نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۱، شماره ۴، مهر- آبان ۱۳۹۴، ص. ۴۷۲-۴۵۸

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 11, No. 4, Oct- Nov 2015, p. 458-472

# بررسی امکان حفظ کیفیت میوه پرتقال تامسون‌ناول(*Citrus sinensis* cv. Thomson Navel) با استفاده از تیمارهای پوششی در انبار معمولی

زهرا شعبانیان[۱]- جواد فتاحی مقدم*[۲]- سید ابوالحسن علوی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۴/۱۴

## چکیده

نقش انبار و پوشش میوه‌ها در حفظ ارزش غذایی و افزایش عمر انباری میوه پرتقال تامسون اهمیت دارد. در این پژوهش میوه پرتقال تامسون بعد از پوشش‌دهی (واکس پلی اتیلن، واکس براق کننده، واکس انباری، واکس Britex Ti، پاکت فریزر، قارچ‌کش تکتو ۶۰ و بدون پوشش) به مدت سه ماه در انبار معمولی (دمای ۱۲-۵ سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۷۵-۸۵ درصد) نگهداری شد. به فاصله هر ۳۰ روز با نمونه‌برداری از انبار خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی میوه ارزیابی شد. نتایج نشان داد که در کلیه‌ی تیمارها با کاهش وزن، درصد آبمیوه نیز کاهش یافت ولی میوه‌های پوشش داده شده با پاکت فریزر بیشترین درصد آبمیوه (۳۸/۴ درصد) و کمترین کاهش وزن (۱/۰۴ گرم) را داشتند. میزان ضایعات در ۳۰ روز اول انبارداری و در تیمار با پاکت فریزر افزایش یافت. شاخص‌های رنگ ($L^*$, $c$, $h$) طی نگهداری در کلیه تیمارها در حد استاندارد بود. بطورکلی نسبت TSS/TA طی نگهداری افزایش معنی‌داری داشت ولی در تیمار شاهد با میانگین ۱۶/۱۴ در بالاترین سطح بود. بیشترین مقدار فنل‌کل مربوط به تیمار پاکت فریزر با مقدار ۰/۷۱ میلی‌گرم در گرم بود. مقدار آسکوربیک‌اسید تا انتهای دوره انبارداری در میوه‌های تیمار شده با Britex Ti با مقدار ۴۲/۳۳ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم نسبت به شاهد افزایش یافت. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در پوست و گوشت بجز تیمارهای شاهد و پاکت فریزر افزایش یافت. تیمارهای واکس انباری و بریتکس نقش موثری در حفظ خصوصیات کیفی میوه داشتند ولی بر اساس ارزیابی حسی، پوشش پاکت فریزر جدای از میزان ضایعات بالا اثر مطلوب بیشتری روی کیفیت میوه داشت.

**واژه‌های کلیدی:** انبارمعمولی، پوشش، پرتقال تامسون، کیفیت

## مقدمه

استان مازندران رتبه‌ی اول تولید و سطح زیر کشت مرکبات را داراست. بیش از دو میلیون تن از تولید کل مرکبات کشور (بیش از چهار میلیون تن) به این استان تعلق دارد. از این مقدار، فقط بخشی به طور مستقیم وارد بازار مصرف می‌شود و قسمت عمده‌ی آن به مدت ۳ تا ۴ ماه به ویژه در انبارهای معمولی (سرد) نگهداری می‌شود. به دلیل ضعیف بودن شرایط بهینه در این انبارها هر ساله شاهد میزان ضایعات بالا در این انبارها هستیم. برای کاهش ضایعات و افزایش کیفیت ظاهری و درونی (ترکیب‌های مفید) پس از برداشت میوه، کاربرد برخی از پوشش‌ها و نگهداری در شرایط مناسب مورد توجه محققان قرارگرفته است (Marcilla*et al*., 2009; Obenland*et al*., 2011; Puttongsiri*et al*., 2010). کاهش وزن و آب میوه از مسایل مهم و مرتبط با نگهداری مرکبات است. بر این اساس مارسیلا و همکاران (۲۰۰۹) با کاربرد واکس با درصد مواد جامد مختلف روی نارنگی طی نگهداری دریافتند که میوه‌های تیمارشده با واکس با غلظت ۷۰٪ کمترین کاهش وزن را داشتند. دمای انبار نیز در میزان آب از دست‌دهی میوه طی انبارداری موثر است. نتایج پژوهشی روی گریپ‌فروت نشان داد که کاهش وزن در دمای ۶ درجه سانتی‌گراد نسبت به ۱۰ درجه سانتی‌گراد کمتر بود (Paillyet *al*., 2004). تفتی و همکاران (۱۳۸۳) نیز با بررسی اثر تیمارهای پس از برداشت روی میوه پرتقال دریافتند که کاهش وزن طی نگهداری (دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۸۵-۹۰٪) افزایش یافت.

نسبتTSS/TA بیان‌کننده مزه میوه است. اُبنلاند و همکاران

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم و تحقیقات تهران، ایران.
۲- استادیار، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران.
۳- استادیار گروه مهندسی شیمی، دانشگاه علوم و تحقیقات تهران، ایران.
(* - نویسنده مسئول: Email: j.fattahi@areo.ir )

(۲۰۱۱) با نگهداری میوه نارنگی در دمای ۰، ۴ و۸ درجه سانتی‌گرادمشاهده کردند که نسبت TSS/TA طی نگهداری افزایش یافت. نتایج پژوهش Marcilla و همکاران (۲۰۰۶) روی پرتقال والنسیا نیز نشان داد که دما (۵، ۱۵، ۲۰ و۲۵ درجه سانتی‌گراد) و مدت نگهداری (یک ماه) مقدار TSS/TA را افزایش دادند.

آسکوربیک‌اسید مهم‌ترین ماده مغذی در میوه مرکبات به دلیل خاصیت آنتی‌اکسیدانی است (Puttongsiri*et al* ., 2010). این مواد مغذی به دما حساس بوده و با قرار گرفتن در شرایط نامناسب مقدار آنها در میوه کاهش می‌یابد. در این زمینه Klimczak و همکاران (۲۰۰۷) با بررسی اثر مدت و دمای نگهداری (دماهای ۱۸، ۲۸ و۳۸ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶ ماه) روی ترکیبات مفید دریافتند که کاهش در ظرفیت آنتی‌اکسیدانی به دلیل کاهش در مقدار آسکوربیک‌اسید و فنل‌کل طی نگهداری بود. Shen و همکاران (۲۰۱۲) با کاربرد واکس و فیلم بسته‌بندی روی میوه پرتقال هاملین و نارنگی ساتسوما و نگهداری در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد برای مدت ۶۰ روز دریافتند که آسکوربیک‌اسید طی ۴۵ روز از نگهداری به‌تدریج کاهش یافت. در مقابل ابوطالبی و همکاران (۱۳۸۹) با کاربرد پوشش‌های خوراکی از عصاره نعناع و اوکالیپتوس روی پرتقال واشنگتن‌ناول دریافتند که تیمارها تاثیر معنی‌داری بر میزان آسکوربیک‌اسید نداشتند.

ترکیب‌های فنلی دارای خواص آنتی‌اکسیدانی هستند و تحت تاثیر دما و شرایط نگهداری قرار می‌گیرند. Rapisarda و همکاران (۲۰۰۸) پنج ژنوتیپ پرتقال را با قارچ‌کش ایمازالیل تیماردهی و طی نگهداری یک افزایش اولیه و به‌دنبال آن کاهش در فنل‌کل مشاهده کردند. Puttongsiri و همکاران (۲۰۱۰) دریافتند که پوشش دادن میوه نارنگی (کیوون) با پوشش تجاری و نگهداری میوه در سه دمای ۲۰، ۱۲، ۴ درجه سانتی‌گراد برای پنج هفته میزان فنل کل میوه در دمای ۴ و ۱۲ درجه سانتی‌گراد نسبت به دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد ابتدا افزایش و سپس در انتها کاهش یافت.

دمای نگهداری در صفات حسی میوه و طعم میوه نیز موثر است. marcilla و همکاران (۲۰۰۶)با بررسی اثر دماهای مختلف روی عطر و طعم پرتقال والنسیا در انبار دریافت که دماهای بالاتر طعم خاص میوه مرکبات راکاهش داد و بدطعمی افزایش یافت. Obenland و همکاران (۲۰۱۱) بیان کردند، عطر و طعم میوه بعد از ۴ هفته نگهداری در دماهای متفاوت به صورت بدطعمی افزایش یافت.

بیشتر تولیدکنندگان مرکبات در شمال کشور از انبار معمولی جهت نگهداری میوه مرکبات (تامسون) استفاده می‌نمایند. از طرفی هیچگونه مطالعه‌ای مبنی بر وضعیت کیفی میوه در این شرایط صورت نگرفته است.هدف از این آزمایش بررسی امکان حفظ کیفیت ظاهری و درونی میوه‌ی پرتقال تامسون با استفاده از تیمارهای پوششی در این نوع انبارها بود.

