

# تأثیر پوشش صمغ باریجه در ترکیب با اسانس زیره سبز و کلراید کلسیم بر محتوای برخی ترکیب‌های فیتوشیمیایی، اجزای آنتی‌اکسیدانی و بازارپسندی میوه گیلاس<sup>۱</sup>

## Effects of Galbanum Gum Coating Enriched with Cumin Essential Oil and Calcium Chloride on the Content of Some Phytochemical Compounds, Antioxidant Components and Marketability of Sweet Cherry

زهرا آذرشريف، محمدرضا اصغری<sup>\*</sup>، حسين تاجيک و علي رضا فرخزاد نانسae<sup>۲</sup>

### چکیده

بهتازگی پژوهشگران برای بهبود کیفیت و ایمنی تولیدهای باغبانی از ماده‌های دوستدار طبیعت مانند ماده‌های با منشأ زیست‌تخربی‌پذیر استفاده می‌نمایند. میوه‌های گیلاس رقم سیاه مشهد در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بهطور کامل تصادفی، با پوشش خوراکی تشکیل شده از صمغ باریجه (صفر، ۱، ۲ و ۳٪ وزنی/حجمی)، اسانس زیره سبز (صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرولیتر در لیتر) و کلراید کلسیم (صفر و ۱٪ وزنی/حجمی) تیمار شده و ۳۰ روز در دمای ۲±۱ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۰-۹۵٪ نگهداری و سپس ۱ روز در دمای ۲۰ درجه سلسیوس قرار داده و مورد ارزیابی کیفی قرار گرفتند. تمامی علوفه‌های عامل‌های آزمایش، فعالیت آنتی‌زیم‌های کاتالاز و پراکسیداز را در ۱۵ روز پس از نگهداری افزایش داده و تا پایان ابарамانی ویژگی‌های یادشده را حفظ نمودند. همچنین این تیمارها سرعت کاهش آسکوربیک‌اسید، فعالیت آنتی‌زیم آسکوربات‌پراکسیداز و رتبه پذیرش کلی را کند نمودند. پوشش‌های ۱ و ۲٪ صمغ همراه با ۱٪ کلراید کلسیم یا ۲۰۰ میکرولیتر اسانس سبب افزایش موقتی میزان آنتی‌اکسیدان و فنول کل در ۱۵ روز پس از نگهداری و حفظ ویژگی‌ها تا پایان مدت نگهداری گردیدند. صمغ باریجه با غلظت ۱٪ همراه با ۱٪ کلراید کلسیم یا ۲۰۰ میکرولیتر اسانس زیره سبز می‌تواند به عنوان جایگزین مناسبی برای ماده‌های شیمیایی در حفظ کیفیت و ماندگاری گیلاس معروفی شود.

**واژه‌های کلیدی:** آسکوربات‌پراکسیداز، پوشش خوراکی، ترکیب‌های سالم، ترکیب‌های فنولی.

### مقدمه

میوه گیلاس (*Prunus avium* L.) به دلیل طعم و مزه مطلوب، ماده‌های غذایی و ترکیب‌های زیست‌فعال و آنتی‌اکسیدان‌های مختلف مانند آسکوربیک‌اسید، ترکیب‌های فنولی و فلاونوئیدها از درجه پذیرش بالایی در میان مصرف‌کنندگان برخوردار است. اما به دلیل سرعت بالای تنفس و فعالیت‌های سوخت و سازی، کاهش کیفیت شامل تعییر رنگ، کاهش وزن، قهقهه‌ای شدن و کاهش ارزش تغذیه‌ای در این میوه سریع اتفاق می‌افتد (۸). پیش‌تر برای کاهش ضایعات محصول از ترکیب‌های شیمیایی بیشتر استفاده می‌شد ولی امروزه به علت اثرهای منفی باقی مانده سمهای و ماده‌های شیمیایی بر محیط زیست و سلامت انسان استفاده از این نوع ماده‌ها در فناوری محصول‌های باغبانی با محدودیت‌های جدی رویرو بوده و پژوهشگران در تلاش هستند تا روش‌های سالم را برای افزایش ماندگاری محصول و حفظ کیفیت آن معرفی نمایند. پوشش‌های خوراکی از جمله این ترکیب‌های جایگزین هستند که در زمینه افزایش ماندگاری، بهبود ایمنی، حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری محصول اثرهای بسیار ارزشمندی نشان داده‌اند (۶، ۸).

۱- تاریخ دریافت: ۹۷/۷/۵ تاریخ پذیرش: ۹۸/۲/۷

۲- به ترتیب دانشجوی دکتری و استاد علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، استاد گروه بهداشت و کنترل کیفی، دانشکده دامپزشکی و دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

\*نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (m.asghari@urmia.ac.ir).

ماندگاري کم ميوه گيلاس (حدود ۷ تا ۱۴ روز) سبب شده فناوري هاي متعددی مانند بسته بندی، نگهداري در سردخانه با اتمسفر تغيير يافته و پوشش های خوراکي برای افزایش عمر پس از برداشت آن مورد استفاده قرار بگيرد (۱۸). پوشش های خوراکي به منظور پيشگيري از اكسايش ليپيدها و اتلاف آب، محدود نمودن انتقال اكسيزن و دى اكسيد كربن و در نتيجه کاهش فرآيندهای سوخت و سازی، حفظ تركيب های معطر، افزودن ماده های آنتی اكسيدان و ضد ميكروب به داخل پوشش و بهبود ویژگی های زیست شیمیابی و مکانیکی محصول استفاده می شوند (۲۱). کمک به حفظ ویتامین ها، آنتی اكسيدان ها و دیگر اجزای خوراکي محصول، جلوگيري از آلودگی دوباره به عامل های ميكروبی در طول دوره نگهداري و حمل و نقل از اثرهای مفيد دیگر اين پوشش هاست (۱).

اسانس و عصاره های به دست آمده از گیاهان دارویی با داشتن تركيب های ضد ميكروبی، ضد سلطانی و آنتی اكسيدانی به عنوان تركيب های نگهدارنده طبیعی مورد توجه پژوهشگران صنایع غذایی هستند (۱۲، ۱۳). اسانس زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) یکی از اين موارد است که اثرهای بسيار ارزشمندی در سلامت انسان داشته و نتيجه های خوبی را در افزایش ماندگاري برخی محصول ها نشان داده است. نتيجه های برسی های پژوهشگران نشان می دهد که استفاده از زیست پلیمر نانو کیتوزان و اسانس زیره سبز (با نسبت کیتوزان به اسانس ۱ به ۰/۰۵، ۱ به ۰/۰۷۵، ۱ به ۰/۱ و ۱ به ۰/۲۵) سبب افزایش فعالیت سیستم آنتی اكسيدان آنزیمی شامل کاتالاز و گلوتاتیون ردوکتاز، کاهش فعالیت پراکسیداز و حفظ محتواي آسکوربیک اسید در قارچ های دكمه ای بسته بندی شده در مدت ۲۰ روز نگهداري شده است (۱۳). گونه های فعال اكسيزن می توانند به عنوان پیام های ثانویه برای فعال شدن سازوکارهای دفاعی یاخته ها عمل کنند، اما انباست زیاد آن ها می تواند سبب آسیب های اكسايشي در ملکول های زیستی شود. از اين رو، توجه زيادي به عامل های حذف راديکال های آزاد مثل آنتی اكسيدان های غیر آنزیمی مانند آسکوربیک اسید و آنتی اكسيدان های آنزیمی مانند سوبراکسید دیسموتاز، کاتالاز و گلوتاتیون ردوکتاز می شود (۱).

يکی از گیاهان تبره چتریان، باریجه با نام علمی *Ferula gummosa* Boiss می باشد که از آن صمغ معطری به نام گالبانوم<sup>۱</sup> به دست می اید که از نظر دارویی دارای ویژگی های ضد عفونی کننده، ضد اسپاسم، تسکین دهنده درد، ضد التهاب و مفید برای حافظه می باشد. اين صمغ در صنعت کارخانه های چسب سازی، تولید پارچه، لوازم آرایشي- بهداشتی، چسب الماس و جواهر سازی نیز کاربرد دارد (۹). گزارش هایی در مورد ویژگی ها و اثرهای بالینی اسانس و صمغ باریجه ارائه شده است (۱۱، ۹) اما اطلاعات کافی در مورد امکان سنجی استفاده از صمغ باریجه به عنوان پوشش خوراکی در محصول های باغبانی و چگونگی تأثیر آن بر فراسنجه های کيفی ميوه برداشت شده به ویژه سیستم آنتی اكسيدانی در دست نمی باشد. بر اساس نتيجه های پژوهش Hamedي و همکاران (۹) پوشش صمغ باریجه به دليل خاصیت آنتی اكسيدانی بالا و محتواي آسکوربیک اسید بيشتر و اسانس کاکوتی به دليل داشتن محتواي فنول و فلاونويد کل بالاتر به نحو مطلوبی از رشد باكتري های گرم مثبت فيله های مرغ در مدت ۱۲ روز نگهداري در دمای پایین جلوگيري نموده اند. در پژوهش دیگر استفاده از ۰/۰۱۵٪ صمغ گوار در تركيب با ۱٪ كلراید کلسیم سرعت کاهش آسکوربیک اسید را در مقایسه با گيلاس های بدون پوشش کند نمود و میزان تركيب های فنولی کل را در مدت ۸ روز نگهداري افزایش داد (۸).

كليسیم نقش مهمی در حفظ يکپارچگی و ساختار غشاها و دیواره یاخته ای (۱۵)، کند کردن فرآيند رسیدگی، کاهش تنفس و افزایش سفتی ميوه دارد (۲۱). هم چنین كليسیم در افزایش فعالیت آنزیم های آنتی اكسيدانی مؤثر است. در یاخته گیاهان پراکسیداز، کاتالاز و سوبراکسید دیسموتاز در ارتباط با سمزدایي گونه های فعال اكسيزن فعال می شوند و افزایش فعالیت کاتالاز و پراکسیداز سبب تأخیر در پیری بافت می گردد (۱۶، ۱۷). فعالیت آنزیم های کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز در قارچ های دكمه ای تیمار شده با ۱۰ میلی مول بر لیتر و ۰/۲٪ کلراید کلسیم به ترتیب تا روزهای سوم و دوازدهم افزایش یافت اما روند تغیير آنزیم پراکسیداز به صورت کاهشی بود که در مجموع میزان هر سه آنزیم در نمونه های تیمار شده با کليسیم در مقایسه با شاهد بالاتر بود (۱۷). با توجه به نقش تركيب های طبیعی، اسانس گیاهان دارویی و کلراید کلسیم در فيزيولوژی پس از برداشت محصول، در اين پژوهش تأثیر کاربرد پوشش خوراکی تهیه شده از تركيب اسانس زیره سبز، کلراید کلسیم و صمغ باریجه

به عنوان ترکیب‌های طبیعی و سالم بر محتوای برخی ترکیب‌های فیتوشیمیایی مانند آسکوربیک‌اسید و فنول کل و اجزاء آنتی‌اکسیدانی میوه گیلاس رقم سیاه مشهد بررسی شد.

