Iranian Journal of Horticultural Science
Vol 53, No 4, Winter 2023 (905-916)
DOI: 10.22059/ijhs.2022.340612.2017

علوم باغبانی ایران
دورۀ ۵۳، شمارۀ ۴، زمستان ۱۴۰۱ (ص ۹۱۶-۹۰۵)

نشریه پژوهشی:

کاربرد قبل از برداشت کیتوسان و پوشش‌دهی با ژل آلوئه‌ورا بر پارامترهای بیوشیمیایی و عمر پس از برداشت انگور عسگری

عبداله احتشام‌نیا[1*]، شیرین تقی‌پور[2] و سارا سیاه منصور[3]
۱، ۲ و ۳. دانشیار، دانشجوی دکتری و دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۲۵ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۲/۱۷)

چکیده

استفاده از فیلم‌ها و پوشش‌های زیست تخریب‌پذیر و دارای ویژگی ضد میکروبی، به‌عنوان یک جایگزین مناسب برای نگهدارنده‌های مصنوعی، با هدف حفظ امنیت غذایی و جلوگیری از هدر رفت سرمایه حائز اهمیت می‌باشد. به همین منظور، در این بررسی اثر محلول‌پاشی قبل از برداشت کیتوسان (در سه غلظت صفر، ۲ و ۳ درصد) و غوطه وری پس از برداشت با ژل آلوئه‌ورا (۲۵ و ۳۳ درصد) بر کیفیت و ماندگاری میوه انگور رقم عسگری در پنج زمان مختلف (صفر، ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز پس از برداشت) در دمای ٤ درجه سانتی گراد مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که میوه‌های تیمار شده با کیتوسان و ژل آلوئه‌ورا دارای مقادیر بالاتر ویتامین ث، مواد جامد محلول، محتوای فلاونوئید کل، فعالیت آنزیم پراکسیداز و عمر ماندگاری و میزان کم‌تر مالون دی آلدئید نسبت به شاهد بودند، همچنین فعالیت آنزیم پلی فنول اکسیداز و درصد کاهش وزن در میوه‌های تیمار شده با کیتوسان و ژل آلوئه‌ورا کمتر بود. بالاترین میزان ویتامین ث، مواد جامد محلول و فعالیت آنزیم پراکسیداز در هر پنج زمان اندازه‌گیری مربوط به تیمارهای ترکیبی کیتوسان ۲ درصد و ژل آلوئه ۲۵ درصد بود و بیش‌ترین محتوای فلاونوئید و ماندگاری میوه در تیمار کیتوسان ۳ درصد به همراه ژل آلوئه ۲۵ درصد مشاهده شد. در هر پنج زمان اندازه‌گیری، مشاهده شد که تیمار کیتوسان ۲ درصد به همراه ژل آلوئه ۲۵ درصد دارای کم‌ترین میزان کاهش وزن، فعالیت آنزیم پلی فنول اکسیداز و مالون دی آلدئید بود.

واژه‌های کلیدی: پوشش‌های خوراکی، محتوای فلاونوئید کل، فعالیت آنزیمی، ماندگاری میوه.

Pre-harvest application of chitosan and *Aloe vera* gel coating on biochemical parameters and post-harvest life of 'Asgari' grapes

Abdollah Ehtesham Nia[1*], Shirin Taghipour[2] and Sara Siahmansour[3]
1, 2, 3. Associate Professor, Ph. D. Candidate and Graduate M. Sc. Student, Agriculture Faculty, Lorestan University, Khorramabad, Khorramabad, Iran
(Received:Mar. 16, 2022 - Accepted: May 07, 2022)

ABSTRACT

The use of biodegradable films and edible coatings with antimicrobial properties as a suitable alternative to synthetic preservatives is important in order to maintain food security and prevent capital wastage. In this respect, the effect of pre-harvest chitosan spraying (at three concentrations of 0, 2 and 3%) and post-harvest immerging in *Aloe vera* gel (25 and 33%) on the quality and shelf life of 'Asgari' grape fruit in five different times (0, 7, 14, 21 and 28 days after harvest) at 4 °C was evaluated. The results showed that berries treated with chitosan and *Aloe vera* gel contained higher content of vitamin C, soluble solids, Total flavonoids content, peroxidase activity and shelf life and lower content of malondealdehide (MDA) than the control, as well as, polyphenol oxidase enzyme activity and weight loss percentage were lower in fruits treated with chitosan and aloe vera gel.The highest amount of vitamin C, soluble solids and peroxidase activity in all five measurements belonged to the combined treatments of chitosan 2% and *Aloe* gel 25% and the highest flavonoid content and fruit shelf life was observed in the treatment of chitosan 3% with *Aloe* gel 25%. In all five measurements, it was observed that 2% chitosan treatment with 25% *Aloe* gel had the lowest weight loss, polyphenol oxidase activity and MDA.

Keywords: Edible coatings, enzymatic activity, total flavonoids content, fruit shelf life.

* Corresponding author E-mail: Ehteshamnia.ab@lu.ac.ir

مقدمه

انبارداری یک فرآیند مهم در مرحله پس از برداشت میوه است، به این علت که عدم کنترل شرایط موجب ایجاد آسیب‌های کمی و کیفی در میوه می‌شود. اکثر محصولات در کشور ایران و کشورهای در حال توسعه در انبارهای معمولی و مقدار کمی از آن‌ها در سردخانه‌های تجاری نگهداری می‌شوند (Tabatabaekoloor, 2012). کاهش وزن میوه، از دست دادن آب و فسادپذیری از جمله فرآیندهای مهم در شرایط نامساعد پس از برداشت می‌باشد (Bako *et al.*, 2005). مواد و عناصر موجود در انگور با توجه به نوع رقم، شرایط محیطی و درجه رسیدگی متفاوت است. ترکیبات شیمیایی انگور شامل ۴۵-۲۵ درصد آب، ۳۶-۳۴ درصد کربوهیدرات، ۲۶-۱۳ درصد مواد چربی، ۸-۷ درصد تانن، ۶/۵-۴ درصد ترکیبات ازت‌دار و ۴-۲ درصد عناصر معدنی می‌باشد. از مهم‌ترین مواد قندی انگور تازه، ساکارز و گلوکز می‌باشد و از اسیدهای آلی آن اسید مالیک، اسید سیتریک و اسید تارتاریک حدود ۹۰ درصد اسید انگور را تشکیل می‌دهند (Hekmati and Tafazolli, 2011). تولید محصول با کیفیت بالای بازار پسندی از نظر مصرف کننده و به‌ویژه برای صادرات اهمیت بسزایی دارد. انگور به علت نافرازگرا بودن، فعالیت فیزیولوژیکی نسبتا کمی دارد اما در معرض کاهش شدید آب قرار داشته و پس از دو تا سه روز، مشکلاتی مثل خشک شدن و قهوه‌ای شدن ساقه، ریزش حبه‌ها و حتی چروکیدگی و پلاسیده شدن حبه‌ها در آن به‌وجود می‌آید. امروزه با توجه به تمایل مصرف کنندگان به استفاده از مواد خوراکی با کیفیت، یکی از روش‌های بالقوه برای افزایش عمر ماندگاری میوه‌ها، کاربرد پوشش‌های خوراکی در مرحله قبل و پس از برداشت است. استفاده از فیلم‌ها و پوشش‌های زیست تخریب‌پذیر و دارای ویژگی ضد میکروبی، به‌عنوان یک جایگزین مناسب برای نگهدارنده‌های مصنوعی، با هدف حفظ امنیت غذایی و جلوگیری از هدر رفت سرمایه حائز اهمیت می‌باشد (Corbo *et al.*, 2010). این پوشش‌ها موجب افزایش کیفیت و حفظ ثبات فیزیکی میوه با ایجاد یک غشای نیمه تراوا نسبت به آب، اکسیژن و دی اکسید کربن و در نتیجه تغییر اتمسفر درونی میوه شده و عمر پس از برداشت را افزایش می‌دهد. پوشش‌های خوراکی می‌توانند با ایجاد ساختار محافظت‌کننده در برابر آسیب‌های مکانیکی، اکسیداسیون، تخریب لیپیدها و واکنش‌های شیمیایی درون سلول، کیفیت میوه‌ها را افزایش دهند (Han *et al.*, 2014). پوشش‌هایی که به این منظور استفاده می‌شود عمدتا از پلی ساکاریدها، لیپیدها و پروتئین‌ها و یا ترکیبی از این قبیل مواد هستند (Magsudi *et al.*, 2004). یکی از پوشش‌های مورد توجه در این زمینه کیتوسان (poly (β-D(1-4)-2-amino-2-deoxy-α- glucan) می‌باشد که یک پلی ساکارید کاتیونی دارای ترکیبات گلوکزآمینی بوده و از طریق فرآیند استیل زدایی از کیتین به‌دست آمده است. این ماده به دلیل دارا بودن خواصی نظیر بازدارندگی رشد عوامل بیماری‌زا (قارچ و باکتری) به‌عنوان پوشش خوراکی میوه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد (Meng *et al.*, 2014). کیتوسان یک پوشش نیمه نفوذپذیر، طبیعی، غیر سمی، زیست تجزیه پذیر و دارای فعالیت ضد اکسایشی می‌باشد که میزان عبور اکسیژن و دی اکسید کربن را کنترل نموده و روند تنفس را کند می‌کند و به این ترتیب فرآیند پیری بافت را به تاخیر می‌اندازد (Romanazzia *et al.*, 2017). در سال‌های اخیر استفاده از ژل آلوئه‌ورا برای افزایش ماندگاری و کیفیت میوه‌ها در پس از برداشت مورد توجه قرار گرفته است، آلوئه‌ورا از تیره Liliaceae، یک گیاه چندساله است که برگ‌های آن ارزش دارویی دارند، ژل موجود در برگ‌های گوشتی گیاه دارای بیش از ۲۰۰ ماده موثره شامل عناصر معدنی ضروری، ویتامین‌ها، پروتئین‌ها، چربی‌ها، آمینواسیدها و پلی ساکاریدها می‌باشند. ژل آلوئه‌ورا یک پلی‌ساکارید غنی از ترکیبات فعال از جمله ترکیبات فعال باربالیون، آنترانول، سینامیک اسید، امودین و آنزیم‌هایی مثل سیکلوکسیناز و برادیکینیناز است (Pradeep *et al.*, 2012) و دارای خواص ضدویروس، ضدقارچ، ضددیابت، ضدباکتری و ضد میکروب می‌باشد (Pradeep *et al.*, 2012). تحقیقات نشان داده که کاربرد کیتوسان و ژل آلوئه‌ورا موجب افزایش سفتی بافت میوه، اسیدیته قابل