## مواد و روش‌ها

### مواد

در این آزمایش از میوه‌ی پرتقال تامسون ناول روی پایه پونسیروس استفاده شد. میوه‌ها بر اساس شاخص رسیدگی از ایستگاه تحقیقاتی کترا متعلق به موسسه‌ی تحقیقات مرکبات کشور برداشت شدند. ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی میوه‌ها در زمان برداشت به شرح جدول‌های ۱ و ۲ بود.

### تیماردهی

میوه‌های عاری از آسیب‌دیدگی، آلودگی و با اندازه‌ی یکسان به ۷ گروه (۶۹ عددی) شامل سه تکرار (دارای ۲۳میوه) تقسیم شدند. تیمارهای پس از برداشت شامل ۷ نوع به شرح واکس پلی‌اتیلن (ترکیبات پلی‌اتیلنی) واکس براق کننده (ورق ژلاتین با پایه خوراکی) واکس انباری(موم عسل با پایه خوراکی) واکس Britex Ti (۱۸٪ وزنی واکس، ۰/۲٪ وزنی ایمازالیل، ۰/۵٪ وزنی تیابندازول) پاکت فریزر، قارچ‌کش تکتو ۶۰ و بدون پوشش بودند. میوه‌های پوشش داده شده به مدت سه ماه در انبار معمولی (دمای ۵ تا ۱۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۷۵ تا۸۵ درصد) نگهداری شدند(شکل۱).به فواصل زمانی ۰،۳۰،۶۰ و۹۰ روز، تعداد ۱۵ عدد میوه به طور تصادفی از هر تیمار انتخاب و شاخص‌های کیفی میوه اندازه‌گیری شدند.

**جدول ۱- میزان برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی پرتقال تامسون ناول در زمان برداشت**

| وزن (g) | طول (mm) | عرض (mm) | حجم ($cm^3$) | ضخامت (mm) | TSS(%) | TA(%) | TSS/TA | ٪عصاره | EC (ms/cm) | pH |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۲۳۷/۸۵ | ۷۸/۶۹ | ۷۷/۴۱ | ۲۵۹/۰۰ | ۴/۰۹ | ۱۰/۹ | ۱/۲۳ | ۸/۹۳ | ۳۷/۵۰ | ۲/۲۴ | ۳/۳۹ |

**جدول ۲- میزان ترکیبات بیواکتیو پرتقال تامسون ناول در زمان برداشت**

| فنل کل پوست (mg/g) | فنل کل گوشت (mg/g) | درصد مهار DPPH پوست | درصد مهار DPPH گوشت | کاروتنوئید پوست (mg/ml) | کاروتنوئید گوشت (mg/ml) | آسکوربیک‌اسید گوشت (mg/100g) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۰/۲۴ | ۰/۳۶ | ۱۴/۸۱ | ۳۵/۳۴ | ۰/۳۸ | ۰/۲۷ | ۳۱/۵۰ |

**شکل۱- ثبت میانگین دما و رطوبت ماهیانه در انبار معمولی با نصب دیتالاگر**

### ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی

جهت اندازه‌گیری درصد کاهش وزن میوه تعداد سه عدد میوه از هر تکرار شماره گذاری شد و در هر نمونه‌برداری به آزمایشگاه منتقل و پس از اندازه‌گیری وزن آنها به سردخانه منتقل شد. با استفاده از فرمول مربوطه (۱۰۰ × (وزن اولیه/وزن ثانویه – وزن اولیه) = درصد کاهش وزن) درصد کاهش وزن محاسبه شد. درصد عصاره‌ی میوه با محاسبه درصد نسبت حجم عصاره به وزن میوه محاسبه شد. تغییرات رنگ پوست با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج مدل CR 400 – Minolta ساخت ژاپن و در سه نقطه‌ی پوست میوه اندازه‌گیری شد. در این روش مقادیر $L^*$ (درخشندگی)، $a^*$ (سبزی (–) به قرمزی (+)) و $b^*$ (آبی (–) به زردی (+))، زاویه رنگ و کروما اندازه‌گیری شد. میزان TSS بر حسب درصد توسط دستگاه رفرکتومتر چشمی (مدل Atago – ATC- 20 ساخت ژاپن)، در دامنه ۲۰ –۰ درصد برای هر یک از میوه‌ها اندازه‌گیری شد. به منظور اندازه‌گیری TA، ۱۰ میلی‌لیتر از عصاره میوه با ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر خلوط و با استفاده از دو قطره شناساگر فنل فتالئین با سود یک دهم نرمال تا ظهور رنگ صورتی روشن وpH برابر ۸/۲ تیتر شد.میزان ضایعات با شمارش تعداد میوه‌های آسیب دیده طی دوره‌ی انبارداری به فاصله‌ی هر ۵ روز و بر حسب درصدی از کل میوه‌ها محاسبه شد.

### ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

از روش Brand-Williams و همکاران (۱۹۹۵) 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 (۰/۵میلی 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. فعالیت 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، As جذب DPPH به‌علاوه نمونه است.

### اندازه گیری فنل کل

بمنظور استخراج ترکیبات فنلی،بافت میوه به نسبت ۱:۳ به مدت ۱۸ ساعت در داخل حلال متانولی قرار داده شد. سپس نمونه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه و با سرعت ۶۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ (مدل Hettich-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 (۵ درصد) مخلوط شد. پس از ۵ دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، ۱۰۰ میکرولیتر محلول ۷ 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-1000 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.

### 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 ۳ میلی‌لیتر متافسفریک اسید (۱٪) مخلوط شد. پس از گذشت نیم ساعت، مخلوط فوق در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد 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 ترکیبات 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 (شکل۳).

### آزمون حسی

در پایان دوره انبارداری، جهت آزمون حسی تعداد ۹ ارزیاب بصورت تصادفی از مجموع کارکنان زن و مرد با رده‌های سنی و شغلی مختلف از پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری کشورانتخاب شدند. ارزیاب‌ها به ویژگی‌هایی چون خصوصیات ظاهری پوست و گوشت، عطر، طعم، شیرینی، ترشی، تلخی و پذیرش کلی میوه در دامنه ۱ تا ۱۰ نمره دادند. حدود نمره‌ها بر اساس روش هدونیک بصورت ۱= ضعیف، ۵= رضایت بخش و ۱۰= عالی بود.

### تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C پس از آزمون 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 پنج درصد انجام شد. ضریب همبستگی‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد. خطای استاندارد با استفاده از نرم افزار آماری SAS محاسبه شد.

## نتایج و بحث

### میزان کاهش وزن

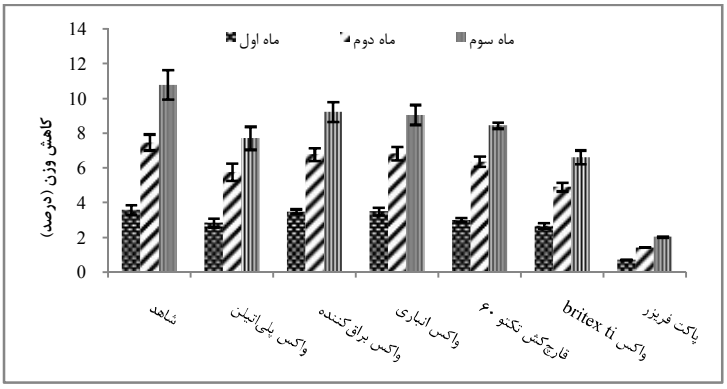
بطورکلی درصد کاهش وزن به‌تدریج با طولانی شدن مدت انبارداری افزایش یافت. کاهش وزن میوه‌های پوشش‌دهی شده نسبت به شاهد (۱۰/۷۹ گرم) کمتر بود. این حالت در ماه سوم مشهودتر بود و پوشش‌ها به طور معنی‌داری مانع آب از دست‌دهی آب میوه نسبت به شاهد شدند. پوشش پاکت فریزر و بعد از آن واکس بریتکس بیشترین تاثیر را در جلوگیری از کاهش وزن طی انبارداری داشتند (شکل ۲). بطور مشابه صفی‌زاده و راحمی (۱۳۸۴) بیان کردند کیسه‌های پلی‌اتیلنی با اختلاف معنی‌داری نسبت به کاربرد واکس از کاهش وزن میوه‌ی پرتقال والنسیا جلوگیری کرد. هم‌چنین در پژوهش قاسمی و همکاران (۱۳۸۸) مشخص شد که میوه‌ی نارنگی پیچ تیمار شده با پوشش پلی‌اتیلن کمترین کاهش وزن را نسبت به سایر تیمارها داشت. در پژوهشی کاهش وزن نارنگی‌های پوشش داده شده با شلاک[1] طی انبارداری در مقایسه با شاهد کاهش یافته بود (Puttongsiri*et al*., 2010). در مقابل Chien و همکاران (۲۰۰۷) مشاهده نمودند که با استفاده از پوشش کیتوسان و قارچ‌کش تیابندازول کاهش وزن در سراسر دوره انبارمانی افزایش یافت. کاهش وزن میوه‌های مرکبات طی انبارداری بستگی زیادی به طول دوره نگهداری و دمای انبار دارد. میزان کاهش وزن میوه‌ها به خاطر اختلاف در ضخامت پوست یا پوشش‌های حفاظت‌کننده مثل واکس‌ها روی کوتیکول پوست است که موانع طبیعی در مقابل خروج آب از میوه را ایجاد می‌کند (شجاع و همکاران، ۱۳۹۰). با توجه به داده‌های دیتا لاگر (شکل۱) برخلاف تغییرات دمایی که در انبار معمولی روند ثابتی داشت، رطوبت دارای روند غیریکنواخت بود به صورتیکه در روزهای انتهایی ماه اول و روزهای ابتدایی ماه دوم رطوبت انبار پایین بود. احتمال این وجود دارد که پایین بودن رطوبت انبار باعث از دست دادن آب میوه طی نگهداری شده باشد.

