Journal of Food Processing and Preservation
Print ISSN: 2322 - 2069
Online ISSN: 2322 - 2794

Evaluation of chitosan and cinnamon extract coating on qualitative, physicochemical and microbial properties of apple fruit during cold storage

Bahram Pashazadeh[1] | Amir Hossein Elhami Rad[2*] | Hassan Haj Najjari[3] | Parvin Shariaei[4]

[1] Department of Food Science and Technology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran.
[2] Department of Food Science and Technology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran, Email: ah.elhami@gmail.com
[3] Research Institute of Moderate and Cold Fruits, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Education and Extension Research Organization, Karaj
[4] Technical and Engineering Research Department of Khorasan Razavi Research, Agricultural and Natural Resources Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Mashhad, Iran

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 20.01.2021
Revised: 13.04.2021
Accepted: 28.04.2021

Keywords:
Apple
Cinnamon
Chitosan
Shelf life

ABSTRACT

Background and Objectives: Apples are one of the most important horticultural products that are increasingly considered for preservation and post-harvest issues. Therefore, it is necessary to use safe methods to control spoilage and maintain the quality of apple fruit during storage. Cinnamon *(Cinnamomum blume)*, known as the camphor tree, native to Asia and Australia, has about 50 species of evergreen trees and shrubs. Some of them are ornamental, fragrant or like Ceylon cinnamon, a tree with medicinal properties. Cinnamon essential oil has antifungal and antibacterial properties, which are probably related to the content of orthometoxy cinnamaldehyde. Chitosan is used in antimicrobial films and edible films due to its inhibitory properties against many pathogens and fungi. Chitosan is able to form a semi-permeable layer on the skin of the fruit. As a result, the rate of fruit respiration reduces fruit quality and is effective in increasing fruit storage time. This study was conducted to investigate the effect of chitosan and cinnamon extract coating on increasing the quality and shelf life of apple fruit (*IRI4* variety).

Materials and Methods: Fruits treated with chitosan (1.5%) and three levels of cinnamon extract (0%, 5%, 10%) with control were cold stored at 0.5˚C under 90% of relative humidity. During three month storage, various physicochemical, microbial, and sensory tests were performed. These experiments were analyzed in a completely randomized design by SAS software.

Results: The differences in the characteristics between the treated fruits compared to the control showed the effectiveness of the treatments in most quantitative and qualitative characteristics of apple fruit. In this regard, the highest tissue stiffness in the second month, with 30.65 N / m^2, and the lowest weight loss (2.87%) and overall microbial count (15.33 CFU log / g) in the third month were related to the samples coated with cinnamon extract + chitosan. According to the mean comparison of TSS, pH and acidity of apple fruit, the highest percentage of soluble solids (TSS) along with highest pH and lowest acidity was obtained using chitosan +10%

cinnamon as coating formulation. The most significant measured properties were weight loss, stiffness, acidity, soluble solids and overall microbial count.

Conclusion: The results showed that the effect of treatment on most traits was significant. Comparative studies between control samples, chitosan and cinnamon extract proved that the storage period of apple fruit may be increased by controlling microbial load and maintaining fruit quality.

Cite this article: Pashazadeh, B., Elhami Rad, A.H., Haj Najjari, H., Shariaei, P. 2022. Evaluation of chitosan and cinnamon extract coating on qualitative, physicochemical and microbial properties of apple fruit during cold storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 13 (4), 23-42.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/EJFPP.2022.18777.1651
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

فرآوری و نگهداری مواد غذایی
شاپا چاپی: ۳۵۴۴-۲۴۲۳
شاپا الکترونیکی: ۳۸۰۳-۲۴۲۳

بررسی اثر پوشش کیتوزان و عصاره دارچین بر خصوصیات کیفی، فیزیکوشیمیایی و میکربی میوه سیب طی نگهداری در سردخانه

بهرام پاشازاده[۱] | امیر حسین الهامی راد[۲*] | حسن حاج نجاری[۳] | پروین شرایعی[۴]

۱. گروه علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران
۲. گروه علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران، رایانامه: ah.elhami@gmail.com
۳. پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرج
۴. بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی-پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۰۱
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۰/۰۱/۲۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۱/۰۸

واژه‌های کلیدی:
سیب
دارچین
کیتوزان
ماندگاری

چکیده

سابقه و هدف: سیب از مهم‌ترین محصولات باغی است که نگهداری و مسائل پس از برداشت آن به‌طور روز افزون مورد توجه قرار گرفته است. به‌همین دلیل استفاده از روش‌های ایمن برای کنترل فساد و حفظ کیفیت میوه سیب در زمان نگهداری ضروری است. دارچین (*Cinnamomum blume*) مشهور به درخت کافور، بومی آسیا و استرالیا، حدود ۵۰ گونه درختی و درختچه‌ای همیشه سبز دارد. برخی از آن‌ها زینتی و یا مانند دارچین سیلانی، درختی با خواص دارویی است. اسانس دارچین خاصیت ضد قارچی و ضد باکتری دارد که احتمالاً این آثار مربوط به محتوی ارتو-متوکسی سینامالدئید است. کیتوزان به‌دلیل خاصیت بازدارندگی بسیاری از عوامل بیماری زا و قارچ‌ها در فیلم‌های ضدمیکروبی و فیلم های خوراکی استفاده می‌شود. کیتوزان با ایجاد لایه نیمه نفوذی روی پوست میوه قادر به کاهش میزان تنفس میوه و در نتیجه افزایش زمان نگهداری آن می‌باشد. این تحقیق به‌منظور بررسی اثر پوشش کیتوزان و عصاره دارچین بر افزایش خصوصیات کیفی و ماندگاری میوه سیب رقم امیدبخش *IRI4* انجام شد.

مواد و روش‌ها: میوه‌های تیمار شده توسط کیتوزان (۱/۵ درصد) و سه سطح عصاره دارچین (۰، ۵ و ۱۰ درصد) به همراه شاهد در سردخانه با دمای ۰/۵±۱ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰ درصد قرار گرفتند و در طول دوره نگهداری، آزمون‌های مختلف فیزیکوشیمیایی، میکروبی و حسی طی سه ماه انجام شد. این آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی و توسط نرم‌افزار SAS تحت آنالیز واریانس قرار گرفت.

یافته‌ها: وجود تفاوت‌ها در خصوصیات بین میوه‌های تیمار شده در مقایسه با شاهد نشان دهنده تأثیر پذیری تیمارها در اکثر خصوصیات کمی و کیفی میوه سیب بود. برای مثال، بیشترین سفتی بافت در ماه دوم، با ۳۰/۶۵ نیوتن بر میلی‌متر مربع و کمترین کاهش وزن و شمارش کلی میکروب‌ها به ترتیب ۲/۸۷ درصد و ۱۵/۳۳ CFU/g در ماه سوم مربوط به استفاده از عصاره دارچین همراه با کیتوزان بود و نیز مقایسه میانگین TSS، pH و اسیدیته میوه سیب در کاربرد تیمارها نشان داد که بیشترین درصد مواد جامد محلول (TSS) مربوط به کاربرد ترکیب کیتوزان با دارچین ۱۰ درصد و همچنین بیشترین مقدار pH و متعاقبا کمترین اسیدیته مربوط به شاهد بود. از بین خصوصیات اندازه‌گیری شده میزان کاهش وزن،

سفتی، مقدار اسیدیته، مواد جامد محلول و میزان شمارش کلی میکروب‌ها بیشتر قابل توجه بودند.
نتیجه گیری: نتایج نشان داد که اثر تیمار بر اکثر صفات معنی‌دار بود. بررسی‌های مقایسه‌ای انجام شده بین نمونه‌های شاهد، کیتوزان و عصاره دارچین ثابت کرد می‌توان دوره نگهداری میوه سیب را با کنترل بار میکروبی و حفظ کیفیت میوه افزایش داد.

استناد: پاشازاده، ب.، الهامی‌راد، الف.ح.، حاج نجاری، ح.، شرایعی، پ. (۱۴۰۰). بررسی اثر پوشش کیتوزان و عصاره دارچین بر خصوصیات کیفی، فیزیکوشیمیایی و میکربی میوه سیب طی نگهداری در سردخانه. *فرآوری و نگهداری مواد غذایی*، ۱۳ (۴)، ۴۲-۲۳.

DOI:10.22069/EJFPP.2022.18777.1651

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

درخت سیب از خانواده گل‌سرخیان (Rosaceae)، زیر خانواده سیبیان (Pomoideae) است (۳۰). سیب از مهم‌ترین محصولات باغی است که نگهداری و مسائل پس از برداشت آن به‌طور روز افزون مورد توجه دست اندرکاران صنعت باغبانی قرار دارد. در سال ۱۳۹۸، ۱۰ درصد از ۲/۵ میلیون هکتار سطح زیر کشت محصولات باغبانی به محصولات دانه‌دار و ۹ درصد آن به محصول سیب اختصاص داشته است. تولید کل محصولات باغبانی معادل ۲۳/۵ میلیون تن و بیشترین سهم در بین محصولات با ۱۷/۱ درصد برابر ۴ میلیون تن متعلق به سیب بوده است و عملکرد در واحد سطح آن ۱۷/۰۳۶ تن گزارش شده است (۲۴).

