مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال هشتم، شماره 2، تابستان 1392، صفحات 144-135

بررسی اثر ۱- متیل سیکلو پروپن و نانو زئولیت‌های حاوی پرمنگنات پتاسیم و تیمار توأم آنها در افزایش ماندگاری و کیفیت سیب قرمز و زرد لبنانی

فاطمه سردابی[1]، جواد مهتدی‌نیا[2]، فروغ شواخی[3]، علی اشرف جعفری[4]

1- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده بهداشت و تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، ایران
2- نویسنده مسئول: دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده بهداشت و تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، ایران، پست الکترونیکی: javadmohtadinia@yahoo.com
3- استادیار مؤسسه تحقیقات فنی- مهندسی کشاورزی، کرج، ایران
4- استاد مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران، ایران

تاریخ دریافت: 92/2/2 تاریخ پذیرش: 92/4/25

چکیده

سابقه و هدف: با توجه به تولید انبوه سیب در ایران، با استفاده از فناوری‌های مؤثر بسته‌بندی و انبارداری می‌توان از ضایعات این میوه ارزشمند جلوگیری کرد. نظر به نقش مؤثر اتیلن در افت کیفیت سیب،این پژوهش با هدف بررسی اثر کاهش اتیلن در بهبود کیفیت دو رقم سیب تولیدی ایران طی انبارداری، انجام شد.

مواد و روش‌ها: آزمایش به صورت طرح کرت خرد شده در زمان بر پایه طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار و با استفاده از گرانول‌های حاوی نانو جاذب اتیلن در دو سطح (0 و 10 گرم) و 1- متیل سیکلوپروپن در دو سطح (ppm 1 و 0) بر روی سیب قرمز و زرد لبنانی انجام شد. نمونه‌ها در انبار با دمای 0/5± درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی 90% به مدت 5 ماه، قرار گرفت. ارزیابی کیفی نمونه‌ها (شامل افت وزن، سفتی بافت، pH، اسیدیته و کل مواد جامد محلول) قبل از انبار و هر ماه یک بار انجام شد. ویتامین ث نیز در ابتدا و انتهای انبارداری تعیین شد.

یافته‌ها: مقایسه میانگین‌ها نشان داد کمترین pH (4/39)، بیشترین اسیدیته (0/31 درصد)، پایین‌ترین مواد جامد محلول (14/28 درصد)، بیشترین سفتی بافت ($17/54 N/m^2$)، پایین‌ترین میزان کاهش وزن (3/10 درصد) و بالاترین مقدار ویتامین ث ($6/27 mg/100g^{-1}$) مربوط به تیمار توأم 1-MCP و جاذب اتیلن بود و برعکس بیشترین pH (4/60)، کمترین اسیدیته (0/25 درصد)، بیشترین مواد جامد محلول (15/1 درصد)،کمترین سفتی بافت ($14/30 N/m^2$)، بیشترین میزان کاهش وزن (3/51 درصد) و کمترین مقدار ویتامین ث ($5/26 mg/100g^{-1}$) مربوط به تیمار شاهد بود.

نتیجه‌گیری: استفاده از 1-MCP و نانوجاذب اتیلن به صورت همزمان اثر بهتری در حفظ کیفیت هر دو رقم سیب، نسبت به استفاده از هر کدام به تنهایی داشت. رقم قرمز به علت سفتی بافت بالاتر و ظاهر تازه‌تر قابلیت انبارمانی بهتری از رقم زرد نشان داد.

واژگان کلیدی: پرمنگنات پتاسیم، جاذب اتیلن، سیب، نانو زئولیت، 1- متیل سیکلوپروپن

• مقدمه

یکی از محصولات مهم کشاورزی ایران سیب درختی است. به طوری که ایران جزو 8 کشور اول تولیدکننده سیب جهان به شمار می‌آید (1). میوه سیب به علت محتوای بالای پلی‌فنل‌ها و متداول بودن مصرف آن توسط مردم نقش مهمی در سلامت جامعه دارد (2). گزارش‌ها نشان می‌دهند مصرف مداوم سیب منجر به کاهش بیماری‌های قلبی و تصلب عروق می‌شود (3). کاربرد فناوری‌های مدرن از طریق حفظ کیفیت محصول، سبب افزایش خرید و مصرف این میوه می‌شود (4). از آنجا که هورمون اتیلن بر بسیاری از فرآیندهای رسیدگی سیب اثر می‌گذارد، عمده‌ترین اهداف حفظ کیفیت در مرحله پس از برداشت سیب، باید بر اساس کاهش فرآیندهای متابولیسمی مثل تنفس و تولید اتیلن باشد (5). از این رو استفاده از یک ترکیب ضد اتیلن به نام 1- متیل سیکلو پروپن (1-MCP) به منظور کاهش ضایعات

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-13]

پس از برداشت، گسترش یافته است. این ترکیب تأثیر به سزایی در افزایش کیفیت محصولات باغی ایجاد کرده است و امروزه در کشورهای مختلف جهان به منظور حفاظت محصولات باغی از آثار مخرب اتیلن، از این ترکیب استفاده می‌شود (6). تحقیقات متعددی نشان داده‌اند که این ترکیب برای انسان غیر سمی است، مقدار باقی‌مانده آن در محصول بسیار ناچیز بوده و در غلظت‌های بسیار کم، مؤثر است (7). اثر غلظت‌های متفاوت 1- MCP در محصولات مختلف در مهار نمودن درجات رسیدگی آنها نیز قابل اهمیت است. برای مثال استفاده 1 ppm از ماده 1- MCP به منظور مهار نمودن فرایندهای رسیدگی در بیشتر ارقام سیب و گلابی مؤثر بوده است (8).

