

تأثیر نوع بسته بندی و پرمنگنات پتاسیم بر کیفیت و

عمر انبارمانی سه رقم سیب در سردخانه^۱

شهین زمردی^۲

تاریخ دریافت مقاله: ۸۳/۱۱/۱۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۴/۵/۲۵

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 پایه کاملاً تصادفی با ۳ فاکتور و ۳ تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان غربی اجرا شد. عامل اول رقم سیب در سه سطح شامل ارقام گلدن دلشس، رد دلشس و جاناتان، عامل دوم نوع بسته‌بندی در ۵ سطح شامل جعبه‌های چوبی با پوشال‌های کاغذی، جعبه‌های پلاستیکی 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 ۵ ماه است. در مدت زمان نگهداری بریکس، اسیدیته، pH سفتی بافت و درصد افت وزنی میوه‌ها هر ماه یک بار تعیین شد. نتایج تجزیه آماری نشان می‌دهد که اثر رقم، نوع بسته بندی و زمان نگهداری بر تمام عوامل کیفی تعیین شده معنی‌دار است. مقایسه 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 و کمترین 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

۱- برگرفته از طرح تحقیقاتی مصوب مؤسسه 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

۸۰۰۰۸-۲۰-۱۰۰

۲- 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. ۳۶۵. تلفن ۰۴۴۱-۲۶۲۲۲۱۰،

دورنگار: ۰۴۴۱-۲۶۲۲۲۱۰ و پیام نگار: szomord@yahoo.com



مقدمه

آب تبدیل کرد. ازن عامل اکسید کننده مناسبی برای خشنی کردن اتیلن است که به راحتی از اکسیژن جو و تحت تأثیر پرتو فرا بنفش تولید می شود و از آنجا که به حالت گاز است به راحتی با اتیلن آمیخته می شود. ولی ازن ماده فعالی است و باعث خوردگی جدار لوله ها و اتصالات دستگاه های سردخانه می شود، با مواد کاغذی مورد استفاده برای بسته بندی واکنش می دهد و به آسانی به فرآورده آسیب می رساند. ضمن آنکه در غلظت های نسبتاً پایین باعث مسمومیت انسان می شود [۱۱]. در سال های اخیر برای جذب اتیلن، از مواد شیمیایی مختلف از جمله پرمنگنات پتاسیم استفاده می شود. پرمنگنات پتاسیم اکسید کننده ای قوی است که می تواند اتیلن را از بین ببرد. از آنجا که پرمنگنات پتاسیم غیر فرار است می توان آن را به راحتی از فرآورده جدا و بدین ترتیب خطر آسیب را برطرف کرد. برای حصول اطمینان از برطرف شدن اتیلن، لازم است که فرآورده در سطح گسترده ای از پرمنگنات پتاسیم قرار داده شود [۱۱]. برای این منظور می توان محلول اشباع پرمنگنات پتاسیم را روی بسترهای مناسب و مواد معدنی بی ضرر مانند میکای متورم، سلنیت، سلیکاژل، پلیت های آلومینا، پرلیت و شیشه های منبسط شونده قرار داد. پلیت های حاوی پرمنگنات پتاسیم در ساکت ها، فیلترها و غیره قرار می گیرد وقتی هوا از میان آنها عبور می کند اتیلن به طور موثری جذب می شود. در سال های ۸۴-۱۹۸۳ در انبارهای کنترل شده تجارتي سیب از جاذب های 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 رسانیده اند [۱۵].