بر طبق آمارهای جهانی منتشر شده در سال ۲۰۱۹ میلادی ایران با تولید ۲.۲۴۱.۰۰۰ تن هفتمین کشور در بین ۱۰ کشور عمده تولید کننده سیب در جهان است که پس از کشورهایی مانند چین (۴۲ میلیون تن)، آمریکا (۵ میلیون تن) و ترکیه (۳.۶۰۰.۰۰۰ تن) قرار می‌گیرد (۱۱). به نظر می‌رسد یکی از راه‌کارهای کلیدی تنظیم بازار تازه خوری سیب کشور برای کاهش ضایعات جلوگیری از ورود هم زمان محصول به بازار مصرف می‌باشد. افزایش قدرت انبارمانی ارقام به روش‌های مدرن در انبار سرد با بهره‌گیری از پوشش عصاره گیاهان دارویی مانند اسانس دارچین علاوه بر حفظ کیفیت سیب ضامن سلامت مصرف کننده نیز خواهد بود.

آلودگی میکروبی موادغذایی، نگرانی بزرگی است و با افزایش جمعیت انسان کنترل آن مشکل‌تر می‌شود، بنابراین یافتن راه حلی جهت کاهش این آلودگی ضرورت دارد. مشخص شده است وجود ضد میکروب‌های طبیعی شامل گیاهان و یا متابولیت‌های ثانویه میکروبی قادر به کاهش جمعیت میکروب‌ها مخصوصاً انواع بیماری‌زا هستند. تحقیقات زیادی روی خواص ضد میکروبی داروهای گیاهی و ادویه‌جات مختلف انجام شده است. خاصیت ضدمیکروبی این مواد به نوع ترکیبات ضد میکروبی آن‌ها، نوع میکروارگانیسم و در نهایت نوع ماده غذایی بستگی دارد (۱۷). دارچین (*Cinnamomum blume*) مشهور به درخت کافور، بومی آسیا و استرالیا، حدود ۵۰ گونه درختی و درختچه‌ای همیشه سبز دارد. برخی از آن‌ها زینتی و یا مانند دارچین سیلانی، درختی با خواص دارویی است. اسانس دارچین خاصیت ضدقارچی و ضدباکتری دارد که احتمالاً این آثار مربوط به محتوی ارتو-متوکسی سینامالدئید است (۹). دارچین از جمله مواد گیاهی است که از قدیم به‌عنوان یک ماده معطر در تهیه غذاهای مختلف به کار می‌رود و در ضمن خاصیت ضدمیکروبی هم دارد. دارچین واقعی از نظر طعم و رایحه دارای ویژگی‌های منحصر به فردی است (۱). آزمون‌های مختلف تعیین ظرفیت آنتی اکسیدانی دارچین با تست مهار رادیکال ABTS و سنجش رادیکال‌های آنیون سوپراکسید سوپراکس نشان می‌دهد که مسیر مهار اکسیداسیون با دارچین متعدد است (۲۵). حسینی و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی قابلیت اسانس و فراکشن‌های مختلف عصاره متانولی چند گیاه از جمله دارچین در مهار رادیکال آزاد نشان دادند در گیاه دارچین فراکشن‌های آبی و اسانس دارای بیشترین مقدار اثر آنتی اکسیدانی می‌باشند (۱۸). راناسینگه و همکاران (۲۰۰۲) نیز با بررسی اثر ضد قارچی‌گیاه دارچین علیه تعدادی قارچ از جمله فوزاریوم نشان دادند که این‌گیاه می‌تواند باعث مهار رشد قارچ‌های مورد آزمایش شود (۳۲).

کیتوزان یک پلی‌ساکارید کاتیونی است که از فرآیند استیل زدایی قلیایی کیتین بدست می‌آید (۲۳). کیتوزان به‌خاطر خاصیت بازدارندگی رشد بسیاری از باکتری‌های بیماری‌زا و قارچ‌ها در فیلم‌های

ضدمیکروبی و پوشش‌های خوراکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. کیتوزان قادر به تشکیل فیلم نیمه نفوذپذیر روی پوست میوه است (۵). در نتیجه مقدار تنفس میوه را کاهش می‌دهد، کیفیت میوه را کنترل کرده و در افزایش دوره انباری میوه موثر است. زیانقونگ و همکاران (۲۰۱۰) اثر ضدقارچی پوشش کیتوزان ۱ درصد را بر پوشش‌دهی میوه گلابی مورد مطالعه قرار دادند. بعد از ۵ روز نگهداری در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد اثر ضد قارچی کیتوزان در گلابی کاملا قابل مشاهده بود. کیتوزان تأثیر معنی‌داری بر روی ویژگی‌های حسی گلابی نداشت (۳۶). خلید و همکاران (۲۰۱۲) اثر پوشش کیتوزان به‌عنوان یک عامل ضد قارچی را در محافظت از دانه‌های کنگر فرنگی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که همه تیمارهای کیتوزان فعالیت انواع قارچ‌ها را کاهش داده و باعث افزایش رشد گیاه شد (۲۰). علی‌رغم وجود برخی مطالعات پیرامون تاثیر پوشش‌های شیمیایی مانند ۱- متیل سیکلو پروپن و نانوجاذب اتیلن بر افزایش بر دوره انباری دو رقم سیب (۲۸)، کمترین تحقیقات بر تأثیر خصوصیات ضدمیکروبی و کیفیت سیب با استفاده از عصاره گیاهان دارویی مانند دارچین انجام شده است. رقم امید بخش سیب "IRI4" بسیار دیررس، اندازه میوه بزرگ و عملکرد آن بسیار بالاست. این رقم متحمل به سرما و خودسازگار است (۱۶). این تحقیق به‌منظور بررسی اثر پوشش کیتوزان و عصاره دارچین بر افزایش خصوصیات کیفی و ماندگاری میوه سیب رقم امیدبخش IRI4 انجام شد.

مواد و روش‌ها

نحوه برداشت میوه: برداشت میوه از درختان ۱۲ ساله رقم در دست معرفی و بسیار دیررس IRI4 بر پایه رویشی MM111، در مرحله فنولوژیک زمان رسیدن (مهر ماه) مستقر در کلکسیون ملی ارقام تجاری سیب بومی و وارداتی واقع در ایستگاه تحقیقات باغبانی کمال شهر کرج زیر نظر پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری صورت گرفت. میوه‌ها به آرامی و توسط کف دست با پیچاندن در جهت مخالف یا موافق عقربه‌های ساعت بدون وارد نمودن کمترین فشار با نوک انگشتان و یا ایراد ضربه از درخت چیده شد و به آرامی در جعبه‌های مناسب که در سایه درختان قرار گرفته بودند قرار داده شدند. سپس بلافاصله نمونه‌های برداشتی که از نظر اندازه، شکل و رنگ تقریباً یکسان بودند در شرایط مناسب به سردخانه در دمای ۰/۵ ± ۱درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰ درصد منتقل شدند.

روش تیماردهی

آماده سازی محلول: مقدار ۱/۵ گرم از پودر کیتوزان تهیه شده از شرکت سیگما آلدریچ (آمریکا) توزین گردید و با مقدار ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط شد، سپس محلول حاصل به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد روی همزن مغناطیسی پیوسته همزده شد. همچنین پوسته دارچین که از بازار سنتی مشهد تهیه شده بود به روش سنتی عصاره‌گیری شد. در این روش پودر دارچین و حلال (اتانول) به نسبت ۱ به ۴ به‌مدت ۲۴ ساعت با هم مخلوط شد و جهت حذف مواد جامد عصاره با کاغذ واتمن شماره یک با پمپ خلاء صاف شد. سپس عصاره دارچین در غلظت ۰، ۵ و ۱۰ درصد به محلول کیتوزان اضافه گردید. بر این اساس سه محلول پوشش جهت آزمون‌های بعدی آماده شد.

روش پوشش‌دهی: ابتدا سیب‌ها با آب شسته شدند و سپس داخل آبکش قرار داده شدند تا توسط هوا خشک شوند. نمونه‌های سیب درون محلول پوشش‌دهی برای مدت ۵ دقیقه کاملاً غوطه ور شدند تا تمام سطح سیب‌ها آغشته به محلول شوند. بعد از

خارج کردن سیب‌ها از محلول پوشش دهنده به مدت ۳۰ دقیقه در داخل آبکش قرار داده شدند و توسط هوای محیط خشک شدند. در نهایت تعداد مناسبی سیب پوشش دار در شانه‌های مخصوص سیب درون جعبه منفذدار گذاشته شد. نمونه‌های تیمار شده همراه با نمونه‌های شاهد بدون پوشش در سردخانه با دمای ۰/۵ ± ۱درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۹۰ درصد به مدت ۳ ماه نگهداری شدند در طول زمان نگهداری، هر ماه یک بار آزمایش‌های زیر انجام شد.

درصد کاهش وزن: برای اندازه‌گیری کاهش وزن، میوه‌های موجود در جعبه‌های جداگانه ماهی یک بار وزن شدند و نسبت به وزن اولیه مقایسه شدند. وزن هر میوه با ترازوی دیجیتالی College مدل B502 با دقت ۰/۱ گرم ثبت گردید.

اندازه‌گیری سفتی بافت میوه: درجه سفتی بافت میوه بر حسب کیلوگرم نیرو بر سانتی‌متر مربع، به وسیله دستگاه بافت سنج مدل Hounsfield–H5KS ساخت انگلستان صورت گرفت. این کار با برش لایه نازکی از پوست به قطر یک سانتی متر مربع در سه قسمت میوه به وسیله کارد تیز و تعیین ماکزیمم نیروی وارده بر سطح بر حسب نیوتن بر میلی مترمربع برای نفوذ میله ای به قطر ۶/۴ میلی متر و سرعت ۲۰ میلی‌متر در دقیقه در بافت سیب و با سه تکرار انجام شد (۱۴).