استفاده از فناوری‌های جدید بسته‌بندی از جمله بسته‌بندی فعال با استفاده از جاذب‌های اتیلن منجر به افزایش زمان انبارمانی محصول همراه با رضایت مصرف‌کننده می‌شود (4). زئولیت‌ها مواد کریستالی سیلیکات آلومینیومی هستند که به منظور جذب اتیلن مورد استفاده قرار می‌گیرند. همچنین مشخص شده است که در صورت کاربرد آنها به صورت ترکیب با اکسیدکننده‌ها یا کاتالیست‌های اتیلن، اثر آنها بیشتر می‌شود (9). پرمنگنات پتاسیم اکسیدکننده‌ای قوی است که بیشترین کاربرد تجاری را در حذف اتیلن دارد و به مقدار 2 گرم به ازای هر کیلوگرم وزن میوه به کار می رود (10). این ماده باعث اکسید شدن اتیلن به اتیلن گلیکول و یا اسید استیک می‌شود. اگرچه، به علت خاصیت سمی زیادی که پرمنگنات پتاسیم دارد نمی‌توان آن را به طور مستقیم در مواد غذایی به کار برد. تحقیقات نشان می‌دهند محلول اشباع پرمنگنات پتاسیم را می‌توان بر روی بسترهای مناسب و مواد معدنی بی‌ضرر مانند سلیکاژل، کربن فعال، پرلیت، زئولیت یا آلومینا قرار داد و یا از گلوله‌های (pellet) حاصل آن در بسته‌های کوچک (Sachet)، فیلم‌های بسته‌بندی و یا فیلترها، استفاده نمود. این محصولات را می‌توان در بسته‌بندی، تجهیزات سردخانه و یا طی حمل و نقل میوه به کار برد (11). برای افزایش میزان اثرگذاری این مواد می‌توان از افزایش سطح تماس پرمنگنات پتاسیم با هوای اطراف میوه استفاده نمود به طوری که استفاده از ذرات نانومتری در بستر، سبب افزایش چندین هزار برابری سطح تماس می‌شود. این سیستم‌ها روی بسیاری از میوه‌ها مانند پاپایا (12) گیلاس تکدانه (13) و کاهوی سالادی و کلم چینی (14) به کار برده شده است و حذف اتیلن سبب تأخیر در فرآیند رسیدگی، پیری و نابسامانی‌های دیگر شده و در نهایت کیفیت میوه حفظ می‌شود.

این تحقیق با هدف بررسی اثر نانوزئولیت‌های آغشته به پرمنگنات پتاسیم به عنوان جاذب اتیلن در بسته‌بندی سیب و 1-MCP به عنوان مسدودکننده گیرنده‌های اتیلن به منظور افزایش ماندگاری و ارتقای خصوصیات کیفی سیب قرمز و زرد لبنانی تولید ایران، انجام شد. با توجه به اینکه سیب به عنوان یکی از اصلی‌ترین منابع صادرات غیر نفتی کشورمان به شمار می‌آید می‌توان از طریق روش‌های مؤثر در بسته‌بندی و انبارداری، علاوه بر ایجاد اشتغال و درآمدزایی به عنوان یکی از اقلام مهم صادراتی در تأمین ارز نیز، از آن بهره برد.

• مواد و روش‌ها

میوه مورد بررسی و اعمال تیمار: این تحقیق بر روی دو رقم سیب قرمز و زرد لبنانی (*Red delicious & Golden delicious*) انجام گرفت. نمونه‌های سیب بر اساس یکنواختی از نظر اندازه، سالم بودن و رنگ انتخاب شده و عمل‌آوری نمونه‌ها یک روز پس از زمان برداشت انجام شد. نیمی از نمونه‌های هر رقم به عنوان شاهد، به سالن دیگری منتقل شدند تا از اثرات احتمالی تیمار 1 MCP- مصون بمانند. بقیه نمونه‌ها به صورت جداگانه برای هر رقم در سبدهای پلاستیکی که عبور هوا از آنها امکان‌پذیر بود به صورت دو ردیفه و کاملاً تصادفی، قرار داده شدند. تیمار با 1-MCP طبق نظر شرکت سازنده برای حصول غلظت 1ppm در دمای محیط و در محفظه غیر قابل نفوذ 2 متر مکعبی طی 8 ساعت انجام شد. پس از مدت ذکر شده سبدها از محفظه خارج شد تا تهویه به کمک فن انجام شود. سپس نمونه‌های تیمار شده به تعداد 30 عدد با ترازوی با دقت 0/1 میلی‌گرم توزین شده و به صورت جداگانه برای هر رقم، در جعبه‌های مقوایی منفذدار قرار داده شدند. نمونه‌های شاهد هم به همان ترتیب داخل جعبه‌ها قرار داده شد. در نیمی از جعبه‌ها (شاهد و تیمار شده با 1-MCP) بسته‌های محتوی 10 گرم نانو زئولیت پوشش داده شده با پرمنگنات پتاسیم روی میوه‌ها قرار داده شد و با استفاده از کاغذ گراف روغنی نمونه‌های محتوی بسته‌ها کاملاً پوشانده شد. نمونه‌های تیمار شده همراه با نمونه‌های شاهد در شرایط انبار با دمای 0/5± درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی 90% به مدت 5 ماه، قرار داده شد. در وسط دوره انبارمانی (پس از گذشت 2/5 ماه) بسته‌های حاوی جاذب اتیلن با بسته‌های

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-13]

جدید جایگزین شدند تا فعال بودن آنها برای جذب اتیلن، تضمین شود.

مواد شیمیایی: به منظور انجام آزمایشات از مواد شیمیایی نظیر اسید اسکوربیک (شرکت Reiedel - آلمان)، محلول سود 0/1 نرمال (شرکت Sigma- آلمان)، گرانول‌های نانو زئولیت آغشته به پرمنگنات پتاسیم (شرکت Bioconservation- آلمان)، اسپری 1- متیل سیکلو پروپن تحت نام تجاری Lopofresh (شرکت Vankor Technologies- چین) و سایر مواد شیمیایی شامل فنل‌فتالئین، اسید متافسفریک، نمک EDTA، 2 و 6 دی‌کلروفنل ایندوفنل و بی‌کربنات سدیم (شرکت Merck - آلمان) استفاده شد.

تجهیزات: همزن (مدل RZR1 ساخت شرکت Heidolph- آلمان)، بافت‌سنج (مدل H5KS ساخت شرکت Hounsfield- انگلستان)، رنگ‌سنج هانترلب (مدل DP9000 ساخت آمریکا)، ترازوی دقیق (مدل BP2150 ساخت شرکت Sartorius- آلمان) با دقت 0/1 میلی‌گرم، مخلوط‌کن (مولینکس ساخت فرانسه)، آب‌میوه‌گیری (مولینکس ساخت فرانسه)، pH متر (مدل Metrohm-691 ساخت شرکت - Appenzell سوئیس)، رفراکتومتر دستی (مدل 20181 -MC ساخت شرکت Kruss- آلمان)، سردخانه با دمای 0/5± درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی 90%، کاغذ صافی (شرکت سیگما- آلمان)، جعبه مقوایی و کاغذ گراف جهت بسته‌بندی.

آزمون‌های آماری: طرح آزمایشی مورد استفاده به صورت آزمایش کرت خرد شده در زمان (Split plot in time) در قالب طرح آزمایشی کاملاً تصادفی در 3 تکرار انجام شد. تیمار و رقم به عنوان فاکتورهای اصلی و زمان به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد. آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار (Version 9) SAS انجام گرفت. برای مقایسه میانگین تیمارهای مختلف از روش دانکن با حداکثر خطای قابل قبول 5٪ استفاده شد. و اثرات متقابل احتمالی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نمودارها توسط Excel رسم شد.