افزایش تولید و عرضه بیش از حد سیب در فصل برداشت و تنزل قیمت ها، باعث شده که علاوه بر فرآوری محصول، مقداری از آن در سردخانه ها نگهداری شود. برای کاستن از ضایعات و حفظ کیفیت محصول در سردخانه علاوه بر کاهش دما، توجه به مواردی مانند بسته بندی و تیمارهای شیمیایی ضروری به نظر می رسد. یکی از عوامل مؤثر در کاهش عمر انبارماني سیب وجود اتیلن در محیط انبار است که باعث تسریع در رسیدن میوه و در نهایت موجب پیری و غیرقابل مصرف شدن آن می شود. همچنین اتیلن در غلظت حدود ۰/۱ میکرولیتر در روز به طور طبیعی باعث تسریع در رسیدن کامل میوه ها می شود ولی افزایش بیشتر آن باعث تشدید پیری در میوه های نافرزاگرا^۱ می شود [۱۱]. مشخص شده است که پس از برداشت میوه، اتیلن با سرعت بیشتری ساخته می شود زیرا برگ های روی درخت ظاهراً از تولید اتیلن بیشتر جلوگیری می کنند [۱۲]. روش های فیزیکی و شیمیایی مختلفی برای کاهش میزان اتیلن در انبار وجود دارد. یکی از ساده ترین 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 [۱۴]. 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 می توان مقدار آن را تنظیم کرد [۱۴]. اتیلن اتمسفر را می توان با اکسیدکردن به گاز کربنیک و

سیاری و راحمی (Sayyari & Rahemi, 2002) نشان دادند پرمنگنات پتاسیم به تنهایی سفتی بافت سیب گلدن دلشس را به طور معنی داری افزایش می دهد 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 دلشس نگهداری شده در سردخانه کنترل شده با استفاده از پرمنگنات پتاسیم، تولید اتیلن به مدت ۴۰ روز به تأخیر می افتد و نرم شدن میوه ها نیز کاهش و بیماری سوختگی نسبت به شاهد ۳۳ درصد کمتر می شود. لیوهد و همکاران (Lougheed et al., 1975) سیب رقم مکایتاش^۱ را در انبار کنترل شده با و بدون پارافیل جاذب اتیلن (پرمنگنات پتاسیم روی اکسید آلومینوم) در ۳/۳ درجه سانتی گراد انبار کردند. نتایج نشان داد سفتی میوه ها 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 ۴/۵ درجه سانتی گراد نگهداری کردند و نشان دادند که تولید اتیلن فقط به مدت ۴ ماه به تأخیر می افتد و غلظت اتیلن نیز در انبار با جاذب اتیلن ۱ تا ۱۰ پی پی ام ولی در انبار بدون جاذب اتیلن در حدود ۸۰۰ پی پی ام است. همچنین سیب سفت تر و سبزتر خواهد شد. ویسای و همکاران (Visai et al., 1986) سیب را در سردخانه کنترل شده در دمای ۲ درجه سانتی گراد 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

پی پی ام) انبار کردند و نشان دادند که در تیمارهای بدون جاذب اتیلن، میوه ها نرمند، مقدار مواد جامد انحلال پذیر افزایش می یابد و افت وزنی بیشتر می شود. 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 درجه سانتی گراد به ترتیب ۱/۹ و ۳/۳ درصد و نمونه های شاهد ۱۱/۸۹ و ۱۰/۷۲ درصد است، ولی تغییرات معنی داری در مقدار کل مواد جامد انحلال پذیر حاصل نمی شود. شورتر و همکاران (Shorter et al., 1992) سیب واریته گرانی اسمیت را در جعبه های پلی اتیلنی با و بدون پارافیل جاذب اتیلن نگهداری کردند و نشان دادند که مقدار اتیلن و گاز دی اکسیدکربن در جعبه های دارای پارافیل جاذب اتیلن بسیار ناچیز است که شاید ناشی از کاهش ضایعات تنفسی میوه باشد، حساسیت میوه ها نیز به عوارض فیزیولوژیکی از قبیل لکه تلخ و سوختگی سطحی کاهش می یابد. 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 می توان با استفاده از جاذب های کربن فعال غلظت اتیلن را به ۱۰ تا ۳۰ پی پی ام کاهش داد. از سایر تکنیک های جدا کننده اتیلن که هنوز به صورت تجارتي در نیامده است استفاده از نور ماورای بنفش است. در ضمن امکان جدا سازی بیولوژیکی اتیلن نیز وجود دارد. از باکتری های خاک می توان به عنوان پایین آورنده اتیلن اتمسفریک

استفاده کرد [۱۵]. برای بسته بندی سیب بیشتر از جعبه‌های چوبی استفاده می‌شود. استفاده 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 استفاده بیشتر از فضای انبار را ذکر کرد [۲۱]. هانگ هون و همکاران

(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^۱ ساخت انگلیس
- رفرکتومتر 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 قرار گرفت.

