

Research Article

Plant Prod., 2021, 44(1), 51-64
<http://plantproduction.scu.ac.ir//>


ISSN (P): 2588-543X
ISSN (E): 2588-5979

Effect of Carnuba Wax on Sensory and Nutritional Quality of Pomegranate "Malas-e-Saveh" Fruit during Cold Storage

Fatemeh Nazoori^{1*}, Seyed Hossein Mirdehghan², Arezoo Rafie³

- 1- *Corresponding Author: Assistant Professor, Department of Horticulture, Faculty of of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsajan, Rafsajan Iran (f.nazoori@vru.ac.ir)
- 2- Professor, Department of Horticulture, Faculty of of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsajan, Rafsajan Iran
- 3- M.Sc. Graduate of Horticulture, Department of Horticulture, Faculty of of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsajan, Rafsajan Iran

Citation: Nazoori, F., Mirdehghan, S. H., & Rafie, A. (2021). Effect of Carnuba Wax on Sensory and Nutritional Quality of Pomegranate "Malas-e-Saveh" Fruit during Cold Storage. *Plant Productions*, 44(1), 51-64.

 10.22055/ppd.2019.27028.1647

Received: 11 September, 2018

Accepted: 22 June, 2019

Abstract

Background and Objectives

Pomegranate (*Punica granatum* L.) is one of the most important fruits grown on a commercial scale in Iran. It has gained popularity worldwide due to its high economic, nutraceutical, and therapeutic values. Chilling injury and weight loss are the most important limiting factors for pomegranate fruit storage. Application of an edible coating such as carnuba wax on the fruit surface imparts a glossy appearance and better color, reduces fruit weight loss, extends storage life, and prevents microbial spoilage, which is extremely important to perishable fruit. Edible coatings create a modified atmosphere around the fruit by providing a semipermeable barrier to water vapor and gases, and their use offers an effective alternative to film packaging due to their environmentally friendly characteristic.

Material and Methods

The present study conducted a factorial design based on completely randomized design with four replications to evaluate the effect of carnuba wax on pomegranate fruit storage. The treatments included carnuba wax in three concentrations 0, 0.5%, and 1%, and storage time in 3 levels (0, 45, and 90 days). After immersion and drying, the fruits were packed in plastic baskets and kept in a cold room at 4 ± 1 °C with 85 ± 5 % of relative humidity. In each sampling removal, quantitative and qualitative characteristics such as weight loss (%), electrolyte leakage (percentage), chilling index, tissue firmness, total acidity, pH, color indices

(aril and skin), fruit flavor, anthocyanin, skin freshness, and overall fruit acceptance were examined.

Results

The results showed that carnuba wax prevented weight loss until the end of the storage period (90 days) but controlled ion leakage until 45 days of storage. The skin firmness of fruits and arils was higher in carnuba than in control samples. Increasing the concentration of carnuba wax resulted in lowering vitamin C but did not affect the antioxidant capacity. According to the panelists', the flavor, skin freshness, and pomegranate fruits' appearance in both carnuba treatments were better than the control samples.

Discussion

The results of this study showed that carnuba-coated fruit has protective quantitative and qualitative characteristics during cold storage. Moreover, exogenous application of carnauba wax showed improvement in pomegranate storability at 4 °C, which otherwise leads to chilling injury and reduction in quality. The treatment with carnauba wax preserves fruit weight, total acidity, and skin freshness. Pomegranate carnuba-coated fruit exhibited a significantly lower chilling rate as compared to the control samples. According to the results, carnuba 0.5% maintained most qualitative and quantitative properties of pomegranate fruit until 90 days at 4°C.

Keywords: Antioxidant, Chilling, Coating, Fruit quality, Storage period

تأثیر واکس کارنوبا بر کیفیت حسی و تغذیه‌ای میوه انار رقم ملس ساوه طی نگهداری در انبار سرد

فاطمه ناظوری^{۱*}، سید حسین میردهقان^۲، آرزو رفیعی^۳

۱- *نویسنده مسئول: استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، رفسنجان، ایران (f.nazoori@vru.ac.ir)

۲- استاد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، رفسنجان، ایران

۳- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم باغبانی، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان رفسنجان، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۰۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۶/۲۰

چکیده

از دلایل محدودیت انبارداری میوه انار کاهش وزن و صدمه سرمازدگی است. در سال ۱۳۹۵ به منظور بررسی اثر واکس کارنوبا بر انبارمانی میوه انار آزمایشی در قالب فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی و با چهار تکرار در دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان انجام شد. تیمارها شامل واکس کارنوبا در سه غلظت صفر، ۰/۵ و ۱ درصد و دوره انبارمانی در دو سطح (۴۵ و ۹۰ روز) در سردخانه با دمای 1 ± 4 درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی 85 ± 5 درصد انجام شد. نتایج این پژوهش نشان داد که واکس کارنوبا قادر به جلوگیری از سرمازدگی، کاهش وزن و حفظ اسید کل، پ‌هاش و آنتوسیانین تا پایان دوره انبارمانی شد ولی نشت یونی را فقط تا روز ۴۵ انبارمانی کنترل کرد. سفتی پوست میوه و آریل‌ها در تیمار کارنوبا بیشتر از نمونه شاهد بود. بیشترین میزان سفتی پوست میوه مربوط به هر دو تیمار کارنوبا در روز ۴۵ انبارمانی (۸ درصد بیشتر نسبت به نمونه شاهد) بود. افزایش غلظت واکس کارنوبا منجر به کاهش میزان ویتامین ث شد ولی تأثیری بر خاصیت آنتی‌اکسیدانی نداشت. بر اساس نظر پانلیست‌ها عطر و طعم، تازگی پوست و پذیرش کلی میوه‌های انار در هر دو تیمار کارنوبا بهتر از نمونه شاهد بود.

کلیدواژه‌ها: آنتی‌اکسیدان، پوشش دهی، دوره انبارمانی، سرمازدگی، کیفیت میوه

مقدمه

و کاربرد پوشش‌های خوراکی، محصولی مناسب میل مصرف‌کننده را عرضه نمود. میزان ضایعات واردشده به محصول تحت تأثیر عوامل گوناگونی همچون رقم، زمان برداشت، شرایط و مدت زمان انبارمانی قرار می‌گیرد. برای گسترش انبارداری، قرار دادن انار در دمای یخچال‌الزامی است. این میوه نیمه گرمسیری، به دماهای پایین در دوره پس از برداشت حساس است و نگهداری طولانی مدت آن در دماهای سرد بالاتر از نقطه یخ زدگی‌اش، منجر به ایجاد تنش سرمازدگی می‌شود (Babalar et al., 2017). علائم سرمازدگی به صورت قهوه‌ای شدن پوست، فرورفتگی

انار یکی از محصولات مهم باغبانی است که از لحاظ اقتصادی و تغذیه‌ای نقش بسیار مهمی دارد. قسمت خوراکی انار، آریل (نارمیانبر) نام دارد که شامل آب، دانه و منبع غنی از قند، پکتین، اسید آسکوربیک، اسید آمینه، مواد معدنی، فیتواستروژن و فلاونوئید است (Paimard and Heidari, 2018). از آنجا که انار در بازارهای جهانی خریداران زیادی دارد، حفظ و ارتقای جایگاه آن نیازمند توجه و اهتمام بیشتر به مسائل برداشت و پس از برداشت است. بدین منظور می‌بایست با کنترل دقیق شرایط سردخانه

سطحی، رنگ پریدگی آریل‌ها، قهوه‌ای شدن پرده‌های غشایی جداکننده آریل‌ها و حساسیت بالا به پوسیدگی ظاهر می‌شود (Sayyari et al., 2011).

