مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۲۰ شماره ۴ صفحه‌های ۴۷۷ تا ۴۹۴ (۱۳۹۸)
مقاله پژوهشی

تأثیر پوشش خوراکی اولئیک اسید حاوی اسانس دارچین بر ویژگی‌های کیفی میوه گوآوا (*Psidium guajava* L.)[1]

Effect of Oleic Acid Edible Coating Containing Cinnamon Essential Oil on Qualitative Characteristics of Guava Fruit (*Psidium guajava* L.)

رسول اعتمادی پور، اصغر رمضانیان*، عبدالمجید میرزاعلیان دستجردی و منصوره شمیلی[2]

چکیده

گواوا میوه‌ای گرمسیری با ارزش غذایی بالا اما بسیار فسادپذیر است. در این مطالعه میوه‌ها با اولئیک اسید ۱ و ۲٪ به‌تنهایی و در ترکیب با اسانس دارچین ۱ و ۲٪ تیمار و به‌مدت ۲۸ روز در انبار (دمای ۱± ۱۰ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۰ تا ۹۵٪) نگهداری شدند و ویژگی‌های کمی و کیفی میوه‌ها مورد بررسی قرار گرفتند. نتیجه‌ها نشان داد که تیمارها سبب حفظ بیشتر ویژگی‌های کیفی میوه نسبت به تیمار شاهد گردیدند. تیمارهای اولئیک اسید ۱٪ و اسانس دارچین ۱٪ با جلوگیری از کاهش وزن و حفظ سفتی همراه با کاهش تغییر رنگ و کلروفیل تاثیر چشم‌گیرتری را نشان دادند. میوه‌های تیمار شده با اولئیک اسید ۱٪ به‌همراه اسانس دارچین ۱٪ بیشترین مقدار اسکوربیک اسید، فنول کل، فلاونوئید کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی و کمترین فعالیت آنزیم پلی‌فنول اکسیداز را در ۲۸ روز نگهداری نشان دادند. بالاترین مقدار ماده‌های جامد محلول کل و شاخص طعم و کمترین مقدار اسید قابل تیتر در تیمار شاهد به‌دست آمد. این نتیجه‌ها نشان داد که تیمار اولئیک اسید به‌همراه اسانس دارچین می‌تواند یک روش مفید برای به‌تاخیر انداختن رسیدن و پیری، افزایش انبارمانی و حفظ کیفیت میوه گوآوا باشد.

واژه‌های کلیدی: اسکوربیک اسید، پلی‌فنول اکسیداز، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، شاخص طعم، کیفیت میوه.

مقدمه

گوآوا (*Psidium guajava* L.) گیاه بومی مناطق گرمسیری آمریکا و متعلق به تیره موردسانان[3]می‌باشد. میوه گوآوا یک سته با بذر فراوان به شکل گرد، تخم مرغی شکل و یا گلابی شکل می‌باشد. میوه‌های نابالغ به رنگ سبز و دارای بافت سخت، صمغی و خیلی گس می‌باشند (۲۳). گوآوا می‌تواند در مرحله سبز بالغ که دارای مزه شیرین و گوشت سفید می‌باشد یا در مرحله رسیده کامل که گوشت آن سفید متمایل به قرمز روشن و پوست آن زرد می‌باشد مصرف شود (۳۵).

ماهیت فرازگرایی و طبیعت فسادپذیر این میوه عمر پس از برداشت آن را محدود می‌کند (۲ تا ۳ روز در دمای محیط) و نگهداری میوه‌ها در انبار با دمای بالا منجر به افزایش فعالیت قارچ‌های بیماری‌زا، تنفس و تولید اتیلن بالا، کاهش وزن و چروکیدگی سطح پوست میوه می‌شود که در نتیجه منجر به کاهش انبارمانی و گسترش فساد میوه شده و نگهداری در دمای پایین سبب تشدید نشانه‌های سرمازدگی و بروز آسیب در این میوه می‌شود (۳۲).

در سال‌های اخیر توجه زیادی به تولید فیلم‌ها و پوشش‌های زیست‌تخریب‌پذیر و کاربردهای صنعتی آن‌ها شده است. فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی از پلیمرهای طبیعی تهیه می‌شوند. این پوشش‌ها لایه‌های نازکی از ماده‌هایی هستند که سدی در مقابل

۱- تاریخ دریافت: ۹۸/۶/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۸/۸/۴

۲- به‌ترتیب دانشجوی پیشین دکتری گروه علوم باغبانی، دانشگاه هرمزگان، استاد بخش علوم باغبانی، دانشگاه شیراز، استادیار و دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه هرمزگان، بندعباس، ایران.

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (ramezanian@shirazu.ac.ir).

۳- Myrtaceae

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-09-03]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.4.6.9]

انتقال رطوبت و گاز ایجاد می‌کنند و می‌توانند توسط مصرف‌کننده خورده شوند. قوانین بین المللی پوشش خوراکی را به‌عنوان بخشی از ماده‌های غذایی در نظر می‌گیرد. این فیلم‌ها باید ویژگی‌های مکانیکی مطلوبی داشته و از نظر شیمیایی پایدار باشند (۳۷). انواع پوشش‌های خوراکی شامل پوشش‌های پلی‌ساکاریدی، پروتئینی، لیپیدی و پوشش‌های مرکب می‌باشند. پوشش‌های لیپیدی انعطاف‌پذیری و چسبندگی بالایی دارند. این پوشش‌ها به‌دلیل قطبیت کم و آبگریز بودن از نفوذپذیری‌کمی در برابر رطوبت برخوردار می‌باشند (۱۲). ترکیب‌های لیپیدی به‌دلیل قطبیت کم، کارایی موثری در جلوگیری از انتقال رطوبت دارند. نشان داده شده است که پوشش‌های لیپیدی در ترکیب با دیگر پوشش‌ها مانند ترکیب موم زنبور عسل، اسیدهای استئاریک و پالمیتیک با گلوتن گندم (۴۴) سبب حفظ ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی میوه می‌گردد. افزون بر نقش کمکی لیپیدها در پوشش‌هایی با پایه هیدروکلوئیدی، این ترکیب‌ها قادر به ایجاد پوشش‌های لیپیدی نیز هستند (۱۲). کاربرد پوشش‌های لیپیدی موم زنبور عسل در میوه انبه (۱۴) و واکس لاک- الکل در میوه کیوی (۲۱) سبب حفظ ویژگی‌های کیفی این میوه‌ها در طی دوره نگهداری گردیده است.

از سوی دیگر افزودن اسانس‌ها با ویژگی ضدمیکروبی، آنتی‌اکسیدانی و همچنین با داشتن ویژگی هیدروفوبیک (آبگریز)، می‌توانند باعث بهبود ویژگی‌های ظاهری، یکپارچگی، امنیت میکروبی، مقاومت مکانیکی و کاهش انتشار ماده‌های ضد میکروبی از سطح ماده‌های غذایی شوند (۳۲). اسانس دارچین (*Cinnamomum zeylanicum*) به‌عنوان چاشنی، طعم دهنده و افزودنی مفید توسط سازمان غذا و دارو شناخته شده است که افزون بر قدرت طعم‌دهندگی، خاصیت ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدانی قوی دارد. ترکیب‌های غالب این اسانس شامل سینام آلدهید با ۶۰/۴۱٪ بیشترین و پس از آن لینالول با ۶/۴۶٪، ارتومتوکسی سینامیک آلدهید با ۳/۶۳٪، بتا کاریوفیلن با ۳/۵٪، سینئول با ۳/۳۲ و اوژنول با ۳/۱۳٪ می‌باشند (۱). در ارتباط با کاربرد پوشش‌های لیپیدی در ترکیب با اسانس می‌توان به کاربرد واکس کارنوبا با غلظت‌های مختلف از اسانس علف لیمو در میوه آلو (۲۵)، پوشش کارنوبا-شلاک به‌تنهایی و همراه با اسانس علف لیمو در میوه سیب (۲۲) و کاربرد پوشش‌های خوراکی لیپیدی (گلیسرول منواستئارات و موم کارنوبا) همراه با اسانس آویشن در کشمش (۲) برای حفظ کیفت میوه در طی دوره نگهداری اشاره کرد. ترکیب اسانس دارچین با پوشش خوراکی صمغ عربی در میوه لیمو (۶) و گوآوا (۱۶) سبب حفظ کیفیت و عمر انباری این میوه‌ها گردید.

بنابراین، با توجه به ویژگی‌های اولئیک اسید و اثرهای ضدقارچی اسانس دارچین، این پژوهش برای بررسی تأثیر اولئیک اسید و اسانس دارچین به‌عنوان تیمار پس از برداشت، برای حفظ کیفیت و افزایش عمر انباری میوه گوآوا انجام شد.

مواد و روش‌ها

میوه‌های گواوا در مرحله سبز بالغ (L^*= 43.62, a^*= -13.02 and b^*= 17.06) از یک باغ تجاری در شهرستان رودان (°27.61 N, °57.19 E) در استان هرمزگان برداشت شدند. تمامی درختان انتخابی از نژادگان محلی تو زرد و هم سن بودند. میوه‌ها پس ازبرداشت برای اعمال تیمارها به آزمایشگاه علوم باغبانی دانشگاه هرمزگان منتقل شدند. در آزمایشگاه ابتدا میوه‌های گواوا ناسالم و غیریکنواخت از نظر رنگ و اندازه حذف شدند. سپس میوه‌ها توسط هیپوکلریت سدیم ۰/۵٪ به‌مدت یک دقیقه گندزدایی و پس از آن با آب مقطر شستشو و به‌مدت ۳۰ دقیقه در مجاورت هوا خشک شدند. تیمارهای مورد استفاده در این مرحله شامل شاهد، اولئیک اسید ۱٪ (حجمی/حجمی)، اولئیک اسید ۲٪ و نیز تیمارهای ترکیبی اولئیک اسید ۱٪ همراه با اسانس دارچین ۱٪ (حجمی/حجمی)، اولئیک اسید ۱٪ همراه با اسانس دارچین ۲٪، اولئیک اسید ۲٪ همراه با اسانس دارچین ۱٪ و اولئیک اسید ۲٪ همراه با اسانس دارچین ۲٪ بود. اسانس دارچین دارای ۸۱/۳۷٪ سینام آلدئید و ۳/۹۰٪ لینالول از شرکت باریج اسانس کاشان تهیه شد. یک و دو میلی‌لیتر از اولئیک اسید با استفاده از آب گرم (۹۰-۸۰ درجه سلسیوس) به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد و با استفاده از همزن مغناطیسی به مدت پنج دقیقه هم زده شد. در ادامه، گلیسرول (یک درصد وزنی/حجمی) و توئین ۸۰ (یک درصد وزنی/حجمی) افزوده شد و امولسیون آماده شده در دمای محیط خنک گردید (۱۴). در ادامه برای تهیه پوشش به همراه اسانس دارچین با غلظت‌های یک و دو درصد (حجمی/حجمی)، یک و دو میلی‌لیتر اسانس به‌ترتیب با ۰/۵ و یک گرم توئین ۸۰ حل و به امولسیون افزوده شد. اعمال تیمار به‌صورت غوطه‌وری سریع به مدت ۲ دقیقه انجام شد. در نهایت پس از خشک شدن نمونه‌ها در دمای محیط، میوه‌ها به‌مدت صفر، ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز در سردخانه با دمای ۱± ۱۰ درجه

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-09-03]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.4.6.9]

سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۰ تا ۹۵٪ قرار گرفتند و سپس به‌مدت یک روز در دمای محیط نگهداری شدند. شاخص‌های اندازه‌گیری شامل:

کاهش وزن

شاخص کاهش وزن میوه با استفاده از ترازوی دیجیتال (Sartorius, Germany) با دقت ۰/۰۱ گرم با اندازه‌گیری وزن میوه در ابتدای آزمایش و نیز در زمان‌های مختلف انبارمانی و از معادله زیر محاسبه گردید.

