مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۲۱ شماره ۳ صفحه‌های ۳۱۹ تا ۳۳۰ (۱۳۹۹)
مقاله پژوهشی

بررسی اثرهای تیمار تلفیقی آلژینات سدیم با اسکوربیک اسید بر ماندگاری میوه توت‌فرنگی[1]

Study on the Eeffects of Combined Treatment of Sodium Alginate with Ascorbic Acid on Shelf Life of Strawberry Fruit

فاطمه ناظوری*، سولماز پورعزیز، سید حسین میردهقان و مجید اسماعیلی زاده[2]

چکیده

این پژوهش به‌منظور بررسی تأثیر تلفیقی پوشش خوراکی آلژینات سدیم با اسکوربیک اسید بر ماندگاری میوه توت‌فرنگی نگهداری شده در دمای ۱±۴ درجه سلسیوس انجام گرفت. تیمارها شامل شاهد (آب مقطر)، اسکوربیک اسید (۱٪) با آلژینات سدیم (۱، ۲، و ۳٪) و مدت زمان انبارمانی (۷ و ۱۴ روز) با ۴ تکرار بودند. در طول انبارمانی، شاخص‌های درخشندگی، کروما، میزان سفتی، اسید کل، ویتامین C، فنول، فعالیت پاداکسندگی و آنتوسیانین کاهش یافت، ولی کاربرد پوشش، سبب حفظ این شاخص‌ها گردید به‌طوری که در بین تیمارهای این آزمایش تیمار تلفیقی آلژینات‌سدیم دو درصد با اسکوربیک اسید، تأثیر بیشتری در حفظ این ویژگی‌ها داشت. با گذشت زمان انبارمانی، فعالیت آنزیم پلی فنول اکسیداز (۵۰٪)، کاهش وزن (۲/۸٪) و pH (۳۳٪) افزایش یافت. کاربرد پوشش خوراکی آلژینات سدیم دو درصد به همراه اسکوربیک اسید تا ۱۴ روز سبب حفظ سطوح پایین‌تر pH و فعالیت آنزیم پلی فنول اکسیداز شد و کاهش وزن را کنترل نمود.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین، پوشش خوراکی، شاخص رنگ، کیفیت پس از برداشت، فنول کل.

مقدمه

توت‌فرنگی (*Fragaria × ananassa* Duch) میوه گوشتی نافرازگرایی است که پس از برداشت به سرعت نرم شده و عمر انبارمانی کوتاهی دارد. دورریزهای میوه توت‌فرنگی از مرحله برداشت تا رسیدن به دست مصرف‌کننده حدود ۳۰ ٪ برآورد شده است، بنابراین کاهش سرعت تخریب ویژگی‌های کمی و کیفی آن یکی از چالش‌های مهم محسوب می‌شود (۲۵).

استفاده از پوشش‌های خوراکی یک روش برای حفظ کیفیت پس از برداشت میوه‌ها و سبزی‌های تازه است و استفاده از آن‌ها در نگهداری و محافظت از محصول‌ها به دلیل مزایای بسیار آن‌ها نسبت به ماده‌های مصنوعی مانند سازگار بودن با طبیعت در سال‌های اخیر افزایش داشته است (۲۵). این ترکیب‌ها قادر به تشکیل فیلم بوده و به‌صورت پوشش‌های سطحی روی محصول‌ها به کار می‌روند تا میزان تنفس و تبخیر و تعرق از سطح محصول کاهش یابد. پوشش‌ها هم‌چنین باعث بهبود قابلیت جابجایی فرآورده شده و باعث حفظ ثبات و پایداری آن‌ها در حین جابجایی می‌شوند (۱۶). از مزایای عمده فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی می‌توان به ماده‌هایی مانند آنتی‌اکسیدان‌ها، ماده‌های رنگ دهنده، طعم‌دهنده، ماده‌های مغذی و ترکیب‌های ضد میکروبی گنجانده شده در یک ماتریکس پلیمری که به همراه محصول مصرف شود و در نتیجه باعث افزایش ایمنی و حتی حفظ ویژگی‌های حسی و تغذیه‌ای محصول ها، اشاره نمود (۲۵). ثابت شده است که استفاده از پوشش‌های خوراکی غنی‌شده با آنتی‌اکسیدان‌ها یا عوامل ضد میکروبی در حفظ کیفیت بسیاری از میوه‌ها در طول انبارداری مؤثر است.

۱- تاریخ دریافت: ۹۸/۶/۶ تاریخ پذیرش: ۹۹/۴/۹

۲- به‌ترتیب استادیار، دانشجوی پیشین کارشناسی ارشد، استاد و دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان، رفسنجان، ایران.
* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (fatemehnazoori@yahoo.com).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]
[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.3.7.5]

هم‌چنین پوشش‌ها می‌توانند به‌عنوان یک مانع نیمه‌تراوا برای گاز و رطوبت عمل کنند و درنتیجه رشد میکروبی را کنترل و رنگ و بافت را حفظ کنند (۴). آلژینات، نمک آلژینیک اسید و پلی‌مر دی‌مانوروئیک اسید[۱]و ال‌گلوکورونیک اسید[۲] است (۱۲) و از جلبک‌های قهوه‌ای متعلق به تیره Phaeophyceae به دست آمده و به‌عنوان پوشش استفاده می‌شود. نمک‌های آلژینات به شکل پودر سفید تا زرد مایل به قهوه‌ای هستند که بی‌بو می‌باشند. اسکوربیک اسید یکی از رایج‌ترین آنتی‌اکسیدان‌هایی است که در نگهداری میوه‌ها و سبزی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۹). اسکوربیک اسید و مشتقات آن در بررسی های متعدد انجام‌شده روی میوه‌ها، از غلظت‌های نیم تا چهار درصد استفاده شده است و اثرات ضد قهوه‌ای شدن آن‌ها در میوه‌های مختلف به اثبات رسیده است (۲۲ و ۲۶). افزون بر این اسکوربیک اسید به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان که از دست دادن ویتامین C را کاهش می‌دهد نیز می‌تواند به پوشش‌های خوراکی اضافه شود (۲۵). اثرات ضد میکروبی اسکوربیک اسید در میوه‌هایی مانند سیب (۲۲) و پاپایا (۲۶) گزارش شده است. از طرف دیگر، ماده‌های ضد قهوه‌ای شدن مانند اسکوربیک اسید، گلوتاتیون و سیستئین وقتی به پوشش‌های خوراکی اضافه می‌شوند به پوشش در کنترل بهتر قهوه‌ای شدن آنزیمی کمک می‌کنند. هم‌چنین ترکیب فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی بسته به ماهیت و نوع کاربرد آن، تأثیرات مثبت یا منفی در رنگ و ظاهر محصول ایجاد کند (۲۴).

تیمار آلوئه‌ورا در ترکیب با اسکوربیک اسید (۵ درصد) نیز توانست عمر پس از برداشت توت‌فرنگی را از طریق حفظ یا به تأخیر انداختن ویژگی‌های کیفی مانند سفتی، ویتامین C، آنتوسیانین، ماده‌های جامد محلول، فنول کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی و کاهش فساد ناشی از باکتری‌های مزوفیل هوازی و رشد قارچ و کپک، افزایش دهد. این پوشش اتمسفر گاز داخلی را تغییر داده و از دست دادن رطوبت، نرم شدن، سرعت تنفس و افزایش ریزانداموارهها را کاهش و قهوه‌ای شدن اکسیداتیو را در میوه‌هایی مانند گیلاس، انگور، شلیل و پاپایا نیز به تأخیر انداخته است (۲۵). در پژوهشی، غوطه‌وری آریل‌های انار در محلول اسکوربیک اسید (۱ و ۲ درصد)- کیتوزان (۱ و ۲ درصد) سبب افزایش انبارمانی و جلوگیری از فساد سریع آریل‌های انار شد. نتیجه‌های این پژوهش نشان داد که اسکوربیک اسید-کیتوزان با کاهش آلودگی میکروبی و جلوگیری از قهوه‌ای شدن بافت در حفظ کیفیت آریل‌های انار در طول دوره نگهداری مؤثر بوده است (۲۱). هم‌چنین اسکوربیک اسید واکنش قهوه‌ای شدن را در قطعه های برش خورده آناناس به‌طور معنی‌داری کاهش داد (۱۰). در یک بررسی انجام شده تأثیر تیمار اسکوربیک اسید (۱ و ۲ درصد) را در میوه توت‌فرنگی و تمشک مورد ارزیابی قرار دادند. تیمار اسکوربیک اسید بر محتوای ماده‌های جامد محلول میوه‌های تیمار شده تأثیری نداشت اما منجر به حفظ پلی فنول‌ها در طول دوره نگهداری شد (۲۸).

