



## تأثیر ژل آلوه‌ورا و اسانس رازیانه بر ویژگی‌های کیفی سیب در طی دوره انبارداری

فاطمه شهدادی<sup>۱\*</sup>، زهرا رنجبری نسب<sup>۲</sup>، سیده زهرا نبوی راینی<sup>۳</sup> ساناز نصیری پور<sup>۳</sup> مرضیه روهنده<sup>۳</sup>

- ۱- دانشیار، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران.
- ۲- دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد تغذیه طیور، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران.
- ۳- دانشجوی کارشناسی، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران.

### اطلاعات مقاله

### چکیده

#### تاریخ‌های مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۰۸

تاریخ داوری: ۱۴۰۴/۰۷/۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۲۸

#### کلمات کلیدی:

آلوه‌ورا،

آنتی‌اکسیدان،

افت وزن،

بریکس،

ماندگاری

هدف از این مطالعه استفاده از پوشش خوراکی ژل آلوه‌ورا همراه با اسانس رازیانه به منظور افزایش ماندگاری و حفظ ویژگی‌های کیفی سیب بود. در این پژوهش به منظور بررسی تأثیر ژل آلوه‌ورا (در غلظت ۵۰ درصد) و اسانس رازیانه (سطوح صفر، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام) بر برخی خصوصیات کیفی و حسی سیب در دمای چهار درجه سانتی‌گراد طی چهار دوره انبارداری (۱، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز) آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. در هر دوره انبارداری افت وزن، مواد جامد محلول کل، اسیدیت قابل تیتراسیون، ارزیابی حسی، رنگ و pH مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بیشترین میزان افت وزن مربوط تیمار بدون پوشش و کمترین میزان افت وزن مربوط به تیمار پوشش آلوه‌ورا ۵۰ درصد + پی‌پی‌ام اسانس رازیانه در روزهای ۱۰، ۲۰ و ۳۰ بود ( $P < 0.05$ ). بیشترین میزان مواد جامد محلول کل و pH در تیمار بدون پوشش در روزهای ۱۰، ۲۰ و ۳۰ مشاهده شد ( $P < 0.05$ ). کمترین میزان اسیدیت قابل تیتراسیون در تیمار بدون پوشش و پوشش آلوه‌ورا در روزهای ۱۰، ۲۰ و ۳۰ مشاهده شد ( $P < 0.05$ ). تمامی تیمارهای پوشش داده شده در مقایسه با تیمار شاهد شاخص طعم و شاخص زردی (a) بالاتری در طی روزهای مختلف انبارداری داشتند ( $P < 0.05$ ). یافته‌های این پژوهش نشان داد که ژل آلوه‌ورا (غلظت ۵۰ درصد) و اسانس رازیانه (غلظت ۵۰۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام) می‌توانند به عنوان پوشش خوراکی جهت افزایش ماندگاری و حفظ ویژگی‌های کیفی میوه سیب در دمای چهار درجه سانتی‌گراد مؤثر باشد.

DOI: 10.48311/fsct.2026.83997.0

\* مسئول مکاتبات:

fatemeh.shahdadi@gmail.com

## ۱- مقدمه

سیب (*Mauls domestica*) یکی از مغذی‌ترین میوه‌ها با محتوای بالای فیبر، مواد جامد محلول کل، اسیدهای آلی، ویتامین‌ها، پلی‌فنول‌ها و آنتی‌اکسیدان‌ها است و یکی از پرمصرف‌ترین میوه‌ها در سراسر جهان به شمار می‌رود [۱]. تولید میوه سیب (۸۶ میلیون تن) بعد از موز (۱۲۰ میلیون تن) در رتبه دوم جهانی قرار گرفته است [۲]. این نشان می‌دهد که سیب از نظر اقتصادی یک محصول مهم است. با این وجود، یکی از مسائل اصلی مرتبط با تجاری‌سازی آن، پیری سریع است که در طول ذخیره‌سازی پس از برداشت به دلیل رفتار تنفسی و تولید اتیلن ( $C_2H_4$ ) اتفاق می‌افتد، که باعث می‌شود سیب مانند اکثر میوه‌ها فسادپذیری بالایی داشته باشد و در نتیجه باعث کاهش ماندگاری آن شود [۳]. بکارگیری پوشش‌های خوراکی گیاهی حاوی ترکیبات ضد میکروبی طبیعی یک روش مناسب برای کنترل رشد میکروبی و به دنبال آن حفظ کیفیت و زمان ماندگاری میوه‌های تازه می‌باشد. از میان پوشش‌های خوراکی، ژل آلوئه‌ورا به عنوان یک نگهداره طبیعی و با دارا بودن ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی به‌طور گسترده‌ای جهت حفظ ویژگی‌های کیفی و افزایش زمان ذخیره‌سازی چندین محصول تازه استفاده شده است [۴، ۵، ۶]. آلوئه‌ورا (*Aloe barbadensis* Miller) یک گیاه ابدار چند ساله و مقاوم به خشکی و از خانواده Liliaceae است [۷]. ژل آلوئه‌ورا به دلیل مقرون به صرفه بودن، در دسترس بودن و سازگاری با محیط‌زیست مورد توجه محققان قرار گرفته است [۸]. خواص آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی آلوئه‌ورا به دلیل وجود ترکیبات زیست‌فعال مانند آلوئین، آلوتیک اسید، آلومودین، آترانول، ایزوباربالوئین، باربالوئین، استر سینامیک اسید و امودین است. این ترکیبات می‌توانند به‌طور مؤثری ماندگاری مواد غذایی را افزایش دهند و آن را به بهترین گزینه برای پوشش‌های غذایی تبدیل کنند [۴، ۹]. ژل آلوئه‌ورا بی‌بو، شفاف، خوراکی، بدون چسبندگی، دارای

قدرت جذب بالا، ایمن برای سلامت انسان و سازگار با محیط‌زیست است [۱۰]. گزارش شده است که پوشش ژل آلوئه‌ورا قهوه‌ای شدن پس از برداشت را به تأخیر می‌اندازد و برخی ویژگی‌های کیفی میوه سیب برداشت شده (افت وزن، اسیدیته قابل تیتراسیون، بریکس، رنگ، ارزیابی حسی و pH) را حفظ می‌کند [۸، ۱۱].

رازیانه با نام علمی *Foeniculum vulgare* L. گیاهی از خانواده Apiaceae است که به دلیل داشتن دانه‌ها و برگ‌های معطر در سراسر جهان کشت می‌شود و غنی از اسانس (تا پنج درصد) می‌باشد [۱۲، ۱۳]. اسانس رازیانه مایعی شفاف و زرد کم رنگ است و از جمله ترکیبات اصلی آن ترانس-آنیزول (حدود ۶۵ تا ۷۸ درصد) را می‌توان نام برد، همچنین اسانس رازیانه حاوی آلفا-پینن، ترپن، ژرانیولن، آلفا-فرانن و لیمونن است که اثر باکتریواستاتیک خوبی علیه *شریشیاکلی*، *باسیلوس سوبتیلیس*، *استافیلوکوکوس اورئوس* و *موسدین* دارند [۱۳، ۱۴، ۱۵]. با توجه به تحقیقات بسیاری که صورت گرفته است تیماردهی میوه‌ها با اسانس‌های مختلف گیاهی باعث افزایش عمر ماندگاری، کند کردن روند کاهش وزن، کاهش فساد، حفظ رنگ میوه، حفظ سفتی و قندهای محلول در میوه می‌گردد. مطالعات مختلف گزارش کردند که استفاده از پوشش اسانس رازیانه سبب افزایش عمر ماندگاری و حفظ برخی خواص کیفی میوه سیب [۱۶] و بلوبری شد [۱۷]. بنابراین در مطالعه حاضر، اثرات پوشش خوراکی ژل آلوئه‌ورا با و بدون ترکیب اسانس رازیانه بر ویژگی‌های کیفی میوه سیب پس از برداشت در دمای چهار درجه سانتی‌گراد طی ۳۰ روز انبارداری بررسی شد.

