نشریه علمی ترویجی فناوری گیاهان دارویی ایران
دوره۵- شماره ۱- پیاپند ۸- بهار و تابستان ۱۴۰۱

# اثر پوشش آلوئه‌ورا بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، حسی و کاهش آلودگی میکروبی میوهٔ شلیل طی مدت نگهداری

# The effect of *Aloe vera* coating on physical, chemical, sensory properties and reduction of microbial contamination of nectarine during storage

پروین شرایعی[1*]، شهره نیکخواه[2]

۱. دانشیار پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران ، (نگارنده مسئول)
۲. مربی پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

**تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۲۲ - شناسانهٔ برنمود رقمی:**10.22092/mpt.2023.362573.1123

## چکیده

شرایعی، پ.، نیکخواه، ش.، **. اثر پوشش آلوئه ورا بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، حسی و کاهش آلودگی میکروبی میوهٔ شلیل طی مدت نگهداری**
**نشریه علمی ترویجی فناوری گیاهان دارویی ایران، دوره ۵ - شماره ۱- پیاپند ۸- بهاروتابستان ۱۴۰۱ صفحه: ۳۳-۱۵**

**این پژوهش با هدف بررسی اثر ژل آلوئه ورا بر خواص کمی، کیفی، حسی و میکروبی میوهٔ شلیل (رقم کیوتا) انجام شد. متغیرهای آزمون شامل نوع پوشش (۶ سطح: بدون پوشش دهی (شاهد منفی)، تیمار شده با قارچ کش ایمازالیل (شاهد مثبت)، پوشش دهی شده با ژل آلو ئه ورا (غلظت های ۱، ۲، ۳ و ۴ گرم بر لیتر) و زمان نگهداری (۵ سطح: صفر، ۶، ۱۲، ۱۸ و ۲۴ روز پس از برداشت) بودند. پوشش دهی میوه به روش غوطه وری انجام شد. طی مدت نگهداری در سردخانه (دمای صفر درجهٔ سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۰ تا ۹۵ درصد) آزمایشات شیمیایی (کل مواد جامد محلول در آب، اسیدیته قابل تیتراسیون، ویتامین ث و میزان ترکیبات فنلی کل)، فیزیکی (رنگ، بافت و کاهش وزن) و قدرت ترکیبات آنتی اکسیدانی (درصدگیرندگی رادیکال آزاد DPPH) اندازه گیری شد. درپایان مدت نگهداری آزمون های حسی (رنگ، بو، بافت، طعم وپذیرش کلی) و آلودگی میکروب (شمارش کلی میکروب های زنده وتعداد کل کپک و مخمر) مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که طی مدت نگهداری در انبار سرد، میزان قرمز-سبزی ($a^*$) و میزان زرد-آبی ($b^*$) افزایش و میزان روشنی($L^*$) کاهش یافت؛ اما پوشش دهی سبب کاهش میزان تغییرات مولفه های رنگی شد. درصد افت وزنی میوه ها با پوشش دهی و افزایش غلظت ژل آلوئه ورا کاهش یافت. پوشش دهی سبب حفظ بهتر درصد مواد جامد محلول، درصد اسید قابل تیتراسیون و درصد ویتامین ث شد. میزان سفتی بافت میوه های پوشش دهی شده بعد از ۲۴ روز نگهداری در انبار سرد، به میزان قابل توجه‌ی بیشتر از نمونه شاهد مثبت بود (۵/۷۵ در مقایسه با ۲/۲۵ نیوتن). مقدار ترکیبات فنلی و ظرفیت آنتی اکسیدانی میوه با پوشش دهی و با افزایش غلظت ژل آلوئه ورا، افزایش یافتند (ترکیبات فنلی معادل ۴۶۳/۰۸ میلی گرم بر ۱۰۰ گرم و قدرت ترکیبات آنتی اکسیدانی معادل۷۴/۸۴ درصد). بار میکروبی میوه های پوشش دهی شده پس از ۲۴ روز نگهداری با نمونهٔ شاهد مثبت اختلاف آماری معنی داری نداشت (۰/۶۹ در مقایسه با logCFU/g ۰/۶۴) و از نظر ارزیابان حسی، از امتیاز بالاتری در پذیرش کلی برخوردار بودند. بنابراین، به نظر می رسد استفاده از پوشش دهندهٔ آلوئه ورا از توانایی مناسبی برای حفظ کیفیت میوهٔ شلیل برخوردار بوده و می‌تواند به عنوان یک تیمار سالم و موثر در نظر گرفته شود.**

**واژه های کلیدی: ژل آلوئه‌ورا، شلیل، آنتی اکسیدان، ترکیبات فنلی کل، ارزیابی حسی.**

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: (p.sharayei@areeo.ac.ir)

## مقدمه

شلیل (*Pruus persica (L.)* Batsch,Var. nectarina) از خانواده گل سرخیان[۱] و جزو میوه‌های فرازگرا[۲] است. طبق آخرین آمار منتشرشده از سوی اداره کل آمار و اطلاعات کشاورزی در سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹سطح زیر کشت شلیل در کشور ۱۹۷۴۰ هکتار می‌باشد که مقدار تولید سالانه آن به بیش از ۳۳۳ هزارتن می‌رسد (Anon, 2021). مشخص شده است طی نگهداری ارقام مختلف هلو و شلیل، پوسیدگی قهوه‌ای و پوسیدگی رایزوپوس به ترتیب توسط میکروارگانیسم‌های *Monilia fructicola* و *Rhizopus stolonifer* ایجاد می شوند که ضمن بروز آثارمنفی فساد بر محصول، موجب ضرر و زیان صادرکنندگان و کشاورزان نیز می گردند. برای کنترل این پوسیدگی‌ها، به طور معمول از قارچ کش‌های سنتزی مجاز مانند بنومیل[۳] (قبل از برداشت)، تیابندازول[۴] (بلافاصله پس از برداشت)، و یا شستشوی میوه‌ها با سدیم ارتوفنیل فنل[۵] یا ایمازالیل[۶] استفاده می شود (Tahmasebi et al., 2020). نگرانی ناشی از مصرف قارچ کش‌های سنتزی به لحاظ مسائل مربوط به سلامت و ایمنی و نیز محدودیت در حدود مجاز مصرف، مصرف کنندگان را به استفاده از فرآورده های طبیعی ترغیب نموده است (Gyawali et al., 2012). در بیشتر میوه‌های فرازگرا، رسیدن میوه با نرم شدن بافت، افزایش نسبت قند به اسید، بهبود رنگ، افزایش فعالیت تنفسی و تولید اتیلن همراه است. در سال های اخیر به دلیل مزایای فیلم ها و پوشش‌های خوراکی در نگهداری و بسته بندی میوه ها توجه ویژه ای به آنها شده است. پوشش دادن سطح میوه‌ها با استفاده از انواع پوشش های خوراکی (پروتئین، پلی ساکارید، لیپیدها و یا پوشش های مرکب) با کاهش سرعت خروج رطوبت محصول و شدت تنفس سبب کاهش سرعت تخریب ویژگی‌های کیفی و کاهش سرعت رشد میکروبی با حفظ خصوصیات حسی می‌شود (HossiniFarahi, 2015).

برگ‌های تازه برداشت شده گیاه آلوئه ورا (*Aloe barbadensis* Miller) شامل دو بخش مایع، حاوی تراوش‌های زردرنگ و تلخ مزه و بخش نیمه جامد (پالپ)، حاوی بافت پارانشیمی گیاه است. سلول های بافت پارانشیمی برگ آلوئه ورا حاوی ژلی شفاف و چسبناک است که اغلب به عنوان پوشش خوراکی و یا در فرمولاسیون های غذایی به کار برده می شود. حدود ۹۸ درصد وزن ژل حاصل از برگ آلوئه ورا از آب تشکیل شده و بخش جامد آن شامل بیش از ۵۷ ترکیب مختلف نظیر انواع پلی ساکاریدها، چربی، ویتامین، مواد معدنی، آنزیم، قند، ترکیبات فنلی، تانیک اسید، گلیکوپروتئین، اسیدآمینه، استرول، لیگنین، ساپونین و اسیدسالیسیلیک می باشد. ژل آلوئه ورا دارای خواص آنتی اکسیدانی و ضدمیکروبی است (Kahramanoğlu et al., 2019). عدم نفوذپذیری به رطوبت و اکسیژن

۱.*Rosacea*
۲. Climactric
۳. Benomyl
۴. Tiabendazol
۵.Sodium orthophenylphenol
۶. Imazalil

