تأثیر پوشش خوراکی کیتوزان بر حفظ کیفیت و عمر انبارمانی میوه لیمو شیرین

شهین قیصربیگی[۱]، علی‌اکبر رامین[۲*] و فریبا امینی[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۷/۱۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۷/۱۲)

چکیده

امروزه استفاده از پوشش‌های خوراکی به‌دلیل تمایل مشتریان بر خریداری محصولاتی که تازگی و طراوت خود را حفظ می‌کنند، افزایش یافته است. زیست تخریب‌پذیری، ممانعت از تبادل گازهای تنفسی، کنترل تنفس میوه‌ها و سبزی‌ها، بازدارندگی از تبادل ترکیبات بودار و طعم‌دار و هم‌چنین حفاظت محصول در مقابل صدمات مکانیکی از جمله مهم‌ترین مزایای پوشش‌های خوراکی می‌باشند. در این پژوهش تأثیر پوشش خوراکی کیتوزان بر حفظ کیفیت و عمر انبارمانی میوه لیمو شیرین با اندازه‌گیری شاخص‌های فیزیکوشیمیایی میوه‌ها اعم از سفتی بافت (پوست و گوشت)، اسید قابل تیتراسیون، pH، مواد جامد محلول، ویتامین ث، درصد کاهش وزن، کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل مورد بررسی قرار گرفت. چهار تیمار از محلول کیتوزان استفاده گردید. نتایج نشان داد که کیتوزان اثر معنی‌داری بر تمامی شاخص‌های اندازه‌گیری شده در سطح احتمال ۱ درصد داشت. میوه‌های تیمار شده با کیتوزان، در طی مدت انبار سرد، سفتی (پوست و گوشت)، ویتامین ث و اسیدیته قابل تیتراسیون بیشتری از میوه‌های شاهد دارا بودند. بیشترین سفتی مربوط به تیمار کیتوزان دو درصد (۲۰/۷۹ نیوتن) و کمترین سفتی (۱۷/۴۲ نیوتن) مربوط به شاهد بود. میوه‌های لیمو شیرین تیمارشده با کیتوزان ۲ درصد دارای کمترین درصد کاهش وزن (۵/۹۵ درصد) و بیشترین میزان مواد جامد محلول (۱۰/۶ درصد)، اسید آلی (۰/۰۷۷ گرم در صد میلی‌لیتر) و ویتامین ث (۵۹/۴۴ میلی‌گرم در صد میلی‌لیتر) بوده‌اند. براساس نتایج کلی این تحقیق تیمار کیتوزان ۲ درصد برای افزایش عمر قفسه‌ای لیمو شیرین توصیه می شود.

واژه‌های کلیدی: لیمو شیرین، کیتوزان، پس از برداشت، عمر انبارمانی

۱ و ۲. به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استاد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۳. استادیار، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه اراک، اراک

*. مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: aa.ramin@cc.iut.ac.ir

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.13.8]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.153]

مقدمه

مرکبات گروهی از میوه‌های نیمه‌گرمسیری جهان هستند که دارای ارزش اقتصادی بسیار چشم‌گیری در کشورهایی نظیر برزیل، آمریکا و چین می باشند، به‌طوری‌که امروزه در دنیا مجموع فعالیت‌های کشاورزی و اقتصادی و صنعتی این گروه تحت عنوان صنعت مرکبات شناخته می‌شود (۳).

یکی از گونه‌های مهم و حساس به سرما در مرکبات لایم است که توسط سربازان عرب از آب‌های عمان به ایران آمده است، منشأ اصلی و بزرگ‌ترین تولید کنندهٔ آن شرق مجمع الجزایر هند می‌باشد. گونه لایم چون بومی مناطق گرمسیری است کاشت آن نیز به مناطق گرم و نیمه‌گرمسیری مرطوبی که دما کمتر از ۲- تا ۳- درجه نباشد محدود می‌شود (۱۱). یکی از زیرگونه‌های مهم آن لیمو شیرین است که در هند و خاور نزدیک مشهور بوده و مصرف می‌شود. تولید لیمو شیرین در کشورهای معدودی از جمله ایران صورت می‌گیرد. در ایران تولید لیمو شیرین به‌دلیل شرایط آب و هوایی خاص برای این گیاه، منحصر به مناطق جنوبی کشور، به‌ویژه جنوب استان فارس یعنی شهرستان‌های جهرم، فیروزآباد و داراب می‌باشد. این گیاه تحت شرایط مناسب آب و خاک و هوا، گاهی تا ۱۵۰۰ کیلوگرم محصول می‌دهد (۱۱).

محصولات باغبانی به‌ویژه در کشورهای گرمسیر به‌دلیل داشتن آب زیاد، به‌طور طبیعی آمادگی تخریب را دارند. آنها از لحاظ بیولوژیکی بسیار فعال بوده و تنفس، تبخیر و تعرق، رسیدن و سایر فعالیت‌های بیوشیمیایی، منجر به از بین رفتن کیفیت در آنها می‌شود (۳۴). هر تیماری که بتواند از دست‌دهی آب و سرعت فعالیت‌های بیوشیمیایی میوه را کاهش دهد، می‌تواند سبب افزایش عمر انباری محصول شود.