تیتراسیون، محتوای فنول کل و کاهش پوسیدگی و تاخیر در روند رسیدن میوه در محصولاتی مانند عروسک پشت پرده (Heidar Nejad *et al.*, 2018)، کیوی (Asadi *et al.,* 2020)، سیب (Ghasi Moghadam *et al.,* 2019)، موز (Lustriane *et al.*, 2018)، زیتون (Moradi Ganjeh *et al.*, 2020)، بلوبری (Xing *et al.*, 2021) و انگور (Ehtesham Nia *et al.* 2021) شده است. با توجه به تحقیقات متعدد در زمینه کاربرد کیتوسان و ژل آلوئه‌ورا بر حفظ کیفیت محصولات در دوره پس از برداشت میوه‌ها، در این زمینه تحقیقی روی میوه انگور عسگری مشاهده نشد، لذا، پژوهش حاضر به بررسی اثر محلول‌پاشی قبل از برداشت کیتوسان و بعد از برداشت ژل آلوئه‌ورا بر برخی شاخص‌های بیوشیمیایی، ماندگاری پس از برداشت و ارزیابی حسی انگور رقم عسگری پرداخت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش روی تاک‌های بالغ ۱۲ ساله انگور رقم عسگری در تاکستان داربستی منطقه آبستان از توابع شهرستان خرم‌آباد و آزمایشگاه پس از برداشت گروه علوم باغبانی دانشگاه لرستان در سال ۱۳۹۹ انجام شد. در مرحله قبل از برداشت، کیتوسان در سه سطح (صفر، ۲ و ۳ درصد) به‌صورت محلول‌پاشی روی خوشه‌ها و برگ‌های تاک و در مرحله بعد از برداشت، پوشش‌دهی با ژل آلوئه‌ورا در دو سطح (۲۵ و ۳۳ درصد) اعمال گردید. پس از اعمال تیمار، میوه‌ها در ظروف پلی اتیلن شفاف درب‌دار بسته‌بندی و در یخچال با دمای ۴ ± ۰/۵ °C نگهداری شدند و در مراحل زمانی مختلف (صفر، ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز بعد از برداشت) از نظر ویژگی‌های کمی و کیفی مورد بررسی قرار گرفتند.

محلول‌پاشی قبل از برداشت کیتوسان

تعداد ۱۵ تاک انگور یکسان (از نظر اندازه و بار میوه، با ۵۰ تا ۷۰ شاخه یکساله به‌صورت ۱۴-۸ جوانه‌ای) انتخاب و خوشه‌های انگور با غلظت‌های مختلف کیتوسان (شاهد (آب مقطر)، ۲ و ۳ درصد کیتوسان) در مراحل مختلف رشد (۶۰، ۴۰ و ۲۰ روز قبل از برداشت) به‌طور مستقیم با ۴ لیتر در هر تاک، از طریق دستگاه سم‌پاش دستی محلول‌پاشی شدند (۲ میلی‌لیتر در لیتر توئین ۸۰ درصد به‌عنوان ماده سطحی فعال اضافه شد).

غوطه‌وری پس از برداشت در ژل آلوئه‌ورا

برگ‌های آلوئه‌ورا با آب مقطر استریل شستشو داده شد. سپس پوست و برگ‌ها از گوشت وسط برگ (پارانشیم) که حاوی ژل می‌باشد جدا شد. پارانشیم پس از جداسازی توسط یک مخلوط‌کن به مدت ۵ دقیقه خرد شدند و ژل خالص، پس از عبور مخلوط از صافی پارچه‌ای جمع‌آوری گردید. پاستوریزه کردن ژل خالص در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ دقیقه انجام شد و در نهایت غلظت‌های مورد نظر (۲۵ و ۳۳ درصد وزنی-وزنی) با اضافه کردن آب مقطر به ژل تهیه شد و پس از برداشت میوه‌های انگور بلافاصله به آزمایشگاه منتقل و به مدت ۱۰ تا ۲۰ ثانیه در غلظت‌های (صفر، ۲۵ و ۳۳ درصد) ژل آلوئه‌ورا غوطه‌ر و پس از آن، در مجاورت هوا خشک شدند. سپس، میوه‌های انگور با وزن حدود ۳۰۰-۲۵۰ گرم در ظروف پلی اتیلن شفاف درب‌دار بسته‌بندی (هر واحد آزمایشی) و به مدت ۳۶ روز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵±۹۰ درصد نگهداری شدند و مورد بررسی قرار گرفتند (Sogvar *et al.,* 2016).

اندازه‌گیری اسید آسکوربیک

اندازه‌گیری اسیدآسکوربیک با روش یدومتریک انجام گردید. برای محاسبه مقدار آسکوربیک اسید در عصاره میوه از معادله زیر استفاده گردید (Ehtesham Nia *et al.*, 2021):

$$A=\frac{S\times N\times F\times 88.1\times 100}{10}$$

A= مقدار اسیدآسکوربیک در عصاره میوه (میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر)، S= مقدار محلول ید مصرف‌شده (میلی‌لیتر)، N= نرمالیته محلول مصرف‌شده، F= فاکتور محلول ید مصرف شده

مواد جامد محلول

برای این منظور ابتدا آبگیری میوه‌ها انجام شد و آب میوه به‌دست آمده در اندازه‌گیری‌های مواد جامد

محلول مورد استفاده قرار گرفت. برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول (TSS) از دستگاه رفراکتومتر دستی ATAGO (مدل ان یک، ژاپن) در دمای اتاق استفاده گردید و مقدار قند بر حسب درجه بریکس بیان شد.