و همچنین دارا بودن ویژگی‌های ضدمیکروبی، ضداکسایشی، ضدویروسی و ضدالتهابی سبب استفاده از ژل آلوئه‌ورا برای پوشش دهی محصولات تازه کشاورزی شده است (Zapata et al., 2013; Ganjloo et al., 2020). در این راستا تجربیاتی در داخل و خارج از کشور وجود دارد. از ژل آلوئه‌ورا به طور موفقیت‌آمیزی برای حفظ ویژگی‌های پس از برداشت محصولاتی نظیر هلو (Pirhayati et al., 2019; Derakhshan et al., 2019; Khaliq et al., 2019)، انگور رومیزی و عسگری (Ehteshamnia et al., 2022; Valverde et al., 2005; Serrano et al., 2006)، توت فرنگی (Emamifar et al., 2013; Rajbir et al., 2011)، گوجه فرنگی (Nanjappa et al., 2013; Chauhan et al., 2015)، سیب (Ergun & Satici, 2012)، آلو و هلو (Guillén et al., 2013; Palandines et al., 2014)، شلیل رقم های *Arctic Snow* و Flavela و Flanoba (Ahmed et al., 2009; Navarro et al., 2011)، گیلاس (Martínez-Romero et al., 2006)، انبه (Ebrahimi et al., 2019)، و دانه های انار (Nabigol & Asgari, 2013) استفاده شده است. در تمامی این تحقیقات، استفاده از ژل آلوئه ورا با کاهش میزان افزایش مواد جامد محلول کل، کاهش میزان افت اسیدیته قابل تیتر و کاهش نرم شدگی بافت حین دوره نگهداری، سبب به تاخیر افتادن فرآیند رسیدگی و در نتیجه افزایش زمان ماندگاری محصولات شده است.

امروزه کاهش ضایعات پس از برداشت محصولات تازه کشاورزی با هدف افزایش امنیت غذایی و جلوگیری از هدررفت سرمایه، یکی از چالش‌های اساسی پیش روی جوامع می‌باشد. هم چنین، با گسترش ویروس نوپدید کرونا (کووید-۱۹) در سال ۲۰۲۰ بحث تلفات غذایی مورد توجه زیادی قرار گرفت چرا که وقوع پاندمی و عدم دسترسی به غذای کافی سبب افزایش بیماری می‌شود (Laborde, 2020). بنابراین، پژوهش حاضر با هدف ارزیابی تاثیر ژل آلوئه‌ورا به عنوان پوشش خوراکی بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی میوهٔ شلیل تازه طی ۲۴ روز انبارداری در سردخانه (دمای صفر درجه سلسیوس رطوبت نسبی معادل ۹۰تا ۹۵درصد) انجام شد.

## مواد و روش ها

### مواد اولیه

میوه‌های شلیل رقم کیوتا در مرحله بلوغ تجاری (هنگامی که به اندازه کامل خود رسیده و بیش از ۷۵ درصد سطح آنها ازنظر ظاهری (چشمی) قرمزرنگ شده بودند) درنیمه اول مرداد ماه از باغ تحقیقاتی واقع در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گلمکان (واقع در مشهد) برداشت شدند. پودر ژل آلوئه ورا از شرکت آنامیس واقع در شهرستان کرج تهیه شد. معرف فولین سیوکالچو، TPTZ، DPPH، متانول، کربنات سدیم، سولفات آهنII، کلرید آهنIII شش آبه، استات سدیم سه آبه، پتاسیم کلراید، اسید کلریدریک غلیظ، اتانول ۹۶ درجه و دیگر مواد شیمیایی مورد نیاز از شرکت های مرک، سیگما- آلدریچ، شارلو و کالدون و یاسان با درجه تجزیه ای[۷] خریداری شدند .ظروف پلی اتیلنی درب دار از شرکت زرین آسیا خریداری

۷. Analytical grade

شدند.

**پوشش دهی میوه**

پودر ژل آلوئه‌ورا به نسبت ۱، ۲، ۳، و ۴ گرم در لیتر در آب مقطر حل شد. از توئین ۸۰[۸] به میزان ۰/۵ درصد به عنوان امولسیفایر استفاده شد. میوه های سالم و یکنواخت از نظر اندازه به مدت ۵ دقیقه در محلول‌های حاوی پوشش خوراکی غوطه ور شدند. برای تهیه شاهد منفی و مثبت به ترتیب میوه‌ها در آب مقطر به مدت ۵ دقیقه و محلول ۱ درصد ایمازالیل به مدت ۱ دقیقه غوطه ور شدند. میوه‌ها پس از انجام تیمار پوشش دهی از محلول خارج شده و به یک ظرف توری از جنس استیل، جهت آبکش شدن، منتقل شدند. میوه ها که پس از ۳۰ دقیقه، در دمای محیط، تا حدی خشک شده و رطوبت سطحی آن ها تبخیر شده بود در ظروف یک بار مصرف درب دار از جنس پلی اتیلن سبک با ضخامت ورق ۳۵۰ میکرومتر و با ابعاد ۲۰×۲۰×۲۰ سانتی مترمکعب (هر بسته حاوی ۵ عدد میوه) بسته‌بندی شدند. نمونه‌ها بعد از کدزنی به سردخانه با دما و رطوبت نسبی مناسب (صفر درجهٔ سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۰ تا ۹۵ درصد) منتقل شدند (Conesa et al., 2021). آزمون های فیزیکی شیمیایی در فواصل زمانی صفر، ۶، ۱۲، ۱۸ و ۲۴ روز پس از برداشت و آزمون های حسی و میکروبی درپایان مدت نگهداری بر روی نمونه‌ها انجام شد.

**درصد مواد جامد محلول در آب**

درصد مواد جامد محلول، با استفاده از رفرکتومتر رومیزی مدل Shouchit Tongliang در دمای محیط اندازه‌گیری وگزارش شد (Gelly et al., 2004).

**مقدار اسید قابل تیتر**

اسیدقابل تیترکردن، با تیتراسیون عصاره با سود ۰/۱نرمال در مجاورت فنل فتالئین (تا رسیدن به رنگ صورتی ماندگار به مدت ۳ ثانیه) و بر حسب درصداسید مالیک محاسبه و گزارش شد (Gelly et al., 2004). برای تهیه عصاره، ۱۰ گرم میوه خرد شده به ۱۰۰ میلی لیتر آب افزوده و سپس صاف شد.

**۲-۳-۳- اسید اسکوربیک**

به ۵ میلی لیتر آب میوه، ۲۰ میلی لیتر آب مقطر و ۲ میلی لیترمعرف آمیدن ۱ درصد اضافه شد و با محلول ید ۰/۰۱ نرمال حاوی ۱۶ گرم یدورپتاسیم در لیتر، تیتر شد سپس میزان ویتامین ث موجود در آب میوه از رابطه ۱ محاسبه شد (Majdi, 1994).

رابطهٔ ۱

$$AA = \left(\frac{0.88 \times V_I}{V_j}\right) \times 100$$

که Viحجم مصرفی محلول ید و Vj حجم آب میوه می باشد.

**رنگ**

ابتدا تصویر رنگ پوست میوه به کمک اسکنر (مدل Hp Scan Jet 3010، ساخت کشور کانادا) گرفته شد. به منظور جلوگیری از ورود هرگونه نور جانبی، سطح اسکنر با پارچه کاملا سیاه و ضخیم پوشانیده شد. تصاویر با وضوح ۳۰۰dpi و فرمت JPEG ذخیره شدند. پس از انتقال تصاویر به رایانه، مختصات رنگی آنها در فضای رنگی Lab با نرم افزار Image j (version 1.40g) استخراج شد. فضای رنگی

۸. Tween 80

$L^*$ $a^*$ $b^*$ دارای سه شاخص است. شاخص $L^*$ معرف میزان روشنی نمونه می‌باشد و دامنه آن از صفر (سیاه خالص) تا ۱۰۰ (سفید خالص) متغیر است. شاخص $a^*$ میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های سبز و قرمز را نشان می‌دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (سبز خالص) تا ۱۲۰+ (قرمز خالص) متغیر است . شاخص $b^*$ میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های آبی و زرد را نشان می دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (آبی خالص) تا ۱۲۰ + (زرد خالص) متغیر می‌باشد (Francaviglia et al., 2013).

**بافت**

سفتی بافت میوه توسط دستگاه بافت سنج (CNS Farnell,Hertfordshire,UK)، با آزمایش نفوذ با استفاده از پروب با قطر ۵ میلی متر، سرعت ۵۰ میلی متر بر دقیقه، لود سل ۵ کیلوگرمی و میزان نفوذ ۹۰ درصد انجام شد. سفتی بافت بر حسب نیوتن با استفاده از شیب منحنی نیرو- تغییر شکل گزارش شد (Contador et al., 2016).