### میزان عصاره میوه

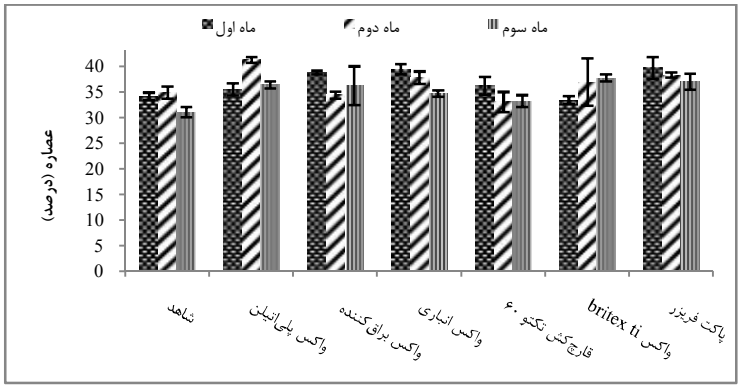
میزان عصاره میوه تا پایان انبارداری کاهش یافت. میوه‌های تیمار پاکت فریزر (۳۷/۰۹درصد) نسبت به شاهد و سایر تیمارها و همچنین شروع انبارداری (۳۷/۵ درصد) میزان آب میوه را در بالاترین سطح حفظ نمود. واکس انباری نیز تا ۶۰ روز انبارداری بطور معنی‌داری عصاره میوه را حفظ نمود (شکل ۳). در بیشتر منابع به کاهش درصد عصاره با طولانی شدن مدت نگهداری اشاره شده است. Pailly و همکاران (۲۰۰۴)نشان دادند که شرایط نگهداری (دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۸۵٪) که مشابه این آزمایش بود سبب کاهش درصد عصاره میوه گریپ‌فروت شد. Rapisarda و همکاران (۲۰۰۱) مشاهده نمودند دمای انبارداری و مدت نگهداری طولانی درصد عصاره پرتقال‌های خونی مورو و تاراکو را کاهش دادند. در مقابل پوشش می‌تواند نقش مثبتی داشته باشد. در این راستا میوه‌های نارنگی تیمار شده با پوشش واکس کیتوسان اثر بهتری بر حفظ درصد عصاره نارنگی داشت (Chien*et* al., 2007). کاهش وزن و درصد عصاره با یکدیگر همبستگی معکوس و معنی‌دار با ضریب تبیین r=۰/۳۴ در سطح ۱٪ داشتند. در انبارهای معمولی کمتر به رطوبت نسبی انبار توجه می‌شود. به همین دلیلپژمردگی پوست و چروکیدگی ظاهری در این نوع انبارها مشاهده می‌شود. معمولا، کاهش وزن میوه و از دست‌دهی آب در پوست طی نگهداری تحت شرایط رطوبت پایین سریع‌تر انجام می‌شود (Roongruangsiri*et al* ., 2013). به همین دلیل کاهش وزن شدید میوه‌ها در ۳۰ روز دوم انبارداری در نتیجه کاهش رطوبت محیط انبار از اواخر ماه اول تا اواسط ماه دوم انبارداری است (شکل۱).

1- Shellac

پوشش‌ها با توجه به شرایط دمایی یکنواخت و نوسانات رطوبتی موجود در انبار معمولی توانستند در کاهش وزن میوه‌های تیمار شده به‌طور موثر به ویژه در ماه های دوم و سوم عمل کنند. در صورت نبود پوشش مناسب میوه (تیمارهای قارچکش، واکس براق‌کننده و شاهد)، تامین رطوبت در این نوع انبارها ضروری است.



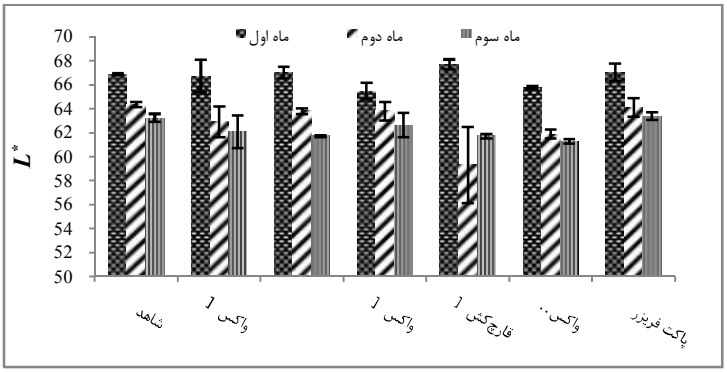

**شکل ۲- میزان کاهش وزن میوه تحت تاثیر تیمارهای پوششی و مدت نگهداری**



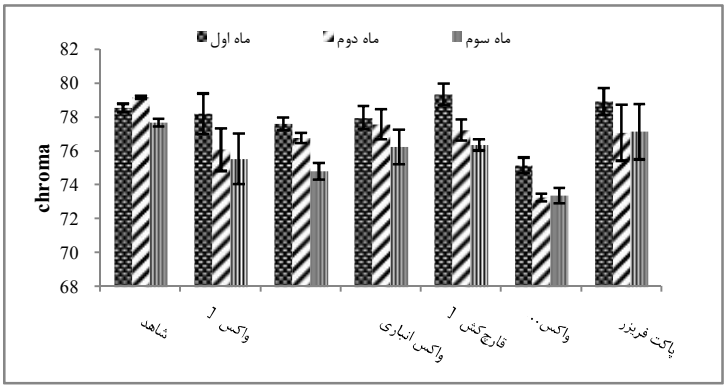

**شکل ۳- مقدار عصاره‌ی میوه تحت تاثیر تیمارهای پوششی و مدت نگهداری**

## تغییر رنگ پوست

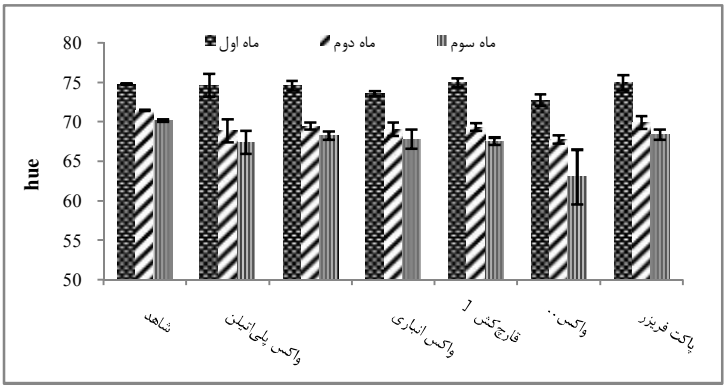
بطورکلی میزان درخشندگی پوست ($L^*$) طی مدت نگهداری کاهش یافت ولی این کاهش به جز در پوست میوه‌های تیمار شده با قارچکش تکتو تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشت (شکل ۴). میزان کروما ($C$) طی مدت انبارداری روند کاهشی داشت. در هر مرحله نمونه‌گیری پوست میوه‌های تیمار شده با واکس بریتکس بطور معنی‌داری میزان کرومای کمتری نسبت به سایر تیمارها داشت (شکل ۵).




