استفاده از اسید استیک به جای SO_2 در تولید کشمش[۱]

فروغ شواخی و محمد شاهدی[۲]

تاریخ دریافت مقاله: ۸۴/۷/۱۶ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۴/۱۲/۱۳

چکیده

استفاده از مواد شیمیایی مجاز (GRAS)، ایمن، و غیر قابل اشتعال مانند اسیداستیک به عنوان مادهٔ 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 منطقهٔ 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، اسیدیتهٔ آب انگور، و شمارش کلی کپک و مخمر انجام شد. انگورها جهت غیرفعال کردن آنزیم پلی فنل اکسیداز و جلوگیری از قهوه‌ای شدن آنزیمی و تسریع در خشک شدن به مدت ۲ دقیقه در آب ۹۳ درجهٔ سانتی‌گراد فرو برده شدند. تیمارهای مختلف شامل غلظت‌های۰/۳، ۰/۴ و ۰/۵ میلی‌لیتر گاز اسید استیک برای هر کیلوگرم انگور، ۱۲۰دقیقه 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 درجهٔ 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. تجزیهٔ واریانس برای کلیه صفات نشان داد که به طور کلی تیمارهای مختلف از نظر رنگ (عامل‌های L، a*، b* و Hue)، سفتی 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 ۸۱۰۳٤-۲۰-۱۰۷

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، پیام نگار: **frshavakhi@yahoo.com** و استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

© 2010,The Author(s). Published by Agricultural Engineering Research Institute. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

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 دی اکسید 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 ضدعفونی‌کنندگی و حفاظت ویتامین ث محصول را به دنبال دارد (Sahari, 2002). ولی مصرف بسیار زیاد و بی‌رویهٔ 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 سالانهٔ آن در ایران ۲/۷ میلیون تن است (Anon, 2003). کشمش، خشک شدهٔ میوهٔ رسیدهٔ ارقام مختلف انگور با دانه و بی‌دانهٔ 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 دربارهٔ آن مختصری توضیح داده می‌شود:

شمشیری (Shamshiri, 1995) اثر زمان انبارداری، اتفن، کلرید سدیم، و اسید استیک را بر کیفیت خرمای 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 شدهٔ مرتبط با این طرح در خارج از کشور به موارد زیر اشاره می‌گردد:

آگیلرا و همکاران (Aguilera *et al*., 1987) می‌گوید در اثر مصرف دی اکسید 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 دی اکسید گوگرد، از هر دو نوع قهوه‌ای شدن در کشمش جلوگیری می‌کند.

شولبرگ و گانس (Sholberg & Gaunce, 1995) اعلام کردند که بنوارت برای کنترل ضایعات میوه‌ها 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*[1] 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*[2] 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*[3] و *سودوموناس فلورسنس*[4] و بیماری‌زاهای قارچی سمی است، همچنین ایشان به نقل از پراساد و استادلباچر می‌گویند که ضایعات تمشک و توت فرنگی تلقیح شده با *بوتریتیس سینره آ*[5] و سیب تلقیح شده با *پنی‌سیلیوم اکسپانسوم*[6] با به‌کارگیری 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 اولیهٔ کم و اسیدیتهٔ 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 *پنی سیلیوم اکسپانسوم*[6] و *بوتریتیس سینره آ*[5] 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 SO_2 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*[7] و *مونیلینیا فروکتیکولا*[1] و گونه‌های *آلترناریا*[8] 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 SO_2 در کنترل کپک آبی در انگور تازه‌خوری موثر 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

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

که اسیدهای آلی مثل اسید استیک به شکل گازی اثر فوق العاده‌ای در نابودی اسپورهای قارچی و کاهش ضایعات میوه‌های مختلف دارد. مطالعات برای استفادهٔ 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 گیلاس را با تیمول و اسید استیک بررسی کردند و نتیجه گرفتند که گیلاس 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 ٦ 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 گیلاس 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.

