

ارزیابی انبارمانی طالبی در بسته‌بندی حاوی مواد جاذب اتیلن

بهنام اصانلو^۱، نوید یزدانی^{۲*} و محمود لطفی^۳

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۹/۱۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۶/۸)

چکیده

با انبارداری میوه طالبی در شرایط بهینه، می‌توان آن را در طول مدت زمان طولانی‌تر و با کیفیت مطلوب‌تر در بازارهای داخلی عرضه کرد و همچنین در توسعه و گسترش صادرات آن به کشورهای دیگر اقدام نمود. در تحقیق حاضر، ایده اصلی استفاده از مواد جاذب اتیلن جهت حفظ خصوصیات پس از برداشت میوه طالبی بوده است. از این رو، میوه‌های طالبی رقم آناناسی (*Cucumis melo L.*) در بسته‌های دارای نانوزئولیت با پرمنگنات پتاسیم ۷ درصد و پوشال‌های کاغذی حامل پرمنگنات پتاسیم ۷ درصد قرار گرفتند و طی ۳۵ روز نگهداری در دمای ۶ درجه سلسیوس، هر هفت روز از سردخانه خارج شده‌اند و صفات کمی و کیفی مهم مانند تغییرات وزن، سفتی بافت میوه، آسکوربیک اسید، اسیدیته قابل تیتراسیون، pH عصاره میوه، مواد جامد محلول، نشت مواد الکتروولیت و تولید اتیلن مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد در پایان دوره آزمایش در تیمار نانوزئولیت، وزن میوه حدود ۷ درصد، سفتی بافت میوه ۲ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع و محتوای آسکوربیک اسید ۲۹ درصد، بیشتر از تیمار شاهد حفظ شد. همچنین، تیمار با نانوزئولیت حدود ۱۴ تا ۲۱ روز پس از شروع انبارمانی نتایج قابل قبولی در حفظ خصوصیات مطلوب میوه داشت. درحالی‌که پوشال‌های کاغذی طی دو هفته اول انبارداری میوه طالبی عملکرد خوبی داشتند. علاوه بر این، بیشترین میزان تولید اتیلن توسط میوه طالبی پس از ۳۵ روز انبارمانی $8/93 \mu\text{L g}^{-1} \text{h}^{-1}$ ثبت شد و با توجه به میزان کم اتیلن تولید شده توسط میوه طالبی رقم آناناسی، از نظر تولید اتیلن اختلافی بین تیمارها وجود نداشت.

واژه‌های کلیدی: انبارمانی، پرمنگنات پتاسیم، کیفیت، نانوزئولیت، آسکوربیک اسید

۱، ۲ و ۳. به ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، استادیار و دانشیار، گروه باغبانی، پردیس اهوریحان، دانشگاه تهران

*. مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: n.yazdani@ut.ac.ir

مقدمه

طالبی با نام علمی *Cucumis melo* L. از خانواده کدویان می‌باشد. کشت این گیاه در تمامی دنیا مرسوم است و در حال حاضر سطوح زیادی از مزارع جالیزکاری جهان را به خود اختصاص داده است. به گزارش فائو (۵) کشور ایران با تولید ۱۵۰۱۴۱۱ میلیون تن در سال ۲۰۱۳ بعد از چین و ترکیه در رتبه سوم تولید این محصول قرار دارد که خود نشان‌دهنده اهمیت توجه بیشتر به بازاریابی صحیح این محصول در کشور می‌باشد. صادرات طالبی نیز با مشکلات متعددی در زمینه حمل و نقل محصول و کاهش کیفیت روبه‌رو است که با بهبود بخشیدن روش‌های نگهداری و بسته‌بندی، علاوه بر کاهش ضایعات محصول، زمینه گسترش صادرات را نیز می‌توان فراهم کرد.

طالبی جزء میوه‌های فرازگرا است (۱۰) ولی، نرخ تولید اتیلن توسط میوه آن زیاد نیست ($10 \mu\text{L kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ تا ۱). در مقابل از نظر حساسیت به این تنظیم‌کننده رشد گیاهی به‌عنوان محصول حساس طبقه‌بندی می‌شود، به طوری که ۵ ppm از گاز اتیلن باعث نرمی، پوست نازکی، کاهش رنگ گوشت میوه و رسیدن بیش از حد آن می‌شود (۱۰).

روش‌های بسیار زیادی برای مهار اتیلن در سال‌های اخیر استفاده شده است. این روش‌ها مانند تهویه منظم، استفاده از دمای پایین، استفاده از انبارهای کنترل اتمسفر (Controlled atmosphere)، انبارهای کم‌فشار و تجزیه اتیلن توسط پرتو ماورای بنفش می‌باشند. همچنین استفاده از اکسیدکننده‌های گاز اتیلن و یا ترکیبات شیمیایی که مانع سنتز یا عمل اتیلن می‌شود مانند: AOA (Aminoethoxyvinylglycine) AVG، (Aminoxyacetic acid)، (Silver thiosulfate) STS، (1-Methylcyclopropene) 1-MCP، یون کبالت و ریزوبی‌توکسین که عموماً یا گران بوده و یا به دلیل تماس با میوه ممکن است سلامت میوه‌ها از نظر مصرف کنندگان تحت تأثیر قرار دهند. علاوه بر این حذف اتیلن توسط پرمنگنات پتاسیم یکی دیگر از این روش‌ها است که به دلیل کارایی پایین، کمتر مورد توجه قرار گرفته است (۱).