دمای مناسب برای نگهداری میوه انار به ژنوتیپ و شرایط محیطی محل پرورش بستگی دارد که طبق گزارش محققین بهترین دمای نگهداری میوه انار ۵ درجه سانتی‌گراد به مدت دو ماه توصیه شده است (Babalar et al., 2017). جهت القای مقاومت به سرمازدگی و امکان انبارمانی طولانی مدت میوه انار در دماهای پایین‌تر پژوهش‌های عمده‌ای از جمله تیمار گرمایی (Mirdehghan and Rahemi, 2005) و عادت‌دهی دمایی (Rahemi and Mirdehghan, 2004) و تیمارهای شیمیایی شامل کلرید کلسیم (Sayyari et al., 2010a; Ramezani et al., 2010)، اسید اگزالیک (Sayyari et al., 2010b) و ترکیب‌های آنتی‌اکسیدان مانند پلی‌آمین‌ها (Barman et al., 2011; Ramezani et al., 2010) و اسیدسالیسیلیک (Sayyari et al., 2011; 2009) اشاره کرد. با عنایت به پژوهش‌های انجام‌شده، ضرورت بررسی کاربرد پوشش‌های چرمی هم‌چون واکس کارنوبا در نگهداری میوه انار ضروری به نظر می‌رسد.

واکس کارنوبا یک پوشش خوراکی طبیعی است که از پشت برگ‌های نخل برزیلی (Copernica cerifera) به‌دست می‌آید. واکس کارنوبا به تنهایی و یا ترکیب با مواد دیگر به‌عنوان پوشش نگهدارنده محصولات کشاورزی نیز استفاده می‌شود (Baldwin, 1999, Goncalves et al., 2010). کاربرد واکس کارنوبا سبب کاهش صدمات ناشی از سرمازدگی، کاهش وزن و سفتی انار (Barman et al., 2011) و کاهش بیماری‌های قارچی در شلیل و آلو طی انبارداری شد (Goncalves et al., 2010). میوه انار تیمار شده با واکس کارنوبا به تنهایی و یا همراه با پوترسین غلظت بالاتری از آنتوسیانین، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، اسید آسکوربیک، تانن و ویژگی‌های حسی در دوره انبارداری نشان داد (Barman et al., 2011). در پژوهشی دیگر واکس کارنوبا فرآیند رسیدن، کاهش وزن و تغییر رنگ گوشت و پوست میوه انبه را کند کرد، اما تأثیری بر میزان ویتامین ث نداشت (Hoa and Ducamp, 2008).

محققین (Ayoubi et al., 2015) در پژوهشی از موم کارنوبا (۰/۵ درصد) و اسانس آویشن (۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر) برای پوشش‌دهی کشمش استفاده کردند. آن‌ها گزارش کردند که پوشش‌دهی به‌طور معنی‌داری بر بافت و رنگ تأثیر گذاشت و سبب افزایش ماندگاری کشمش شد. تأثیر مثبت کارنوبا برای افزایش عمر ماندگاری انبه (Khuyen et al., 2008) و آوو کادو (Feygenberg et al., 2005) و کاهش لکه‌های ناشی از سرمازدگی خیار (Purvis, 1994) گزارش شده است. در مطالعه‌ای کاربرد سه نوع واکس (واکس با پایه شلاک، با پایه پلی‌اتیلن و کارنوبا) با هدف کنترل عارضه پیتینگ در گریپ فروت سفید مشخص شد که این عارضه در میوه‌های با واکس شلاک نسبت به کارنوبا و پایه پلی‌اتیلن بیشتر توسعه یافت که دلیل این عارضه کاهش میزان اکسیژن درونی میوه بود (Petrack et al., 1998).

اثر دو نوع پوشش خوراکی مختلف (پوشش پلی‌ساکاریدی و موم کارنوبا) را بر اتمسفر داخلی و خارجی میوه انبه طی نگهداری در شرایط تجاری شبیه‌سازی شده، نشان داد (Baldwin et al., 1999) که هر دو نوع پوشش مورد استفاده ضمن اصلاح اتمسفر، سبب کاهش فساد و بهبود ظاهر میوه می‌شود. مطالعات گذشته نشان می‌دهد که استفاده از واکس کارنوبا در میوه‌ها و سبزی‌ها می‌تواند ضمن حفظ ویژگی‌های کمی و کیفی محصول، تأثیر قابل توجهی در جلوگیری از خسارت سرمازدگی و افزایش عمر انبارمانی آن‌ها داشته باشد. لذا در این پژوهش به بررسی اثر واکس کارنوبا بر ویژگی‌های کمی و کیفی انار مجلس ساوه در دمای سردخانه پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

در سال ۱۳۹۵ به منظور بررسی تأثیر واکس کارنوبا بر انبارمانی میوه انار مجلس ساوه، میوه‌های این رقم از باغ‌های شهرضا واقع در ۷۰ کیلومتری جنوب غربی شهر اصفهان، برداشت و سریعاً به آزمایشگاه پس از برداشت دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی عصر (عج) منتقل شد. نسبت مواد جامد محلول (۱۷) به اسید کل (۵ درصد) شاخص برداشت بود. این پژوهش در قالب فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً

توسط واکنش اکسایش و احیاء صورت گرفت. تست پانل از روش نمره دادن یک تا پنج و چشیدن و نظرخواهی از افراد مختلف استفاده شد. هر پانلیست با مصرف مقداری از دو عدد میوه از هر تیمار در ظروف مخصوص پلاستیکی به سؤالات زیر جواب دادند: طعم و مزه، تازگی بافت، شکل ظاهری میوه و پذیرش کلی.

وضعیت بسیار عالی با نمره یک، بسیار خوب با نمره دو، خوب با نمره سه، متوسط با نمره چهار، ضعیف با نمره پنج مورد ارزیابی قرار گرفتند (Dang et al., 2008). درصد نشت یونی پوست میوه با استفاده از روش Wang et al. (2006) اندازه گیری و توسط فرمول زیر محاسبه گردید.

= نشت یونی (درصد)

$100 \times (\text{هدایت الکتریکی ثانویه} / \text{هدایت الکتریکی اولیه})$
برای اندازه گیری سرمزدگی در هر زمان نمونه برداری دو میوه به صورت تصادفی از هر تیمار و تکرار انتخاب و به دمای آزمایشگاه به مدت ۲۴ ساعت منتقل گردیدند. وجود لکه های فرورفته قهوه ای رنگ در سطح و گوشت میوه به عنوان علائم سرمزدگی در نظر گرفته شد. شدت سرمزدگی با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید.

$$\text{شدت سرمزدگی} = \sum (ni.i) / (N.6)$$

در این رابطه، ni تعداد میوه هایی که علائم سرمزدگی درجه i را نشان دادند، N تعداد میوه های کل در هر تیمار و i درجه سرمزدگی (بر اساس میزان فرو رفتگی پوست) از یک تا شش است. یک: بدون علائم سرمزدگی، دو: یک تا ۲۰ درصد، سه: ۲۰ تا ۴۰ درصد، چهار: ۴۰ تا ۶۰ درصد، پنج: ۶۰ تا ۸۰ درصد و شش: بیش از ۸۰ درصد است (Wang et al., 2006).

آنالیز آماری

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. فاکتور اول غلظت واکس کارنوبا در سه سطح (شاهد، کارنوبای ۰/۵ و ۱ درصد) و فاکتور دوم دوره انبارمانی در دو سطح بود. تجزیه و تحلیل داده های آزمایش با نرم افزار آماری SAS.9.1 و مقایسه میانگین ها با آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام

تصادفی و با چهار تکرار انجام شد. تیمارها شامل پوشش دهی واکس کارنوبا (مرک آلمان) در ۳ غلظت ۱، ۰/۵ و صفر درصد و زمان های انبارمانی در دو سطح (۴۵ و ۹۰ روز) بودند. اعمال تیمارها به صورت غوطه وری به مدت ۱۵ دقیقه بود. بعد از خشک شدن سطح میوه ها، به صورت ۶ تایی درون سبدهای پلاستیکی قرار داده و به سردخانه با دمای 4 ± 1 درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی 85 ± 5 درصد منتقل شدند. بعد از خروج نمونه ها از انبار به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. بعد از اتمام هر کدام از دوره های انبارمانی برخی فاکتورهای کمی و کیفی به روش زیر اندازه گیری شد.