اندازه‌گیری ویژگی‌های شیمیایی: از نمونه‌های سیب مورد آزمون یک برش طولی به اندازه حدود یک پنجم حجم میوه جدا شده و قسمت تخمدان از گوشت میوه جدا شده و آب‌گیری انجام شد؛ آب میوه پس از صاف شدن با کاغذ صافی درون ارلن جمع‌آوری شد (۲۹). آب میوه صاف شده برای اندازه‌گیری‌های لازم در آزمایش‌های شیمیایی شامل سنجش مقدار مواد جامد محلول، اسید قابل تیتراسیون و pH استفاده شد.

سنجش مقدار کل مواد جامد محلول (TSS): با قرار دادن چند قطره از افشره سیب‌ها بر سطح منشور رفراکتومتر دستی ATAGO مدل 20181MC تعیین شد (۱۹).

اندازه‌گیری pH: تعیین pH ۲۰ میلی‌لیتر از عصاره خالص میوه پس از کالیبره نمودن دستگاه pH متر دیجیتالی با محلول‌های بافر ۴ و ۷، انجام شد (۱۹).

اندازه‌گیری اسیدیته قابل تیتراسیون (TA): میزان اسیدیته قابل تیتراسیون با استفاده از محلول سود سوزآور ۰/۱ نرمال و بر اساس رابطه ۱ بر حسب درصد اسید غالب گزارش شد (۱۹).

رابطه ۱.

۱۰۰ ×[(۱۰۰۰×حجم آب میوه خالص)/(نرمالیته سود×اکی والان اسید غالب×میزان سود مصرفی)]=درصد اسیدیته

اندازه‌گیری اسید آسکوربیک: در این پژوهش برای اندازه گیری ویتامین ث از روش شیمیایی تیتراسیون با استفاده از شناساگر ۲، ۶ دی کلروفنل ایندوفنل استاندارد استفاده شد. در این روش عصاره نمونه در اسید اگزالیک با معرف رنگی سدیم ۲، ۶ دی کلروفنل ایندوفنل استاندارد تیتر گردید تا رنگ صورتی کمرنگ که به مدت ۵۰–۱۰ ثانیه باقی بماند، به دست آید (۳).

اندازه‌گیری CO_2: اندازه‌گیری کمی CO_2 توسط دستگاه Testo مدل ۴۳۵ انجام شد. سه عدد نمونه سیب پس از توزین با ترازوی دیجیتالی (مدل PE626) در داخل محفظه آب بندی شده قرار گرفت و میزان CO_2 تولید شده در مدت زمان ۳۰ دقیقه توسط دستگاه ذکر شده در فواصل ۱ دقیقه‌ای بر حسب ppm اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری رنگ: اندازه‌گیری رنگ توسط دستگاه رنگ سنج‌هانترلب مدل DP9000 ساخت ایران صورت گرفت. دستگاه رنگ‌سنج‌هانترلب یک اسپکتروکالریمتر است. در حال حاضر فضاهای رنگی

و مقادیر عددی جهت ایجاد، بیان و مشخص نمودن رنگ در فضای دو بعدی یا سه بعدی استفاده مِی‌شود. با توجه به نوع کاربرد از فضاهای رنگی مختلف مثل RGB، CMYK و *L*a*b استفاده می‌شود. در میان فضاهای ذکر شده *L*a*b وسعت بیشتری نسبت به بقیه فضاها ایجاد می‌کند (۲۲). روشی که در حال حاضر جهت اندازه‌گیری رنگ مواد غذایی بیشتر متداول است، استفاده از Lab یا *L*a*b می‌باشد. *L*a*b یا CIELab یک استاندارد جهانی است که در سال ۱۹۷۶ توسط کمیسیون بین‌المللی روشنایی[1] منتشر شد که در آن *L بیانگر روشنایی است که دامنه آن از ۰ (سیاه) تا ۱۰۰ (سفید) می‌باشد و *a در صورت مثبت بودن قرمز و در صورت منفی بودن سبز است و *b مثبت زرد و در صورت منفی بودن آبی است. *a و *b دو مؤلفه رنگی هستند که محدوده آن نامحدود است ولی در اغلب مقالات محدوده آن‌ها از ۱۲۰ الی ۱۳۰ ذکر شده است. از نظر اقلیدسی فاصله بین دو نقطه رنگی در مدل *L*a*b با فاصله‌ای که چشم انسان آن را تشخیص می‌دهد تقریبا برابر است. این فضا مستقل از دستگاه است و رنگ به صورت عدد ثابت بیان می‌شود به همین دلیل از آن در اغلب مطالعات مواد غذایی استفاده می‌شود.

آزمون میکروبی: نمونه‌ها از نظر شمارش کلی میکروارگانیسم‌ها و تعداد کپک و مخمر مورد ارزیابی قرار گرفتند. بدین منظور پس از نمونه‌گیری تصادفی از نمونه‌های مورد آزمایش و تهیه رقت سریالی درمحلول سرم فیزیولوژی استریل، مقدار ۰/۱ میلی‌لیتر به صورت کشت سطحی در پلیت‌های محتوی محیط کشت قرارگرفت و پس از مدت حداقل ۴۸ ساعت گرمخانه‌گذاری در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد جهت شمارش کلی میکروب‌ها و پس از حدود ۵ روز جهت شمارش کپک و مخمر شمارش انجام شد. در این آزمایش‌ها برای شمارش کلی میکروبی از محیط کشت استاندارد پلیت کانت آگار[2] و برای آزمایش‌های مربوط به کپک و مخمر از محیط کشت پوتیتو دکستروز آگار[3] استفاده شد. در نهایت تعداد میکروارگانیسم به صورت تعداد در گرم نمونه‌ها گزارش شد (۲۱) آزمایش‌های میکروبی با دو تکرار انجام شد.

ارزیابی ویژگی‌های حسی: میوه‌های سیب مناسب پس از انتخاب به‌صورت کامل با پوست شسته شده و درون پلاستیک‌های زیپ‌دار کدگذاری شده قرار داده شدند و به صورت ثابت طی ۳ ماه در اختیار ارزیاب‌ها که ۵ نفر خانم و ۵ نفر آقا با میانگین سنی ۳۵ سال بودند، قرار گرفت تا پاسخ‌ها از دقت و ثبات لازم برخوردار باشند و از آنها خواسته شد که با عمل دیدن، بوییدن و چشیدن و خوردن نمونه‌های ارائه شده نمره مورد نظر خود را در برگه‌های مخصوصی که از صفر تا ۱۰۰ به فواصل ۱۰ تایی درجه‌بندی شده بود در مورد هریک از خصوصیات بو، طعم، شیرینی، ترشی، بافت (کیفیت خوراکی)، آبداربودن و پذیرش کلی علامت بزنند. شاخص پذیرش کلی نمایانگر جمع بندی کلی ارزیاب از شاخص‌ها بوده و عدد ۰ بیانگر عدم رضایت ارزیاب و عدد ۱۰۰ رضایت‌مندی خیلی زیاد از رقم مورد آزمون بود (۳۵).

تجزیه و تحلیل داده‌ها: به منظور بررسی تأثیر عصاره دارچین برای افزایش ماندگاری و حفظ خصوصیات کیفی میوه سیب، آزمایشی در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی بر پایه آزمون فاکتوریل با تیمار عصاره دارچین همراه با کیتوزان اعمال شد. آنالیز واریانس (ANOVA) با استفاده از نرم افزار آماری SAS صورت گرفت و مقایسه میانگین‌ها با بهره‌گیری از

1. Comission International de L'Eclarirage

2. Plate count Agar
3. PotatoDextroseAgar

آزمون دانکن انجام شد. تمامی آزمون‌ها در سه تکرار انجام شد.

نتایج و بحث

بررسی خصوصیات شیمیایی: نتایج تجزیه واریانس صفات خصوصیات شیمیایی و میکروبی میوه نشان داد از نظر صفات طول دوره انبارمانی، تیمار و (تیمار×زمان)، اختلاف معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۱) وجود داشت (جدول ۱).

جدول۱-تجزیه واریانس مربوط به خصوصیات شیمیایی در طول مدت انبارمانی با استفاده از تیمارهای دارچین و کیتوزان

Table 1- Analysis of variance related to chemical properties during storage using cinnamon and chitosan treatments

منابع تغییرات Source of variance	درجه آزادی DF	میانگین مربعات Square means				
		آزمون میکروبی Microbial test	ویتامین ث Vitamin C	pH	TA اسیدیته قابل تیتراسیون	TSS مقدار کل مواد جامد محلول
تیمار Treatment	3	516.6**	29/70 **	0/051 **	0/0032 **	5/39 **
زمان انبارمانی Storage time	2	1027 **	76/53 **	0/025 **	0/0018 **	2/89 **
تیمار× زمان Treatment×time	6	26/6**	11/18**	0/019 **	0/0086 **	4/56 **
خطا Error	24	3/36	0/009	0/0038	0/00001	0/284
ضریب تغییرات (CV %)		8/64	0/71	1/47	1/37	3/41

** و NS به‌ترتیب معنی‌داری در سطح آماری ۱ درصد و غیرمعنی‌دار

** Significance level at P<0.01. NS: Not-significant

جدول ۲- مقایسه میانگین خصوصیات شیمیایی و میکروبی در کاربرد تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن

Table 2- Mean comparison of chemical and microbial properties in the application of treatments using Duncan's multiple range test

