

تأثیر گرانول‌های نانوزئولیت حاوی پرمنگنات پتاسیم بر افزایش عمر انبارمانی و

خصوصیات کیفی گیلایس تکدانه مشهد

معصومه عمادپور، بهزاد قره‌یازی*، یوسف رضائی کلج، آزاد عمرانی و ابوالقاسم محمدی**

* نگارنده مسئول، نشانی: کرج، مؤسسه تحقیقات بیوتکنولوژی کشاورزی، ص. پ. ۱۸۹۷-۳۱۵۳۵، تلفن: ۰۹۶۵۲۷۰۲۶۱، پیام‌نگار:

ghareyazie@yahoo.com

** به‌ترتیب محقق؛ دانشیار پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی؛ پژوهشگران مؤسسه زیست پژوهان خاورمیانه؛ و عضو هیئت علمی گروه زراعت

و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

تاریخ دریافت مقاله: ۸۷/۲/۱۷؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۱۲/۱۷

چکیده

هورمون اتیلن باعث کاهش عمر انبارمانی میوه‌ها از جمله گیلایس می‌شود. به منظور کاهش اثر اتیلن و افزایش عمر انبارمانی این میوه، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار با ۲ عامل گرانول‌های نانو جاذب و دستگاه حاوی گرانول‌های جاذب در شرکت زیست پژوهان خاورمیانه اجرا شد. تیمارها شامل استفاده از بسته‌های کوچک حاوی گرانول‌های نانوجاذب در هر جعبه و با استفاده از دستگاه حاوی گرانول‌های جاذب، استفاده از بسته‌های کوچک گرانول‌های نانوجاذب بدون دستگاه حاوی گرانول‌های جاذب، استفاده از دستگاه حاوی گرانول‌های جاذب بدون بسته‌های کوچک حاوی گرانول‌های جاذب، و شاهد (بدون دستگاه حاوی گرانول‌های جاذب و بدون بسته‌های کوچک حاوی گرانول‌های جاذب) بودند. برای اندازه‌گیری صفات بریکس، اسیدیته قابل تیتر شدن، pH، سفتی بافت، رنگ، قهوه‌ای شدن دم میوه، و درصد افت وزنی میوه‌های تحت تیمارهای مورد بررسی، نمونه‌ها به مدت ۱ ماه در سردخانه نگهداری و هر ۱۰ روز یک بار از آنها نمونه‌برداری شد. علاوه بر این، یک نمونه نیز در زمان قرار دادن میوه در سردخانه به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که اثر مدت زمان انبارمانی و استفاده از نانوجاذب‌های اتیلن بر خصوصیات کیفی مورد بررسی معنی‌دار است. مقایسه میانگین‌ها حاکی است که پس از ۳۰ روز انبارمانی، بیشترین سفتی بافت (۶/۰۴ نیوتن)، پایین‌ترین میزان کاهش وزن (۴/۴۸ درصد)، پایین‌ترین مواد جامد انحلال‌پذیر (۱۹/۶۳ درصد)، پایین‌ترین قهوه‌ای شدن دم میوه (۲۵ تا ۵۰ درصد)، و پایین‌ترین کاهش در میزان اسیدیته کل (۰/۴۴) مربوط به تیمار استفاده از دستگاه حاوی گرانول‌های جاذب اتیلن است به همراه بسته‌های جاذب اتیلن است و به عکس کمترین سفتی بافت میوه (۲/۶۱ نیوتن)، بیشترین کاهش وزن (۱۵/۲۰ درصد)، بیشترین مواد جامد انحلال‌پذیر (۲۴/۳۸ درصد)، بیشترین قهوه‌ای شدن دم میوه (۷۵ درصد)، و بیشترین کاهش در میزان اسیدیته کل (۰/۱۷) مربوط به تیمار بدون استفاده از دستگاه و یا بسته‌های جاذب اتیلن بود. بنابراین استفاده از نانوجاذب‌های پرمنگنات پتاسیم به‌عنوان یکی از جاذب‌های هورمون اتیلن، از افت وزنی، کاهش اسیدیته قابل تیتر شدن و سفتی بافت، افزایش pH و بریکس، و قهوه‌ای شدن دم میوه و کاهش کیفیت رنگ میوه جلوگیری می‌کند و سبب افزایش عمر انبارمانی گیلایس می‌شود.

واژه‌های کلیدی

اتیلن، انبارمانی، پرمنگنات پتاسیم، سردخانه، ضایعات پس از برداشت، گیلایس، نانوجاذب

مقدمه

خارجی برای گیلایس ایران به‌خصوص رقم تکدانه مشهد و قیمت بالاتر آن در بازارهای خارجی نسبت به بازار داخل نیز سبب انبارداری گیلایس تحت شرایط سردخانه می‌شود. گیلایس، میوه‌ای پیش‌رس است. خصوصیات کیفی آن شامل رنگ سطح، نسبت کل مواد جامد

در فصل برداشت گیلایس، تولید بالا و عرضه فراوان آن در بازار و به تبع آن کاهش قیمت‌ها، سبب می‌شود علاوه بر فراوری محصول، میزان بالایی از آن نیز در سردخانه‌ها نگهداری و خارج از فصل عرضه شود. وجود بازارهای

میوه افزایش می‌یابند. این تغییرات با افزایش ظرفیت تنفس بی‌هوازی و افزایش حساسیت به اتیلن همراه است (Ganji Moghadam & Shikh-Eslami, 2006).

دوره انبارداری پس از برداشت گیلاس به چند دلیل محدود می‌شود از جمله: از دست دادن آب، نرم شدن میوه، قهوه‌ای شدن دم میوه، زوال رنگ، و پوسیدگی‌های پس از برداشت (Ippolito *et al.*, 2005)؛ تغییراتی که در این دوره در تعادل قند به اسید ایجاد خواهد شد، عطر و طعم میوه را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد (Kupferman, 1994). تیمارهای پس از برداشت نظیر استفاده از مواد شیمیایی، اشعه، یا دماهای پایین می‌تواند این تغییرات را به تأخیر اندازد (Lurie *et al.*, 1996).

الیکو و همکاران (Alique *et al.*, 2005) اثر تیمارهای سرما و گرما را روی متابولیسم تنفسی و ماندگاری گیلاس رقم Ambrunes بررسی کردند و نشان دادند که این رقم به دلیل مورفولوژی خاص و سفتی بیشتر میوه برای فرایندهای مکانیکی پس از برداشت مناسب است. در بررسی بهبود ماندگاری پس از برداشت این رقم، تأثیر پیش تیمار گرمایی در ۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ دقیقه، سرمای مرطوب، و سرمای معمولی به‌عنوان شاهد، روی متابولیسم تنفسی و خصوصیات کیفی میوه در طول انبارداری در دمای صفر درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ و ۱۰ روز همراه با ۲ و ۴ روز نگهداری در ۲۰ درجه سانتی‌گراد ارزیابی شد. در این ارزیابی مشخص شد که در مقایسه با سایر ارقام گیلاس، رقم Ambrunes در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد فعالیت تنفسی پایینی دارد که نشان‌دهنده پتانسیل انبارمانی بالای آن است. نتایج نشان داد که انتقال میوه به دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد، پس از نگهداری در دماهای پایین، موجب افزایش تنفس در آن می‌شود و افزایش میزان تنفس، متناسب با افزایش نگهداری میوه در دمای صفر درجه سانتی‌گراد بالاتر می‌رود. همچنین مشخص شد که پیش تیمارهای

انحلال‌پذیر به میزان اسیدیته کل (TSS/TA)، و قهوه‌ای نشدن دم میوه، بازارپسندی میوه را تضمین می‌کنند (Crisosto *et al.*, 2003). یکی از مشکلات جدی در بهره‌وری اقتصادی از گیلاس، پوسیدگی و کاهش سریع کیفیت ظاهری میوه است (Serano *et al.*, 2004). نگهداری مطلوب گیلاس می‌تواند مقدار این ضایعات را کاهش دهد. نگهداری میوه در اتاق سرد شدت تنفس میوه را کاهش می‌دهد و رسیدگی، تغییرات بافت و رنگ، و از دست دادن رطوبت آن را به تأخیر می‌اندازد. شرایط مناسب برای نگهداری گیلاس در سردخانه، دمای صفر تا ۱- درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۵-۹۰ درصد است که بسته به رقم و ژنوتیپ، گیلاس می‌توان این میوه را در این شرایط به مدت ۲ تا ۳ هفته نگهداری کرد (Cantwell, 2001).