## مواد و روش‌ها

### میوه‌های گیلاس

میوه‌های گیلاس رقم سیاه مشهد در تاریخ ۱۵ تیر ماه سال ۱۳۹۵ در مرحله بلوغ تجاری زمانی که ۵۰ تا ۸۰٪ میوه‌ها رنگ گرفته بودند از باغی واقع در روستای کهریز برداشت شدند. طول جغرافیایی منطقه، ۴۵ دقیقه و ۵ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۷ دقیقه و ۳۲ درجه شمالی و با ارتفاع ۱۳۲۰ متر از سطح دریا می‌باشد. میوه‌ها با احتیاط لازم و جلوگیری از وقوع هر گونه آسیب، به آزمایشگاه گروه علوم باغبانی دانشگاه ارومیه منتقل شدند. میوه‌ها از نظر اندازه و یکنواختی تفکیک گردیده و میوه‌های آسیب‌دیده و غیریکنواخت حذف و میوه‌های سالم، هماندازه و همنگ برای اعمال تیمار مورد استفاده قرار گرفتند. قبل از پوشش‌دهی مقدارهای اولیه ویژگی‌های مورد بررسی، ارزیابی شدند.

### تهیه صمغ باریجه

الئوگوم رزین باریجه از یکی از عطاری‌های نمونه سطح شهر مشهد تهیه و برای استخراج صمغ به روش Jalali و همکاران (۱۱) عصاره‌گیری با دی‌اتیل‌اتر انجام شد. محلول به دست آمده، با کاغذ صافی صاف گردید و سپس با دستگاه تبخیر در خلاء خشک شد و در ظرف دربار شیشه‌ای که به دور آن فویل آلومینیوم پیچیده شده بود تا زمان استفاده در یخچال و دمای ۴ درجه سلسیوس نگهداری شد.

### تهیه انسس زیره سبز

زیره سبز مورد استفاده در این پژوهش توده بومی سبزوار بود که از کشاورزان محلی خریداری شده و انسس آن به روش تقطیر با آب توسط دستگاه کلونجر به مدت پنج ساعت به دست آمد (۱۳). آبگیری انسس به دست آمده با سولفات سدیم انجام شد و سپس در شیشه تیره و دمای ۴ درجه سلسیوس به دور از نور تا زمان استفاده نگهداری شد.

### تهیه محلول‌های پوشش خوارکی و واحدهای آزمایشی

برای تهیه غلظت‌های ۱، ۲ و ۳٪ وزنی/حجمی صمغ باریجه مقادیر ۱، ۲ و ۳ گرم صمغ در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب م قطر حل شده (۶) و سپس درون محلول یک مگنت قرار داده و روی همزن با دمای ۴۰ درجه سلسیوس تا حل شدن کامل قرار گرفت. پس از آن محلول در دمای اتاق سرد گردید (۱۵). غلظت‌های ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرومولار انسس به وسیله حل شدن آن در تؤیین ۸۰ تهیه شد. غلظت ۱٪ وزنی/حجمی کلراید کلسیم نیز با افزودن ۱ گرم پودر کلراید کلسیم به ۱۰۰ میلی‌لیتر آب م قطر تهیه شد (۱۵). در این پژوهش هر واحد آزمایشی یک ظرف پلاستیکی برچسب دار با ۵۰ میوه گیلاس بود.

### پوشش‌دهی میوه‌ها

پوشش‌دار نمودن میوه‌ها در همان روز برداشت انجام شد. برای پوشش‌دار نمودن میوه‌ها با محلول‌های جداگانه ۱، ۲ و ۳٪ وزنی/حجمی صمغ باریجه، ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرولیتر در لیتر انسس و ۱٪ وزنی/حجمی کلراید کلسیم پس از تهیه محلول‌های یادشده به طور جداگانه میوه‌ها در این محلول‌ها به مدت ۳ دقیقه غوطه‌ور گردید (۱۸). برای پوشش‌دهی میوه‌ها با تیمارهایی شامل دو یا سه عامل، یک محلول پوششی مرکب استفاده شد (۶، ۸)، به طوری که میوه‌ها به طور کامل با محلول مورد نظر آغشته گردید. سپس آن‌ها را از صافی تمیز عبور دادیم تا محلول اضافی خارج گردد. در نهایت میوه‌ها پس از خشک شدن به مدت یک ساعت در دمای اتاق، در ظرف‌های پلاستیکی شفاف و اتیکت‌دار قرار گرفته و به سردخانه با دمای  $2\pm1$  درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۰ تا ۹۵٪ منتقل شده و به مدت ۱۵ و ۳۰ روز در این شرایط نگهداری شدند. پس از پایان دوره نگهداری، میوه‌ها به مدت ۱ روز در دمای ۲۰ درجه سلسیوس قرار داده شدند. ارزیابی‌های کیفی در زمان برداشت (شروع نگهداری)، ۱۵ و ۳۰ روز پس از نگهداری در سردخانه به علاوه ۲۴ ساعت نگهداری در دمای ۲۰ درجه سلسیوس انجام شد.

### تعیین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز

برای استخراج عصاره آنزیمی برای سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز (CAT، EC 1.11.1.6) و آسکوربات پراکسیداز (APX، EC 1.11.1.11) از روش Zhang و همکاران (۲۵) با اندکی تغییر استفاده شد. برای این منظور مقدار ۵ گرم از بافت میوه توزین

شده و با ۱۰ ميلی لیتر بافر فسفات با غلظت ۵۰ ميلی مول بر لیتر و pH=7 (شامل ۱٪ وزنی/حجمی پلی وینیل پیرولیدون و ۱ ميلی مول بر لیتر دی آمین تترا استیک اسید) درون هاون سائیده شد. بافر استخراج برای آنزیم آسکوربیات پراکسیداز، بافر پتاسیم فسفات با غلظت ۵۰ میلی مولار و pH=7.8 شامل آسکوربیک اسید ۱ میلی مولار، اتیلن دی آمین تترا استیک اسید ۱ میلی مولار و ۲٪ پلی وینیل پیرولیدون بود. همگنای به دست آمده به مدت ۳۰ دقیقه در ۱۵۰۰ دور با دمای ۴ درجه سلسیوس سانتریفیوژ شد. سپس رونشین برداشته شده و به عنوان عصاره آنزیمی استفاده شد. برای سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز، آمیخته واکنش در حجم نهایی ۲/۵ میلی لیتر بود که شامل ۲ میلی لیتر بافر سدیم فسفات ۵۰ میلی مولار با pH=7، ۳۰۰ میکرولیتر پراکسید هیدروژن ۴۰ میلی مولار و مقدار ۲۰۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی بود. تجزیه پراکسید هیدروژن به واسطه کاهش جذب طی مدت ۱ دقیقه در طول موج ۲۴۰ نانومتر اندازه گیری شد. برای سنجش میزان فعالیت از ضربی خاموشی  $\text{mM}^{-1}\text{Cm}^{-1}$  ۴۳/۶ استفاده گردید و در نهایت فعالیت آنزیم بر حسب واحد Protein  $\text{mg}^{-1}$  mmol min $^{-1}$  گزارش شد.

#### تعیین میزان فعالیت آنزیم آسکوربیات پراکسیداز

سنجدش فعالیت آنزیم آسکوربیات پراکسیداز با روش Nakano و Asada (۲۰) صورت گرفت. آمیخته واکنش با حجم نهایی ۳ میلی لیتر شامل ۲ میلی لیتر بافر پتاسیم فسفات ۵۰ میلی مولار با pH=7، ۵۰ میکرولیتر آسکوربیک اسید و اتیلن دی آمین تترا استیک اسید ۰/۲ میلی مولار و ۰/۵ میلی لیتر عصاره آنزیمی بود. پس از افزودن ۴۰۰ میکرولیتر پراکسید هیدروژن ۰/۴ میلی مولار، تغییرهای جذب (کاهش) در طول موج ۲۹۰ نانومتر طی مدت ۱ دقیقه خوانده شد. برای سنجش میزان فعالیت از ضربی خاموشی  $\text{mM}^{-1}\text{Cm}^{-1}$  ۲/۸ استفاده گردید و فعالیت آنزیم بر حسب واحد Protein  $\text{mg}^{-1}$  mmol min $^{-1}$  گزارش شد.

#### تعیین میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز

برای استخراج عصاره آنزیمی و میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز (Peroxidase: POD or Guaiacol-type peroxidase, EC 1.11.1.7) از روش Yao و Tian (۲۴) استفاده شد. برای استخراج عصاره آنزیمی، به واحد وزن نمونه ها ۵ میلی لیتر بافر سدیم فسفات ۰/۲ مولار با pH=6.4 و شامل ۰/۵ گرم پلی وینیل پیرولیدون افزوده و سائیده شد. همگنای به دست آمده در ۱۵۰۰ دور در دقیقه با دمای ۴ درجه سلسیوس به مدت ۴۰ دقیقه سانتریفیوژ شده و رونشین برای سنجش فعالیت آنزیمی استفاده شد. برای اندازه گیری میزان فعالیت آنزیم، مخلوط واکنش ۰/۵ میلی لیتر سوبسترات گایاکول (بافر سدیم فسفات ۱۰۰ میلی مولار با pH=6.4 و گایاکول ۸ میلی مولار) بود که به مدت ۵ دقیقه در بن ماری با دمای پایین انکوبه شد. تغییرهای جذب (افزایش) در طول موج ۴۶۰ نانومتر در مدت زمان ۱ دقیقه، پس از افزودن ۱ میلی لیتر پراکسید هیدروژن ۲۴ میلی مولار خوانده شد. فعالیت آنزیم پراکسیداز بر اساس سرعت اکسید شدن گایاکول در حضور پراکسید هیدروژن، بر حسب میلی مول ترا گایاکول تولید شده در دقیقه با استفاده از ضربی خاموشی  $\text{mM}^{-1}\text{Cm}^{-1}$  ۲۶/۶ اندازه گیری و فعالیت آنزیم بر حسب  $\text{mmol min}^{-1}\text{mg}^{-1}$  Protein بیان شد.

