروکتیکولا^۱ جوانه زنی آن را به صفر رسانده است.

تحقیقات دیگری با سایر ترکیبات گازی صورت گرفته است. شولبرگ و گانس (Sholberg & Gaunce, 1995) به نقل از شاو می‌گویند که ضایعات توت فرنگی تلقیح شده با بوتریتیس و ریزوپوس^۲ پس از نگهداری در دی اکسید کربن زیاد کاهش می‌یابد. آنها به نقل از آهارونی و استادلباچر می‌گویند بخار استالدئید نیز برای عوامل بیماری‌زای باکتریایی مثل اروینیا کاروتوورا^۳ و سودوموناس فلورسنس^۴ و بیماری-زاهای قارچی سمی است، همچنین ایشان به نقل از پراساد و استادلباچر می‌گویند که ضایعات تمشک و توت فرنگی تلقیح شده با بوتریتیس سینه آ^۵ و سیب تلقیح شده با پنی‌سیلیوم اکسپانسونوم^۶ با به-کارگیری بخار استالدئید کنترل می‌شود.

پسیس و فرنکل (Pesis & Frenkel, 1989) اثر بخار استالدئید را بر کیفیت پس از برداشت انگور تازه‌خوری بررسی و اعلام کردند که انگور با قند اولیه کم و اسیدیته زیاد تحت تأثیر استالدئید قرار می‌گیرد و مواد انحلال‌پذیر جامد و ترجیح مصرف کننده افزایش و اسیدیته آب میوه کاهش می‌یابد.

شولبرگ و گانس (Sholberg & Gaunce,) 1995 در بررسی اثر بخار اسید استیک برای کنترل قارچ‌های پنی‌سیلیوم اکسپانسونوم^۶ و بوتریتیس

1- *Monilinia fructicola*4- *Pseudomonas fluorescens*7- *Rhizopus stolonifer*2- *Botrytis and Rhizopus*5- *Botrytis cinerea*8- *Alternaria*3- *Erwinia carotovora*6- *Penicillium expansum*

شولبرگ و همکاران (Sholberg *et al.*, 2003) پایش بخار اسید استیک را در طول گازدهی میوه برای جلوگیری از تخریب محصول و کنترل غلظت اسید استیک لازم دانستند.

با توجه به مضر بودن مصرف گوگرد برای انسان و استفاده بسیار آن در تولید خشکبار، در این پژوهش امکان استفاده از اسید استیک در تولید کشمش به جای SO_2 بررسی شد.

مواد و روش‌ها

مواد -

انگور بی‌دانه (خریداری شده از میدان میوه و تره بار کرج)، محیط کشت (Potato - Dextrose - Agar (PDA) (مرک)، مواد شیمیایی شامل سود تیترازول نرمال و آب اکسیژنه (پتروشیمی اراک)، اسید استیک (مرک و تجاری)، بی سولفیت سدیم و اسید سولفوریک (مرک)، کیسه پلی اتیلن به ضخامت ۰/۶ میلی‌متر و دستگاه‌هایی شامل: رنگ‌سنج هانترلب مدل Color Flex ساخت آمریکا، بافت‌سنج هانسفیلد مدل HSK-S ساخت انگلستان، رفاکتومتر مدل CHD ساخت چین، آون خلاء EHRET مدل VTS 70 ساخت آلمان، ترازو مدل Sartorius ساخت آلمان، سردخانه (دمای ۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵۰ درصد) و محفظه گاز دهی استوانه‌ای دارای حجم ۶۰۰ لیتر، قطر ۰/۷۳ متر، طول ۱/۴۳ متر و از جنس پلی اتیلن، ضمام آن شامل: هیتر و پلیت استینلس استیل ۳۱۶ ساخت ایران، پروانه کامپیوتر ساخت تایوان مدل FP-108-1، فشارسنج ساخت چین، سنسور حرارت سنج و کنترل‌کننده حرارت مدل AT-200 PORT ساخت شرکت آتین ایران، شیر

که اسیدهای آلی مثل اسید استیک به شکل گازی اثر فوق‌العاده‌ای در نابودی اسپورهای قارچی و کاهش ضایعات میوه‌های مختلف دارد. مطالعات برای استفاده تجاری از این اسید در حال پیشرفت است.

شولبرگ (Sholberg, 1998b) اثر بخار اسید استیک را در کنترل ضایعات سیب در انبار بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که آلودگی سیب کاهش می‌یابد و این اسید بر کیفیت و بوی سیب تأثیری ندارد.

چو و همکاران (Chu *et al.*, 2001)، گازدهی گیللاس را با تیمول و اسید استیک بررسی کردند و نتیجه گرفتند که گیللاس گازدهی شده با ۱۰ میلی‌گرم در لیتر تیمول پوسیدگی قهوه‌ای را به طور معنی‌داری کاهش می‌دهد، اما تأثیری در کاهش پوسیدگی کپک آبی ندارد. گازدهی با ۶ یا ۱۰ میلی‌گرم در لیتر اسید استیک، پوسیدگی کپک آبی را به طور معنی‌داری کاهش می‌دهد ولی بر پوسیدگی قهوه‌ای تأثیری ندارد. همچنین گازدهی تأثیری بر سفتی، کل مواد جامد محلول و اسید قابل تیتر گیللاس ندارد و به طور کلی تیمول و اسید استیک در غلظت‌های پایین، بدون داشتن تأثیر مضر بر کیفیت میوه، قابلیت خوبی در کنترل ضایعات پس از برداشت دارد.

اتخد و همکاران (Utkhede *et al.*, 2001) اثر اسید استیک را بر رشد و تولید میوه و پوسیدگی ریشه و تاج درخت مطالعه کردند. آنان به این نتیجه رسیدند که این ماده به عنوان یک ترکیب در گازدهی خاک در باغ‌های سیب قابل استفاده است.

گاز شهری برای محل تزریق و شستشو.

