تأثیر پوشش خوراکی کیتوزان بر کیفیت و افزایش عمر پس از برداشت خیار رقم "زمرد"

مهدی قاسمی تولائی[۱]، علی‌اکبر رامین[۲*] و فریبا امینی[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۲/۳۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۶/۱۸)

چکیده

کیتوزان ماده غیر سمی، زیست تجزیه‌پذیر و زیست سازگار است که می‌توان از آن به‌عنوان پوشش خوراکی در حفظ کیفیت و افزایش عمر پس از برداشت میوه‌ها و سبزیجات استفاده نمود. در این تحقیق تأثیر کیتوزان با غلظت‌های ۰، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد بر افزایش عمر انباری خیار رقم زمرد مورد بررسی قرار گرفت. میوه‌ها پس از تیمار با کیتوزان و نگهداری در انکوباتور با دمای ۱۲°C و رطوبت نسبی ۹۰٪، درفواصل زمانی ۵ روز یک‌بار از انکوباتور خارج و از نظر شاخص‌هایی نظیر سفتی بافت، درصد کاهش وزن، ویتامین ث، اسیدیته قابل‌تیتراسیون، مواد جامد محلول و محتوی کلروفیل مورد ارزیابی قرار گرفتند. آزمایش به‌صورت طرح پایه کاملاً تصادفی در قالب طرح کرت‌های خرد شده در زمان در ۳ تکرار انجام شد. نتایج آزمایش نشان داد که پوشش کیتوزان، جز در مورد اسیدیته قابل تیتراسیون، اثر معنی‌داری روی سایر شاخص‌های اندازه‌گیری شده داشت. کمترین کاهش وزن و بیشترین سفتی در تیمار ۱٪ کیتوزان به‌دست آمد که با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری داشت. بیشترین میزان کلروفیل (۰/۸۸ mg/g وزن تر) و ویتامین ث (۸/۸۹ mg/100ml) و کمترین میزان مواد جامد محلول (۳/۹۱ ٪) نیز در تیمار ۱٪ کیتوزان به‌دست آمد که با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری نشان داد. به‌نظر می‌رسد که پوشش کیتوزان می‌تواند ضمن افزایش عمر انبارمانی خیار، کیفیت میوه‌ها را به‌مدت طولانی‌تری حفظ کند.

واژه‌های کلیدی: خیار، پوشش خوراکی، کیتوزان، عمر انبارمانی

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

۳. استادیار گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه اراک

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

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-03]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.15.16.5]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.15.189]

مقدمه

پوشش‌های خوراکی لایه‌های نازک از مواد خوراکی هستند که در سطح محصولات به‌کار برده می‌شوند و جایگزینی برای پوشش‌های محافظ واکسی می‌باشند (۲۳). پوشش‌های خوراکی، کیفیت، سلامت و ثبات خواص فیزیکی محصولات را با ایجاد یک مانع نیمه تراوا به بخار آب، اکسیژن و دی‌اکسیدکربن بین محصولات و اتمسفر اطراف آنها، باعث افزایش ماندگاری محصول می شوند. پوشش مناسب باید مقدار مشخصی از گازها را عبور دهد تا مانع تنفس بی‌هوازی محصول شود (۷ و۲۰). پوشش‌های خوراکی ممکن است از پلی‌ساکاریدها، پروتئین‌ها، لیپیدها و یا ترکیبی از آنها باشند (۱۹). از عمومی‌ترین پوشش‌های خوراکی می‌توان به نشاسته و مشتقات آن، مشتقات سلولز، پکتین، پروتئین‌های آب پنیر، پروتئین‌های به‌دست آمده از منابع گیاهی، عصاره‌ها و اسانس‌های مختلف گیاهی، موم و کیتوزان اشاره کرد (۱۸ و ۲۰).

کیتوزان یک پوشش جدید خوراکی است که ساختمان چندقندی دارد و از واحدهای گلوکزآمین و ان - استیل گلوکزآمین (بااتصالات بتا ۱و ۴) تشکیل شده است و از پوسته سخت پوستانی مانند خرچنگ و میگو به‌دست می‌آید (۴ و ٦). کیتوزان، ماده غیر سمی، زیست تجزیه‌پذیر و زیست سازگاراست. این تکنولوژی محیط دوست به‌عنوان یک فیلم نیمه نفوذپذیر به‌صورت یک لایه نازک با اسپری کردن، برس زدن و غوطه‌ور کردن روی محصول ایجاد شده (۲) و به‌صورت یک مکانیسم حفاظتی اتمسفر درونی را تغییر داده، باعث تنظیم انتقال اکسیژن، دی‌اکسید کربن و بخار آب می‌شود و تنفس، تبخیر و زوال میوه را به حداقل می‌رساند. کیتوزان هم‌چنین دارای خاصیت ضد میکروبی می‌باشد که گستره وسیعی از میکروارگانیزم‌ها شامل: قارچ‌ها، باکتری‌ها و ویروس‌ها را در بر می‌گیرد (٢٦). هرناندز مانوز و همکاران (۱۲) کاهش تنفس، تأخیر پیری، کاهش وزن و کاهش پوسیدگی توت‌فرنگی را با کاربرد کیتوزان گزارش دادند. چن و همکاران (۵) گزارش دادند که کیتوزان تأخیر در کاهش وزن، افزایش میزان اسیدهای آلی و ویتامین C را در انبه باعث شده است. جی‌آنگ و همکاران (۱۷) نشان دادند که میوه‌های لانگون‌فروت تیمار شده با کیتوزان در مقایسه با شاهد آب کمتری از دست داده و تیمارهای کیتوزان باعث حفظ بهتر کیفیت میوه‌ها نسبت به تیمار شاهد شده‌اند.