#### اندازه گیری میزان آسکوربیک اسید

مقدار آسکوربیک اسید عصاره میوه با استفاده از روش عیار سنجی اندازه گیری شد. به این صورت که میزان ۱۰ میلی لیتر از عصاره میوه در مجاورت ۲ میلی لیتر نشاسته توسط یید پتاسیم (KI) با غلظت ۰/۱ نرمال تا تهنشین شدن ذره های نشاسته تیتر گردیده و مقدار آسکوربیک اسید (بر حسب میلی گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر) با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد (۷).

$$\text{Ascorbic acid (mg 100 g}^{-1} \text{ FW}) = \frac{\frac{S \times N \times F \times 88.1}{C}}{100} \quad \text{رابطه (۱)}$$

در رابطه (۱): S: مقدار یید پتاسیم مصرفی بر حسب میلی لیتر، N: نرمالیته یید پتاسیم، F: فاکتور یید پتاسیم و C: مقدار عصاره مصرفی می باشد.

#### اندازه گیری میزان فنول کل

مطابق با روش Huang و همکاران (۱۰) عصاره گیاهی از سائیدن ۳ گرم بافت میوه با ۳۰ میلی لیتر متانول، سانتریفیوژ نمودن در ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه و دوباره رقیق نمودن محلول رونشین با ۳۰ میلی لیتر متانول به دست آمد. برای اندازه گیری فنول کل، ۰/۵ میلی لیتر عصاره متانولی به لوله های آزمایش محتوی ۵ میلی لیتر آب مقتدر و ۰/۵ میلی لیتر معرف فولین ریخته شد. پس از ۸ دقیقه مقدار ۱/۵ میلی لیتر محلول سدیم کربنات ۲۰٪ اضافه گردید. سپس لوله های آزمایش تکان داده شدند و

به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق قرار گرفتند. جذب نمونه‌ها در طول موج ۷۶۰ نانومتر خوانده شده و نتیجه‌ها بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن ترا را نهاده گردید.

#### اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل

مقدار ۱۰ میلی‌لیتر از عصاره غلیظ میوه به ۳/۹ میلی‌لیتر محلول DPPH محلول در متانول ( $M \times 10^{-5}$ ) افزوده شد. نمونه شاهدی محتوی همان مقدار از محلول برای تعیین بیشینه جذب DPPH استفاده شد. محلول‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در تاریکی قرار گرفته و سپس جذب آن‌ها در طول موج ۵۱۵ نانومتر خوانده شد. نتیجه‌ها بر حسب درصد تغییرهای جذب در مقایسه با نمونه بلنک گزارش شد (۱۴).

$$\text{DPPH free radical scavenging activity (\%)} = \left[ \frac{(A_0 - A_1)}{A_0} \right] \times 100 \quad \text{رابطه (۲)}$$

در رابطه (۲):  $A_0$  میزان جذب محلول بلنک و  $A_1$  میزان جذب عصاره می‌باشد.

#### وضعیت ظاهری و بازارپسندی میوه‌ها

برای ارزیابی بازارپسندی میوه‌ها از روش نمره‌دهی و در نظر گرفتن سطح متأثر میوه (وجود هر گونه عالیم فرورفتگی، قهقهه‌ای شدن، چروکیدگی، پوسیدگی، بیماری‌های میکروبی و ناسامانی‌های پس از برداشت) استفاده شد. میوه‌ها در ۶ دسته طبقه‌بندی شده و نمره‌های ۱ تا ۶ به آن‌ها اختصاص داده شد: (۱) غیرقابل قبول (بیش از ۷۰٪ سطح متأثر)، (۲) بد (۵۰ تا ۷۰٪ سطح متأثر)، (۳) متوسط (۲۰ تا ۵۰٪ سطح متأثر)، (۴) قابل قبول (۵ تا ۲۰٪ سطح متأثر)، (۵) خوب (۵٪ سطح متأثر) و (۶) عالی (بدون هر گونه عالیم ضایع بودن میوه) (۵).

#### آزمون آماری

آزمایش به صورت فاکتوریل سه عاملی (صمغ باریجه با ۴ سطح، اسانس زیره‌سیز با ۳ سطح و کلراید کلسیم با ۲ سطح) در قالب طرح به طور کامل تصادفی با ۴ تکرار و در مجموع ۹۶ تیمار ( $4 \times 3 \times 2 \times 4$ ) انجام شد. برای واکاوی داده‌ها از نرمافزار SAS نسخه ۹/۴ استفاده گردید و از آزمون مقایسه میانگین چند دامنه‌ای دانکن برای مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال ۵٪ استفاده شد. ضمن این‌که تجزیه واریانس و مقایسه‌های میانگین داده‌ها برای زمان‌های ۱۵ روز پس از نگهداری در دمای ۲۱ درجه سلسیوس و ۳۰ روز پس از نگهداری در دمای ۲۱ درجه سلسیوس به علاوه ۱ روز نگهداری در دمای ۲۰ درجه سلسیوس به صورت جداگانه و با سه فاکتور صمغ (G)، اسانس (E) و کلراید کلسیم (C) انجام گرفت.

## **نتایج**

#### فعالیت آنزیم کاتالاز

براساس نتیجه‌های تجزیه واریانس، اثرهای جداگانه صمغ باریجه و کلراید کلسیم بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در ۱۵ و ۳۰ روز پس از نگهداری معنی‌دار شد ( $P \leq 0.01$ ). به طور کلی نتیجه‌های به دست آمده از این پژوهش نشان داد که پوشش صمغ باریجه در غلظت‌های مورد استفاده، میزان فعالیت آنزیم کاتالاز را نسبت به زمان برداشت و شاهد افزایش داد و تا ۳۰ روز پس از نگهداری، در سطح بالاتری حفظ نمود. بیشترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در روز پانزدهم مربوط به پوشش ۱٪ وزنی/حجمی صمغ باریجه بود (شکل ۱ الف). همچنین در میوه‌های تیمار شده با محلول ۱٪ وزنی/حجمی کلراید کلسیم پس از پایان روز پانزدهم فعالیت کاتالاز در مقایسه با شروع نگهداری و نمونه‌های شاهد بالاتر بود که این تیمار به نحو مؤثری تا پایان روز سی‌ام، کاهش فعالیت آنزیم نسبت به عدم تیمار را کند نمود و تفاوت آن با شاهد معنی‌دار بود (شکل ۱ ب).

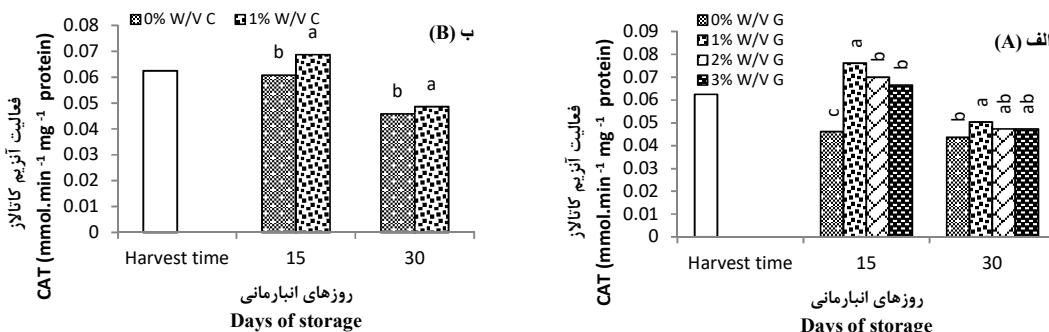


Fig. 1. (A): Effect of galbanum gum and (B): calcium chloride on catalase enzyme activity in sweet cherry texture during 15 and 30 days after storage at 2±1 °C and one additional day at 20 °C (G= galbanum gum and C= calcium chloride). Means in the same column in each time followed by the same letters are not significantly different at the 1% (A) and 5% (B) based on Duncan test.

شكل ۱ - (الف): اثر صمغ باریجه و (ب): کلرایدکلسیم بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز بافت میوه گیلاس طی ۱۵ و ۳۰ روز نگهداری در دمای ۲±۱ درجه سلسیوس و ۱ روز نگهداری در دمای ۲۰ درجه سلسیوس (G= صمغ باریجه و C= کلرایدکلسیم). ستون های با حرف های مشترک در هر زمان، تفاوت معنی داری از لحاظ آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱٪ (الف) و ۵٪ (ب) ندارند.

#### فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز

نتیجه های این پژوهش نشان داد که تأثیر جداگانه صمغ باریجه و کلرایدکلسیم بر میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز در ۱۵ و ۳۰ روز پس از نگهداری ( $P \leq 0.01$ ) و برهمکنش صمغ باریجه با کلرایدکلسیم در پایان دوره نگهداری معنی دار بود ( $P \leq 0.05$ ). بیشترین فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز ۱۵ و ۳۰ روز پس از نگهداری مربوط به پوشش ۱٪ وزنی/حجمی صمغ باریجه بود و تفاوت معنی داری بین غلظت های ۲ و ۳٪ از نظر تأثیر بر فعالیت این آنزیم وجود نداشت. فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز در طول مدت نگهداری در تمام واحد های آزمایشی کاهش یافت ولی پوشش صمغ باریجه در هر سه غلظت مقدار فعالیت آنزیم را نسبت به زمان برداشت و شاهد در سطح بالاتری حفظ نمود (شکل ۲ الف). ترکیب ۱٪ وزنی/حجمی صمغ باریجه با ۱٪ کلرایدکلسیم مؤثر ترین تیمار در کند نمودن سرعت کاهش فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز شناخته شد (شکل ۲). همچنین میوه های تیمار شده با محلول ۱٪ وزنی/حجمی کلرایدکلسیم در مقایسه با شاهد میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز بالاتری داشتند (شکل ۲ ب).

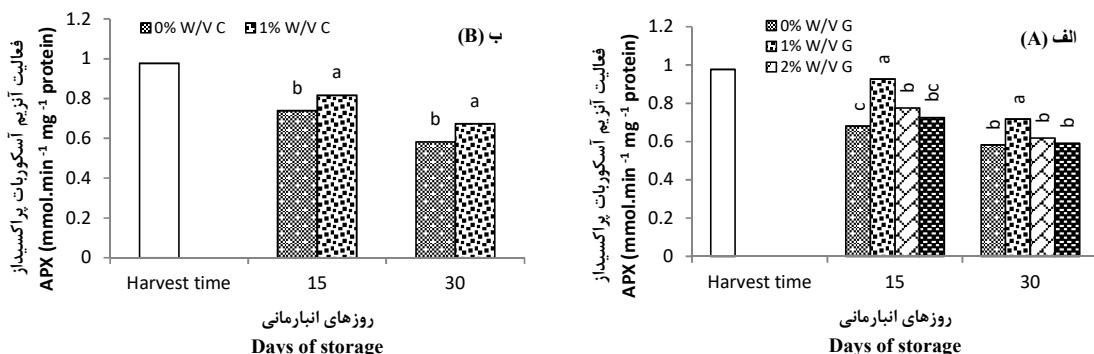


Fig. 2. (A): Effect of Galbanum gum and (B): Calcium chloride on ascorbate peroxidase enzyme activity in sweet cherry texture during 15 and 30 days after storage at 2±1 °C and one additional day at 20 °C (G= Galbanum gum and C= Calcium chloride). Means in the same column in each time followed by the same letters are not significantly different at the 1% (A) and 1% (B) based on Duncan test.