- روش‌ها

انگور مورد استفاده در تهیه کشمش باید از ارقام مناسب باشد، از طرف دیگر، نظر به اینکه انگور نافرازگرا (Non Climactric) است یعنی فرآیند رسیدن میوه پس از برداشت متوقف می‌شود، در موقع برداشت باید به رسیده بودن آن توجه کرد (Anon, 2002b). با توجه به این دو موضوع، انگور بی‌دانه پس از خریدن در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. ابتدا آزمایش‌هایی شامل: کل مواد جامد انحلال‌پذیر آب انگور (TSS) با استفاده از رفراکتومتر (بر حسب درصد) (Aguilera et al., 1987)، اسیدیته قابل تیتر با استفاده از تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال (بر حسب گرم اسید تارتاریک در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه) (Bolin et al., 1975)، مقدار آلودگی میوه‌ها (شمارش کلی کپک و مخمر) با توزین ۱۰ گرم از نمونه و انتقال آن به ۹۰ میلی‌لیتر سرم فیزیولوژی و تهیه رقت‌های ۱۰^{-۱}، ۱۰^{-۲}، ۱۰^{-۳} از آن و سپس انتقال ۰/۱ میلی‌لیتر از هر رقت روی محیط کشت PDA و گرمخانه‌گذاری در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد برای ۵-۳ روز (بر حسب CFU) (Anon, 1995)، ثقل ویژه با استفاده از روش غوطه‌وری خوشه انگور در آب و استفاده از قلاب پایین ترازو و محاسبه با فرمول زیر انجام شد (Cheung & Yan, 1996):

= ثقل ویژه (بدون واحد)

(وزن در آب - وزن در هوا) / وزن در هوا

برای غیرفعال کردن آنزیم پلی فنل اکسیداز و جلوگیری از قهوه‌ای شدن و تسریع در خشک شدن، انگورها به مدت ۲ دقیقه در آب ۹۳ درجه سانتی‌گراد فرو برده شدند (Aguilera et al., 1987) و آزمون تعیین کفایت عمل آنزیم‌بری با استفاده از محلول ۰/۳۵ درصد آب اکسیژنه، صورت گرفت (Payan, 1996). تیمارهای مختلف شامل اسید استیک گازی شکل در سطوح ۰/۳، ۰/۴ و ۰/۵ میلی‌لیتر برای هر کیلوگرم انگور، محلول اسید استیک مایع در سطوح ۰/۵، ۲/۵ و ۵ درصد و گاز دی اکسید گوگرد در مقادیر ۲/۵، ۳/۵ و ۴/۵ گرم در کیلوگرم انگور، و شاهد با غلظت صفر (عدم استفاده از اسید استیک و یا گوگرد) اعمال شد. مقدار انگور مصرفی در هر سطح از تیمار و در هر تکرار ۵ کیلوگرم و در هر بار آزمایش ۱۵ کیلوگرم بود. تعداد آزمایش‌ها ۱۰ و مقدار کل انگور مصرفی ۱۵۰ کیلوگرم بود. در تیمار اول با استفاده از سرنگ و از محل تزریق تعبیه شده داخل محفظه، روی کاغذ صافی اسید استیک ریخته شد تا تبخیر شود. این اسید با توجه به اینکه کمی از هوا سنگین‌تر است، پس از تبخیر شدن به طور طبیعی به سمت پایین حرکت می‌کند و به سطح انگورهای روی سبد مشبک نزدیک می‌شود. با استفاده از پروانه موجود در پایین محفظه گاز در ۱۲۰ دقیقه جا به جا شد تا همه انگورها به طور یکنواخت تحت تأثیر گاز اسید استیک قرار گیرند. پس از آن محفظه به مدت ۳۰ دقیقه هوادهی شد تا گاز اسید استیک خارج شود و آزمایش بعدی تکرار شد (Sholberg et al., 1996; Sholberg & Gaunce, 1995, 1996b). در تیمار دوم، انگور در محلول اسید استیک باغلظت‌های ذکر

کشمش و محاسبه مقدار استرس (تنش) با فرمول $P=F/A$ (برحسب 10^{-4} نیوتن بر متر مربع)، رطوبت کشمش (Anon, 1996; Bolin *et al.*, 1975; Canellas *et al.*, 1993) و ارزیابی حسی با استفاده از آزمون ۷ طبقه‌ای لذت بخشی. این آزمون به این ترتیب بود که ده تیمار در دو سری پنج‌تایی در ظروف مشابه که با اعداد سه رقمی و به صورت تصادفی رمزگذاری شده بودند در اختیار ۷ ارزیاب آموزش دیده گروه ارزیاب حسی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی قرار داده شد. این افراد طی مراحل مختلف انتخاب شده بودند. عدد ۱ معرف علاقه بسیار ضعیف و عدد ۷ معرف علاقه شدید در نظر گرفته شد. ارزیاب‌ها با انتخاب طبقه مناسب، علاقه خود را نسبت به هر نمونه مشخص می‌کردند. برای تعیین اختلاف در میانگین امتیازهای داده شده بین نمونه‌ها، ارقام به دست آمده با روش تجزیه و تحلیل واریانس بررسی شد. در مرحله بعد، ۵ تیمار برتر مرحله اول از نظر بو، رنگ، طعم، ظاهر و قابلیت پذیرش کلی درجه‌بندی شدند (Ghazizadeh & Razezghi, 1998). طرح آماری مورد استفاده کرت خرد شده در زمان در سه تکرار بود. تجزیه واریانس با استفاده از نرم افزار SPSS و مقایسه میانگین با آزمون SNK و گروه‌بندی و مقایسه تأثیرات متقابل با نرم افزار MSTATC صورت گرفت.

نتایج و بحث

در جدول شماره ۱، خصوصیات اولیه میوه انگور ارائه شده است.

شده غوطه‌ور شد. در تیمار سوم، برای تولید گاز گوگرد از واکنش بی‌سولفیت سدیم و اسید سولفوریک استفاده شد. ابتدا بی‌سولفیت سدیم روی پتری دیش در زیر محل تزریق گذاشته و اسید سولفوریک ۱۰ نرمال روی آن ریخته شد. گاز دی اکسید گوگرد حاصل از این واکنش به طرف انگورهای موجود بر سطح مشبک حرکت کرده و با استفاده از پروانه جابه‌جا شد و پس از ۳۰ دقیقه انگورها از محفظه خارج شدند (Peiser & Eyang, 1985; Sholberg & Gaunce, 1995). رطوبت حدود ۱۴ درصد (Anon, 2002a) به روش آفتابی خشک شدند و پس از یکنواخت شدن رطوبت و جدا کردن دم و ساقه و ضایعات آنها، در کیسه‌های پلی‌اتیلنی بسته‌بندی و در انبار با رطوبت نسبی ۵۰ درصد و دمای ۸ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (Maleki & Dokhani, 1990). در طول یک سال نگهداری، آزمایش‌های زیر هر سه ماه یک بار در مورد کشمش انجام شد:

کل مواد جامد انحلال‌پذیر (TSS)، آلودگی کشمش (شمارش کلی کپک و مخمر بر حسب CFU) (Anon, 1995; Aguilera *et al.*, 1987; Bolin *et al.*, 1975)، رنگ کشمش (فاکتورهای L^* ، a^* ، b^* و $Hue\ angle = \arctan\ b^*/a^*$ ، با استفاده از ظرف مخصوص دستگاه رنگ‌سنج هانتربل (Hue) بیانگر رنگ واقعی محصول و ترکیب رنگ در دایره Hue و بین صفر تا ۳۶۰ درجه متغیر است) (Anon, 1998; Aguilera *et al.*, 1987; Bolin *et al.*, 1975)، سفتی بافت کشمش با روش نفوذسنجی، و تعیین بیشینه نیروی وارده برحسب نیوتن برای نفوذ میله‌ای به قطر ۳/۲ میلی‌متر در بافت

جدول شماره ۱ - خصوصیات کیفی انگور پس از خرید

| میوه | مواد جامد انحلال پذیر (درصد) | اسید قابل تیترا (درصد) | آلودگی کپک و مخمر (CFU) | ثقل ویژه | pH |
|-------|---------------------------------|---------------------------|----------------------------|----------|-----|
| انگور | ۲۵ | ۰/۸۶ | ۱۹۰۰ ± ۵۶ | ۱/۰۸۵ | ۳/۲ |

اعداد، میانگین سه تکرار هستند

نتایج تجزیه واریانس کلی خصوصیات کشمش نشان داد که تیمارهای مختلف از نظر رنگ (عوامل L*, a*, b* و hue) و بافت و مواد جامد انحلال پذیر تفاوت بسیار معنی دار با یکدیگر دارند. یعنی تیمارهای اعمال شده بر صفات کیفی کشمش پس از خشک شدن تأثیر زیادی داشته است. اثر زمان در همه موارد به غیر از بعد رنگ a* بسیار معنی دار شده یعنی صفات مختلف به غیر از a* در زمان‌های مختلف نگهداری، تفاوت معنی داری با یکدیگر دارند. اثر متقابل زمان و تیمار برای L* و سفتی بافت و مواد جامد انحلال پذیر بسیار معنی دار و برای hue و b* معنی دار است، یعنی تیمارهای مختلف در زمان‌های مختلف اثر متفاوتی از خود نشان داده‌اند (جدول شماره ۵). اثر متقابل زمان و تکرار فقط برای مواد جامد انحلال پذیر بسیار معنی دار شده است (جدول شماره ۲).

جدول شماره ۲ - نتایج تجزیه واریانس کلی خصوصیات کشمش

| منابع تغییر | درجه آزادی | MS | | | | |
|----------------------|------------|-----------|----------|----------|-----------|-----------------------|
| | | Hue | b* | a* | L* | مواد جامد انحلال پذیر |
| تکرار | ۲ | ۱۱/۶۲۵ ns | ۴/۱۷۰* | ۱/۸۳۰ ns | ۰/۰۷۴ ns | ۴۲/۹۴۹ ns |
| تیمار | ۹ | ۲۶۵/۶۹۵** | ۱۷/۷۲۳** | ۲۳/۳۷۸** | ۱۱۲/۷۸۳** | ۹۲/۴۲۱** |
| زمان نگهداری | ۴ | ۲۹/۳۳۲** | ۸/۴۱۸** | ۰/۹۸۶ ns | ۳۰/۴۶۰** | ۱۶۰/۲۰** |
| زمان نگهداری × تیمار | ۳۶ | ۱۱/۳۵۴* | ۲/۲۶۹* | ۱/۴۱۲ ns | ۱/۶۳۱** | ۴۶/۷۹۸** |
| زمان نگهداری × تکرار | ۸ | ۶۷۰۳ ns | ۱/۱۳۲ ns | ۱/۰۸۵ ns | ۰/۴۹۷* | ۴۱/۱۷۳** |

** معنی دار در سطح ۱ درصد؛ * معنی دار در سطح ۵ درصد؛ ns غیر معنی دار

مقایسه میانگین رنگ کشمش (L*, b* و hue) در اثر تیمارهای مختلف (جدول شماره ۳) نشان داد که بیشترین مقدار L*, b* و hue مربوط به S₃ (روشن‌ترین تیمار) و کمترین مقدار L*, b* و hue مربوط به L₃ (تیره‌ترین تیمار) است. هرچه مقدار L* بیشتر باشد رنگ کشمش روشن‌تر است (Canellas et al., 1993) به دلیل آنکه در اثر مصرف SO₂ هم آنزیم پلی فنل اکسیداز و هم گروه احیاء قند غیرفعال می‌شود (Aguilera et al., 1987). بیشترین مقدار a* مربوط به L₃ (تیره‌ترین تیمار) و کمترین مقدار مربوط به S₃ (روشن‌ترین تیمار) است.