تیمار قطعه های بریده‌شده میوه هلو با اسکوربیک اسید (۰/۲ درصد) در ترکیب با نیتریک اکسید، از افزایش نشت الکتریکی جلوگیری نموده و هم‌چنین سبب محافظت از یاخته در برابر اکسیدکننده‌ها می‌شود. هم‌چنین سبب کاهش فعالیت آنزیم پلی فنول اکسیداز شده و از افزایش ترکیب‌های فنولی در طول دوره انبارمانی جلوگیری می‌کند (۱۳). در یک بررسی انجام شده، تیمار قطعه های برش خورده سیب با اتانول ۲۰ تا۴۰ ٪ در ترکیب با اسکوربیک اسید ۱ درصد سبب حفظ سفتی و افزایش درخشندگی قطعه های برش خورده سیب گردید و قهوه‌ای شدن را کاهش داد (۳۰).

در یک بررسی انجام شده، اثر پوشش خوراکی آلژینات در ترکیب با عوامل ضد میکروبی همچون اسکوربیک اسید و اسید سیتریک بر محتوای رنگ، ترکیب‌های زیست فعال و فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه انبه مورد بررسی قرار گرفت. پوشش خوراکی آلژینات به همراه عوامل ضد میکروبی سبب حفظ بیشتر درخشندگی (L) ، هیو (زاویه رنگ) و افزایش محتوای ویتامینC در میوه انبه نسبت به تیمار آلژینات بدون عوامل ضد میکروبی گردید (۲۳). افزون بر این، افزودن اسکوربیک اسید (۱ درصد) به عنوان آنتی‌اکسیدان به پوشش‌های آلژینات و ژلان سبب حفظ ویتامین C در میوه پاپایا گردید و در نتیجه به حفظ کیفیت تغذیه‌ای این میوه در طول ذخیره‌سازی کمک کرد (۲۶). با توجه به اثرات مثبت آلژینات سدیم و اسکوربیک اسید بر ویژگی‌های کمی و کیفی برخی از محصول های باغبانی، این پژوهش با هدف مقایسه تیمار تلفیقی اسکوربیک اسید و آلژینات سدیم بر ماندگاری میوه توت‌فرنگی رقم گاویوتا و تعیین بهترین تیمار انجام شد.

۱- D- mannuronic acid ۲- L- guluronic acid

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.3.7.5]

مواد و روش‌ها

میوه‌های توت‌فرنگی رقم گاویوتا از گلخانه‌ای واقع در شهر جیرفت تهیه و میوه‌ها بی‌درنگ به آزمایشگاه پس از برداشت دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان منتقل شد. میوه‌های سالم و یکنواخت برای انجام تیمار انتخاب شدند. تیمار تلفیقی اسکوربیک اسید یک درصد با آلژینات سدیم در سطوح یک، دو و سه درصد آماده شد. سپس میوه‌ها به مدت ۵ دقیقه در ۵۰۰ میلی‌لیتر از این محلول ها غوطه ور شدند. شاهد نیز در آب مقطر تیمار شد و بعد از اعمال تیمارها و خشک شدن میوه‌ها، نمونه‌های پوشش داده شده داخل ظرف‌های یک‌بارمصرف درب دار (به‌تقریب ۲۰۰ گرم) قرار داده و بعد از توزین به سردخانه با دمای ۱±۴ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۸۵ درصد منتقل شدند. پس از پایان هر دوره انبارداری (۷ و ۱۴ روز) نمونه‌ها از سردخانه بیرون آورده و پس از توزین، پارامترهای کمی و کیفی میوه‌ها به روش زیر بررسی شدند.

شاخص رنگ میوه و کاسبرگ بعد از خروج میوه‌ها از سردخانه توسط دستگاه رنگ سنج (Konica Minolta CR 400, Japan)، در دو نقطه رو به روی هم انجام شد. شاخص‌های رنگ شامل درخشندگی (L*)، قرمز-سبز (a*) و آبی-زرد (b*) بود و شاخص کروما و زاویه هیو از رابطه‌های ۱ و ۲ محاسبه شد (۳).

$$\text{Chroma} = \sqrt{(a*)^2 + (b*)^2} \qquad (۱)$$

$$^{\circ}\text{Hue} = \tan^{-1}\left(\frac{b*}{a*}\right) \qquad (۲)$$

کاهش وزن میوه‌ها به کمک ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. میوه‌ها پیش از ورود به انبار و پس از بیرون آوردن از آن در روزهای آزمایش وزن شدند (۳۰). ماده‌های جامد محلول[۱](TSS) بر حسب درصد به وسیله دستگاه قند سنج دیجیتال[۲] (PAL-1 Atago, Japon) در دمای اتاق و سفتی بافت میوه‌ها با استفاده از دستگاه سفتی‌سنج (LU0805637, Taiwan) با پروب ۱۱ میلی‌متر اندازه‌گیری و بر حسب کیلوگرم نیرو بیان شد (۲۳).

pH با استفاده از دستگاه pHسنج (مدل Germany- inolab720, WTW82362) و میزان اسیدیته کل (TA) میوه بر حسب اسیدسیتریک که اسید غالب میوه توت فرنگی است با هیدروکسید سدیم (۰/۱ نرمال) عیارسنجی و محاسبه شد. آنتوسیانین کل با استفاده از روش تفاوت جذب در pH های مختلف اندازه‌گیری شد (۳۰). از پیروگالل به‌عنوان پیش ماده آنزیم پلی فنول اکسیداز استفاده و فعالیت آنزیم با استفاده از ضریب خاموشی پیروگالل معادل ($۶/۲\text{mM}^{-1}\text{Cm}^{-1}$) و رابطه ۳ محاسبه گردید (۲۰).

$$A=\varepsilon bc \qquad (۳)$$

فعالیت پاداکسندگی با استفاده از DPPH[۳] به روش شرح داده‌شده توسط Robles-Sánchezو همکاران (۲۳) و اندازه‌گیری فنول با استفاده از معرف فولین -سیکالتیو و استفاده از طیف‌سنج نوری در طول‌موج ۷۶۰ نانومتر انجام شد. محاسبه میزان ترکیب‌های فنولی با استفاده از استاندارد گالیک اسید ۱ میلی‌مولار بر حسب معدل میلی‌گرم گالیک اسید در ۱۰۰ گرم وزن تازه انجام شد (۲۹). اندازه گیری ویتامین C به روش عیارسنجی با محلول ید توسط واکنش اکسایش و احیاء صورت گرفت (۱۳).

