

روند تغییرات صفات فیزیکی و زیست شیمیایی میوه ارقام بومی تابستانه سیب (*Malus domestica* Borkh.) در سردخانه

مهدی عشقی، حسن حاج نجاری*، سیامک کلانتری، سیما دامیار و ولی اله رسولی**

* نگارنده مسئول، نشانی: کرج، مهرشهر، دفتر پستی مهرویلا، ص.پ. ۱۷۶۴-۳۱۳۷۵، تلفن: ۰۹۱۲۳۹۴۲۵۷۰، پیام‌نگار: hassanhajnajari@yahoo.com

** به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد گروه باغبانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران؛ استادیار واحد دانه دارها، بخش تحقیقات باغبانی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر؛ استادیار گروه باغبانی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران؛ کارشناس ارشد واحد دانه دارها، بخش تحقیقات باغبانی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر؛ و کارشناس ارشد و مربی، موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی قزوین
تاریخ دریافت: ۸۹/۴/۳۰؛ تاریخ پذیرش: ۸۹/۹/۶

چکیده

این پژوهش در سال ۱۳۸۶ به منظور شناسایی تغییرات برخی صفات طی دوره انبارمانی میوه، بر درختان ۱۶ ساله پیوند شده بر پایه‌های بذری ۷ رقم سیب بومی زودرس تا متوسط رس شامل 'قندک کاشان'، 'گلاب اصفهان'، 'مشهد'، 'گلاب کهنر'، 'عسلی'، 'قرمز رضائیه' و رقم جدید گل بهار پرورش یافته در ایستگاه تحقیقات باغبانی کمال‌آباد کرج انجام شد. به این منظور میوه‌ها طی دو مرحله برداشت شد. طول دوره نگهداری در سردخانه با توجه به امید کمتر به طولانی بودن دوره انبارمانی میوه در ارقام زودرس تر، بر حسب درجه زودرسی به ترتیب ۴، ۸، و ۱۶ هفته و فواصل زمانی انجام آزمایش‌ها ۱، ۲، و ۴ هفته تعیین گردید. میوه‌ها در دمای 5 ± 0 درجه سلسیوس با رطوبت نسبی 80 ± 10 درصد نگهداری شدند. صفات فیزیکی و زیست شیمیایی مورد ارزیابی کاهش وزن، سفتی بافت، مواد جامد محلول (TSS)، اسیددینه قابل عیارسنجی (TA)، اسیددینه (pH)، و شاخص طعم (TSS/TA) بودند. نتایج نشان دادند که اثر رقم و مرحله برداشت بر صفات اندازه‌گیری شده در طول مدت نگهداری در سردخانه معنی‌دار بوده است. کمترین کاهش وزن در پایان دوره نگهداری در سردخانه در مرحله اول برداشت در رقم گل بهار بود ولی در مرحله دوم برداشت، این کاهش به جز 'گلاب اصفهان' در همه ارقام مشاهده شد. از نظر سفتی بافت میوه در مقطع پایانی آزمایش، 'گلاب اصفهان' در هر یک از دو مرحله اول و دوم برداشت، و دو رقم 'قندک کاشان' و 'قرمز رضائیه' با بالاترین سطح در مرحله دوم برداشت تفاوت معنی‌داری نسبت به دیگر ارقام داشتند. در پایان دوره انبارمانی در سردخانه، بیشترین مواد جامد محلول ($Brix > 12^\circ$) در گلاب کهنر، فشار هیدروژن یونی زیاد و سطح اسیددینه پایین ($pH < 4$) و اسیددینه قابل عیارسنجی زیاد بیش از 40 درصد در رقم مشهد مشاهده گردید. در پایان مدت نگهداری در سردخانه، بیشترین مقدار شاخص طعم بیش از 60 درصد در مرحله اول برداشت در 'عسلی' و 'گلاب کهنر' و در مرحله دوم برداشت در رقم جدید گل بهار، 'عسلی'، 'گلاب اصفهان'، و 'گلاب کهنر' اتفاق افتاد.