مطالعات گذشته نشان می‌دهد که میوه‌هایی چون سیب، گلابی، پرتقال، نارنگی، گریپ‌فروت، لمون، طالبی، لیچی، خیار، آناناس، موز، انبه و آووکادو برای کاهش از دست دادن آب، کاهش ناهنجاری‌های فیزیولوژیکی، براق شدن سطح میوه، کاهش بیماری‌ها و بالاخره افزایش عمر انبارمانی میوه‌ها از انواع واکس‌ها استفاده می‌کنند (۱۸). پوشش کیتوزان که به‌منظور کنترل سرعت تنفس محصول، کنترل بیماری‌های فیزیولوژیکی و کاهش رشد میکروب‌ها و از همه مهم‌تر کاهش از دست‌دهی آب مورد استفاده قرار می‌گیرد، ماده‌ای غیر سمی و نوعی واکس خوراکی بدون تأثیر منفی بر محیط‌زیست و سلامت انسان است، که از رشد قارچ‌ها جلوگیری می‌کند و باعث حفظ کیفیت ظاهری میوه‌ها به‌مدت طولانی‌تری می‌شود. ضمن اینکه به‌سادگی قابل مصرف است (۱). کیتوزان نوعی پلی ساکارید چند قندی است و از واحدهای گلوکز آمین و ان-استیل گلوکز آمین (بااتصالات بتا ۱ و ۴) تشکیل شده است که از استیل‌زدایی کیتین (یکی از فراوان ترین پلیمرهای طبیعی) و از پوست سخت‌پوستان مثل خرچنگ و میگو به‌دست می‌آید (۲ و ۷). تاکنون پژوهش‌های زیادی در مورد استفاده از پوشش خوراکی کیتوزان به‌منظور افزایش عمر انبارمانی و نگهداری میوه‌ها صورت گرفته است. لیو و همکاران (۲۵) اثر کیتوزان برروی کپک خاکستری و کپک آبی که به‌ترتیب توسط *Penicillium expansum* و *Botrytis cinerea* ایجاد می‌شوند در گوجه‌فرنگی‌های انبار شده در ۲°C و ۲/۵°C را بررسی کردند. کیتوزان به‌طور مؤثری توانست هر دو بیماری را در گوجه‌فرنگی کنترل و موجب القای فعالیت پلی‌فنل اکسیداز (PPO)، پراکسیداز (POD) و افزایش میزان ترکیبات فنولیکی شود. دهستانی‌اردکانی و همکاران (۱) اثر کیتوزان بر افزایش زمان ماندگاری پس از برداشت و حفظ کیفیت انگور رقم شاهرودی مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان دادند که کیتوزان میزان کاهش وزن، ترک‌خوردگی، قهوه‌ای شدن، فساد و ریزش حبه‌ها را کاهش و کیفیت آنها را افزایش داد. مطالعات چین و همکاران (۵) نشان می‌دهد تیمار میوه‌های مرکبات با کیتوزان، در کنترل پوسیدگی قارچی ضمن انبارداری مؤثر است. القوت و همکاران (۱۰) بیان کردند که کیتوزان به‌عنوان یک فیلم نیمه‌نفوذپذیر با تغییر در اتمسفر درونی (تغییر در نفوذپذیری آب، اکسیژن و دی‌اکسید کربن) و با کم کردن سرعت تنفس پیری را به تأخیر می‌اندازد. غلام‌پورفرد و همکاران (۱۵) طی

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.13.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.153]

پژوهشی به این نتیجه رسیدند که کیتوزان اثر مفیدی روی حفظ محتوی اسید آسکوربیک، محتوی کلروفیل، ترکیبات فنلی، کاهش وزن، کل مواد جامد محلول و شکل ظاهری فلفل دلمه‌ای دارد. با توجه به کم بودن مطالعات در مورد عمر انبارمانی لیمو شیرین در کشورمان، این آزمایش با هدف مطالعه تأثیر واکس خوراکی کیتوزان بر حفظ کیفیت و عمر انبارمانی لیمو شیرین صورت پذیرفت، تا بهترین نوع پوشش با کیتوزان برای افزایش عمر انبارمانی لیمو شیرین، با تکیه بر بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی آن تعیین گردد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۱ در محل آزمایشگاه فیزیولوژی پس از برداشت گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان به انجام رسید، میوه‌های لیمو شیرین (تعداد میوه در هر تیمار ۱۲۶ عدد، تعداد کل میوه‌ها ۵۰۴ عدد) با ظاهر و اندازه یکنواخت و در مرحله بلوغ تجاری با پوست کاملاً سبز رنگ تهیه شدند. میوه‌ها در محلول کیتوزان (دارای جرم مولکولی medium) با غلظت‌های صفر، نیم، یک و دو درصد غوطه‌ور و در برابر جریان هوا خشک گردیدند، سپس بسته‌بندی شده و به سردخانه که دارای دمای ۱۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۸۵ درصد بود، منتقل شدند.

برای تهیه غلظت‌های نیم، یک و دو درصد کیتوزان مقدار مورد نیاز از این ماده در محلول دارای یک درصد (حجمی/حجمی) اسید استیک حل شده و سپس پ‌هاش آن با سود یک نرمال به ۵/۲ تنظیم گردید. محلول تهیه شده به حجم یک لیتر رسانیده شده و در آخر دو میلی‌لیتر توین ۸۰ درصد به آن اضافه شد. به‌عنوان شاهد از محلول ۱٪ اسید استیک استفاده شد.

اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی میوه‌ها (سفتی بافت (گوشت و پوست)، درصد کاهش وزن، مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، ویتامین ث، pH، میزان کلروفیل) در فواصل یک ماهه و در مدت نهایی هفت ماه صورت گرفت. در هر بار بررسی تعداد ۷۲ عدد از میوه‌ها پس از خروج از انبار سرد به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای معمولی نگهداری و سپس مورد بررسی قرار گرفتند.

سفتی بافت پوست و گوشت میوه توسط دستگاه سفتی‌سنج (مدل OSK-I-10576) اندازه‌گیری شد. میزان فشار دستگاه برحسب کیلوگرم از روی صفحه دستگاه قرائت گردید. سپس بر حسب نیوتن محاسبه شد (۲۶). میوه‌ها با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم در ابتدای آزمایش و قبل از بسته‌بندی وزن شده و بلافاصله پس از خروج از انبار سرد دوباره وزن گردیدند و درصد کاهش وزن محاسبه گردید (۳۱). اندازه‌گیری مواد جامد محلول با استفاده از دستگاه قندسنج دستی (مدل ۰۰۳۲-k ساخت ژاپن) انجام شد (۳۱). برای تعیین میزان اسیدهای آلی قابل اندازه‌گیری از تیتراسیون به روش pH متری استفاده شد. مقدار عدد به‌دست آمده از این روش نزدیک به‌میزان اسید آلی غالب میوه است (۲۲). برای اندازه‌گیری ویتامین ث از روش تیتراسیون با محلول دی‌کلرو ایندوفنل استفاده شد. جهت اندازه‌گیری پ‌هاش، از دستگاه پ‌هاش متر Elmteron مدل 501- CP استفاده گردید (۲۷). مقدارکلروفیل برحسب میلی‌گرم کلروفیل در گرم پوست میوه طبق فرمول مکینی برای تخمین کلروفیل a و b به‌صورت زیر محاسبه شد.

میلی‌گرم = $\{12/7\ (A\ 663) - 2/69\ (A\ 645)\} \times V/W \times 1000$ (۱)

کلروفیل a در گرم برگ

میلی‌گرم = $\{22/9\ (A\ 645) - 4/68\ (A\ 663)\} \times V/W \times 1000$ (۲)

کلروفیل b در گرم برگ

حجم کلروفیل کل = کلروفیل a + کلروفیل b (۳)

V: حجم محلول کلروفیل (میلی‌لیتر) W: وزن برگ(گرم)

A: جذب نوری عصاره در طول موج ذکر شده (۲۹).

آزمایش داری ۴ تیمار شامل سطوح (صفر، نیم، یک و دو درصد) از محلول کیتوزان و سه تکرار در هر تیمار (در هر تکرار هفت بستهٔ شش‌تایی از میوه‌ها قرار داشت) به‌صورت کرت‌های خرد شده در زمان در قالب طرح کاملاً

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.13.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.153]

تصادفی انجام گرفت.

نتایج و بحث

جدول تجزیه واریانس خصوصیات فیزیکوشیمیایی میوه لیمو شیرین تیمارشده با کیتوزان پس از ۷ ماه نگه‌داری در انبار سرد (۱۲°c) نشان داد که اثر تیمار در تمامی شاخص‌های مورد بررسی معنی‌دار بود. برهمکنش تیمار و زمان نیز جز در مورد صفات اندازه‌گیری شده مواد جامد محلول، سفتی گوشت و ویتامین‌ث در تمام صفات دیگر معنی‌دار شد.

سفتی بافت (پوست و گوشت میوه)

براساس جدول تجزیه واریانس اثر متقابل روز و کیتوزان (جدول ۱) در مورد سفتی پوست میوه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. روند تغییرات سفتی پوست و گوشت میوه طی ۷ ماه عمر انباری در شکل ۱ و ۲ نشان می‌دهد که بیشترین سفتی را در شروع آزمایش می‌توان مشاهده کرد که میزان آن در طی مدت نگهداری در انبار کاهش یافت اما این کاهش با افزایش غلظت کیتوزان کاهش یافت.

سولوموس و همکاران (۳۳) بیان کردند که نرم شدن میوه‌ها می‌تواند به‌دلیل شکست پروپکتین‌های نامحلول به پکتین محلول و یا هیدرولیز نشاسته باشد. لیو و همکاران (۲۵) گزارش نمودند که کیتوزان ۱ درصد اثر بیشتری نسبت به غلظت‌های پایین‌تر بر روی سفتی گوجه‌های تیمار شده نشان داد. دوآن و همکاران (۹) بیان کردند میوه‌های زغال‌اخته تیمارشده با پوشش خوراکی از جمله کیتوزان در مقایسه با میوه‌های فاقد فیلم خوراکی سفتی بافت بیشتری را نشان دادند. با توجه به حفظ سفتی بافت میوه در میوه‌های تیمارشده با کیتوزان که در پژوهش حاضر نیز مشاهده گردید، می‌توان نتیجه‌گیری نمود که کیتوزان، در کاهش فعالیت آنزیم‌های بتاگالاکتوزیداز، پلی‌گالاکتوروناز و پکتین متیل استراز که مهم‌ترین آنزیم‌های تخریب‌کننده دیواره سلولی هستند و مسئول نرم کردن میوه هستند، نقش دارد (۳۶).

