

افزایش عمر انباری و حفظ کیفیت سیب گلاب با استفاده از پوشش خوراکی ژل آلوئه‌ورا و اسانس آویشن شیرازی

منا قاضی مقدم^۱، یحیی سلاح ورزی^{۲*} و بهرام عابدی^۲

۱ و ۲. دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۲۷ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۵/۳)

چکیده

سیب گلاب یک رقم تجاری ایران است که به دلیل فعالیت متابولیکی بالا و قهوه‌ای شدن در اثر آسیب‌های مکانیکی عمر پس از برداشت کوتاهی دارد. آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار صورت پذیرفت. عامل اول پوشش خوراکی در پنج سطح (ژل آلوئه‌ورا در دو سطح ۳۰ و ۶۰ درصد حجمی - حجمی، ژل آلوئه‌ورا در دو سطح ۳۰ و ۶۰ درصد حجمی - حجمی به همراه اسانس آویشن شیرازی با غلظت ۱۲۰ میکرولیتر در لیتر همراه و بدون پوشش) و عامل دوم زمان انبارداری در پنج سطح (صفر، ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز پس از برداشت) بود. نتایج نشان داد کاهش وزن و شاخص رسیدگی در پوشش ژل آلوئه‌ورا ۶۰٪ به همراه اسانس آویشن شیرازی به ترتیب ۳/۸ و ۳۱/۴ درصد در مقایسه با میوه های شاهد (بدون پوشش) کاهش نشان داد. هم چنین تیمارهای مذکور، منجر به حفظ ظرفیت جاروب کنندگی رادیکال DPPH و تجمع فنول کل میوه‌های تیمار شده با پوشش آلوئه‌ورا غنی شده با اسانس آویشن شیرازی شدند. پوشش ژل آلوئه‌ورا ۶۰ درصد و همچنین تیمار ژل آلوئه‌ورا ۶۰ درصد + اسانس آویشن شیرازی به ترتیب ۵۵/۵ و ۶۲/۲ درصد استحکام بافت میوه را در مقایسه با شاهد افزایش دادند. از سوی دیگر نتایج ارزیابی حسی مشخص نمود که پوشش ژل آلوئه‌ورا در ترکیب با اسانس آویشن شیرازی اثر منفی بر طعم و ظاهر سیب گلاب نداشت.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی حسی، عمر پس از برداشت، کاهش وزن، محتوی فنول کل.

Increasing the shelf life and preserving of the quality of apple fruit 'Golab' using an edible coating of *Aloe vera* gel and essential oil of Shirazi thyme

Mona Ghazimoghdam¹, Yahya Selahvarzi^{2*} and Bahram Abedi^{2*}

1, 2. M. Sc. Student and Assistant Professor, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

(Received: Feb. 16, 2019 - Accepted: July 25, 2019)

ABSTRACT

Golab apple is a commercial cultivar of Iran, has short post-harvest life due to its high metabolic activity and browning caused by mechanical damage. The experiment was done in factorial based on a completely randomized design with four replications. The first factor was coating in five levels, coating of *Aloe vera* gel 30% and 60% v/v in combination with Shirazi thyme essential oil with a concentration of 120 μl^{-1} and without any cover) and the second factor was storage duration in five levels (0, 7, 14, 21 and 28 days after harvesting). Results indicated that the coating of 60% *Aloe vera* gel with essential oil of Shirazi thyme had a significant effect on reducing weight loss and ripening index, so that it decreased the weight loss and ripening index of 3.8% and 31.1% in comparison with control, respectively. Also, the mentioned treatments, leading to retained free-radical scavenging and total phenol accumulation of fruit treated with *Aloe vera* enriched with essential of Shirazi thyme. The coated apples with *Aloe vera* gel 60% and also *Aloe vera* gel 60%+Shirazi thyme essential oil increased the fruit firmness by 55.5% and 62.2%, respectively, compared to control. The results of the sensory evaluation indicated that the coating of *Aloe vera* gel in combination with the essential oil of Shirazi thyme did not have any negative effect on the taste and appearance of apple (cv. Golab).

Keywords: Postharvest life, total phenolic, sensory evaluation, weight loss.

* Corresponding author E-mail: Selahvarzi@um.ac.ir

مقدمه

سیب گلاب از رقم های بومی، زودرس و تجاری ایران است که به دلیل داشتن عطر خاص و طعم مطلوب جایگاه ویژه‌ای نزد مصرف‌کنندگان به خود اختصاص داده است. به دلیل آب زیاد، قند فراوان و ماده خشک کمتر در مقایسه با سایر رقم های سیب امکان نگهداری طولانی مدت این میوه در انبار بسیار دشوار و بنابراین مدت عرضه این میوه به بازار بسیار کوتاه است. سیب گلاب حساسیت زیادی به آسیب‌های مکانیکی و فیزیولوژیکی دارد (Sahraei Khosh Gardesh *et al.*, 2014) و در بسیاری از موارد به دلیل کاهش کیفیت ظاهری و قهوه‌ای شدن سطحی در اثر صدمات مکانیکی وارد شده در مرحله برداشت و حمل و نقل، امکان نگهداری و انتقال آن به مناطق دور از منطقه تولید بسیار محدود بوده و تاکنون صادرات این محصول به دلیل عمر انباری پائین امکان پذیر نبوده است (Deljuo & Khani, 2012).

مطالعات فراوانی با هدف حفظ کیفیت و ماندگاری پس از برداشت میوه سیب گزارش شده است که می‌توان به کارگیری روش‌هایی از جمله انبار با اتمسفر کنترل شده (Matthes & Schmitz-Eiberger, 2009) تیمار حرارتی (Escalada & Archbold, 2009) بسته بندی با اتمسفر تغییر یافته (Cortellino *et al.*, 2017)، تیمار ۱- متیل سیکلو پروپین (Watkins *et al.*, 2000) و آمینو اتوکسی ونیل گلیسین (Drake *et al.*, 2005) و پوشش خوراکی اشاره نمود. ژل و عصاره برگ آلونته‌ورا و دیگر گونه‌های آن مانند آبروسنس (*A. arborescens*) و فروکس (*A. ferox*) منبع غنی از عوامل آنتی‌اکسیدان و ضد میکروبی مانند ترکیبات فنولی می‌باشند (Palou *et al.*, 2016). ژل آلونته‌ورا منبع غنی از ویتامین‌ها (E, A, C)، پروتئین، قند و مقدار کمی لیپید است (Guillén *et al.*, 2013). پوشش خوراکی ژل آلونته‌ورا به عنوان پوشش زیست‌تجزیه‌پذیر و دوست‌دار محیط زیست مورد توجه قرار گرفته است. گزارش‌های قبلی نشان داده‌است که پوشش خوراکی ژل آلونته‌ورا به وسیله اصلاح اتمسفر درونی میوه، کاهش تولید اتیلن در میوه‌های فرازگرا، کاهش از دست‌دادن وزن و جلوگیری از گسترش ریزجانداران سبب افزایش ماندگاری میوه‌های آووکادو (Ergun & Satici, 2012) و سیب (Bill *et al.*, 2014) است.

انگور (Castillo *et al.*, 2010) شده است. هم‌چنین خصوصیات فیزیکوشیمیایی مانند رنگ، سفتی، اسیدیته در گوجه (Chauchan-najappa, 2013)، نارنگی (Jiwanit *et al.*, 2018) و انجیر (Marpudi *et al.*, 2013) در اثر کاربرد ژل آلونته‌ورا طی مدت زمان انبارمانی بهبود یافته است.