اندازه‌گیری مالون دی آلدئید

مقدار ۲ گرم از نمونه پوست میوه با محلول تری کلرواستیک اسید (۵ درصد وزنی/حجمی) ترکیب گردید. نمونه‌ها در دمای ۴ درجه سانتی گراد به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۶۰۰۰ دور بر دقیقه سانتریفیوژ شدند. سپس ۲ میلی لیتر از روشناور حاصل جدا و ۲ میلی لیتر محلول ۶ درصد اسید تیوباربیوتیک به آن افزوده شد. سپس ترکیب حاصل در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه حرارت داده شد. سپس مخلوط سرد شده و با سرعت ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ گردید. در نهایت، جذب نمونه در ۴۵۰، ۵۳۲ و ۶۰۰ نانومتر ثبت شد و محتوای مالون دی آلدئید با استفاده از رابطه (۱) به‌صورت نانومول در گرم وزن تر بیان شد (Zheng & Tian, 2006).

$$\text{MDA (nmol. g}^{-1}\text{ FW)} = 6.45\,(OD532-OD600) - 0.56\,(OD\,450) \quad (۱)$$

اندازه‌گیری فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز (PPO)

سنجش میزان فعالیت PPO با روش (Kar and Mishra, 1976) انجام شد. محیط واکنش حاوی ۵۰ میکرولیتر از پیروگالول ۱۰۰ میلی‌مولار، ۳۰۰۰ میکرولیتر از بافر فسفات (pH=7) و ۵۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی بود. با گذشت زمان واکنش، روند افزایش در میزان جذب مشاهده شد. میزان فعالیت آنزیم بر حسب مقادیر اکسید شده پیروگالول در طول موج ۴۲۰ نانومتر محاسبه شده و به صورت جذب در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین گزارش شد.

آنزیم پراکسیداز (POD)

برای اندازه‌گیری آنزیم پراکسیداز، محلول واکنش حاوی ۱/۷ میلی لیتر $NaKPO_4$ (۱۵ میلی لیتر بافر $NaKPO_4$ با پی اچ ۶/۰)، ۰/۵ میلی‌لیتر گایاکول (۰/۱ میلی‌مولار) و ۰/۳ میلی‌لیتر عصاره آنزیم ترکیب شد و میزان جذب در ۴۷۰ نانومتر و فعالیت آنزیم پراکسیداز در دوره زمانی ۳ دقیقه‌ای و بر حسب واحد در کیلوگرم به‌دست آمد (Abassi *et al.*, 1998).

ارزیابی محتوای فلاونوئید کل

مقدار فلاونوئید کل با روش آلومینیوم کلراید اندازه‌گیری شد. به ۱۵۰ میکرولیتر عصاره استخراج شده به ترتیب ۱۷۰۰ میکرولیتر اتانول ۳۰ درصد، ۱۵۰میکرولیتر نیتریت سدیم ۰/۵ میلی‌مولار و ۱۵۰میکرولیتر کلرید آلومینیوم ۰/۳ میلی‌مولار اضافه و بلافاصله هم زده شد. پس از گذشت پنج دقیقه، ۱۰۰ میکرولیتر محلول هیدروکسیدسدیم یک میلی‌مولار اضافه شد. پس از۱۰-۱۵دقیقه، میزان جذب با دستگاه اسپکتروفتومتر (uv1100, Mapada Co, Shanghai, China) در طول موج ۵۱۰ نانومتر ثبت شد. سپس مقدار فلاونوئید کل برحسب میلی‌گرم کوئرستین بر گرم وزن تازه بافت بیان شد (Du *et al.,* 2009).

درصد کاهش وزن

برای این منظور، خوشه‌های انگور در ابتدای آزمایش (روز صفر) و پایان آزمایش (روز ۲۸) وزن شدند و اختلاف وزن بین دو مرحله به عنوان وزن نهایی در نظر گرفته شد و در نهایت درصد کاهش وزن به کمک فرمول (۲) به دست آمد (Duan *et al.,* 2011):

$$\text{Weight loss} = \frac{(W1-W2)}{W1} \times 100 \quad (۲)$$

W1: وزن اولیه، W2: وزن نهایی

ارزیابی حسی

برای بررسی عطر و طعم میوه‌های انگور از روش نظرخواهی استفاده شد و نمره دهی به صورت خیلی کم (نمره ۱)، کم (نمره ۲)، متوسط (نمره ۳) و عالی (نمره ۴) و خیلی عالی (نمره ۵) انجام شد. در این بررسی نظرات ۵ مرد و ۷ زن با رنج سنی ۳۰-۲۵ سال برای مقایسه ظاهر پوست حبه‌ها، میزان آب حبه‌ها (مقدار آب میوه در زمان جویده شدن)، میزان بازارپسندی و عطر

میوه در میوه‌های تیمار شده با تیمار شاهد مورد ارزیابی قرار گرفت (Paladines *et al.*, 2014).

ماندگاری میوه (تعداد روز)

ماندگاری میوه از تاریخ برداشت تا تاریخ انقضا ماندگاری محاسبه شده است. ماندگاری میوه‌ها با ثبت تعداد روزهایی که میوه‌ها در زمان نگهداری بدون فاسد شدن در شرایط مناسبی قرار داشتند تعیین شد. زمانی که ۵۰ درصد میوه‌ها از بین رفتند پایان عمر تیمار محاسبه گردید (Taduri *et al.*, 2017).

آنالیز آماری

آزمایش به‌صورت فاکتوریل دو عامله، در قالب طرح کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. فاکتور اول، اثر تیمارهای مورد بررسی در هفت سطح و فاکتور دوم، زمان انبارداری در پنج سطح شامل صفر، ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز بود. تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار v. 9.2 SAS انجام شد و داده‌ها به‌صورت میانگین خطاهای استاندارد ارائه شده و اختلاف معنی‌داری بین تیمارها برای هر صفت با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال $\alpha = 0.05$ مشخص شد.

نتایج و بحث

ویتامین ث و مواد جامد محلول

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر متقابل نوع تیمار و مدت زمان انبارمانی بر تمام صفات به جز مواد جامد محلول در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). کاربرد محلول کیتوسان در مرحله قبل از برداشت موجب افزایش ویتامین ث در انگور شد، مقایسات میانگین نشان داد که تیمارهای ترکیبی کیتوسان و ژل آلوئه‌ورا اثر معنی‌داری بر میزان ویتامین ث داشت.کاربرد کیتوسان و ژل آلوئه‌ورا میزان ویتامین ث را نسبت به کاربرد کیتوسان بدون ژل آلوئه‌ورا افزایش داد. بیش‌ترین میزان ویتامین ث در تیمار کیتوسان ۲ درصد به همراه ژل آلوئه‌ورا ۲۵ درصد در روز ۱۴ام بعد از انبارمانی نسبت به تیمار شاهد به دست آمد (شکل ۱-a). کم‌ترین میزان ویتامین ث در تیمار شاهد در روز ۲۸ام انبارمانی مشاهده شد. در پژوهشی که توسط Heidar Nejad *et al.* (2020) انجام شد مشخص شد که کاربرد کیتوسان موجب افزایش ویتامین ث در میوه عروسک پشت پرده شد که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد. مقایسه میانگین ها نشان داد که تیمارهای ترکیبی کیتوسان و ژل آلوئه‌ورا اثر معنی‌داری بر میزان مواد جامد محلول در پنج مرحله اندازه‌گیری داشتند (جدول ۱). کاربرد کیتوسان ۲ درصد میزان مواد جامد محلول را نسبت به سایر تیمارها به جز شاهد افزایش داد. بیش‌ترین مواد جامد محلول در تیمار کیتوسان ۲ درصد در روز ۲۸ام بعد از انبارمانی نسبت به تیمار شاهد به دست آمد (شکل ۱-b). کم‌ترین میزان مواد جامد محلول در تیمار ترکیبی کیتوسان ۳ درصد به همراه ژل آلوئه‌ورا در زمان اول انبارمانی مشاهده شد. در پژوهش Karimi *et al.* (2018) در میوه موز و Xing *et al.* (2021) در میوه بلوبری نتایج مشابهی در رابطه با اثر کیتوسان مشاهده شده است. کاهش ویتامین ث در طی فرآیند انبارمانی، می‌تواند به علت کاهش آب میوه باشد که موجب اکسیداسیون ویتامین ث به دی هیدروآسکوربیک اسید و تجزیه شدن آن به ۲ و ۳- دی کتو- گلوکونیک اسید در اثر فعالیت آنزیم آسکوربیک اسید اکسیداز باشد (Shiri *et al.*, 2016).