جدول شماره ۳- نتایج و مقایسه میانگین خصوصیات کشمش در اثر تیمارهای مختلف

| مقایسه میانگین (SNK) | | | | | | |
|----------------------|-----------|------------|-----------|------------|--|------------------------------------|
| تیمار | L* | a* | b* | hue | سفتی بافت (10^{-4} نیوتن بر متر مربع) | مواد جامد انحلال پذیر (درصد) |
| B* | ۳۰/۹۳ f** | ۱۲/۱۹۹ bc | ۱۷/۶۵۳ bc | ۵۵/۲۵۴ bc | ۸۳/۱۰۷ e | ۶۸/۳۷۷ ab |
| S ₁ | ۳۱/۹۷ e | ۱۱/۷۶۹ c | ۱۷/۶۸۳ bc | ۵۶/۱۱۷ b | ۸۸/۶۱۲ e | ۶۷/۷۲۲ ab |
| S ₂ | ۳۵/۲۷ b | ۱۰/۴۳۷ d | ۱۹/۶۲۶ a | ۶۲/۱۸۸ a | ۹۶/۷۳۶ d | ۷۰/۲۵۳ a |
| S ₃ | ۳۶/۷۵ a | ۹/۹۶۶ d | ۱۹/۹۳۵ a | ۶۳/۵۹۸ a | ۹۶/۶۵۳ d | ۶۸/۲۹۲ ab |
| L ₁ | ۳۱/۱۵ f | ۱۲/۹۹۴ ab | ۱۸/۰۵۰ bc | ۵۴/۰۶۵ bcd | ۱۲۲/۰۲۵ a | ۶۴/۶۶۷ b |
| L ₂ | ۲۹/۵۹ h | ۱۳/۴۶۰ a | ۱۷/۰۸۹ cd | ۵۱/۸۹۳ de | ۱۰۷/۲۸۳ b | ۶۶/۱۲۳ ab |
| L ₃ | ۲۷/۶۶ i | ۱۳/۷۹۹ a | ۱۶/۳۴۵ d | ۵۰/۱۵۷ e | ۱۰۲/۵۶۵ c | ۶۱/۷۰۴ c |
| G ₁ | ۳۳/۲۶ d | ۱۲/۷۶۹ abc | ۱۸/۳۷۲ b | ۵۵/۱۳۵ bc | ۸۵/۸۰۸ e | ۶۸/۹۵۴ ab |
| G ₂ | ۳۴/۰۹ c | ۱۲/۱۴۰ bc | ۱۸/۲۳۵ bc | ۵۶/۳۲۳ b | ۷۲/۴۶۱ f | ۶۸/۵۰۳ ab |
| G ₃ | ۳۰/۵۵ g | ۱۳/۰۱۹ ab | ۱۷/۴۶۸ bc | ۵۳/۲۳۹ cd | ۸۵/۱۲۱ e | ۶۶/۲۷۶ ab |

B* = شاهد، (S₁، S₂، S₃) به ترتیب ۲/۵، ۳/۵ و ۴/۵ گرم SO₂ بر کیلوگرم انگور)، (L₁، L₂، L₃) به ترتیب محلول ۰/۵، ۲/۵ و ۵ درصد اسید استیک در آب، (G₁، G₂، G₃) به ترتیب ۰/۳، ۰/۴ و ۰/۵ میلی لیتر اسید استیک بر کیلوگرم انگور)، ** میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آزمون SNK در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار نیستند.

جدول شماره ۴- نتایج مقایسه میانگین خصوصیات کشمش در اثر زمان‌های مختلف

| مقایسه میانگین (SNK) | | | | | | |
|----------------------|-----------|----------|-----------|-----------|--|------------------------------------|
| زمان نگهداری | L* | a* | b* | hue | سفتی بافت (10^{-4} نیوتن بر متر مربع) | مواد جامد انحلال پذیر (درصد) |
| صفر | ۳۳/۴۴۵ a* | ۱۲/۲۰۶ a | ۱۸/۷۱۲ a | ۵۶/۷۰۳ a | ۷۶/۹۱۶ d | ۶۳/۵۹۳ c |
| سه ماهه | ۳۲/۷۰۲ b | ۱۰/۰۲۰ a | ۱۸/۱۴۰ ab | ۵۶/۵۸۰ a | ۸۹/۸۷۴ c | ۶۷/۶۸۹ b |
| شش ماهه | ۳۲/۱۰۹ c | ۱۲/۲۶۸ a | ۱۸/۳۳۶ ab | ۵۶/۲۴۲ ab | ۹۷/۷۲۶ b | ۶۶/۶۸۶ b |
| نه ماهه | ۳۱/۴۸۶ d | ۱۲/۵۲۲ a | ۱۷/۶۴۷ bc | ۵۴/۶۸۴ b | ۱۰۲/۲۵۰ a | ۶۷/۴۶۷ b |
| دوازده ماهه | ۳۰/۸۶۹ e | ۱۲/۲۶۰ a | ۱۷/۳۹۳ c | ۵۴/۷۷۶ b | ۱۰۳/۴۲۰ a | ۷۰/۰۰۰ a |

* میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آزمون SNK در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار نیستند.

بیشترین مقدار سفتی بافت مربوط به L₁ و کمترین مقدار آن مربوط به G₂ است. بیشترین مواد جامد انحلال پذیر مربوط به S₂ و کمترین آن مربوط به L₃ است. مقایسه میانگین زمان‌های مختلف بر خواص کیفی کشمش (جدول شماره ۴) نشان می‌دهد که روند تغییرات L*، b*، hue و سفتی بافت و مواد جامد انحلال پذیر افزایشی است. این بدان معنی است که کشمش به هنگام

نگهداری تیره‌تر شده است (بر عکس نتایج تحقیق، کنلاس و همکارانش (Canellas *et al.*, 1993) که در طول ۵ ماه نگهداری تغییری در L* مشاهده نشده است) و نیز بدان معنی است که بافت کشمش به دلیل از دست دادن رطوبت سفت‌تر شده و سفتی بافت شدیداً تحت تأثیر رطوبت بوده است. در اثر کاهش رطوبت، نسبت مواد جامد انحلال‌پذیر افزایش یافته و نتایج حاکی از تأثیر زیاد کلیه تیمارها روی روشنی محصول است. جدول‌های شماره ۳ و ۴ بیانگر آن است که L* دقیق‌تر از Hue تفاوت رنگ کشمش را بیان می‌کند، عامل L* برای توصیف رنگ کشمش مهمتر

است (Canellas *et al.*, 1993)، و L* و b* با کیفیت رنگ کشمش همبستگی خوبی دارد (Aguilera *et al.*, 1987). در خصوص آزمایش کفایت آنزیم‌بری، با توجه به کافی بودن دما و زمان اعمال شده، رنگ تغییر نکرد و حباب ایجاد نشد. شمارش کلی کپک و مخمر در تیمارها و زمان‌های مختلف و همچنین نمونه شاهد، آلودگی قابل توجهی را نشان نداد. این موضوع نتیجه عمل آنزیم‌بری در تیمار شاهد و آنزیم‌بری و استریل سطحی در سایر تیمارهاست (Moyls *et al.*, 1996; Sholberg & Gaunce, 1995; Sholberg, 1998)