شكل ۲ - (الف): اثر صمغ باریجه و (ب): کلرایدکلسیم بر میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز بافت میوه گیلاس طی ۱۵ و ۳۰ روز نگهداری در دمای ۲±۱ درجه سلسیوس و ۱ روز نگهداری در دمای ۲۰ درجه سلسیوس (G= صمغ باریجه و C= کلرایدکلسیم).

ستون‌های با حرف‌های مشترک در هر زمان تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱٪ (الف) و ۰.۱٪ (ب) ندارند.

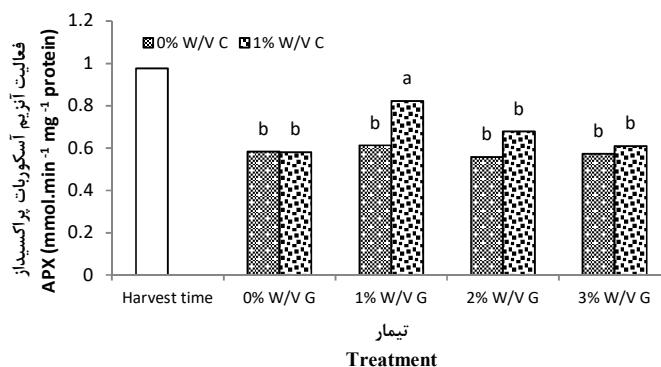


Fig. 3. Interaction of Galbanum gum × Calcium chloride on ascorbate peroxidase enzyme activity in sweet cherry texture 30 days after storage at  $2\pm1$  °C and one additional day at 20 °C (G= Galbanum gum and C= Calcium chloride). Means in the same column followed by the same letters are not significantly different at the 5% based on Duncan test.

شکل ۳- برهمکنش پوشش صمع باریجه × کلراید کلسیم بر میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز میوه گیلاس ۳۰ روز نگهداری در دمای  $2\pm1$  درجه سلسیوس و ۱ روز نگهداری در دمای ۲۰ درجه سلسیوس (G= صمع باریجه و C= کلراید کلسیم). ستون‌های با حرف‌های مشترک تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۰.۱٪ ندارند.

#### فعالیت آنزیم پراکسیداز

نتیجه‌های بدست آمده از این پژوهش نشان داد که اثرهای جدگانه صمع باریجه، اسانس زیره سبز و کلراید کلسیم بر میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز در ۱۵ و ۳۰ روز پس از نگهداری معنی‌دار بوده است ( $P\leq0.01$ ). مقدار فعالیت آنزیم پراکسیداز پس از یک افزایش مؤقتی تا روز پانزدهم، تا پایان دوره نگهداری کاهش یافت. میزان فعالیت آنزیم در هر سه غلظت صمع باریجه بالاتر از شاهد بود و پوشش ۰.۲٪ وزنی/حجمی صمع باریجه ۱۵ و ۳۰ روز پس از نگهداری بهترین اثر را از نظر افزایش/حفظ مقدار فعالیت آنزیم پراکسیداز داشت (شکل ۴ الف). فعالیت آنزیم پراکسیداز زیر تأثیر اسانس زیره سبز و کلراید کلسیم مشابه تغییرهای آنتی‌اکسیدان کل زیر تأثیر این عامل‌ها بود. به طوری که غلظت‌های ۲۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس (شکل ۴ ب) و ۰.۱٪ وزنی/حجمی کلراید کلسیم (شکل ۵) مقدار فعالیت آنزیم را به ترتیب ۱۵ و ۳۰ روز پس از نگهداری افزایش داده و حفظ کردند.

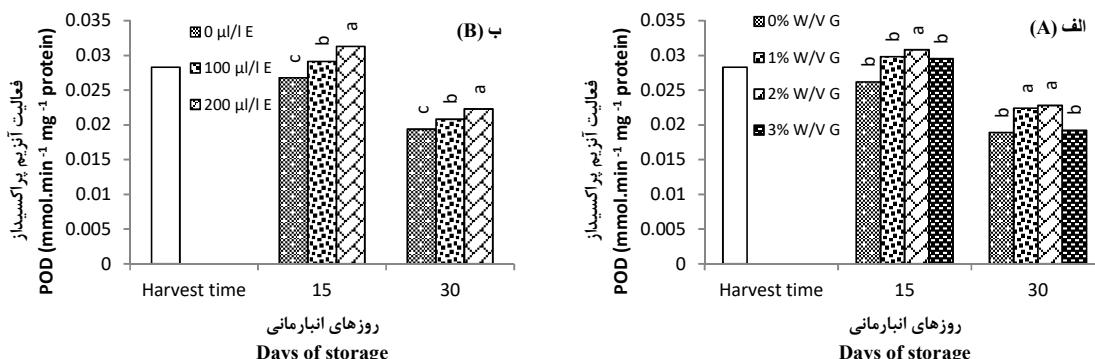


Fig. 4. (A): Effect of Galbanum gum and (B): Cumin essential oil on peroxidase enzyme activity in sweet cherry texture during 15 and 30 days after storage at  $2\pm1$  °C and one additional day at 20 °C (G= Galbanum gum and E= Cumin essential oil). Means in the same column in each time followed by the same letters are not significantly different at the 1% (A) and 0.1% (B) based on Duncan test.

شكل ۴ - (الف): اثر صمغ باریجه و (ب): اسانس زیره سبز بر میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز بافت میوه گیلاس طی ۱۵ و ۳۰ روز نگهداری در دمای  $2\pm 1$  درجه سلسیوس و ۱ روز نگهداری در دمای ۲۰ درجه سلسیوس (G=صمغ باریجه و E=اسانس زیره سبز). ستون‌های با حرفهای مشترک در هر زمان تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱٪ (الف) و ۰.۱٪ (ب) ندارند.

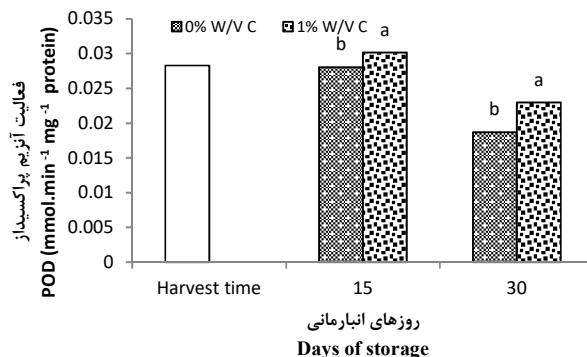


Fig. 5. Effect of Calcium chloride on peroxidase enzyme activity in sweet cherry texture during 15 and 30 days after storage at  $2\pm 1$  °C and one additional day at 20 °C (C= Calcium chloride). Means in the same column followed by the same letters are not significantly different at the 1% (A) based on Duncan test.

شكل ۵- اثر کلراید کلسیم بر میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز بافت میوه گیلاس طی ۱۵ و ۳۰ روز نگهداری در دمای  $2\pm 1$  درجه سلسیوس و ۱ روز نگهداری در دمای ۲۰ درجه سلسیوس (C= کلراید کلسیم). ستون‌های با حرفهای مشترک تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱٪ ندارند.

#### مقدار آسکوربیک اسید

نتیجه‌های این بررسی نشان داد که محتوای آسکوربیک اسید نمونه‌ها زیر تأثیر اثرهای جدایگانه اسانس زیره سبز و کلراید کلسیم در ۱۵ و ۳۰ روز پس از نگهداری قرار داشت ( $P \leq 0.05$ ). با افزایش دوره نگهداری، میزان آسکوربیک اسید کاهش یافت و این کاهش در شاهد بیشتر بود. هر دو غلظت اسانس مقدار آسکوربیک اسید را نسبت به زمان برداشت و شاهد ۱۵ و ۳۰ روز پس از نگهداری بهتر حفظ نمودند. بیشترین میزان آسکوربیک اسید در ۱۵ و ۳۰ روز پس از نگهداری مربوط به پوشش ۲۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس زیره سبز بود و این تیمار به لحاظ تأثیر بر محتوای آسکوربیک اسید تفاوت معنی‌داری با پوشش ۱۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس نداشت (شکل ۶ الف). همچنین میوه‌های غوطه‌ور شده در محلول ۰.۱٪ وزن/حجمی کلراید کلسیم در مقایسه با شاهد میزان آسکوربیک اسید بالاتری داشتند (شکل ۶ ب).

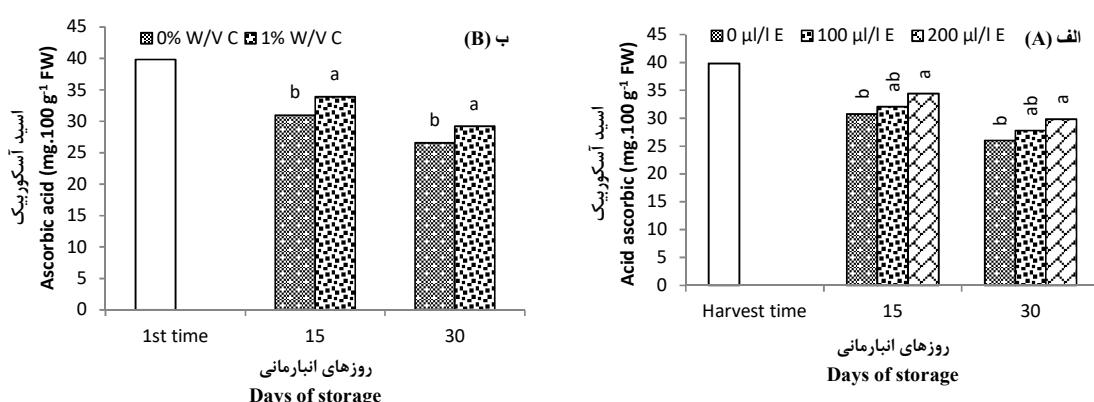


Fig. 6. (A): Effect of cumin essential oil and (B): calcium chloride on ascorbic acid content in sweet cherry texture during 15 and 30 days after storage at  $2\pm 1$  °C and one additional day at 20 °C (E= Cumin essential oil and C= Calcium chloride). Means in the same column in each time followed by the same letters are not significantly different at the 5% (A) and 5% (B) based on Duncan test.