دما، نور، اکسیژن و pH از جمله عوامل تاثیرگذار بر تخریب آسکوربیک اسید می‌باشند. در دماهای پایین، فعالیت متابولیکی بافت متوقف شده و کیفیت محصول حفظ خواهد شد. از طرفی، در دماهای پایین، فعالیت آنزیم آسکوربیک پراکسیداز افزایش یافته و اکسیداسیون آسکوربیک اسید رخ می‌دهد (Tsaniklidis *et al.*, 2014). همچنین گونه‌های فعال اکسیژن مانند پراکسید هیدروژن موجب کاهش فعالیت آنزیم‌های سوپراکسیددیسموتاز، کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز و کاهش آنتی اکسیدان‌های داخل سلول مانند آسکوربیک و کارتنوئید می‌شود (Lin *et al.*, 2014).

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس اثر کاربرد قبل از برداشت کیتوسان و بعد از برداشت ژل آلوئه‌ورا بر خصوصیات میوه انگور 'عسگری'.

Table 1. Results of variance analysis for the effect of Chitosan pre-harvest and *Aloe vera* gel post-harvest application on fruit traits of table grape 'Asgari'.

Source of variation	df	Means of square						
		Vitamin C (mg/Kg FW)	Total soluble solid (Brix)	MDA (µgr/gr FW)	PPO ($U.g^{-1}$ FW)	POD $(U/Kg)*10^{-3}$	Flavonoid (gr/Kg QE)	Weight loss (%)
Treatment	6	90.06**	1.38*	9.32**	112913**	108.49**	1167.7**	95.25**
Storage time	4	55.14**	22.84**	68.28**	254010**	279.09**	854.4**	393.16**
Treatment × Storage time	24	0.94**	0.606^{ns}	1.45**	22379**	3.83**	11.10**	16.85**
Error	70	0.102	0.606	0.083	558	0.95	5.06	0.33
CV (%)	-	3.04	4.5	13.21	1.61	6.05	10.8	12.4

*، ** و ns: وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم اختلاف معنی دار.

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

آسکوربیک اسید خنثی‌کننده اکسیژن فعال بوده و موجب حذف اکسیژن مولکولی به وجود آمده در واکنش پلی فنول اکسیداز می‌شود و با تبدیل او-کوئینون به دی فنول‌ها، از اثر آنزیم پلی فنول اکسیداز جلوگیری می‌کند (Ricoa *et al.*, 2007). کیتوسان به عنوان یک پوشش نیمه نفوذپذیر، می‌تواند یک سد محافظتی برای کاهش تنفس و تعرق بر روی سطح میوه به وجود آورد (Dong *et al.*, 2004). کاهش ویتامین ث بستگی به حضور اکسیژن دارد، کیتوسان با کاهش انتشار اکسیژن، موجب کاهش شدت تنفس و حفظ ویتامین ث میوه می‌شود. غلظت اکسیژن پایین، اکسیداسیون آسکوربیک اسید را کاهش می‌دهد و کاربرد پوشش‌هایی مانند کیتوسان و ژل آلوئه‌ورا با ایجاد اتمسفر تغییر یافته در اطراف میوه، از اکسیداسیون آسکوربیک اسید ممانعت به عمل می‌آورند (Xing *et al.*, 2011). افزایش مواد جامد محلول (قند) در اثر تبدیل نشاسته به قند، افزایش سرعت تنفس، تجزیه پلی‌ساکاریدهای دیواره سلولی، کاهش اسید و افزایش وزن خشک در اثر کاهش رطوبت می‌باشد (Shiri *et al.*, 2011; Shiri *et al.*, 2016). در میوه‌های پوشش‌دار شده با کیتوسان به علت تغییر در میزان گازهای اکسیژن و دی‌اکسیدکربن و اتیلن، میزان تنفس بافت کاهش یافته و به دنبال این فرآیند میزان مواد جامد محلول کاهش می‌یابد (Heidar Nejad et al., 2020).

مالون دی آلدئید

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که اثر متقابل تیمارها بر میزان MDA اثر معنی‌داری در هر پنج دوره انبارمانی داشت (جدول ۱). کاربرد تیمارهای کیتوسان و ژل آلوئه‌ورا موجب کاهش میزان MDA شد. در تیمار کیتوسان ۲ درصد به همراه ژل آلوئه‌ورا ۲۵ درصد، کم‌ترین میزان MDA نسبت به سایر تیمارها وجود داشت و در شاهد بیش‌ترین میزان MDA مشاهده شد (شکل ۱-c) که با نتایج پژوهش Nguyen & Nguyen (2020) در میوه توت فرنگی و Kumar *et al.* (2017) در میوه خرما مطابقت دارد. مالون دی آلدئید یک فراورده سیتوتوکسیک پراکسیداسیون لیپیدی و شاخص تولید رادیکال آزاد و میزان آسیب بافت است. اتیلن با تحریک تولید رادیکال‌های سوپراکسید موجب پراکسیداسیون لیپیدها می‌شود. پراکسید هیدروژن با رادیکال سوپراکسید، واکنش داده و باعث تشکیل رادیکال‌های هیدروکسیل می‌شوند. این رادیکال‌های هیدروکسیل، از طریق واکنش با گروه‌های متیلن اسیدهای چرب غیر اشباع (که از ترکیبات اصلی لیپیدهای غشا محسوب می‌شوند) باعث پراکسیداسیون لیپیدی غشا شده و در نتیجه میزان مالون دی آلدئید افزایش می‌یابد (Ashraf *et al.*, 2013). کیتوسان دارای فعالیت پاداکسندگی می‌باشد و باعث حذف رادیکال‌های آزاد شده و دارای خاصیت نگهداری از DNA است (Harish Prashanth *et al.*, 2007).