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 پلی‌اتیلن به ضخامت ۰/٦ میلی‌متر و دستگاه‌هایی شامل: رنگ‌سنج هانترلب مدل Color Flex ساخت امریکا، بافت‌سنج هانسفیلد مدل H5K-S ساخت انگلستان، رفراکتومتر مدل CHD ساخت چین، آون خلاء EHRET مدل VTS 70 ساخت آلمان، ترازو مدل Sartorious ساخت آلمان، سردخانه (دمای ۸ درجهٔ سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵۰ درصد) و محفظهٔ گاز دهی استوانه‌ای دارای حجم ٦۰۰ لیتر، قطر ۰/۷۳ متر، طول ۱/٤۳ متر و از جنس پلی‌اتیلن، ضمائم آن شامل: هیتر و پلیت استینلس استیل ۳۱٦ 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 آتبین ایران، شیر

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 ٤ درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری شد. ابتدا آزمایش‌هایی شامل: کل مواد جامد انحلال‌پذیر آب انگور (TSS) با استفاده از رفراکتومتر (بر حسب درصد) (Aguilera *et al*., 1987)، اسیدیتهٔ 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 تهیهٔ رقت‌های 10^{-1}، 10^{-2}، 10^{-3} از آن و سپس انتقال ۰/۱ میلی‌لیتر از هر رقت روی محیط کشت PDA وگرمخانه‌گذاری در دمای ۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد برای ۵-۳ روز (بر حسب CFU[1]) (Anon, 1995)، ثقل ویژه با استفاده از روش غوطه‌وری خوشهٔ انگور در آب واستفاده 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 درجهٔ 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، ۰/٤ 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 ٤/۵ 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 پروانهٔ موجود در پایین محفظه گاز در ۱۲۰ دقیقه جا به جا شد تا همهٔ 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

1-Colony Forming Unit

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 اکسیدگوگرد 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). انگورها تا رطوبت حدود ١٤ 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 درجهٔ 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=arc tan b*/ a*، با استفاده از ظرف مخصوص دستگاه رنگ‌سنج هانترلب (Hue بیانگر رنگ واقعی محصول و ترکیب رنگ در دایره Hue و بین صفر تا ٣٦٠ درجه متغیر است) (Anon, 1998; Aguilera *et al*., 1987; Bolin *et al*., 1975)، سفتی بافت کشمش با روش نفوذ سنجی، و تعیین بیشینه نیروی وارده برحسب نیوتن برای نفوذ میله‌ای به قطر ۳/۲ میلی‌متر در بافت 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 علاقهٔ بسیار ضعیف و عدد ۷ معرف علاقهٔ شدید در نظر گرفته شد. ارزیاب‌ها با انتخاب طبقهٔ مناسب، علاقهٔ 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 مرحلهٔ بعد، ۵ تیمار برتر مرحلهٔ اول از نظر بو، رنگ، طعم، ظاهر و قابلیت پذیرش کلی درجه‌بندی شدند (Ghazizadeh & Razeghi, 1998). طرح آماری مورد استفاده کرت خرد شده در زمان در سه تکرار بود. تجزیهٔ واریانس با استفاده از نرم افزار SPSS و مقایسهٔ میانگین با آزمون SNK و گروه‌بندی و مقایسهٔ تأثیرات متقابل با نرم افزار MSTATC صورت گرفت.

نتایج و بحث

در جدول شمارهٔ ۱، خصوصیات اولیهٔ میوه انگور ارائه شده است.