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

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 استفاده 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 سردخانه ۵ درجه 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 ۴۰۰ کیلومتر، کمترین میزان کاهش وزن (۰/۰۴ درصد) در جعبه‌های پلاستیکی و بیشترین آن (۱/۶۴ 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

قرینه برداشته شد. نوک فشارسنج با قطر ۰/۸ میلی متر به داخل گوشت میوه فرو برده شد و میزان سفتی بافت بر حسب کیلوگرم بر سانتی متر مربع قرائت گردید. مواد جامد انحلال پذیر در آب (بریکس) با استفاده از رفاکتومتر 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 روش های معمول تعیین شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه آماری نشان می دهد تأثیر رقم بر تمام فاکتورهای کیفی اندازه گیری شده معنی دار است. مقایسه میانگین ها حاکی است بیشترین مقدار بریکس، pH و سفتی بافت و کمترین درصد افت وزنی مربوط به رقم رد دلشس، کمترین میزان بریکس و اسیدیته و بیشترین مقدار افت وزنی مربوط به رقم گلدن دلشس و بیشترین مقدار اسیدیته و کمترین مقدار سفتی بافت و pH مربوط به رقم جاناتان است (جدول شماره ۱). رقم عامل اصلی تعیین کننده کیفیت محصولات است زیرا ساختار ژنتیکی گیاه مشخص کننده ویژگی های ساختمانی و شیمیایی محصول است.

همچنین نتایج حاکی است که زمان نگهداری بر تمام فاکتورهای کیفی اندازه گیری شده در سطح یک درصد معنی دار است. مقایسه میانگین ها نشان می دهد در طول نگهداری مقدار بریکس، pH و افت وزنی افزایش ولی مقدار اسیدیته و سفتی بافت کاهش می یابد (جدول شماره ۲).

درجه بندی، ۱۵ کیلوگرم در ۵ جعبه به شرح زیر بسته بندی شدند: جعبه چوبی با پوشال های کاغذی، جعبه پلاستیکی با پوشال های کاغذی، جعبه پلاستیکی با پوشال های کاغذی آغشته به پرمنگنات پتاسیم، جعبه پلاستیکی با شانه مخصوص میوه و جعبه های پلاستیکی با شانه مخصوص میوه و با توری حاوی پرمنگنات پتاسیم.

جعبه های میوه در سردخانه آبان ارومیه با دمای 1 ± 0 درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۹۰ درصد به مدت ۵ ماه نگهداری شدند. قبل از انتقال نمونه ها به محل نگهداری و در طول نگهداری، هر ماه یک بار از سردخانه نمونه برداری شد. این طرح در قالب آزمایش های فاکتوریل با پایه کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. فاکتور اول رقم سیب در سه سطح شامل گلدن دلشس، رد دلشس و جاناتان و فاکتور دوم روش بسته بندی است در ۵ سطح: جعبه چوبی با پوشال های کاغذی، جعبه پلاستیکی با پوشال های کاغذی، جعبه پلاستیکی با پوشال های کاغذی آغشته به پرمنگنات پتاسیم، جعبه پلاستیکی با شانه مخصوص میوه و جعبه های پلاستیکی با شانه مخصوص میوه و با توری حاوی پرمنگنات پتاسیم.

برای تجزیه آماری از نرم افزار MSTAT-C، برای مقایسه میانگین ها از آزمون چند دامنه ای دانکن و برای ترسیم نمودارها از نرم افزار EXCEL استفاده شد.

روش های آزمایش

سفتی بافت با استفاده از پترومتر دستی تعیین شد. لایه پوست روی میوه از دو طرف به صورت

جدول شماره ۱- تأثیر رقم بر فاکتورهای کیفی سیب

نوع رقم	بریکس	pH	اسیدیته	سفتی بافت (کیلوگرم بر سانتی متر مربع)	افت وزنی (درصد)
گلدن دلشس	۱۰/۶c	۳/۷۶b	۰/۳۵ b	۶/۷۴b	۲/۳۱a
رد دلشس	۱۲/۳a	۳/۸۳a	۰/۳۶b	۷/۱۷a	۱/۳۷c
جاناتان	۱۰/۹b	۳/۴۱c	۰/۵۸a	۶/۱۰c	۱/۷۷b