خصوصیات پوشش‌های خوراکی می‌تواند با ترکیبات افزودنی مثل عامل‌های ضد قهوه‌ای شدن، ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی بهبود یابد (Olivas & Barbosa-Cánovas, 2005). اسانس یکی از ترکیبات افزودنی به پوشش خوراکی است که می‌تواند ظاهر، بافت و خصوصیات ضد میکروبی آن را بهبود دهد (Olivas & Barbosa-Cánovas, 2005; Cerqueira *et al.*, 2009). اگرچه اسانس‌ها دارای خصوصیات آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی قوی هستند، اما دارای مشکلاتی مانند قیمت بالا، ترکیبات فرار، تغییر طعم و اثرات بیولوژیکی منفی نیز هستند (Sanchez-Gonzalez *et al.*, 2011; Zhang *et al.*, 2015). ترکیب اسانس‌ها با پوشش‌های خوراکی می‌تواند این مشکلات را بهبود دهد بدون این‌که در عطر و طعم میوه تغییری ایجاد کنند و یا روی آن اثرات مخربی داشته باشند (Cerqueira *et al.*, 2009; Cocero *et al.*, 2009). آویشن شیرازی (*Zataria multiflora*) گیاهان دارویی متعلق به خانواده نعنائیان است و محل اصلی رویش آن در ایران، پاکستان و افغانستان قرار دارد (Saei-Dehkordi *et al.*, 2010). اسانس آویشن شیرازی به دلیل داشتن ترکیبات فراوان مانند منوترین هیدروکربن‌ها، سزکویی‌ترین هیدروکربن‌ها، سزکویی‌ترین‌های اکسیژن‌دار و مقدار فراوانی تیمول و کارواکرول دارای خصوصیات آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی زیاد هستند (Mohammadi *et al.*, 2016, 2015).

با توجه به این‌که سیب گلاب از محبوب‌ترین سیب‌های تابستانه و از رقم های تجاری است، بررسی عوامل مؤثر بر حفظ کیفیت و کاهش ضایعات پس از برداشت آن ضروری است. بنابراین در مطالعه حاضر، اثر پوشش خوراکی ژل آلونته‌ورا حاوی اسانس آویشن شیرازی به صورت مجزا یا توأم روی سیب گلاب مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

سیب گلاب در مرحله بلوغ تجاری در تیرماه سال ۱۳۹۶ از یکی از باغات تجاری مشهد برداشت شد. پس از انتخاب میوه‌های سالم، هم‌شکل و هم‌اندازه، تعداد ۴۸۰ میوه به صورت تصادفی انتخاب و با قرار دادن هر ۶ میوه در یک ظرف پلی‌اتیلنی بسته‌بندی شدند. بنابراین تعداد ۸۰ ظرف پلی‌اتیلنی حاصل از ۵ نوع پوشش خوراکی، ۴ زمان انبارمانی و ۴ تکرار به انبار سرد انتقال یافتند. گیاه اسانس آویشن شیرازی در مرحله تمام گل از منطق کوه شتری در شهرستان قائن (یکی از مناطق عمده رویشگاهی آن) در نیمه خردادماه ۱۳۹۶ جمع‌آوری شد. گیاهان جمع‌آوری شده توسط پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد با کد (E1015-FUMH) شناسایی و تأیید شد.

روش آماده سازی پوشش خوراکی

برگ‌های تازه آلوئه‌ورا بلافاصله پس از برداشت از گلخانه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد، با آب مقطر شستشو و با الکل اتیلیک ۷۰٪ ضدعفونی شدند. پوست، برگ‌ها از گوشت وسط برگ (فیله) که حاوی ژل می‌باشد جدا و توسط مخلوط کن خردشد، ژل حاصل در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ دقیقه پاستوریزه شد (Navarro *et al.*, 2011; Zapata *et al.*, 2013). اسانس گیاه آویشن شیرازی نیز به روش تقطیر با بخار به وسیله دستگاه کلونجر به مدت زمان ۳ ساعت تهیه‌گردید (Saei-Dehkordi *et al.*, 2010). سپس، ترکیبات اسانس با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی شناسایی شدند. پوشش‌ها به صورت ژل خالص آلوئه‌ورا در غلظت (۳۰٪ و ۶۰٪ حجمی- حجمی)، اسانس آویشن شیرازی با غلظت ۱۲۰ میکرولیتر درلیتر تهیه‌شد. سیب‌های گلاب به مدت ۱۰ دقیقه در پوشش ژل آلوئه‌ورا و ترکیب ژل آلوئه‌ورا با اسانس فرو برده‌شدند. سیب‌ها بدون انجام تیمار نیز به عنوان شاهد در شرایط مشابه در آب مقطر غوطه‌ور شدند. تمامی تیمارها در انبار در دمای 1 ± 1 درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰-۸۵ درصد به مدت ۲۸ روز نگهداری گردیدند.

روش اندازه‌گیری صفات مورد مطالعه

سفتی بافت میوه با چهار تکرار به وسیله یک نفوذسنج (مدل Effegi-mod FT327) دارای پیستونی به قطر ۱۱ میلی‌متر بر حسب کیلوگرم در سانتی‌مترمربع محاسبه شد. وزن نمونه‌ها قبل از انبارداری گرفته‌شد و در زمان‌های مشخص درصد کاهش وزن نسبت به زمان اولیه محاسبه گردید. درصد مواد جامد محلول توسط دستگاه رفاکتومتر در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد محاسبه‌گردید. برای اندازه‌گیری اسیدیته کل ۵ میلی‌لیتر از آب میوه با آب مقطر به حجم ۴۰ میلی‌لیتر رسانده شده و عمل تیتراسیون با افزودن ۰/۱ نرمال سود سوزآور تا رسیدن به pH برابر ۸/۲ ادامه پیدا کرد و نتایج به صورت اسید غالب (اسید مالیک) بیان شد. به منظور اندازه‌گیری درجه اسیدی (pH) از دستگاه سنجش درجه اسیدی بعد از کالیبره‌کردن استفاده شد. شاخص طعم نیز به صورت نسبت مواد جامد محلول به میزان اسید قابل تیتراسیون محاسبه گردید.

تعیین میزان فنول کل

اندازه‌گیری میزان فنول کل از روش فولین-سیکالچو انجام گرفت. ۳۰۰ میکرولیتر از آب میوه رقیق شده با ۱۵۰۰ میکرولیتر از معرف فولین-سیکالچو ۱۰ درصد ترکیب شد و پس از گذشت ۵ دقیقه در دمای اتاق، ۱۲۰۰ میکرولیتر از سدیم بی‌کربنات ۷/۵ درصد به محلول اضافه شد و به مدت زمان ۱/۵ ساعت در شرایط تاریکی نگهداری شد، سپس در طول موج ۷۶۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. در پایان میزان فنول کل با استفاده از منحنی استاندارد محاسبه و برحسب میلی‌گرم گالیک اسید در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه بیان شد (Singleton & Rossi, 1965).

تعیین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل

فعالیت آنتی‌اکسیدانی سیب گلاب براساس روش DPPH اندازه‌گیری شد (Gil *et al.*, 2000). بر اساس این روش ۱۰۰ میکرولیتر آب میوه و یک میلی‌لیتر (DPPH، ۵۰۰ میکرو مولار در متانول) ترکیب شده و نمونه‌ها پس از تکان شدید در دمای اتاق در شرایط

نتایج و بحث

اجزای تشکیل دهنده اسانس

ترکیبات اصلی اسانس آویشن شیرازی توسط دستگاه گاز- کروماتوگرافی متصل به طیف‌سنج جرمی آنالیز، و در جدول ۱ نشان داده شدند. تیمول و کارواکرول به ترتیب با میزان ۲۷/۴۰، ۴۱/۲ درصد در مجموع ۶۸/۶ درصد ترکیبات اسانس آویشن شیرازی را تشکیل دادند.

اثر ژل آلوئه‌ورا و اسانس آویشن شیرازی بر کاهش

وزن میوه

بر اساس تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر ساده و اثر متقابل غلظت‌های مختلف آلوئه‌ورا و زمان نگهداری روی کاهش وزن در سطح احتمال خطای یک درصد معنی‌دار بود. درصد کاهش وزن میوه‌ها با تیمارهای مختلف طی دوره انبارمانی افزایش یافت (جدول ۳). با این حال، بین سیب‌های شاهد و تیمار شده با ژل آلوئه‌ورا تفاوت وجود داشت. پس از ۲۸ روز انبارمانی، بیشترین کاهش وزن میوه مربوط به تیمار شاهد (۴/۹٪) می‌باشد که با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نشان داده است.

