پژوهش در علوم باغبانی
جلد۲، شماره۱، بهار و تابستان ۱۴۰۲ (ص۵۸-۴۵)
تارنمای مجله: https://rhsj.areeo.ac.ir
مقاله علمی پژوهشی
10.22092/rhsj.2023.361036.1044
Journal of Reserch in Horticultural Science
Vol. 2, No.1 spring and summer 2022 (45-58)

حفظ ارزش غذایی و آنتی‌اکسیدانی میوه‌ی پرتقال تامسون ناول و توسرخ مورو با استفاده از تیمارهای پوششی در سردخانه

جواد فتاحی مقدم[1*]، سیده الهام سیدقاسمی[2]، زهرا شعبانیان[3]

۱- دانشیار، گروه فیزیولوژی و فناوری پس از برداشت، پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران.

۲- کارشناس‌ارشد فیزیولوژی گیاهی

۳- دانش‌آموخته‌ی کارشناسی ارشد مهندسی شیمی- صنایع غذایی، دانشگاه علوم و تحقیقات تهران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۱۰ **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۱/۱۲/۱

چکیده

تیمارهای پس از برداشت به منظور حفظ ترکیب‌های آنتی‌اکسیدانی میوه مرکبات طی نگهداری در سردخانه اهمیت دارد. در این پژوهش میوه پرتقال‌های تامسون‌ناول و مورو بعد از پوشش‌دهی (واکس پلی‌اتیلن، واکس براق‌کننده، واکس انباری، واکس Britex Ti، پاکت پلی‌اتیلنی، قارچ‌کش تکتو ۶۰ و بدون پوشش) به مدت سه ماه در سردخانه (دمای پنج درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۸۵ درصد) نگهداری شدند. به فاصله هر ۳۰ روز با نمونه‌برداری از میوه‌ها در سردخانه روند تغییر ترکیب‌های آنتی‌اکسیدانی (مهارکننده‌های رادیکال‌های آزاد) بررسی شد. نتایج نشان داد میزان فنل کل تا ۳۰ روز اول انبارداری افزایش و سپس به‌طور معناداری کاهش یافت. پاکت پلی‌اتیلنی و واکس انباری سبب افزایش فنل گوشت میوه‌ی هر دو رقم نسبت به سایر تیمارها شدند. بافت پوست رقم مورو در تیمار با واکس‌های پلی‌اتیلن، براق‌کننده و انباری در ماه دوم انبارداری سطح کاروتنوئیدی بالاتری داشت. میوه‌های تامسون تیمار شده با واکس براق‌کننده دارای بیش‌ترین و در تیمار با واکس انباری دارای کم‌ترین میزان آسکوربیک اسید بود. میزان آسکوربیک‌اسید میوه مورو در تیمار با واکس بریتکس طی انبارداری کاهش یافت. در پایان انبارداری فقط میوه‌های دارای واکس براق‌کننده نسبت به شاهد میزان آنتوسیانین بیش‌تری داشتند. در مجموع بر اساس نتایج ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مشخص شد که میوه‌های تیمار شده با واکس انباری، واکس Britex Ti و پاکت پلی‌اتیلنی دارای کیفیت داخلی و توان آنتی‌رادیکالی بالاتری طی انبارداری بودند.

واژگان کلیدی: انبارداری، آنتی‌اکسیدان، پس از برداشت، واکس

Preservation of nutritional and antioxidant value of Thomson Navel and Moro blood oranges by using coating treatments in cold storage

Javad Fatahi Moghadam[1*], Seyedeh Elham Seyedghasemi[2], Zahra. Shabanian[3]

1- Associate Professor, Postharvest Physiology and Technology department, Citrus and Subtropical Fruits Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Ramsar, Iran

2- Former M.Sc of plant physiology

3- Former graduated of M.Sc., Department of Chemical Engineering, Science and Research University, Tehran- Iran

Received:February2023 Accepted: September2022

Abstract

Using postharvest treatments in citrus fruit is important due to maintaining antioxidant compounds during cold storage. In this study, Thomson and Moro fruits coated (Polyethylene, Shine, Storage and Britex Ti waxes, Polyethylene pack, Tecto 60 fungicide and Control) and then stored for three months in cold storage (5°C, 85 RH). Antioxidant compounds changes were evaluated each 30 days interval. The results showed that total phenolics increased during 30 days of storage and then decreased significantly. Pulp phenolics in both cultivars increased using Polyethylene pack and Storage wax in comparison with other treatments. Peel tissues of Moro variety which treated by Polyethylene, Shine and Storage waxes had higher levels of total carotenoid in the second month of storage. Thomson fruits that covered with Shine and Storage waxes had the highest and the lowest ascorbic acid, respectively. The amount of ascorbic acid in Moro fruits covered with Britex Ti decreased during storage. In the end of storage, just fruits coated by Shine wax had higher total anthocyanin. Based on the total antioxidant capacity, it was found that fruits treated with Storage wax, Britex Ti wax, and Polyethylene pack had higher inner quality and antiradical potential during storage.

Keywords: Antioxidant, Postharvest, Storage, Wax

* نویسنده مسئول: j.fattahi@areeo.ac.ir

۱- مقدمه

از میان انواع محصولات باغبانی بیش‌ترین سهم تولید بعد از سیب با ۱۸ درصد، مربوط به میوه پرتقال با میزان ۱۴/۷ درصد است. در حال حاضر در ایران سالانه بیش از ۵ میلیون و ۳۱۶هزار تن انواع مرکبات تولید می‌شود. از این مقدار بیش از ۲/۷ میلیون تن به استان مازندران تعلق دارد (آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی، ۱۴۰۰). میوه مرکبات رتبه اول از نظر محبوبیت در سبد خانوارها برای مصرف دارد. این میوه به دلیل وجود ترکیب‌های آنتی‌اکسیدانی متعدد چون ویتامین C، پلی‌فنل‌ها، فلاونوئیدها و کاروتنوئیدها اهمیت دارد (فتاحی مقدم و همکاران، ۱۳۹۰).

در سال‌های اخیر توجه زیادی به خواص آنتی‌اکسیدانی بخش‌های خوراکی و غیرخوراکی میوه‌ها شده است. دلیل آن، آگاهی جامعه از مطالعات اپیدیومولوژی است که نشان داده، مصرف میوه‌هایی با فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالا سبب کاهش بیماری‌های مزمن قلبی و سرطانی می‌شود. اثر محافظتی میوه مرکبات عمدتا بستگی به غلظت بالای ترکیب‌های بیواکتیو چون ویتامین C، ترکیب‌های فنلی و کاروتنوئیدها با خواص آنتی‌اکسیدانی است (Sdiri *et al.,* 2012). میزان این ترکیب‌های ارزشمند تحت تاثیر گونه و رقم، عوامل تولید و شرایط آب و هوا، مرحله رسیدن میوه و شرایط پس از برداشت قرار دارد (Njoku *et al.,* 2011). به‌طورکلی مرکبات به عنوان یکی از منابع طبیعی آنتی‌اکسیدان‌ها محسوب می‌شوند و حاوی مقدار قابل توجهی اسید آسکوربیک، فلاونوئیدها و ترکیب‌های فنلی و حتی برخی از مواد معدنی ضروری برای تغذیه انسان هستند(Costanzo *et al.,* 2020).