**میزان کاهش وزن**

درصدکاهش وزن، با استفاده ازترازو و محاسبهٔ اختلاف وزن اولیه و ثانویه اندازه‌گیری، محاسبه و گزارش شد (Chiabrando & Giacalone, 2013).

$$W_L = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100$$

رابطهٔ ۲

که $W_L$، $W_i$ و $W_f$ به ترتیب افت وزنی (درصد)، وزن اولیه و وزن نهایی (برحسب گرم) می باشند.

**تعیین ترکیبات فنلی**

محتوای فنل کل عصاره با معرف فولین سیوکالچو اندازه‌گیری شد. به ۱۰۰ میکرولیتر عصاره (رقیق شده با متانول ۱:۱۰ حجمی/ حجمی) ۶ میلی لیتر آب دو بار تقطیر و ۵۰۰ میکرولیتر معرف فولین سیوکالچو اضافه گردید. پس از ۸ دقیقه، ۱/۵ میلی لیتر کربنات سدیم (۲۰درصد وزنی /حجمی) افزوده شد و مخلوط به مدت ۳۰ دقیقه در دمای محیط جهت تکمیل واکنش نگهداری شد. سپس جذب آن در ۷۶۵ نانومتر با استفاده از طیف سنج (A UV-1600) خوانده شد (Usenik et al., 2008). میزان ترکیبات فنلی‌کل موجود در نمونه از روی منحنی استاندارد (اسیدگالیک در غلظت‌های ۱۰۰ تا ۹۵۰ میلی گرم در لیتر) تعیین و بر اساس میلی گرم اسید گالیک در صد گرم نمونه گزارش گردید.

**اندازه گیری قدرت مهارکنندگی رادیکال آزادDPPH**

محلول ۰/۰۰۶ درصد رادیکال آزاد DPPH در متانول تهیه شد. ۰/۱ میلی لیتر از عصاره میوه با ۱ میلی لیتر از محلول DPPH و ۲/۹ میلی لیتر متانول مخلوط و پس از ۳۰ دقیقه ماندن در تاریکی، جذب آن در طول موج ۵۱۲ نانومتر خوانده شد. متانول برای تنظیم صفر دستگاه و محلول DPPH -متانول به عنوان شاهد استفاده شد. درصد مهارکنندگی رادیکال آزاد بر حسب رابطه ۱ محاسبه شد.

رابطهٔ ۳

$$\%DPPH = [(A_{DPPH} - A_S)/A_{DPPH}] \times 100$$

که DPPH٪ درصد مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPH، $A_{DPPH}$ جذب شاهد و $A_S$ جذب نمونه

است (Brand-Williams et al., 1995).

### آزمایش‌های میکروبی

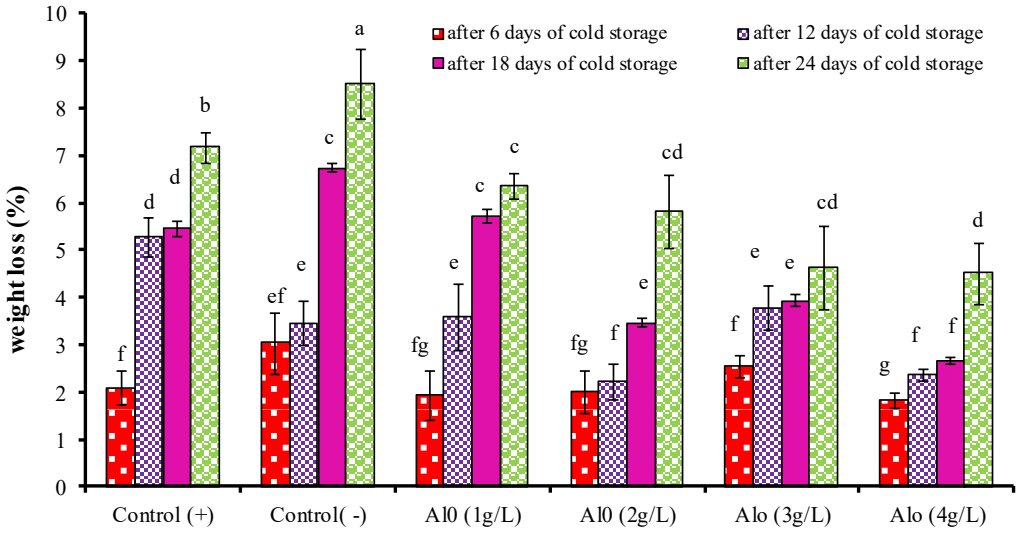
در پایان مدت نگهداری، نمونه‌ها از نظر شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها و تعداد کپک و مخمر مورد ارزیابی قرار گرفتند. بدین منظور پس از تهیه رقت سریالی درمحلول سرم فیزیولوژی استریل، مقدار ۰/۱ میلی لیتر صورت پورپلیت (تعداد کل میکروارگانیسم‌ها) و کشت سطحی (تعداد کل کپک و مخمر) در پلیت‌های محتوی محیط کشت قرارگرفت. شمارش کلی میکروب‌ها و کپک و مخمر به ترتیب پس از مدت حداقل ۴۸ ساعت نگهداری در دمای ۲۵ درجهٔ سلسیوس پس از حدود ۵ روز گرمخانه گذاری در دمای ۳۰ درجهٔ سلسیوس انجام شد. در این آزمایش‌ها برای شمارش کلی میکروبی از محیط کشت استاندارد پلیت کانت آگار و برای آزمایش‌های مربوط به کپک و مخمر از محیط کشت پوتیتودکستروزآگار استفاده شد. در نهایت تعداد میکروارگانیسم به صورت logcfu/g گزارش شد (Valverde et al., 2005).

### آزمون حسی

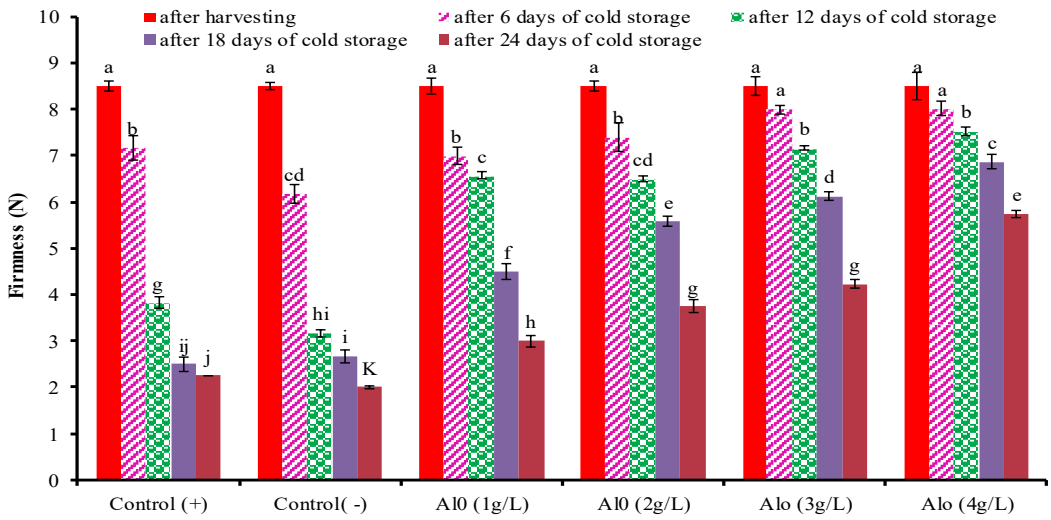
در پایان مدت نگهداری، صفات رنگ، بو، بافت، و کیفیت کلی نمونه میوه توسط ۱۰ ارزیاب آموزش دیده مورد بررسی قرار گرفت. ارزیابان از آزمون هدونیک ۵ امتیازی (۱= بسیار بد و ۵= بسیار خوب) استفاده نموده و امتیاز بیشتر یا مساوی ۳ مورد قبول بود (Farina et al., 2019).

### تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های حاصل از آزمایش های مختلف با استفاده از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار تجزیه و تحلیل آماری شدند . فاکتورهای آزمایش شامل غلظت ژل آلوئه ورا (در شش سطح شاهد مثبت، شاهد




**شکل ۱– تغییرات درصد کاهش وزن میوهٔ شلیل با پوشش و بدون پوشش در طول دوره نگهداری در سردخانه.** (در تیمارها حروف ALO نشان‌دهندهٔ ژل الوئه ورا است است و اعداد نشان دهنده غلظت ژل است). میله های رسم شده روی هر ستون نشانگر انحراف معیار داده هاست. حروف غیرمشابه بیانگر وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ بر اساس آزمون دانکن می باشد (P<۰/۰۵).