اسید آلی

براساس جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) برهمکنش کیتوزان و زمان در مورد اسید آلی میوه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بوده است. روند تغییرات اسید آلی طی ۷ ماه عمر انباری در شکل ۳ نشان داده شده است که بیشترین اسید آلی میوه را در شروع آزمایش می‌توان مشاهده کرد که میزان آن در طی مدت نگهداری در انبار کاهش یافت، اما روند این کاهش با افزایش غلظت کیتوزان کندتر شد. قاسم‌نژاد و همکاران (۱۴) گزارش کردند که دلیل کاهش اسید آلی در پایان انبار ممکن است به‌دلیل تغییرات متابولیکی در میوه و یا ناشی از مصرف اسیدهای آلی در فرایند تنفس باشد. در آزمایشی که توسط غوث و همکاران (۱۳) بر روی گوجه‌فرنگی انجام گرفت مشخص شد که تأثیر کیتوزان دو درصد در مقایسه با کیتوزان یک درصد برای اسید آلی بیشتر است. دونگ و همکاران (۸) هم موارد ذکر شده در بالا را تأکید کردند. حشام و همکاران (۱۷) بر این اعتقادند که غلظت ۲ درصد کیتوزان در مقایسه با غلظت‌های پایین‌تر باعث بهبود میزان اسید آلی قارچ خوراکی تکمه‌ای خُرد شده گردید.

مواد جامد محلول

افزایش مواد جامد محلول در همه تیمارها نسبت به شاهد معنی‌دار ولی تفاوت معنی‌داری میان غلظت‌های مختلف کیتوزان وجود نداشت. براساس جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) برهمکنش کیتوزان و زمان در مورد مواد جامد محلول معنی‌دار نبود. در آزمایشی که بر روی گلابی انجام شد افزایش در میزان مواد جامد محلول در طول دوره انبارمانی مرتبط با انتقال مواد پکتینی و هیدرولیز نشاسته همراه با از دست دادن آب میوه مطرح شد (۴، ۱۵ و ۳۴). دونگ و همکاران (۸) طی آزمایشی اعلام کردند که میزان کل مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتر و محتویات اسید اسکوربیک در میوه لیچی چند روز پس از انبار، در مقایسه با قبل از انبار کاهش یافته است ولی در میوه‌های تیمار شده با کیتوزان میزان بالاتری

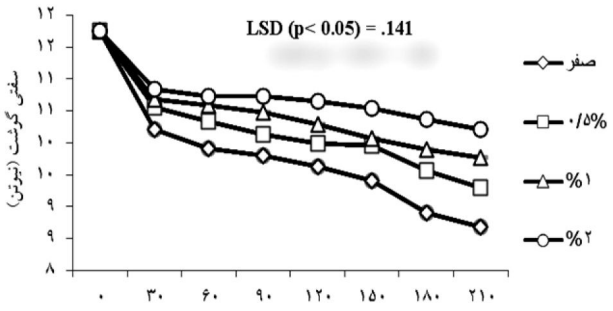
[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.13.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.153]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.153] [DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.13.8] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

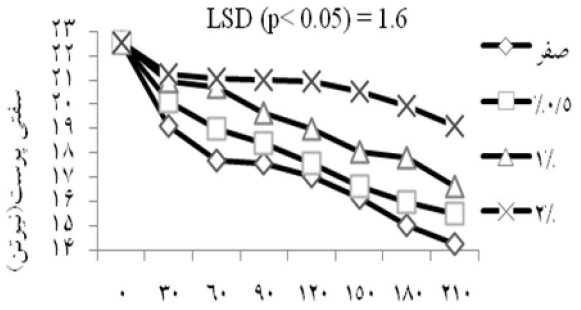
جدول ۱. تجزیه واریانس خصوصیات فیزیکوشیمیایی لیمو شیرین طی مدت نگهداری در انبار سرد (دمای ۱۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۸۵ درصد)

منابع تغییرات	درجه آزادی	سفتی پوست	سفتی گوشت	کاهش وزن	TSS	اسید آلی	ویتامین ث	pH	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل
تیمار	۴	۶۶/۹**	۴/۱۳**	۲۸۷**	۲/۶۴**	۰/۰۰۱**	۱۹۰**	۰/۵۴**	۳/۲۳**	۰/۶۶**	۶/۴۸**
خطای تیمار	۱۰	۰/۲۲	۰/۵	۳/۶۷	۰/۱۳	۰/۰۰۰	۴/۸۹	۰/۰۰۹	۰/۰۰۸	۰/۰۰۲	۰/۰۱۶
زمان	۷	۴۷/۷**	۸/۹۲**	۴۲۵**	۲/۸۵**	۰/۰۰۰**	۴۲۰**	۲/۱۹**	۴/۹۴**	۲/۶۳**	۱۴/۵**
تیمار × زمان	۲۸	۲/۴۲**	۰/۴۵ ^{ns}	۱۳/۶**	۰/۲۰۶ ^{ns}	۰/۰۰۰*	۵/۶۳^{ns}	۰/۰۲**	۰/۰۹۷**	۰/۰۵۱**	۰/۲۶**
خطای باقی‌مانده	۷۰	۰/۹۶۷	۰/۷۳۳	۳/۲۹	۰/۱۸	۰/۰۰۰	۹/۲۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۵
ضریب تغییرات		۵/۱۳	۸/۱۹	۲۰/۱	۴/۲۸	۷/۳۳	۵/۳۴	۱/۵۴	۹/۵۷	۱۱/۹	۷