۱۰۰ ×[وزن اولیه/ (وزن ثانویه –وزن اولیه)] = کاهش وزن (٪)

سفتی

جهت تعیین سفتی بافت گوشت دو نقطه مقابل بخش استوایی میوه با استفاده از سفتی سنج دیجیتال (Turoni 53205, Italy) با قطر پروب ۸ میلی‌متر و برحسب نیوتن اندازه‌گیری شد.

رنگ پوست

شاخص‌های رنگ L^* یا روشنایی رنگ، a^* یا تغییرهای رنگ از سبز به قرمز و b^* یا تغییرهای رنگ از آبی به زرد مربوط به رنگ پوست سه نقطه از میوه با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج[۱](CR400, Minolta, Japan) اندازه‌گیری شد.

کلروفیل کل

برای اندازه‌گیری مقدار کلروفیل، ۰/۵گرم از بافت پوست میوه همراه با ۵ میلی‌لیتر استون ۸۰٪ در هاون چینی ساییده شد. پس از همگن شدن به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۱۳۰۰۰ دور در دقیقه و در دمای ۴ درجه سلسیوس سانتریفیوژ گردید. فاز رویی جدا شد و حجم آن با استون ۸۰٪ به ۱۰ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس جذب نمونه‌ها با استفاده از دستگاه میکروپلیت ریدر (Epoch 2; Bio-Tek, USA) در طول موج‌های ۶۴۶/۶ و ۶۶۳/۶ نانومتر خوانده شد و در نهایت غلظت کلروفیل کل بر حسب میلی‌گرم در گرم وزن تر محاسبه شد (۲۸).

اسکوربیک اسید

مقدار اسکوربیک اسید با روش اسپکتروفتومتری و با استفاده از منحنی استاندارد اسکوربیک اسید اندازه‌گیری شد (۳۴). برای این اندازه‌گیری از ۲ و۶ دی کلرواینددوفنول[۲] آبی رنگ (۰/۰۰۲۵ ٪) و متافسفریک اسید[۳] بی‌رنگ (۱٪) استفاده شد. در این روش ۰/۱ میلی‌لیتر از آب میوه به ۱۰ میلی‌لیتر از متافسفریک اسید اضافه و به‌شدت تکان داده شد. در ادامه یک میلی‌لیتر از این محلول به ۹ میلی‌لیتر از محلول ۲ و۵ دی کلرواینددوفنول اضافه و مجدد به‌شدت تکان داده شد و جذب نمونه‌ها با استفاده از دستگاه میکروپلیت ریدر (Epoch 2; Bio-Tek, USA) در طول موج ۵۱۰ نانومتر خوانده شد. منحنی استاندارد با استفاده از غلظت‌های صفر تا ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید ال- اسکوربیک به‌دست آمد. مقدار اسکوربیک اسید میوه برحسب میلی‌گرم اسکوربیک اسید در هر ۱۰۰ گرم وزن تر محاسبه شد.

محتوای فنول کل و فلاونوئید کل

برای اندازه‌گیری مقدار فنول کل و فلاونوئید کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی ابتدا ۰/۵ گرم بافت میوه با سه میلی‌لیتر متانول همگن و سانتریفیوژ گردید. مقدار فنول کل با استفاده از معرف فولین- سیوکالتیو [۴] اندازه‌گیری شد (۴۲). مقدار فنول کل براساس میلی‌گرم اسید گالیک در هر ۱۰۰ گرم وزن تر و با استفاده از منحنی استاندارد اسید گالیک (صفر تا ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) محاسبه گردید. برای تعیین مقدار فلاونوئید کل از روش رنگ سنجی کلراید آلومینیوم استفاده شد (۹). مقدار فلاونوئید کل بر حسب میلی‌گرم کوئرستین[۵] در ۱۰۰ گرم وزن تر با استفاده از منحنی استاندارد کوئرستین (0-500 mg/ L) به‌دست آمد.

فعالیت آنتی اکسیدانی

فعالیت آنتی‌اکسیدانی براساس روش Brand-Williams و همکاران (۸) به‌دست آمد. در این روش ۳۰ میکرولیتر از عصاره متانولی با ۲۷۰ میکرولیتر ۲ و ۲-دی فنیل ۱-پیکریل هیدرازیل (۰/۱ میلی‌مولار) آمیخته و توسط تکان‌دهنده انگشتی به‌هم زده

۱- Chromameter ۲- 2,6- Dichlorophenol indophenol ۳- Metaphosphoric acid ۴- Folin-Ciocalteu
۵- Quercetin

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-09-03]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.4.6.9]

شد و به‌مدت ۳۰ دقیقه در محیط تاریک قرار داده شد و جذب نمونه‌ها با استفاده از میکروپلیت ریدر (Epoch 2; Bio-Tek, USA) در طول موج ۵۱۷ نانومتر خوانده و با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد.

۱۰۰ ×[جذب کنترل /(جذب نمونه- جذب کنترل)= فعالیت آنتی‌اکسیدانی (٪)

ماده‌های جامد محلول کل، اسید قابل تیتر و شاخص طعم

میزان ماده‌های جامد محلول برحسب درصد بریکس آب میوه با استفاده از قندسنج دیجیتال (DBR95, Taiwan) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری میزان اسید قابل تیتر میوه، ابتدا یک میلی‌لیتر از آب میوه با آب مقطر به حجم ۱۰ میلی‌لیتر رسانده شد و با سود ۰/۱ نرمال تا رساندن به پی‌اچ ۸/۲ عمل تیتراسیون انجام شد. مقدار اسید قابل تیتر بر حسب درصد سیتریک اسید (اسید غالب میوه گوآوا) گزارش گردید (۳۸).

طرح آزمایشی و واکاوی داده‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح به‌طور کامل تصادفی با سه تکرار و پنج میوه در هر تکرار اجرا شد. فاکتور اول آزمایش شامل تیمار و فاکتور دوم آزمایش شامل زمان انبارمانی بود. واکاوی آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزارSAS نسخه ۹/۲ انجام گردید. رسم شکل‌ها نیز به‌وسیله نرم افزار اکسل صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

کاهش وزن

اثرهای اصلی تیمار و زمان در سطح ٪۱ و برهمکنش آن‌ها در سطح ۵٪ بر شاخص کاهش وزن میوه گوآوا معنی‌دار بود. همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده شده است، مقدار کاهش وزن در طی دوره انبارمانی افزایش یافت. پس از ۷ روز نگهداری اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد اما در روز ۱۴ انبارمانی کمترین کاهش وزن با ۳۸/۴۵٪ اختلاف نسبت به شاهد در تیمار اولئیک اسید ۲٪ مشاهده شد. پس از ۲۱ روز انبارمانی، تیمارهای اولئیک اسید ۱٪+ اسانس ۱٪، اولئیک اسید ۲٪ و هم‌چنین اولئیک اسید ۱٪ + اسانس ۲٪ به‌ترتیب با ۳۹/۹۲، ۳۴/۴۰ و ۳۴/۳۳٪ اختلاف نسبت به شاهد کمترین کاهش وزن را نشان دادند. سرانجام در انتهای دوره انبارمانی همه تیمارها نسبت به شاهد کاهش وزن کمتری را نشان دادند و این کاهش وزن در تیمارهای اولئیک اسید ۱٪ + اسانس ۱ و ۲٪ و هم‌چنین اولئیک اسید ۲٪ کمتر از سایر تیمارها بود. کاهش وزن یک پارامتر مهم در کیفیت میوه است زیرا می‌تواند ویژگی‌های ظاهری و کیفیت تغذیه‌ای را در میوه‌ها زیر تاثیر قرار دهد. در طی دوره پس از برداشت میوه‌ها و سبزی‌ها کاهش وزن به‌دلیل خروج رطوبت به شکل بخار رخ می‌دهد (۴۴). این نتیجه‌ها نشان می‌دهد که این پوشش‌ها با ایجاد یک مانع اضافی در سطح میوه به کاهش از دست دادن رطوبت و تغییر اتمسفر پیرامون میوه کمک می‌کند. هم‌چنین این پوشش‌ها مقدار دی‌اکسیدکربن بالاتر و اکسیژن پایین‌تری در پیرامون نمونه‌ها ایجاد می‌کنند که باعث کاهش تنفس می‌گردد (۴۶). کاهش وزن کمتر در میوه‌های پوشش داده نشانگر تاثیر مثبت این پوشش‌ها به‌عنوان یک مانع خروج رطوبت می‌باشد. نفوذپذیری به بخار آب در فیلم‌های تولید شده از اسید چرب وابسته به درجه اشباع و طول زنجیره اسیدهای چرب می‌باشد. نتیجه‌های این پژوهش با نتیجه‌های به‌دست آمده از پژوهش‌های پیشین همسو است. در پژوهش‌های پیشین کاربرد واکس کارنوبا با غلظت‌های مختلف از اسانس علف لیمو در میوه آلو (۲۵)، پوشش کارنوبا- شلاک به‌تنهایی و همراه با اسانس علف لیمو در میوه سیب (۲۲) و کاربرد پوشش لاک و الکل ۲٪ در میوه کیوی (۲۱) باعث بروز کمترین کاهش وزن در مقایسه با میوه‌های بدون پوشش گردید. هم‌چنین کاربرد پوشش‌های لیپیدی موم زنبور عسل در پرتقال خونی (۴۱) و انبه (۱۴) و کاربرد صمغ عربی به همراه اسانس دارچین در میوه گوآوا (۱۶) مقدار کاهش وزن کمتری را در مقایسه با شاهد نشان داده‌اند.

سفتی

اثرهای ساده زمان، تیمار و برهمکنش آن‌ها بر مقدار سفتی میوه گوآوا از نظرآماری در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. مقدار سفتی در طی ۲۸ روز نگهداری در انبار ۱۰ درجه سلسیوس کاهش یافت. پس از ۷ روز نگهداری، بیشترین کاهش در سفتی به‌ترتیب با ۴۷/۳۸ و ۴۷/۲۶٪ اختلاف نسبت به زمان شروع در تیمارهای شاهد و اولئیک اسید ۲٪+ اسانس دارچین دو درصد مشاهد شد و بین سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در روز ۱۴ انبارمانی بالاترین مقدار سفتی در تیمارهای اولئیک اسید یک

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-09-03]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.4.6.9]

درصد+ اسانس دارچین یک درصد و دو درصد به‌ترتیب با ۳۶/۰۶ و ۳۵/۶۶٪ اختلاف نسبت به شاهد به‌دست آمد. هم‌چنین اولئیک اسید یک درصد+ اسانس دارچین یک درصد در روزهای ۲۱ و ۲۸ انبارمانی به‌ترتیب با ۳۷/۲۰ و ۵۰/۶۹٪ اختلاف معنی‌داری را نسبت به شاهد نشان داد (شکل ۱). سفتی میوه با افزایش دوره انبارمانی یک الگوی کاهشی را نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل ۲ نشان داده شده است این تغییرها در میوه‌های پوشش‌دار کمتر می‌باشد. برای میوه‌های فرازگرا سفتی در طی رسیدن کاهش می‌یابد که به‌طور عمومی مربوط به تجزیه دیواره یاخته‌ای و از دست دادن فشار تورژسانس به دلیل از دست دادن رطوبت می‌باشد (۲۴). نرم شدن میوه با فرآیندهای محلول شدن پکتین به ماده‌های پکتیکی، شکست نشاسته به قندهای محلول و از دست دادن آب از پوست همراه است (۳۰). پوشش‌های خوراکی همانند بسته‌بندی با اتمسفر تغییر داده شده می‌تواند سفتی میوه‌ها را به تاخیر اندازد (۱۰). حفظ سفتی در میوه‌های پوشش داده شده می‌تواند مربوط به تشکیل اتمسفر با اکسیژن کمتر یا دی‌اکسیدکربن بالاتر باشد. تاخیر در از دست دادن سفتی می‌تواند مربوط به کاهش مبادله اکسیژن در اثر ایجاد یک مانع فیزیکی به‌وسیله پوشش باشد که سبب کاهش در تنفس می‌گردد که این کاهش به نوبه خود فعالیت آنزیم‌های هیدرولیزکننده را کاهش داده و نرم شدن را به‌تاخیر می‌اندازد (۱۴). همسو با نتیجه‌های به‌دست آمده در این پژوهش کاربرد موم زنبور عسل در میوه پرتقال خونی (۴۰)، شلاک در میوه گلابی (۵۱) و موم زنبور عسل دو درصد در میوه انبه (۱۴) سبب حفظ سفتی گردید. کاربرد واکس لاک- الکل دو درصد سبب حفظ سفتی در غلاف لوتوس (۲۷) و میوه کیوی (۲۱) گردید. هم‌چنین سفتی میوه در میوه‌های سیب بدون پوشش در طی ۵ ماه نگهداری کاهش یافت درحالی‌که نمونه‌های پوشش داده شده با واکس کارنوبا-شلاک و واکس کارنوبا-شلاک-علف لیمو تغییری را نشان ندادند (۲۲) و کاربرد پوشش کارنوبا با اسانس لیمو در میوه آلو (۲۵) و صمغ عربی به همراه اسانس دارچین در میوه گوآوا (۱۶) سبب حفظ سفتی در مقایسه با میوه‌های شاهد گردید.

