به‌زراعی کشاورزی
دوره ۱۷ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۴
صفحه‌های ۴۸۵-۴۷۱

کاربرد پوشش‌دهی همراه با بخار متیل‌سالیسیلات در حفظ ترکیبات آنتی‌رادیکالی میوهٔ پرتقال خونی

سونیا جمالی انجیلانی* [۱]، جواد فتاحی مقدم [۲] و ولی ربیعی [۳]

۱. کارشناس ارشد، گروه باغبانی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
۲. استادیار، گروه فنی مهندسی، مؤسسهٔ تحقیقات مرکبات کشور، رامسر، ایران
۳. دانشیار، گروه باغبانی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۳/۰۴/۲۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۰۹/۲۲

چکیده

بخش زیادی از میوهٔ مرکبات تولیدشده به‌ویژه در شمال ایران در انبارهای معمولی نگهداری می‌شود. این آزمایش در سال ۱۳۹۲ به‌منظور بررسی روش‌هایی برای حفظ کیفیت ظاهری و درونی میوه، در ایستگاه تحقیقات مرکبات کشور انجام گرفت. در این آزمایش، تیمارهایی شامل واکس بریتکس، واکس انباری، کیسهٔ پلاستیک تک‌میوه و کیسهٔ پلاستیک دومیوه، به‌تنهایی و در تلفیق با متیل‌سالیسیلات (MeSA) و در نهایت شاهد استفاده شدند. میوه‌ها پس از تیمار به‌مدت ۸۰ روز در انبار معمولی قرار داده شدند و با نمونه‌گیری به‌فاصلهٔ هر ۲۰ روز توان آنتی‌رادیکالی آنها ارزیابی شد. نسبت TSS/TA پس از ۸۰ روز در میوه‌های بدون پوشش شاهد و بخاردهی‌شده با متیل‌سالیسیلات بیشترین مقدار بود. تک‌میوه‌های بخاردهی‌شده درون کیسهٔ پلاستیک پس از ۴۰ روز بیشترین مقدار آنتوسیانین (۳/۹۹ میلی‌گرم/ گرم وزن تازه) و فنول کل پوست (۰/۲۳ میلی‌گرم/گرم وزن تازه) را داشتند. تک‌میوه‌های بخاردهی‌شده که در کیسهٔ پلاستیکی نگهداری شده بودند، بیشترین مقدار اسید آسکوربیک (۲۸/۴۹ میلی‌گرم/ گرم وزن تازه) را در مقایسه با دیگر تیمارها داشتند. بیشترین مقدار فنول گوشت پس از ۶۰ روز در میوه‌های تحت تیمار واکس بریتکس مشاهده شد. به‌طور کلی، تیمارهای تلفیقی متیل‌سالیسیلات با پوشش‌دهی، اثر معناداری در کاهش پوسیدگی و حفظ کیفیت درونی میوه طی نگهداری در انبار معمولی داشتند.

کلیدواژه‌ها: آنتوسیانین، آنتی‌رادیکال، پوشش پلاستیک، فنول کل، واکس.

* نویسنده مسئول Email: s.jamali849@yahoo.com

۱. مقدمه

انبارداری یکی از مهم‌ترین فرایندهای پس از برداشت است، زیرا شرایط نامناسب انبار از علل مهم آسیب‌دیدگی کمی و کیفی میوه‌هاست. بیشتر میوهٔ مرکبات تولیدشده به‌ویژه در شمال ایران در انبار معمولی و مقدار کمی در سردخانه‌های تجاری نگهداری می‌شود [۲۱].

شرایط انبار در حفظ ویژگی‌های کیفی میوهٔ تازه‌برداشت‌شده مؤثر است [۱]. طی انبارداری پس از برداشت، ممکن است تغییرات مهمی در کیفیت و مقدار مواد مغذی برای مصرف‌کننده اتفاق بیفتد [۲۳]. از طرف دیگر، میوهٔ مرکبات نیز منبع مهمی از ترکیبات با خاصیت آنتی‌اکسیدانی نظیر اسید آسکوربیک، کاروتنوئیدها، فلاونوئیدها و دیگر ترکیبات فنولی است [۱۵، ۱۴].

هر گونه کاهش در تعرق و تنفس در مراحل پس از برداشت، تأثیر مهمی در افزایش عمر انباری میوهٔ مرکبات دارد. حتی قبل از بروز و مشاهدهٔ چروکیدگی ناشی از ازدست‌دهی آب میوه، ممکن است متابولیسم درون گیاه دچار تغییر شده و در پی آن پیری تسریع شود. بنابراین کاهش از دست‌دادن آب یا کند کردن پیری طی انبارداری، به حفظ کیفیت میوهٔ مرکبات کمک می‌کند [۱۱].

امروزه تعرق مرکبات را به‌صورت تجاری با کاربرد پوشش واکس کاهش می‌دهند [۲]. همچنین از فناوری‌های نوین چون پوشش‌های نانو در بسته‌بندی صنایع غذایی استفاده می‌شود [۲۹]. این پوشش‌ها می‌توانند با تأخیر یا کاهش از دست‌دادن آب، حفظ ترکیبات معطر، کاهش تنفس و تأخیر در تغییرات ساختاری میوه، موجب افزایش نگهداری محصولات غذایی شوند [۲۹]. پوشش‌ها ممکن است سبب افزایش رطوبت اتمسفر اطراف میوه شوند که برای اکثر میوه‌ها، زیاد شدن رطوبت نسبی مطلوب است. چنانچه رطوبت نسبی به ۱۰۰ درصد نزدیک شود، رشد و گسترش میکروارگانیسم‌های فاسدکننده نیز توسعه پیدا می‌کند [۱۰].

علاوه‌بر پوشش‌ها از ترکیبات القاکنندهٔ مقاومت در شرایط پس از برداشت نیز به‌عنوان تیماردهی میوه استفاده می‌شود. متیل‌سالیسیلات نوعی ترکیب فرار گیاهی است که از اسید سالیسیلیک سنتز می‌شود و در سیستم دفاعی گیاه تأثیر دارد [۱۸]. پیش‌تیمار متیل‌سالیسیلات با تأثیر بر سیستم آنتی‌اکسیدانی و افزایش سنتز پروتئین‌های شوک دمایی[1] موجب کاهش خسارت سرمازدگی و پوسیدگی میوه‌ها طی انبارمانی می‌شود [۸]. میوه‌های محلول‌پاشی‌شده با سالیسیلات‌ها کاهش وزن و پوسیدگی کمتر و استحکام بیشتری داشتند [۱۹]. اثر کاربرد متیل‌سالیسیلات بر حفظ کیفیت و ترکیبات فنولی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوهٔ انار [۱۸]، هلو [۲۵] و گریپ‌فروت و پرتقال تامسون [۵] طی انبارداری نیز گزارش شده است. همچنین اثر انواع مختلف پوشش‌دهی بر حفظ کیفیت میوهٔ ازگیل ژاپنی [۳]، پرتقال والنسیا [۲] و پرتقال مارکوت [۱۱] گزارش شده، اما تاکنون اثر تلفیق تیمارهای پوششی به‌همراه بخار متیل‌سالیسیلات[2] در حفظ کیفیت میوه‌ها طی انبارداری گزارش نشده است.