کاهش وزن میوه ها به کمک ترازو دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه گیری شد. میوه ها پیش از ورود به انبار و پس از بیرون آوردن از آن در روزهای آزمایش وزن شدند (Wang and Gao, 2013). مواد جامد محلول کل (TSS) بر حسب درصد به وسیله دستگاه قند سنج دیجیتالی (مدل PAL-1 Atago, Japon LU0805637, Taiwan) با پروب ۱۱ میلی متر اندازه گیری و بر حسب کیلوگرم نیرو بیان شد (Robles-Sanchez et al., 2013). پ هاش (pH) با استفاده از دستگاه پ هاش متر (مدل Germany inolab720, WTW82362) و میزان اسیدیته کل (TA) میوه بر حسب اسیدسیتریک که اسید غالب میوه انار است با هیدروکسید سدیم (۰/۱ نرمال) عیارسنجی و محاسبه شد. آنتوسیانین آریل با استفاده از روش تفاوت جذب در pH های مختلف اندازه گیری شد. شاخص رنگ میوه بعد از خروج میوه ها از سردخانه در دو نقطه ی رو به روی هم با استفاده از رنگ سنج Konica Minolta (مدل CR 400) انجام شد. شاخص کروما و زاویه هیو از طریق رابطه های زیر محاسبه شد (Wang and Gao, 2013).

$$\text{hue} = \tan^{-1}\left(\frac{b^*}{a^*}\right) - \text{Chroma} = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$$

فعالیت آنتی اکسیدانی با استفاده از DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazel) به روش شرح داده شده توسط Robles-Sánchez et al. (2013) انجام شد. اندازه گیری ویتامین ث به روش عیارسنجی با محلول ید

اصلی کاهش وزن میوه انار را به افزایش فرآیند تنفس مربوط دانسته‌اند (Barman et al., 2011).

سرمازدگی و نشت یونی

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان از افزایش مقدار نشت یونی طی زمان انبارمانی داشت. کمترین میزان نشت یونی مربوط به زمان برداشت و بیشترین مقدار متعلق به روز ۹۰ انبارمانی بود ولی از لحاظ آماری تفاوتی بین تیمارها مشاهده نشد. تیمار کارنوبا ۰/۵ درصد توانست مقدار نشت یونی را نسبت به نمونه شاهد در روز ۴۵ انبارمانی کاهش دهد (شکل ۲). بیشترین میزان سرمازدگی مربوط به تیمار شاهد و دوره انبارمانی ۹۰ روز بود (شکل ۳). نشت الکتروولت به عنوان شاخصی جهت تعیین میزان خسارت سرمازدگی به کار گرفته می‌شود و بیان‌گر تغییرات غشای پلاسمایی است. در اثر تنش سرما میزان گونه‌های واکنش‌گر اکسیژن افزایش می‌یابد و نشت یونی زیادتر می‌شود. به دنبال تغییر فاز در غشاهای سیتوپلاسمی خصوصیات بیولوژیکی و بیوفیزیکی سلول‌های گیاهی تغییر کرده و فعالیت و اعمال آن‌ها نیز تغییر می‌کند و در نهایت علائم خسارت سرمازدگی نمایان می‌شود. نتایج محققین نشان داده کاربرد واکس کارنوبا با کنترل نشت یونی منجر به کاهش علائم سرمازدگی میوه انار شد (Barman et al., 2011). همچنین میوه انار پوشانده شده با کاغذ مومی تجمع H_2O_2 کمتری را نشان دادند (Barman et al., 2017). مهم‌ترین نشانه خسارت سرمازدگی در انار وجود لکه‌های فرورفته قهوه‌ای است که به صورت بیرونی (روی پوست) و درونی (روی غشاهای جداکننده آریل‌ها) قابل مشاهده

گرفت. جدول‌ها و نمودارهای مربوطه با استفاده از نرم‌افزار Excel و Word رسم و نتایج تفسیر گردید.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج به دست آمده به غیر از مواد جامد محلول، بقیه شاخص‌های مورد بررسی، تحت تأثیر تیمارها قرار گرفتند که خلاصه نتایج به دست آمده از این پژوهش به شرح ذیل می‌باشد.

کاهش وزن

با توجه به این که دوره انبارمانی صفر برابر با زمان برداشت نمونه‌ها بود، طبیعتاً هیچ کاهش وزنی ثبت نشد. با افزایش مدت زمان انبارمانی نمونه‌ها وزن بیشتری را از دست دادند. بیشترین میزان کاهش وزن در روز ۹۰ انبارمانی متعلق به شاهد بود (۱۶/۷ درصد) و در این دوره تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای کارنوبا وجود نداشت (شکل ۱). واکنش‌های بیولوژیکی پس از برداشت و تنفس در میوه‌های تازه سبب از دست دادن بافت طبیعی آن‌ها می‌شود. کاهش از دست‌دهی وزن در موزهای تیمار شده با پوشش‌های مخلوط پلی‌ساکاریدی در مقایسه با تیمار واکس گزارش شده است. تأثیر مثبت واکس کارنوبا بر جلوگیری از کاهش وزن میوه انار (Barman et al., 2011) و انبه (Khuyen et al., 2008) همسو با نتایج این تحقیق است. محققین با محاسبه میزان تنفس به این نتیجه رسیدند که تیمارهایی که درصد آب از دست‌دهی کمتری داشته‌اند، به مراتب میزان تنفسی کمتری از خود نشان دادند لذا علت

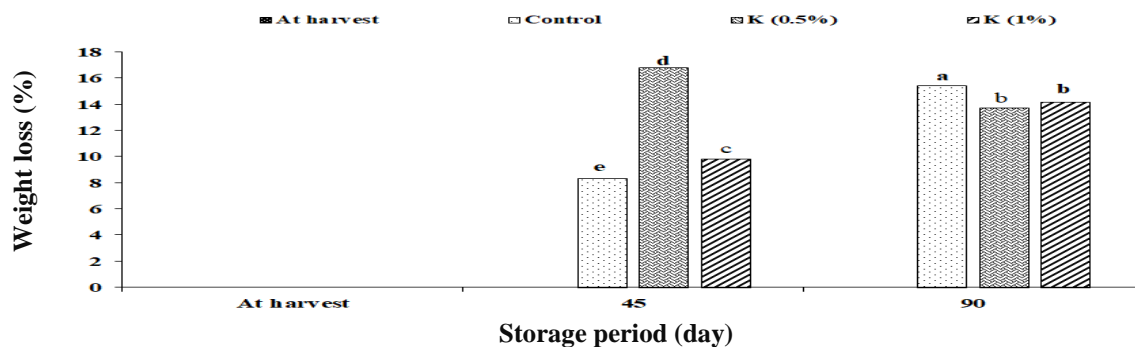


Figure 1. The effect of carnuba wax (K) on weight loss in storage period (Mean in each column and rows having the same letters are not significantly at 1% of probability using LSD test)

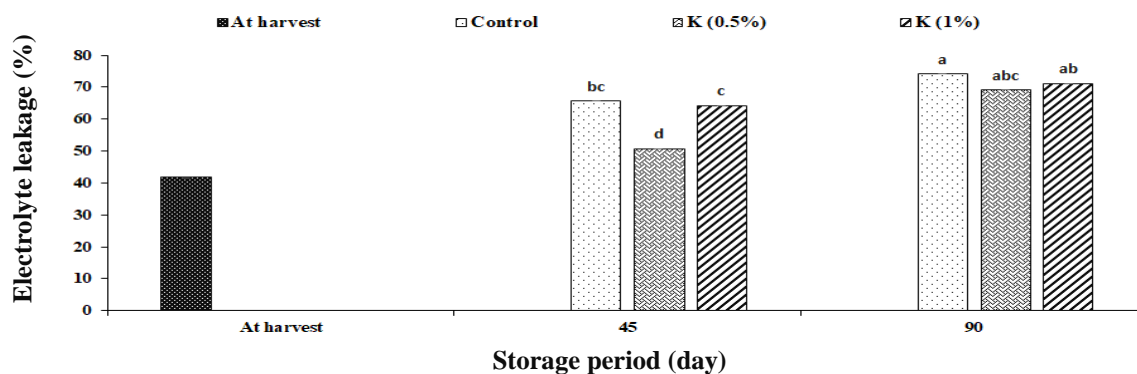


Table 2. The effect of carnuba wax (K) on electrolyte leakage in storage period
(Mean in each column and rows having the same letters are not significantly at 1% of probability using LSD test)

