تأثیر نوع بسته بندی و پرمنگنات پتاسیم بر کیفیت و عمر انبارمانی سه رقم سیب در سردخانه[1]

شهین زمردی[2]

تاریخ دریافت مقاله: ٨٣/١١/١١ تاریخ پذیرش مقاله: ٨٤/٥/٢٥

چکیده

اتیلن موجب رشد، پیری زودرس و کاهش عمر انبارمانی سیب در مدت زمان نگهداری در انبار می‌شود. به منظور حذف اتیلن و افزایش عمر انبارمانی سیب، طرحی با استفاده از آزمایش‌های فاکتوریل در پایهٔ کاملاً تصادفی با ٣ فاکتور و ٣ تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان غربی اجرا شد. عامل اول رقم سیب در سه سطح شامل ارقام گلدن دلیشس، رددلیشس و جاناتان، عامل دوم نوع بسته‌بندی در ٥ سطح شامل جعبه‌های چوبی با پوشال‌های کاغذی، جعبه‌های پلاستیکی با پوشال‌های کاغذی، جعبه‌های پلاستیکی با پوشال‌های کاغذی آغشته به پرمنگنات پتاسیم، جعبه‌های پلاستیکی با شانه مخصوص میوه و جعبه‌های پلاستیکی با شانه مخصوص میوه و با توری حاوی پرمنگنات پتاسیم و عامل سوم زمان نگهداری در سردخانه به مدت ٥ ماه است. در مدت زمان نگهداری بریکس، اسیدیته، pH، سفتی بافت و درصد افت وزنی میوه‌ها هر ماه یک بار تعیین شد. نتایج تجزیهٔ آماری نشان می‌دهد که اثر رقم، نوع بسته بندی و زمان نگهداری بر تمام عوامل کیفی تعیین شده معنی‌دار است. مقایسهٔ میانگین‌ها حاکی است که بیشترین مقدار سفتی بافت و بریکس به ترتیب مربوط به رقم گلدن و رد و بیشترین مقدار اسیدیته و کمترین مقدار pH مربوط به رقم جاناتان است. در مدت زمان نگهداری نیز مقدار بریکس، pH و افت وزنی افزایش ولی مقدار اسیدیته و سفتی بافت کاهش می‌یابد. نتایج حاصل از بسته‌بندی نیز نشان می‌دهد که بیشترین افت وزنی، بیشترین مقدار فساد و کمترین مقدار سفتی بافت مربوط به جعبه‌های چوبی وکمترین افت وزنی، بیشترین مقدار سفتی بافت مربوط به جعبه‌های دارای شانه و جاذب اتیلن است. بنابراین استفاده از پرمنگنات پتاسیم از افت وزنی، فساد و کاهش سفتی بافت سیب در مدت زمان نگهداری میوه جلوگیری می‌کند.

واژه‌های کلیدی

بسته‌بندی سیب، پرمنگنات پتاسیم، جعبه‌های پلاستیکی، عمر انبارمانی سیب

١- برگرفته از طرح تحقیقاتی مصوب مؤسسهٔ تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی با عنوان "بررسی جعبه‌های پلاستیکی همراه با شانه‌های مخصوص میوه و جاذب اتیلن در نگهداری سیب درختی و مقایسه آن با جعبه‌های چوبی" به شماره ١٠٠-٢٠-٨٠٠٠٨

٢- عضو هیأت علمی بخش تحقیقات مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، آدرس: ارومیه، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، ص. پ. ٣٦٥. تلفن ٢٦٢٢٢١٠-٠٤٤١، دورنگار: ٢٦٢٢٢٢١-٠٤٤١ و پیام نگار: szomord@yahoo.com

مقدمه

افزایش تولید و عرضهٔ بیش از حد سیب در فصل برداشت و تنزل قیمت‌ها، باعث شده که علاوه بر فرآوری محصول، مقداری از آن در سردخانه‌ها نگهداری شود. برای کاستن از ضایعات و حفظ کیفیت محصول در سردخانه علاوه بر کاهش دما، توجه به مواردی مانند بسته‌بندی و تیمارهای شیمیایی ضروری به نظر می‌رسد. یکی از عوامل مؤثر در کاهش عمر انبارمانی سیب وجود اتیلن در محیط انبار است که باعث تسریع در رسیدن میوه و در نهایت موجب پیری و غیرقابل مصرف شدن آن می‌شود. همچنین اتیلن در غلظت حدود ۰/۱ میکرولیتر در روز به طور طبیعی باعث تسریع در رسیدن کامل میوه‌ها می‌شود ولی افزایش بیشتر آن باعث تشدید پیری در میوه‌های نافرازگرا[1] می‌شود [۱۱]. مشخص شده است که پس از برداشت میوه، اتیلن با سرعت بیشتری ساخته می‌شود زیرا برگ‌های روی درخت ظاهراً از تولید اتیلن بیشتر جلوگیری می‌کنند [۱۲]. روش‌های فیزیکی و شیمیایی مختلفی برای کاهش میزان اتیلن در انبار وجود دارد. یکی از ساده‌ترین آنها، تهویه است یعنی هوای تازه جانشین هوای انبار شود. معمولاً در انبار معمولی لازم است که هوای تازه حداقل در هر ۱۰ ساعت جای هوای انبار را بگیرد [١٤]. تهویه در جایی امکان پذیر است که اختلاف دما بین هوای داخل و خارج انبار زیاد نباشد. اگر مقدار اتیلن از طریق تهویه قابل تنظیم نباشد با استفاده از مواد جاذب اتیلن یا با تبدیل آن به دی اکسیدکربن و آب می‌توان مقدار آن را تنظیم کرد [١٤]. اتیلن اتمسفر را می‌توان با اکسیدکردن به گاز کربنیک و آب تبدیل کرد. ازن عامل اکسید کنندهٔ مناسبی برای خنثی کردن اتیلن است که به راحتی از اکسیژن جو و تحت تأثیر پرتو فرا بنفش تولید می‌شود و از آنجا که به حالت گاز است به راحتی با اتیلن آمیخته می‌شود. ولی ازن مادهٔ فعالی است و باعث خوردگی جدار لوله‌ها و اتصالات دستگاه‌های سردخانه می‌شود، با مواد کاغذی مورد استفاده برای بسته بندی واکنش می‌دهد و به آسانی به فرآورده آسیب می‌رساند. ضمن آنکه در غلظت‌های نسبتاً پایین باعث مسمومیت انسان می‌شود [۱۱]. در سال‌های اخیر برای جذب اتیلن، از مواد شیمیایی مختلف از جمله پرمنگنات پتاسیم استفاده می‌شود. پرمنگنات پتاسیم اکسید کننده‌ای قوی است که می‌تواند اتیلن را از بین ببرد. از آنجا که پرمنگنات پتاسیم غیر فرار است می‌توان آن را به راحتی از فراورده جدا و بدین ترتیب خطر آسیب را برطرف کرد. برای حصول اطمینان از برطرف شدن اتیلن، لازم است که فرآورده در سطح گسترده‌ای از پرمنگنات پتاسیم قرار داده شود [۱۱]. 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 ساکت‌ها، فیلترها و غیره قرار می‌گیرد وقتی هوا از میان آنها عبور می‌کند اتیلن به طور موثری جذب می‌شود. در سال‌های ٨٤-١٩٨٣ در انبارهای کنترل شده تجارتی سیب از جاذب‌های اتیلن به طور موفقیت آمیزی استفاده شده است که از این راه غلظت اتیلن را در آمریکا به کمتر از ۲ و در انگلستان به کمتر از ۱ پی پی ام رسانیده‌اند [۱۵].