واژه‌های کلیدی: انبارمانی، زمان برداشت، زودرس، زیست شیمیایی، سیب، صفات فیزیکی

مقدمه

(Tomala, 2006) اعلام کردند محتوای مواد جامد محلول و

اسیددینه، صرف‌نظر از سفتی بافت به‌دلیل اثرگذاری مستقیم در طعم و مزه میوه، نقش مهمی در ارزیابی کیفیت داخلی میوه دارند. در بررسی عوامل مؤثر بر کیفیت داخلی میوه سیب می‌توان به رقم اشاره کرد

با توجه به استانداردهای موجود کدکس بین‌المللی^۱، میوه‌ها بر اساس خصوصیات ظاهری ارزیابی می‌شوند، اما در استانداردهای جدید، صفات کیفی داخلی میوه نیز مورد توجه قرار گرفته‌اند؛ چنانچه سوسکا و تومالا (Soska &

دارد (Jennifer et al., 1999). تأخیر برداشت در ارقام گلدن دلیشز^۵ و ردچیف دلیشز^۶ موجب کاهش میزان سفتی بافت شد (Ait-Oubahouet et al., 1995). درحالی که زمان برداشت استارکینگ دلیشز^۷ بر سفتی بافت تأثیر چندانی نداشت (Sfakiotakis et al., 1993). زمان برداشت بسته به مرحله رشد زیست شناختی میوه می تواند بر میزان نرم شدن بافت میوه در هنگام انبارمانی مؤثر باشد (Jennifer et al., 1999). سیب های رقم کاکس ارنج پیپین^۸ که زودتر برداشت شده بودند، نسبت به برداشت دیرتر، دارای سفتی بیشتری طی نگهداری در انبار بودند (Tu et al., 1997). همچنین گزارش شده که معمولاً سیب های دیرتر برداشت شده از محتوای مواد جامد محلول بیشتری در زمان برداشت و نیز در پایان انبارمانی برخوردارند (Yong Soo et al., 1998). اسیدهای آلی در واکنش های انرژی بر در میوه به عنوان سوبسترا نقش مهمی ایفا کرده و با کاهش اسیدیته در سیب های نگهداری شده در انبار مرتبط هستند (Ben, 1996). بنابراین ملاحظه می شود که برای نگهداری میوه سیب، عملیات برداشت باید قبل از آغاز حالت فرازگرا^۹ شروع شود. آزمون نشاسته یکی از ساده ترین و مفیدترین شاخص ها برای تشخیص صحیح زمان برداشت است. همچنین از میان سایر عوامل اثرگذار بر کیفیت داخلی میوه سیب، باید به طول مدت دوره انبارمانی توجه شود (Błaszczuk, 1998). این پژوهش با هدف مقایسه وزن، سفتی بافت، مواد جامد محلول (TSS)، اسیدیته قابل عیارسنجی (TA)، pH و شاخص طعم (TSS/TA)، در ارقام مختلف و اثر زمان برداشت بر چگونگی تغییر این صفات طی دوره انبار سرد انجام گرفت.

مواد و روش ها

به منظور ارزیابی کیفی میوه ها، از تعداد ۷ رقم سیب زودرس و متوسط ترس بومی در دست ثبت شامل ' گلاب