جدول شمارهٔ ۱- خصوصیات کیفی انگور پس از خرید

میوه	مواد جامد انحلال‌پذیر (درصد)	اسید قابل تیتر (درصد)	آلودگی کپک و مخمر (CFU)	ثقل ویژه	pH
انگور	۲۵	۰/۸٦	۱۹۰۰ ± ٥٦	۱/۰۸٥	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 انحلال‌پذیر تفاوت بسیار معنی‌دار با یکدیگر دارند. یعنی تیمارهای اعمال شده بر صفات کیفی کشمش پس از خشک شدن تأثیر زیادی داشته است. اثر زمان در همهٔ موارد به غیر از بعد رنگ a* بسیار معنی‌دار شده یعنی صفات مختلف به غیر از a* در زمان‌های مختلف نگهداری، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر دارند. اثر متقابل زمان و تیمار برای L* و سفتی بافت و مواد جامد انحلال‌پذیر بسیار معنی‌دار و برای hue و b* معنی‌دار است، یعنی تیمارهای مختلف در زمان‌های مختلف اثر متفاوتی از خود نشان داده‌اند (جدول شمارهٔ ٥). اثر متقابل زمان و تکرار فقط برای مواد جامد انحلال‌پذیر بسیار معنی‌دار شده است (جدول شمارهٔ ۲).

جدول شمارهٔ ۲ – نتایج تجزیه واریانس کلی خصوصیات کشمش

منابع تغییر	درجهٔ آزادی	MS					
		L*	a*	b*	Hue	سفتی بافت	مواد جامد انحلال‌پذیر
تکرار	۲	۰/۰۷٤ ns	۱/۸۳۰ ns	٤/۱۷۰*	۱۱/٦۲٥ ns	۳۰/۸٥۰ ns	٤۲/۹٤۹ ns
تیمار	۹	۱۱۲/۷۸۳**	۲۳/۳۷۸**	۱۷/۷۲۳**	۲٦٥/٦۹٥**	۳۰۱۲/۰۷**	۹۲/٤۲۱**
زمان نگهداری	٤	۳۰/٤٦۰**	۰/۹۸٦ ns	۸/٤۱۸**	۲۹/۳۳۲**	۳٥۹٦/۷۳**	۱٦۰/۲۰**
زمان نگهداری × تیمار	۳٦	۱/٦۳۱**	۱/٤۱۲ ns	۲/۲٦۹*	۱۱/۳٥٤*	۱٦٤/۰٤**	٤٦/۷۹۸**
زمان نگهداری × تکرار	۸	۰/٤۹۷*	۱/۰۸٥ ns	۱/۱۳۲ ns	٦/۷۰۳ ns	٤۲/٥۹٦ ns	٤۱/۱۷۳**

** معنی‌دار در سطح ۱ درصد؛ * معنی‌دار در سطح ٥ درصد؛ **ns** غیر معنی‌دار

مقایسهٔ میانگین رنگ کشمش (L*، b* و hue) در اثر تیمارهای مختلف (جدول شمارهٔ ۳) نشان داد که بیشترین مقدار L*، b* و hue مربوط به S_3 (روشن‌ترین تیمار) و کمترین مقدار L*، b* و hue مربوط به L_3 (تیره‌ترین تیمار) است. هرچه مقدار L* بیشتر باشد رنگ کشمش روشن‌تر است (Canellas *et al*., 1993) به دلیل آنکه در اثر مصرف SO_2، هم آنزیم پلی فنل اکسیداز و هم گروه احیاء قند غیرفعال می‌شود (Aguilera *et al*., 1987). بیشترین مقدار a* مربوط به L_3 (تیره‌ترین تیمار) و کمترین مقدار مربوط به S_3 (روشن‌ترین تیمار) است.

