

تأثیر پوشش ژل آلوهورای حاوی عصاره چای سبز و سالیسیلیک اسید بر ماندگاری خرمای مضافتی در طی دوره نگهداری

فرشته السادات حسینی^۱، حمیدرضا اخوان^{۲*}، محمد بلوردی^۳، پریسا باقری^۴

محدثه پاکزاد مقدم^۴

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد بخش مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

۲- پژوهشکده فناوری تولیدات گیاهی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

۳- استادیار بخش علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

۴- دانش‌آموخته کارشناسی بخش علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۷/۱۱/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۲/۱۴)

چکیده

خرمای مضافتی یکی از مهم‌ترین محصولات صادراتی استان کرمان محسوب می‌شود که در طی نگهداری ممکن است ویژگی‌های کیفی آن تغییر نماید. استفاده از پوشش‌های خوراکی روشی جدید برای افزایش ماندگاری محصولات مختلف کشاورزی می‌باشد. هدف مطالعه حاضر، بررسی تأثیر پوشش‌های خوراکی آلوهورای حاوی سالیسیلیک اسید (۲ میلی‌مولار) و عصاره چای سبز (۰/۵ درصد) بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی خرمای نگهداری شده در دو دمای ۴ و ۲۵ درجه سلسیوس به مدت ۱۵۰ روز بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که نوع پوشش، دما و زمان نگهداری تأثیر معنی‌داری بر شاخص‌های مورد ارزیابی داشتند ($p < 0.05$). بر اساس نتایج، کمترین افت وزن در نمونه‌های پوشش داده شده با آلوهورای حاوی سالیسیلیک اسید و چای سبز مشاهده شد. چنین پوششی از تغییر قابل‌توجه pH، اسیدیته، بریکس، محتوای قند کل و قند احیاء نمونه‌های خرما در مقایسه با نمونه کنترل در طی دوره نگهداری جلوگیری کرد. در طی دوره نگهداری، شاخص‌های pH و قند کل روند کاهشی و شاخص‌های اسیدیته، بریکس و محتوای قند احیاء روند افزایشی داشتند. محتوای فنول کل در طی دوره نگهداری روند مشخصی نداشت و مقدار آن در نمونه‌های پوشش داده شده به صورت معنی‌داری بیشتر از نمونه کنترل بود. همچنین پوشش آلوهورای حاوی سالیسیلیک اسید و چای سبز به صورت موثری از افزایش رشد میکروبی جلوگیری کرد. به علاوه ارزیاب‌ها به نمونه‌های خرمای پوشش داده شده با آلوهورای حاوی سالیسیلیک اسید و چای سبز امتیاز بیشتری دادند. میزان تغییر شاخص‌های فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی در نمونه‌های نگهداری شده در دمای ۲۵ درجه سلسیوس به صورت معنی‌داری بیشتر از دمای ۴ درجه سلسیوس بود. به طور کلی استفاده از پوشش آلوهورای حاوی سالیسیلیک اسید و عصاره چای سبز و نگهداری در دمای ۴ درجه سلسیوس به علت تأثیر بر کاهش رشد میکروبی و حفظ خصوصیات کیفی خرما مضافتی پیشنهاد می‌گردد.

کلید واژگان: پوشش خوراکی، خرمای مضافتی، آلوهورا، عصاره چای سبز، سالیسیلیک اسید

* مسئول مکاتبات: hr.akhavan@uk.ac.ir

۱- مقدمه

میوه خرما یکی از مهم‌ترین محصولات تجاری در کشورهای خاورمیانه می‌باشد. این میوه یکی از محصولات باغی مهم کشور است که سبب ارزآوری و ایجاد اشتغال می‌شود و ارزش تغذیه‌ای بالایی دارد. از مهم‌ترین استان‌های تولید کننده خرما می‌توان به کرمان و خوزستان اشاره کرد [۱]. میوه خرما دارای کربوهیدرات (قند کل ۸۸-۴۴ درصد)، پروتئین (۳/۲-۶/۵ درصد)، مواد معدنی (۰/۱ تا ۹۱۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم خرما خشک)، ویتامین‌ها (B₁, B₂, C, A و نیاسین)، ترکیبات فنولی (فلاونوئیدها)، کاروتنوئیدها، فیبرهای محلول (۶/۴-۱۱/۵ درصد) و لیپیدها (۲/۰-۵/۰ درصد) است [۲، ۳]. ایجاد شرایط مناسب نگهداری برای این محصول به دلیل بافت نرم و رطوبت نسبتاً بالا اهمیت زیادی دارد. در صورت نگهداری خرما در شرایط محیطی نامناسب مانند دما و رطوبت نسبی بالا، این میوه در معرض آلودگی میکروبی قرار گرفته و دچار فساد، بد طعمی و ترشیدگی می‌شود. یکی از روش‌های جدید برای افزایش ماندگاری میوه‌ها و سبزی‌ها، استفاده از پوشش‌های خوراکی می‌باشد که سبب حفظ کیفیت، کنترل فساد و جلوگیری از رشد باکتری‌های بیماری‌زا و عامل فساد می‌شود [۴، ۵]. همچنین نگهداری در دمای پایین می‌تواند سبب حفظ بافت، طعم و مزه و جلوگیری از رشد میکروبی بسیاری از میوه‌های برداشت شده شود [۶]. پوشش‌های خوراکی به عنوان یک فن‌آوری سازگار با محیط زیست در بسیاری از محصولات کشاورزی برای کنترل انتقال رطوبت، تبادل گاز و جلوگیری از فرایندهای فیزیولوژیک و تغییرات اکسایشی کاربرد دارند [۷]. در این راستا، از پلی‌ساکاریدها، پروتئین‌ها و لیپیدها به عنوان پوشش‌های خوراکی استفاده می‌شود [۸]. همچنین، پوشش‌های خوراکی به عنوان حامل عوامل ضد میکروبی، ضد اکسایشی، عوامل ضد قهوه‌ای شدن، طعم‌دهنده‌ها و رنگ‌دهنده‌ها برای بهبود کنترل رشد میکروبی و خواص تغذیه‌ای و حسی میوه‌ها و سبزی‌های تازه مورد استفاده قرار می‌گیرند [۴، ۸].

از جمله پوشش‌های متداول مورد استفاده در فن‌آوری پس از برداشت میوه‌ها، ژل آلوئه‌ورا است که دارای خواص ضد اکسایشی و ضد میکروبی می‌باشد [۹]. در متون علمی خواص ممانعتی

آلوئه‌ورا در برابر انتقال رطوبت و گازها [۹]، همچنین عملکرد ضد میکروبی آن [۴، ۱۰] گزارش شده است. چای سبز نیز به علت غنی بودن از ترکیبات پلی‌فنولی و داشتن خواص ضد اکسایشی و ضد میکروبی در ترکیب پوشش‌های خوراکی مورد استفاده قرار گرفته است [۴]. سالیسیلیک اسید نیز یک ترکیب فنولی طبیعی است که به واسطه تأثیر بر فرایندهای فیزیولوژیکی، به عنوان عامل ضدپیری در دنیای گیاهی شناخته می‌شود. همچنین سالیسیلیک اسید می‌تواند سبب فعال شدن سامانه دفاعی گیاه در برابر حمله عوامل بیماری‌زا و فعال کردن بیان چندین ژن دفاعی در گیاهان شود [۱۱].

با توجه به غنی بودن خرما از مواد مغذی، امکان آلودگی آن به میکروب‌های عامل فساد و حتی بیماری‌زا وجود دارد. از طرفی تغییر خصوصیات کیفی خرما به علت شرایط نامناسب نگهداری و بسته‌بندی یکی از مهم‌ترین دلایل کاهش میزان صادرات و قیمت این محصول در بازارهای جهانی می‌باشد. بنابراین، هدف پژوهش حاضر بررسی امکان استفاده از پوشش خوراکی آلوئه‌ورای حاوی عصاره چای سبز و سالیسیلیک اسید در حفظ برخی ویژگی‌های کیفی میوه خرما مضافتی در طی دوره نگهداری است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

خرمای مضافتی بم به صورت بسته‌بندی شده در بسته‌های پلی‌اتیلنی قرار گرفته در داخل کارتن‌های مقوایی از سردخانه‌های شهرستان بم (کرمان) در فصل برداشت خریداری شد. چای سبز و برگ‌های تازه آلوئه‌ورا از بازار محلی کرمان و سالیسیلیک اسید از شرکت سیگمای آلمانتیه شد. سایر مواد شیمیایی و حلال‌ها نیز از شرکت مرک (آلمان) و شرکت دکتر مجللی (ایران) خریداری شدند.