(Skrzyński et al., 2004; Szkarz & Pacholak, 2000). چگونگی تأثیر رقم در سرعت نرم شدن میوه سیب به عنوان یکی از عوامل کیفی مهم داخلی به نوع ژنتیکی در وجود و بیان ژن های تنظیم کننده فعالیت آنزیم های هیدرولیتیک اشاره شده است (Ingle et al., 2000; Konopacka & Plocharski, 2002; Johnston et al., 2001). در ایران نوع ژنتیک چشمگیری از نظر قدرت انبارمانی و فنولوژی گلدهی در ارقام بومی و وارداتی سیب در شرایط آب و هوایی کرج گزارش شده است (Hajnajari, 2008). اما ضروری است بررسی بیشتری بر این ارقام از حیث میوه شناسی و به ویژه انبارمانی انجام گیرد. از دیگر عوامل اثرگذار بر کیفیت داخلی میوه اثر تعیین کننده زمان برداشت است. برخی گزارش ها ثابت کردند که میوه های برداشت شده در مرحله نموی مناسب، دچار کاهش وزن کمتری در مقایسه با میوه های خیلی زود یا خیلی دیر برداشت شده در دوره نگهداری در انبار خواهند شد (Elgar et al., 1999; Dris & Niskanen, 1999). همچنین وزن و مقدار آب در میوه های خیلی زود برداشت شده به دلیل عدم تکمیل فرایند بلوغ فیزیولوژیکی^۱، کمتر است، ضمن این که علت کاهش وزن میوه^۲ را می توان به عدم تکمیل پوشش موم در سطح پوست میوه مربوط دانست (Zerbini et al., 1999; Juan et al., 1999). سرعت کاهش وزن میوه در برداشت خیلی زود به دلایل مختلف مانند اندازه کوچک تر میوه، بزرگی سطح تماس میوه بر اثر افزایش تعداد میوه در واحد انبار، وابسته بودن تعرق آب^۳ به مساحت سطحی میوه و ساختار تکامل نیافته بشره یا پوست^۴ میوه، زیادتر است (Kvikiene & Valiuskaite, 2009). در مورد اهمیت سفتی بافت میوه، کنوپاکا و پلوچارسکی (Konopacka & Plocharski, 2002) گزارش کردند که سفتی بافت میوه پس از انبارمانی به شدت به سفتی بافت آن در زمان برداشت بستگی دارد. برداشت در مرحله مناسبی از نمو میوه، غالباً بر سفتی بافت آن اثر

در سال ۱۳۸۵ استفاده شد (جدول ۱). در آزمون تعیین نشاسته بررسی شدت و چگونگی رنگ‌گیری سطح مقطع محل برش میوه‌ها جهت تعیین درجه میزان نشاسته با محلول ید صورت گرفت. مرحله اول برداشت ۵ تا ۱۲ روز قبل از زمان رسیدن میوه با حفظ اختلاف ۰/۱ تا ۲ واحد نسبت به مرحله دوم برداشت در آزمون نشاسته بود. محدوده شاخص نشاسته به ترتیب مراحل برداشت ۴/۷-۲/۴ و ۵-۳/۱ تعیین گردید. تقویم زمانی انجام آزمون برای مراحل برداشت و درجه آزمون نشاسته به تفکیک رقم در جدول (۱) ارائه گردید.

اصفهان، 'مشهد'، 'گلاب کهنز'، 'گلاب کهنز'، 'قرمز رضائیه'، 'عسلی'، 'قندک کاشان' و رقم جدید متحمل به سرمای گل بهار جهت تشخیص و تعیین ظرفیت ژنتیکی قدرت انبارمائی ارقام در شرایط نگهداری در سردخانه^۱ برای هر مرحله برداشت، از ۴ جهت پیرامونی و از بیرون بخش میانی تاج درختان ۱۶ ساله پیوند شده بر پایه‌های بذری موجود در کلکسیون تحقیقاتی ارقام تجارتي سیب بخش تحقیقات باغبانی در ایستگاه تحقیقات کمالشهر کرج وابسته به مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر نمونه‌گیری شد. برداشت میوه‌ها در دو مرحله، با بهره‌گیری از آزمون تعیین میزان نشاسته و از شاخص تعداد روز سپری‌شده از