جدول شماره ۵- اثر متقابل تیمار و زمان نگهداری بر خصوصیات کیفی کشمش

| تیمار | زمان نگهداری | L* | a* | b* | hue | سفتی بافت (۱۰ ^{-۴} نیوتن بر متر مربع) | مواد جامد انحلال‌پذیر |
|----------------|--------------|--------|---------|---------|---------|---|--------------------------|
| | صفر | ۳۲mp** | ۱۲/۸۲ad | ۱۷/۲۲bh | ۵۳/۲۴gk | ۷۹/۰۷or | ۶۴/۲۶ad |
| | سه ماهه | ۳۱/۳or | ۱۲/۱۴ae | ۱۷/۹۱bh | ۵۵/۷۹dk | ۸۰/۸۹np | ۶۷/۶۰ad |
| B* | شش ماهه | ۳۰/۹ps | ۱۱/۷۱ae | ۱۷/۲۱bh | ۵۵/۶۶dk | ۸۴/۰۲jp | ۷۱/۰۱ad |
| | نه ماهه | ۳۰/۵qt | ۱۲/۵ad | ۱۷/۴۴bh | ۵۴/۲۱ek | ۸۵/۶۹ip | ۶۷/۰۰ad |
| | دوازده ماهه | ۳۰/۰ru | ۱۱/۸۲ac | ۱۸/۴۷bh | ۵۷/۳۵dk | ۸۵/۸۴ip | ۷۲/۰۰ad |
| | صفر | ۳۴/۶fh | ۱۱/۱۶ae | ۱۹/۶۸be | ۶۰/۵۶bh | ۷۷/۲۳pq | ۶۵/۵۰ad |
| | سه ماهه | ۳۲/۹jm | ۱۱/۳۵ae | ۱۸/۹۹bc | ۵۹/۱۷cj | ۸۴/۳۲ip | ۷۰/۶۰ad |
| S ₁ | شش ماهه | ۳۱/۳nq | ۱۲/۴۳ad | ۱۷/۶۸bh | ۵۴/۴۸dk | ۷۹/۰۹oq | ۶۹/۵۱ad |
| | نه ماهه | ۳۰/۶qt | ۱۲/۳۷ad | ۱۵/۸۶h | ۵۲/۰۰hk | ۹۵/۹۴eo | ۶۳/۰۰bd |
| | دوازده ماهه | ۳۰/۵qt | ۱۱/۵۲ae | ۱۶/۱۹eh | ۵۴/۳۶dk | ۱۰۶/۴۷cf | ۷۰/۰۰ad |
| | صفر | ۳۷/۱bc | ۱۰/۹۷ac | ۲۰/۴۶b | ۶۲/۵۹ad | ۸۳/۴۷kp | ۶۹/۸۰ad |
| | سه ماهه | ۳۵/۹de | ۹/۷۱ce | ۲۰/۱۳bg | ۶۴/۶۲ac | ۹۸/۳۸do | ۷۵/۶۶ab |
| S ₂ | شش ماهه | ۳۵/۵df | ۱۱/۴۴ae | ۱۹/۶۳bf | ۵۹/۷۱ci | ۹۸/۱۴dn | ۶۶/۷۹ad |
| | نه ماهه | ۳۴/۴fh | ۱۰/۰۰be | ۱۸/۹۲bh | ۶۲/۱۲ae | ۱۰۰/۸۵cl | ۷۰/۰۰ad |
| | دوازده ماهه | ۳۳/۴hl | ۱۰/۰۴ae | ۱۸/۹۷bh | ۶۱/۸۹af | ۱۰۴/۸۳ch | ۶۹/۰۰ad |
| | صفر | ۴۰/۶a | ۹/۶۷ce | ۲۲/۳۸a | ۶۶/۵۲ab | ۸۸/۷۳gp | ۶۰/۰۲de |
| | سه ماهه | ۳۷/۵b | ۹/۱۲de | ۱۹/۴۰bh | ۶۴/۸۸a | ۹۳/۳۳ep | ۷۲/۴۴ad |
| S ₃ | شش ماهه | ۳۷/۴cd | ۸/۴۲e | ۱۹/۶۳bf | ۶۷/۷۰a | ۹۷/۶۳dn | ۶۴/۶۶ad |
| | نه ماهه | ۳۵/۰eg | ۱۱/۰۳be | ۱۹/۸۱bd | ۶۱/۱۰ag | ۱۰۱/۴۱ck | ۷۰/۰۰ad |
| | دوازده ماهه | ۳۴/۳gi | ۱۱/۵۷ae | ۱۸/۴۳bh | ۵۷/۷۸dk | ۱۰۲/۱۴cj | ۷۴/۳۳ac |

