مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

اثر ژل آلوئه ورا غنی‌شده با روغن کنجد، عسل و اسانس آویشن شیرازی بر کاهش قهوه‌ای شدن میوه کنارهندی

عالیه‌سادات رفعت‌حقیقی[۱]، عبدالمجید میرزاعلیان‌دستجردی[۲]،* لیلا جعفری[۳]، فرزین عبدالهی[۲]

۱- دانشجوی دکتری فیزیولوژی تولید و پس از برداشت، گروه علوم باغبانی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران.

۲- دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران.

۳- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱٤۰۲/۷/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱٤۰۲/۹/٤

کلمات کلیدی:

انبارمانی،

پوشش خوراکی،

کیفیت میوه،

قهوه‌ای شدن،

ترکیبات فنلی.

DOI: 10.22034/FSCT.21.146.180

* مسئول مکاتبات:

mirzaalian@hormozgan.ac.ir

چکیده

میوه کنارهندی (*Ziziphus mauritiana* Lamk) حاوی ترکیبات فنلی فراوان است و پس از برداشت به قهوه‌ای شدن آنزیمی بسیار حساس است. به‌منظور کاهش قهوه‌ای شدن و حفظ کیفیت میوه کنارهندی آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی و با چهار تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل: شاهد (آب مقطر)، اسانس آویشن شیرازی نیم درصد، اسانس آویشن شیرازی یک درصد، ژل آلوئه ورا (۲۰٪) غنی‌شده با روغن کنجد (۱٪) و عسل (۱٪)، ژل آلوئه ورا (۲۰٪) غنی‌شده با روغن کنجد (۱٪)، عسل (۱٪) + اسانس آویشن شیرازی نیم درصد، ژل آلوئه ورا (۲۰٪) غنی‌شده با روغن کنجد (۱٪)، عسل (۱٪) + اسانس آویشن شیرازی یک درصد و زمان نگه‌داری (صفر، ۷، ۱٤، ۲۱ و ۲۸ روز) در دمای ۱ ± ٦ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵ ± ۹۰ درصد بودند. نتایج نشان داد که کاربرد پوشش خوراکی اثر معنی‌داری بر ویژگی‌های کیفی میوه کنارهندی در زمان انبارمانی داشت. ترکیب ژل آلوئه ورا با روغن کنجد، عسل و اسانس آویشن شیرازی، به‌عنوان یک پوشش خوراکی، طی ۲۸ روز نگه‌داری، با کاهش فعالیت پلی‌فنل اکسیداز و پراکسیداز، به‌طور قابل توجهی قهوه‌ای شدن آنزیمی را در میوه کاهش دادند. پس از ۲۸ روز انبارمانی، میوه‌های تیمار شده با پوشش خوراکی و اسانس ۰/۵ درصد نسبت به شاهد، شاخص قهوه‌ای شدن (۷۰٪) را کاهش دادند، اما نسبت به شاهد، محتوای فنل کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی (به‌ترتیب ۱۸/۱٤ و ۳۱/۱٦ درصد) را افزایش دادند. همچنین استفاده از اسانس آویشن شیرازی ۰/۵ درصد در پوشش خوراکی موجب کاهش نشت الکترولیت و پراکسیداسیون لیپید (به‌ترتیب ۱۹/۷ و ۱۷/۸ درصد) در مقایسه با شاهد پس از ۲۸ روز نگه‌داری شد. این نتایج نشان داد که تیمار پوشش خوراکی و اسانس آویشن شیرازی ۰/۵ درصد می‌تواند یک روش مفید برای به‌تاخیر انداختن فرآیند رسیدن و پیری، افزایش انبارمانی و حفظ کیفیت میوه کنارهندی باشد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-17]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.146.180]

۱-مقدمه

کنارهندی (*Zizyphus mauritiana* Lamk.) یک میوه مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری است که به‌صورت تازه-خوری مصرف شده و منبع غنی از ترکیبات فنلی، اسید آسکوربیک، مواد معدنی ضروری و کربوهیدرات‌ها است [۱]. از مشکلات مهم میوه کنارهندی محدودیت بازه عرضه محصول به بازار است که درصورت نگه‌داری در انبار می‌توان علاوه‌بر افزایش فرصت عرضه، بر ارزش اقتصادی آن نیز افزوده شود [۲]. میوه کنارهندی مانند بیشتر میوه‌های گرمسیری حساس به سرما بوده و نگه‌داری در انبار با دمای نزدیک صفر موجب سرمازدگی محصول می‌گردد، همچنین نگه‌داری در انبار با دمای بالاتر موجب شیوع بیماری‌های قارچی و پوسیدگی محصول می‌شود [۱، ۳].

قهوه‌ای شدن میوه یک فرآیند برگشت‌ناپذیر و نامطلوب در رسیدن و پیری میوه است که با یک سری تغییرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی همراه است و علاوه بر تغییر در رنگ میوه، منجر به تغییر در طعم، بافت و ارزش غذایی و در نهایت منجر به کاهش کیفیت میوه می‌شود [٤]. قهوه‌ای شدن آنزیمی به‌طور کلی ناشی از اکسیداسیون ترکیبات فنلی است که توسط فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز (PPO) کاتالیز می‌شود و در نهایت منجر به تشکیل رنگیزه‌های قهوه‌ای در میوه می‌شود [۵]. قهوه‌ای شدن آنزیمی میوه کنارهندی، از دلایل اصلی فساد میوه در پس از برداشت می‌باشد که به‌دلیل محتوای زیاد پلی‌فنل‌ها و حساسیت بالای آن به قهوه‌ای شدن است [٦]. استفاده از پوشش‌های خوراکی موجب کاهش شاخص قهوه‌ای شدن میوه گواوا [۷]، کاهش پوسیدگی، آسیب سرمازدگی، محتوای مالون دی‌آلدئید و نشت الکترولیت و افزایش محتوای فنلی میوه پرتقال [۸] و موجب بهبود ویژگی‌های کیفی میوه گواوا [۷] شده است.

استفاده از ژل آلوئه ورا به‌عنوان لایه پوششی میوه و سبزی‌ها به‌دلیل عدم بو و طعم و نیز خوراکی بودن آن نه‌تنها بر سلامتی مفید است بلکه به‌عنوان گزینه‌ای مناسب برای افزایش عمر نگه‌داری میوه‌ها مطرح است [۹]، خواص ضدمیکروبی و خواص ممانعتی ژل آلوئه ورا در برابر انتقال رطوبت و گازها گزارش شده است [۱۰]. استفاده از ژل آلوئه‌ورا به‌عنوان یک پوشش خوراکی به‌دلیل ایمنی زیستی و افزایش عمر انباری، تأخیر در پیری، جلوگیری از کاهش رطوبت و کنترل سرعت تنفس در محصول‌های مختلف نظیر پاپایا [۱۱]، گیلاس [۹] و سیب [۱۲] گزارش شده است.

عسل طبیعی به‌علت دارا بودن ترکیبات آنتی‌اکسیدانی مانند مواد فنلی، فلاونوئیدها، اسید آسکوربیک و آلفا – توکوفرول، دارای اثرات ضدقهوه‌ای شدن می‌باشد [۱۳]. پوشش خوراکی ترکیبی شامل نشاسته کاساوا ۲٪ به‌همراه روغن آفتابگردان ۱٪ و سبوس برنج ۲٪ و موم زنبورعسل ۱٪ موجب حفظ محتوای پکتین، سفتی بافت میوه و کیفیت میوه، همچنین موجب کاهش قهوه‌ای شدن میوه و افزایش انبارمانی میوه گواوا در مقایسه با شاهد شده است [۱٤]. پوشش خوراکی موم زنبور عسل در ترکیب با عصاره برگ گواوا موجب حفظ بیشتر صفات کیفی میوه گواوا در مقایسه با شاهد شده است [۱۵]. روغن دانه کنجد حاوی اسیدهای چرب غیراشباع و ترکیبات غیرآسیل‌گلیسیرول متعددی مانند توکوفرول‌ها، فیتواسترول‌ها، سزامین و سزامول می‌باشد که دارای فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی است [۱٦]. روغن کنجد همچنین دارای خواص ضدمیکروبی است [۱۷]. پوشش خوراکی به‌دست‌آمده از روغن کنجد و مورینگا موجب بهبود کیفیت حسی میوه پرتقال شده است [۱۸].