جدول ۱- اطلاعات مختلف مربوط به زمان برداشت و انبارمائی برای هر رقم

رقم	تعداد روز از تمام گل تا رسیدن میوه در سال ۱۳۸۵	شاخص برداشت در سال ۱۳۸۶				کلاس زودرسی ^۱	پیش‌بینی دوره نگهداری در سردخانه (هفته)	مقاطع آزمایش در دوره نگهداری در سردخانه (هفته)
		برداشت اول		برداشت دوم				
		درجه آزمون نشاسته	تاریخ	درجه آزمون نشاسته	تاریخ			
قندک کاشان	۶۵	۴/۴	۰۳/۲۱	۴/۷	۰۳/۲۶	بسیار زودرس	۴	۱
گلاب اصفهان	۸۰	۴/۷	۰۳/۲۶	۴/۸	۰۴/۰۵	بسیار زود رس	۸	۲
مشهد	۸۷	۳/۴	۰۴/۱۲	۴/۰	۰۴/۲۰	تا زودرس		
گلاب کهنز	۹۳	۳/۰	۰۴/۱۲	۵/۰	۰۴/۲۰	زودرس	متوسط رس	۴
گل بهار	۱۰۶	۲/۷	۰۴/۲۷	۴/۶	۰۵/۰۸	زود تا متوسط رس		
عسلی	۱۱۳	۲/۴	۰۵/۰۳	۴/۵	۰۵/۰۸	متوسط رس		
قرمز رضائیه	۱۲۱	۲/۴	۰۵/۱۳	۳/۱	۰۵/۲۴	متوسط رس	۱۶	۴

۱- ارقام بر اساس توصیف‌گر سیب (Hajnajari *et al.*, 2008^a) در ۹ کلاس زودرسی با توجه به تاریخ تمام گل تا زمان رسیدن، گروه‌بندی شده‌اند. (Hajnajari, 2008^b).

عیارسنجی با محلول ۰/۱ نرمال سود (NaOH) اندازه‌گیری شد. این عمل برای هر تکرار، جداگانه انجام شد. میزان اسیدیته با جایگذاری مقدار سود استفاده شده برای عیارسنجی در فرمول زیر به صورت درصد اسیدیته (اسید کل) به دست آمد. [اسیدیته قابل عیارسنجی = (درصد) (حجم سود مصرفی \times ۶/۷)]. اندازه‌گیری pH توسط pH متر دیجیتالی (رقمی) انجام شد. در نهایت برای اندازه‌گیری شاخص طعم خوراکی، مقدار TSS به دست آمده بر مقدار TA تقسیم گردید. طرح آماری به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار که با توجه به اندازه سبب در هر تکرار تعداد ۵ تا ۱۰ نمونه قرار داده شد، انجام و به کمک نرم‌افزارهای SPSS و MSTATC آنالیز شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده گردید.

نتایج و بحث

ارقام سیب مورد ارزیابی تفاوت معنی‌داری در همه صفات مورد آزمایش نشان دادند (جدول‌های ۱ تا ۷). وزن میوه یکی از مهم‌ترین صفات در ارزیابی کیفی و تجارتي به‌شمار می‌رود و میزان کاهش وزن در مدت نگهداری در سردخانه به دلیل از دست دادن رطوبت گوشت میوه منجر به کاهش وزن و نیز موجب کاهش بازارپسندی می‌شود (Wills et al., 1998). کاهش وزن ۵ درصد چشمگیر است ولی این کاهش در سیب در مدت ۶ ماه نگهداری نباید بیش از ۲ تا ۳ درصد باشد. چنانچه وزن سیب در اثر تعریق دچار کاهش ۵ تا ۷ درصدی شود آثار آن به‌صورت چروکیدگی سطح سیب و طعم بد ظاهر می‌شود (Sherafatian, 1989). مشاهدات نشان دادند که در نمونه‌های برداشت اول از حیث کاهش وزن، در آزمایش‌های مقطع دوم انبارمانی نسبت به آزمایش‌های مقطع اول، در ارقام مورد آزمایش تفاوتی مشاهده نشد ولی