شکل ۶- (الف): اثر اسانس زیره سبز و (ب): کلراید کلسیم بر محتوای آسکوربیک اسید بافت میوه گیلاس طی ۱۵ و ۳۰ روز نگهداری در دمای  $2\pm 1$  درجه سلسیوس و ۱ روز نگهداری در دمای ۲۰ درجه سلسیوس (E= اسانس زیره سبز و C= کلراید کلسیم). ستون های با حرف های مشترک در هر زمان تفاوت معنی داری از لحاظ آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ (الف) و ۱٪ (ب) ندارند.

### میزان فنول کل

بر اساس نتایج های آزمایش، تأثیر کاربرد جداگانه صمغ باریجه، اسانس زیره سبز و کلراید کلسیم ( $P \leq 0.01$ ) و همچنین بهمکنش صمغ باریجه با کلراید کلسیم در ۱۵ و ۳۰ روز پس از نگهداری بر میزان فنول کل معنی دار بوده است ( $P \leq 0.05$ ). میزان فنول کل در پوشش های ۱ و ۲٪ وزنی / حجمی صمغ باریجه، ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس و ۰.۱٪ وزنی / حجمی کلراید کلسیم تا روز پانزدهم افزایش یافت و پس از آن تا پایان دوره نگهداری در تیمارهای نامبرده حفظ شد. بالاترین افزایش فنول کل در پوشش ۱٪ وزنی / حجمی صمغ باریجه همراه با ۰.۱٪ کلراید کلسیم در ۱۵ روز پس از نگهداری بود و این تیمار تا پایان دوره نگهداری از کاهش سریع محتوای فنول جلوگیری نمود که تفاوت معنی داری با پوشش ترکیبی ۰.۲٪ وزنی / حجمی صمغ باریجه همراه با ۰.۱٪ کلراید کلسیم نداشت (شکل ۷ الف) همچنین محتوای فنول کل به طور مؤثری توسط پوشش ۲۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس تا روز پانزدهم افزایش یافت و پس از آن تا پایان دوره نگهداری توسط غلظت های ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس حفظ گردید (شکل ۷ ب).

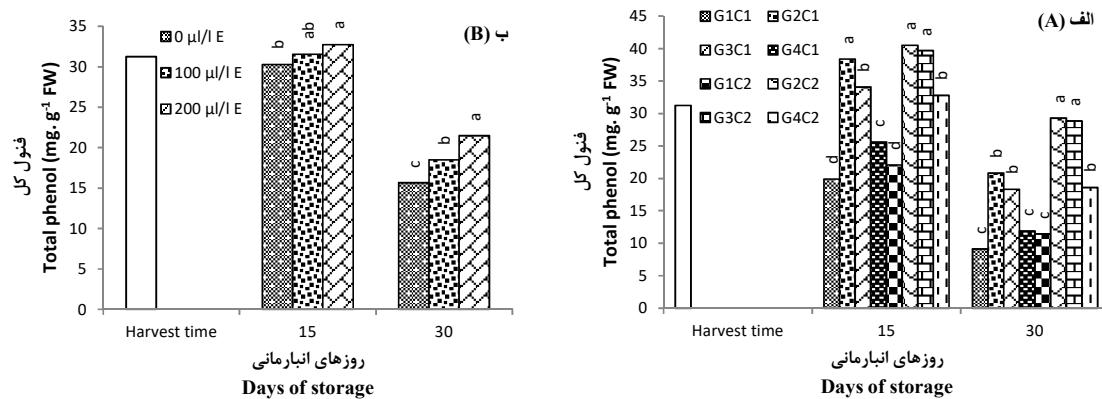


Fig. 7. (A): Interaction of galbanum gum  $\times$  calcium chloride and (B): cumin essential oil coating on total phenol during 15 and 30 days after storage at  $2\pm 1$  °C and one additional day at 20 °C (G1=0%, G2=1%, G3=2% and G4=3% W/V galbanum gum. C1=0% and C2=1% W/V calcium chloride and B= cumin essential oil.). Means in the same column in each time followed by the same letters are not significantly different at the 5% (A) and 1% (B) based on Duncan test.

شکل ۷- (الف): بهمکنش صمغ باریجه  $\times$  کلراید کلسیم و (ب): اسانس زیره سبز بر میزان فنول کل میوه طی ۱۵ و ۳۰ روز نگهداری در دمای  $2\pm 1$  درجه سلسیوس و ۱ روز نگهداری در دمای ۲۰ درجه سلسیوس (G1=صفرا، G2=۰.۱٪، G3=۰.۲٪ و G4=۰.۳٪ وزنی / حجمی صمغ باریجه. C1=صفرا و C2=۰.۱٪ وزنی / حجمی کلراید کلسیم و B= اسانس زیره سبز). ستون های با حرف های مشترک در هر زمان تفاوت معنی داری از لحاظ آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ (الف) و ۱٪ (ب) ندارند.

### میزان فعالیت آنتی اکسیدانی کل

اثر های جداگانه صمغ باریجه، اسانس زیره سبز و کلراید کلسیم ( $P \leq 0.01$ ) و همچنین بهمکنش صمغ باریجه با کلراید کلسیم و اسانس زیره سبز با کلراید کلسیم بر میزان آنتی اکسیدانی کل در ۱۵ و ۳۰ روز پس از نگهداری معنی دار شد ( $P \leq 0.05$ ). میزان فعالیت آنتی اکسیدانی در نمونه های پوشش دار شده با ترکیب ۱ و ۰.۲٪ وزنی / حجمی صمغ باریجه همراه با ۰.۱٪ کلراید کلسیم (شکل ۸ الف) و همچنین ترکیب ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس همراه با ۰.۱٪ کلراید کلسیم (شکل ۸ ب) ۱۵ روز پس از نگهداری در مقایسه با زمان برداشت افزایش موقتی نشان داد، اما مقدار آنتی اکسیدان کل همه نمونه ها پس از

روز پانزدهم تا پایان مدت نگهداری کاهش پیدا کرد، در حالی که تیمارهای یاد شده سبب حفظ مؤثرتر ظرفیت آنتی اکسیدانی در مقایسه با دیگر ترکیب‌های تیماری شدند (شکل‌های ۸ الف و ۸ ب).

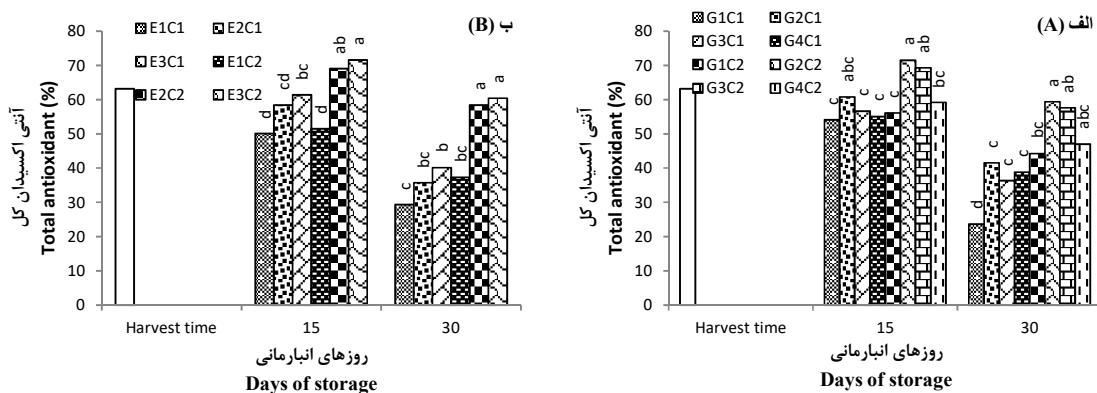


Fig. 8. (A): Interaction of Galbanum gum  $\times$  Calcium chloride and (B): Interaction Cumin essence  $\times$  Calcium chloride coating on total antioxidant during 15 and 30 days after storage at  $2\pm1$  °C an additional 1 day at  $20$  °C (G1=0%, G2=1%, G3=2% and G4=3% W/V galbanum gum. E1=0  $\mu$ l/l, E2=100  $\mu$ l/l and E3=200  $\mu$ l/l). Means in the same column in each time followed by the same letters are not significantly different at the 5% (A) and 5% (B) based on Duncan test.

شکل -۸ - (الف): برهمکنش صمغ باریجه  $\times$  کلرایدکلسیم و (ب): برهمکنش اسانس زیره سبز  $\times$  کلرایدکلسیم بر میزان فعالیت آنتی اکسیدانی کل میوه طی ۱۵ و ۳۰ روز نگهداری در دمای  $2\pm1$  درجه سلسیوس و ۱ روز نگهداری در دمای ۲۰ درجه سلسیوس (G1=صفر٪، G2=٪.۱، G3=٪.۲ و G4=٪.۳ وزنی/حجمی صمغ باریجه، E1=۰ میکرولیتر بر لیتر و E2=۲۰۰ میکرولیتر بر لیتر اسانس زیره سبز، C1=صفر٪ و C2=٪.۱ وزنی/حجمی کلرایدکلسیم)، ستون‌های با حرف‌های مشترک تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ (الف) و ۵٪ (ب) ندارند.

#### وضعیت ظاهری و بازارپسندی میوه‌ها

بر اساس نتیجه‌های تجزیه واریانس، اثرهای جداگانه صمغ باریجه، اسانس زیره سبز و کلرایدکلسیم در ۱۵ و ۳۰ روز پس از نگهداری معنی‌دار شد ( $P\leq0.01$ ). افزون بر این اثرهای متقابل اسانس زیره سبز با کلرایدکلسیم در هر دو زمان ( $P\leq0.05$ ) و برهمکنش صمغ باریجه با کلرایدکلسیم در پایان دوره نگهداری بر شاخص بازارپسندی معنی‌دار بود ( $P\leq0.01$ ). به طور کلی نتیجه‌های این بررسی نشان داد که پوشش‌های صمغ باریجه، اسانس زیره سبز و کلرایدکلسیم بازارپسندی میوه را در مقایسه با زمان برداشت و شاهد حفظ کردند و تیمارهای ترکیبی ۱٪ وزنی/حجمی صمغ باریجه و کلرایدکلسیم، همچنین ۲۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس همراه با ۱٪ کلرایدکلسیم بیشترین اثر را بر حفظ بازارپسندی میوه داشتند، هر چند که با افزایش روزهای نگهداری، امتیاز پذیرش کلی در تمامی نمونه‌ها کاهش یافت.