۲-۲- آماده‌سازی پوشش خوراکی

پس از شستشوی برگ‌های تازه آلوئه‌ورا با آب مقطر و محلول ۲ درصد هیپوکلریت سدیم برای حذف آلودگی‌های سطحی، فیله‌های حاوی ژل توسط یک چاقوی دستی جدا و به وسیله یک

1. *Phoenixdactylifera*

وزنی-حجمی) و ۲ میلی مولار سالیسیلیک اسید باشد سپس عمل همگن کردن تیمارهای پوشش‌دهی انجام گرفت.

۲-۳- پوشش‌دهی میوه‌های خرمای مضافتی

عملیات پوشش‌دهی به روش غوطه‌وری بر اساس تیمارهای جدول ۱ انجام گرفت. میوه‌های خرما به مدت ۲ دقیقه در داخل محلول شاهد (آب مقطر) و محلول‌های پوشش‌دهی غوطه‌ور شدند و محلول پوشش‌دهی اضافی با قرار دادن نمونه‌ها روی آبکش جدا شد. سپس اجازه داده شده تا سطح خرماهای پوشش داده شده در مدت ۹۰ دقیقه در شرایط آزمایشگاه (دمای ۲۵ درجه سلسیوس) خشک شوند. بررسی خشک شدن پوشش حاوی ژل آلئوئورا در سطح خرما به صورت چشمی و بر مبنای حالت ژله‌ای نبودن و عدم چسبندگی ژل به دست انجام گرفت. نمونه‌های تیمار شده پس از بسته‌بندی در پوشش پلی‌اتیلنی و قرار گرفتن در کارتن ۵۰۰ گرمی مخصوص خرما، در دماهای ۴ و ۲۵ درجه سلسیوس نگهداری شدند تا ویژگی‌های کیفی آنها در طی دوره نگهداری و در روزهای ۰، ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ ارزیابی گردد.

مخلوط کن (کنوود، چین) به مدت ۵ دقیقه مخلوط گردیدند. مخلوط حاصل پس از عبور از صافی پارچه ای، در دمای ۷۵ درجه سانتی گراد به مدت ۵ دقیقه حرارت داده شد و سپس تا دمای ۵ درجه سلسیوس سرد شده و آماده استفاده گردید [۱۲]. عصاره چای سبز نیز از برگ‌های خشک چای سبز بر اساس روش سیرپاتراون و هارت (۲۰۱۰) تهیه گردید [۱۳]. برای این منظور، مخلوط پودر چای سبز و آب مقطر (۱:۱۰ وزنی/وزنی) در داخل ارلن مایر ریخته شد تا عمل استخراج با استفاده از حمام آب شیکردار در دمای ۸۰ درجه سلسیوس با سرعت ۱۰۰ دور/دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه انجام گیرد. سپس عصاره با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره ۱ صاف گردید. عمل تغلیظ با تبخیرکننده چرخان تحت خلاء (RV10, IKA, Germany) در دمای ۵۰ درجه سلسیوس انجام گرفت. مقدار ماده خشک عصاره تغلیظ شده با روش آون‌گذاری در دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس تعیین گردید [۴]. برای تهیه تیمارهای پوشش‌دهی، عصاره چای سبز تغلیظ شده و سالیسیلیک اسید به میزانی به عصاره آلئوئورا اضافه گردید تا پوشش خوراکی آلئوئورا دارای ۰/۵ درصد عصاره چای سبز بر مبنای ماده خشک (۰/۵ درصد

Table 1 Different treatments applied for coating of date fruit

No.	Coating treatment	Abbreviation signs
1	Distilled water (control)	C
2	Aloe vera 100%	Aloe
3	Aloe vera+0.5% Green tea extract	Aloe-GT
4	Aloe vera+2mM Salicylic acid	Aloe+SA
5	Aloe vera+0.5% Green tea extract+ 2mM Salicylic acid	Aloe+GT+SA

اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری اسیدیته از روش تیتراسیون با هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال استفاده شد، به‌طوری‌که ۵ گرم نمونه خرما در هاون به صورت خمیر درآمده و ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه شد و به مدت ۱۰ دقیقه با شیکر با دور ۵۰ rpm هم زده شد، سپس تا رسیدن به pH برابر با ۸/۲ با سود ۰/۱ نرمال تیترا گردید [۱۴]. برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول کل از دستگاه رفرکتومتر رومیزی (2WAJ, Italy) در دمای ۲۵ درجه سلسیوس استفاده شد [۱۵].

۲-۶- اندازه‌گیری محتوای قند کل قبل و بعد از

هیدرولیز

۲-۴- اندازه‌گیری درصد افت وزن

میزان کاهش وزن نمونه‌ها به خاطر از دست رفتن رطوبت با وزن کردن نمونه‌ها با ترازوی دیجیتال محاسبه گردید و به صورت کاهش وزن نمونه نسبت به وزن اولیه میوه گزارش شد [۴].

۲-۵- اندازه‌گیری pH، اسیدیته و درجه بریکس

برای اندازه‌گیری pH، ابتدا ۵ گرم نمونه خرما در هاون به صورت خمیر درآمده و ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه شد، سپس به مدت ۱۰ دقیقه با شیکر (KS 260 basic, IKA, Germany) با دور ۵۰ rpm هم‌زده شد. سپس pH نمونه‌های خرما در دمای ۲۵ درجه سلسیوس با دستگاه pH متر (Zag Chimi, Iran)

اندازه‌گیری محتوای قند به روش دی نیترو سالیسیلیک اسید (DNS) انجام شد [۱۶]. برای اندازه‌گیری محتوای قند قبل از هیدرولیز، ابتدا یک گرم نمونه‌خرما به کمک آب مقطر حل شد و به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسید. سپس عمل صاف کردن محلول با استفاده از کاغذ صافی انجام گرفت تا از محلول صاف شده برای اندازه‌گیری قند قبل از هیدرولیز استفاده شود. برای اندازه‌گیری محتوای قند بعد از هیدرولیز، به ۱۰ میلی‌لیتر از محلول صاف شده، مقدار ۲ میلی‌لیتر اسید کلریدریک رقیق شده با آب مقطر (۳:۱) اضافه شد و با استفاده از آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسید. نمونه به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب با دمای ۷۰ درجه سلسیوس قرار گرفت، سپس محتوای قند بعد از هیدرولیز نمونه به روش DNS اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری محتوای قند قبل و بعد از هیدرولیز، مقدار ۱/۵ میلی‌لیتر از محلول‌های قندی با ۱/۵ میلی‌لیتر معرف DNS (۱ درصد) مخلوط شد و مخلوط واکنش به مدت ۵ دقیقه جوشانده شد، سپس خنک شده و حجم نمونه با آب مقطر به ۱۰ میلی‌لیتر رسانده شد. جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۷۰ نانومتر با طیف‌سنج نوری (SPUV-26, Germany) خوانده شد. برای تهیه منحنی استاندارد از محلول گلوکز با غلظت‌های مختلف (۴۰۰-۰ میکروگرم/میلی‌لیتر) استفاده شد. محتوای قند نمونه‌های خرما برحسب گرم/۱۰۰ گرم میوه تازه خرما گزارش گردید.

۷-۲- اندازه‌گیری محتوای ترکیبات فنولی

برای این منظور، ۵۰ گرم نمونه خرما با استفاده از همزن همگن گردید. برای استخراج ترکیبات فنولی، ۵ میلی‌لیتر حلال متانول ۸۰ درصد حاوی ۱ درصد اسید کلریدریک به ۰/۲ گرم نمونه همگن‌شده اضافه گردید و عمل هم زدن آن به مدت ۲ ساعت روی شیکر (KS 260 basic, IKA, Germany) انجام گرفت. سپس مخلوط به مدت ۱۰ دقیقه با دور ۳۰۰۰g سانتریفوژ گردید. سپس رومانده برای اندازه‌گیری محتوای ترکیبات فنولی مورد استفاده قرار گرفت. مقدار ۱۰۰ میکرولیتر عصاره

استخراج‌شده با ۰/۷۵ میلی‌لیتر واکنش‌گر فولین سیوکالتو (رقیق‌شده به میزان ۱۰ برابر با آب مقطر) مخلوط شد و به مدت ۵ دقیقه در دمای اتاق قرار گرفت. سپس ۰/۷۵ میلی‌لیتر بی‌کربنات سدیم (۶۰ لیتر/گرم) به مخلوط اضافه شد و به مدت ۹۰ دقیقه در دمای اتاق و در جای تاریک نگهداری گردید. جذب نمونه‌ها در طول موج ۷۲۵ نانومتر اندازه‌گیری شد [۱۷]. برای تهیه منحنی استاندارد از گالیک اسید در محدوده غلظت ۱۲/۵-۲۰۰ میلی‌گرم/لیتر استفاده شد. نتایج به صورت میلی‌گرم معادل گالیک اسید بر گرم وزن میوه تازه بیان گردید.