با توجه به اینکه انبارداری از مهم‌ترین فرایندهای پس از برداشت است و بخش زیادی از مرکبات پس از تولید با هزینهٔ زیاد، در شرایط نامناسب انبار ضایع می‌شود، بررسی روش‌های مناسب جلوگیری از آسیب‌های پس از برداشت انبار، ضروری به‌نظر می‌رسد. هدف پژوهش حاضر، بررسی کاربرد پوشش‌های مختلف همراه با متیل‌سالیسیلات بر ترکیبات دارای خواص آنتی‌اکسیدانی میوهٔ پرتقال خونی 'مورو' در شرایط نگهداری در انبار معمولی است.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. مواد گیاهی

این آزمایش به‌منظور بررسی عملکرد پوشش‌های مختلف

1. Heat Shock Proteins
2. Methyl salicylate (MeSA)

همراه با متیل‌سالیسیلات بر خواص میوهٔ پرتقال خونی 'مورو' در مرکز تحقیقات مرکبات کشور در سال ۱۳۹۲ انجام گرفت. در این پژوهش، از میوهٔ درختان پرتقال خونی 'مورو' پیوندشده روی پایهٔ نارنج در هفته اول دی‌ماه بر اساس شاخص بریکس میوه (۱۲ درصد) واقع در قطعه‌های تحقیقاتی مؤسسهٔ تحقیقات مرکبات کشور (رامسر) استفاده شد.

۲.۲. تیماردهی

میوه‌های عاری از آسیب مکانیکی و آلودگی‌های قارچی جداسازی و پس از انتقال به آزمایشگاه، در گروه‌های ۶۰تایی، با سه تکرار (سه جعبهٔ حاوی ۲۰ میوه) مرتب شدند. متوسط وزن میوه‌ها ۱۶۳/۵ گرم بود. تیمارها شامل ۱. شاهد (بدون پوشش و بخاردهی درون جعبه)؛ ۲. واکس بریتکس[1]؛ ۳. واکس انباری؛ ۴. کیسهٔ پلاستیک تک‌میوه؛ ۵. کیسهٔ پلاستیک دومیوه؛ ۶. MeSA؛ ۷. واکس بریتکس همراه MeSA؛ ۸. واکس انباری همراه MeSA؛ ۹. کیسهٔ پلاستیک تک‌میوه همراه MeSA؛ و ۱۰. کیسهٔ پلاستیک دومیوه همراه MeSA بودند (واکس انباری (نانو موم عسل با پایهٔ خوراکی از شرکت نانو صنعت اصفهان)، واکس بریتکس (۱۸ درصد وزنی واکس، ۰/۲ درصد ایمازالیل، ۰/۵ درصد وزنی تیابندازول از شرکت کارول)، کیسهٔ پلاستیک (پاکت پلی‌اتیلنی ۲۵ × ۳۵ سانتی‌متر و ضخامت ۰/۰۱ میلی‌متر از شرکت پنگوئن‌پلاست). میوه‌ها پس از تیماردهی در انبار معمولی با متوسط دمای ماهیانه ۹/۶ تا ۱۱/۴ درجهٔ سانتی‌گراد و متوسط رطوبت ماهیانهٔ ۷۷/۷ درصد (شکل ۱) (داده‌ها به فاصلهٔ هر چهار ساعت طی روز ثبت و سپس متوسط روزانه و ماهیانه محاسبه شد) قرار داده شدند.

شکل ۱. تغییرات دما و رطوبت ثبت‌شده توسط دستگاه دیتالاگر (مدل Lufft OPUS 10) طی انبارداری میوه‌ها در انبار معمولی

۳.۲. بخاردهی با متیل‌سالیسیلات

به‌منظور اعمال تیمار متیل‌سالیسیلات، ابتدا میوه‌ها در ظروف پلاستیکی ۲۰ لیتری قرار داده شدند. سپس در هر ظرف سه قطعهٔ ۱۰ × ۱۵ سانتی‌متری کاغذ صافی آغشته به ۸ میکرولیتر متیل‌سالیسیلات (در مجموع ۲۴ میکرولیتر) روی ردیف‌های میوه گذاشته شد. در ظروف کاملاً بسته شد و ظروف در شرایط دمای اتاق به‌مدت ۱۸ ساعت (تمام شب) باقی ماند. پس از این مدت در ظروف باز شد و میوه‌ها برای تبادل هوایی، دو ساعت در فضای آزاد قرار گرفتند.

ارزیابی

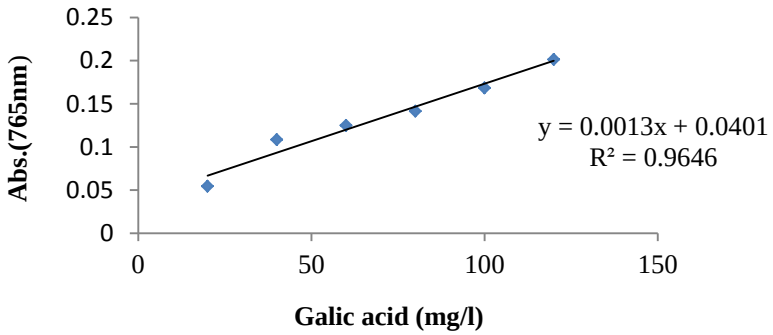
میوهٔ همهٔ تیمارها در روزهای صفر، ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ روز پس از برداشت با نمونه‌گیری از سردخانه (سه نمونه از هر تکرار) به آزمایشگاه منتقل و صفات زیر ارزیابی شد.

مقدار TSS و TA

برای اندازه‌گیری TSS از دستگاه رفرکتومتر چشمی مدلای ۲۰[2] ساخت ژاپن و به‌منظور اندازه‌گیری اسید قابل تیتراسیون از هیدروکسیدسدیم ۰/۱ نرمال تا ظهور رنگ صورتی تیتر در اسیدیتهٔ عصاره ۰/۲ ± ۸/۶ استفاده شد. از حجم سود مصرفی برای محاسبهٔ اسیدیته برحسب اسید غالب (اسیدسیتریک) استفاده شد (اکی‌والان اسیدسیتریک ۰/۰۶۴) (۵).

1. Britex-Ti

2. Atago- ATC- 20E



شکل ۲ . معادلهٔ خط جذب غلظت‌های مختلف محلول استاندارد اسیدگالیک

(۱)

درصد اسید قابل تیتراسیون = ۰/۰۶۴ × حجم سود مصرفی (عدد تیتراسیون)

پس از اندازه‌گیری TSS و TA، نسبت TSS/TA محاسبه شد.

فنول کل

به‌منظور استخراج ترکیبات فنولی نمونهٔ پوست و گوشت میوه، ۱ گرم از نمونه با نسبت ۱:۲ در داخل حلال متانول به‌مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد. پس از سانتریفیوژ (ماکرو آر ۲۲[1] ساخت آلمان) قسمت شناور نمونه‌ها به‌آرامی با سمپلر برداشته شد. مقدار فنول کل با روش فولین سیکالتو[2] اندازه‌گیری شد. جذب مخلوط واکنش در طول موج ۷۶۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر نانودراپ[3] خوانده شد. فنول کل با استفاده از معادلهٔ خط استاندارد برحسب میلی‌گرم اسیدگالیک در ۱۰۰ گرم عصاره بیان شد [۴].