در ایران، بخش بزرگی از محصول پرتقال‌های تجاری تامسون و مورو پس از برداشت به‌طور مستقیم وارد بازار مصرف نشده و به مدت حداقل سه ماه در انبار نگهداری می‌شوند. معمولا طی انبارداری، کیفیت و ارزش غذایی میوه‌ها ممکن است کاهش یابد. بنابراین محقق‌ها با استفاده از روش‌های سالم و کم‌خطر تلاش نمودند تا ضمن کاهش ضایعات میوه، مانع کاهش ترکیب‌های مفید در این دوره شوند (Puttongsiri *et al.,* 2010, Erkan *et al.,* 2005, Bosquez-Molin *et al.,* 2004, Ansari and Feridon, 2007). در این راستا طی پژوهش‌هایی اثر تیمارهای قارچ‌کش و واکس ارگانیک بر خواص فیزیکوشیمیایی پرتقال‌های سیاورز و والنسیا (Ansari and Feridon, 2007)، و اثر تیمار قارچ‌کش بر ترکیب‌های آنتی‌اکسیدانی میوه‌ی پرتقال توسرخ و معمولی بررسی شد (Rapisarda *et al.,* 2008).

شن و همکاران (Shen *et al.,* 2012) با کاربرد واکس و فیلم بسته‌بندی در پرتقال هاملین و نارنگی ساتسوما طی نگهداری دریافتند که ویتامین C طی ۴۵ روز اول نگهداری به‌تدریج کاهش یافت. سایر محققان نیز روند کاهشی آسکوربیک اسید را طی انبارداری گزارش نمودند (فتاحی‌مقدم و کیااشکوریان، ۱۳۹۲؛ Rapisarda *et al.,* 2008). در مقابل شن و همکاران (Shen *et al.,* 2012) گزارش کردند که پوشش واکس و سلوفان میزان آسکوربیک‌اسید را طی انبارداری نارنگی ساتسوما در سطح بالایی حفظ نمود (Shen *et al.,* 2012). ابوطالبی و همکاران (۱۳۸۹) با کاربرد پوشش‌های خوراکی با غلظت‌های متفاوت از عصاره نعناع و اوکالیپتوس روی پرتقال واشینگتن ناول و نگهداری طی ۹۰ روز دریافتند که تیمارها تاثیر معناداری بر میزان ویتامین C نداشتند. در مقابل در پرتقال توسرخ مورو میزان آسکوربیک‌اسید طی انبارداری در تیمارشده‌ها و شاهد روند کاهشی داشت (فتاحی مقدم و کیااشکوریان، ۱۳۹۲).

افزایش نگرانی‌های زیست‌محیطی و بهداشتی و مقاومت در برابر پاتوژن منجر به افزایش تقاضا برای کاهش استفاده از قارچ‌کش‌های پرخطر و بقایای آن روی میوه شده است. بنابراین، در پژوهشی کارایی قارچ‌کش پس از برداشت پریمتانیل برای کنترل پوسیدگی‌های انباری بررسی شد

(Buchele *et al.,* 2022). در پژوهشی دیگر قارچ‌کش پریمتانیل (PYR) به صورت درمانی (بعد از تلقیح) و محافظتی (قبل از تلقیح) در قالب تیمارهای غوطه‌وری، خیس‌کردن و پوشش موم استفاده شد (Kellermana *et al.,* 2018). راپیساردا و همکاران (Rapisarda *et al.,* 2008) پنج ژنوتیپ پرتقال شامل سه رقم پرتقال توسرخ و دو رقم پرتقال معمولی را با قارچ‌کش کم‌خطر ایمازالیل (۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) تیماردهی و طی نگهداری یک افزایش اولیه و به‌دنبال آن کاهش در فنل کل مشاهده نمودند. در تحقیقی مشابه، اثر هم‌زمان دما و پوشش روی فنل کل نارنگی (کیو ون) بررسی شد. نتایج نشان داد که پوشش دادن میوه با پوشش تجاری با پایه لاک و نگهداری میوه در سه دمای ۲۰، ۱۲ و ۴ درجه سلسیوس برای پنج هفته باعث افزایش میزان فنل کل میوه شد (Puttongsiri *et al.,* 2010).

به‌کار بردن برخی از تیمارهای قبل از برداشت (تغذیه‌ای، هرس و آبیاری و ...) و شرایط نگهداری در انبار در افزایش میزان آنتی‌اکسیدان‌ها تاثیرگذار است. به نظر می‌رسد افزایش جزئی در میزان دی‌اکسیدکربن درونی میوه، سنتز ترکیب‌های دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی را افزایش می‌دهد (Jeong *et al*., 2004). طی پژوهشی مشخص شد ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در پایان انبارداری در چهار رقم مرکبات (پرتقال‌های تامسون، سیاورز، مورو و نارنگی پیج) بدون واکس در مقایسه با واکس‌زده‌ها افزایش یافت که یکی از دلایل آن بالابودن آسکوربیک‌اسید در ۹۰ روز بعد از انبارداری بود (فتاحی مقدم و کیااشکوریان، ۱۳۹۲). در پژوهشی یک رابطه منفی بین اسید آسکوربیک و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در دو رقم مرکبات شامل *C. reticulata* و *C. japonica* گزارش شد که نشان داد اسید اسکوربیک در بالا بودن ظرفیت آنتی‌اکسیدانی به اندازه رنگ‌دانه‌های غالب چون کاروتنوئیدها موثر نیست (Costanzo *et al.,* 2020).

به دلیل اینکه اثر تیمارهای پوششی به ویژه انواع تازه معرفی شده (با فرمولاسیون جدید و یا بروز نمودن فرمولاسیون به صورت سالانه)، روی ارزش غذایی میوه‌ها نیاز به بررسی‌های مستمر دارد، بنابراین در این پژوهش تلاش شد اثر چند نوع واکس، قارچ‌کش و پاکت پلی‌اتیلنی روی ترکیب‌های تام زیست‌فعال چون فنل، کاروتنوئید، اسید آسکوربیک و آنتوسیانین میوه دو رقم پرتقال تجاری تامسون‌ناول و توسرخ مورو مورد بررسی قرار گیرد.

۲- مواد و روش‌ها

مواد گیاهی: در این آزمایش از میوه‌ی دو نوع پرتقال تامسون ناول (*Citrus sinensis* cv. Thom-son Navel) و توسرخ مورو (*C. sinensis* cv. Moro) استفاده شد. میوه‌ها بر اساس شاخص رسیدگی حداقل ۷ (نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته قابل تیتراسیون) از قطعات تحقیقاتی پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری برداشت شدند. بلافاصله بعد از برداشت و قبل از تیماردهی میزان ترکیب‌های زیست‌فعال میوه‌ها اندازه‌گیری شد (جدول۱).

جدول۱- میزان ترکیب‌های آنتی‌اکسیدانی میوه پرتقال‌های تامسون ناول و توسرخ مورو در زمان برداشت

	فنل کل گوشت (mg/g)	فنل کل پوست (mg/g)	کاروتنوئید کل گوشت (mg/ml)	کاروتنوئید کل پوست (mg/ml)	آسکوربیک اسید گوشت (mg/۱۰۰g)	آنتوسیانین کل گوشت (mg/L)	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گوشت(٪)	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پوست (٪)
تامسون	۰/۳۶	۰/۲۴	۰/۲۷	۰/۳۸	۳۱/۵۰	–	۳۵/۳۴	۱۴/۸۱
مورو	۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۰۸	۰/۵۰	۳۷/۷۵	۰/۱۴	۳۶/۸۹	۴۳/۳۹

تیماردهی

میوه‌های عاری از آسیب‌دیدگی، آلودگی و با اندازه‌ی یکسان به هفت گروه (۶۹ عددی) شامل سه تکرار (دارای ۲۳ میوه) تقسیم شدند. تیمارهای پس از برداشت شامل واکس پلی‌اتیلن (ترکیب‌های پلی‌اتیلنی)، واکس براق کننده (ورق ژلاتین با پایه خوراکی)، واکس انباری (موم عسل با پایه خوراکی)، واکس Britex Ti (۱۸ درصد وزنی واکس، ۰/۲ درصد وزنی ایمازالیل، ۰/۵ درصد وزنی تیابندازول)، پاکت پلی‌اتیلنی (۳۵×۲۵ سانتی‌متر و ضخامت ۰/۰۱ میلی‌متر)، قارچ‌کش تکتو ۶۰ و بدون پوشش (شاهد) بودند. میوه‌های پوشش داده شده به مدت سه ماه در سردخانه با دمای پنج درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۸۵ درصد نگهداری شدند. به فواصل زمانی صفر، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز، تعداد ۱۵ عدد میوه به طور تصادفی از هر تیمار انتخاب و ترکیب‌های با ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در دو بخش پوست و گوشت میوه اندازه‌گیری شدند.