۸-۲- ارزیابی میکروبی

محیط کشت پلیت کانت آگار (PCA) و عصاره مخمر گلوکز کلرامفنیکل آگار (YGC) به ترتیب برای شمارش باکتری‌های معتدل‌دوست هوازی و قارچ‌ها مورد استفاده قرار گرفتند. برای ارزیابی میکروبی، ۱۰ گرم خرما در شرایط استریل از بسته‌بندی خارج گردید و به ۹۰ میلی‌لیتر سرم فیزیولوژیک استریل اضافه شد و چندین رقت متوالی (۱ میلی‌لیتر نمونه با ۹ میلی‌لیتر سرم فیزیولوژیک) تهیه گردید. شمارش کلی کپک و مخمر و باکتری‌های معتدل‌دوست هوازی به ترتیب با روش‌های کشت سطحی و کشت آمیخته انجام گرفت. برای شمارش باکتری‌های معتدل‌دوست هوازی، پلیت‌ها در دمای ۳۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت و برای شمارش کپک و مخمر، پلیت‌ها در دمای ۲۵ درجه سلسیوس به مدت ۳ تا ۵ روز گرمخانه‌گذاری شدند [۴]. نتایج به صورت لگاریتم تعداد کلنی بر گرم خرمای تازه ($\log \text{cfu}$) بیان گردید. حد تشخیص کمتر از ۱ سیکل لگاریتمی در نظر گرفته شد.

۹-۲- ارزیابی ویژگی‌های حسی میوه خرما

اثر ترکیبی پوشش‌دهی و نگهداری بر ویژگی‌های حسی میوه خرما با استفاده از ۶ ارزیاب آموزش دیده (محدوده سنی ۲۵-۴۵ سال) از میان دانشجویان و اساتید صنایع غذایی انجام گرفت. ارزیاب‌ها شناخت کافی از میوه خرما و ویژگی‌های کیفی آن

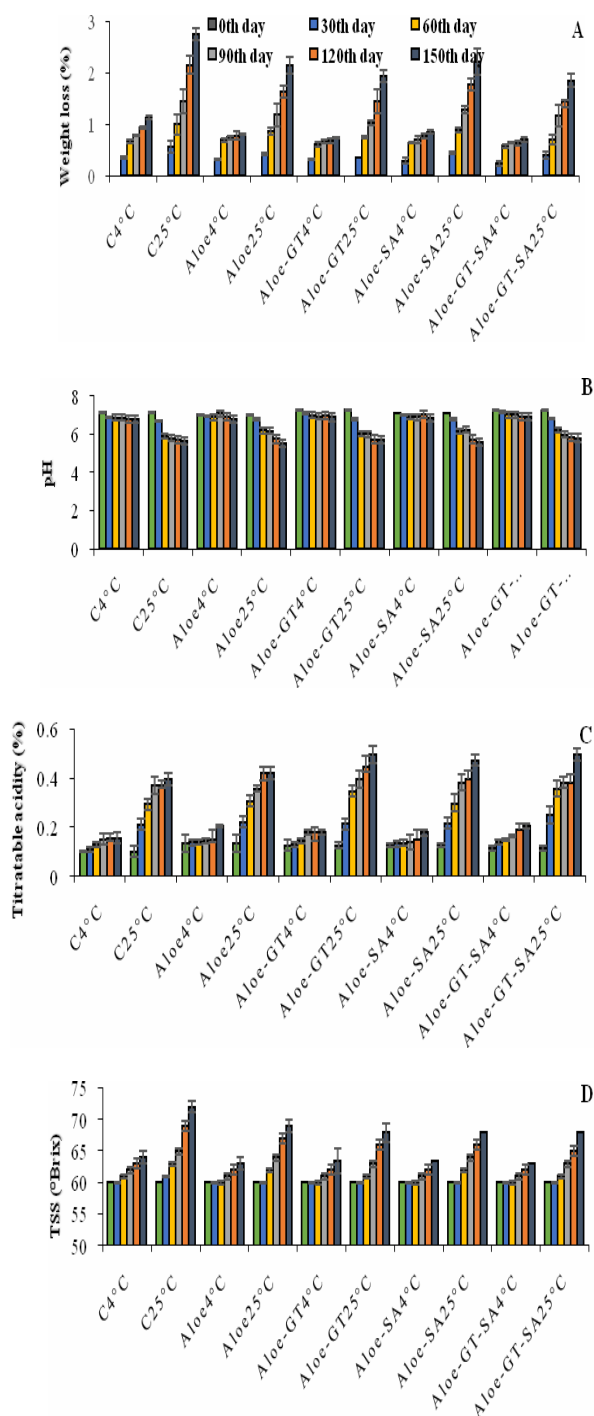


Fig 1 The variation of weight loss, pH, total soluble solids (TSS), and titratable acidity (TA) of Mazafati dates coated with *Aloe vera* containing green tea extract and salicylic acid during 150 days of storage at 4 and 25 °C. Data are presented as mean $\pm$ standard deviation.

داشتند. سنجش ویژگی‌های حسی (رنگ، طعم و مزه، عطر و بو، بافت و پذیرش کلی) به روش هدونیک ۹ نقطه‌ای انجام گرفت. بر این مبنا، رنگ، طعم و مزه، عطر و بو، بافت و پذیرش کلی از بسیار بد (۱) تا بسیار عالی (۹) توسط ارزیاب‌ها امتیازدهی شدند.

۲-۱۰- تجزیه و تحلیل آماری

آزمون‌ها به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی انجام گرفت و نتایج آزمایش‌ها به صورت میانگین $\pm$ انحراف استاندارد بیان گردید. آنالیز واریانس (ANOVA) و مقایسه میانگین نمونه‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد با نرم‌افزار SAS انجام گرفت.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- روند تغییر افت وزن

تاثیر عوامل اصلی (نوع پوشش، دما و زمان نگهداری) و اثرات متقابل آنها بر افت وزن نمونه‌ها معنی‌دار ($p < 0.05$) بود. افت وزن در طی دوره نگهداری در تمامی نمونه‌ها به صورت معنی‌داری افزایش یافت (شکل ۱(A)). درصد افت وزن در نمونه‌های پوشش داده شده به صورت معنی‌داری ($p < 0.05$) کمتر از نمونه‌های کنترل بود. کمترین افت وزن (۰/۷ درصد) در نمونه‌های پوشش داده شده با پوشش خوراکی آلوه‌ورا/چای سبز/سالیسیلیک اسید و آلوه‌ورا/چای سبز در دمای نگهداری ۴ درجه سلسیوس مشاهده شد، سپس پوشش آلوه‌ورا/سالیسیلیک و آلوه‌ورا با افت وزن ۰/۸ و ۰/۸۲ درصد قرار داشتند. بیشترین افت وزن (۱/۱۳ درصد) در همین دما نیز در نمونه کنترل مشاهده شد. به علاوه، درصد افت وزن نمونه‌های نگهداری شده در دمای ۲۵ درجه سلسیوس به صورت معنی‌داری ($p < 0.05$) بیشتر (تقریباً دو برابر) از نمونه‌های نگهداری شده در دمای ۴ درجه سلسیوس بود.

کاهش وزن میوه عمدتاً به دلیل از دست دادن آب از طریق تعرق، تنفس و اختلاف فشار بخار آب بین میوه تازه و هوای محیط اطراف آن می‌باشد [۴]. آتیا و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند که تیمارهای کلسیم کلراید و سالیسیلیک اسید خرمای رقم برچی سبب محدود شدن انتقال آب از طریق پوست میوه و کاهش درصد افت وزن میوه شدند [۵]. سالیسیلیک اسید نرخ تنفس و درصد افت وزن را از طریق بستن منافذ روی پوست میوه کاهش می‌دهد که این عامل سبب به تاخیر انداختن رسیدگی، پیری و فساد در میوه می‌شود [۱۸]. همچنین افت وزن کمتر در پوشش آلوه‌ورا به علت ایجاد شبکه متراکم ژل آلوه‌ورا در سطح محصول است که همانند مانع از انتقال رطوبت جلوگیری می‌نماید [۱۹]. در این راستا، کاهش وزن در طی نگهداری برش‌های سیب پوشش داده شده با آلوه‌ورای حاوی چای سبز در مقایسه با نمونه کنترل کمتر بود [۲۰]. نتایج پژوهش حاضر با نتایج مطالعه‌های قبلی مطابقت داشت، به‌طوری‌که پوشش‌دهی خرمای مضافتی با پوشش پلی‌ساکاریدی (نشاسته و پکتین) نیز سبب کاهش معنی‌دار افت وزن در مقایسه با نمونه کنترل شد [۱۵].