## ۲- مواد و روش‌ها

## ۲-۱- تهیه اسانس رازیانه

گیاه رازیانه در فصل تابستان از بخش سردوئیه شهرستان جیرفت، استان کرمان جمع‌آوری و در دمای محیط و سایه

درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۷۵ درصد نگهداری شدند [۲۰]. در فواصل زمانی ده روز یکبار (۱، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روزگی) آزمایش‌های مربوطه بر روی آنها انجام شد.

#### ۲-۴- اندازه‌گیری افت وزن

جهت اندازه‌گیری افت وزن، میوه‌های هر تیمار (هرکدام سه تکرار) به صورت جداگانه در فواصل زمانی مشخص شده (۱، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روزگی) با استفاده از ترازوی دیجیتال (A&D, GF-3000, Japan) توزین و سپس درصد افت وزن با استفاده از معادله زیر محاسبه شد [۸]:

$$100 \times (\text{وزن اولیه} / (\text{وزن ثانویه} - \text{وزن اولیه})) = \text{درصد افت}$$

وزن

#### ۲-۵- اندازه‌گیری مواد جامد محلول کل

میزان مواد جامد محلول میوه‌های شاهد و تیمار شده با استفاده از رفرکتومتر دیجیتال (Ezdo, DR-102, Taiwan) برآورد شد. برای کالیبره کردن رفرکتومتر از آب مقطر استفاده شد. دو قطره آب میوه روی عدسی رفرکتومتر ریخته و پس از گذاشتن درپوش مقدار آن برحسب درجه بریکس بیان گردید. این روش برای هر نمونه میوه سه بار تکرار و پس از هر اندازه‌گیری عدسی آن با اتانول تمیز شد [۲۱].

#### ۲-۶- اندازه‌گیری اسیدیته قابل تیتراسیون

جهت اندازه‌گیری اسیدیته قابل تیتراسیون از روش تیتراسیون استفاده شد. بدین منظور ۱۰ میلی‌لیتر از آب میوه در داخل ارلن‌مایر ریخته و سپس با ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر به حجم رسانده شد و در ادامه دو قطره معرف فنول‌فتالین (مرک، آلمان) به آن اضافه گردید. محلول حاصل با استفاده از هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال (مرک، آلمان) نرمال تا ظهور رنگ ارغوانی تیتر گردید. مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون برحسب درصد اسید مالیک (اسید غالب میوه سیب) بیان شد [۱۹].

#### ۲-۷- اندازه‌گیری pH

خشک شد. سپس مقدار مشخصی از گیاه خشک شده را آسیاب کرده و اسانس‌گیری به روش تقطیر با بخار آب با استفاده از دستگاه کلونجر به مدت سه ساعت استخراج گردید [۱۸]. اسانس حاصل، پس از صاف کردن و آبگیری با استفاده از سولفات سدیم (مرک، آلمان)، تا زمان مصرف در ظروف شیشه‌ای تیره در بسته، در دمای چهار درجه سانتی‌گراد نگهداری شد.

#### ۲-۲- تهیه و آماده‌سازی ژل آلونئورا

برگ‌های بالغ و شاداب گیاه آلونئورا از مزرعه تحقیقاتی دانشگاه جیرفت تهیه و با آب مقطر ۰۰ شست‌وشو داده شدند. در ادامه با استفاده از یک چاقو تیز نوک، انتها و لبه‌های دندان‌دار برش داده شد. پوست و برگ‌ها از گوشت وسط برگ (ژل) جدا گردید. پس از جداسازی قطعات ژل در بلندر Arshia (BL118-2290, Germany) به صورت یک محلول همگن درآمد و در انتها عصاره حاصل صاف گردید [۱۹]. غلظت تحت بررسی (۵۰ درصد وزنی- وزنی) با افزودن آب مقطر استریل به ژل خالص تهیه گردید.

#### ۲-۳- اعمال تیمارها

میوه سیب لبنانی زرد (Golden Delicious) از شهرستان جیرفت تهیه و به آزمایشگاه صنایع غذایی دانشگاه جیرفت منتقل شد. میوه‌ها بر اساس عدم وجود آسیب‌های فیزیکی، پوسیدگی‌های قارچی و وجود یکنواختی به لحاظ اندازه، شکل و رنگ جهت انجام این آزمایش انتخاب شدند. میوه‌ها پس از شستشو کاملاً خشک شدند. جهت پوشش دهی میوه‌ها به مدت پنج دقیقه در ژل آلونئورا (۵۰ درصد وزنی-وزنی) به همراه غلظت‌های مختلف اسانس رازیانه (صفر، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام) غوطه‌ور شدند، و از میوه‌های شسته شده با آب مقطر به عنوان تیمار شاهد استفاده گردید. سپس میوه‌ها درون آبکش ریخته شدند تا آب آنها گرفته شود. نمونه‌ها توسط جریان باد طبیعی به مدت یک ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد خشک شدند. در نهایت درون ظروف درب دار از جنس پلی اتیلن با دانسیته کم در یخچال با دمای چهار

است. نتایج نشان داد که اثر تیمارها بر افت وزن معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ )، به طوری که میزان افت وزن طی نگهداری افزایشی بود و کمترین درصد افت وزن مربوط به تیمار پوشش آلوه‌ورا ۵۰ درصد+ ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام اسانس رازیانه بود و تیمار بدون پوشش در مقایسه با سایر تیمارها بیشترین افت وزن را داشت ( $P < 0.05$ ). بر اساس نتایج بررسی زمان نگهداری، درصد افت وزن طی سه دوره نگهداری و در همه تیمارها افزایش یافت که این افزایش در تیمار بدون پوشش بیش از تیمارهای دیگر بود ( $P < 0.05$ ). کمترین درصد افت وزن در روز دهم برای تیمار پوشش آلوه‌ورا ۵۰ درصد+ ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام اسانس رازیانه و بیشترین درصد افت وزن در روز سی‌ام برای تیمار بدون پوشش مشاهده شد ( $P < 0.05$ ).

کاهش وزن میوه به عنوان عامل اصلی در تعیین کیفیت و بازارپسندی میوه در نظر گرفته می‌شود و به دلیل فرآیندهای متابولیکی مختلف از جمله تنفس و تعرق افزایش می‌یابد. در مطالعه‌ای افزایش افت وزن در توت‌فرنگی‌های بدون پوشش با افزایش مدت زمان انبارداری مشاهده شد [۲۳]. در آزمایشی دیگر گزارش شده که با افزایش مدت زمان انبارداری افت وزن میوه انجیر افزایش یافت و پوشش‌دهی با ژل آلوه‌ورای غنی‌شده با آنتوسیانین سبب حفظ وزن شد [۲۱]. نتایج حاصل از یک مطالعه حاکی از آن است که توت‌فرنگی پوشش داده شده با ژل آلوه‌ورا (بیست درصد) افت وزن کمتری در مقایسه با تیمار بدون پوشش داشت، که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد [۲۴]. این اثر ممکن است به دلیل پلی‌ساکاریدهای موجود در ژل آلوه‌ورا باشد که امکان تشکیل یک مانع فیزیکی جهت حفاظت را فراهم می‌کند. همچنین در آزمایش دیگری اثر سطوح مختلف پوشش ژل آلوه‌ورا (صفر، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درصد) و کیتوزان (صفر، ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ درصد) بر ماندگاری گوجه‌فرنگی بررسی و گزارش شد که تیمارهای پوشش داده شده در مقایسه با تیمار بدون پوشش افت وزن کمتری داشتند

pH آب‌میوه با استفاده از pH متر ( Sartorius, Professional Meter PP-50, Germany) کالیبره شده با بافرهای استاندارد ( $pH = 4.01$ ,  $pH = 7.00$ ,  $pH = 10.01$ ) اندازه‌گیری شد [۴].