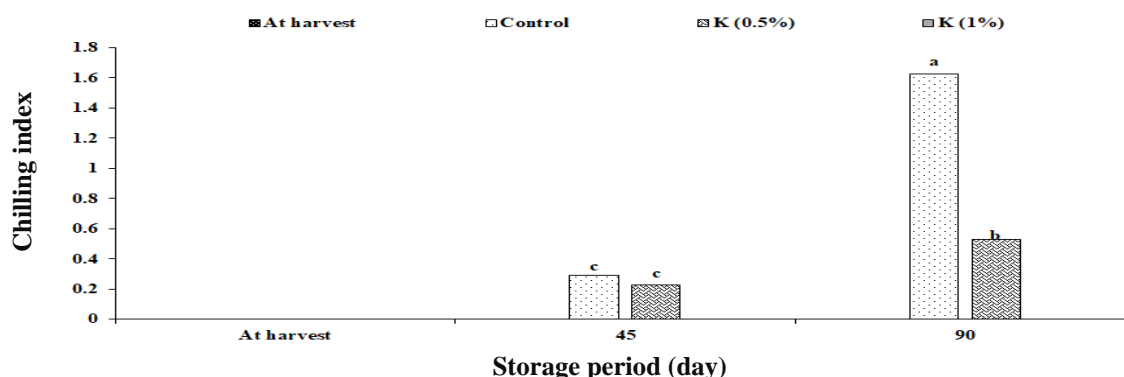


Table 3. The effect of carnuba wax (K) on chilling index in storage period
(Mean in each column and rows having the same letters are not significantly at 1% of probability using LSD test)

پیتینگ در گریپ فروت با گوشت سفید مشخص شد که این عارضه در میوه‌های با واکس شلاک نسبت به کارنوبا و پایه پلی اتیلن بیشتر توسعه یافت که دلیل این عارضه کاهش میزان اکسیژن درونی میوه بود (Petrack et al., 1998).

سفتی پوست و آریل

در پایان دوره انبارمانی، سفتی پوست میوه نسبت به زمان برداشت کاهش یافت. بیشترین میزان سفتی پوست میوه مربوط به هر دو تیمار کارنوبای در روز 45 انبارمانی (8 درصد نسبت بیشتر به نمونه شاهد) بود. در روز 90 انبارمانی کمترین میزان سفتی پوست متعلق به تیمار کارنوبای 1 درصد بود که از لحاظ آماری تفاوت معنی داری با نمونه شاهد نداشت (شکل 4). در روز 45 انبارمانی میزان سفتی آریل میوه افزایش و سپس کاهش یافت (جدول 2). بیشترین میزان سفتی آریل میوه مربوط به تیمار کارنوبای 0/5 درصد (25 درصد بیشتر از شاهد) و روز 45 انبارمانی

است (Mirdehghan et al., 2005). احتمالاً این پدیده به دلیل غلظت بالای مقدار ترکیبات فنلی در پوست انار می‌باشد و تغییر در تراوایی غشای واکوئل و نشت مواد فنلی می‌شود (Sayyari et al., 2010a). وجود این ناهنجاری کیفیت میوه‌های انبار شده را کاهش داده و سالیانه ضررهای اقتصادی فراوانی به جا می‌گذارد. تیمار میوه‌های انار با واکس کارنوبا سرمازدگی کمتری نسبت به نمونه شاهد داشت. محققین بر این باورند افزایش نفوذپذیری بافت گیاهی به اکسیژن منجر به تولید گونه‌های اکسیژن فعال و در نتیجه تحریک سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدان‌ها و ایجاد خسارت به بافت گیاهی در دمای پایین می‌گردد. لذا کاربرد واکس کارنوبا از طریق کاهش نفوذپذیری بافت، میزان خسارت سرمازدگی را کاهش می‌دهد (Barman et al., 2011). در مطالعه‌ای کاربرد سه نوع واکس (واکس با پایه شلاک، با پایه پلی اتیلن و کارنوبا) با هدف کنترل عارضه

طی رسیدگی میوه، انبارداری طولانی مدت، دمای بالا، رطوبت نسبی کم، آسیب‌های فیزیکی و سرمازدگی با فعالیت آنزیم‌های فنل اکسیداز و آسکوربیک اکسیداز تجزیه شده و میزان آن کاهش می‌یابد. از دست دادن ویتامین ث نشان‌دهنده تبدیل دهیدروآسکوربیک اسید (dehydroascorbic acid) به اسید دیکتوگولونیک (diketogulonic acid) است (Oms-Oli'et al., 2008) احتمالاً کاهش محتوای ویتامین ث انار ملس ساوه با پوشش دهی طی انبارمانی به دلیل تحریک آنزیم‌های تجزیه کننده این ترکیب در شرایط به وجود آمده باشد. در هر حال این موضوع نیازمند تحقیقات بیشتر در زمینه بیوشیمی تجزیه اسیدآسکوربیک است. افزایش محتوای ویتامین ث میوه انار با تیمار کارنوبا (Barman et al., 2011) خلاف نتایج این بررسی و کاهش مقدار ویتامین ث با کاربرد تیمارهای پوششی مختلف از جمله واکس پرافین بر روی میوه سیب همسو با نتایج این تحقیق بود (Hayat et al., 2005). حفظ محتوای ویتامین ث در تیمار کانوبا بر میوه انبه مطابق با اثرات تیمار کارنوبای ۰/۵ درصد در این پژوهش بود (Dang et al., 2008).

اسید کل و پ‌هاس

طی زمان انبارمانی مقدار اسید کل نسبت به زمان برداشت در روز ۴۵ انبارمانی ثابت ماند و بعد از آن افزایش

بود (جدول ۱).

افزایش سفتی آریل در روز ۴۵ انبارمانی با تیمار کارنوبای ۰/۵ درصد را می‌توان به اثر واکس کارنوبا در ایجاد یک اتمسفر تغییر یافته در اطراف میوه و کاهش تنفس و تبخیر و تعرق طی دوره انبارمانی مربوط دانست. نتایج بررسی محققین (Barman et al., 2011) روی اثر تیمار واکس کارنوبا بر سفتی میوه انار همسو با نتایج این تحقیق بود که دلیل اصلی آن را مرتبط با حفظ یکپارچگی غشاء سلول و خروج کمتر آب دانسته‌اند. در این زمینه نیز محققین حفظ سفتی میوه خیار با استفاده از تیمار واکس کارنوبا را گزارش کردند (Purvis, 1994). نتایج بررسی نشان داده که پوشش دو لایه گلو تن گندم و چربی (موم زنبور عسل، اسیدهای استئاریک و پالمیتیک) اثر معنی داری بر حفظ سفتی توت‌فرنگی داشته ولی افزایش غلظت لایه چربی اثرات معکوس بر حفظ سفتی مشاهده شد (Tanada-Palmu and Grosso, 2005).