اندازه‌گیری فنل کل

به منظور استخراج ترکیب‌های فنلی، بافت میوه به نسبت ۱:۳ به مدت ۱۸ ساعت در داخل حلال (متانولی برای بافت تامسون و متانول اسیدی شده برای بافت مورو) قرار داده شد. سپس نمونه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه و با سرعت ۶۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ (مدل Het-tich-Mikro 2ooR ساخت آلمان) شدند. میزان فنل کل با روش Folin–Ciocalteu و اسپکتروفتومتری اندازه‌گیری شد (Meyers *et al.*, 2003). در این روش ۵۰ میکرولیتر از عصاره متانولی با ۱۲۵میکرولیتر معرف فولین (پنج درصد) مخلوط شد. پس از پنج دقیقه در دمای ۲۵ درجه سلسیوس، ۱۰۰ میکرولیتر محلول هفت درصد بی‌کربنات سدیم به آن اضافه شد. در نمونه‌ی بلانک از آب دی‌یونیزه به جای عصاره اضافه شد. میزان جذب مخلوط واکنش بعد از ۱۲۰ دقیقه نگهداری در شرایط بدون نور، در طول موج ۷۶۵ نانومتر بوسیله دستگاه اسپکتروفتومتر نانودراپ (مدل ND-۱۰۰۰ ساخت آمریکا) اندازه‌گیری شد. خط استاندارد با استفاده از غلظت‌های مختلف گالیک اسید (۲/۵، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) بدست آمد. میزان فنل کل از روی خط استاندارد بر حسب میلی‌گرم گالیک اسید در ۱۰۰ گرم عصاره محاسبه شد.

اندازه‌گیری کاروتنوئید کل

برای سنجش میزان کاروتنوئید کل از روش لیچنتلر (Lichtenthaler, 1987) استفاده شد. مراحل استخراج با دقت کامل جهت به‌حداقل رساندن تماس با گرما و نور انجام شد. از نمونه‌های پوست و گوشت میوه منجمد شده در ازت برای پوست به نسبت ۱:۳ و برای بافت میوه نسبت ۱:۲ در حلال استن سرد به مدت ۱۵ دقیقه در دمای چهار درجه سلسیوس قرار داده شد. سپس نمونه‌ها به مدت پنج دقیقه و با سرعت ۶۰۰۰ دور در دقیقه با استفاده از سانتریفیوژ یخچال‌دار (مدل Hettich-Mikro 200R ساخت آلمان) دو بار سانتریفیوژ شدند. در هر مرحله قسمت شناور در دمای چهار درجه سلسیوس نگهداری شدند. نمونه‌های استخراج شده بلافاصله از دمای چهار درجه سلسیوس خارج و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر نانودراپ (مدل ND-1000 ساخت امریکا) میزان جذب نمونه‌ها در سه طول موج ۴۷۰، ۶۴۵، ۶۶۳ نانومتر اندازه‌گیری شدند. از محلول استن به‌عنوان بلانک استفاده شد. با استفاده از جذب نمونه‌ها در این سه طول موج و معادلات زیر کاروتنوئید کل بر حسب میلی‌گرم بر میلی‌لیتر محاسبه شدند.

$$Chla\ (mg/ml)=12.25\ A663-2.79\ A645$$

$$Chlb\ (mg/ml)=21.5\ A645-5.1\ A663$$

$$C(mg/ml)=((1000A470-1.8Chla-85.02Chlb)/198)\times(v/w)$$

اندازه‌گیری آسکوربیک‌اسید

غلظت آسکوربیک‌اسید عصاره میوه بر اساس کاهش رنگ ترکیب ۲،۶- دی کروفنل ایندوفنل (DCPIP) توسط آسکوربیک‌اسید اندازه‌گیری شد (Bor *et al.*, 2006). در این روش، مقدار یک گرم از بافت گوشت و پوست با سه میلی‌لیتر متافسفریک اسید (یک درصد) مخلوط شد. پس از گذشت نیم ساعت، مخلوط فوق در دمای چهار درجه سلسیوس و ۶۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شد. از محلول رویی ۵۰ میکرولیتر برداشته و به آن ۲۰۰ میکرولیتر DCPIP اضافه شد. میزان جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۲۰ نانومتر و در سه تکرار خوانده شد. نمونه‌ی بلانک حاوی ترکیب‌های فوق به جز عصاره‌ی میوه بود. غلظت آسکوربیک‌اسید با استفاده از خط رگرسیون استاندارد تهیه شده از غلظت‌های مختلف آسکوربیک‌اسید (۶/۲۵، ۱۲/۵، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر) در حضور DCPIP محاسبه شد.

اندازه‌گیری آنتوسیانین کل

میزان آنتوسیانین کل در پرتقال توسرخ مورو با استفاده از روش تفاوت pH اندازه‌گیری شد (Wrolstad, 1976). در این روش میزان جذب با استفاده از اسپکتروفتومتر نانودراپ در طول موج‌های ۵۲۰ و ۷۰۰ نانومتر همراه با بافرهای با pH متفاوت ۱ و ۴/۵ اندازه‌گیری شد. با استفاده از فرمول زیر میزان آنتوسیانین کل بر حسب میلی‌گرم سیانیدین ۳- گلوکوزاید در لیتر محاسبه شد.

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

$$\text{Total anthocyanin (mg/L)} = (A/26900)\ (10^3)\ (445.2)\ (5)$$

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

از روش برند-ویلیام و همکاران (Brand-Wil-liams *et al.*, 1995) با کمی تغییر استفاده شد. ابتدا ۵۰ میکرولیتر از عصاره متانولی با ۴۵۰ میکرولیتر آب دیونیزه رقیق شد. مقدار ۲۵ میکرولیتر عصاره و ۱۰۰ میکرولیتر DPPH (۰/۵ میلی مولار) به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق و شرایط تاریک جهت کامل شدن واکنش قرار داده شد. از متانول نیز به‌عنوان نمونه بلانک استفاده شد. جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر با اسپکتروفتومتر نانودراپ (مدل ND-1000 ساخت آمریکا) تعیین شد. درصد مهار رادیکال DPPH از فرمول درصد خنثی‌کنندگی رادیکال (DPPH=100 (1-As/Ac) محاسبه شد. در این معادله Ac جذب رادیکال DPPH بدون عصاره به‌عنوان کنترل و As جذب DPPH به‌علاوه نمونه است.

تجزیه‌ی آماری داده‌ها

داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C پس ازآزمون نرمال به‌صورت آزمایش فاکتوریل دو عامله (نوع پوشش و مدت زمان نگهداری) در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی و در سطح احتمال متناظر انجام شد. خطای استاندارد با استفاده از نرم افزار آماری SAS محاسبه شد.