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

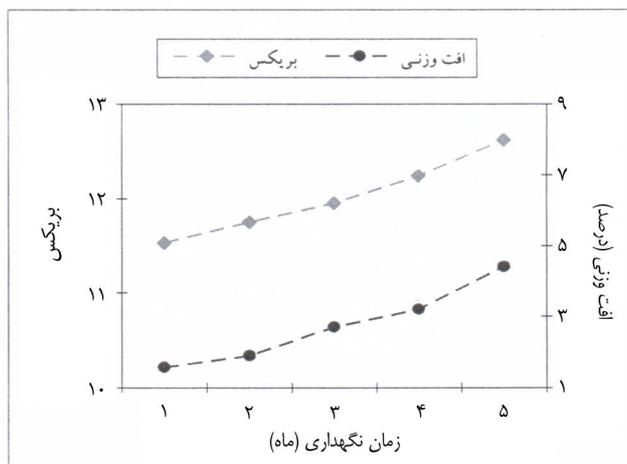
جدول شماره ۲- میانگین خواص کیفی سیب در مدت زمان نگهداری

مدت زمان نگهداری (ماه)	pH	اسیدیته (درصد)	سفتی بافت (کیلوگرم بر سانتی متر مربع)
۱	۴/۱۳e	۰/۴۳a	۸/۲a
۲	۴/۱۶d	۰/۳۹b	۸/۰۵ab
۳	۴/۱۹c	۰/۳۷c	۷/۸۹b
۴	۴/۲۲b	۰/۳۶cd	۷/۴۹c
۵	۴/۲۶a	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 شماره 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 ۹۶/۸ در انتهای دوره نگهداری رسید.



شکل شماره 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 اسیدیت و سفتی بافت را می‌توان این‌گونه 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 انحلال‌ناپذیر 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 اسیدیت 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 انحلال‌پذیر و قند افزایش و اسیدیت

قابل تیتراسیون و مواد پکتینی کاهش می‌یابد. همچنین تراپان و کارلش (Trojan & 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 اسیدیت، سفتی بافت و افت وزنی در سطح ۵ درصد معنی‌دار است. مقایسه میانگین‌ها حاکی است که بیشترین مقدار بریکس (۱۱/۹۵ درصد) و کمترین مقدار اسیدیت (۰/۳۷ درصد) مربوط به سیب بسته بندی شده در جعبه‌های چوبی است. سایر تیمارها تأثیر معنی‌داری بر مقدار بریکس و اسیدیت نداشته است و میانگین‌هایشان در یک گروه آماری قرار می‌گیرند (جدول شماره ۳).

جدول شماره ۳- تأثیر نوع بسته بندی بر خواص کیفی سیب در سردخانه

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

* 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)

تأثیر متقابل وارپته و نوع بسته‌بندی در سردخانه بر مقدار بریکس و اسیدیته در سطح یک درصد معنی‌دار است. در رقم گلدن دلشس، بیشترین مقدار بریکس (۱۱/۵ درصد) به جعبه‌های چوبی و کمترین آن (۱۰/۲ درصد) به جعبه‌های پلاستیکی دارای شانهِ و پرمنگنات مربوط است و میانگین‌های سایر تیمارها در یک گروه آماری قرار دارند. در رقم رد دلشس و جانانان نوع بسته‌بندی تأثیر معنی‌داری بر مقدار بریکس ندارد و میانگین‌ها در یک گروه آماری قرار دارند. همچنین نوع بسته‌بندی در وارپته‌های گلدن دلشس و رد دلشس بر مقدار اسیدیته تأثیر معنی‌داری ندارد ولی در وارپته جانانان میانگین مقدار اسیدیته در جعبه‌های دارای پوشال آغشته به پرمنگنات پتاسیم و جعبه‌های دارای شانهِ و پرمنگنات در یک گروه آماری قرار دارد و بیشترین مقدار است و کمترین آن (۰/۵۴ درصد) در جعبه‌های چوبی است (جدول شماره ۴).