اسانس‌های گیاهی با داشتن ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و خواص ضدمیکروبی می‌توانند موجب افزایش ایمنی میکروبی، حفظ یکپارچگی سلولی و سفتی بافت گوشت میوه شده و در نتیجه سبب بهبود ویژگی‌های کیفی میوه شوند [۱۹]. آویشن شیرازی (*Zataria multiflora* Boiss) یک گیاه دارویی بومی فلات ایران است که اثرات ضدمیکروبی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی قوی داشته است [۲۰]. کارواکرول، تیمول و اوژنول از ترکیبات اصلی اسانس آویشن شیرازی هستند که در پتانسیل آنتی‌اکسیدانی قوی آن نقش مهمی

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-17]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.146.180]

دارند [۲۱]. افزودن اسانس آویشن شیرازی به پوشش‌های خوراکی کیتوزان و کربوکسی‌متیل‌سلولز باعث افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی و افزایش سطح پلی‌فنل‌های میوه شده است [۲۲]. کاربرد اسانس آویشن در پوشش خوراکی باعث افزایش ترکیبات فنلی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و نیز کاهش کپک در پسته تازه شده است [۲۳]. استفاده از پوشش خوراکی صمغ عربی همراه با اسانس آویشن شیرازی موجب کاهش فعالیت پلی‌فنل‌اکسیداز و افزایش محتوای فنل کل پسته تازه شده است [۲٤]. کنارهندی ازجمله میوه‌های مهم اقتصادی مناطق جنوبی کشور است و تاکنون تحقیقات بسیار محدودی روی آن صورت گرفته است و از آن‌جایی‌که قهوه‌ای شدن و کاهش عمر پس از برداشت از مشکلات عمده بازارپسندی این محصول است، لذا تحقیق حاضر به‌منظور کنترل قهوه‌ای شدن آنزیمی و افزایش انبارمانی کنارهندی، با استفاده از یک پوشش خوراکی ترکیبی از چند ماده طبیعی به‌همراه اسانس آویشن شیرازی، انجام شده است و تأثیر آنها بر ویژگی‌های کیفی در طول دوره نگه‌داری پرداخته است.

۲- مواد و روش‌ها

میوه‌های کنارهندی در مرحله سبز بالغ در سال ۱٤۰۱ از یک باغ تجاری در شهرستان میناب استان هرمزگان با رعایت نکات فنی برداشت شدند و بلافاصله به آزمایشگاه فیزیولوژی پس از برداشت دانشگاه هرمزگان انتقال داده شد. ابتدا میوه‌های سالم و یکنواخت از نظر رنگ و اندازه انتخاب شدند. سپس میوه‌ها توسط هیپوکلریت سدیم ۰/۵ درصد به‌مدت یک دقیقه ضدعفونی و پس از آن با آب مقطر شستشو و در مجاورت هوا خشک شدند.

۲-۱- تهیه پوشش خوراکی

ابتدا برگ‌های بالغ گیاه آلوئه ورا از یک گلخانه تجاری برداشت و در آزمایشگاه با آب شستشو داده شد و سپس با هیپوکلریت سدیم ۰/۵ درصد به‌مدت یک دقیقه ضدعفونی گردید. سپس به‌صورت دستی ژل‌ها از بافت پارانشیم جدا گردید و به‌مدت ۵ دقیقه در مخلوط کن همگن شد. مخلوط به‌دست آمده برای حذف الیاف از صافی گذرانده شد [۸]. ژل حاصل با آب مقطر به نسبت ۲۰ به ۸۰ (v/v) رقیق شد و سپس به آن، عسل طبیعی یک درصد (v/v)، روغن کنجد یک درصد (v/v) افزوده شد و بعد گلیسرول ۱/۵٪ (v/v) به‌عنوان نرم‌کننده اضافه شد و به‌مدت ۵ دقیقه با هموژنایزر همگن شد. درنهایت در تیمارهای ترکیبی غلظت‌های مختلف اسانس آویشن شیرازی نیم و یک درصد (باریج اسانس) به مخلوط پوشش خوراکی اضافه شد [۲٤]. غلظت‌های ژل آلوئه ورا، کنجد و عسل باتوجه به آزمایش مقدماتی انتخاب شدند.

۲-۲- نحوه تیمار و شاخص‌های اندازه‌گیری

با توجه به نوع تیمار، میوه‌ها به‌مدت ۲ دقیقه در پوشش خوراکی تهیه شده غوطه‌ور شدند [۲۵]. پس از خشک شدن در دمای محیط، برای هر واحد آزمایشی تعداد ۱۰ عدد میوه در سردخانه با دمای ۱ ± ٦ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵ ۹۰± به‌مدت صفر، ۷، ۱٤، ۲۱ و ۲۸ روز نگه‌داری شدند. سپس در هر هفته شاخص‌های کیفی میوه مورد ارزیابی قرار گرفتند.

۲-۳- محتوای فنل کل

برای اندازه‌گیری محتوای فنل کل ابتدا نیم گرم از بافت گوشت میوه با سه میلی‌لیتر متانول ۸۵٪ در هاون چینی سائیده و همگن شد، سپس نمونه‌ها به‌مدت ۱۵ دقیقه در سانتریفیوژ با دور ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه قرار داده شدند. مقدار ۳۰۰ میکرولیتر از روشناور با ۱۵۰۰ میکرولیتر فولین- سیوکالتیو ۱۰٪ ترکیب و بعد از ۳ دقیقه ۱۲۰۰ میکرولیتر کربنات سدیم ۷٪ به آن اضافه شد. نمونه‌ها به‌مدت ۳۰ دقیقه در تاریکی و در دمای اتاق نگه‌داری شدند. میزان جذب نمونه‌ها با استفاده از دستگاه میکروپلیت خوان (Epoch, Bio-Tek, USA) در طول موج ۷۵۰ نانومتر خوانده شد. محتوای فنل کل براساس منحنی استاندارد جذب اسید گالیک اندازه‌گیری شد و به‌صورت میلی‌گرم اسیدگالیک در هر ۱۰۰ گرم وزن تازه گزارش شد [۲٦].

۲-٤- آنتی‌اکسیدان کل

جهت تعیین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل میوه ابتدا نیم گرم از بافت گوشت میوه با سه میلی‌لیتر متانول ۸۵٪ در هاون

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-17]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.146.180]

چینی سائیده و همگن شد، سپس نمونه‌ها به‌مدت ۱۵ دقیقه در سانتریفیوژ با دور ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه قرار داده شدند. مقدار ۳۰ میکرولیتر از روشناور با ۲۷۰ میکرولیتر از ماده ۲ و ۲- دی فنیل -۱ پیکریل هیدرازیل (۰/۱ میلی‌مولار) آمیخته شد و به‌مدت ۳۰ دقیقه در اتاق تاریک قرار داده شد و سپس جذب نمونه‌ها با استفاده از میکروپلیت خوان در طول موج ۵۱۷ نانومتر خوانده و با استفاده از رابطه (۱) زیر محاسبه شد [۲٤].

(رابطه ۱) ۱۰۰ ×

(جذب کنترل/ جذب نمونه – ۱) = فعالیت آنتی اکسیدان (٪)

۵-۲- نشت یونی

برای اندازه‌گیری میزان نشت یونی، ابتدا ۰/۱ گرم از بافت تازه پوست در ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر قرار داده شد. سپس لوله‌ها به‌مدت ۳۰ دقیقه در حمام آب گرم با دمای ٤۰ درجه سلسیوس قرارداده شدند. پس از سرد شدن میزان هدایت الکترولیتی اولیه نمونه‌ها با استفاده دستگاه EC متر (Weilheim, Germany) اندازه‌گیری شد. درنهایت نمونه‌ها به‌مدت ۱۵دقیقه درحمام آب گرم با دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس قرار داده شد و میزان هدایت الکترولیتی ثانویه اندازه‌گیری شد. درصد نشت یونی با استفاده از رابطه (۲) محاسبه شد [۲۷].

رابطه ۲) ۱۰۰ × (هدایت الکترولیتی ثانویه / هدایت الکترولیتی اولیه)= درصد نشت یونی

٦-۲- مالون دی‌آلدئید (MDA)

پراکسیداسیون لیپیدها با استفاده از اندازه‌گیری غلظت مالون دی‌آلدئید انجام شد [۲٦] برای این منظور ۰/۵ گرم از بافت پوست میوه با نیتروژن مایع در هاون آسیاب گردید و به آن یک میلی‌لیتر بافر فسفات اضافه شد. عصاره حاصل به‌مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۱٤۰۰۰ دور در دقیقه در دمای چهار درجه سلسیوس سانتریفیوژ شد. پس از آن ۵۰۰ میکرولیتر محلول رویی برداشته شد و به آن ۵۰۰ میکرولیتر محلول تری‌کلرو استیک اسید ۲۰ درصد حاوی ۰/۵ درصد تری‌بوتیریک اسید اضافه گردید. مخلوط حاصل به‌مدت ۳۰ دقیقه در حمام آب گرم با دمای ۹۵ درجه سلسیوس قرار داده شد و بلافاصله در یخ سرد گردید. سپس نمونه‌ها مجددا با سرعت ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه به‌مدت پنج دقیقه سانتریفیوژ شدند. در نهایت جذب نمونه‌ها در طول موج‌های ۵۳۲ و ٦۰۰ نانومتر توسط دستگاه میکروپلیت خوان اندازه‌گیری شد. غلظت مالون دی‌آلدئید برحسب نانومول در هر گرم وزن تازه طبق رابطه (۳) محاسبه گردید.