آنتوسیانین کل

به‌منظور استخراج آنتوسیانین کل، ۱ گرم از بافت گوشت با نسبت ۱:۲ در داخل حلال متانول اسیدی (با نسبت ۸۵:۱۵) به‌مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد. پس از سانتریفیوژ (ماکرو آر ۲۲ ساخت آلمان) قسمت شناور نمونه‌ها به‌آرامی با سمپلر برداشته شد. مقدار آنتوسیانین‌کل با استفاده از روش اختلاف جذب در اسیدیته‌های مختلف اندازه‌گیری شد [۲۷] . در این روش، میزان جذب با استفاده از اسپکتروفتومتر نانودراپ در طول موج ۷۲۰ و ۵۰۰ نانومتر همراه با بافرهای با اسیدیتهٔ متفاوت ۱ و ۴/۵ خوانده شد. با استفاده از فرمول‌های زیر مقدار آنتوسیانین کل برحسب میلی‌گرم سیانیدین ۳- گلوکوزاید در لیتر محاسبه شد:

(۲)

$$\text{Absorbance (A)} = (A_{520\ pH\ 1} - A_{700\ pH1}) - (A_{520\ pH\ 4.5} - A_{700pH4.5})$$

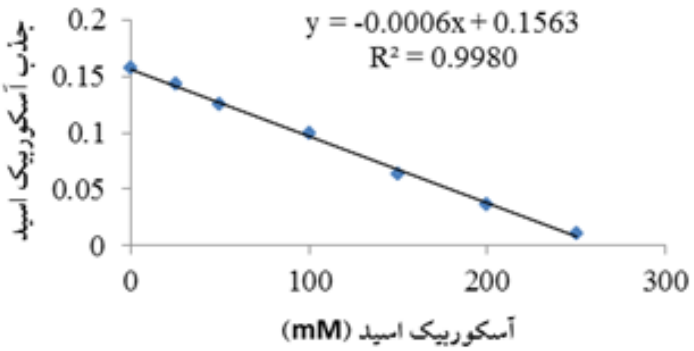
(۳)

$$\text{Total anthocyanin}_{(mg/l)} = (A/۲۶۹۰۰)\ (۱۰^{۳})\ (۴۴۵/۲)\ (۵)$$

مقدار اسید آسکوربیک

مقدار اسید آسکوربیک میوه با روش اسپکتروفتومتری بیان‌شده توسط فتاحی‌مقدم و همکاران (۱۳۹۰) براساس کاهش رنگ ترکیب ۲،۶- دیکروفنول ایندوفنول[4] توسط اسید آسکوربیک اندازه‌گیری شد. مقدار اسید آسکوربیک با استفاده از معادلهٔ خط استاندارد به‌دست‌آمده از جذب ۵۲۰ نانومتر غلظت مختلف اسید آسکوربیک محاسبه شد (شکل ۲).

1. Mikro 22R
2. Folin –CioCulte
3. Nano Drop Model ND-100, USA
4. DCIP



شکل ۲ . منحنی و معادله خط جذب غلظت‌های مختلف محلول استاندارد اسید آسکوربیک

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پوست و گوشت میوه با روش مهار رادیکال‌های آزاد DPPH[1] اندازه‌گیری شد [۱۱]. نمونهٔ پوست و گوشت میوه، با نسبت ۱:۲ به‌مدت ۲۴ ساعت در داخل حلال متانول قرار گرفت. پس از سانتریفیوژ (ماکرو آر ۲۲ ساخت آلمان) نمونه با نسبت (۵۰:۴۵۰) رقیق شد و با DPPH ۰/۵ میلی‌مولار مخلوط و جذب آن در طول موج ۵۱۷ نانومتر قرائت شد و با استفاده از معادلهٔ زیر، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها به‌صورت درصد بازدارندگی DPPH به‌دست آمد:

$$\%DPPH_{sc}= (A_{cont} - A_{samp})*100/Acont \qquad (۴)$$

در این رابطه، $\%DPPH_{SC}$ درصد بازدارندگی، A_{Samp} میزان جذب (نمونه + DPPH) و A_{Cont} میزان جذب DPPH است.

۳. تجزیهٔ آماری

بعد از آزمون نرمال، داده‌های حاصل براساس آزمون اسپیلت معمولی (مدت انبارداری به‌عنوان عامل اصلی و تیمار پوششی به‌عنوان عامل فرعی) در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار با نرم‌افزار آماری Mstat-C تجزیهٔ واریانس شد. مقایسهٔ میانگین داده‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد و همبستگی بین صفات با نرم‌افزار آماری SPSS انجام گرفت.

۴. نتایج و بحث

نتایج ارزیابی فیزیکوشیمیایی میوه‌ها در شروع انبارداری در جدول ۱ بیان شده است.

جدول ۱. خصوصیات فیزیکوشیمیایی میوهٔ 'مورو' در زمان برداشت

TSS/TA	فنول کل پوست (mg/g FW)	فنول کل گوشت (mg/g FW)	اسیدآسکوربیک (mg/100g FW)	آنتی‌اکسیدان پوست (٪)	آنتی‌اکسیدان گوشت (٪)	آنتوسیانین‌کل (mg/ml)
۷/۸۹	۰/۲۱	۰/۱۸	۲۲/۳۷	۲۷/۲	۲۰/۸	۰/۸۸

1. 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)

جدول ۲.اثر مدت انبارداری و نوع تیمار به‌کاررفته بر میزان TSS/TA میوهٔ 'مورو' در انبار معمولی

تیمار	مدت انبارداری (d)			
	۲۰	۴۰	۶۰	۸۰
شاهد	۹/۱$^{b-j*}$	۸/۲۴$^{d-j}$	۹/۹۸$^{a-h}$	۱۲/۲^{a}
واکس انباری	۷/۳۳^{ij}	۸/۷۶$^{b-j}$	۷/۹۸$^{g-j}$	۸/۲$^{e-j}$
واکس بریتکس	۷/۱$^{h-j}$	۸/۵۲$^{c-j}$	۷/۰۳^{j}	۹/۸۹$^{a-i}$
کیسهٔ پلاستیک تک‌میوه	۸/۷۸$^{b-j}$	۷/۹$^{g-j}$	۸/۵۱$^{c-j}$	۱۱/۲^{ab}
کیسهٔ پلاستیک دومیوه	۸/۵۹$^{c-j}$	۹/۲$^{b-j}$	۸$^{g-j}$	۱۰/۵$^{a-f}$
MeSA	۸/۶۷$^{c-j}$	۸/۸۵$^{b-j}$	۹/۶۸$^{a-i}$	۱۰/۲^{a}
واکس انباری + MeSA	۸/۰۶$^{f-j}$	۹/۱۲$^{b-j}$	۸/۰۹$^{f-j}$	۱۰/۱$^{a-g}$
واکس بریتکس + MeSA	۸/۲$^{d-j}$	۸/۴۹$^{c-j}$	۸/۶۹$^{c-j}$	۱۰/۶$^{a-d}$
کیسهٔ پلاستیک تک‌میوه + MeSA	۸/۳۴$^{c-j}$	۸/۲۷$^{c-j}$	۹/۹۱$^{a-h}$	۱۱$^{a-e}$
کیسهٔ پلاستیک دومیوه + MeSA	۸/۰۸$^{e-j}$	۱۰/۹$^{a-c}$	۹/۳۶$^{a-j}$	۱۰/۸$^{a-g}$

.*:حروف یکسان بین میانگین‌های هر چهار زمان نمونه‌برداری از انبار بیان‌کنندهٔ نبود تفاوت معنادار است