1- Non-Climacteric

سیاری و راحمی (Sayyari & Rahemi, 2002) نشان دادند پرمنگنات پتاسیم به تنهایی سفتی بافت سیب گلدن دلیشس را به طور معنی‌داری افزایش می‌دهد ولی در تیمارهایی که همراه با کلرورکلسیم به کار برده شده نتوانسته اثر خود را بروز دهد و اثر تقویت کنندگی نیز روی کلرورکلسیم ایجاد نکرده است. نی و هارتفیلد (Knee & Hartfield, 1981) نشان دادند در سیب رقم گلدن دلیشس نگهداری شده در سردخانهٔ کنترل شده با استفاده از پرمنگنات پتاسیم، تولید اتیلن به مدت ٤٠ روز به تأخیر می‌افتد و نرم شدن میوه‌ها نیز کاهش و بیماری سوختگی نسبت به شاهد ۳۳ درصد کمتر می شود. لیوهید و همکاران (Lougheed *et al*., 1975) سیب رقم مک‌اینتاش[1] را در انبار کنترل شده با و بدون پارافیل جاذب اتیلن (پرمنگنات پتاسیم روی اکسید آلومنیوم) در ۳/۳ درجهٔ سانتی‌گراد انبار کردند. نتایج نشان داد سفتی میوه‌ها در انبار دارای جاذب اتیلن در مقایسه با شاهد بیشتر است. اسکوک و همکاران (Schaik *et al*., 1987) سیب را در سردخانه کنترل شده با و بدون جاذب اتیلن در ٤/٥ درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری کردند و نشان دادند که تولید اتیلن فقط به مدت ٤ ماه به تأخیر می‌افتد و غلظت اتیلن نیز در انبار با جاذب اتیلن ۱ تا ۱۰ پی پی ام ولی در انبار بدون جاذب اتیلن در حدود ۸۰۰ پی‌پی‌ام است. همچنین سیب سفت‌تر و سبزتر خواهد شد. ویسای و همکاران (Visai *et al*., 1986) سیب را در سردخانهٔ کنترل شده در دمای ۲ درجهٔ سانتی‌گراد بدون جاذب اتیلن (غلظت اتیلن ۱۵۰ پی پی ام) و با استفاده از ۳ درصد پرمنگنات پتاسیم و ۱ درصد اسید سولفوریک (غلظت اتیلن ۱۰ پی‌پی‌ام) انبار کردند و نشان دادند که در تیمارهای بدون جاذب اتیلن، میوه‌ها نرمند، مقدار مواد جامد انحلال پذیر افزایش می‌یابد و افت وزنی بیشتر می‌شود. ضمن آنکه سوختگی نیز در تیمار جاذب اتیلن کمترین مقدار است. تونسل و همکاران (Tuncel *et al*., 1993) نشان دادند که کاهش وزن گلابی ویلیامز انبار شده با پرمنگنات در دماهای ۱+ و ۱- درجهٔ سانتی‌گراد به ترتیب ۱/۹ و ۳/۳ درصد و نمونه‌های شاهد ۱۱/۸۹ و ۱۰/۷۲ درصد است، ولی تغییرات معنی‌داری در مقدار کل مواد جامد انحلال پذیر حاصل نمی‌شود. شورتر و همکاران (Shorter *et al.,* 1992) سیب واریتهٔ گرانی اسمیت را در جعبه‌های پلی‌اتیلنی با و بدون پارافیل جاذب اتیلن نگهداری کردند و نشان دادند که مقدار اتیلن و گاز دی اکسیدکربن در جعبه‌های دارای پارافیل جاذب اتیلن بسیار ناچیز است که شاید ناشی از کاهش ضایعات تنفسی میوه باشد، حساسیت میوه‌ها نیز به عوارض فیزیولوژیکی از قبیل لکه تلخ و سوختگی سطحی کاهش می‌یابد. بانکز و همکاران (Banks *et al*., 1985) دریافتند که در انبار کنترل شده نیز حتی با افزایش دی اکسیدکربن تولید اتیلن غیرقابل اجتناب است. بایومن و هنز (Baumann & Henze, 1986) نیز نشان دادند که در انبارهای کنترل شده می‌توان با استفاده از جاذب‌های کربن فعال غلظت اتیلن را به ۱۰ تا ۳۰ پی‌پی‌ام کاهش داد. از سایر تکنیک‌های جدا کنندهٔ اتیلن که هنوز به صورت تجارتی در نیامده است استفاده از نور ماورای بنفش است. در ضمن امکان جدا سازی بیولوژیکی اتیلن نیز وجود دارد. از باکتری‌های خاک می‌توان به عنوان پایین آورندهٔ اتیلن اتمسفریک