۳- نتایج و بحث

میزان فنل کل گوشت و پوست میوه

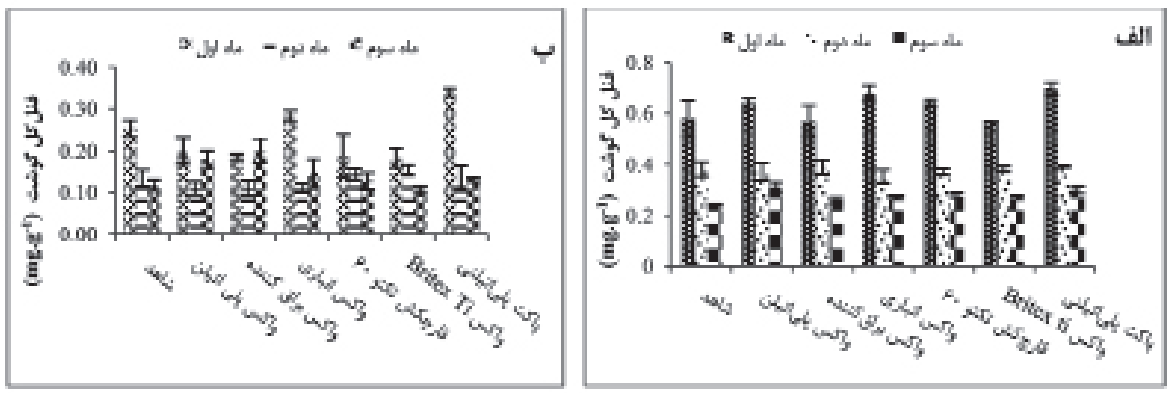
نتایج مقایسه میانگین داده‌ها (شکل‌های ۱ و ۲) نشان داد که در بافت گوشت و پوست هر دو رقم، میزان فنل کل در تیمارهای مختلف ابتدا نسبت به زمان برداشت (جدول۱)، تا ۳۰ روز اول انبارداری افزایش و سپس به‌طور معناداری کاهش یافتند. در نمونه‌برداری‌های روزهای ۶۰ و ۹۰، میزان فنل تیمارهای مختلف نسبت به شاهد تفاوت معناداری نداشتند. فنل کل پوست و گوشت رقم تامسون بیش‌تر از رقم مورو بود. در مقابل تاثیر تیمارها روی فنل کل

پوست میوه مورو مشهودتر بود. بدین ترتیب که فنل میوه‌های پوششی با واکس‌های انباری، براق‌کننده و پلی‌اتیلن دو ماه بعد از انبارداری کم‌تر از شاهد بود در حالی‌که در تیمار پاکت پلی‌اتیلنی و واکس بریتکس بالاتر بود (شکل ۲-ب).

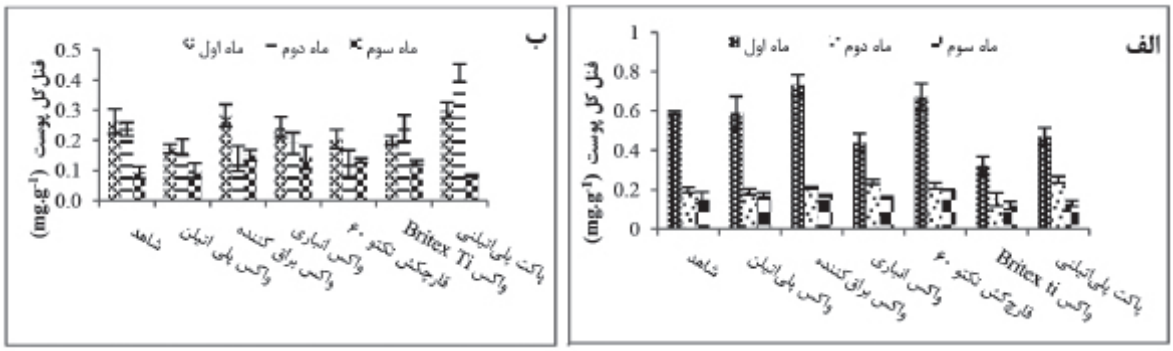
در مرکبات میزان فنل کل بستگی به مقدار آنتوسیانین، فلاوانون و اسیدهای هیدروسینامیک دارد. در پژوهشی طی ۳۰ روز اول و ۱۵ روز آخر (۱۰۵ روز انبارداری) افزایش معناداری در میزان فنل گوشت پرتقال مشاهده کردند (Huang *et al,* 2008) که با نتایج مشاهده شده در روز ۳۰ انبارداری در این پژوهش مطابقت داشت. پاکت پلی‌اتیلنی و واکس انباری سبب بالا بودن فنل گوشت میوه‌ی هر دو رقم نسبت به سایر تیمارها شد. به‌طور مشابه در گزارشی تیمارهای واکس و کیسه پلی‌اتیلنی سطوح بالایی از فنل‌کل در اوایل دوره انبارداری را داشتند (Shen *et al.*, 2012).

در این آزمایش قارچ‌کش تکتو اثر معناداری روی فنل‌کل پوست و گوشت هر دو رقم نسبت به شاهد نداشت. در مقابل راپیساردا و همکاران (۲۰۰۸) مشاهده کردند ترکیب‌های فنلی میوه‌ی پرتقال تیمار شده با قارچ‌کش طی نگهداری افزایش و به دنبال آن در انتهای انبارداری کاهش یافتند. روند کاهشی فنل کل طی انبارداری با برخی پژوهش‌ها مطابقت داشت (Rapisarda *et al.*, 2008). در این راستا کاهش فنل آب‌میوه پرتقال طی نگهداری در دمای چهار درجه سلسیوس به مدت یک روز (Zvaigzne *et al*, 2009) و کاهش فنل کل میوه کیوی (عشورنژاد و همکاران، ۱۳۹۱) گزارش شده است. در حالی‌که میزان فنل کل میوه لیمو و پرتقال سیاورز در دمای پایین طی انبارداری افزایش یافت (Mohammadian et al, 2011). بررسی‌ها نشان داد که میوه‌ها در دوره‌های نگهداری کوتاه مدت (۳۵ روزه) دارای مقادیر ثابتی از اسیدهای فنلی است که عمدتا از مسیر بیوسنتزی فنیل پروپانوئید مشتق شده‌اند. در ادامه و بعد از ۶۵ روز نگهداری به دلیل عملکرد آنزیم PAL در نقطه ورود مسیر اسید فنولیک، با کاتالیز کردن فنیل آلانین به اسید سینامیک، مقدار فنل کل در میوه‌های ذخیره شده کاهش می‌یابد (Ahmed *et al.*, 2021).

ترکیب‌های فنلی برخی میوه‌ها طی انبارداری ثابت می‌مانند (Kevers *et al,* 2007). در این پژوهش نیز در دو ماه آخر انبارداری میزان فنل تغییر جزئی نموده است. به‌طور مشابه شجاع و همکاران (۱۳۹۰) بیان کردند مقدار فنل میوه‌های پرتقال با افزایش زمان تغییر معناداری نداشت. در مطالعه‌ای دیگر میزان فنل طی دو ماه انبارداری ثابت بود و تغییرات بسته به رقم متفاوت بود (Shen *et al.*, 2012). تیمارهای پوششی به ویژه پاکت پلی‌اتیلنی و واکس انباری در حفظ ترکیب‌های فنلی گوشت میوه طی نگهداری نسبت به شاهد موثرتر بودند. در رابطه با ترکیب‌های فنلی پوست تیمارهای پوششی در ماه اول موثرتر بودند و در ادامه نگهداری تفاوتی بین شاهد و تیمارها وجود نداشت.