تیمار ژل آلوئه‌ورا ۳۰٪ و ۶۰٪ و تیمار ژل آلوئه‌ورا ۳۰٪ و ۶۰٪ به همراه اسانس آویشن شیرازی در مقایسه با شاهد از دست‌دادن وزن به ترتیب ۴/۱، ۴/۲، ۳/۶ و ۳/۸ درصد کاهش دادند. اثرات مثبت ژل آلوئه‌ورا بر کاهش افت وزن بر اساس خاصیت هیگروسکوپیک پوشش است که به عنوان یک مانع در برابر انتشار آب، بین میوه و محیط اطراف آن عمل می‌کند و تبخیر و تعرق را کاهش می‌دهد (Martínez-Romero *et al.*, 2006). اثر پوشش خوراکی ژل آلوئه‌ورا بر جلوگیری از افت وزن در طیف گسترده‌ای از میوه‌ها مانند انجیر (Marpudi *et al.*, 2013) گیلاس، هلو و آلو (Paladines *et al.*, 2014)، انگور (Ni *et al.*, 2004) و سیب (Ergun & Satıcı, 2012) گزارش شده است. همچنین نتایج تحقیق حاضر نشان داد که ترکیب ژل آلوئه‌ورا با اسانس آویشن شیرازی از تیمار تنها ژل آلوئه‌ورا تأثیر بیشتری در کاهش افت وزن داشت (جدول ۲). نتایج نشان می‌دهد که خاصیت هیدروفوبیک اسانس در پوشش خوراکی ژل آلوئه‌ورا می‌تواند مانع خوبی را برای کاهش تبخیر رطوبت فراهم آورد (Choi *et al.*, 2016).

تاریکی به مدت ۳۰ دقیقه نگهداری شدند. کاهش میزان جذب در طول موج ۵۱۷ نانومتر با دستگاه اسپکتوفتومتر مدل Jenwey 4506 تعیین گردید. سپس ظرفیت جاروب‌کنندگی رادیکال DPPH (٪) عصاره‌ها به صورت درصد بازدارندگی DPPH توسط رابطه (۱) محاسبه شد.

$$\text{Antioxidant activity (\%)} = \quad (1)$$

$$\frac{A_{\text{control}} - A_{\text{sample}}}{A_{\text{control}}} \times 100$$

$$A_{\text{sample}} = (\text{DPPH} + \text{میزان جذب نمونه})$$

$$A_{\text{control}} = \text{میزان جذب DPPH}$$

ارزیابی حسی

برای ارزیابی حسی و چشایی، آزمون‌های حسی توسط ۱۰ فرد آموزش‌دیده در رده سنی (۲۵-۴۵ سال) انجام گرفت و میانگین افراد برای هر تکرار ثبت شد. ۵- عالی، ۴- بسیار خوب، ۳- خوب، ۲- متوسط، ۱- خیلی بد (Paladines *et al.*, 2014). بنابراین برای هر یک از پنج تیمار و در روزهای صفر، ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز ارزیابی حسی شامل پارامترهای درخشندگی، بافت، طعم، ظاهر و پذیرش کلی مورد اندازه‌گیری قرار گرفت و نتایج به صورت نمودار عنکبوتی (Radar chart) ارائه شد.

طرح آماری و تجزیه و تحلیل داده‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی صورت پذیرفت. عامل اول پوشش خوراکی با ۵ سطح شامل ژل آلوئه‌ورا (در دو سطح ۳۰ و ۶۰ درصد حجمی - حجمی)، اسانس آویشن شیرازی با غلظت ۱۲۰ میکرولیتر در لیتر همراه با ژل آلوئه‌ورا و گروه شاهد بود، عامل دوم نیز زمان انبارداری (در پنج سطح صفر، ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز پس از برداشت) در نظر گرفته شد. در هر تیمار ۹۶ میوه استفاده شد و هر تیمار دارای ۴ تکرار بود. تجزیه آماری صفات با نرم‌افزار (SAS Institute Cary, JMP9 NC) و مقایسه میانگین‌ها با آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح ۵ درصد انجام شد و خطای استاندارد در شکل‌ها نیز به صورت ($\pm SE$) میانگین) نشان داده شد.

جدول ۱. ترکیبات شیمیایی اسانس آویشن شیرازی

Table 1. Chemical composition of *Zataria multiflora* Boiss essential oil

Number	Compounds	Retention time (RT)	%
1	α -Thujene	17.325	0.30
2	α - Pinen	17.675	0.84
3	Camphene	18.187	0.63
4	β -Pinene	19.242	0.58
5	α - Phellandrene	20.222	0.52
6	δ - 3- Carena	23.560	0.54
7	α - Terpinene	44.793	0.59
8	P- Cymene	44.644	0.23
9	Limonene	21.240	0.40
10	Gamma terpinene	26.891	4.11
11	Terpinolene	23.138	0.90
12	Linalool	23.432	3.40
13	Terpinene -4- ol	20.681	0.45
14	Thymol methyl ether	27.908	1.55
15	Thymol	30.183	27.40
16	Carvacrol	30.831	41.2
17	Thymol acetate	31.939	0.50
18	Eugenol	32.067	0.34
19	β - Caryophyllene	33.604	0.49
20	Aromadendrene	34.509	0.20
21	α - Humulene	34.366	0.11
22	Spathulenol	37.447	1.20
23	Caryophyllene oxide	37.583	0.90
24	O-isopropyltoluene	21.179	4.54
25	1- Cycloheptene	38.216	2.18
26	3- Methylresacetophenone	33.846	2.21
27	Myrcene	19.687	0.32
	Total		96.63

وزن نسبت به سیب‌های پوشش داده‌شده با پلوان داشت (Kraśniewska *et al.*, 2014).

اثر ژل آلوئه‌ورا و اسانس آویشن شیرازی بر استحکام بافت

با توجه به (جدول ۲)، اثر ساده و اثر متقابل تیمارها و زمان‌نگهداری روی استحکام بافت میوه معنی‌دار ($P < 0.01$) بود.

تغییرات سفتی سیب گلاب طی ۲۸ روز نگهداری در دمای 1 ± 1 درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰-۸۵ درصد در جدول ۳ نشان داده‌شده است. سفتی بافت سیب گلاب با پیشرفت زمان انبارداری کاهش یافت. پوشش ژل آلوئه‌ورا به همراه اسانس آویشن شیرازی باعث کاهش نرم شدن بافت سیب شدند. پس از ۲۸ روز انبارداری، کم‌ترین میزان سفتی برای میوه‌های شاهد (۲/۲۵ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع) مشاهده شد که کاهش ۴۷/۰۵ را نسبت به زمان برداشت نشان داد.

Siripatrawan & Harte (2010) موافق با نتایج

این پژوهش عنوان کردند که افزودن عصاره چای سبز به فیلم کیتوزان، نفوذپذیری فیلم را به بخار آب کاهش داد و در نتیجه پیشنهاد دادند که کاهش نفوذپذیری به بخار آب، ممکن است به دلیل پیوند کووالانت و هیدروژن بین ترکیبات پلی‌فنولیک عصاره و ماتریکس کیتوزان باشد که تمایل گروه‌های هیدروفلیک در باند شدن با آب محدود می‌کند و در نهایت به کاهش نفوذپذیری فیلم کیتوزان به سمت آب منجر می‌شود. Martínez-Romero *et al.* (2017) نیز ضمن کاربرد پوشش ژل آلوئه‌ورا و آبروسنس (*A. arborescens*) به همراه روغن گل‌سرخ در غلظت ۲ درصد بر میوه آلو نشان دادند که ترکیب ژل آلوئه‌ورا حاوی روغن گل‌سرخ بیشترین تأثیر را بر کاهش افت وزن میوه نسبت به ژل آلوئه‌ورا به تنهایی داشت. هم‌چنین سیب‌های پوشش‌شده با پوشش پلوان (Pullulan) حاوی اسانس مرزه بیشترین تأثیر را در جلوگیری از افت

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس اثر ژل آلوئه‌ورا و اسانس آویشن شیرازی بر از دست‌دادن وزن، سفتی، شاخص رسیدگی میوه سیب گلاب

Table 2. Results of variance analysis effect of *Aloe vera* gel and *Z. multiflora* essential oil on firmness, weight loss and maturity index of fruit (cv. Golab) apple

	df	Weight loss	Firmness	TSS/TA
Treatments (T)	4	0.81**	1.05**	73.20**
Storage duration (sd)	4	26.8**	4.50**	170.6**
T×sd	16	0.14**	0.314**	6.27 ^{ns}
Error	75	1.97	0.133	4.85
CV%		22.58	16.55	26.76

ns, **, *: به ترتیب نشان‌دهنده نبود تفاوت معنی‌دار و تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

ns, **, *: Non-significantly difference at 1 and 5% probability levels, respectively.