در سال‌های اخیر در نگهداری سیب رقم گل‌دن دلشیز و تعدادی از سایر میوه‌ها مانند موز و گلابی به جهت افزایش کارایی پرمنگنات پتاسیم، محلول اشباع آن را در سطوح مواد معدنی بی‌زیان مانند سلیکات، میکای متورم، ورمیکولیت، آلومینا و سلیکاژل قرار می‌دهند (۱۲). به طوری که وقتی یک ماده جاذب اتیلن (پرمنگنات پتاسیم) در بسته‌بندی قرار داده شود، عمر پس از برداشت میوه ۳ تا ۴ برابر نسبت به میوه‌های بسته‌بندی نشده هلو، شلیل، زردآلوی رقم شاه‌رودی، گیلاس تک‌دانه مشهد، کاهوی سالادی و کلم چینی افزایش یافته است (۱۸).

در این مطالعه برای اولین بار با استفاده از پرمنگنات پتاسیم تأثیر حذف اتیلن تولید شده توسط میوه طالبی بر تغییرات کیفی آن پس از برداشت مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین دو روش استفاده از پرمنگنات پتاسیم در داخل بسته‌بندی به صورت متصل به پوشال کاغذی یا نانوذولیت مقایسه شده‌اند.

مواد و روش‌ها

به منظور انجام این آزمایش طالبی‌های رقم آناناسی با وزن 1500 ± 50 گرم و متوسط مواد جامد محلول (TSS) 10 ± 1 درصد به شکل کاملاً رسیده (تغییر رنگ در بیش از سه چهارم سطح میوه و آسان جدا شدن میوه از بوته) هم‌زمان از مزارع روستای جواد آباد شهرستان ورامین استان تهران برداشت شدند. برای هر طالبی یک جعبه پلاستیکی با ابعاد $45 \times 25 \times 15$ سانتی‌متر در نظر گرفته شد که توسط نایلون از جنس پلی‌اتیلن با ضخامت (۰/۰۱ mm) پوشانده شدند. به طوری که سعی شد فضای داخلی بسته‌ها یکسان باشد. در داخل هر جعبه پلاستیکی، بسته به نوع تیمار ۵ گرم نانوذولیت حامل پرمنگنات پتاسیم ۷ درصد یا پوشال‌های کاغذی غنی شده با ۷ درصد پرمنگنات پتاسیم گذاشته شد. برای تهیه پوشال‌های کاغذی غنی شده، کاغذ صافی در محلول پرمنگنات پتاسیم با غلظت ۷ درصد (نسبت وزنی - حجمی) به مدت ۳۰ دقیقه فرو برده شد و در مجاورت آفتاب خشک گردید. برای هر بسته میوه ۵ گرم

۳۵م انبارمانی در یک ظرف پلاستیکی درب‌دار قرار گرفت و درب آن به شکلی بسته شد که تبادلات گازی کاملاً محدود شود. پس از گذشت ۶ ساعت در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد، با استفاده از ونوجکت بدون هپارین و سوزن دو طرفه اقدام به نمونه‌گیری از هوای اطراف میوه‌ها شد. جهت تعیین مقدار اتیلن از دستگاه کروماتوگرافی گازی (Shimatzu, model 14-A, Japan) مجهز به ستون استیل و آشکارساز یونیزه کننده شعله‌ای استفاده شد و دمای آشکارساز و آون دستگاه به ترتیب ۲۵۰ و ۸۰ درجه سلسیوس تنظیم گردید. علاوه بر حجم ظرف، حجم و وزن میوه‌ها مشخص گردید و با استفاده از تزریق استاندارد، مقادیر اتیلن بر مبنای $\mu\text{L g}^{-1} \text{h}^{-1}$ بیان گردید.

این تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل با دو فاکتور مواد جاذب اتیلن و زمان انبارمانی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد و میانگین تیمارها توسط آزمون چند دامنه دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج

بر اساس تجزیه واریانس داده، اثر متقابل جاذب‌های اتیلن و مدت نگهداری نیز بر روی صفات اندازه‌گیری شده به جز اتیلن در سطح احتمال ۱ یا ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱).

درصد کاهش وزن

با افزایش مدت زمان انبارمانی درصد کاهش وزن افزایش یافت. اثر متقابل جاذب‌های اتیلن و مدت نگهداری در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. پس از ۳۵ روز نگهداری، وزن میوه‌ها در تیمارهای نانوزئولیت و پوشال کاغذی به ترتیب ۱۳/۳۳ و ۱۸/۷۷ درصد کاهش یافت. در حالی که تیمار شاهد ۲۰ درصد کاهش وزن نشان داد (شکل ۱).

سفتی بافت میوه

اثر متقابل استفاده از جاذب‌های اتیلن و مدت نگهداری بر

از این پوشال‌های کاغذی استفاده گردید. نانوزئولیت غنی با پرمنگنات پتاسیم ۷ درصد در بسته‌های ۵ گرمی از شرکت زیست پژوهان خاورمیانه تهیه شدند.

میوه‌های تیمار شده به همراه میوه‌های تیمار شاهد به مدت ۳۵ روز در دمای 6 ± 1 درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۵-۹۰ درصد نگهداری شدند. این آزمایش با ۴ تکرار انجام شد و طی این دوره در فواصل هفت روزه میوه‌ها از سردخانه به آزمایشگاه منتقل شدند (۶ دوره نمونه‌گیری). برای سنجش میزان اسیدیته قابل تیتراسیون ۱۰ میلی‌لیتر عصاره میوه با هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال تیترا شد. مواد جامد محلول با استفاده از رفرکتومتر دستی (Atago, Japan) اندازه‌گیری شد و نتایج به صورت درصد بیان گردید. برای تعیین میزان کاهش وزن نمونه‌ها پس از وزن کردن اولیه نمونه توسط ترازوی دیجیتال در روز اول، در روزهای تعیین شده نیز وزن ثانویه میوه اندازه‌گیری شد و درصد کاهش وزن محاسبه گردید.