رنگ، مهمترین فاکتور کیفی نشان‌دهنده کیفیت گیلاس تازه است (Wang *et al.*, 1997). سفتی یکی دیگر از خصوصیات مهم گیلاس است و به‌طور مستقیم تعیین‌کننده پتانسیل انبارمانی و مقاومت بالای میوه در برابر پوسیدگی و صدمات مکانیکی است (Barret & Gonzales, 1994; Martinez-Romero *et al.*, 2005) معمولاً برای سنجش کیفیت میوه به کار می‌رود. نرم شدن و تغییر در بافت گیلاس در دوره انبارداری، بر کیفیت ارگانولپتیک میوه تأثیر می‌گذارد و انبارمانی آن را کوتاه می‌کند (Batisse *et al.*, 1996).

بولات و کارلیداگ (Bolat & Karlidag, 1999) گزارش کردند که روی درخت، اندازه میوه با رسیدگی آن افزایش پیدا می‌کند ولی در انبار با گذشت زمان، میوه چروکیده می‌شود و اندازه‌اش کاهش می‌یابد. از زمان برداشت اول به سمت آخر، سفتی محصول کاهش می‌یابد و مقدار کل مواد جامد انحلال‌پذیر و ماده خشک آن زیاد می‌شود. نشاسته، پروتئین، الکل اتیلیک، پکتین‌های قابل حل، و استرها از ترکیباتی هستند که در دوره رسیدن

گیلاس در دوره انبارمانی بهبود بخشد (Serano *et al.*, 2004).

برای کاهش ضایعات انباری و حفظ کیفیت محصول در سردخانه، علاوه بر کاهش دما تمهیدات دیگر از جمله بسته‌بندی و درجه‌بندی مناسب محصول و نیز کنترل هوشمند گازهای مضر انباری ضروری است (Zomorodi, 2005).

روش‌های فیزیکی و شیمیایی مختلفی برای کاهش میزان اتیلن در انبار وجود دارد. یکی از ساده‌ترین این روش‌ها، تهویه است. در انبار معمولی لازم است که هوای تازه حداقل در هر ۱۰ ساعت جای هوای انبار را بگیرد (Schaik *et al.*, 1987). اگر کنترل مطلوب اتیلن با تهویه امکان‌پذیر نباشد، باید جلو تولید این گاز گرفته شود یا با استفاده از مواد جاذب از محیط حذف یا با تبدیل آن به دی‌اکسید کربن و آب از مقدار آن در محیط کاسته شود.

در سال‌های اخیر برای جذب اتیلن، از مواد شیمیایی مختلف از جمله پرمنگنات پتاسیم استفاده می‌شود. این ماده اکسید کننده‌ای قوی است که علاوه بر از بین بردن اتیلن، غیر فرار نیز هست و می‌توان آن را به راحتی از فرآورده جداسازی و خطر آسیب آن را برطرف کرد. برای حصول اطمینان از برطرف شدن اتیلن، لازم است که فرآورده در سطح گسترده‌ای از پرمنگنات پتاسیم قرار داده شود (Zomorodi, 2005). برای این منظور می‌توان محلول اشباع پرمنگنات پتاسیم را روی بسترهای مناسب و مواد معدنی بی‌ضرر مانند میکای متورم، سلنیت، سلیکاژل، پلیت‌های آلومینا، پرلیت، و شیشه‌های منبسط شونده قرار داد. پلیت‌های حاوی پرمنگنات پتاسیم در بسته‌های کوچک^۱، فیلترها، و غیره قرار می‌گیرند و وقتی هوا از میان آنها عبور می‌کند، اتیلن به‌طور مؤثر جذب می‌شود.

گرمایی، زودرسی را در میوه همراه با مصرف سریع گلوکز و اسید مالیک و کاهش کیفیت، به‌خصوص افزایش نرم‌شدگی، القا می‌کنند و سرمای مرطوب تیماری مثبت در به تأخیر انداختن حساسیت و طولانی کردن ماندگاری میوه است و باعث متابولیسم قند کمتری می‌شود.

سرانو و همکاران (Serano *et al.*, 2004) طی تحقیقی استفاده از ترکیبات ضد قارچ طبیعی را به منظور بهبود تأثیر مثبت بسته‌بندی تغییردهندهٔ اتمسفر (MAP) در انبارداری گیلاس بررسی کردند. آنها MAP را در ترکیب با یوگنول، تیمول، منتول یا اکالیپتول (روغن‌های ضروری خالص) همراه با پوشش‌های پلی‌پروپیلن به کار گرفتند. بدین ترتیب که کلیه میوه‌ها تحت این تیمارها به مدت ۱۶ روز در دمای ۱ درجهٔ سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰ درصد نگهداری شدند. ارزیابی پارامترهای کیفی نشان داد که تیمارهای یوگنول، تیمول یا منتول مناسب‌ترند. در این تیمارها کاهش وزن میوه کمتر شد، تغییر رنگ با تأخیر رخ داد، و سفتی میوه‌ها نیز در مقایسه با شاهد حفظ شد. دم میوه در گیلاس‌های تیمار شده، در مقایسه با دم قهوه‌ای رنگ میوه‌های شاهد، سبز بود. تجزیهٔ میکروبی نشان داد که همهٔ این روغن‌ها تعداد کلنی کپک و مخمر را در مقایسه با شاهد کاهش داده بودند. در مجموع، استفاده از MAP با ترکیب یوگنول، تیمول یا منتول ابزاری مناسب برای حفظ کیفیت میوهٔ گیلاس و کاهش پوسیدگی آن است.

در بین تکنولوژی‌های به‌کار رفته، به‌نظر می‌رسد که استفاده از بسته‌بندی تغییردهندهٔ اتمسفر (MAP) در به تأخیر انداختن تغییرات فیزیکیوشیمیایی گیلاس مؤثر بوده است (Spotts *et al.*, 2002; Remon *et al.*, 2003). اخیراً ثابت شده که ترکیبی از MAP و چندین واکس خوراکی می‌تواند تغییرات مثبت MAP را در حفظ خصوصیات

با به کارگیری دستگاه مدل ۱۵۰۰ و دیگری به صورت بسته‌های کوچک ۵ گرمی.

۱- دستگاه حاوی گرانول‌های جاذب گاز اتیلن، مدل ۱۵۰۰ ساخت کمپانی BIOCONSERVACION است که ۳ طبقه کشویی دارد و هر طبقه حاوی ۱۰ کیلوگرم گرانول (به اندازه $0.5 \times 0.5 \times 1.5$ سانتی‌متر) قابل تعویض است؛ هر کیلوگرم گرانول قابلیت جذب $3/7$ لیتر گاز اتیلن را دارد. گرانول‌های قابل تعویض و جاذب اتیلن از جنس پرمنگنات پتاسیم با بستر زئولیت و یکبار مصرف هستند و در اثر واکنش با اتیلن به دی اکسید منگنز تبدیل می‌شوند. با جذب شدن اتیلن توسط این گرانول‌ها، از تأثیرات زیانبار این گاز جلوگیری می‌شود. این دستگاه هوای محیط را با قدرت زیاد می‌مکد، از فیلترهای حاوی گرانول عبور می‌دهد، و پس از جذب شدن گاز اتیلن به محیط باز می‌گرداند.