۲-۳- روند تغییرات pH، اسیدیته و مواد جامد محلول

روند تغییرات pH در نمونه‌های خرمای پوشش داده شده و کنترل در طی دوره نگهداری در دو دمای ۴ و ۲۵ درجه سلسیوس در شکل ۱(B) نشان داده شده است. تأثیر نوع پوشش، دما و زمان نگهداری بر pH نمونه‌های خرما در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. به طور کلی، pH تمامی نمونه‌ها در طی دوره نگهداری کاهش یافت و نمونه‌های پوشش داده شده به صورت معنی‌داری تغییرات pH کمتری نسبت به نمونه‌های کنترل نشان دادند. به‌طوری‌که بالاترین میزان pH در نمونه‌ها با پوشش ترکیبی آلوه‌ورا/چای سبز/سالیسیلیک اسید مشاهده شد و نمونه کنترل کمترین میزان pH را داشت. به علاوه، pH نمونه‌های خرمای نگهداری شده در دمای ۴ درجه سلسیوس به صورت معنی‌داری ($p < 0.05$) بالاتر از نمونه‌های نگهداری شده در دمای ۲۵ درجه سلسیوس بود. تغییرات کمتر pH در نمونه‌های پوشش داده شده ممکن است به دلیل رشد میکروبی کمتر در این

نمونه‌ها باشد. در پژوهشی گزارش شده است که pH میوه پاپایای پوشش داده شده با آلوه‌ورا در طی دوره نگهداری به میزان اندکی تغییر یافت [۲۱]. بر اساس نتایج پژوهش ایوبی (۱۳۹۵)، کمترین تغییر pH در نمونه‌های خرما با پوشش پلی‌ساکاریدی (نشاسته و پکتین) و بیشترین تغییر pH در نمونه‌های کنترل مشاهده شد، افزایش دمای نگهداری نیز سبب کاهش معنی‌دار pH نمونه‌ها شد [۱۵] که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت داشت.

در ارتباط با اسیدیته، اثر نوع پوشش، دما و زمان نگهداری در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. به طور کلی اسیدیته در تمامی تیمارها در طی دوره نگهداری افزایش یافت که این افزایش در نمونه‌های نگهداری شده در دمای ۴ درجه سلسیوس به صورت معنی‌داری ($p < 0.05$) کمتر از نمونه‌های نگهداری شده در دمای ۲۵ درجه سلسیوس بود (شکل ۱(C)). همچنین، اسیدیته نمونه‌های خرما با پوشش خوراکی به طور معنی‌داری ($p < 0.05$) بیشتر از نمونه‌های کنترل بود. مقادیر بالاتر اسیدیته در نمونه‌های پوشش داده شده می‌تواند به دلیل تأثیر پوشش‌های خوراکی در جلوگیری از افت وزن و کاهش تنفس باشد [۴]. پوشش‌های خوراکی به دلیل کاهش نفوذپذیری گازها سبب کاهش میزان تنفس می‌گردند؛ زیرا اسیدهای آلی در طی رسیدگی و نگهداری میوه‌ها به عنوان سوسترای فرایند تنفس مصرف می‌گردند که این موضوع منجر به کاهش اسیدیته می‌شود [۴]. در این راستا، نمونه‌های خرما با پوشش پلی‌ساکاریدی (پکتین، نشاسته)، مقدار اسیدیته بیشتری نسبت به نمونه‌های کنترل داشتند [۱۵]. همچنین کاهش کمتر اسیدیته برش‌های سیب پوشش داده شده با آلوه‌ورای حاوی چای سبز در مقایسه با نمونه کنترل گزارش شده است [۲۰]. افزایش اسیدیته میوه خرما با افزایش دمای نگهداری از ۴ به ۲۵ درجه سلسیوس می‌تواند ناشی از افزایش فعالیت میکروبی باشد، زیرا میکروب‌ها میزان اسیدهای آلی را افزایش می‌دهند [۱۵].

مواد جامد محلول کل (بریکس) به صورت معنی‌داری تحت تأثیر اثر نوع پوشش، دما و زمان نگهداری در سطح احتمال ۵ درصد قرار گرفت. با توجه به شکل ۱(D)، بریکس تمامی نمونه‌ها در

نگهداری، بیشترین محتوای فنول کل در نمونه‌های خرما با پوشش آلوه‌ورا/چای سبز/سالیسیلیک اسید (۷/۹۴ میلی گرم/۱۰۰ گرم خرما) در دمای ۴ درجه سلسیوس و کمترین میزان آن در نمونه کنترل (۵/۴۶ میلی گرم/۱۰۰ گرم خرما) در دمای ۲۵ درجه سلسیوس مشاهده شد. بر این اساس، محتوای فنول کل در نمونه‌های نگهداری شده در دمای ۴ درجه سلسیوس به صورت معنی‌داری بیشتر از نمونه‌ها در دمای ۲۵ درجه سلسیوس بود (شکل ۲). دما تاثیر قابل توجهی بر فعالیت‌های میکروبی و آنزیمی میوه‌ها و سبزی‌ها در طی نگهداری دارد، به‌طوری‌که فعالیت برخی آنزیم‌های طبیعی موجود در میوه خرما مثل پلی فنول اکسیداز سبب کاهش محتوای فنول کل می‌گردد [۲۲]. به علاوه، افزایش محتوای فنول کل به‌واسطه استفاده از پوشش‌های حاوی سالیسیلیک اسید در میوه لیتیچی [۲۴] و عصاره چای سبز در میوه دراگون [۲۵] گزارش شده است. در این راستا، اضافه کردن عصاره چای سبز به فیلم‌هایی بر پایه کیتوزان سبب افزایش محتوای فنول کل در میوه توت‌فرنگی شد [۲۶]. لازم به ذکر است که ترکیبات فنولی موجود در عصاره چای سبز دارای خاصیت ضد اکسایشی هستند و بر محتوای ترکیبات فنولی سامانه‌های مورد استفاده تاثیر می‌گذارند [۲۷].

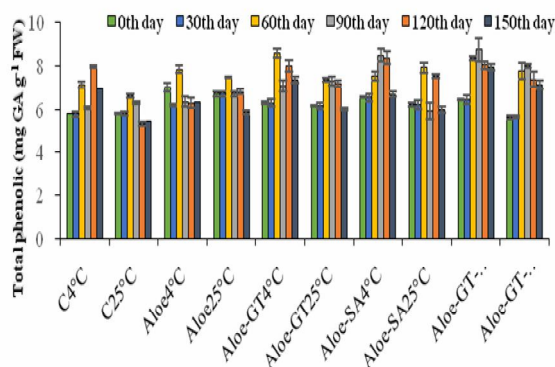


Fig 2 The variation of total phenolic content of Mazafati date coated with *Aloe vera* containing green tea extract and salicylic acid during 150 days of storage at 4 and 25 °C. Data are presented as mean $\pm$ standard deviation.

۳-۴- روند تغییرات محتوای قند کل و محتوای قند احیاء

5. Litchi fruit
6. Dragon fruit

طی دوره نگهداری افزایش یافت و این افزایش در نمونه‌های نگهداری شده در دمای ۲۵ درجه به صورت معنی‌داری ($p < 0.05$) بیشتر از دمای ۴ درجه سلسیوس بود. میزان بریکس در نمونه کنترل بیشتر از نمونه‌ها با پوشش خوراکی بود. کمترین میزان بریکس در نمونه‌ها با پوشش آلوه‌ورا/چای سبز/سالیسیلیک اسید و آلوه‌ورا/چای سبز مشاهده شد. نتایج بدست آمده در راستای نتایج حاصل از مطالعات قبلی بود که خرماهای پوشش داده شده با پوشش خوراکی بر پایه پکتین کمترین بریکس و نمونه‌های کنترل بیشترین میزان بریکس را در انتهای دوره نگهداری نشان دادند، همچنین مقدار مواد جامد محلول کل در خرما با افزایش زمان و دمای نگهداری افزایش یافت [۱۵]. در مقابل، بریکس خرماهای تیمار شده با سالیسیلیک اسید و کلسیم کلراید نسبت به نمونه‌های کنترل بیشتر بود [۵]. افزایش محتوای مواد جامد محلول کل در طی دوره نگهداری به دلیل کاهش رطوبت، فعالیت‌های میکروبی و آنزیمی و تبدیل پلی ساکاریدها به قندهای ساده است [۴]. محتوای مواد جامد محلول تحت تاثیر محتوای قند میوه‌ها می‌باشد. در نتیجه، رشد میکروب‌هایی با توانایی تجزیه ترکیباتی از قبیل نشاسته، سلولز و پکتین همراه با آنزیم‌های طبیعی موجود در محصولات کشاورزی می‌تواند محتوای مواد جامد محلول میوه‌ها را به دلیل تجزیه و افزایش حلالیت ترکیباتی با وزن مولکولی بالا افزایش دهند [۴، ۲۲]. افزایش کمتر مواد جامد محلول کل در نمونه‌های پوشش داده شده احتمالاً به واسطه ایجاد لایه حفاظتی و بازدارندگی رشد میکروبی در سطح خرما است که سبب کاهش افت رطوبت و کاهش تجزیه پلی ساکاریدها می‌شود که با نتایج گوهلانی و بیسن (۲۰۱۲) در مورد سیب پوشش داده شده با آلوه‌ورا مطابقت داشت [۲۳]. نرم شدن بافت عمدتاً ناشی از تاثیر آنزیم‌های تخریب کننده دیواره سلولی بوده که در نتیجه آن برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مانند بریکس، اسیدیته و pH تغییر می‌نمایند [۲۰].