اندازه‌گیری آسکوربیک اسید به روش یدومتری انجام شد (۱۳). از دستگاه pH متر دیجیتال پروتابل (Metrohm 780) برای اندازه‌گیری pH آب میوه استفاده شد. همچنین، جهت سنجش سفتی گوشت میوه از دستگاه پترومتر (Effegi, ft 327, Italy) استفاده گردید. به این منظور از سر ۸ میلی‌متری دستگاه استفاده شد و داده‌ها بر حسب کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع گزارش گردید. برای اندازه‌گیری نشت الکترولیت ۳ دیسک ۵۰ گرمی از گوشت میوه در ظرف شیشه‌ای حاوی ۵۰ میلی‌لیتر آب دوبار تقطیر غوطه‌ور گردید و درب شیشه‌ها با فویل آلومینیومی پوشانده شد. پس از ۵ دقیقه هدایت الکتریکی محلول با استفاده از دستگاه EC متر (Metrohm 712) اندازه‌گیری شد (EC). بعد از قرار دادن نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای محیط، EC_1 و پس از قرار دادن آنها به مدت ۲ ساعت در آون با دمای ۹۰ درجه سلسیوس، EC_2 قرائت گردید. فرمول زیر برای محاسبه میزان نشت الکترولیت استفاده شد.

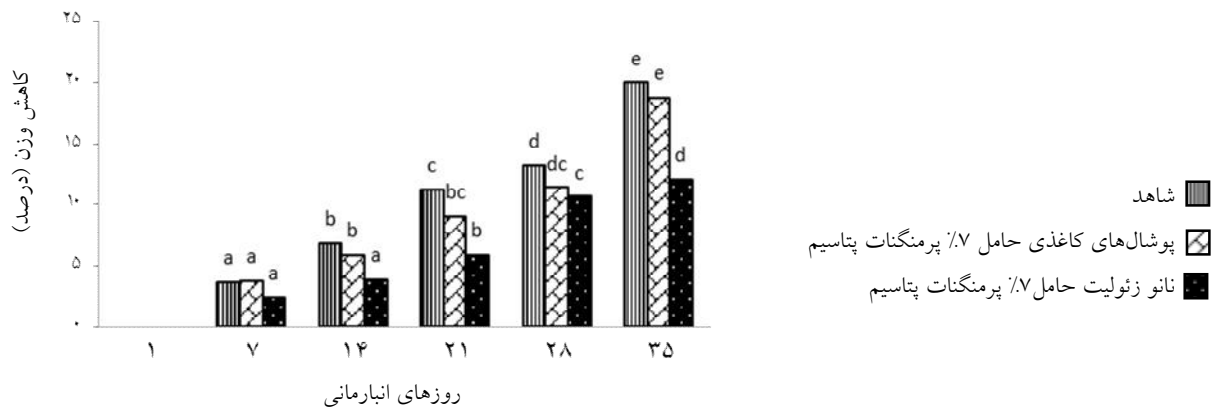
$$(1) \quad \text{نشت الکترولیت} = [(EC_1 - EC_0) / (EC_2 - EC_0)] \times 100$$

برای اندازه‌گیری غلظت اتیلن، دو میوه طالبی از هر تکرار در روز

جدول ۱. تجزیه واریانس اثر تیمار، زمان و برهم‌کنش تیمار در زمان بر برخی صفات فیزیولوژیکی میوه طالبی

میانگین مربعات								
منابع تغییرات	df	کاهش وزن	سفتی بافت	پ‌هش عصاره	مواد جامد محلول	اسیدیته قابل تیتراسیون	نشست الکترولیت	آسکوربیک اسید
تیمار	۲	۴۸/۸۹**	۲/۶۹۲**	۰/۱۷۸**	۹/۲۴۸**	۰/۱۱۰**	۲۷۲/۸**	۱۵۲۹۳**
زمان	۵	۳۰۲/۸**	۲۰/۲۰**	۲/۷۴۲**	۳۲/۴۱**	۰/۱۶۷**	۴۵۵۳**	۱۶۱۰۴۲**
تکرار	۲	۱/۲۶ ^{ns}	۰/۳۲ ^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}	۰/۵۹۵*	۰/۰۰۱ ^{ns}	۲۱/۰ ^{ns}	۷۸۲۰*
تیمار × زمان	۱۰	۶/۴۳**	۰/۵۵۱**	۰/۰۶۴**	۰/۸۵۲**	۰/۰۵۵**	۴۱/۵**	۱۰۲۸۹**
خطا	۳۴	۱/۰۵	۰/۱۰۹	۰/۰۰۱	۰/۱۷۱	۰/۰۰۰۳	۹/۵	۱۸۹۷
(%) CV		۱۲/۶	۷/۲	۶/۰	۱۵/۸	۱۰/۱	۸/۸	۲۱/۴

* و ** به ترتیب معنی‌داری در سطح آماری ۰/۰۵ و ۰/۰۱ درصد و ns عدم معنی‌داری را نشان می‌دهد.



شکل ۱. درصد کاهش وزن در مدت انبارمانی و اثر تیمارهای جاذب اتیلن

(ستون‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند).

درصد معنی‌دار بوده است. علاوه بر این، همان‌طور که در (شکل ۳) مشخص است تا هفته سوم آزمایش، تیمارها تفاوت معنی‌داری باهم نداشتند. لیکن، در روز سی و پنجم در تیمار نانوزئولیت پ‌هش عصاره میوه ۱۱ درصد بیشتر از شروع آزمایش بود. این درحالی است که افزایش مذکور برای تیمار شاهد ۲۰ درصد بود. در مقابل با افزایش مدت نگهداری، کارایی پوشال‌های کاغذی کاهش یافت و در پایان آزمایش پ‌هش به مقدار زیادی افزایش یافت.