**شکل ٤- میزان درخشندگی پوست میوه تحت تاثیر تیمارهای پوششی و مدت نگهداری**




**شکل ۵- میزان کروما‌ی پوست میوه تحت تاثیر تیمارهای پوششی و مدت نگهداری**




**شکل ٦- مقدار زاویه رنگ میوه تحت تاثیر تیمارهای پوششی و مدت نگهداری**

شاخص زاویه‌ی رنگ پوست (*h*) نیز با اینکه طی انبارداری کاهش یافت ولی فقط در تیمار واکس بریتکس در پایان انبارداری مقدار آن بطور معنی‌داری کمتر از سایر تیمارها بود. تیمار شاهد با میانگین ۷۰/۲۱ نسبت به سایر تیمارها کمترین کاهش را داشت (شکل ۶). شاخص‌های کروما و زاویه‌ی رنگ از عوامل مهم تعیین کیفیت ظاهری میوه محسوب می‌شوند و پژوهشگران مختلفی در مطالعات خود مورد توجه قرار داده‌اند( Miranda *et al.*,2007; Pon and Shu, 2007; Mohammadi*et al.*, 2008). بر اساس گزارشی مقادیر استاندارد سه شاخص روشنایی، کروما و زاویه رنگ پوست پرتقال را به ترتیب ۷۰-۶۵، ۶۰> و ۸۰> بیان شده است (Roux and Barry, 2006). بر اساس این مقادیر استاندارد درخشندگی میوه‌ی تامسون از نیمه‌های انبارمانی به ویژه در حالت استفاده از واکس بریتکس کاهش یافته است. در مقابل شاخص‌های کروما و هیو در میوه‌های شاهد و تیمار شده در حد استاندارد بودند. شاه‌بیک (۱۳۸۱) نیز گزارش کرد که رنگ پوست میوه نارنگی طی نگهداری و تحت تیمارهای متفاوت تغییر معنی‌داری نداشت. رنگ پوست میوه مرکبات شاخص مهمی برای مصرف‌کننده در زمان خرید است. بطور کلی مصرف‌کننده، میوه با رنگ نارنجی تیره را ترجیح می‌دهد. بر اساس مطالعه‌ای در خصوص تغییر شاخص‌های رنگ پوست میوه در انبار نیز مشخص شد که چنانچه میوه‌ها در حالت تغییر رنگ کامل برداشت شوند، طی انبارداری دچار تغییر فاحشی نمی‌شوند(فتاحی مقدم و همکاران، ۱۳۹۰).

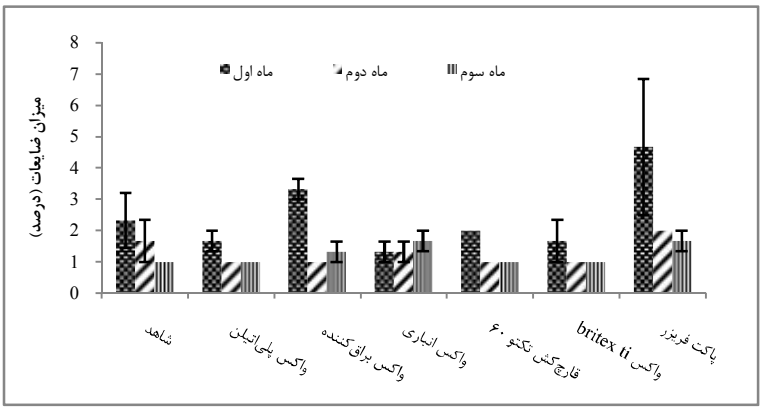
## میزان ضایعات

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که میزان ضایعات در ماه اول انبارداری بالاتر بود بدین‌صورت که میوه‌های داخل پاکت فریزر و تحت تیمار واکس براق‌کننده به ترتیب با مقدار۴/۶۷ و ۳/۳۳ درصد بیشترین مقدار را داشتند. سایر تیمارها با شاهد تفاوت معنی‌داری نداشتند (شکل ۷). صفی‌زاده و همکاران (۱۳۸۴) بیان کردند تیمارهای پوششی متفاوت پوسیدگی کمتری نسبت به شاهد در میوه‌ی پرتقال والنسیا داشتند و قارچکش ایمازالیل در میان تیمارها کمترین پوسیدگی را داشت. بطور مشابه قارچکش تکتو ۶۰ در این آزمایش نیز طی انبارداری میزان پوسیدگی میوه‌ها را کاهش داد. عمده عامل ایجاد ضایعات در انبار، پوسیدگی ناشی از قارچ‌های پنی‌سیلیومی است. به نظر می‌رسد در فضای بسته پاکت فریزر شرایط مناسب برای رشد این قارچ‌ها فراهم بوده است. دلیل بالا بودن ضایعات در ۳۰ روز اول نیز

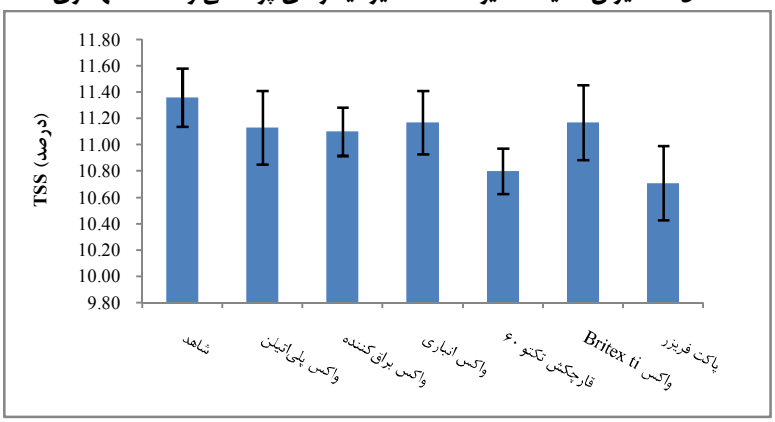
آسیب‌های ناشی از حین برداشت و حمل و نقل است که در انبار میوه‌های آسیب دیده دچار پوسیدگی شد و میزان ضایعات افزایش یافت.

### میزانTSS، TA، TSS/TA

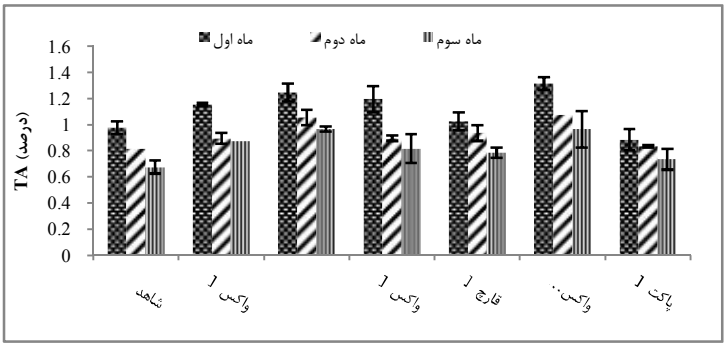
میزانTSS طی مدت زمان نگهداری تغییر معنی‌داری نکرد ولی تیمارهای پوششی اثر معنی‌داری داشتند. تیمار شاهد با میانگین ۱۱/۴۴ درصد نسبت به سایر تیمارها بیشترین مقدار TSS را داشت (شکل ۸). علاوه بر کاهش TA طی انبارداری، میزان TA میوه‌ها به‌طور معنی‌داری در تیمارهایی از جنس پوشش واکس در سطح بالاتری طی انبارداری حفظ شد(شکل ۹). به همین ترتیب نسبت TSS/TA در هر مرحله نمونه‌برداری در تیمارهای از نوع واکس به استثنای واکس انباری پایین‌تر بود (شکل ۱۰). معمولا روند کاهشی در میزان TSS و TA طی انبارداری میوه مرکبات گزارش شده است (Paillyet *al*., 2004). در مدیریت انبار مرکبات به ویژه از نوع معمولی تلاش می‌شود تا حد امکان نسبت این دو شاخص با جلوگیری از کاهش TA و یا پایین نگهداشتن TSSدر سطح کمتری حفظ شود. واکس‌های پلی‌اتیلن، براق‌کننده، انباری (تا ۳۰ روز) و بریتکس در این امر موفق عمل نمودند. در تحقیقی شرایط نگهداری نارنگی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد باعث کاهش میزان TA و افزایش مقدار TSS/TAمیوه‌ی نارنگی شد (Roongruangsiri*et al*., 2013) با اینکه دمای انبارمعمولی نسبت به سردخانه بالاتر بود (شکل۱) ولی پوشش‌های واکس دراین شرایط نیز این شاخص را در سطح پایین حفظ نمودند. متابولیسم ضعیف‌تر در استفاده از پوشش سبب حفظ اسیدهای آلی و تا حدودی کاهش این نسبت می‌شود. هرچند دمای نسبتا پایین انبار نیز در کاهش تنفس و متابولیسم میوه نقش دارد (Meng*et al*., 2008).