۳-۳- روند تغییر محتوای فنول کل

اثر متقابل نوع پوشش، دما و زمان نگهداری بر محتوای فنول کل معنی‌دار بود ($p < 0.05$). محتوای فنول کل در نمونه‌های پوشش داده شده به صورت معنی‌داری بیشتر از نمونه کنترل بود. در انتهای دوره

سطح احتمال ۵ درصد است. میزان قند احیاء به صورت معنی‌داری ($p < 0.05$) در نمونه‌های پوشش داده شده کمتر از نمونه‌های کنترل در انتهای دوره نگهداری بود. کمترین افزایش محتوای قند احیاء در نمونه‌های پوشش داده شده با آلوه‌ورا/چای سبز/سالیسیلیک اسید و پوشش آلوه‌ورا/چای سبز در دمای نگهداری ۴ درجه سلسیوس مشاهده شد. همچنین نمونه‌های نگهداری شده در دمای ۲۵ درجه سلسیوس محتوای قند احیاء بیشتری نسبت به نمونه‌ها در دمای ۴ درجه سلسیوس داشتند. نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج مطالعات قبلی مطابقت خوبی نشان داد، به‌طوری‌که پوشش خوراکی پلی‌ساکاریدی (پکتین و نشاسته) اثر معنی‌داری بر محتوای قند احیاء داشت و محتوای قند احیاء در نمونه‌های پوشش داده شده کمتر از نمونه‌های کنترل بود که به تجزیه کندتر دی‌و-پلی‌ساکاریدها به قندهای احیاء کننده در نمونه‌های پوشش داده شده نسبت داده شد [۱۵]. کاهش میزان تنفس و متابولیسم میوه تحت تأثیر پوشش خوراکی سبب کاهش تجزیه دی‌و-پلی‌ساکاریدها شده، در نتیجه قند احیاء کمتری ایجاد می‌گردد [۲۸]. به علاوه، محتوای قند احیاء تحت تأثیر فعالیت‌های میکروبی نیز می‌باشد و میکروارگانیسم‌ها با تولید آنزیم اینورتاز سبب تجزیه ساکاروز به قندهای احیاء کننده (گلوکز و فروکتوز) می‌شوند [۲۹] که بر این مبنا می‌توان بالاتر بودن محتوای قند احیاء نمونه‌های کنترل با رشد میکروبی بیشتر را توجیه کرد.

۳-۵- ارزیابی میکروبی

تعداد باکتری‌های معتدل‌دوست هوازی در تمامی نمونه‌ها به صورت معنی‌داری ($p < 0.05$) در طی دوره نگهداری خرما افزایش یافت (جدول ۲). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر نوع پوشش، دما و زمان نگهداری بر شمارش جمعیت باکتری‌های معتدل‌دوست هوازی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. پوشش‌دهی نمونه‌های خرما به صورت معنی‌داری سبب کاهش رشد میکروبی شد. نتایج نشان داد که کمترین رشد میکروبی در نمونه‌های خرما با پوشش خوراکی آلوه‌ورا/چای سبز/سالیسیلیک اسید و آلوه‌ورا/چای سبز و بیشترین رشد باکتری‌های معتدل‌دوست در نمونه کنترل مشاهده شد. رشد باکتری‌های معتدل‌دوست در دمای ۲۵ درجه سلسیوس تفاوت معنی‌داری با دمای ۴ درجه سلسیوس داشت.

محتوای قند کل تحت تأثیر نوع پوشش، دما و زمان نگهداری ($p < 0.05$) قرار گرفت. محتوای قند کل نمونه‌های خرما در طی دوره نگهداری روند کاهشی را نشان داد (شکل ۳ (A)). میزان این کاهش در نمونه‌های نگهداری شده در دمای ۲۵ درجه سلسیوس در مقایسه با دمای ۴ درجه سلسیوس به صورت معنی‌داری ($p < 0.05$) بیشتر بود. در انتهای دوره نگهداری، محتوای قند در نمونه‌های پوشش داده شده بیشتر بود و کمترین محتوای قند کل در نمونه کنترل با دمای نگهداری ۲۵ درجه سلسیوس مشاهده شد. کاهش بیشتر محتوای قند در نمونه کنترل می‌تواند در ارتباط با تسریع فعالیت‌های متابولیکی میوه از جمله تنفس و افزایش فعالیت‌های میکروبی باشد.

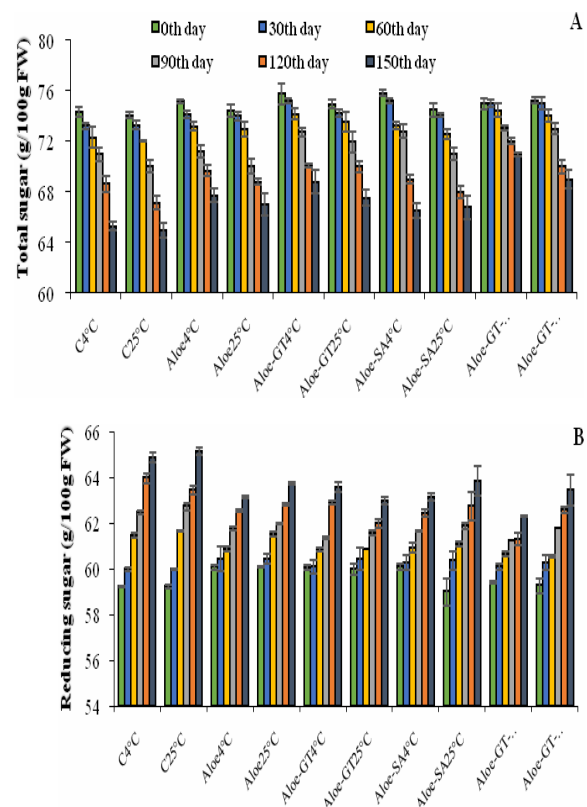


Fig 3 The variation of total sugar and reducing sugar contents of Mazafati date coated with *Aloe vera* containing green tea extract and salicylic acid during 150 days of storage at 4 and 25 °C. Data are presented as mean $\pm$ standard deviation.

محتوای قند احیاء در طی دوره نگهداری در تمامی نمونه‌ها روند افزایشی داشت (شکل ۳ (B)). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که میزان قند احیاء تحت تأثیر نوع پوشش، زمان و دمای نگهداری در

Table 2 The variation of total aerobic mesophilic bacterial count (Log cfu g⁻¹) of Mazafati date coated with *Aloe vera* containing green tea extract and salicylic acid during 150 days of storage at 4 and 25 °C. Data are presented as mean± standard deviation.

Treatment	Day 0	Day 30	Day 60	Day 90	Day 120	Day 150
C4°C	2.36 ± 0.01 ^{eB}	3.1 ± 0.03 ^{dA}	3.34 ± 0.11 ^{cB}	3.79 ± 0.09 ^{bA}	4.02 ± 0.01 ^{aB}	4.07 ± 0.05 ^{aB}
C25°C	2.56 ± 0.05 ^{eA}	3.19 ± 0.05 ^{dA}	3.45 ± 0.02 ^{eA}	3.75 ± 0.12 ^{bA}	4.17 ± 0.11 ^{aA}	4.22 ± 0.09 ^{aA}
Aloe4°C	1.96 ± 0.07 ^{eD}	2.7 ± 0.07 ^d	3.07 ± 0.08 ^{cC}	3.53 ± 0.04 ^{bB}	3.85 ± 0.04 ^{aC}	3.9 ± 0.10 ^{aC}
Aloe25°C	1.96 ± 0.06 ^{eD}	2.74 ± 0.08 ^{dB}	3.06 ± 0.05 ^{cC}	3.44 ± 0.10 ^{bB}	3.89 ± 0.03 ^{aC}	3.87 ± 0.14 ^{aC}
Aloe-GT4°C	ND	ND	1.66 ± 0.01 ^{dD}	2.13 ± 0.05 ^{cD}	2.25 ± 0.01 ^{bF}	2.43 ± 0.12 ^{aF}
Aloe-GT25°C	ND	ND	1.66 ± 0.01 ^{dD}	1.96 ± 0.02 ^{cE}	2.35 ± 0.09 ^{bE}	2.57 ± 0.04 ^{aE}
Aloe-SA4°C	2.13 ± 0.01 ^{eC}	2.5 ± 0.03 ^{dC}	3.13 ± 0.05 ^{cC}	3.32 ± 0.04 ^{bC}	3.62 ± 0.09 ^{aD}	3.61 ± 0.06 ^{aD}
Aloe-SA25°C	2.13 ± 0.04 ^{dC}	2.56 ± 0.09 ^{cC}	3.26 ± 0.02 ^{bB}	3.26 ± 0.13 ^{bC}	3.7 ± 0.05 ^{aD}	3.67 ± 0.07 ^{aD}
Aloe-GT-SA4°C	ND	ND	1.65 ± 0.05 ^{dD}	1.96 ± 0.05 ^{cE}	2.13 ± 0.01 ^{bG}	2.26 ± 0.01 ^{aG}
Aloe-GT-SA25°C	ND	ND	1.65 ± 0.08 ^{dD}	1.96 ± 0.04 ^{cE}	2.14 ± 0.06 ^{bG}	2.35 ± 0.05 ^{aFG}

Values within the same column with different superscript lowercase letter differ significantly ($p < 0.05$).