(رابطه ۳) ۱۰۰ × [۱۵۵ / (جذب در طول موج ٦۰۰ – جذب در طول موج ۵۳۲)] = مالون دی‌آلدئید

۷-۲- شاخص قهوه‌ای شدن

شاخص قهوه‌ای شدن براساس گسترش سطح قهوه‌ای روی میوه در چهار گروه جداگانه شامل: ۱- بدون آسیب، ۲-ضعیف: آسیب بیشتر از صفر و کمتر از ۲۵ درصد ۳- متوسط: آسیب ۲۵ تا کمتر از ۵۰ درصد و ٤- شدید: بیش از ۵۰ درصد، اندازه‌گیری شد [۲۸]. شاخص قهوه‌ای شدن با استفاده از رابطه (٤) محاسبه گردید.

(رابطه ٤) ۱۰۰ × [(تعداد کل میوه ×٤) / (درجه قهوه‌ای شدن× تعداد میوه در هر درجه)Σ] = شاخص قهوه‌ای شدن

۸-۲- فعالیت آنزیم پراکسیداز (POD)

برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم پراکسیداز ابتدا ۰/۲ گرم از بافت میوه را با ۲ میلی‌لیتر بافر فسفات ۵۰ میلی‌مولار و (pH=۷) روی ازت مایع همگن کرده و به‌مدت ۱۵ دقیقه با ۱۰۰۰ دور در دقیقه در دمای ٤ درجه سلسیوس سانتریفیوژ شد. سپس محلول رویی به‌عنوان عصاره خام آنزیمی برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌های مورد آزمایش استفاده شد. برای سنجش فعالیت پراکسیداز، مقدار ۲۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی را به مخلوط واکنش شامل: گایاکول ۰/۱ مولار، بافر فسفات ۵۰ میلی‌مولار، پراکسید هیدروژن ۰/۳ درصد در دمای ۲۵ درجه سلسیوس اضافه گردید. میزان جذب – تتراگایاکول در طول‌موج ٤۷۰ نانومتر در زمان آغاز واکنش با افزودن عصاره آنزیمی و پس از یک دقیقه خوانده شد. ضریب خاموشی تتراگایاکول ۲۵/۵ $nmol^{-1}cm^{-1}$ می‌باشد. این حجم از تتراگایاکول معادل فعالیت یک واحد آنزیم پراکسیداز است [۲٦].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-17]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.146.180]

۹-۲- فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز (PPO)

برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز ابتدا ۱۰۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی تهیه شده با ۲/۵ میلی‌لیتر بافر فسفات ۵۰ میلی مولار (pH=۷) مخلوط کرده و سپس ۲۰۰ میکرولیتر پیروگالل ۰/۰۲ مولار به‌عنوان پیش ماده آنزیم جهت شروع واکنش اضافه شد و بعد از ۳ دقیقه جذب نمونه‌ها در طول موج ٤٢٠ نانومتر خوانده شد [۲۹].

۱۰-۲- طرح آزمایشی و آنالیز داده‌ها

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با چهار تکرار و ۱۰ میوه در هر تکرار اجرا شد. آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ انجام شد. رسم شکل‌ها نیز به‌وسیله نرم‌افزار اکسل صورت پذیرفت.

۳- نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، اثر ساده زمان و تیمار در همه صفات در سطح یک درصد معنی‌دار شد. همچنین اثر متقابل تیمار در زمان، در برخی صفات مانند فنل کل، نشت یونی، آنتی‌اکسیدان کل، فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز و شاخص قهوه‌ای شدن در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱).

Table 1. Analysis of variance of quality traits of ber fruits

	Source of variation (Mean of squares)				
Attributes	Time (A) D.F=4	Treatment (B) D.F=5	AB D.F=20	Error D.F=90	C.V%
Total Phenol	24732.01**	11038.72**	867.69**	32.73	1.00
Antioxidant activity	1812.71**	272.73**	24.54**	1.18	1.59
Electrolyte leakage	3917.56**	254.36**	27.15**	2.11	2.88
Malondialdehyde	4.30**	2.81**	0.43^{ns}	0.34	14.75
Browning index	307.24**	53.29**	12.17**	0.14	12.99
POD activity	205.61**	53.16**	6.08^{ns}	6.54	16.44
PPO activity	0.0**	0.0**	0.0**	0.0	20.52

^{ns}, *, ** Not-significant, significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.

۱-۳- فنل کل

شاخص فنل کل میوه کنارهندی در تیمار شاهد تا روز هفتم و در سایر تیمارها تا روز ١٤ام افزایش یافت و بعد از آنها در بیشتر تیمارها کاهش یافت. در بین تیمارهای آزمایش، تیمار شاهد کمترین میزان فنل کل مشاهده شد. در بیشتر زمان‌های انبارمانی، بیشترین افزایش فنل کل در تیمار آلوئه ورا غنی شده با روغن کنجد، عسل و اسانس آویشن شیرازی ۰/۵ درصد مشاهده شد. به‌طوری‌که پس از ۲۸ روز انبارمانی، تیمار آلوئه ورا غنی شده با روغن کنجد، عسل و اسانس آویشن شیرازی ۰/۵ درصد نسبت به شاهد موجب افزایش ۱۸/۲ درصد شاخص فنل کل میوه شد (شکل ۱). کاهش فنل کل میوه در طی مدت نگه‌داری در نمونه‌های تیمار نشده می تواند به‌خاطر اکسیداسیون سریع ترکیبات فنلی باشد که به‌طور مستقیم با اکسیژن در تماس می‌باشند. اکسیداسیون آنزیمی ترکیبات فنلی مرتبط با آنزیم پلی‌فنل اکسیداز می‌باشد که سبب قهوه‌ای شدن بافت میوه می‌گردد. از طرف دیگر بالاتر بودن میزان ترکیبات فنلی در نمونه‌های تیمار شده می‌تواند مربوط به کاهش سرعت تنفس در این تیمارها باشد که منجر به کاهش در تجزیه این ترکیبات می‌گردد [۲٦]. پوشش‌های خوراکی با کاهش نفوذپذیری گازها (اکسیژن، دی‌اکسید کربن) سبب تغییر در اتمسفر اطراف میوه می‌گردند و با کاهش اکسیژن در دسترس آنزیم‌های تجزیه‌کننده فنل، مانند پلی‌فنل اکسیداز از تخریب ترکیبات فنلی جلوگیری می‌کنند [۷]. افزودن اسانس به پوشش خوراکی علاوه بر افزایش خاصیت آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی منجر به تغییر در ویژگی‌های فیزیکی پوشش خوراکی می‌شود. افزودن اسانس به پوشش خوراکی مشابه افزودن لیپیدهای ساده (مانند اسید اولئیک) می‌باشد و منجر به تشکیل ماتریس پلیمری پیچیده و بهینه‌سازی پوشش‌های زیست‌فعال می‌شود [٢٤]. اثرات آنتی‌اکسیدانی اسانس‌های وارد شده به پوشش‌های خوراکی تأیید شده‌اند [۷]. مکانیسم

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-17]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.146.180]

عمل اسانس‌ها یکی شامل فعالیت آنتی‌اکسیدانی ویژه وقتی که این اسانس‌ها در سطح محصول پخش می‌شوند و دیگری شامل افزایش ظرفیت ممانعتی در برابر انتشار اکسیژن به‌دلیل عملکرد به‌عنوان جاروبگر اکسیژن می‌باشند [۳۰]. کاربرد پوشش کیتوزان غنی شده با اسانس آویشن شیرازی بر محتوای ترکیبات فنلی در قارچ شیتاکه نشان داد که ترکیبات فنلی در طی دوره نگه‌داری در این محصول کاهش می‌یابد اما این پوشش خوراکی سبب حفظ مقادیر بالاتری از ترکیبات فنلی می‌گردد [۳۱]. همچنین افزایش غلظت اسانس آویشن شیرازی در ماتریکس فیلم پروتئین زئین منجر به افزایش محتوای فنل کل شده است [۳۲].