با در نظر گرفتن دفعات آزمایش‌های تخریبی طی دوره نگهداری در سردخانه برای هر رقم تعداد تقریباً ۱۰۰ میوه در هر یک از زمان‌های برداشت، جمعاً ۲۰۰ میوه، در نظر گرفته شد. آزمایش‌ها در ۳ تکرار تنظیم شد. در هر تکرار تعداد ۵ تا ۱۰ میوه قرار گرفت. نمونه‌ها در سردخانه معمولی در دمای 0 ± 0.5 درجه سلسیوس با رطوبت نسبی 10 ± 80 درصد نگهداری شدند. سنجش صفات میوه‌ها با توجه به تنوع ارقام از نظر زمان رسیدن و احتمال وجود همبستگی منفی بین دو صفت زودرسی و قدرت انبارمانی، در سه گروه ۴، ۸، و ۱۶ هفته پیش‌بینی و اجرا شد، به‌طوری که داخل هر گروه در مقاطع زمانی متفاوت دوره نگهداری در سردخانه، آزمایش‌ها برای آن‌ها به ترتیب هر هفته، هر ۲ هفته و هر ۴ هفته یک بار انجام شد (جدول ۱). در هر مقطع زمانی از پیش تعیین‌شده، نمونه‌ها از سردخانه به محل آزمایشگاه انتقال یافتند و صفات وزن، سفتی بافت، مواد جامد محلول، اسیدیته قابل عیارسنجی، pH و نسبت TSS/TA اندازه‌گیری شدند. برای سنجش وزن میوه‌ها از ترازوی دیجیتالی (رقمی) ساخت ژاپن (EK-200) با دقت ۰/۰۱ گرم، استفاده شد. وزن هر میوه جداگانه سنجیده شد و برای سنجش در مقطع بعدی دوباره به سردخانه منتقل گردید. به این ترتیب روند کاهش وزن هر رقم تا پایان انبارمانی مشخص گردید. میانگین سفتی بافت دو سمت سیب توسط دستگاه نفوذسنج^۱ مدل اف جی (EFFEGI) ساخت کشور ایتالیا با قطر محور نفوذی ۸/۲ میلی‌متر در ۱۰ میوه قرائت و یادداشت شد. عصاره گیری بسته به اندازه میوه از ۵ تا ۱۰ عدد، به‌وسیله دستگاه آبمیوه‌گیری، در هر یک از سه تکرار آزمایش به‌صورت جداگانه انجام شد.

به‌منظور سنجش TSS از یک دستگاه رفاکتومتر دستی استفاده شد. اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) بر اساس محتوای اسید غالب (اسید مالیک) به‌روش

بر سانتی‌متر مربع به ترتیب مراحل برداشت) و قرمز رضائیه (۶/۱ و ۵/۳ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) بر سایر ارقام برتری داشتند. در مقطع پایانی آزمایش بیشترین سفتی بافت در 'گلاب اصفهان' (۵/۵ و ۳/۶ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع به ترتیب مراحل برداشت)، 'قندک کاشان' (۳/۶ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع در مرحله 'قرمز رضائیه' (۲/۷ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع در مرحله دوم برداشت) ثبت گردید.

نتایج سفتی بافت ارقام در مقطع اول آزمایش برداشت اول نشان داد که 'مشهد' (۴/۲ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) در پایین‌ترین رتبه قرار دارد (جدول ۳). در داخل هر مرحله برداشت، تجزیه آماری و مقایسات ارقام با یکدیگر در هر مقطع زمانی انبارمانی به صورت جداگانه صورت گرفته است (جدول ۳).

نتایج نشان دادند که 'گلاب اصفهان' و رقم جدید متحمل به سرمای بهاره گل‌بهار در هر ۵ مقطع آزمایش و در هر دو زمان برداشت توانستند سفتی بافت خود را در وضعیت عالی در مقایسه با سایر ارقام حفظ کنند.

