

## تاثیر چیتوزان و کلرید کلسیم بر روند تغییرات برخی ویژگی‌های کمی و کیفی میوه کنار در مدت نگهداری

سمیه رستگار<sup>۱\*</sup> و مریم لشکری<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۹۴/۱/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۵/۶/۲۸

<sup>۱</sup> استادیار گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان

<sup>۲</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد علوم باغبانی، گروه باغبانی، دانشگاه آزاد واحد جیرفت

\* مسئول مکاتبه: Email: srastegar2008@gmail.com

### چکیده

پوشش‌دهی میوه‌ها و سبزی‌ها با چیتوزان در افزایش زمان ماندگاری آنها نقش مثبت دارد. پوشش چیتوزان از رشد قارچ‌ها جلوگیری کرده و کیفیت ظاهری میوه‌ها را به مدت طولانی‌تری حفظ می‌نماید. در این پژوهش اثر چیتوزان و کلرید کلسیم بر افزایش زمان ماندگاری و حفظ کیفیت میوه کنار رقم سیبی مورد بررسی قرار گرفت. میوه‌ها در محلول چیتوزان (۰/۵، ۱، و ۱/۵ درصد) و کلرید کلسیم (۱، ۲/۵، و ۵ درصد) به مدت ۵ دقیقه غوطه‌ور شدند. سپس به مدت ۲۵ روز در دمای ۴C<sup>۰</sup> نگهداری شدند. به فاصله پنج روز یکبار صفاتی مانند درصد کاهش وزن، درصد پوسیدگی، ویتامین ث، کل مواد جامد محلول، سفتی میوه و رنگ مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تیمارها به استثنای کلرید کلسیم ۵ درصد، افت وزن و پوسیدگی را کاهش و رنگ و سفتی میوه را افزایش دادند. البته بین تیمارهای مختلف چیتوزان تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. ویتامین ث و مواد جامد محلول نیز تحت تاثیر تیمارها قرار گرفتند. به طور کلی چیتوزان و کلرید کلسیم (۲/۵ درصد) به منظور حفظ کیفیت ظاهری و افزایش عمر ماندگاری میوه کنار توصیه می‌گردد.

واژگان کلیدی: انبارداری، چیتوزان، کیفیت، میوه کنار

### مقدمه

میوه‌ها و سبزیجات نقش مهمی در تغذیه سالم دارند. اما مدت ماندگاری آنها کوتاه است که این امر منجر به فساد سریع، تجزیه محصول و در نهایت پذیرش نا مطلوب و بازارپسندی پایین می‌گردد. میوه‌ها و سبزی‌ها به عنوان گروه مهمی از مواد غذایی می‌توانند برای تأمین مقادیر کافی از پروتئین‌ها، ویتامین‌ها و مواد معدنی مفید باشند. پژوهش‌های علم نوین تغذیه ثابت کرده است که مصرف

میوه و سبزی سبب پیشگیری از ابتلا به بسیاری از بیماری‌های رایج شده و سهم قابل توجهی در تأمین ویتامین ث مورد نیاز بدن دارد. میوه تازه برداشت شده کنار دارای عمر انباری کوتاهی می‌باشد. بنابراین افزایش عمر ماندگاری آن با استفاده از تیمارهای مناسب می‌تواند نقش مهمی در افزایش ارزش اقتصادی و صادرات آن داشته باشد. از جمله تیمارهای موثر برای گسترش عمر پس از برداشت میوه‌ها، استفاده

از دمای پایین، پرتودهی، بسته‌بندی در اتمسفر اصلاح شده می‌باشد.

با توجه به نقش کلسیم در حفظ و استحکام دیواره سلولی و جلوگیری از بیماریهای فیزیولوژیکی ناشی از کمبود کلسیم مانند ترکیدگی، لهیدگی انتهای میوه، از ترکیبات کلسیم به عنوان ترکیبات سالم در پس از برداشت میوه‌ها و سبزیجات استفاده می‌شود (گاوارا و همکاران، ۲۰۰۶). کاربرد پوشش‌های طبیعی برای تازه نگه‌داشتن محصول روشی برای افزایش عمر پس از برداشت به وسیله کند کردن فرآیندهای متابولیکی می‌باشد. معرفی این مواد از اوایل قرن 19 شروع شد و تا کنون نیز ادامه داشته است (ستار و همکاران ۲۰۱۰). پوشش‌های طبیعی با قرارگرفتن روی سطح میوه میزان تنفس و تعرق آن را کنترل کرده و در نتیجه پیری و عوارض ناشی از آن را به تاخیر می‌اندازد.

از جمله این پوشش‌ها نوعی پلی ساکارید به نام چیتوزان است. چیتوزان یک ترکیب طبیعی زیستی تخریب پذیر می‌باشد که از پوسته سخت پوستانی مانند خرچنگ و میگو مشتق شده است. چیتوزان با خصوصیات فیزیکی و خاصیت ضد میکروبی باعث حفظ کیفیت پس از برداشت می‌شود. چیتوزان به عنوان یک فیلم نیمه نفوذپذیر می‌تواند اتمسفر درونی را تغییر دهد (تغییر در نفوذپذیری آب، اکسیژن و دی اکسید کربن)، بنابراین ضایعات حاصل از تبخیر کم شده، کیفیت میوه‌های برداشت شده حفظ می‌گردد (چی و همکاران ۲۰۰۳). چیتوزان می‌تواند به خاطر خواص تشکیل فیلم، ویژگیهای بیوشیمیایی، بازدارندگی رشد قارچ‌ها و تحریک فیتوالکسین‌ها، یک پوشش محافظ ایده‌آل باشد (کیتور و همکاران ۱۹۹۸). در مطالعه دوتا و همکاران (۲۰۰۹) مشخص شد که کیتوزان نسبت به کیتین (ماده اولیه) حلالیت و فعالیت ضد باکتریایی بهتری دارد. یکی از دلایل خاصیت ضد میکروبی کیتوزان وجود گروه آمین در موقعیت C2 کیتوزان پیشنهاد شده است که با داشتن بار مثبت با بار منفی غشاهای سلول میکروبی واکنش داده و