1-Mcintosh

استفاده کرد [۱۵]. برای بسته بندی سیب بیشتر از جعبه‌های چوبی استفاده می‌شود. استفادهٔ مداوم از چوب برای ساخت جعبه‌های چوبی، منابع جنگلی را تخریب و اکوسیستم را مختل می‌کند. برای جلوگیری از این معضل می‌توان از جعبه‌های پلاستیکی برای بسته‌بندی میوه استفاده کرد. از مزایای جعبه‌های پلاستیکی، نسبت به جعبه‌های چوبی، در انبارداری سیب و گلابی می‌توان سبکی وزن، جذب نکردن آب و مواد شیمیایی، دوام و استحکام کافی، حفظ کیفیت میوه و استفادهٔ بیشتر از فضای انبار را ذکر کرد [۲۱]. هانگ هون و همکاران (Chongchone *et al*., 1995) از جعبه‌های پلاستیکی برای انبار کردن سیب رقم فوجی در سردخانهٔ ۵ درجهٔ سانتی‌گراد استفاده کردند و نشان دادند که جعبه‌ها در حفظ سفتی و کاهش وزن میوه‌ها مؤثر بود ولی مقدار مواد جامد انحلال‌پذیر با شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت. تاکیو و لال (Takur & Lal, 1989) نشان دادند که در انتقال سیب به مسافت ٤۰۰ کیلومتر،کمترین میزان کاهش وزن (۰/۰٤ درصد) در جعبه‌های پلاستیکی و بیشترین آن (۱/٦٤ درصد) در جعبه‌های چوبی است، همچنین ضرب‌دیدگی میوه نیز در طول انتقال در جعبه‌های پلاستیکی (۲/۸ درصد) بسیار کمتر از جعبه‌های چوبی (۱۹/۲ درصد) است. ماینی و همکاران (Maini *et al*., 1982) برای بسته‌بندی و انتقال سیب از جعبه‌های چوبی با سینی، با پوشال و بدون پوشال استفاده کردند و نشان دادند که کمترین آسیب دیدگی (۸ درصد) در جعبه‌های دارای سینی و بیشترین کاهش وزن ۷۲۵ گرم در جعبه‌های بدون پوشال ظاهر می‌شود. هولت و اسکورل (Holt & Schoorl, 1985) سیب‌ها را در سینی‌های فیبرفشرده، جعبه‌های پلاستیکی و جعبه‌های چوبی بسته‌بندی کردند و نشان دادند که سینی‌های فیبر فشرده بیشترین و جعبه‌های چوبی کمترین تأثیر را در برابر ضربه دارند.

در این طرح، تأثیر بسته‌بندی در جعبه‌های پلاستیکی همراه با شانه‌های مخصوص میوه و مواد جاذب اتیلن (پرمنگنات پتاسیم) بر عمر انبارمانی سیب در سردخانه بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

این طرح در سال ۱۳۸۰ در بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی اجرا شد.

- دستگاه‌های مورد استفاده

- آب میوه‌گیر برقی ناسیونال ساخت ایران
- پنترومتر دستی[1] ساخت انگلیس
- رفراکتومتر دستی Carl Zeiss Jena ساخت آلمان
- pH متر مدل Metrohm 691 ساخت سویس
- ترازوی حساس با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم Sartorius ساخت آلمان

- روش‌ها

پوشال‌های کاغذی در محلول پرمنگنات پتاسیم با غلظت ۱۰۰۰ قسمت در میلیون قسمت به مدت ۳۰ دقیقه فرو برده شد، در مجاورت آفتاب خشک گردید و مورد استفاده قرارگرفت.

سیب از ارقام گلدن دلیشس، رد دلیشس و جاناتان در زمان رسیدگی مناسب از باغ دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه ارومیه برداشت شد. پس از

1- Fruit-Tester

درجه‌بندی، ۱۵ کیلوگرم در ۵ جعبه به شرح زیر بسته‌بندی شدند: جعبهٔ چوبی با پوشال‌های کاغذی، جعبهٔ پلاستیکی با پوشال‌های کاغذی، جعبهٔ پلاستیکی با پوشال‌های کاغذی آغشته به پرمنگنات پتاسیم، جعبهٔ پلاستیکی با شانهٔ مخصوص میوه و جعبه‌های پلاستیکی با شانهٔ مخصوص میوه و با توری حاوی پرمنگنات پتاسیم.

جعبه‌های میوه در سردخانه آبان ارومیه با دمای ۱±۰ درجهٔ سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰ درصد به مدت ۵ ماه نگهداری شدند. قبل از انتقال نمونه‌ها به محل نگهداری و در طول نگهداری، هر ماه یک بار از سردخانه نمونه برداری شد. این طرح در قالب آزمایش‌های فاکتوریل با پایهٔ کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. فاکتور اول رقم سیب در سه سطح شامل گلدن دلیشس، رد دلیشس و جاناتان و فاکتور دوم روش بسته‌بندی است در ۵ سطح: جعبهٔ چوبی با پوشال‌های کاغذی، جعبهٔ پلاستیکی با پوشال‌های کاغذی، جعبهٔ پلاستیکی با پوشال‌های کاغذی آغشته به پرمنگنات پتاسیم، جعبهٔ پلاستیکی با شانهٔ مخصوص میوه و جعبه‌های پلاستیکی با شانهٔ مخصوص میوه و با توری حاوی پرمنگنات پتاسیم.

برای تجزیهٔ آماری از نرم افزار MSTAT-C، برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و برای ترسیم نمودارها از نرم افزار EXCEL استفاده شد.