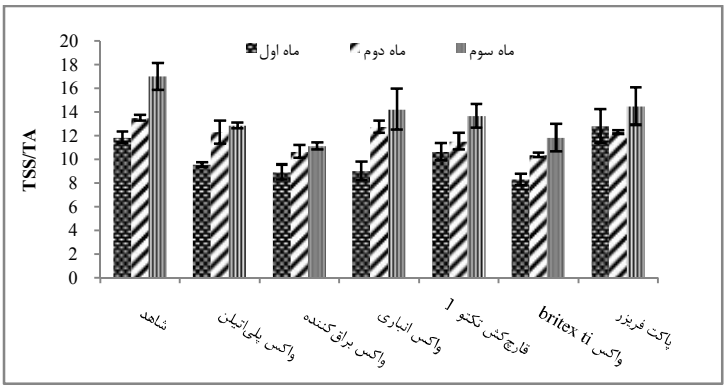

**شکل ۷- میزان ضایعات میوه تحت تاثیر تیمارهای پوششی و مدت نگهداری**




**شکل ۸- مقدار TSS میوه تحت تاثیر تیمارهای پوششی**




**شکل ۹- میزان TA میوه تحت تاثیر تیمارهای پوششی و مدت نگهداری**



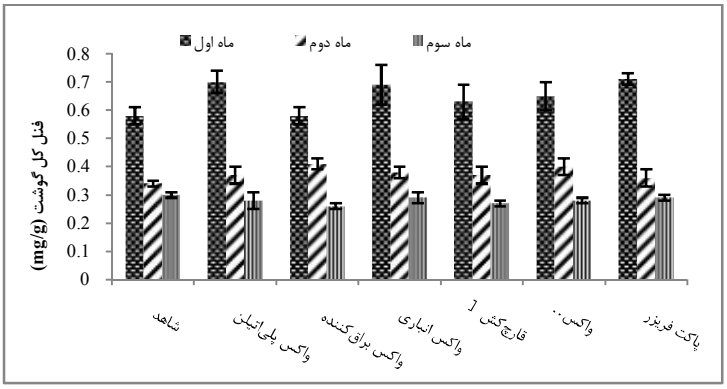

**شکل ۱۰- میزان TSS/TA تحت تاثیر تیمارهای پوششی و مدت نگهداری**

در تیمارهای شاهد، پاکت فریزری و قارچکش تکتو این نسبت طی انبارداری افزایش یافت. بطور مشابه Shen و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که با پوشش میوه‌ها میزان TSS/TAبه دلیل کاهش TAافزایش پیدا کرد. Pailly و همکاران (۲۰۰۴) نیز با نگهداری میوه گریپ‌فروت دردمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۸۵٪ دریافتند که میزان TSS/TA به دلیل کاهش TA افزایش یافت. افزایش درنسبت TSS/TA به علت اسیدیته پایین‌تر و یا شیرینی بیشتراست و روی طعم و مزه تاثیر می‌گذارد. کاهش در مقدار سیتریک‌اسید طی نگهداری میوه مرکبات ممکن است به‌علت استفاده از اسیدهای آلی برای تولید انرژی، تبدیل به قند و یا تخمیر الکلی در میوه‌های برداشت شده باشد(Roongruangsiri *et al*., 2013).

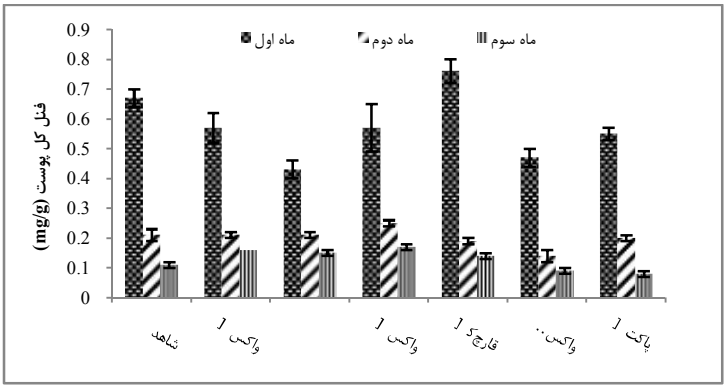
## فنل کل گوشت و پوست

بطورکلی تجمع ترکیب‌های فنلی در گوشت بیشتر از پوست میوه بود. میزان فنل کل میوه‌های تیمار شده در انبار معمولی فقط در ۳۰ روز اول انبارداری تحت تاثیر تیمارهای پوششی قرار گرفتند. در دو ماه پایانی، میزان فنل کل گوشت و پوست میوه در کلیه‌ی تیمارها کاهش یافت. تمامی پوشش‌ها بجز تیمار واکس براق کننده در ۳۰ روز اول نسبت به شاهد سبب افزایش میزان فنل گوشت (برخلاف پوست) نسبت به زمان برداشت شدند و بیشترین مقدار مربوط به تیمار پاکت فریزر با مقدار ۰/۷۱ میلی‌گرم در گرم گالیک‌اسید بود (شکل ۱۱). در پوست نیز قارچکش تکتو تاثیر زیادی در افزایش ترکیبات فنلی در ۳۰ روز اول انبارداری در مقایسه با شروع انبارداری داشت ولی مجددا مقدار آن کاهش یافت(شکل ۱۲).

روند کاهشی در کلیه تیمارها با یافته‌های Shen و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت داشت. آنها دریافتند که میزان فنل‌کل در میوه‌های پرتقال و نارنگی تیمارشده با واکس شلاک طی انبارداری کاهش یافت. تاثیر افزایشی در فنل کل پوست و گوشت در کلیه‌ی تیمارها و در ۳۰ روز اول انبارداری نیز مشابه یافته حاصل از میوه نارنگی تحت تیمار واکس شلاک بود(Puttongsiri*et al*., 2010). به نظر می‌رسد افزایش فنل حتی در شاهد به دلیل فعالیت بالای آنزیم فنیل‌آلانین آمونیالیاز است. این آنزیم در شرایط تنش پس از برداشت فعال‌تر است و روی میزان تولید فنل کل میوه اثر مثبت دارد (Oms-Oliu*et al*., 2008).




**شکل ۱۱- میزان فنل کل گوشت میوه تحت تاثیر تیمارهای پوششی و مدت نگهداری**




**شکل ۱۲- میزان فنل کل پوست میوه تحت تاثیر تیمارهای پوششی و مدت نگهداری**

بالا بودن فنل‌کل ناشی از فعالیت این آنزیم در پوست که در معرض مستقیم تنش‌های انبار معمولی است اهمیت بیشتری دارد (فتاحی مقدم و همکاران، ۱۳۹۰).

کاهش فنل در ماه‌های دوم و سوم انبارداری می‌تواند به علت اکسیداسیون ترکیب‌های فنلی ناشی از اختلال در غشای سلولی در دمای پایین باشد که به دنبال آن آنزیم‌های اکسیداتیو آزاد و ترکیب‌های فنلی را تخریب می‌کند. از طرفی کاهش ترکیب‌های فنلی طی انبارداری را به فرآیند پیری نیز نسبت داده‌اند ( شجاع و همکاران، ۱۳۹۰).

## آسکوربیک‌اسید

مقدار آسکوربیک‌اسید تا انتهای دوره انبارداری در میوه‌های تیمار شده باBritex Ti نسبت به شاهد افزایش یافت ولی در واکس انباری و قارچ‌کش تفاوت معنی‌داری با شاهد مشاهده نشد. میوه‌های پوشش داده شده با واکس‌های پلی‌اتیلن و براق‌کننده و پوشش پاکت فریزر میزان آسکوربیک اسید کمتری در پایان انبارداری داشتند(شکل ۱۳). آسکوربیک‌اسید بعنوان یک اسید با افزایش پیری بافت میوه در جریان واکنش‌های تنفسی مصرف می‌شود (قاسمی و همکاران، ۱۳۸۸، Klimczaket *al*, 2007). حال تیمارهایی که مانع کاهش شوند از این نظر می‌تواند مهم باشد. واکس Britex Ti به علت ممانعت از پیری باعث حفظ بیشتر میزان آسکوربیک اسید شد.

در برخی تیمارها نوعی نوسان در میزان آسکوربیک‌اسید به ویژه در ارزیابی دوم میوه‌ها طی انبارداری مشاهده شد. به طور مشابه در میوه‌های پرتقال و نارنگی تیمار شده با واکس شلاک طی ۶۰ روز نگهداری در انبار معمولی، مقدار آسکوربیک‌اسید طی ۴۵ روز اول کاهش تدریجی داشت که این کاهش در میوه‌های تیمار شده نسبت به شاهد بیشتر بود و سپس تا پایان دوره انبارمانی افزایش یافت (Shenet *al*., 2012).

در مجموع تیمارهای پوششی و شاهد در ماه اول تفاوتی در حفظ آسکوربیک‌اسید گوشت با یکدیگر نداشتند. این نتایج با یافته‌های برخی محققین مبنی بر نبود تفاوت معنی‌دار بین میوه‌های پوشش داده شده و شاهد از نظر میزان آسکوربیک اسید طی انبارداری مطابقت داشت (Sdiri *et al*, 2012; Puttongsiri*et al*, 2010). به نظر می‌رسد علت کاهش آسکوربیک اسید در برخی تیمارهای پوششی به

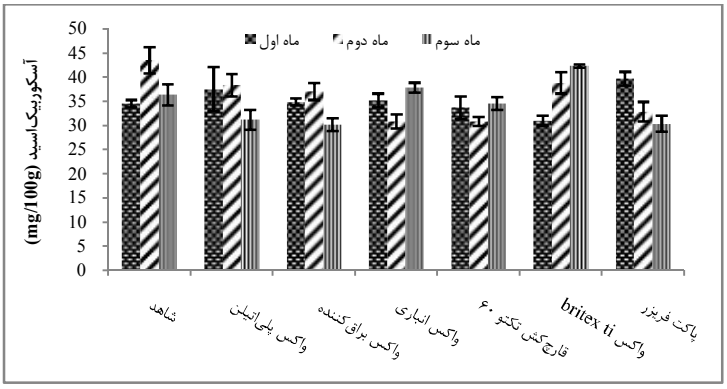
دلیل کاهش مولکول‌های اکسیژن توسط پوشش در درون بافت میوه باشد(فتاحی مقدم و کیااشکوریان، ۱۳۹۲).

### ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گوشت و پوست

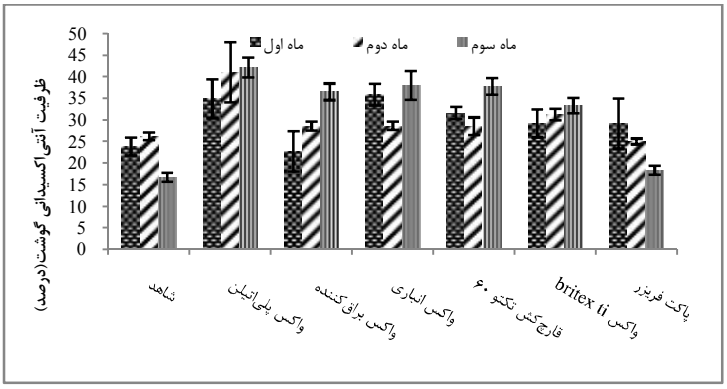
در بررسی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مشخص شد که به جز پاکت فریزر، سایر تیمارها نسبت به شاهد ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه را در سطح بالایی طی انبارداری حفظ نمودند. در این میان واکس پلی‌اتیلن با میانگین ۴۲/۲۴ بیشترین تاثیر را داشت (شکل ۱۴). ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پوست نیز از چنین روندی برخوردار بود با این تفاوت که پاکت فریزر ترکیبات آنتی‌اکسیدانی پوست را نسبت به گوشت بهتر حفظ نمود. در مقابل واکس پلی‌اتیلن تاثیر مطلوبی نداشت. میوه‌های تیمار شده با واکس براق‌کننده با میانگین ۴۶/۰۲ درصد بیشترین افزایش را به‌ویژه در ۳۰ روز اول انبارداری داشت (شکل ۱۵).

حفظ ترکیبات آنتی‌اکسیدانی مشاهده شده در این آزمایش با نتایج به‌دست آمده توسط نتایج Puttongsiri و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت داشت. آنها دریافتند که فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ی نارنگی پوشش‌دار طی نگهداری افزایش یافت. در مقابل با نتایج Klimczak و همکاران (۲۰۰۷) مبنی بر کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آبمیوه نگهداری شده به‌مدت شش ماه مغایرت داشت. هم‌چنین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پرتقال و نارنگی‌های پوشش‌دهی شده با واکس شلاک تحت شرایط انبار معمولی کاهش یافت (Shen*et al*., 2012).

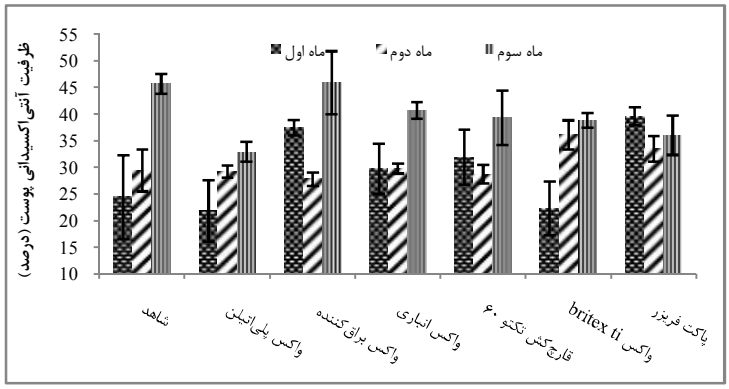
تیمارهای پوششی در افزایش ترکیب‌های آنتی‌اکسیدانی گوشت نسبت به پوست در مقایسه با شاهد اثر بیشتری داشتند. در ماه اول بیشتر تیمارها در افزایش ترکیب‌های آنتی‌اکسیدانی پوست نقش داشتند، ولی در ماه دوم تیمارها تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشتند. افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی طی انبارداری در گوشت میوه‌های پوشش داده 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).



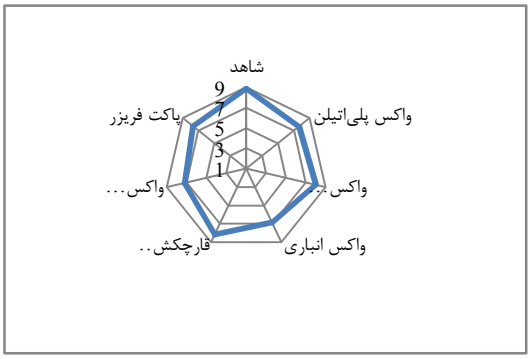

**شکل ۱۳- میزان آسکوربیک‌اسید گوشت میوه تحت تاثیر تیمارهای پوششی و مدت نگهداری**



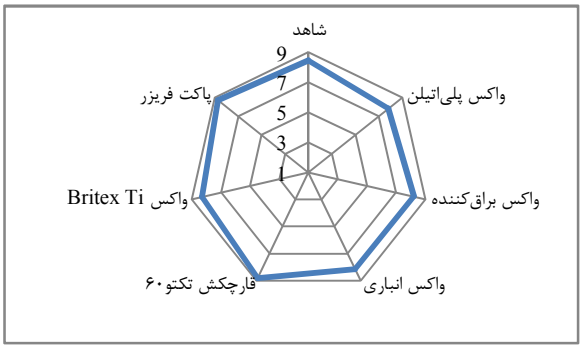

**شکل ۱۴- میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گوشت میوه تحت تاثیر تیمارهای پوششی و مدت نگهداری**




**شکل ۱۵- میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پوست میوه تحت تاثیر تیمارهای پوششی و مدت نگهداری**




**شکل ١٦- وضعیت ظاهری پوست (۱: ضعیف، ۵: رضایت‌بخش، ۱۰: عالی)**

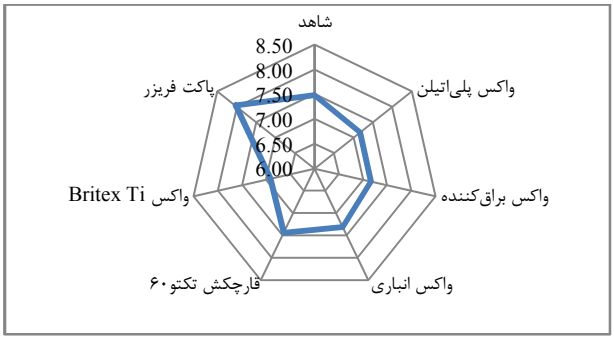



**شکل ۱۷- وضعیت داخلی گوشت (۱: ضعیف، ۵: رضایت‌بخش، ۱۰: عالی)**

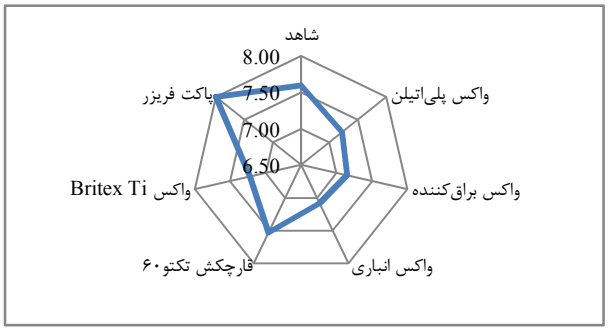
**آزمون حسی میوه**

**وضعیت ظاهری و داخلی میوه:** کلیه میوه‌ها از نظر ظاهری و درونی امتیاز بالایی داشتند. در میان تیمارهای پوششی، تیمار قارچ کش با میانگین ۸/۱۵ بیشترین امتیاز را داشت (شکل‌های۱۶ و ۱۷).

**عطر و طعم میوه:** تیمار پاکت فریزر با میانگین ۸/۰۴ و تیمار واکس Britex Ti با میانگین ۶/۹۲ به‌ترتیب بیشترین و کمترین امتیاز مربوط به عطر میوه را داشتند (شکل ۱۸). از نظر طعم نیز میوه‌های تحت تیمار پاکت فریزر با میانگین ۸ نسبت به شاهد و سایر تیمارها بیشترین امتیاز را داشت(شکل ۱۹).