منجر به نشت مواد درون سلول میکروارگانسیم‌ها می‌شود. پوشش خوراکی چیتوزان برای افزایش ماندگاری دانه‌های انار به مدت ۱۲ روز در دمای  $4^{\circ}\text{C}$  نیز مورد استفاده قرارگرفت. این پوشش رشد باکتری و قارچ را در سطح آریل‌ها مهار کرد. کیتوزان افزایش در مواد جامد محلول، کاهش اسیدیته قابل تیتراسیون آریل‌ها را در مدت انبارداری کاهش داد. همچنین کاهش در محتوای فنل کل، آنتوسیانین کل و ظرفیت آنتی اکسیدانی طی مدت نگهداری را به تاخیر انداخت (قاسم نژاد و همکاران، ۲۰۱۲). چین و همکاران (۲۰۰۶) در پژوهشی نشان دادند که تیمار قبل از برداشت چیتوزان بر روی میوه انبه باعث افزایش عمر انباری میوه در طول دوره پس از برداشت و کاهش حساسیت میوه به بیماریهای انباری می‌شود و میزان رشد میکروارگانسیم‌ها را کاهش می‌دهد. مستوفی و همکاران (۱۳۹۱)، در بررسی اثر چیتوزان بر انگور رقم شاهانی اظهار داشتند که چیتوزان میزان کاهش وزن، فساد قهوه‌ای شدن، ترک خوردگی و ریزش حبه‌ها را کاهش و کیفیت آنها را افزایش می‌دهند.

تاکنون گزارشی از کاربرد چیتوزان بر حفظ ویژگی‌های کمی و کیفی میوه کنار رقم سیبی گزارش نشده است. هدف ما در این پژوهش بررسی روند تغییرات کمی و کیفی میوه کنار تحت تیمارهای چیتوزان و کلرید کلسیم در مدت نگهداری می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

نمونه‌های میوه کنار در مرحله شروع تغییر رنگ از باغی تجاری برداشت و به آزمایشگاه باغبانی دانشگاه هرمزگان جهت اعمال تیمارها منتقل شد. میوه‌ها در محلول‌های ۱/۵، ۰/۵ و ۱/۵ درصد چیتوزان و غلظت‌های ۱، ۲/۵ و ۵ درصد کلرید کلسیم به مدت ۵ دقیقه غوطه‌ور شدند. پس از خشک شدن آنها را در کیسه‌های پلی اتیلنی زیب‌دار در دمای  $4^{\circ}\text{C}$  به مدت ۲۵ روز نگهداری شدند. از هر بسته‌بندی بطور کاملاً تصادفی قبل از انبار

### طرح آماری

طرح آزمایشی مورد استفاده به صورت آزمایش کرت خرد شده در زمان (Split plot in time) در قالب طرح آزمایشی کاملاً تصادفی در ۳ تکرار که هر تکرار شامل ۴۰ میوه بود، انجام شد. مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفت.

### نتایج و بحث

نتایج آزمایش‌ها نشان داد که در تیمارهای مورد استفاده، مدت زمان نگهداری، اثر متقابل زمان و تیمارها تأثیر معنی‌داری بر درصد پوسیدگی، کاهش وزن میوه، کاهش ویتامین ث، میزان مواد جامد محلول، تغییرات رنگ (فاکتور L) میوه داشتند (جدول ۱).

### کاهش وزن

همانطور که در جدول ۲ نشان داده شده است با گذشت زمان درصد کاهش وزن در همه تیمارها افزایش یافت. تا روز ۱۵ همه تیمارها به استثنای کلرید کلسیم ۱ درصد تفاوت معنی‌داری با شاهد در سطح احتمال ۱ درصد نشان دادند. در روز بیستم تیمارهای اعمال شده تفاوتی با شاهد نشان ندادند. اما در روز پایانی نگهداری، همه تیمارها به جز کلرید کلسیم ۵ درصد تفاوت معنی‌داری در جلوگیری از افت وزن میوه نشان دادند. در روز ۲۵ بیشترین درصد کاهش وزن (۳۸/۱) مربوط به شاهد و کمترین درصد کاهش وزن (۲۷) مربوط به کلرید کلسیم ۲/۵ درصد و چیتوزان ۲ درصد بود که تفاوت معنی‌داری با کلرید کلسیم ۱ درصد نشان ندادند. لازم به ذکر است که غلظت ۵ درصد کلرید کلسیم در این آزمایش باعث سوختگی میوه شد. به همین دلیل در بیشتر صفت بررسی شده تفاوت قابل توجهی با شاهد نشان نداد. کاهش وزن یکی از عوامل مهم در کاهش کیفیت محصول در مدت زمان انبارداری می‌باشد. کاهش وزن میوه‌ها در طول دوره نگهداری در نتیجه تبخیر آب از سطح میوه‌ها و مصرف ذخایر میوه در نتیجه تنفس می‌باشد (مارتینز-رومرو ۲۰۰۲ و سرانو و همکاران ۲۰۰۳). نتایج تحقیق غلامیپور و همکاران (۲۰۰۹) روی فلفل سبز نشان داد که

کردن و در فواصل ۵ روز نمونه‌برداری شده و ارزیابی کیفی شامل: کاهش وزن، اسید آسکوربیک، سفتی بافت و کل مواد جامد محلول و درصد پوسیدگی انجام شد.

### درصد کاهش وزن

برای اندازه‌گیری کاهش وزن، میوه‌ها قبل از قرار دادن در کیسه، با ترازوی الکترونیکی با دقت ۰/۱ گرم توزین گردید. به فاصله ۵ روز یکبار و در پایان آزمایش نیز وزن آنها اندازه گرفته شد و در نهایت کاهش وزن به صورت درصد، محاسبه و ثبت گردید.

### مقدار کل مواد جامد محلول (TSS)

با استفاده از دستگاه رفاکتومتر دستی مدل C ۵۳۰۰۰ میزان کل مواد جامد آب میوه‌ها به صورت درصد، قرائت گردید.

### ویتامین ث

طبق روش تیتراسیون با ۲ و ۶ دیکلروفنل ایندوفنل اندازه‌گیری شد و بر حسب میلی گرم اسید آسکوربیک در صد گرم نمونه، محاسبه گردید.