دانگ و همکاران (۸) گزارش کردند که تیمارهای کیتوزان باعث افزایش ماندگاری و گسترش عمر پس از برداشت میوه‌های لیچی بدون پوست شده‌است و تأثیر کیتوزان ۲ درصد در مقایسه با کیتوزان ۱ و ۳ درصد بیشتر بوده است. هم‌چنین نشان داده شده است که کیتوزان باعث افزایش عمر پس از برداشت گیلاس شده‌است (۹). هانگ و همکاران (۱۴) نیز گزارش دادند که کیتوزان با کاهش فعالیت اتیلن باعث تأخیر در رسیدن و پیری و در نتیجه کاهش تغییرات کلروفیل و سفتی میوه گواوا شده است. خیار (*Cucumis sativus* L.) یکی از مهم‌ترین سبزی‌ها از لحاظ اقتصادی می‌باشد و به‌علت وفور ویتامین، املاح معدنی و اسیدهای آلی در آن، در تغذیه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. خیار به‌خاطر دارا بودن آب زیاد، به سرعت رطوبت خود را از دست می‌دهد و بسیار مستعد به چروک شدن می‌باشد، لذا کاهش عمر قفسه‌ای و عمر انبارمانی، در صادرات و عرضه به بازارهای دوردست محصول، محدودیت ایجاد کرده است. بنابراین، این تحقیق با هدف بررسی تأثیر پوشش خوراکی کیتوزان بر عمر انبارمانی خیار رقم "زمرد" انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۱ در محل آزمایشگاه فیزیولوژی پس از برداشت گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام گرفت. خیارهای مورد آزمایش رقم "زمرد" از گلخانه‌ای در شهرستان دهاقان خریداری و در اسرع وقت به دانشکده کشاورزی جهت اعمال تیمارها انتقال داده شد. خیارها در مرحله‌ای که برای تازه‌خوری مناسبند برداشت و سعی شد تا حد امکان از خیارهای یکسان، هم‌اندازه و سالم

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-03]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.15.16.5]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.15.189]

برای پژوهش استفاده شود. از خیارهای آماده شده برای هر آزمایش، تعداد ۸ عدد به‌طور تصادفی انتخاب و برای تعیین خصوصیات اولیه فیزیکی و شیمیایی تحت آزمایش قرار گرفتند. مابقی نمونه‌ها نیز برای اعمال تیمارهای کیتوزان آماده شدند. برای تهیه محلول کیتوزان، در ابتدا اسید استیک ۱ درصد آماده و مقدار ۵، ۱۰ و ۲۰ گرم کیتوزان SIGMA به یک لیتر اسید استیک ۱٪ اضافه شد که به‌ترتیب غلظت‌های ۰/۵، ۱ و ۲ درصد کیتوزان ساخته شد. پس از حل شدن کامل کیتوزان، pH محلول را با سود ۱ نرمال به ۵ رسانده و در نهایت ۲ سی‌سی توین ۸۰ به یک لیتر محلول ساخته شده اضافه شد. برای تیمار شاهد نیز از یک لیتر اسید استیک یک درصدی که pH آن تنظیم و ۲ سی‌سی توین ۸۰ به آن اضافه شده بود، استفاده شد. پس از تهیه محلول کیتوزان، خیارها به مدت ۱ دقیقه داخل محلول قرار داده شد، سپس خیارها داخل آبکش قرار داده شدند تا اضافه کیتوزان خارج شود و فرصت داده شد تا خیارها هوا خشک شوند، سپس خیارها داخل بسته‌های پلاستیکی که از قبل سوراخ‌هایی در آنها تعبیه شده بود قرار داده شدند و درب پلاستیک‌ها با دستگاه پرس گردیدند و پس از اتیکت گذاری، بسته‌ها به انکوباتور EYELA (مدلLT_1-1000SD) ساخت توکیو کشور ژاپن با دمای ۱۲ °C به‌منظور بررسی عمر انبارمانی انتقال داده شدند. نمونه‌برداری و بررسی تغییرات و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی میوه‌ها هر ۵ روز یک‌بار انجام شد. شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی شامل سفتی، محتوی مواد جامد محلول، محتوی اسید آلی، میزان ویتامین ث، کاهش وزن و محتوی کلروفیل مورد ارزیابی قرار گرفتند. آزمایش به‌صورت طرح پایه کاملاً تصادفی در قالب طرح کرت‌های خرد شده در زمان در ۳ تکرار که هر تکرار شامل ۴ میوه بود، انجام شد که در آن کیتوزان در ۴ سطح صفر (شاهد)، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد به‌عنوان عامل آزمایشی اول و زمان نمونه‌برداری (روز) در ۵ سطح ۰، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ روز به‌عنوان عامل آزمایشی دوم در نظر گرفته شدند. در هر بازه زمانی، میوه‌های مورد نظر پس از خروج از انبار، مدت ۲۴ ساعت در دمای محیط آزمایشگاه قرار گرفتند و سپس شاخص‌های مورد نظر اندازه‌گیری شدند. برای انجام محاسبات آماری از نرم افزار سیستم پردازش آماری SAS (نسخه ۹/۱)، انجام محاسبات اثرات متقابل عوامل آزمایشی بر اساس آزمون LSD و سطح احتمال ۵ درصد، به کمک نرم افزار MSTATC صورت گرفت.

بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی میوه‌ها

کاهش وزن: میوه‌های هر تکرار با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم در ابتدای آزمایش و پس از انتقال به آزمایشگاه و نیز به فواصل معین در طول نگهداری در انکوباتور وزن شدند و درصد کاهش وزن از طریق معادله زیر محاسبه گردید.

درصد کاهش وزن = $(W_1-W_2)/W_1\times100$

W_1، وزن اندازه‌گیری شده قبل از نگهداری در انبار و W_2، وزن اندازه‌گیری شده بعد از خروج از انبار می‌باشد.

سفتی گوشت: اندازه‌گیری سفتی گوشت میوه توسط دستگاه سفتی سنج (Penetrometer) (مدلOSK-I-10576) صورت گرفت. میزان فشار دستگاه بر حسب کیلوگرم از روی صفحه دستگاه قرائت و بر حسب نیوتن محاسبه شد.

مواد جامد محلول (Soluble solid content): برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول از دستگاه رفراکتومتر دستی (Refractometer) (مدل K-۰۰۳۲ ساخت ژاپن) استفاده شد و درصد مواد جامد محلول بر حسب درجه بریکس (Brix) به‌دست آمد.

اسیدیته قابل تیتراسیون (titratable acidity): از روش تیتراسیون با سود ۰/۲ نرمال همراه با اندازه گیری pH آب میوه استفاده شد. نقطه پایان تیتراسیون زمانی بود که pH عصاره به عدد ۸/۲ رسید و حجم سود مصرفی یادداشت شد و میزان اسید آلی قابل تیتراسیون بر حسب درصد اسید مالیک (اسید غالب خیار) با استفاده از رابطه $C = (N\times V\times E)/D \times 100$ محاسبه

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-03]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.15.16.5]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.15.189]

جدول ۱. مقایسه میانگین اثر تیمار کیتوزان بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خیار پس از ۲۰ روز نگهداری در انبار (دمای ۱۲ °C)

تیمار (کیتوزان %)	کاهش وزن (%)	سفتی گوشت (N)	مواد جامد محلول (%)	ویتامین ث (mg/100ml)	اسیدیته قابل تیتراسیون (mg/100ml)	کلروفیل (وزن تر mg/g)
شاهد	۴/۳۱^{a}	۱۶/۰۲^{b}	۴/۰۶^{a}	۸/۴۸^{b}	۹۳^{a}	۰/۸۲۸^{b}
۰/۵	۳/۷۴^{ab}	۱۶/۱۶^{b}	۳/۹۵^{b}	۸/۵۳^{b}	۹۳/۲^{a}	۰/۸۵۲^{ab}
۱	۲/۵۲^{c}	۱۶/۷^{a}	۳/۹۱^{b}	۸/۸۹^{a}	۹۳/۶^{a}	۰/۸۸^{a}
۲	۳/۳۶^{b}	۱۶/۱۳^{b}	۳/۹۵^{b}	۸/۸۴^{a}	۹۲/۴۶^{a}	۰/۸۱۸^{b}

در هر ستون، اعدادی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.

شد. C میزان اسید آلی عصاره بر حسب میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر عصاره، N نرمالیته سود مصرفی، V حجم سود مصرفی، E اکی‌والانس گرم اسید آلی غالب و D حجم نمونه بر اساس میلی‌لیتر است. اسید سیتریک و اسید مالیک، اسیدهای آلی غالب خیار هستند ولی دراندازه‌های تجاری میوه، اسید مالیک با فرمول شیمیایی $C_4H_6O_5$-H_2O و اکی‌والان ۱۶۷، اسید عمده خیار می‌باشد (۲۵).

اندازه‌گیری ویتامین ث: از روش تیتراسیون با ید در یدور پتاسیم انجام شد. پایان تیتراسیون زمانی بود که رنگ عصاره میوه‌ها آبی تیره شده و این رنگ چند ثانیه پایدار ماند. حجم محلول ید در یدور پتاسیم قرائت و مقدار ویتامین ث با استفاده از فرمول زیر بر حسب میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر محاسبه گردید.