**شکل ۲- تغییرات سفتی بافت میوهٔ شلیل با پوشش و بدون پوشش در طول دوره نگهداری در سـردخانه. (در تیمارها حروف ALO نشان‌دهندهٔ ژل الوئه ورا است است و اعداد نشان‌دهنده غلظت ژل است). میله های رسم شده روی هـر ستون نشانگر انحراف معیار داده هاست. حروف غیرمشابه بیانگر وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ بر اساس آزمون دانکن می‌باشد (P<۰/۰۵).**

منفی،۱، ۲، ۳ و ۴ گرم در لیتر) و زمان انبارداری (در پنج سطح صفر ،۶، ۱۲، ۱۸ و ۲۴ روز پس از برداشت) بودند. میانگین‌ها با نرم افزار MStatC و بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد مقایسه شدند (P < ۰/۰۵). برای رسم منحنی‌ها از نرم افزار Microsoft Excel 2013 استفاده شد.

## نتایج و بحث

### ویژگی های کمی (افت وزنی، سفتی بافت و مولفه های رنگی)

تغییرات درصد کاهش وزن و سفتی بافت میوهٔ شلیل با پوشش و بدون پوشش در طول دوره نگهداری در سردخانه (دمای صفر درجه سلسیوس و رطوبت نسبی معادل۹۰تا ۹۵) در شکل های ۱ و ۲ آورده شده است.

نتایج تجزیه واریانس نشانگر اثر معنی‌دار زمان نگهداری و غلظت ژل آلوئه‌ورا و اثر متقابل آنها بر میزان افت وزنی و سفتی بافت میوه بود (P<۰/۰۵). با افزایش زمان نگهداری میزان کاهش وزن افزایش و میزان سفتی بافت میوه کاهش یافت. افزایش افت وزنی طی مدت نگهداری با توجه به افزایش سرعت واکنش‌های شیمیایی مانند تنفس و تعریق و همچنین فعالیت میکروارگانیسم ها بدیهی بود. رادیکال‌های تشکیل شده توسط تنفس هوازی (مانند سوپراکسید و اکسید نیتریک) دیواره سلولی را ضعیف کرده و پکتین دیواره را برای پکتیناز قابل دسترس می‌کند و سبب افت سفتی طی دوره نگهداری می شود.(Chitravathi et al., 2015). پوشش دهی با ژل آلوئه ورا سبب کاهش افت وزنی و حفظ میزان سفتی بافت طی مدت نگهداری شد و با افزایش غلظت آلوئه ورا، حفظ این ویژگی‌ها افزایش یافت. ژل آلوئه ورا همانند سایر پوشش دهنده های پلی ساکاریدی با تشکیل لایه ممانعتی از تبخیر

و انتشار آب از بافت محصول به محیط اطراف جلوگیری نموده و سبب به تعویق انداختن کاهش رطوبت و کاهش میزان تنفس در میوه می شود. هم چنین، پوشش آلوئه ورا نیز احتمالاً بدلیل کاهش شدت تنفسی، تغییر اتمسفر اطراف محصول و به دلیل داشتن خاصیت میکروبی از فساد میوه جلوگیری نموده و بدین طریق به حفظ سفتی بافت میوه کمک می کند (Mohebbi et al., 2012). Guillén و همکاران (۲۰۱۳) نیز بیان نمودند که پوشش دهی میوه انگور با آلوئه ورا، کاهش سفتی بافت طی مدت نگهداری را به تعویق می‌اندازد. Ahmed و همکاران (۲۰۰۹) نیز بیان نمودند میوه شلیل (رقم *Arctic Snow*) پوشش داده شده با آلوئه ورا در پایان مدت انبارداری در انبار سرد یا معمولی دارای میزان تولید اتیلن و میزان تنفس کمتری بود و در نتیجه میزان کاهش وزن و نرم شدن بافت کمتری داشتند. Navarro و همکاران (۲۰۱۱) از آلوئه ورا به تنهایی یا همراه با تیمول برای پوشش دهی دو رقم شلیل (رقم های Flavela و Flanoba) استفاده نموده و گزارش کردند در مدت انبارداری میزان کاهش وزن میوه افزایش یافت اما کاهش وزن در میوه های پوشش داده شده با آلوئه ورا همراه با تیمول یا بدون آن کمتر بود. همچنین میوه پوشش داده شده در انتهای دوره انبارداری نسبت به میوه شاهد دارای بافت سفت‌تری بود.

نتایج تجزیه واریانس نشانگر اثر معنی‌دار زمان نگهداری بر تمامی مولفه‌های رنگی بود ($P<۰/۰۵$). غلظت ژل الوئه ورا بر خصوصیات رنگی میوه شلیل تاثیر معنی دار نداشت؛ اما اثر متقابل مدت زمان نگهداری با غلظت پوشش دهنده آلوئه‌ورا بر خصوصیات زرد-آبی ($b^*$) و روشنی($L^*$) میوه شلیل تاثیر معنی‌داری داشت. تغییرات مولفه‌های رنگی (میزان روشنایی و میزان زردی) میوۀ شلیل با پوشش و بدون پوشش در طول دوره نگهداری در سردخانه (دمای صفر درجه سلسیوس و رطوبت نسبی معادل ۹۰تا ۹۵) در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج بیانگر افزایش مولفه‌های رنگی a و b و کاهش میزان مولفه رنگی L با افزایش مدت زمان نگهداری بود. اما اثر متقابل متغیرها بر مولفه‌های رنگی b و L از روند خاصی پیروی نمی‌کرد. رنگ میوه با اندازه‌گیری پیگمان‌های موجود در پوست و بافت میوه تعیین می شود. با رسیدن میوه، رنگ میوۀ شلیل از سبز به قرمز یا زرد تغییر می یابد (Bruhn, 1995).

### ویژگی های کیفی (مواد جامد محلول، اسیدقابل تیتراسیون و ویتامین ث)

تغییرات درصد مواد جامد محلول، اسید قابل تیتراسیون و ویتامین ث میوۀ شلیل با پوشش و بدون پوشش در طول دوره نگهداری در سردخانه (دمای صفر درجه سلسیوس و رطوبت نسبی معادل ۹۰تا ۹۵) در جدول ۲ آورده شده است. نتایج تجزیه واریانس بیانگر معنی دار بودن اثر مستقل مدت زمان نگهداری و غلظت ژل آلوئه ورا و اثر متقابل آنها بر ویژگی‌های کیسفی بود ($P<۰/۰۵$). مقایسه میانگین ها نشان داد با افزایش زمان نگهداری میزان اسید قابل تیتراسیون و ویتامین ث کاهش یافت. میزان مواد جامد محلول تا ۶ روز پس از نگهداری افزایش یافت و سپس در روزهای بعد نگهداری میزان

**جدول ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل مدت زمان نگهداری و غلظت آلوئه ورا بر مولفه های رنگی میوهٔ شلیل**

| غلظت آلوئه ورا (گرم بر لیتر) | | مدت نگهداری (روز) صفر | ۶ | ۱۲ | ۱۸ | ۲۴ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| b* | | | | | | |
| شاهد مثبت | ۱ | ۱۳/۰۱ cde | ۱۴/۹۳ cde | ۱۶/۴۴ bcde | ۱۲/۷۵ cde | ۱۲/۹۸۲ cde |
| شاهد منفی | ۱ | ۱۴/۰۸ cde | ۶/۱۶ e | ۱۸/۸۳ bcde | ۱۵/۴۵ bcde | ۸/۸۲۸ de |
| ۱ | ۱ | ۱۳/۸۸ cde | ۲۳/۳۳ abc | ۱۶/۴۴ bcde | ۱۷/۲۴ bcde | ۲۸/۷۲ ab |
| ۲ | ۲ | ۱۳/۷۸ cde | ۱۴/۹۸ cde | ۱۸/۸۳ bcde | ۳۴/۴۱ a | ۱۳/۴۲۳ cde |
| ۳ | ۳ | ۱۲/۳۴ cde | ۱۹/۳۸ bcde | ۱۶/۳۴ bcde | ۲۳/۰۵ abc | ۱۹/۰۶۳ bcde |
| ۴ | ۴ | ۱۰/۴۰ cde | ۲۰/۴۷ bcd | ۱۸/۸۳ bcde | ۱۶/۰۴ bcde | ۱۳/۷۹۳ cde |
| L* | | | | | | |
| شاهد مثبت | ۱ | ۴۲/۴۵ bcd | ۴۱/۶۱ bcd | ۴۱/۰۸ bcd | ۳۵/۲۹ cd | ۳۴/۴۵ cd |
| شاهد منفی | ۱ | ۴۳/۸۸ abcd | ۳۸/۱۳ cd | ۳۲/۱۲ d | ۳۴/۴۹ cd | ۳۶/۳۹ cd |
| ۱ | ۱ | ۴۲/۴۵ bcd | ۴۲/۴۸ bcd | ۳۴/۸۰ cd | ۵۴/۹۳ a | ۳۷/۸۱ cd |
| ۲ | ۲ | ۴۳/۸۸ abcd | ۳۷/۷۷ cd | ۴۰/۶۳ bcd | ۳۶/۶۳ cd | ۳۷/۰۷ cd |
| ۳ | ۳ | ۴۲/۴۵ bcd | ۵۱/۲۴ ab | ۴۲/۰۶ bcd | ۳۷/۹۳ cd | ۳۶/۲۴ cd |
| ۴ | ۴ | ۴۳/۸۸ abcd | ۳۷/۸۰ cd | ۴۴/۴۳ abcd | ۳۳/۹۷ cd | ۳۳/۹۱ cd |

در هر ویژگی، **حروف غیرمشابه بیانگر وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ بر اساس آزمون دانکن می باشد (P<۰/۰۵).**

مواد جامد محلول نمونه‌ها دستخوش نوسان بود که این نوسانات در نمونه‌های مختلف از روند خاصی تبعیت نمی‌کرد.