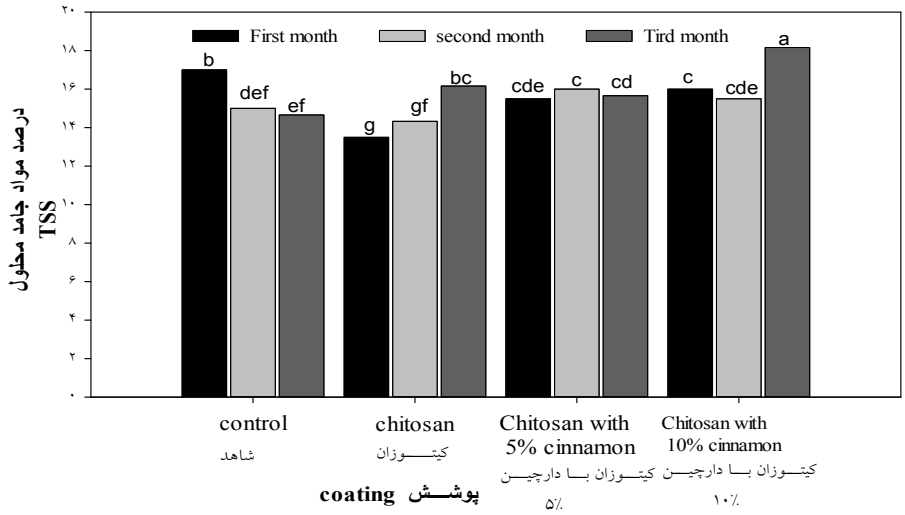
تیمار Treatment	آزمون میکروبی Microbial test	ویتامین ث Vitamin C	TSS مقدار کل مواد جامد محلول	TA اسیدیته قابل تیتراسیون	pH
نمونه شاهد Control sample	27/77 ±1/24[a]	11/72±0/5 [d]	15/55 ±1/03[d]	0/18 ±0/02 [d]	4/27 ±0/8 [a]
کیتوزان Chitosan	24/77 ±1/03 [b]	15/83±1/01 [a]	14/66 ±1/01 [c]	0/20 ±0/03[c]	4/31 ±0/9 [b]
کیتوزان با دارچین ۵% Chitosan with 5% cinnamon	21/88 ±1/01 [d]	14/63 ±1/01[b]	15/72 ±1/03 [b]	0/22 ±0/03 [b]	4/15 ±0/4 [b]
کیتوزان با دارچین۱۰% Chitosan with 10% cinnamon	10/44±0/2[c]	12/92 ±0/9 [c]	16/55 ±1/08[a]	0/23 ±0/03[a]	4/15 ±0/4 [b]

*حروف ناهمسان در هر ستون اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد را نشان می‌دهد.

Different lowercase letters in each column indicate a significant difference (P <0.01) between different treatments.

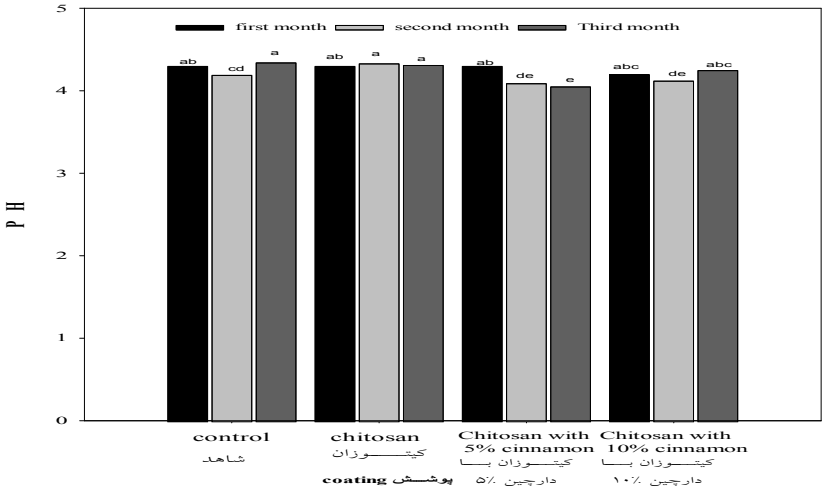
درصد مواد جامد محلول (TSS)، pH میوه و اسیدیته قابل تیتراسیون (TA): در بررسی‌های انجام شده مربوط به مقایسه میانگین TSS، pH و اسیدیته میوه سیب در کاربرد تیمارها نشان داد که بیشترین درصد مواد جامد محلول (TSS) مربوط به کاربرد ترکیب کیتوزان با سطح ۱۰ درصد عصاره دارچین و همچنین بیشترین مقدار pH و متعاقبا کمترین اسیدیته مربوط به شاهد می‌باشد (جدول ۲). همچنین مقایسه میانگین اثرات متقابل مدت زمان انبارمانی و تیمارها بر TSS، pH و اسیدیته میوه سیب نشان داد که در

استفاده و عدم استفاده از تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود دارد؛ بطوریکه تیمار کیتوزان با دارچین ۵ و ۱۰ درصد باعث حفظ TSS شده‌است. در مورد pH و اسیدیته نیز اختلاف معنی‌دار بین تیمارها مشاهده نشد (شکل ۱، ۲ و ۳).



شکل ۱- مقایسه میانگین اثرات متقابل مدت زمان انبارمانی و تیمارها بر سطح مواد جامد محلول (TSS)

Figure 1- Mean comparisons effects of interaction between storage time and treatments on TSS

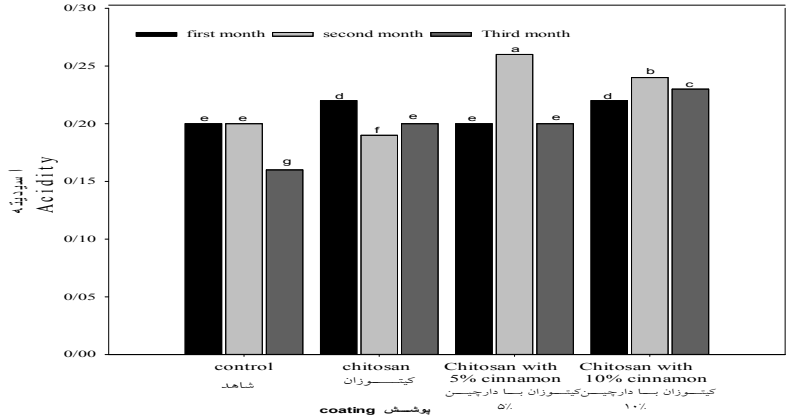


شکل ۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل مدت زمان انبارمانی و تیمارها بر سطح pH

Figure 2- Mean comparisons effects of interaction between storage time and treatments on the pH

عموماً هر چه مقدار TA میوه کمتر باشد pH آن بالاتر است و از آنجا که یکی از مواد اولیه مورد مصرف در تنفس، اسیدهای آلی می‌باشد با توجه به کاهش اسیدیته و افزایش pH در طول نگهداری در سردخانه، به نظر می‌رسد این تغییرات به‌دلیل مصرف اسیدهای آلی در سوخت و ساز میوه یا تبدیل آن‌ها به قند باشد. بسیاری از پژوهشگران به افزایش درصد مواد جامد محلول در طول دوره انبارمانی اشاره نموده‌اند، ولی در بررسی‌های برخی دیگر از جمله ناصری و همکاران (۱۳۸۰)، کاهش مواد جامد محلول در طول دوره انبارمانی رخ داده است (۲۷). همچنین محققین متعددی در تغییرات اسیدیته به این نتیجه

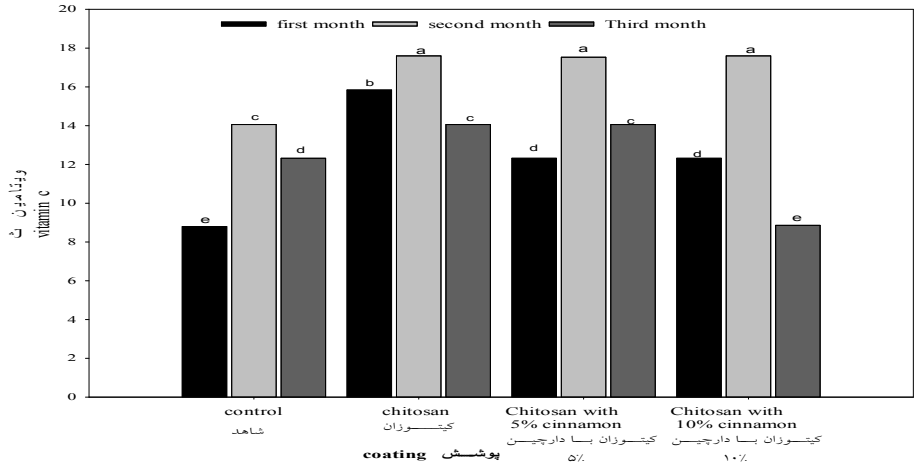
رسیدند که سطح TA طی نمو میوه تا زمان رسیدن و نیز طی دوره انبارمانی روند کاهشی داشته و شتاب این کاهش به مقدار زیادی متاثر از خصوصیات ژنتیکی رقم می‌باشد (۳۴). جیانگ و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که استفاده از پوشش خوراکی کیتوزان مانع از کاهش مقدار کل مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتراسیون و باعث افزایش ماندگاری میوه لیچی می‌شود (۱۵).