### میزان پوسیدگی

پوسیدگی میوه‌ها با بررسی ظاهری تعیین شد و از روش نمره دهی استفاده گردید و نتایج به صورت درصد بیان شد (یو و همکاران ۲۰۰۳).

### سفتی میوه

اندازه‌گیری سفتی بافت با استفاده از دستگاه بافت سنج (پنترومتر) مدل ۵۳۲۰۰ انجام شد. این کار با برش لایه نازکی از پوست به قطر یک سانتیمتر مربع در سه قسمت میوه به وسیله کارد تیز و تعیین ماکزیم نیروی وارده بر سطح بر حسب نیوتن بر میلیمتر مربع برای نفوذ میله‌ای به قطر ۸ میلیمتر انجام شد.

### شاخص رنگ

شاخص \*L با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج مینولیتا (مدل CR-400، ساخت کشور ژاپن) از چهار طرف میوه اندازه‌گیری شد.

چیتوزان از ۰/۵ تا ۲ درصد میزان پوسیدگی میوه زغال اخته به شدت کاهش یافت به طوری که در غلظت ۲ درصد ۸۹ درصد خاصیت بازدارندگی نشان داد. که این میزان تفاوت معنی‌داری با شاهد داشت. معمولا بروز پوسیدگی در میوه‌ها در نتیجه تهاجم میکروبها می‌باشد. پس از پوشش دادن با چیتوزان، این فرصت برای میکروبها کاهش می‌یابد. بعلاوه گروه آمینو چیتوزان تاثیر باکتریواستاتیک دارد و می‌تواند تعداد میکروبها را کاهش دهد (دو تا و همکاران، ۲۰۰۹). همچنین عوامل دیگری مانند کاهش سرعت تنفس، حفظ فعالیت بالاتر آنزیمهای محافظ، سلامتی غشای سلولی، توانایی میوه برای محافظت در برابر میکروبها را تقویت می‌کند. (یو وی و ینزه، ۲۰۱۳). سوگار و همکاران (۲۰۰۳) اظهار داشتند که کاهش پوسیدگی میوه‌ها می‌تواند به دلیل ایجاد اتصال بین یونهای کلسیم با اسید پکتیک بین سلولی میوه و تشکیل پکتات کلسیم باشد که این ماده نسبت به آنزیمهای تجزیه کننده قارچی (پلی گالاکتروناز) مقاوم می‌باشد. تداوم تنفس سلولی و فعالیت آنزیمی (هرنانتز مونز و همکاران، ۲۰۰۶) در مدت زمان نگهداری باعث نرم شدن میوه و در نهایت لهیدگی و پوسیدگی میوه می‌شود.

با افزایش غلظت کیتوزان، افت وزن میوه و میزان پوسیدگی به طور موثری کاهش یافت. آنها گزارش کردند که کیتوزان می‌تواند تیمار موثری برای افزایش عمر فلفل سبز پس از برداشت باشد. یووی وینزه (۲۰۱۳) اظهار داشتند دلیل کاهش وزن میوه پس از برداشت، تعرق و مصرف سوپسترا در تنفس می‌باشد. پس از پوشش‌دهی با چیتوزان بر روی سطح میوه‌ها، آب بیشتری در بافت میوه حفظ می‌شود. بنابراین، ویژگی‌های تغذیه‌ای و ارزش تجاری میوه به طور موثری حفظ می‌گردد. به طور کلی، اثر مثبت پوشش‌های خوراکی بر اساس خواص میکروسکوپی است، که به عنوان مانعی بین میوه و محیط اطراف قرار دارد، بنابراین تبدلات خارجی را کاهش می‌دهد (زو و همکاران ۲۰۰۷).

#### پوسیدگی

با افزایش مدت زمان نگهداری میوه درصد پوسیدگی نیز افزایش یافت (جدول ۳). در تمام مدت زمان نمونه‌گیری در روزهای پنجم تا بیست و پنجم تفاوت معنی‌داری بین شاهد و سایر تیمارها مشاهده شد. در روز آخر نگهداری شاهد با میزان پوسیدگی ۷۷/۷ درصد دارای بیشترین میزان پوسیدگی بود که بعد از آن تیمار کلرید کلسیم ۵ درصد با شدت پوسیدگی ۵۵ درصد قرار داشت. کلرید کلسیم ۲/۵ درصد کمترین درصد پوسیدگی را نشان داد که البته با کلرید کلسیم ۱ درصد و غلظتهای مختلف چیتوزان تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد نشان نداد. نتایج مشابهی از اثرات چیتوزان و کلرید کلسیم در کنترل پوسیدگی توسط دیگر محققان گزارش شده است. عشقی و همکاران (۱۳۹۲) گزارش کردند که در میوه‌های توت فرنگی پوشش دار شده با نانوامولسیون کیتوزان به دلیل تنفس کمتر میوه روند تخریب بافت به تعویق افتاد و ماندگاری از ۸ روز به ۲۰ روز افزایش یافت. کاهش درصد پوسیدگی در اثر استفاده از پوشش نانوامولسیون کیتوزان توسط یو وی و همکاران (۲۰۱۱) نیز گزارش شده است. تزوتو الیانا و همکاران در سال ۲۰۱۴ نشان دادند که با افزایش غلظت

جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر کلرید کلسیم، چیتوزان و زمان نمونه برداری بر صفات مورد بررسی میوه های کنار