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل ژل آلوئه‌ورا، اسانس آویشن شیرازی و زمان انبار مانی بر استحکام، از دست دادن وزن و

شاخص رسیدگی میوه سیب رقم گلاب

Table 3. Mean comparison interaction effect of *Aloe vera* gel, *Z. multiflora* essential oil and storage time on firmness, weight loss and maturity index of apple 'Golab'

Day	Treatment	Weight loss (%)	Firmness(kg/cm ³)	TSS/TA
7	0	0.0 k	4.25 a	10.14i
	<i>A.vera</i> 30%	0.74 k	3.7b-e	16.01cde
	<i>A.vera</i> 60%	0.98 k	3.87a-e	13.23e-i
	<i>A.vera</i> 30%+ZEO	0.98 k	4.02abc	11.82f-i
	<i>A.vera</i> 60%+ZEO	0.70 k	3.97a-d	10.42hi
		0.79k	4.15ab	11.06ghi
14	0	2.03hi	3.65ab	20.41a
	<i>A.vera</i> 30%	1.93hij	3.85b-e	17.94a-d
	<i>A.vera</i> 60%	2.21h	3.4a-e	16.29b-e
	<i>A.vera</i> 30%+ZEO	1.75 i j	3.92ef	16.14cde
	<i>A.vera</i> 60%+ZEO	1.63 j	4.05ab	13.95efg
21	0	3.58h	3.1f	20.70a
	<i>A.vera</i> 30%	3.19gf	3.52c-f	18.38abc
	<i>A.vera</i> 60%	3.35hg	3.75a-e	15.73cde
	<i>A.vera</i> 30%+ZEO	2.75e	3.47def	14.01efg
	<i>A.vera</i> 60%+ZEO	2.86fe	3.92a-d	15.14de
28	0	4.86a	2.25g	19.40ab
	<i>A.vera</i> 30%	4.08bc	2.45g	14.31ef
	<i>A.vera</i> 60%	4.25b	3.5def	13.95efg
	<i>A.vera</i> 30%+ZEO	3.58d	3.07f	13.28e-h
	<i>A.vera</i> 60%+ZEO	3.76cd	3.65b-e	13.30e-h
P .VALUE				
Treatment(T)		<0.0001	<0.0001	<0.0001
Storage(Sd)		<0.0001	<0.0001	<0.0001
T×sd		0.0057	0.00066	0.0255

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون و برای هر عامل از نظر آزمون LSD ($P < 0.05$) معنی‌دار نیستند.

Means with the same letters in each column and for each factor based on LSD Test ($p < 0.05$) is not significantly different.

Z. multiflora essential oil (ZEO)

مدت نگهداری ۸ هفته مطابقت دارد (De León- Zapata et al., 2015). یکی از دلایل اصلی نرم‌شدن بافت میوه پس از برداشت، تجزیه پروتوپکتین نامحلول و تبدیل آن به اسید پکتیک و پکتین محلول است و تجزیه پکتین با افزایش فعالیت آنزیم‌های هیدرولیزکننده دیواره سلولی پکتین استراز و پلی‌گالاکتروناز اتفاق می‌افتد (Maftoonazad & Ramaswamy, 2005). فعالیت این آنزیم‌ها توسط

پوشش‌های ژل آلوئه‌ورا ۳۰ و ۶۰ درصد به تنهایی و یا در ترکیب با اسانس آویشن شیرازی به ترتیب افزایش ۸/۸، ۵۵/۵، ۳۶/۴ و ۶۲/۲ درصدی را نسبت به شاهد نشان دادند که بیانگر بیشترین تأثیر ژل آلوئه‌ورا ۶۰ درصد و اسانس آویشن شیرازی بر حفظ سفتی سیب گلاب طی دوره نگهداری می‌باشد. این نتایج با گزارش کاربرد پوشش موم کاندلیلا همراه با عصاره *Tarbusch* بر حفظ سفتی سیب گلدن دلشیز در

پوشش‌دار می‌تواند به دلیل تغییر غلظت گازهای تنفسی و توقف تولید اتیلن باشد که نتایج آن بر متابولیسم قند و اسید در طی دوره انبارمانی و رسیدن میوه مؤثر است (Razzaq *et al.*, 2014). در تحقیقات گذشته نیز، پوشش‌دهی آلو با ژل آلوئه‌ورا به همراه روغن گل‌سرخ موجب کاهش سرعت تنفس و تولید اتیلن شد و در تمام میوه‌های پوشش داده شده کاهش میزان TSS/TA طی مدت نگهداری مشاهده گردید (Martínez-Romero *et al.*, 2017; Paladines *et al.*, 2014). Jo *et al.* (2014) با بررسی تأثیر پوشش‌های موم کارنوبا-شلاک (Carnuba-Shellac) و موم کارنوبا-شلاک حاوی اسانس علف لیمو بر کیفیت میوه سیب رقم فوجی بیان کردند که پوشش موم کارنوبا-شلاک حاوی اسانس علف لیمو بیشترین تأثیر را در کاهش شاخص TSS/TA داشته است. Martínez-Romero *et al.* (2013) با بررسی تأثیر پوشش ژل آلوئه‌ورا در غلظت (۵۰٪ و ۱۰۰٪) به همراه اسید سیتریک و اسید آسکوربیک بر ماندگاری آریل‌های انار تحت شرایط دمایی ۳ درجه سانتی‌گراد و ۱۲ روز نگهداری دریافتند که استفاده از غلظت بیشتر آلوئه‌ورا به همراه اسید (سیتریک و آسکوربیک) تأثیر بیشتری در کاهش TSS/TA داشت.

اثر ژل آلوئه‌ورا و اسانس آویشن شیرازی بر فنول کل
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر زمان نگهداری و اثر متقابل تیمارها و زمان نگهداری در سطح احتمال ۱ درصد بر میزان فنول کل سیب گلاب معنی‌دار بود (جدول ۴). نتایج بیانگر کاهش معنی‌دار محتوی فنول طی ۲۸ روز نگهداری است به گونه‌ای که تیمارهای ژل آلوئه‌ورا سبب حفظ بیشتر میزان فنول نسبت به شاهد گردید. تأثیر ژل آلوئه‌ورا به همراه اسانس آویشن شیرازی بر این شاخص نیز بیش تر از ژل آلوئه‌ورا به تنهایی بود. بیشترین میزان فنول در نمونه‌ها تیمار شده با ژل آلوئه‌ورا ۶۰ درصد و ژل آلوئه‌ورا ۶۰ درصد حاوی اسانس آویشن شیرازی به دست آمد که تفاوت معنی‌داری را با بقیه تیمارها نشان داد و کمترین میزان فنول در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۴).

اتیلن در میوه‌های فرازگرا تحریک می‌شود (Valero & Serrano, 2010) که برای آلوهای پوشش‌شده با هیدروکسی متیل سلولز (Choi *et al.*, 2016) و آووکادو پوشش‌شده با کیتوزان و کربوکسی متیل سلولز همراه عصاره برگ مورینگا *Moringa* نیز مشاهده شد (Tesfay & Magwaza, 2017). ژل آلوئه‌ورا مانند این پوشش‌های ذکرشده دارای ترکیبات اصلی پلی ساکارید است که به عنوان یک مانع در جذب اکسیژن عمل کرده و باعث کاهش اکسیژن و افزایش دی‌اکسیدکربن می‌شوند که در نتیجه آن، احتمالاً سنتز اتیلن که مسئول نرم شدن در میوه‌های فرازگرا است را کاهش می‌دهد (Valero & Serrano, 2010).