شکل ۱- اثر تیمارهای پوششی بر فنل‌کل گوشت میوه طی نگهداری در سردخانه الف- پرتقال تامسون ب- پرتقال مورو.



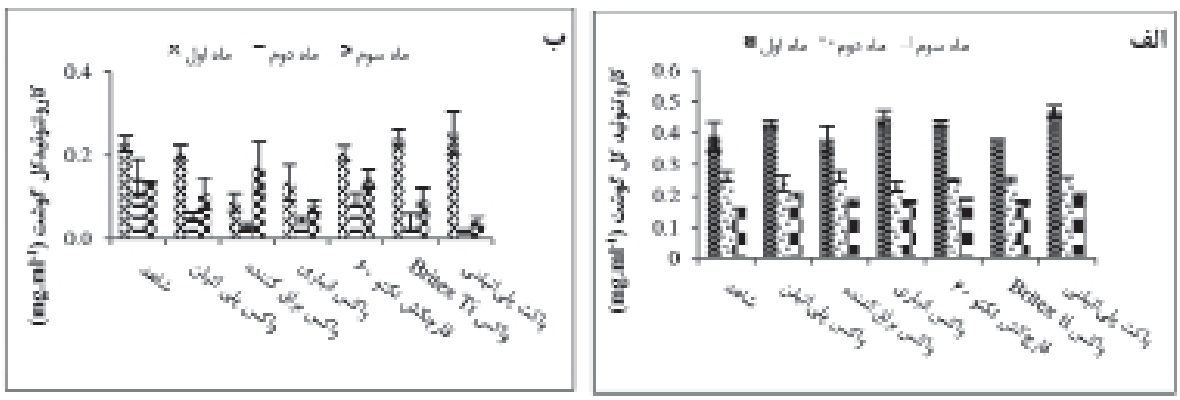
شکل ۲- اثر تیمارهای پوششی بر فنل کل پوست میوه طی نگهداری در سردخانه الف- پرتقال تامسون ب- پرتقال مورو.

میزان کاروتنوئید کل گوشت و پوست میوه

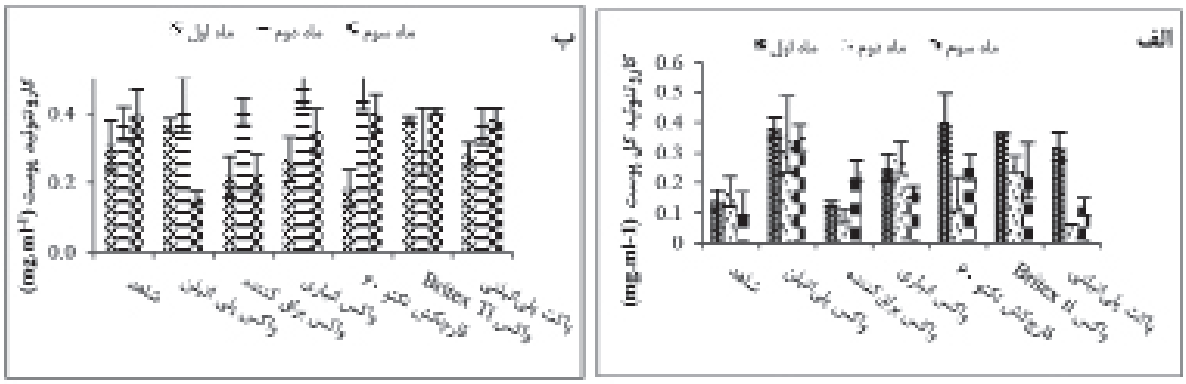
تیمارهای پوششی میوه تاثیر معناداری روی ترکیب‌های کاروتنوئید طی یک ماه اول انبارداری نسبت به شاهد داشتند. بر اساس شکل‌های ۳ و ۴ مشخص شد که به‌طورکلی میزان کاروتنوئید گوشت میوه در کلیه‌ی تیمارها و شاهد طی انبارداری کاهش یافت. ازوایگزنه و همکاران (Zvaigzne *et al,* 2009) گزارش کردند نگهداری میوه‌های پرتقال و گریپ‌فروت و لیمو در سردخانه باعث کاهش کاروتنوئید طی نگهداری شد. هم‌چنین کرونج و همکاران (Cronje *et al*, 2011) بیان کردند کاروتنوئید در دمای ۰/۵- درجه سلسیوس به‌تدریج کاهش یافت. روند کلی کاهش بویژه در گوشت میوه با این گزارش‌ها مطابقت داشت.

میزان کاروتنوئید پوست در شاهد و واکس پلی‌اتیلن طی انبارداری تغییر نکرد. پوست رقم مورو در تیمار با واکس‌های پلی‌اتیلن، براق‌کننده و انباری در نمونه‌برداری روز ۶۰ انبارداری سطح کاروتنوئیدی بالاتری داشتند. به‌طورکلی به دلیل تجمع لکه‌ای آنتوسیانین طی انبارداری در پوست میوه، به جز در پوشش پاکت پلی‌اتیلنی، این ترکیب در سایر تیمارها طی انبارداری در مقایسه با شاهد در نوسان بود (شکل ۴-ب).

تیمارهای پوششی در حفظ ترکیب‌های کاروتنوئیدی پوست و گوشت نسبت به شاهد اثر بیش‌تری داشتند. ترکیب‌های فنلی و کاروتنوئیدی دارای خواص آنتی‌اکسیدانی هستند. کاروتنوئیدها رنگدانه‌های اصلی مسئول رنگ جذاب پوست و گوشت مرکبات بوده و به مقدار زیادی به ارزش غذایی و آنتی‌اکسیدانی آنها کمک می‌کنند (Alquézar *et al.,* 2008). به نظر می‌رسد در رقم مورو با کاهش کاروتنوئیدها طی رسیدن و به ویژه طی نگهداری در انبار (شکل ۳-ب)، میزان آنتوسیانین‌ها افزایش می‌یابد که سهم بیش‌تری در ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه دارند.



شکل ۳- اثر تیمارهای پوششی بر کاروتنوئیدکل گوشت میوه طی نگهداری در سردخانه الف- پرتقال تامسون ب- پرتقال مورو.



شکل ٤- اثر تیمارهای پوششی بر کاروتنوئیدکل پوست میوه طی نگهداری در سردخانه الف- پرتقال تامسون ب- پرتقال مورو.