کل دوره نگهداری میوه‌ها 5 ماه بود. از هر بسته‌بندی بطور کاملاً تصادفی قبل از انبار کردن و در فواصل 30 روز نمونه‌برداری صورت گرفت و ارزیابی کیفی شامل: کاهش وزن، pH، اسیدیته، سفتی بافت و کل مواد جامد محلول، انجام شد. غلظت ویتامین ث در ابتدا و انتهای انبارداری تعیین گردید. صفات مورد مطالعه به طریق زیر تعیین شدند:

درصد کاهش وزن: برای اندازه‌گیری کاهش وزن، میوه‌ها قبل از قرار دادن در جعبه‌ها با ترازوی الکترونیکی با دقت 0/1 گرم توزین گردید. در پایان هر ماه نیز وزن آنها اندازه گرفته می‌شد و در نهایت کاهش وزن به صورت درصد، محاسبه و ثبت گردید (15).

سفتی بافت میوه: سفتی بافت با استفاده از دستگاه بافت‌سنج با روش نفوذسنجی با لود سل 500 نیوتن انجام گرفت. این کار با برش لایه نازکی از پوست به قطر یک سانتی‌متر مربع در سه قسمت میوه به وسیله کارد تیز و تعیین ماکزیمم نیروی وارده بر سطح بر حسب نیوتن بر میلی‌متر مربع برای نفوذ میله‌ای به قطر 6/4 میلی‌متر و سرعت 20 میلی‌متر در دقیقه در بافت سیب و با سه تکرار انجام شد (16). اعداد به دست آمده برای هر میوه و هر تیمار به طور جداگانه ثبت می‌شد که در نهایت با گرفتن میانگین از هر تکرار یک عدد به دست آمد.

اندازه‌گیری‌های شیمیایی: بر اساس استاندارد شماره 622 (نمونه‌برداری از میوه و سبزیهای تازه)، از 5 عدد میوه موجود در هر تکرار یک برش عمودی به اندازه یک پنجم حجم میوه جدا شده و قسمت‌های بافت تخمدان از گوشت میوه جدا گردید. تکه‌های گوشت میوه به وسیله دستگاه آب‌میوه‌گیری آب‌گیری شد (17). پس از قرائت pH، آب‌میوه صاف شد و از آب صاف شده میوه در آزمایش‌های شیمیایی شامل سنجش مقدار کل مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتراسیون استفاده شد.

pH: با استفاده از pH متر دیجیتال اندازه‌گیری شد. برای این منظور پس از کالیبره کردن دستگاه، pH آب میوه قبل از صاف کردن قرائت شد (15).

مقدار کل مواد جامد محلول (TSS): با استفاده از دستگاه رفراکتومتر دستی میزان کل مواد جامد آب میوه‌ها به صورت درصد، قرائت گردید (18، 15).

اسیدیته قابل تیتراسیون (TA): 5 سی‌سی آب میوه صاف شده با آب مقطر در بالن ژوژه به حجم 50 سی‌سی رسانده شده و در مجاورت فنل فتالئین با سود 0/1 نرمال تیتر گردید. درصد اسیدیته بر حسب اسید مالیک، اسید غالب این میوه، محاسبه شد (15).

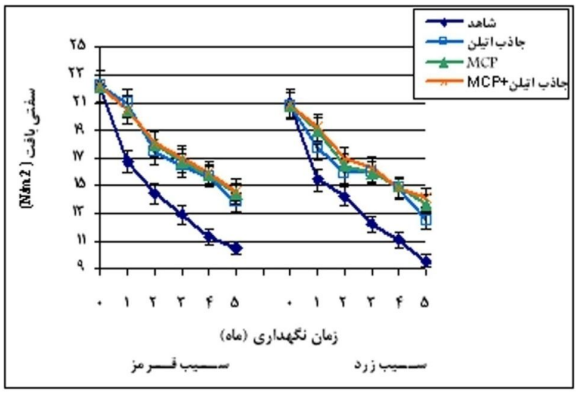
[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-13]

ویتامین ث: طبق روش تیتراسیون با 2 و 6 دی‌کلروفنل ایندوفنل اندازه‌گیری شد و بر حسب میلی گرم اسید اسکوربیک در صد گرم نمونه، محاسبه گردید (15).

• یافته‌ها

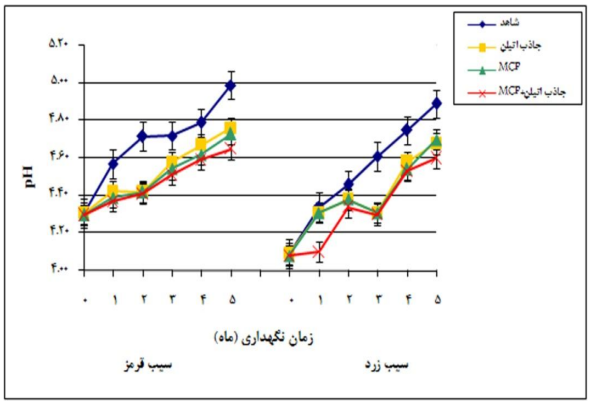
درصد کاهش وزن: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم، زمان و اثر متقابل رقم در زمان و زمان در تیمار بر مقدار درصد افت وزن، در سطح 1% و اثر تیمار در سطح 5% معنی‌دار شد. بررسی اثر مدت زمان انبارداری نشان داد با افزایش زمان نگهداری در انبار، افت وزن افزایش یافته است. طوری که درصد افت وزن در ماه اول انبارداری با میزان 1/07 در کمترین میزان خود بوده و در پایان ماه پنجم انبارداری مقدار آن به 4/96 افزایش یافته است. بررسی اثر تیمار در هر دو رقم نشان داد که بیشترین (3/51) و کمترین (3/10) میزان افت وزنی به ترتیب مربوط به نمونه شاهد و تیمار توأم 1-MCP و بسته‌های حاوی نانوجاذب اتیلن بود. تیمار توأم 1-MCP و بسته‌های حاوی نانوجاذب اتیلن با تیمار 1-MCP در جلوگیری از افت وزن اختلاف معنی‌داری نداشت. هر دوی این تیمارها مؤثرتر از تیمار با بسته‌های نانو جاذب اتیلن بود.

سفتی بافت میوه: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم، زمان و تیمار بر میزان سفتی بافت در سطح احتمال 1% معنی‌دار شد. کلیه اثرات متقابل نیز معنی‌دار نشد. اثر نوع رقم بر میزان سفتی بافت در همه تیمارها و در مدت زمان انبارداری نشان داد که میزان سفتی بافت در سیب قرمز لبنانی بیشتر از زرد لبنانی بوده است. اثر مدت زمان انبارداری بر میزان سفتی بافت در همه تیمارها و هر دو رقم نشان داد که سیب در زمان برداشت دارای حداکثر مقدار سفتی بافت ($21/49\ N/m^2$) بود اما در پایان انبارداری میزان سفتی بافت به $12/90N/m^2$ کاهش یافت. اثر اصلی نوع تیمار نشان داد که مقدار سفتی بافت سه تیمار جاذب اتیلن ($17/02N/m^2$)، 1-MCP ($17/35N/m^2$) و MCP+ جاذب اتیلن ($17/54\ N/m^2$) اختلاف معنی‌داری نداشته و در یک گروه قرار گرفته‌اند. البته اختلاف آنها با شاهد ($14/28N/m^2$) معنی‌دار شد. این بدین معنی است که با وجودی‌که در اکثر ماه‌های نگهداری، اثر تیمارها یکسان شده است اما اعمال تیمارها نسبت به شاهد در جلوگیری از کاهش سفتی بافت مؤثر بوده است (شکل 1).