ادامه جدول شماره ۵ -

| مواد جامد | سفتی بافت (10^{-4} نیوتن بر متر مربع) | hue | b* | a* | L* | زمان نگهداری | تیمار |
|-----------|---|---------|---------|---------|---------|-----------------|----------------|
| ۶۰/۰۵de | ۱۰۹/۲۸be | ۵۴/۶۱dk | ۱۸/۳۸bh | ۱۲/۵۷ad | ۳۲/۲۱lo | صفر | |
| ۶۸/۳۹ad | ۱۰۸/۱۳be | ۵۳/۶۲fk | ۱۷/۵۷bh | ۱۲/۹۴ad | ۳۱/۵۹nq | سه ماهه | |
| ۶۰/۵۴de | ۱۲۲/۳۴b | ۵۶/۱۹dk | ۱۹/۵۲bg | ۱۳/۱۲ac | ۳۱/۴۹nq | شش ماهه | L ₁ |
| ۶۵/۳۳ad | ۱۳۳/۸۶a | ۵۲/۳۳hk | ۱۸/۱۰bh | ۱۳/۹۹ae | ۳۰/۸ps | نه ماهه | |
| ۶۹/۰۰ad | ۱۳۶/۴۹a | ۵۳/۵۵fk | ۱۶/۶۶ch | ۱۲/۳۴ad | ۲۹/۹su | دوازده ماهه | |
| ۶۳/۳۶bd | ۸۷/۴۳hp | ۵۲/۳۷hk | ۱۶/۱۸eh | ۱۲/۴۹ad | ۲۹/۹su | صفر | |
| ۶۸/۱۷ad | ۱۰۱/۰۳ck | ۵۲/۳۵hk | ۱۸/۱۵bh | ۱۴/۱۲a | ۲۹/۸su | سه ماهه | |
| ۶۰/۰۷de | ۱۱۳/۸۴bd | ۵۲/۶۷gk | ۱۸/۰۳bh | ۱۳/۹۳ab | ۲۹/۹su | شش ماهه | L ₂ |
| ۶۹/۶۶ad | ۱۱۷/۶۳bc | ۴۹/۷۵k | ۱۶/۴۶dh | ۱۳/۹۳ab | ۲۹/۴tu | نه ماهه | |
| ۶۹/۳۳ad | ۱۱۶/۴۷bc | ۵۲/۳۱hk | ۱۶/۶۲dh | ۱۲/۸۱ad | ۲۹/۹su | دوازده ماهه | |
| ۵۲/۰۲e | ۸۲/۵۷lp | ۴۹/۷۰k | ۱۶/۴۹dh | ۱۴/۱۰a | ۲۸/۳v | صفر | |
| ۶۲/۲۳cd | ۱۰۲/۶۲ci | ۵۰/۵۶jk | ۱۶/۶۸bh | ۱۳/۸۸ab | ۲۸/۰v | سه ماهه | |
| ۶۲/۶۰cd | ۱۰۵/۹۹cg | ۴۹/۳۷k | ۱۶/۳۹dh | ۱۴/۰۴ab | ۲۷/۴uw | شش ماهه | L ₃ |
| ۶۱/۶۶cd | ۱۱۱/۱۳be | ۵۰/۹۸jk | ۱۶/۱۱fh | ۱۳/۵۵ab | ۲۷/۷uw | نه ماهه | |
| ۷۰/۰۰ad | ۱۱۰/۵۱be | ۵۰/۱۶k | ۱۶/۰۴gh | ۱۳/۳۶ac | ۲۶/۸w | دوازده ماهه | |
| ۶۸/۶۵ad | ۴۴/۵۳s | ۵۶/۶۷dk | ۱۸/۸۷bh | ۱۲/۳۸ad | ۳۳/۹gi | صفر | |
| ۶۷/۸۳ad | ۸۶/۵۶ip | ۵۵/۰۹dk | ۱۷/۸۰bh | ۱۲/۴۵ad | ۳۳/۶hk | سه ماهه | |
| ۶۸/۲۷ad | ۹۸/۸۸dn | ۵۵/۲۷dk | ۱۸/۸۱bh | ۱۲/۷۰a | ۳۳/۳hl | شش ماهه | G ₁ |
| ۷۰/۰۰ad | ۹۹/۳۲dm | ۵۵/۰۲dk | ۱۷/۸۱bh | ۱۲/۴۶ac | ۳۳/۰im | نه ماهه | |
| ۷۰/۰۰ad | ۹۹/۷۴dm | ۵۳/۶۰fk | ۱۸/۵۵bh | ۱۳/۸۳ab | ۳۲/۵kn | دوازده ماهه | |
| ۶۹/۶۴ad | ۴۸/۸۳s | ۵۵/۹۲dk | ۱۸/۷۷bh | ۱۲/۷۰ad | ۳۴/۲gj | صفر | |
| ۵۹/۳۶de | ۶۰/۳۵r | ۵۵/۹۷dk | ۱۶/۹۸bh | ۱۱/۴۸ae | ۳۵/۰eg | سه ماهه | |
| ۷۷/۱۷a | ۸۳/۲۸kp | ۵۶/۶۶dk | ۱۸/۶۶bh | ۱۲/۲۴ad | ۳۴/۱gj | شش ماهه | G ₂ |
| ۷۰/۰۰ad | ۸۷/۸۰hp | ۵۷/۵۷dk | ۱۸/۹۴bh | ۱۲/۰۲ad | ۳۳/۸gj | نه ماهه | |
| ۶۶/۳۳ad | ۸۲/۰۴mp | ۵۵/۴۸dk | ۱۷/۸۰bh | ۱۲/۲۴ae | ۳۳/۳hl | دوازده ماهه | |
| ۶۲/۶۰cd | ۶۸/۰۰gr | ۵۴/۸۰dk | ۱۸/۶۶bh | ۱۳/۱۶ac | ۳۱/۶ng | صفر | |
| ۶۴/۵۶ad | ۸۵/۰۹ip | ۵۳/۷۲fk | ۱۷/۷۴bh | ۱۲/۹۸ad | ۳۱/۵ng | سه ماهه | |
| ۶۶/۲۱ad | ۹۴/۰۳ep | ۵۴/۶۸dk | ۱۷/۷۶bh | ۱۲/۵۶ae | ۳۰/۸ps | شش ماهه | G ₃ |
| ۶۸/۰۰ad | ۸۸/۸۴gp | ۵۱/۷۳ik | ۱۶/۹۸ch | ۱۳/۳۴ae | ۲۹/۸su | نه ماهه | |
| ۷۰/۰۰ad | ۸۹/۶۴fp | ۵۱/۲۵ik | ۱۶/۱۸eh | ۱۳/۰۳ae | ۲۹/۱u | دوازده ماهه | |

*B=شاهد، (S₁، S₂)، S₃ به ترتیب ۲/۵، ۳/۵ و ۴/۵ گرم SO₂ بر کیلوگرم انگور، (L₁، L₂، L₃ به ترتیب محلول ۰/۵، ۲/۵،

و ۵ درصد اسید استیک در آب)، (G₁، G₂، G₃ به ترتیب ۰/۳، ۰/۴ و ۰/۵ میلی لیتر اسید استیک بر کیلوگرم انگور)،

** میانگین های دارای حروف مشترک از نظر آزمون SNK در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار نیستند.

(Moyle *et al.*, 1996; Sholberg & Gaunce, 1996b; Warner, 1997)

می‌توان نتیجه گرفت که بهترین تیمارها بر اساس قابلیت پذیرش کلی، (G₂ و G₃) و سپس L₁ و (G₁ و S₃) و بر اساس رنگ S₃، G₁، L₁ و همچنین (G₂، G₃) است که با توجه به آزمون بافت و قابلیت پذیرش کلی تیمار (G₂) (۰/۴ میلی‌لیتر اسید استیک برای هر کیلوگرم انگور)، به جای استفاده از گوگرد قابل توصیه است.