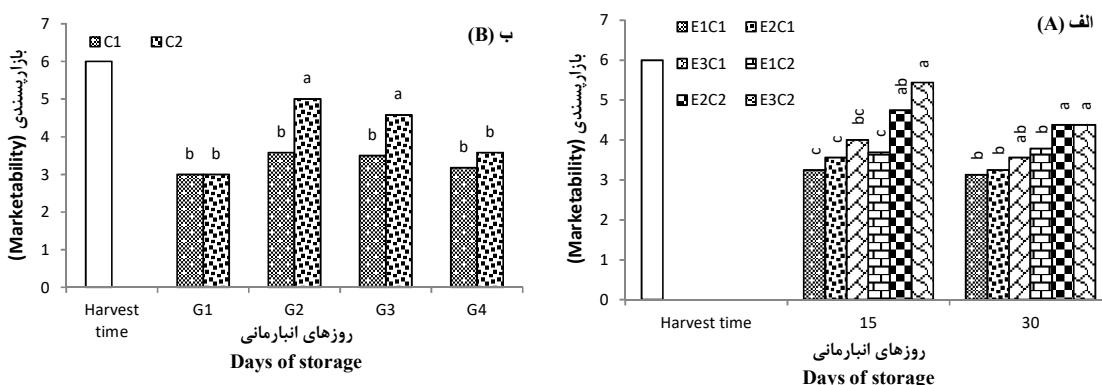


Fig. 9. (A): Interaction Galbanum gum × Calcium chloride and (B): Interaction Cumin essence × Calcium chloride coating on Marketability during 15 and 30 days after storage at  $2\pm1$  °C an additional 1 day at 20 °C (G1=0%, G2=1%, G3=2% and G4=3% W/V galbanum gum. E1=0 µl/l, E2=100 µl/l and E3=200 µl/l). Means in the same column in each time followed by the same letters are not significantly different at the 5% (A) and 1% (B) based on Duncan test.

شکل ۹ - (الف): برهمکنش اسانس زیره سبز × کلراید کلسیم در ۱۵ و ۳۰ روز پس از نگهداری و (ب): برهمکنش صمغ بازیجه × کلراید کلسیم بر بازارپسندی میوه گیلاس ۳۰ روز پس از نگهداری در دمای  $2\pm1$  درجه سلسیوس و ۱ روز نگهداری در دمای ۲۰ درجه سلسیوس (G1=صفر٪، G2=G3=G4=۰.۱٪ و G3=۰.۲٪ و G4=۰.۳٪ وزنی/حجمی صمغ بازیجه. E1=صفراً، E2=۱۰۰ میکرولیتر بر لیتر و E3=۲۰۰ میکرولیتر بر لیتر اسانس زیره سبز. C1=صفر٪ و C2=۰.۱٪ وزنی/حجمی کلراید کلسیم). ستون‌های با حرف‌های مشترک تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۰.۵٪ (الف) و ۰.۱٪ (ب) ندارند.

## بحث

گیاهان در مقابل تنش‌ها از فرآیندهای دفاعی مختلفی استفاده می‌کنند. از جمله آن‌ها می‌توان به ساخت رادیکال‌های آزاد، تولید آنتی‌اکسیدان‌ها، فعلانمودن الگوی فیلپروپانوئید، پروتئین‌های ویژه مثل دوهیدرین‌ها و پروتئین‌های اعمال مقاومت اشاره کرد. آنتی‌اکسیدان‌ها در حقیقت ملکول‌هایی هستند که خود به طور آزادانه اکسید شده و رادیکال‌های آزاد را احیا و آن را از حالت رادیکالی خارج می‌کنند (۱). در پژوهش حاضر مقدار فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز پس از افزایشی موقتی تا روز پانزدهم، تا پایان مدت نگهداری کاهش یافت، اما فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز در طول مدت نگهداری در همه تیمارها کم شد و در مجموع میزان فعالیت هر سه آنزیم در میوه‌های پوشش‌دارشده با صمغ بازیجه در غلظت‌های مختلف بالاتر از شاهد بود. در یاخته‌های گیاهی پراکسیداز، آسکوربات پراکسیداز، سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز برای دفع رادیکال‌های آزاد ناشی از تنش‌های مرتبط با پیری ایفای نقش می‌نمایند. سوپراکسید دیسموتاز  $\text{H}_2\text{O}_2$  را به  $\text{O}_2^-$  تبدیل می‌کند که در ادامه فعالیت کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز یا پراکسیداز سبب تجزیه آن می‌شود (۲۵). فعالیت آنزیم میوه گلابی زیر تأثیر پوشش ۱٪ صمغ پلولان (نوعی صمغ میکروبی که از *Aureobasidium pullulans* به دست می‌آید) نوساناتی به صورت افزایش موقتی در مدت هشت روز نگهداری نشان داد، اما در مجموع مقدار فعالیت آنزیم در پایان دوره نگهداری در مقایسه با ابتدا پایین‌تر بود که مقدار این کاهش در پوشش صمعی کمتر بود (۲۶). پوشش حاوی نیم درصد کیتوزان نیز در مدت ۱۴ روز نگهداری، فعالیت آنزیم‌های آسکوربات پراکسیداز و پراکسیداز را در سه رقم گیلاس در مقایسه با نمونه‌های شاهد افزایش داد (۲۷). به نظر می‌رسد صمغ بازیجه می‌تواند از کاهش بیش از اندازه آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و بروز آسیب اکسایشی در شرایط نگهداری سرد جلوگیری نموده و از این راه روند تخریب و کاهش کیفیت بافت میوه‌های گیلاس را کند نماید. بالا بودن گایاکول پراکسیداز می‌تواند نشان‌دهنده تجزیه پراکسید هیدروژن به ویژه هنگام غیرفعال بودن کاتالاز باشد (۲۸). برخی اجزای اسانس مانند لیمومن، کارون و ۱-او-سینئول اثرهای آنتوسبیانین‌ها و ترکیب‌های فنولی و در نتیجه آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی و غیرآنژیمی را افزایش دهند. این شرایط در مجموع سبب کاهش سرعت فرآیندهای سوخت و سازی تنفس و تولید اتیلن، جلوگیری از اتلاف آب میوه، حفظ ماده‌های معطر داخل محصول و کاهش پوسیدگی می‌شود (۲۹). مقدار فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز در میوه‌های تمشک تیمارشده با کارواکرول، آنول، پریل آلدهید و سینامالدید پس از هفت روز نگهداری در مقایسه با شاهد بالاتر بود، در حالی که نمونه‌های تیمار شده با اسید سیتامیک و لینالول از نظر تأثیر بر فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشتند (۳۰). کاربرد پیش و پس از برداشت کلسیم در کند کردن فرآیند رسیدگی، کاهش تنفس و افزایش سفتی و عمر پس از برداشت میوه مؤثر است. همچنین، کلسیم سبب پیشرفت در فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند کاتالاز می‌شود که از انباست گونه‌های فعال اکسیژن و آسیب به پروتئین‌ها می‌کاهد (۳۱). کلسیم در استحکام غشاء دیواره‌ها و حفظ تمامیت یاخته (۳۲)، کاهش پراکسیده شدن لیپیدهای غشاء و شاخص مالون دی‌آلدهید و در نتیجه کاهش فرآیندهای تخریبی نقش ایفا می‌کند (۳۳). در آزمایش انجام شده توسط Khan و همکاران (۳۴) میزان فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز (وابسته به گایاکول) در قارچ‌های دکمه‌ای تیمار شده با پوشش ترکیبی محتوی ۱۰

میلی مولار یا ۲/۵٪ کلراید کلسیم تا روز ششم و آنژیم آسکوربیات پراکسیداز تا پایان روز دوازدهم افزایش یافت که در مجموع در پایان دوره نگهداری تیمارهای دارای کلسیم آنژیم‌های آنتی‌اکسیدانی بالاتری در مقایسه با شاهد داشتند. آسکوربیک‌اسید به عنوان یک اسید با افزایش پیری بافت میوه در جریان واکنش‌های تنفسی مصرف می‌شود (۱۵). بهترین نتیجه در حفظ محتوای آسکوربیک‌اسید از نمونه‌های پوشش یافته با ۲۰۰ میکرو‌لیتر در لیتر اسانس زیره سبز و نمونه‌های تیمار شده با ۱٪ وزنی/حجمی کلراید کلسیم در هر دو زمان نگهداری به دست آمد. یکی از اثرهای پوشش‌های خوارکی کاهش سرعت تنفس میوه‌های پوشش‌دار و نتیجه آن ایجاد تأخیر در واکنش‌های اکسایش و تخریب آسکوربیک‌اسید می‌باشد (۱۵، ۲۲). در واقع کاهش مقدار آسکوربیک‌اسید به علت اکسایش آن است که توسط آنژیم آسکوربیات پراکسیداز انجام می‌شود و به فرم غیرفعالی که تنها ۱۰٪ از آسکوربیک‌اسید را به خود اختصاص می‌دهد، تبدیل می‌شود. به کار بدن اسانس‌های گیاهی و کلراید کلسیم سبب جلوگیری از اکسایش آن می‌گردد. اسانس‌ها از راه حفظ شرایط اسیدی میوه و کمک به حفظ اسیدیته قابل تیتراسیون بر پایداری آسکوربیک‌اسید در طول مدت نگهداری مؤثر هستند (۴). کاربرد اسانس با کنترل سرعت نرم‌شدن، رسیدگی و پیری، محدود شدن اکسیژن دریافتی و عمل تخریبی رادیکال‌های آزاد، سرعت مصرف آنتی‌اکسیدان‌هایی مثل آسکوربیک‌اسید را کاهش می‌دهد (۱۲). کلسیم نیز با اتصال به غشاء سبب پایداری آن می‌شود و با این کار از اتصال رادیکال‌های آزاد و گونه‌های فعال اکسیژن به غشاء جلوگیری کرده و با حفظ سلامتی غشاها زیستی در حقیقت از تجزیه آسکوربیک‌اسید جلوگیری می‌کند. همچنین، در کاهش سرعت تنفس و فرآیندهای سوخت و سازی مؤثر است (۱۷، ۲۳). نتیجه‌هایی به دست آمده از کاربرد پوشش اسانس زیره سبز و کلراید کلسیم در پژوهش حاضر بر حفظ محتوای آسکوربیک‌اسید نمونه‌ها با یافته‌های Atress و همکاران (۴) در استفاده از پوشش اسانس آویشن همراه با کلراید کلسیم در میوه‌های نوت‌فرنگی همسو است.