واکاوی آماری

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح به‌طورکامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. فاکتور اول در چهار سطح شامل شاهد (آب مقطر)، تیمار تلفیقی اسکوربیک اسید ۱٪ با غلظت‌های مختلف آلژینات سدیم (۱٪، ۲٪، ۳٪) و فاکتور دوم دوره انبارمانی (۷ و ۱۴ روز) در دو سطح بود. واکاوی داده‌های آزمایش با نرم‌افزار آماری SAS.9.1 و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

شاخص رنگ

نتیجه‌ها نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار تیمار بر میزان درخشندگی میوه بود، به‌طوری‌که تیمار تلفیقی آلژینات ۲ درصد سبب افزایش ۲۷ درصدی درخشندگی میوه نسبت به تیمار شاهد شد. بالاترین میزان این شاخص مربوط به زمان برداشت بود و با

۱- Total Soluble Solids (TSS) ۲- Refeactometer ۳- 1,1-diphenyl-2-picrylhidrazel

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.3.7.5]

گذشت زمان انبارمانی این شاخص ۲۵/۹ درصد کاهش یافت (جدول ۱ و ۲). بالاترین شاخص درخشندگی کاسبرگ مربوط به تیمار ترکیبی آلژینات ۲ درصد و اسکوربیک اسید (۴۲/۳۹) و کمترین میزان این شاخص مربوط به شاهد (۲۶/۱۲) بود. هم‌چنین با گذشت زمان انبارمانی این شاخص ۳۰ درصد کاهش یافت (جدول ۱ و ۲). روند تغییرات شاخص کروما‌ی کاسبرگ و میوه در طول دوره انبارمانی تا حدودی سیر نزولی داشت، ولی کروما‌ی میوه در روز هفتم انبارمانی در تیمار تلفیقی آلژینات ۲ درصد حدود ۱۵/۵ درصد نسبت به زمان برداشت افزایش نشان داد و در دوره چهاردهم به تقریب ۲/۵ درصد کمتر از زمان برداشت بود (شکل ۱ A و B). تیمار تلفیقی آلژینات ۲ درصد تا روز هفتم قادر به حفظ کروما‌ی کاسبرگ بود. زاویه رنگ زیر تأثیر تیمارها قرار نگرفت.

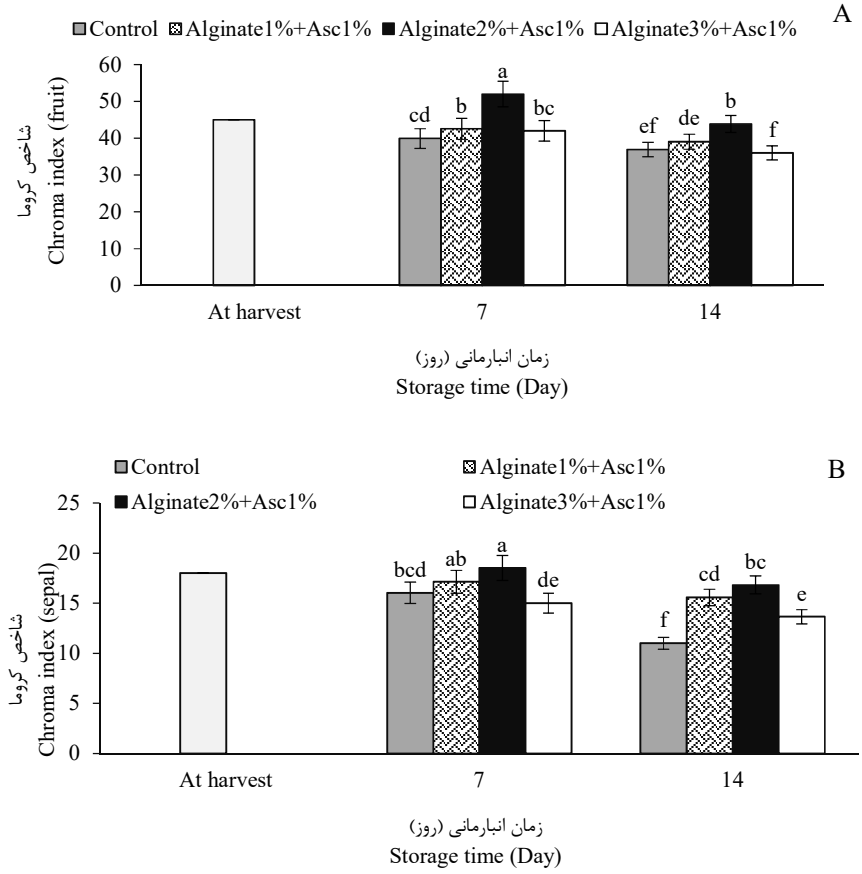

Fig.1. The effect of combined treatment of sodium alginate and ascorbic acid on chroma index of strawberry fruit and sepal during storage. Means followed by the same latters are not significantly different at $p<0.05$ according to the LSD test.

شکل ۱- اثر تیمار تلفیقی آلژینات سدیم و اسکوربیک اسید بر شاخص کروما‌ی میوه و کاسبرگ توت‌فرنگی در طول انبارمانی (روز). حرف‌های مشترک بیان‌گر نبود اختلاف معنی‌دار میانگین‌ها بر پایه آزمون LSD است ($P<0.05$).

از عوامل مهم در تشخیص کیفیت میوه توت‌فرنگی شاخص‌های رنگ است (۱۵). تغییرات رنگ به وسیله اندازه‌گیری سه شاخص L ، کروما و زاویه رنگ بیان می‌شود که L، میزان درخشندگی محصول، کروما نشان‌دهنده میزان شدت رنگ و شاخص زاویه رنگ یک ویژگی از شاخص‌های رنگی استاندارد در میوه را نشان می‌دهد (۸). با گذشت زمان انبارمانی رنگ میوه توت‌فرنگی تغییر کرده و میوه‌ها تیره‌تر و سطح آن‌ها قهوه‌ای می‌شود (۱۵). دلیل تیره‌تر شدن رنگ میوه توت‌فرنگی با گذشت زمان انبارمانی افزایش ساخت آنتوسیانین‌ها و هم‌چنین از دست دادن رطوبت میوه می‌باشد (۱۴). مزایای پوشش در حفظ رنگ میوه توت‌فرنگی به دلیل تأثیر آن بر کاهش تیره شدن میوه در طول ذخیره‌سازی است که در نتیجه حساسیت بالای میوه به اکسیداسیون اتفاق می‌افتد (۱۲). گزارش‌های Goanse و همکاران (۲۰۰۴) نیز بیانگر تأثیر پوشش اسکوربیک اسید در کاهش

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.3.7.5]

تغییرات L و b نسبت به شاهد است. افزون بر این، با گذشت زمان انبارمانی شاخص کروما در میوه و کاسبرگ کاهش یافته است، اما کاهش در شاخص کروما در میوه کمتر از کاسبرگ است و تیمار آلژینات ۲ درصد توانسته است شاخص کروما را در سطوح بالایی نسبت به شاهد حفظ کند. دلیل این تغیرهای جزئی در حضور پوشش‌ها این است که قرار گرفتن پوشش روی سطح میوه سبب کاهش تنفس، به تأخیر افتادن پیری و به دنبال آن کاهش تغییرات رنگ می‌شود (۹).

جدول ۱- اثر تیمار تلفیقی آلژینات سدیم و اسکوربیک اسید بر برخی شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی میوه‌های توت‌فرنگی.
Table 1. The effect of sodium alginate and ascorbic acid on some physical and chemical properties of strawberry fruits.

	درخشندگی میوه L* Value (fruit)	درخشندگی کاسبرگ L* Value (sepal)	اسیدیته Acidity (%)	پی اچ pH	آنتوسیانین Anthocyanin (mg/g FW)	فعالیت آنتی اکسیدانی Antioxidant activity (%)	ویتامین C Vitamin C (mg/100ml)
Control	33.74c	26.10a	0.43b	4.93a	20.62d	37.12d	58c
Alginate 1%+AA1%	36.11b	32.3b	0.45b	4.72ab	25.89b	43.12b	62.85b
Alginate 2%+ AA1%	42.72a	42.4a	0.49a	4.18c	30.02a	47a	71.25a
Alginate 3%+ AA1%	35.64b	33.35b	0.43b	4.6b	23.37c	39.8c	62.5b

Means within a column with the same letter are not significantly different at $P<0.05$

میانگین‌های دارای حرف‌های همسان در هر ستون بیانگر نبوداختلاف معنی دار در سطح پنج درصد هستند.