روش‌های آزمایش

سفتی بافت با استفاده از پنترومتر دستی تعیین شد. لایهٔ پوست روی میوه از دو طرف به صورت قرینه برداشته شد. نوک فشارسنج با قطر ۰/۸ میلی‌متر به داخل گوشت میوه فرو برده شد و میزان سفتی بافت بر حسب کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع قرائت گردید. مواد جامد انحلال پذیر در آب (بریکس) با استفاده از رفراکتومتر دستی، اسیدیته (بر حسب اسید مالیک) با استفاده از تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال، pH با استفاده از pH متر، کاهش وزن و درصد فساد با روش‌های معمول تعیین شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیهٔ آماری نشان می‌دهد تأثیر رقم بر تمام فاکتورهای کیفی اندازه‌گیری شده معنی‌دار است. مقایسهٔ میانگین‌ها حاکی است بیشترین مقدار بریکس، pH و سفتی بافت و کمترین درصد افت وزنی مربوط به رقم رددلیشس، کمترین میزان بریکس و اسیدیته و بیشترین مقدار افت وزنی مربوط به رقم گلدن دلیشس و بیشترین مقدار اسیدیته و کمترین مقدار سفتی بافت و pH مربوط به رقم جاناتان است (جدول شمارهٔ ۱). رقم عامل اصلی تعیین کنندهٔ کیفیت محصولات است زیرا ساختار ژنتیکی گیاه مشخص کننده ویژگی‌های ساختمانی و شیمیایی محصول است.

همچنین نتایج حاکی است که زمان نگهداری بر تمام فاکتورهای کیفی اندازه‌گیری شده در سطح یک درصد معنی‌دار است. مقایسهٔ میانگین‌ها نشان می‌دهد در طول نگهداری مقدار بریکس، pH و افت وزنی افزایش ولی مقدار اسیدیته و سفتی بافت کاهش می‌یابد (جدول شمارهٔ ۲).

جدول شمارهٔ ۱- تأثیر رقم بر فاکتورهای کیفی سیب

نوع رقم	بریکس	pH	اسیدیته	سفتی بافت (کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع)	افت وزنی (درصد)
گلدن دلیشس	۱۰/٦c	۳/۷٦b	۰/۳۵ b	٦/۷٤b	۲/۳۱a
رد دلیشس	۱۲/۳a	۳/۸۳a	۰/۳٦b	۷/۱۷a	۱/۳۷c
جاناتان	۱۰/۹b	۳/٤۱c	۰/۵۸a	٦/۱۰c	۱/۷۷b

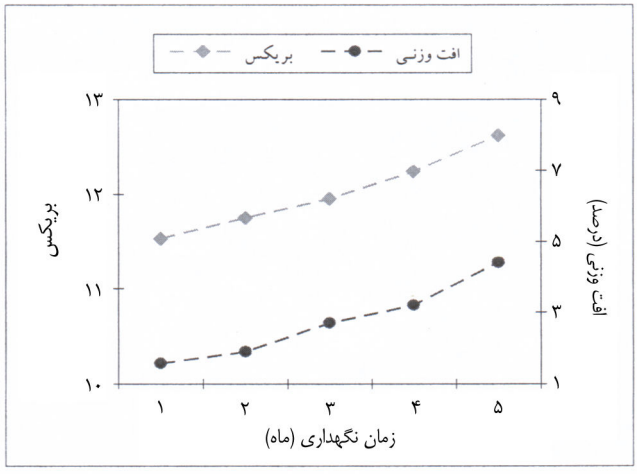
در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک در یک سطح آماری قرار دارند (آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد)

جدول شمارهٔ ۲- میانگین خواص کیفی سیب در مدت زمان نگهداری

مدت زمان نگهداری (ماه)	pH	اسیدیته (درصد)	سفتی بافت (کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع)
۱	٤/۱۳e	۰/٤۳a	۸/۲a
۲	٤/۱٦d	۰/۳۹b	۸/۰۵ab
۳	٤/۱۹c	۰/۳۷c	۷/۸۹b
٤	٤/۲۲b	۰/۳٦cd	۷/٤۹c
۵	٤/۲٦a	۰/۳۳d	۷/۱۰d

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک در یک سطح آماری قرار دارند (آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد)

شکل شمارهٔ ۱ تغییرات مقدار بریکس و افت وزنی میوه را در مدت زمان نگهداری نشان می‌دهد. همان طوری که از شکل مشخص است مقدار بریکس در سیب‌های نگهداری شده در سردخانه در ماه‌های اول نگهداری تقریباً ثابت است ولی در انتهای مدت زمان نگهداری به طور معنی‌دار افزایش یافته است. همچنین وزن میوه‌ها از ۱۰۰ در ابتدای زمان نگهداری به ۹٦/۸ در انتهای دوره نگهداری رسید.



شکل شمارهٔ ۱- تغییرات مقدار بریکس و افت وزنی در مدت زمان نگهداری سیب در سردخانه

دلیل افزایش مقدار بریکس، pH، درصد افت وزنی و کاهش مقدار اسیدیته و سفتی بافت را می‌توان این گونه توجیه کرد که پس از برداشت، بیشترین تغییرات فیزیولوژیکی در میوه به سوخت و ساز اکسایشی مربوط می‌شود. در اثر تنفس، نشاسته به گلوکز آبکافت (هیدرولیز) می‌شود و بریکس افزایش می‌یابد و بافت میوه نیز نرم‌تر می‌شود. نرم شدن بافت میوه همچنین به کاهش سلولز و پکتین‌های انحلال ناپذیر در مدت زمان نگهداری مربوط می‌شود که از فعالیت‌های آنزیمی ناشی می‌شود. به موازات این تغییرات به دلیل کاهش اسیدها در اثر متابولیسم میوه، میزان اسیدیته نیز کاهش و pH افزایش می‌یابد. نتایج این بررسی با نتایج سایر تحقیقات مطابقت دارد. مهاجان (Mohajan, 1994) نیز در تحقیقات خود نشان داد که در اثر نگهداری سیب رقم رددلیشس در میزان مواد جامد انحلال پذیر و قند افزایش و اسیدیتهٔ قابل تیتراسیون و مواد پکتینی کاهش می‌یابد. همچنین ترایان و کارلیش (Troyan & Cavrilshin, 1991) نشان دادند که در مدت زمان نگهداری سیب ارقام مختلف از جمله جاناتان در سردخانه، نشاسته کاملاً به گلوکز تبدیل می‌شود و مواد پکتینی از ۲۵/۵ تا ۴۰/۲ درصد کاهش می‌یابد که نتایج این بررسی را تایید می‌کند.