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها و سبزی‌ها مربوط به ترکیب‌های آنژیمی و غیرآنژیمی شامل آسکوربیک‌اسید، ترکیب‌های فنولی، کاروتونوئید و غیره می‌باشد (۲۳). بالاترین میزان افزایش فنول و آنتی‌اکسیدان کل در پوشش ۱٪ وزنی/حجمی صمغ باریجه همراه با ۱٪ کلراید کلسیم ۱۵ روز پس از نگهداری مشاهده شد و تیمار پوششی نامبرده تا پایان دوره نگهداری از کاهش سریع ترکیب‌های فنولی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی جلوگیری نمود. همچنین کاربرد جداگانه ۲۰۰ و ۱۰۰ میکرو‌لیتر در لیتر اسانس در مورد فنول کل و ترکیب آن با ۱٪ کلراید کلسیم در مورد آنتی‌اکسیدان کل ۱۵ روز پس از نگهداری به ترتیب سبب افزایش موقتی فنول و فعالیت آنتی‌اکسیدانی شد اما مقدار فنول و آنتی‌اکسیدان کل همه نمونه‌ها ۳۰ روز پس از نگهداری به صورت نزولی بود، در حالی که تیمارهای یاد شده سبب حفظ این ویژگی ها شدند. بنابراین، تغییر ترکیب‌های فنول کل روند مشابهی با آنتی‌اکسیدان کل داشته است. صمغ باریجه، اسانس زیره سبز و کلراید کلسیم به واسطه اثرهای مستقیم و همیاری سبب افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدان‌های آنژیمی کاتالاز و پراکسیداز و همچنین افزایش میزان فنول کل از راه تأثیر بر مسیر فنیل‌پروپانوئید در ۱۵ روز پس از نگهداری شدند و از سویی همبستگی مثبتی بین فعالیت آنتی‌اکسیدانی با فنول کل و آنتوسیانین وجود دارد. بنابراین مشاهده می‌شود که آنتی‌اکسیدان کل در ۱۵ روز پس از نگهداری روند صعودی داشته است. حفظ فعالیت آنتی‌اکسیدانی طی نگهداری در میوه‌های پوشش‌دار شده می‌تواند بهدلیل حفظ سطح آسکوربیک‌اسید و اثر پوشش بر مقاومت پلی‌فنول‌ها در برابر اکسایش شیمیایی و آنژیمی بوده و بدین وسیله مانع کاهش آنتی‌اکسیدان‌ها طی نگهداری می‌شود (۱۵). پوشش‌های خوارکی با ایجاد یک اتمسفر تغییریافته در پیرامون میوه و حفظ دی‌اکسید کربن در سطحی بالاتر از حالت طبیعی، سبب کاهش تنفس و میزان واکنش‌های اکسایشی فنول‌ها با کاهش فعالیت آنژیم پلی‌فنول اکسیداز می‌گردد (۲). الثوغوم رزین‌ها و عصاره‌های به دست آمده از آن‌ها با توجه به دارا بودن ترکیب‌های ترپنی متعدد توانایی خوبی در دادن الکترون و واکنش با رادیکال‌های آزاد دارند به نحوی که می‌توانند این رادیکال‌ها را به محصول‌های باثبات‌تر تبدیل نموده و مانع واکنش‌های زنجیره‌ای اکسایش شوند (۳). کاهش محتوای فنول کل در نیمه دوم نگهداری می‌تواند به علت اکسایش ترکیب‌های فنولی ناشی از اختلال در غشاء یاخته‌ای در دمای پایین باشد که به دنبال آن آنژیم‌های اکسایشی آزاد و ترکیب‌های فنولی را تخریب می‌کنند (۱۵). ترکیب‌های فنولی که از اجزای مهم تشکیل‌دهنده اسانس می‌باشند از مهم‌ترین آنتی‌اکسیدان‌ها هستند (۱۰). فعالیت آنتی‌اکسیدانی ترکیب‌های فنولی بهدلیل داشتن ویژگی‌های اکسایش و کاهش آن‌ها می‌باشد (۱). بر اساس یافته‌های Jin و همکاران (۱۲) برخی اجزای اسانس گیاهان دارویی مانند کارواکرول، آنتول و سینامیک

اسید سبب افزایش در مقدار آنتی اکسیدان کل تمشک گردیدند. تیمول و اوژنول به واسطه فعال نمودن مسیر فنیل پروپانوئید و فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز، سبب افزایش سطوح آنتوسیانین، فلاونوئیدها، ترکیب‌های فنولی و در نتیجه افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی میوه تمشک شده بدین ترتیب ظرفیت جاروب رادیکال‌های آزاد افزایش یافته که در نتیجه سبب کاهش تولید اتیلن و کند شدن سرعت پیری و فرآیندهای تخریبی می‌گردد (۱۲). صمع و کلسیم در ترکیب پوشش به واسطه اثرهای همیاری می‌توانند سبب افزایش یا حفظ فعالیت آنتی اکسیدانی و ترکیب‌های فنولی شوند. به طوری که پوشش ۱۰٪ صمع عربی به همراه ۳٪ کلراید کلسیم، فعالیت جاروب کنندگی رادیکال DPPH در میوه‌های آنبه را تا روز ۲۱ افزایش و تا پایان دوره در روز ۲۸ حفظ کرده و از کاهش سریع محتوای فنول کل میوه‌ها جلوگیری نمودند (۱۵). در حالی که نتیجه‌های پژوهش Dong و Wang (۸) نشان داد ۰/۱۵٪ صمع گوار همراه با ۰/۱٪ کلراید کلسیم از راه کاهش سرعت تنفس و حفظ محتوای آسکوربیک اسید میوه‌های گیلاس، محتوای فنول کل را توزه هشتم افزایش می‌دهد. با احتمال کلسیم به واسطه تأثیر بر فعالیت سیستم آنتی اکسیدان آنزیمی مانند کاتالاز و پراکسیداز (۱۷) و نگهداری محتوای بالاتری از آسکوربیک اسید و ترکیب‌های فنولی طی نگهداری از کاهش بیش از اندازه ظرفیت آنتی اکسیدانی میوه‌های تیمار شده جلوگیری می‌نماید. کلسیم در افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی و افزایش ماندگاری، جاروب اکسیژن فعال و برقراری تعادل میزان میزان تولید رادیکال‌های آزاد و آنتی اکسیدان‌ها هم به دلیل داشتن یون‌های مثبت (۱۶) و هم از راه فعال نمودن آنزیم‌های آنتی اکسیدانی مثل کاتالاز (۱۶، ۱۷)، افزایش فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز و تولید پلی فنول‌ها و در نتیجه افزایش فعالیت آنتی اکسیدانی نقش دارد (۱۵). به نظر می‌رسد اثرهای همیاری و هم افزایی صمع باریجه، انسانس زیره سبز و کلراید کلسیم در کاهش فرآیندهای سوخت و سازی تنفس، کاهش تولید رادیکال‌های آزاد، کاهش تولید و اثر اتیلن، کاهش اتلاف آب و در نتیجه کاهش سرعت پیری سبب حفظ کیفیت، میزان آنتی اکسیدان‌ها و افزایش ماندگاری میوه گیلاس می‌گردد (۱۵، ۸، ۶).

به طور کلی نتیجه‌ها نشان داد که پوشش‌های خوراکی تأثیر منفی ناشی از کاهش کیفیت در طی دوره نگهداری را کاسته و می‌توانند ویژگی‌های حسی میوه‌های بخشش دار را در سطح مطلوبی حفظ نمایند. صمع باریجه، انسانس زیره سبز و کلراید کلسیم از راه حفظ اسیدیته، محتوای رطوبت، کاهش واکنش‌های اکسایشی، پوسیدگی و قهوه‌ای شدن، جلوگیری از کاهش بیش از حد آنتی اکسیدان‌های آنزیمی و غیر آنزیمی سبب جلوگیری یا کاهش آسیب به بافت و به دنبال آن موجب حفظ کیفیت و بازار پسندی محصول می‌شوند. نشان داده شده است عصاره به دست آمده از گیاه دارویی باریجه در کنار دارا بودن فعالیت آنتی اکسیدانی (۳، ۹) دارای فعالیت مهار کنندگی پاتوژن‌های باکتریایی و قارچی نیز می‌باشند (۹). قهوه‌ای شدن بافت نگهداری، بافت‌های قهوه‌ای میوه مکان مناسبی برای رشد قارچ‌ها شده و بدین ترتیب رتبه پذیرش میوه کاهش می‌یابد. با توجه به این که وضعیت ظاهری محصول مهم‌ترین شاخص ارزیابی بازار پسندی محصول است وجود هر گونه نشانه‌های آلودگی، پوسیدگی و نرم شدن میوه سبب کاهش بازار پسندی محصول می‌شود. بنابراین، هر عاملی که سرعت پیری را کاهش دهد و از رشد نشانه‌های پوسیدگی جلوگیری کند سبب حفظ وضعیت ظاهری و بازار پسندی محصول خواهد شد (۱۹). نتیجه‌های بررسی Murmu و Mishra (۱۹) در میوه گواوا نشان داد که با کاربرد انسانس‌های دارچین و علف لیمو، دور ریزه‌های این میوه نه تنها به دلیل ویژگی‌های ضد میکروبی انسانس‌های مورد استفاده بلکه به دلیل افزایش مقاومت به پوسیدگی در بافت میوه از راه افزایش ترکیب‌های فنولی، آنتوسیانین‌ها، فلاونوئیدها و ظرفیت آنتی اکسیدانی، کم شد. ماده‌های مؤثره انسانس گیاهان دارویی به علت داشتن ویژگی‌های ضد میکروبی و ضد قارچی سبب کاهش تخریب و پوسیدگی شده و عمر پس از برداشت محصول‌ها را افزایش می‌دهند (۱۲، ۱۳). انسانس‌ها به صورت لایه نازکی سطح میوه را می‌پوشانند و ورود و خروج گازها را کنترل می‌کنند که از میزان تنفس، تولید اتیلن و سرعت پیری کاسته گردیده و سبب حفظ کیفیت میوه می‌شوند (۱). استفاده از تیمار کلسیم استحکام و سفتی میوه را حفظ نموده و توان ماندگاری بالایی را در میوه ایجاد می‌کند (۲۱). ترکیب‌های حاوی کلسیم قبل از این که اثر کمی روی محصول داشته باشند موجب حفظ کیفیت محصول می‌شوند (۱۵). کلسیم برای تقسیم یاخته‌ای، تشکیل و استحکام دیواره‌های یاخته‌ای، عملکرد غشاء و جلوگیری از آسیب به آن، عدم تراویش ماده‌ها به بیرون از یاخته، کاهش پراکسیده شدن لیپیدهای غشاء، به تأخیر انداختن پیری و افزایش عمر انبارمانی محصول‌های باغبانی ضروری است. کلسیم در

حفظ فشار آماس و کارکرد صحیح یاخته و به طور کلی کیفیت میوه، خاصیت نگهداری و بازارپسندی آن نقش اساسی دارد (۱۶، ۱۷).