ویتامین ث

طبق نتایج مقایسه میانگین میزان ویتامین ث تیمار کارنوبا ۰/۵ درصد تفاوت معنی داری با نمونه شاهد نداشت اما تیمار کارنوبا ۱ درصد ویتامین ث کمتری نسبت به شاهد و کارنوبا ۰/۵ درصد داشت (جدول ۱). اسید آسکوربیک یکی از مهم‌ترین فاکتورهای کیفی تغذیه‌ای است که در

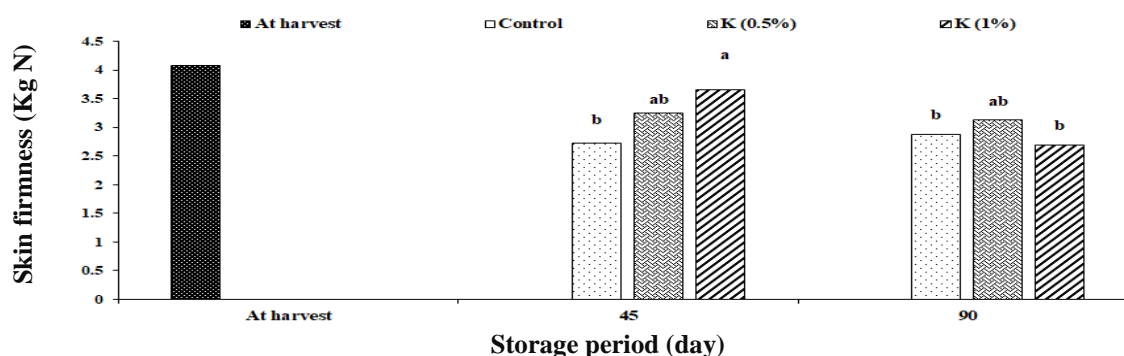


Figure 4. The effect of carnuba wax (K) on tissue firmness in storage period (Mean in each column and rows having the same letters are not significantly at 1% of probability using LSD test)

Table 1. The effect of carnuba wax (K) on some physical and chemical properties of pomegranate fruits

Treatments	Aril firmness (Kg F)	Vitamin C (mg asco/100ml)	Aril chroma	Aril hue
Control	0.59 ^c	59.5 ^a	15.2 ^a	0.53 ^{ab}
K0.5%	0.79 ^a	63.25 ^a	12.79 ^b	0.58 ^a
K 1%	0.7 ^b	50.1 ^b	14.97 ^a	0.47 ^b

Mean in each column and rows having the same letters are not significantly at 1% of probability using LSD test.

رابطه مستقیمی با فعالیت‌های متابولیکی میوه دارد (Sayyari et al., 2009). مقدار اسید طی انبارمانی اندکی افزایش یافت و تیمارهای کارنوبا قادر به حفظ این شاخص شدند. مشابه این نتیجه در انبه‌های تیمار شده با واکس کارنوبا مشاهده شد که این تیمار نسبت به شاهد ۴۱ درصد اسید کل کمتری داشت (Khuyen et al., 2008).

فعالیت آنتی‌اکسیدانی

طبق نتایج مقایسه میانگین در این پژوهش تیمار کارنوبا تأثیر معنی داری بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی نداشت و طی دوره انبارمانی میزان این فاکتور کاهش یافت. کمترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی متعلق به روز ۹۰ انبارمانی (۴ درصد کمتر از زمان برداشت) بود (جدول ۲).

پیدا کرد. در روز ۹۰ انبارمانی تیمار کارنوبا سبب حفظ میزان اسید کل شد ولی مقدار اسید نمونه شاهد نسبت به زمان برداشت بیش از ۱۰۰ درصد افزایش یافت (شکل ۵). با افزایش دوره انبارمانی میزان pH کاهش یافت. در روز ۹۰ انبارمانی تیمارهای کارنوبا قادر به حفظ بهتر پهاش نسبت به نمونه شاهد شدند و از لحاظ آماری تفاوت معنی داری بین غلظت‌های مختلف کارنوبا مشاهده نشد (شکل ۶). درجه اسیدی آب‌میوه توسط پهاش بیان می‌شود. اسیدیته قابل تیتراسیون یک عامل مهم در حفظ کیفیت میوه می‌باشد. اسیدهای آلی بستری برای واکنش‌های تنفسی به حساب می‌آیند (Sayyari et al., 2011). معمولاً اسیدهای آلی هنگام رسیدن میوه و به دلیل مصرف شدن در تنفس و تبدیل به قندها کاهش می‌یابند و کاهش آن‌ها

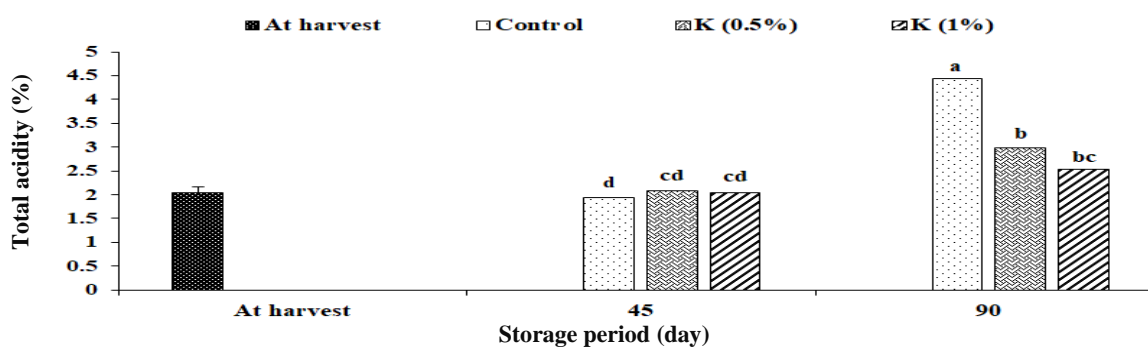


Figure 5. The effect of carnuba wax (K) on total acidity in storage period (Mean in each column and rows having the same letters are not significantly at 1% of probability using LSD test)

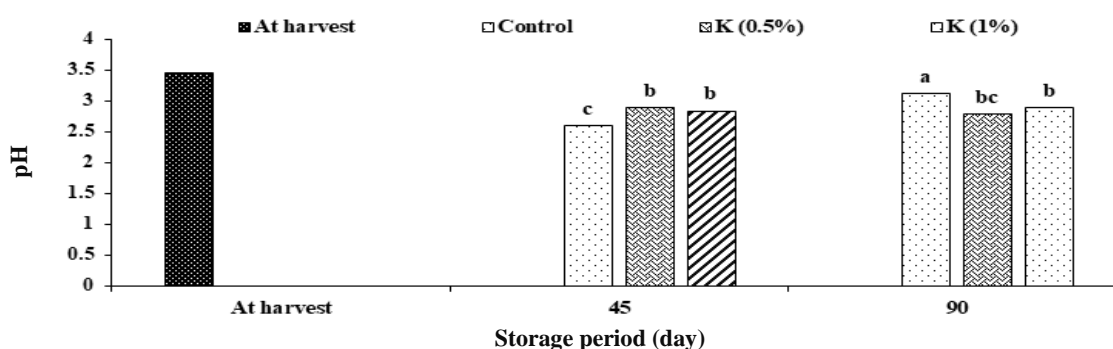


Figure 6. The effect of carnuba wax (K) on pH in storage period (Mean in each column and rows having the same letters are not significantly at 1% of probability using LSD test)

Table 2. The effect of storage time on some physical and chemical properties of strawberry fruits

Storage period (day)	Aril firmness (Kg F)	Antioxidant (DPPHsc %)	Skin chroma	Skin L	Aril chroma	Aril hue
Harvest time	0.67	99.4	40.6	40.7	13.6	0.5
45	0.75 ^a	93.67 ^a	38.8 ^a	43.88 ^a	16.9 ^a	0.47 ^b
90	0.64 ^b	89.9 ^b	29.4 ^b	32.9 ^b	11.7 ^b	0.57 ^a

Mean in each column and rows having the same letters are not significantly at 1% of probability using LSD test.

میوه انار تیمار شده با واکس کارنوبا به تنهایی و یا همراه با پوترسین (۲ میلی مولار) غلظت بالاتری از آنتوسیانین، ظرفیت آنتی اکسیدانی، اسید آسکوربیک، تانن و ویژگی های حسی در دوره انبارداری نشان داد (Barman et al., 2011). نتایج مشابهی طی نگهداری انار رقم انار آثاریا (Assaria) در دمای ۵ درجه سانتی گراد گزارش شده است (Miguel et al., 2004). احتمالاً دلیل افزایش آنتوسیانین نمونه شاهد نسبت به تیمار کارنوبا در روز ۹۰ انبارمانی، خروج بیشتر آب از میوه ها باشد.

تست پانل

بر اساس نتایج مقایسه میانگین در روز ۹۰ انبارمانی میزان عطر و طعم میوه کاهش یافت و در این دوره تیمار کارنوبا ۱ درصد توانست عطر و طعم میوه (۵۰ درصد) را به طور مؤثری حفظ کند (شکل ۸).