شکل ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل مدت زمان انبارمانی و تیمارها بر اسیدیته (TA)

Figure 3- Mean comparisons effects of interaction between storage time and treatments on acidity

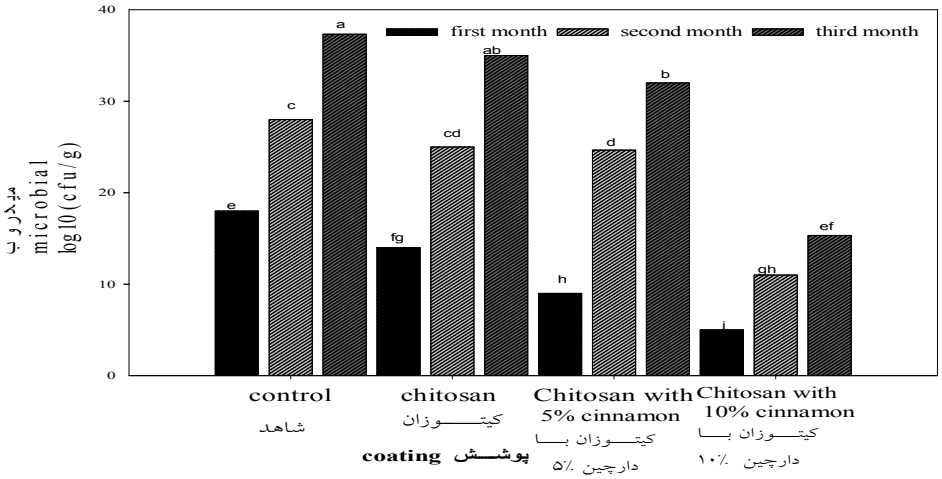
ویتامین ث: در بررسی‌های انجام شده در خصوص مقایسه میانگین ویتامین ث در کاربرد تیمارها نشان داد بیشترین میزان ویتامین ث مربوط به کاربرد کیتوزان با دارچین ۵ درصد می‌باشد (جدول ۲). همچنین مقایسه میانگین اثرات متقابل مدت زمان انبارمانی و تیمارها نشان داد اختلاف معنی‌داری بین کاربرد تیمارها با شاهد وجود دارد و بیشترین میزان مربوط به ماه دوم می‌باشد (شکل۴). کاهش میزان ویتامین ث طی مدت انبارمانی ممکن است ناشی از افزایش اکسیداسیون حاصل از کاهش آب باشد (۳۳). نتایج این پژوهش مطابق با نتایج روی میوه‌های انبه و لیچی است و بیانگر این است که پوشش کیتوزان توانسته است در طول مدت انبارمانی، از دست رفتن ویتامین ث را کم کرده و اکسیداسیون آن را کاهش دهد (۴).



شکل ۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل مدت زمان انبارمانی و تیمارها بر ویتامین ث

Figure 4- Mean comparisons effects of interaction between storage time and treatments on vitamin C

آزمون میکروبی: مقایسه میانگین آزمون میکروبی در کاربرد تیمارها نشان داد که بیشترین کاهش میکروبی به‌ترتیب مربوط به استفاده از کیتوزان با دارچین ۱۰ درصد، کیتوزان با دارچین ۵ درصد و کیتوزان به تنهایی می‌باشد (جدول۲). همچنین مقایسه میانگین اثرات متقابل مدت زمان انبارمانی و تیمارها نشان داد اختلاف معنی‌داری بین کاربرد تیمارها با شاهد وجود دارد. نتایج حاکی از کاهش بار میکروبی در نمونه‌های تیمار شده در مقایسه با نمونه‌های شاهد بود ولی طی گذشت زمان میزان میکروب‌های موجود در میوه افزایش داشت (شکل ۵).



شکل ۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل مدت زمان انبارمانی و تیمارها بر رشد میکروبی

Figure5- Mean comparisons effects of interaction between storage time and treatments on microbial growth

خصوصیات فیزیکی: نتایج تجزیه واریانس خصوصیات فیزیکی میوه نشان داد زمان انبارمانی، تیمار و اثرات متقابل (تیمار × زمان)، اختلاف معنی‌داری (P≤۰/۰۱) دارند (جدول۳).

جدول۳- تجزیه واریانس مربوط به خصوصیات فیزیکی در طول مدت انبارمانی با استفاده از تیمارهای دارچین و کیتوزان

Table 3- Analysis of variance related to physical properties during storage using cinnamon and chitosan treatments

منابع تغییرات Source of variance	درجه آزادی DF	میانگین مربعات Square means						
		کاهش وزن Weight Loss	سفتی بافت Tissue stiffness	Co_2	Bپوست b skin	Aپوست a skin	Lپوست L skin
تیمار Treatment	3	0/007**	39/77 **	5/727**	43/55 ns	111/43 **	44/41 ns
زمان انبارمانی Storage time	2	0/32**	126 **	2/665**	367/79 **	69/54 *	486/75**
تیمار× زمان Treatment × time	6	0/012**	2/28**	2/638**	42/53 ns	69/99**	46/73 ns
خطا Error	2	0/001	0/483	4/685	18/06	12/47	21/07
ضریب تغییرات (CV%)	4	10/10	2/71		17/30	13/42	9/90

**، * و NS به ترتیب معنی دار در سطح ۱ درصد، ۵ درصد و عدم معنی دار

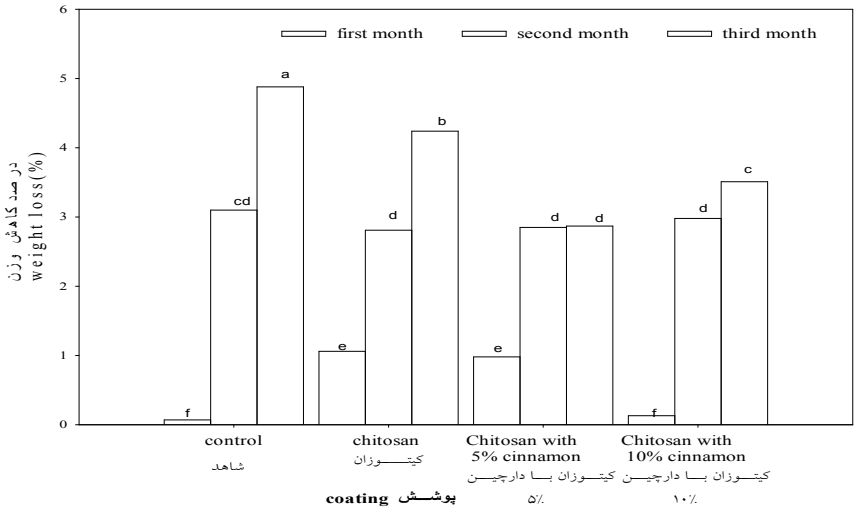
** Significance level at P<0.01. *Significance level at P<0.05, NS: Not-significant

جدول ۴-مقایسه میانگین خصوصیات فیزیکی در کاربرد تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن

Table 4- Mean Comparisons of physical properties in the application of treatments using Duncan's multiple range test

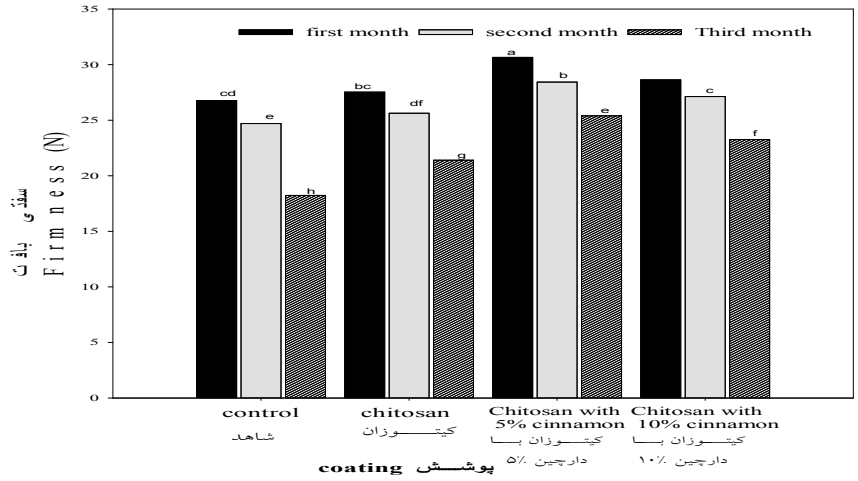
تیمار Treatment	کاهش وزن Weight Loss	سفتی بافت Tissue stiffness	Co_2	زردی پوست b*	قرمزی پوست a*	روشنایی پوست L*
نمونه شاهد Control sample	2/68 ±0/03[a]	23/23±0/1[d]	2464 ±59[c]	24/66 ±0/3[ab]	29/55 ±0/6[a]	45/55 ±1/01 [ab]
کیتوزان Chitosan	2/7 ±0/03[a]	24/85 ±0/3[c]	3204±98[b]	24/35 ±0/3[ab]	21/35 ±0/3[b]	45/69 ±1/03 [ab]
کیتوزان با دارچین ۵% Chitosan with 5% cinnamon	2/22 ±0/02[b]	28/16 ±0/4[a]	2088 ±68[d]	21/93 ±0/3[b]	[a]27/70±0/5	44/64 ±1/03 [b]
کیتوزان با دارچین ۱۰% Chitosan with 10% cinnamon	2/22 ±0/02[b]	26/34±0/4[b]	3883 ±99[a]	27/30 ±0/4[a]	26/66 ±0/5[a]	49/63 ±1/04[a]