## ۲-۸- ارزیابی ویژگی‌های حسی

در این ارزیابی از ۸ نفر از دانشجویان و استادان دانشگاه جیرفت که به منظور آشنایی با این روش آموزش دیده بودند به‌عنوان ارزیاب کمک گرفته شد. ارزیابی حسی در پایان دوره نگهداری (۳۰ روزگی) به روش هدونیک ۵ نقطه‌ای اجرا گردید. در این ارزیابی عدد ۵ خیلی خوب، عدد ۴ خوب، عدد ۳ متوسط، عدد ۲ ضعیف و عدد ۱ بسیار ضعیف را نشان داد. از ارزیاب‌ها خواسته شد تا نمونه‌های سیب را از نظر ویژگی‌های رنگ، بو، طعم، بافت و پذیرش کلی ارزیابی نمایند [۲۲].

## ۲-۹- شاخص رنگ

رنگ ظاهری میوه با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج (TES-135A, TES, Taiwan) اندازه‌گیری شد. نتایج به صورت  $L^*$  (درخشندگی)،  $a^*$  (قرمز-سبز) و  $b^*$  (زرد-آبی) بیان شد. در این مطالعه میانگین داده‌های هر آزمایش در سه تکرار استفاده شد [۴].

## ۲-۱۰- تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها بر اساس طرح فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون واریانس یک‌طرفه (One-Way ANOVA) و بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح آماری پنج درصد با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS 27 صورت گرفت.

## ۳- نتایج و بحث

### ۳-۱- افت وزن

اثر تیمار پوشش‌دهی، زمان انبارداری و اثر متقابل تیمار و زمان بر تغییرات افت وزن میوه در جدول ۱ نشان داده شده

خاصیت ضد میکروبی و ضد قارچی به محافظت محصول در برابر عوامل بیماری‌زا و به تبع آن کاهش پوسیدگی کمک می‌کنند و بدین ترتیب می‌توانند مانع از دست رفتن آب و کاهش وزن میوه شوند [۲۳]. باتوجه به نتایج مطالعه حاضر توانایی کاهش افت وزن نمونه‌ها با افزایش غلظت اسانس رازیانه در پوشش ژل آلوه‌ورا افزایش یافت. این ممکن است به دلیل ایجاد نفوذپذیری بین سطح سیب و پوشش خوراکی باشد که به کاهش سرعت تنفس و از دست دادن آب کمک می‌کند.

[۶]. گزارش شده است که استفاده از دو پوشش اسانس رازیانه و بتا-سیکلودکسترین سبب حفظ وزن میوه بلوبری در مقایسه با تیمار بدون پوشش (روزهای ۲، ۴ و ۸ نگهداری) شد [۱۷]. در آزمایشی دیگر اثر پوشش نانولیپوزومی حاوی اسانس دارچین بر کیفیت پس از برداشت میوه سیب بررسی و گزارش شد که تیمار بدون پوشش در مقایسه با تیمارهای پوشش داده شده افت وزن بیشتری در روزهای ۳، ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵ نگهداری داشت [۲۵]. پوشش‌های خوراکی حاوی عصاره‌های گیاهی به دلیل

**Table 1.** Weight loss changes (%) in the control and coated apples with *Aloe vera* gel (AVG) and fennel essential oil (FEO) during storage at 4°C

Treatments/ Storage time	Day 1	Day 10	Day 20	Day 30
Control	0.00 <sup>Da</sup>	1.80±0.05 <sup>Ca</sup>	3.38±0.08 <sup>Ba</sup>	4.67±0.10 <sup>Aa</sup>
50% AVG	0.00 <sup>Da</sup>	1.17±0.03 <sup>Cb</sup>	2.43±0.06 <sup>Bb</sup>	3.11±0.08 <sup>Ab</sup>
50% AVG + 500 ppm FEO	0.00 <sup>Da</sup>	1.02±0.03 <sup>Cc</sup>	1.96±0.02 <sup>Bc</sup>	2.57±0.09 <sup>Ac</sup>
50% AVG + 1000 ppm FEO	0.00 <sup>Da</sup>	0.97±0.01 <sup>Cc</sup>	1.47±0.05 <sup>Bd</sup>	2.17±0.07 <sup>Ad</sup>

Means with different letters are significantly different at  $P < 0.05$  using Duncan's test. Similar letters = not significant.

Different lowercase letters denote significant differences ( $P < 0.05$ ) among different treatments for the same sampling time.

Different capital letters denote significant differences ( $P < 0.05$ ) among different sampling times for the same treatment.

مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتراسیون کیفیت خوراکی و پذیرش کلی میوه را تعیین می‌کنند. محتوای مواد جامد محلول نمونه‌ها عمدتاً از قندهای محلول و اسیدهای آلی تشکیل شده است و ترکیب آن‌ها نشان‌دهنده بلوغ، طعم و تغییرات فیزیولوژیکی میوه است. از آنجایی که مواد جامد محلول ۷۵ درصد قندها را تشکیل می‌دهند افزایش مواد جامد محلول در طول ذخیره‌سازی ممکن است به دلیل تبدیل نشاسته به قند ناشی از تنفس زیاد باشد. همچنین تنفس میوه و پیری باعث تجزیه پلی‌ساکاریدهای دیواره سلولی و تبدیل آن‌ها به ترکیبات ساده‌تر می‌شود [۱۷، ۲۶]. یکی دیگر از دلایل افزایش مواد جامد در طول دوره نگهداری از دست دادن آب و افزایش غلظت محتویات آب میوه می‌باشد. افزایش میزان مواد جامد محلول در طول ذخیره‌سازی ناشی از تجمع گلوکز در نتیجه هیدرولیز کریویدرات‌ها است که سریعتر از فرآیند تبدیل گلوکز به انرژی و  $H_2O$  است [۲۷].

### ۳-۲- مواد جامد محلول کل

تغییرات مواد جامد محلول در سیب‌های تیمار شده و شاهد طی دوره نگهداری در جدول ۲ ارائه شده است. میزان مواد جامد محلول در مدت زمان انبارداری در همه تیمارها افزایش یافت ( $P < 0.05$ ). اما این افزایش به‌طور معنی‌داری در تیمار شاهد بیشتر بود ( $P < 0.05$ ). به‌طور کلی میزان مواد جامد محلول طی دوره نگهداری در میوه‌های بدون پوشش از ۱۲/۶۷ درجه بریکس در روز یک به ۱۸/۶۷ درجه بریکس در روز سی افزایش یافت ( $P < 0.05$ ). در طی دوره‌های مختلف انبارداری تمامی تیمارهای پوشش داده شده کمترین میزان تغییرات مواد جامد محلول را در مقایسه با تیمار بدون پوشش داشتند و کمترین میزان مربوط به تیمار پوشش آلوه‌ورا ۵۰ درصد + پی‌پی‌ام اسانس رازیانه بود ( $P < 0.05$ ).