شکل 1. بررسی روند تغییرات سفتی بافت در طی 5 ماه نگهداری بر حسب رقم و تیمار

pH و اسیدیته قابل تیتراسیون: تجزیه واریانس داده‌های مورد بررسی نشانگر آن است که اثر زمان، تیمار و رقم در سطح احتمال 1% معنی‌دار شد. همچنین اثر متقابل رقم در تیمار، زمان در رقم، زمان در تیمار و اثر سه گانه رقم در زمان در تیمار نیز در سطح 1% معنی‌دار شد. اثر مدت زمان انبارداری نشان داد که مقدار pH با افزایش دوره نگهداری میوه‌ها در سردخانه افزایش داشته و درصد اسیدیته برعکس کاهش داشته است. بیشترین مقدار pH مربوط به تیمار شاهد رقم قرمز لبنانی (4/60) و کمترین آن مربوط به تیمار توأم جاذب اتیلن و 1-MCP (4/39) بوده است. به عبارتی کاربرد توأمان ۱- متیل سیکلو پروپن و بسته‌های جاذب اتیلن، تأثیر بیشتری در جلوگیری از افزایش pH نسبت به کاربرد هر یک از آنها به تنهایی داشت. استفاده از جاذب اتیلن نیز نسبت به کاربرد ۱- متیل سیکلو پروپن مؤثرتر بود (شکل2). نتایج اسیدیته برعکس نتایج pH می‌باشد (جدول1).



شکل 2. بررسی روند تغییرات pH در طی 5 ماه نگهداری بر حسب رقم و تیمار

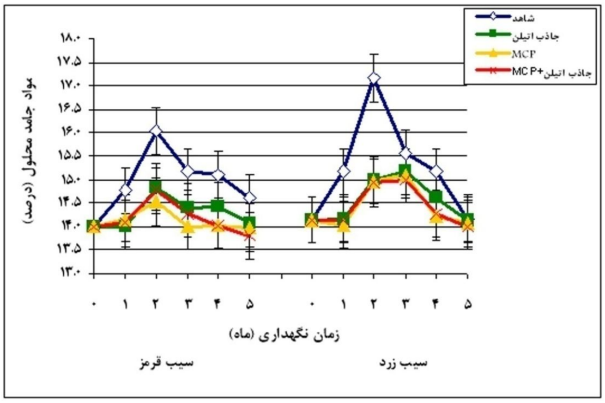
[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-13]

جدول 1. مقایسه میانگین تغییرات اسیدیته بر حسب نوع واریته، نحوه تیماردهی در طی زمان نگهداری

واریته	تیمار	زمان نگهداری در انبار (ماه)					
		صفر	1	2	3	4	5
زرد لبنانی	شاهد	0/59[a]	0/33[c]	0/24[c]	0/23[d]	0/19[d]	0/17[ed]
	جاذب اتیلن	0/59[a]	0/46[b]	0/28[b]	0/25[c]	0/23[b]	0/21[b]
	MCP	0/59[a]	0/56[a]	0/3[b]	0/27[b]	0/25[b]	0/24[a]
	MCP+جاذب	0/59[a]	0/58[a]	0/34[a]	0/32[a]	0/28[a]	0/26[a]
قرمز لبنانی	شاهد	0/28[b]	0/24[d]	0/22[d]	0/18[g]	0/17[e]	0/16[e]
	جاذب اتیلن	0/28[b]	0/26[d]	0/19[e]	/19[gf]	0/18[ed]	0/17[ed]
	MCP	0/28[b]	0/25[d]	0/21[de]	0/20[f]	0/21[c]	0/18[cd]
	MCP+جاذب	0/28[b]	0/27[d]	0/21[de]	0/22[e]	0/23[b]	0/19[cb]

اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون (با آزمون دانکن) در سطح 5% تفاوت معنی‌داری نداشتند.

مقدار کل مواد جامد محلول (TSS): بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر رقم، تیمار، زمان و همچنین اثر متقابل رقم در زمان، زمان در تیمار و اثر سه گانه رقم در زمان در تیمار در سطح احتمال 1٪ معنی‌دار شد. اثر متقابل رقم در تیمار معنی‌دار نشد. بررسی اثر نوع رقم در همه تیمارها و در مدت زمان انبارداری نشان داد که در رقم قرمز لبنانی مقدار کل مواد جامد محلول کمتر از سیب زرد لبنانی است. اثر مدت زمان انبارداری مشخص نمود که مقدار مواد جامد محلول تا ماه دوم نگهداری افزایش داشته و پس از آن روند کاهشی را نشان داده است. به طوری که بیشترین مقدار آن مربوط به ماه دوم انبارداری، بوده است. اثر تیمار مشخص نمود که تیمار شاهد بالاترین مقدار TSS را داشته است.



شکل 3. روند تغییرات TSS در طی 5 ماه نگهداری بر حسب رقم و تیمار

بیشترین مقدار TSS در ماه دوم انبارداری در تیمار شاهد رقم زرد لبنانی و با مقدار میانگین 17/17 مشاهده و کمترین مقدار آن با میزان 13/8 با تیمار توأم جاذب اتیلن و 1-MCP در رقم قرمز لبنانی و در پایان ماه پنجم نگهداری ثبت شد. در کلیه زمان‌های نگهداری در انبار بین تیمارهای جاذب اتیلن، 1-MCP و تیمار توأم جاذب اتیلن و 1-MCP اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد اما تیمار شاهد با آنها اختلاف معنی‌داری را نشان داد (شکل 3).