نسبت TSS/TA

طبق تجزیهٔ واریانس مدت انبارداری بـه احتمـال ۱ درصـد معنادار بود. نتـایج مقایسـهٔ میـانگین نشـان داد کـه نسـبت TSS/TA طی انبارداری روند افزایشی داشت و میـوه‌هـای بدون پوشش شاهد و بخاردهی‌شده با متیل‌سالیسیلات پس از ۸۰ روز، بیشترین نسبت (۱۲/۱ درصد) را نشـان دادنـد. بخـاردهی تـوأم بـا پوشـش‌دهـی سـبب افـزایش مقـدار نسبت TSS/TA شد (جدول ۲). متیل‌سالیسـیلات بـه‌دلیـل تأثیر بر کاهش شدت تنفس و از دست‌دهـی رطوبـت، بـر میزان TSS و TA مصرفی میوه‌ها پس از برداشـت اثرگـذار است و با کاهش شدت تنفس و از دست دادن آب، سـبب افزایش TSS و TA می‌شـود (۲۰، ۱۸). بـه‌نظـر مـی‌رسـد به‌طور مشابه تلفیق بخـاردهی بـا MeSA و پوشـش‌هـا بـا کاهش از دست‌دهی کربوهیدرات‌ها و اسیدهای آلی سـبب افزایش مقدار نسبت TSS/TA شد.

افزایش نسبت TSS/TA طی انبارداری به کاهش TA و افزایش TSS بستگی دارد. بیشتر بودن میزان TSS در میوه‌های بدون پوشش در اثر غلیظ شدن عصاره و کاهش اسید قابل تیتراسیون طی تنفس سبب افزایش این نسبت می‌شود. انواع پوشش به‌کاررفته از افزایش نسبت TSS/TA به‌دلیل محدود شدن تنفس و کاهش مصرف اسیدهای آلی به‌وسیلهٔ این پوشش‌ها جلوگیری کرد (۱۳). طی انبارداری TAدر آزمایش‌های مشابه، جدا از نوع تیمار با طولانی شدن انبارمانی TA در میوه‌های پوشش‌داده‌شده کاهش یافت، اما شدت کاهش از نمونهٔ شاهد کمتر بود (۲۵، ۹ ، ۷).

مقدار آنتوسیانین کل میوه

میـوه‌هـای شـاهد (۰/۱۱۶ میلـی‌گرم/لیتـر) در ۲۰ روز اول انبارداری کمترین و تک‌میوه‌های بخاردهی‌شده درون کیسهٔ

پلاستیک (۳/۹۹ میلی‌گرم/لیتر) پس از ۴۰ روز نگهداری میوه‌ها در انبار معمولی بیشترین آنتوسیانین کل را داشتند. طبق تجزیهٔ واریانس اثر سادهٔ مدت انبارداری در سطح ۱ درصد معنادار است (جدول ۳).

آنتوسیانین کل در میوه‌های بخاردهی‌شده با متیل‌سالیسیلات و ترکیب آن با پوشش‌های مختلف از کاربرد پوشش‌های بدون متیل‌سالیسیلات مقدار آنتوسیانین بیشتری داشت. تیمار میوه با متیل‌سالیسیلات، فنول کل و آنتوسیانین را به‌دلیل تحریک فعالیت آنزیم فنیل‌آلانین‌آمونیالیاز افزایش می‌دهد (۲۴، ۱۸ ، ۱۶).

طبق گزارش قبلی میوه‌های پوشش‌داده‌شده آنتوسیانین کمتری تولید می‌کنند، اما رشد تصاعدی در تجمع آنتوسیانین‌ها داشتند؛ درحالی که آنتوسیانین کل در شاهد طی انبارداری کم شد. در میوه‌های پوشش‌داده‌شده با وجود کند بودن فرایند تولید آنتوسیانین، به‌دلیل حفظ آنتوسیانین‌ها از اکسید شدن، مقدار آن بیشتر از نمونه‌های بدون پوشش بود (۹). به‌طور مشابه در این آزمایش نیز طی انبارداری، مقدار آنتوسیانین کل در تیمار تلفیق بخار متیل‌سالیسیلات با کیسهٔ پلاستیک تک‌میوه، ۷۹ درصد نسبت به زمان برداشت با ۰/۸۸ میلی‌گرم بر لیتر افزایش یافت که بیشترین افزایش در تیمارهای به‌کاررفته است (جدول ۱).

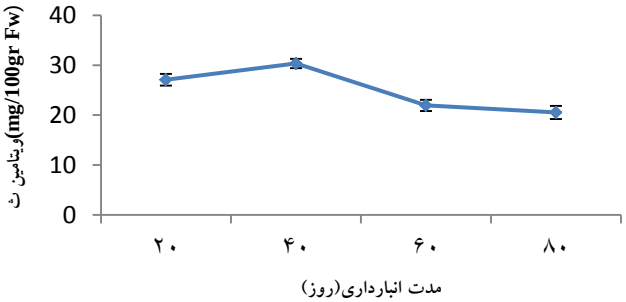
جدول ۳. اثر مدت انبارداری و نوع تیمار به‌کاررفته بر مقدار آنتوسیانین‌کل (mg/l) میوهٔ 'مورو' در انبار معمولی

تیمار	مدت انبارداری (d)			
	۲۰	۴۰	۶۰	۸۰
شاهد	۰/۱۲^{K*}	۰/۸۸$^{d-k}$	۰/۹۱$^{d-k}$	۰/۹۱$^{f-k}$
واکس انباری	۰/۵۵$^{f-k}$	۰/۸۶$^{d-k}$	۱/۸۸$^{b-d}$	۰/۵۵$^{f-k}$
واکس بریتکس	۱/۱۳$^{b-j}$	۰/۵۵$^{g-k}$	۱/۷۱$^{b-f}$	۰/۶۶$^{e-k}$
کیسهٔ پلاستیک تک‌میوه	۰/۳۶ $^{i-k}$	۰/۹۴$^{b-k}$	۱/۶$^{b-h}$	۰/۷۹$^{d-k}$
کیسهٔ پلاستیک دومیوه	۰/۵۲$^{h-k}$	۰/۸۳$^{d-k}$	۲/۳۷^{b}	۱/۱۹$^{b-i}$
MeSA	۱/۵۲ $^{b-h}$	۱/۳۵$^{b-i}$	۱/۶۳$^{b-g}$	۱/۵۲$^{b-i}$
واکس انباری + MeSA	۰/۲^{jk}	۱/۹$^{b-d}$	۰/۹۴$^{b-k}$	۰/۷۹$^{b-d}$
واکس بریتکس + MeSA	۰/۳۹$^{i-k}$	۱/۴۶$^{b-h}$	۲/۲^{bc}	۰/۹۱$^{c-k}$
کیسهٔ پلاستیک تک‌میوه + MeSA	۰/۵۳$^{h-k}$	۴^{a}	۰/۶۱$^{f-k}$	۱/۱۶$^{b-i}$
کیسهٔ پلاستیک دومیوه + MeSA	۱/۷۴$^{b-e}$	۱/۹۶$^{b-d}$	۰/۹۹$^{b-k}$	۱/۱۶$^{b-i}$