رنگ پوست

اثر تیمار در زمان بر شاخص‌های L^*، a^* و b^* در سطح یک درصد معنی‌دار گردید. همان‌طور که در جدول ۱ نشان داده شده است مقدار شاخص L^* تا روز ۲۱ انبارمانی در همه نمونه‌ها به غیر از شاهد کاهش یافت که در این زمان بین تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در ادامه یک روند افزایشی در مقدار L^* در همه تیمارها مشاهده شد و پس از ۲۸ روز نگهداری، میوه‌های تیمار شده با اولئیک اسید یک درصد+ اسانس دارچین دو درصد کمترین شاخص L^* را نشان داد. مقدار شاخص a^* نشان دهنده‌ی تغییرهای رنگ از سبز به قرمز می‌باشد. نتیجه‌های مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد مقدار شاخص a^* در طی دوره نگهداری در همه نمونه‌ها افزایش یافت. در زمان شروع انبارمانی بین میوه‌ها از نظر این شاخص اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. پس از هفت روز نگهداری بیشترین تغییر در شاخص a^* (۲۸٪/۹۹) نسبت به زمان شروع در تیمار اولئیک اسید دو درصد و اسانس دارچین دو درصد مشاهده شد. در روز ۱۴ انبارمانی بین تیمارها اختلاف معنی‌داری دیده نشد. در روز ۲۱ انبارمانی کمترین شاخص a^* با ۲۲/۸۱٪ اختلاف نسبت به شاهد در تیمار اولئیک اسید یک درصد+ اسانس دارچین دو درصد مشاهده شد. در انتهای دوره انبارمانی بیشترین شاخص a^* در تیمارهای شاهد و اولئیک اسید ۲٪+ دارچین ۲٪ بدون اختلاف معنی‌داری به‌دست آمد و سایر تیمارها نسبت به شاهد مقدار a^* کمتری را نشان دادند (جدول ۱). تغییرهای b^* یک روند افزایشی را در طی دوره نگهداری نشان داد و در انتهای دوره نگهداری بین تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۱).

پوشش خوراکی می‌تواند ویژگی‌های ظاهری میوه را زیر تاثیر قرار دهد. تغییر در رنگیزه‌ها مانند تجزیه کلروفیل و سنتز کاروتنوئید یک تغییر رایج در رسیدن میوه گوآوا می‌باشد و برای متمایز کردن مراحل توسعه در میوه مورد استفاده قرار می‌گیرد (۴۰). مقدار a^* بالاتر در میوه شاهد نشان دهنده تغییرهای رنگ بیشتر از سبز به قرمز و رسیدن سریع‌تر می‌باشد. همسو با نتیجه‌های به‌دست آمده در این پژوهش کاربرد واکس کارنوبا همراه با گالاکتومانان در میوه گوآوا بالاترین مقدار a^* (مقدار مثبت) را در میوه‌های بدون پوشش و نگهداری شده در دمای محیط نشان داد که نشان دهنده مرحله رسیدگی کامل در این تیمار می‌باشد، درحالی‌که سایر تیمارها مقدار a^* منفی را نشان دادند. رنگ میوه هم‌چنین زیر تاثیر آنزیم پلی‌فنول اکسیداز قرار می‌گیرد که با افزایش مقدار رنگ قهوه‌ای سبب افزایش مقدار L^* در میوه می‌گردد (۱۸). کاربرد کارنوبا+ شلاک به‌تنهایی و همراه با اسانس علف لیمو در میوه سیب نشان داد که این پوشش‌ها می‌تواند سبب حفظ رنگ میوه در طول دوره رسیدن شوند (۲۲). هم‌چنین پوشش کارنوبا حاوی غلظت‌های مختلف از علف لیمو در میوه آلو سبب تغییرهای کندتر در رنگ میوه گردید به‌طوری که باعث کاهش روشنایی اما سبب افزایش a^* در همه نمونه‌ها شدند (۲۵). افزایش a^* در طول دوره نگهداری می‌تواند ناشی از

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-09-03]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.4.6.9]

رسیدن میوه و پیری و یا پیشرفت فرآیند غیرآنزیمی قهوه‌ای شدن در میوه باشد (۳۹). کاربرد پوشش کیتوزان در میوه گوآوا باعث حفظ سبزی (مقدار a^* منفی) در میوه‌های پوشش داده شده گردید (۲۶).

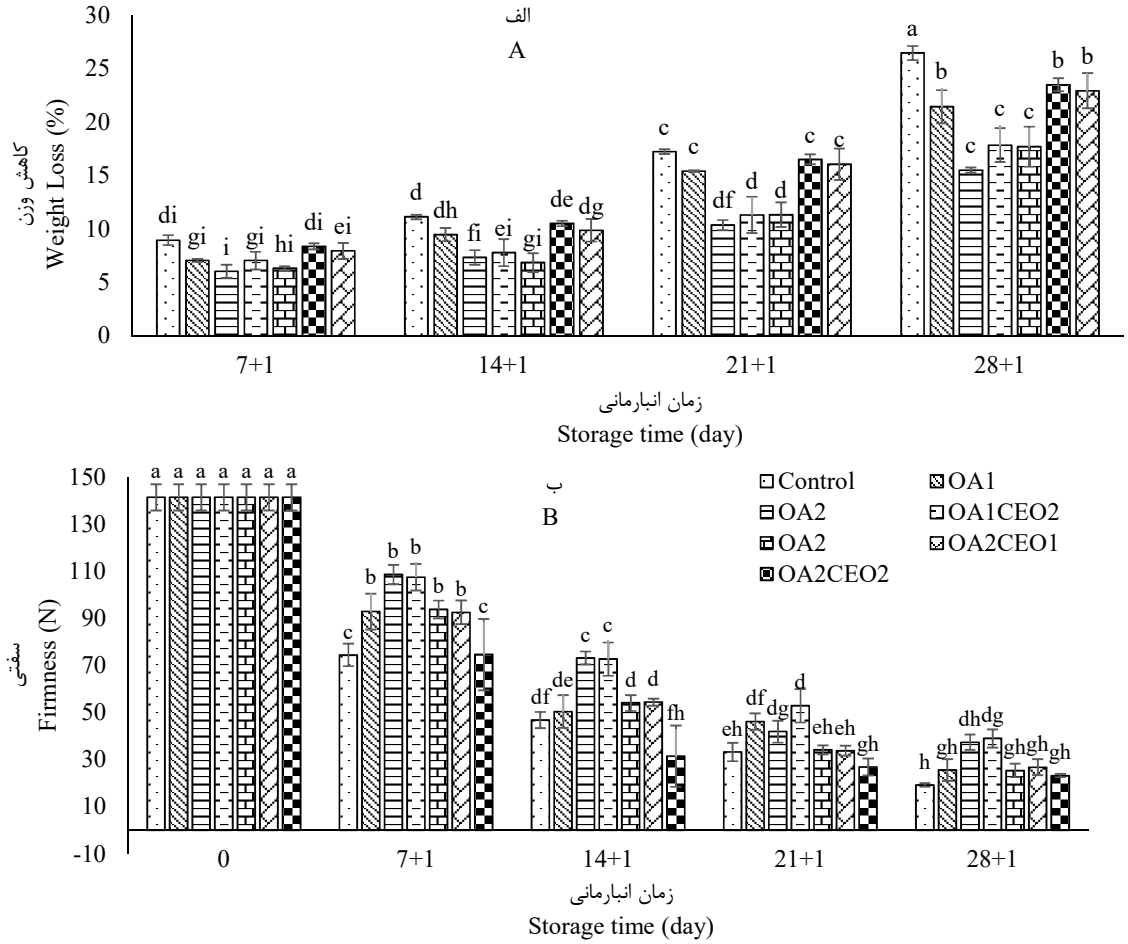

Fig. 1. The effect of oleic acid (OA) enriched with cinnamon essential oil (CEO) on weight loss percentage (A) and firmness (N) of guava fruit stored at 10 °C plus 1 day at ambient temperature (B). Data shown are means ± SE. Similar letters indicate non-significant difference at 5% level of probability using Duncan's test.

شکل ۱- تأثیر پوشش اولئیک اسید و اسانس دارچین بر درصد کاهش وزن (الف) و سفتی (ب) میوه گوآوا نگهداری شد در ۱۰ درجه سلسیوس. حرف‌های همسان نشان دهنده‌ی عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد. شاخص عمودی معرف خطای استاندارد است.

کلروفیل کل

برهمکنش تیمار و زمان بر مقدار کلروفیل کل گوآوا در سطح یک درصد معنی‌دار بود. همانطور که در جدول ۲ نشان داده شده است، یک کاهش سریع در مقدار کلروفیل کل پس از هفت روز نگهداری مشاهده شد و در ادامه یک کاهش تدریجی مشاهده شد. پس از ۱۴ روز نگهداری، تنها تیمارهای اولئیک اسید یک درصد به تنهایی و غنی شده با اسانس دارچین یک درصد اختلاف معنی‌داری را نسبت به شاهد نشان دادند. درحالیکه در روز ۲۱ انبارمانی بالاترین مقدار کلروفیل کل در تیمارهای اولئیک اسید یک درصد+ اسانس یک درصد و اولئیک اسید یک درصد به دست آمد. در انتهای دوره نگهداری بیشترین مقدار کلروفیل کل در تیمار اولئیک اسید یک درصد+ اسانس دارچین یک درصد به‌دست آمد که در این زمان از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها نداشت.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-09-03]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.4.6.9]

جدول ۱- اثر اولئیک اسید غنی شده با اسانس دارچین بر شاخص‌های *L*، *a* و *b* میوه گوآوا نگهداری شده در دمای ۱۰ درجه سلسیوس به‌علاوه یک روز نگهداری در دمای محیط.

Table 1. The effect of oleic acid (OA) enriched with cinnamon essential oil (CEO) on *L**, *a** and *b** indices of guava fruit stored at 10 °C plus 1 day at ambient temperature.