سفتی

نتیجه‌های حاصل از این آزمایش نشان‌دهنده تأثیرگذار بودن تیمار تلفیقی آلژینات سدیم با اسکوربیک اسید در حفظ سفتی میوه توت‌فرنگی است، به گونه‌ای‌که با وجود کاهش میزان سفتی با گذشت زمان انبارمانی تیمارها توانستند سفتی میوه را نسبت به تیمار شاهد حفظ کنند (شکل ۲). بالاترین میزان سفتی میوه مربوط به تیمار ترکیبی آلژینات ۲ درصد و اسکوربیک اسید در هر دو دوره انبارمانی بود.

از دست دادن سفتی مهم‌ترین عامل محدودکننده کیفیت و عمر پس از برداشت میوه‌ها و سبزی‌های تازه است (۸) که در طول انبارمانی، در اثر تخریب دیواره یاخته‌ای و از دست دادن فشار تورژسانس کاهش می‌یابد (۱۲). میوه توت‌فرنگی طول انبارمانی به‌طور قابل‌توجهی نرم می‌شود که این کاهش سفتی منجر به کوتاه شدن عمر پس از برداشت آن می‌شود (۲۵). پوشش‌ها با حفظ فشار تورژسانس بیشتر در نتیجه کاهش از دست دهی وزن، منجر به تأخیر در نرم شدن میوه می‌شوند. هم‌چنین کاهش متابولیسم بافت ناشی از کاربرد پوشش، منجر به تأخیر در پیری بافت میوه شده و در نتیجه سفتی میوه حفظ می‌شود (۳۰). در پژوهش انجام شده توسط سوگوار و همکاران (۲۰۱۶)، پوشش خوراکی بر اساس آلوئه‌ورا و اسکوربیک اسید سبب کاهش روند نرم شدن میوه توت‌فرنگی شده است. پوشش خوراکی آلژینات در ترکیب با کلسیم سبب حفظ سفتی میوه گردید که دلیل آن کاهش وزن کمتر نمونه‌های پوشش داده شده و اثر مثبت افزودن کلسیم به پوشش است (۳).

کاهش وزن

با گذشت زمان انبارمانی از دست دهی آب میوه افزایش یافت (شکل ۳). با توجه به شکل بالاترین میزان کاهش وزن مربوط به شاهد (۲/۵ درصد) در روز چهاردهم انبارمانی بود. در روز هفتم انبارمانی، کاهش وزن قابل‌توجهی در نمونه‌ها مشاهده شد که بیشترین آن مربوط به نمونه شاهد و تیمار ترکیبی آلژینات ۱ درصد بود و با ادامه انبارمانی دیگر تغییری در کاهش وزن این تیمارها مشاهده نشد. کمترین کاهش وزن در روز هفتم (۰/۹ درصد) و روز چهاردهم (۱/۹۵ درصد) مربوط به تیمار آلژینات ۲ درصد بود.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.3.7.5]

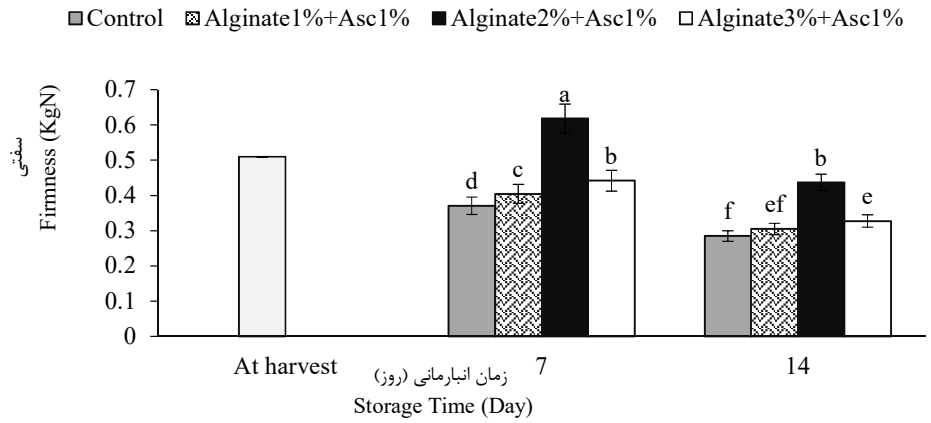

Fig. 2. The effect of combined treatment of sodium alginate and ascorbic acid on strawberry fruit firmness during storage. Means followed by the same letters are not significantly different at p<0.05 according to the LSD test.

شکل ۲- اثر تیمار تلفیقی آلژینات سدیم و اسکوربیک اسید بر میزان سفتی میوه توت‌فرنگی در طول انبارمانی (روز). حرف‌های مشترک بیان‌گر نبود اختلاف معنی‌دار میانگین‌ها بر پایه آزمون LSD است ($P<0.05$).

کاهش وزن نیز یکی دیگر از شاخص‌های تازگی و طراوت میوه‌ها و از مهم‌ترین عوامل کاهش کیفیت محصول های می‌باشد (۲۹) و انتظار می‌رود که طول انبارمانی این فاکتور افزایش یابد (۱۲)، همان‌طور که در پژوهش حاضر افزایش یافت. از دست دادن وزن در میوه‌ها و سبزی‌های تازه، بیشتر به دلیل از دست دادن آب در نتیجه فرآیندهای تنفس و تعرق است (۱۶). میزان از دست دادن آب بستگی به شیب فشار آب بین بافت میوه و اتمسفر پیرامون آن دارد و زمانی که اختلاف فشار بخارآب بین محیط درونی میوه و محیط بیرون افزایش می‌یابد، میزان از دست دهی وزن افزایش می‌یابد (۲۵). نتیجه‌های پژوهش‌های دیگر نیز نشان‌دهنده تأثیر مثبت افزودن اسکوربیک اسید به پوشش آلوئه‌ورا در کاهش از دست دادن وزن است (۲۵). این اثر مثبت پوشش‌های خوراکی به دلیل خواص آب جذبی[۱] آن‌ها است که سبب تشکیل یک مانع آبی بین میوه و محیط می‌شود (۱۸).

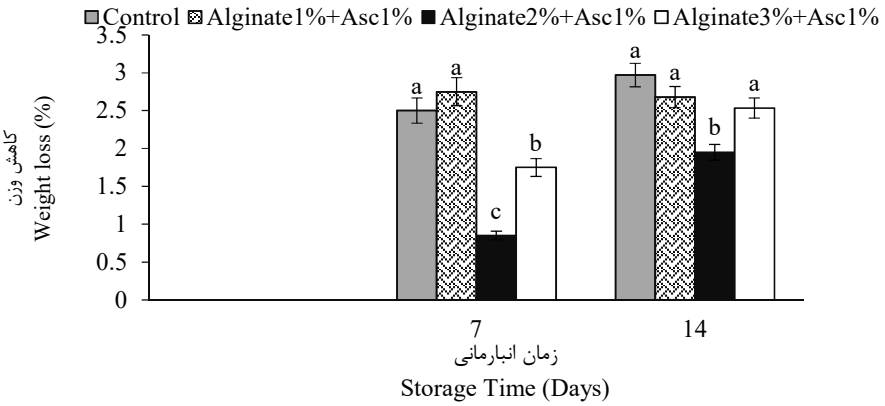

Fig. 3. The effect of combined treatment of sodium alginate and ascorbic acid on strawberries weight loss during storage. Means followed by the same letters are not significantly different at p<0.05 according to the LSD test.

شکل ۳- اثر تیمار تلفیقی آلژینات سدیم و اسکوربیک اسید بر درصد کاهش وزن میوه توت‌فرنگی در طول انبارمانی (روز). حرف‌های مشترک بیان‌گر نبود اختلاف معنی‌دار میانگین‌ها بر پایه آزمونLSD است ($P<0.05$).