نوع بسته بندی نیز بر مقدار بریکس در سطح یک درصد و بر مقدار اسیدیته، سفتی بافت و افت وزنی در سطح ۵ درصد معنی‌دار است. مقایسهٔ میانگین‌ها حاکی است که بیشترین مقدار بریکس (۱۱/۹۵ درصد) و کمترین مقدار اسیدیته (۰/۳۷ درصد) مربوط به سیب بسته بندی شده در جعبه‌های چوبی است. سایر تیمارها تأثیر معنی‌داری بر مقدار بریکس و اسیدیته نداشته است و میانگین‌هایشان در یک گروه آماری قرار می‌گیرند (جدول شمارهٔ ۳).

جدول شمارهٔ ۳-تاثیر نوع بسته بندی بر خواص کیفی سیب در سردخانه

خواص کیفی / بسته بندی	بریکس	اسیدیته	سفتی بافت (کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع)	افت وزنی (درصد)
۱*	۱۱/۹۵a**	۰/۳۷b	۷/۰۵c	۵/۳۶a
۲	۱۱/۵۰b	۰/۴۰a	۷/۳۳ab	۵/۰۳ab
۳	۱۱/۶۶b	۰/۴۰a	۷/۲۶ab	۴/۸۲b
۴	۱۱/۶۳b	۰/۴۱a	۷/۲۶ab	۴/۱۵c
۵	۱۱/۵۸b	۰/۴۰a	۷/۹۲a	۳/۵۳d

*بسته ۱ تا ۵ به ترتیب جعبه‌های چوبی، پلاستیکی دارای پوشال آغشته به پرمنگنات، دارای شانه و دارای شانه و پرمنگنات پتاسیم

** در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک در یک سطح آماری قرار دارند (آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد)

تأثیرمتقابل واریته و نوع بسته‌بندی در سردخانه بر مقدار بریکس و اسیدیته در سطح یک درصد معنی‌دار است. در رقم گلدن دلیشس، بیشترین مقدار بریکس (۱۱/۵ درصد) به جعبه‌های چوبی و کمترین آن (۱۰/۲ درصد) به جعبه‌های پلاستیکی دارای شانه و پرمنگنات مربوط است و میانگین‌های سایر تیمارها در یک گروه آماری قرار دارند. در رقم رد دلیشس و جاناتان نوع بسته‌بندی تأثیر معنی‌داری بر مقدار بریکس ندارد و میانگین‌ها در یک گروه آماری قرار دارند. همچنین نوع بسته‌بندی در واریته‌های گلدن دلیشس و رد دلیشس بر مقدار اسیدیته تأثیر معنی‌داری ندارد ولی در واریتهٔ جاناتان میانگین مقدار اسیدیته در جعبه‌های دارای پوشال آغشته به پرمنگنات پتاسیم و جعبه‌های دارای شانه و پرمنگنات در یک گروه آماری قرار دارد و بیشترین مقدار است و کمترین آن (۰/٥٤ درصد) در جعبه‌های چوبی است (جدول شمارهٔ ٤).

جدول شمارهٔ ٤- میانگین اثر متقابل واریته و نوع بسته بندی بر مقدار بریکس و اسیدیته

نوع	گلدن دلیشس		رد دلیشس		جاناتان	
بسته بندی	بریکس	اسیدیته	بریکس	اسیدیته	بریکس	اسیدیته
۱	۱۱/٥٤bc*	۰/۳٦d	۱۲/۰۷	۰/۳٦d	۱۰/٥٥ de	۰/٥٤c
۲	۱۰/۳۷de	۰/۳٥d	۱۲/٥۳	۰/۳٦d	۱۱/٥٦ de	۰/٥٥bc
۳	۱۰/٤٦de	۰/۳٦d	۱۱/۸۸	۰/۳٥d	۱۰/۸۳ de	۰/٦۲a
٤	۱۰/۲۸De	۰/۳٥d	۱۲/٤۹	۰/۳٥d	۱۰/٦۷ de	۰/٥۸ab
٥	۱۰/۱۸e	۰/۳٥d	۱۲/٥۳	۰/۳٦d	۱۰/۹۹ cd	۰/٦۰a

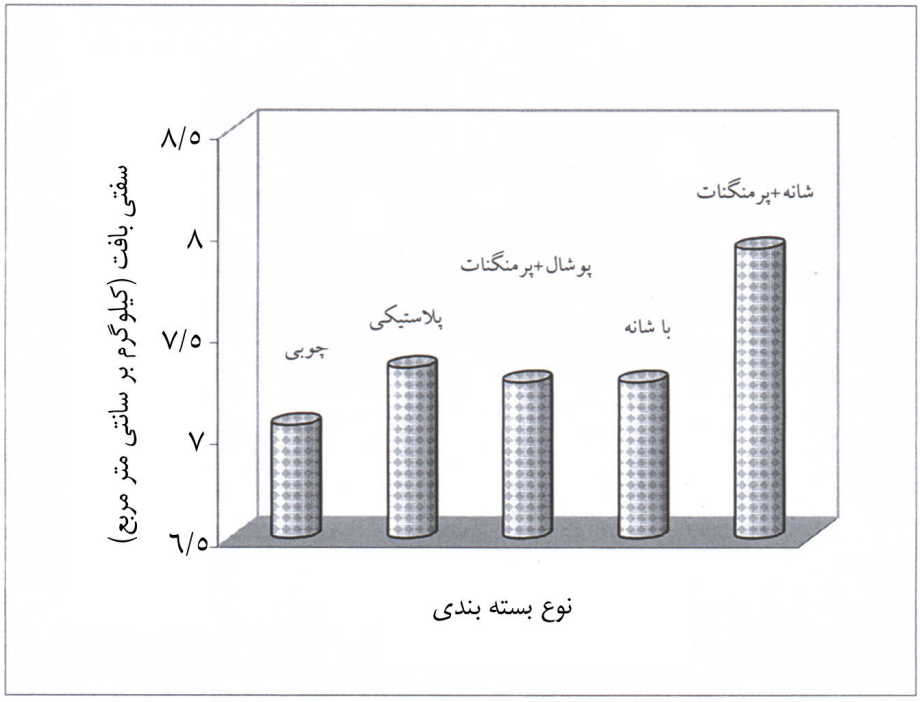
** در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک در یک سطح آماری قرار دارند (آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد)