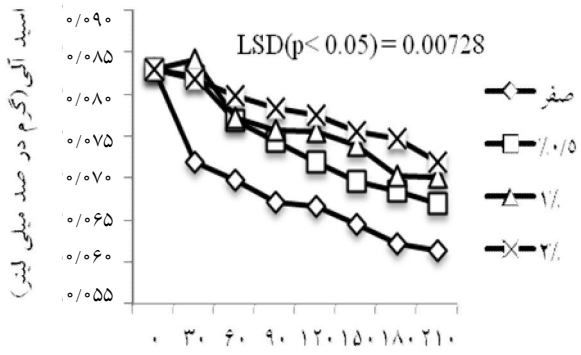
ns ، * و** به‌ترتیب نشان‌دهنده عدم معنی‌دار بودن و معنی‌دار بودن منابع تغییرات در سطوح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱ می‌باشد.



شکل ۱. تغییرات سفتی گوشت میوه لیمو شیرین تیمار شده با کیتوزان طی مدت هفت ماه نگهداری در انبار. (دمای ۱۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۸۵ درصد)



شکل ۲. تغییرات سفتی پوست میوه لیمو شیرین تیمار شده با کیتوزان طی مدت هفت ماه نگهداری در انبار (دمای ۱۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۸۵ درصد)



شکل ۳. تغییرات اسید آلی میوه لیمو شیرین تیمار شده با کیتوزان طی مدت هفت ماه نگهداری در انبار. (دمای ۱۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۸۵ درصد)

از این مواد وجود دارد. در پژوهشی که توسط غلام‌پورفرد و همکاران (۱۵) روی فلفل انجام شد نتایج حاکی از اثر معنی‌دار کیتوزان روی حفظ محتوی کل مواد جامد محلول بود. به‌طوری‌که غلظت بالاتر کیتوزان (۲٪) اثرات مؤثرتری داشت.

کاهش وزن میوه

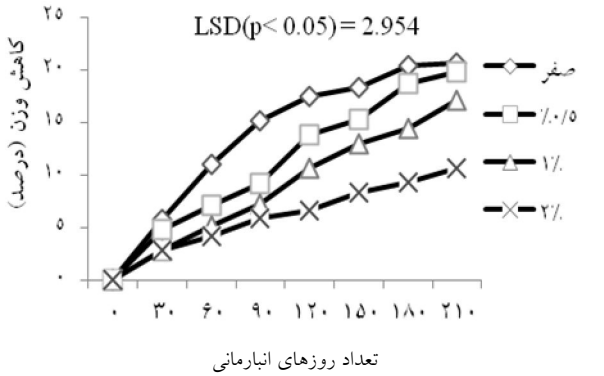
اثر متقابل کیتوزان و زمان (جدول ۱) در مورد کاهش وزن میوه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بوده است. با افزایش زمان انبارمانی کاهش وزن بیشتر میوه‌ها مشاهده شد، اما افزایش غلظت کیتوزان روند صعودی کاهش وزن را کاهش داده است (شکل ۴).

کاهش وزن میوه‌ها در انبار، به‌دلیل از دست‌دادن آب ناشی از فرآیندهای تنفس و تعرق در میوه‌ها به‌وقوع می‌پیوندد (۳۵). منگ و همکاران (۲۸) نشان دادند اسپری کیتوزان قبل و پس از برداشت و یا فقط در پس از برداشت اثر سودمندی در کاهش وزن میوه انگور داشت. دونگ و همکاران (۸) معتقدند که کیتوزان ۳ درصد در مقایسه با شاهد باعث کاهش وزن میوه لیچی شد، اما نتایج آن با تیمار ۲ درصد اختلاف معنی‌دار نداشت. ژو و همکاران (۳۶) گزارش کردند، کیتوزان به‌عنوان یک پوشش خوراکی جلوی از دست دادن رطوبت را می‌گیرد و بر تبادلات گازی اثر می‌گذارد.