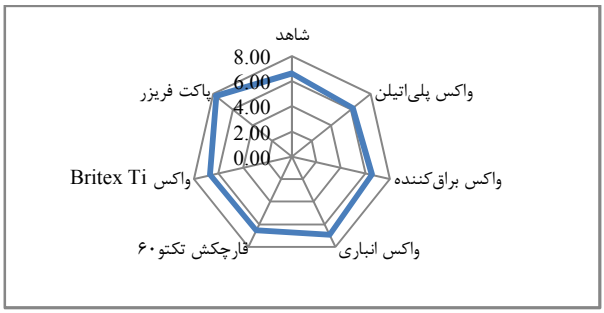



**شکل ۱۸- عطر میوه (۱: ضعیف، ۵: رضایت بخش، ۱۰: عالی)**

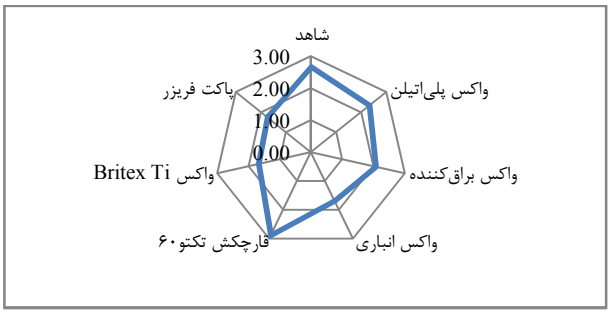



**شکل ۱۹- طعم میوه (۱: ضعیف، ۵: رضایت‌بخش، ۱۰: عالی)**

**شیرینی و ترشی میوه:** تیمار پاکت فریزر از نظر شیرینی با مقدار ۷/۲۲ بالاترین (شکل ۲۰) و به همان نسبت نیز از ترشی کمتری (۱/۷۹) نیز برخوردار بود (شکل ۲۱).

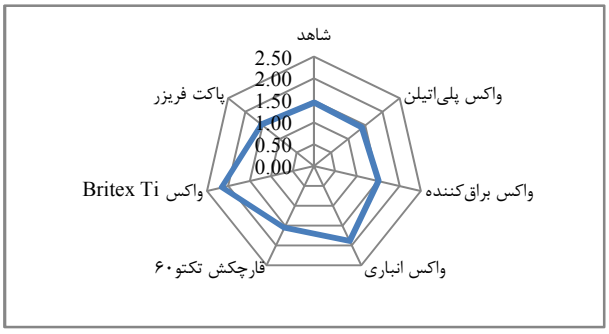



**شکل ۲۰- شیرینی (۱: ضعیف، ۵: رضایت‌بخش، ۱۰: عالی)**

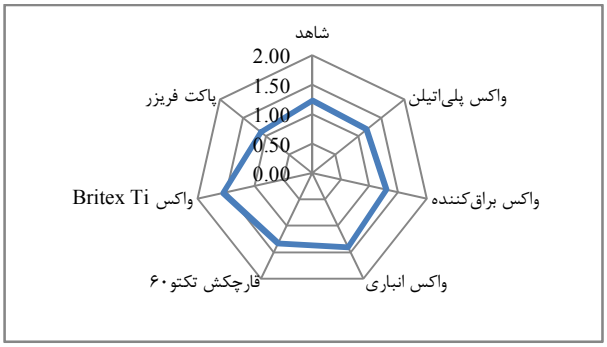



**شکل ۲۱- ترشی (۱: ضعیف، ۵: رضایت‌بخش، ۱۰: عالی)**

**بدطعمی و تلخی میوه:** میوه‌های تحت تیمار واکس Britex Ti با میانگین ۲/۱۵ بیشترین مقدار بدطعمی و تلخی (۱/۵۶) را داشتند. تیمار پاکت فریزر کمترین امتیاز مربوط به تلخی را داشت (شکل‌های ۲۲ و ۲۳).

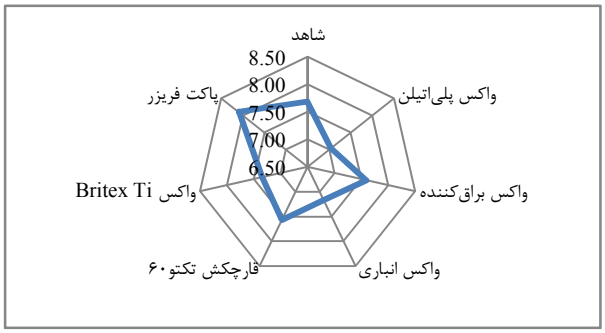



**شکل ۲۲- بدطعمی (۱: ضعیف، ۵: رضایت‌بخش، ۱۰: عالی)**




**شکل ۲۳- تلخی (۱: ضعیف، ۵: رضایت‌بخش، ۱۰: عالی)**

**پذیرش کلی:** بطورکلی کلیه‌ی تیمارها امتیاز رضایت بخشی را داشتند. میوه‌های تیمار پاکت فریزر با میانگین ۸/۰۹ و میوه‌های تیمار واکس پلی‌اتیلن با میانگین ۷/۰۴ به‌ترتیب بیشترین و کمترین امتیاز مربوط به پذیرش کلی میوه در مقایسه با سایر تیمارها داشتند (شکل ۲۴).




**شکل ۲۴- پذیرش کلی (۱: ضعیف، ۵: رضایت‌بخش، ۱۰: عالی)**

در ایـن پـژوهش عـلاوه بـر اینکـه برخـی از خصوصـیات فیزیکوشیمیایی از طریق روش‌های آزمایشگاهی اندازه‌گیـری و مـورد ارزیابی قرار گرفت به جنبه حسی و چشایی میوه‌ها نیز توجـه شـد. در برخی منابع به رابطه‌ی تیمارهـای پـس از برداشـت و کیفیـت حسـی میوه‌ها اشاره شده است (Marcilla *et al*., 2006; Biolatto *et al*., 2005; Shi *et al*.,2005).

معمولا هدف از آزمـون‌هـای حسـی تعریـف یـا کنتـرل کیفیـت ارگانولپتیکی محصول در مقایسه با نمونـه مرجـع آن اسـت. در میـوه مرکبات شناخت کمی روی صفاتی است که معرف کیفیت میوه است. از نتایج روشن این آزمایش این بود که بهترین کیفیت میوه باید با هر دو ویژگی شیمیایی و حسی بیان شود که پوشش پاکت فریـزر چنـین اثری روی میوه داشت هـر چنـد میـزان ضـایعات در آن بـالاتر بـود. معمولا میزان تجمع ترکیبات اتانول و اتیل استات تعیین کننده میـزان بـدطعمی میـوه طـی انبـارداری اسـت (Hagenmaier and Shaw, 2002). این پدیده در میوه‌های تیمار شده با واکس انباری و بریتکس نسبت به سایر تیمارها مشهودتر بود ولی در حد رضـایت بخـش قـرار داشت.

## نتیجه‌گیری

اکثر تیمارهای مورد استفاده کیفیت ظاهری و ارزش غذایی میـوه را در دو ماه اول انبارداری حفظ نمودند. در میان واکس‌هـای اسـتفاده شده واکس انباری و Britex Tiبه‌طور موثرتری عمل کردنـد. واکـس انباری نانو با توجه به قیمت و تولید آن در داخل کشور می‌تواند مـورد توجه قرار گیرد. میوه‌های تحت تیمار پاکت فریزر اگـر قبـل از تیمـار شدن با قارچکش‌های کم خطر و سالم[1] ضدعفونی شوند به‌عنوان یک پوشش مناسب در انبار معمولی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

## قدردانی

این مقاله برگرفته از پروژه تحقیقاتی بـا شـماره مصـوب۹۲۱۰۲-۱۷-۱۷-۴ پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری کشور است که از همکاری پرسنل آن واحد سپاسگزاری می‌شود.

## منابع

Aboutalebi, A., Janparvar, F., 2010, Effect of mint and eucalyptus extract on postharvest waste reduction of Washington navel orange, the Fifth National Conference of New Ideas in Agriculture, Islamic Azad University, khorasgan branch (Isfahan), Faculty of agriculture

Biolatto, A., Vazquez, D.E., Sancho, A.M., Carduza, F.J.&Pensel N.A., 2005, Effect of commercial conditioning and cold quarantine storage treatments on fruit of 'Rouge La Toma' grapefruit (Citrus paradise Macf.). Postharvest BiolTechnol 35, 167-176.

Bor, J.Y., Chen, H.Y.& Yen G.C. 2006, Evaluation of antioxidant activity and inhibitory effect on nitric oxide production of some common vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54: 1680-1686.

Chien, P.J., Sheu, F,&Lin, H.R., 2007,Coating citrus (Murcotttangor) fruit with low molecular weight chitosan increases postharvest quality and shelf life, *Food Chemistry* 100: 1160–1164.

Fatahi Moghadam, J., hamidoghli, Y., Fotouhi Ghazvini, R., Ghasemnejad, M., Bakhshi, D., 2011. Assessment of physicochemical and peel antioxidant characteristics of some commercial citrus cultivars, *Journal of Horticultural Science*, vol. 25, no. 2 .

Fatahi Moghadam, J., kiaeshkvarian, M., 2013, Reaction of some citrus fruits Bioactive compounds to wax coating during storage, *Plant Production Research* 20, 2: 72-59.

Ghasemi, K., Ghasemi, Y., Sadeghi, H., 2009, the effect of hot water, liquid acrylic, polyethylene film and calcium chloride on the storage life of Page Tangerine (Citrus reticulate cv. Page), *Plant Production Technology* Vol. 9, no. 1 .

Golshantafti, A., Shahbaik, M., 2004, Effect of physical and chemical treatments on Valencia, Jiroft and early mars Oranges storability, *Iranian Journal of Agricultural Sciences* 35, 3: 720-724.