تأثیر متقابل نوع بسته بندی و زمان نگهداری بر مقدار بریکس و افت وزنی در سطح ٥ درصد معنی‌دار است. میانگین‌ها حاکی است مقدار بریکس در مدت زمان نگهداری در جعبه‌های چوبی ثابت است ولی در انتهای زمان نگهداری به طور غیر معنی‌داری افزایش می‌یابد؛ اما در جعبه‌های پلاستیکی در ابتدای نگهداری افزایش، پس از آن کاهش می‌یابد و سپس ثابت می‌ماند. مقدار بریکس در جعبه‌های دارای پوشال‌های آغشته به پرمنگنات پتاسیم، دارای شانه و جعبه‌های دارای شانه و پرمنگنات پتاسیم در طول نگهداری ثابت می‌ماند. در انتهای مدت زمان نگهداری، کمترین مقدار بریکس به ترتیب مربوط به جعبه‌های دارای پوشال‌های آغشته به پرمنگنات و جعبه‌های چوبی است. در سایر تیمارها مقدار بریکس مشابه است.

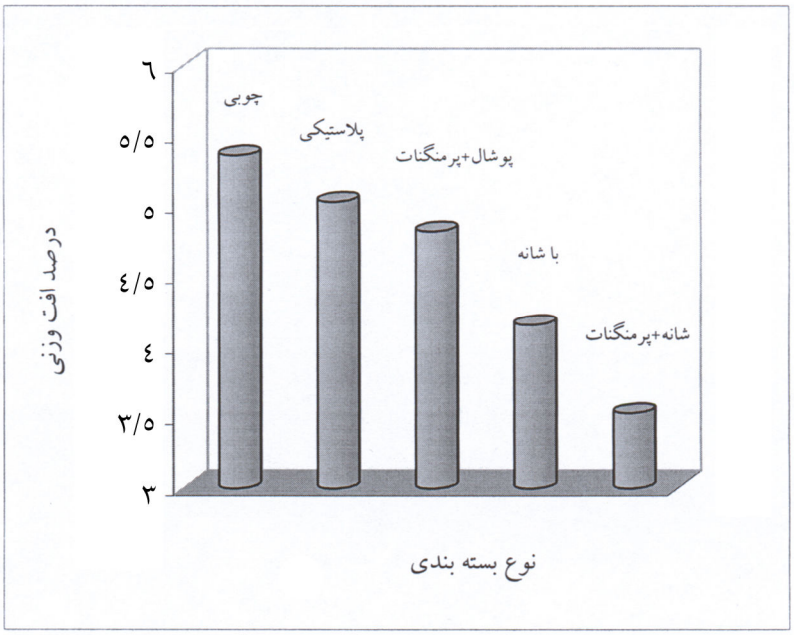
تأثیر متقابل رقم و نوع بسته بندی و زمان نگهداری بر مقدار بریکس، اسیدیته، pH و افت وزنی در سطح یک درصد معنی‌دار است. میانگین‌ها حاکی است مقدار بریکس در رقم گلدن دلیشس در مدت زمان نگهداری در جعبه‌های چوبی در ماه اول نگهداری افزایش می‌یابد و سپس ثابت می‌ماند ولی در سایر تیمارها در مدت زمان نگهداری کاهش

می‌یابد. در انتهای زمان نگهداری، کمترین مقدار بریکس مربوط به جعبه‌های دارای پوشال‌های آغشته به پرمنگنات پتاسیم و بیشترین آن در جعبه‌های چوبی است. مقدار بریکس در رقم رددلیشس در مدت زمان نگهداری تحت تأثیر بسته‌بندی قرار نمی‌گیرد. مقدار بریکس در رقم جاناتان در مدت زمان نگهداری در جعبه‌های چوبی ابتدا کاهش می‌یابد و سپس ثابت می‌ماند ولی در جعبه‌های دارای پوشال‌های آغشته به پرمنگنات پتاسیم و دارای شانه در مدت زمان نگهداری ثابت می‌ماند. در جعبه‌های دارای شانه و پرمنگنات پتاسیم، مقدار بریکس ثابت است ولی در ماه آخر نگهداری به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. در انتهای زمان نگهداری، کمترین و بیشترین مقدار بریکس به ترتیب مربوط به جعبه‌های دارای شانه و پرمنگنات پتاسیم و جعبه‌های دارای شانه و در سایر تیمارها مشابه است. میزان pH و افت وزنی در مدت زمان نگهداری در کلیهٔ تیمارها و در هر سه واریته افزایش و مقدار اسیدیته کاهش می‌یابد.

با توجه به اینکه در اثر تغییرات فیزیولوژیکی در سیب مقدار بریکس افزایش و اسیدیته کاهش می‌یابد، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در میوه‌های بسته بندی شده در جعبه‌های چوبی تغییرات فیزیولوژیکی بیشتر از سایر تیمارهاست و از این رو در این جعبه‌ها بریکس بیشترین و اسیدیته کمترین مقدار است. همچنین بیشترین افت وزنی و کمترین مقدار سفتی بافت مربوط به جعبه‌های چوبی و کمترین افت وزنی و بیشترین مقدار سفتی بافت مربوط به جعبه‌های پلاستیکی دارای شانه و جاذب اتیلن است (شکل‌های شمارهٔ ۲ و ۳).