جدول شماره ۴- میانگین اثر متقابل وارپته و نوع بسته‌بندی بر مقدار بریکس و اسیدیته

نوع بسته‌بندی	گلدن دلشس		رد دلشس		جانانان	
	بریکس	اسیدیته	بریکس	اسیدیته	بریکس	اسیدیته
۱	۱۱/۵۴bc*	۰/۳۶d	۱۲/۰۷	۰/۳۶d	۱۰/۵۵ de	۰/۵۴c
۲	۱۰/۳۷de	۰/۳۵d	۱۲/۵۳	۰/۳۶d	۱۱/۵۶ de	۰/۵۵bc
۳	۱۰/۴۶de	۰/۳۶d	۱۱/۸۸	۰/۳۵d	۱۰/۸۳ de	۰/۶۲a
۴	۱۰/۲۸De	۰/۳۵d	۱۲/۴۹	۰/۳۵d	۱۰/۶۷ de	۰/۵۸ab
۵	۱۰/۱۸e	۰/۳۵d	۱۲/۵۳	۰/۳۶d	۱۰/۹۹ cd	۰/۶۰a

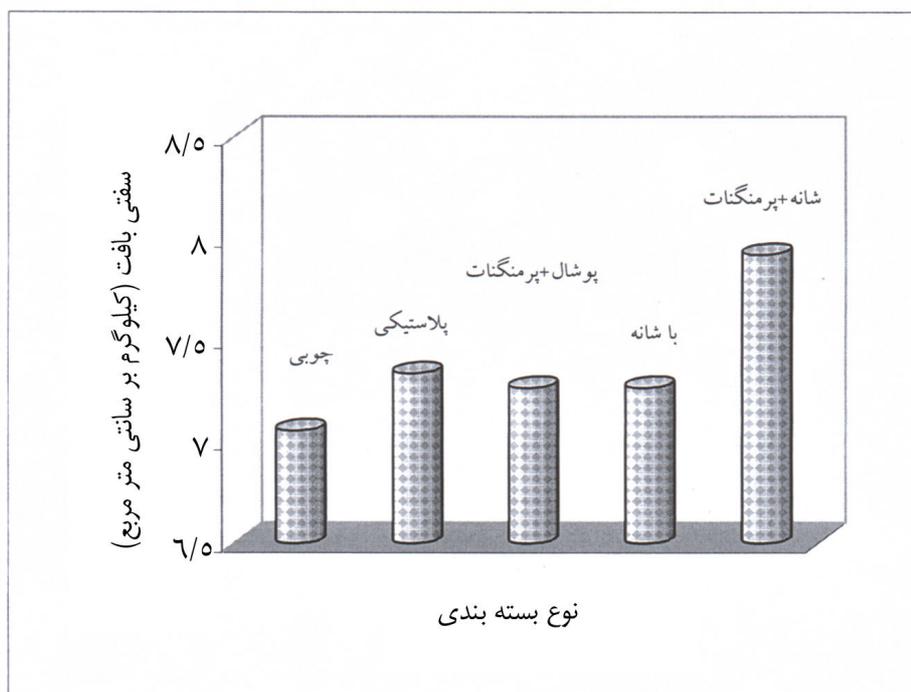
** در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک در یک سطح آماری قرار دارند (آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد)

تأثیر متقابل نوع بسته‌بندی و زمان نگهداری بر مقدار بریکس و افت وزنی در سطح ۵ 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 شانهِ و جعبه‌های دارای شانهِ 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 بسته‌بندی 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 دلشس 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