در نمونه‌های برداشت دوم بین دو مقطع مذکور در ارقام قند کاشان، مشهد و گل‌بهار تفاوت معنی‌دار دیده شد (جدول ۲). از نظر مقایسه میانگین‌ها بیشترین تعداد گروه‌بندی (۳ سطح)، در ۲ مقطع پایانی نسبت به مقطع اول آزمایش در برداشت اول و در مقطع چهارم نسبت به مقطع اول آزمایش در برداشت دوم مشاهده شد. کمترین و بیشترین کاهش وزن در پایان دوره نگهداری در سردخانه نسبت به مقطع اول آزمایش در مرحله اول برداشت به ترتیب مربوط به رقم جدید گل‌بهار (۲/۲۱ درصد) و قندک کاشان (۴/۶۴ درصد) بود. همچنین در مرحله دوم برداشت به جز گلاب/اصفهان با بیشترین کاهش وزن در پایان دوره نگهداری در سردخانه (۵/۳۵ درصد) نسبت به مقطع اول آزمایش، سایر ارقام در یک سطح گروه‌بندی شدند و بین آن‌ها تفاوت معنی‌داری دیده نشد (جدول ۲). سفتی بافت یکی از مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر کیفیت از نظر تازه‌خوری است. سفتی بافت ارقام در طول نگهداری در سردخانه همواره کاهش یافت. سفتی بافت در مقطع اول آزمایش در ارقام گلاب اصفهان (۶/۸ و ۵/۵ کیلوگرم

جدول ۱- کاهش وزن میوه ارقام سیب تحت تأثیر مرحله برداشت و مقطع آزمایش

کاهش وزن (درصد)							
مرحله برداشت	مقطع آزمایش	رقم					
		قندک کاشان	گلاب اصفهان	گلاب کهنز	مشهد	گل‌بهار	عسلی
۱	۱	۰۰۰۰a	۰۰۰۰a	۰۰۰۰a	۰۰۰۰a	۰۰۰۰a	۰۰۰۰a
	۲	۱/۷۱a	۰/۸۴a	۰/۹۰a	۱/۱۵a	۰/۸۴a	۱/۱۳a
	۳	۲/۶۸a	۲/۰۶ab	۱/۶۷ab	۱/۶۹ab	۱/۳۵b	۲/۱۶ab
	۴	۴/۱۵a	۳/۲۷ab	۲/۵۰bc	۲/۶۰bc	۱/۸۰c	۳/۰۷b
	۵	۴/۶۴a	۳/۸۷ab	۳/۳۳b	۴/۱۳ab	۲/۲۱c	۳/۸۰ab
۲	۱	۰۰۰۰a	۰۰۰۰a	۰۰۰۰a	۰۰۰۰a	۰۰۰۰a	۰۰۰۰a
	۲	۰/۷۰b	۱/۷۹a	۱/۱۸ab	۰/۷۸b	۰/۶۳b	۱/۰۷ab
	۳	۱/۴۱b	۳/۱۹a	۱/۸۹b	۱/۴۹b	۱/۱۱b	۲/۰۸b
	۴	۲/۱۱bc	۴/۴۷a	۲/۹۶b	۲/۲۲bc	۱/۷۶c	۲/۸۳b
	۵	۳/۸۲b	۵/۳۵a	۳/۳۱b	۳/۲۴b	۳/۲۹b	۳/۷۹b

در هر ردیف میانگین‌ها با حروف مشابه، در سطح احتمال ۱درصد بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

بنابراین داده‌های این آزمایش با نظر ویلز و همکاران در خصوص افزایش مواد جامد محلول در میوه به دلیل جریان شیرۀ پرورده در زمان اتصال میوه به درخت همخوانی دارد زیرا زمان برداشت در آن تأثیر مستقیم داشته است (جدول ۴). در هر دو مرحله برداشت، بیشترین مقدار مواد جامد محلول در هر یک از ۵ مقطع آزمایش منحصرأ در گلاب کههنز به میزان بیش از ۱۲ درجه بریکس اندازه‌گیری شد.