۲- بسته‌های کوچک (Sachet) ۵ گرمی حاوی گرانول‌های نانوجاذب اتیلن ساخت کمپانی BIOCONSERVACION، که در تیمارهای حاوی بسته‌های نانو جاذب، روی جعبه‌های میوه قرار داده شد. آزمایش به صورت فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار با ۲ عامل بسته‌های حاوی گرانول‌های نانوجاذب و دستگاه حاوی گرانول‌های جاذب اجرا شد. تیمارها شامل استفاده از بسته‌های کوچک حاوی گرانول‌های نانوجاذب با دستگاه حاوی گرانول‌های جاذب، استفاده از بسته‌های کوچک گرانول‌های نانوجاذب بدون دستگاه حاوی گرانول‌های جاذب، استفاده از دستگاه حاوی گرانول‌های جاذب بدون بسته‌های کوچک حاوی گرانول‌های جاذب، و شاهد (بدون دستگاه حاوی گرانول‌های جاذب و بدون بسته‌های کوچک حاوی گرانول‌های جاذب) بودند.

برای افزایش سطح اثرگذاری، افزایش سطح تماس پرمنگنات پتاسیم با هوای اطراف میوه ضرورت دارد. استفاده از ذرات نانومتری مواد نگهدارنده (بستر)، می‌تواند سطح تماس را چندین هزار برابر افزایش دهد. این ایده، راهگشای ما برای استفاده از گرانول‌های نانوجاذب در قالب فیلترهای موجود در ماشین مکنده هوا یا در قالب بسته‌های حاوی گرانول بود. نانوجاذب‌های اتیلن به کار رفته، از جنس پرمنگنات پتاسیم با بستر زئولیت هستند.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در آزمایشگاه سردخانه بازرگانی میرجلیلی و آزمایشگاه مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرج اجرا شد. رقم مورد استفاده، گیلاس تکدانه مشهد بود. میوه‌ها پس از یکنواخت‌سازی بر مبنای ویژگی‌های ظاهری به سردخانه منتقل شدند.

پس از انتخاب مکان مناسب برای قرار دادن دستگاه حاوی نانوجاذب گاز اتیلن، (در منتهی‌الیه سردخانه و زیر فن‌های خنک‌کننده هوای داخلی)، میوه‌های یکنواخت از نظر تاریخ رسیدگی و برداشت، مجدداً بر مبنای ویژگی‌های ظاهری شامل سایز، نداشتن صدمات مکانیکی، آلوده نبودن به بیماری، و هم شکلی ظاهری همگن و میوه‌های هر تکرار از هر تیمار، داخل جعبه‌های ۲۰ کیلوگرمی پلاستیکی مناسب انبارداری گیلاس قرار داده شدند. در یک دوره انبارداری، از هر کیلوگرم گرانول حدوداً برای $7/5$ تن میوه گیلاس استفاده می‌شود. دمای سردخانه روی صفر درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی بین ۹۵-۹۰ درصد تنظیم شد.

نانوجاذب‌های اتیلن به دو صورت در آزمایش به کار رفتند (شکل ۱)، یکی به صورت بسته‌های ۱۰ کیلوگرمی

ساخت کمپانی tr اندازه‌گیری شد. برای این منظور، ۱۰ میوه از هر تکرار آبیگری و پس از کالیبره کردن دستگاه، pH آب میوه قرائت شد.

رنگ سطح: با استفاده از سیستم رنگ سنج مدل Hunter Lab DP-9000، رنگ سطح گیلان در سطح ۲۰ میوه سنجیده شد. قطر حفره عبور نور ۸ میلی‌متر در نظر گرفته شد. برای سنجش رنگ سه پارامتر L^* (lightness)، a^* (green to red) و b^* (blue to yellow) با دستگاه اندازه‌گیری شد. سپس دو شاخص a^* و b^* به ترتیب برای محاسبه مقادیر زاویه فام یا زاویه ته رنگ^۲ و میزان خلوص رنگ^۳ با استفاده از فرمول‌های زیر به کار رفتند. این دو پارامتر خصوصیات ظاهری رنگ میوه را توصیف می‌کنند (Bernalte et al., 2003).

$$\text{hue angle} = \theta = \tan^{-1} b^*/a^* \quad (2)$$

$$\text{Chroma} = \sqrt{a^{*2}+b^{*2}}$$

ارزیابی کیفی دم میوه (قهوه‌ای شدن دم میوه): سبزی ماندن دم میوه گیلان از صفات ظاهری مهم در ارزیابی کیفیت آن است. در این خصوص، چند نفر ارزیاب، دم میوه‌ها را از لحاظ رنگ به ۵ گروه به شرح زیر طبقه‌بندی کردند و نتایج مورد تجزیه آماری قرار گرفت:

امتیاز ۱ = ۱۰۰-۷۵ درصد قهوه‌ای شدن؛ امتیاز ۲ = ۷۵-۵۰ درصد قهوه‌ای شدن؛ امتیاز ۳ = ۵۰-۲۵ درصد قهوه‌ای شدن؛ امتیاز ۴ = ۲۵-۱ درصد قهوه‌ای شدن؛ امتیاز ۵ = صفر درصد (بدون قهوه‌ای شدن).

تجزیه واریانس داده‌ها بر اساس مدل آماری طرح آزمایشی مورد استفاده و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن اجرا شد. برای تجزیه‌های آماری از نرم‌افزارهای آماری SAS و MSTATC استفاده شد.

کل دوره نگهداری میوه‌ها یک ماه بود و برای اندازه‌گیری صفات، نمونه‌گیری در لحظات صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز پس از انبارداری صورت گرفت. صفات مورد مطالعه عبارت بودند از:

سفتی بافت: با پنترومتر مدل FT 011 ساخت کمپانی tr سفتی بافت در ۲۰ میوه در هر تیمار بر حسب میزان مقاومت بافت میوه در مقابل فشار وارده از طرف کلاهک مخصوص (۸ میلی‌متر) و برحسب کیلوگرم نیرو اندازه‌گیری و بر حسب نیوتن گزارش شد.

اسیدیته قابل تیتر شدن^۱ (TA): یک میلی‌لیتر از آب میوه تهیه شده از ۲۰ میوه تصادفی انتخاب شده از هر تیمار در یک ارلن به حجم ۱۰۰ سی سی رسانده و با تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال و در مجاورت فنل فتالین تیتر شد و میزان اسیدیته قابل تیتراسیون (میزان سود مصرفی) قرائت و برحسب اسید مالیک، اسید غالب در این میوه (Esti et al., 2001; Bernalte et al., 2003) از فرمول زیر محاسبه شد (Ganji Moghadam & Shikh-Eslami, 2006).

$$\text{حجم نمونه تیتر شده/مقدار سود مصرفی} \times 100 \times 0.0067 = \text{TA} \quad (1)$$

میزان مواد جامد انحلال پذیر (TSS): با استفاده از دستگاه رفاکتومتر دیجیتال پروتابل ساخت کمپانی tr ، میزان TSS به صورت درصد اندازه‌گیری شد.