کاهش وزن: نتایج مقایسه میانگین درصد کاهش وزن میوه تحت تأثیر اعمال تیمارها نشان داد که اختلاف معنی داری بین تیمارها با شاهد وجود ندارد (جدول ۴). همچنین مقایسه میانگین اثرات متقابل مدت زمان انبارمانی و تیمارها نشان داد با گذشت زمان کاهش وزن مشاهده شد و نیز اختلاف معنی داری بین تیمارها با شاهد مشاهده نشد (شکل ۶). بیشترین عامل کاهش وزن در انبار، از دست دادن رطوبت می‌باشد که گر چه خود مقدار از دست رفته جزء ضایعات میوه به حساب نمی‌آید ولی چنانچه به چروکیدگی بافت و بازارپسندی آن منجر شود از ارزش اقتصادی آن می‌کاهد و در موارد شدیدتر، میوه جزء ضایعات قرار خواهد گرفت. ارقامی که کمتر دچار افت وزن شوند از این نظر ارجحیت دارند. کنترل کاهش وزن میوه‌ها و سبزی‌های تازه یکی از مهم ترین اهداف پوشش‌دهی است. بر طبق گزارشات ارگون و ساتیچ (۲۰۱۲) مقدار کاهش وزن بسته به نوع محصول رقم و خصوصیات بافت آن می‌تواند متفاوت باشد (۷). محبی و همکاران (۲۰۱۲) نیز مهم ترین اثر مثبت پوشش‌دهی محصولات تازه کشاورزی را تشکیل لایه ممانعتی در برابر تبخیر و انتشار آب از بافت محصول به محیط اطراف اعلام کردند (۲۵). در تحقیق صورت گرفته توسط عشقی و همکاران (۱۳۹۲) تغییرات وزن توت فرنگی‌های تیمار شده با کیتوزان و شاهد در طول زمان نگهداری نشان داد که در ۵ روز نخست نگهداری میزان افت وزن در هر دو نمونه تیمار و شاهد یکسان و در حدود ۱ درصد ثبت شد. اما این شاخص در نمونه‌ی شاهد پس از ۱۰ روز به حدود ۳/۵ درصد رسید، درحالی که توت فرنگی پوشش داده شده در همان مقطع زمانی تنها ۱/۵ درصد افت وزن داشت که سبب ایجاد تفاوت معنی دار بین نمونه شاهد و تیمار در بررسی این شاخص شد ($P<۰/۰۵$). روند افت وزن در توت فرنگی پوشش داده شده با توجه به ماندگاری بیشتر تا روز پانزدهم نگهداری ادامه داشت. اگرچه افت وزن نهایی نمونه‌های تیماریافته پس از ۱۵ روز نیز از افت وزن نمونه‌های شاهد در روز دهم کمتر بود (۱۰).



شکل ۶- مقایسه میانگین اثرات متقابل مدت زمان انبارمانی و تیمارها بر کاهش وزن

Figure 6- Mean comparisons effects of interaction between storage time and treatments on weight loss



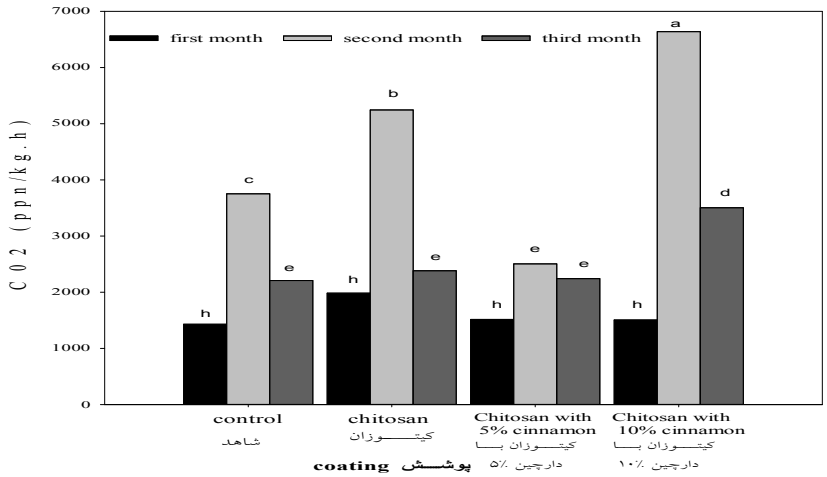
شکل ۷- مقایسه میانگین اثرات متقابل مدت زمان انبارمانی و تیمارها بر سفتی بافت

Figure 7- Mean comparisons effects of interaction between storage time and treatments on tissue stiffness

بررسی سفتی بافت میوه: مقایسه میانگین سفتی بافت در نمونه‌های تیماریافته نشان داد که کمترین سفتی بافت مربوط به شاهد و بیشترین سفتی بافت به ترتیب مربوط به استفاده از دارچین ۵ درصد ، دارچین ۱۰ درصد و کیتوزان به تنهایی می باشد (جدول ۴). همچنین مقایسه میانگین اثرات متقابل مدت زمان انبارمانی و تیمارها نشان داد اختلاف معنی‌داری بین کاربرد تیمارها با شاهد وجود دارد و با گذشت زمان سفتی بافت میوه سیب کاهش یافت (شکل ۷). عامل اصلی کاهش سفتی بافت سیب، تجزیه ترکیبات پکتینی در فرآیند رسیدن میوه در طول دوره انبارمانی می‌باشد و اثر رقم در کاهش سفتی بسیار قابل توجه است. پژوهشگران بسیاری به کاهش مقدار سفتی بافت میوه، طی انبارمانی و به مرور زمان اشاره نموده اند. مطابق تحقیق آدتونچی و همکاران (۲۰۱۲) پوشش‌های خوراکی بدون در نظر گرفتن نوع پوشش، از نرمی بافت میوه در طی دوره انبارمانی جلوگیری می‌نمایند و در پایان دوره نگهداری سفتی بافت میوه‌های پوشش شده با پوشش‌های خوراکی نسبت به نمونه‌های بدون پوشش افزایش چشمگیر و

اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهند (۲). احسانی و همکاران (۱۳۹۲) دریافتند میوه‌های تیمار شده با غلظت‌های ۳۰۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسانس بیشترین سفتی را دارد. با افزایش غلظت اسانس میزان چروکیدگی میوه‌ها نیز در پایان دوره انبارداری کاهش داشت (۸).

CO_2 : مقایسه میانگین مقدار CO_2 تولیدی در نمونه‌های تیماریافته نشان داد که بیشترین میزان CO_2 مربوط به کاربرد کیتوزان با دارچین ۱۰ درصد می‌باشد (جدول ۴). همچنین مقایسه میانگین اثرات متقابل مدت زمان انبارمانی و تیمارها نشان داد اختلاف معنی‌داری بین تیمارها با شاهد وجود دارد و بیشترین میزان CO_2 مربوط به ماه دوم می باشد (شکل ۸). کیتوزان به عنوان یک پوشش نیمه نفوذپذیر با تغییر دادن اتمسفر درونی مانند آب، اکسیژن و دی اکسید کربن و نیز کم کردن سرعت تنفس پیری را به تأخیر انداخته و کیفیت میوه‌های برداشت شده را حفظ می‌کند (۳۷).



شکل ۸- مقایسه میانگین اثرات متقابل مدت زمان انبارمانی و تیمارها بر co_2

Figure 8- Mean comparisons effects of interaction between storage time and treatments on CO_2

رنگ گوشت و پوست (فاکتورهای L*، a*،b*): مقایسه میانگین صفات L*، a*،b* در کاربرد تیمارها نشان داد که بیشترین میزان b* و L* مربوط به کاربرد کیتوزان با دارچین ۱۰ درصد و کمترین میزان b* و L* مربوط به کاربرد کیتوزان با دارچین ۵ درصد می‌باشد. در مورد a* مشاهده شد که بیشترین میزان مربوط به شاهد و کمترین مربوط به کاربرد کیتوزان می‌باشد و در کل اختلاف معنی‌داری در استفاده از تیمارها مشاهده نشد (جدول ۴). همچنین مقایسه میانگین اثرات متقابل مدت زمان انبارمانی و تیمارها بر روی L* و b* نشان داد بیشترین میزان در ماه دوم با استفاده از کیتوزان ۱۰ درصد و کمترین میزان در ماه سوم با استفاده از کیتوزان ۵ درصد حاصل شد (جدول ۵). به‌طور مشابه فرحناکی و همکاران (۲۰۰۹) روند میانگین تغییرات a* و b* اندازه گیری شده را با افزایش زمان کاهشی گزارش کردند (۱۲). همچنین رمضانی نژاد و همکاران (۱۳۹۰) نشان دادند میزان درخشندگی یا مولفه L* در میوه‌های خرمای پوشش داده شده نسبت به شاهد و با گذشت زمان انبارداری کاهش معنی‌داری یافت (۳۱).