کم‌ترین مقدار مواد جامد محلول در مقطع پایانی آزمایش مرحله اول برداشت، در 'قندک کاشان' (۹/۶ درجه بریکس)، 'گلاب اصفهان' (۹/۷ درجه بریکس) و در مرحله دوم برداشت در 'قرمز رضائیه' (۱۰/۴ درجه بریکس) مشاهده شد (جدول ۴).

غلظت مواد جامد محلول، شاخص مناسبی برای تعیین محتوای قند و احتمالاً سطح شیرینی میوه تلقی می‌شود (Kvikliene & Valiuskaite, 2009). بیشترین تغییرات در زمان رسیدن میوه با شکسته شدن کربوهیدرات‌های پلیمری همراه است که تقریباً کل نشاسته تبدیل به قند شده و منجر به تغییر مزه و ساختار بافت می‌شود هرچند که ممکن است قند از طریق شیرۀ پرورده نیز به درون میوه هدایت شود (Wills et al., 1998). نتایج این پژوهش نیز نشان داد با این‌که در برداشت زودهنگام، میزان نشاسته بیشتری در ارقام تابستانه وجود داشت ولی افزایش قابل توجهی در سطح مواد جامد محلول حاصل از تبدیل نشاسته به قند در مدت نگهداری در سردخانه ثبت نگردید.

جدول ۲- سفتی بافت میوه ارقام سیب تحت تأثیر مرحله برداشت و مقطع آزمایش

سفتی بافت (کیلو گرم بر سانتی متر مربع)								
مرحله برداشت	مقطع آزمایش	رقم						
		قندک کاشان	گلاب اصفهان	گلاب کههنز	مشهد	گل‌بهار	عسلی	قرمز رضائیه
۱	۱	۵/۴b	۶/۸a	۵/۴b	۴/۲c	۵/۵b	۵/۳b	۶/۱ab
	۲	۴/۹b	۶/۶a	۴/۴bc	۳/۷c	۵/۲b	۴/۴bc	۵/۰b
	۳	۴/۸b	۶/۰a	۲/۹c	۳/۶c	۴/۹b	۳/۵c	۳/۸c
	۴	۴/۲b	۵/۷a	۲/۷c	۳/۳c	۴/۳b	۳/۱c	۳/۲c
	۵	۴/۲b	۵/۵a	۲/۶c	۲/۹c	۴/۰b	۲/۹c	۲/۹c
۲	۱	۴/۰b	۵/۵a	۳/۷b	۴/۱b	۴/۰b	۳/۹b	۵/۳a
	۲	۳/۹bc	۵/۳a	۳/۱c	۳/۷bc	۳/۴c	۳/۷bc	۴/۶ab
	۳	۳/۸b	۴/۸a	۲/۴d	۲/۸cd	۳/۰bcd	۳/۳bcd	۳/۶bc
	۴	۳/۷ab	۳/۹a	۲/۲c	۲/۷c	۲/۸bc	۲/۸bc	۳/۰abc
	۵	۳/۶a	۳/۶a	۲/۱b	۲/۲b	۲/۶b	۲/۶b	۲/۷ab

در هر ردیف میانگین‌ها با حروف مشابه، در سطح احتمال ۱ درصد بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

انفعالات انجام‌گرفته در مواد جامد محلول و اسیدیته قابل عیارسنجی در شیرۀ سلولی بستگی دارد. در هر دو مرحله برداشت در بین ارقام مورد آزمایش، بیشترین مقدار

pH تابعی از سایر تغییرات عوامل زیست‌شیمیایی داخل بافت میوه است. نوسانات این صفت در طول دوره انبارمانی به مجموعه تغییرات ایجاد شده به‌موجب فعل و