اثر ژل آلوئه‌ورا و اسانس آویشن شیرازی بر شاخص رسیدگی (TSS/TA)

شاخص رسیدگی از پارامترهای مهم کیفیت میوه و پذیرش مشتری است. نتایج آزمایش حاضر نشان داد که اثر پوشش‌های مختلف بر شاخص رسیدگی TSS/TA در زمان‌های مختلف انبارمانی در سطح احتمال خطای یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). در هفته آخر انبارمانی میزان شاخص رسیدگی در سیب بدون پوشش (شاهد) ۹۱/۳٪ نسبت به زمان برداشت افزایش یافت. حال آن‌که، پس از ۲۸ روز انبارمانی، میزان TSS/TA در سیب‌های پوشش داده شد با ژل آلوئه‌ورا ۳۰ درصد و ۶۰ درصد در سیب‌های پوشش شده با ژل آلوئه‌ورا ۳۰ و ۶۰ درصد به همراه اسانس آویشن شیرازی به ترتیب ۲۶/۲٪، ۲۸/۱٪، ۳۱/۵٪ و ۳۱/۴٪ کاهش یافت (جدول ۳). نمونه‌های تیمارشد با ژل آلوئه‌ورا به همراه اسانس بیشترین تأثیر را در کاهش شاخص بلوغ نشان دادند. گزارش‌های زیادی مبنی بر افزایش TSS/TA میوه سیب طی انبارمانی وجود دارد (Jha *et al.*, 2012; Jo *et al.*, 2014). بیان‌کننده این حقیقت است که در طول دوره انبارداری، پلی‌ساکاریدهای نامحلول به دی‌ساکارید و مونوساکارید هیدرولیز می‌شوند و مالیک‌اسید نیز به عنوان سوپسترا تنفس مصرف می‌گردد (Jo *et al.*, 2014). هم‌چنین کاهش میزان TSS/TA در میوه‌های

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین اثر متقابل ژل آلوئه‌ورا و زمان انبارمانی بر ترکیبات فنولیک (میلی‌گرم گالیک اسید بر ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه) میوه سیب رقم گلاب

Table 4. Results of variance analysis and mean comparison interaction effect of *Aloe vera* gel and storage time on total phenolic compounds (mg GA/100ml) of apple fruit 'Golab'

Treatment	Storage days					Mean of treatment
	0	7	14	21	28	
Control	9.92 a*	9.11 ab	5.07 kim	7.17 fg	4.61 m	7.17A
<i>A. vera</i> 30%	9.92 a	8.76 bc	6.08 hij	7.51 def	4.62 m	7.37A
<i>A. vera</i> 60%	9.92 a	8.21 cd	6.65 fgh	8.23 bcd	5.20 j-m	7.64A
<i>A. vera</i> 30%+ZEO	9.92 a	8.1 cde	6.27 hi	7.31 ef	4.81 lm	7.28A
<i>A. vera</i> 60%+ZEO	9.92 a	6.35 ghi	5.56 i-l	8.60 bc	5.84 h-k	7.25A
Mean of time	9.92 A ^a	8.10 B	6.35 C	7.76 B	5.01 D	

Source of variation	df	Mean sq	Significant
Treatment	4	0.644	
Storage duration(sd)	4	74.149	Ns
T×sd	16	2.009	P=0.01
Error	75	1.20	P=0.01
CV%		26.005	

a حروف بزرگ، تفاوت میانگین تیمارها و میانگین زمان‌ها در انبارمانی ۱ درجه سانتی‌گراد در سطح ۰/۰۱ درصد نشان می‌دهد.

* حروف مشابه کوچک از نظر آماری در سطح ۰/۰۱ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

a Capital letters show the differences for mean of treatments and mean of times of storage at 1°C.

* Similar letters (lower case) are not significant according to LSD (p=0.01) test

اثر ژل آلوئه‌ورا و اسانس آویشن شیرازی بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمار، زمان نگهداری و اثر متقابل تیمار و زمان نگهداری بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی آب میوه در سطح ۰/۰۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). فعالیت آنتی‌اکسیدانی طی نگهداری دارای نوساناتی بود و تفاوت معنی‌داری بین زمان‌های مختلف اندازه‌گیری وجود داشت. براساس نتایج، فعالیت آنتی‌اکسیدانی طی ۲۸ روز نگهداری در میوه‌های بدون پوشش (شاهد) و نمونه‌های پوشش‌دار روند افزایشی داشت. به‌طوری‌که پس از ۲۸ روز نگهداری، بیشترین و کمترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی به ترتیب در تیمار شاهد و تیمار ژل آلوئه‌ورا حاوی اسانس مشاهده شد. در این پژوهش تیمار ژل آلوئه‌ورا و تیمار ترکیبی ژل آلوئه‌ورا و اسانس آویشن شیرازی افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی در میوه سیب را به تأخیر انداختند که ممکن است به اثر پوشش در به تعویق انداختن فرایند پیری در دوره پس از برداشت مرتبط باشد. نتایج تحقیق حاضر با Martínez-Romero *et al.* (2017) مطابقت دارد که نشان دادند فعالیت آنتی‌اکسیدانی در میوه آلو طی انبارداری افزایش یافت، ولی میزان آن در میوه‌های پوشش‌دار شده با ژل آلوئه‌ورا و به خصوص تیمار ترکیبی با ژل

Carbone *et al.* (2011) مشابه با نتایج این

آزمایش بیان داشتند که محتوی فنول کل میوه سیب رقم *Hillwell* در طی انبارداری سرد، کاهش چشم‌گیری داشت. *Napolitano et al.* (2004) نیز گزارش کردند که محتوی فنول کل سیب‌های *Pink lady*، *Topaz* و *Pinova* طی ۶۰ روز نگهداری در دمای ۱ درجه سانتی‌گراد کاهش داشت. کاهش ترکیبات فنولیک در زردآلوهای تیمار شد با کیتوزان در نتیجه فرایند پیری گزارش شد (Ghasemnezhad & Shiri, 2010). کاهش مقدار فنول می‌تواند به دلیل شکستن ساختار سلول طی رسیدن و پیری محصول در مدت زمان نگهداری باشد (Ghasemnezhad & Shiri, 2010; Khorram *et al.*, 2017). *Sogvar et al.* (2016) گزارش کردند که تیمار ژل آلوئه‌ورا به همراه اسید آسکوربیک منجر به افزایش مواد فنولی و کند شدن روند پیری در توت فرهنگ‌گردید. پوشش میوه‌های تمشک با ژل آلوئه‌ورا نیز سبب افزایش فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز (PAL) شد (Hassanpour, 2015). هم‌چنین افزایش غلظت اسانس آویشن شیرازی در ماتریکس فیلم پروتئین زئین منجر به افزایش محتوی فنول گردید (Moradi *et al.*, 2016).

پوشش نیز بعد از چهار هفته انبارمانی به سرعت کاهش یافت. Jo *et al.* (2014) گزارش کردند که بازاریپسندی سیب‌های شاهد رقم فوجی نسبت به سیب‌های پوشش شده با موم کارنوبا-شلاک و موم کارنوبا-شلاک و اسانس علف لیمو به میزان بیشتری کاهش یافت. طی مدت زمان نگهداری، سیب‌های گلاب تیمار شده با غلظت بیشتر آلوئه‌ورا به خصوص سیب‌های تیمار شده با ژل آلوئه‌ورا حاوی اسانس، ویژگی‌های کیفی و حسی سیب را نسبت به سایر تیمارها بهتر حفظ نمودند که در شکل ۱ نیز نشان داده شده است. هم‌چنین بعد از چهار هفته انبارمانی سیب‌های تیمار شده با ژل آلوئه‌ورا حاوی اسانس از لحاظ طعم، رنگ، درخشندگی، بافت، ظاهر و پذیرش کلی بیشترین نمره را توسط پانلیست‌ها دریافت نمودند (شکل ۲).