مقدار $Vc = ((2\times V)/$ شاهد $Vc)\times 100$

که در آن V حجم ید مصرفی می‌باشد. Vc شاهد نیز برابر با ۲/۱ می‌باشد

کلروفیل: اندازه‌گیری کلروفیل به روش آرنون (Arnon) (۱۹۵۷) انجام شد. میزان کلروفیل با استفاده از استون ۸۰٪ استخراج و در نهایت میزان جذب نور توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل UV - 600) در دو طول موج ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر قرائت و طبق فرمول زیر محاسبه گردید.

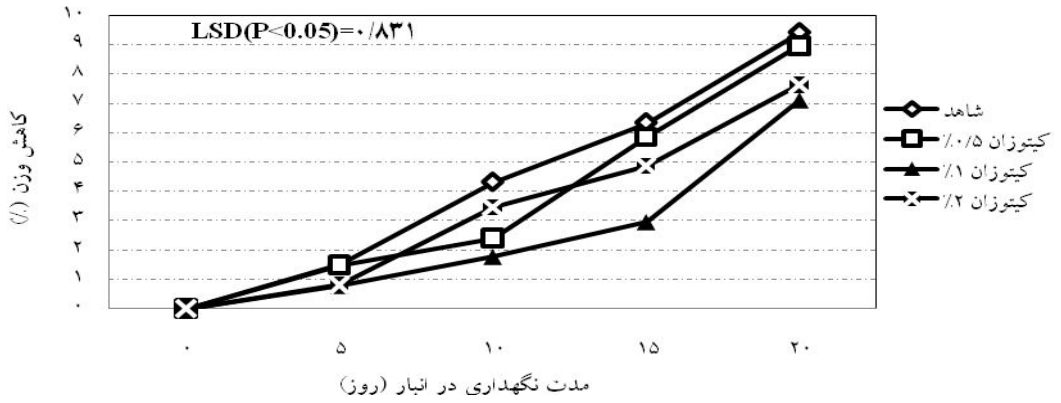
$$\text{chlorophyll} = [(20.2\times A_{645}) + (8.02\times A_{663})]\times \frac{v}{w}$$

که در آن A_{663} عدد به‌دست آمده از دستگاه در طول موج ۶۶۳ و A_{645} عدد به‌دست آمده از دستگاه در طول موج ۶۴۵ می‌باشد. V حجم محلول که میزان آن ۱۰ سی‌سی و W وزن نمونه، که مقدار ۰/۱ گرم می‌باشد.

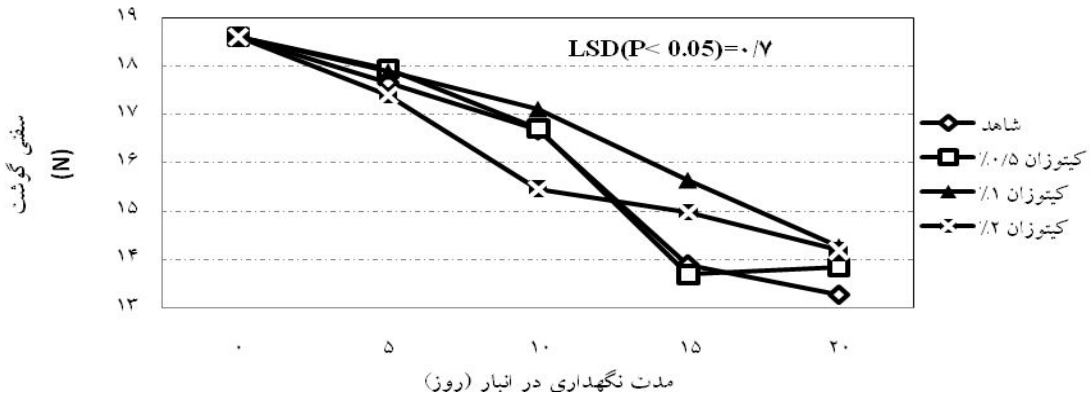
نتایج و بحث

کاهش وزن: همان‌گونه که در جدول مقایسه میانگین اثر تیمار کیتوزان بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خیار بعد از ۲۰ روز نگهداری در دمای ۱۲°C مشاهده می‌شود (جدول ۱)، کمترین کاهش وزن میوه مربوط به تیمار کیتوزان ۱٪ می‌باشد که با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری را نشان می‌دهد. تیمار ۲ و ۰/۵٪ کیتوزان به‌ترتیب کمترین کاهش وزن را بعد از تیمار ۱٪ کیتوزان نشان دادند ولی با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند. تیمار شاهد که بیشترین میزان کاهش وزن را داشت نیز به‌جز تیمار ۰/۵٪ کیتوزان با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری را نشان داد. در طی مدت نگهداری در انبار به‌طورکلی کاهش وزن در همه تیمارها روند افزایشی نشان داد ولی غلظت‌های کیتوزان تأثیر معنی‌داری بر کاهش وزن میوه‌ها نشان دادند، به‌طوری‌که پس از ۲۰ روز نگهداری در انبار بیشترین کاهش وزن متعلق به

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-03]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.15.16.5]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.15.189]



شکل ۱. تغییرات درصد کاهش وزن میوه‌های خیار تیمار شده با کیتوزان طی مدت نگهداری در انبار