میانگین مربعات (MS)							درجه آزادی	منابع تغییر
درصد افزایش TSS	درصد کاهش شاخص L	درصد کاهش ویتامین ث	درصد کاهش سفتی میوه	درصد کاهش وزن	درصد پوسیدگی	درصد		
۰/۱ <sup>ns</sup>	۵/۲ <sup>ns</sup>	۲۵/۴ <sup>ns</sup>	۶/۷ <sup>ns</sup>	۲۵۶/۷ <sup>ns</sup>	۲۴۶/۱ <sup>ns</sup>	۲	تکرار (R)	
۱۹۴/۵ <sup>**</sup>	۶۱/۷ <sup>**</sup>	۲۴۱/۵ <sup>**</sup>	۳۳۳/۷ <sup>**</sup>	۹۷۶/۷ <sup>*</sup>	۷۹۸/۲ <sup>*</sup>	۶	تیمار (A)	
۰/۹	۷/۴	۱۸/۰	۶/۶	۳۰۱/۳	۱۷۵/۰	۱۲	خطای a	
۵۲۱/۹ <sup>**</sup>	۱۶۳۷/۲ <sup>**</sup>	۳۳۰۱/۵ <sup>**</sup>	۲۴۵/۳ <sup>**</sup>	۵۴۵/۹ <sup>**</sup>	۳۳۴۴/۷ <sup>**</sup>	۴	زمان نمونه برداری (B)	
۶۲/۸ <sup>**</sup>	۷۷/۳ <sup>**</sup>	۵۲/۲ <sup>**</sup>	۵۵/۷ <sup>**</sup>	۱۵/۷ <sup>ns</sup>	۱۹۲/۳ <sup>**</sup>	۲۴	اثر متقابل AB	
۱/۳ <sup>ns</sup>	۴/۷ <sup>ns</sup>	۱۳/۹ <sup>ns</sup>	۳/۸ <sup>ns</sup>	۱۳/۴ <sup>ns</sup>	۱۱/۹ <sup>ns</sup>	۸	اثر متقابل RB	
۱/۲	۱۱/۲	۷/۷	۳/۸	۹/۴	۲۹/۵	۴۸	خطای b	
۹/۸	۸/۴	۹/۲	۱۵/۳	۱۵/۹	۱۸/۱	٪ (C.V)	ضریب تغییرات	

<sup>ns</sup> غیر معنی دار، \* معنی دار در سطح ۵٪، \*\* معنی دار در سطح ۱٪

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مورد استفاده روی درصد کاهش وزن میوه کنار در زمان‌های مختلف اندازه‌گیری

زمان نمونه برداری تیمار	روز پنجم	دهم	پانزدهم	بیستم	بیست و پنجم
شاهد	۱۳/۶ <sup>a</sup>	۲۲/۴ <sup>a</sup>	۲۵/۷ <sup>a</sup>	۲۵/۴ <sup>ab</sup>	۳۸/۱ <sup>a</sup>
کلرید کلسیم ۱ درصد	۱۰/۰ <sup>b</sup>	۱۶/۰ <sup>b</sup>	۲۴/۸ <sup>a</sup>	۲۹/۹ <sup>a</sup>	۳۱/۱ <sup>b</sup>
کلرید کلسیم ۲/۵ درصد	۶/۳ <sup>c</sup>	۱۱/۶ <sup>c</sup>	۱۶/۳ <sup>bc</sup>	۲۰/۴ <sup>b</sup>	۲۷/۰ <sup>c</sup>
کلرید کلسیم ۵ درصد	۹/۶ <sup>bc</sup>	۱۱/۸ <sup>c</sup>	۱۳/۱ <sup>c</sup>	۲۷/۴ <sup>a</sup>	۳۴/۰ <sup>ab</sup>
چیتوزان ۰/۵ درصد	۶/۳ <sup>c</sup>	۹/۲ <sup>d</sup>	۱۳/۹ <sup>c</sup>	۲۷/۰ <sup>a</sup>	۳۱/۸ <sup>b</sup>
چیتوزان ۱ درصد	۱۱/۲ <sup>b</sup>	۱۵/۹ <sup>b</sup>	۲۰/۹ <sup>b</sup>	۲۷/۴ <sup>a</sup>	۲۹/۰ <sup>bc</sup>
چیتوزان ۲ درصد	۹/۴ <sup>bc</sup>	۱۳/۵ <sup>bc</sup>	۱۸/۴ <sup>b</sup>	۲۱/۵ <sup>b</sup>	۲۷/۰ <sup>c</sup>

میانگین‌های موجود در هر ستون، که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح ۱٪ آزمون دانکن اختلاف معنی داری با هم ندارند.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مورد استفاده روی درصد پوسیدگی در زمان‌های مختلف اندازه‌گیری

زمان نمونه برداری تیمار	روز پنجم	دهم	پانزدهم	بیستم	بیست و پنجم
شاهد	۱۱/۰ <sup>a</sup>	۲۶/۷ <sup>a</sup>	۴۵/۰ <sup>a</sup>	۵۶/۷ <sup>a</sup>	۷۷/۷ <sup>a</sup>
کلرید کلسیم ۱ درصد	۵ <sup>b</sup>	۱۷/۷ <sup>b</sup>	۱۸/۰ <sup>c</sup>	۲۲/۷ <sup>c</sup>	۲۵/۶ <sup>c</sup>
کلرید کلسیم ۲/۵ درصد	۵ <sup>b</sup>	۱۵/۷ <sup>b</sup>	۱۸/۰ <sup>c</sup>	۲۰/۷ <sup>c</sup>	۲۴/۶ <sup>c</sup>
کلرید کلسیم ۵ درصد	۵ <sup>b</sup>	۲۱/۰ <sup>b</sup>	۳۵/۷ <sup>b</sup>	۳۸/۳ <sup>b</sup>	۵۵ <sup>b</sup>
چیتوزان ۰/۵ درصد	۵ <sup>b</sup>	۱۶/۷ <sup>b</sup>	۲۱/۰ <sup>c</sup>	۲۱/۰ <sup>c</sup>	۲۸/۳ <sup>c</sup>
چیتوزان ۱ درصد	۵ <sup>b</sup>	۱۶/۳ <sup>b</sup>	۲۱/۳ <sup>c</sup>	۲۳/۷ <sup>c</sup>	۳۰/۳ <sup>c</sup>
چیتوزان ۲ درصد	۵ <sup>b</sup>	۱۵/۰ <sup>b</sup>	۲۲/۰ <sup>c</sup>	۲۴/۰ <sup>c</sup>	۳۱ <sup>c</sup>

میانگین‌های موجود در هر ستون، که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح ۱٪ بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی داری با هم ندارند.