تیمارها	0	7+1	14+1	21+1	28+1
Treatments			*L**		
Control	51.73±3.00 ae	47.42±3.77 ag	43.24±2.50 eg	52.06±2.69 ae	55.45±1.51 a
Oleic acid 1%	53.87±2.71 ab	49.89±0.85 af	48.88±3.14 ag	45.39±3.46 bg	49.75±2.12 af
Oleic acid 1%+ Cinnamon 1%	52.85±0.28 ac	49.97±2.39 af	47.87±3.36 ag	45.36±4.48 bg	54.33±1.74 ab
Oleic acid 1%+ Cinnamon 2%	53.96±0.66 ab	52.64±2.53 ad	48.87±3.59 ag	47.33±1.80 ag	49.00±1.66 ag
Oleic acid 2%	50.38±1.27 ae	49.43±3.38 ag	49.07±0.82 ag	48.72±3.30 ag	49.64±3.28 ag
Oleic acid 2%+ Cinnamon 1%	51.00±2.53 ae	49.23±1.95 ag	48.51±1.06 ag	43.55±0.21 dg	49.60±2.89 ag
Oleic acid 2%+ Cinnamon 1%	54.65±2.39 a	44.37±5.01 cg	40.88±2.83 fg	40.61±0.97 g	53.02±1.45 ac
			*a**		
Control	-13.46±0.22 ej	-13.93±0.54 gj	-13.05±0.65 dj	-10.93±0.20 cd	-6.70±1.68 a
Oleic acid 1%	-13.78±0.38 fj	-13.87±0.22 gj	-12.04±0.35 ch	-11.35±0.68 cf	-11.49±0.26 cg
Oleic acid 1%+ Cinnamon 1%	-13.45±0.78 ej	-13.17±0.63 dj	-13.04±0.58 dj	-12.75±1.09 ci	-11.62±0.47 ch
Oleic acid 1%+ Cinnamon 2%	-14.00±1.23 hj	-13.88±0.43 gj	-13.54±0.21 ej	-13.46±0.48 ej	-11.29±1.69 ce
Oleic acid 2%	-14.01±0.85 fj	-13.34±1.08 dj	-12.62±0.48 ci	-12.34±0.14 ci	-10.87±0.39 cd
Oleic acid 2%+ Cinnamon 1%	-14.68±0.17 ij	-12.53±0.94 ci	-12.11±0.22 ch	-12.32±0.74 ci	-10.42±0.57 bc
Oleic acid 2%+ Cinnamon 1%	-15.34±0.57 j	-11.97±0.21 ch	-11.66±1.02 ch	-11.11±0.20 ce	-8.65±0.52 ab
			*b**		
Control	22.56±1.42 dh	23.11±0.26 dh	24.92±1.58 af	25.70±1.48 af	28.76±1.40 ab
Oleic acid 1%	23.48±1.82 bh	23.38±2.88 ch	24.14±0.38 bf	26.20±0.96 ae	27.09±1.48 ad
Oleic acid 1%+ Cinnamon 1%	20.86±2.35 fh	23.46±1.48 bh	24.60±1.22 bf	26.07±1.19 af	29.86±1.35 a
Oleic acid 1%+ Cinnamon 2%	21.66±1.64 eh	23.90±1.35 bg	25.25±0.56 af	26.97±1.88 ae	28.54±1.06 ac
Oleic acid 2%	18.71±2.30 h	23.91±1.87 bg	24.57±1.90 bf	25.40±1.48 af	26.97±0.67 ae
Oleic acid 2%+ Cinnamon 1%	21.69±1.65 eh	23.32±1.24 ch	23.34±0.39 ch	25.78±0.53 af	29.91±1.57 a
Oleic acid 2%+ Cinnamon 1%	18.89±1.21 af	24.30±1.52 gh	25.68±0.67 ab	26.91±0.53 bf	28.74±2.99 ae

Data are represented as mean ± standard error of three replications. Similar letters in each column and row indicate non-significant difference at 5% level of probability using Duncan's test.

داده‌های حاضر مقایسه میانگین ± خطای معیار برای ۳ تکرار می‌باشند. حرف‌های همسان در هر ستون و ردیف نشانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ با استفاده از آزمون دانکن می‌باشد.

تغییر در رنگدانه‌ها مانند تجزیه کلروفیل و ساخت کاروتنوئید برای تشخیص رسیدن میوه و تمایز مراحل توسعه در میوه استفاده می‌شود (۴۰). در پژوهش‌های پیشین هم کاربرد پوشش لیپیدی واکس کارنوبا همراه با گالاکتومانان در میوه گوآوا سبب تاخیر در تجزیه کلروفیل و سنتز کاروتنوئید گردید. به احتمال کاربرد این پوشش‌ها تجزیه کلروفیل و سنتز کاروتنوئید را به خاطر

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-09-03]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.4.6.9]

کندتر کردن متابولیسم و فرایند رسیدن و در نتیجه کندتر کردن تنفس به تاخیر می‌اندازد. نتیجه‌های این پژوهش با پژوهش‌های پیشین همسو بود. سانتوس و همکاران (۴۰) با کاربرد پوشش کیتوزان تجزیه کلروفیل و سنتز کاروتنوئید کندتری را در میوه گوآوا گزارش کردند. هاشمی و همکاران (۴) گزارش کردند تیمارهای صمغ عربی ترکیب شده با اسانس آویشن سبب حفظ کلروفیل کل بیشتری در پسته تازه گردید. استفاده از واکس، تخریب کلروفیل را در طی دوره انباری به‌تاخیر انداخت (۱۱).

جدول ۲- اثر اولئیک اسید غنی شده با اسانس دارچین بر مقدار کلروفیل (میلی‌گرم/ گرم وزن تر) گوآوا نگهداری شده در دمای ۱۰ درجه سلسیوس به‌علاوه یک روزنگهداری در دمای محیط.

Table 2. The effect of oleic acid (OA) enriched with cinnamon essential oil (CEO) on chlorophyll content (mg/ g FW) of guava fruit stored at 10 °C plus 1 day at ambient temperature.

تیمارها Treatments	زمان انبارمانی Storage time (day)				
	0	7+1	14+1	21+1	28+1
Control	16.56 ± 0.56 a	2.07 ± 0.07 dj	1.54 ± 0.10 gj	0.78 ± 0.06 ij	0.62 ± 0.03 ij
Oleic acid 1%	16.56 ± 0.56 a	9.66 ± 0.20 b	3.78 ± 0.08 ce	3.09 ± 0.07 ch	2.01 ± 0.03 dj
Oleic acid 1%+ Cinnamon 1%	16.56 ± 0.56 a	8.03 ± 0.20 b	3.80 ± 0.13 cd	2.39 ± 0.08 dj	2.13 ± 0.16 dj
Oleic acid 1%+ Cinnamon 2%	16.56 ± 0.56 a	4.66 ± 0.64 c	1.81 ± 0.19 dj	1.81 ± 0.37 dj	1.77 ± 0.12 ej
Oleic acid 2%	16.56 ± 0.56 a	3.73 ± 0.28 ce	3.26 ± 0.22 cg	1.40 ± 0.17 gj	1.63 ± 0.18 fj
Oleic acid 2%+ Cinnamon 1%	16.56 ± 0.56 a	3.64 ± 0.21 cf	2.45 ± 0.02 dj	0.96 ± 0.02 ij	0.83 ± 0.06 ij
Oleic acid 2%+ Cinnamon 1%	16.56 ± 0.56 a	3.14 ± 0.19 ch	2.70 ± 0.26 di	1.22 ± 0.02 hj	1.16 ± 0.06 hj

Data are represented as mean ± standard error of three replications. Similar letters in each column and row indicate non-significant difference at 5% level of probability using Duncan's test.

داده‌های حاضر مقایسه میانگین ± خطای معیار برای ۳ تکرار می‌باشند. حرف‌های همسان در هر ستون و ردیف نشانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ با استفاده از آزمون دانکن می‌باشد.

اسکوربیک اسید

برهمکنش تیمار و زمان انبارمانی در سطح ۵٪ بر مقدار اسکوربیک اسید معنی‌دار گردید. مقدار اسکوربیک اسید در زمان برداشت میوه‌ها ۱۴۱/۵۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر به‌دست آمد. بیشترین انباشت اسکوربیک اسید در همه نمونه‌ها پس از ۷ روز نگهداری مشاهده شد. در این زمان تیمار اولئیک اسید یک درصد غنی‌شده با اسانس دارچین یک درصد با ۱۱/۷۳٪ بیشترین افزایش را نسبت به زمان شروع انبارمانی نشان داد که از نظر آماری تنها با تیمارهای شاهد و اولئیک اسید دو درصد+ اسانس دارچین یک درصد اختلاف معنی‌داری را نشان داد. در ادامه تا انتهای دوره انبارمانی مقدار اسکوربیک اسید یک کاهش تدریجی را نشان داد که در این زمان همه تیمارها محتوای اسکوربیک اسید بالاتری را نسبت به شاهد نشان دادند و بیشترین مقدار آن با ۱۲/۵۰ و ۱۲/۱۹٪ اختلاف نسبت به شاهد در تیمارهای اولئیک اسید یک درصد غنی شده با اسانس دارچین یک درصد و دو درصد به‌دست آمد (شکل۲). اسکوربیک اسید به عنوان یک ماده تغذیه‌ای و آنتی‌اکسیدانی با از بین بردن گونه‌های اکسیژن واکنشی می‌تواند به جلوگیری از پیری کمک کند. اسکوربیک اسید زیر تاثیر اسکوربیک اسید اکسیداز و پلی‌فنول اکسیداز تنظیم می‌شود که فعالیت‌های آن‌ها زیر تاثیر مقدار اکسیژن در شرایط انبارمانی قرار می‌گیرد. پوشش با ایجاد یک مانع سبب نفوذپذیری کمتر گازها می‌گردد و انتشار اکسیژن را کاهش می‌دهد و سرعت رسیدن را کم می‌کند و در ادامه باعث حفظ بهتر اسکوربیک اسید و تاخیر در پیری می‌گردد (۳۶). کاربرد پوشش لیپیدی لاک -الکل در میوه کیوی کاهش در مقدار اسکوربیک اسید را سرکوب و سبب حفظ غلظت بالاتر آن در میوه‌های پوشش داده شده گردید که سطوح بالاتر از اسکوربیک اسید در نمونه‌های تیمار شده به احتمال مربوط به کاهش اکسیژن درون یاخته‌ای می‌باشد (۲۱). مقدار اسکوربیک اسید میوه گوآوا در طی زمان کاهش می‌یابد، اما کاربرد پوشش خوراکی سبب تاخیر در این تغییر می‌گردد (۱۹). بررسی اثر تیمار واکس به‌تنهایی

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-09-03]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.4.6.9]

و همراه با اوکتانال در نارنگی ساتسوما نگهداری شده در دمای محیط نشان داد که هر دو تیمار مقدار اسکوربیک اسید را طی مدت نگهداری افزایش دادند (۴۵). هم‌چنین کاربرد واکس و واکس+ سیترال در میوه پرتقال پس از ۸ روز نگهداری در دمای محیط نشان داد که افزودن سیترال به واکس باعث افزایش مقدار ویتامین ث در پرتقال می‌گردد (۱۷).

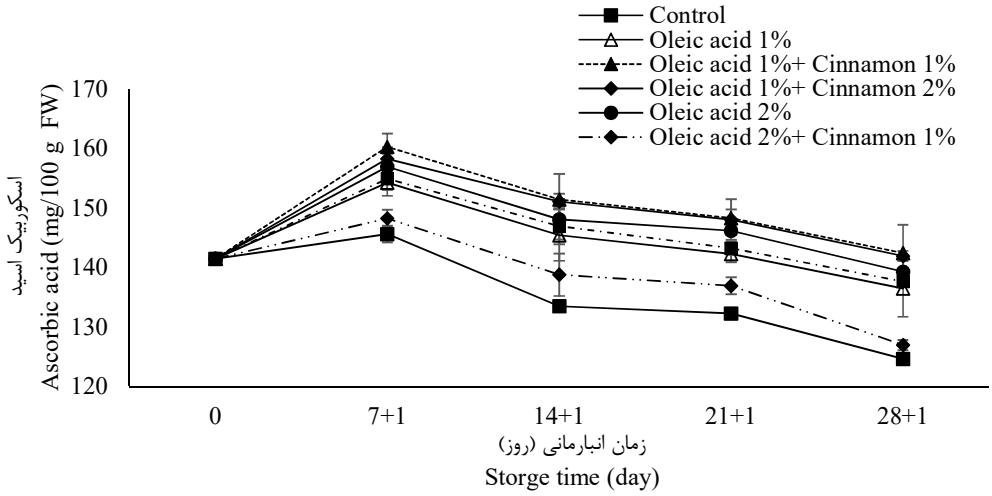

Fig. 2. The effect of oleic acid (OA) enriched with cinnamon essential oil (CEO) on ascorbic acid (mg/100g FW) content of guava fruit stored at 10 °C plus 1 day at ambient temperature. Data shown are means ± SE.