با توجه به این که کسب نمره کمتر به معنای بهتر بودن ویژگی مورد نظر است لذا بیشترین میزان تازگی پوست مربوط به تیمار کارنوبا ۱ درصد (۶۱ درصد) در روز ۴۵ انبارمانی و کمترین میزان تازگی پوست متعلق به تیمار کارنوبا ۰/۵ درصد (۱۵ درصد) در روز ۹۰ انبارمانی بود و اختلافی بین شاهد و کارنوبای ۱ درصد وجود نداشت (شکل ۹).

طبق نتایج مقایسه میانگین با افزایش زمان انبارمانی میزان پذیرش کلی میوه کاهش یافت. در روز ۹۰ انبارمانی بیشترین میزان پذیرش میوه متعلق به تیمار کارنوبا ۱ درصد (۲۵ درصد) و کمترین میزان متعلق به کارنوبا ۰/۵ درصد (۲۵ درصد) بود (شکل ۱۰).

طی زمان نگهداری، فعالیت آنتی اکسیدانی میوه ها کاهش می یابد که این روند به دلیل محافظت سلول در برابر آسیب های ناشی از رادیکال های آزاد است. کاهش آنتوسیانین و ترکیبات فنلی هم یکی دیگر از دلایل کاهش فعالیت آنتی اکسیدانی است زیرا این ترکیبات خاصیت آنتی اکسیدانی دارند و با کاهش میزان آن ها، فعالیت آنتی اکسیدانی نیز کاهش خواهد یافت. کاهش فعالیت ضد اکسیداسیونی می تواند به دلیل پیری و پوسیدگی در طی ذخیره سازی نیز اتفاق بیفتد (Sayyari et al., 2010a). افزایش رادیکال های آزاد طی فرآیند رسیدن میوه ها در اثر افزایش فرآیند اکسیداتیو به خصوص در میوه های فرازگرا می تواند موجب ایجاد خسارت به غشاهای سلول و افزایش سرعت پیری میوه ها و سبزی ها گردد (Sayyari et al., 2011, Oms-Oli et al., 2008).

آنتوسیانین

نتایج مقایسه میانگین داده ها مشخص کرد که مقدار آنتوسیانین در روز ۹۰ انبارمانی نسبت به زمان برداشت افزایش یافته به طوری که بیشترین میزان آنتوسیانین مربوط به نمونه شاهد و کمترین آن به تیمار کارنوبا ۱ درصد تعلق داشت (شکل ۷). ستر آنتوسیانین ها، پس از برداشت میوه در توت فرنگی، تمشک جنگلی (Han et al., 2004)، انار (Goncalves et al., 2008) و گیلاس (Akhavan et al., 2007) گزارش شده است. در این مطالعه تیمار کارنوبا ۰/۵ درصد تا روز ۴۵ انبارمانی توانست آنتوسیانین را در سطح بالاتری نگه دارد. افزایش میزان آنتوسیانین در تیمار کارنوبا بر روی میوه انار گزارش شده است (Barman et al., 2011).

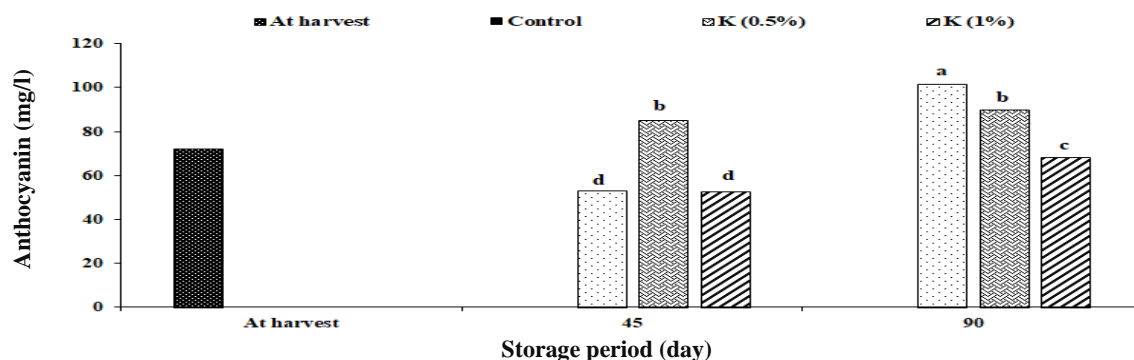


Figure 7. The effect of carnuba wax (K) on anthocyanin in storage period (Mean in each column and rows having the same letters are not significantly at 1% of probability using LSD test)

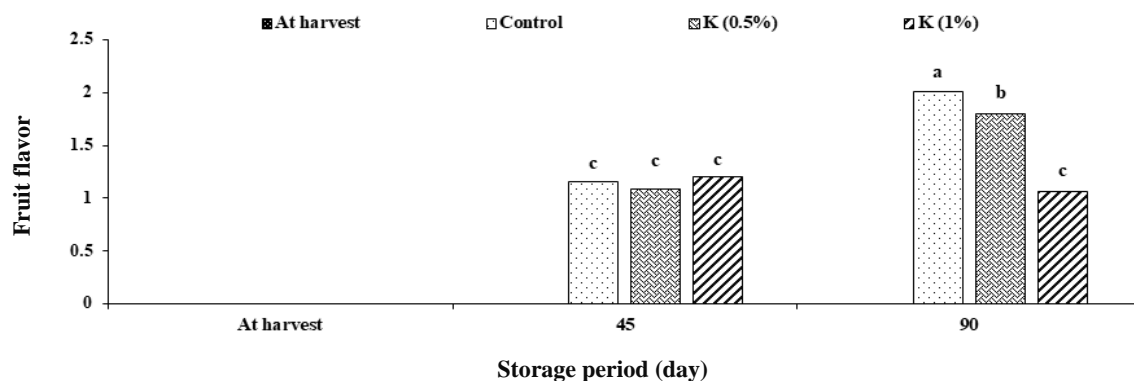


Figure 8. The effect of carnuba wax (K) on fruit flavor in storage period (Mean in each column and rows having the same letters are not significantly at 1% of probability using LSD test)

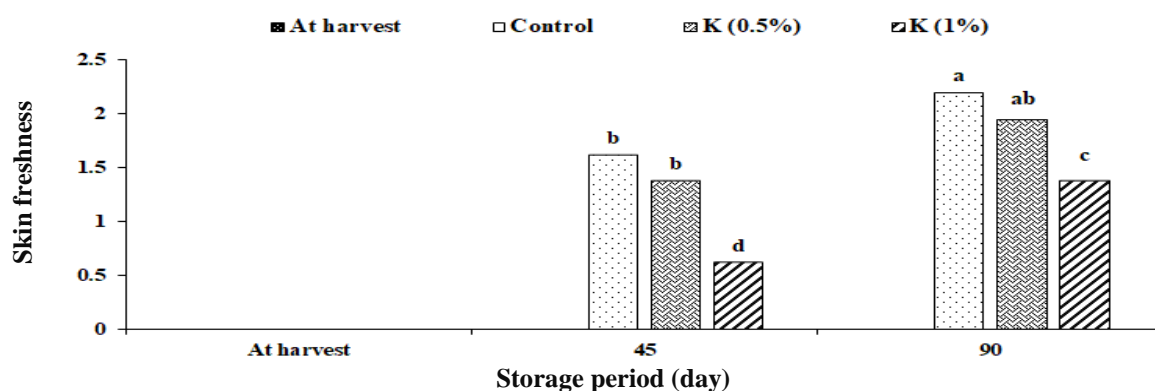


Figure 9. The effect of carnuba wax (K) on skin freshness in storage period. (Mean in each column and rows having the same letters are not significantly at 1% of probability using LSD test)