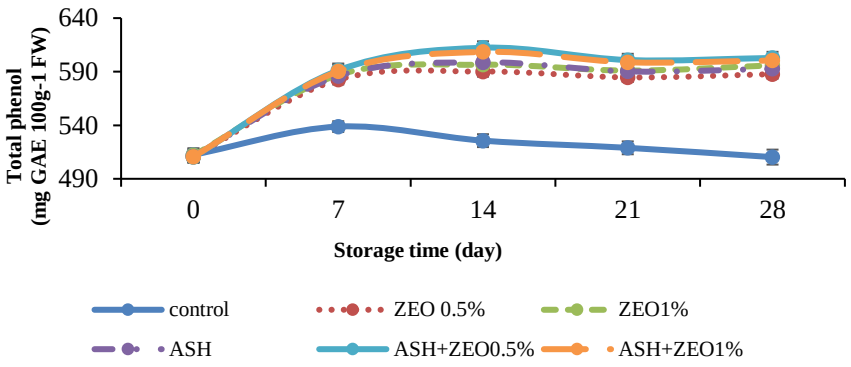


Figure 1. Effect of *Aloe vera* gel edible coating in combination with sesame oil and honey (ASH) and *Zataria multiflora* essential oil (ZEO) treatments and storage time on total phenol of ber fruit.

۲-۳- آنتی‌اکسیدان کل

برهم‌کنش اثر تیمار و زمان انبارمانی نشان داد که میزان آنتی‌اکسیدان کل در همه تیمارها در طول انبارمانی تا روز هفتم افزایش و سپس تا روز آخر انبارمانی کاهش یافت. پس از ۲۸ روز انبارمانی، بیشترین کاهش آنتی‌اکسیدان در تیمار شاهد و کمترین آن در استفاده از آلوئه ورا غنی شده مشاهده شد. کمترین تغییرات کاهشی آنتی‌اکسیدان کل از روز صفر تا روز ۲۸ در تیمارهای پوشش خوراکی آلوئه ورا به‌دست آمد. پس از ٤ هفته انبارمانی، تیمارهای پوشش خوراکی ژل آلوئه ورا غنی‌شده با روغن کنجد، عسل و بدون آویشن شیرازی و در ترکیب با اسانس آویشن نیم درصد نسبت به شاهد به‌ترتیب موجب افزایش ۳۵/۰۲ و ۳۱/۱٦ درصد آنتی‌اکسیدان کل میوه شدند (شکل ۲). گزارش‌های متعددی نشان داده است که پوشش خوراکی آلوئه ورا روی میوه، انگور [۳۳]، گیلاس، شلیل و هلو [۳٤] ضمن حفظ ویژگی-های ارگانولپتیکی، فرآیند پیری و رسیدن را به تأخیر انداختند و موجب حفظ آنتی‌اکسیدان کل میوه شدند. در پژوهشی دیگر بالاترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی در تیمار پوشش خوراکی صمغ عربی غنی شده با اسید اولئیک یک درصد و اسانس دارچین یک درصد در انتهای انبارمانی گزارش شده است [۷]. تیمارهای پوشش خوراکی سبب حفظ ترکیبات فنلی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پوسته سبز رویی میوه پسته شدند که احتمال دارد این پوشش‌ها با تأثیر روی تحریک فعالیت آنزیم فنیل‌آلانین آمونیالاز سبب تولید ترکیبات فنلی شده و در نتیجه منجر به افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پسته شوند [۳۵].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-17]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.146.180]

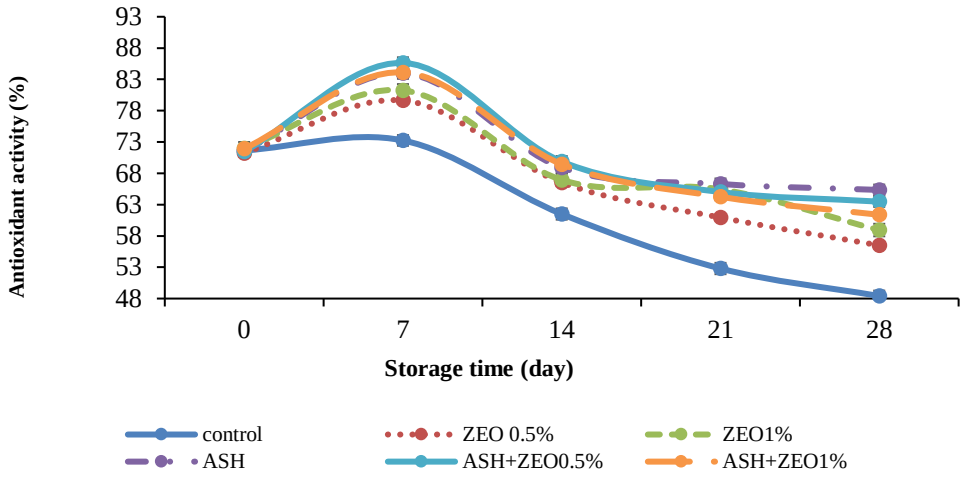
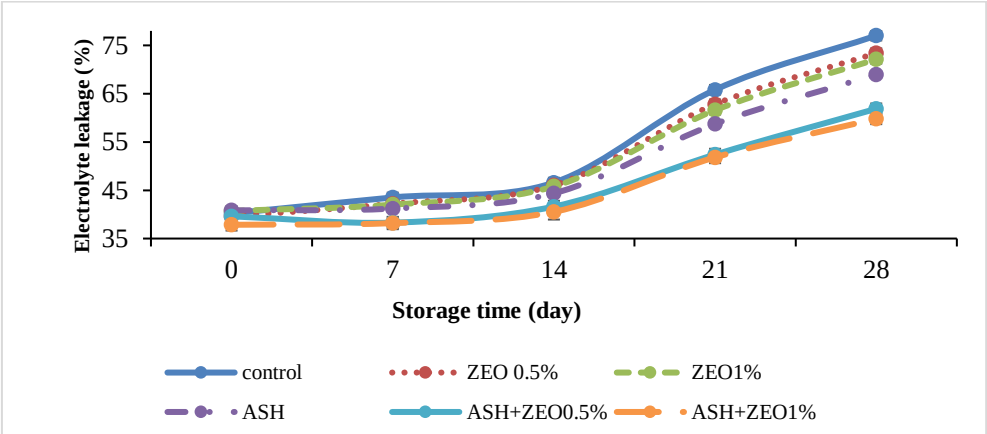


Figure 2. Effect of *Aloe vera* gel edible coating in combination with sesame oil and honey (ASH) and *Zataria multiflora* essential oil (ZEO) treatments and storage time on antioxidant activity of ber fruit.

۳-۳- نشت یونی

برهم‌کنش اثر زمان و تیمار نشان داد که میزان نشت یون در همه تیمارها در طی زمان انبارمانی به‌تدریج افزایش یافت. این افزایش تا روز ١٤ به کندی پیش رفت اما از روز ١٤ به بعد نشت یون با سرعت بیشتری افزایش یافت. بیشترین میزان نشت یون در تیمار شاهد و آویشن شیرازی ۰/۵ درصد مشاهده شد. تیمار حاوی آلوئه ورا غنی شده با عسل، روغن کنجد و آویشن شیرازی یک درصد، کمترین میزان افزایش نشت یون را در طی زمان نگه‌داری داشتند. وجود آلوئه ورا غنی شده منجر به کند شدن سرعت نشت یون در میوه‌ها شد به‌طوری‌که پس از ۲۸ روز انبارمانی، تیمار پوشش خوراکی غنی شده با عسل، روغن کنجد و اسانس آویشن ۱٪ نسبت به شاهد موجب کاهش ۲۸/۸۲ درصد نشت یونی شد (شکل ۳).

آسیب غشاء و نشت الکترولیت ارتباط نزدیکی با هم دارند و با اختلال غشاء مرتبط است. تنش سرمایی و دمای انجماد می‌تواند مقادیر زیادی از گونه‌های اکسیژن فعال را القا کند و منجر به اکسیداسیون لیپید و آسیب غشا شود [۳۶]. همسو با نتایج به‌دست آمده در این پژوهش، کاربرد کیتوزان به‌همراه اسانس دارچین در میوه گواوا سبب کندتر شدن افزایش در نشت یونی گردید و میزان کمتری از نشت یونی را در انتهای دوره انبارمانی نشان داد [۷]. کاربرد پوشش کیتوزان همراه با اسانس آویشن میزان نشت یونی کمتری را در مقایسه با نمونه‌های تیمار نشده در قارچ شیتاکه نشان داد [۳۱]. پوشش کیتوزان غنی شده با اسانس دارچین باعث کاهش پراکسیداسیون غشا و نشت یونی در میوه انگور شد [۳۷]. نتایج این مطالعه با مطالعات انجام شده در مورد اثرات پوشش‌های خوراکی ژل آلوئه ورا روی پرتقال [۸] و پوشش کیتوزان روی میوه فلفل دلمه‌ای [۳۸] قابل مقایسه است که نشان داده‌اند که آسیب غشاء در طول مدت انبارمانی در تیمارهای پوشش خوراکی نسبت به شاهد کاهش می‌یابد.