کاهش اسید قابل تیتراسیون میوه به دلیل استفاده از اسیدهای آلی به عنوان مواد سوخت و ساز طی فرآیند تنفس و افزایش میزان مواد جامد محلول طی انبارداری می‌باشد (LoPiero et al., 2005). برخی گزارشات حاکی از این مطلب است که با افزایش میزان مواد جامد محلول در میوه ها، اسید قابل تیتراسیون کاهش می‌یابد. هم چنین، مصرف سوبسترا از طریق تنفس محصول یا فعالیت میکروارگانیسم‌ها منجر به تغییر میزان مواد جامد محلول و اسید قابل تیتر می‌شود (Jiang et al., 2013). افزایش مواد جامد محلول طی انبارداری و بلوغ فیزیولوژیک میوه به علت فعالیت آنزیم ساکارز فسفات سنتاز می‌باشد که نشاسته را به قندهای ساده مثل گلوگز فسفات تبدیل می‌کند (Tavarini et al., 2009). کاهش

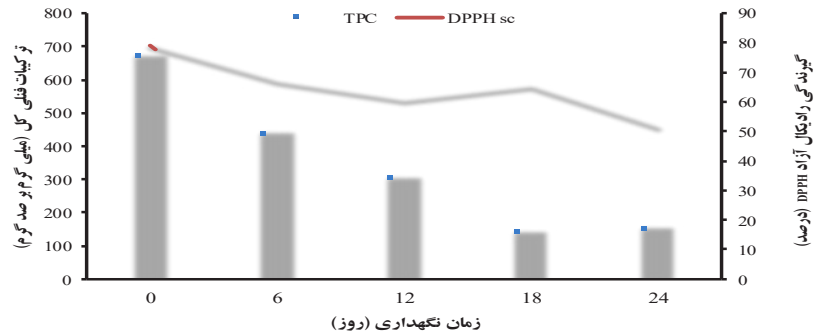
**جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل مدت زمان نگهداری و غلظت آلوئه ورا بر مولفه های رنگی میوهٔ شلیل**

| غلظت آلوئه ورا (گرم بر لیتر) | شاهد مثبت | مدت نگهداری(روز) ۶ | ۱۲ | ۱۸ | ۲۴ |
|---|---|---|---|---|---|
| | | اسید قابل تیتر/سیون (درصد) در زمان برداشت =۰/۹۴ | | | |
| ۰ | شاهد منفی | ۰/۷۳ b | ۰/۷۱ bc | ۰/۶۱ de | ۰/۵۰ f |
| ۱ | | ۰/۷۱ a | ۰/۶۰ de | ۰/۵۴ de | ۰/۵۰ f |
| ۲ | | ۰/۸۴ a | ۰/۷۷ b | ۰/۶۶ cd | ۰/۵۴ f |
| ۳ | | ۰/۷۳ b | ۰/۷۲ bc | ۰/۶۴ d | ۰/۵۰ f |
| ۴ | | ۰/۷۷ b | ۰/۷۳ b | ۰/۶۴ d | ۰/۶۳ d |
| | | ۰/۷۳ b | ۰/۷۰ c | ۰/۷۰ bc | ۰/۶۹ c |
| | | ویتامین ث(درصد) در زمان برداشت = ۵/۴۸ | | | |
| ۰ | شاهد مثبت | ۴/۵۷ a | ۴/۵۳ a | ۳/۴۷ b | ۳/۵۷ b |
| ۱ | شاهد منفی | ۴/۶۸ a | ۳/۶۹ b | ۴/۵۷ a | ۱/۹۳ e |
| ۲ | | ۴/۶۹ a | ۴/۵۷ a | ۴/۴۷ a | ۳/۶۹ c |
| ۳ | | ۴/۵۷ a | ۴/۳۳ a | ۴/۴۸ a | ۳/۶۹ c |
| ۴ | | ۴/۵۹ a | ۴/۵۷ a | ۴/۳۳ a | ۳/۶۹c |
| | | ۴/۵۷ a | ۴/۸۷ a | ۴/۲۷ a | ۳/۶۹ c |
| | | مواد جامد محلول(درصد) در زمان برداشت=۱۵/۳۲ | | | |
| ۰ | شاهد مثبت | ۱۵/۵۷ bc | ۱۴/۸۲ e | ۱۵/۵۷ bc | ۱۵/۰۷ de |
| ۱ | شاهد منفی | ۱۵/۸۲ ab | ۱۵/۵۷ bc | ۱۶/۰۷ a | ۱۴/۸۲ e |
| ۲ | | ۱۵/۰۷ de | ۱۵/۳۲ cd | ۱۵/۳۲ cd | ۱۴/۸۲ e |
| ۳ | | ۱۵/۸۲ ab | ۱۵/۳۲ cd | ۱۵/۰۷ de | ۱۵/۰۷ de |
| ۴ | | ۱۵/۳۲ cd | ۱۵/۵۷ bc | ۱۵/۳۲ cd | ۱۵/۵۷ bc |
| | | ۱۶/۰۷ a | ۱۴/۰۷ f | ۱۴/۸۲ e | ۱۵/۳۲ cd |

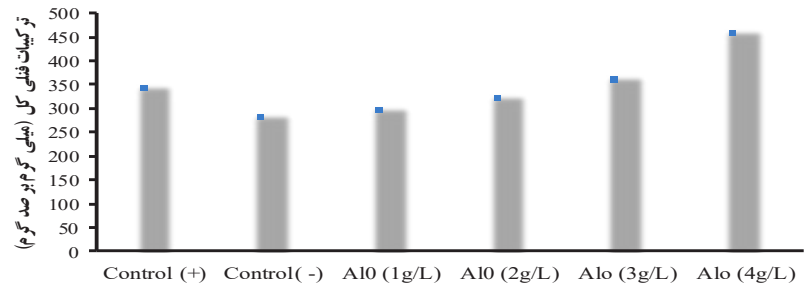
در هر ویژگی، حروف غیرمشابه بیانگر وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ بر اساس آزمون دانکن می‌باشد (P<۰/۰۵).

میزان اسیداسکوربیک طی مدت زمان نگهداری نیز قابل انتظار بود؛ زیرا اسید اسکوربیک به آنزیم فنلاز، دما، نور، اکسیژن و pH بسیار حساس است (Dhinesh Kumar et al., 2018).