Hagenmaier, R.D.& Shaw, P.E., 2002, Changes in volatile components of stored tangerines and other specialty citrus fruit with different coatings, *J Food Sci* 5, 1742-1745.

Klimczak, I., Malecka, M,.Szlachta, M. &Gliszczynska-Swiglo, A., 2007,Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices,*Journal of Food Composition and* Analysis 20:313–322.

Marcilla, A., Martinez, M.,Carot, J.M.,Palou, L. &Del Rio, M.A., 2009, Relationship between sensory and physico-chemical quality parameters of cold-stored 'Clemenules' mandarins coated with two commercial waxes, *Spanish*

1- Generally Recognized as safe

*Journal of Agricultural Research* 7(1): 181-189.
Marcilla, A., Zarzo, M. &del Rio, M. A., 2006, Effect of storage temperature on the flavour of citrus fruit, *Spanish Journal of Agricultural Research* 4(4): 336-344.
Meng, X., Li, B., Liu, J.&Tian, S., 2008, Physiological responses and quality attributes of table grape fruit to chitosan preharvest spray and postharvest coating during storage, *Food Chemistry*, 106: 501–508.
Meyers, K.J., Watkins, C.B., Pritts, M.P.& Liu R.H., 2003, Antioxidant and antiproliferativeactivities of strawberries, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 6887-6892.
Miranda, C., Girard, T.&Lauri, P.E., 2007, Random sample estimates of tree mean for fruit size and colour in apple.,*ScientiaHorticulturae*, 112: 33–41.
Mohammadi, A., Rafiee, Sh.,Emam-Djomeh, Z. &Keyhani, A., 2008, Kinetic models for colour changes in kiwifruit slices during hot air drying, *World Journal of Agricultural Sciences*. 4: 376-383.
Obenland, D., Collin ,S.,. Mackey, B., Sievert, J.&Arpaia, M.L., 2011, Storage temperature and time influences sensory quality of mandarins by altering soluble solids, acidity and aroma volatile composition, *Postharvest Biology and Technology* 59: 187–193.
Oms-Oliu, G., Soliva-Fortuny, R. & Martin-Belloso, O., 2008, Edible coatings with antibrowning agents to maintain sensory quality and antioxidant properites of fres-cut pears, *Postharvest Biology and Technology*. 50:87–94.
Pailly, O., Tison, G.&Amouroux, A., 2004, Harvest time and storage conditions of 'Star Ruby' grapefruit (Citrus paradisiMacf.) for short distance summer consumption, *Postharvest Biology and Technology* 34: 65–73.
Pan, H.H. &Shu, Z., 2007, Temperature affects color and quality characteristics of 'Pink' wax apple fruit discs,*ScientiaHorticulturae*, 112: 290–296.
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,*Kasetsart J, (Nat. Sci.)* 44: 280–289.
Rapisarda, P., Bianco, M.L., Pannuzzo, P.& N,Timpanaro., 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: 348–354.
Rapisarda. P., Bellomo, S. E.& and Intelisano, S., 2001, storage temperature effects on blood orange fruit quality, J. *Agric. Food Chem*, 49: 3230-3235.
Roongruangsri, W., Rattanapanone, N., Leksawasdi, N.&Boonyakiat, D., 2013, Influence of storage conditions on physico-chemical and biochemical of two tangerine cultivars, *Journal of Agricultural Science*; Vol. 5, No. 2.
Roux, S.L. &Barry, G.H., 2006,Preharvest manipulation of rind pigments of Citrus spp. M.Sc. Thesis, Stellenbosch University, Stellenbosch, South Africa.
Safi-Zadeh, M. Rahemi, M.R., 2005, Effects of combining hot water, imazalil, sodium bicarbonate and coating on postharvest rot of Valencia orange, *The Fourth Congress of Horticultural Sciences* .
Shahbaik, M.A., 2002, Effects of coldstorage, common storage, fugiside, polyethylene coating and curing on page storage life, *Journal of Agricultural Engineering Research* vol. 3, no. 11 .
Shoja, A., Ghasemnejad, M., Mortazavi, S.N.A., 2011, postharvest changes in antioxidant capacity of Thomson and blood storage fruits during storage, *Journal of Horticulture Sciences* 25, 2: 155-157 .
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.
Shen, Y., Yang, H., Chen, J., Liu , D.&Ye, X., 2012,Effectof waxing and wrapping on phenolic content and antioxidant activity of citrus during storage, *Journal of Food Processing and Preservation*.
Shi, J.X., Porat, R., Goren, R.& Goldschmidt, E.E., 2005, Physiological responses of 'Murcott' mandarins and 'Star Ruby' grapefruit to anaerobic stress conditions and their relation to fruit taste, quality and emission of off-flavor volatiles, *Postharvest Biol Technol* 38, 99-105.

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 11, No. 4, Oct- Nov 2015, p. 458-472

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۱، شماره ۴، مهر- آبان ۱۳۹۴، ص. ۴۷۲-۴۵۸

# Investigation of quality preservation of Thomson navel orange (*Citrus sinensis cv.* Thomson Navel) using of coating treatments in common storage

**Z. Shabanian[1], J. Fatahi Moghadam*[2], S. A. Alavi[3]**

Received: 2014.01.22
Accepted: 2014.07.05

**Introduction:** Thomson orange is an important citrus verity which cultivated and produced widely in the north and south of Iran. The extra part of this production is stored in the common storage for several monthsespecially in the north area. The role of storage and fruit coating are important due to maintain the nutritional value and enhancing the 'Thomson' orange storage life. The aim of this study was to investigate the possibility of maintainingthe fruit quality using coatingtreatmentsin common storage.

**Materials and methods:** In this experiment the harvested fruits were divided in to seven groups randomly, then thefruits of each group were treated using different coating (Polyethylene wax, Shine wax, Storage-wax, Britex Ti wax, Freezer bag, Fungicide 'Tecto 60') and Control group without any coating. All the groups were stored in the common storage (5-12 oC and 75-85% RH) for tree month. Some physicochemical and sensory characteristics were investigated including percentage of juice, weightless, losses rate, total soluble solid (TSS), titratable acidity (TA), TSS/TA, peel and pulp total phenolics, ascorbic acid, antioxidant activity in peel and pulp, color indices (L*, chroma and hue angle), peel and pulpAppearance, aroma, flavor, sweetness, sourness, off-flavor, bitterness, acceptance of the fruit each 30 days intervals during storage

**Results and discussion:** Results showed that, the juice percentage declined with decreasing of weight loss in all treatments, but the fruits which treated by freezer bag had the highest juice percentage (38.4%) and the lowest weight loss (1.04 g). Weight loss in Citrus fruit depended on the length and storagetemperature during storage and usually increased on low moisture conditions.Therefore, fruits which packed by polyethylene bags were resistance to water loss through surface peel as well as during storage. The losses increased during the early month of storage especially in freezer bags and shine wax treatments by 4.67 and 3.33% respectively. It seems that bags inner spaceis suitableatmosphere for growing of peniciilium fungi. Color indices (L*, c, h) were in optimum range in all treatments during storage. The length of storage had no significant effect on total soluble solid but affected significantly using coating treatments than control. Moreover, the titratable acidity gradually declined during storage but wax coating maintained TA value higher than other treatments significantly. Overall, the TSS/TA level was increased during storage and the highest ratio (16.14) was observed in control. The increase in TSS/TA was due todecreasing of acidityandincreasing of polysaccharidesduring storage. The total phenolics content decreased in all treatment in peel and pulp as the highest phenolics content with 0.71 mg.g-1 occurred in freezer bag treatment. The amount of ascorbic acid were increased with 42.33 mg.100gr-1 in fruits which treated by Britex Ti wax than control at the end of storage. It seems that lower observation ofascorbic acid in coating treatment due to reduction of the oxygen molecules in fruit tissue by coating. Antioxidant capacity was increased in both peel and pulp of fruits, except in the freezer bag and control treatments. The freezer bag treatment had highest sweetness 7.22 and lowest sourness 1.79 compared to the other treatments and the control. The Britex Ti treatment had the highest level of off-flavor (2.15) and bitterness (1.56) compared to the other treatments and the control. The freezer bag treatment had the highest score (8.09) in the acceptance of the fruit, compared to the other treatments.

**Conclusion:** According to physiochemical and sensory evaluation, Britex Ti, storage-waxes and freezer bag treatments had positive influences on fruit quality in common storage.Thereforethe Storage-wax which produced by the internal companies,it is preferable to be use by citrus growers to maintaining the fruits quality in the common storage.

**Keywords:** Common storage, Coating, Thomson orange, Quality.

1- Former MSc. student, Department of Food Science and Technology, Science and Research University, Tehran, Iran.
2-Assistant Professor, Horticultural Science Research Institute, Citrus and Subtropical Fruits Research Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Ramsar, Iran.
3- Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Science and Research University, Tehran, Iran.
(* - Corresponding Author Email: j.fattahi@areo.ir)