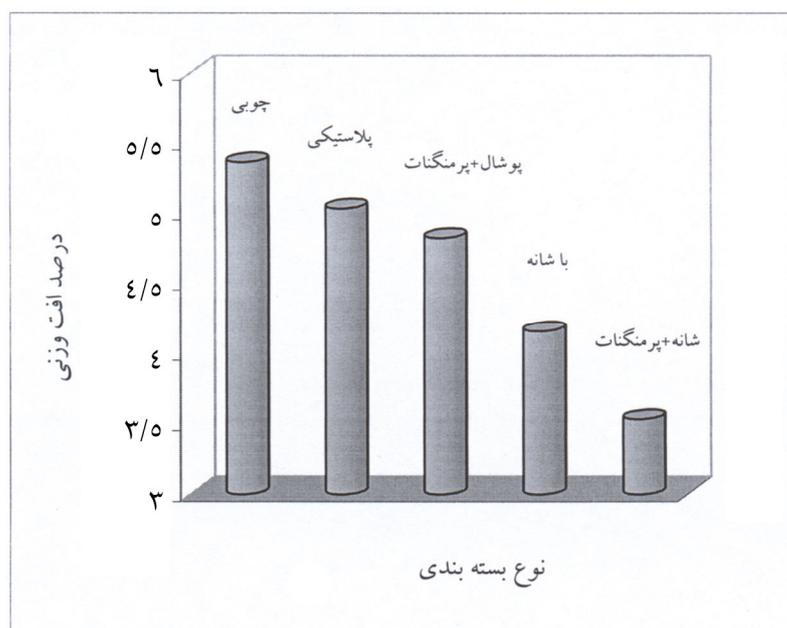
جعبه‌های دارای شانه و در سایر تیمارها مشابه است. میزان pH و افت وزنی در مدت زمان نگهداری در کلیه تیمارها و در هر سه وارسته افزایش و مقدار اسیدیته کاهش می‌یابد.

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 شماره ۲ و ۳).

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 ردلیشس 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 معنی داری افزایش می‌یابد. در انتهای زمان نگهداری، کمترین و بیشترین مقدار بریکس به ترتیب مربوط به جعبه‌های دارای شانه و پرمنگنات پتاسیم و



شکل شماره ۲- تأثیر نوع بسته بندی بر سفتی بافت سیب



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

افزایش می‌دهد. نی و هارتفیلد (۱۹۸۱) نشان دادند استفاده از پرمنگنات پتاسیم در نگهداری سیب رقم گلدن دلشس نرم شدن میوه و نیز بیماری اسکالد را کاهش می‌دهد. تحقیقات ویسای و همکاران (۱۹۸۶) در مورد سیب نگهداری شده در سردخانه 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 میوه 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 مک‌ایتناش 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 (۰/۰۴ درصد) در جعبه‌های پلاستیکی و بیشترین آن (۱/۶۴ درصد) در

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 مؤثر است.

سیاری و راحمی در سال ۲۰۰۲ نشان دادند که در نگهداری سیب گلدن دلشس، استفاده از پرمنگنات پتاسیم سفتی بافت میوه را به طور معنی‌داری

جعبه‌های چوبی دیده می‌شود. نتایج تحقیقات حاضر با یافته‌های این دو محقق مشابه است. با توجه به نتایج تجزیه آماری، نوع بسته بندی و تأثیر متقابل رقم و نوع بسته بندی در سطح ۵ درصد بر مقدار فساد معنی‌دار است. مقایسه 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 شماره 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 دلشس و جاناتان، استفاده از پرمنگنات پتاسیم در جلوگیری از فساد مؤثر است ولی در رقم رد دلشس مؤثر نیست.

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

درصد فساد	نوع بسته بندی
۷/۴a	۱ (چوبی)
۴/۵b	۲ (پلاستیکی)
۲/۹b	۳ (پلاستیکی با پوشال آغشته به پرمنگنات)
۳/۵b	۴ (پلاستیکی دارای شانه)
۱/۳b	۵ (پلاستیکی دارای شانه و پرمنگنات پتاسیم)

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

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 استفاده مستقیم از پرمنگنات پتاسیم تأثیر بیشتری دارد. لازم است یادآوری شود که چون پرمنگنات پتاسیم غیرفرار است می‌توان آن را به راحتی از

کیم و همکاران (Kim et al., 1995) اعلام کردند استفاده از جعبه 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.

مشاهده نمونه‌های خارج شده از سردخانه پس از اتمام دوره نگهداری نشان داد که سیب بسته بندی شده در جعبه 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 حالی که در

فرآورده جدا و بدین ترتیب خطر آسیب 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 میوه‌ها 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. *Scieintia. 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 Froot and Vegetable Physiology. Shiraz University Pub. Shiraz. Iran. (In Farsi)
- 12- Rasoul Zadegan, Y. 1996. Temperate-Zone pomology. 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