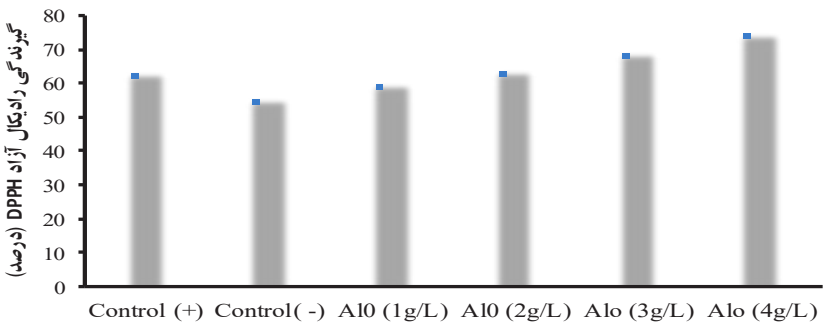
پوشش‌دهی و افزایش غلظت پوشش ژل آلوئه ورا، شدت افت اسیدیته و اسیداسکوربیک نمونه های شلیل را طی انبارداری کاهش داد. به نظر می رسد که پوشش دهی با آلوئه‌ورا با کندکردن فرآیندهای مرتبط با رسیدن میوه، سرعت تخریب اسیدهای آلی را کاهش دهد (Mahmood et al., 2012). با پوشش دهی میوه‌ها با ژل آلوئه ورا، میزان نفوذ اکسیژن به درون بافت میوه کاهش می یابد که در نتیجه، کاهش فعالیت آنزیم‌های اکسیدکننده اسیدآسکوربیک و در نهایت کاهش میزان نابودی اسیدآسکوربیک در میوهٔ شلیل پوشش‌دهی شده با ژل را به دنبال خواهد داشت. Adetunji و همکاران (۲۰۱۲ ) با به کارگیری




الف




ب




ج

**شکل ۳- اثر مستقل مدت زمان نگهداری (الف) و غلظت ژل آلوئه ورا بر میزان ترکیبات فنلی کل (TPC) (ب) و قدرت گیرندگی رادیکال آزاد DPPH (DPPHsc) (ج). (در تیمارها حروف ALO نشان‌دهندهٔ ژل الوئه ورا است است و اعداد نشان‌دهنده غلظت ژل است).**

ژل آلوئه‌ورا به عنوان پوشش برای میوه آناناس، کاهش نفوذپذیری به اکسیژن را عامل مهمی در افزایش ماندگاری اسیداسکوربیک بیان داشتند.

**میزان ترکیبات فنلی کل**

مقایسه میانگین اثر مستقل مدت زمان نگهداری و غلظت پوشش دهنده آلوئه‌ورا بر میزان ترکیبات فنلی کل و قدرت آنتی اکسیدانی (درصد گیرندگی رادیکال آزادDPPH) میوهٔ شلیل در شکل۳ نشان داده شده است. بررسی نتایج تجزیه واریانس بیانگر اثر معنی دار مدت زمان نگهداری در انبار سرد بر میزان ترکیبات فنلی کل و قدرت آنتی اکسیدانی میوهٔ شلیل بود. نتایج نشان داد که در مدت نگهداری میزان ترکیبات فنلی کل و درصد گیرندگی رادیکال آزادDPPH کاهش یافت. کاهش میزان ترکیبات فنلی کل در انتهای دوره انبارداری شلیل می‌تواند ناشی از پیری بافت ها و اکسایش با پلی فنل اکسیداز باشد.در چند مطالعه مشخص شد که میزان ترکیبات فنلی هنگام رسیدن میوه‌های کلیماکتریک مانند انبه، خرمالو و آلو کاهش می یابد (Kim et al;, 2007; Del Bubba et al., 2009; Singh and Singh, 2012). نتایج نشان داد که در پایان مدت نگهداری شاهد مثبت نسبت به سایر تیمارها دارای میزان ترکیبات فنلی کل و درصد گیرندگی رادیکال آزادDPPH کمتری بود. فعالیت آنتی اکسیدانی مربوط به یک ترکیب خاص نیست و تحت تاثیر اثرات سینرژیستی و اضافی بین مواد فیتوشیمیایی مختلف است (Gardner et al., 2000). کاهش ظرفیت آنتی اکسیدانی میوه‌ها طی انبارمانی به علت کاهش در ترکیبات فنلی و سایر مواد بیوشیمیایی است.

این نتایج با یافته‌های Tsantili و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت داشت. این محققین گزارش کردند بین ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی اکسیدانی ارتباط مستقیم وجود دارد.

پوشش دهی میوه با ژل آلوئه ورا سبب حفظ ترکیبات فنلی و ظرفیت آنتی اکسیدانی میوه شد؛ و با افزایش غلظت ژل، حفظ این ویژگی ها افزایش یافت. ژل آلوئه ورا، پوششی هیدروکلوئیدی است که سبب کاهش فعالیت آنزیم های پلی فنل اکسیداز و پراکسیداز می‌شود. این آنزیم ها سبب هیدرولیز ترکیبات فنلی و کاهش قدرت آنتی اکسیدانی می‌شوند (Sogvar et al., 2016).

**آلودگی میکروبی**

تغییر در تعداد کل میکروب‌های زنده و تعداد کل کپک و مخمر در میوه‌های پوشش دهی شده با ژل آلوئه‌ورا در مقایسه با میوه های بدون پوشش و غوطه ور شده در آب مقطر خالص (نمونه شاهد منفی) و غوطه ور شده در قارچ کش صنعتی رایج (شاهد مثبت) در جدول ۳نشان داده شده است. با مشاهده جدول می توان دریافت که شاهد منفی دارای بیشترین تعداد کلنی‌های کپک و مخمر و باکتری‌های مزوفیل هوازی بود و پوشش دهی با ژل آلوئه ورا سبب کاهش تعداد میکرو ارگانیسم‌ها شد. هم چنین، با افزایش غلظت آلوئه ورا از ۱ به ۴ گرم بر لیتر روند کاهشی تعداد کلنی‌ها مشاهده شد. ژل آلوئه ورا اثر ضدمیکروبی قوی بر طیف گسترده باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی و همچنین کپک‌ها ومخمرها دارد (Ferro et al., 2003).

**جدول ۳- مقایسه میانگین غلظت پوشش دهنده آلونه را برآلودگی میکروبی میوه شلیل پس از ۲۴ روز انبارمانی**

| غلظت آلوئه ورا (گرم بر لیتر) | تعداد کل میکروبهای زنده(logCFU/g) | تعداد کل کپک و مخمر (logCFU/g) |
|---|---|---|
| شاهد مثبت | ۰/۶۴d | ۰/۲۲b |
| شاهد منفی | ۰/۸۵a | ۰/۴۲a |
| ۱ | ۰/۷۸b | ۰/۱۳c |
| ۲ | ۰/۷۴bc | ۰/۱۲c |
| ۳ | ۰/۷۰c | ۰/۰۵d |
| ۴ | ۰/۶۹cd | ۰/۰۵d |

در هر ستون، حروف غیرمشابه بیانگر وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ بر اساس آزمون دانکن می‌باشد (P<۰/۰۵).

**جدول ۴- مقایسه میانگین اثرمستقل پوشش دهنده آلوئه ورا بر صفات حسی میوه شلیل پس از ۲۴ روز انبارمانی**

| غلظت آلوئه ورا(گرم بر لیتر) | رنگ | بافت | بو | طعم | پذیرش کلی |
|---|---|---|---|---|---|
| شاهد مثبت | ۳ bc | ۳/۷۱ a | ۳/۷۱ a | ۳/۴ | ۳ bc |
| شاهد منفی | ۲/۲۹ c | ۲/۴۳ b | ۳ b | ۲/۷۱ b | ۲/۴۳ c |
| ۱ | ۳/۱۴۹ abc | ۳/۱۴ ab | ۳/۲۹ ab | ۳/۱۴ ab | ۳ bc |
| ۲ | ۳/۴۳ abc | ۳/۱۴ ab | ۳/۴۳ ab | ۳/۱۴ ab | ۳/۱۴ bc |
| ۳ | ۴ ab | ۳/۸۶ a | ۳/۲۹ ab | ۳ b | ۳/۸۶ ab |
| ۴ | ۴/۲۹ a | ۴ a | ۳/۵۷ ab | ۴/۲۹ a | ۴/۱۴ a |

در هر ویژگی، حروف غیرمشابه بیانگر وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ بر اساس آزمون دانکن می‌باشد (P<۰/۰۵).

آنتراکینون‌ها، دی‌هیدروکسی آنتراکینون و ساپونین به عنوان ترکیبات ضدمیکروبی موثر آلوئه ورا معرفی شده‌اند (Garcia-Sosa et al., 2006; Wu et al., 2006; Reynolds et al., 1999). Navarro و همکاران (۲۰۱۱) نیز گزارش نمودند پوشش‌دهی با آلوئه‌ورا سبب کاهش رشد رایزوپوس استولونیفر و بوتریتیس سینرا و پنیسیلیوم دیژیتاتوم طی انبارمانی شلیل می‌شود. Martínez-Romero و همکاران (۲۰۱۳) دریافتند که پوشش دهی دانه های میوه انار با ژل آلوئه ورا توانایی تاخیر در رشد کپک‌ها و مخمرها و هم چنین باکتری های مزوفیل هوازی را در دمای ۳ درجه سلسیوس تا ۱۲ روز انبارداری دارا می‌باشد.