Values within the same row with different superscript uppercase letter differ significantly ($p < 0.05$).

ND: not detected, below detection limits of < 1 Log cfu g⁻¹.

رشد در نمونه‌ها با پوشش آلوه‌ورا/چای سبز/سالیسیلیک اسید و آلوه‌ورا/چای سبز مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری میان این دو نوع پوشش وجود نداشت. به علاوه، پوشش آلوه‌ورا/سالیسیلیک اسید و آلوه‌ورا به تنهایی نیز رشد میکروبی کمتری نسبت به نمونه کنترل نشان دادند. دمای نگهداری نیز تاثیر معنی‌داری ($p < 0.05$) بر روی رشد کپک و مخمر داشت به‌طوری‌که نمونه‌ها در دمای ۴ درجه سلسیوس بار میکروبی کمتری داشتند.

در جدول ۳، روند تغییرات شمارش کپک و مخمر در طی دوره نگهداری در دو دمای ۴ و ۲۵ درجه سلسیوس در نمونه‌های خرما نشان داده شده است. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر نوع پوشش، زمان و دمای نگهداری بر میزان رشد کپک و مخمر معنی‌دار بود ($p < 0.05$). رشد قارچی در نمونه‌های خرما با پوشش خوراکی به صورت معنی‌داری ($p < 0.05$) کمتر از نمونه کنترل بود. بیشترین رشد کپک و مخمر در نمونه کنترل و کمترین

Table 3 The variation of total yeast and mold count (Log cfu g⁻¹) of Mazafati date coated with *Aloe vera* containing green tea extract and salicylic acid during 150 days of storage at 4 and 25 °C. Data are presented as mean ± standard deviation.

Treatment	Day 0	Day 30	Day 60	Day 90	Day 120	Day 150
C4°C	2.35 ± 0.01 ^{eB}	2.70 ± 0.07 ^{dB}	3.30 ± 0.05 ^{cB}	3.74 ± 0.12 ^{abB}	3.82 ± 0.10 ^{aB}	3.67 ± 0.09 ^{bAB}
C25°C	2.56 ± 0.05 ^{eA}	3.00 ± 0.10 ^{dA}	3.58 ± 0.02 ^{eA}	4.00 ± 0.08 ^{aA}	4.04 ± 0.09 ^{aA}	3.70 ± 0.02 ^{bA}
Aloe4°C	1.65 ± 0.03 ^{dC}	2.36 ± 0.02 ^{cC}	2.98 ± 0.11 ^{bD}	3.46 ± 0.01 ^{aC}	3.53 ± 0.07 ^{aD}	3.44 ± 0.09 ^{aC}
Aloe25°C	1.65 ± 0.07 ^{eC}	2.26 ± 0.09 ^{dC}	3.25 ± 0.08 ^{cB}	3.68 ± 0.13 ^{abB}	3.76 ± 0.01 ^{aBC}	3.60 ± 0.01 ^{bAB}
Aloe-GT4°C	ND	ND	ND	1.65 ± 0.02 ^{cE}	2.13 ± 0.06 ^{bF}	2.35 ± 0.08 ^{aD}
Aloe-GT25°C	ND	ND	ND	1.95 ± 0.04 ^{dD}	2.25 ± 0.05 ^{aE}	2.13 ± 0.10 ^{bE}
Aloe-SA4°C	1.65 ± 0.02 ^{eC}	1.95 ± 0.08 ^{dD}	2.74 ± 0.01 ^{cE}	3.54 ± 0.07 ^{bC}	3.73 ± 0.08 ^{aBC}	3.61 ± 0.15 ^{abAB}
Aloe-SA25°C	1.65 ± 0.02 ^{eC}	2.36 ± 0.07 ^{dC}	3.10 ± 0.06 ^{cC}	3.75 ± 0.03 ^{aB}	3.68 ± 0.14 ^{aC}	3.55 ± 0.11 ^{bBC}
Aloe-GT-SA4°C	ND	ND	ND	1.66 ± 0.03 ^{cE}	1.96 ± 0.04 ^{bG}	2.07 ± 0.08 ^{aF}
Aloe-GT-SA25°C	ND	ND	ND	1.96 ± 0.09 ^{bD}	2.13 ± 0.05 ^{bF}	2.26 ± 0.02 ^{aD}

Values within the same column with different superscript lowercase letter differ significantly ($p < 0.05$).

Values within the same row with different superscript uppercase letter differ significantly ($p < 0.05$).

ND: not detected, below detection limits of < 1 Log cfu g⁻¹.

درجه حرارت، اکسیژن و رطوبت از مهم‌ترین عوامل موثر بر رشد و فساد میکروبی مواد غذایی در طی دوره نگهداری می‌باشند. فساد میکروبی خرما در اثر فعالیت قارچ‌ها، مخمرها و باکتری‌ها ایجاد می‌شود که از میان آنها عمدتاً مخمر زیگوساکارومایسس با توانایی رشد در مقادیر بالای قند، عامل فساد خرما می‌باشد [۶]. بنابراین فساد خرما بیشتر از طریق فعالیت قارچی و تخمیر صورت می‌گیرد؛ از این جهت دمای نگهداری و محتوای آب در دسترس از عوامل اصلی موثر در ماندگاری خرما می‌باشند [۶]. گزارش شده است که تیمار خرما با سالیسیلیک اسید و کلسیم کلراید سبب کاهش میزان فساد خرما گردید [۵]. سالیسیلیک اسید به علت حفظ تازگی میوه با کاهش نرخ تنفس و افت وزن از طریق بستن منافذ روی پوست میوه و فعال‌سازی سامانه‌های دفاعی میوه، سبب به تاخیر انداختن رسیدگی، پیری و ایجاد فساد در میوه می‌شود [۲۳]. به علاوه، پوشش‌دهی دانه‌های انار با ژل آلوئه‌ورا موجب کاهش معنی‌دار شمارش باکتری‌های معتدل‌دوست هوازی و قارچی شد [۱۹]، زیرا آلوئه‌ورا ترکیبی ضدویروس، ضدقارچ و ضدباکتری می‌باشد [۳۰]. کاهش بار میکروبی در اثر استفاده از چای سبز به عنوان یک ترکیب ضد میکروبی در پژوهش‌های قبلی گزارش شده است [۲۵]. امیری و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که استفاده از ژل آلوئه‌ورا به همراه چای سبز سبب مهار رشد میکروبی در برش‌های سیب شد [۲۰]. کاهش دمای نگهداری خرما سبب کاهش معنی‌دار شمارش باکتریایی و قارچی شد که با نتایج مطالعات قبلی مطابقت داشت [۶].

۳-۶- ارزیابی حسی

در بررسی ویژگی‌های حسی، یک روند کاهشی در تمامی ویژگی‌های حسی از قبیل رنگ، عطر و بو، طعم و مزه، بافت و پذیرش کلی در طی دوره نگهداری در دو دمای ۴ و ۲۵ درجه سلسیوس مشاهده شد (شکل ۴). بلافاصله بعد از پوشش‌دهی

نمونه‌های خرما، تفاوتی بین آنها از نظر ویژگی‌های حسی مشاهده نشد. نتایج نشان داد که نوع پوشش، دما و زمان نگهداری تأثیر معنی‌داری بر رنگ، عطر و طعم، بافت و پذیرش کلی نمونه‌های خرما داشت ($p < 0.05$). از نظر ویژگی‌های حسی، نمونه‌های پوشش داده شده تفاوت معنی‌داری با نمونه کنترل نشان دادند. از نظر رنگ، نمونه‌های پوشش داده شده در انتهای دوره نگهداری (دمای ۴ درجه سلسیوس) امتیاز بالاتری کسب کردند. بیشترین امتیاز عطر و بو در نمونه‌ها با پوشش خوراکی آلوئه‌ورا/چای سبز/سالیسیلیک اسید و آلوئه‌ورا/چای سبز مشاهده شد. ارزیاب‌ها در انتهای دوره نگهداری به نمونه کنترل به علت ایجاد طعم و بوی ترشیدگی امتیاز کمتری دادند. امتیاز بافت نمونه‌ها در طی دوره نگهداری روند کاهشی داشت و کمترین امتیاز بافت به نمونه کنترل نگهداری شده در دمای ۲۵ درجه سلسیوس تعلق گرفت؛ امتیاز کمتر به علت سفت شدن بافت خرما بود که می‌توان به افت بالاتر رطوبت در نمونه کنترل نسبت داد. از نظر پذیرش کلی، نمونه‌های پوشش داده شده امتیاز بالاتری نسبت به نمونه کنترل کسب کردند و تفاوت معنی‌داری بین آنها مشاهده شد؛ نمونه‌های کنترل در انتهای دوره نگهداری امتیاز ۴/۱۶ را در دمای ۴ درجه سلسیوس و ۳/۶ را در دمای ۲۵ درجه سلسیوس کسب کردند.