۱- Hygroscopic

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.3.7.5]

اسید کل و pH

نتیجه‌ها نشان داد بالاترین میزان pH مربوط به شاهد با اختلاف جزئی با تیمار تلفیقی آلژینات ۱ درصد و کمترین مربوط به تیمار تلفیقی آلژینات ۲ درصد بود. با گذشت زمان انبارمانی میزان pH نسبت به زمان برداشت حدود ۳۶/۵ درصد افزایش نشان داد (جدول ۱ و ۲). به احتمال، دلیل افزایش pH، مصرف اسیدهای آلی در فرآیند تنفس طول مدت انبارمانی است. این نتیجه‌ها نشان‌دهنده تأثیر مثبت پوشش‌ها در حفظ pH است. **pH** میوه نشان‌دهنده درجه اسیدی بودن آن است و هر چقدر که مقدار اسیدهای آلی بیشتر باشد، pH کمتر می‌شود. در هنگام رسیدن میوه، اسیدهای آلی به دلیل مصرف در تنفس و تبدیل شدن به قندها کاهش پیدا می‌کنند. کاهش آن‌ها با فعالیت‌های متابولیکی رابطه مستقیم دارد و اسیدهای آلی به‌عنوان یک منبع ذخیره انرژی میوه هستند و در هنگام رسیدن با افزایش سوخت‌وساز مصرف شده و کاهش می‌یابند (۶). اسکوربیک اسید به دلیل ماهیت اسیدی و آنتی‌اکسیدانی خود سبب کاهش فعالیت آنزیم‌های اکسیدکننده به‌ویژه پلی‌فنول اکسیداز و به دنبال آن به تأخیر افتادن مصرف اسیدهای آلی در واکنش‌های متابولیکی و در نتیجه حفظ pH در سطوح پایین می‌گردد (۱). بالاترین مقدار اسید کل میوه مربوط به تیمار تلفیقی آلژینات ۲ درصد بود (جدول ۱) و در مقایسه با دیگر تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در واقع پوشش‌های خوراکی با تغییر اتمسفر درونی و کاهش میزان تنفس، تغییرهای اسیدیته را در میوه‌های پوشش داده شده کاهش می‌دهند (۶).

ماده‌های جامد محلول

با توجه به شکل ۴ میزان ماده‌های جامد محلول با گذشت زمان انبارمانی افزایش یافت و اختلاف چشمگیری بین میزان ماده‌های جامد محلول در انتهای زمان انبارمانی و زمان برداشت وجود داشت. بالاترین میزان آن مربوط به تیمار تلفیقی آلژینات ۳ درصد و اسکوربیک اسید و نمونه شاهد بود که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند.

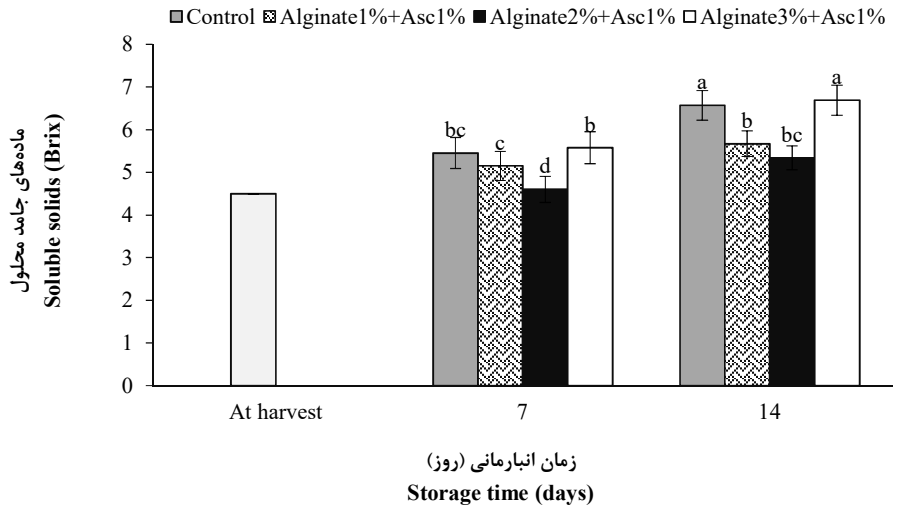

Fig. 4. The effect of combined treatment of sodium alginate and ascorbic acid on strawberries soluble solids during storage. Means followed by the same letters are not significantly different at $p<0.05$ according to the LSD test.

شکل ۴- اثر تیمار تلفیقی آلژینات سدیم و اسکوربیک اسید بر مقدار ماده‌های جامد محلول میوه توت‌فرنگی در طول انبارمانی (روز). حرف‌های مشترک بیان‌گر نبود اختلاف معنی‌دار میانگین‌ها بر پایه آزمون LSD است ($P<0.05$).

فروکتوز و گلوکز، دو قند مهم در تشکیل ماده‌های جامد محلول توت‌فرنگی می‌باشند (۲). تغییرات ماده‌های جامد محلول به عوامل متعددی مانند میزان قند، اسیدیته و پکتین‌های محلول در میوه بستگی دارد (۳). محتوای ماده‌های جامد محلول به دلیل تنفس در طول رسیدن افزایش و در دوره‌ی بلوغ کاهش می‌یابد (۱۲). در میوه‌های نافرازگرا مانند توت‌فرنگی میزان ماده‌های جامد محلول به‌طور طبیعی در طول دوره ذخیره‌سازی کاهش می‌یابد که دلیل آن این است که در این میوه‌ها در

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]
[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.3.7.5]

زمان برداشت منبع انرژی وجود ندارد و یا بسیار کم است، درحالی‌که یک منبع انرژی برای مصرف در تنفس لازم است (۲۷). بنابراین در طول انبارمانی از قندهای موجود در میوه به‌عنوان یک منبع برای تنفس استفاده شده و در نتیجه محتوای ماده‌های جامد محلول کاهش می‌یابد. افزایش مقدار محتوای ماده‌های جامد محلول در نتیجه پژوهش‌های مربوط به میوه توت‌فرنگی گزارش شده است (۲۷ و ۲۵). دلیل این افزایش می‌تواند از دست دادن آب بیشتر باشد که منجر به افزایش غلظت ماده‌های جامد محلول می‌شود (۹). نتیجه‌های بررسی‌های انجام شده روی میوه گواوا نیز نشان‌دهنده تأثیر مثبت تیمار آلژینات بر ماده‌های جامد محلول است که دلیل آن کاهش میزان تنفس به دلیل محیط گازی ایجاد شده روی سطح میوه است (۱۹).

جدول ۲- اثر دوره انبارمانی بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی میوه‌های توت‌فرنگی.

Table 2. The effect of storage time on some physical and chemical properties of strawberry fruits.

دوره انبارمانی Storage time (days)	درخشندگی میوه L* Value (fruit)	درخشندگی کاسبرگ L* Value (sepal)	پی اچ pH	آنتوسیانین Anthocyanin (mg g^{-1} FW)	فعالیت آنتی اکسیدانی Antioxidant activity (%)	ویتامین C Vitamin C (mg $100ml^{-1}$)
At harvest زمان برداشت	47	44	3.8	38	59	88
7 (day)	39.28a	36.27a	4.14b	27.25a	48.25a	68.42a
14 (day)	34.82b	30.8b	5.09a	22.7b	35.3b	58.87b

Means within a column with the same letter are not significantly different at $p<0.05$

میانگین‌های دارای حرف‌های همسان در هر ستون بیانگر نبوداختلاف معنی دار در سطح پنج درصد هستند.

آنتوسیانین

در این پژوهش طول مدت انبارمانی میزان آنتوسیانین نسبت به زمان برداشت کاهش یافت (جدول ۲) که دلیل این کاهش می‌تواند به پیری و از بین رفتن بافت میوه و تخریب آنتوسیانین‌ها نسبت داده شود، اما تیمار تلفیقی آلژینات منجر به حفظ میزان آنتوسیانین نمونه‌های پوشش داده شده نسبت به شاهد گردید (جدول۱). در بین غلظت‌های مختلف تیمار پوشش اختلاف معنی‌داری وجود داشت به‌طوری‌که بالاترین میزان آنتوسیانین مربوط به تیمار تلفیقی آلژینات ۲ درصد با اختلاف قابل‌توجه نسبت به شاهد بود. دوره‌های انبارمانی نیز میزان آنتوسیانین را زیر تأثیر قرار داده و بالاترین میزان آنتوسیانین در زمان برداشت بود و با گذشت زمان انبارمانی میزان آنتوسیانین ۴۰/۲ درصد کاهش یافته است.