ویتامین ث: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد اثر رقم، زمان، تیمار و همچنین اثر متقابل رقم در تیمار، رقم در زمان، تیمار در زمان در سطح 1٪ معنی‌دار می‌باشد. اثر سه‌گانه رقم در تیمار در زمان نیز بر مقدار غلظت ویتامین ث، در سطح 1% معنی‌دار شد. اثر نوع رقم برای همه تیمارها طی مدت انبارداری، نشان داد که غلظت ویتامین ث در واریته زرد لبنانی با مقدار 6/88 mg/ 100 g^{-1} بیشتر از 4/61 mg/ 100 g^{-1} در واریته قرمز لبنانی بوده است. اثر اصلی مدت زمان انبارداری نشان داد که مقدار ویتامین ث در پایان دوره به نحو معنی‌داری، کاهش داشته است به طوری که مقدار آن از 8/56 mg/ 100 g^{-1} در زمان براشت به 2/94 mg/ 100 g^{-1} در پایان انبارداری، کاهش یافت. اثر سه‌گانه رقم در تیمار در زمان مطابق جدول 2 نشان داد که در ماه آخر انبارداری بالاترین میزان غلظت ویتامین ث در تیمار توأم جاذب اتیلن و 1-MCP در رقم زرد لبنانی مشاهده شد. تیمار 1-MCP نیز مؤثرتر از تیمار جاذب اتیلن بود. در رقم قرمز لبنانی نیز تیمار توأم جاذب اتیلن و 1-MCP اثر بهتری در حفظ ویتامین ث داشته است. اما بین شاهد و تیمار جاذب اتیلن اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-13]

جدول 2. مقایسه میانگین تغییرات غلظت ویتامین ث بر حسب نوع رقم و نحوه تیماردهی در طی زمان نگهداری

نوع رقم	تیمار	زمان نگهداری (ماه)	
		صفر	5
زرد لبنانی	شاهد	7/21[b]	2/98[d]
	جاذب اتیلن	7/21[b]	3/38[c]
	MCP	7/21[b]	3/99[b]
	MCP+جاذب	7/21[b]	5/13[a]
قرمز لبنانی	شاهد	9/89[a]	1/71[g]
	جاذب اتیلن	9/89[a]	1/86[fg]
	MCP	9/89[a]	1/97[f]
	MCP+جاذب	9/89[a]	2/52[e]

اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون (با آزمون دانکن) در سطح 5% تفاوت معنی‌داری نداشتند.

• بحث

سیب‌های برداشت شده سیستم‌های بیولوژیکی زنده با متابولیسمی فعال هستند که دیر یا زود خراب و پوسیده می‌شوند. بنابراین یافتن روش‌های مناسب نگهداری و انبارداری جهت حفظ کیفیت میوه ، سهم بسزایی در مصرف آن دارد. 1-MCP که به عنوان بازدارنده مؤثر اتیلن شناخته شده (20، 19). این قابلیت را دارد که از اتصال اتیلن به گیرنده‌های اتیلن گیاه، جلوگیری نموده و بدین ترتیب مانع فرآیندهای افت کیفیت وابسته به اتیلن شود (22، 21، 8، 6). استفاده از پرمنگنات پتاسیم نیز در جهت جلوگیری از اثرات مخرب اتیلن از زمان‌های گذشته معمول بوده است (24، 23، 11). در پژوهش حاضر هر دو قم سیب قرمز و زرد لبنانی با افزایش زمان نگهداری در انبار، صرف‌نظر از نوع تیمار دچار افت کیفیت شدند اما کاهش کیفیت در نمونه‌های تیمار شده به طرز معنی‌داری کمتر از نمونه‌های شاهد بود.

افت وزن: از دست دادن رطوبت اصلی‌ترین علت کاهش وزن میوه طی انبارداری است که اگر باعث چروکیدگی و کاهش بازارپسندی میوه گردد، باعث ایجاد خسارت‌های اقتصادی می‌شود. از دیگر دلایل افت وزن، تنفس میوه و سوختن مواد آلی از جمله قندهاست (25). در این بررسی درصد افت وزن صرف نظر از تیمار و زمان انبارداری در رقم زرد لبنانی بیشتر از رقم قرمز لبنانی، مشاهده شد. از دلایل تفاوت ارقام در مقدار کاهش رطوبت پس از برداشت، تفاوت در ضخامت پوست و ترکیب شیمیایی، ساختار و ضخامت لایه‌های محافظ در میوه آنها می‌باشد. همچنین لایه واکس میوه در طی انبارداری تغییر می‌کند که مقدار این تغییر در ارقام مختلف، متفاوت است. علاوه بر این موارد، فشردگی سلولی نیز در ارقام سیب، یکسان نبوده که باعث تفاوت در امکان خروج گازها از جمله بخار آب در میوه می‌شود (26). با توجه به این موارد احتمالاً رقم قرمز لبنانی واکس و یا فشردگی سلولی بیشتری نسبت به رقم زرد لبنانی دارد.

بررسی میزان افت وزن در یک میوه گرمسیری (Sapota) در بسته‌های پلی‌اتیلنی محتوی پرمنگنات پتاسیم نشان داد که در کلیه بسته‌ها درصد افت وزن با افزایش زمان انبارداری، افزایش یافته لیکن مقدار آن در بسته‌های محتوی سلیت- پرمنگنات پتاسیم از همه کمتر و در شاهد ازهمه بالاتر بود (27). Weis و همکاران نشان دادند که با استفاده از 1-MCP وزن همه نمونه‌های سیب رقم قرمز لبنانی از جمله شاهد و تیمار شده در طول ذخیره سازی کاهش یافت اما درصد افت وزن در نمونه‌های تیمار شده کمتر بود (28). در پژوهش حاضر سیب‌های زرد شاهد پس از پایان انبارداری ظاهر چروکیده داشتند که خود دلیل کاهش رطوبت و وزن میوه است. در رقم قرمز چنین پدیده‌ای دیده نشد اما درصد افت وزن نمونه‌های تیمار شده کمتر از شاهد بود که با نتایج محققین پیشین مطابقت دارد. علت این امر ناشی از کاهش شدت تنفس در میوه‌های تیمار شده می‌باشد.

سفتی بافت: عامل اصلی کاهش سفتی بافت سیب، تجزیه ترکیبات پکتینی در فرآیند تکمیل رسیدن میوه در طول انبار می‌باشد و اثر رقم در کاهش سفتی بافت، بسیار قابل توجه است (29). در پژوهش حاضر نیز میزان سفتی بافت در رقم قرمز بیشتر از زرد مشاهده شد. به طور کلی علت تفاوت ارقام در میزان کاهش سفتی بافت را باید در تفاوت اتصالات سلولی به یکدیگر، مقدار فشردگی سلولی، تعداد سلول در واحد حجم، ضخامت دیواره سلولی و تفاوت نوع سوخت و ساز آنها جستجو نمود (30). هر عاملی که بتواند تنفس میوه را کند نماید می‌تواند سفتی بافت آنرا نیز بهتر حفظ کند. اثر 1-MCP در جلوگیری از کاهش سفتی بافت سیب مؤثرتر از نگهداری در انبار با اتمسفر کنترل شده (31) و یا مشابه آن ذکر شده است (22). جاذب‌های اتیلن حاوی پرمنگنات پتاسیم نیز در حفظ خصوصیات کیفی بسیاری از میوه‌ها و سبزی‌ها از جمله حفظ سفتی بافت مؤثر بوده است (23، 12). سیب واریته مک‌اینتاش در صورت اعمال تیمار جاذب اتیلن بافت سفت‌تری نسبت به شاهد داشت (24). استفاده از هر یک از سه تیمار اعمال شده در این تحقیق نقش مؤثری

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-13]

در حفظ سفتی بافت سیب هر دو رقم، نسبت به نمونه‌های شاهد داشته است که به احتمال زیاد در اثر تخریب و یا کاهش اتیلن تولید شده توسط میوه می‌باشد زیرا در صورت حذف اتیلن آنزیم‌های تجزیه‌کننده دیواره سلولی تحریک نشده و سفتی دیواره سلولی تا حدی حفظ می‌شود.