میزان کاهش وزن: پس از چیدن جعبه‌ها، چند میوه به‌طور تصادفی انتخاب و علامت‌گذاری شدند. سپس وزن میوه‌های علامت‌گذاری شده، در لحظه صفر و دوره‌های نمونه‌گیری با استفاده از ترازوی دقیق دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد.

pH: با استفاده از دستگاه pH متر دیجیتال پروتابل

نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه واریانس صفات مورد اندازه‌گیری، بین زمان‌های مختلف نمونه‌برداری از نظر کلیه صفات مورد مطالعه به‌غیر از Lightness سطح، تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت. با افزایش زمان انبارداری، درصد کاهش وزن میوه، درصد مواد جامد انحلال‌پذیر و قهوه‌ای شدن دم میوه افزایش معنی‌دار ولی اسیدتیته قابل تیتراسیون، سفتی میوه، میزان خلوص رنگ، و زاویه فام کاهش معنی‌دار داشتند.

بر اساس نتایج حاصل، استفاده از دستگاه حاوی گرانول‌های جاذب اتیلن در مقایسه با عدم استفاده از آن، تأثیر معنی‌داری در حفظ کیفیت میوه در دوره انبارداری داشت. به‌طوری‌که درصد کاهش وزن میوه، درصد مواد جامد انحلال‌پذیر، و قهوه‌ای شدن دم میوه به‌طور معنی‌دار در شرایط استفاده از دستگاه کمتر از حالت بدون استفاده از دستگاه بود، همین نتیجه نیز برای سفتی بافت و میزان اسیدتیته قابل تیتراژ (TA) به دست آمد. فقط از نظر pH و خصوصیات رنگ میوه بین دو شرایط تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد.

اثر متقابل زمان نمونه‌برداری، وقتی دستگاه حاوی گرانول‌های جاذب اتیلن وجود دارد یا وجود ندارد، بر صفات سفتی بافت، درصد کاهش وزن، مواد جامد انحلال‌پذیر، pH، و قهوه‌ای شدن دم میوه معنی‌دار بود. اثر متقابل تغییر در مقدار نشان داد که استفاده از دستگاه حاوی گرانول‌های جاذب اتیلن در زمان‌های مختلف نگهداری میوه‌ها در انبار باعث افزایش کیفیت میوه از نظر صفات فوق‌الذکر بوده است. بدین ترتیب که با افزایش زمان انبارمانی در هر دو حالت کاربرد و بدون کاربرد دستگاه، سفتی میوه کاهش یافت. بیشترین میزان کاهش سفتی میوه در نمونه‌برداری پس از ۳۰ روز انبارمانی در حالت بدون کاربرد دستگاه بود. در حالت استفاده از دستگاه نیز حداکثر کاهش سفتی میوه در میوه‌های

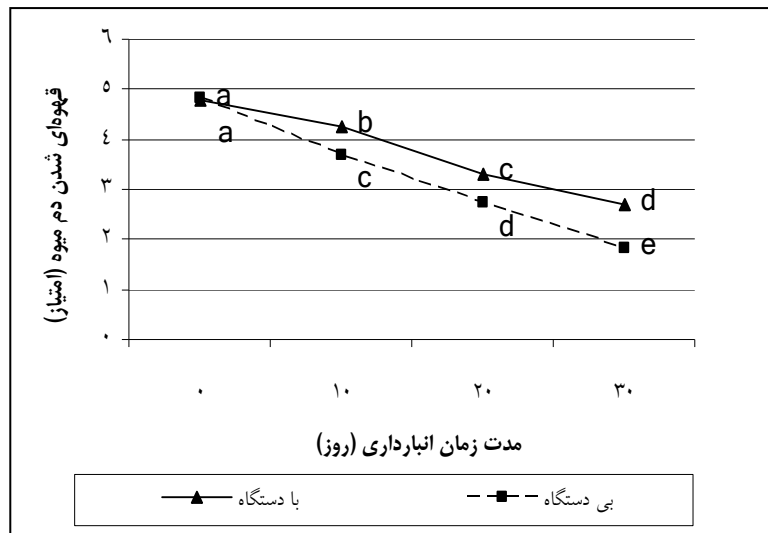
نمونه‌برداری شده پس از ۳۰ روز انبارمانی مشاهده شد. به‌طورکلی، در هر دو حالت با و بدون استفاده از دستگاه با افزایش زمان انبارمانی از ۲۰ روز، کاهش معنی‌دار در سفتی میوه وجود داشت (جدول ۱).

حتی پس از گذشت فقط ۱۰ روز (نخستین نمونه‌برداری) از انبارمانی گیلان در شرایط با یا بدون وجود دستگاه حاوی نانوجاذب اتیلن، اختلاف معنی‌داری در درصد کاهش وزن تحت هر دو شرایط انبارمانی دیده می‌شود و این اختلاف تا آخرین نمونه‌برداری (پس از ۳۰ روز) حفظ می‌شود. در واقع تأثیر مثبت استفاده از دستگاه نانوجاذب اتیلن از روزهای اولیه انبارداری، بر درصد کاهش وزن واضح است (جدول ۲). درصد مواد جامد انحلال‌پذیر، در حالت وجود دستگاه حاوی گرانول‌های جاذب پس از ۲۰ روز نگهداری میوه، نسبت به لحظه صفر و نسبت به شرایط بدون استفاده از دستگاه حاوی گرانول‌های جاذب اتیلن، اختلاف معنی‌دار مشاهده می‌شود (جدول ۳).

سفتی بافت نیز روندی مشابه با درصد مواد جامد انحلال‌پذیر دارد و در انبارداری بیش از ۲۰ روز این میوه، استفاده از دستگاه نانوجاذب به منظور حفظ کیفیت بافت میوه قابل توصیه است. در مورد pH آب میوه نیز، روند افزایشی فقط با گذشت ۳۰ روز، دارای اختلاف معنی‌داری بین شرایط با یا بدون وجود دستگاه حاوی گرانول‌های جاذب اتیلن خواهد بود. بنابراین، استفاده از دستگاه حاوی گرانول‌های جاذب اتیلن در نگهداری به مدت کمتر از ۳۰ روز، تأثیر چندانی در جلوگیری از شیرین شدن زود هنگام میوه و در پی آن کاهش سایر خصوصیات کیفی مرتبط (مانند افزایش بیماری‌های قارچی) نخواهد داشت. قهوه‌ای شدن دم میوه، با گذشت زمان انبارمانی، در هر دو شرایط بود یا نبود دستگاه حاوی گرانول‌های جاذب اتیلن، دارای اختلاف معنی‌داری است و سیر نزولی دارد. ولی این روند کاهش در شرایط وجود دستگاه حاوی

تأثیر گرانول‌های نانوزئولیت حاوی پرمنگنات پتاسیم بر افزایش...

گرانول‌های جاذب اتیلن، شیب کندتری دارد (شکل ۱)، به طوری که پس از گذشت فقط ۱۰ روز از انبارمانی میوه تحت شرایط بود یا نبود دستگاه حاوی گرانول‌های جاذب، به ترتیب ۲۵-۵۰ درصد (امتیاز ۴/۲۵) و ۳۰-۶۷ درصد (امتیاز ۳/۶۷)، قهوه‌ای شدن دم میوه قابل رویت است.