## خصوصیات حسی

مطابق با جدول ۴، پوشش دهی با آلوئه ورا بر خصوصیات حسی میوه شلیل شامل رنگ، بافت، بو، طعم و پذیرش کلی معنی‌دار بوده است. بیشترین امتیاز پذیرش کلی، رنگ و طعم از دیدگاه ارزیابان به تیمار ۴ گرم بر لیتر آلوئه ورا تعلق گرفت. نتایج نشان داد که میوه شلیل

پوشش دهی شده با آلوئه ورا با غلظت ۴ گرم بر لیتر دارای حداکثر امتیاز برای رنگ، طعم و پذیرش کلی بود. Romero و همکاران (۲۰۱۳) و valverde و همکاران (۲۰۱۳) هیچ گونه بو و عطر نامطبوعی را به ترتیب در دانه‌های انار و توت فرنگی پوشش داده شده با ژل آلوئه ورا گزارش نکردند.

## یافته های ترویجی

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که پوشش دهی میوه شلیل با ژل آلوئه ورا، به عنوان پوشش خوراکی، سبب حفظ خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و ویژگی‌های حسی و کاهش آلودگی میکروبی میوه طی مدت نگهداری می‌شود. بنابراین برای افزایش طول عمر ماندگاری این محصول، پوشش دهی با ژل آلوئه ورا با غلظت ۴ گرم بر لیتر می تواند به عنوان تیماری سالم و موثر در نظر گرفته شود.

**References**

Adetunji, C. O., Fawole, O. B., Arowora, K. A., Nwaubani, S. I., Ajayi, E. S., Oloke, J. K., ... & Adetunji, J. B. (2012). Effects of edible coatings from *Aloe vera* gel on quality and postharvest physiology of Ananas comosus (L.) fruit during ambient storage. Global Journal of Science Frontier Research Bio-Tech & Genetics, 12(5), 39-43.

Ahmed, M. J., Singh, Z., & Khan, A. S. (2009). Postharvest *Aloe vera* gel coating modulates fruit ripening and quality of 'Arctic Snow'nectarine kept in ambient and cold storage. International journal of food science & technology, 44(5), 1024-1033.

Anon. (2021). Statistics of the General Department of Agriculture. Crop year 2020-2021. Publications of the Ministry of Agriculture. Vice President of Planning and Support. Department of Statistics and Information. (In Persian)

Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. L. W. T. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT-Food science and Technology, 28(1), 25-30.

Bruhn, C. M. (1995). Consumer and retailer satisfaction with the quality and size of California peaches and nectarines. Journal of Food Quality, 18(3), 241-256.

Chauhan, O. P., Nanjappa, C., Ashok, N., Ravi, N., Roopa, N., & Raju, P. S. (2015). Shellac and *Aloe vera* gel based surface coating for shelf life extension of tomatoes. Journal of food science and technology, 52, 1200-1205.

Chiabrando, V., & Giacalone, G. (2013). Effect of different coatings in preventing deterioration and preserving the quality of fresh-cut nectarines (cv Big Top). CyTA-Journal of Food, 11(3), 285-292

Chitravathi, K., Chauhan, O., Raju, P. (2015) Influence of modified atmosphere packaging on shelf-life of green chillies (Capsicum annuum L.). Food Packaging and Shelf Life 4:1-9.

Conesa, M. R., Conejero, W., Vera, J., Agulló, V., García-Viguera, C., & Ruiz-Sánchez, M. C. (2021). Irrigation management practices in nectarine fruit quality at harvest and after cold storage. Agricultural Water Management, 243, 106519.

Contador, L., Díaz, M., Hernández, E., Shinya, P., & Infante Espiñeira, R. (2016). The relationship between instrumental tests and sensory determinations of peach and nectarine texture.

Del Bubba, M., Giordani, E., Pippucci, L., Cincinelli, A., Checchini, L., & Galvan, P. (2009). Changes in tannins, ascorbic acid and sugar content in astringent persimmons during on-tree growth and ripening and in response to different

postharvest treatments. Journal of Food Composition and Analysis, 22(7-8), 668-677.

Derakhshan, N., Shekohian, A.A., & Fathi Achacheloi, B. (2018). The effect of putrescine and *Aloe vera* gel on the biochemical indices of redtop peach fruit during storage. Iran Journal of Food Science and Industry Research, 15(1), 159-170.

Dhinesh Kumar, V., Ramasamy, D., & Jerish, J. J. (2018). Effect of active modified atmosphere packaging material on biochemical and microbial characteristics of pomegranate arils during storage. Int J Chem Stud, 6(2), 95-9.

Ebrahimi, F., Rostgar, S., & Miftahizadeh, Haider. (2018). The effect of edible coating of guar gum and *Aloe vera* gel on the storage quality of mango fruit (Mangifera indica). Fruit research, 4(2), 73-82. [In Persian].

Ehteshamnia, A., Taghipour, S., & Siahmansour, S. (2022). Effect of coating with chitosan and *Aloe vera* gel on quality and storage life of 'Asgari' grapes. *Journal Of Horticultural Science*, doi: 10.22067/jhs.2022.75778.1151. (In Persian).

Emamifar, A. (2013). Evaluation of the effect of *Aloe vera* gel as an edible coating on the microbial, physicochemical and sensory characteristics of fresh strawberries during storage. New technologies in the food industry (new food technologies), 2(6), 15-29. [In Persian].

Ergun, M., & Satici, F. (2012). Use of *Aloe vera* gel as biopreservative for 'Granny Smith'and 'Red Chief'apples. J. Anim. Plant Sci, 22(2), 363.

Farina, V., Lo Bianco, R., & Mazzaglia, A. (2019). Evaluation of late-maturing peach and nectarine fruit quality by chemical, physical, and sensory determinations. Agriculture, 9(9), 189.

Ferro, V.A., Bradbury, F., Cameron, P., Shakir, E., Rahman, S.R, Stimson, W.H. (2003). In vitro susceptibilities of Shigella exneri and Streptococcus pyogenes to inner gel of *Aloe barbadensis* Miller. Antimicrob. Agents Ch., 43, 1137-1139.

Francaviglia, D., Farina, V., Avellone, G., & Bianco, R. L. (2013). Fruit yield and quality responses of apple cvars Gala and Fuji to partial rootzone drying under Mediterranean conditions. The Journal of Agricultural Science, 151(4), 556-569.

Ganjloo, A., Zandi, M., Bimakr, M., & Monajem, S. (2020). Ripening Stages Control of Cherry Tomato Coated with *Aloe Vera* Gel using Artificial Vision System. Journal of Food Science and Technology, 17(105), 135-149.doi: 10.52547/fsct.17.105.135

Garcia-Sosa, K., Villarreal-Alvarez, N., Lubben, P., Peña-Rodriguez, L. M. (2006).

Chrysophanol, an antimicrobial anthraquinone from the root extract of Colubrina greggii. J. Mex. Chem. Soc., 50, 76-78.

Gardner, P. T., White, T. A., McPhail, D. B., & Duthie, G. G. (2000). The relative contributions of vitamin C, carotenoids and phenolics to the antioxidant potential of fruit juices. Food chemistry, 68(4), 471-474.

Gelly, M., Recasens, I., Girona, J., Mata, M., Arbones, A., Rufat, J., & Marsal, J. (2004). Effects of stage II and postharvest deficit irrigation on peach quality during maturation and after cold storage. Journal of the Science of Food and Agriculture, 84(6), 561-568.

Guillén, F., Díaz-Mula, H. M., Zapata, P. J., Valero, D., Serrano, M., Castillo, S., & Martínez-Romero, D. (2013). *Aloe arborescens* and *Aloe vera* gels as coatings in delaying postharvest ripening in peach and plum fruit. Postharvest biology and technology, 83, 54-57.

Gyawali, R., & Ibrahim, S. A. (2012). Impact of plant derivatives on the growth of foodborne pathogens and the functionality of probiotics. Applied Microbiology and Biotechnology, 95, 29-45.

HossiniFarahi, M. (2015). The impact of *Aloe vera* gel as postharvest treatment on the quality and shelf life of table grape cv. ‘Askari. Agr. Comm. 3:30-36 .

Jiang, Y. R., Fu, Y. B., Li, D. L., & Xu, W. C. (2013). Effects of 1-MCP and controllable-release SO2 packaging on cold preservation of grapes (CV Muscat Hamburg). In Advanced Materials Research (Vol. 750, pp. 2335-2339). Trans Tech Publications Ltd.

Kahramanoğlu, İ., Chen, C., Chen, J., & Wan, C. (2019). Chemical constituents, antimicrobial activity, and food preservative characteristics of *Aloe vera* gel. Agronomy, 9(12), 831.

Khaliq, G., Ramzan, M., & Baloch, A. H. (2019). Effect of *Aloe vera* gel coating enriched with Fagonia indica plant extract on physicochemical and antioxidant activity of sapodilla fruit during postharvest storage. Food Chemistry, 286, 346-353.