## کاهش سفتی

همانطور که در جدول ۴ نشان داده شده است، سفتی بافت میوه در مدت انبارداری میوه در تمام تیمارها کاهش یافت. در مدت زمان انبارداری، بجز کلرید کلسیم ۲/۵ درصد در روز پنزدهم، کلرید کلسیم ۱ درصد در روز بیستم و کلرید کلسیم ۵ درصد در روز بیست و پنجم، دیگر تیمارها تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد نشان دادند. در روز آخر انبارداری، بیشترین درصد کاهش سفتی (۲۲ درصد) بافت میوه بعد از شاهد (۶/۱۶ درصد) در تیمار کلرید کلسیم ۵ درصد مشاهده شد. کمترین درصد کاهش سفتی بافت میوه (۱۰ درصد) در تیمار چیتوزان مشاهده شد که غلظتهای مختلف آن تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نشان ندادند. در واقع در تیمار کلرید کلسیم به دلیل سوختگی بافت میوه میزان سفتی بافت کاهش یافت. علی و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که میوه‌های پایایا تیمار شده با ۱ تا ۲ درصد چیتوزان دارای میزان سفتی بالاتری نسبت به شاهد بودند. درحالی‌که غلظت ۰/۵ درصد چیتوزان تفاوت معنی‌داری با شاهد در مدت ۶ ماه انبارداری، نشان نداد. اچوا-ولاسکو و

همکاران در سال ۲۰۱۴ نشان دادند که چیتوزان در ترکیب با استیک اسید نقش قابل ملاحظه‌ای در حفظ سفتی بافت میوه گلابی در مدت ۱۶ روز نگهداری داشته است. کاهش سفتی بافت در میوه در مدت نگهداری به احتمال زیاد مربوط به گسترش رشد قارچها و افزایش متابولیسم و در نتیجه افزایش فعالیت آنزیمی می‌باشد. از سوی دیگر پیری میوه توسط اتیلن نیز شتاب گرفته که منجر به تغییرات قابل توجهی در بافت میوه می‌شود. طی نگهداری میوه‌ها بافت آنها نرم و دچار آسیب دیدگی می‌شود. دلیل کاهش استحکام بافت ممکن است فعالیت آنزیمی و تخریب دیواره سلول‌ها، خرابی پارانسیم و حل شدن پکتین در مایع داخل سلولی باشد. در طول مدت انبارداری میوه، سفتی آنها به علت تبخیر آب، تخریب پکتین، مصرف مواد مغذی و غیره کاهش خواهد یافت. پوشش چیتوزان با مهار تعرق، باعث حفظ بیشتر آب می‌شود. بنابراین، سلول میوه‌ها فشار تورم بزرگتری را حفظ میکند و سفتی بالاتری را نشان می‌دهد (یووی وینزه، ۲۰۱۳) همچنین کلسیم پیوندهای مقاومی در ترکیب پکتات‌های پلی‌ساکاریدی ایجاد می‌کند (گاوارا و همکاران، ۲۰۰۶).

جدول ۴- مقایسه اثر تیمارهای مورد استفاده روی درصد کاهش سفتی میوه در زمان‌های مختلف اندازه‌گیری

زمان نمونه برداری	روز پنجم	دهم	پانزدهم	بیستم	بیست و پنجم
شاهد	۱۴/۱ <sup>b</sup>	۱۳/۰ <sup>b</sup>	۱۷/۴ <sup>a</sup>	۲۴/۲ <sup>a</sup>	۲۶/۶ <sup>a</sup>
کلرید کلسیم ۱ درصد	۲/۵ <sup>a</sup>	۱۱/۹ <sup>b</sup>	۱۲/۳ <sup>b</sup>	۲۱/۳ <sup>ab</sup>	۱۷/۸ <sup>c</sup>
کلرید کلسیم ۲/۵ درصد	۱۲/۵ <sup>bc</sup>	۱۲/۸ <sup>b</sup>	۱۶/۷ <sup>a</sup>	۱۸/۷ <sup>b</sup>	۲۰/۱ <sup>bc</sup>
کلرید کلسیم ۵ درصد	۱/۸ <sup>d</sup>	۱۱/۵ <sup>b</sup>	۵/۳ <sup>c</sup>	۱۸/۳ <sup>b</sup>	۲۲/۵ <sup>ab</sup>
چیتوزان ۰/۵ درصد	۸/۶ <sup>c</sup>	۱۸/۷ <sup>a</sup>	۷/۴ <sup>c</sup>	۷/۱ <sup>c</sup>	۱۰/۰ <sup>d</sup>
چیتوزان ۱ درصد	۱/۸ <sup>d</sup>	۱۱/۴ <sup>b</sup>	۵/۲ <sup>c</sup>	۸/۹ <sup>c</sup>	۱۰/۵ <sup>d</sup>
چیتوزان ۲ درصد	۲/۰ <sup>d</sup>	۶/۶ <sup>c</sup>	۷/۰ <sup>c</sup>	۸/۶ <sup>c</sup>	۱۱/۰ <sup>d</sup>

## درصد کاهش ویتامین ث

همانطور که در جدول ۵ نشان داده شده است. با گذشت زمان نگهداری، میزان ویتامین ث میوه کاهش یافت. در

مقایسه با تیمارهای مختلف، چیتوزان ۲ درصد در تمام مدت زمان نگهداری تفاوت معنی‌داری با شاهد نشان داد و در مقایسه با دیگر تیمارها تاثیر بیشتری در حفظ

ویتامین ث میوه کنار داشت. شاید یکی از دلایل کاهش آسکوربیک اسید یا اسیدهای آلی دیگر استفاده از آن در تنفس باشد. در این پژوهش کلرید کلسیم و چیتوزان در جلوگیری از کاهش ویتامین ث موثر بودند که با نتایج دیگر محققان مطابقت دارد. وانگ و گائو در سال ۲۰۱۳ نیز کاهش میوزان اسیدآسکوربیک با گذشت زمان را در میوه توت‌فرنگی گزارش کردند. آنها گزارش کردند که تیمار چیتوزان نقش موثری در جلوگیری از کاهش میوزان اسیدآسکوربیک در مدت انبارداری میوه توت‌فرنگی دارد. چین و همکاران در سال ۲۰۰۶ نیز به این نتیجه رسیدند که تیمار چیتوزان در قیاس با شاهد باعث حفظ اسید آسکوربیک در میوه تازه بریده انبه می‌گردد. کاهش اسید آسکوربیک می‌تواند به دلیل اکسیده شدن اسید آسکوربیک باشد. علاوه بر اکسیداسیون، افزایش pH در اثر فعالیت آنزیمی می‌تواند سبب کاهش اسیدآسکوربیک شود. در نمونه تیمار شده با کیتوزان به دلیل کنترل میزان ورود اکسیژن به داخل سلول و فعالیت آنزیمی میزان کاهش این ویتامین کنترل می‌شود (وارگاس و همکاران ۲۰۰۶).