میزان آسکوربیک‌اسید میوه

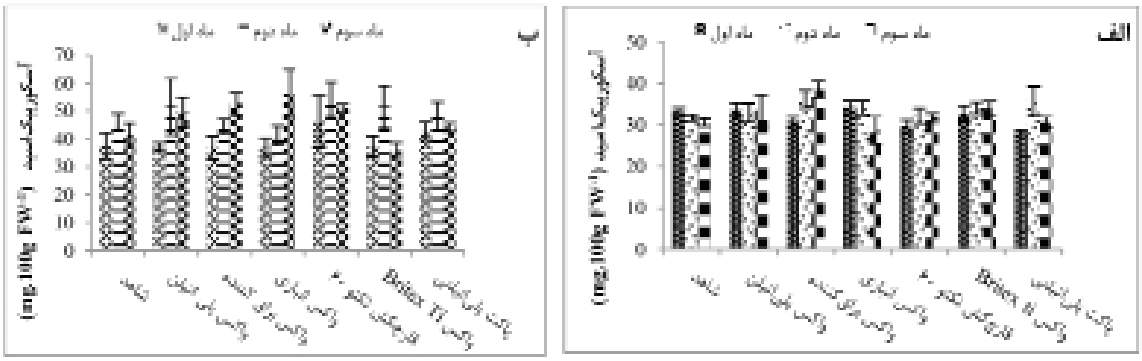
نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل ۵) نشان داد که تیمارهای پوششی باعث حفظ و گاهی افزایش میزان ویتامین C گوشت میوه هر دو رقم (در مقایسه با شاهد) شدند. مقدار ویتامین C میوه تامسون در زمان برداشت ۳۱/۵ میلی‌گرم در ۱۰۰گرم وزن تازه بود. در حالی‌که میوه‌های تامسون تیمار شده با واکس براق‌کننده در ماه دوم و سوم به‌ترتیب با مقادیر ۳۶/۱۷ و ۳۸/۵۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر (در مقایسه با سایر تیمارها) دارای بالاترین میزان آسکوربیک اسید بودند. در مقابل تیمارهای واکس انباری در میوه تامسون و واکس بریتکس در میوه مورو منجر به کاهش میزان آسکوربیک اسید طی انبارداری شدند. شجاع و همکاران (۱۳۹۰) افزایش اندک میزان ویتامین C میوه پرتقال تامسون‌ناول و بونی‌کیات و همکاران (Boonyakiat *et al,* 2012) کاهش تدریجی ویتامین C را در میوه‌های پوشش‌دار و بدون پوشش نارنگی را طی انبارداری گزارش کردند.

به‌طورکلی میوه‌ی مورو واکنش مثبتی نسبت به تیمارهای پوششی نشان داد و میزان آسکوربیک اسید در این تیمارها طی نگهداری بالاتر از زمان برداشت (۳۷/۷۵ میلی‌گرم در ۱۰۰گرم وزن تازه) بود (شکل۵-ب). به طور مشابه راپیساردا و همکاران (Rapisarda *et al.,* 2008) افزایش معناداری در مقدار ویتامین C میوه پرتقال تیمار شده با قارچ‌کش طی نگهداری گزارش کردند. احمد و همکاران (Ahmed *et al.,* 2007) نیز با استفاده از پوشش میوه پرتقال والنسیا با روغن جوجوبا (۳۰ درصد) توانستند روند کاهش آسکوربیک اسید را در مقایسه با تیمارهای بدون پوشش کاهش دهند. دلیل آن می‌تواند کاهش تنفس میوه‌ها یا اکسیداسیون محتوای آسکوربیک‌اسید باشد.

جدای از نوع تیمار میوه، روند کاهشی آسکوربیک اسید طی انبارداری بویژه در میوه‌های شاهد تامسون مشهود است. بر این اساس دل‌کارو و همکاران (Del Caro *et al.,* 2004) نیز کاهش معناداری در میزان ویتامین C میوه‌های نارنگی، پرتقال و گریپ‌فروت طی نگهداری گزارش کردند. کاهش مشاهده شده در شاهد نیز می‌تواند به دلیل افزایش تنفس باشد. این ترکیب مستعد به اکسیداسیون و تبدیل به فرم ضعیف دهیدروآسکوربیک‌اسید است (Hassan *et al.,* 2014).

میزان آنتوسیانین کل میوه

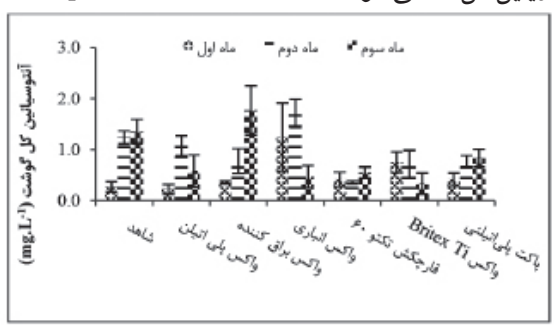
پرتقال توسرخ مورو در زمان برداشت دارای ۰/۱۴ میلی‌گرم در لیتر آنتوسیانین بود (جدول۱). طی ۳۰ روز اول انبارداری مقدار آن در شاهد و سایر تیمارها کاهش یافت ولی مجددا روند افزایشی داشت. آنتوسیانین در میوه‌های تیمار شده با واکس انباری و براق‌کننده بیش‌ترین بود. در پایان انبارداری



شکل ۵- اثر تیمارهای پوششی بر آسکوربیک‌اسید میوه طی نگهداری در سردخانه الف- پرتقال تامسون ب- پرتقال مورو.

فقط میوه‌های دارای واکس براق‌کننده نسبت به شاهد میزان آنتوسیانین بیش‌تری داشتند (شکل ۶).

آنتوسیانین‌ها در درون واکوئل سلول‌های گیاهی دامنه متنوعی از رنگدانه‌ها (قرمز تا آبی) را در برخی میوه‌ها ایجاد می‌نمایند. میوه پرتقال حاوی حدود ۳۰ نوع رنگدانه شناخته شده آنتوسیانین است. سیانیدین ۳- گلوکوزاید ترکیب اصلی پرتقال‌های توسرخ است. غلظت آنتوسیانین بستگی به ژنتیک، و عوامل فیزیولوژی موثر در رسیدن، خاک و خصوصیات آب و هوایی دارد (Kelebek *et al.*, 2008). در انبار، فرایند سنتز آنتوسیانین متوقف نشده و همانند آنچه در تیمار شاهد این آزمایش مشاهده شد روند افزایشی دارد. به‌طور مشابه میزان آنتوسیانین پرتقال‌های توسرخ مورو و تاراکو در دمای ۸ درجه سلسیوس انبار افزایش یافت. نگهداری طولانی مدت سبب هیدرولیز مشتقات هیدروکسی‌سینامیک به اسیدهای آزاد در مورو و ایجاد بوی بد ناشی از تولید وینیل‌فنل‌ها می‌شود (Rapisarda *et al.*, 2001).



شکل ٦- اثر تیمارهای پوششی بر آنتوسیانین کل میوه پرتقال توسرخ مورو طی نگهداری در سردخانه.

از طرفی این ترکیب به دلیل خواص آنتی‌اکسیدانی دارای ارزش غذایی بالایی بوده و تاکنون گزارشی مبنی بر سمی بودن این ترکیب مشاهده نشده است. بنابراین تیمارهای پس از برداشت چون واکس انباری که مانع هیدرولیز و کاهش آن طی انبارداری شوند اهمیت دارد.

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گوشت و پوست میوه

در زمان برداشت ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گوشت ارقام تامسون و مورو به ترتیب ۳۵/۳۴ و ۳۶/۸۹ درصد و در پوست به ترتیب ۱۴/۸۱ و ۴۳/۳۹ درصد بود (جدول۱). طی انبارداری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گوشت میوه‌های شاهد در هر دو رقم کاهش یافت. پاکت پلی‌اتیلنی در تامسون و واکس پلی‌اتیلن در مورو نیز تفاوت معناداری با شاهد نشان ندادند لیکن سایر تیمارها نقش مثبتی در حفظ ظرفیت آنتی اکسیدانی گوشت میوه داشتند (شکل ۶-الف و ب).