جدول شمارهٔ ۳- نتایج و مقایسهٔ میانگین خصوصیات کشمش در اثر تیمارهای مختلف

	مقایسهٔ میانگین(SNK)					
تیمار	L*	a*	b*	hue	سفتی بافت (10^{-4} نیوتن بر متر مربع)	مواد جامد انحلال‌پذیر (درصد)
B*	۳۰/۹۳ f**	۱۲/۱۹۹ bc	۱۷/٦٥۳ bc	٥٥/۲٥٤ bc	۸۳/۱۰۷ e	٦۸/۳۷۷ ab
S_1	۳۱/۹۷ e	۱۱/۷٦۹ c	۱۷/٦۸۳ bc	٥٦/۱۱۷ b	۸۸/٦۱۲ e	٦۷/۷۲۲ ab
S_2	۳٥/۲۷ b	۱۰/٤۳۷ d	۱۹/٦۲٦ a	٦۲/۱۸۸ a	۹٦/۷۳٦ d	۷۰/۲٥۳ a
S_3	۳٦/۷٥ a	۹/۹٦٦ d	۱۹/۹۳٥ a	٦۳/٥۹۸ a	۹٦/٦٥۳ d	٦۸/۲۹۲ ab
L_1	۳۱/۱٥ f	۱۲/۹۹٤ ab	۱۸/۰٥۰ bc	٥٤/۰٦٥ bcd	۱۲۲/۰۲٥ a	٦٤/٦٦۷ b
L_2	۲۹/٥۹ h	۱۳/٤٦۰ a	۱۷/۰۸۹ cd	٥۱/۸۹۳ de	۱۰۷/۲۸۳ b	٦٦/۱۲۳ ab
L_3	۲۷/٦٦ i	۱۳/۷۹۹ a	۱٦/۳٤٥ d	٥۰/۱٥۷ e	۱۰۲/٥٦٥ c	٦۱/۷۰٤ c
G_1	۳۳/۲٦ d	۱۲/۷٦۹ abc	۱۸/۳۷۲ b	٥٥/۱۳٥ bc	۸٥/۸۰۸ e	٦۸/۹٥٤ ab
G_2	۳٤/۰۹ c	۱۲/۱٤۰ bc	۱۸/۲۳٥ bc	٥٦/۳۲۳ b	۷۲/٤٦۱ f	٦۸/٥۰۳ ab
G_3	۳۰/٥٥ g	۱۳/۰۱۹ ab	۱۷/٤٦۸ bc	٥۳/۲۳۹ cd	۸٥/۱۲۱ e	٦٦/۲۷٦ ab

***B= شاهد، (S_1، S_2، و S_3 به ترتیب ۲/٥، ۳/٥، و ٤/٥ گرم so_2 بر کیلوگرم انگور)، (L_1، L_2، و L_3 به ترتیب محلول ۰/٥، ۲/٥، و ٥ درصد اسید استیک درآب)، (G_1، G_2، و G_3 به ترتیب ۰/۳، ۰/٤، و ۰/٥ میلی‌لیتر اسید استیک بر کیلوگرم انگور)، ** میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آزمون SNK در سطح احتمال ٥ درصد معنی‌دار نیستند.**

جدول شمارهٔ ۴- نتایج مقایسهٔ میانگین خصوصیات کشمش دراثر زمان‌های مختلف

	مقایسهٔ میانگین (SNK)					
زمان نگهداری	L*	a*	b*	hue	سفتی بافت (10^{-4} نیوتن بر متر مربع)	مواد جامد انحلال‌پذیر (درصد)
صفر	۳۳/٤٤٥ a*	۱۲/۲۰٦ a	۱۸/۷۱۲ a	٥٦/۷۰۳ a	۷٦/۹۱٦ d	٦۳/٥۹۳ c
سه ماهه	۳۲/۷۰۲ b	۱۰/۰۲۰ a	۱۸/۱٤۰ ab	٥٦/٥۸۰ a	۸۹/۸۷٤ c	٦۷/٦۸۹ b
شش ماهه	۳۲/۱۰۹ c	۱۲/۲٦۸ a	۱۸/۳۳٦ ab	٥٦/۲٤۲ ab	۹۷/۷۲٦ b	٦٦/٦۸٦ b
نه ماهه	۳۱/٤۸٦ d	۱۲/٥۲۲ a	۱۷/٦٤۷ bc	٥٤/٦۸٤ b	۱۰۲/۲٥۰ a	٦۷/٤٦۷ b
دوازده ماهه	۳۰/۸٦۹ e	۱۲/۲٦۰ a	۱۷/۳۹۳ c	٥٤/۷۷٦ b	۱۰۳/٤۲۰ a	۷۰/۰۰۰ a

*** میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آزمون SNK در سطح احتمال ٥ درصد معنی‌دار نیستند.**

بیشترین مقدار سفتی بافت مربوط به L_1 و کمترین مقدار آن مربوط به G_2 است. بیشترین مواد جامد انحلال‌پذیر مربوط به S_2 و کمترین آن مربوط به L_3 است. مقایسهٔ میانگین زمان‌های مختلف بر خواص کیفی کشمش (جدول شمارهٔ ٤) نشان می‌دهد که روند تغییرات L*، b*، و hue کاهشی و a* و سفتی بافت و مواد جامد انحلال‌پذیر 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 کلیهٔ تیمارها روی روشنی محصول است. جدول‌های شمارهٔ ۳ و ٤ 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 نتیجهٔ عمل آنزیم‌بری در تیمار شاهد و آنزیم‌بری و استریل سطحی در سایر تیمارهاست (Moyls *et al*., 1996; Sholberg & Gaunce, 1995; Sholberg, 1998).

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

تیمار	زمان نگهداری	L*	a*	b*	hue	سفتی بافت (10^{-4} نیوتن بر متر مربع)	مواد جامد انحلال‌پذیر
B*	صفر	۳۲mp**	۱۲/۸۲ad	۱۷/۲۲bh	۵۳/۲٤gk	۷۹/۰۷or	٦٤/۲٦ad
	سه ماهه	۳۱/۳or	۱۲/۱٤ae	۱۷/۹۱bh	۵۵/۷۹dk	۸۰/۸۹np	٦۷/٦۰ad
	شش ماهه	۳۰/۹ps	۱۱/۷۱ae	۱۷/۲۱bh	۵۵/٦٦dk	۸٤/۰۲jp	۷۱/۰۱ad
	نه ماهه	۳۰/۵qt	۱۲/۵ad	۱۷/٤٤bh	۵٤/۲۱ek	۸۵/٦۹ip	٦۷/۰۰ad
	دوازده ماهه	۳۰/۰ru	۱۱/۸۲ac	۱۸/٤۷vh	۵۷/۳۵dk	۸۵/۸٤ip	۷۲/۰۰ad
S_1	صفر	۳٤/٦fh	۱۱/۱٦ae	۱۹/٦۸be	٦۰/۵٦bh	۷۷/۲۳pq	٦۵/۵۰ad
	سه ماهه	۳۲/۹jm	۱۱/۳۵ae	۱۸/۹۹bc	۵۹/۱۷cj	۸٤/۳۲ip	۷۰/٦۰ad
	شش ماهه	۳۱/۳nq	۱۲/٤۳ad	۱۷/٦۸bh	۵٤/٤۸dk	۷۹/۰۹oq	٦۹/۵۱ad
	نه ماهه	۳۰/٦qt	۱۲/۳vad	۱۵/۸٦h	۵۲/۰۰hk	۹۵/۹٤eo	٦۳/۰۰bd
	دوازده ماهه	۳۰/۵qt	۱۱/۵۲ae	۱٦/۱۹eh	۵٤/۳٦dk	۱۰٦/٤۷cf	۷۰/۰۰ad
S_2	صفر	۳۷/۱bc	۱۰/۹vac	۲۰/٤٦b	٦۲/۵۹ad	۸۳/٤۷kp	٦۹/۸۰ad
	سه ماهه	۳۵/۹de	۹/۷۱ce	۲۰/۱۳bg	٦٤/٦۲ac	۹۸/۳۸do	۷۵/٦٦ab
	شش ماهه	۳۵/۵df	۱۱/٤٤ae	۱۹/٦۳bf	۵۹/۷۱ci	۹۸/۱٤dn	٦٦/۷۹ad
	نه ماهه	۳٤/٤fh	۱۰/۰۰be	۱۸/۹۲bh	٦۲/۱۲ae	۱۰۰/۸۵cl	۷۰/۰۰ad
	دوازده ماهه	۳۳/٤hl	۱۰/۰٤ae	۱۸/۹۷bh	٦۱/۸۹af	۱۰٤/۸۳ch	٦۹/۰۰ad
S_3	صفر	٤۰/٦a	۹/٦۷ce	۲۲/۳۸a	٦٦/۵۲ab	۸۸/۷۳gp	٦۰/۰۲de
	سه ماهه	۳۷/۵b	۹/۱۲de	۱۹/٤۰bh	٦٤/۸۸a	۹۳/۳۳ep	۷۲/٤٤ad
	شش ماهه	۳٦/٤cd	۸/٤۲e	۱۹/٦۳bf	٦۷/۷۰a	۹۷/٦۳dn	٦٤/٦٦ad
	نه ماهه	۳۵/۰eg	۱۱/۰۳be	۱۹/۸۱bd	٦۱/۱۰ag	۱۰۱/٤۱ck	۷۰/۰۰ad
	دوازده ماهه	۳٤/۳gi	۱۱/۵۷ae	۱۸/٤۳bh	۵۷/۷۸dk	۱۰۲/۱٤cj	۷٤/۳۳ac