گزارش شده است که سالیسیلیک اسید سبب کاهش میزان تغییرات رنگ و بافت میوه خرما در مقایسه با نمونه کنترل می‌شود و کیفیت نمونه‌های تیمار شده بهتر از نمونه کنترل می‌باشد [۵]. نتایج مشابهی در مورد اثرات مثبت استفاده از پوشش‌های خوراکی آلوئه‌ورا و چای سبز در حفظ ویژگی‌های حسی برخی میوه‌ها گزارش شده است [۱۹، ۲۰، ۲۵]. در این راستا، پوشش خوراکی حاوی عصاره چای سبز، تغییر رنگ میوه پرتقال را در دمای ۲ درجه سلسیوس به تاخیر انداخت [۳۱].

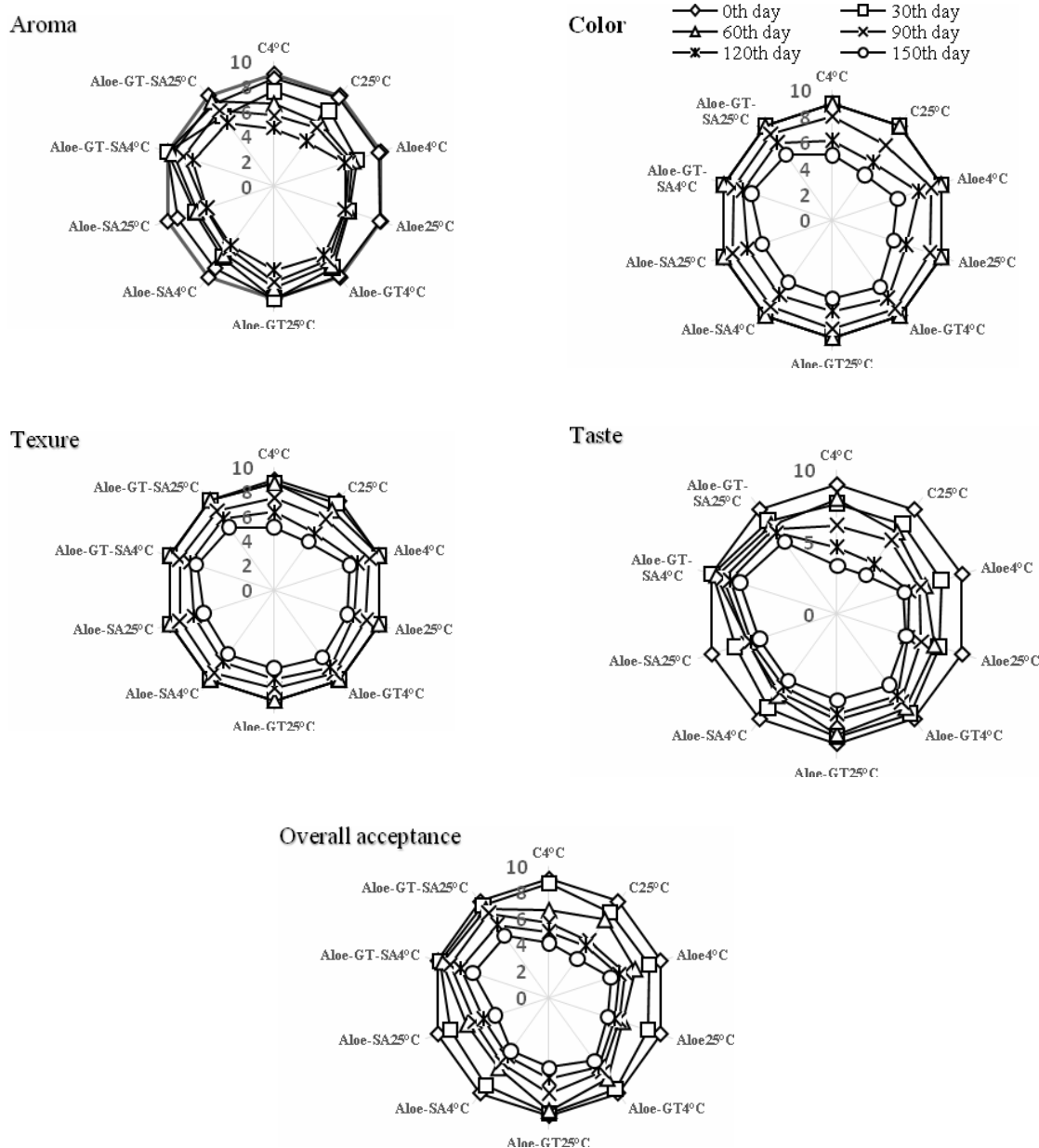


Fig 4 Sensory evaluation of the Mazafati date coated with *Aloe vera* containing green tea extract and salicylic acid during 150 days of storage at 4 and 25 °C.

محتوای قند کل و قند احیاء نمونه‌های خرما در مقایسه با نمونه کنترل در طی دوره نگهداری جلوگیری کرد. دمای نگهداری نیز عامل مهمی است که می‌تواند چنین شاخص‌هایی را در طی دوره نگهداری خرما تحت تاثیر قرار دهد. بر این مبنا، کمترین تغییر این شاخص‌ها در دمای ۴ درجه سلسیوس مشاهده شد. یکی از عوامل مهم در بازارپسندی خرمای مضافتی، ترشیدگی و تغییر

۴- نتیجه‌گیری کلی

در مطالعه حاضر تاثیر پوشش خوراکی آلوه‌ورای حاوی سالیسیلیک اسید و عصاره چای سبز بر افزایش ماندگاری خرمای مضافتی بررسی گردید. این پوشش ترکیبی، از تغییر قابل توجه شاخص‌های کیفی از قبیل افت وزن، pH، اسیدیته، بریکس،

- 1166.
- [6] Al Jasser, M.S. 2010. Effect of storage temperatures on microbial load of some dates palm fruit sold in Saudi Arabia market. *African Journal of Food Science*, 4(6): 359-363.
- [7] Ghadermazi, R., Keramat, J., and Goli, S.A.H. 2016. Antioxidant activity and physical properties of hydroxypropylmethylcellulose films enriched with essential oils. *Journal of Food & Nutrition Research*, 55(1): 22-32.
- [8] Dhall, R.K. 2013. Advances in edible coatings for fresh fruits and vegetables: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(5): 435-450.
- [9] Chauhan, O., Raju, P., Singh, A., and Bawa, A. 2011. Shellac and aloe-gel-based surface coatings for maintaining keeping quality of apple slices. *Food Chemistry*, 126(3): 961-966.
- [10] Martínez-Romero, D., Alburquerque, N., Valverde, J.M., Guillén, F., Castillo, S., Valero, D., and Serrano, M. 2006. Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by *Aloe vera* treatment: a new edible coating. *Postharvest Biology and Technology*, 39(1): 93-100.
- [11] Raskin, I. 1992. Role of salicylic acid in plants. *Annual Review of Plant Biology*, 43(1): 439-463.
- [12] Salehi-Fathabadi, Z., Maghsoudlou, Y., Moayedi, A., Akhavan, H.R., and Khorasani, S. 2019. The assessment of the effect of *Aloe vera* gel coating containing salicylic acid and thyme extract on the shelf life of fresh pistachios during storage. *Iranian Food Science and Technology*, 16(86): 297-312.
- [13] Siripatrawan, U. and Harte, B.R. 2010. Physical properties and antioxidant activity of an active film from chitosan incorporated with green tea extract. *Food Hydrocolloids*, 24(8): 770-775.
- [14] Baloch, M.K., Saleem, S.A., Baloch, A.K., and Baloch, W.A. 2006. Impact of controlled atmosphere on the stability of Dhakki dates. *LWT-Food Science and Technology*, 39(6): 671-676.
- [15] Ayoubi, A. 2017. Effect of polysaccharide-based edible coating (starch and pectin) on quality of Mazafati date fruit. *Journal of Food Research*, 26(4): 667-680.
- [16] Miller, G. 1959. Modified DNS method for reducing sugars. *Analytical Chemistry*, 31(3): 426-428.
- [17] Nadernejad, N., Ahmadimoghadam, A.,

ویژگی‌های حسی آن در طی دوره نگهداری می‌باشد که تغییر این ویژگی‌ها عمدتاً در ارتباط با رشد میکروبی است. بررسی ویژگی‌های حسی نشان داد که نمونه‌های پوشش داده شده و نگهداری شده در دمای ۴ درجه سلسیوس از لحاظ رنگ، عطر و طعم، بافت و پذیرش کلی امتیاز بالاتری بدست آوردند. به طور کلی استفاده از پوشش آلوهورای حاوی چای سبز و سالیسیلیک اسید به جهت جلوگیری از رشد میکروبی، کاهش تغییرات فیزیکی و شیمیایی و حفظ ویژگی‌های کیفی برای افزایش ماندگاری خرمای مضافتی پیشنهاد می‌گردد.