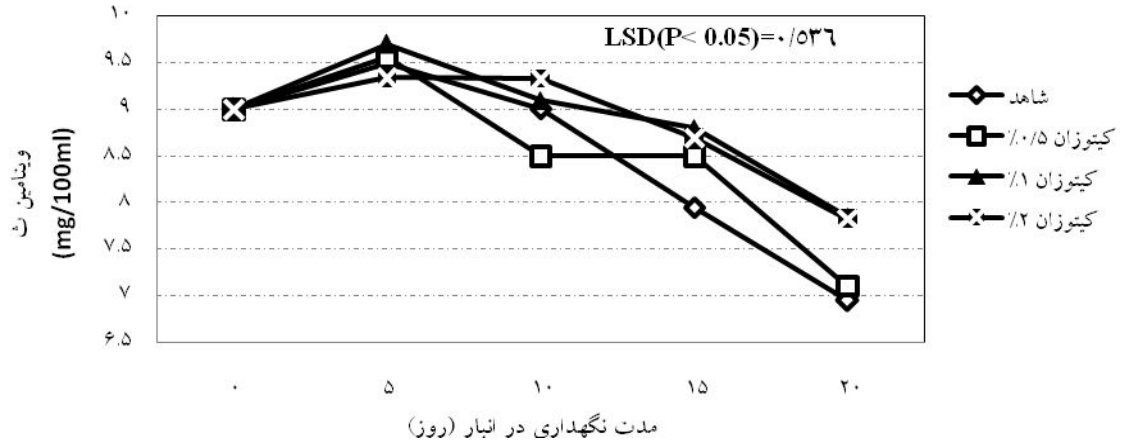
شکل ۲. تغییرات سفتی گوشت میوه‌های خیار تیمار شده با کیتوزان طی مدت نگهداری در انبار

شاهد (۹/۴۱ ٪) و کمترین کاهش وزن متعلق به تیمار ۱٪ کیتوزان (۷/۱ ٪) بود (شکل ۱). پوشش کیتوزان یک لایه نیمه نفوذپذیر و صاف در سطح میوه تشکیل می‌دهد و می‌تواند به‌عنوان یک سد حفاظتی برای کاهش میزان تنفس و تعرق از طریق سطوح میوه استفاده شود (۸ و ۱۸).

تأثیر مفید کیتوزان در حفظ آب میوه و تأثیر مثبت بر کاهش وزن در میوه‌های توت فرنگی (۱۳)، گواوا (۱۴) و قارچ (۱۶) گزارش شده است. فینی دخت و همکاران (۹) تأثیر کیتوزان ۰/۵٪ را بهتر از کیتوزان ۱٪ گزارش نمودند و علت آن را صدمه بافت‌های میوه در غلظت بالای کیتوزان بیان نمودند. غلظت زیاد کیتوزان باعث صدمه به بافت میوه شده و افزایش تنفس و اتلاف آب میوه را ناشی می‌شود و به همین دلیل غلظت کیتوزان ۲٪ در این آزمایش نتوانسته است بهترین تأثیر را در بین تیمارها داشته باشد. چن و همکاران (۵) نیز تأثیر کیتوزان ۱٪ را مؤثرتر از کیتوزان ۲٪ بر کاهش وزن میوه انبه گزارش کردند.

سفتی گوشت: براساس جدول مقایسه میانگین اثر کیتوزان (جدول ۱) ، تیمار ۱٪ کیتوزان بیشترین سفتی گوشت (۱۶/۷ نیوتن) و تیمار شاهد کمترین میزان سفتی گوشت (۱۶/۰۲ نیوتن) را در بین تیمارها دارا می‌باشد. تیمار ۱٪ کیتوزان با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری را نشان داد ولی سایر تیمارهای کیتوزان با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری نداشتند. در طول دوره انبارمانی، سفتی گوشت در همه تیمارها کاهش یافت ولی این کاهش در تیمار شاهد بیشتر از تیمارهای کیتوزان بود (شکل ۲). کیتوزان در کاهش فعالیت آنزیم‌های پلی‌گالاکتوروناز (Polygalacturonase)، بتا-گالاکتوزیداز (β-galactosidase) و

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-03]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.15.16.5]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.15.189]



شکل ۳. تغییرات ویتامین ث میوه‌های خیار تیمار شده با کیتوزان طی مدت نگهداری در انبار

پکتین‌متیل‌استراز (methylesterase Pectin) که از مهم‌ترین آنزیم‌های تخریب کننده دیواره سلولی و مسئول نرم کردن میوه هستند، نقش دارد (۲۹). پلی‌گالاکتوروناز منجر به تخریب ترکیب پکتینی رامنوگالاکتورونان (Rhamnogalacturonan) و افزایش پکتین محلول در بیشتر میوه‌ها شده که نرم شدن بافت میوه را به‌دنبال دارد (۱۵).