ادامه جدول شمارهٔ۵ -

تیمار	زمان نگهداری	L*	a*	b*	hue	سفتی بافت (10^{-4} نیوتن بر متر مربع)	مواد جامد انحلال‌پذیر
L_1	صفر	۳۲/۲۱lo	۱۲/۵۷ad	۱۸/۳۸bh	۵٤/٦۱dk	۱۰۹/۲۸be	٦۰/۰۵de
	سه ماهه	۳۱/۵nq	۱۲/۹٤ad	۱۷/۵۷bh	۵۳/٦۲fk	۱۰۸/۱۳be	٦۸/۳۹ad
	شش ماهه	۳۱/٤nq	۱۳/۱۲ac	۱۹/۵۲bg	۵٦/۱۹dk	۱۲۲/۳٤b	٦۰/۵٤de
	نه ماهه	۳۰/۸ps	۱۳/۹۹ae	۱۸/۱۰bh	۵۲/۳۳hk	۱۳۳/۸٦a	٦۵/۳۳ad
	دوازده ماهه	۲۹/۹su	۱۲/۳٤ad	۱٦/٦٦ch	۵۳/۵۵fk	۱۳٦/٤۹a	٦۹/۰۰ad
L_2	صفر	۲۹/۹su	۱۲/٤۹ad	۱٦/۱۸eh	۵۲/۳۷hk	۸۷/٤۳hp	٦۳/۳٦bd
	سه ماهه	۲۹/۸su	۱٤/۱۲a	۱۸/۱۵bh	۵۲/۳۵hk	۱۰۱/۰۳ck	٦۸/۱۷ad
	شش ماهه	۲۹/۹su	۱۳/۹۳ab	۱۸/۰۳bh	۵۲/٦۷gk	۱۱۳/۸٤bd	٦۰/۰۷de
	نه ماهه	۲۹/٤tu	۱۳/۹۳ab	۱٦/٤٦dh	٤۹/۷۵k	۱۱۷/٦۳bc	٦۹/٦٦ad
	دوازده ماهه	۲۹/۹su	۱۲/۸۱ad	۱٦/٦۲dh	۵۲/۳۱hk	۱۱٦/٤۷bc	٦۹/۳۳ad
L_3	صفر	۲۸/۳v	۱٤/۱۰a	۱٦/٤۹dh	٤۹/۷۰k	۸۲/۵۷lp	۵۲/۰۲e
	سه ماهه	۲۸/۰v	۱۳/۸۸ab	۱٦/٦۸bh	۵۰/۵٦jk	۱۰۲/٦۲ci	٦۲/۲۳cd
	شش ماهه	۲۷/٤uw	۱٤/۰٤ab	۱٦/۳۹dh	٤۹/۳۷k	۱۰۵/۹۹cg	٦۲/٦۰cd
	نه ماهه	۲۷/۷uw	۱۳/۵۵ab	۱٦/۱۱fh	۵۰/۹۸jk	۱۱۱/۱۳be	٦۱/٦٦cd
	دوازده ماهه	۲٦/۸w	۱۳/۳٦ac	۱٦/۰٤gh	۵۰/۱٦k	۱۱۰/۵۱be	۷۰/۰۰ad
G_1	صفر	۳۳/۹gi	۱۲/۳۸ad	۱۸/۸۷bh	۵٦/٦۷dk	٤٤/۵۳s	٦۸/٦۵ad
	سه ماهه	۳۳/٦hk	۱۲/٤۵ad	۱۷/۸۰bh	۵۵/۰۹dk	۸٦/۵٦ip	٦۷/۸۳ad