ترکیبات پیچیده و افزایش مواد جامد محلول شوند، فرآیند رسیدن میوه را به تأخیر اندازند [۲۴، ۴]. در آزمایشی دیگر اثر پوشش‌های اسانس رازیانه و بتا-سیکلوکسترین بر میزان مواد جامد محلول کل میوه بلوبری در طی انبارداری بررسی شد. نتایج حاصل از آن آزمایش نشان داد که همه تیمارها سبب افزایش میزان مواد جامد محلول کل شدند و با گذشت زمان کاهش یافت، اما میزان تغییرات در گروه بدون پوشش مشهودتر بود، و بیان کردند که این رفتار می‌تواند به این دلیل باشد میوه‌ها در گروه کنترل شدت تنفسی بالاتری از خود نشان دادند [۱۷]. به نظر می‌رسد اثر مطلوب پوشش ژل آلوئه‌ورا و اسانس رازیانه در تغییرات جزئی میزان مواد جامد محلول طی دوره نگهداری مربوط به کاهش تبخیر و تعرق از سطح میوه و همچنین کاهش میزان تنفس باشد.

در مطالعه‌ای افزایش میزان مواد جامد محلول طی مدت زمان نگهداری مشاهده شد [۲۱]. Shafique و همکاران، [۲۴] گزارش کردند که پوشش بیست درصد ژل آلوئه‌ورا میزان مواد جامد محلول کل را به دلیل کاهش سرعت تنفس و تولید اتیلن در توت‌فرنگی در طول نگهداری حفظ کرد. در مطالعه‌ای افزایش میزان مواد جامد محلول در میوه گیلاس دوک طی دوره انبارمانی ۲۸ روزه مشاهده گردید و گزارش شد که استفاده از پوشش ژل آلوئه‌ورا و تیمول سبب حفظ آن شد [۲۲]. نتایج حاصل از یک مطالعه حاکی از آن است که میزان مواد جامد محلول گوجه‌فرنگی در نمونه‌های بدون پوشش طی دوره نگهداری افزایش یافت اما مقدار آن در نمونه‌های پوشش داده شده با ژل آلوئه‌ورا در طول دوره تغییر جزئی داشت [۴]. پوشش‌های خوراکی برپایه ژل آلوئه‌ورا می‌تواند با کاهش سرعت واکنش‌هایی که باعث تولید

**Table 2.** Total soluble solids changes (%) in the control and coated apples with *Aloe vera* gel (AVG) and fennel essential oil (FEO) during storage at 4°C

Treatments/ Storage time	Day 1	Day 10	Day 20	Day 30
Control	12.67±0.70 <sup>Ca</sup>	15.33±1.08 <sup>Ba</sup>	19.33±1.20 <sup>Aa</sup>	18.67±1.00 <sup>Aa</sup>
50% AVG	12.33±0.50 <sup>Ca</sup>	14.33±0.90 <sup>Bb</sup>	15.67±1.10 <sup>Ab</sup>	14.67±0.70 <sup>ABb</sup>
50% AVG + 500 ppm FEO	12.67±0.80 <sup>Ca</sup>	13.67±0.90 <sup>Bbc</sup>	14.67±1.10 <sup>Abc</sup>	14.00±1.01 <sup>ABbc</sup>
50% AVG + 1000 ppm FEO	12.33±0.70 <sup>Ca</sup>	13.00±0.80 <sup>BCc</sup>	14.33±0.80 <sup>Ac</sup>	13.67±0.70 <sup>ABc</sup>

Means with different letters are significantly different at  $P < 0.05$  using Duncan's test. Similar letters = not significant.

Different lowercase letters denote significant differences ( $P < 0.05$ ) among different treatments for the same sampling time.

Different capital letters denote significant differences ( $P < 0.05$ ) among different sampling times for the same treatment.

اسیدیته مربوط به تیمار پوشش آلوئه‌ورا ۵۰ درصد + ۵۰۰ پی‌پی‌ام اسانس رازیانه و پوشش آلوئه‌ورا ۵۰ درصد + ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام اسانس رازیانه در روزهای ۲۰ و ۳۰ نگهداری بود ( $P < 0.05$ ).

معمولاً در طی دوره نگهداری میوه‌ها، میزان اسیدهای آلی کاهش و میزان pH افزایش می‌یابد که می‌تواند ناشی از مصرف اسیدهای آلی مانند مالیک و اسید سیتریک (سوبسترای اولیه در فرآیند تنفس) باشد [۲۸]. همچنین میزان اسیدهای آلی طی انبارمانی میوه، به دلیل مصرف در فرآیندهای تنفس و تبدیل شدن به قند، کاهش می‌یابد و

### ۳-۳- اسیدیته قابل تیتراسیون

جدول ۳، تغییرات درصد اسیدیته در سیب‌های پوشش داده شده و بدون پوشش را طی دوره‌های مختلف نگهداری نشان می‌دهد. تیمارهای آزمایشی و زمان تأثیر معنی‌داری بر درصد اسیدیته میوه داشتند ( $P < 0.05$ ). نتایج نشان داد که اسیدیته نمونه‌های پوشش داده شده و بدون پوشش در طی روزهای مختلف انبارداری کاهش یافت ( $P < 0.05$ ). و میزان اسیدیته تیمار بدون پوشش از ۰/۳۷ درصد در روز یک به ۰/۲۷ درصد در روز سی کاهش یافت ( $P < 0.05$ ). کمترین تغییرات

که استفاده از پوشش ژل آلوئه‌ورا (۳۳ درصد) و تیمول سبب تغییرات جزئی در میزان اسیدیته میوه گیلاس دوک طی دوره انبارمانی ۲۸ روزه گردید، که می‌تواند به دلیل کاهش سرعت تنفس و از دست دادن آب توسط این پوشش‌ها باشد [۲۲]. نتایج مشاهده شده در تیمارهای پوششی ممکن است به دلیل غیرقابل نفوذ بودن نسبت به مولکول‌های اکسیژن و دی‌اکسیدکربن و اتمسفر تغییر داده شده در اطراف میوه‌ها باشد که سبب کاهش تنفس و حفظ اسیدهای آلی می‌شود [۲۴]. علاوه بر این، فنل‌ها و ترکیبات موجود در عصاره‌ها و اسانس‌های گیاهی به کاهش تنفس و تولید اتیلن کمک کرده و در مجموع سرعت فرآیند متابولیسمی و مصرف اسیدهای آلی را کاهش می‌دهد [۲۳، ۲۴، ۳۰].