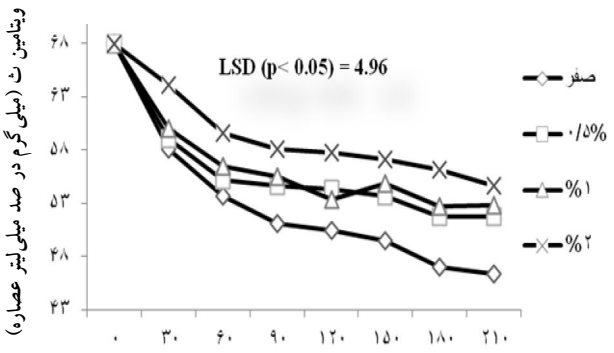
ویتامین‌ث

براساس جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) برهمکنش کیتوزان و زمان در مورد میزان ویتامین‌ث میوه معنی‌دار نبود. روند تغییرات میزان ویتامین‌ث طی ۷ ماه عمر انباری در شکل ۵ نشان داده شده است که بیشترین میزان ویتامین ث میوه را در شروع آزمایش می‌توان مشاهده کرد که میزان آن در طی مدت نگهداری در انبار کاهش یافت اما سرعت این کاهش با افزایش غلظت کندتر شد. به‌طوری‌که بیشترین میزان ویتامین‌ث در تیمار کیتوزان با غلظت ۲ درصد مشاهده گردید. جیانگ و

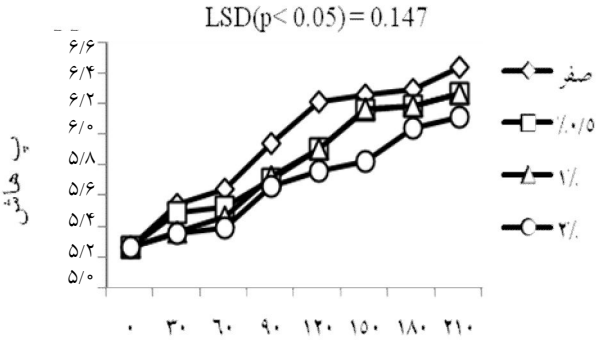
[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.13.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.153]



شکل ۴. تغییرات کاهش وزن میوه لیمو شیرین تیمار شده با کیتوزان طی مدت هفت ماه نگهداری در انبار. (دمای۱۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۸۵ درصد)



شکل ۵. تغییرات ویتامین ث میوه لیمو شیرین تیمار شده با کیتوزان طی مدت هفت ماه نگهداری در انبار. (دمای ۱۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۸۵ درصد)



شکل ۶. تغییرات pH میوه لیمو شیرین تیمار شده با کیتوزان طی مدت هفت ماه نگهداری در انبار. (دمای ۱۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۸۵ درصد)

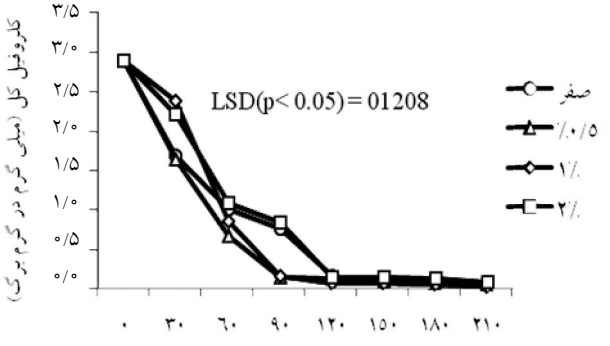
همکاران (۱۹) و هم‌چنین یونموتو و همکاران (۳۷) طی گزارشاتی بیان کردند که سطوح بالاتر اسید آسکوربیک در میوه‌های پوشش داده شده با کیتوزان ممکن است به‌دلیل کاهش اکسیژن و مهار تنفس باشد. جیانگ و همکاران (۲۰) بیان کردند که میزان ویتامین‌ث در میوه‌های تیمار شده با کیتوزان ۲ درصد نسبت به تیمارهای دیگر در آزمایش و تیمار شاهد بیشتر بوده است که دلیل آن می‌تواند مربوط به تنفس کمتر میوه‌ها در این تیمار باشد. غلامی‌پورفرد و همکاران (۱۵) گزارش کردند که محتوای آسکوربیک اسید در میوه‌های فلفل سبز تیمار شده و شاهد طی دوره انبارمانی کاهش یافت، اما در میوه‌های تیمار شده با کیتوزان ۲ درصد نسبت به سایر تیمارها میزان آسکوربیک اسید بالاتری یافت شد.

pH عصاره

اثر متقابل کیتوزان و زمان (جدول ۱) در مورد pH میوه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. با افزایش زمان انبارمانی میزان pH افزایش می‌یابد اما با افزایش غلظت کیتوزان میزان pH کمتر افزایش یافته است (شکل ۶). کونگ و همکاران (۶) بر این اعتقادند که کاهش در میزان اسیدیته میوه بیانگر رسیدن و زوال آن است. پوشش‌ها تغییرات pH را کند کرده و به‌طور مؤثری رسیدن و زوال آنها را به تعویق می‌اندازند. از مشاهدات جی‌آن و همکاران (۱۸ و ۱۹) می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که پوشش نیمه‌نفوذپذیر کیتوزان اتمسفر درونی را متحول کرده و میزان CO_2 و O_2 اطراف میوه را تغییر می‌دهد، بنابراین رسیدن میوه را به تعویق می‌اندازد. موارد ذکر شده با نتایج حاصل از پژوهش حاضر نیز مطابقت دارد. قاسم‌نژاد و همکاران (۱۴) بیان کردند pH معمولاً در طول دوره انبارمانی افزایش می‌یابد اما استفاده از کیتوزان در مقایسه با شاهد میزان pH را کاهش داد.