آنتوسیانین دارای اثرات مفید بسیاری بر سلامتی انسان بوده و از ماده‌های پاداکسنده به شمار می‌روند. به دلیل این که شاخص مورد استفاده برای تعیین زمان برداشت میوه توت‌فرنگی، رنگ قرمز ناشی از سنتز آنتوسیانین است، مقدار آنتوسیانین برای ارزیابی بلوغ توت‌فرنگی مهم است (۹). مهم‌ترین آنتوسیانین در توت‌فرنگی پلارگونیدین ۳ گلوکوزید می‌باشد. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی فنول‌ها و آنتوسیانین‌ها ممکن است یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های زیستی آن‌ها باشد، بنابراین حفظ سطوح بالای این ترکیب‌های در طول ذخیره‌سازی مهم است (۳۰). کاهش محتوای آنتوسیانین در طول دوره انبارمانی و حفظ این شاخص توسط تیمار تلفیقی آلژینات و سایر پوشش های خوراکی همسو با پژوهش‌های انجام شده روی میوه توت‌فرنگی است (۱۴، ۸). پوشش خوراکی به‌عنوان یک مانع گازی عمل کرده و فضای داخلی را در میوه‌ها تعدیل می‌کند (سطوح بالاتر CO_2 و سطوح پایین‌تر O_2) که این به‌نوبه‌ی خود باعث تغییر در واکنش‌های بیوشیمیایی منجر به سنتز آنتوسیانین می‌گردد. بنابراین کاهش تنفس و تأخیر در پیری بافت میوه و در نتیجه ممانعت از تخریب آنتوسیانین به واسطه فرآیند پیری می‌تواند دلیل حفظ آنتوسیانین به‌وسیله پوشش باشد (۱۱). گزارش شده است تغییرهای pH و آنتوسیانین با هم مرتبط هستند (۲۵).

آنزیم پلی‌فنول اکسیداز

نتیجه‌ها نشان داد (شکل ۵) کمترین میزان فعالیت این آنزیم مربوط به زمان برداشت بود و با گذشت زمان انبارمانی، فعالیت این آنزیم افزایش یافت. در بین تیمارها نیز تیمار تلفیقی آلژینات ۲ درصد توانست میزان فعالیت این آنزیم را نسبت به سایر تیمارها کاهش دهد.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.3.7.5]

واکنش قهوه‌ای شدن باعث ایجاد تغییرهای نامطلوب در بافت میوه‌ها و سبزی‌ها می‌شود که بر طعم، ظاهر و کیفیت آن‌ها اثر منفی دارد و در نتیجه باعث کاهش عمر مفید و بازاریابی این محصول ها می‌شود. آنزیم پلی فنول اکسیداز از مهم‌ترین عوامل قهوه‌ای شدن و تغییر رنگ در محصول ها می‌باشد. محتوای ترکیب‌های فنولی محصول نیز عامل دیگر مؤثر در قهوه‌ای شدن و تغییر رنگ محصول است (۱۷). غلظت ترکیب‌های فنولی در میوه‌های جوان بسیار بالا است، اما در طول رشد و رسیدگی محصول و هم‌چنین طول ذخیره‌سازی پس از برداشت کاهش می‌یابد. آنزیم پلی فنول اکسیداز به‌عنوان یک کاتالیزور در واکنش‌های اکسیداسیون عمل می‌کند (۱۷). این آنزیم هیدرولیز مونو فنول‌ها[۲]به ا- دی فنول‌ها[۲] و اکسیداسیون ا- دی فنول‌ها را به ا-کوینون‌های[۳] معادل آن را کاتالیز می‌کند (۵) و انباشت ملانین که رنگیزه مسئول رنگ قهوه‌ای در بافت‌های گیاهی است را سبب می‌شود (۷). نتیجه‌های پژوهشگران نشان داد پوشش آلژینات سدیم باعث کاهش میزان فعالیت آنزیم پلی فنول اکسیداز و کنترل قهوه‌ای شدن در قطعه های بریده‌شده میوه شلیل شده است (۵).

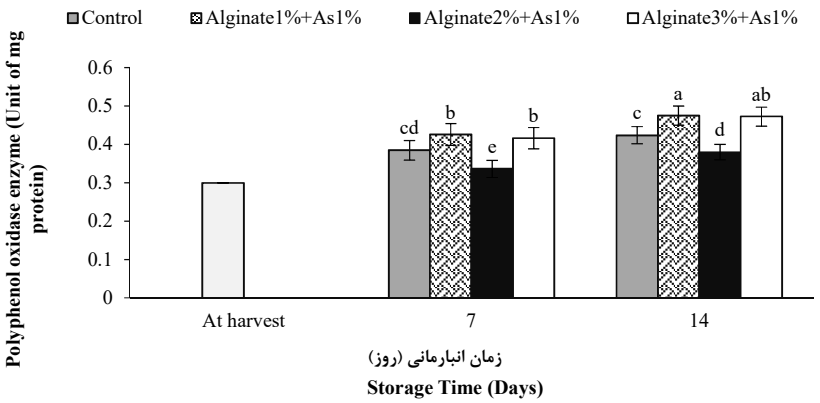

Fig. 5. The effect of combined treatment of sodium alginate and ascorbic acid on the amount of polyphenol oxidase enzyme in strawberry fruit during storage. Means followed by the same letters are not significantly different at $p<0.05$ according to the LSD test.

شکل ۵ - اثر تیمار تلفیقی آلژینات سدیم و اسکوربیک اسید بر میزان آنزیم پلی‌فنول اکسیداز میوه توت‌فرنگی در طول انبارمانی (روز). حرف‌های مشترک بیان‌گر نبود اختلاف معنی‌دار میانگین‌ها بر پایه آزمون LSD است ($P<0.05$).

ترکیب‌های فنولی و فعالیت پاداکسندگی

با گذشت زمان انبارمانی میزان فنول کل کاهش یافت. در بین تیمارهای مختلف نیز بالاترین مقدار فنول کل مربوط به تیمار تلفیقی آلژینات ۲ درصد و کمترین آن مربوط به نمونه شاهد بود (شکل ۶). بیشترین فعالیت ضداکسیداسیونی مربوط به تیمار تلفیقی آلژینات ۲ درصد و کمترین مربوط به شاهد بود (جدول۱). تأثیر زمان انبارمانی بر میزان فعالیت ضداکسیداسیونی روشن بود و با گذشت زمان انبارمانی فعالیت ضداکسیداسیونی کاهش قابل‌توجهی داشت، به گونه‌ای که میزان کاهش آن در روز چهاردهم انبارمانی به ۴۰ ٪ رسید (جدول ۲).

فعالیت ضد اکسیداسیونی میوه‌ها و سبزی‌ها شامل ترکیب‌های آنزیمی مانند آنزیم‌های کاتالاز، سوپر اکسید دیسموتاز، آسکوربات پراکسیداز و هم‌چنین ترکیب‌های غیر آنزیمی شامل ویتامین C، ترکیب‌های فنولی و کاروتنوئیدها می‌باشد (۲۸). در زمان نگهداری، فعالیت ضد اکسیداسیونی میوه‌ها کاهش می‌یابد که این روند به دلیل تخریب یاخته در برابر آسیب‌های ناشی از رادیکال‌های آزاد است. کاهش آنتوسیانین و ترکیب‌های فنولی هم یکی دیگر از دلایل کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدانی است، زیرا این ترکیب‌ها خاصیت آنتی‌اکسیدانی دارند و با کاهش میزان آن‌ها، فعالیت پاداکسندگی نیز کاهش خواهد یافت. کاهش فعالیت ضد اکسیداسیونی می‌تواند به دلیل پیری و پوسیدگی در طول ذخیره‌سازی نیز اتفاق بیفتد (۲۵). پوشش آلوئه‌ورا در ترکیب با اسکوربیک اسید توانسته است سبب تأخیر در کاهش فعالیت ضداکسیدانی میوه توت‌فرنگی شود (۲۵). هم‌چنین پوشش

۲- Monophenols ۲- O-diphenols ۳- O-quinones

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]
[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.3.7.5]

اسکوربیک اسید سبب حفظ فعالیت ضد اکسیداسیونی در میوه توت‌فرنگی و تمشک شده است. دلیل آن توانایی اسکوربیک اسید در حفظ ویژگی‌های کیفی میوه، کاهش میزان پوسیدگی و کاهش فعالیت‌های آنزیمی است که منجر به کاهش ترکیب‌های آنتی‌اکسیدانی می‌شود (۲۸).