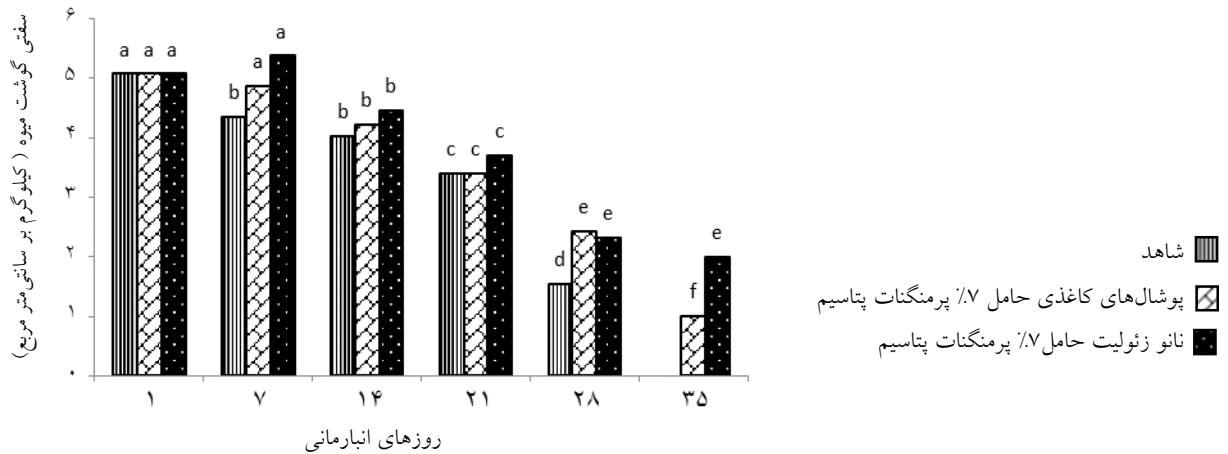
سفتی بافت میوه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. با افزایش دوره انبارمانی سفتی بافت میوه‌ها کاهش یافت. ولی با استفاده از مواد جاذب اتیلن این روند کند شد. به‌طور مشخص استفاده از نانوزئولیت در روز ۳۵ با میانگین ۲ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع بیشترین سفتی بافت را نشان داد. درحالی‌که در این زمان سفتی بافت میوه‌های تیمار شاهد به مقدار زیادی کاهش یافته بود و قابل اندازه‌گیری نبود (شکل ۲).

مواد جامد محلول

نانوزئولیت غنی با پرمنگنات پتاسیم بهترین عملکرد را در حفظ

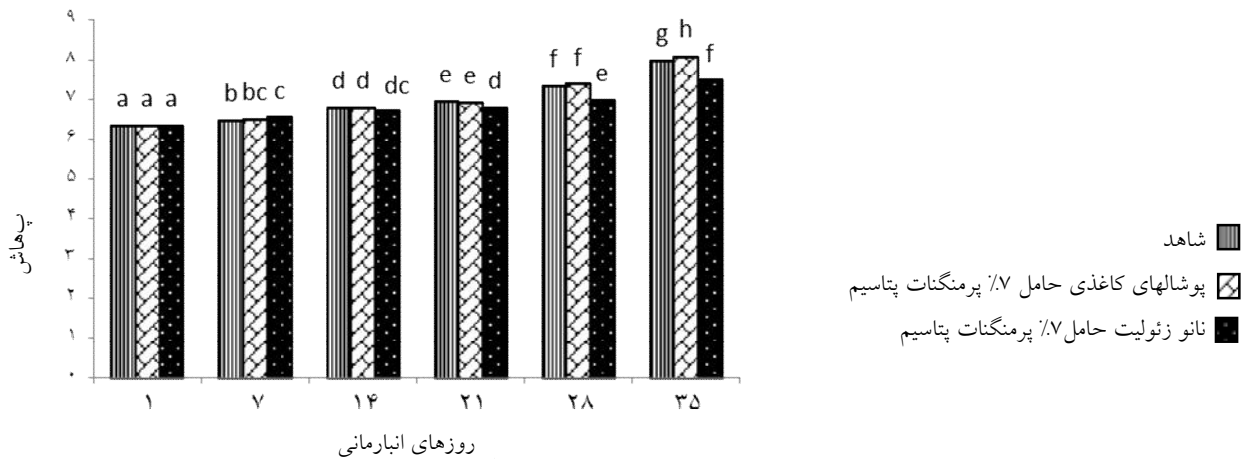
پ‌هش عصاره میوه

افزایش پ‌هش عصاره میوه طالبی طی دوره انبارمانی در سطح یک



شکل ۲. تغییرات سفتی بافت میوه طی دوره انبارمانی و اثر تیمارهای جاذب اتیلن

(ستون‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.)



شکل ۳. تغییرات پ‌هاش عصاره میوه طی دوره انبارمانی و اثر تیمارهای جاذب اتیلن

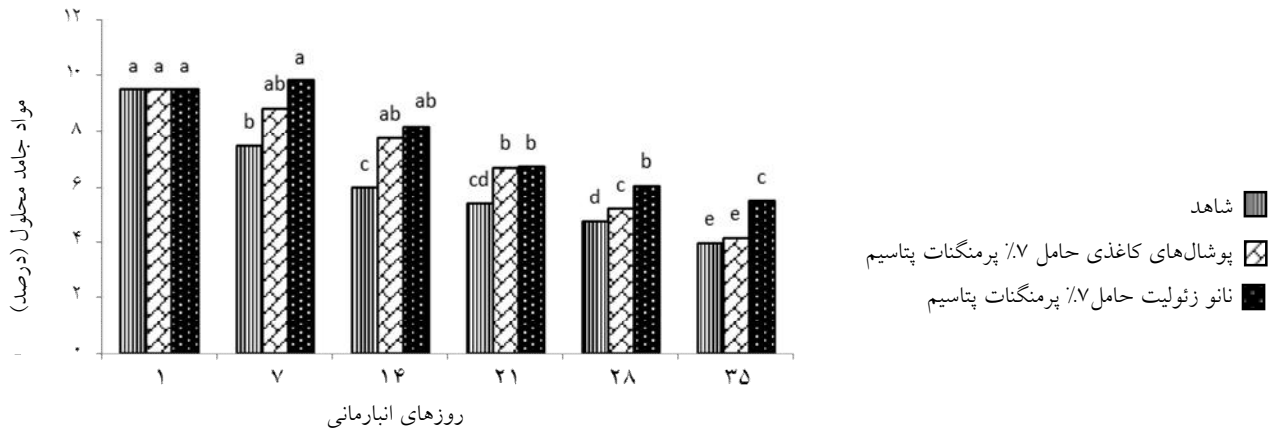
(ستون‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.)