فعالیت آنزیمی

اثر متقابل تیمارهای کیتوسان به همراه ژل آلوئه‌ورا و مدت زمان انبارمانی بر فعالیت آنزیم‌های پلی فنول اکسیداز و پراکسیداز معنی‌دار شد (جدول ۱). کاربرد تیمار کیتوسان و ژل آلوئه‌ورا در تمام غلظت‌های به کاربرده شده موجب کاهش فعالیت آنزیم پلی فنول اکسیداز میوه انگور شد و کم‌ترین میزان آنزیم متعلق به تیمار ترکیبی کیتوسان ۲ درصد به همراه ژل آلوئه‌ورا در زمان اول انبارمانی بود، بیش‌ترین میزان فعالیت آنزیم پلی فنول اکسیداز در تیمار شاهد در روز ۲۸ام مشاهده شد (شکل ۱-d)، در پژوهش Ehtesham Nia *et al.* (2021) کیتوسان و ژل آلوئه‌ورا موجب کاهش فعالیت آنزیم پلی فنول اکسیداز در انگور شد. همچنین در پژوهش Xing *et al.* (2020) در میوه انبه با کاربرد کیتوسان، کاهش فعالیت آنزیم پلی فنول اکسیداز مشاهده شد که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. مقایسه میانگین نشان داد که تیمار کیتوسان و ژل آلوئه‌ورا موجب افزایش فعالیت آنزیم پراکسیداز نسبت به شاهد شد (شکل ۱-e)، بیش‌ترین فعالیت آنزیم پراکسیداز در تیمارهای کیتوسان ۲ درصد در روز ۱۴ام اندازه‌گیری به دست آمد و کم‌ترین میزان متعلق به تیمار شاهد در زمان اول انبارمانی بود (شکل ۱). گزارشات سایر محققان در رابطه با افزایش فعالیت آنزیم پراکسیداز در اثر کاربرد تیمار کیتوسان با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد (Ehtesham Nia *et al.,* 2021). یکی از عوامل مهم در قهوه‌ای شدن میوه‌ها، فعالیت آنزیم پلی فنول اکسیداز و تبدیل شدن فنول به اورتوکینون است. کیتوسان دارای تعداد زیادی گروه آمین و هیدروکسیل قابل دسترس در ساختار خود بوده و علاوه بر اینکه با رادیکال‌های آزاد واکنش می‌دهد، موجب افزایش فعالیت ترکیبات آنتی اکسیدانی آنزیمی و غیر آنزیمی می‌شود (Xie *et al.,* 2001; Liu *et al.,* 2007). کیتوسان با افزایش فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و پلی فنول اکسیداز، موجب حفظ تعادل هموستاتیک بین تولید و حذف گونه‌های فعال اکسیژن می‌شود و در نهایت میزان آن‌ها را کاهش داده و اثرات تنش اکسایشی ناشی از تخریب بافت را کاهش می‌دهد.

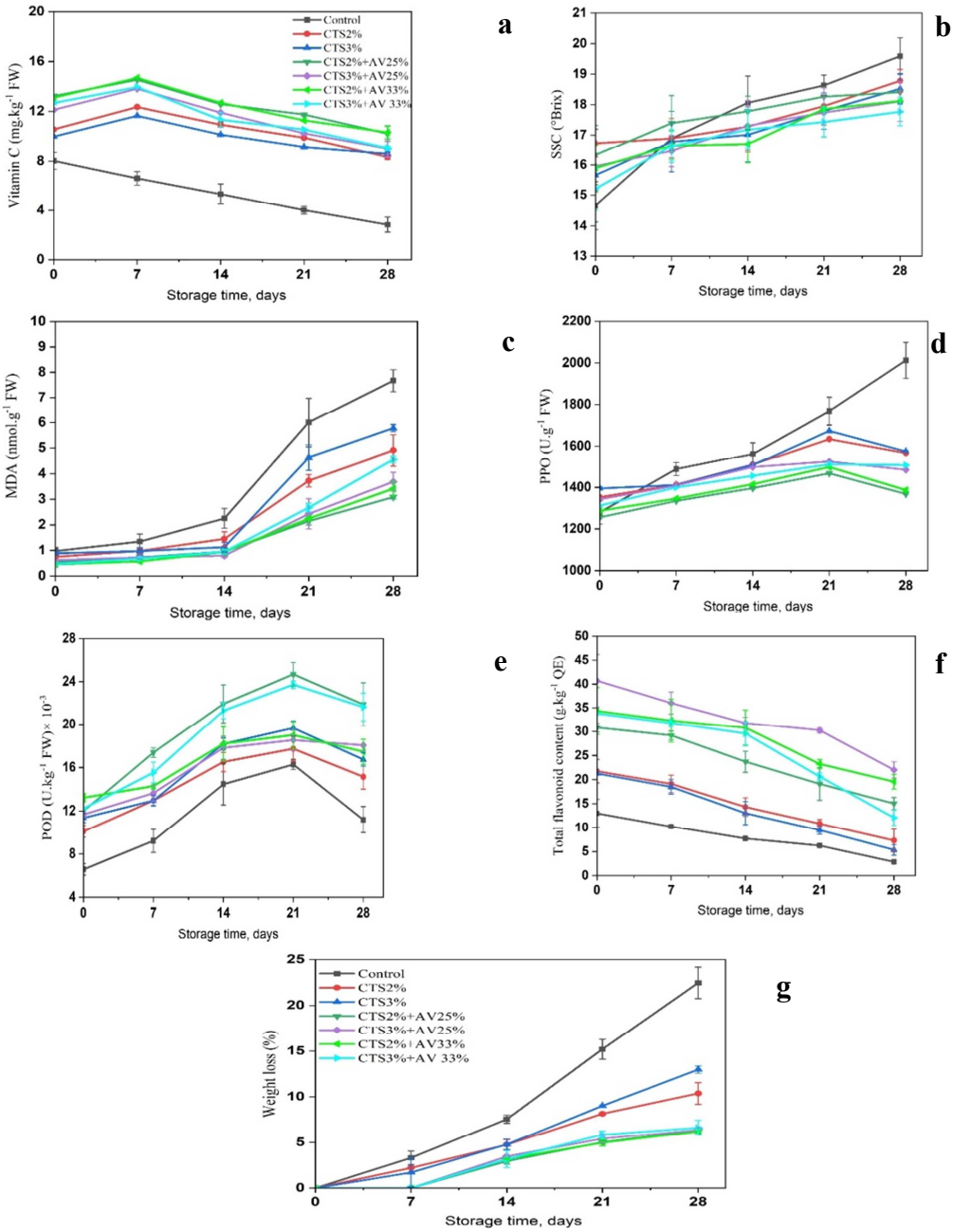
محتوای فلاونوئید کل

بر اساس نتایج مقایسات میانگین ترکیب کیتوسان و ژل آلوئه‌ورا اثر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر میزان فلاونوئیدها در میوه انگور داشت (جدول ۱) و بیش‌ترین میزان فلاونوئید در تیمار ترکیبی کیتوسان ۳ درصد به همراه ژل آلوئه‌ورا ۲۵ درصد در زمان اول انبارمانی مشاهده شد، کم‌ترین میزان فلاونوئید متعلق به تیمار شاهد در روز ۲۸ام بعد از انبارمانی به دست آمد (شکل ۱-f) که با نتایج به دست آمده توسط Adiletta *et al.* (2019) منطبق است. ترکیبات فنولی و فلاونوئیدها بر اثر فعالیت آنزیم پلی فنول اکسیداز تجزیه و تخریب می‌شوند، ترکیب کیتوسان با کاهش فعالیت آنزیم پلی فنول اکسیداز، از تخریب این ترکیبات ممانعت کرده و موجب افزایش فلاونوئید در میوه‌های تیمار شده می‌شود (Kou *et al.*, 2013).

کاهش وزن

براساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارها، ترکیب کیتوسان و ژل آلوئه‌ورا اثر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر درصد کاهش وزن میوه داشت (جدول ۱-g) و ترکیب کیتوسان و ژل آلوئه‌ورا به طور معنی‌داری موجب جلوگیری از کاهش وزن میوه شد. کم‌ترین درصد کاهش وزن متعلق به تیمار ترکیبی کیتوسان ۲ درصد به همراه ژل آلوئه‌ورا ۲۵ درصد در روز ۱۴ام بعد از انبارمانی بود و بیش‌ترین کاهش وزن در تیمار شاهد در روز ۲۸ام مشاهده شد (شکل ۱)، گزارشات نشان می‌دهد که کاربرد کیتوسان در سایر محصولات نیز روند کاهش وزن میوه را تا حد زیادی کاهش داد (Heidar Nejad *et al.,* 2018; Karimi *et al.,* 2018). در میوه‌های انبارشده، تبخیر ناشی از شیب فشار بخار آب میوه و هوای اطراف موجب کاهش وزن میوه می‌شود (Pasquariello *et al.*, 2013). کاهش وزن میوه یکی ناهنجاری مهم است که موجب کاهش کیفیت و پژمردگی میوه‌ها می‌شود و آثار نامطلوبی بر بافت و ظاهر محصول بر جای گذاشته و از بازارپسندی آن می‌کاهد (Galindo *et al.,* 2004). کاهش وزن میوه می‌تواند به دنبال آسیب به غشای سیتوپلاسمی اتفاق بیفتد و موجب کاهش کیفیت، کاهش سفتی بافت و رنگ نامطلوب میوه شود (Ding,

2013). علت اصلی کاهش وزن میوه با افزایش مدت انبارمانی، از دست دهی آب بر اثر تنفس و تعرق از طریق روزنه‌ها می‌باشد که اثر مثبت پوشش‌های خوراکی، با ایجاد یک لایه برای جلوگیری از تبخیر و انتشار آب مرتبط است، پوشش‌های خوراکی سرعت عبور گازها از طریق روزنه‌های میوه را کاهش داده و از تبخیر آب و کاهش وزن میوه جلوگیری می‌کنند. علاوه بر این، ژل آلوئه‌ورا موجب حفظ مواد معطر داخل میوه و بهبود خصوصیات ساختاری بافت و درخشندگی محصولات نیز می‌شود (Parsa *et al.*, 2020).