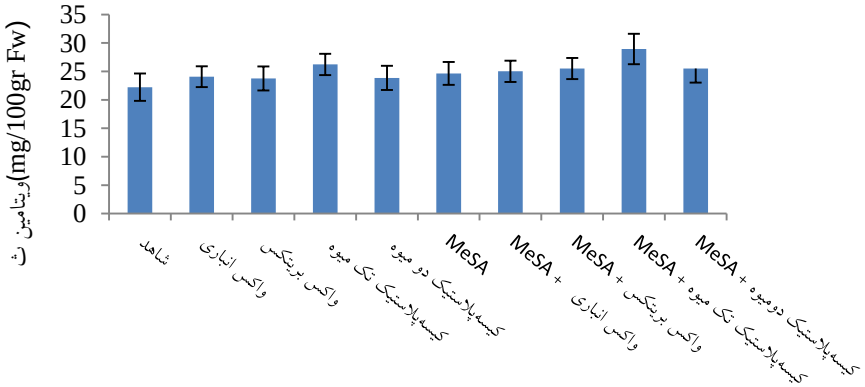
.: حروف یکسان بین میانگین‌های هر چهار زمان نمونه‌برداری از انبار بیان‌کنندهٔ نبود تفاوت معنادار است*

مقدار اسیدآسکوربیک میوه

به‌طورکلی، مقدار اسیدآسکوربیک طی انبارداری به‌ویژه بعد از گذشت ۴۰ روز روند کاهشی داشت. با توجه به تجزیهٔ واریانس، اثر سادهٔ مدت انبارداری در سطح ۱ درصد معنادار است (شکل ۳). میوه‌های شاهد کمترین مقدار اسید آسکوربیک و تک‌میوه‌های بخاردهی‌شده داخل کیسهٔ پلاستیک عملکرد زیادی در حفظ مقدار ویتامین ث داشتند (شکل ۴). در پایان انبارداری مقدار ویتامین ث نسبت به زمان برداشت ۸/۵ درصد کاهش داشت (جدول ۱).



شکل ۳. تغییر مقدار ویتامین ث 'مورو' طی نگهداری در انبار معمولی (خطوط روی نمودارها نشان‌دهندهٔ خطاهای استاندارد میانگین است)



شکل ۴. اثر تیمارها بر مقدار ویتامین ث 'مورو' در انبار معمولی (خطوط روی نمودارها نشان‌دهندهٔ خطاهای استاندارد میانگین است)

اسید آسکوربیک نوعی ویتامین در میوه و سبزی و نوعی آنتی‌اکسیدان محلول در آب است و از دست دادن آب در آن اثرگذار است (۲۸). کند شدن از دست دادن ویتامین ث به‌دلیل نفوذپذیری کم پوشش‌ها به اکسیژن است، زیرا اسید آسکوربیک از مواد مستعد تخریب توسط اکسیژن است [۷]. به‌نظر می‌رسد پوشش همراه متیل‌سالیسیلات در حفظ ویتامین ث موفق‌تر از کاربرد پوشش‌ها به‌تنهایی بود. متیل‌سالیسیلات نیز با محدود کردن آنزیم‌های آسکوربیک‌اکسیداز و فعال‌سازی غیرمستقیم بیوسنتز اسید آسکوربیک، تأثیر مهمی در حفظ اسید آسکوربیک داشت [۲۸].

فنول کل پوست میوه

براساس تجزیهٔ واریانس، مدت انبارداری در سطح ۱ درصد اثر ساده داشت. در بررسی اثر تیمارهای به‌کاررفته بر فنول کل پوست میوه طی انبارداری مشخص شد که تک‌میوه‌های 'مورو' بخاردهی‌شده با MeSA درون کیسهٔ پلاستیک پس از ۴۰ روز انبارداری بیشترین (۰/۲۴ میلی‌گرم/ گرم وزن تازه) و میوه‌های تحت پوشش واکس بریتکس پس از ۸۰ روز (۰/۰۹ میلی‌گرم/ گرم وزن تازه) کمترین مقدار فنول کل پوست را داشتند (جدول ۴). کاربرد توأم بخاردهی با MeSA و پوشش‌ها سبب افزایش مقدار فنول کل پوست شد. پوشش‌دهی و متیل‌سالیسیلات سبب کاهش تنفس می‌شود و فنول کل را حفظ می‌کنند [۲۵، ۲۲، ۱۲ ، ۳]. از طرف دیگر، کاربرد متیل‌سالیسیلات سبب افزایش فعالیت آنزیم فنیل‌آلانین‌آمونیالیاز طی انبارداری می‌شود که آنزیم اصلی در مسیر سنتز فنول‌هاست [۲۴ ، ۱۶].

پوشش‌دهی ممکن است مانع محافظی روی میوه ایجاد کند و اکسیژن مورد نیاز برای اکسیداسیون آنزیمی ترکیبات فنولی را کاهش دهد و سبب حفظ ترکیبات فنولی شود [۹]. میوه‌های پوشش‌داده‌شده ترکیبات فنولی بیشتری داشتند که دلیل آن، کاهش شدت تنفس و کند شدن فرایند پیری در اثر پوشش‌دهی ذکر شده است [۶].

فنول کل گوشت میوه

میوه‌های بخاردهی‌شدهٔ مورو تحت پوشش واکس بریتکس پس از ۶۰ روز انبارداری (۰/۳۶ میلی‌گرم/ گرم وزن تازه) و جفت میوه‌های قرارگرفته درون کیسهٔ پلاستیک پس از ۴۰ روز بدون تفاوت معنادار بیشترین و در مقابل میوه‌های شاهد در ۲۰ روز اول انبارداری (۰/۱۸۶ میلی‌گرم/ گرم وزن تازه) کمترین مقدار فنول گوشت را داشت. اثر سادهٔ مدت انبارداری در سطح ۱ درصد معنادار بود (جدول ۵).

با بررسی همبستگی بین مقدار فنول کل گوشت و آنتوسیانین کل در میوهٔ مورو، مشخص شد که بین این دو صفت همبستگی مثبت با ضریب تبیین ۰/۹۱ وجود داشت (شکل ۵).

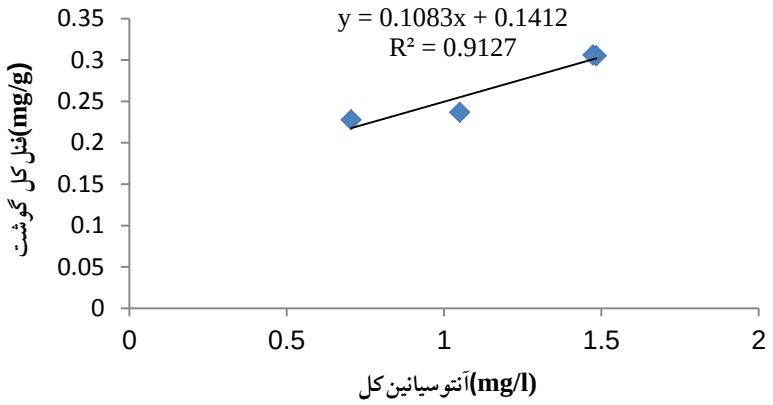
جدول ۴. اثر مدت انبارداری و نوع تیمار به‌کاررفته بر فنول کل پوست (میلی‌گرم در گرم وزن تازه) میوهٔ 'مورو' در انبار