مقدار این اسیدها نشان دهنده فعالیت متابولیسمی بافت می‌باشد [۲۴]. نشان داده شده است که با گذشت مدت زمان انبارداری درصد اسیدیته قابل تیتراسیون در توت‌فرنگی‌های بدون پوشش کاهش یافت [۲۳]. نتایج حاصل از یک مطالعه حاکی از آن است که پوشش‌دهی انجیر تازه با ژل آلوئه‌ورای غنی شده با آنتوسیانین خوراکی سبب کاهش درصد اسیدیته در طول دوره نگهداری شد اما این روند کاهشی در تیمار شاهد بیشتر بود [۲۱]. محققین اثر پوشش آلزینات همراه با ریزجلبک/سپیروولینا/پلاتنسیس، ژل آلوئه‌ورا و صمغ گوار را بر خصوصیات فیزیوشیمیایی میوه انبه در طی نگهداری سرد بررسی و گزارش کردند که طی چهار هفته نگهداری درصد اسیدیته در تمامی تیمارها کاهش یافت اما این کاهش در تیمار بدون پوشش مشهودتر بود [۲۹]. گزارش شده است

**Table 3.** Titratable acidity changes (%) in the control and coated apples with *Aloe vera* gel (AVG) and fennel essential oil (FEO) during storage at 4°C

Treatments/ Storage time	Day 1	Day 10	Day 20	Day 30
Control	0.37±0.02 <sup>Aa</sup>	0.36±0.01 <sup>Ba</sup>	0.32±0.02 <sup>Cb</sup>	0.27±0.01 <sup>Dc</sup>
50% AVG	0.36±0.02 <sup>Aa</sup>	0.35±0.03 <sup>Ab</sup>	0.32±0.01 <sup>Bb</sup>	0.30±0.02 <sup>Cb</sup>
50% AVG + 500 ppm FEO	0.37±0.01 <sup>Aa</sup>	0.36±0.01 <sup>Aa</sup>	0.34±0.03 <sup>Ba</sup>	0.32±0.01 <sup>Ca</sup>
50% AVG + 1000 ppm FEO	0.36±0.02 <sup>Aa</sup>	0.36±0.02 <sup>Aa</sup>	0.34±0.01 <sup>Ba</sup>	0.32±0.01 <sup>Ca</sup>

Means with different letters are significantly different at  $P < 0.05$  using Duncan's test. Similar letters = not significant.

Different lowercase letters denote significant differences ( $P < 0.05$ ) among different treatments for the same sampling time.

Different capital letters denote significant differences ( $P < 0.05$ ) among different sampling times for the same treatment.

همانطور که رسیدن میوه در طول زمان نگهداری افزایش می‌یابد، pH نیز به دلیل تخریب دیواره سلولی و اسیدهای آلی که منجر به آزاد شدن مواد جامد محلول و گلوکز می‌شود، افزایش می‌یابد. در مطالعه‌ای اثر پوشش‌های خوراکی ژل آلوئه‌ورا (صفر، ۳۰ و ۴۵ درصد) و میکروذرات موم کارنوبا (صفر، ۰/۳ و ۰/۴ درصد) بر ماندگاری توت‌فرنگی بررسی و گزارش شد که طی دوره‌های مختلف نگهداری میزان pH روند افزایشی داشت و این افزایش در تیمار بدون پوشش بیشتر بود [۳۱]. در آزمایشی اثر پوشش ژل آلوئه‌ورای غنی شده با آنتوسیانین خوراکی روی انجیر تازه بررسی و گزارش شد که میزان pH طی مدت زمان انبارداری

### ۳-۴- pH

اثر تیمارهای مختلف آزمایشی بر میزان pH در جدول ۴ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که اثر تیمار پوشش‌دهی و زمان انبارداری بر میزان pH معنی‌دار بود ( $P < 0.05$ ). به طوری که میزان pH طی دوره نگهداری افزایش یافت، و تیمار بدون پوشش در مقایسه با سایر تیمارها بیشترین میزان تغییرات را داشت ( $P < 0.05$ ). به طور کلی میزان pH طی دوره نگهداری در میوه‌های بدون پوشش از ۴/۵۰ در روز یک به ۵/۰۲ در روز سی افزایش یافت ( $P < 0.05$ ).

حالی است که در میوه‌های بدون پوشش به دلیل تنفس بالاتر، اسیدهای آلی تجزیه و به عنوان سوپسترا برای فعالیت‌های آنزیمی تنفس مصرف می‌شوند، در نتیجه pH میوه‌های شاهد بالاتر است [۱۷]. اسانس‌های گیاهی با کند کردن مصرف اسیدهای آلی طی فرآیندهای آنزیمی تنفس سبب کاهش میزان تنفس، حفظ اسیدهای آلی و در نتیجه حفظ سطوح پایین pH می‌شوند [۳۰].

در همه تیمارها افزایش یافت و بیشترین میزان تغییر مربوط به تیمار بدون پوشش بود [۲۱]. محققین گزارش کردند که استفاده از پوشش اسانس ترنج سبب حفظ pH توت‌فرنگی طی دوره‌های مختلف نگهداری شد و افزایش میزان pH در میوه‌های بدون پوشش طی زمان ذخیره‌سازی می‌تواند به دلیل مصرف اسیدهای آلی در هنگام رسیدن میوه باشد [۳۰]. افزایش قندها و کاهش اسیدها در طول نگهداری در برخی از میوه‌ها منجر به افزایش pH می‌شود [۱۷، ۳۱]. این در

**Table 4.** pH changes in the control and coated apples with *Aloe vera* gel (AVG) and fennel essential oil (FEO) during storage at 4°C

Treatments/ Storage time	Day 1	Day 10	Day 20	Day 30
Control	4.50±0.10 <sup>Db</sup>	4.65±0.09 <sup>Ca</sup>	4.88±0.09 <sup>Ba</sup>	5.02±0.09 <sup>Aa</sup>
50% AVG	4.52±0.10 <sup>Da</sup>	4.56±0.10 <sup>Cb</sup>	4.61±0.10 <sup>Bb</sup>	4.67±0.08 <sup>Ab</sup>
50% AVG + 500 ppm FEO	4.53±0.11 <sup>Da</sup>	4.56±0.07 <sup>Cb</sup>	4.59±0.08 <sup>Bc</sup>	4.62±0.10 <sup>Ac</sup>
50% AVG + 1000 ppm FEO	4.52±0.09 <sup>Da</sup>	4.54±0.08 <sup>Cc</sup>	4.56±0.10 <sup>Bd</sup>	4.59±0.11 <sup>Ac</sup>

Means with different letters are significantly different at  $P < 0.05$  using Duncan's test. Similar letters = not significant.

Different lowercase letters denote significant differences ( $P < 0.05$ ) among different treatments for the same sampling time.

Different capital letters denote significant differences ( $P < 0.05$ ) among different sampling times for the same treatment.

و حفظ بیشتر ترکیبات عامل عطر و طعم میوه، پذیرش کلی بهتر ارزیابی شد [۲۳]. در آزمایشی اثر استفاده از پوشش ژل آلوئه‌ورا و اسانس پوست پرتقال بر ویژگی‌های حسی قارچ دکمه‌ای بررسی و گزارش شد که تیمارهای آزمایشی نسبت به تیمار شاهد سبب حفظ ویژگی‌های حسی (رنگ، بافت، بو، ظاهر و پذیرش کلی) شد [۳۲]. محققین گزارش کردند که پوشش‌دهی توت‌فرنگی با اسانس مرکبات در مقایسه با تیمار بدون پوشش از ویژگی‌های حسی بالاتری برخوردار بودند [۲۳]. نشان داده شده است که بلوبری‌های پوشش داده شده با اسانس رازیانه و بتا-سیکلودکسترین در مقایسه با تیمار بدون پوشش ویژگی‌های حسی بهتری داشتند [۱۷]. این ممکن است به دلیل تأخیر در آلودگی میکروبی، افت وزن کمتر، به حداقل رساندن اکسیداسیون و حفظ سطوح بالاتر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز امکان‌پذیر باشد [۲۳، ۲۴، ۳۲]. گزارش شده است که پوشش ژل آلوئه‌ورا دارای خواص ضد میکروبی است که

### ۳-۵- ارزیابی حسی

مطابق با جدول ۵، استفاده از پوشش ژل آلوئه‌ورا و اسانس رازیانه تأثیر معنی‌داری بر نتایج ارزیابی حسی رنگ و عطر سیب نداشت ( $P > 0.05$ ). اما نتایج ارزیابی حسی طعم، بافت و پذیرش کلی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت ( $P < 0.05$ )، به طوری که تمامی تیمارهای آزمایشی در مقایسه با تیمار بدون پوشش بیشترین امتیاز حسی عطر و بو را دریافت کردند ( $P < 0.05$ ). همچنین تیمارهای پوشش آلوئه‌ورا ۵۰ درصد + پی‌پی‌ام اسانس رازیانه و پوشش آلوئه‌ورا ۵۰ درصد + پی‌پی‌ام اسانس رازیانه بیشترین امتیاز حسی بافت و پذیرش کلی را در مقایسه با سایر تیمارها دریافت کردند ( $P < 0.05$ ).