مشابه با نتایج حاضر Paladines *et al.* (2014) گزارش کردند که افزودن روغن گل‌سرخ در غلظت ۲٪ به پوشش‌خوراکی ژل آلوئه‌ورا بیشترین تأثیر را در پذیرش ویژگی‌های ظاهری توسط پانلیست‌ها داشته است. Synowiec *et al.* (2014) نیز گزارش کردند که استفاده از پوشش‌خوراکی پلوان و عصاره ریحان، درخشندگی و ظاهر میوه سیب تیمار شده را نسبت به میوه شاهد بهتر افزایش داد.

آلوئه‌ورا و روغن گل‌سرخ کمتر از شاهد بود. چندین گزارش مبنی بر این که پوشش ژل آلوئه‌ورا روی میوه، انگور (Valverde *et al.*, 2005)، گیلان، شلیل و هلو (Paladines *et al.*, 2014) ضمن حفظ ویژگی‌های ارگانولپتیکی، فرایند پیری و رسیدن را به تأخیر انداختند وجود دارد.

ارزیابی حسی و چشایی

یکی از مهمترین مسائل در بسته‌بندی مواد غذایی با فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی، ارزیابی حسی است. زیرا زمان نگهداری و پوشش می‌توانند ویژگی‌های حسی میوه را تغییر دهند، هم‌چنین پوشش‌ها به عنوان بخشی از محصول، به همراه میوه‌ها و سبزیجات مصرف می‌شوند. این در صورتی است که در بسیاری از پژوهش‌ها برای معرفی یک پوشش جدید ارزیابی حسی انجام نمی‌شود (Guerreiro *et al.*, 2015). بر اساس نتایج حاصل از امتیازدهی پانلیست‌ها، تفاوت معنی‌دار بین نمونه‌های تیمار شده و شاهد تا هفته دوم مشاهده نشد. حال آن‌که سیب‌های پوشش‌نشده (شاهد) در ارزیابی طعم، بافت، ظاهر و پذیرش کلی کمترین نمره را توسط پانلیست‌ها دریافت کردند (شکل ۱).

هم‌چنین ارزش بازاریپسندی سیب‌های گلاب بدون

جدول ۵. نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین اثر متقابل ژل آلوئه‌ورا و زمان انبارمانی بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (٪) میوه سیب رقم گلاب

Table 5. Results of variance analysis and mean comparison interaction effect of *Aloe vera* gel and storage time on antioxidant capacity (%) of apple 'Golab' fruit

Treatment	Storage days					Mean of treatment
	0	7	14	21	28	
Control	78.99 def	75.78 efg	91.57 ab	81.97 cd	86.83 bc	83.03 A
<i>A. vera</i> 30%	78.99 def	70.77 g-j	93.62 a	76.45 d-g	72.85 f-i	78.53 B
<i>A. vera</i> 60%	78.99 def	69.03 hij	89.87 ab	79.54 de	69.13 hij	77.31 BC
<i>A. vera</i> 30%+ZEO	78.99 def	75.50 efj	90.53 ab	67.07 ij	64.93 j	75.52 C
<i>A. vera</i> 60%+ZEO	78.99 def	73.80 e-h	82.35 cd	77.37 def	65.12 j	75.40 C
Mean of time	78.99 B	72.97 C	89.58 A	76.48 B	71.77 C	
Source of variation	df		Mean sq		significant	
Treatment	4		182.47			
Storage duration(sd)	4		1006.47		P=0.01	
T×sd	16		89.74		P=0.01	
Error	70		18.67		P=0.01	
CV%			11.53			

a حروف بزرگ، تفاوت میانگین تیمارها و میانگین زمان‌ها در انبارمانی ۱ درجه سانتی‌گراد در سطح ۰/۰۱ نشان می‌دهد.

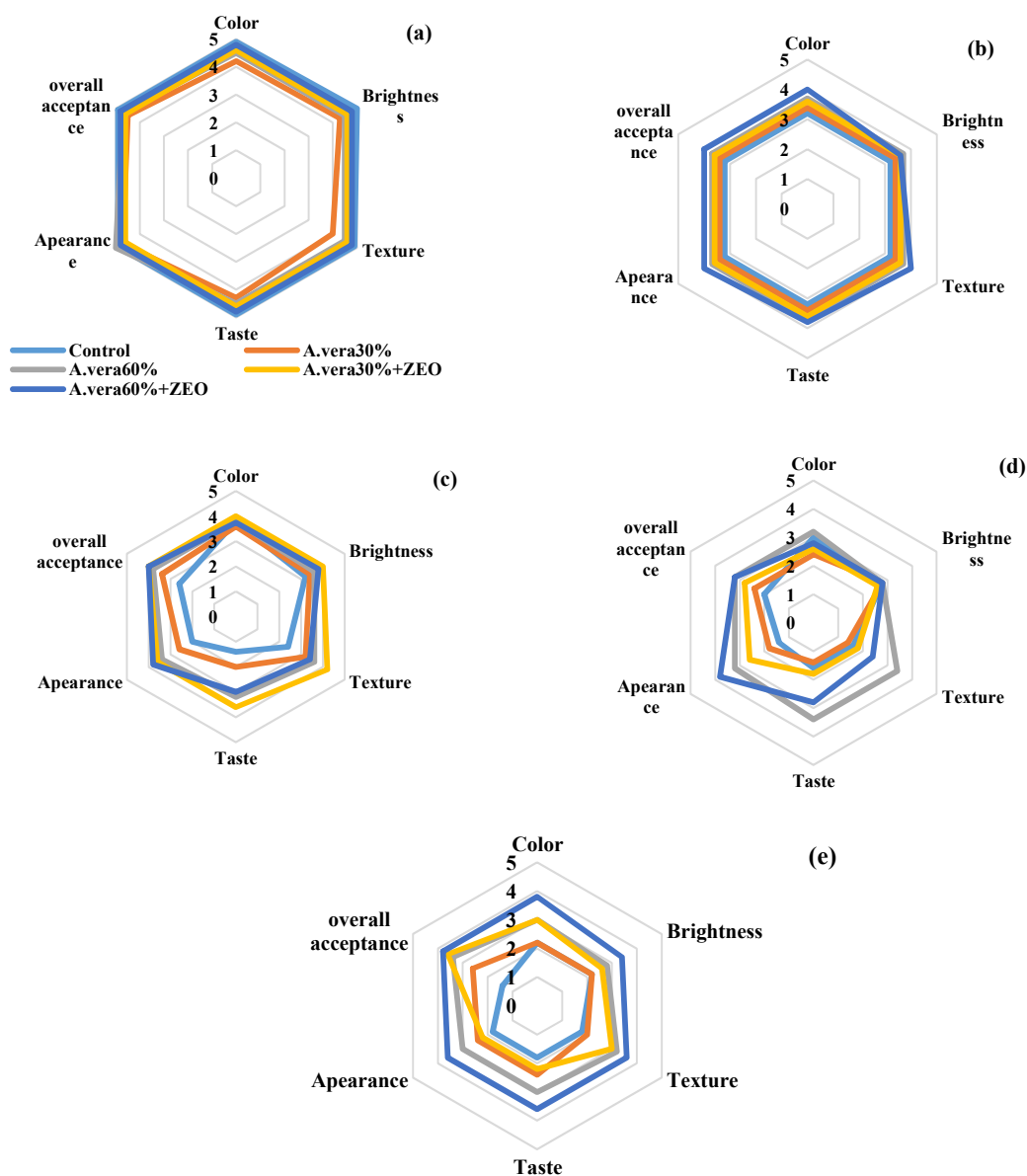
* حروف مشابه کوچک از نظر آماری در سطح ۰/۰۱ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

a Capital letters show the differences for mean of treatments and mean of times of storage at 1°C.

* Similar letters (lower case) are not significant according to LSD (p=0.01) test.