فعالیت آنزیم‌های حفظ استحکام میوه در این آزمایش با نتایج علی و همکاران (۱) در میوه پاپایا مطابقت دارد. تأثیر مثبت کیتوزان در حفظ سفتی میوه‌های انگور (۲۴)، انبه (۵)، گوجه فرنگی (۲۱) و گیلاس (۲۷) نیز گزارش شده است.

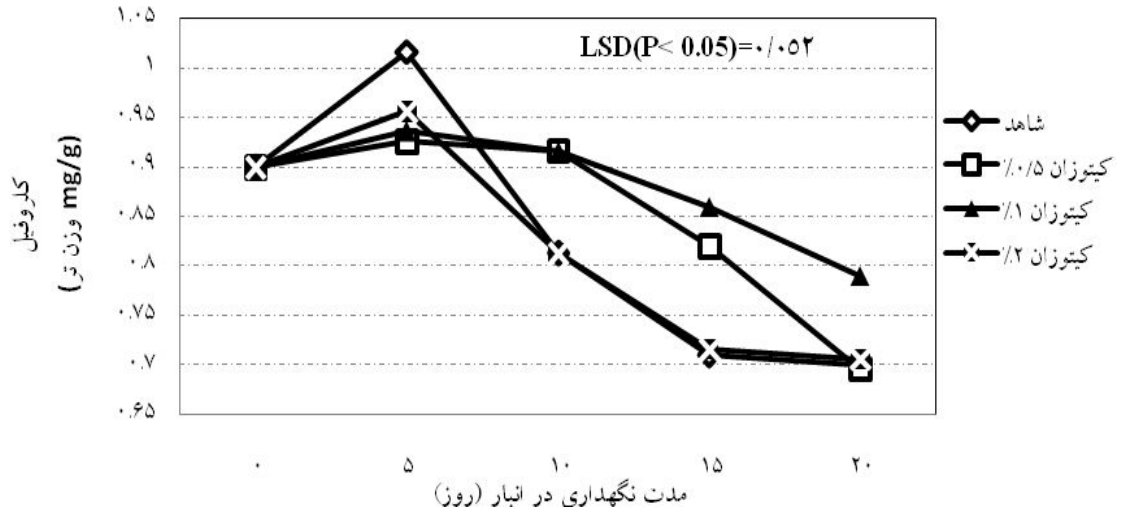
مواد جامد محلول: غلظت کیتوزان بر میزان مواد جامد محلول تأثیر معنی‌داری داشته است. جدول مقایسه میانگین اثر تیمار کیتوزان بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خیار نشان می‌دهد که تیمارهای کیتوزان اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد دارند ولی بین خود تیمارهای کیتوزان اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. بیشترین میزان مواد جامد محلول مربوط به تیمار شاهد (۴/۰۶٪) و کمترین آن مربوط به تیمار ۱٪ کیتوزان (۳/۹۱ ٪) می‌باشد (جدول ۱).

کیتوزان به‌واسطه ایجاد یک مانع در مقابل عبور گازها باعث کاهش تنفس، تلفات آب میوه، تبادلات گازی و تولید اتیلن شده است و تثبیت مواد جامد محلول را به همراه دارد. درحالی‌که در تیمار شاهد به‌دلیل پیشرفت پدیده پیری، پلی‌ساکاریدهای دیواره سلولی هضم شده و مواد جامد محلول افزایش می‌یابد (۹). پوشش کیتوزان با کم کردن سرعت تنفس و فعالیت‌های متابولیکی، باعث به تأخیر انداختن روند رسیدن می‌شود (۱۴). به‌خوبی اثبات شده است که کیتوزان به‌عنوان یک فیلم نیمه تراوا عالی در سرتاسر سطح میوه‌ها و سبزی‌ها، باعث اصلاح فضای داخل محصول، با کاهش سطح O_2 ، بالا بردن سطح CO_2 و سرکوب کردن سنتز اتیلن، می‌شود (۸). هانگ و همکاران (۱۴) تأثیر کیتوزان را به‌خاطر کم کردن سرعت تنفس و فعالیت‌های متابولیکی، دخیل در کاهش روند افزایش مواد جامد محلول در میوه گواوا می‌دانند

ویتامین ث: با توجه به نتایج جدول مقایسه میانگین اثر کیتوزان بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خیار (جدول ۱)، ویتامین ث در بین تیمارها دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشد.

تیمار ۱ و ۲٪ کیتوزان دارای بالاترین محتوی ویتامین ث می‌باشند که با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند ولی با دو تیمار شاهد و ۰/۵٪ دارای تفاوت معنی‌داری هستند. ویتامین ث در طول زمان آزمایش ابتدا روند صعودی را نشان داده است و از روز پنجم تا آخر آزمایش، روند به‌صورت نزولی بوده است و این کاهش در همه تیمارها مشاهده گردید و در روز بیستم، کمترین میزان ویتامین ث در تیمار شاهد بوده است (شکل ۳).