کیفیت ظاهری و خوراکی میوه طی مدت زمان انبارداری به دلیل افزایش تنفس و فعالیت آنزیمی میوه کاهش محسوسی می‌یابد. در نمونه‌های پوشش داده شده به دلیل کاهش تنفس

پوسیدگی و حمله میکروبی را کاهش داده و بافت میوه را حفظ می‌کند [۸، ۲۶].

**Table 5.** Sensory changes in the control and coated apples with *Aloe vera* gel (AVG) and fennel essential oil (FEO) during storage at 4°C

Treatments	Color	Odor	Taste	Texture	General acceptance
Control	3.50 <sup>a</sup>	3.25 <sup>a</sup>	3.00 <sup>b</sup>	3.37 <sup>b</sup>	3.56 <sup>b</sup>
50% AVG	3.62 <sup>a</sup>	3.62 <sup>a</sup>	3.93 <sup>a</sup>	4.00 <sup>ab</sup>	4.00 <sup>ab</sup>
50% AVG + 500 ppm FEO	4.00 <sup>a</sup>	3.93 <sup>a</sup>	4.18 <sup>a</sup>	4.43 <sup>a</sup>	4.44 <sup>a</sup>
50% AVG + 1000 ppm FEO	3.62 <sup>a</sup>	3.50 <sup>a</sup>	4.31 <sup>a</sup>	4.62 <sup>a</sup>	4.12 <sup>ab</sup>

Means with different letters are significantly different at  $P < 0.05$  using Duncan's test. Similar letters = not significant.

Different lowercase letters denote significant differences ( $P < 0.05$ ) among different treatments for the same sampling time.

Different capital letters denote significant differences ( $P < 0.05$ ) among different sampling times for the same treatment.

حفظ شاخص‌های  $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$  توت‌فرنگی در مقایسه با

تیمار بدون پوشش در طی دوره نگهداری شد [۲۴]. در مطالعه‌ای محققین دریافتند که استفاده از پوشش ژل آلوه‌ورا سبب حفظ شاخص‌های  $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$  گوجه‌فرنگی طی ۱۲ روز نگهداری در مقایسه با تیمار بدون پوشش شد [۴]. در بین تیمارها، پوشش آلوه‌ورا ۵۰ درصد + پی‌پی‌ام اسانس رازیانه رنگ روشن‌تری داشت ( $P < 0.05$ )، که غلظت بهینه اسانس رازیانه را برای محافظت از نمونه‌ها در برابر تغییرات رنگ نشان می‌دهد (جدول ۶). این را می‌توان به رطوبت بالاتر نمونه‌های پوشش داده شده با ژل آلوه‌ورا و اسانس رازیانه (۵۰۰ پی‌پی‌ام) نسبت داد. هنگامی که غلظت اسانس بیش از حد بالا باشد، منجر به آسیب سلولی بافت سیب می‌شود که سبب خراب شدن نمونه‌ها می‌گردد [۳۰]. این نشان می‌دهد که پوشش‌دهی میوه‌ها بر پایه آلوه‌ورا با به تأخیر انداختن فرآیند رسیدن، تغییر رنگ را به تأخیر می‌اندازد [۸، ۲۹]. در میوه‌ها با گذشت زمان انبارمانی در اثر تنفس و افزایش pH، رنگدانه‌های آنها تجزیه شده و در نتیجه کیفیت رنگی و ظاهری آنها کاهش می‌یابد [۲۹، ۳۰]. اما پوشش‌های خوراکی حاوی اسانس و عصاره‌های گیاهی در حفظ رنگ میوه نقش مهمی دارند. پژوهشگران دریافتند که ترکیبات فنلی موجود در این ترکیبات گیاهی با داشتن

### ۳-۶- شاخص رنگ

در جدول ۶ نتایج مربوط به رنگ سطحی میوه‌ها گزارش شده است. مقایسه میانگین‌ها تفاوت معنی‌داری را طی دوره نگهداری برای شاخص  $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$  نشان داد ( $P < 0.05$ )، با گذشت زمان این شاخص‌ها روند کاهشی داشتند. در تیمار بدون پوشش نسبت تیمارهای پوشش داده شده کمترین میزان شاخص  $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$  مشاهده شد ( $P < 0.05$ ). شاخص  $L^*$  در نمونه‌های پوشش داده شده مقادیر بالاتری نسبت به نمونه شاهد داشت و بیشترین میزان مربوط به تیمار پوشش آلوه‌ورا ۵۰ درصد + پی‌پی‌ام اسانس رازیانه بود ( $P < 0.05$ ). مقایسه میانگین صفات  $a^*$  و  $b^*$  پس از کاربرد پوشش‌های خوراکی حاوی ژل آلوه‌ورا و اسانس رازیانه نشان داد که پوشش‌های مذکور روند کاهشی را در میوه‌های سیب کنترل کرده‌اند ( $P < 0.05$ ).

رنگ یکی از پارامترهای حیاتی در محصولات غذایی است که نشان‌دهنده خصوصیات حسی و کیفی آنهاست. براساس نتایج، با گذشت زمان و همزمان با تخریب رنگدانه‌ها تحت واکنش‌های آنزیمی و غیرآنزیمی، میزان شاخص‌های رنگی کاهش یافته است. گزارش شده است که استفاده از پوشش‌های خوراکی مختلف (عصاره برگ مورینگا، بیست درصد ژل آلوه‌ورا، اسید اگزالیک و اسید اسکوربیک) سبب

خاصیت آنتی‌اکسیدانی مانع از اکسیداسیون رنگدانه‌های گیاهی در سلول‌ها در دوره انبارداری می‌شوند [۲۹، ۲۴]. فلاح و همکاران (۲۰۲۵) گزارش کردند فیلم تهیه شده از گلوتن-کربوکسی متیل سلولز و آنتوسیانین چای ترش باعث حفظ رنگ ماهی سالمون و جلوگیری از فساد آن در طول دوره نگهداری گردید [۳۳].