شکل ۲- تأثیر پوشش اولئیک اسید غنی‌شده با اسانس دارچین بر مقدار اسکوربیک اسید (میلی‌گرم/۱۰۰ گرم وزن تر) میوه گوآوا نگهداری شده در دمای ۱۰ درجه سلسیوس به‌علاوه یک روز نگهداری در دمای محیط. داده‌ها نشان دهنده مقایسه میانگین ± خطای استاندارد می‌باشد.

محتوای فنول کل و فلاونوئید

اثر ساده تیمار و زمان انبارمانی بر مقدار فنول کل و برهمکنش تیمار و زمان انبارمانی در سطح یک درصد بر مقدار فلاونوئید کل معنی‌دار بود. مقدار فنول کل پس از ۷ روز نگهداری افزایش یافت و در ادامه تا انتهای دوره انبارمانی کاهش یافت. با این وجود مقدار فنول کل در انتهای دوره انبارمانی نسبت به زمان شروع بالاتر بود (شکل ۳-الف). هم‌چنین نتیجه‌های مقایسه میانگین اثرهای ساده تیمار در میوه گوآوا نشان داد همه تیمارها در مقایسه با شاهد مقدار فنول کل بالاتری را نشان دادند که بیشترین مقدار آن با ۱۱/۳۲٪ اختلاف با تیمار شاهد در نمونه‌های تیمار شده با اولئیک اسید یک درصد+ اسانس دارچین یک درصد مشاهده شد (شکل ۳-ب). مقدار فلاونوئید کل در زمان شروع ۲/۳۰ میلی‌گرم در هر ۱۰۰ گرم وزن تر به‌دست آمد که مقدار آن پس از ۷ روز نگهداری در همه تیمارها به جز تیمار شاهد افزایش یافت. در این زمان تیمارهای اولئیک اسید یک درصد غنی‌شده با اسانس یک و دو درصد بالاترین مقدار فلاونوئید را نشان دادند. در ادامه این روند افزایشی تا روز ۲۱ انبارمانی مشاهده شد و بیشترین مقدار آن در تیمار اولئیک اسید یک درصد+ اسانس دارچین دو درصد با ۷۰٪ افزایش نسبت به زمان شروع انبارمانی مشاهده شد که اختلاف آن با تیمار اولئیک اسید یک درصد+ اسانس دارچین یک درصد از نظر آماری معنی دار نبود. در نهایت مقدار فلاونوئید در همه نمونه‌ها کاهش یافت و در این زمان بیشترین مقدار فلاونوئید در تیمار اولئیک اسید یک درصد+ اسانس دارچین دو درصد مشاهده شد (شکل ۳-پ). تغییرهای فنول پس از برداشت بسته به تیمار و شرایط متفاوت است. مقدار بالاتر از فنول کل در میوه‌های پوشش‌دار می‌تواند با افزایش توانایی آنتی‌اکسیدانی مرتبط باشد. سطوح بالاتر از فنول کل در نمونه‌های پوشش داده شده ممکن است به‌خاطر پایین‌تر بودن غلظت اکسیژن درون یاخته‌ای و کاهش سرعت تنفس باشد (۲۱). کاهش در ترکیب‌های فنولی در طی زمان نگهداری در ارتباط با فعالیت آنزیم‌های مشخص مانند پلی‌فنول اکسیداز و پراکسیداز می‌باشد (۳۱). کاربرد واکس کارنوبا در بادمجان مقدار فنول بالاتری را در مقایسه با نمونه‌های بدون پوشش نشان داد (۴۲). کاربرد واکس لاک- الکل باعث سرکوب کاهش در مقدار فنول کل و حفظ غلظت بالاتر آن در میوه‌های کیوی پوشش داده شده

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-09-03]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.4.6.9]

گردید. سطوح بالاتر از فنول کل در نمونه‌های تیمار شده به احتمال مربوط به کاهش اکسیژن درون یاخته‌ای می‌باشد (۲۱). کاربرد پوشش لیپیدی کارنوبا به‌تنهایی و همراه با اسانس علف لیمو (صفر، نیم و سه درصد) در میوه آلو سبب تاخیر در کاهش ترکیب‌های فنولی و حفظ بالاتر این ترکیب‌ها در این میوه گردید که بیشترین غلظت آن در تیمار سه درصد اسانس علف لیمو مشاهده شد. این نتیجه مشخص می‌کند که پوشش با تشکیل یک مانع محافظ روی سطح میوه فراهمی اکسیژن را برای اکسیداسیون ترکیب‌های فنولی کاهش می‌دهد (۲۵).

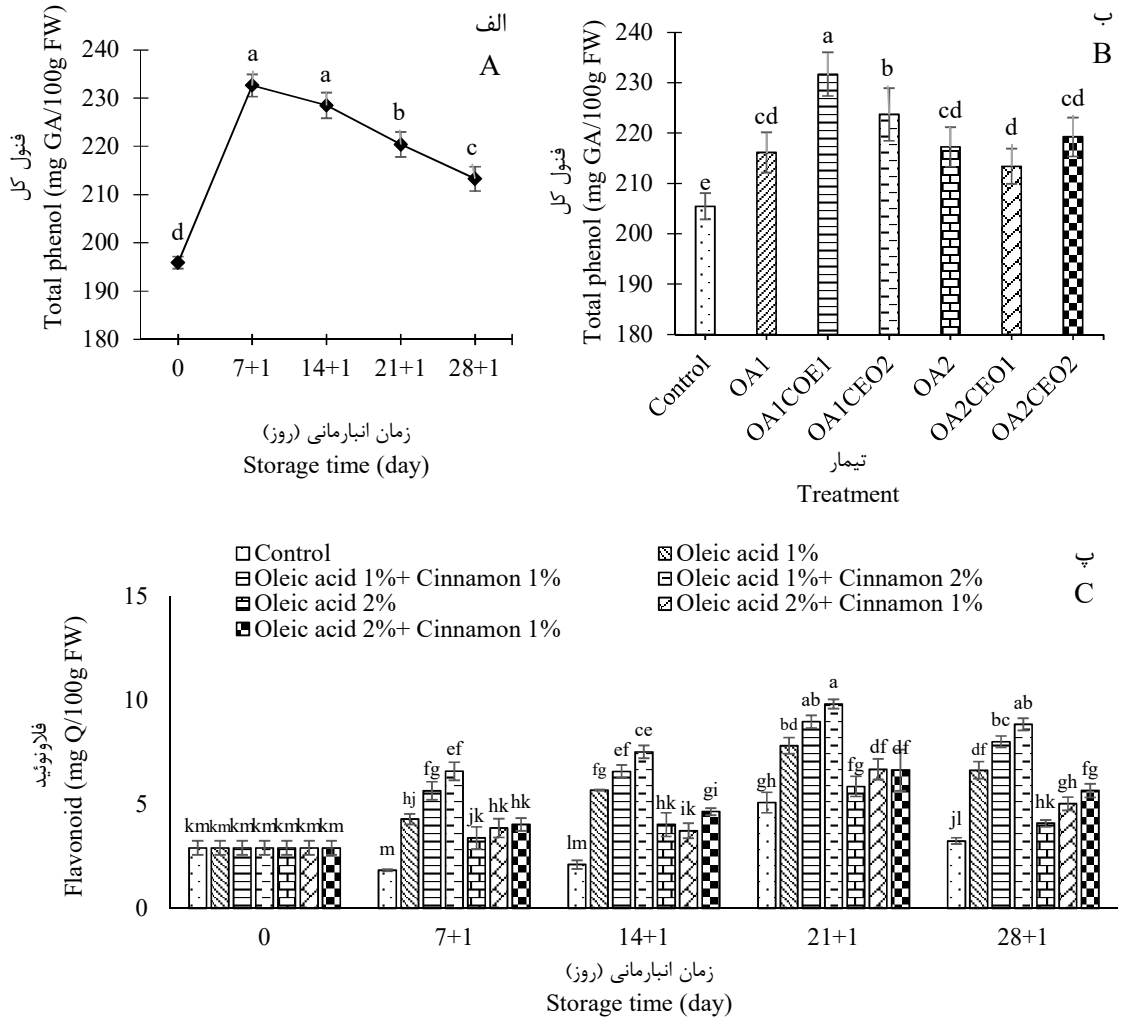

Fig. 3. Simple effects of time (A) and treatment (B) on total phenol content (mg GA/100g FW) and interaction of them on flavonoid content (mg Q/ 100g FW) content in guava fruit stored at 10 °C plus 1 day at ambient temperature. Similar small letters indicate non-significant difference at 5% level of probability using Duncan's test. Data shown are means ± SE. Treatments included untreated fruit (control), cinnamon essential oil (CEO), oleic acid (OA) and their combinations.

شکل ۳- اثر ساده زمان انبارمانی (الف) و تیمار (ب) بر مقدار فنول کل (میلی‌گرم اسید گالیک/ ۱۰۰ گرم وزن تر) و برهمکنش آن‌ها (پ) بر مقدار فلاونوئید کل (میلی‌گرم کوئرسیتین/ ۱۰۰ گرم وزن تر) میوه گوآوا نگهداری شده در دمای ۱۰ درجه سلسیوس به‌علاوه یک روز نگهداری در دمای محیط. حرف‌های همسان نشانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ با استفاده از آزمون دانکن می‌باشد. داده‌ها نشان دهنده مقایسه میانگین ± خطای استاندارد می‌باشد. تیمارها شامل میوه تیمار نشده (شاهد)، اسانس دارچین، اولئیک اسید و برهمکنش آن‌ها می‌باشد.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-09-03]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.4.6.9]

فعالیت آنتی اکسیدانی

اثر ساده زمان، تیمار و برهمکنش آن‌ها بر درصد فعالیت آنتی‌اکسیدانی در سطح ۱٪ از نظر آماری معنی‌دار بود. درصد فعالیت آنتی‌اکسیدانی پس از ۷ روز نگهداری در همه نمونه‌ها افزایش پیدا کرد. همه نمونه‌ها به جز شاهد بالاترین درصد فعالیت آنتی‌اکسیدانی را در این زمان نشان دادند. بیشترین درصد فعالیت آنتی‌اکسیدانی در این زمان در نمونه‌های تیمار شده با اولئیک اسید یک درصد غنی‌شده با اسانس دارچین یک و دو درصد با ۳۰/۵۰ و ۲۸/۹۹٪ اختلاف نسبت به زمان شروع انبارمانی به‌دست آمد. فعالیت آنتی‌اکسیدانی در ادامه یک روند کاهشی را نشان داد. بیشترین درصد فعالیت آنتی‌اکسیدانی در روز ۱۴ انبارمانی در تیمارهای اولئیک اسید غنی‌شده با اسانس دارچین یک و دو درصد بدون اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. در روز ۲۱ انبارمانی تیمارهای اولئیک اسید یک درصد غنی‌شده با اسانس دارچین یک و دو درصد و اولئیک اسید دو درصد به‌تنهایی بدون اختلاف معنی‌داری به‌ترتیب با ۱۱/۶۳، ۱۰/۱۹ و ۹/۲۸٪ اختلاف نسبت به شاهد بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی را نشان دادند. سرانجام در انتهای انبارمانی بالاترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی در تیمارهای اولئیک اسید یک درصد غنی‌شده با اسانس دارچین یک درصد و اولئیک اسید دو درصد به‌تنهایی به‌دست آمد (شکل ۴). درصد فعالیت آنتی‌اکسیدانی در میوه‌های گوآوا نگهداری شده در دمای ۱۰ درجه سلسیوس ابتدا افزایش و سپس کاهش نشان داد که هم راستا با تغییرهای فنول و اسکوربیک اسید می‌باشد. فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه کیوی در طی انبارمانی کاهش می‌یابد اما تیمار میوه‌ها با واکس لاک- الکل سبب کاهش کمتر در فعالیت آنتی‌اکسیدانی می‌شود. هم راستا با این تغییرها فعالیت جاروبگری رادیکال‌های آزاد دی فنیل پیکریل هیدرازیل (DPPH) و سوپر اکسید و هیدروکسیل به‌همان اندازه کاهش نشان می‌دهند، اما فعالیت آنتی‌اکسیدانی در میوه‌های پوشش داده شده با واکس در مقایسه با میوه‌های بدون پوشش بالاتر می‌باشد (۲۱).