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-03]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.15.16.5]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.15.189]



شکل ۴. تغییرات محتوی کلروفیل میوه‌های خیار تیمار شده با کیتوزان طی مدت نگهداری در انبار

کاهش ویتامین ث از لحاظ ارزش غذایی نامطلوب است، بنابراین جلوگیری از کاهش ویتامین ث که احتمالاً با جلوگیری از فعالیت آنزیم‌های مرتبط با اکسیداسیون آن صورت می‌گیرد در ماندگاری ارزش تغذیه‌ای میوه‌ها بسیار مفید است. کاهش در میزان ویتامین ث ممکن است به‌دلیل افزایش اکسیداسیون حاصل از کاهش آب باشد (۲۸). نتایج به‌دست آمده از اندازه‌گیری ویتامین ث با نتایج دانگ و همکاران (۸) که بهترین حفظ ویتامین ث در میوه لیچی را با تیمار کیتوزان ۲٪ به‌دست آوردند مشابه است، اگرچه تیمار ۲٪ و تیمار ۳٪ کیتوزان در گزارش دانگ تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. ویتامین ث در طول دوره نگهداری میوه گواوا نیز کاهش یافته است ولی این کاهش در تیمارهای کیتوزان کمتر بوده است (۱۴). کاهش افت میزان ویتامین ث به‌دلیل کاهش نفوذپذیری اکسیژن توسط پوشش‌هاست. اکسیژن کم باعث کاهش سرعت اکسیداسیون ویتامین ث می‌شود (۳). بنابراین می‌توان چنین برداشت نمود که اتمسفر تعدیل شده ایجاد شده توسط پوشش کیتوزان موجب کاهش از دست دادن ویتامین ث می‌شود. چن و همکاران (۵) نیز کمترین افت ویتامین ث در انبه را با تیمار ۱٪ کیتوزان گزارش دادند که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد.

اسیدهای آلی: بر اساس نتایج جدول مقایسه میانگین اثر تیمار کیتوزان بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خیار (جدول ۱)، بیشترین میزان اسید آلی در تیمار ۱٪ کیتوزان مشاهده شد ولی با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت. در هنگام رسیدن و افزایش فعالیت های سوخت‌وساز، اسیدهای آلی میوه کاهش پیدا می‌کنند. پوشش‌های خوراکی با تغییر اتمسفر درونی و کاهش سرعت تنفس میوه باعث حفظ بهتر اسیدهای آلی می‌شوند (۱۰). غلظت‌های کیتوزان نیز در این آزمایش باعث حفظ بهتر اسید آلی در میوه‌ها شدند ولی با شاهد تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۱).

کلروفیل: نتایج به‌دست آمده از جدول مقایسه میانگین اثر کیتوزان بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خیار (جدول ۱)، نشان می‌دهد که بیشترین محتوی کلروفیل در تیمار ۱٪ کیتوزان می‌باشد که با تیمار شاهد و تیمار ۲٪ کیتوزان تفاوت معنی‌داری دارد. تیمار شاهد نیز با کمترین میزان کلروفیل، جز با تیمار ۱٪ کیتوزان، با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نشان نداد. میزان کلروفیل در طول زمان در همه تیمارها کاهش یافته است ولی این کاهش در تیمار ۱٪ کیتوزان کمتر بوده است (شکل ۴). اعتقاد بر این است که کیتوزان سرعت تنفس را آهسته و تولید اتیلن را کاهش می‌دهد (۱۴). هم‌چنین گزارش شده‌است که در

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-03]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.15.16.5]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.15.189]

میوه پاپایا، کیتوزان باعث افزایش غلظت درونی CO_2 شده است (۱) و به‌عنوان یک نتیجه، افزایش سطح CO_2 باعث کاهش سنتز اتیلن و تأخیر در پیری میوه و در نتیجه کاهش تخریب کلروفیل می‌شود (۲۲). تأثیر مثبت کیتوزان بر حفظ کلروفیل در میوه‌های گواوا (۱۴) و لانگون‌فروت (۱۷) نیز گزارش شده‌است که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. به‌نظر می‌رسد غلظت ۲٪ کیتوزان در این آزمایش باعث صدمه به بافت میوه شده که افزایش تنفس و افزایش فعالیت آنزیم‌ها و در نتیجه کاهش میزان کلروفیل را باعث شده است.

نتیجه‌گیری

به‌نظر می‌رسد پوشش خوراکی کیتوزان می‌تواند باعث حفظ کیفیت میوه‌ها به مدت طولانی‌تر و در نتیجه افزایش عمر انبارمانی خیار شود و تأثیر غلظت ۱٪ کیتوزان نسبت به سایر غلظت‌ها بهتر می‌باشد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه صنعتی اصفهان که حمایت مالی و اجرایی این تحقیق را انجام دادند تشکر می نمایند.