#### افزایش مواد جامد محلول

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که همزمان با گذشت زمان انبارداری، میزان مواد جامد محلول افزایش یافت (جدول ۶). البته روند افزایش در میوه‌های تیمار شده با

شدت کمتری همراه بود. در بیشتر زمانهای انبارداری تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری در افزایش مواد جامد محلول با شاهد نشان دادند. در روز بیست و پنجم مواد جامد محلول شاهد به طور معنی‌داری بیشتر از دیگر تیمارها بود. کمترین روند افزایشی مواد جامد محلول در تیمارهای کلرید کلسیم ۱ درصد و چیتوزان ۰/۵ مشاهده شد. در این پژوهش اعمال تیمارهای کلسیمی و چیتوزان در مقایسه با شاهد روند افزایش میزان مواد جامد محلول را در مدت انبارداری کاهش داد، که با نتایج فتاحی مقدم و همکارانش در سال ۱۳۹۱ مطابقت دارد. هرناوندز موندز و همکاران (۲۰۰۶) نیز در بررسی اثر پوشش کیتوزان-اولئیک اسید روی میوه توت‌فرنگی طی ۱۴ روز نگهداری نتایج مشابهی گزارش کردند. گزارشات متفاوتی نیز از تاثیر کیتوزان بر تغییرات مواد جامد محلول میوه در مدت انبارداری گزارش شده است. لی و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که استفاده از کیتوزان تاثیر معنی‌داری بر میزان مواد جامد محلول سیب‌های نگهداری شده در انبار در مدت ۱۵ روز نداشته است. به طور طبیعی تغییرات مواد جامد محلول به دلیل تنفس سلولی و تبدیل دی‌ساکاریدها به مونوساکارید روندی افزایشی داشت. استفاده از تیمارهایی نظیر کلسیم و چیتوزان که سرعت تبدیل شدن مواد را به قندها درون میوه به تعویق می‌اندازند می‌توانند در افزایش عمر انباری میوه موثر باشند.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مورد استفاده روی درصد کاهش ویتامین ث در زمان‌های مختلف اندازه گیری

زمان نمونه برداری تیمار	روز پنجم	دهم	پانزدهم	بیستم	بیست و پنجم
شاهد	۲۱/۱ <sup>a</sup>	۲۸/۷ <sup>a</sup>	۴۳/۸ <sup>a</sup>	۴۵/۶ <sup>a</sup>	۴۸/۴ <sup>a</sup>
کلرید کلسیم ۱ درصد	۱۱/۰ <sup>cd</sup>	۱۷/۴ <sup>c</sup>	۲۳/۶ <sup>cd</sup>	۴۱/۹ <sup>a</sup>	۵۲/۶ <sup>a</sup>
کلرید کلسیم ۲/۵ درصد	۱۵/۸ <sup>abc</sup>	۱۷/۴ <sup>c</sup>	۲۹/۷ <sup>b</sup>	۴۲/۹ <sup>a</sup>	۳۹/۰ <sup>b</sup>
کلرید کلسیم ۵ درصد	۱۲/۹ <sup>bc</sup>	۱۹/۷ <sup>bc</sup>	۳۲/۳ <sup>b</sup>	۳۵/۲ <sup>bc</sup>	۴۱/۹ <sup>b</sup>
چیتوزان ۰/۵ درصد	۱۸/۷ <sup>ab</sup>	۲۱/۶ <sup>bc</sup>	۲۹/۰ <sup>bc</sup>	۳۴/۳ <sup>c</sup>	۴۱/۹ <sup>b</sup>
چیتوزان ۱ درصد	۱۲/۹ <sup>bc</sup>	۲۵/۵ <sup>ab</sup>	۳۱/۳ <sup>b</sup>	۴۱/۰ <sup>ab</sup>	۵۰/۶ <sup>a</sup>
چیتوزان ۲ درصد	۵/۲ <sup>d</sup>	۲۲/۶ <sup>bc</sup>	۲۲/۶ <sup>d</sup>	۳۲/۳ <sup>c</sup>	۴۰/۰ <sup>b</sup>

میانگین‌های موجود در هر ستون، که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح ۱٪ آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

جدول ۶- مقایسه اثر تیمارهای مورد استفاده بر درصد افزایش TSS در زمان‌های مختلف اندازه‌گیری

زمان نمونه برداری	روز پنجم	دهم	پانزدهم	بیستم	بیست و پنجم
شاهد	۱/۳ <sup>c</sup>	۱۱/۰ <sup>bc</sup>	۱۲/۵ <sup>a</sup>	۱۴/۸ <sup>b</sup>	۲۴/۰ <sup>a</sup>
کلرید کلسیم ۱ درصد	۰/۰ <sup>c</sup>	۰/۰ <sup>f</sup>	۶/۷ <sup>b</sup>	۰/۰ <sup>d</sup>	۱۳/۳ <sup>c</sup>
کلرید کلسیم ۲/۵ درصد	۲/۲ <sup>c</sup>	۶/۷ <sup>d</sup>	۶/۷ <sup>b</sup>	۱۵/۳ <sup>b</sup>	۲۰/۰ <sup>b</sup>
کلرید کلسیم ۵ درصد	۶/۷ <sup>b</sup>	۱۳/۳ <sup>b</sup>	۸/۰ <sup>b</sup>	۸/۴ <sup>c</sup>	۲۰/۰ <sup>b</sup>
چیتوزان ۰/۵ درصد	۶/۷ <sup>b</sup>	۸/۹ <sup>cd</sup>	۶/۷ <sup>b</sup>	۱۶/۷ <sup>b</sup>	۱۳/۳ <sup>c</sup>
چیتوزان ۱ درصد	۸/۹ <sup>b</sup>	۲/۷ <sup>e</sup>	۱۴/۴ <sup>a</sup>	۲۳/۳ <sup>a</sup>	۲۰/۰ <sup>b</sup>
چیتوزان ۲ درصد	۱۶/۷ <sup>a</sup>	۱۷/۳ <sup>a</sup>	۶/۷ <sup>b</sup>	۱۴/۷ <sup>b</sup>	۲۰/۰ <sup>b</sup>

میانگین‌های موجود در هر ستون، که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح ۱٪ آزمون دانکن اختلاف معنی داری با هم ندارند.