[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-17]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.146.180]

Figure 3. Effect of *Aloe vera* gel edible coating in combination with sesame oil and honey (ASH) and *Zataria multiflora* essential oil (ZEO) treatments and storage time on electrolyte leakage of ber fruit.

٤-۳- مالون دی‌آلدئید (MDA)

اثر ساده زمان بر شاخص مالون دی‌آلدئید نشان داد که همزمان با افزایش مدت انبارمانی، میزان محتوای مالون دی-آلدئید افزایش معنی‌داری یافت به‌طوری‌که کمترین و بیشترین میزان مالون دی‌آلدئید به‌ترتیب در ابتدای آزمایش (۳/٤ نانومول بر گرم وزن تر) و در انتهای انبارمانی (٤/٥ نانومول بر گرم وزن تر) مشاهده شد. اگرچه از لحاظ آماری بین زمان‌های ۲۱ و ۲۸ام انبارمانی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ٤). مقایسه میانگین اثر ساده تیمارها نشان داد که تیمارها به‌جزء آلوئه ورا غنی شده توانستند میزان مالون دی‌آلدئید را کاهش معنی‌داری دهند و اختلاف آماری معنی-داری نیز بین آنها مشاهده نگردید و بیشترین میزان آن نیز در شاهد (٤/٥ نانومول بر گرم وزن تر) مشاهده شد (شکل ٥).

برای اندازه‌گیری از دست رفتن یکپارچگی غشایی در پاسخ به تنش‌های اکسیداتیو در طی مدت نگه‌داری از شاخص مالون دی‌آلدئید استفاده می‌شود. دی‌اکسیژنه شدن اسیدهای چرب غیراشباع سبب تولید اسیدهای سمی هیدروپروکسی می‌شود که سبب آسیب غشایی به بافت می گردد [۳۹]. پوشش خوراکی به‌عنوان یک مانع برای اکسیژن که مسئول پراکسیداسیون لیپیدها می‌باشد سبب حفظ یکپارچگی غشا می‌گردد. همسو با نتایج به‌دست آمده در این پژوهش کاربرد کیتوزان اسانس دارچین در میوه گواوا سبب کندتر شدن افزایش در مالون دی‌آلدئید گردید [۷]. همچنین هم‌راستا با نتایج به‌دست آمده در این پژوهش مقدار مالون دی‌آلدئید در میوه‌های گوآوا در طی مدت انبارمانی افزایش نشان داد و کاربرد پوشش کیتوزان سبب کاهش مقدار آن در مقایسه با شاهد گردید [۲۸].

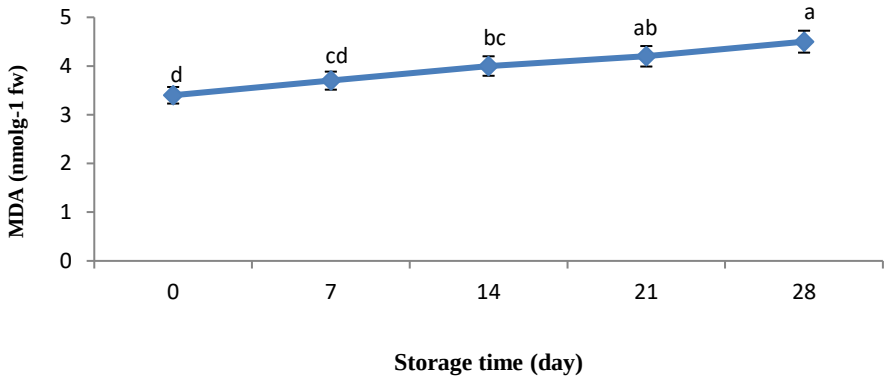


Figure 4. Effect of storage time on malondialdehyde of ber fruit. Similar small letters indicate non-significant difference at 1% level of probability using LSD test.

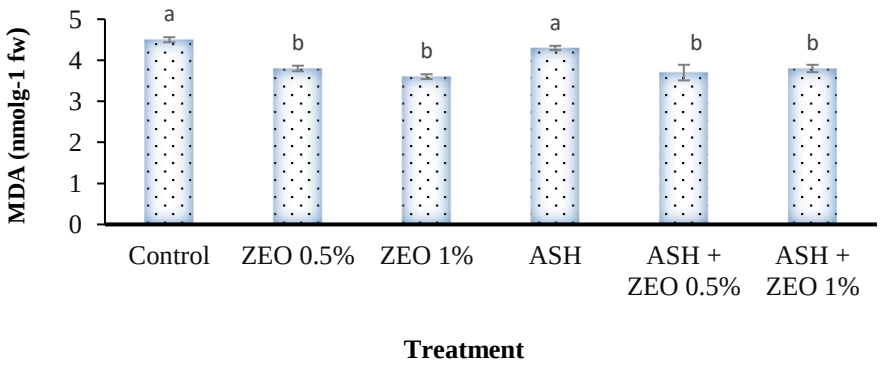


Figure 5. Effect of *Aloe vera* gel edible coating in combination with sesame oil and honey (ASH) and *Zataria multiflora* essential oil (ZEO) treatments on malonaldialdehyde of ber fruit. Similar small letters indicate non-significant difference at 1% level of probability using LSD test.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-17]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.146.180]

۳-۵- شاخص قهوه‌ای شدن

شاخص قهوه‌ای شدن میوه کنارهندی در طی مدت انبارمانی به‌تدریج افزایش یافت و بیشترین سرعت افزایش قهوه‌ای شدن میوه در تیمار شاهد مشاهده شد. در بیشتر تیمارها به‌جز تیمارهای پوشش خوراکی ترکیبی حاوی آلوئه ورا غنی شده با آویشن شیرازی، شروع پدیده قهوه‌ای شدن میوه از روز هفتم انبارمانی مشاهده شد. در تیمارهای حاوی آلوئه ورا غنی شده با عسل، روغن کنجد و اسانس آویشن شیرازی، قهوه‌ای شدن میوه با یک هفته تاخیر در روز چهاردهم انبارمانی مشاهده شد. پس از ٤ هفته انبارمانی، کمترین میزان شاخص قهوه‌ای شدن در میوه‌های پوشش داده شده با آلوئه ورا به‌همراه عسل، روغن کنجد و اسانس آویشن شیرازی ۰/۵ درصد و بیشترین میزان سرعت قهوه‌ای شدن در تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ٦).

مطابق با نتایج به‌دست آمده در این پژوهش، کاهش شاخص قهوه‌ای شدن با کاربرد ژل آلوئه‌ورا و اسانس پوست پرتقال بر قارچ دکمه‌ای [٤٠] به‌دست آمد. اکسیدشدن فنل‌ها، رشد میکروارگانیسم‌ها، فعالیت آنزیم‌های مربوط به قهوه‌ای شدن و کاهش ویتامین ث در محصولات غذایی تحت تأثیر اکسیژن قرار می‌گیرند [٤١]. اکسیداسیون پروتئین‌ها، لیپیدها و رنگیزه‌ها موجب ایجاد بوی نامطبوع، بدرنگی و کاهش مواد تغذیه‌ای می‌گردد که کاهش عمر قفسه‌ای را به‌دنبال دارد [٤٢]. فیلم‌های ساخته شده از پروتئین و کربوهیدرات به‌خاطر فشردگی و ساختار شبکه‌ای باندهای هیدروژنی موانع عالی برای انتقال اکسیژن می‌باشند [٤٣]. فیلم‌ها و پوشش‌های حاوی عوامل آنتی‌اکسیدانی با کاهش دادن سطح اکسیژن میوه موجب کاهش فعالیت آنزیم‌های پلی‌فنل اکسیداز و به عبارت دیگر موجب کاهش اکسیداسیون ترکیبات فنلی به رنگیزه‌های قهوه‌ای و در نتیجه قهوه‌ای شدن آنزیمی می‌شوند [۷]. فیلم‌های ترکیب شده با اسانس به‌نظر می‌آید موانع بهتری برای گازها باشد اما اطلاعات اندکی در این زمینه وجود دارد.