شکل ۱- نمایش تأثیر استفاده از دستگاه حاوی نانوجاذب پرمنگنات پتاسیم، بر قهوه‌ای شدن دم میوه در مدت زمان نگهداری میوه گیلان تک‌دانه مشهد

اثر متقابل کاربرد دستگاه حاوی گرانول‌های جاذب و بسته‌های جاذب فقط برای صفات درصد کاهش وزن میوه، pH، و قهوه‌ای شدن دم میوه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. بدین ترتیب که کمترین میزان درصد کاهش وزن در حالت استفاده از دستگاه حاوی گرانول‌های جاذب اتیلن بدون بسته‌های نانوجاذب مشاهده شد که با بقیه ترکیبات تفاوت معنی‌دار داشت. به طور کلی با کاربرد دستگاه حاوی گرانول‌های نانوجاذب اتیلن، درصد کاهش وزن میوه به طور معنی‌دار کمتر از شاهد چه با وجود یا عدم وجود بسته‌های نانوجاذب اتیلن بود. از نظر pH تفاوت معنی‌دار بین شرایط استفاده از دستگاه حاوی گرانول‌های جاذب اتیلن با و بدون بسته‌های نانو جاذب اتیلن و نیز استفاده از بسته‌های نانو جاذب بدون دستگاه مشاهده نشد. هرچند pH میوه در حالت بدون دستگاه و بسته‌های نانو جاذب نسبت به شرایط دیگر افزایش

تجزیه و آریانس داده‌ها تأثیر معنی‌دار استفاده از بسته‌های نانوجاذب اتیلن را بر درصد کاهش وزن، اسیدیته قابل تیتر شدن، و قهوه‌ای شدن دم میوه‌ها در دوره انبارداری نشان داد. هرچند بین شرایط استفاده و عدم استفاده از بسته‌های نانوجاذب اتیلن از نظر سایر خصوصیات اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد.

اثر متقابل کاربرد بسته‌های نانو جاذب در زمان نمونه‌برداری فقط برای صفات درصد مواد جامد انحلال‌پذیر و قهوه‌ای شدن دم میوه معنی‌دار بود. در واقع با طولانی شدن زمان انبارداری، کاربرد نانوجاذب‌ها باعث افزایش کیفیت میوه‌ها از نظر دو صفت فوق‌الذکر شده است. به طوری که در حالت استفاده از بسته‌های نانوجاذب، درصد مواد جامد انحلال‌پذیر و قهوه‌ای شدن دم میوه با گذشت زمان انبارمانی کمتر از حالتی بوده است که در آن از بسته‌های نانو جاذب استفاده نشده است.

پس از گذشت ۳۰ روز از انبارمانی میوه‌ها، به دلیل رسیدگی بیش از حد، شرایط مناسب نگهداری در سردخانه در این میوه‌ها تنزل کرد و کاهش وزن زیادی اندازه‌گیری شد. بررسی نتایج تأثیرات متقابل مدت زمان انبارمانی و استفاده از نانوجاذب‌های اتیلن بر افت وزنی نشان می‌دهد که نمونه‌های تیمارشده در شرایط وجود دستگاه حاوی گرانول‌های جاذب همزمان با بسته‌های جاذب پرمگناتی، پس از ۳۰ روز نگهداری، با ۷/۴ درصد کاهش و میوه‌های نگهداری شده در شرایط بدون دستگاه یا بسته‌های جاذب اتیلن با ۱۵/۲۰ درصد کاهش، به ترتیب کمترین و بیشترین درصد کاهش وزن را در طول مدت انبارمانی نشان دادند.

برای سنجش رنگ سطح میوه، سه پارامتر a^* ، b^* و L^* (lightness) قرائت شد که دو پارامتر اول برای محاسبه شاخص‌های زاویه فام یا زاویه ته رنگ و میزان خلوص رنگ به کار می‌روند، دو شاخصی که در توصیف خصوصیات ظاهری رنگ میوه مؤثرند. تأثیر مستقل یا متقابل تیمارها در میزان شفافیت (Lightness) سطح میوه معنی‌دار نبوده است. بررسی نتایج تأثیر مستقل مدت زمان انبارمانی بر شاخص میزان خلوص رنگ، در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است. همچنین، بررسی تأثیر متقابل مدت زمان انبارمانی و استفاده از نانوجاذب‌های اتیلن نشان می‌دهد که شاخص خلوص رنگ در دوره انبارمانی به تدریج کاهش می‌یابد، به طوری که در تیمار با دستگاه و با استفاده از بسته‌های نانوجاذب اتیلن پس از گذشت ۳۰ روز با $Chroma = 1/22$ و در تیمار بدون دستگاه و بدون بسته‌های حاوی جاذب اتیلن پس از گذشت ۳۰ روز با $Chroma = 1/12$ بیشترین و کمترین خلوص رنگ مشاهده شد به طوری که رنگ سطح از زرشکی به تدریج کدرتر و سایه‌هایی از رنگ خاکستری تیره در آن دیده می‌شود.

معنی‌دار داشت. همانند pH، بیشترین میزان قهوه‌ای شدن دم میوه نیز در حالت بدون دستگاه و بسته‌های نانو جاذب مشاهده شد که از این نظر با حالات کاربرد دستگاه با و بدون ذرات جاذب و نیز کاربرد ذرات جاذب بدون دستگاه تفاوت معنی‌دار داشت. هر چند بین این شرایط سه گانه از نظر قهوه‌ای شدن دم میوه اختلاف معنی‌دار وجود نداشت (جدول ۴).

نتایج تأثیرات متقابل مدت زمان انبارمانی و استفاده از نانوجاذب‌های اتیلن بر میزان اسیدیته قابل تیتراشدن نشان می‌دهد که پس از ۳۰ روز نگهداری، میوه‌های تیمارشده با دستگاه نانوجاذب اتیلن، و نیز بسته‌های نانوجاذب اتیلن، با ۰/۴۴ گرم و میوه‌های تیمارشده در شرایط بدون دستگاه نانوجاذب اتیلن و نیز بدون بسته‌های نانوجاذب اتیلن با ۰/۱۷ گرم اسید مالیک در ۱۰۰ سی سی آب میوه، به ترتیب بیشترین و کمترین اسیدیته قابل تیتراشدن را داشتند.

با افزایش مدت زمان انبارمانی، درصد مواد جامد انحلال‌پذیر افزایش یافت. پس از ۳۰ روز نگهداری، میوه‌هایی که در محیط با دستگاه حاوی گرانول‌های جاذب اتیلن و با بسته‌های جاذب اتیلن قرار داشتند، با ۲/۹۴ درصد افزایش و میوه‌های نگهداری شده در شرایط بدون دستگاه حاوی گرانول‌های جاذب و بدون بسته‌های جاذب با ۷/۸۸ درصد افزایش به ترتیب کمترین و بیشترین مواد جامد انحلال‌پذیر را داشتند (جدول ۳). بنابراین، در حضور نانوجاذب‌های اتیلن، روند کاهش اسیدیته قابل تیتراشدن کندتر خواهد شد و لذا میوه‌ها دیرتر رسیده می‌شوند. چون با افزایش مدت زمان انبارمانی، میزان اسیدیته قابل تیتراشدن آب میوه کاهش می‌یابد و میوه اصطلاحاً شیرین‌تر خواهد شد که این رسیدگی باعث کاهش کیفیت و انبارمانی میوه خواهد شد.

درجه (۵۰-۲۵ درصد) رسید و کمترین میزان قهوه‌ای شدن دم میوه در این تیمار مشاهده شد و نیز تیمار بدون دستگاه و بدون وجود بسته‌های حاوی جاذب اتیلن، قهوه‌ای شدن دم میوه از ۴/۸۳ درجه (۲۵-۰ درصد) در لحظه صفر به ۱/۵ درجه (۷۵ درصد) رسید و بیشترین میزان قهوه‌ای شدن دم میوه در این تیمار مشاهده شد. بنابراین، استفاده از پرمنگنات پتاسیم و به تبع آن، کاهش گاز اتیلن در محیط انبار و جعبه‌های گیلان به نحو مؤثر و معنی‌داری از قهوه‌ای شدن دم میوه (به عنوان یکی از مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی کیفیت میوه گیلان)، جلوگیری می‌کند.