### شاخص رنگ

نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها (جدول ۷)، نشان داد که فاکتور درخشندگی ( $L^*$ ) با گذشت زمان در تمام تیمارها به تدریج کاهش یافت. اما این کاهش در شاهد با شدت بیشتری همراه بود و تفاوت معنی‌داری با دیگر تیمارها داشت. در روز بیستم انبارداری تفاوت معنی‌داری بین شاهد و تیمارها مشاهده نشد اما در روز بیست و پنجم، تفاوت معنی‌داری بین شاهد با دیگر تیمارها مشاهده شد. جیانگ و همکاران (۲۰۰۱) همچنین نشان دادند که تیمار با چیتوزان قهوه‌ای شدن میوه‌ها را به تعویق می‌اندازد.

هرناندز-موناز و همکاران (۲۰۰۸) نیز گزارش کردند توت‌فرنگی‌های تیمار شده با چیتوزان درخشندگی بیشتری نسبت به شاهد دارند. علی و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که غلظتهای ۱ تا ۲ درصد چیتوزان نقش قابل ملاحظه‌ای در حفظ رنگ میوه پایایا در مدت زمان ۶ هفته داشته است. اچوا-ولاسکو و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که تیمار برش‌های میوه گلابی با چیتوزان در ترکیب با استیک اسید تفاوت معنی‌داری نسبت به شاهد پس از ۱۶ روز نگهداری در دمای ۴°C<sup>o</sup> نشان دادند.

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مورد استفاده روی بر درصد کاهش فاکتور  $L^*$  در زمان‌های مختلف اندازه‌گیری

زمان نمونه برداری	روز پنجم	دهم	پانزدهم	بیستم	بیست و پنجم
شاهد	۴۵/۸ <sup>b</sup>	۲۳/۶ <sup>b</sup>	۳۲/۳ <sup>c</sup>	۴۰/۸ <sup>a</sup>	۶۰/۳ <sup>a</sup>
کلرید کلسیم ۱ درصد	۴۹/۴ <sup>ab</sup>	۲۳/۳ <sup>b</sup>	۴۴/۸ <sup>a</sup>	۳۷/۱ <sup>a</sup>	۴۹/۶ <sup>b</sup>
کلرید کلسیم ۲/۵ درصد	۴۵/۷ <sup>b</sup>	۳۱/۷ <sup>a</sup>	۴۰/۲ <sup>ab</sup>	۳۷/۲ <sup>a</sup>	۴۷/۰ <sup>bc</sup>
کلرید کلسیم ۵ درصد	۵۰/۷ <sup>ab</sup>	۳۰/۱ <sup>ab</sup>	۳۴/۴ <sup>bc</sup>	۳۵/۹ <sup>a</sup>	۴۱/۷ <sup>c</sup>
چیتوزان ۰/۵ درصد	۵۴/۷ <sup>a</sup>	۲۶/۷ <sup>ab</sup>	۳۰/۳ <sup>c</sup>	۳۸/۵ <sup>a</sup>	۴۴/۳ <sup>bc</sup>
چیتوزان ۱ درصد	۵۵/۰ <sup>a</sup>	۲۷/۴ <sup>ab</sup>	۴۰/۲ <sup>ab</sup>	۴۲/۶ <sup>a</sup>	۴۷/۶ <sup>bc</sup>
چیتوزان ۲ درصد	۳۷/۶ <sup>c</sup>	۲۷/۳ <sup>ab</sup>	۳۰/۰ <sup>c</sup>	۴۲/۲ <sup>a</sup>	۴۳/۹ <sup>bc</sup>

میانگین‌های موجود در هر ستون، که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح ۱٪ آزمون دانکن اختلاف معنی داری با هم ندارند.