شکل ۱. تغییرات ظاهری تیمارها و شاهد میوه سیب رقم گلاب بعد از ۲۸ روز انبارمانی
 Figure 1. Appearance change in Control and Treatments of apple fruit 'Golab' after 28 days storage.



شکل ۲. ارزیابی حسی میوه سیب رقم گلاب طی زمان های انبارمانی (a) صفر، (b) ۷، (c) ۱۴، (d) ۲۱ و (e) ۲۸ روز
 Figure 2. Sensory analysis of apple fruit 'Golab' during storage times (a) 0 day, (b) 7, (c) 14, (d) 21 and (e) 28 days.

نتیجه‌گیری کلی

داشته است. در تیمارهای مذکور فرایند رسیدن و پیری در میوه‌های تیمار شده به تأخیر انداخته شد و تغییرات رنگ، طعم و ظاهر میوه در اثر تیمار پوشش ژل آلوه‌ورا و اسانس آویشن شیرازی کاهش یافت. بنابراین براساس نتایج تحقیق حاضر پوشش‌دهی سبب گلاب تازه با پوشش ژل آلوه‌ورا ۶۰ درصد حاوی اسانس آویشن شیرازی احتمالاً می‌تواند به‌عنوان روشی غیرشیمیایی در نگهداری و افزایش طول عمر انبارمانی سبب گلاب در دمای 1 ± 1 درجه سانتی‌گراد استفاده شود.

نتایج به‌دست‌آمده در پایان دوره نگهداری ۲۸ روزه سبب گلاب در شرایط سردخانه حاکی از تأثیر معنی‌دار پوشش خوراکی ژل آلوه‌ورا و اسانس آویشن شیرازی بر افزایش عمر انبارمانی بود. تیمار پوشش ژل آلوه‌ورا ۶۰ درصد به تنهایی و یا به همراه اسانس آویشن شیرازی و همچنین تیمار پوشش ژل آلوه‌ورا ۳۰ درصد در ترکیب با اسانس آویشن شیرازی اثر بیشتری بر کنترل کاهش وزن، شاخص رسیدگی، سفتی بافت میوه طی مدت نگهداری در انبار سرد

REFERENCES

1. Bill, M., Sivakumar, D., Korsten, L. & Thompson, A. K. (2014). The efficacy of combined application of edible coatings and thyme oil in inducing resistance components in avocado (*Persea americana* Mill.) against anthracnose during post-harvest storage. *Crop Protection*, 64, 159-167.
2. Carbone, K., Giannini, B., Picchi, V., Lo Scalzo, R. & Cecchini, F. (2011). Phenolic composition and free radical scavenging activity of different apple varieties in relation to the cultivar, tissue type and storage. *Food Chemistry*, 127(2), 493-500.
3. Castillo, S., Navarro, D., Zapata, P. J., Guillén, F., Valero, D., Serrano, M. & Martínez-Romero, D. (2010). Antifungal efficacy of *Aloe vera* *in vitro* and its use as a preharvest treatment to maintain postharvest table grape quality. *Postharvest Biology and Technology*, 57(3), 183-188.
4. Cerqueira, M. A., Lima, A. M., Teixeira, J. A., Moreira, R. A. & Vicente, A. A. (2009). Suitability of novel galactomannans as edible coatings for tropical fruits. *Journal of Food Engineering*, 94(3-4), 372-378.
5. Chauhan, O. P., Nanjappa, C., Ashok, N., Ravi, N., Roopa, N. & Raju, P. S. (2015). Shellac and *Aloe vera* gel based surface coating for shelf life extension of tomatoes. *Journal of Food Science and Technology*, 52(2), 1200-1205.
6. Choi, W. S., Singh, S. & Lee, Y. S. (2016). Characterization of edible film containing essential oils in hydroxypropyl methylcellulose and its effect on quality attributes of 'Formosa' plum (*Prunus salicina* L.). *Food Science and Technology*, 70, 213-222.
7. Cocero, M. J., Martín, Á., Mattea, F. & Varona, S. (2009). Encapsulation and co-precipitation processes with supercritical fluids: Fundamentals and applications. *Journal of Supercritical Fluids*, 47(3), 546-555.
8. Cortellino, G., Piazza, L., Spinelli, L., Torricelli, A. & Rizzolo, A. (2017). Influence of maturity degree, modified atmosphere and anti-browning dipping on texture changes kinetics of fresh-cut apples. *Postharvest Biology and Technology*, 124, 137-146.
9. De León-Zapata, M. A., Sáenz-Galindo, A., Rojas-Molina, R., Rodríguez-Herrera, R., Jasso-Cantú, D. & Aguilar, C. N. (2015). Edible candelilla wax coating with fermented extract of tarbush improves the shelf life and quality of apples. *Food Packaging and Shelf Life*, 3, 70-75.
10. Deljuo, M. H. & Khani, H. S. (2012). Evaluation of the effect of salicylic acid on conservation quality postharvest of apple (cv. Golab Kohanz). *Agricultural Crop Management*, 2(14), 71-82. (in Farsi).
11. Drake, S. R. L., Eisele, T. A., Drake, M. A., Elfving, D. C., Drake, S. R. L. & Visser, D. B. (2005). The influence of aminoethoxyvinylglycine and ethephon on objective and sensory quality of 'Delicious' apples and apple juice at harvest and after storage. *HortScience*, 40(7), 2102-2108.
12. Ergun, M. & Satici, F. (2012). Use of *Aloe vera* gel as biopreservative for "Granny Smith" and "Red Chief" apples. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 22(2), 363-368.
13. Escalada, V. S. & Archbold, D. D. (2009). Preharvest aminoethoxyvinylglycine plus postharvest heat treatments influence apple fruit ripening after cold storage. *HortScience*, 44(6), 1637-1640.
14. Ghasemnezhad, M. & Shiri, M. A. (2010). Effect of chitosan coatings on some quality indices of apricot (*Prunus armeniaca* L.) during cold storage. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 8(1), 25-33.
15. Gil, M. I., Tomás-Barberán, F. A., Hess-Pierce, B., Holcroft, D. M. & Kader, A. A. (2000). Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(10), 4581-4589.