**Table 6.** Color changes in the control and coated apples with *Aloe vera* gel (AVG) and fennel essential oil (FEO) during storage at 4°C

Edible coating (days)	Treatments	Storage time	L*	a*	b*
Control		1	67.77±1.18 <sup>Aa</sup>	-6.03±0.80 <sup>Ba</sup>	26.06±1.25 <sup>Aa</sup>
		10	59.28±1.22 <sup>Bb</sup>	-5.90±0.55 <sup>Bb</sup>	26.47±2.18 <sup>Ab</sup>
		20	54.83±1.48 <sup>Cc</sup>	-4.93±0.72 <sup>Ac</sup>	24.07±2.23 <sup>Bb</sup>
		30	52.02±2.08 <sup>Dc</sup>	-4.30±0.43 <sup>Ac</sup>	22.65±1.45 <sup>Bb</sup>
50% AVG		1	64.40±1.25 <sup>Ab</sup>	-6.36±0.29 <sup>Ca</sup>	26.28±1.28 <sup>Ba</sup>
		10	61.76±1.38 <sup>Ba</sup>	-5.51±0.22 <sup>BCb</sup>	26.82±1.56 <sup>Bb</sup>
		20	58.82±1.55 <sup>Cb</sup>	-4.62±0.10 <sup>ABbc</sup>	28.64±2.28 <sup>Aa</sup>
		30	54.24±1.39 <sup>Db</sup>	-3.85±0.50 <sup>Ac</sup>	29.79±1.51 <sup>Aa</sup>
50% AVG + 500 ppm FEO		1	62.95±2.42 <sup>Ac</sup>	-6.66±0.81 <sup>Da</sup>	26.60±2.44 <sup>Da</sup>
		10	58.82±2.18 <sup>Bb</sup>	-4.99±0.56 <sup>Cab</sup>	28.08±2.10 <sup>Ca</sup>
		20	62.13±1.29 <sup>Aa</sup>	-4.01±0.59 <sup>Bb</sup>	29.13±2.18 <sup>Ba</sup>
		30	59.75±1.71 <sup>Ba</sup>	-3.05±0.44 <sup>Ab</sup>	30.41±1.88 <sup>Aa</sup>
50% AVG + 1000 ppm FEO		1	59.18±1.18 <sup>Ad</sup>	-6.28±0.92 <sup>Da</sup>	26.57±2.18 <sup>Ca</sup>
		10	51.87±2.48 <sup>Bc</sup>	-4.70±0.38 <sup>Ca</sup>	28.45±2.16 <sup>Ba</sup>
		20	51.33±1.35 <sup>Bd</sup>	-2.74±0.57 <sup>Ba</sup>	29.91±1.58 <sup>A<sup>Ba</sup></sup>
		30	58.13±1.44 <sup>Aa</sup>	-1.81±0.83 <sup>Aa</sup>	31.75±1.88 <sup>Aa</sup>

Means with different letters are significantly different at  $P<0.05$  using Duncan's test. Similar letters = not significant.

Different lowercase letters denote significant differences ( $P<0.05$ ) among different treatments for the same sampling time.

Different capital letters denote significant differences ( $P<0.05$ ) among different sampling times for the same treatment.

درصد + ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام اسانس رازیانه به‌طور معنی‌داری افت

وزن کمتری داشتند. همچنین نتایج این مطالعه نشان داد که پوشش‌دار کردن میوه سیب با استفاده از ژل آلوئه‌ورا همراه با اسانس رازیانه سبب حفظ میزان مواد جامد محلول، اسیدیته، شاخص رنگ، شاخص بافت و طعم و میزان pH در مقایسه با تیمار بدون پوشش شد.

#### تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که هیچ‌گونه تعارض منافع ندارند.

#### ۴- نتیجه‌گیری کلی

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که پوشش‌دهی میوه سیب با ژل آلوئه‌ورا همراه با اسانس رازیانه به‌عنوان روشی مناسب، می‌تواند نقش مهمی در حفظ کیفیت و افزایش عمر انبارداری سیب در دمای چهار درجه سانتی‌گراد داشته باشد. در این پژوهش، میوه‌های سیب پوشش داده شده با آلوئه‌ورا ۵۰

#### رضایت‌نامه کتبی

رضایت‌نامه کتبی و آگاهانه از تمامی شرکت‌کنندگان در مطالعه اخذ شد.

## ۵-منابع

- [1] Oyenih, A. B., Belay, Z. A., Mditshwa, A., & Caleb, O. J. (2022). "An apple a day keeps the doctor away": The potentials of apple bioactive constituents for chronic disease prevention. *Journal of Food Science*, 87(6), 2291-2309.
- [2] FAOSTAT. (2020). <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. (Accessed 10 October 2022).
- [3] Mditshwa, A., Fawole, O. A., & Opara, U. L. (2018). Recent developments on dynamic controlled atmosphere storage of apples—A review. *Food Packaging and Shelf Life*, 16, 59-68.
- [4] Omidi, S., Aarabi, A., Zaki Dizaji, H., & Shahdadi, F. (2024). Microwave-assisted foam mat drying of red beet pulp: influence of milk protein concentrate (MPC) and maltodextrin as foaming agent, optimization and quality attribute. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 18(4), 2505-2525.
- [5] Dutta Roy, D. K., Asaduzzaman, M., Saha, T., & Khatun, M. N. (2023). Physical and chemical properties of aloe-vera coated guava (*Psidium guajava*) fruit during refrigerated storage. *Plos One*, 18(11), e0293553.
- [6] Farooq, A., Niaz, B., Saeed, F., Afzaal, M., Armghan Khalid, M., Raza, M. A., & Al Jbawi, E. (2023). Exploring the potential of aloe vera gel-based coating for shelf life extension and quality preservation of tomato. *International Journal of Food Properties*, 26(2), 2909-2923.
- [7] Rahman, S., Carter, P., & Bhattarai, N. (2017). Aloe vera for tissue engineering applications. *Journal of Functional Biomaterials*, 8(1), 6.
- [8] Tosif, M. M., Bains, A., Dhull, S. B., Chawla, P., & Goksen, G. (2023). Effect of Aloe vera and carboxymethyl cellulose-derived binary blend edible coating on the shelf life of fresh-cut apple. *Food Science & Nutrition*, 11(11), 6987-6999.
- [9] Kouser, F., Kumar, S., Bhat, H. F., Hassoun, A., Bekhit, A. E. D. A., & Bhat, Z. F. (2023). Aloe barbadensis based bioactive edible film improved lipid stability and microbial quality of the cheese. *Foods*, 12(2), 229.
- [10] Hasan, M. U., Riaz, R., Malik, A. U., Khan, A. S., Anwar, R., Rehman, R. N. U., & Ali, S. (2021). Potential of Aloe vera gel coating for storage life extension and quality conservation of fruits and vegetables: An overview. *Journal of Food Biochemistry*, 45(4), e13640.
- [11] Takeungwongtrakul, S., Sai-Ut, S., Waraput, T., & Supapvanich, S. (2022). Thermal processes improving antibrowning potential of mixed Aloe vera and pineapple core extract solution on browning inhibition of fresh-cut apples. *International Journal of Food Science & Technology*, 57(10), 6881-6889.
- [12] Chang, S., Mohammadi Nafchi, A., & Karim, A. A. (2016). Chemical composition, antioxidant activity and antimicrobial properties of three selected varieties of Iranian fennel seeds. *Journal of Essential Oil Research*, 28(4), 357-363.
- [13] Marčac, N., Balbino, S., Tonković, P., Medved, A. M., Cegledi, E., Dragović, S., ... & Repajić, M. (2023). Hydrodistillation and Steam Distillation of Fennel Seeds Essential Oil: Parameter Optimization and Application of Cryomilling Pretreatment. *Processes*, 11(8), 2354.
- [14] Santos, J., Calero, N., García-Capitán, J., & Muñoz, J. (2019). Preparation and characterization of emulgels loaded with sweet fennel oil. *Journal of Dispersion Science and Technology*. 1-9.
- [15] Salama, H. E., Aziz, M. S. A., & Sabaa, M. W. (2019). Development of antibacterial carboxymethyl cellulose/chitosan biguanidine hydrochloride edible films activated with frankincense essential oil. *International Journal of Biological Macromolecules*, 139, 1162-1167.
- [16] Long, H., Bi, Y., Pu, L., Xu, W., Xue, H., Fu, G., & Prusky, D. (2022). Preparation of chitosan/fennel seed essential oil/starch sodium octenyl succinate composite films for apple fruit preservation. *LWT*, 167, 113826.
- [17] Gu, X., Li, J., Yang, L., Liu, L., Li, T., Zhang, H., ... & Xiao, L. (2024). Comparative study on the different edible coatings loaded with fennel essential oil/ $\beta$ -cyclodextrin microcapsules for blueberry preservation. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 1-13.
- [18] Rezaei, S., Ebadi, M. T., Ghobadian, B., & Ghomi, H. (2021). Optimization of DBD-Plasma assisted hydro-distillation for essential oil extraction of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) seed and spearmint (*Mentha spicata* L.) leaf. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 24, 100300.
- [19] Shahdadi, F., Seyedi A., & Fathi S. (2023). Effect of Aloe vera gel and lemon (*Citrus aurantifolia*) peel essential oil on qualitative characteristics of apricot (*Prunus armeniaca*) fruit during storage. *Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology*. 16(1):163-176. [In Persian]
- [20] Hosseinifarahi, M., Jamshidi, E., Amiri, S., Kamyab, F., & Radi, M. (2020). Quality, phenolic