اسیدیته و pH: در هنگام رسیدگی و بلوغ میوه، مقدار اسیدهای آلی در میوه معمولاً کاهش می‌یابد. از آنجایی که اسیدهای آلی به عنوان منبع انرژی مطرح هستند، کاهش تدریجی آنها در طی رسیدن میوه را می‌توان به علت مصرف آنها در هنگام تنفس، توجیه نمود (32). اثر 1-MCP بر اسیدیته قابل تیتراسیون یکسان نیست. میر و همکاران عنوان کردند که این تیمار اثری بر روی درصد TA سیب رقم قرمز لبنانی ندارد (33). تعداد زیادی از محققین نیز به تأثیر این ماده در حفظ اسیدیته قابل تیتراسیون اشاره کرده‌اند به طوری که مقدار آن در نمونه‌های تیمار شده نسبت به شاهد بالاتر بوده است (34، 22، 21). میوه گرمسیری تحت تیمار با پرمنگنات پتاسیم در سه بستر متفاوت (سلیت، ورمی‌کولیت و سیلیکاژل) نشان داد که در طول نگهداری و در همه تیمارها، اسیدیته کاهش یافت. اما پرمنگنات پتاسیم- سلیت و پرمنگنات پتاسیم- سلیکاژل در جلوگیری از کاهش اسیدیته مؤثرتر از ورمی‌کولیت بودند و درصد کاهش اسیدیته شاهد از همه تیمارها بالاتر بود (27). در تحقیق حاضر درصد اسیدیته با افزایش دوره انبارداری برای هر دو رقم صرف‌نظر از نوع تیمار، روند کاهشی را داشته است و در تمامی ماه‌های انبارداری همواره درصد اسیدیته در سیب زرد بالاتر (0/35) از سیب قرمز لبنانی (0/22)، بود. دلیل کاهش اسید قابل تیتر در طول انبارداری، مصرف آن در فعالیت‌های تنفسی است و می‌توان تفاوت ارقام را در این مورد به تفاوت سرعت تنفس آنها نسبت داد (36، 35، 29). بالاترین مقدار اسیدیته با میزان 0/31 در تیمار توأم جاذب اتیلن و 1- متیل سیکلوپروپن در رقم زرد و کمترین مقدار آن با میزان 0/25 در نمونه‌های شاهد رقم قرمز، مشاهده شد. به عبارتی این تیمار نسبت به بقیه تیمارها فعالیت‌های تنفسی را کندتر نموده است. همچنین اثر تیمار با 1- متیل سیکلوپروپن در جلوگیری از کاهش اسیدیته مؤثرتر از بسته‌های حاوی نانو گرانول‌های جاذب اتیلن بوده است. نتایج pH برعکس نتایج اسیدیته بود.

مقدار کل مواد جامد محلول (TSS): بسیاری از پژوهشگران به افزایش مواد جامد محلول در طول دوره انبارداری اشاره نموده‌اند (35). ولی در بررسی‌های دیگر به کاهش مواد جامد محلول در طول دوره انبارداری اشاره شده است. Soska و Tomala با بررسی 29 رقم سیب در دو سال متوالی به نتایج مشابهی دست یافتند. طبق یافته‌های آنان، مواد جامد محلول در سال اول آزمایش در اکثر ارقام در 2 ماه اول دوره انبارداری افزایش و در 2 ماه پس از آن کاهش یافت و در برخی نیز تقریباً ثابت بود ولی در سال دوم در مدت‌های مشابه، مقدار مواد جامد محلول در برخی ارقام افزایش و سپس کاهش و در برخی دیگر عکس این حالت بود و در برخی نیز در طول دوره آزمایش تقریباً ثابت ماند. به نظر می‌رسد غیر از اثر رقم، اثر سال نیز در رفتار میوه در این مورد دخیل باشد. این تأثیرات به شکل تفاوت در تنفس خود را نشان می‌دهند (36). در تحقیق حاضر نیز در بررسی اثر زمان انبارداری بر مقدار TSS، مشخص گردید تا ماه دوم انبارمانی مقدار TSS افزایش داشته ولی پس از آن روند کاهشی داشته است. دلیل این امر این است که در ابتدا که میوه کمی نارس است، در اثر هیدرولیز نشاسته قندهای محلول افزایش یافته و درصد TSS بالا رفته است و سپس در مدت نگهداری میوه‌ها در سردخانه که تنفس به شکل آهسته ادامه دارد ماده اصلی مصرف شده قندها بوده‌اند که نتیجه آن کاهش مقدار قند کل بوده است زیرا در اثر اکسیداسیون، قندها به اسید پیرورویک و تبدیل هوازی پیرووات به دی‌اکسیدکربن، آب و انرژی، مقدار آنها کاهش می‌یابد. بر اساس پژوهش‌های پیشین اثر 1-MCP بر میزان TSS یکسان نیست، در مواردی مقدار مواد جامد محلول میوه‌های تیمار شده با شاهد برابر بوده و در مواردی بالاتر از آن دیده شده است. این نتایج متناقض در سیب قابل توجه بوده و به نظر می‌رسد تحت تأثیر نوع رقم و شرایط دیگر آزمایش می‌باشد (30). در پژوهش حاضر مقدار TSS در رقم زرد بالاتر از قرمز دیده شد. شاید دلیل این تفاوت بالاتر بودن افت وزن و رطوبت در سیب زرد نسبت به قرمز باشد. در مورد محصولات دیگر نیز استفاده از بسته‌های حاوی نانو جاذب‌های اتیلن موجب جلوگیری از افزایش TSS شده است (14، 13).