تیمار	مدت انبارداری (d)			
	۲۰	۴۰	۶۰	۸۰
شاهد	۰/۲۱ a-c	۰/۱۴ d-k	۰/۱۳ e-k	۰/۱۳ e-k
واکس انباری	۰/۱ jk	۰/۱۴ d-k	۰/۱۴ d-k	۰/۱ jk
واکس بریتکس	۰/۱ i-k	۰/۱۹ a-d	۰/۰۹ k	۰/۰۹ k
کیسهٔ پلاستیک تک‌میوه	۰/۲۲ ab	۰/۱۶ b-j	۰/۱۴ d-k	۰/۱۲ f-k
کیسهٔ پلاستیک دو میوه	۰/۱۶ b-i	۰/۱۳ e-k	۰/۱۱ g-k	۰/۰۹ k
MeSA	۰/۱۸ a-g	۰/۱۷ b-g	۰/۱۶ b-i	۰/۱۲ e-k
واکس انباری + MeSA	۰/۱۲ e-k	۰/۱۸ a-f	۰/۱۳ d-k	۰/۱۲ e-k
واکس بریتکس + MeSA	۰/۱۹ a-d	۰/۲۱ ab	۰/۱۷ b-h	۰/۱۱ h-k
کیسهٔ پلاستیک تک‌میوه + MeSA	۰/۲۲ ab	۰/۲۴ a	۰/۱۵ c-k	۰/۱۴ d-k
کیسهٔ پلاستیک دومیوه + MeSA	۰/۱۸ a-e	۰/۱۴ d-k	۰/۰۹ k	۰/۱۲ e-k

حروف یکسان بین میانگین‌های هر چهار زمان نمونه‌برداری از انبار بیان‌کنندهٔ نبود تفاوت معنادار است.

جدول ۵. اثر مدت انبارداری و نوع تیمار به‌کاررفته بر فنول کل گوشت (mg/gFW) میوهٔ 'مورو' در انبار معمولی

تیمار	مدت انبارداری (d)			
	۲۰	۴۰	۶۰	۸۰
شاهد	۰/۱۹^{i}	۰/۲۵$^{c-i}$	۰/۲۸$^{a-i}$	۰/۲۲$^{e-i}$
واکس انباری	۰/۲۴$^{d-i}$	۰/۳۵^{a}	۰/۳۱$^{a-d}$	۰/۲۱$^{e-i}$
واکس بریتکس	۰/۲۲$^{d-i}$	۰/۳۴^{ab}	۰/۳۳$^{a-c}$	۰/۲۱$^{f-i}$
کیسهٔ پلاستیک تک‌میوه	۰/۲۱$^{e-i}$	۰/۲۴$^{d-i}$	۰/۲۹$^{a-g}$	۰/۲۵$^{c-i}$
کیسهٔ پلاستیک دومیوه	۰/۳$^{a-e}$	۰/۳۶^{a}	۰/۲۹$^{a-g}$	۰/۲۲$^{d-i}$
MeSA	۰/۱۹^{hi}	۰/۳۴^{ab}	۰/۲۷$^{a-i}$	۰/۲۲$^{d-i}$
واکس انباری + MeSA	۰/۲۵$^{c-i}$	۰/۲۸$^{a-h}$	۰/۳۵^{a}	۰/۳$^{a-f}$
واکس بریتکس + MeSA	۰/۲۲$^{d-i}$	۰/۳$^{a-f}$	۰/۳۶^{a}	۰/۲۳$^{d-i}$
کیسهٔ پلاستیک تک‌میوه + MeSA	۰/۲۱$^{g-i}$	۰/۲۶$^{b-i}$	۰/۳$^{a-f}$	۰/۲۸$^{a-h}$
کیسهٔ پلاستیک دومیوه + MeSA	۰/۲۴$^{d-i}$	۰/۳۵^{a}	۰/۲۷$^{a-g}$	۰/۲۲$^{e-i}$



شکل ۵. میزان همبستگی و ضریب تبیین بین مقدار آنتوسیانین‌کل و فنول کل گوشت میوهٔ مورو در انبار معمولی

کاهش مقدار فنول کل میوه‌ها در پایان انبارداری به‌علت افزایش اکسیداسیون آنزیمی ترکیبات فنولی طی انبارداری است. در میوه‌های بدون پوشش نیز به‌دلیل شدت تنفس و تخریب زیاد ترکیبات فنولی، مقدار فنول کل کمتر شده است که نتایج این آزمایش با آنها مطابقت دارد [۶].

پوشش‌ها می‌توانند به‌عنوان مانع در برابر گازها عمل کنند. بنابراین اتمسفر داخل میوه را تعدیل می‌کنند، به‌طوری که CO_2 افزایش و O_2 کاهش می‌یابد؛ درنتیجه فعالیت پلی‌فنول‌اکسیداز کاهش می‌یابد و فنول‌ها از تخریب حفظ می‌شوند [۹ ، ۶].

میوه‌های بخاردهی‌شده با متیل‌سالیسیلات و تلفیق آن با پوشش‌ها در هر دو رقم مقدار فنول گوشت بیشتری

داشتند. افزایش فعالیت آنزیم فنیل‌آلانین‌آمونیالیاز سبب افزایش فنول کل می‌شود. متیل‌سالیسیلات با تحریک فعالیت آنزیم PAL سبب افزایش ترکیبات فنولی طی انبارداری می‌شود (۲۴، ۱۶). همچنین می‌توان زیاد بودن مقدار فنول گوشت در تیمارهای تلفیقی پوششی و بخار متیل‌سالیسیلات را به‌دلیل عوامل ذکرشده در بالا دانست.

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گوشت میوه

براساس تجزیهٔ واریانس، اثر ساده مدت انبارداری در سطح ۱ درصد معنادار بود. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گوشت میوه طی انبارداری به‌طور نسبی کاهش یافت. بیشترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در میوه‌های 'مورو' بخاردهی‌شده با MeSA تحت پوشش واکس انباری تا ۶۰ روز انبارداری با ۴۸/۵۹ درصد، و در مقابل کمترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در ۲۰ روز اول انبارداری در میوه‌های تحت پوشش واکس بریتکس با ۲۰/۶۵ درصد مشاهده شد (جدول ۶).

زدودن رادیکال‌های آزاد و متوقف کردن ROSها در بافت گیاهی و کاهش تنش‌های اکسیداتیو طی انبارداری میوه‌ها وظیفهٔ آنزیم‌ها و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی است [۲۶]. کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در پایان انبارداری به کاهش ترکیبات فنولی مانند ویتامین ث و آنتوسیانین‌ها درنتیجهٔ فرایندهای اکسیداتیو طی انبارمانی بستگی دارد [۲۸، ۲۵ ، ۲۴] .