علاوه بر مقایسه سطوح مختلف تیماری، لازم بود هر گروه از تیمارها نیز مورد مقایسه قرار گیرد، بنابراین مقایسه مستقل گروهی در زمان‌های مختلف پیش از انبارداری و پس از ۳، ۶، ۹، و ۱۲ ماه انبارداری بر صفات مختلف رنگ L*، a*، b*، و hue و بافت و مواد جامد انحلال‌پذیر انجام شد. این مقایسه شامل: مقایسه ۱: تیمار شاهد با گروه S (گاز دی اکسید گوگرد)، مقایسه ۲: تیمار شاهد با گروه G (گاز اسید استیک)، مقایسه ۳: تیمار شاهد با گروه L (محلول اسید استیک) مقایسه ۴: تیمار S با گروه G، مقایسه ۵: تیمار G با گروه L، مقایسه ۶: تیمار L با گروه S است. به عنوان مثال، در پیش از انبارداری اختلاف شاهد با گروه S از نظر رنگ L*، a*، b*، و hue بسیار معنی‌دار است ولی از نظر بافت و مواد جامد انحلال‌پذیر معنی‌دار نیست. همچنین در پیش از انبارداری اختلاف شاهد با گروه G از نظر رنگ (L*) و بافت بسیار معنی‌دار است و از نظر مواد جامد انحلال‌پذیر معنی‌دار شده است ولی از نظر L*، a*، b*، و hue معنی‌دار نیست. مقایسه شاهد با گروه L در پیش از انبارداری نیز نشان داد که اختلاف این دو از نظر رنگ (L*) و بافت بسیار

نتایج ارزیابی حسی با تجزیه و تحلیل واریانس اثر تیمارهای مختلف بر قابلیت پذیرش کلی کشمش نشان می‌دهد که تیمارهای مختلف با یکدیگر اختلاف بسیار معنی‌داری دارند و تیمارهای G₂، G₃، L₁، G₁، و S₃ به ترتیب بهترین تیمارها بوده‌اند. بر اساس مقایسه میانگین‌های اثر تیمارهای مختلف بر قابلیت پذیرش کلی کشمش پس از یک سال نگهداری در سطح ۵ درصد، تیمارهای مختلف در ۴ گروه طبقه‌بندی شدند. همبستگی قابلیت پذیرش کلی کشمش با بو، رنگ، طعم و ظاهر نیز نشان می‌دهد که شدیدترین همبستگی بین رنگ و ظاهر (۰/۹۵۷) وجود دارد (جدول شماره ۶). تجزیه واریانس اثر پنج تیمار مختلف بر قابلیت پذیرش کلی نشان می‌دهد که تیمارها از این نظر به سه گروه تقسیم شده‌اند: G₂ و G₃ قابلیت پذیرش کلی بیشتری داشته‌اند، بعد از آنها L₁ قرار دارد و سپس G₁ و S₃ هستند که این دو تفاوتی با هم ندارند. تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر رنگ، طعم و ظاهر کشمش نشان می‌دهد که تیمارهای مختلف با یکدیگر اختلاف بسیار معنی‌داری دارند (برخلاف بی‌تأثیر بودن آن بر ظاهر دانه‌ها (Sholberg & Gaunce, 1996b)) ولی تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر بوی کشمش نشان می‌دهد که تیمارهای مختلف از نظر بو با یکدیگر اختلافی ندارند بنابراین در تولید کشمش اسید استیک ایجاد بوی اضافه و بد طعمی نمی‌کند و قابل استفاده است. این مطلب با نتایج ارزیابی دیگران برای انگور، گلابی، و دانه‌ها مطابقت دارد

معنی دار، از نظر b^* معنی دار است ولی از نظر a^* ، hue و TSS معنی دار نیست. پس از یک سال نگهداری این دو گروه S با گروه G نشان می‌دهد که پس از یک سال نگهداری این دو گروه از نظر L^* ، a^* ، hue، بافت، و TSS بسیار معنی دار و از نظر b^* معنی دار است.

جدول شماره ۶ - همبستگی قابلیت پذیرش کلی کشمش با بو، رنگ، طعم، و ظاهر در پنج تیمار برتر

| ضریب همبستگی | قابلیت پذیرش کلی | بو | رنگ | طعم | ظاهر |
|------------------|------------------|--------|----------|----------|----------|
| قابلیت پذیرش کلی | ۱/۰۰۰ | -۰/۲۶۴ | -۰/۵۸۸** | -۰/۴۹۱** | -۰/۵۷۶** |
| بو | -۰/۲۶۴ | ۱/۰۰۰ | ۰/۴۰۰* | ۰/۲۴۳ | ۰/۴۰۰* |
| رنگ | -۰/۵۵۸** | ۰/۴۰۰* | ۱/۰۰۰ | ۰/۷۱۴** | ۰/۹۵۷** |
| طعم | -۰/۴۹۱** | ۰/۲۴۳ | ۰/۷۱۴** | ۱/۰۰۰ | ۰/۸۱۴** |
| ظاهر | -۰/۵۷۶** | ۰/۴۰۰* | ۰/۹۵۷** | ۰/۸۱۴** | ۱/۰۰۰ |

** همبستگی معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد؛ * همبستگی معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد

- با توجه به قابلیت پذیرش کلی، امکان جایگزین کردن اسید استیک به جای SO_2 در تولید کشمش وجود دارد و رنگ و بوی محصول تولیدی قابل پذیرش است.

- استفاده از اسید استیک به عنوان جایگزین مناسبی برای SO_2 در تولید کشمش توصیه می‌شود. ضرورت دارد برای شرایط مختلف غلظت، دما، و زمان و در سطح تجاری نیز ارزیابی شود.

- اثر اسید استیک بر کیفیت و ماندگاری انگور در سردخانه بررسی شود.

- اثر اسید استیک بر کنترل آلودگی کشمش در مقایسه با گوگرد بدون آنزیم‌بری ارزیابی شود.

از مجموع نتایج به دست آمده از این طرح می‌توان گفت که تیمارهای مختلف از نظر رنگ عامل‌های L^* ، a^* ، b^* و Hue، بافت و مواد جامد انحلال پذیر اختلاف معنی داری با یکدیگر دارند ولی از نظر تعداد کپک و مخمر با همدیگر اختلافی ندارند و به طور کلی با توجه به قابلیت پذیرش کلی، امکان استفاده از اسید استیک به جای SO_2 در تولید کشمش وجود دارد و رنگ و بوی محصول تولیدی قابل پذیرش است.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج این تحقیق موارد زیر را می‌توان مطرح کرد:

مراجع

- 1- Anon. 1995. Detection and enumeration of molds and yeasts colony count technique in food. Institute of Standard and Industrial Research of Iran. ISIRI. No. 997. (In Farsi)
- 2- Anon. 1996. Determination of moisture in dried products. Institute of Standard and Industrial Research of Iran. ISIRI. No. 672. (In Farsi)
- 3- Anon. 1998. Public health statement for sulfur dioxide. In: www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/PHS116.html
- 4- Anon. 2002a. Specification and methods of test for raisin. 6th Ed. Institute of Standard and Industrial Research of Iran. ISIRI. No. 17. (In Farsi)
- 5- Anon. 2002b. Drying methods for different kind of grapes from harvest to packaging. 1st Ed. Institute of Standard and Industrial Research of Iran. ISIRI. No. 2382. (In Farsi).
- 6- Anon. 2003. Agricultural statistical bulletin. Crop year 2001-2002. Statistical Information Department. Bulletin No. 80.03. Ministry of Agriculture Pub. (In Farsi)
- 7- Aguilera, J. M., Oppermann, K. and Sanchez, F. 1987. Kinetic of browning of Sultana grapes. *J. Food Sci.* 52 (4): 991-994.
- 8- Bolin, H. R., Petrucci, V. and Fuller, G. 1975. Characteristics of mechanically harvested raisins produced by dehydration and by field drying. *J. Food Sci.* 40, 1036-1038.
- 9- Canellas, J., Rossello, C., Simal, S., Soler, L. and Mulet, A. 1993. Storage conditions affect quality of raisins. *J. Food Sci.* 58 (4): 805-809.
- 10- Cheung, M. and Yan, M. 1996. Some simple methods for the estimation of surface area and volume of Thompson seedless grapes. In: <http://cati.csufresno.edu/verc/rese/96/960902>
- 11- Chu, C. L., Liu, W. T. and Zhou, T. 2001. Fumigation of sweet cherries with thymol and acetic acid to reduce post harvest brown rot and blue mold rot. *Fruit.* 56, 123-130.
- 12- Ghazizadeh, M. and Razeghi, A. R. (Translator). 1998. Sensory methods for food evaluation. National Nutrition and Food Technology Research Institute Pub. (In Farsi)

- 13- Maleki, M. and Dokhani, SH. 1990. Food technology. Shiraz University Pub. (In Farsi)
- 14- Moyls, A. L., Sholberg, P. L. and Gaunce, A. P. 1996. Modified atmosphere packaging of grapes and strawberries fumigated with acetic acid. Hort. Sci. 31 (3): 414-416.
- 15- Payan, R. 1996. Canning. Carno Pub. (In Farsi)
- 16- Peiser, G. D. and Eyang, S. 1985. Metabolism of sulfur dioxide in Thompson seedless grape berries. J. Am. Soc. Hort. Sci. 110 (2): 224-226.
- 17- Pesis, E. and Frenkel, C. 1989. Acetaldehyde vapors influence postharvest quality of table grapes. Hort. Sci. 24 (2): 315-317.
- 18- Sahari, M. A. 2002. Chemistry of browning reactions in food. Andishmand Pub. (In Farsi)
- 19- Shamshiri, M. H. 1995. Effect of warehousing time, ethephon, sodium chloride and acetic acid on quality of mazafati date fruit. M. Sc. Thesis. Faculty of Agriculture. Shiraz University. (In Farsi)
- 20- Sholberg, P. L. and Gaunce, A. P. 1995. Fumigation of fruit with acetic acid to prevent post harvest decay. Hort. Sci. 30 (6): 1271-1275.
- 21- Sholberg, P. L., Reynolds, A. G. and Gaunce, A. P. 1996. Fumigation of table grapes with acetic acid to prevent post harvest decay. Plant Disease. 80 (12): 1425-1428.
- 22- Sholberg, P. L. and Gaunce, A. P. 1996a. Fumigation of stone fruit with acetic acid to control post harvest decay. Crop Protection. 15 (8): 681-688.
- 23- Sholberg, P. L. and Gaunce, A. P. 1996b. Fumigation of high moisture seed with acetic acid to control storage mold. Can. J. Plant Sci. 76, 551-555.
- 24- Sholberg, P. L. 1998a. Acetic acid shows promise for control of fruit decay. In: www.goodfruit.com/archieve/may 1-98/and 5.html
- 25- Sholberg, P. L. 1998b. Postharvest strategies that reduce risk of pome fruit decay. 14th Annual Postharvest Conference. Yakima. Washington. March 10-11.
- 26- Sholberg, P. L. 2000. Post harvest pathology, control of post harvest diseases. Pacific Agri-food Canada. Summer Land. BC. VOH 1ZO. Canada.
- 27- Sholberg, P. L., Cliff, M. and Moyls, A. L. 2001. Fumigation with acetic acid vapor to control decay of stored apple. Fruits. 56, 355-366.

-
- 28- Sholberg, P. L., Shephard, T. and Moyls, A. L. 2003. Monitoring acetic acid vapour concentrations during fumigation of fruit for control of post harvest decay. *Can. Biosystems Eng.* 45, 3.13-3.17.
- 29- Utkhede, R. S., Sholberg, P. L. and Smirle, M. J. 2001. Effect of chemical and biological treatments on growth and yield of apple trees planted in phytophthora cactorum infested soil. *Can. J. Plant Pathology.* 23, 163-167.
- 30- Warner, G. 1997. Acetic acid fumigation can prevent pear rots. In: www.goodfruit.com/archive/Nov-97/special8.html

Application of Acetic Acid as an Alternative to SO₂ in Raisins Production

F. Shavakhi and M. Shahedi

In recent years, natural compounds, which are generally recognized as safe (GRAS), like acetic acid are considered as a suitable alternative to chemicals to prevent postharvest decay and losses of fruits. In this investigation an attempt was made to substitute SO₂ with acetic acid in raisins production. An airtight fumigation chamber, fitted with heater, barometer, circulation fan, control panel, injection and washing ports was designed and constructed. Experiments were carried out using liquid acetic acid (0.5, 2.5, 5 %v /v), vaporized acetic acid (0.3, 0.4, 0.5) ml/kg) and sulfur dioxide gas (2.5, 3.5, 4.5 g/kg) as treatment factors for 20, 120 and 30 minutes for each level. Raisins with 14% moisture content were packaged in polyethylene bags and stored at 50% R. H. and 8°C for one year. Every three months, total count, color, texture, acidity, total soluble solids and sensory evaluation were evaluated. Results indicated that all of the treatments caused significant differences indices like color, texture and total soluble solids but there was no difference in total count. In view of overall acceptability by panelists, acetic acid can be considered as a suitable and economical substitute for fumigation of grapes in raisins production.

Key words: Acetic Acid, Fumigation Chamber, Raisin, SO₂