۴۲ درصد بود (شکل ۴).

اسیدیته قابل تیتراسیون

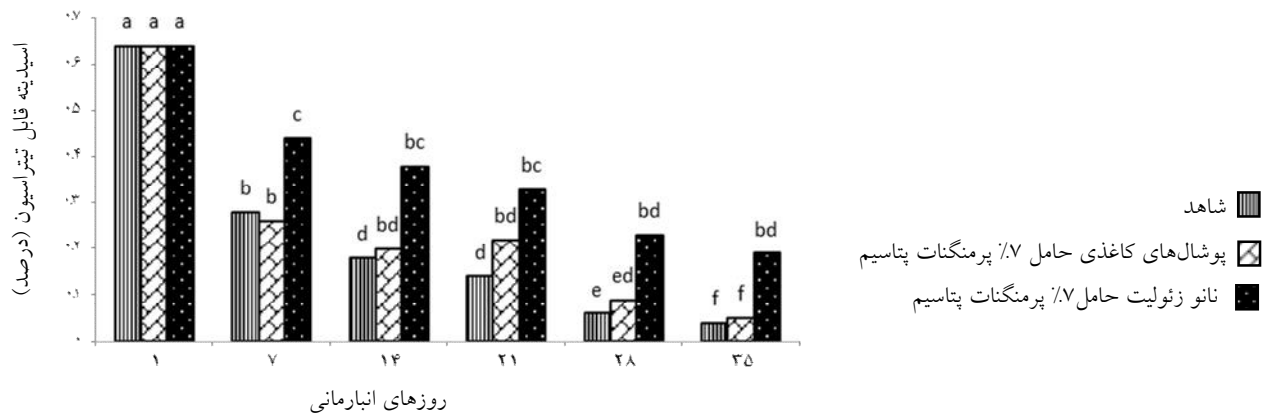
میزان اسیدیته قابل تیتراسیون پس از اولین هفته انبارداری روند کاهشی داشت. در مقابل تیمارهای مورد استفاده تا حدودی این روند کاهشی را کندتر کردند. به‌طوری‌که مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون در روز ۳۵م آزمایش در تیمار شاهد ۹ درصد، پوشال‌های کاغذی ۱۱ درصد و تیمار نانوزئولیت ۴۲ درصد

مواد جامد محلول طی دوره انبارمانی داشت. همچنین، با توجه به نتایج به‌نظر می‌رسد پوشال‌های کاغذی آغشته به پرمنگنات پتاسیم در هفته‌های پایانی کارایی خود را از دست داده‌اند. به‌طوری‌که تغییرات در روز هفتم آزمایش نسبت به روز ابتدایی تغییر معنی‌داری نداشت ولی با ادامه دوره انبارمانی در آخرین روز آزمایش میزان کاهش درصد مواد جامد محلول نسبت به روز اول، برای شاهد ۵۸ درصد، پوشال‌های کاغذی ۵۶ درصد و نانوزئولیت با ۷ درصد پرمنگنات پتاسیم



شکل ۴. تغییرات مواد جامد محلول طی دوره انبارمانی و اثر تیمارهای جاذب اتیلن

(ستون‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند).



شکل ۵. تغییرات اسیدپتیه قابل تیتراسیون در مدت انبارمانی و اثر تیمارهای جاذب اتیلن

(ستون‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند).

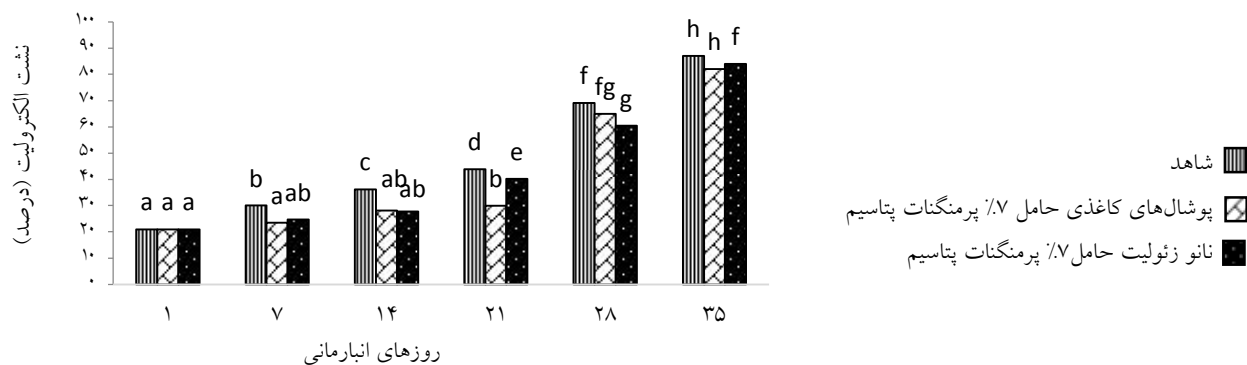
تیمار نانوزئولیت با ۷ درصد پرمنگنات پتاسیم ۳/۵ برابر افزایش پیدا کرد (شکل ۶).

ابتدای آزمایش بود (شکل ۵).