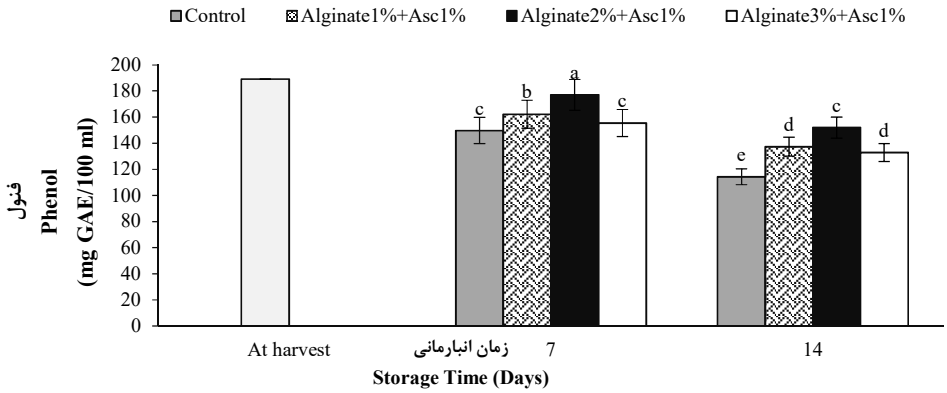

Fig. 6. The effect of combined treatment of sodium alginate and ascorbic acid on phenolic compounds of strawberry fruit during storage. Means followed by the same letters are not significantly different at $p<0.05$ according to the LSD test.

شکل ۶- اثر تیمار تلفیقی آلژینات سدیم و اسکوربیک اسید بر بر میزان ترکیب‌های فنولی میوه توت‌فرنگی در طول انبارمانی (روز). حرف‌های مشترک بیان‌گر نبود اختلاف معنی‌دار میانگین‌ها بر پایه آزمون LSD است ($P<0.05$).

یکی از دلایل اصلی کاهش ترکیب‌های فنولی در طول انبارمانی، اکسیداسیون فنول‌ها به‌وسیله آنزیم‌های پلی فنول اکسیداز و پراکسیداز و تنفس بالای محصول نسبت داده شده است (۲۹). با وجود کاهش میزان ترکیب‌های فنولی با گذشت زمان انبارمانی، تیمار تلفیقی آلژینات سبب حفظ سطوح بالاتر این ترکیب‌ها نسبت به شاهد گردید. بررسی پوشش خوراکی آلژینات روی میوه گواوا (۱۹) و آلو (۲۹) سبب تأخیر در فرآیند رسیدن و هم‌چنین حفظ سطوح بالاتر ترکیب‌های فنولی گردید که دلیل آن ایجاد یک حفاظ و کاهش اکسیژن و افزایش دی‌اکسید کربن پیرامون محصول و در نتیجه کاهش دسترسی آنزیم پلی فنول اکسیداز به اکسیژن و کاهش اکسیداسیون فنول‌ها می‌باشد (۱۷).

ویتامین C

مقدار ویتامین C طول انبارمانی روند کاهشی داشت. از لحاظ میزان ویتامین C بین تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود داشت و بالاترین میزان ویتامین C مربوط به تیمار تلفیقی آلژینات ٪۲ که ٪۲۲ نسبت به شاهد بیشتر بود. با گذشت زمان انبارمانی میزان ویتامین C بیش از٪ ۳۳ کاهش یافت (جدول ۱ و ۲).

وجود ویتامین C در میوه توت‌فرنگی باعث افزایش ارزش غذایی آن می‌شود. این ویتامین توانایی از بین بردن رادیکال‌های آزاد و ممانعت از تنش‌های اکسیداتیو را دارد. کاهش ویتامین C طول انبارمانی در نتیجه‌های به دست آمده از پژوهش‌های انجام شده روی میوه گواوا (۱۹) و توت‌فرنگی (۱۱) نیز ثبت شده است. کاهش میزان ویتامین C در طول دوره انبارمانی به دلیل فعالیت آنزیم اسکوربیک اسید اکسیداز است که اسکوربیک اسید را به دهیدرو اسکوربیک اسید و فنول اکسیداز تبدیل می‌کند. از دلایل دیگر کاهش ویتامین C، اتو اکسیداسیون است که به‌طور خود به خودی هنگامی‌که اسکوربیک اسید با اکسیژن هوا ترکیب می‌شود، اتفاق می‌افتد (۲۵). افزون بر اکسیداسیون، افزایش pH در اثر فعالیت آنزیمی می‌تواند سبب کاهش ویتامین C شود. برخی پژوهشگران فرآیندهای اکسیداتیو را عامل اصلی کاهش ویتامین C در بافت میوه‌ها بیان کردند و دریافتند که این فرآیندها در حضور نور، اکسیژن، حرارت و آنزیم‌های اکسیدکننده تسریع می‌شود. کاهش تلفات ویتامین C با کاربرد پوشش‌های خوراکی به دلیل کاهش نفوذپذیری این پوشش‌ها به اکسیژن است که سبب تأخیر در واکنش‌های اکسیداسیون ویتامین C در محصول می‌شود (۲۵).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.3.7.5]

نتیجه‌گیری

با توجه به نتیجه‌های این پژوهش، تغییرهای عمده‌ای در ویژگی‌های کمی و کیفی میوه توت‌فرنگی انجام می‌گیرد، اما پوشش تلفیقی آلژینات سدیم سبب کاهش تغییرها در پارامترهای کمی و کیفی میوه مانند سفتی، رنگ، pH، فعالیت پاداکسندگی، ترکیب‌های فنولی و اسیدیته شده و در نتیجه سبب حفظ کیفیت میوه توت‌فرنگی می‌شود. در مجموع کاربرد تلفیقی تیمار آلژینات سدیم دو درصد به همراه اسکوربیک اسید یک درصد جهت افزایش دوره‌ی انبارمانی میوه توت‌فرنگی رقم گاویوتا به‌مدت ۱۴ روز در بسته‌بندی درب‌دار و در دمای ۱±۴ درجه سلسیوس پیشنهاد می‌گردد.