جدول ۶ . اثر مدت انبارداری و نوع تیمارها بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گوشت (درصد) 'مورو' در انبار معمولی

تیمار	مدت انبارداری (d)			
	۲۰	۴۰	۶۰	۸۰
شاهد	۲۶/۳۳$^{f-i}$	۲۱/۸۸^{hi}	۴۲/۳۴$^{a-e}$	۳۳/۴۱$^{a-i}$
واکس انباری	۲۶/۳۳$^{f-i}$	۳۴/۲۹$^{a-i}$	۴۸/۳۵^{a}	۳۰/۰۹$^{d-i}$
واکس بریتکس	۲۰/۶۵^{i}	۳۵/۷۳$^{a-i}$	۴۴/۸۲$^{a-d}$	۳۸/۴۴$^{a-g}$
کیسهٔ پلاستیک تک‌میوه	۴۰/۵۵$^{a-g}$	۲۶/۰۶$^{g-i}$	۳۸/۸۱$^{a-g}$	۲۸/۳۶$^{e-i}$
کیسهٔ پلاستیک دومیوه	۳۱/۹$^{c-i}$	۳۲/۵۸$^{b-i}$	۴۷/۲۹^{ab}	۲۶/۵۷$^{f-i}$
MeSA	۳۰/۳۴$^{d-i}$	۲۸/۴۶$^{e-i}$	۳۷/۰۴$^{a-h}$	۴۰/۱$^{a-g}$
واکس انباری + MeSA	۳۰/۶۸$^{d-i}$	۲۷/۵$^{e-i}$	۴۸/۵۹^{a}	۳۲/۴$^{b-i}$
واکس بریتکس + MeSA	۳۱/۹۲$^{c-i}$	۳۵/۸۷$^{a-i}$	۴۲/۵۲$^{a-e}$	۴۷/۴۴^{ab}
کیسهٔ پلاستیک تک‌میوه + MeSA	۳۴/۷۶$^{a-i}$	۲۹/۰۸$^{e-i}$	۴۲/۲۳$^{a-c}$	۲۶/۸۵$^{f-i}$
کیسهٔ پلاستیک دومیوه + MeSA	۲۷/۱۹$^{e-i}$	۴۴/۹۳$^{a-d}$	۴۱/۵۸$^{a-f}$	۳۲/۲۵$^{b-i}$

حروف یکسان بین میانگین‌های هر چهار زمان نمونه‌برداری از انبار بیان‌کنندهٔ نبود تفاوت معنادار است.

در تحقیقی، اثر پوشش‌دهی بر افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را به ساختار پوشش‌ها و کاهش اکسیژن در نتیجهٔ کاهش تخریب‌های اکسیدی ترکیبات فنولی با قدرت آنتی‌اکسیدانی زیاد نظیر اسید آسکوربیک و سایر ترکیبات فنولی ربط داده‌اند [۱۲، ۹ ، ۷].

تلفیق بخاردهی با پوشش‌ها سبب افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نسبت به کاربرد پوشش‌ها به‌تنهایی شد. با کاربرد متیل‌سالیسیلات تولید ترکیبات بیواکتیو مانند فنول‌ها، فلاونوئیدها و آنتوسیانین‌ها، و در نتیجه ظرفیت آنتی‌اکسیدانی افزایش می‌یابد [۲۸، ۲۵ ، ۲۴].

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پوست میوه

میوه‌های 'مورو' بخاردهی‌شده با متیل‌سالیسیلات تحت واکس انباری پس از ۶۰ روز انبارداری (۵۰/۶ درصد) بیشترین، و میوه‌های شاهد در پایان ۸۰ روز انبارداری کمترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پوست (۱۱/۸۵ درصد) را داشتند. براساس نتایج تجزیهٔ واریانس اثر سادهٔ مدت انبارداری علاوه‌بر اثر متقابل آن با نوع پوشش در سطح ۱ درصد معنادار بود (جدول ۷) .

پوشش‌ها می‌توانند سطح ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را بالا نگه دارند (۲۶). کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدانی در نمونه‌های شاهد به پیری و پوسیدگی مربوط است. در میوه‌های پوشش‌داده‌شده ترکیبات فنولی بیشتری حفظ می‌شود و درنتیجه ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری دارند (۲۶ ، ۶).

میوه‌های بخاردهی‌شده همراه با پوشش‌دهی دارای ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری نسبت به کاربرد پوشش‌ها تنهایی بود. پوشش‌دهی و متیل‌سالیسیلات سبب کاهش تنفس می‌شوند و فنول کل را حفظ می‌کنند؛ در نتیجه سبب افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی می‌شوند که با یافته‌های دیگر محققان مطابقت دارد [۲۵، ۲۲، ۱۲ ، ۳].

جدول ۷. اثر مدت انبارداری و تیمار به‌کاررفته بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پوست (درصد) 'مورو' در انبار معمولی

تیمار	مدت انبارداری (d)			
	۲۰	۴۰	۶۰	۸۰
شاهد	۴۲/۲$^{f-a}$	۳۹/۸۱$^{a-g}$	۲۷/۹۳$^{e-j}$	۱۱/۸۵^{j}
واکس انباری	۲۰/۵۲^{ij}	۳۵/۰۵$^{a-i}$	۴۷/۵۲$^{a-c}$	۳۳/۴۷$^{a-i}$
واکس بریتکس	۲۹/۰۵$^{d-i}$	۴۵/۱۷$^{a-e}$	۳۰/۸۹$^{c-i}$	۳۲/۲۶$^{b-i}$
کیسهٔ پلاستیک تک‌میوه	۳۴/۹$^{a-i}$	۳۵/۶$^{a-i}$	۳۶/۸۱$^{a-i}$	۳۸/۰۹$^{a-i}$
کیسهٔ پلاستیک دومیوه	۴۸/۵۷^{ab}	۴۰/۳۳$^{a-g}$	۳۱/۹۹$^{b-i}$	۲۶/۵۱$^{f-j}$
MeSA	۲۱/۷۷$^{h-j}$	۴۵/۶۴$^{a-d}$	۳۷/۰۸$^{a-i}$	۴۰/۰۳$^{a-g}$
واکس انباری + MeSA	۴۲/۵۲$^{f-a}$	۲۸/۳۹$^{d-j}$	۵۰/۶^{a}	۳۳/۹۴$^{a-i}$
واکس بریتکس + MeSA	۳۵/۱۷$^{i-a}$	۳۴/۰۲$^{a-i}$	۲۵/۹$^{f-j}$	۳۰/۷۹$^{c-i}$
کیسهٔ پلاستیک تک‌میوه + MeSA	۳۴/۳$^{c-i}$	۴۴/۸۲$^{a-e}$	۲۱/۱۷$^{h-j}$	۳۰/۵۹$^{c-i}$
کیسهٔ پلاستیک دومیوه + MeSA	۴۶/۶۸$^{a-g}$	۳۸/۲۷$^{a-h}$	۲۳/۳۶$^{g-j}$	۴۱/۱۶$^{a-f}$

حروف یکسان بین میانگین‌های هر چهار زمان نمونه‌برداری از انبار بیان‌کنندهٔ نبود تفاوت معنادار است.

۵. نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که انبارهای معمولی قابلیت نگهداری میوه با حفظ خصوصیات کیفی میوه را دارند. با توجه به اینکه انبار معمولی سیستم کنترل دقیق دما مانند سردخانه ندارد، به‌منظور حفظ کیفیت و رطوبت بهتر است از تیمارهای پوششی استفاده کرد. در این راستا تیمارهای تلفیقی پوشش‌دهی با بخار متیل‌سالیسیلات در حفظ کیفیت و کاهش پوسیدگی میوه‌ها طی انبارداری عملکرد رضایت‌بخشی دارد. در تیمارهای تلفیقی مقدار اسید آسکوربیک، ترکیبات فنولی و آنتوسیانین‌ها که همگی از مواد آنتی‌اکسیدانی میوه هستند تا ۶۰ روز انبارداری به‌خوبی حفظ شد. این مواد از ویژگی‌های مهم کیفی در مصرف مرکبات به‌شمار می‌روند. در مطالعه‌های آینده، روش‌های بهینه‌سازی انبارهای موجود همزمان با تیمارهای سالم پس از برداشت نیز باید مورد توجه قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از مؤسسهٔ تحقیقات مرکبات کشور و کارشناس آزمایشگاه فنی آقای کاظم نجفی قدردانی می‌شود.