ویتامین ث: کاهش غلظت این ویتامین در طی انبارداری قابل توجه بوده و فاکتورهای زیادی بر آن اثر دارند از جمله می‌توان به طولانی شدن دوره انبارداری، افزایش دمای انبار و کاهش رطوبت نسبی اشاره نمود (37). در بافت‌های سالم گیاه آنزیم‌های اکساینده با این ویتامین، تماس ندارند اما در

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-13]

اثر تخریب سلول‌ها به وسیله ضرب‌دیدگی و پیری میوه در مراحل پس از برداشت این تماس، برقرار می‌شود. به طور کلی فرض بر این است که شرایط پس از برداشتی که به وسیله کند کردن فرآیندهای متابولیسمی منجر به حفظ کیفیت تازه‌خوری و ویژگی‌های حسی میوه‌ها می‌شود، کیفیت تغذیه‌ای آنها را نیز، حفظ می‌کند (38). هر چند واضح است که با افزایش زمان نگهداری مقدار این ویتامین کاهش می‌یابد (39). Shaham و همکاران گزارش کردند که کاربرد 1-MCP در سیب رقم گرانی اسمیت باعث کاهش فعالیت آنزیم‌های اکسیدکننده و بالا بودن ویتامین ث، نسبت به شاهد می‌شود (40). استفاده از 1-MCP سرعت کاهش ویتامین ث را در هلو، آناناس و کاهو آهسته‌تر می‌کند (8).

به طور کلی در رقم زرد لبنانی اعمال تیمار توأم 1-MCP و بسته‌های حاوی نانو جاذب اتیلن مؤثرتر از تیمار 1-MCP و این تیمار نیز مؤثرتر از تیمار بسته‌های حاوی نانو جاذب اتیلن به تنهایی، بوده است. در رقم قرمز لبنانی تیمار توأم 1-MCP و بسته‌های حاوی نانو جاذب اتیلن در جلوگیری از کاهش این ویتامین مؤثر بود و بقیه تیمارها اختلافی با شاهد نشان نداد. مقدار این ویتامین در رقم زرد لبنانی بالاتر از قرمز لبنانی بوده است که شاید به علت مقدار pH کمتر این رقم و اثر حفاظتی آن باشد. با توجه به اینکه این ویتامین درصد کمی از ظرفیت آنتی‌اکسیدانی سیب را به خود اختصاص می‌دهد تحقیقات بیشتر در زمینه فعالیت آنتی‌اکسیدانی سیب ضروری است تا اثر تیمار با 1-MCP و نانو جاذب اتیلن روی خواص تغذیه‌ای مشخص شود.

تیمار 1- متیل سیکلو پروپن و یا بسته‌های حاوی نانو زئولیت آغشته به پرمنگنات پتاسیم موجب تأخیر در رسیدگی و در نتیجه حفظ بهتر کیفیت در هر دو رقم سیب شد اما رقم قرمز به علت سفتی بافت بالاتر و ظاهر تازه‌تر قابلیت انبارمانی بهتری از رقم زرد نشان داد. در مورد بیشتر صفات کیفی استفاده از این دو تیمار به صورت همزمان اثر بهتری نسبت به استفاده از هر کدام به تنهایی داشت.

سپاسگزاری: بدین وسیله از زحمات کلیه کارکنان بخش صنایع غذایی مؤسسه تحقیقات فنی- مهندسی کشاورزی کرج و سرکار خانم دکتر هما بهمدی قدردانی می‌گردد.

• References

1. Fao, 2010, Food and Agriculture organization of united nations; Available from http:// faostat.fao.org.
2. Yuri JA, Maldonado FJ, Razmilic I, Neira A, Quilodran A, Palomo I. Concentrations of total phenols and antioxidant activity in apple do not differ between conventional and organic orchard management. J Food Agric Environment 2012; 10 (2): 207-16.
3. Hecke K, Herbinger K, Veberic R, Trobec M, Toplak H, Stampar F, et al. Sugar-, acid- and phenol contents in apple cultivars from organic and integrated fruit cultivation. Euro J Clinical Nutr 2006; 60: 1136–1140.
4. Wismer WV. Consumer eating habits and perceptions of fresh produce quality. In: Florkowski, W.J., Shewfelt, R., Brueckner, B., Prussia, S.E editors. Postharvest handling, a system approach. 2nd ed. Vol 3. Elsevier Inc; 2009: 23-42.
5. Hewett EW. An overview of preharvest factors influencing postharvest quality of horticultural products. Int J Postharvest Technol 2006; 1(1): 4-15.
6. Mattheis JP, Fan X, Argenta LC. Interactive responses of gala fruit volatile production to controlled atmosphere storage and chemical inhibition of ethylene action. J Agric Food Chem. 2005 Jun 1;53(11):4510-6.
7. Paliyath GP, Murr D, Handa VA, editors. Lurie, S. Postharvest Biology and Technology of Fruits, Vegetables, and Flowers. Wiley-Blackwell Publishing. Chapter7. 2008. P. 139-141.
8. Watkins Ch.B. The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables. J Biotechnol Advs 2006; 24: 389-409.
9. Cutter CN . Microbial control by packaging: a review. Crit Rev Food Sci Nutr 2002; 42:151-61.
10. Krishnamoorthy HN, editor. Plant growth substance including applications in agriculture. First ed. Nodia: Tata McGraw-Hill 1981. P. 214.
11. Mehyar GF, Han JH. Active Packaging for Fresh-Cut Fruits and Vegetables. In: Brody A L, Zhuang H, Han J H editors. Modified Atmosphere Packaging for Fresh-Cut Fruits and Vegetables. 2nd ed. Vol 14. United Kingdom: Blackwell Publishing Ltd; 2011. 267-83.
12. Jayathung KGLR, Prasad HUKC, Fernando MD, Palipane KB. Prolonging the postharvest life of papaya using modified atmosphere packaging. J Agric Technol 2011; 7(2): 507-518.
13. Emadpour M, Ghareyazi B, Rezaei Kalaj Y, Omrani A, Mohammadi GH. Effect of potassium permanganate-coated nano- zeolites on cherry quality and shelf life. J Agric Eng Research 2009; 10(1): 11-26 [in Persian].
14. Rezaii Kalaj Y, Ghareyazie B, Emadpour M, Omrani A. Effect of the Removal of Ethylen Hormone by Potassium Permangenate Coated Zeolite

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-13]

Nanoparticles on the Increased Quality and Quantity of Storage of Iceberg Lettuce (Lactuca sativa L.) and Chinese Cabbage (Brassica pekinensis). J Agric Sci Natur Resour 2009; 15(6): 188-97 [in Persian].