16. Guerreiro, A. C., Gago, C. M. L., Faleiro, M. L., Miguel, M. G. C. & Antunes, M. D. C. (2015). Postharvest biology and technology the effect of alginate-based edible coatings enriched with essential oils constituents on *Arbutus unedo* L. *Fresh Fruit Storage*, 100, 226-233.
17. Guillén, F., Díaz-Mula, H. M., Zapata, P. J., Valero, D., Serrano, M., Castillo, S. & Martínez-Romero, D. (2013). *Aloe arborescens* and *Aloe vera* gels as coatings in delaying postharvest ripening in peach and plum fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 83, 54-57.
18. Hassanpour, H. (2015). Effect of *Aloe vera* gel coating on antioxidant capacity, antioxidant enzyme activities and decay in raspberry fruit. *Food Science and Technology*, 60(1), 495-501.
19. Jha, S. N., Rai, D. R. & Shrama, R. (2012). Physico-chemical quality parameters and overall quality index of apple during storage. *Journal of Food Science and Technology*, 49(5), 594-600.
20. Jiwanit, P., Pitakpornpreecha, T., Pisuchpen, S. & Leelasuphakul, W. (2018). The use of *Aloe vera* gel coating supplemented with *pichia guilliermondii* BCC5389 for enhancement of defense-related gene expression and secondary metabolism in mandarins to prevent postharvest losses from green mold rot. *Biological Control*, 117, 43-51.
21. Jo, W. S., Song, H. Y., Song, N. B., Lee, J. H., Min, S. C. & Song, K. Bin. (2014). Quality and microbial safety of "Fuji" apples coated with carnauba-shellac wax containing lemongrass oil. *Food Science and Technology*, 55(2), 490-497.
22. Khorram, F., Ramezani, A. & Hosseini, S. M. H. (2017). Shellac, gelatin and Persian gum as alternative coating for orange fruit. *Scientia Horticulturae*, 225, 22-28.
23. Kraśniewska, K., Gniewosz, M., Synowicz, A., Przybył, J. L., Baczek, K. & Weglarz, Z. (2014). The use of pullulan coating enriched with plant extracts from *Satureja hortensis* L. to maintain pepper and apple quality and safety. *Postharvest Biology and Technology*, 90, 63-72.
24. Maftoonazad, N. & Ramaswamy, H. S. (2005). Postharvest shelf-life extension of avocados using methyl cellulose-based coating. *Food Science and Technology*, 38(6), 617-624.
25. Marpudi, S. L., Ramachandran, P. & Srividya, N. (2013). *Aloe vera* gel coating for post harvest quality maintenance of fresh fig fruits. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 4(1), 878-887.
26. Martínez-Romero, D., Albuquerque, N., Valverde, J. M., Guillén, F., Castillo, S., Valero, D. & Serrano, M. (2006). Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by *Aloe vera* treatment: a new edible coating. *Postharvest Biology and Technology*, 39(1), 93-100.
27. Martínez-Romero, D., Castillo, S., Guillén, F., Díaz-Mula, H. M., Zapata, P. J., Valero, D. & Serrano, M. (2013). *Aloe vera* gel coating maintains quality and safety of ready-to-eat pomegranate arils. *Postharvest Biology and Technology*, 86, 107-112.
28. Martínez-Romero, D., Zapata, P. J., Guillén, F., Paladines, D., Castillo, S., Valero, D. & Serrano, M. (2017). The addition of rosehip oil to *Aloe vera* gels improves their properties as postharvest coatings for maintaining quality in plum. *Food Chemistry*, 217, 585-592.
29. Matthes, A. & Schmitz-Eiberger, M. (2009). Polyphenol content and antioxidant capacity of apple fruit: effect of cultivar and storage conditions. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 82(2), 152-157.
30. Mohammadi, A., Hashemi, M. & Hosseini, S. M. (2015). Nanoencapsulation of *Zataria multiflora* essential oil preparation and characterization with enhanced antifungal activity for controlling *Botrytis cinerea*, the causal agent of gray mould disease. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 28, 73-80.
31. Mohammadi, A., Hashemi, M. & Hosseini, S. M. (2016). Postharvest treatment of nanochitosan-based coating loaded with *Zataria multiflora* essential oil improves antioxidant activity and extends shelf-life of cucumber. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 33, 580-588.
32. Moradi, M., Tajik, H., Rohani, S. M. R. & Mahmoudian, A. (2016). Antioxidant and antimicrobial effects of zein edible film impregnated with *Zataria multiflora* Boiss. essential oil and monolaurin. *Food Science and Technology*, 72, 37-43.
33. Napolitano, A., Cascone, A., Graziani, G., Ferracane, R., Scalfi, L., Di Vaio, C. & Fogliano, V. (2004). Influence of variety and storage on the polyphenol composition of apple flesh. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(21), 6526-6531.
34. Navarro, D., Díaz-Mula, H. M., Guillén, F., Zapata, P. J., Castillo, S., Serrano, M. & Martínez-Romero, D. (2011). Reduction of nectarine decay caused by *Rhizopus stolonifer*, *Botrytis cinerea* and *Penicillium digitatum* with *Aloe vera* gel alone or with the addition of thymol. *International Journal of Food Microbiology*, 151(2), 241-246.
35. Ni, Y., Turner, D., Yates, K. M. & Tizard, I. (2004). Isolation and characterization of structural components of *Aloe vera* L. leaf pulp. *International Immunopharmacology*, 4, 1745-1755.
36. Olivas, G. I. & Barbosa-Cánovas, G. V. (2005). Edible coatings for fresh-cut fruits. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45(7-8), 657-670.

37. Paladines, D., Valero, D., Valverde, J. M., Díaz-Mula, H., Serrano, M. & Martínez-Romero, D. (2014). The addition of rosehip oil improves the beneficial effect of *Aloe vera* gel on delaying ripening and maintaining postharvest quality of several stonefruit. *Postharvest Biology and Technology*, 92, 23-28.
38. Palou, L., Ali, A., Fallik, E. & Romanazzi, G. (2016). GRAS, plant-and animal-derived compounds as alternatives to conventional fungicides for the control of postharvest diseases of fresh horticultural produce. *Postharvest Biology and Technology*, 122, 41-52.
39. Razzaq, K., Khan, A. S., Malik, A. U., Shahid, M. & Ullah, S. (2014). Role of putrescine in regulating fruit softening and antioxidative enzyme systems in "Samar Bahisht Chaunsa" mango. *Postharvest Biology and Technology*, 96, 23-32.
40. Saei-Dehkordi, S. S., Tajik, H., Moradi, M. & Khalighi-Sigaroodi, F. (2010). Chemical composition of essential oils in *Zataria multiflora* Boiss. from different parts of Iran and their radical scavenging and antimicrobial activity. *Food and Chemical Toxicology*, 48(6), 1562-1567.
41. Sahraei Khosh Gardesh, A., Badii, F. & Ardakani, A. Y. (2014). Effect of nanochitosan coating on increase shelf life of apples (cv.Golab Kohanz) during storage. *Iranian Journal of Biosistem Engineering*, 2(45), 113-120. (in Farsi).
42. Sanchez-Gonzalez, L., Pastor, C., Vargas, M., Chiralt, A., Gonzalez-Martinez, C. & Chafer, M. (2011). Effect of hydroxypropylmethylcellulose and chitosan coatings with and without bergamot essential oil on quality and safety of cold-stored grapes. *Postharvest Biology and Technology*, 60(1), 57-63.
43. Sánchez-Machado, D. I., López-Cervantes, J., Sendón, R. & Sanches-Silva, A. (2017). *Aloe vera*: Ancient knowledge with new frontiers. *Trends in Food Science & Technology*, 61, 94-102.
44. Singleton, V. L. & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
45. Siripatrawan, U. & Harte, B. R. (2010). Physical properties and antioxidant activity of an active film from chitosan incorporated with green tea extract. *Food Hydrocolloids*, 24(8), 770-775.
46. Sogvar, O. B., Koushesh Saba, M. & Emamifar, A. (2016). *Aloe vera* and ascorbic acid coatings maintain postharvest quality and reduce microbial load of strawberry fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 114, 29-35.
47. Synowiec, A., Gniewosz, M., Kraśniewska, K., Przybył, J. L., Bączek, K. & Węglarz, Z. (2014). Antimicrobial and antioxidant properties of pullulan film containing sweet basil extract and an evaluation of coating effectiveness in the prolongation of the shelf life of apples stored in refrigeration conditions. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 171-181
48. Tesfay, S. Z. & Magwaza, L. S. (2017). Evaluating the efficacy of moringa leaf extract, chitosan and carboxymethyl cellulose as edible coatings for enhancing quality and extending postharvest life of avocado (*Persea americana* Mill.) fruit. *Food Packaging and Shelf Life*, 11, 40-48.
49. Valero, D. & Serrano, M. (2010). *Postharvest biology and technology for preserving fruit quality*. CRC Press.
50. Valverde, J. M., Valero, D., Martínez-Romero, D., Guillén, F., Castillo, S. & Serrano, M. (2005). Novel edible coating based on *Aloe vera* gel to maintain table grape quality and safety. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(20), 7807-7813.
51. Watkins, C. B., Nock, J. F. & Whitaker, B. D. (2000). Responses of early, mid and late season apple cultivars to postharvest application of 1-methylcyclopropene (1-MCP) under air and controlled atmosphere storage conditions. *Postharvest Biology and Technology*, 19(1), 17-32.
52. Zapata, P. J., Navarro, D., Guillén, F., Castillo, S., Martínez-Romero, D., Valero, D. & Serrano, M. (2013). Characterisation of gels from different *Aloe* spp. as antifungal treatment: Potential crops for industrial applications. *Industrial Crops and Products*, 42, 223-230.
53. Zhang, Y., Ma, Q., Critzer, F., Davidson, P. M. & Zhong, Q. (2015). Effect of alginate coatings with cinnamon bark oil and soybean oil on quality and microbiological safety of cantaloupe. *International Journal of Food Microbiology*, 215, 25-30.