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پوست رقم تامسون در کلیه تیمارها الگوی مشابه شاهد را داشت لیکن در پوست مورو فقط ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پوست تیمار شده با پاکت پلی‌اتیلنی همانند شاهد روند کاهشی نشان داد (شکل ۷). هرچند ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پوست میوه تامسون متاثر از واکس براق‌کننده (بازاری) طی انبارداری تغییری نکرد. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پوست مورو در تیمار با واکس‌های پلی‌اتیلن، براق‌کننده، انباری و قارچکش تکتو تا ماه دوم انبارداری کاهش

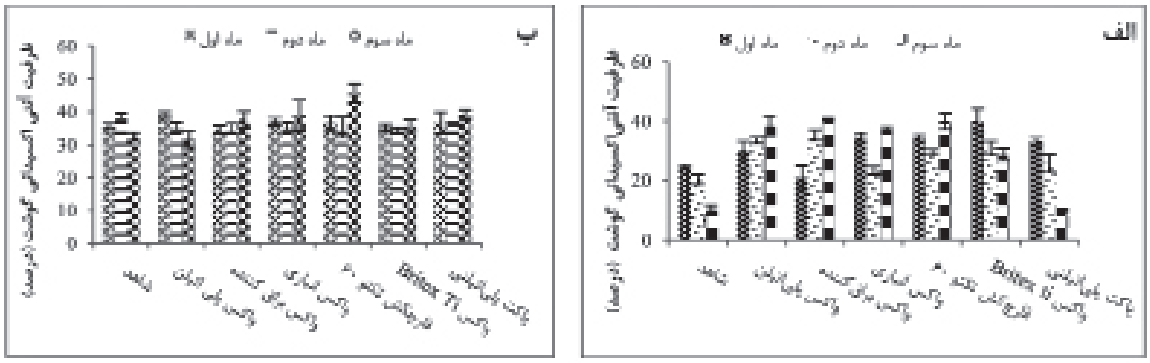
و سپس تا پایان انبارداری افزایش یافت (شکل۷-ب).

نقش مثبت‌تر تیمارهای پوششی در حفظ ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه با نتایج به‌دست آمده توسط پوتنگسیری و همکاران (Puttongsiri *et al.*, 2010) مطابقت داشت. آنها دریافتند که فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ی نارنگی پوشش‌دار طی نگهداری افزایش یافت. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گوشت پرتقال تیمار شده با قارچ‌کش ایمازالیل طی نگهداری افزایش معناداری نشان داد (Rapisarda *et al.*, 2008) که مشابه نتایج به‌دست آمده از تیمار قارچ‌کش در این پژوهش بود.

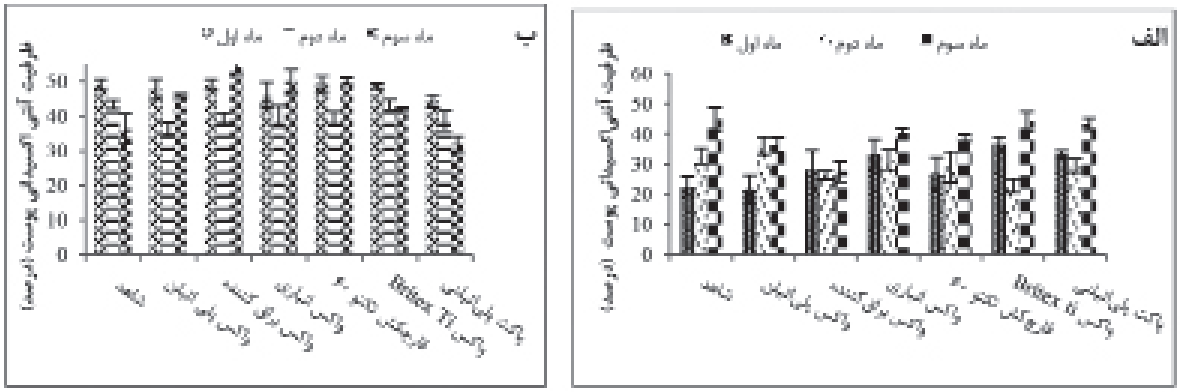
با اینکه در میوه‌های بدون پوشش (شاهد) ظرفیت آنتی‌اکسیدانی روند کاهشی داشت ولی برخی گزارش‌ها بیان کردند که ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌های نارنگی، پرتقال، گریپ‌فروت و لیمو طی نگهداری افزایش یافت (Zvaigzne *et al,* 2009.,

Del Caro *et al.*, 2004). در مقابل، گزارش شده که ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گوشت میوه‌ی لیمو و پرتقال سیاورز (Mohammadian *et al,* 2011) و پرتقال تامسون‌ناول (شجاع و همکاران، ۱۳۹۰) در دماهای مختلف نگهداری کاهش یافت.

افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی طی انبارداری در گوشت میوه‌های پوشش داده شده با واکس به دلیل مقاومت پلی‌فنل‌ها در برابر اکسیداسیون شیمیایی و آنزیمی بوده و بدین وسیله مانع کاهش آنتی‌اکسیدان‌ها طی انبارداری نیز می‌شود (فتاحی مقدم و کیااشکوریان، ۱۳۹۲). افزایش کارایی آنتی‌رادیکالی گوشت در رقم توسرخ مورو در پایان انبارداری به جز در شاهد و واکس پلی‌اتیلن می‌تواند به دلیل افزایش ترکیب‌های فلاونوئیدی آنتوسیانین باشد.



شکل ۷- اثر تیمارهای پوششی بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گوشت میوه طی نگهداری در سردخانه الف- پرتقال تامسون ب- پرتقال مورو.



شکل ۸- اثر تیمارهای پوششی بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پوست میوه طی نگهداری در سردخانه الف- پرتقال تامسون ب- پرتقال مورو.

نتیجه‌گیری

در میان واکس‌های استفاده شده، واکس انباری و واکس Britex Ti نقش موثری در حفظ ترکیب‌های آنتی‌اکسیدانی طی انبارداری داشتند. واکس‌های پلی‌اتیلن و براق‌کننده به دلیل مسدود نمودن منافذ پوست میوه و اختلال در تنفس، برای نگهداری طولانی مدت مرکبات مناسب نیستند. استفاده از پاکت پلی‌اتیلنی مشروط به ضدعفونی میوه قبل از پوشش برای حفظ کیفیت ظاهری و ارزش غذایی میوه مناسب است. در صورت استفاده نکردن از واکس، بهتر است میوه‌ها با قارچکش تکتو ۶۰ (مجاز) ابتدا ضدعفونی شده و سپس در سردخانه قرار داده شوند.

سپاسگزاری

این مقاله برگرفته از پروژه تحقیقاتی با شماره مصوب ۹۲۱۰۲-۱۷-۱۷-۴ متعلق به پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری و به سفارش و حمایت مالی شرکت نانو واحد صنعت پرشیا است که از هر دو واحد سپاسگزاری می‌شود.

تضاد و تعارض منافع

نویسنده هرگونه تعارض و تضاد منافع اعم از تجاری و غیرتجاری و شخصی را که در ارتباط مستقیم یا غیرمستقیم با اثر منتشرشده است رد می‌نمایند.

منابع

آمارنامه کشاورزی محصولات باغبانی وزارت جهاد کشاورزی. (۱۴۰۰). معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات، تهران، ایران. قابل دسترسی در آدرس: *http://www.maj.ir*

ابوطالبی، ع. و جانپرور، ف. (۱۳۸۹). تاثیر عصاره نعناع و اوکالیپتوس برکاهش ضایعات پس از برداشت پرتقال واشینگتن ناول. پنجمین همایش ملی ایده‌های نو در کشاورزی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان (اصفهان)، دانشکده کشاورزی.

شجاع، آ.، قاسم‌نژاد، م. و مرتضوی، س. ن. ا. (۱۳۹۰). تغییرات ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پس از برداشت میوه پرتقال‌های تامسون ناول و توسرخ در طی انبارداری. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۵، (۲)، ۱۴۷-۱۵۵.