نتایج حاکی از آن است که زمان نگهداری میوه بر تمام فاکتورهای کیفی اندازه‌گیری شده در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است. با افزایش مدت زمان نگهداری، pH افزایش و اسیدیته کاهش می‌یابد و میوه رسیدگی بیشتری پیدا می‌کند که این مسئله با نتایج تحقیقات ویساگی (Visagio, 1985)، بولات و کارلیداگ (Bolat & Karlidag, 1999)، و زمردی (Zomorodi, 2005) نیز مطابقت دارد که به‌نظر می‌رسد دلیل آن شرکت اسیدهای آلی در تنفس یا تبدیل آنها به قند باشد (Ganji Moghadam & Shikh-Eslami, 2006).

دلیل افزایش مقدار بریکس، pH، و درصد افت وزنی و کاهش مقدار اسیدیته قابل تیتر شدن و سفتی بافت را می‌توان این‌گونه توجیه کرد که پس از برداشت، بیشترین تغییرات فیزیولوژیک در میوه به سوخت و ساز اکسایشی مربوط می‌شود. در اثر تنفس، نشاسته به گلوکز آبکافت (هیدرولیز) می‌شود و این افزایش در میزان قند (به عنوان شاخص اصلی بریکس)، باعث افزایش بریکس می‌شود و بافت میوه نیز نرم‌تر خواهد شد. به‌موازات این تغییرات، به دلیل کاهش اسیدها در اثر متابولیسم میوه، میزان اسیدیته نیز کاهش و pH

همچنین، بررسی نتایج تأثیر مستقل دوره انبارمانی بر شاخص زاویه فام در سطح احتمال ۱ درصد دارای تفاوت‌های معنی‌داری است. بررسی تأثیر متقابل مدت زمان انبارمانی و استفاده از نانوجاذب‌های اتیلن نشان می‌دهد که زاویه فام یا ته رنگ در طول مدت انبارمانی به‌تدریج کاهش می‌یابد. به‌طوری‌که تیمار همراه با دستگاه و نیز بسته‌های جاذب اتیلن با Hue angle = ۰/۷۳ و تیمار بدون دستگاه و بسته‌های جاذب اتیلن با Hue angle = ۰/۶۳ به‌ترتیب بیشترین و کمترین زاویه ته رنگ را پس از گذشت ۳۰ روز داشتند. بدین معنی که با گذشت زمان انبارمانی، سطح میوه گیلان به‌تدریج پررنگ تر خواهد شد به‌طوری‌که از ته رنگ قرمز پررنگ به سمت زرشکی پیش می‌رود. ولی این روند کاهش زاویه ته رنگ در دایره رنگ در تیمارهای حاوی نانوجاذب اتیلن، سیر کندتری دارد.

دم میوه گیلان از لحاظ رنگ به ۵ درجه، به شرح ذکر شده در بخش مواد و روش‌ها، تقسیم شد و مورد تجزیه آماری قرار گرفت. بررسی اثر مستقل دوره انبارمانی و نیز استفاده از دستگاه حاوی گرانول‌های جاذب اتیلن و تیمار حاوی بسته‌های نانوجاذب اتیلن بر قهوه‌ای شدن دم میوه (Stem browning)، دارای تفاوت‌های معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بود و نیز اثر متقابل استفاده از دستگاه و نیز بسته‌های حاوی نانوجاذب اتیلن نیز دارای تفاوت‌های معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد بود. همچنین اثر متقابل دوره انبارمانی و استفاده از نانوجاذب‌های اتیلن (هم دستگاه و هم بسته‌ها)، در قهوه‌ای شدن دم میوه نیز در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. این نتایج نشان می‌دهد که با گذشت زمان، قهوه‌ای شدن دم میوه بیشتر می‌شود به‌طوری‌که در تیمار با دستگاه و با وجود بسته‌های حاوی جاذب اتیلن، قهوه‌ای شدن دم میوه از ۴/۷۵ درجه (۲۵-۰ درصد) در لحظه صفر به ۳/۰۰

مربوط به تیمار با وجود دستگاه حاوی نانوزئولیت‌های پوشش داده شده با پرمنگنات پتاسیم و همراه با بسته‌های نانوجاذب است.

شکل ۲- الف، طرحی از دستگاه را نشان می‌دهد که در آن گرانول‌های نانو زئولیتی حاوی پرمنگنات پتاسیم در طبقات کشویی آن قرار می‌گیرد، در شکل ۲- ب طرحی از بسته‌های کوچک حاوی گرانول‌های نانو زئولیتی پوشش داده شده با پرمنگنات پتاسیم آورده شده است و در شکل ۲- ج، نمونه گرانول‌های نانوزئولیتی پوشش داده شده با پرمنگنات پتاسیم و نمایی از مقطع عرضی حفره‌های نانو در آن آورده شده است.

افزایش می‌یابد (Kader, 1992).

با توجه به اینکه در اثر تغییرات فیزیولوژیک در گیلاس، مقدار بریکس افزایش و اسیدیته قابل تیتراشدن کاهش می‌یابد، می‌توان نتیجه گرفت که در میوه‌های تیمار شده در شرایط بدون دستگاه و بدون بسته‌های حاوی نانوزئولیت‌های پوشش داده شده با پرمنگنات پتاسیم، تغییرات فیزیولوژیک بیش از سایر تیمارهاست و از این رو در این تیمارها، بریکس بیشترین و اسیدیته قابل تیتراشدن کمترین مقدار است. همچنین، بیشترین افت وزنی و کمترین مقدار سفتی بافت مربوط به تیمار ذکر شده و کمترین افت وزنی و بیشترین مقدار سفتی بافت نیز



(ب)

(الف)

شکل ۲- الف) طرحی از دستگاه که گرانول‌های نانوزئولیتی حاوی پرمنگنات پتاسیم در طبقات کشویی آن قرار دارند، ب) بسته‌های کوچک (Sachet) حاوی گرانول‌های نانوزئولیتی پوشش داده شده با پرمنگنات پتاسیم، ج) نمونه گرانول‌های نانوزئولیتی پوشش داده شده با پرمنگنات پتاسیم و نمایی از مقطع عرضی حفره‌های نانو

تأثیر گرانول‌های نانوزئولیت حاوی پرمنگنات پتاسیم بر افزایش...

جدول ۱- اثر تیمارهای مختلف نانوجاذب پرمنگنات پتاسیم بر سفتی بافت میوه (نیوتن) گیلاس تکدانه‌ مشهد در دوره‌ نگهداری میوه

میانگین کل	میانگین (بدون دستگاه)	بدون دستگاه حاوی گرانول‌های جاذب		میانگین (با دستگاه)	با دستگاه حاوی گرانول‌های جاذب		زمان انبارمانی (روز)
		بدون بسته جاذب	با بسته جاذب		بدون بسته جاذب	با بسته جاذب	
		۱۶/۲۲a	۱۶/۲۵a		۱۶/۵۰	۱۶	
۱۵/۳۰b	۱۵/۲۰a	۱۵/۴۹	۱۴/۹۱	۱۵/۴۰a	۱۵/۴۹	۱۵/۳۲	۱۰
۱۰/۰۳c	۸/۳۰c	۷/۵۲	۹/۰۷	۱۱/۷۷b	۱۱/۷۶	۱۱/۷۷	۲۰
۴/۷۰d	۳/۵۵e	۲/۶۱	۴/۴۹	۵/۸۴d	۵/۶۴	۶/۰۴	۳۰
		۱۰/۵۳	۱۱/۱۲		۱۲/۲۵	۱۲/۳۵	میانگین
		۱۰/۸۲b			۱۲/۳۰a		میانگین

میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۲- اثر تیمارهای مختلف نانوجاذب پرمنگنات پتاسیم بر درصد کاهش وزن گیلاس تکدانه‌ مشهد در دوره‌ نگهداری میوه