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر متقابل کیتوسان (قبل از برداشت) و پوشش ژل آلوئه‌ورا (پس از برداشت) بر ویژگی‌های بیوشیمیایی میوه انگور 'عسگری'. شاهد، کیتوسان ۲ درصد، کیتوسان ۳ درصد، کیتوسان ۲ درصد+ژل آلوئه‌ورا ۲۵ درصد، کیتوسان ۳ درصد+ ژل آلوئه‌ورا ۲۵ درصد، کیتوسان ۲ درصد+ ژل آلوئه‌ورا ۳۳ درصد، کیتوسان ۳ درصد+ ژل آلوئه‌ورا ۳۳ درصد.

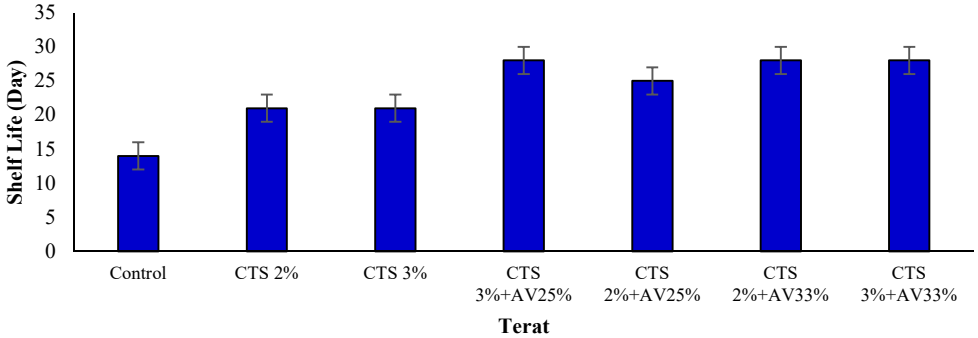
Figure 1. Mean comparison of interaction effect of Chitosan (preharvest) and *Aloe vera* gel postharvest on biochemical traits of grape 'Asgari'. Control, Chitosan 2% (CTS 2%), Chitosan 3% (CTS 3%), Chitosan 2%+ Aloe vera gel 25% (CTS 2%+AVG 25%), Chitosan 3%+ Aloe vera gel 25% (CTS 3%+AVG 25%), Chitosan 2%+ Aloe vera gel 33% (CTS 2%+AVG 33%), Chitosan 3%+ Aloe vera gel 33% (CTS 3%+AVG 33%).

عمر انبارمانی

کاربرد ترکیب کیتوسان و ژل آلوئه‌ورا موجب افزایش عمر قفسه‌ای میوه انگور شد، در تیمارهای ترکیب کیتوسان و ژل آلوئه‌ورا (۲۵ و ۳۳ درصد) عمر انبارمانی افزایش یافت. بیش‌ترین میزان عمر قفسه‌ای در ترکیب کیتوسان ۳ درصد به همراه ژل آلوئه‌ورا ۲۵ درصد به مدت ۲۸ روز مشاهده شد و کم‌ترین عمر میوه در تیمار شاهد به مدت ۱۳ روز وجود داشت (شکل ۲)، در پژوهش Ehtesham Nia *et al.* (2021) کیتوسان موجب افزایش عمر قفسه‌ای در انگور شد که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد. در سایر مطالعات نیز عمر انباری در انجیر (Saki *et al.*, 2019) و انبه (Taduri *et al.*, 2017) تیمار شده با کیتوسان، اختلاف معنی‌داری با میوه‌های شاهد داشت. ماندگاری یک شاخص ضروری کیفیت است (Ali *et al.*, 2010). ماندگاری بیش‌تر برای بازاریابی و ذخیره سازی مناسب میوه های تازه است (Jain *et al.*, 2019; Mendy *et al.*, 2019). کاربرد ترکیبی پوشش‌های خوراکی باعث کاهش خشکی و جلوگیری از آلودگی میکروبی شده و ماندگاری یک پوشش را افزایش می‌دهد. بنابراین، ماندگاری میوه احتمالاً به دلیل پوشش خوراکی افزایش یافته است که باعث اثرات محافظتی در برابر خشک شدن و خراب شدن می‌شود. ماندگاری میوه‌های انگور تحت تأثیر تیمار پوششی قرار گرفت (شکل ۲). حداقل عمر مفید مربوط به میوه‌های شاهد (۲۲ روز) بود در حالی‌که بیش‌ترین ماندگاری (۲۸ روز) در میوه‌های پوشیده شده با کیتوسان ۳ درصد و پوشش ژل آلوئه‌ورا ۲۵ درصد ثبت شد. در مطالعات قبلی، ماندگاری انجیر تیمار شده (Saki *et al.*, 2019)، انبه (Taduri *et al.*, 2017) و انگور (Ehtesham Nia *et al.*, 2021) به طور قابل توجهی بیش‌تر از شاهد در طول دوره نگهداری بود.

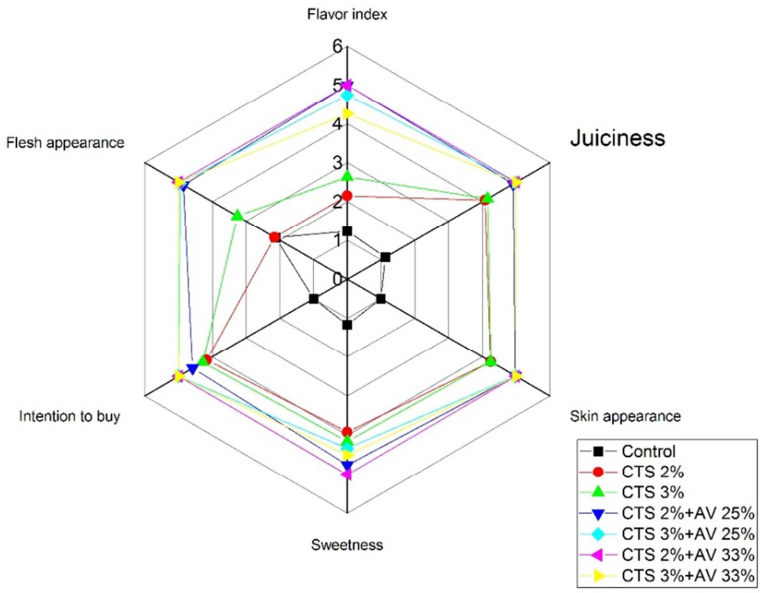
ارزیابی حسی

تیمارهای مختلف از جمله محلول پاشی کیتوسان و پوشش آلوئه‌ورا به تنهایی و به صوت ترکیب کیتوسان و ژل آلوئه‌ورا به طور قابل‌توجهی بر ویژگی‌های حسی تأثیر گذاشت. انگورهای پوشش‌دار شده با کیتوسان ۲ درصد و ژل آلوئه‌ورا ۳۳ درصد به طور معنی‌داری بالاترین میانگین حسی را در شاخص طعم نشان دادند (شکل ۳). تیمار کیتوسان و ژل آلوئه‌ورا با کاهش شاخص پوسیدگی و حفظ آب میوه و جلوگیری از هدر رفتن آب از سطح میوه توسط پوشش، موجب حفظ ظاهر پوست حبه‌های انگور شده و مصرف کننده را تشویق به خرید می‌کند. با این حال، در میوه های انگور تیمار نشده، با کاهش محتوای آب در انگور، ظاهر پوست حبه‌ها نمی‌تواند طراوت لازم را برای تشویق مصرف کنندگان به خرید میوه ایجاد کند.