### نتیجه‌گیری

میوه‌های برداشت شده در معرض انواعی از عامل‌های تنفس‌زا قرار دارند و این موضوع عمر پس از برداشت آن‌ها را زیر تأثیر قرار می‌دهد. نتیجه‌های پژوهش حاضر نشان داد که کاربرد پس از برداشت غلظت‌های مختلف صمغ باریجه، انسنس زیره سبز و کلراید کلسیم به صورت یک پوشش خوراکی مرکب موجب افزایش اجزای آتشی اکسیدانی، آسکوربیک اسید، ترکیب‌های فنولی و دیگر ترکیب‌های زیست‌شیمیایی میوه و حفظ بازارپسندی آن می‌شود. پوشش ترکیبی به دست آمده از ۱٪ وزنی/حجمی صمغ باریجه همراه با ۲۰۰ میکرولیتر انسنس یا ۱٪ کلراید کلسیم بهترین نتیجه را در حفظ خواص کیفی و ماندگاری گیلاس در مدت ۳۰ روز نگهداری، داشت و می‌تواند به عنوان یک پوشش خوراکی مؤثر برای افزایش ماندگاری این میوه مورد استفاده قرار گیرد.

### References

۱. اصغری، م.ر. ۱۳۹۴. هرمون‌ها و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی جدید (غیرکلاسیک)، کلید مدیریت رشد و نمو گیاه و تولید پایدار محصول سالم در کشاورزی. انتشارات دانشگاه ارومیه، ۳۴۵ صفحه.
۲. اصغری، م.ر. و ح. خلیلی. ۱۳۹۳. تأثیر ژل آلومینیوم بر فعالیت آنزیم پلی‌فنول اکسیداز، خواص کیفی و ماندگاری میوه گیلاس رقم سیاه مشهد. علوم باغبانی، ۳۹۹-۴۰۶: ۲۸(۳).
3. Al-Harrasi, A., L. Ali, E. Ceniviva, A. Al-Rawahi, J. Hussain, H. Hussain, N. Rehman, G. Abbas and R. Al-Harrasi. 2012. Antiglycation and Antioxidant Activities and HPTLC Analysis of *Boswellia sacra* Oleo-gum-Resin: The Sacred Frankincense. *Trop. J. Pharm. Res.* 12(4): 597-602.
4. Atress, A.S.H., E.M. Aboul-Anean and B.W. Alsanius. 2010. Improving strawberry fruit storability by edible coating as a carrier of thymol or calcium chloride. *Hort. Sci. Orn. Plant.* 2(3): 88-97.
5. Babalar, M., M. Asghari, A. Talaee and A. Khosroshahi. 2007. Effect of pre and postharvest salicylic acid treatment on ethylene production, final decay and overall quality of Selva strawberry fruit. *Food Chem.* 105(2): 449-453.
6. Bill, M., D. Sivakumar, L. Korsten and A.K. Thompson. 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 Prot.* 6: 159-167.
7. Cioroi, M. 2007. Study on L-ascorbic acid contents from exotic fruits. *Cerc. Agro. Mold.* 1(129): 23-27.
8. Dong, F. and X. Wang. 2018. Guar gum and ginseng extract coatings maintain the quality of sweet cherry. *LWT - Food Sci. Technol.* 89: 117-122.
9. Hamed, H., M. Kargozari, P. Shotorbani, N. Babolani-Moghadam and M. Fahimdanesh. 2017. A novel bioactive edible coating based on sodium alginate and galbanum gum incorporated with essential oil of *Ziziphora persica*: The antioxidant and antimicrobial activity and application in food model. *Food Hydrocoll.* 72: 35-46.
10. Huang, H., Q. Zhu, Z. Zhang, B. Yang, X. Duan and Y. Jiang. 2013. Effect of oxalic acid on antibrowning of banana (*Musa* spp., AAA group, cv. 'Brazil') fruit during storage. *Sci. Hort.* 160: 208-212.
11. Jalali H.T., S. Petronilho, J.J. Villanerde, M.A. Coimbra, M. Rosario, M. Domongues, Z. Ebrahimian, A.J. Silvestre and S.M. Rocha. 2013. Assessment of the sesquiterpenic profile of *Ferula gummosa* oleo-gum-resin

- (galbanum) from Iran, Contributes to its valuation as a potential source of sesquiterpenic compounds. *Indust. Crop Prod.* 44: 185-191.
12. Jin, P., S.Y. Wang, H. Gao, H. Chen, Y. Zheng and C.Y. Wang. 2012. Effect of cultural system and essential oil treatment on antioxidant capacity in raspberries. *Food Chem.* 132(1): 399-405.
13. Karimirad, R., M. Behnamian and S. Dezhsetan. 2018. Development and characterization of nano biopolymer containing cumin oil as a new approach to enhance antioxidant properties of button mushroom. *Bio. Macro Mol.* 113: 662-668.
14. Kelebek, H. and S. Sellı. 2011. Evaluation of chemical constituents and antioxidant activity of sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars. *Food Sci. Technol.* 46(12): 2530-2537.
15. Khaliq, G., M. Twngku-Muda-Mohamed, A. Ali, P. Ding and H.M. Ghazal. 2015. Effect of gum arabic coating combined with calcium chloride on physico-chemical and qualitative properties of mango (*Mangifera indica* L.) fruit during low temperature storage. *Sci. Hort.* 190: 187-194.
16. Khan, Z.U., G. Aisikaer, R.U. Khan, J. BU, Z. Jiang, Z. Ni and T. Ying. 2014. Effects of composite chemical pretreatment on maintaining quality in button mushrooms (*Agaricus bisporus*) during postharvest storage. *Post. Bio. Technol.* 95: 36-41.
17. Kou, X., M. Wu, L. Li, S. Wang, Z. Xue, B. Liu and Y. Fei. 2015. Effects of CaCl<sub>2</sub> dipping and pullulan coating on the development of brown spot on 'Huangguan' pears during cold storage. *Post. Bio. Technol.* 99: 63-72.
18. Mahfoudhi, N. and S. Hamdi. 2015. Use of almond and gum arabic as novel edible coating to delay postharvest ripening and to maintain sweet cherry (*Prunus avium*) quality during storage. *Food Proc. and Preserv.* 39(6): 1499-1508.
19. Murmu, S. and H. Mishra. 2018. The effect of edible coating based on Arabic gum, sodium caseinate and essential oil of cinnamon and lemon grass on guava. *Food Chem.* 245: 820-828.
20. Nakano, Y. and K. Asada. 1987. Purification of ascorbate peroxidase in spinach chloroplasts; its inactivation in ascorbate-depleted medium and reactivation by mono-dehydro-ascorbate radical. *Plant Cell Physiol.* 28: 131-140.
21. Rodrigues-Freitas I., W.R. Cortez, S. Pizato, C. Prentice-Hernandez and C.D. Borges, 2013. Xanthan gum as a carrier of preservative agents and calcium chloride applied on fresh cut apple. *Food Saf.* 33(3): 229-238.
22. Silvia Pasquariello, M., D. Di Patre, F. Mastrobuoni, L. Zampella, M. Scorticini and M. Petriccione. 2015. Influence of postharvest chitosan treatment on enzymatic browning and antioxidant enzyme activity in sweet cherry fruit. *Post. Bio. Technol.* 109: 45-56.
23. Spinardi, A.M. 2005. Effect of harvest day and storage on antioxidant systems in pear. *Acta Hort.* 682: 135-140.
24. Yao, H. and S. Tian. 2005. Effects of pre- and post-harvest application of salicylic acid or methyl jasmonate on inducing disease resistance of sweet cherry fruit in storage. *Post. Bio. Technol.* 35(3): 253-262.

25. Zhang, Z., D.J. Huber and Rao, J. 2013. Antioxidant systems of ripening avocado (*Persea americana* Mill.) fruit following treatment at the preclimacteric stage with aqueous 1-methylcyclopropene. Post. Biol. Technol. 76: 58-64.

## **Effects of Galbanum Gum Coating Enriched with Cumin Essential Oil and Calcium Chloride Coating on the Content of Some Phytochemical Compounds, Antioxidant Components and Marketability of Sweet Cherry**

**Z. Azarsharif, M.R. Asghari, H. Tajik and A.R. Farokhzad Nansa<sup>1</sup>**

Recently, environmentally-friendly materials, ideally those able to be obtained from bio-based resources and presenting biodegradable characteristics, are used to improve quality and biosafety of horticultural products. Fruits of sweet cherry (*Prunus avium* ‘Siah Mashhad’) were coated by galbanum gum (0, 1, 2, and 3%w/v), cumin essential oil (0, 100, and 200  $\mu$ L L<sup>-1</sup>), and calcium chloride (0 and 1%w/v). The coated fruits were then kept in a storage at 2±1°C with 90-95% relative humidity for 30 days and one additional day at 20°C. After that, the quality of fruits was evaluated. All concentrations of experiment factors, increased the activity of catalase and peroxidase enzymes 15 days after storage and retained these properties until storage. Also these treatments slowed the rapid reduction in ascorbate-peroxidase enzyme activity, ascorbic acid content and general acceptance. 1 and 2%w/v gum galbanum composed with 1%w/v calcium chloride or 200  $\mu$ L L<sup>-1</sup> cumin essential oil cause a temporary increase in total antioxidant and phenol 15 days after storage and retained these features until the end of the shelf life. 1%w/v galbanum gum combination with 1%w/v calcium chloride or 200  $\mu$ L L<sup>-1</sup> cumin essential oil can be used as a suitable alternative for chemicals in maintaining sweet cherry quality and shelf life.

**Keywords:** Ascorbate peroxidase, Edible coating, Safe compounds, Phenol compounds.

1. Ph.D. Student and Professor, Department of Horticultural science, Faculty if Agriculture, Urmia University, Professor, Department of Food Hygiene and Quality Control, Faculty of Veterinary Medicine and Assistant Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran, Respectively.

\* Corresponding author, Email: (m.asghari@urmia.ac.ir).