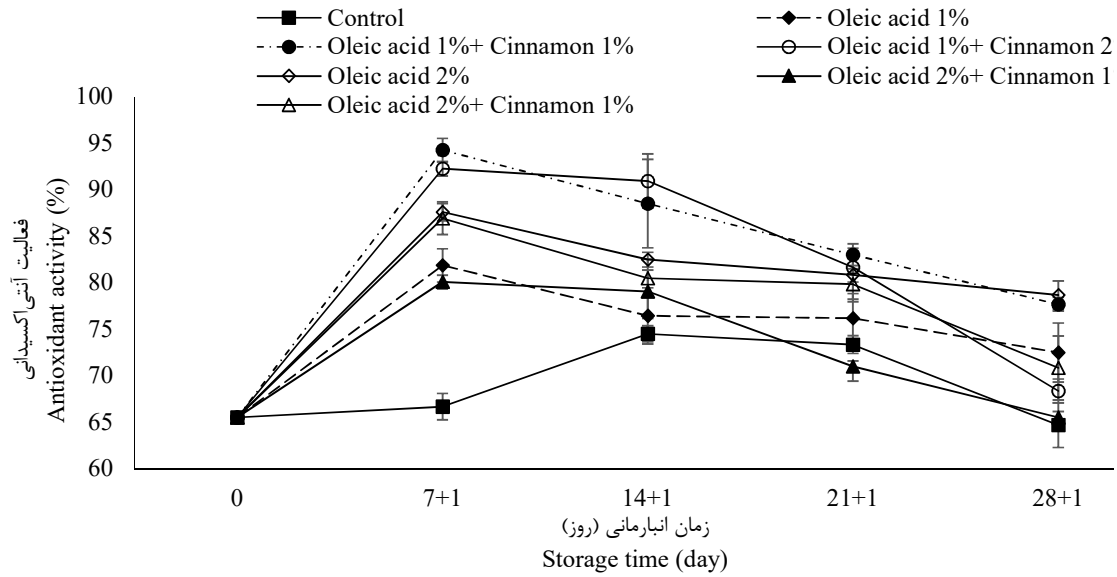

Fig. 4. The effect of oleic acid (OA) enriched with cinnamon essential oil (CEO) on antioxidant activity (%) of guava fruit stored at 10 °C plus 1 day at ambient temperature. Data shown are means ± SE.

شکل ۴- تاثیر پوشش اولئیک اسید و اسانس دارچین بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی (٪) میوه گوآوا نگهداری شده در دمای ۱۰ درجه سلسیوس به‌علاوه یک روز نگهداری در دمای محیط. داده‌ها نشان دهنده مقایسه میانگین ± خطای استاندارد می‌باشد

پلی فنول اکسیداز

اثر ساده زمان، تیمار و برهمکنش آن‌ها بر فعالیت آنزیم پلی‌فنول اکسیداز در سطح یک درصد معنی‌دار بود. فعالیت آنزیم پلی‌فنول اکسیداز در طی زمان افزایش یافت. بیشترین مقدار افزایش پس از ۷ روز نگهداری در تیمار اولئیک اسید یک درصد+ اسانس دارچین یک درصد مشاهده شد، هرچند تفاوت معنی‌داری با شاهد و سایر تیمارها نداشت. در روز ۱۴ نگهداری بالاترین فعالیت در تیمار اولئیک اسید دو درصد+ اسانس دارچین دو درصد به‌دست آمد. در انتهای دوره نگهداری بیشترین و کمترین

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-09-03]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.4.6.9]

مقدار فعالیت آنزیم با ۴۲ و ۲۱٪ افزایش نسبت به زمان شروع به‌ترتیب در تیمارهای شاهد و اولئیک اسید یک درصد+ اسانس دارچین یک درصد به‌دست آمد (جدول ۳). یک سری از آنزیم‌ها به نام پلی‌فنول اکسیدازها یا پلی‌فنولازها سبب قهوه‌ای شدن میوه می‌گردند. این آنزیم‌ها می‌توانند ترکیب‌های فنولی را به اورتوکینون اکسید کنند (۵). ترکیب‌های کینونی زیر تاثیر واکنش‌های ثانویه در مجاورت یکدیگر و یا با ماده‌های دیگر مانند پروتئین‌ها باعث ایجاد ترکیب‌های رنگی و قهوه‌ای شدن بافت محصول‌های گیاهی می‌شوند (۲۹). این آنزیم‌ها به‌تقریب در تمامی بافت‌های گیاهی دیده می‌شوند. ترکیب‌های فنولی موجود در بافت‌های گیاهی و به طور عمده فلاونوئیدها، سوبسترای پلی‌فنول‌اکسیداز هستند (۴۷). قهوه‌ای شدن آنزیمی می‌تواند به‌وسیله مقادیر کم اکسیژن کاهش یابد. بنابراین استفاده از روش‌هایی که مقدار اکسیژن در دسترس آنزیم را کاهش دهد می‌تواند سبب کاهش فعالیت این آنزیم و در نتیجه کاهش قهوه‌ای شدن بافت گردد. در این راستا مقدار فعالیت آنزیم پلی‌فنول اکسیداز در میوه گوآوا نگهداری شده در دمای ۴ درجه سلسیوس در نمونه‌های تیمار شده با نشاسته سیب زمینی به‌همراه کیتوزان، اسکوربیک اسید و سوربات پتاسیم کمتر بود و کمترین افزایش در میوه‌های پوشش داده شده با نشاسته+ سوربات پتاسیم به‌دست آمد (۱۳). صحرایی خوش‌گردش و همکاران (۳) گزارش کردند که کاربرد پوشش کیتوزان در میوه سیب مقدار فعالیت پلی‌فنول اکسیداز را نسبت به میوه‌های بدون پوشش کاهش داد. هم‌چنین کاربرد پوشش نانوامولسیون حاوی کیتوزان در توت فرنگی (۱۵) سبب کاهش فعالیت پلی‌فنول اکسیداز گردید. هاشمی عباس آبادی و همکاران (۴) با کاربرد پوشش خوراکی صمغ عربی به همراه اسانس آویشن شیرازی در میوه پسته تر گزارش کردند این پوشش‌ها در مقایسه با شاهد سبب کاهش فعالیت آنزیم پلی‌فنول اکسیداز می‌گردد.

جدول ۳- اثر اولئیک اسید غنی شده با اسانس دارچین بر فعالیت آنزیم پلی‌فنول اکسیداز (U/ g FW) میوه گوآوا نگهداری شده در دمای ۱۰ درجه سلسیوس به‌علاوه یک روز نگهداری در دمای محیط.

Table 3. The effect of oleic acid (OA) enriched with cinnamon essential oil (CEO) on PPO (U/g FW) activity of guava fruit stored at 10 °C plus 1 day at ambient temperature.

تیمارها Treatments	0	7+1	14+1	21+1	28+1
Control	15.81 ± 0.04 i	19.67 ± 0.89 ei	19.05 ± 2.65 fi	24.19 ± .09 ab	27.33 ± 1.15 a
Oleic acid 1%	15.81 ± 0.04 i	16.36 ± 1.73 hi	23.19 ± 0.02 af	23.05 ± 0.58 bf	24.03 ± 2.31 ad
Oleic acid 1%+ Cinnamon 1%	15.81 ± 0.04 i	17.39 ± 0.25 hi	17.36 ± 0.58 hi	18.33 ± 0.45 gi	20.05 ± 2.89 dh
Oleic acid 1%+ Cinnamon 2%	15.81 ± 0.04 i	16.39 ± 1.15 hi	18.05 ± 0.25 gi	23.67 ± 1.73 ae	23.39 ± 1.73 ae
Oleic acid 2%	15.81 ± 0.04 i	17.36 ± 1.15 hi	17.05 ± 0.58 hi	20.00 ± 0.26 di	26.50 ± 1.73 ab
Oleic acid 2%+ Cinnamon 1%	15.81 ± 0.04 i	20.19 ± 1.15 dh	20.39 ± 0.12 dh	22.03 ± 0.50 cg	22.00 ± 1.15 cg
Oleic acid 2%+ Cinnamon 1%	15.81 ± 0.04 i	19.03 ± 1.15 fi	22.00 ± 0.08 cg	23.67 ± 0.48 ae	25.19 ± 2.89 ac

Data are represented as mean ± standard error of three replications. Similar letters in each column and row indicate non-significant difference at 5% level of probability using Duncan's test.

داده‌های حاضر مقایسه میانگین ± خطای معیار برای ۳ تکرار می‌باشند. حرف‌های همسان در هر ستون و ردیف نشانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ با استفاده از آزمون دانکن می‌باشد.

ماده‌های جامد محلول کل، اسید قابل تیتر و شاخص طعم

برهمکنش تیمار و زمان انبارمانی بر مقدار ماده‌های جامد محلول کل، اسید قابل تیتر و شاخص طعم در سطح یک درصد معنی‌دار بود. مقدار ماده‌های جامد محلول در شروع دوره نگهداری ۹/۶۷٪ بود. هفت روز پس از نگهداری، مقدار ماده‌های جامد محلول در همه نمونه‌ها افزایش یافت. در این زمان اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد. در ادامه تا انتهای دوره نگهداری مقدار ماده‌های جامد محلول کاهش یافت. پس از ۱۴ روز نگهداری، بیشترین مقدار ماده‌های جامد محلول در تیمار اولئیک اسید دو درصد+ اسانس دارچین دو درصد با ۱۱/۷۷٪ اختلاف نسبت به تیمار شاهد به‌دست آمد، اما سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-09-03]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.4.6.9]

را با شاهد نشان ندادند. در روز ۲۱ انبارمانی، بیشترین مقدار ماده‌های جامد محلول با ۱۷/۵۷٪ کاهش نسبت به زمان شروع در تیمار اولئیک اسید یک درصد+ اسانس دارچین دو درصد بدون اختلاف معنی‌داری با تیمارهای اولئیک اسید دو درصد+ اسانس دارچین یک و دو درصد به‌دست آمد. در انتهای دوره انبارمانی بین تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴).