شکل ۲. مقایسه میانگین اثر متقابل کیتوسان (قبل از برداشت) و پوشش ژل آلوئه‌ورا (پس از برداشت) بر عمر قفسه‌ای میوه انگور 'عسگری'. شاهد، کیتوسان ۲ درصد، کیتوسان ۳ درصد، کیتوسان ۲ درصد+ژل آلوئه‌ورا ۲۵ درصد، کیتوسان ۳ درصد+ ژل آلوئه‌ورا ۲۵ درصد، کیتوسان ۲ درصد+ ژل آلوئه‌ورا ۳۳ درصد، کیتوسان ۳ درصد+ ژل آلوئه‌ورا ۳۳ درصد.

Figure 2. Mean comparison of interaction effect of Chitosan (preharvest) and *Aloe vera* gel postharvest on shelf life of Grape fruit 'Asgari'. Control, Chitosan 2% (CTS 2%), Chitosan 3% (CTS 3%), Chitosan 2%+ Aloe vera gel 25% (CTS 2%+AVG 25%), Chitosan 3%+ Aloe vera gel 25% (CTS 3%+AVG 25%), Chitosan 2%+ Aloe vera gel 33% (CTS 2%+AVG 33%), Chitosan 3%+ Aloe vera gel 33% (CTS 3%+AVG 33%).



شکل ۳. ارزیابی حسی شاهد، کیتوسان، کیتوسان و ژل آلوئه‌ورا در انگورهای تیمار شده بعد از ۲۸ روز در انبار سرد. شاهد، کیتوسان ۲ درصد، کیتوسان ۳ درصد، کیتوسان ۲ درصد+ژل آلوئه‌ورا ۲۵ درصد، کیتوسان ۳ درصد+ ژل آلوئه‌ورا ۲۵ درصد، کیتوسان ۲ درصد+ ژل آلوئه‌ورا ۳۳ درصد، کیتوسان ۳ درصد+ ژل آلوئه‌ورا ۳۳ درصد.

Figure 3. The sensory scores of control, Chitosan, Chitosan and Aloe vera gel in berries treated after 28 days of cold storage. Control, Chitosan 2% (CTS 2%), Chitosan 3% (CTS 3%), Chitosan 2%+ Aloe vera gel 25% (CTS 2%+AVG 25%), Chitosan 3%+ Aloe vera gel 25% (CTS 3%+AVG 25%), Chitosan 2%+ Aloe vera gel 33% (CTS 2%+AVG 33%), Chitosan 3%+ Aloe vera gel 33% (CTS 3%+AVG 33%).

نتیجه‌گیری کلی

تیمار ترکیبی کیتوسان ۲ و ۳ درصد و ژل آلوئه‌ورا ۲۵ درصد، موجب افزایش مواد جامد محلول، ویتامین ث، محتوای فلاونوئید کل، فعالیت آنزیم پراکسیداز و عمر پس از برداشت میوه انگور شد و میزان کاهش وزن، فعالیت آنزیم پلی فنول اکسیداز و MDA را کاهش داد. کاربرد این تیمارها عمر پس از برداشت انگور عسگری را تا ۱۴ روز افزایش داد و با توجه به نتایج ارزیابی حسی می‌توان اظهار داشت کاربرد ترکیبات زیست تخریب پذیر و طبیعی از قبیل کیتوسان و ژل آلوئه‌ورا می‌تواند سبب افزایش عمر انبارمانی میوه انگور عسگری شود.

REFERENCES

1. Abassi, N., Kushad, M., & Endress, A. (1998). Active oxygen-scavenging enzymes activities in developing apple flowers and fruits. *Scientia Horticulturae*, 74(3), 183-194.
2. Adiletta, G., Zampella, L., Coletta, C., & Petriccione, M. (2019). Chitosan coating to preserve the qualitative traits and improve antioxidant system in fresh figs (*Ficus carica* L.). *Agriculture*. 9(84), 193-213.
3. Ali, A., Maqbool, M., Ramachandran, S., Alderson, P.G. (2010). Gum arabic as a novel edible coating for enhancing shelf-life and improving postharvest quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit. *Postharvest Biological Technology*, 58 (1), 42-47.
4. Asadi, Z., Beig Mohamadi, Z. and Mirmajidi, A. (2020). Investigate of the effect of the effect of food coating containing spirulina platensis, chitosan and gelatin on physicochemical, sensory and nutritional properties of dried kiwi. *Food Science and Technology*, 102 (17), 68-53. (In Farsi).
5. Ashraf, M., Shaheen, Sh., Naseer, S., & Akram, N. A. (2013). Salt stress affects water relations, photosynthesis, and oxidative defense mechanisms in (*Solanum melongena* L.). *Journal of Plant Interactions,* 8(1), 85-96.
6. Bako, S. P., & Adams, F. (2005). Respiratory weight loss in yam (*Dioscorea rotundata* Poir) tubers, fruits of Valencia oranges (*Citrus sinensis* L.) and tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) stored using plant derived materials as protective coating in Zaria, Nigeria. *International Journal of Botany*, 1(2), 143-146.