۵- تشکر و قدردانی

این پژوهش با استفاده از اعتبارات پژوهشکده فناوری تولیدات گیاهی دانشگاه شهید باهنر کرمان انجام شده است و حقوق مادی و معنوی این طرح (به شماره ۹۰۰/۱۰۶/پ) متعلق به پژوهشکده فناوری تولیدات گیاهی می‌باشد.

۶- منابع

- [1] Salagegheh, F., Zeinali, F., Alizadeh, M., and Golshan Tafti, A. 2018. Effect of coating and cleaning method in reducing contamination rate of Mazafati date fruit. *Food Science and Technology*, 15(77): 207-217.
- [2] Biglari, F., AlKarkhi, A.F.M., and Easa, A.M. 2008. Antioxidant activity and phenolic content of various date palm (*Phoenix dactylifera*) fruits from Iran. *Food chemistry*, 107(4): 1636-1641.
- [3] Al-Shahib, W. and Marshall, R.J. 2003. The fruit of the date palm: its possible use as the best food for the future? *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 54(4): 247-259.
- [4] Radi, M., Firouzi, E., Akhavan, H., and 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*, 2017: 1-10.
- [5] Atia, A., Abdelkarim, D., Younis, M., and Alhamdan, A. 2018. Effects of calcium chloride and salicylic acid postharvest treatments on the quality of Khalal Barhi dates at different ripening levels during cold storage. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12(2): 1156-

- chitosan. *Scientia Horticulturae*, 197: 555-563.
- [25] Matan, N., Puangjinda, K., Phothisuwan, S., and Nisoa, M. 2015. Combined antibacterial activity of green tea extract with atmospheric radio-frequency plasma against pathogens on fresh-cut dragon fruit. *Food Control*, 50: 291-296.
- [26] Apriyanti, D., Rokhati, N., Mawami, N., Khoiriyah, Z., and Istirokhatun, T. 2018. Edible coating from green tea extract and chitosan to preserve strawberry (*Fragaria vesca* L.). *MATEC Web of Conferences*, 156: 1-5.
- [27] Radziejewska - Kubzdela, E., Czapski, J., Czaczyk, K., and Biegańska - Marecik, R. 2014. The effect of pre - treatment and modified atmosphere packaging on contents of phenolic compounds and sensory and microbiological quality of shredded celeriac. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(6): 1140-1148.
- [28] Jemni, M., Chniti, S., Harbaoui, K., Ferchichi, A., and Artés, F. 2016. Partial vacuum and active modified atmosphere packaging for keeping overall quality of dates. *Journal of New Sciences, Agriculture and Biotechnology*, 29(1): 1656-1665.
- [29] Jemni, M., Gómez, P.A., Souza, M., Chaira, N., Ferchichi, A., Otón, M., and Artés, F. 2014. Combined effect of UV-C, ozone and electrolyzed water for keeping overall quality of date palm. *LWT-Food Science and Technology*, 59(2): 649-655.
- [30] Azaroual, L., Liazid, A., Barbero, G.F., Brigui, J., Palma, M., and Barroso, C.G. 2012. Improved chromatographic methods for determination of bioactive compounds from *Aloe vera* leaves. *ISRN Chromatography*, 2012: 1-7.
- [31] El-Eleryan, E.E. 2015. Effect of chitosan and green tea on the quality of Washington Navel orange during cold storage. *American Journal Plant Physiology*, 10(1): 43-54.
- Hossyinifard, J., and Poorseyedi, S. 2013. Effect of different rootstocks on PAL activity and phenolic compounds in flowers, leaves, hulls and kernels of three pistachio (*Pistacia vera* L.) cultivars. *Trees*, 27(6): 1681-1689.
- [18] Asghari, M. and Aghdam, M.S. 2010. Impact of salicylic acid on post-harvest physiology of horticultural crops. *Trends in Food Science & Technology*, 21(10): 502-509.
- [19] Martínez-Romero, D., Castillo, S., Guillén, F., Díaz-Mula, H.M., Zapata, P.J., Valero, D., and Serrano, M. 2013. Aloe vera gel coating maintains quality and safety of ready-to-eat pomegranate arils. *Postharvest Biology and Technology*, 86: 107-112.
- [20] Amiri, S., Akhavan, H.R., Zare, N., and Radi, M. 2018. Effect of gelatin-based edible coatings incorporated with aloe vera and green tea extracts on the shelf-life of fresh-cut apple. *Italian Journal of Food Science*, 30(1): 61-74.
- [21] Marpudi, S.L., Abirami, L., Pushkala, R., and Srividya, N. 2011. Enhancement of storage life and quality maintenance of papaya fruits using Aloe vera based antimicrobial coating. *Indian Journal of Biotechnology*, 10(1): 83-89.
- [22] Zarbakhsh, S. and Rastegar, S. 2019. Influence of postharvest gamma irradiation on the antioxidant system, microbial and shelf life quality of three cultivars of date fruits (*Phoenix dactylifera* L.). *Scientia Horticulturae*, 247: 275-286.
- [23] Gohlani, S. and Bisen, B.P. 2012. Effect of different coating material on the storage behavior of custard apple (*Annona squamosa* L.). *The Bioscan Journal*, 7(4): 637-640.
- [24] Kumari, P., Barman, K., Patel, V., Siddiqui, M.W., and Kole, B. 2015. Reducing postharvest pericarp browning and preserving health promoting compounds of litchi fruit by combination treatment of salicylic acid and

Effect of *Aloe vera* gel coating containing green tea extract and salicylic acid on the shelf life of Mazafati date during storage

Hosseini, F. S.¹, Akhavan, H. R.^{2,3*}, Balvardi, M.³, Bagheri, P.⁴, Pakzad-Moghadam, M.⁴

1. MSc. Graduate., Department of Mechanical Engineering of Bio-systems, Faculty of Agriculture, ShahidBahonar University of Kerman, Kerman, Iran
2. Research and Technology Institute of Plant Production (RTIPP), ShahidBahonar University of Kerman, Kerman, Iran
3. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, ShahidBahonar University of Kerman, Kerman, Iran
4. BSc. Graduate, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, ShahidBahonar University of Kerman, Kerman, Iran

(Received: 2019/02/16 Accepted:2019/05/04)

The Mazafati date is one of the most important export products of Kerman province, which their quality characteristics may change during storage. The use of edible coatings is a new technique for increasing the shelf life of various agricultural products. The aim of this study was to investigate the effect of *Aloe vera* containing salicylic acid (2 mM) and green tea extract (0.5%) on physicochemical, microbial and sensory properties of stored dates at 4 and 25 °C for 150 days. The results of analysis of variance showed that the coating, temperature and time of storage had significant effects on the evaluated parameters ($p < 0.05$). According to the results, the lowest weight loss was observed in samples coated with *Aloe vera* containing green tea extract and salicylic acid. This type of coating prevented significant changes in pH, acidity, total soluble solids (°brix), total and reducing sugar contents of date samples compared to the control during the storage period. During the storage period, the pH and total sugar content decreased, and acidity, total soluble solids and reducing sugar content increased. Total phenolic content did not have a clear trend during the storage period and its amount in the coated samples was significantly higher than the control. *Aloe vera* containing green tea extract and salicylic acid also effectively prevented microbial growth. In addition, panelists gave higher scores to dates coated with *Aloe vera* containing green tea extract and salicylic acid. The changes in physicochemical, microbial and sensory parameters in the stored dates at 25 °C were significantly higher than that stored at the temperature of 4 °C. In general, the use of *Aloe vera* containing green tea extract and salicylic acid, and storage at 4 °C is recommended due to the reduction of microbial growth and maintaining the quality characteristics of Mazafati date.

Keywords: Edible coating, Mazafati date, *Aloe vera*, Green tea extract, Salicylic acid

* Corresponding Author E-mail address: hr.akhavan@uk.ac.ir