## منابع مورد استفاده

- عشقی س، هاشمی م و محمدی ع، ۱۳۹۲، تأثیر پوشش نانوامولسیون حاوی کیتوزان بر افزایش ماندگاری و ویژگی‌های کیفی میوه توت‌فرنگی پس از برداشت. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، ۸، ۹-۱۹.
- فتاحی مقدم ج، حالجی ثانی م، فقیه نصیری م و طاهری ح، ۱۳۹۱، اثر تیمار غوطه وری کلرید کلسیم در خصوصیات فیزیکوشیمیایی و عمر انباری میوه کیوی، مجله علوم باغبانی ایران، ۴۳، ۳۳-۴۱.
- مستوفی ی، دهستانی اردکانی م و رضوی ه، ۱۳۹۰، اثر چیتوزان بر افزایش عمر پس از برداشت و ویژگی‌های کیفی و انگور رقم شاهرودی، فصلنامه علوم و صنایع غذایی، ۸، ۹۳-۱۰۲.
- Ali A, Muhammad MTM, Sijam K, and Siddiqui Y, 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.
- Akhtar A, Abbasi N, Hussain A, 2010. Effect of calcium chloride treatments on quality characteristics of Loquat fruit during storage. Pakestianian journal of Botany 42:181-188.
- Azam Ali S, Bonkongou E, Bowe C, De Kock C, Godara A, and. Williams, JT, 2006. Fruits for the future: Ber and other Jujubes. International Centre for Underutilised Crops, Southampton, UK: University of Southampton.
- Chien PJ, sheu F, Yang FH, 2006. Chitosan coating on quality and shelf life of sliced mango fruit. Journal of food engineering 78:225-229.
- Chi S, Zivanovic S, Weiss J, and Draughon, FA, 2003. Antimicrobial properties of chitosan films enriched with essential oils, Food Microbiology: Control of food borne microorganisms by antimicrobials IFT Annual Meeting Chicago Journal 2: 18-21.
- Dutta P, Tripathi S, Mehrotra G, and Dutta J, 2009. Perspectives for chitosan based antimicrobial films in food applications. Food Chemistry 114:1173-82.
- Gholamipour Fard K, Kamari S, Ghasemnezhad M, and Ghazvini, RF, 2009. April. Effect of chitosan coating on weight loss and postharvest quality of green pepper (*Capsicum annum* L.) fruits. In VI International Postharvest Symposium 877: 821-826.
- Ghasemnezhad M, Zareh S, Rassa M, Sajedi RH, 2012. Effect of chitosan coating on maintenance of aril quality, microbial population and PPO activity of pomegranate (*Punica granatum* L. cv. Tarom) at cold storage temperature. Journal of Science Food Agriculture 93:368-374.
- Gavara R, Almenar E, Munoz P, 2006. Effect of calcium dips on postharvest life of Strawberries (*Fragaria × ananassa*). Postharvest Biology and Technology 39:247-253.
- Hernández-Munoz P, Almenar E, Ocio MJ, Gavara R, 2006. Effect of calcium dips and chitosan coatings on postharvest life of strawberries (*Fragaria x ananassa*). Postharvest Biology and Technology 39: 247-253.
- Hernandez-Munoz P, Almenar ED, Valle V, Velez D, and Gavara D, 2008. Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria × ananassa*) quality during refrigerated storage. Food Chemistry 110:428-435.
- Hernández-Munoz P, Almenar E, Ocio MJ, Gavara R, 2006. Effect of calcium dips and chitosan coatings on postharvest life of strawberries (*Fragaria x ananassa*). Postharvest Biology and Technology 39: 247- 53.
- Jiang Y, and Li Y, 2001. Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of longon fruit. Food Chemistry 73:139-143.
- Kittur FS, Kumar KR, and Thraranathan RN, 1998. Functional packaging properties of chitosan films. Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung 206:44-47.
- Li H, Wang Y, Liu F, Yang Y, Wu Z, Cai H, and Li P, 2015. Effects of chitosan on control of postharvest blue mold decay of apple fruit and the possible mechanisms involved. Scientia Horticulturae 186: 77-83.
- Ochoa-Velasco CE, and Guerrero-Beltrán JÁ, 2014. Postharvest quality of peeled prickly pear fruit treated with acetic acid and chitosan. Postharvest Biology and Technology 92: 139-145.

- Ščetar M, Kurek M, Galić K, 2010. Trends in Fruit and Vegetable Packaging. *Croatian Journal of Food Technology Biotechnology and Nutrition* 5: 69-86.
- Sugar D, Benbow JM, Powers KA, and Basile SR, 2003. Effects of sequential calcium chloride, ziram, and yeast orchard sprays on postharvest decay of pear. *Plant disease* 87: 1260-1262.
- Tezotto-Uliana JV, Fargoni GP, Geerdink GM, and Kluge RA, 2014. Chitosan applications pre-or postharvest prolong raspberry shelf-life quality. *Postharvest Biology and Technology* 91: 72-77.
- Wang SY, and Gao H, 2013. Effect of chitosan-based edible coating on antioxidants, antioxidant enzyme system, and postharvest fruit quality of strawberries (*Fragaria x ananassa*). *LWT - Food Science and Technology* 52: 71-79.
- Youwei Y, and Yinzhe R, 2013. Effect of Chitosan Coating on Preserving Character of Post-Harvest Fruit and Vegetable: A Review. *Food Process and Technology* 4:1-3.
- Vu KD, Hollingsworth RG, Leroux E, Salmieri S, Lacroix M, 2011. Development of edible bioactive coating based on modified chitosan for increasing the shelf life of strawberries. *Food International* 44: 198-203.
- Vargas M, Albors A, Chiralt A, GonzalezMartinez C, 2006. Quality of cold-stored strawberries as affected by chitosan-oleic acid edible coatings. *Postharvest Biology of Technology* 41: 164-71.
- Xu WT, Huang KL, Guo F, Qu W, Yang JJ, Liang ZH, and Luo YB, 2007. Postharvest grapefruit seed extract and chitosan treatments of table grapes to control *Botrytis cinerea*. *Postharvest Biology of Technology* 46: 86-94.

## Effect of chitosan and calcium chloride on trend of Quantitative and qualitative changes of Indian jujube (*Zizphus Mauritinia*) during storage

S Rastegar<sup>1\*</sup> and M Lashkary<sup>2</sup>

Received: April 11, 2015 Accepted: September 18, 2016

<sup>1</sup>Assistant Professor, Department of Horticultural Science, University of Hormozgan, Hormozgan, Iran

<sup>2</sup>MSc Student, Department of Horticultural Science, Jiroft University, Jiroft, Iran

\*Corresponding author: E mail: rastegarhort@gmail.com

### Abstract

Coating fruit and vegetables with chitosan has some positive advantages for the long-term storage of them. Chitosan inhibits fungal growth and maintains the apparent quality of the fruit for a longer time. In this study, the effects of chitosan and cholid calsium in extending shelf life and maintains the quality of Indian jujube (*Zizphus Mauritinia*) were investigated. Fruits were immersion in chitosan (0.5, 1.5 and 2%) and cholorid calsium (1, 2.5 and 5%) for 5 min. then stored at 4°C for 25 days. Fruit quality attributes including weight loss, decay incidence, vitamin C, total soluble solids, firmness and color were evaluated an interval of five days. Results suggested that treatments (except calcium choloride 5%) reduces weight loss and decay also increases quality of color and firmness. However, there was no significant different between three chitosan coating concentrations in most cases. Both vitamin C and total soluble solids, were affected by chitosan and cholid calsium treatments. In general, for keeping appearance quality and improving storage life of jujube fruit, chitosane and cholorid calsium (2.5 %) is recommended.

**Keywords:** Storage, Chitosan, Quality, Jujube fruit