منابع مورد استفاده

1. Ali, A., M. T. M. Muhammad, K. Sijam and Y. Siddiqui. 2011. Effect of chitosan coatings on the physicochemical characteristics of Eksotika II papaya (*Carica papaya L.*) fruit during cold storage. *Food Chemistry* 124: 620–626.
2. Ardakani, M. D., Y. Mostofi and R. Hedayatnejad. 2010. Study on the effects of chitosan in preserving some qualitative factorsof table grape (*Vitis vinifera*). *Acta Horticulturae* 877: 739-742.
3. Ayranci, E. and S. Tunc. 2004. The effect of edible coatings on water and vitamin C loss of apricots (*Armeniaca vulgaris* Lam.) and green peppers (*Capsicum annuum* L.). *Food Chemistry* 87(3): 339-342.
4. Bautista-Banos, S., A. N. Hernandez-Lauzardo, M. G. Velazquez-del Valle, M. Hernandez-Lo pez, E. Ait Barka, E. Bosquez-Molina and C. L. Wilson. 2006. Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. *Crop Protection* 25: 108-118.
5. Chien, P. J., F. Sheu and F. H. Yang. 2007. Effects of edible chitosan coating on quality and shelf life of sliced mango fruit. *Journal of Food Engineering* 78: 225–229.
6. Coma, V., A. Martial-Gros, S. Garreau, A. Copinet, E. Salin and A. Deschamps. 2002. Edible antimicrobial films based on chitosan matrix. *Journal of Food Science* 67: 1162-1169.
7. Diab, T., C. G. Biliaderis, D. Gerasopoulos and E. Sfakiotakis. 2001. Physicochemical properties and application of pullulan edible films and coatings in fruit preservation. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 81: 988–1000.
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. *Journal of Food Engineering* 64: 355–358.
9. Finidokht, R., M. Asghari and H. Shirzad. 2011. The effect of chitosan on postharvest life extension and qualitative characteristics of table grape “Shahroodi”. *Iranian Journal of Food Science* 26(4): 378-384. (In Farsi).
10. Galvis-Sanchez, A. C., S. C. Fonseca, A. M. Morais and F. X. Malcata. 2003. Physicochemical and sensory evaluation of ‘Rocha’ pear following controlled atmosphere storage. *Journal of Food Science* 68: 318-327.
11. 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. *Caspian Journal of Environment Science* 8: 25-33
12. Hernandz- Munoz, P., E. Almenar, M. J. Ocio and R. Gavara. 2006. Effect of calcium dips and chitosan coatings on postharvest life strawberries (*Fragaria × ananassa)*. *Postharvest Biology and Technology* 39: 247-253.
13. Hernandez-Munoz, P., E. Almenar, V. D. 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 Chemistry* 110: 428-435.
14. Hong, K., J. Xie, L. Zhang, D. Sun and D. Gong. 2012. Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of guava (*Psidium guajava* L.) fruit during cold storage. *Scientia Horticulturae* 144: 172–178.
15. Huber, D. J. 1983. The role of cell wall hydrolases in fruit softing. *Horticultural* 5: 169-205.
16. Jiang, T. J., L. F. Feng and J. R. Li. 2012. Changes in microbial and postharvest quality of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) treated with chitosan–glucose complex coating under cold storage. *Food Chemistry* 131: 780-786.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-03]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.15.16.5]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.15.189]

17. Jiang, Y. M. and Y. B. Li. 2001. Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of longan fruit. *Food Chemistry* 73: 139-143.
18. Kester, J. J. and O. R. Fennema. 1986. Edible films and coatings. A review. *Food Technology* 40(12): 47-59.
19. Li, P. and M. M. Barth. 1998. Impact of edible coatings on nutritional and physiological changes in lightly processed carrots. *Postharvest Biology and Technology* 14: 51-60.
20. Lin, D. and Y. Zhao. 2007. Innovations in the development and application of edible coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 6:60-75.
21. Liu, J., S. P. Tian, X. H. Meng and Y. Xu. 2007. Control effects of chitosan on postharvest diseases and physiological response of tomato fruit. *Postharvest Biology and Technology* 44: 300-306.
22. Martínez-Romero, D., N. Alburquerque, J. M. Valverde, F. Guillén, S. Castillo, D. Valero and M. Serrano. 2006. Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by *Aloe vera* treatment: a new edible coating. *Postharvest Biology and Technology* 39: 93-100.
23. McHugh, T. H. and E. Senesi. 2000. Apple wraps: A novel method to improve the quality and extend the shelf life of fresh-cut apples. *Journal of Food Science* 65(3): 480-485.
24. 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.
25. Nilsson, T. 2005. Effects of ethylene and 1-MCP on ripening and senescence of European seedless cucumbers. *Postharvest Biology and Technology* 36 : 113-125.
26. Rabea, E. I., M. E. T. Badawy, C. V. Stevens, G. Smagghe and W. Steurbaut. 2003. Chitosan as antimicrobial agent: applications and mode of action. *Biomacromolecules 4*(6): 1457-1465.
27. Romanazzi, G., F. Nigro and A. Ippolito. 2003. Short hypobaric treatments potentiate the effect of chitosan in reducing storage decay of sweet cherries. *Postharvest Biology and Technology* 29: 73-80
28. Shin, Y., R. H. Liu, J. Nock, D. Holliday and C. B. Watkins. 2007. Temperature and relative humidity effects on quality, total ascorbic acid, phenolics and flavonoid concentrations, and antioxidant activity of strawberry. *Postharvest Biology and Technology* 45: 349-35
30. Xu, W. T., K. L. Huang, F. Guo, W. Qu, 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* 46: 86-94.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-04-03]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.15.16.5]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.15.189]