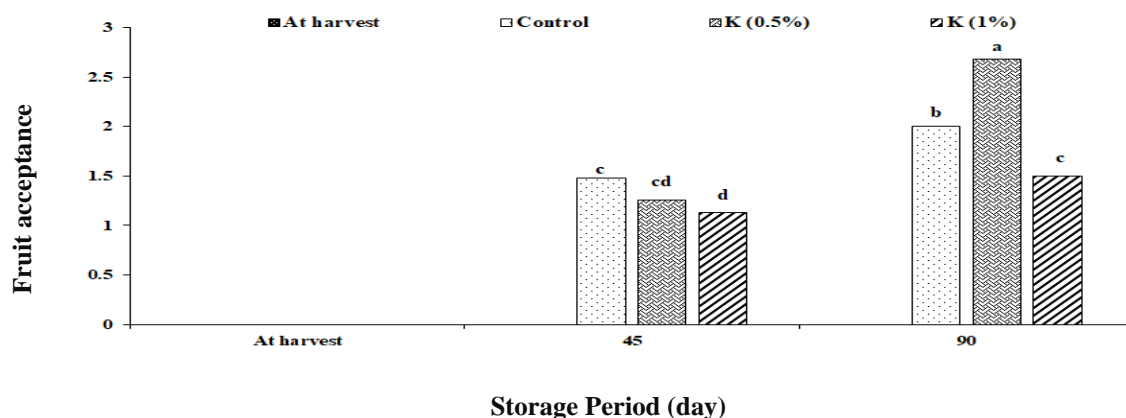


Figure 10. The effect of carnuba wax (K) on fruit acceptance in storage period. (Mean in each column and rows having the same letters are not significantly at 1% of probability using LSD test)

تأثیر این ترکیب بر حفظ رطوبت و در نتیجه حفظ ویژگی‌های کیفی و حسی کشمش نسبت داد (Ayoubi et al., 2015). تیمار انبه با واکس کارنوبا به‌طور چشمگیری عطر بهتری نسبت به تیمار شاهد و دیگر پوشش‌ها (تقریباً ۶۰ درصد بیشتر از شاهد) از خود نشان داد که این افزایش

موم‌ها کارآمدترین ترکیبات خوراکی بهبوددهنده یک پوشش ممانعت‌کننده نسبت به رطوبت می‌باشند. خاصیت مقاومت زیاد موم‌ها در برابر نفوذ آب، به ساختمان مولکولی این ترکیبات مربوط می‌شود. محققین افزایش زمان ماندگاری کشمش پوشش‌دهی شده با موم کارنوبا را به

رنگدانه‌های موجود در گوشت و پوست میوه دارد. نتایج بررسی (Shafiee et al., 2010) حاکی از همبستگی زیاد شاخص‌های رنگ با نوع رقم و مقدار رنگدانه‌های موجود در گوشت و پوست میوه دارد. هم‌راستا با نتایج این تحقیق، شاخص درخشندگی و کروما با گذشت زمان انبارمانی در سبب رقم فوجی (Dobrzanski et al., 2006) و هلو (Jin et al., 2006) کاهش یافت که دلیل آن افزایش آنتوسیانین و کاهش آب‌میوه بیان شده است. اما در پژوهشی دیگر شاخص درخشندگی میوه سبب قرمز لبنانی طی دوره انبارمانی افزایش یافت (Ganai et al., 2015). شاخص کروما و زاویه هیو طی انبارمانی آناناس کاهش یافت ولی میوه‌های تیمار شده با واکس سطح بالاتری از این شاخص‌ها را داشتند (Hu et al., 2011).

نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش نشان دادند که استفاده از پوشش واکس کارنوبا به‌عنوان محافظی در برابر سرما طی دوره انبارمانی سرد به‌طور مؤثری منجر به حفظ صفات کمی و کیفی انار ملس ساوه می‌شود. واکس کارنوبا با جلوگیری از تبخیر و تعرق طی دوره انبارمانی تا حدودی سبب حفظ وزن، اسید کل، تازگی پوست و شکل ظاهری میوه‌ها شد. با توجه به این که افزایش غلظت واکس کارنوبا منجر به کاهش میزان ویتامین ث شد به نظر می‌رسد کاربرد کارنوبای ۰/۵ درصد قادر به حفظ اکثر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه انار ملس ساوه تا ۹۰ روز در سردخانه با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد باشد.

می‌تواند ناشی از افزایش غلظت پیش‌ماده‌های مواد معطر مانند اسیدهای چرب باشد در ضمن کاربرد کارنوبا باعث تأخیر در فرآیند رسیدگی میوه و کاهش میزان الکل گردید (Dang et al., 2008). اسیدهای چرب پیش‌ماده‌ی فرآورده‌های معطر انبه مانند استرها، آلدئیدها، الکل‌ها، کتون‌ها و ترپن‌ها هستند (Singh et al., 2004). میوه‌های انبه تیمار شده با واکس کارنوبا امتیاز بیشتری را از لحاظ عطر و شکل ظاهری کسب کردند (Hoa and Ducamp, 2008). پوشش‌های خوراکی موانع انتخابی برای اکسیژن و دی‌اکسید کربن هستند که اتمسفر داخلی را اصلاح می‌کنند و میزان تنفس میوه‌ها را کاهش می‌دهند (Debeaufort et al., 1998). کاهش سرعت تنفس منجر به حفظ طعم و پ‌هاش مطلوب، کاهش دگرگونی اسیدهای آلی و جلوگیری از ضایع شدن قند می‌شود (Ayoubi et al, 2015).

شاخص‌های رنگ

طبق نتایج مقایسه میانگین شاخص کرومای پوست و آریل تحت تأثیر دوره انبارمانی به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد (جدول ۲). میزان درخشندگی پوست در روز ۴۵ انبارمانی مقداری افزایش و سپس کاهش یافت (جدول ۲). براساس نتایج مقایسه میانگین با افزایش مدت زمان انبارمانی میزان شاخص زاویه رنگ آریل افزایش یافت (جدول ۲) کمترین میزان شاخص زاویه رنگ مربوط به تیمار کارنوبا ۱ درصد بود (جدول ۱). با افزایش دوره انبارمانی میزان درخشندگی آریل افزایش و سپس کاسته شد (شکل ۱۱). تغییر در شاخص‌های رنگ بستگی زیادی به مقدار

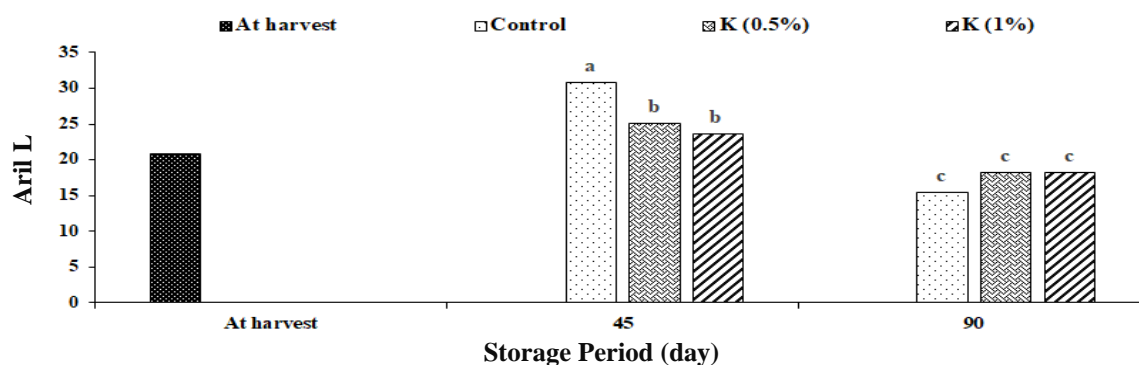


Figure 11. The effect of carnuba wax (K) on aril L in storage period (Mean in each column and rows having the same letters are not significantly at 1% of probability using LSD test)

باغبانی دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان برای حمایت
از پژوهش حاضر تشکر و قدردانی می‌گردد.