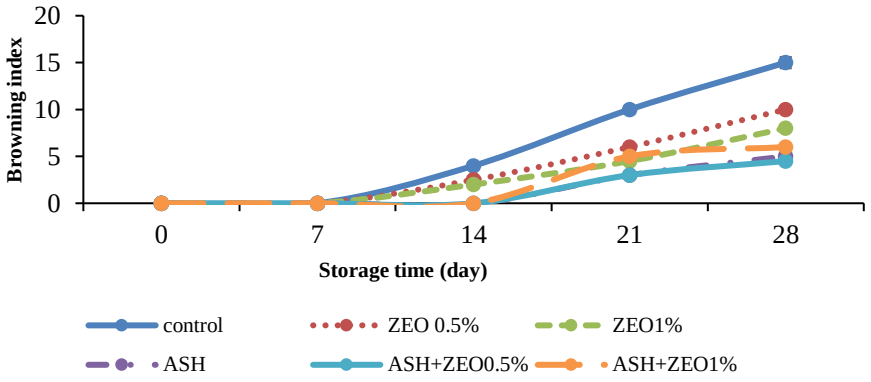


Figure 6. Effect of *Aloe vera* gel edible coating in combination with sesame oil and honey (ASH) and *Zataria multiflora* essential oil (ZEO) treatments and storage time on browning index of ber fruit

۳-٦- پراکسیداز (POD)

مقدار فعالیت آنزیم پراکسیداز میوه در طی زمان نگه‌داری افزایش یافت به‌طوری‌که مقدار آن در ابتدای آزمایش ۱۱/۱ واحد بر گرم وزن تر در دقیقه و در انتهای انبارمانی به ۱۸/٦ واحد بر گرم وزن تر در دقیقه، رسید (شکل ۷). مقایسه میانگین اثر ساده تیمار نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین تیمار پوشش خوراکی ترکیبی با شاهد در میزان فعالیت آنزیم پراکسداز وجود داشت. به‌طوری‌که در تیمار پوشش خوراکی آلوئه ورا غنی شده با عسل، روغن کنجد و اسانس آویشن شیرازی ۰/۵ و ۱٪ به‌ترتیب ١٤ و ١٤/١ واحد بر گرم وزن تر در دقیقه، کمترین میزان فعالیت پراکسداز مشاهده شد و این درحالی بود که اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند، اما هر دو تیمار نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری داشتند. در تیمار شاهد بیشترین میزان فعالیت پراکسداز با مقدار ١٨/٤ واحد بر گرم وزن تر در دقیقه مشاهده شد (شکل ۸).

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-17]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.146.180]

در طول فرآیند رسیدن و پیری میوه، فعالیت آنزیم‌ها منجر به تغییرات در رنگ، طعم، سفتی بافت می‌شود. قهوه‌ای شدن آنزیمی در میوه‌ها و سبزیجات اغلب در اثر فعالیت دو آنـزیم پلـی‌فنل اکسیداز و پراکسیداز حاصل می‌شود که علاوه بر قهوه‌ای شدن و تغییر رنگ محصول، باعث کاهش طعم و کیفیت میوه می‌شوند. با توجه به نقش اکسیژن در فعالیت این دو آنزیم، استفاده از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی می‌تواند باعث مهار فعالیت این آنـزیم‌هـا شود [۲٦]. نتایج تحقیقات مشابه روی انگور یاقوتی نشان داد که ژل آلوئه ورا فعالیت آنزیم پراکسیداز را در حضور اکسیژن کاهش داد [٤٤]. اسانس‌ها با ترکیب شدن با اکسیژن محیط مانع واکنش قهوه‌ای شدن آنزیمی شده و در نتیجه فعالیت آنزیم پراکسیداز را کنترل می‌کنند [٤٥] که با مطالب این پژوهش منطبق می‌باشد. افزایش غلظت اسانس منجر به افزایش شدید فعالیت آنزیم پراکسیداز در سیب رقم گلدن دلیشز شد درحالی‌که در اسانس میخک عکس این حالت مشاهده گردید و افزایش غلظت اسانس میخک اثر بازدارندگی بالاتری داشت [٤٦].

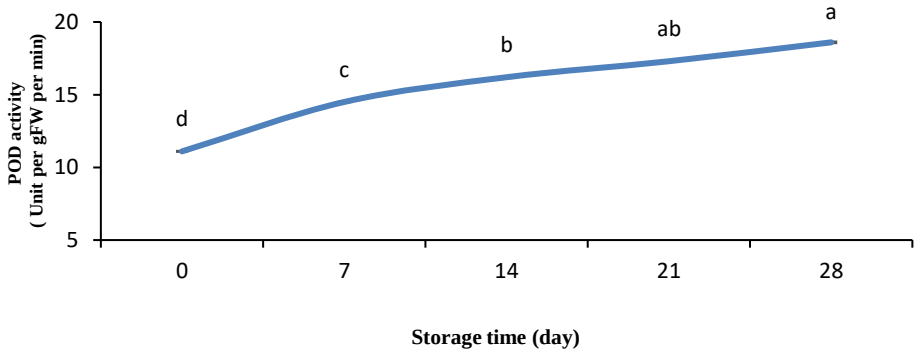


Figure 7. Comparison of the effect of storage time on POD activity of ber fruit

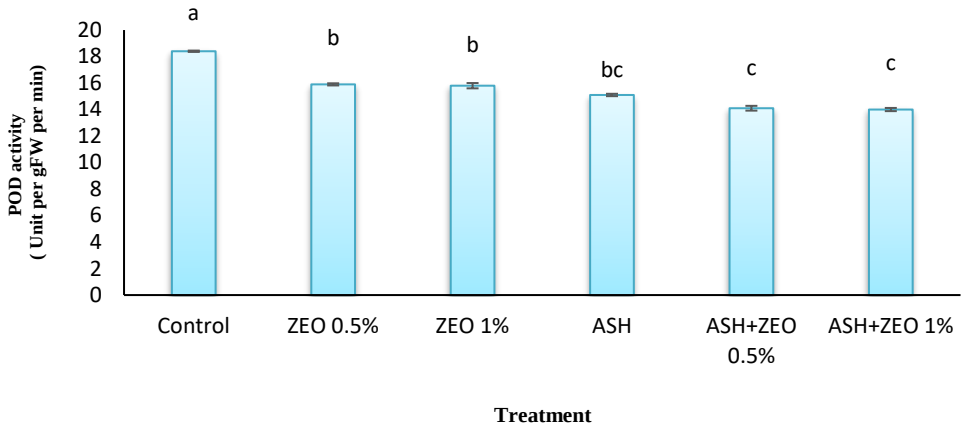


Figure 8. Effect of *Aloe vera* gel edible coating in combination with sesame oil and honey (ASH) and *Zataria multiflora* essential oil (ZEO) treatments and storage time on POD activity of ber fruit.

۷-۳- پلی‌فنل اکسیداز (PPO)

فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز میوه کنارهندی همزمان با افزایش مدت انبارمانی به‌تدریج افزایش یافت. بیشترین سرعت افزایش پلی‌فنل اکسیداز در تیمار شاهد مشاهده شد. پس از ۲۸ روز انبارمانی، کمترین میزان فعالیت پلی‌فنل اکسیداز در میوه‌های پوشش داده شده با آلوئه ورا به‌همراه عسل، روغن کنجد و اسانس آویشن شیرازی ۱٪ مشاهده شد (شکل ۹).

یکسری از آنزیم‌ها به نام پلی‌فنل اکسیدازها یا پلی فنلازها سبب قهوه‌ای شدن میوه می‌گردند. این آنزیم‌ها قادرند ترکیبات فنلی را به اورتوکینون اکسید کنند [٤۷].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-17]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.146.180]

ترکیبات کینونی تحت تاثیر واکنش‌های ثانویه در مجاورت یکدیگر و یا با مواد دیگر مانند پروتئین‌ها ایجاد ترکیبات رنگی باعث قهوه‌ای شدن بافت محصولات گیاهی می‌شوند [۴۸]. این آنزیم‌ها تقریبا در تمامی بافت‌های گیاهی دیده می شوند. سوبسترای پلی‌فنل اکسیداز ترکیبات فنلی موجود در بافت‌های گیاهی و عمدتاً فلاونوئیدها هستند [۴۹]. قهوه‌ای شدن آنزیمی می‌تواند به‌وسیله مقادیر کم اکسیژن کاهش یابد. بنابراین استفاده از روش‌هایی که میزان اکسیژن در دسترس آنزیم را کاهش دهد، می‌تواند سبب کاهش فعالیت این آنزیم و در نتیجه کاهش قهوه‌ای شدن بافت میوه گردد. در این راستا استفاده از اسانس دارچین روی میوه گواوا [۷] و کاربرد سینامالدهید و آویشن روی قارچ دکمه‌ای [۵۰] سبب کاهش فعالیت پلی‌فنل اکسیداز گردید. در مطالعه حاضر نیز این احتمال وجود دارد که پوشش خوراکی به‌عنوان مانع در برابر گازها خصوصاً اکسیژن عمل کرده و در نتیجه با کاهش فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز میزان اکسید شدن ترکیبات فنلی و در نهایت قهوه‌ای شدن میوه کنارهندی را کاهش داده است. همچنین ممکن است به‌علت خواص ضدقارچی و آنتی‌اکسیدانی اسانس گیاهی آویشن شیرازی باشد که از تولید نقاط قهوه‌ای رنگ روی سطح میوه جلوگیری شده است.