15. Hoseini Z, editor. Common methods in food analysis. 6th ed. Shiraz University Publications 2007. P. 210. [in Persian].
16. Finny EE, Massie DR. Instromentation for testing the response of fruits to mechanical impact. Trans ASAE 1975; 18(6): 1184-87.
17. Fresh fruits and vegetables– sampling. 2nd edition. Institute of Standards and Industrial Research of Iran 1992. ISIRI Number: 622.
18. Fruit and vegetable products– Determination of soluble solids content– Refractometric method. 1st edition. Institute of Standards and Industrial Research of Iran 2004. ISIRI Number: 7994.
19. Sisler EC, Dupille E, Serek M. Effect of 1-Methylcyclopropene and methylenecyclopropane on ethylene binding and ethylene action on cut carnations. Plant Growth Reg 1996 ; 18: 79-86.
20. Tatsuki M, Endo A, Ohkawa H. Influence of time from harvest to 1-MCP treatment on apple fruit quality and expression of genes for ethylene biosynthesis enzymes and ethylene receptors. Postharvest Biol Technol 2007; 43: 28-35.
21. Moran RE, McManus P. Firmnessretention, and prevention of coreline browing and senescence in. "Macoun" apples with 1- methylcyclopropene on ripening of greenhouse tomatoes at three storage temperatures. Postharvest Biol Technol 2005; 27: 285-92.
22. Jeziorek K, Woźni ak M, Tolmala K. Response of ‘golden delicious’ apples to postharvest application of 1-methylcyclopropene (1-MCP) in conditions of normal and controlled atmosphere. J Fruit Ornamental Plant Research 2010; 18(2): 223-37.
23. Kim-chong ch, Kim CC. Influence of heat ultraviolet and ethylene absorber treatmants on storage life of Fuji apple. J Korean society hortic sci 1997; 38(2): 153-156.
24. Lidster PD, Lawrence RA, Blanpied GD, McRae KB. Laboratory evaluation of potassium Permanganate for ethylene removal from CA apple storages. Trans ASAE 1985; 28(1):331-4.
25. Wills R, McGlasson B, Graham D, Joyce D, editors. Postharvest: An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit, Vegetables and Ornamentals, 4th ed. New York: CAB International 1998.
26. Veraverbeke EA, Lammertyn J, Saevels S, Nicolai BM. Changes in chemical wax composition of three different apple (Malus domestica Borkh.) cultivars during storage. Postharvest Biol Technol 2001; 23: 197-208.
27. Duha RS, Nath S, Kabir J. Ethylen absorbents and ripening behavior of Sapota fruit. In: Proceedings of National Symposium on Production, Utilization and Export of Underutilized Fruits with Commercial Potentialities, November 2006; West Bengal, India, 249-253.available from: www.cabdirect.org
28. Weis SA, Bramlage WJ. 1-MCP: How useful can it be on New England apples? Fruit Notes 2002; 67: 5-9.
29. Konopacka D, Plocharski WJ. Effect of storage condition s on the relationship between apple firmness and texture acceptability. Postharvest Biol Technol 2004; 32: 205-11.
30. Blankenship SM, JM Dole. 1-Methylcyclopropene: a review. Postharvest biol technol 2003; 28: 1-25.
31. Johnston JW, Hewett EW. Postharvest softening of apple (Malus domestica) fruit: a review. J Crop Hortic Sci 2002; 30: 145-160.
32. Wills RBH, McGlasson WB, Graham D, Joyce DC, editors. Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals. 5th. ed. UK: CABI 2007. p. 227.
33. Mir NA, Curell E, Khan N, Whitaker M, Beaudry RM. Harvest maturity, storage temperature and 1-MCP application frequency alter firmness retention and chlorophyll fluorescence of ‘Redchief Delicious’ apples. J American Soci Hortic Sci 2001; 126(5): 618-24.
34. DeEll JR, Murr DP, Porteous MD, Rupasinghe HPV. Influence of temperature and duration of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) treatment on apple quality. Postharvest Biol Technol 2002; 24: 349-353.
35. Kvikliene N, Kviklys D, Viskelis P. Changes in fruit quality during ripening and storage in the apple cultivar 'Auksis'. J Fruit Ornamental Plant Research 2006; 4: 195-202.
36. Soska A, Tomala K. Internal quality of apples during storage. J Agronomijas Vestis (Latvian J Agronomy) 2006; 9: 146-51.
37. Lee SK, Kader AA. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. Postharvest Biol Technol 2000; 20: 207-20.
38. Klein BP. Nutritional consequences of minimal processing of fruits and vegetables. J Food Quality 1987; 10: 179-93.
39. Davey MW, M van Montagu D, Inzé M, Sanmartin A, Kanellis N, Smirnoff IJJ, et al. Plant L-ascorbic acid: chemistry, function metabolism, bioavailability and effects of processing. J Sci Food Agric 2000; 80: 825-60.
40. Shaham Z, Lers A, Lurie S. Effect of heat or 1-Methylcyclopropene on antioxidative enzyme activities and antioxidants in apples in relation to superficial scald development. J American Soci Hortic Sci 2003; 128(5): 761-6.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-13]

Effect of 1-methylcyclopropene and potassium permanganate-coated zeolite nanoparticles on extending the shelf life and quality of Golden and Red Delicious apples

*Sardabi F[1], Mohtadinia J[*2], Shavakhi F[3], Ashraf Jafari A[4]*

1-M.Sc in Food Science & Technology, Faculty of Health and Nutrition, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran

*2-*Corresponding author: Associate prof, Dept.of Food Science and Technology, Faculty of Health and Nutrition, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran, E-mail: javadmohtadinia@yahoo.com*

3- Assistant Prof, Agricultural Engineering Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Ministry of Jihad-e- Agriculture, Karaj, Iran

4- Prof , Research institute of Forest and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Ministry of Jihad-e- Agriculture, Tehran, Iran

Received 22 Apr, 2013 **Accepted 16 Jul, 2013**

Background and Objective: Apple production is high in Iran; using effective packaging and storing technologies can prevent loss of this valuable fruit and provide a source of non-oil exports. Ethylene plays an effective role in the loss of apple quality. This study examined the effect of ethylene reduction on improving the quality of Golden and Red Delicious apples during cold storage.

Materials and Methods: Golden and Red Delicious apples were tested in an experimental design using a split-plot over time in a completely randomized design and three replications for 1-methylcyclopropene (1-MCP, 0 and 1 ppm) and potassium permanganate-coated zeolite nanoparticles (0 and 10 g). The fruit was stored at ± 0.5°C and 90% RH for up to 5 mo. Fruit quality parameters (weight loss, firmness, pH, titratable acidity, total soluble solid concentration) were evaluated before storage and on a monthly basis during the storage period. Vitamin C concentration was also measured at the beginning and end of storage.

Results: A comparison of means showed the lowest pH (4.39), lowest reduction in TA (0.31%), lowest TSS (14.28%), highest firmness value (17.54 N/m^2), lowest weight reduction (3.10%) and highest vitamin C concentration (6.27 $mg/100g^{-1}$) were obtained for apples treated with 1-MCP combined with ethylene absorber sachets. The lowest pH (4.39), highest reduction in TA (0.25%), highest TSS (15.1%), lowest firmness value (14.30 N/m^2), highest weight reduction (3.51%) and lowest vitamin C concentration (5.26 $mg/100g^{-1}$) was found for the control apples.

Conclusion: The application of 1-MCP combined with ethylene absorber sachets had the best effect on the quality characteristics of both species. Red Delicious apples were firmer and fresher in appearance, indicating that this variety has better storability.

Keywords: Apples, Ethylene absorber, Nanoparticles, Potassium permanganate, 1-methylcyclopropene

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-09-13]