نشت الکترولیت

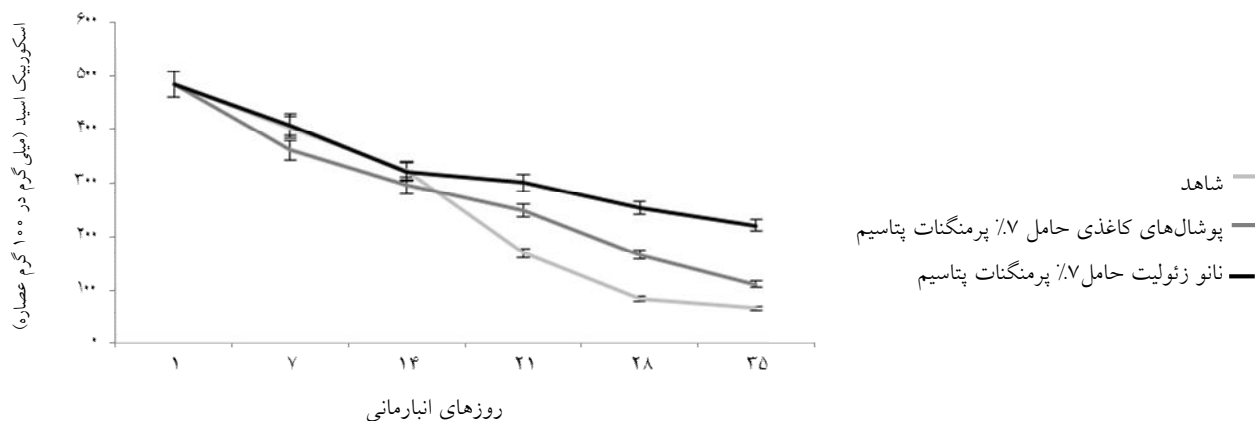
محتوای آسکوربیک اسید
میزان آسکوربیک اسید کل در طول زمان کاهش یافت. بیشترین کاهش محتوای آسکوربیک اسید در تیمار شاهد مشاهده شده و کمترین کاهش با استفاده از جاذب‌های اتیلن ثبت شد. به طوری که در آخرین روز آزمایش سفتی بافت در تیمار نانوزئولیت به میزان ۲۲۲/۱۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم عصاره

روند افزایشی نشت الکترولیت در طول دوره انبارمانی مشخص شد. در همین رابطه اختلاف بین تیمارها در روز هفتم آزمایش نسبت به روز ابتدایی تفاوت معنی‌داری نداشت. ولی از هفته دوم میزان نشت الکترولیت تیمارها متفاوت بود. میزان نشت الکترولیت در روز ۳۵م آزمایش نسبت به روز اول به ترتیب برای تیمارهای شاهد و پوشال‌های کاغذی ۳/۸ برابر و برای



شکل ۶. تغییرات نشست الکترولیت طی مدت انبارمانی و اثر تیمارهای جاذب اتیلن

(ستون‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.)



شکل ۷. تغییرات محتوای آسکوربیک اسید طی دوره انبارمانی و اثر تیمارهای جاذب اتیلن.

میل‌های عمودی موجود در میانگین‌ها معرف خطای استاندارد (SE) است.)

بحث

از جمله عوامل مؤثر در کاهش ماندگاری میوه‌های فرازگرا از جمله طالبی وجود اتیلن در محیط انبار است. گاز اتیلن تولید شده در این میوه یا سایر محصولات سرعت تنفس را افزایش داده و این تغییر در میزان تنفس باعث تغییرات نامطلوب در کیفیت میوه می‌گردد. با توجه به نتایج، استفاده از پوشال‌های کاغذی تا مدت دو هفته کارایی خوبی در نگهداری سفتی بافت میوه داشت. هم‌زمان با استفاده از زئولیت‌های حاوی پرمنگنات پتاسیم، میوه‌ها از نظر سفتی بافت تا روز ۲۱ نگه‌داری، هیچ کاهشی نداشتند. مونیرا و همکاران نیز کاهش سفتی بافت

رسید. در مجموع مقدار آسکوربیک اسید برای تیمار شاهد ۸۴ درصد، پوشال‌های کاغذی ۷۶ درصد و در تیمار نانو زئولیت ۵۵ درصد نسبت به ابتدای آزمایش کاهش یافت (شکل ۷).

میزان اتیلن

میزان تولید اتیلن توسط میوه‌ها در روز پایانی آزمایش تعیین شد و نتایج آن در جدول ۲ مشخص شده است. بیشترین میانگین ثبت شده برای محتوای اتیلن به میزان $8/93 \mu\text{L g}^{-1} \text{h}^{-1}$ در تیمار شاهد ثبت شد. البته، اختلافی معنی‌دار آماری بین تیمارها مشاهده نشد.

جدول ۲. میزان تولید اتیلن پس از ۳۵ روز انبارمانی تحت تأثیر تیمارهای جاذب اتیلن

اتیلن ($\mu\text{L g}^{-1} \text{h}^{-1}$)	تیمار
۸/۹۳ ^a	شاهد
۸/۲۵ ^a	پوشال‌های کاغذی حامل ۷٪ پرمنگنات پتاسیم
۸/۱۲ ^a	نانوزئولیت حامل ۷٪ پرمنگنات پتاسیم

میانگین‌های ($n=5$) دارای حروف مشترک از نظر آماری تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد، آزمون دانکن ندارند.