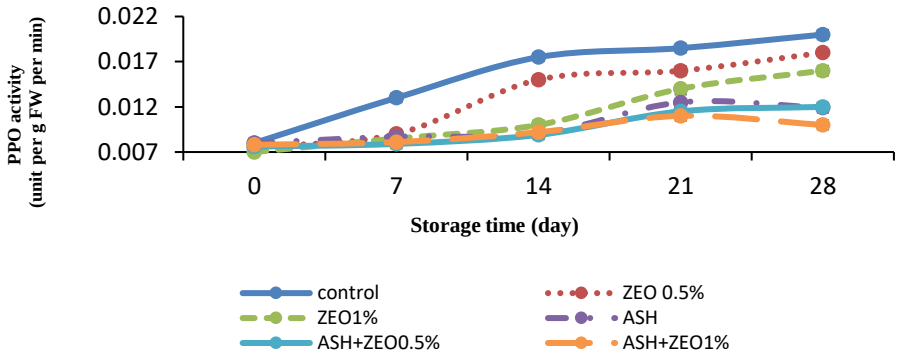


Figure 9. Effect of *Aloe vera* gel edible coating in combination with sesame oil and honey (ASH) and *Zataria multiflora* essential oil (ZEO) treatments and storage time on the PPO of ber fruit.

۴- نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داده است که تیمار آلوئه‌ورا غنی‌شده با عسل، روغن کنجد و اسانس آویشن شیرازی موجب کاهش قهوه‌ای شدن آنزیمی و حفظ برخی ویژگی‌های کیفی میوه کنارهندی در طی ۲۸ روز انبارمانی شده است. در طی دوره نگه‌داری ترکیبات زیست فعال از جمله فنل کل با کاربرد آلوئه ورا غنی‌شده در مقایسه با شاهد بهتر حفظ شد و این موجب افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل میوه گردید. مقدار نشت یونی، مالون دی‌آلدئید، فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز و پراکسیداز در میوه‌های تیمار شده با اسانس آویشن به تنهایی و همراه با آلوئه ورا غنی‌شده در مقایسه با شاهد کمتر شد که این امر سبب کاهش شاخص قهوه‌ای شدن و حفظ کیفیت میوه شده است. به‌طور کلی، پوشش ترکیبی آلوئه ورا غنی‌شده با عسل، روغن کنجد و اسانس آویشن شیرازی نیم درصد، توانست موجب حفظ و بهبود کیفیت و انبارمانی میوه کنارهندی گردد.

۵- سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله از حمایت‌های مالی پارک علم و فناوری هرمزگان و دانشگاه هرمزگان مراتب قدردانی و سپاس خود را اعلام می‌دارند.

۶- منابع

[1] Pareek, S., & Yahia, E.M. (2013). Postharvest Biology and Technology of Ber Fruit. Horticulture Reviews. 41(1), 201-240.

[2] Rastegar, S., Hassanzadeh Khankhedani, H. (2014). Evaluation of some quantitative and qualitative characteristics of the fruit of 11

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-17]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.146.180]

genotypes of Indian kana (*Ziziphus mauritiana*) in Hormozgan province. Journal of Plant Production, 38(3), 110-105.

[3] Qiuping, Z., & Wenshui, X. (2007). Effect of 1-methylcyclopropene and/or chitosan coating treatments on storage life and quality maintenance of Indian jujube fruit. LWT- Food Science and Technology, 40(3), 404-411.

[4] Mi-Moon, K., Kwon, E., Lee, B., & Young Kim, C.H. (2020). Recent Trends in Controlling the Enzymatic Browning of Fruit and Vegetable Products. Molecules. 25 (12), 2754.

[5] Zheng, H., Liu, W., Liu, S. Liu., C., & Zheng, L. (2019). Effects of melatonin treatment on the enzymatic browning and nutritional quality of fresh-cut pear fruit. Food Chemistry, 299, 1-18.

[6] Krishna, H., Kumar, L., Haldhar, S.M., Singh, D., & Saro, P.L. (2018). Phenological growth stages of Indian jujube (*Ziziphus mauritiana* Lamk.) according to the BBCH scale. Annals of Applied Biology, 174, 106–112.

[7] Etemadipoor, R., Dastjerdi, A.M., Ramezanian, A., & Ehteshami, S. (2020). Ameliorative effect of gum arabic, oleic acid and/or cinnamon essential oil on chilling injury and quality loss of guava fruit. Scientia Horticulturae. 266, 109255.

[8] Rasouli, M., Saba, M.K., & Ramezanian, A. (2019). Inhibitory effect of salicylic acid and *Aloe vera* gel edible coating on microbial load and chilling injury of orange fruit. Scientia. Horticulturae. 247, 27–34.

[9] Martínez-Romero, D., Alburquerque, 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. Post-harvest Biology and Technology, 39(1), 93-100.

[10] Radi, M., Firouzi, E., Akhavan, H., & Amiri, S. (2017). Effect of gelatin-based edible coatings incorporated with *Aloe vera* and black and green tea extracts on the shelf life of fresh-cut oranges. Journal of Food Quality, 7, 1-10.

[11] Marpudi, S.L., Abirami, L.S.S., & Srividya, N. (2011). Enhancement of storage life and quality maintenance of papaya fruits using Aloe vera based antimicrobial coating. Indian Journal of Biotechnology, 10, 83-89.

[12] Misir, J.H., Brishti, F.M., & Hoque, M. (2014). *Aloe vera* gel as a novel edible coating for fresh fruits: A Review. American Journal of Food Science and Technology, 2, 93-97.

[13] Chen, L., Mehta, A., Berenbaum, M., Zangeri, A.R., Engeseth, N.J. (2000). Honeys from different floral sources as inhibitors of enzymatic browning in fruit and vegetable homogenates. Journal of Agriculture And Food Chemistry. 48, 4997-5000.

[14] Wijewardana, K .N., Karunathilake, N.W.I.A. & Jayawardana, I. (2014). Development of Edible Coating for Shelf Life Extension of Guava . Focusing on Modern Food Industry (FMFI), *3*(1), 28-34.

[15] Sothomvit, R. (2013). Effect of edible coating on the qualities of fresh guava. Acta horticulture, 58.1012.

[16] Moazzami, A., & Kamal-Eldin, A. (2009). 8 - Sesame seed oil. Gourmet and health-promoting specialty oils, 267–282.

[17] Karami, N., Kamkar. A., Shahbazi. Y., & Misaghi, A. (2021). Electrospinning of double-layer chitosan-flaxseed mucilage nanofibers for sustained release of *Ziziphora clinopodioides* essential oil and sesame oil. LWT- Food Science and Thechnology, 140, 110812.

[18] Ugese, F.D., & Iordye, N. (2021). Moringa and sesame seed oil coatings enhanced sensory attributes of stored sweet orange fruits. ISHS Acta Horticulturae 1306:263-268.

[19] Murmu, S.B., & Mishra, H.N. (2018). Selection of the best active modified atmosphere packaging with ethylene and moisture scavengers to maintain quality of guava during low-temperature storage. Food Chemistry. 253, 55–62.

[20] Ali, M.S., Saleem, M., Ali, Z., & Ahmad, V.U. (2000). Chemistry of *Zataria multiflora* (Lamiaceae). Phytochemistry. 55(8), 933–936.

[21] 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 Chemical and Toxicology, 48(6), 1562–1567.

[22] Moradi, M., Tajik, H.R., Rohani, S.M., Oromiehie, A.R., & Malekinejad, H. (2012). Characterization of antioxidant chitosan film incorporated with *Zataria multiflora* Boiss essential oil and grape seed extract. LWT- Food Science and Technology, 46(2), 477-484.