سپاس‌گزاری

بدین وسیله از معاونت محترم پژوهشی و گروه علوم

References

- Akhavan, H. R., Barzegar, M., & Abbasi, S. (2008). Anthocyanins characterization of 15 Iranian pomegranate (*Punica granatum* L.) varieties and their variation after cold storage and pasteurization. *European Food Research and Technology*, 227(3), 881-887.
- Ayoubi, A., Sedaghat, N., Kashaninejad, M., Mohebbi, M., & Youseftabar, N. (2015). Effect of lipid edible coating (Glyceryl monoestearate and Carnuba wax) on shelf life of raisin. *Journal of Food Science and Technology*, 48(12), 139-151.
- Babalar, M., Mosayyebzadeh, A., Zamani, Z., Mousavi, A., & Fattahi Moghadam, M. R. (2017). The effect of two covering methods with waxed paper to inhibit chilling injury in Pomegranate 'Malas-e-Saveh' fruit during cold storage. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 48(2), 251-263. [In Farsi]
- Baldwin, E. A., Burns, J. K., Kazocas, W., Brecht, J. K., Hagenmaier, R. D., & Bender, R. J. (1999). Effect of two edible coatings with different permeability characteristics on mango ripening during stronger. *Journal of Postharvest Biology and Technology*, 17(3), 215-226.
- Barman, K., Asrey, R., & Pal, R. K. (2011). Putrescine and carnuba wax pretreatments alleviate chilling injury, enhance shelf life and preserve pomegranate fruit quality during cold storage. *Scientia Horticulturae*, 130(4), 795-800.
- Dang, K. T. H., Singh, Z., & Swinny, E. E. (2008). Edible coatings influence fruit ripening, quality, and aroma biosynthesis in mango fruit. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 56(4), 1361-1370.
- Debeaufort, F., Quezada-Gallo, J. A., & Voilley, A. (1998). Edible films and coatings: Tomorrow's packagings: A review. *Critical Reviews in Food Science*, 38(4), 299-313.
- Dobrzanski, B., Rabcewicz, J., & Rybczynski, R. (2006). *Handling of apple: Transport techniques and efficiency vibration, damage and bruising texture, firmness and quality*. B. Dobrzański Institute of Agrophysics Polish Academy of Sciences, Poland.
- Feygenberg, O., Hershkovitz, V., Ben-Arie, R., Nikitenko, T., Jacob, S., & Pesis, E. (2005). Postharvest use of organic coating for maintaining bio-organic avocado and mango quality. *Acta Horticulture*, 682(62), 507-512.
- Ganai, S. A., Ahsan, H., Wani, I. A., Lone, A. A., Mir, S. A., & Wani, S. M. (2015). Colour changes during storage of apple cv. Red delicious-influence of harvest dates, precooling, calcium chloride and waxing. *International Food Research Journal*, 22(1), 196-201.
- Goncalves, B., Silva, A. P., Moutinho-Pereira, J., Bacelar, E., Rosa, E., & Meyer, A. S. (2007). Effect of ripeness and postharvest storage on the evolution of colour and anthocyanins in cherries (*Prunus avium* L.). *Food Chemistry*, 103(3), 976-984.
- Goncalves, F. P., Martins, M. C., Silva-Junior, G. J., Lourenco, S. A., & Amorim, L. (2010). Postharvest control of brown rot and rhizopus rot in plums and nectarines using carnuba wax. *Postharvest Biology and Technology*, 58(3), 211-217.
- Han, C., Zhao, Y., Leonard, S. W., & Traber, M. G. (2004). Edible coatings to improve storability and enhance nutritional value of fresh and frozen strawberries (*Fragaria X ananassa*) and raspberries (*Rubus ideaus*). *Postharvest Biology and Technology*, 33(1), 67-78.
- Hayat, I., Masud, T., & Rathore, H. A. (2005). Effect of coating and wrapping materials on the shelf life of apple (*Malus domestica* cv. Borkh). *Internet Journal of Food Safety*, 5(5), 24-34.
- Hoa, T. T., & Ducamp, M. N. (2008). Effects of different coatings on biochemical changes of 'cat Hoa loc' mangoes in storage. *Postharvest Biology and Technology*, 48(1), 150-152.
- Hu, H., Li, X., Dong, C., & Chen, W. (2011). Effects of wax treatment on quality and postharvest physiology of pineapple fruit in cold storage. *African Journal of Biotechnology*, 10(39), 7592-7603.
- Khuyen, T. H. D., Singh, Z., & Swinny, E. E. (2008). Edible coating influence fruit ripening, quality and aroma

- biosynthesis in mango fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(4), 1361-1370.
- Miguel, G., Fontes, C., Antunes, D., Neves, A., & Martins, D. (2004). Anthocyanin concentration of "Assaria" pomegranate fruits during different cold storage conditions. *Journal of Biomedical and Biotechnology*, 5(1), 338-342.
- Mirdehghan, Sh., & Rahemi, M. (2005). Effects of hot water treatment on reducing chilling injury of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruits during storage. *Acta Horticulturae*, 682(115), 887-892.
- Oms-Oli, G., Salliva-Fortuny, R., & Martin-Belloso, O. (2008). Edible coatings with anti-browning agents to maintain sensory quality and antioxidant properties of fresh cut pears. *Journal Postharvest Biology and Technology*, 50(1), 87-94.
- Paimard, F., & Heidari, M. (2018). Effects of harvest time and storage duration on some physical and biochemical indices in pomegranate (*Punica granatum* L.) Fruits. *Plant Productions*, 41(1), 57-69. [In Farsi]
- Petrack, PD., Dou, H., & Pao, S. (1998). The influence of applied waxes on postharvest physiological behavior and pitting of grapefruit. *Postharvest Biology and Technology*, 14(1), 99-106.
- Purvis, A. C. (1994). Interaction of waxes and temperature in retarding moisture loss from and chilling injury of cucumber fruits during storage. *Florida State Horticultural Society*, 107(4), 257-260.
- Rahemi, M., & Mirdehghan, Sh. (2004). Effects of temperature conditioning on reducing chilling injury in pomegranate fruits during storage. *Indian Journal of Horticulture*, 4(116), 345-347.
- Ramezani, A., Rahemi, M., Maftoun, M., Bahman, K., Eshghi, S., Safizadeh, M. R., & Tavallali, V. (2010). The ameliorative effects of spermidine and calcium chloride on chilling injury in pomegranate fruits after long-term storage. *Fruits*, 65(3), 169-178.
- Robles-Sanchez, R. M., Rojas-Grau, M. A., Odriozola-Serrano, I., Gonzalez-Aguilar, G., & Martin-Belloso, O. (2013). Influence of alginate-based edible coating as carrier of antibrowning agents on bioactive compounds and antioxidant activity in fresh-cut Kent mangoes. *Food Science and Technology*, 50(1), 240-246.
- Sayyari, M., Babalar M., Kalantari, S., Serrano, M., & Valero, D. (2009). Effect of salicylic acid treatment on reducing chilling injury in stored pomegranates. *Postharvest Biology and Technology*, 53(3), 152-154.
- Sayyari, M., Babalar, M., & Kalantari, S. (2010a). The effect of pre-storage application of calcium chloride on chilling resistance and calcium concentration of pomegranate fruits. *Acta Horticulturae*, 868(49), 367-372.
- Sayyari, M., Babalar, M., Kalantari, S., Martinez-Romero, D., Guillen, F., Serrano, M., & Valero, D. (2011). Vapour treatments with methyl salicylate or methyl jasmonate alleviated chilling injury and enhanced antioxidant potential during postharvest storage of pomegranates. *Food Chemistry*, 124(3), 964-970.
- Sayyari, M., Valero, D., Babalar, M., Kalantari, S., Zapata, P. J., & Serrano, M. (2010b). Pre-storage oxalic acid treatment maintained visual quality, bioactive compounds, and antioxidant potential of pomegranate after long-term storage at 2degree C. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(11), 6804-6808.
- Shafiee M., Taghavi T. S., & 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(1), 40-45.
- Tanada-Palmu, P., & Grosso, C. R. F. (2005). Effect of edible wheat gluten-based films and coatings on refrigerated strawberry quality. *Postharvest Biology and Technology*, 363(2), 199-208.
- Wang, L., Chena, S., Kong, W., Li, W., & Archbold, D. 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(3), 244-251.
- Wang, S. Y., & Gao, H. (2013). Effect of chitosan-based edible coating on antioxidants, antioxidant enzyme system, and postharvest fruit quality of strawberries (*Fragaria x arnensis* Duch.). *Food Science and Technology*, 52(2), 71-79.