سلول‌ها و کاهش ضخامت دیواره سلولی طی مدت انبارداری است (۹). به موازات این تغییرات به دلیل کاهش اسیدها در اثر متابولیسم میوه، میزان اسیدیته نیز کاهش و pH افزایش می‌یابد. تغییرات نشت الکترولیت در طی ۳۵ روز نشان‌دهنده عملکرد مثبت جاذب‌های اتیلن در هفته‌های اول و ناکارآمدی آنها در هفته‌های آخر است. در توجیه آن باید گفت، نشت الکترولیت در بسیاری از میوه‌ها با تغییر لیپیدهای غشاء در طی رسیدگی همراه است. همچنین، گزارش شده است کاهش سفتی بافت طالبی رقم گایلا طی مدت انبارداری به دلیل افزایش نشت یونی از بافت است (۴). در این پژوهش نیز زیاد شدن نشت یونی در تیمار شاهد به حدی بود که در روز سی و پنجم، اندازه‌گیری سفتی بافت امکان‌پذیر نبود. اتلاف آب، کاهش تورژسانس سلولی و پژمردگی میوه‌ها نیز سبب افزایش نشت الکترولیت می‌شود. جذب اتیلن با کاهش متابولیسم و اتلاف آب از تخریب ساختار غشاء جلوگیری کرده و نشت الکترولیت میوه را کاهش می‌دهد. علاوه بر این، ثابت شده است که تحریک تولید اتیلن باعث افزایش فعالیت آسکوربات پراکسیداز می‌شود (۱۱) و احتمالاً با استفاده از تیمارهای جاذب اتیلن و کاهش اتیلن در بسته‌بندی، آسکوربیک اسید روند کندتری رو به زوال داشته است.

کیدر کاهش میزان مواد جامد محلول طی مدت انبارداری به دلیل استفاده از قندها طی فرایند تنفس است (۱۱). نتایج به‌دست آمده در این پژوهش با نتایج آزمایش‌های باریو و همکاران بر روی نوعی خربزه زمستانه به‌نام تندرل مطابقت دارد (۲)، نتایج تحقیقات این محققان بیانگر کاهش میزان ساکارز و نشاسته طی مدت انبارداری بود. در رابطه با میوه

میوه طالبی رقم گایلا را با استفاده پس از برداشت از ۱-متیل‌سیکلوپروپن گزارش کرده‌اند (۱۵). ممکن است نانوزئولیت‌های دارای ۷ درصد پرمنگنات پتاسیم با جذب مقدار بیشتری اتیلن نسبت به پوشال‌های کاغذی آغشته به پرمنگنات پتاسیم توانسته‌اند تحریک هیدرولیز دیواره سلولی را کاهش داده و این امر منجر به حفظ سفتی گوشت میوه طالبی در پایان دوره انبارمانی شده است.

کاهش وزن میوه طی مدت انبارمانی به دلیل کاهش آب توسط تبخیر و تعرق مداوم محصول است که با افزایش مدت انبارداری میزان کاهش وزن نمونه‌ها نیز افزایش می‌یابد (۸). نتایج تحقیقات میکولیس و سالتیویت بر ۶ رقم ملون گروه اینودروس (*Inodorous*) نشان‌داد که طی مدت انبارداری میزان کاهش وزن، افزایش معنی‌داری می‌یابد (۱۴). که در این پژوهش نیز این کاهش وزن در تیمار شاهد روند سریع‌تری داشت. به‌طوری‌که در روز ۳۵م تیمار نانوزئولیت حاوی پرمنگنات پتاسیم حدود ۱۲ درصد کاهش داشته، در صورتی‌که دو تیمار بعدی حدود ۲۰ درصد کاهش در این بازه زمانی مشاهده شد.

بیشترین تغییرات فیزیولوژیک در پس از برداشت میوه به سوخت‌وساز اکسایشی مربوط می‌شود که عمدتاً شامل کاهش سلولز و پکتین‌های انحلال‌ناپذیر در مدت زمان نگهداری می‌باشد که از فعالیت‌های آنزیمی ناشی می‌شوند (۱). به‌طوری‌که با افزایش مدت انبارمانی، سفتی بافتی به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد (۷). علاوه بر این، در رابطه با این میوه، گزارش شده است ثابت باقی ماندن سفتی بافت پس از دو هفته ناشی از عواملی مانند تغییر در فشار تورم سلولی، اندازه

است (۱۰). علاوه بر این، عدم وجود اختلاف بین توانایی تولید اتیلن در تیمارهای مختلف ممکن است نشان‌دهنده بازگشت سریع توانایی تولید اتیلن با خروج میوه‌ها از بسته‌بندی باشد. به نظر می‌رسد در مطالعات آینده لازم است علاوه بر اندازه‌گیری میزان تولید اتیلن میوه پس از خروج از بسته‌بندی، میزان اتیلن تجمع یافته داخل بسته‌بندی نیز اندازه‌گیری شود. در مجموع در این مطالعه پوشال‌های کاغذی طی دو هفته اول انبارداری میوه طالبی عملکرد خوبی در حفظ خصوصیات مطلوب میوه داشتند و در مقابل اثرات تیمار با نانوزئولیت حدود ۱۴ تا ۲۱ روز پس از شروع انبارمانی نتایج قابل قبولی داشتند.

هندوانه نیز میزان مواد جامد محلول پس از ۱۹ روز انبارداری در دمای ۲۳ درجه سلسیوس به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد (۱۶). در مطالعه حاضر نیز از هفته سوم به بعد میزان مواد جامد محلول رو به کاهش گذاشته است. کاهش اسیدیته میوه طی مدت نگهداری در انبار ممکن است به‌علت استفاده از اسید های آلی به‌عنوان پیش مادهٔ تنفس باشد (۱۱). نتایج آزمایشات باریو و همکاران (۲۰۰۱) برای خربزه زمستانه رقم تندرالی (۲) نیز با نتایج به‌دست آمده در این تحقیق مطابقت دارد. اندازه‌گیری میزان اتیلن در پایان آزمایش مشخص کرد، میوه طالبی نسبت به سایر میوه‌های فرازگرا میزان اتیلن کمی طی پس از برداشت تولید می‌کند که این یافته با مطالعات کیدر مشابه