شکل شمارهٔ ۲- تاثیر نوع بسته بندی بر سفتی بافت سیب



شکل شمارهٔ ۳- تأثیر نوع بسته بندی بر درصد افت وزنی سیب

یکی از عوامل مؤثر در کاهش عمر انبارمانی سیب وجود اتیلن در محیط انبار است. گاز اتیلن تولید شده توسط سیب، سرعت تنفس را افزایش می‌دهد. با توجه به این که میوه دارای مقدار زیادی آب، کربوهیدرات (مخصوصاً سلولز، نشاسته و سایر قندها) است، تنفس باعث تغییراتی در این ترکیبات می‌شود که به تغییرات ظاهری و بافت میوه می‌انجامد. بنابراین، چون استفاده از پرمنگنات پتاسیم از افت وزنی و کاهش سفتی بافت جلوگیری می‌کند، در نتیجه جذب اتیلن گام مهمی در افزایش عمر انبارمانی سیب خواهد بود. استفاده از پوشال دارای پرمنگنات پتاسیم نیز در افت وزنی و حفظ سفتی بافت موثر است.

سیاری و راحمی در سال ۲۰۰۲ نشان دادند که در نگهداری سیب‌گلدن دلیشس، استفاده از پرمنگنات پتاسیم سفتی بافت میوه را به طور معنی‌داری افزایش می‌دهد. نی و هارتفیلد (۱۹۸۱) نشان دادند استفاده از پرمنگنات پتاسیم در نگهداری سیب رقم گلدن دلیشس نرم شدن میوه و نیز بیماری اسکالد را کاهش می‌دهد. تحقیقات ویسای و همکاران (۱۹۸٦) در مورد سیب نگهداری شده در سردخانهٔ کنترل شده نشان داد که در تیمارهای بدون جاذب اتیلن، میوه نرمتر می‌شود و کاهش وزن بیشتر است. لیدستر و همکاران (Lidster *et al.*, 1985) نشان دادند که کاهش وزن میوهٔ انبار شده با پرمنگنات ۱/۹ و نمونه‌های شاهد ۱۱/۸۹ درصد است. نتایج حاصل از تحقیقات لیوهد و همکاران (۱۹۷۳) حاکی است که سفتی سیب رقم مک‌اینتاش در انبار دارای جاذب اتیلن در مقایسه با شاهد بیشتر است. تاکیو و لال (۱۹۸۹) نیز نشان دادند که در اثر انتقال سیب کمترین میزان کاهش وزن میوه‌ها (۰/۰٤ درصد) در جعبه‌های پلاستیکی و بیشترین آن (۱/٦٤ درصد) در

جعبه‌های چوبی دیده می شود. نتایج تحقیقات حاضر با یافته‌های این دو محقق مشابه است.

با توجه به نتایج تجزیهٔ آماری، نوع بسته بندی و تأثیر متقابل رقم و نوع بسته بندی در سطح ۵ درصد بر مقدار فساد معنی‌دار است. مقایسهٔ میانگین تأثیر نوع بسته بندی حاکی است که بیشترین درصد فساد در جعبه‌های چوبی و کمترین آن در جعبه‌های دارای پوشال‌های آغشته به پرمنگنات است (جدول شمارهٔ ۵). به طور کلی به غیر از جعبه چوبی سایر بسته‌ها در یک گروه آماری قرار دارند. درصد فساد در جعبه‌های پلاستیکی بیشتر از جعبه‌های پلاستیکی دارای پوشال‌های آغشته به پرمنگنات پتاسیم و جعبه‌های پلاستیکی دارای شانه است. و درصد فساد در جعبه‌های پلاستیکی دارای شانه و پرمنگنات پتاسیم کمتر از جعبه‌های پلاستیکی دارای شانه است. در این میان رقم نیز مؤثر است. در رقم‌های گلدن دلیشس و جاناتان، استفاده از پرمنگنات پتاسیم در جلوگیری از فساد مؤثر است ولی در رقم رد دلیشس مؤثر نیست.

جدول شمارهٔ ۵ - تأثیر نوع بسته بندی بر درصد فساد سیب‌ها

نوع بسته بندی	درصد فساد
۱ (چوبی)	۷/٤a
۲ (پلاستیکی)	٤/٥b
۳ (پلاستیکی با پوشال آغشته به پرمنگنات)	۲/۹b
٤ (پلاستیکی دارای شانه)	۳/٥b
٥ (پلاستیکی دارای شانه و پرمنگنات پتاسیم)	۱/۳b

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک در یک سطح آماری قرار دارند (آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد)

کیم و همکاران (Kim *et al.*, 1995) اعلام کردند استفاده از جعبهٔ پلاستیکی با ضخامت ۲۰ میلی‌متر در انبار با اتیلن پایین در حفظ سفتی بافت و ظاهر آن مؤثر است و فساد میکروبی نیز کنترل می‌شود که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد.

مشاهدهٔ نمونه‌های خارج شده از سردخانه پس از اتمام دورهٔ نگهداری نشان داد که سیب بسته بندی شده در جعبهٔ پلاستیکی مجهز به شانه از نظر ظاهر و وضعیت ظاهری در حد بسیار خوب است زیرا آلودگی و فساد آن به هر دلیلی که باشد به سایر سیب‌ها منتقل نمی‌شود. در حالی‌که در بسته بندی‌های بدون شانه فساد میوه در سطحی وسیع به سایر سیب‌ها نیز منتشر می‌شود.