عشورنژاد، م.، قاسم‌نژاد، م.، آقاجانزاده، س.، فتاحی‌مقدم، ج. و بخشی، د. (۱۳۹۱). ارزیابی عمر انبارمانی وکیفیت پس ازبرداشت میوه‌های کیوی رقم هایوارد تولیدشده درسیستم‌های کشاورزی ارگانیک ومتداول. نشریه دانشکده کشاورزی وتولید پایدار، ۲۲ (۳).

فتاحی‌مقدم، ج. و کیااشکوریان، م. (۱۳۹۲). واکنش ترکیبات بیواکتیو میوه برخی از مرکبات به پوشش واکس طی انبارداری. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی، ۲۰ (۲)، ۵۹-۷۲.

فتاحی‌مقدم، ج.، بخشی، د.، فقیه‌نصیری، م.، کیااشکوریان، م.، تاجور، ی. و نجفی، ک. (۱۳۹۰). اندازه‌گیری کمی ترکیبات ایجاد کننده تلخی در گونه‌های مختلف مرکبات در شرایط سرما و یخزدگی. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی موسسه تحقیقات مرکبات کشور.

Ahmed, D. M., El-Shami, S. M., & El-Mallah, M. H. (2007). Jojoba oil as a novel coating for exported Valencia orange fruit. Part 1. The use of trans (isomerized) jojoba oil. *Am. Eurasian. J. Agric. Environ. Sci*, 2, 173-181.

Ahmed, W., Azmat, R., Mehmood, A., Ahmed, R., Liaquat, M., Khan, S. U., ... & Khan, S. M. (2021). Comparison of storability and seasonal changes on new flavonoids, polyphenolic acids

and terepene compounds of *Citrus paradisi* (grapefruit) cv. shamber through advance methods. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15(4), 2915-2921.

Alquézar, B., Rodrigo, M. J., & Zacarías, L. (2008). Carotenoid biosynthesis and their regulation in citrus fruits. *Tree and Forestry Science and Biotechnology,* 2(1), 23-37.

Büchele, F., Neuwald, D. A., Scheer, C., Wood, R. M., Vögele, R. T., & Wünsche, J. N. (2021). Assessment of a Postharvest Treatment with Pyrimethanil via Thermo-Nebulization in Controlling Storage Rots of Apples. *Agronom*y, 12(1), 34.

Ansari, N. A., & Feridoon, H. (2007). Postharvest application of hot water, fungicide and waxing on the shelf life of valencia and local oranges of siavarz. *Asian Journal of Plant Sciences, 6(2), 314-319.*

Boonyakiat, D., Seehanam, P., & Rattanapanone, N. (2012). Effect of fruit size and coating material on quality of tangerine fruit cv. Sai Nam Phueng. *Chiang Mai University Journal of Natural Sciences,* 11(2), 213-230.

Bosquez-Molina, E., Dominguez-Soberanes, J., Perez-Flores, L. J., Díaz-de-Léon-Sá, F., & Vernon-Carter, J. (2002, August). Effect of edible coatings on storage life of Mexican limes (*Citrus aurantifolia Swingle*) harvested in two different periods. In XXVI *International Horticultural Congress: Citrus and Other Subtropical and Tropical Fruit Crops: Issues, Advances and 632* (pp. 329-335).

Costanzo, G., Iesce, M. R., Naviglio, D., Ciaravolo, M., Vitale, E., & Arena, C. (2020). Comparative studies on different citrus cultivars: A revaluation of waste mandarin components. Antioxidants, 9(6), 517.

Cronje, P. J., Barry, G. H., & Huysamer, M. (2011). Postharvest rind breakdown of 'Nules Clementine'mandarin is influenced by ethylene application, storage temperature and storage duration. *Postharvest Biology and Technology*, 60(3), 192-201.

Del Caro, A., Piga, A., Vacca, V., & Agabbio, M. (2004). Changes of flavonoids, vitamin C and antioxidant capacity in minimally processed citrus segments and juices during storage. *Food chemistry*, 84(1), 99-105.

Erkan, M., Pekmezci, M., & Wang, C. Y. (2005). Hot water and curing treatments reduce chilling injury and maintain post-harvest quality of 'Valencia'oranges. *International journal of food science & technology,* 40(1), 91-96.

Hassan, Z. H., Lesmayati, S., Qomariah, R., & Hasbianto, A. (2014). Effects of wax coating applications and storage temperatures on the quality of tangerine citrus (*Citrus reticulata*) var. Siam Banjar. *International food research journal*, 21(2).

Huang, R., Xia, R., Lu, Y., Hu, L., & Xu, Y. (2008). Effect of pre-harvest salicylic acid spray treatment on post-harvest antioxidant in the pulp and peel of 'Cara cara'navel orange (*Citrus sinenisis* L. Osbeck). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(2), 229-236.

Jeong, S. T., Goto-Yamamoto, N., Kobayashi, S., & Esaka, M. J. P. S. (2004). Effects of plant hormones and shading on the accumulation of anthocyanins and the expression of anthocyanin biosynthetic genes in grape berry skins. *Plant science*, 167(2), 247-252.

Kelebek, H., Canbas, A., & Selli, S. (2008). Determination of phenolic composition and antioxidant capacity of blood orange juices obtained from cvs. Moro and Sanguinello (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) grown in Turkey. *Food Chemistry*, 107(4), 1710-1716.

Kellerman, M., Liebenberg, E., Njombolwana, N., Erasmus, A., & Fourie, P. H. (2018). Postharvest dip, drench and wax coating application of pyrimethanil on citrus fruit: Residue loading and green mould control. *Crop Protection*, 103, 115-129.

Mohammadian, M. A., Mobrami, Z., & Sajedi, R. H. (2011). Bioactive compounds and antioxidant capacities in the flavedo tissue of two citrus cultivars under low temperature. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 23, 203-208.

Njoku, P. C., Ayuk, A. A., & Okoye, C. V. (2011). Temperature effects on vitamin C content in citrus fruits. *Pakistan Journal of Nutrition*, 10(12), 1168-1169.

Puttongsiri, T., & Haruenkit, R. (2010). Changes in ascorbic acid, total polyphenol, phenolic acids and antioxidant activity in juice extracted from coated kiew wan tangerine during storage at 4, 12 and 20 C. *Agriculture and Natural Resources*, 44(2), 280-289.

Rapisarda, P., Bellomo, S. E., & Intelisano, S. (2001). Storage temperature effects on blood orange fruit quality. *Journal of agricultural and food chemistry*, 49(7), 3230-3235.

Rapisarda, P., Bianco, M. L., Pannuzzo, P., & Timpanaro, N. (2008). Effect of cold storage on vitamin C, phenolics and antioxidant activity of five orange genotypes [Citrus sinensis (L.) Osbeck]. *Postharvest biology and technology*, 49(3), 348-354.

Sdiri, S., Navarro, P., Monterde, A., Benabda, J., & Salvador, A. (2012). Effect of postharvest degreening followed by a cold-quarantine treatment on vitamin C, phenolic compounds and antioxidant activity of early-season citrus fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 65, 13-21.

Shein, N. N., Jaroenkit, T., Ussahatanonta, S., & Jarassamrit, N. (2008). Effect of wax coating on the postharvest quality of «Sai Nam Peung» mandarin orange (*Citrus retculata Blanco*). *Agricultural Science Journal,* 39(3), 13-6.

Zvaigzne, G., Karklina, D., Seglina, D., & Krasnova, I. (2009). Antioxidants in various citrus fruit juices. *Chemine Technologija*, 3(52), 56-61.