الگوی افزایشی در ماده‌های جامد محلول در ابتدای دوره نگهداری دیده شد و در ادامه تا انتهای دوره نگهداری در میوه‌های پوشش‌دار و بدون پوشش کاهش مشاهده شد. مقدار ماده‌های جامد محلول کل همراه با رسیدن میوه از راه فرآیند زیست‌ساخت یا تجزیه پلی ساکاریدها افزایش می‌یابد. پوشش‌های خوراکی یک لایه نازک از ماده‌های خوراکی هستند که به‌عنوان یک مانع در برابر رطوبت، اکسیژن و دی‌اکسیدکربن روی سطح میوه عمل می‌کنند و بنابراین رسیدن را به تاخیر می‌اندازند و بافت و طعم میوه را حفظ می‌کنند (۱۳). تاخیر در افزایش ماده‌های جامد محلول کل با کاربرد پوشش می‌تواند مربوط به ویژگی ممانعتی این پوشش‌ها و کاهش فراهمی اکسیژن باشد که در نهایت سبب کاهش تنفس می‌گردد. کاربرد واکس لاک و الکل سبب تاخیر در افزایش ماده‌های جامد محلول کل در طول دوره نگهداری میوه کیوی گردید و به طور موثری رسیدن میوه را به تاخیر انداخت. هم‌چنین کاربرد این پوشش مقدار اسید کل بالاتر و مقدار قند کل پایین‌تری را نسبت به میوه‌های بدون پوشش نشان داد (۲۱). نتیجه‌های این پژوهش با پژوهش‌های پیشین همسو بود. کاربرد موم زنبور عسل در میوه انبه (۱۴) سبب تاخیر در رسیدن همراه با تاخیر در افزایش مقدار ماده‌های جامد محلول از طریق توقف تبدیل اسیدهای موجود در میوه به قندها و افزایش عمر قفسه‌ای گردید. مقدار قند پایین‌تر در میوه‌های تیمار شده را می‌توان با سرعت تنفس پایین‌تر فراهم شده به وسیله پوشش که مصرف قندها را کند می‌کند، توضیح داد. بالاتر بودن مقدار اسید قابل تیتر در میوه‌های پوشش داده شده با اولئیک اسید و اسانس دارچین می‌تواند به‌دلیل تغییر اتمسفر پیرامون میوه باشد که با کاهش تنفس می‌تواند بر مقدار اسیدهای آلی میوه بیفزاید. در واقع مصرف اسیدهای آلی که به‌عنوان سوبسترای اصلی در فرآیند تنفس می‌باشند، کاهش یافته و سبب حفظ بیشتر اسید قابل تیتر میوه می‌گردد. هم راستا با نتیجه‌های به‌دست آمده در این پژوهش، کاربرد موم زنبور عسل و کیتوزان بالاترین درصد اسید قابل تیتر را در میوه انبه نشان دادند (۱۴). کاربرد واکس کارنوبا در میوه انبه در طول دوره نگهداری تغییرهای اسید را به تاخیر می‌اندازد (۲۰). نسبت اسید/ قند درسیب‌های پوشش داده شده با کارنوبا- شلاک یا کارنوبا- شلاک- اسانس نشان داد این پوشش به‌تنهایی و همراه اسانس تاثیر مثبتی بر مقدار شاخص طعم سیب دارند (۲۲). گزارش‌هایی در ارتباط با افزایش اسید/ قند در طول دوره نگهداری وجود دارد که می‌تواند ناشی از هیدرولیز پلی‌ساکاریدهای نامحلول باشد. پوشش می‌تواند با نفوذپذیری کمتری به دی اکسیدکربن و اکسیژن منجر به کاهش در سرعت تنفس گردد (۷).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-09-03]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.4.6.9]

جدول ۴- اثر اولئیک اسید غنی‌شده با اسانس دارچین بر مقدار مواد جامد محلول، اسید قابل تیتر و شاخص طعم میوه در میوه‌های نگهداری شده در دمای ۱۰ درجه سلسیوس به‌علاوه یک روزنگهداری در دمای محیط.

Table 4. The effect of oleic acid (OA) enriched with cinnamon essential oil (CEO) on TSS (%), TA (%) and TSSA/TA of guava fruits stored at 10 °C plus 1 day at ambient temperature.

تیمارها	0	7+1	14+1	21+1	28+1
Treatments			TSS (%)		
Control	9.67± 0.33bd	10.67± 0.06ab	7.94± 0.49ef	6.31± 0.92gj	5.51± 0.10ij
Oleic acid 1%	9.67± 0.33bd	10.24± 0.18 ac	9.00 ±0.21 ce	7.43 ±0.27 fh	5.53 ±0.03 ij
Oleic acid 1%+ Cinnamon 1%	9.67± 0.33bd	11.41 ±0.10a	8.11±0.72 ef	7.04 ±0.62 fj	5.61±0.29 ij
Oleic acid 1%+ Cinnamon 2%	9.67± 0.33bd	11.41 ±0.10a	7.31 ±0.49 fi	6.01 ±1.49ij	5.87 ±0.28 ij
Oleic acid 2%	9.67± 0.33bd	10.97 ±0.42ab	7.71 ±0.38 eg	7.97 ±0.85 ef	5.81 ±0.24 ij
Oleic acid 2%+ Cinnamon 1%	9.67± 0.33bd	10.81 ±0.58ab	8.04 ±0.39 ef	6.31 ±0.11 gj	6.14 ±0.20 ij
Oleic acid 2%+ Cinnamon 1%	9.67± 0.33bd	10.37 ±0.37ac	8.27 ±0.44 df	6.37 ±0.30 gj	6.17 ±0.22 ij
			TA (%)		
Control	0.15 ± 0.005 gk	0.16 ± 0.008fj	0.18 ± 0.012 dg	0.17 ± 0.007 ej	0.14 ± 0.009 hk
Oleic acid 1%	0.15 ± 0.005 gk	0.21±0.004be	0.26±0.033a	0.17±0.019 ej	0.11±0.023 k
Oleic acid 1%+ Cinnamon 1%	0.15 ± 0.005 gk	0.19±0.010cg	0.23±0.012ac	0.19±0.008cg	0.13±0.016ik
Oleic acid 1%+ Cinnamon 2%	0.15 ± 0.005 gk	0.20±0.021cf	0.20±0.013cf	0.17±0.013ej	0.14±0.011hk
Oleic acid 2%	0.15 ± 0.005 gk	0.18±0.014dh	0.25±0.002ab	0.16±0.016gk	0.15±0.008gk
Oleic acid 2%+ Cinnamon 1%	0.15 ± 0.005 gk	0.19±0.013cg	0.22±0.003ad	0.17±0.023ej	0.16±0.012gk
Oleic acid 2%+ Cinnamon 1%	0.15 ± 0.005 gk	0.16 ±0.008 fj	0.18 ±0.012dg	0.17±0.007ej	0.14±0.009hk
			TSS/TA		
Control	64.50±4.13a	45.31±1.06bg	56.27±3.48ab	50.04±3.23ab	40.88±2.86bg
Oleic acid 1%	64.50±4.13a	41.12±1.43bg	50.87±1.81af	42.46±6.23bg	50.53±12.15af
Oleic acid 1%+ Cinnamon 1%	64.50±4.13a	34.96±1.86fg	46.03±5.37bg	35.55±5.98fg	56.05±10.74ac
Oleic acid 1%+ Cinnamon 2%	64.50±4.13a	42.59±2.46bg	49.94±2.81af	37.25±3.84eg	43.09±3.72bg
Oleic acid 2%	64.50±4.13a	40.55±6.01bg	53.39±3.55ae	37.82±4.28dg	40.80±4.33bg
Oleic acid 2%+ Cinnamon 1%	64.50±4.13a	45.97±1.62bg	41.78±1.70bg	41.64±2.73bg	42.46±0.90bg
Oleic acid 2%+ Cinnamon 1%	64.50±4.13a	33.43±1.90g	50.21±3.44af	48.97±8.07ag	39.79±2.55cg

Data are represented as mean ± standard error of three replications. Similar letters in each column and row indicate non-significant difference at 5% level of probability using Duncan's test.

داده‌های حاضر مقایسه میانگین ± خطای معیار برای ۳ تکرار می‌باشند. حرف‌های همسان در هر ستون و ردیف نشانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ با استفاده از آزمون دانکن می‌باشد.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-09-03]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.4.6.9]

نتیجه‌گیری

نتیجه‌های حاصل از این مطالعه نشان داد که با گذشت دوره انبارمانی، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی میوه گواوا تغییرکرد. استفاده از پوشش خوراکی اولئیک اسید حاوی اسانس دارچین در مقایسه با پوشش خوراکی و اسانس به‌تنهایی تا حد قابل توجهی از تغییرات بیان‌شده ممانعت کرد و سبب حفظ کیفیت میوه شد. به‌طورکلی اولئیک اسید و اسانس دارچین در حفظ ویژگی‌های کیفی و پارامترهای بیوشیمیایی در طی ۲۸ روز نگهداری موثر بودند و این تاثیر با کاربرد توام پوشش و اسانس قابل توجه‌تر بود. استفاده از پوشش خوراکی حاوی اسانس در کاهش فعالیت آنزیم‌های اکسیدکننده ترکیب‌های فنولی و در نتیجه فرایند قهوه‌ای شدن آنزیمی میوه گوآوا مفید بودند. هم‌چنین، ویژگی‌های رنگ، اسکوربیک اسید، ترکیب‌های فنولی کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی زیر تاثیر این تیمارها قرار گرفتند و اثرهای مثبتی نشان دادند. بر اساس نتیجه‌های به‌دست آمده از این پژوهش، استفاده از اسانس دارچین ۱٪ در ترکیب با پوشش اولئیک اسید ۱٪ اثرهای مفیدی در حفظ ویژگی‌های کیفی و کنترل کیفیت و انبارمانی میوه گوآوا نشان داد. استفاده از این پوشش‌ها یک روش امیدوارکننده برای کاهش نابسامانی‌های پس از برداشت میوه گوآوا و افزایش ماندگاری همراه با حفظ کیفیت محصول می‌باشد.

منابع References

۱. اجاق، س. م.، م، رضایی،س.ه، رضوی، و س.م، حسینی. ۱۳۹۱. مطالعه اثر ضد باکتریایی اسانس پوست دارچین (*Cinnamomum zeylanicum*) در شرایط آزمایشگاهی در برابر پنج باکتری عامل فساد غذایی. مجله علوم و صنایع غذایی. ۹(۳۵) ۶۷-۷۶.

۲. ایوبی ده پائینی، ا.ن. م.، صداقت، م. کاشانی‌نژاد، م. محبی و م. نصیری محلاتی. ۱۳۹۴. تاثیر پوشش‌های خوراکی لیپیدی بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و میکروبی کشمش. پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران، ۵۰۷-۴۹۶: (۵)۱۱.

۳. صحرایی خوش گردش، ع.، ف.بدیعی،وس. ع.یاسینی اردکانی. ۱۳۹۳. تأثیر پوشش نانوامولسیون حاوی کیتوزان بر افزایش ماندگاری سیب گلاب رقم گلاب کهنز در مدت انبارداری. مهندسی بیوسیستم ایران، ۱۲۰-۱۱۳: (۲) ۴.

۴. هاشمی عباس آبادی، م.، ا، شاکر اردکانی.، ع، میرزاعلیان دستجردی، و س. ح. میردهقان .۱۳۹۸. اثر پوشش خوراکی صمغ عربی حاوی اسانس آویشن شیرازی بر حفظ ویژگی‌های کیفی پسته تازه رقم احمدآقایی. علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۲۶-۱۱۳: (۸۷) ۱۶.