می‌توان مشاهده کرد که میزان آن در طی مدت نگهداری در انبار کاهش یافت. اما این کاهش با افزایش غلظت کیتوزان با شدت کمتری انجام گرفت. تغییرات کلروفیل کل موجود در

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.13.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.153]



شکل ۷. تغییرات کلروفیل کل میوه لیمو شیرین تیمار شده با کیتوزان طی مدت هفت ماه نگهداری در انبار. (دمای ۱۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۸۵ درصد)

پوست میوه طی مدت نگهداری در انبار سرد (۱۲°c) در شکل ۷ آمده است. که بیشترین میزان کاهش کلروفیل با گذشت زمان در تیمار شاهد مشاهده گردید. غلام‌پورفرد و همکاران (۱۵) طی پژوهشی به این نتیجه رسیدند که کیتوزان اثر مفیدی روی حفظ محتوی کلروفیل در فلفل سبز دارد. طبق نتایج آنها در پایان دوره انبارمانی میزان کلروفیل موجود در پوست میوه‌های تیمار شده با پوشش کیتوزان بیشتر از میوه‌های شاهد بود.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش که به‌منظور بررسی تأثیر کیتوزان بر افزایش عمر انبارمانی لیمو شیرین صورت گرفت، یافته‌های به‌دست آمده حاکی از تأثیر معنی‌دار پوشش خوراکی کیتوزان بر افزایش عمر انبارمانی بود. این نتایج در مجموع نشان دادند که تیمارهای کیتوزان نسبت به شاهد اثر مثبت بر کاهش وزن، اسید آلی، پ‌هاش عصاره و سفتی طی مدت نگهداری در انبار سرد داشته‌اند. با توجه به نتایج به‌دست آمده در این پژوهش و در راستای سیاست‌ها و اهداف توسعه بخش کشاورزی مبنی بر جلوگیری از ضایعات بالای پس از برداشت، افزایش بهره‌وری و اتخاذ روش‌های مناسب علمی و عملی نگهداری میوه به‌منظور حفظ و توسعه بازارهای بزرگ مصرف داخل و خارج کشور و نیز استفاده از مواد و روش‌های طبیعی به‌جای استفاده از روش‌های شیمیایی، استفاده از کیتوزان به‌دلیل تأثیر مناسب در حفظ مطلوب خصوصیات ظاهری و فیزیکوشیمیایی لیمو شیرین در طی مدت نگهداری در انبار توصیه می‌گردد.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از همکاری معاونت محترم پژوهشی دانشگاه صنعتی اصفهان که حمایت مالی و اجرایی این تحقیق را به‌عهده داشته‌اند سپاسگزاری می‌نمایند.

منابع مورد استفاده

1. Ardakani, M. D., Y. Mostofi and R. Hedayatnegad. 2010. Study on the effect of chitosan in preserving some qualitative factors of table Grape (*Vitis vinifera "shahroudi"). Acta Horticulturae* 877: 739 –742.
2. Bautista-Ban˜ OS, S., A. N. Herna´ndez-Lauzardo, M. Vela´zquez-del Valle and E. Bosquez-Molina. 2006. Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. *Crop Prot*ection 25:108–118.
3. Bousbia, N., M. A. Ferhat, B. Y. Meklati and F. Chemat. 2009. A new process for extraction of essential oil from citrus peels, microwave hydro diffusion and Gravity. *Food Engineering* 90: 409 – 413.
4. Carrillo, L., A. Cruz Hernandez and P. L. O. 2003. Physico-chemical changes during ripening in storage of two varieties of prickly pear stored at 18° C. *Food Science Technology International* 40: 461–464.
5. Chien, P. J., F. Sheu and H. R. Lin. 2007. Coating citrus (Murcott tangor) fruit with low molecular weight chitosan increases postharvest quality and shelf life. *Food Chemistry* 100: 1160-1164.
6. Cong, F., Y. Zhang and W. Dong. 2007. Use of surface coatings with natamycin to improve the storability of Hami melon at ambient temperature. *Postharvest Biology and Technology* 46: 71–75.
7. Coma, V., A. Martial Gros, S. Garreau, A. Copinet, F. Salin and A. Deschamps. 2002. Edible antimicrobial films based on chitosan matrix. *Food Science* 30: 1162-1169.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.13.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.153]