[23] Hashemi, M., Shakerardekani, A., Dastjerdi, A.M., & Mirdehghan, S.H. (2021b). Effect of Sodium Alginate in Combination with *Zataria*

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-17]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.146.180]

multiflora Boiss. On Phenolic Compounds, Antioxidant Activity, and Browning Enzymes of Fresh In-Hull Pistachio (*Pistacia vera* L.). Journal of Food Quality. 3193573.

[24] Hashemi, M., Dastjerdi, A.M., Mirdehghan, S.H., Shakerardekani, A., & Golding, J.B. (2021a). Incorporation of *Zataria multiflora* Boiss essential oil into gum Arabic edible coating to maintain the quality properties of fresh in-hull pistachio (*Pistacia vera* L.). Food Packaging and Shelf Life. 30, 0110.

[25] Abbasi, M., Mirzaalian Dastjerdi, A., Askari Siahouee, M., Shamili, M., & Madani, B (2022). Effect of edible coatings on green mold reduction and quality maintenance of Mexican lime fruit. Iranian Journal of Food Science and Technology, 123(19), 243-255.

[26] Ehteshami, S., Dastjerdi, A. M., Ramezanian, A., Etemadipoor, R., Abdollahi, F., Salari, M., & Shamili, M. (2021). Effects of edible alginate coating enriched with organic acids on quality of mango fruit during storage. Journal of Food Measurement and Characterization, 16**,** 400-409.

[27] Mandegari, M., Mirzaalian Dastjerdi, A., Mosharraf, L., & Tatari, M. (2019). Effects of storage temperature and nitric oxide on quality and storage life of Naderi pomegranate arils. Iranian Journal of Food Science and Technology, 89(16), 341-356.

[28] Hong, K., Xie, J., Zhang, L., Sun, D., & Gong, D. (2012). Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of guava (*Psidium guajava* L.) fruit during cold storage. Scientia Horticulturae, *144*, 172-178.

[29] Dehghanpour, S., Shamili, M., & Mirzalaiyan Dastjerdi, A. (2021). The impact of cumin essential oil on cold storedradish tubers. Advances in Horticultural Sciences, 35(1), 33-42.

[30] Bonilla, J., Atarés, L., Vargas, M., & Chiralt, A. (2012). Edible films and coatings to prevent the detrimental effect of oxygen on food quality: Possibilities and limitations. Journal of Food Engineering, 110(2), 208-213.

[31] Jiang, T., Feng, L., & Zheng, X. (2011). Effect of chitosan coating enriched with thyme oil on postharvest quality and shelf life of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*). Journal of agricultural and food chemistry, 60(1), 188-196.

[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] Valverde, J.M., Valero, D., Martinez-Romero, D., Guillen, 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.

[34] Paladines, D., Valero, D., Valverde, J.M., Diaz-Mula, H., Serrano, M., & Martinez-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.

[35] Aghdam, M.S., Dokhanieh, A.Y, Hassanpour, H., & Fard, J.R. (2013). Enhancement of antioxidant capacity of cornelian cherry (*Cornus mas*) fruit by postharvest calcium treatment. Scientia horticulturae, 161, 160-164.

[36] Antunes, M.D.C., & Sfakiotakis, E.M. (2008). Changes in fatty acid composition and electrolyte leakage of 'Hayward'kiwifruit during storage at different temperatures. Food Chemistry, 110, 891–896.

[37] Xu, W.T., Peng, X., Luo, Y.B., Wang, J., Guo, X., Huang, K.L. (2009). Physiological and biochemical responses of grapefruit seed extract dip on 'Redglobe' grape. LWT-Food Science and Technology, 42, 471–476.

[38] Xing, Y., Li, X., Xu, Q., Yun, J., Lu, Y., & Tang, Y. (2011). Effects of chitosan coating enriched with cinnamon oil on qualitative properties of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). Food Chemistry, 124, 1443–1450.

[39] Shao, H.B., Liang, Z.S., Shao, M.A., & Wang, B.C. (2005). Changes of anti-oxidative enzymes and membrane peroxidation for soil water deficits among 10 wheat genotypes at seedling stage. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 42(2), 107-113.

[40] Kumar, N., Rahul, K., Upadhyay, A., Gniewosa, M., & Kieliszek, M. (2023). Characterization of Aloe Vera Gel-Based Edible Coating with Orange Peel Essential Oil and Its Preservation Effects on Button Mushroom (*Agaricus bisporus*). Food and Bioprocess Technology, 16, 2877-2897.

[41] Ayranci, E., & Tunc, S. (2004). The effect of edible coatings on water and vitamin C loss of apricots (*Armeniaca vulgaris* Lam.) and green peppers (*Capsicum annuum* L.). Food Chemistry, 87(3), 339-342.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-17]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.146.180]

[42] Liu, F., Dai, R., Zhu, J., & Li, X. (2010). Optimizing color and lipid stability of beef patties with a mixture design incorporating with tea catechins, carnosine, and α-tocopherol. Journal of Food Engineering, 98(2), 170-177.

[43] Yang, L., & Paulson, A. T. (2000). Effects of lipids on mechanical and moisture barrier properties of edible gellan film. Food research international, 33(7), 571-578.

[44] 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, 129012.

[45] Kashaninejad, M., & Daraei Garmakhany., A. (2013). Application of essential oils as natural antioxidant in reduction of peroxidase enzyme activity. Reported research at Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources.

[46] Daraei Garmakhany, A., & Aghajani, N. (2021). Response surface optimization of the effect of natural essential oils from clove, cumin and fennel in golden delicious apple fruit peroxidase inactivation. Iranian Journal of Food Science and Technology, 18, 67-78.

[47] Amiot, M.J., Tacchini, M., Aubert, S., & Nicolas, J. (1992). Phenolic composition and browning susceptibility of various apple cultivars at maturity. Journal of Food Science, 57(4), 958–962.

[48] Lozano, J.E., Drudis-Biscari, R., & Ibarz-Ribas, A. (1994). Enzymatic browning in apple pulps. Journal of Food Science, 59(3), 564–567.

[49] Vamos-Vigyazo, L. (1981). Polyphenol oxidase and peroxidase in fruits and vegetables. *CRC Critical* Review of Food Nutrition, 15, 49–127.

[50] Gao, M, Feng, L, Jiang, T. 2014. Browning inhibition and quality preservation of button mushroom (*Agaricus bisporus*) by essential oils fumigation treatment. Food Chemistry, 149, 107-113.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-17]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.146.180]

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Effect of *Aloe vera* gel enriched with sesame oil, honey and *Zataria multiflora* Boiss essential oil on browning reduction of ber fruit

Aliehsadat Rafaathaghighi[1], Abdolmajid Mirzaalian Dastjerdi[2*], Leila Jafari[3], Farzin Abdollahi[2]

1-Ph.D. student, post-harvest physiology and technology, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran.
2,-*Associate Professor, Department of Horticulture, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran.
3-Assistance Professor, Department of Horticulture, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran.

ARTICLE INFO

Article History:

Received:2023/10/7
Accepted: 2023/11/25

Keywords:

Browning,
Edible coating,
Fruit Quality,
Phenolic compound,
Storage

DOI: 10.22034/FSCT.21.146.180

*Corresponding Author E-Mail:
mirzaalian@hormozgan.ac.ir

ABSTRACT

Ber fruit (*Zizyphus mauritiana* Lamk) contains abundant polyphenols and is highly susceptible to enzymatic browning after harvest. In order to reduce browning and maintain fruit quality of ber fruit, a factorial experiment was conducted in a completely randomized design with four replications. Experimental treatments included control, *Zataria multiflora* essential oil (ZEO) (0.5%), ZEO (1%), *Aloe vera* gel-based (20%) enriched with sesame oil 1%, honey 1% (ASH), ASH + ZEO (0.5%), ASH + ZEO (1%) and storage time (0, 7, 14, 21 and 28 days) at 6 ± 1°C and relative humidity of 90±5%. The results showed that edible coating application had significant effect on the quality characteristics of the ber fruit during storage. The combination of ASH with ZEO (0.5%), as an edible coating, significantly alleviated enzymatic browning by reducing PPO and POD activities on fruit during 28 days of storage. Fruits treated with ASH with ZEO (0.5%) reduced browning index (70%) compared to the control; while increased total phenol content and antioxidant activity (18.14%, and 31.16%, respectively) compared to the control after 28 days of storage. Also, ASH in combination with ZEO (0.5%) treatment decreased electrolyte leakage and malondialdehyde (19.7%, and 17.8%, respectively) compared to the control after 28 days of storage. These results indicated that ASH edible coating in combination with ZEO (0.5%) can be a useful method for delaying ripening and senescence, extending the storage life of ber fruit.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-17]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.146.180]