5. Amiot, M. J., M. Tacchini., S. Aubert, and J. Nicolas .1992. Phenolic composition and browning susceptibility of various apple cultivars at maturity. J. Food Sci. 57(4): 958–962.
6. Atrash, S., A. Ramezanian., M. Rahemi., R. M., Ghalamfarsa, and E. Yahia. 2018. Antifungal Effects of Savory Essential Oil, Gum Arabic, and Hot Water in Mexican Lime Fruits. HortScience, 53(4): 524–530.
7. Bai, J., V . Alleyne., R. D, Hagenmaier., J. P. Mattheis, and E. A. Baldwin. 2003. Formulation of zein coatings for apples (*Malus domestica* Borkh). Postharvest Biol. Technol. 28(2): 259–268.
8. Brand-Williams, W., M. E. Cuvellier, and C. Berset. 1995. Use of a free radical to evaluate antioxidant activity.Lebensm. Wiss. u. Technol. 28: 25–30.
9. Chang, C. C., M, H. Yang, H. M. Wen, and J.C. Chern. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. J. Food Drug Anal. 10(3): 178–182.
10. Conforti, F. D, and J. A. Totty. 2007. Effect of three lipid/hydrocolloid coatings on shelf life stability of Golden Delicious apples. Int. J. Food Sci. Technol. 42(9): 1101–1106.
11. De Azevedo, A. B. A., T. G. Kieckbush, A. K. Tashima, R. S. Mohamed, P. Mazzafera, and S. A. B. V. de Melo. 2008. Extraction of green coffee oil using supercritical carbon dioxide. J. Supercrit. Fluid. 44(2): 186–192.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-09-03]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.4.6.9]

12. Debeaufort, F., C. Peroval, D. Despré, J. L. Courthaudon, and A. Voilley. 2002. Arabinoxylan-lipid-based edible films and coatings. 3. Influence of drying temperature on film structure and functional properties. J. Agric. Food Chem. 50(8): 2423–2428.
13. Elabd, M. A. 2018. Effect of antimicrobial edible coatings on quality and shelf life of minimal processed guava (*Psidium guajava*). Alex. J. Food Sci. Technol, 15(1): 65–76.
14. Eshetu, A., A. M. Ibrahim., S. F. Forsido, and C. G. Kuyu. 2019. Effect of beeswax and chitosan treatments on quality and shelf life of selected mango (*Mangifera indica* L.) cultivars. Heliyon, 5(1): e01116.
15. Eshghi, S., M. Hashemi., A. Mohammadi., F. Badii., Z. Mohammadhoseini, and K. Ahmadi. 2014. Effect of nanochitosan-based coating with and without copper loaded on physicochemical and bioactive components of fresh strawberry fruit (*Fragaria x ananassa* Duchesne) during storage. Food Bioproc. Technol. 7(8): 2397–2409.
16. Etemadipoor, R., A., Ramezanian, A. M. Dastjerdi, and M. Shamili. 2019. The potential of gum arabic enriched with cinnamon essential oil for improving the qualitative characteristics and storability of guava (*Psidium guajava* L.) fruit. Sci. Hort. 251: 101–107.
17. Fan, F., N. Tao., L. Jia, and X. He. 2014. Use of citral incorporated in postharvest wax of citrus fruit as a botanical fungicide against *Penicillium digitatum*. Postharvest Biol. Technol. 90: 52–55.
18. Germano, T. A., R. P. AguiarBastos., R. A. Moreira., J. F. Ayala-Zavala, and M. R. A. de Miranda. 2019. Galactomannan-carnauba wax coating improves the antioxidant status and reduces chilling injury of 'Paluma'guava. Postharvest Biol. Technol. 149: 9–17.
19. Gurjar, P. S., B. Killadi., J. Lenka, and D. K. Shukla. 2018. Effect of gum Arabic coatings on physico-chemical and sensory qualities of guava (*Psidium guajava* L) cv. Shweta. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci. 7(5): 3769–3775.
20. Hoa, T. T., M. N. Ducamp., M. Lebrun, and E. A. Baldwin. 2002. Effect of different coating treatments on the quality of mango fruit. J. Food Qual. 25(6): 471–486.
21. Hu, H., H. Zhou, and P. Li . 2019. Lacquer wax coating improves the sensory and quality attributes of kiwifruit during ambient storage. Sci. Hort. 244: 31–41.
22. Jo, W. S., H. Y. Song., N. B. Song., J. H. Lee., S. C. Min, and K. Bin Song. 2014. Quality and microbial safety of 'Fuji'apples coated with carnauba-shellac wax containing lemongrass oil. LWT-Food Sci. Technol. 55(2): 490–497.
23. Khattak, J. Z. K., S. Khan., S. Raza., I. Ullah, and H. Z. K. Khattak. 2001. Comparative study of physical and chemical characteristics of five guava cultivars. Sarhad J. Agric. 15: 287–290.
24. Khin, M. M., W. Zhou, and S. Y. Yeo. 2007. Mass transfer in the osmotic dehydration of coated apple cubes by using maltodextrin as the coating material and their textural properties. J. Food Engin. 81(3): 514–522.
25. Kim, I. H., H. Lee., J. E. Kim., K. Bin Song., Y. S. Lee., D. S. Chung, and S. C. Min. 2013. Plum coatings of lemongrass oil-incorporating carnauba wax-based nanoemulsion. J. Food Sci. 78(10): E1551--E1559.
26. Krishna, K. R. and D. V. S. Rao. 2014. Effect of chitosan coating on the physiochemical characteristics of guava (*Psidium guajava* L.) fruits during storage at room temperature. Indian J. Sci. Technol. 7(5): 554.
27. Li, P., H, Hu., Luo, L, Zhang, and J. Gao. 2017. Shelf life extension of fresh lotus pods and seeds (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) in response to treatments with 1-MCP and lacquer wax. Postharvest Biol. Technol. 125: 140–149.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-09-03]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.4.6.9]

28. Lichtenthaler, H. K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In Methods Enzym. 148: 350–382.
29. Lozano, J. E., R. Drudis-Biscarri, and A. Ibarz-Ribas. 1994. Enzymatic browning in apple pulps. J. Food Sci. 59(3): 564–567.
30. Mebratie, M. A., K. Woldetsadik., A. Ayalew, and J. Haji. 2015. Comparative study of different banana ripening methods. Sci. Technol. Arts Res. J. 4(2): 32–38.
31. Meng, S., B.Sun., Z. Guo., W. Zhong., Q. Du, and P. Wu. 2008. Two-dimensional correlation ATR-FTIR studies on PEO-PPO-PEO tri-block copolymer and its phosphorylcholine derivate as thermal sensitive hydrogel systems. Polymer, 49(11): 2738–2744.
32. Murmu, S. B. and H. N. Mishra. 2018. Selection of the best active modified atmosphere packaging with ethylene and moisture scavengers to maintain quality of guava during low-temperature storage. Food Chem. 253: 55–62.
33. Nair, M. S., A. Saxena, and C. Kaur. 2018. Effect of chitosan and alginate based coatings enriched with pomegranate peel extract to extend the postharvest quality of guava (*Psidium guajava* L.). Food Chem. 240: 245–252.
34. O'Grady, L., G. Sigge., O. J. J. Caleb, and U. L. Opara. 2014. Effects of storage temperature and duration on chemical properties, proximate composition and selected bioactive components of pomegranate (*Punica granatum* L.) arils. LWT - Food Sci. Technol. 57(2): 508–515.
35. Paull, R. E, and C. C. Chen. 2002. Guava. In: The commercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery crops (ed K. C. Gross, C. Y. Wnang and M. Saltveit). Agriculture Handbook 66, US Department of Agriculture, Washington, DC, US.
36. Reddy, M. M., S. Vivekanandhan., M. Misra., S. K. Bhatia, and A. K. Mohanty. 2013. Biobased plastics and bionanocomposites: Current status and future opportunities. Prog. in Polymer Sci. 38(10–11): 1653–1689.
37. Roussos, P. A., V. Sefferou., N.K. Denaxa., E. Tsantili, and V. Stathis. 2011. Apricot (*Prunus armeniaca* L.) fruit quality attributes and phytochemicals under different crop load. Sci. Hort. 129(3): 472–478.
38. Sánchez-González, L., M. Vargas., C. González-Martinez., A. Chiralt, and M. Cháfer. 2011. Use of essential oils in bioactive edible coatings: a review. Food Engin. Rev. 3(1): 1–16.
39. Santos, T. M., M. S. de Sá Filho., E. O. Silva., M. R. S. da Silveira., M. R. A. de Miranda., M. M. A. Lopes, and H. M. C. Azeredo. 2018. Enhancing storage stability of guava with tannic acid-crosslinked zein coatings. Food Chem. 257: 252–258.
40. Shahid, M. N, and N. A. Abbasi. 2011. Effect of beewax coatings on physiological changes in Fruits of sweet orange cv."blood red." Sarhad J. Agric. 27(3): 385–394.
41. Singh, S., P. Khemariya., A. Rai., A. C.Rai., T. K. Koley, and B. Singh. 2016. Carnauba wax-based edible coating enhances shelf-life and retain quality of eggplant (*Solanum melongena*) fruits. LWT. 74: 420–426.
42. Singleton, V. L, and J. A. Rossi. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. Amer. J. Enol. Vitic. 16(3): 144–158.
43. Tanada-Palmu, P. S, and C. R. F. Grosso. 2005. Effect of edible wheat gluten-based films and coatings on refrigerated strawberry (*Fragaria ananassa*) quality. Postharvest Biol. Technol. 36(2): 199–208.
44. Tao, N., F. Fan., L. Jia, and M. Zhang. 2014. Octanal incorporated in postharvest wax of Satsuma mandarin fruit as a botanical fungicide against *Penicillium digitatum*. Food Cont. 45: 56–61.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-09-03]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.4.6.9]

45. Toğrul, H, and N. Arslan. 2004. Extending shelf-life of peach and pear by using CMC from sugar beet pulp cellulose as a hydrophilic polymer in emulsions. Food Hydrocol. 18(2): 215–226.
46. Vámos-Vigyázó, L, and N. F. Haard. 1981. Polyphenol oxidases and peroxidases in fruits and vegetables. Crit. Rev. Food Sci. Nutri. 15(1): 49–127.
47. Vargas, M., A. Albors., A. Chiralt, and C. González-Martinez. 2006. Quality of cold-stored strawberries as affected by chitosan--oleic acid edible coatings. Postharvest Biol. Technol. 41(2): 164–171.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-09-03]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.4.6.9]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 20 (4): 477 - 494 (2019)
Research article

Effect of Oleic Acid Edible Coating Containing Cinnamon Essential Oil on Qualitative Characteristics of Guava Fruit (*Psidium guajava* L.)

R. Etemadipoor, A. Ramezanian*, A. Mirzaalian Dastjerdi, M. Shamili[1]

Guava is a tropical fruit with high nutritional value, but it is highly perishable. In this study, fruits treated with 1% and 2% oleic acid solely or in combination with cinnamon essential oil, then stored at 10±1 °C and 90-95% RH for four weeks, and the quantitative and qualitative characteristics of fruits were evaluated. The results showed that the treatments were more effective in maintaining the qualitative characteristics of the fruits as compared to the control. Treatments of 1% oleic acid and 1% cinnamon essential oil showed more significant effects by preventing weight loss, maintaining flesh firmness, and reducing chlorophyll and color change. Fruits treated with 1% oleic acid and 1% cinnamon essential oil showed the highest content of ascorbic acid, total phenol content, total flavonoid content and antioxidant activity and the lowest polyphenol oxidase activity during 28 days of storage. The highest total soluble solids (TSS), fruit flavor index (TSS/TA), and the lowest titratable acidity (TA) were obtained in control treatment. These results indicated that oleic acid treatment with cinnamon essential oil can be a useful method for delaying ripening and senescence, increasing storage life and preserving guava fruit quality.
Keywords: Ascorbic acid, Antioxidant activity, Polyphenol oxidase, Fruit flavor index (FI), Fruit quality.

1. Former Ph.D. Student of Department of Horticultural Science, University of Hormozgan, Professor of Department of Horticultural Science, Shiraz University, Assistant and Associate Professors of Horticultural Science, University of Hormozgan, Bandarabbas, Iran, respectively.
* Corresponding author, E-mail: (ramezanian@shirazu.ac.ir)

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-09-03]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.4.6.9]