References منابع

1. Asghari, M. R. and ajdi, V.2010. Effect of Ascorbic Acid and CaCl2 Treatments on Quality Attributes and Shef-life of Fresh- cut 'Golden Delicious' Apples. J. Food Rec. 3 (20): 83-100.
2. Ayala-Zavala, J. F., S.Y., Wang, C.Y. Wang and G.A. González-Aguilar. 2004. Effect of storage temperatures on antioxidant capacity and aroma compounds in strawberry fruit. LWT-Food Sci. Technol. 37(7): 687-695.
3. Azarakhsh, N., A. Osman, H.M. Ghazali, C. P. Tan and N.M. Adzahan. 2014. Lemongrass essential oil incorporated into alginate-based edible coating for shelf-life extension and quality retention of fresh-cut pineapple. Postharvest Biol. Technol. 88: 1-7.
4. Bourtoom, T. 2008. Edible films and coatings: characteristics and properties. Intl. J. Food Sci. Technol. 15(3): 237-248.
5. Chiabrando, V. and G. Giacalone. 2016. Effects of edible coatings on quality maintenance of fresh-cut nectarines. J. Food Agri. 28(3): 201.
6. Eshghi, S., M., Hashemi, A., Mohammadi, F., Badie, Z., Mohammad Hosseini, S.K. and K. Ahmadi Ghanati. 2014. Effect of nano-emulsion coating containing chitosan on storability and qualitative characteristics of strawberries after picking. Iran. J. Nut. Sci. Food Tech. 8(2): 9-19.
7. Falguera, V., J.P. Quintero, A. Jiménez, J.A. Munoz and A. Ibarz. 2011. Edible films and coatings: structures, active functions and trends in their use. J. Food Sci. Technol. 22(6): 292-303.
8. Fan, Y., Y. Xu, D. Wang, L Zhang, J. Sun, L. Sun and B. Zhang. 2009. Effect of alginate coating combined with yeast antagonist on strawberry (*Fragaria× ananassa*) preservation quality. Postharvest Biol. Technol. 53(1): 84-9.
9. Garcia, L.C., L.M. Pereira, L. Sarantópoulos, I.G. Claire and M.D. Hubinger. 2012. Effect of Antimicrobial Starch Edible Coating on Shelf-Life of Fresh Strawberries. Pack. Tech. Sci. 25(7): 413-425.
10. Gonzalez-Aguilar, G.A., S. Ruiz-Cruz, H. Soto-Valdez, F. Vázquez-Ortiz, R. Pacheco-Aguilar and C.Y. Wang. 2005. Biochemical changes of fresh-cut pineapple slices treated with antibrowning agents. In. J. Food Sci. Technol. 40(4): 377-383.
11. Gol, N. B., P.R. Patel and T.R. Rao. 2013. Improvement of quality and shelf-life of strawberries with edible coatings enriched with chitosan. Postharvest Biol. Technol. 85, 185-195.
12. Guerreiro, A.C., C.M. Gago, M.L. Faleiro, M.G. Miguel and M.D. Antunes. 2015. The use of polysaccharide-based edible coatings enriched with essential oils to improve shelf-life of strawberries. Postharvest Biol. Technol. 110: 51-60.
13. Li-Qen, Z., Z. Jie, Z. Shu-Hua, and G. Lai-Hui. 2009. Inhibition of browning on the surface of peach slices by short-term exposure to nitric oxide and ascorbic acid. Food Chem. 114(1): 174-179.
14. Han, C., Zhao, Y., Leonard, S.W. and M.G. Traber. 2004. Edible coatings to improve storability and enhance nutritional value of fresh and frozen strawberries (*Fragaria× ananassa*) and raspberries (*Rubus ideaus*). Postharvest Biol. Technol. 33(1):67-78.
15. Hernandez-Munoz, P., E. Almenar, V. Del Valle, D. Velez and R. Gavara. 2008. Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria× ananassa*) quality during refrigerated storage. Food Chem. 110(2): 428-435.
16. Hernandez-Munoz, P., E. Almenar, M.J. Ocio and R. Gavara. 2006. Effect of calcium dips and chitosan coatings on postharvest life of strawberries (*Fragaria* x *ananassa*). Postharvest Biol. Technol. 39(3): 247-253.
17. Jiang, T. 2013. Effect of alginate coating on physicochemical and sensory qualities of button mushrooms (Agaricus bisporus) under a high oxygen modified atmosphere. Postharvest Biol. Technol. 76: 91-97.
18. Morillon, V., F. Debeaufort, G. Blond, M. Capelle and A. Voilley. 2002. Factors affecting the moisture permeability of lipid-based edible films: A review. J. Food Sci. Nut. 42(1): 67-89.
19. Nair, M.S., A. Saxena and C. Kaur. 2018. Effect of chitosan and alginate based coatings enriched with pomegranate peel extract to extend the postharvest quality of guava (*Psidium guajava* L). Food Chem. 240: 245-252.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.3.7.5]

20. Nicoli, M.C., B. E. Elizable, A. Piotti and C.R. Lerici.1991. Effect of sugar and maillard reaction products on polyphenol oxidase and peroxidase activity in food. J. Food Bio. 15, 169-184.
21. Ozdemir, K.S. and V. Gokmen. 2017. Extending the shelf-life of pomegranate arils with chitosan-ascorbic acid coating. Food Sci. Technol. 76(A): 172-180.
22. Perez-Gago, M.B., M. Serra and M.A Del Rio. 2006. Color change of fresh-cut apples coated with whey protein concentrate-based edible coatings. Postharvest Biol. Technol. 39(1): 84-92.
23. Robles-Sánchez, R.M., M.A. Rojas-Grau, I. Odriozola-Serrano, G. Gonzalez-Aguilar and O. Martin-Belloso. 2013 Influence of alginate-based edible coating as carrier of antibrowning agents on bioactive compounds and antioxidant activity in fresh-cut Kent mangoes. Food Sci. Technol. 50(1): 240-246.
24. Safari, M. Tehrani, N., Maghsoudloo, Y and Sabaghie, M. 2014. Application of films and food coatings in the packaging of fruits and vegetables. J. Food Proce and Produc. 5 (3): 135-127
25. Sogvar, O.B., M.K. Saba and A. Emamifar. 2016. Aloe vera and ascorbic acid coatings maintain postharvest quality and reduce microbial load of strawberry fruit. Postharvest Biol. Technol. 114: 29-35.
26. Tapia, M.S., M. Rojas-Grau, A. Carmona, F.J. Rodríguez, R. Soliva-Fortuny and O. Martin- Belloso. 2008. Use of alginate- and gellan-based coatings for improving barrier, texture and nutritional properties of fresh-cut papaya. Food Hydr. 22, 1493–1503.
27. Tanada-Palmu, P.S. and C.R. Grosso. 2005. Effect of edible wheat gluten –based films and coatings on refrigerated strawberry (*Fragaria ananasa*) quality. Postharvest Biol. Technol. 36(2): 199-208.
28. Turmanidze, T., M. Jgenti, L. Gulua and V. Shaiashvili. 2017. Effect of ascorbic acid treatment on some quality parameters of frozen strawberry and raspberry fruits. Ann. Agra. Sci. 15(3): 370-374.
29. Valero, D., H.M. Diaz-Mula, P.J. Zapata, F. Guillen, D. Martínez-Romero, S. Castillo and M. Serrano. 2013. Effects of alginate edible coating on preserving fruit quality in four plum cultivars during postharvest storage. Postharvest Biol. Technol. 77: 1-6.
30. Wang, S.Y., and H. Gao. 2013. Effect of chitosan-based edible coating on antioxidants, antioxidant enzyme system, and postharvest fruit quality of strawberries (*Fragaria* x *aranassa* Duch.). Food Sci. Technol. 52(2): 71-79.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.3.7.5]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 21(3): 319 - 330 (2020)
Research article

Study on Combined Treatment of Sodium Alginate with Ascorbic Acid on Shelf Life of Strawberry Fruit

F. Nazoori*, S. Poraziz, S. H. Mirdehghan, M. Esmailizadeh[1]

This study was conducted to investigate the effects of combined treatment of sodium alginate and ascorbic acid on the shelf life of strawberry fruits stored at 4±1 ° C. The treatments included control (distilled water), ascorbic acid (1%) with sodium alginate (1, 2 and 3%) and storage period for 7 and 14 days with 4 replicates. During storage, brightness index, chroma index, firmness, total acidity, vitamin C, phenol content, antioxidant activity and anthocyanin content were decreased, but the application of coatings preserved these indices as alginate 2% + ascorbic acid 1% was more effective to preserve these traits during storage. During storage period, polyphenol oxidase enzyme activity (50%), weight loss (2.8%) and pH (33%) increased. While the application of sodium alginate+ ascorbic acid preserved the lower levels of pH and the activity of polyphenol oxidize enzyme, it also controlled weight loss for 14 days.

Key words: Anthocyanin, Color index, Edible coatings, Postharvest quality, Total phenolics.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.3.7.5]

1. Assistant Professor, Former M.Sc. Student, Professor and Associate Professor, Department of Horticultural Science, Vali-e-Asr University of Rafsajan, Rafsanjan, Iran, respectively.
* Corresponding author, Email: (fatemehnazoori@yahoo.com).