میانگین کل	میانگین (بدون دستگاه)	بدون دستگاه حاوی گرانول‌های جاذب		میانگین (با دستگاه)	با دستگاه حاوی گرانول‌های جاذب		زمان انبارمانی (روز)
		بدون بسته جاذب	با بسته جاذب		بدون بسته جاذب	با بسته جاذب	
		۰/۰۰a	۰/۰۰a		۰/۰۰a	۰/۰۰a	
۴/۸۳b	۶/۵۱d	۹/۵۱i	۳/۵۰c	۳/۱۵b	۲/۱۹b	۴/۱۱d	۱۰
۷/۴۳c	۹/۸۳e	۱۳/۵۳j	۶/۱۴f	۵/۰۴c	۴/۳۳d	۵/۷۵e	۲۰
۸/۴۸d	۱۱/۸۱f	۱۵/۲۰k	۸/۴۱h	۶/۰۴d	۴/۴۸d	۷/۶۰g	۳۰
		۹/۵۶d	۶/۶۳c		۲/۷۵a	۴/۲۲b	میانگین
		۸/۰۹b			۴/۸۶a		میانگین

میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۳- اثر تیمارهای مختلف نانوجاذب پرمگنات پتاسیم بر درصد مواد جامد انحلال پذیر آب میوه گیلاس تکدانۀ مشهد در دوره نگهداری میوه

زمان انبارمانی (روز)	با دستگاه حاوی گرانول‌های جاذب		بدون دستگاه حاوی گرانول‌های جاذب		میانگین کل
	با بسته جاذب	بدون بسته جاذب	با بسته جاذب	بدون بسته جاذب	
صفر	۱۶/۶۹	۱۶/۵۰	۱۷/۱۳	۱۶/۵۰	۱۶/۷۰a
۱۰	۱۷/۱۳	۱۷/۷۵	۱۸/۲۵	۱۷/۶۳	۱۷/۶۹b
۲۰	۱۷/۱۳	۱۸/۱۳	۱۹/۷۵	۲۲/۲۵	۱۹/۳۲c
۳۰	۱۹/۶۳	۲۲/۱۳	۲۲/۲۵	۲۴/۳۸	۲۲/۱۰d
میانگین	۱۷/۶۵	۱۸/۶۲	۱۹/۳۴	۲۰/۱۹	
میانگین	۱۸/۱۳a		۱۹/۷۶b		

میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۴- اثر تیمارهای مختلف نانوجاذب پرمگنات پتاسیم، بر قهوه‌ای شدن دم میوه (امتیاز) گیلاس تکدانۀ مشهد در دوره نگهداری میوه

زمان انبارمانی (روز)	با دستگاه حاوی گرانول‌های جاذب		بدون دستگاه حاوی گرانول‌های جاذب		میانگین کل
	با بسته جاذب	بدون بسته جاذب	با بسته جاذب	بدون بسته جاذب	
صفر	۴/۷۵	۴/۸۳	۴/۸۳	۴/۸۳	۴/۸۱a
۱۰	۴/۴۲	۴/۰۸	۴/۰۰	۳/۳۳	۳/۹۶b
۲۰	۳/۳۳	۳/۲۵	۳/۲۵	۲/۲۵	۳/۰۲c
۳۰	۳/۰۰	۲/۴۲	۲/۱۷	۱/۵۰	۲/۲۷d
میانگین	۳/۸۷a	۳/۶۵a	۳/۵۶a	۲/۹۸b	
میانگین	۳/۷۶a		۳/۲۷b		

میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

نتیجه‌گیری

در این ترکیب می‌شود که به تغییرات ظاهری بافت میوه می‌انجامد. کاربرد جاذب‌های اتیلن از افت وزنی و کاهش سفتی بافت آن جلوگیری می‌کند، در نتیجه استفاده از این نانوجاذب‌ها به منظور جذب اتیلن گام مهمی در افزایش عمر انبارمانی گیلاس خواهد بود. از آنجا که تاکید این بررسی بر عملکرد دستگاه نانوجاذب حاوی نانوذرات تولیدات پوشش داده شده با

یکی از عوامل مؤثر در کاهش عمر انبارمانی میوه‌ها و از جمله گیلاس، وجود اتیلن در محیط انبار است. گاز اتیلن تولید شده در گیلاس، یا سایر میوه‌های موجود در سردخانه، سرعت تنفس را افزایش می‌دهد. با توجه به اینکه میوه دارای مقدار زیادی آب، کربوهیدرات (مخصوصاً سلولز، نشاسته، و سایر قندها) است، تنفس باعث تغییراتی

تأثیر گرانول‌های نانوزئولیت حاوی پرمنگنات پتاسیم بر افزایش...

گیلاس، بهتر است که از نانوجاذب‌های حاوی پرمنگنات پتاسیم در طبقات دستگاه مکنده حاوی گرانول‌های پرمنگنات با بسترهای زئولیت، یا از بسته‌های کوچک (Sachet) حاوی این گرانول‌های جاذب استفاده شود. در این حالت می‌توان میوه گیلاس را با حفظ دما و رطوبت مطلوب نگهداری آن (دمای ۰-۵/۰ و رطوبت ۹۵-۹۰ درصد)، بیش از ۲ تا ۳ هفته (زمان مطلوب نگهداری گیلاس در سردخانه) با بهترین کیفیت، نگه داشت و به بازار عرضه کرد.

استفاده از جاذب‌های اتیلن از افت وزنی، درصد فساد، و کاهش سفتی (نرم شدن) بافت گیلاس و نیز از تنزل خصوصیات کیفی مؤثر در ماندگاری میوه مانند افزایش pH و درصد مواد جامد انحلال‌پذیر و کاهش اسیدیته به‌طور معنی‌داری جلوگیری می‌کند.

از آنجا که بسته‌بندی مناسب قادر است کیفیت میوه را در زمان انبارمانی به بهترین وجه حفظ کند، پیشنهاد می‌شود در مورد نوع بسته‌بندی این میوه، با توجه به شرایط پس از برداشت آن بررسی‌های بیشتری بشود و نیز با در نظر گرفتن نقش مؤثر پیش‌سرمایی، استفاده از مواد ضد عفونی‌کننده مانند پرکلرین، و نیز نقش مؤثر کلرور سدیم در حفظ کیفیت میوه در مدت زمان نگهداری آن، اجرای پژوهش‌هایی در این خصوص پیشنهاد می‌شود.

پرمنگنات پتاسیم است، با نگاهی عمیق‌تر خواهیم دید که تأثیر مثبت استفاده از دستگاه نانوجاذب حاوی نانوزئولیت‌های پوشش داده شده با پرمنگنات پتاسیم، از روزهای اولیه انبارمانی بر درصد کاهش وزن واضح است. از آنجا که درصد مواد جامد انحلال‌پذیر آب میوه گیلاس و سفتی آن نیز در شرایط بدون وجود دستگاه، پس از ۲۰ روز انبارداری، دارای اختلاف معنی‌داری با نمونه‌های است که در شرایط وجود دستگاه حاوی گرانول‌های جاذب قرار گرفته‌اند چنانچه انبارکردن گیلاس بیش از ۲۰ روز مورد نظر باشد، استفاده از دستگاه حاوی گرانول‌های جاذب توصیه می‌شود تا ضمن حفظ کیفیت بافت میوه از رسیدگی زودهنگام آن نیز جلوگیری شود. از آنجا که سبزرنگی و قهوه‌ای نشدن دم میوه گیلاس مهمترین فاکتور کیفی در سنجش بازارپسندی آن است و با توجه به کارایی بالای دستگاه در حفظ رنگ سبز دم میوه گیلاس، استفاده از این دستگاه در محیط انبار سرد قابل توصیه است.