Kim, Y., Brecht, J. K., & Talcott, S. T. (2007). Antioxidant phytochemical and fruit quality changes in mango (Mangifera indica L.) following hot water immersion and controlled atmosphere storage. Food Chemistry, 105(4), 1327-1334.

Laborde, D., Martin, W., Swinnen, J., & Vos, R. (2020). COVID-19 risks to global food security. Science, 369(6503), 500-502.

LoPiero, A. R., Puglisi, I., Rapisarda, P., & Petrone, G. (2005). Anthocyanins accumulation and related gene expression in red orange fruit induced by low temperature storage. Journal of agricultural and food chemistry, 53(23),

9083-9088.

Mahmood, T., Anwar, F., Abbas, M., Boyce, M. C., & Saari, N. (2012). Compositional variation in sugars and organic acids at different maturity stages in selected small fruits from Pakistan. International journal of molecular sciences, 13(2), 1380-1392.

Majdi, M. (1994). Chemical test methods of food. Academic Jihad Publications, University of Tehran [In Pershian].

Martínez-Romero, D., Alburquerque, N., Valverde, J. M., Guillén, F., Castillo, S., Valero, D., & Serrano, M. (2006). Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by *Aloe vera* treatment: a new edible coating. Postharvest Biology and Technology, 39(1), 93-100.

Martínez-Romero, D., Castillo, S., Guillén, F., Díaz-Mul, H.M., Zapata, P.J., Valero, D., Serrano, M. (2013). *Aloe vera* gel coating maintains quality and safety of ready-to-eat pomegranate arils. Postharvest Biol. Tec., 86, 107–112

Mohebbi, M., Ansarifar, E., Hasanpour, N., Amiryousefi, M. R. (2012). Suitability of *Aloe vera* and gum tragacanth as edible coatings for extending the shelf life of button mushroom. Food Bioprocess Tec., 5, 3193-3202

Nabigol, A., & Asghari, A. (2013). Antifungal activity of *Aloe vera* gel on quality of minimally processed pomegranate arils. International journal of Agronomy and plant production, 4(4), 833-838.

Navarro, D., Díaz-Mula, H. M., Guillén, F., Zapata, P. J., Castillo, S., Serrano, M., ... & Martínez-Romero, D. (2011). Reduction of nectarine decay caused by Rhizopus stolonifer, Botrytis cinerea and Penicillium digitatum with *Aloe vera* gel alone or with the addition of thymol. International journal of food microbiology, 151(2), 241-246.

Paladines, D., Valero, D., Valverde, J. M., Díaz-Mula, H., Serrano, M., & Martínez-Romero, D. (2014). The addition of rosehip oil improves the beneficial effect of *Aloe vera* gel on delaying ripening and maintaining postharvest quality of several stonefruit. Postharvest Biology and Technology, 92, 23-28.

Pirhayati, A., Daraei Garmakhany, A., Gholami, M., Mirzakhani, A., & Khalilzadeh Ranjbar, G. (2019). Application of *Aloe vera* gel coating enriched with golpar essential oil on the shelf life of peach fruit (*Prunus persica* var, Zafarani). Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology, 13(4), 75-88.

Reynolds, T., Dweck, A. C. (1999). *Aloe vera* leaf gel: a review update. J. Ethnopharmacol., 68, 3-37.

Serrano, M., Valverde, J. M., Guillén, F., Castillo, S., Martínez-Romero, D., & Valero, D. (2006). Use of *Aloe vera* gel coating preserves the functional

properties of table grapes. Journal of agricultural and food chemistry, 54(11), 3882-3886.

Singh, S. P., & Singh, Z. (2012). Postharvest oxidative behaviour of 1-methylcyclopropene treated Japanese plums (Prunus salicina Lindell) during storage under controlled and modified atmospheres. Postharvest biology and technology, 74, 26-35.

Sogvar, O. B., Saba, M. K., & Emamifar, A. (2016). *Aloe vera* and ascorbic acid coatings maintain postharvest quality and reduce microbial load of strawberry fruit. Postharvest biology and Technology, 114, 29-35.

Tahmasebi, M., Golmohammadi, A., Nematollahzadeh, A., Davari, M., & Chamani, E. (2020). Control of nectarine fruits postharvest fungal rots caused by Botrytis cinerea and Rhizopus stolonifer via some essential oils. Journal of food science and technology, 57, 1647-1655.

Tavarini, S., Degl'Innocenti, E., Remorini, D., Massai, R., & Guidi, L. (2009). Polygalacturonase and β-galactosidase activities in Hayward kiwifruit as affected by light exposure, maturity stage and storage time. Scientia Horticulturae, 120(3), 342-347.

Tsantili, E., Shin, Y., Nock, J. F., & Watkins, C. B. (2010). Antioxidant concentrations during chilling injury development in peaches. Postharvest Biology and Technology, 57(1), 27-34.

Usenik, V., Fabčič, J., & Štampar, F. (2008). Sugars, organic acids, phenolic composition and antioxidant activity of sweet cherry (Prunus avium L.). Food Chemistry, 107(1), 185-192.

Valverde, J. M., Valero, D., Martínez-Romero, D., Guillén, F., Castillo, S., & Serrano, M. (2005). Novel edible coating based on *Aloe vera* gel to maintain table grape quality and safety. Journal of agricultural and food chemistry, 53(20), 7807-7813.

Wu, Y.W., Ouyang, J., Xiao, X.H, Gao, W.Y, Liu, Y. (2006). Antimicrobial properties and toxicity of anthraquinones by microcalorimetric bioassay. Chin. J. Chem., 24, 45-50.

Zapata, P. J., Navarro, D., Guillén, F., Castillo, S., Martínez-Romero, D., Valero, D., & Serrano, M. (2013). Characterisation of gels from different *Aloe spp. as* antifungal treatment: Potential crops for industrial applications. *Industrial Crops and Products*, *42*, 223-230.

# The effect of *Aloe vera* coating on physical, chemical, sensory properties and reduction of microbial contamination of nectarine during storage

Parvin Sharayei [1*], Shohreh Nikkhah[2]

1. Associate Professor, Agricultural Engineering Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran. (Corresponding author)
2. Researcher, Agricultural Engineering Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran.

Received: June 2023 Accepted: July 2023 - DOI: 10.22092/mpt.2023.362573.1123

## Abstract

**Sharayei, P., Nikkhah, Sh.,** The effect of *Aloe vera* coating on physical, chemical, sensory properties and reduction of microbial contamination of nectarine during storage
**Iranian Medicinal Plants Technology, Vol 5, No. 1, 2021-22 02-03:** 15-33(in Persian)

**Abstract**

This research was conducted with the aim of investigating the effect of edible coating (*Aloe vera* gel) on the quantitative, qualitative, sensory and microbial properties of nectarine. The variables include the type of coating (6 levels: without coating (negative control), treated with the fungicide imazalil (positive control), coating with *Aloe vera* gel (concentrations of 1, 2, 3 and 4 g/l of)) and storage time (5 levels: zero, 6, 12, 18 and 24 days after harvest). Fruit coating was done by immersion method. During the storage period, chemical (total solids soluble (TSS), titratable acidity (TA), vitamin C and the amount of total phenolic compounds (TPC)), physical (color, texture and weight loss) and antioxidant properties (DPPH free radicals scavenging power (DPPHsc) were measured. The sensory attributes (color, aroma, taste, texture and overall acceptance) and microbial contamination (total count and total mold and yeast) were evaluated at the end of the storage time. The results showed that during storage in cold storage, the amount of red-green (a*) and yellow-blue (b*) increased and the lightness (L*) decreased; but the coating reduced the amount of changes in the color components. The weight loss percentage of fruits was reduced by coating and increasing the concentration of *Aloe vera* gel. Coating resulted in better

**Email address of the corresponding author:** (p.sharayei@areeo.ac.ir)

preservation of the TSS%, TA% and the percentage of vitamin C. The hardness of coated fruits after 24 days of storage in cold storage was significantly higher than the positive control sample (5.75 compared to 2.25 N). The amount of phenolic compounds and the antioxidant capacity of the fruit increased with coating and with an increase in the concentration of *Aloe vera* gel (phenolic compounds equal to 463.08 mg/100 g and DPPH sc equal to 74.84%). The microbial load of the coated fruits after 24 days of storage with the positive control sample had no statistically significant difference (0.69 compared to 0.64 logCFU/g) and according to sensory evaluators, it have a higher score in overall acceptance. Therefore, it seems that the use of *Aloe vera* coating has a good ability to maintain the quality of the nectarine fruit and can be considered as a healthy and effective treatment.

**Keywords:** *Aloe vera* gel, nectarin, Antioxidant, Total phenolic compound, sensory evalution.