جدول ۵ - مقایسه میانگین اثرات متقابل مدت زمان انبارمانی و تیمارها بر شاخص‌های رنگ پوست با آزمون چند دامنه‌ای دانکن

Table 5- Mean comparisons effects of interaction between storage time and treatments on skin color indices with Duncan's multiple range test

تیمار Treatment	زمان (ماه) Time (month)	روشنایی L*	قرمزی a*	زردی b *
شاهد Control	1	40/75±1/9de	30/10 ±0/3^{abcd}	22/25±0/09^{cd}
	2	54/61 ±2/2^{ab}	26/09±0/2^{cd}	31/46 ±0/1^{ab}
	3	41/28 ±1/9de	32/48 ±0/3^{ab}	20/28 ±0/03^{cde}
کیتوزان chitosan	1	49/92 ±2^{abc}	19/07 ±0/1^{e}	31/01 ±0/1^{ab}
	2	49/77 ±2^{abc}	18/34 ±0/1^{e}	25/16 ±0/08^{bc}
	3	37/38 ±0/03^{e}	26/65 ±0/2^{bcd}	16/87 ±0/01de
کیتوزان با دارچین ۵٪ Chitosan with 5% cinnamon	1	48/43 ±1/8^{abcd}	18/88±0/1^{e}	25/24 ±0/08^{bc}
	2	50/09 ±2/1^{abc}	35/10 ±0/4^{a}	27/02 ±0/09^{abc}
	3	35/39 ±1/1^{e}	31/12±0/3$^{a\ bc}$	13/51 ±0/01^{e}
کیتوزان با دارچین ۱۰٪ Chitosan with 10% cinnamon	1	47/59 ±1/7^{bcd}	28/17 ±0/2^{abcd}	26/22 ±0/05^{abc}
	2	55/90 ±2/2^{a}	26/67 ±0/1^{bcd}	32/77 ±0/1^{a}
	3	45/41 ±1/6^{cd}	25/14 ±0/1^{d}	22/91±0/03^{cd}

خصوصیات حسی: نتایج تجزیه واریانس ارزیابی حسی میوه سیب نشان داد زمان انبارمانی، تیمار و اثرات متقابل (تیمارxزمان)، اختلاف معنی داری ($P\leq$ ۰/۰۱) دارند (جدول ۷).

جدول ۶- تجزیه واریانس مربوط به خصوصیات حسی در طول مدت انبارمانی با استفاده از تیمارهای دارچین و کیتوزان

Table 6 - Analysis of variance related to sensory properties during storage using cinnamon and chitosan treatments

منابع تغییرات Source of variance	درجه آزادی DF	میانگین مربعات Square means					
		درصد طعم Flavor (%)	بافت Texture	بو Odor	رنگ پوست skin color	رنگ گوشت Pomace color	پذیرش Acceptance
تیمار Treatment	3	59/95 **	39/81 ns	41/66 *	2/54 ns	4/63 ns	97/06 **
زمان انبارمانی Storage time	2	675/6 **	475 **	479/8**	539/5 **	544/4 **	465**
تیمار× زمان Treatment × time	6	12/73 ns	6/48 ns	4/86 ns	10/88 ns	7/40 ns	3/73 ns
خطا Error	2	12/50	15/27	11/11	15/27	22/22	2/97
ضریب تغییرات (CV %)	4	5/59	6/09	5/24	6/13	7/41	2/63

**، * و NS به ترتیب معنی دار در سطح ۱ درصد، ۵ درصد و عدم معنی‌دار

** Significance level at P<0.01. *Significance level at P<0.05, NS: Not-significant

جدول ۷- مقایسه میانگین اثرات متقابل زمان انبارمانی و تیمارها بر خصوصیات حسی با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن

Table 7- Mean comparisons effects of interaction between storage time and treatments on sensory properties using Duncan's multiple range test

تیمار Treatment	زمان (ماه) Time	طعم flavor	بافت Texture	بو odor	رنگ پوست skin color	رنگ گوشت Pomace color	پذیرش Acceptance
شاهد Control	1	70 ±1/2^{ab}	70 ±1/2^{ab}	70 ±1/4^{ab}	70 ±2/01^{ab}	70 ±1/6^{ab}	70 ±2/01^{b}
	2	63/33 ±1/1^{cd}	61/66 ±1/2^{cde}	60±1/2de	63/33 ±1/2^{cd}	63/33±1/2^{bc}	61/66 ±1/2de
	3	50 ±0/8^{f}	56/66±0/6^{ef}	55 ±0/2^{e}	58/33±0/2de	58/33 ±0/8^{cd}	55 ±0/2^{g}
کیتوزان Chitosan	1	70 ±2/01^{ab}	70 ±2/01^{ab}	68/33 ±1/8^{ab}	70 ±1/2^{ab}	70 ±1/9^{ab}	71/33 ±2/1^{b}
	2	61/66 ±1/1^{cd}	63 ±1/2^{cd}	61/66 ±1/2^{cd}	61/66 ±0/8^{cd}	63/33±1/2^{bc}	63/33 ±1/4^{cd}
	3	55 ±0/7^{ef}	55±0/7^{f}	58/33 ±0/9de	8/33 ±0/2de	55 ±0/2^{d}	58/33±0/2^{f}
کیتوزان با دارچین ۵٪ Chitosan With5% cinnamon	1	73/33 ±2/2^{a}	73/33 ±2/2^{a}	73/33 ±2/3^{a}	73/33 ±2/2^{a}	73/33 ±2/2^{a}	75 ±2/5^{a}
	2	66/66±1/2^{bc}	65 ±1/7^{bc}	66/66±1/8^{bc}	65 ±1/5^{bc}	61/66 ±1/6^{cd}	70 ±2/02^{b}
	3	60±2/2de	63 ±1/6^{cd}	60±1/2de	55 ±0/1^{e}	58/33 ±1/2^{cd}	65 ±1/9^{c}
کیتوزان با دارچین ۱۰٪ Chitosan with10% cinnamon	1	70 ±2/04^{ab}	70 ±2/01^{ab}	70 ±1/9^{ab}	70 ±2/2^{ab}	70 ±1/6^{ab}	71/66 ±2/2^{b}
	2	61/66 ±0/9^{cd}	63 ±1/2^{cd}	61/66 ±1/2^{cd}	61/66 ±1/2^{cd}	61/66 ±1/2^{cd}	65 ±1/8^{c}
	3	58/33 ±0/2de	58/33±1/02^{def}	58/33±1/1de	58/33 ±0/2de	58/33 ±0/8^{cd}	60 ±1/1^{ef}

مقایسه میانگین خصوصیات حسی در طول دوره انبارمانی نشان داد که میزان طعم، بو، رنگ گوشت، رنگ پوست و پذیرش کلی میوه سیب با گذشت زمان کاهش پیدا کرده است و در بافت بیشترین میزان در ماه دوم مشاهده شد. مقایسه میانگین خصوصیات حسی در کاربرد تیمارها نشان داد که بیشترین میزان طعم، بو و پذیرش کلی میوه سیب مربوط به کاربرد کیتوزان ۵ درصد می‌باشد و در مورد بافت، رنگ گوشت و رنگ پوست اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین مقایسه میانگین اثرات متقابل مدت زمان انبارمانی و تیمارها نشان داد اختلاف معنی داری بین کاربرد تیمارها با شاهد وجود ندارد (جدول ۷). نتایج ارزیابی حسی میوه سیب پوشش داده شده (بو و طعم، رنگ و پذیرش کلی) تحت تاثیر افزودن کیتوزان و ترکیب کیتوزان با غلظت‌های مختلف عصاره دارچین در مقایسه با نمونه شاهد نشان داد افزودن عصاره، باعث افزایش مطلوبیت میوه سیب به لحاظ بو و طعم، رنگ و پذیرش کلی نسبت به نمونهٔ شاهد گردید و نمونهٔ حاوی عصارهٔ دارچین با غلظت ۵ درصد همراه با کیتوزان، عصاره دارچین ۱۰ درصد همراه با کیتوزان و پوشش کیتوزان به تنهایی به‌ترتیب بالاترین امتیاز طعم، بافت، بو، رنگ و پذیرش کلی طی ۳ ماه نگهداری در سردخانه را کسب نمود. داوران نمونه سیب‌های تیمار شده را قابل قبول از دیدگاه مصرف کننده معرفی نمودند. فرهادی و همکاران در سال ۱۳۸۸ در پژوهشی تعیین کیفیت میوه با استفاده از ارزیابی حسی از روش آماری مقایسه چندگانه روی خصوصیات ظاهر میوه، بو، طعم، تردی بافت و پذیرش کلی را انجام دادند. نتایج نشان داد نوع پوشش تاثیر معنی‌داری بر عملکرد محصول داشته است (۱۳). در تطبیق با نتایج پژوهش حاضر، ال قائوت و همکاران (۲۰۰۷) با بررسی غلظت‌های مختلف کیتوزان به‌عنوان پوشش میوه‌های خیار و فلفل قرمز نشان دادند افزایش غلظت کیتوزان از ۱ به ۵ درصد، بیشترین تأثیر را در حفظ کیفیت و کاهش مقدار تنفس میوه داشت (۶).

نتیجه‌گیری

این تحقیق مشخص نمود که می‌توان با اندازه گیری خصوصیات ظاهری و شیمیایی میوه‌های پوشش‌دهی شده توسط کیتوزان و عصاره دارچین در مقایسه با شاهد به اختلاف‌های موجود طی دوره انبارمانی پی برد. وجود تفاوت‌ها در خصوصیات بین میوه‌های تیمار شده در مقایسه با شاهد نشان دهنده تاثیر پذیری تیمارها در اکثر خصوصیات کمی و کیفی میوه سیب است. این پژوهش امکان افزایش زمان ماندگاری سیب را در سردخانه با استفاده از تیمارهای اعمال شده برای مصارف گوناگون تازه خوری و صنایع مختلف فرآوری فراهم می‌سازد. بررسی‌های مقایسه‌ای انجام شده در تحقیق حاضر بر روند ماندگاری بین نمونه‌های شاهد، کیتوزان و عصاره دارچین ثابت کرد می توان دوره نگهداری میوه سیب را در سردخانه با کنترل بار میکروبی و حفظ کیفیت میوه افزایش داد. برای مثال در ماه سوم، بیشترین سفتی بافت و کمترین کاهش وزن مربوط به استفاده از عصاره دارچین همراه با کیتوزان بود. همچنین نتایج ارزیابی میکروبی میوه سیب (تعداد کل کپک و مخمر) نشان داد کمترین میزان رشد کپک و مخمر به‌ترتیب در نمونهٔ پوشش داده شده کیتوزان همراه با عصارهٔ ۱۰ درصد دارچین، کیتوزان با عصاره دارچین ۵ درصد و در نهایت با پوشش کیتوزان مشاهده شد. میتوان اینطور بیان نمود که عصاره دارچین ۱۰ و ۵ درصد قابلیت رقابت با پوشش کیتوزان را داشته و قدرت بالایی در مقابله با میکروارگانیسم‌ها دارد. از بین خصوصیات اندازه‌گیری شده طی دوره انبارمانی، میزان کاهش وزن، سفتی، مقدار اسیدیته، آزمون میکروبی، مواد جامد محلول و میزان رنگ بیشتر قابل توجه بودند. سرعت تغییرات خصوصیات فیزیکی و بیوشیمیایی و حسی میوه طی انبارمانی همبستگی مستقیم با رقم دارد. بنابراین، با توجه به ارزانی قیمت، آسانی دسترسی و تاثیرات قابل ملاحظه ضد میکروبی عصاره دارچین، می توان از این روش پوشش دهی برای افزایش زمان ماندگاری سیب با حفظ کیفیت استفاده نمود تا علاوه بر کاهش ضایعات باعث اشتغال و درآمدزایی بخش کشاورزی نیز شد