منابع مورد استفاده

1. Asnaashari, M. and M. Z. Khosroshahi. 2011. Postharvest Physiology and Technology. Bu-Ali Sina University Press. Hamedan. pp: 658. (In Farsi).
2. Barreiro, M. G., F. C. Lidon and M. Pinto. 2001. Physicochemical characterization of the postharvest senescence of the winter melon tendril. *Fruits* 56: 51-58.
3. Emadpour M., B. Ghareyazie, Y. Rezaei Kalaj, A. Omrani and G. Mohammadi. 2008. Effect of ethylene absorption using nano-particles on the storage and quality characteristics of apricot. *In: Proceeding of the 1st Iran International Zeolite Conference*. Tehran. Iran. (In Farsi).
4. Ergun, M., J. Jeong, D. J. Humber and D. J. Cantliffe. 2005. Suppression of ripening and softening of 'Galia' melons by 1-methylcyclopropane applied at preripe or ripe stages of development. *HortScience* 40: 170-175.
5. FAOSTAT. 2013. FAO Statistical Databases. Available online at: <http://faostat.fao.org/>. Accessed 30 January 2017.
6. Ghareyazie B., M. Emadpour, Y. Rezaei Kalaj and A. Omrani. 2009. Effect of the removal of ethylene hormone by potassium permanganate coated zeolite nanoparticles on the increased quality characteristic and shelf life of peach and nectarine. *In: Proceeding of the 6th Iranian Horticultural Sciences Congress*. Rasht. Gilan. (In Farsi).
7. Gil, M. I., E. Aguayo and A. A. Kader. 2006. Quality changes and nutrient retention in fresh-cut versus whole fruits during storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54: 4284-4296.
8. Jha, S. N. and T. Matsuoka. 2002. Surface stiffness and density of eggplant during storage. *Journal of Food Engineering* 54: 23-26.
9. Kader, A. A. 1992. Postharvest biology and technology: an overview. pp.15-20, *In: A. A. Kader (Ed.), Postharvest Technology of Horticultural Crops*. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources Publication, Oakland.
10. Kader, A. A. 2002. Postharvest Technology of Horticultural Crops. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources Publication, Oakland.
11. Kays, S. J. 1991. Postharvest Physiology of Perishable Plant Products. Van Nostrand Reinhold Publ. New York.
12. Lee, S. K. and A. A. Kader. 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology* 20: 207-220.
13. Marandi, J. 2005. Postharvest Physiology. Jihad-e-Daneshgahi Publication. Orumiye. (In Farsi)
14. Miccolis, V. and M. E. Saltveit. 1995. Influence of storage period and temperature on the postharvest characteristics of six melon (*Cucumis melo* L., Inodorus Group) cultivars. *Postharvest Biology and Technology* 5: 211-219.
15. Munira, Z. A., S. Rosnah, O. Zaulia and A. R. Russly. 2013. Effect of postharvest storage of whole fruit on physico-chemical and microbial changes of fresh-cut cantaloupe (*Cucumis melo* L. *reticulatus* cv. Glamour). *International Food Research Journal* 20: 501-508.
16. Picha, D. H. 1988. Storage temperature influences watermelon quality. *Louisiana Agriculture* 31: 4-5.
17. Rahemi, M. 2005. Postharvest Physiology. Shiraz University Press. Shiraz. (In Farsi).

18. Rezaei Kalaj, Y., B. Ghareyazie, M. Emadpour, A. Omrani and G. Mohammadi. 2009. Effect of the removal of ethylene hormone by Potassium Permanganate coated zeolite nanoparticles on the increased quality and quantity of storage of iceberg lettuce (*Lactuca sativa* L.) and Chinese cabbage (*Brassica pekinensis*). *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources* 15: 1-11. (In Farsi).

Evaluation of Cantaloupe Storability in Packaging Using Ethylene Absorbents

B. Osanloo¹, N. Yazdani^{2*} and M. Lotfi³

(Received: December 6-2016; Accepted: August 30-2017)

Abstract

By storing the cantaloupe fruit in the optimum conditions, it can be provided over a longer period of time with a more optimal quality in the domestic markets; its exports to other countries can be expanded and developed. This study was intended to utilize ethylene absorbents in order to preserve postharvest characteristics in the cantaloupe fruit. Therefore, fruits of *Cucumis melo* were stored in nano-zeolite packets with 7% potassium permanganate (KMnO₄) and 7% KMnO₄ coated paper straws during 35 days of storage at 6°C and seven day intervals. Accordingly, significant quantitative and qualitative traits such as weight changes, fruit firmness, ascorbic acid, titratable acidity, pH of the fruit extract, soluble solids, electrolyte leakage, and ethylene production were investigated. The results revealed that at the end of the experiment, in the nano-zeolite treatment, the fruit weight was increased by 7%, fruit firmness was enhanced by 2 kg/cm², and ascorbic acid content was increased by 29%, compared to those in the control samples. Also, the treatment with nano-zeolite, approximately 14 to 21 days after the start of storage, showed acceptable results in maintaining the desired characteristics of the fruit. However, the use of paper straws improved the quality of the cantaloupe fruit during the first two weeks of fruit storage. In addition, although the maximum amount of ethylene production by the cantaloupe fruit after 35 days of storage was recorded to be 8.93 μL/g⁻¹/h⁻¹ there was no significant difference in terms of ethylene production between treatments due to the minimum amount of ethylene produced by the cantaloupe fruit.

Keywords: Storage, Potassium permanganate, Quality, Nano-zeolite, Ascorbic acid.

1, 2, 3. Graduate MSc. Student, Assistant Professor and Associate Professor, Respectively, Department of Horticulture, College of Aburairhan, University of Tehran, Tehran, Iran.

*. Corresponding Author, Email: n.yazdani@ut.ac.ir.