7. Buege, J.A., & Aust, S.D. (1978). Microsomal lipid peroxidation. *Methods Enzyme*, 52, 302-310.
8. Corbo, M.R., Speranza, B., Campaniello, D., D'Amato, D., Sinigaglia, M. (2010). Fresh-cut fruits preservation: current status and emerging technologies. *Microbial Biotechnology*. 15(25), 1143-1154.
9. Ding, P. (2013). Physico-chemical changes in dabai (*Canarium odontophyllum* Miq.) fruit during modified atmosphere storage. *International Food Research Journal*, 20(6), 3033-3040.
10. Dong, H., Cheng, L., Tan, J., Zheng K., & Jiang, Y. (2004). Effects of chitosan coating on quality and shelf life of peeled litchi fruit. *Journal of Food Engineering*, 64, 355-358.
11. Duan, J., Wu, R., Stric, B. C., & Zhao, Y. (2011). Effect of edible coatings of fresh blueberries (Duke and Elliott) under commercial storage conditions. *Postharvest Biology and Technology*, 59(1), 71-79.
12. Ehtesham Nia, A., Taghipour, S., & Siahmansour, S. (2021). Pre-harvest application of chitosan and postharvest *Aloe vera* gel coating enhances quality of table grape (*Vitis vinifera* L. cv. 'Yaghouti') during postharvest period. *Food Chemistry*, 347 (2021), 129012.
13. Galindo, F. G., Herppich, W., Gekas, V., & Sjöholm, I. (2004). Factors affecting quality and postharvest properties of vegetables: Integration of water relations and metabolism. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44(3), 139-154.
14. Ghasi Mogadam, M., Salahvarzi, Y., & Abedi, B. (2020). 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*, Iranian Journal of Horticultural Sciences*, 51 (4), 911-899. (In Farsi).
15. Han, C., Zuo, J., Wang, Q., Xu, L., Zhai, B., & Wang, Z. (2014). Effects of chitosan coating on postharvest quality and shelf life of sponge gourd (*Luffa cylindrica*) during storage. *Scientia Horticulturae*, 55(16), 166 - 178.
16. Harish Prashanth, K. V., Dharmesh, S. M., Jagannatha Rao, K. S., & Tharanathan, R. N. (2007). Free radical-induced chitosan depolymerized products protect calf thymus DNA from oxidative damage. *Carbohydrate Research*, 342, 190-195.
17. Heidar nejad, R., Ghahramani, Z., Barzegar, T., & Rabiee, V. (2020). The effect of harvest stage and storage duration on fruit quality of Physalis (*Physalis angulate* L.). *Journal of Agricultural Crops Production*, 5 (1), 186-173. (In Farsi).
18. Jain, V., Chawla, Sh., Choudhary, P., & Jain, S. (2019). Post-harvest calcium chloride treatments influence fruit firmness, cell wall components and cell wall hydrolyzing enzymes of Ber (*Ziziphus mauritiana* Lamk.) fruits during storage. *Journal of Food Science and Technology*, 56(10), 4535-4542.
19. Kar, M., & Mishra, D. (1976). Catalase, Peroxidase and polyphenol oxidase activities during rice leaf senescence. *National library of Medicine*, 57 (2), 315-319.
20. Karimi, M., Hoseini, M., & Zahedi, M. (2018). The Effect of Postharvest Chitosan Treatment on the Quality Maintenance of Banana (*Musa acuminata* cv. Cavendish) during Cold Storage. *Journal of Crop production and processing*, 8(1), 14-1. (In Farsi).
21. Kou, X.H., Guo, W.L., Guo, R.Z., Li, X.Y., & Xue, Z. H. (2013). Effects of chitosan, calcium chloride, and pullulan coating treatments on antioxidant activity in pear cv. "Huang guan" during storage. *Food Bioprocess Technology*, 7, 671-681.
22. Kumar, P., Sethi, S., Sharma, V. V., Srivastav, M., & Varghese, E. (2017). Effect of chitosan coating on postharvest life and quality of plum during storage at low temperature. *Scientia Horticulturae*, 226, 104-109.
23. Lin, Y. F., Lin, H. T., Zhang, S., Chen, Y. H., Chen, M. Y., & Lin, Y. X. (2014). The role of active oxygen metabolism in hydrogen peroxide-induced pericarp browning of harvested longan fruit. *Postharvest Biology and Technology,* 96, 42-48.
24. Liu, Y., Cui, Y., & Mukherjee, A. (2007). Characterization of a novel RNA regulator of *Erwinia* carotovora spp. Carotovora that controls production of extracellular enzymes and secondary *metabolites*. *Molecular Microbial*, 29(1), 219-34.
25. Lustriane, C., Dwivany, F., Suendo, V., & Reza, M. (2018). Effect of chitosan and chitosan-nanoparticles on postharvest quality of banana fruits. *Journal of Plant Biotechnology*, 45, 36-44.
26. Maghsoodi, V. (2003). Effect of vanillin on germination time and radial growth of moulds in apple puree. *Iran Agricultural Research.* 22 (2), 153-164. (In Farsi).
27. Mendy, T.K., Misran, A., Mahmud, T.M.M., & Ismail, S.I. (2019). Application of *Aloe vera* coating delays ripening and extend the shelf life of papaya fruit. *Scientia Horticulturae*, 246, 769-776.
28. Meng, X. Li, B. Liu, J., & Tian, Sh. (2008). Physiological responses and quality attributes of table grape fruit to chitosan preharvest spray and postharvest coating during storage. *Food Chemistry*, 106, 501-508.
29. Moradi Ganjeh, F., Meamar Dastjerdi, R., Heydari, M., & Movahed Nezhad, M. A. (2020). The effect of Chitosan-clay nano composite, wax coatings and olive oil on some quality properties of sweet lemon during shelf-life storage. *Agricultural Engineering (Scientific Journal of Agriculture)*, 43 (3), 95-112.

30. Nguyen, D. H., & Nguyen, V. H. (2020). Effect of nano-chitosan coating on the quality, polyphenol oxidase activity, MDA content of strawberry. *Journal of horticulture and postharvest research*, 3 (1), 11-24.
31. Parsa, J., Smaeel Amiri, M., Hajiloo, J., Razavi, F., & Rahnemoun, H. (2019). Effect of *Aloe vera* gel on physiologiacal and biochemical triats of two cultivars of apricot in storage. *Journal of Food Industry Research*, 30 (3), 203-219. (In Farsi).
32. Pasquariello, M. S., Rega, P., Migliozzi, T., Rita Capuano, L., Scortichini, M., & Petriccione, M. (2013). Effect of cold storage and shelf life on physiological and quality traitsof early ripening pear cultivars. *Scientia Horticulturae*, 162, 341-350.
33. Pradeep, A. R., Agarwal, E., & Naik, S. B. (2012). Clinical and microbiologic effects of commercially available dentifrice containing aloe vera: a randomized controlled clinical trial. *Journal of periodontology*, 83(6), 797-804.
34. Ricoa, D., Martin-Dianaa, A. B., Baratb, J. M., & Barry-Ryan, C. (2007). Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables: a review. *Trends in Food Science and Technology*, 18, 373-386.
35. Romanazzi, G., Feliziani, E., Baños, S. B., & Sivakumar, D. (2017). Shelf life extension of fresh fruit and vegetables by chitosan treatment. *Critical reviews in food science and nutrition*, 57(3), 579-601.
36. Saki, M., ValizadehKaji, B., Abbasifar, A., & Shahrjerdi, I. (2019). Effect of chitosan coating combined with thymol essential oil on physicochemical and qualitative properties of fresh fig (*Ficus carica* L.) fruit during cold storage. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 13(2), 1147-1158.
37. Shiri, M. A., Ghasemnezhad, M., Bakhshi, D., & Saadatian, M. (2011). Effect of ascorbic acid on phenolic compounds and antioxidant activity of packaged fresh cut table grape. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 10, 2506-2515.
38. Shiri, M. A., Ghasemnezhad, M., Fattahi Moghaddam, J., & Ebrahimi, R. (2016). Effect of CaCl2 sprays at different fruit development stages on postharvest keeping quality of 'Hayward' kiwifruit. *Journal of Food Processing and Preservation*, 40(4), 624-635.
39. 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.
40. Tabatabaekoloor, R. (2012). Orange responses to storage conditions and polyethylene wrapped liner. *Agricultural Engineer International: CIGR Journal*, 14(2), 127-130.
41. Taduri, M., Reddy, N. N., Lakshmi, J., & Joshi, V. (2017). Effect of pre-harvest treatments on shelf life and quality of mango CV Amrapali. *Journal of Pharmaceutical Innovation*, 6(7), 54-59.
42. Torrigiani, P., Bregoli, A. M., Ziosi, V., Scaramagli, S., Ciriaci, T., Rasori, A., Biondi, S., & Costa, G. (2004). Pre-harvest polyamine and aminoethoxyvinylglycine (AVG) applications modulate fruit ripening in Stark Red Gold nectarines (*Prunus persica* L. Batsch*). Postharvest Biology and Technology*, 33, 293-308.
43. Tsaniklidis, G., Delis, C., Nikoloudakis, N., Katinakis, P., & Aivalakis. G. (2014). Low temperature storage affects the ascorbic acid metabolism of cherry tomato fruits. *Plant Physiology and Biochemistry*, 84, 149-157.
44. Xie, W. M., Xu, P. X., & Liu, Q. (2001). Antioxidant activity of water-soluble chitosan derivatives. *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters*, 11, 1699-1701.
45. Xing, Y., Li, X., Xu, Q., Yun, J. and Tang, Y. (2011). Effects of chitosan coating enriched with cinnamon oil on qualitative properties of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Food Chemistry*. 124, 1443-1450
46. Xing, Y., Yang, S., Xu, Q., Xu, L., Zhu, D., Li, X., Shui, Y., Liu, X., & Bi, X. (2021). Effect of Chitosan/Nano-TiO2 composite coating on the postharvest quality of blueberry fruit. *Coatings*, 11, 512.
47. Zheng, X., & Tian, S. (2006). Effect of oxalic acid on control of postharvest browning of litchi fruit. *Food Chemistry*, 96(4), 519-523. https://doi.org/10.1016/j. foodchem.2005.02.049.