	شش ماهه	۳۳/۳hl	۱۲/۷۰a	۱۸/۸۱bh	۵۵/۲۷dk	۹۸/۸۸dn	٦۸/۲۷ad
	نه ماهه	۳۳/۰im	۱۲/٤٦ac	۱۷/۸۱bh	۵۵/۰۲dk	۹۹/۳۲dm	۷۰/۰۰ad
	دوازده ماهه	۳۲/۵kn	۱۳/۸۳ab	۱۸/۵۵bh	۵۳/٦۰fk	۹۹/۷٤dm	۷۰/۰۰ad
G_2	صفر	۳٤/۲gj	۱۲/۷۰ad	۱۸/۷۷bh	۵۵/۹۲dk	٤۸/۸۳s	٦۹/٦٤ad
	سه ماهه	۳۵/۰eg	۱۱/٤۸ae	۱٦/۹۸bh	۵۵/۹۷dk	٦۰/۳۵r	۵۹/۳٦de
	شش ماهه	۳٤/۱gj	۱۲/۲٤ad	۱۸/٦٦bh	۵٦/٦٦dk	۸۳/۲۸kp	۷۷/۱۷a
	نه ماهه	۳۳/۸gj	۱۲/۰۲ad	۱۸/۹٤bh	۵۷/۵۷dk	۸۷/۸۰hp	۷۰/۰۰ad
	دوازده ماهه	۳۳/۳hl	۱۲/۲٤ae	۱۷/۸۰bh	۵۵/٤۸dk	۸۲/۰٤mp	٦٦/۳۳ad
G_3	صفر	۳۱/٦ng	۱۳/۱٦ac	۱۸/٦٦bh	۵٤/۸۰dk	٦۸/۰۰gr	٦۲/٦۰cd
	سه ماهه	۳۱/۵ng	۱۲/۹۸ad	۱۷/۷٤bh	۵۳/۷۲fk	۸۵/۰۹ip	٦٤/۵٦ad
	شش ماهه	۳۰/۸ps	۱۲/۵٦ae	۱۷/۷٦bh	۵٤/٦۸dk	۹٤/۰۳ep	٦٦/۲۱ad
	نه ماهه	۲۹/۸su	۱۳/۳٤ae	۱٦/۹۸ch	۵۱/۷۳ik	۸۸/۸٤gp	٦۸/۰۰ad
	دوازده ماهه	۲۹/۱u	۱۳/۰۳ae	۱٦/۱۸eh	۵۱/۲۵ik	۸۹/٦٤fp	۷۰/۰۰ad

***B**= شاهد، (S_1، S_2، و S_3 به ترتیب ۲/۵، ۳/۵، و ٤/۵ گرم so_2 بر کیلوگرم انگور)، (L_1، L_2، و L_3 به ترتیب محلول ۰/۵، ۲/۵، و ۵ درصد اسید استیک در آب)، (G_1، G_2، و G_3 به ترتیب ۰/۳، ۰/٤ و ۰/۵ میلی‌لیتر اسید استیک بر کیلوگرم انگور)، ** میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آزمون **SNK** در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نیستند.