- content, antioxidant activity, and the degradation kinetic of some quality parameters in strawberry fruit coated with salicylic acid and Aloe vera gel. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(9), e14647.
- [21] Al-Hilifi, S. A., Al-Ali, R. M., Al-Ibresam, O. T., Kumar, N., Paidari, S., Trajkovska Petkoska, A., & Agarwal, V. (2022). Physicochemical, morphological, and functional characterization of edible anthocyanin-enriched Aloe vera coatings on fresh figs (*Ficus carica* L.). *Gels*, 8(10), 645.
- [22] ValizadehKaji, B., & Fakhri, N. (2023). Postharvest application of Aloe vera gel and thymol enhances shelf-life of duke cherries via altering physiochemical parameters. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 10(1), 85.
- [23] Shehata, S. A., Abdeldaym, E. A., Ali, M. R., Mohamed, R. M., Bob, R. I., & Abdelgawad, K. F. (2020). Effect of some citrus essential oils on post-harvest shelf life and physicochemical quality of strawberries during cold storage. *Agronomy*, 10(10), 1466.
- [24] Shafique, M., Rashid, M., Ullah, S., Rajwana, I. A., Naz, A., Razzaq, K., & Jbawi, E. A. (2023). Quality and shelf life of strawberry fruit as affected by edible coating by moringa leaf extract, aloe vera gel, oxalic acid, and ascorbic acid. *International Journal of Food Properties*, 26(2), 2995-3012.
- [25] Mitra, A., Selvam, S. P., Shehabudheen, S., Anitha, P. M., & Kumar, M. M. (2020). Efficiency evaluation of cinnamon essential oil loaded nanoliposomal coating for the post-harvest management of apple (*Malus domestica*). *International Journal on Emerging Technologies*, 11, 554-559.
- [26] Khan, N., Riaz, A., Rahman, Z., Mawa, J. U., & Begum, H. (2019). 1. Shelf life assessment of apple fruit coated with aloe vera gel and calcium chloride. *Pure and Applied Biology (PAB)*, 8(3), 1876-1889.
- [27] Aguilar-Veloz, L. M., Calderón-Santoyo, M., Carvajal-Millan, E., Martínez-Robinson, K., & Ragazzo-Sánchez, J. A. (2022). Artocarpus heterophyllus Lam. leaf extracts added to pectin-based edible coating for *Alternaria* sp. control in tomato. *Lwt*, 156, 113022.
- [28] Xylia, P., Goumenos, C., Tzortzakis, N., & Chrysargyris, A. (2023). Application of lavender and rosemary essential oils (EOs), their mixture and eucalyptol (EOs main compound) on cucumber fruit quality attributes and microbial load. *Agronomy*, 13(10), 2493.
- [29] Rastegar, S., & Atrash, S. (2021). Effect of alginate coating incorporated with *Spirulina*, Aloe vera and guar gum on physicochemical, respiration rate and color changes of mango fruits during cold storage. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15, 265-275.
- [30] De Bruno, A., Gattuso, A., Ritorto, D., Piscopo, A., & Poiana, M. (2023). Effect of edible coating enriched with natural antioxidant extract and bergamot essential oil on the shelf life of strawberries. *Foods*, 12(3), 488.
- [31] Álvarez-Barreto, J. F., Cevallos-Ureña, A., Zurita, J., Pérez, J., León, M., & Ramírez-Cárdenas, L. (2023). Edible coatings of aloe vera gel and carnauba wax microparticles to increase strawberry (*Fragaria ananassa*) shelf life. *International Journal of Fruit Science*, 23(1), 181-199.
- [32] Kumar, N., Rahul, K., Upadhyay, A., Gniewosz, M., & Kieliszek, M. (2023). Characterization of aloe vera gel-based edible coating with orange peel essential oil and its preservation effects on button mushroom (*Agaricus bisporus*). *Food and Bioprocess Technology*, 16(12), 2877-2897.
- [33] Fallah, N., Aarabi, A., Zaki Dizaji, H., & Ghashang, M. (2025). Development of a Colorimetric Intelligent Film Based on Biodegradable Polymers Incorporated with Hibiscus sabdariffa Anthocyanins for Monitoring Salmon Fish Spoilage. *Food Bioprocess Technology*, 18(2): 4632-4648.



Scientific Research

**The effect of *Aloe vera* gel and fennel (*Foeniculum vulgare*) essential oil on qualitative characteristics of apples during storage**

Fatemeh Shahdadi<sup>1\*</sup>, Zahra Ranjbarinasab<sup>2</sup>, Seyedeh Zahra Nabavi Rayeni<sup>3</sup>, Sanaz Nasiripour<sup>3</sup>, Marziyeh Rouhandeh<sup>3</sup>

1- Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Jiroft, Iran.

2- M.Sc. graduated, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Jiroft, Iran.

3- BSc Student, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Jiroft, , Iran.

**ARTICLE INFO**

**ABSTRACT**

**Article History:**

Received: 2025/02/26

Review: 2025/09/24

Accepted: 2025/10/20

**Keywords:**

Aloe vera,  
Antioxidant,  
Brix,  
Shelf life,  
Weight loss.

**DOI:** 10.48311/fsct.2026.83997.0

\*Corresponding Author E-

[fatemeh.shahdadi@gmail.com](mailto:fatemeh.shahdadi@gmail.com)

The aim of this study was to use edible coating of *Aloe vera* gel (AVG) with fennel essential oil (FEO) to increase shelf life and maintain qualitative characteristics of apples. Therefore, the present study was performed to investigate the effect of *Aloe vera* gel (at a concentration of 50%) and different levels of fennel essential oil (0, 500, and 1000 ppm) on some qualitative and sensory characteristics of apples fruit during three storage period (1, 10, 20, and 30 days) was conducted as a factorial experiment in a randomized complete base design with 3 replications. In each storage period, weight loss percentage, total soluble solids (TSS), titratable acidity (TA), sensory evaluation, color, and pH were examined. The results showed that the highest weight loss was related to the control treatment (without *Aloe vera* gel and essential oil) and the lowest weight loss was related to the treatment with 50% AVG + 1000 ppm FEO on days 10, 20 and 30 (P<0.05). The highest TSS and pH were observed in the control treatment on days 10, 20 and 30 (P<0.05). The lowest TA was observed in the control and AVG coated treatments on days 10, 20 and 30 (P<0.05). All coated treatments had higher taste index and yellowness index (a) during different days of storage compared to the control treatment (P<0.05). The findings of this study showed that *Aloe vera* gel (50%) and fennel essential oil (500 and 1000 ppm) can be effective as edible coatings to increase shelf life and maintain qualitative characteristics of apple fruit at 4°C.