با توجه به مباحث یاد شده در ارتباط با خصوصیات اندازه‌گیری شده میوه گیلاس و بررسی وضعیت ظاهری میوه در دوره انبارمانی، این نتیجه قابل حصول است که به منظور حفظ خواص کمی و کیفی میوه و افزایش انبارمانی، و با توجه به نقش اتیلن در تسریع فرایند رسیدن میوه

قدردانی

از راهنمایی‌های آقایان دکتر بنده حق عضو هیئت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز و دکتر بوذری عضو محترم هیئت علمی بخش تحقیقات باغبانی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر و مساعدت‌های آقای میرجلیلی مسئول سردخانه و همکاران ایشان قدردانی می‌شود.

مراجع

Alique, R., Zamorano, J. P., Martínez, M. A. and Alonso, J. 2005. Effect of heat and cold treatments on respiratory metabolism and shelf-life of sweet cherry, type picota cv Ambrunés. Postharvest Biol. Technol. 35(2): 153-165.

- Barret, D. M. and Gonzales, C. 1994. Activity of softening enzymes during cherry maturation. *J. Food Sci.* 59, 574-577.
- Batisse, C., Buret, M. and Coulomb, P. J. 1996. Biochemical differences in cell wall of Cherry fruit between soft and Crisp fruit. *J. Agric. Food Chem.* 44, 453- 457.
- Bernalte, M. J., Sabio, E., Hernandez, M. T. and Gervasini, C. 2002. Influence of storage delay on quality of Van sweet cherry. *Postharvest Biol. Technol.* 28, 303-312.
- Bolat, I. B. and Karlidag, H. 1999. The effects of harvest periods on SO₂ content and fruit quality of Turkish dried apricot. XI International Symposium on Apricot Culture. May. 9. Veria-Makedonia, Greece.
- Cantwell, M. 2001. Properties and recommended conditions for long-term storage of fresh fruits and vegetables. Guidelines. In: <http://postharvest.Ucdavis.Edu/produce>.
- Crisosto, C. H., Crisosto, G. M. and Metheney, P. 2003. Consumer acceptance of “Brooks” and “Bing” cherries is mainly dependent on fruit SSC and visual skin color. *Postharvest Biol. Technol.* 28, 159-167.
- Esti, M. D. 2001. Physiochemical and sensory fruit characteristics of two sweet cherry cultivars after cool storage. *Food Chem.* 76, 399-405.
- Ganji Moghadam, E. and Shikh-Eslami, Z. 2006. Effects of harvesting time and shelf life on quantitative and qualitative characteristics of Apricot cv Shahroudi. *J. Agric. Eng. Res.* 25, 31-40. (in Farsi)
- Ippolito, A., Schena, L., Pentimone I. and Nigro, F. 2005. Control of postharvest rots of sweet cherries by pre-and postharvest applications of *Aureobasidium pullulans* in combination with calcium chloride or sodium bicarbonate. *Postharvest Biol. Technol.* 36, 245- 252.
- Kader, A. A. 1992. Postharvest technology of horticultural crops. En *Postharvest Harvest Technology of Horticultural Crops*. In: Kader, A. A. (Ed.) University of California Division of Agriculture and Natural Resources. California.
- Kupferman, E. M. 1994. Cherry growers strive to extend shelf life. *Good Fruit Grower.* 44(5): 11-13.
- Lurie, S., Fallik, E. and Klein, J. D. 1996. The effect of heat treatment on apple epicuticular wax and calcium uptake. *Postharvest Biol. Technol.* 8(4): 271-277.
- Martinez-Romero, D., Alburquerque, N. and Valverde, J. M. 2005. Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by Aloe Vera treatment: A new edible coating. *Postharvest Biol. Technol.* 39, 93-100.
- Remon, S., Venturini, M. E., Lopez-Buesa, P. and Oria, R. 2003. Burlat cherry quality after long range transport: Optimization of Packaging Conditions. *Innovative Food Sci. Emerg. Technol.* 4, 425-434.
- Schaik, A. C. R., Boerrigter, H. A. M. and Van-Schaik, A. C. R. 1987. Application of ethylene scrubbing still uncertain for apples. *FSTA* 1969-3/94.

تأثیر گرانول‌های نانوزئولیت حاوی پرمنگنات پتاسیم بر افزایش...

- Serano, M., Martinez-Romero, D., Castillo, S., Guillen, F. and Nalero, D. 2004. The use of natural antifungal components improves the beneficial effect of MAP in sweet cherry storage. Innovative Food Sci. Emerg. Technol. 6, 115-1230.**
- Spotts, R. A., Cervantes, L. A., Facticeau, T. J. 2002. Integrated control of brown rot of sweet cherry fruit with a preharvest fungicide, a preharvest yeast, modified atmosphere packaging, and cold storage temperature. Postharvest Biol. Technol. 24, 251-257.**
- Visagio, T. R., 1985. Optimum picking maturity for apricot preliminary results and recommendations. Deciduous Fruit Grower. 31, 401-404.**
- Wang, H., Cao, G. and Prior, R. L. 1997. Oxygen Radial Absorbing Capacity of Anthocyanins. J. Agric. food Chem. 45, 304-309.**
- Zomorodi, Sh. 2005. Effect of packaging and potassium permanganate on quality and shelf life of apples in cold storage. J. Agric. Eng. Res. 24(6): 143-156. (in Farsi)**



Effect of Potassium Permanganate-Coated Nano-Zeolites on Cherry Quality and Shelf Life

M. Emadpour, B. Ghareyazie*, Y. Rezaei Kalaj, A. Omrani and Gh. Mohammadi

* Corresponding Author: Associate Professor. Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran. P. O. Box: 31535-1879, Karaj. Iran. E-mail: ghareyazie@yahoo.com

Ethylene affects the ripening of fruits and is naturally produced in most plant tissues. Its production and accumulation during storage can cause serious damage to stored fruits such as black sweet cherries (cv: Takdaneh Mashhad). It affects shelf-life and can cause a marked increase in respiration rates, increasing ripening and senescence. In some commodities, accelerated aging and the initiation of ripening can occur following exposure to ethylene concentrations as low as 0.1 ml/l. As senescence begins, spoilage due to indigenous bacteria can be augmented. The removal of ethylene can delay over-ripening, prevent spoilage and increase the shelf-life of harvested fruit. This study investigated the effect of removing ethylene from storage using nano particles. Potassium permanganate and two types of zeolite-based nano-molecular filters were used. Small 5g sachets were placed directly onto the fruit in each container or an ETH 1500 machine (BIOCONSERVACION) was used. The experimental design was factorial in randomized complete block design with four replications. The two factors were the presence or absence of the sachets or the machine. Commercial traits affecting market shelf-life of the fruit are: total soluble solids concentration (TSS); pH; titrable acidity (TA); texture (firmness); color (chroma, hue and lightness); fruit stem browning; and the reduction in fresh weight. These were measured at the beginning of the experiment (day 0) and after 10, 20 and 30 days of storage. As expected, there were significant differences in the traits at different sampling times for all treatments. However, fruits with an ethylene absorbent (especially the machine) were healthier, better looking and showed significantly lower reduction in fresh weight. After 30 days of storage, the highest firmness value (6.04 N), lowest weight reduction (4.48%), lowest TSS (19.63%), lowest stem browning (25-50%), and lowest reduction in TA (0.44) were obtained from fruits with an ETH machine or sachets. The lowest firmness value (2.61 N), highest weight reduction (15/20%), highest TSS (24.38%), highest stem browning (75%), and highest reduction in TA (0.17) was obtained from fruits stored without an ETH machine or sachets. It was concluded that the use of potassium permanganate and zeolite-based nano-molecular filters increase the shelf life and market value of black cherries and are advisable for fruit storage facilities.

Key Words: Cherry, Nano Ethylen Absorption, Postharvest Rots, Potassium Permanganate, Storage