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 G_2، G_3، L_1، G_1، و S_3 به ترتیب بهترین تیمارها بوده‌اند. بر اساس مقایسهٔ میانگین‌های اثر تیمارهای مختلف بر قابلیت پذیرش کلی کشمش پس از یک سال نگهداری در سطح ۵ درصد، تیمارهای مختلف در ٤ 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 شمارهٔ ٦). تجزیهٔ واریانس اثر پنج تیمار مختلف بر قابلیت پذیرش کلی نشان می‌دهد که تیمارها از این نظر به سه گروه تقسیم شده‌اند: G_2 و G_3 قابلیت پذیرش کلی بیشتری داشته‌اند، بعد از آنها L_1 قرار دارد و سپس G_1 و S_3 هستند که این دو تفاوتی با هم ندارند. تجزیهٔ 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 تجزیهٔ 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 (Moyls *et al*., 1996; Sholberg & Gaunce, .1996b; Warner, 1997)

می‌توان نتیجه گرفت که بهترین تیمارها بر اساس قابلیت پذیرش کلی، (G_2و G_3) و سپس L_1 و (G_1و S_3) و بر اساس رنگ S_3 ، G_1، L_1 و همچنین (G_2, G_3) است که با توجه به آزمون بافت و قابلیت پذیرش کلی تیمار G_2 (۰/٤ میلی‌لیتر اسید استیک برای هر کیلوگرم انگور)، به جای استفاده از گوگرد قابل توصیه است.

علاوه بر مقایسهٔ سطوح مختلف تیماری، لازم بود هر گروه از تیمارها نیز مورد مقایسه قرار گیرد، بنابراین مقایسهٔ مستقل گروهی در زمان‌های مختلف پیش از انبار داری و پس از ۳، ٦، ۹، و۱۲ ماه انبارداری بر صفات مختلف رنگ *L، *a، *b، وhue و بافت و مواد جامد انحلال‌پذیر انجام شد. این مقایسه شامل: مقایسهٔ ۱: تیمار شاهد با گروه S (گاز دی اکسید گوگرد)، مقایسهٔ ۲: تیمار شاهد با گروه G (گاز اسید استیک)، مقایسهٔ ۳: تیمار شاهد با گروه L (محلول اسید استیک) مقایسهٔ ٤: تیمار S با گروه G، مقایسهٔ ٥: تیمار G با گروه L، مقایسهٔ ٦: تیمار L با گروه S است. به عنوان مثال، در پیش از انبارداری اختلاف شاهد با گروه S از نظر رنگ *L، *a، *b، وhue 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 *a ، *b، وhue معنی‌دار نیست. مقایسهٔ شاهد با گروه L در پیش از انبارداری نیز نشان داد که اختلاف این دو از نظر رنگ (*L) و بافت بسیار

معنی‌دار، از نظر *b معنی‌دار است ولی از نظر *a، hue، و TSS معنی‌دار نیست. پس از یک سال نگهداری نیز اختلاف شاهد با گروه S از نظر *L و بافت بسیار معنی‌دار است ولی از نظر*a، *b، hue، و TSS معنی‌دار نیست. مقایسهٔ 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 معنی‌دار و از نظر *b معنی‌دار است.

جدول شمارهٔ 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	-۰/۲٦٤	-۰/۵۸۸**	-۰/٤۹۱**	-۰/۵۷٦**
بو	-۰/۲٦٤	۱/۰۰۰	۰/٤۰۰*	۰/۲٤۳	۰/٤۰۰*
رنگ	-۰/۵۵۸**	۰/٤۰۰*	۱/۰۰۰	۰/۷۱٤**	۰/۹۵۷**
طعم	-۰/٤۹۱**	۰/۲٤۳	۰/۷۱٤**	۱/۰۰۰	۰/۸۱٤**
ظاهر	-۰/۵۷٦**	۰/٤۰۰*	۰/۹۵۷**	۰/۸۱٤**	۱/۰۰۰

** همبستگی معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد؛ * همبستگی معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد

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 انحلال‌پذیر اختلاف معنی‌داری 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:

- 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.

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 /PHS 116.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.good fruit.com/archive/Nov-97/special 8.html

Application of Acetic Acid as an Alternative to SO_2 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 SO_2 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^{o}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, SO_2