نتیجه‌گیری

استفاده از پرمنگنات پتاسیم از افت وزنی، درصد فساد و کاهش سفتی (نرم شدن) بافت سیب در مدت زمان نگهداری جلوگیری می‌کند. استفاده از پوشال دارای پرمنگنات پتاسیم نیز مؤثر است. اما استفادهٔ مستقیم از پرمنگنات پتاسیم تأثیر بیشتری دارد. لازم است یادآوری شود که چون پرمنگنات پتاسیم غیرفرار است می‌توان آن را به راحتی از

فراورده جدا و بدین ترتیب خطرآسیب را برطرف کرد. همچنین، نگهداری سیب در سبدهای پلاستیکی قابل شستشو در مقایسه با جعبه‌های چوبی با جلوگیری از افت وزنی، پایین آمدن درصد فساد و حفظ سفتی بافت موجب افزایش عمر انبارمانی سیب می‌شود. نگهداری سیب در سبدهای پلاستیکی مجهز به شانه‌های مخصوص میوه در جلوگیری از گسترش آلودگی و پوسیدگی و حتی سرایت گاز اتیلن به میوه ها مؤثر است، در این روش نگهداری، خواص میوه بهتر از روش‌های دیگر حفظ می‌شود.

مراجع

1- **Banks, N. H., Elyatem, S. M. and Hammat, M. T. 1985. The oxygen affinity of ethylene production by slices of apple fruit tissue. Acta Hort. 157, 257-260.**

2- **Baumann, H. and Henze, J. 1986. Ethylene production, effects and adsorption in apple storage. Hort CD 1973- 1988.**

3- **Chong–Chone, K., Cheol - Son, Ki. and Jae Young, K. O. 1995. Influence of various films and low ethylene CA conditioner on gas compositions and quality of Fuji apple fruits in plastic bags during short-term storage. FSTA current 1990-6/96.**

4- **Holt, J. E. and Schoorl, D. 1985. Package protection and energy dissipation in apple packs. Sceintia. Horticultural. 24(2): 165-176.**

5- **Kim, C. C., Son, K. M. and Ko, J. Y. 1995. Influence of various films and low ethylene CA conditioner on gas compositions and quality of Fuji apple fruits in plastic bags during short-term storage. J. Hort. Science. 36 (1):74-82.**

6- **Knee, M. S. and Hartfield, G. S. 1981. Benefits of ethylene removal during apple storage. FSTA 1969- 3/94.**

7- **Lidster, P. D., Lawrence, R. A., Blanpied, G. D. and McRae, K. B. 1985. Laboratory evaluation of potassium Permanganate for ethylene removal from CA apple storages. Trans. ASAE. 28(1):331-4.**

8- **Lougheed, E. C., Franklin, E. W., Miller, S. R. and Proctor, J. T. A. 1973. Firmness of McIntosh apples as affected by Alar and ethylene removal from the storage atmosphere. FSTA 1969- 3/94.**

9- **Mahajah, B. V. C. 1994. Biochemical and enzymatic changes in apple during cold storage. J. Food Sci. Technol. 31(2): 142-144.**

10- Maini, S. B., Brijesh, D., Lal, B. B. and Anand, J. C. 1982. Packaging, transport and storage of apples in wooden cantainers. Food Packer. 36 (3):34.

11- Rahemi, M. 2003. Postharvest Physiology: An introduction to Frout and Vegetable Physiology. Shiraz University Pub. Shiraz. Iran. (In Farsi)

12- Rasoul Zadegan, Y. 1996. Temperate-Zone pomelogy. Isfahan University of Technology Pub. Isfahan. Iran. (In Farsi)

13- Sayari, M. and Rahemi, M. 2002. Effects of heat treatment, calcium ahloride and potassium permanganate on storabiligy and firmness of Golden Delicious apples. J. of Sci. and TEchnol. Of Agric. And Natural Resour. Isfahan University of Technology. 6 (4): 67-78.

14- 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.

15- Sherman, M. 1983. Control of ethylene in the post harvest environment. Hort sci. 20(1):54 -60.

16- Shorter, A. J., Scott, K. J., Ward, G. and Best, D. J. 1992. Effect of ethylene absorption on the storage of Granny smith apples held in polyethylene bags J. postharvest Bio. and Technol. 1(3):189-194.

17- Thakur, N. S. and Lal, B. B. 1989. Evaluation of plastic carton and corrugated fibre board carton vis-à-vis conventional wooden box for packaging and transportation of apple. J. Food Sci. Technol. 26(5): 239-241.

18- Troyan, A. V. and Cavrilishin, V. V. 1991. Influence of storage conditions on chemical composition of apples. FSTA 1969- 3/94.

19- Tuncel, N., Ağaoğlu, Y. and Söylemezoğlu, G. 1993. An experiment on skin browning of Williams pear during cold storage. J. Agri. and Forestry. 17 (4): 875 (Abs).

20- Visai, C. I., Mignani, L., Treccani, C. P., Lamiani, M, I. and Poma, I. C. 1986. Quality and storability of Red Delicious type standard and spur apple cultivars in relation to the method of storage in controlled atmosphere. FSTA 1969- 3/94.

21- Warner, G. 1993. Plastic bins showing fruit quality benefits. J.Good Fruit Grower. 44 (6): 26.

Effect of Packaging and Potassium Permanganate on Quality and Shelf life of Apples in Cold Storage

Sh. Zomorodi

In order to study the removal of ethylene on the storage of apple, an experiment was conducted using the completely randomized factorial experimental design in Agricultural Research Center of West Azarbijan. The first factor was types of varieties, in 3 levels including Golden and Red Delicious and Jonathan. The second factor was types of packaging in 5 levels including Wooden box, plastic box, plastic box with paper impregnated with potassium permanganate, plastic box with trays and plastic box with trays and potassium permanganate. The third factor was period of storage in 5 levels of 5 month and in 3 replicates. The analysis of the results showed that the effects of type of varieties, packaging and period of storage on quality factors were significant. Mean squares also showed that maximum amount of firmness and maximum brix belonged for Golden and Red Delicious respectively and maximum amount of acidity and minimum pH belonged to Jonathan variety. During the storage also the amount of brix, pH and weight loss were increased and TA. and firmness were decreased. The analysis of results of packaging showed that maximum amount of the weight loss and minimum amount of the firmness belonged to wooden box and minimum amount of the weight loss and maximum amount of the firmness belonged to plastic box with trays and potassium permanganate as ethylene absorbent.

Key words: Packaging, Potassium Permanganate, Plastic Box and Storage of Apple