منابع

۱. جکسون د و لونی ن (۱۳۸۲) تولید میوه‌های معتدله و نیمه‌گرمسیری، ترجمهٔ سیاری، م. انتشارات دانشگاه ایلام. ایلام.

۲. صفی‌زاده م و راحمی م (۱۳۸۳) اثرهای التیام‌دهی و بسته‌بندی پیش از انبار بر پوسیدگی، کیفیت انباری پرتقال والنسیا، علوم و فنون باغبانی ایران. ۵ (۱): ۱۰۰-۹۳.

۳. عشوری‌نژاد م و قاسم‌نژاد م (۱۳۹۱) اثر بسته‌بندی با فیلم سلوفان و انبارمانی سرد بر کیفیت نگهداری و عمر انبارمانی میوهٔ ازگیل ژاپنی. علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران. ۷(۲): ۱۰۲-۹۵.

۴. فتاحی‌مقدم ج، حمیداوغلی ی، فتوحی‌قزوینی ر، قاسم‌نژاد م و بخشی د (۱۳۹۰) ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و آنتی‌اکسیدانی پوست برخی ارقام تجاری مرکبات. علوم باغبانی. ۲۵: ۲۱۷-۲۱۱.

۵. قاسم‌نژاد م، بابالار م و مستوفی ی (۱۳۸۷) اثر جاسمونات و متیل‌سالیسیلات در کاهش سرمازدگی و پوسیدگی میوه‌های گریپ‌فروت مارش و پرتقال تامسون تولیدشده در شمال و جنوب کشور. علوم کشاورزی ایران. ۳۹: ۷۹-۷۱.

6. Ali A, Maqbool MG, Alderson P and Zahid N (2013) Effect of gum arabic as an edible coating on antioxidant capacity of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit during storage. Postharvest Biology and Technology. 76: 119-124.

7. Ali A, Tengku M, Muda M, Sijam K and Siddiqu Y (2011) Effect of chitosan coatings on the physicochemical characteristics of Eksotika II papaya (*Carica papaya* L.) fruit during cold storage. Food Chemistry. 124: 620-626.

8. Asghari M and Soleimani Aghdam M (2010) Impact of salicylic acid on post-harvest physiology of horticultural crops. Trends in Food Science and Technology. 21: 502-509.

9. BGol NB, Patel R, Rao P and Ramana TV (2013) Improvement of quality and shelf-life of strawberries with edible coatings enriched with chitosan. Postharvest Biology and Technology. 85: 185-195.

10. Ben- Yehoshua Sh, Peretz J, Moran R, Lavie B and Kim JJ (2001) Reducing the incidence of superficial flavedo necrosis (noxan) of 'Shamouti' oranges (*Citrus sinensis*, Osbeck). Postharvest Biology and Technology. 22: 19-27.

11. Chien PJ, Sheu F and Lin HR (2007) Coating citrus (*Murcott tangor*) fruit with low molecular weight chitosan increases postharvest quality and shelf life. Food Chemistry. 100: 1160-1164.

12. Hu Q, Fang Y, Yang Y, and Ma N (2011) Effect of nanocomposite-based packaging on postharvest quality of ethylene treated kiwifruit during and storage. Food Research International. 44: 1589-1596.

13. Meng X, Li B, Liu J and Tian Sh (2008) Physiological responses and quality attributes of table grape fruit to chitosan preharvest spray and postharvest coating during storage. Food Chemistry. 106: 501-508.

14. Molyneux P (2004) The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. Science and Technology. 26(2): 211-219.

15. Moraes Barros HR, Castro Ferreira TA and Genovese MI (2012) Antioxidant capacity and mineral content of pulp and peel from commercial cultivars of citrus from Brazil. Food Chemistry. 134: 1892-1898.

16. Qin QZ, Tian SP, Xu Y and Wang YK (2003) Enhancement of biocontrol effect of antagonistic yeasts by salicylic acid in sweet cherry fruit. Physiological and Molecular Plant Pathology. 62: 147-154.

17. Rao TVR, Gol BN and Shah KK (2011) Effect of postharvest treatments and storage temperatures on the quality and shelf life of sweet pepper (*Capsicum annum* L.). Scientia Horticulturae. 132: 18-26.

18. Sayyari M, Bablar M, Kalantari S and Siama K (2011) Vapor treatments with methyl salicylate or methyl gasmonate alleviated chilling injury and enhanced antioxidant potential during postharvest storage of pomegranates. Food Chemistry. 124: 964-970.

19. Shafiee M, Taghavi TS and Babalar M (2010) Addition of salicylic acid to nutrient solution combined with postharvest treatments (hot water, salicylic acid, and calcium dipping) improved postharvest fruit quality of strawberry. Scientia Horticulturae. 124: 40-45.

20. Soleimani Aghdam M, Motallebiazar A, Mostofi Y, Fattahi Moghaddam J and Ghasemnezhad M (2011) Methylsalicylate affects the quality of 'Hayward' kiwifruits during storage at low- temperature. Agricultural Science. 3(2) :149-156.

21. Tabatabaekoloor R (2012) Orange responses to storage conditions and polyethylene wrapped liner. Agricultural Engineer International. 14(2): 127-130.

22. Tareen MJ, Akhtar NA and Hafiz IA (2012) Postharvest application of salicylic acid enhanced antioxidant enzyme activity and maintained quality of peach cv. 'Flordaking' fruit during storage. Scientia Horticulturae. 142: 221-228.

23. Tavarini S, Remorini D and Massai R (2008) Antioxidant capacity, ascorbic acid, total phenols and carotenoids change during harvest and after storage of 'Hayward' kiwifruit. Food Chemistry. 107: 282-288.

24. Valero D, Diaz-Mula HM, Zapata PJ, Castillo S, Guillen F, MartinezRomero D and Serrano M (2011) Postharvest treatments with salicylic acid, acetylsalicylic acid or oxalic acid delayed ripening and enhanced bioactive compounds and antioxidant capacity in sweet cherry. Food Chemistry. 59: 5483-5489.

25. Wang L, Chen S, Kong W, Li S and Archbold D (2006) Salicylic acid pretreatment alleviates chilling injury and affects the antioxidant system and heat shock proteins of peaches during cold storage. Postharvest Biology and Technology. 41: 244-251.

26. Wang ShY and Gao H (2013) Effect of chitosan-based edible coating on antioxidants, antioxidant enzyme system, and postharvest fruit quality of strawberries *Fragaria xaranassa* Duch. LWT- Food Science and Technology. 52: 71-79.

27. Wrolstad RE (1976) Color and pigment analysis in fruit products. Station Bull. 621. Agriculture Experiment Station of Oregon State. University of Corvallis, OR,USA.

28. Yousefpour Dokhanieha A, Soleimani Aghdam M, Rezapour Fard J and Hassanpour H (2013) Postharvest salicylic acid treatment enhances antioxidant potential of cornelian cherry fruit. Scientia Horticulturae. 154: 31-36.

29. Yu Y, Zhang Sh, RenYI, Li H, Zhang X and Di J (2012) Jujube preservation using chitosan film with nano-silicon dioxide. Food Engineering. 113: 408-414.