References

1.Abeysekera,W.P.K.M., Arachchige, S.P.G. and Ratnasooriya, W.D. 2017. "Bark extracts of ceylon cinnamon possess antilipidemic activities and bind bile acids in vitro," Evidence- Based Complementary and Alternative Medicine.7347219: 1–10.

2.Adetunji C.O., Fawole O.B., Arowora K.A., Nwaubani S.I., Ajayi E.S., Oloke J.K., Majolagbe O.M., Ogundele B.A., Aina J.A., and 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 J. of Science Frontier Research Bio-Tech & Genetics. 12: 5. 38-43.

3.A.O.A.C.1975. official method of analysis. 12th edition. W.Horwitz,(editor). Association of official Agricultural chemists incorporated.washin gton,D.c.u.s.A

4.Chien, P.J., Sheuand, F., and Yang, F.H. 2007. Effect of edible chitosan coating on quality and shelf life of sliced mango fruit. Food Engineering. 78: 225-229.

5.Del-Valle, V., Hernandez-Munoz, P., Guarda, A., and Galotto, M.J. 2005. Development of a cactus- mucilage edible coating (*Opuntia ficus indica*) and its application to extent strawberry (*Fragaria ananassa*) shelf-life. Food Chemistry. 91: 751-756.

6.El Ghaouth, A., Arul, J., Ponnampalam, R. and Boulet, M. 2007. Use of chitosan coating to reduce water loss and

maintain quality of cucumber and bell pepper fruits. J. of Food Processing and Preservation. 15: 359-368.

7.Ergun, M., and Satici, F. 2012. Use of aloe vera gel as biopreservative for 'granny smith' and 'red chief' apples. J. Anim. Plant Sci. 22: 363-368.

8.Ehsani, H., Rezazadeh, R., Salehi, M., and Nejati, F. 2013. The effect of different concentrations of essential oil and plastic coating on the quantitative and qualitative characteristics of Valencia orange in cold storage, National Conference on Inactive Defense in Agriculture, Qeshm Island, Alam Gostaran Cooperative Company is a leading Iranian company. (in Persian)

9.Eslami, G., Falah, F., taheri, S., Navidinia, M., Dabiri, H., Dadashi, M., and Zahirnia, Z. 2012. Evaluation of antibacterial activity of cinnamon extract on Helicobacter pylori isolated from Patients with dyspepsia. *Journal of the Faculty of Medicine.* 37: 2. 85-89.

10.Eshghi, S., Hashemi, M., Mohammadi, A., Badiee, F., Mohammad Hosseini, Z., Ahmadi, Soomeh, K, and Qanat, K. 2013 After harvest. Iranian Journal of Nutrition and Food Industry. 2013. 2: 9-19. (in Persian)

11.FAO. 2019. http://www.fao. org/economic /ess/ ess publications /ess-year book/year book 2012 /en/.

12.Farahnaky A., Ansari, S. and Majzoobi, M. 2009. Effect of glycerol on the moisture sorption isotherm of figs. J. of Food Engineering. 93: 468-473.

13.Farhadi, A., Jalali, S., and Nematollahi, M. 2009. Evaluation of quantitative and qualitative characteristics of cantaloupe fruit cultivated under the conditions of colored polyethylene soil. Iranian J. of Horticultural Sciences. 40: 3. (in Persian)

14.Finny, E.E., and Massie, D.R. (1975). Instromentation for testing the response of fruits to mechanical impact. Trans ASAE, 18(6), 1184-1187.

15.Jiang, Y.M., Li, J.R. and Jiang, W.B. 2005. Effects of chitosan coating on shelf life of cold-store litchi fruit atambient temperature. Food Science and Technology. 38:757-761.

16.Hajnajari, H., and Eccher, T. 2006. Natural Selection of Spring Cold Resistant Cultivars and Mechanisms of Biological Resistance among 108 Apple Genotypes. Abstracts and contents. p: 371. 27th International Horticulture congress. Seul. Korea. August 13-19.

17.Hematkhah, F. 2013. Herbal Medicines. *Electronic book*, 48.

18.Hosseini, N., Malekirad, A., Changizi Ashtiani, S., and Nazemi, M. 2012. Free radicals scavengi Activity of essential oils and different fractions of methanol extract of *Zaataria multiflora*, *Savia officinalis*, *Rosmarinus officinalis*, *Mentha pulegium* and *Cinnamomum zeylanicum*. J. of Shahid sadoughi university of medical sciences. 20: 1. 28-38.

19.Hosseini, Z. 1990. Common ways to break down food. Shiraz University Press. (in Persian)

20.Khalid, Z., BeatrizUrsua, B. and Juan Mate, A. 2012. Application of bioactive coatings based on chitosan for artichoke seed protection. 29:853-859.

21.Koburger, J.A. and Marth, E.1984. Yeasts H.W. and Molds.-In: compendium of methods for the microbiological examination of foods. M. L. Speck (ed). American Public Health Association, Washington, D.C. pp: 197-202.

22.León, K., Mery, D., Pedreschi, F., and León, J. 2006. Color measurement in L*a*b* units from RGB digital images. Food Research International. 39: 10. 1084-1091.

23.Maghsoodi V. 2003. Effect of Vanillin on Germination Time and Radial Growth of Moulds in Apple Pure. Iran Agricultural Research. 22: 2. 153-164.

24.Ministry of Jihad Agriculture - Agricultural Statistics. 1398. Volume III. Gardening products. Deputy for Planning and Economics, Information and Communication Technology Center, 154 pages. (in Persian)

25.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.
26. Muhammad, D.R.A., Praseptiangga, D., Van De Walle, D., and Dewettinck, K. 2017. Interaction between natural antioxidants derived from cinnamon and Cocoa in binary and complex mixtures. Food Chemistry. 231: 356–364.
27. Naseri, L., Bablar, M., Asgari, M. and gold, P. 2001. The effect of foliar application of some micronutrients and cold storage on the quality of Golden Delicious apple fruit. Iranian J. of Agricultural Sciences. 36: 3. 591-597. (in Persian)
28. Pashazadeh, B., Seyedin Ardabili, M., Haj Najjari, H., Shovakhi, F., Asadi Gh, H. 2014. Impact 1-Methyl cycloperopene and ethylene nanosorbent on the qualitative properties and durability of two varieties of apples. J. of Food Science and Nutrition. 2: 2. 81-95. (in Persian)
29. Pre-Aymard, C., Fallik, E., Weksler, A. and Lurie, S. 2005. Sensory analysis and instrumental measurements of 'Anna' apples treated with 1-methylcyclopropene. J. of Postharvest. Biology and Technology. 36: 135-142.
30. Rahemi, M. 2005. Post-harvest physiology: Introduction to physiology and movement of fruits, vegetables and ornamental plants (translation), Shiraz University Press. (in Persian)
31. Ramezani Nejad, M; Mortazavi, M., and Karami, Z. 2011, The Effect of Edible Coatings on the Complications of Puffiness and Other Qualitative Traits of Date Fruit Zahedi, 7th Iranian Horticultural Sciences Congress, Isfahan, Isfahan University of Technology. (in Persian)
32. Ranasinghe, L., Jayawardena, B., Abeywickrama, K. 2002. Fungicidal activity of essential oils of *Cinnamomum zeylanicum* (L.) and *Syzygium aromaticum* (L.) Merr et LM Perry against crown rot and anthracnose pathogens isolated from banana. Letters in Applied Microbiology. 35: 3. 208-211
33. Shin, Y., Liu, R.H., Nock, J., Holliday, D. and Watkins, C.B. 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: 349-357.
34. Soska, A. and Tomala, K. 2006. Internal quality of apples during storage. Agronomijas Vestis (Latvian Journal of Agronomy). 9:146-151.
35. Watts, B.M. 1989. Basic Sensory Methods for food Evaluation. Translated by Ghazizadeh, M. and Razagi, A. Theran. Institute of Research Nutrtion and Food Science Publications. PP 95-114. (in Persian)
36. Xianghong, M., Lingyu, Y., John, F. and Kennedy, T. 2010. Effects of chitosan and oligochitosan on growth of two fungal pathogens and physiological properties in pear fruit. Carbohydrate Polymers. 10: 83-84.
37. Zivanovic, S., Chi, S. and Draughon, A.F. 2005. Antimicrobial activity of chitosan films enriched with essential oils. J. of food science. 70: 1.M45-M51.