8. Dong, H., L. Cheng, J. Tan, K. Zheng and Y. Jiang. 2004. Effects of chitosan coating on quality and shelf life of peeled litchi fruit. *Food Engineering* 64: 355–358.
9. Duan, J., R. Wu, B. C. Strik and Y. Zhao. 2011. Effect of edible coatings on the quality of fresh blueberries (Duke and Elliott) under commercial storage conditions. *Postharvest Biology and Technology* 59: 71–79.
10. El Ghaouth, A., J. Aruland and R. Ponnampalam. 1992. Use of chitosan coating to reduce water loss and maintain quality of cucumber and bell pepper fruits. *Crop Protection* 15: 359-368.
11. Fotouhi Ghazvini, R. 1999. Grows Citrus in Iran, Gilan University Press, Gilan.
12. Ghanbarzadeh, B., A. R. Oromiehie, M. Musavi, Z. Emam D-Jomeh, E. Razmi Rad and J. Milani. 2006. Effect of plasticizing sugars on rheological and thermal properties of zein resins and mechanical properties of zein films. *Food Reserch* 39: 882–890.
13. Ghaouth, A. E., R. Ponnampalam, F. Castaigne and J. Arul. 1992. Chitosan Coating to Extend the Storage Life of Tomatoes. *Horticultural Science* 27(9): 1016-1018.
14. Ghasemnezhad, M., M. A. Shiri and M. Sanavi. 2010. Effect of chitosan coatings on some quality indices of apricot (*Prunus armeniaca* L.) during cold storage. *Environmental Science* 8: 25-33.
15. Gholammipour Fard, K., S. Kamari, M. Ghasemnezhad and R. F. Ghazvini. 2010. Effect of chitosan coating on weight loss and postharvest quality of green pepper. *Acta Horticulturae* 877:821-826.
16. Giménez, M., C. Olarte, S. Sanz, C. Lomas, J. F. Echávarri and F. Ayala. 2003. Relation between spoilage and microbiological quality inminimally processed artichoke packaged with different films. *Food Microbiology* 20: 231-242.
17. Hesham, A. and A. Eissa. 2008. Effect of chitosan coating on Shelf-Life and quality of Fresh-cut Mushroom. *Food and Nutrition Sciences* 58: 95-105
18. Janick, J. 2000. Horticutural reviews. *Horticultural Science* 26: 161 –238.
19. Jiang, T., L. Feng and X. Zheng. 2012. Effect of Chitosan coating enriched with thyme oil on postharvest quality and shelf Life of shiitake mushroom *(Lentinus edodes)*. *Agricutural Food Chemistry* 60: 188–1
20. Jiang, Y. and Y. Li. 2001. Effect of chitosan coating on postharvest life and quality on longan fruit. *Food Chemistry* 73: 139-143.
21. Jiang, Y. M., L. H. Yao, A. Lichter and J. R. Li. 2003. Postharvest biology and technology of litchi fruit. *Food, Agricultural, and Environmental Sciences* 1(2): 76–81.
22. Kondo, S., S. Setha, D. R. Rudell, D. A. Buchanan and J. P. Mattheis. 2005. Aroma volatile biosynthesis in apples affected by 1-MCP and methyl jasmonate. *Postharvest Biology and Technology* 36: 61-68.
23. Lee, S. K. and A. A. Kader. 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticulture crops. *Postharvest Biology and Technology* 20:207- 220.
24. Lin, L. and B. Wang. 2004. Effects of a chitosan-based coating with ascorbic acid on post-harvest quality and core browning of 'Yali' pears (Pyrus). *Journal of Food Engineering* 64: 355–358.
25. Liu, J., S. Tian, X. Menga and Y. Xua. 2007. Effects of chitosan on control of postharvest diseases and physiological responses of tomato fruit. *Postharvest Biology and Technology* 44: 300–306.
26. Mao, L., F. Lu and G. Wang. 2007. Application of 1-methylcyclopropene reduces wound responses and maintains quality in fresh-cut apple. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition* 16: 111-115.
27. Mazumdar, B. C. 2003. Methodes on Physico-Chemical Analysis of Fruit. Daya Publishing House, Delhi.
28. Meng, X., B. Li, J. Liu and S. Tian. 2008. Physiological responses and quality attributes of table grape fruit to chitosan preharvest spray and postharvest coating during storage. *Food Chemistry* 106: 501–508.
29. Misyura, M., J. Colasanti and S. Rothstein. 2012. Physiological and genetic analysis of *Arabidopsis thaliana* anthocyanin biosynthesis mutants under chronic adverse environmental conditions. *Journal of Experimental Botany* 64: 229-241.
30. Park, S. I., M. A. Daeschel and Y. Zhao. 2004. Functional properties of antimicrobial lysozyme-chitosan composite films. *Journal of Food Science* 69: 215- 221.
31. Pre-Aymard, C., E. Fallik, A. Weksler and S. Lurie. 2005. Sensory analysis and instrumental measurements of 'Anna' apples treated with 1-methylcyclopropene. *Postharvest Biology and Technology* 36: 135-142.
32. Rahemi, M. 1993. Postharvest Physiology, An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit (Translation). Shiraz University Press, Shiraz
33. Solomos, T. and G. Laties. 1973. Cellular organization and fruit ripening. *Nature* 245: 390-391.
34. Thumula, P. 2006. Studies on Storage Behaviour of Tomatoes Coated with Chitosan-Lysozyme Films. PhD. Thesis. McGill University Montreal.
35. Usda. 2009. Agricultural research services, National nutrient data base for standard reference. Available online at http://www.nail. U.S. Department of Agriculture.
36. Xu, W. T., K. L. Huang, F. Guo, W. Qu, J. J. Yang, Z. H. Liang and Y. B. Luo. 2007. Postharvest grapefruit seed extract and chitosan treatments of table grapes to control Botrytis Cinerea. *Postharvest Biology and Technology*

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.13.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.153]

46: 86- 94.
37. Yonemoto, Y., H. higuchi and Y. kitano. 2002. Effects of storage tempera-ture and wax coating on ethylene production, respiration and shelf-life in cherimoya fruit. *The Japanese Society for Horticultural Science* 71: 643-650.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.13.8]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.153]