اسیدیته در هر کدام از ۵ مقطع آزمایش منحصراً در 'مشهد' اتفاق افتاد به طوری که همواره مقدار آن کمتر از ۴ اندازه گیری شد. همچنین کمترین مقدار اسیدیته بین ارقام مورد آزمایش در مقطع پایانی آزمایش مرحله اول برداشت، در 'گلاب اصفهان' (۴/۷۹) و 'عسلی' (۴/۷۲)؛ در مرحله دوم برداشت در تمامی ارقام به جز 'مشهد' و 'قرمز' (جدول ۵).

رضائیه' بیشتر از ۴/۶۴ دیده شدند. کمترین و بیشترین نوسان سطح اسیدیته در ۵ مقطع آزمایشی مرحله اول برداشت به ترتیب در 'قندک کاشان' (۰/۰۸) و 'عسلی' (۰/۶۳) و همین مورد در مرحله دوم برداشت در 'قندک کاشان' (۰/۰۳) و 'گلاب کهنز' (۰/۵۸) ثبت گردید.

جدول ۳- مواد جامد محلول در میوه ارقام سیب تحت تأثیر مرحله برداشت و مقطع آزمایش

مواد جامد محلول (درجه بریکس)							
مرحله برداشت	مقطع آزمایش	قندک کاشان	گلاب اصفهان	گلاب کهنز	مشهد	گل بهار	عسلی
۱	۱	۱۰/ ۱b	۱۰/ ۶b	۱۲/ ۵a	۱۰/ ۸b	۱۰/ ۲b	۱۰/ ۷b
	۲	۱۰/ ۰d	۱۰/ ۲d	۱۲/ ۵a	۱۱/ ۰b	۱۰/ ۳d	۱۱/ ۰c
	۳	۹/ ۹d	۹/ ۹d	۱۲/ ۱a	۱۰/ ۴cd	۱۰/ ۴cd	۱۱/ ۳b
	۴	۹/ ۷d	۱۰/ ۰cd	۱۲/ ۴a	۱۰/ ۵c	۱۰/ ۵c	۱۱/ ۳b
	۵	۹/ ۶d	۹/ ۷d	۱۲/ ۵a	۱۰/ ۵bc	۱۰/ ۳bcd	۱۰/ ۸b
۲	۱	۱۱/ ۶b	۱۱/ ۰bc	۱۳/ ۸a	۱۱/ ۵b	۱۱/ ۳b	۱۱/ ۵b
	۲	۱۱/ ۹b	۱۰/ ۵c	۱۳/ ۴a	۱۲/ ۰b	۱۰/ ۹c	۱۱/ ۷b
	۳	۱۱/ ۵cd	۱۰/ ۹d	۱۳/ ۶a	۱۲/ ۲b	۱۱/ ۱d	۱۱/ ۹bc
	۴	۱۱/ ۳bc	۱۰/ ۶c	۱۳/ ۷a	۱۱/ ۷b	۱۰/ ۶c	۱۱/ ۰bc
	۵	۱۱/ ۳bc	۱۰/ ۷cd	۱۳/ ۴a	۱۱/ ۸b	۱۰/ ۷cd	۱۱/ ۰cd

در هر ردیف میانگین‌ها با حروف مشابه، در سطح احتمال ۱ درصد بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند.

جدول ۴- pH در میوه ارقام سیب تحت تأثیر مرحله برداشت و مقطع آزمایش

pH							
مرحله برداشت	مقطع آزمایش	قندک کاشان	گلاب اصفهان	گلاب کهنز	مشهد	گل بهار	عسلی
۱	۱	۴/ ۷۲a	۴/ ۷۹a	۴/ ۱۷bc	۳/ ۳۹d	۴/ ۲۱b	۴/ ۱۷bc
	۲	۴/ ۶۷b	۴/ ۸۹a	۴/ ۲۵c	۳/ ۴۸e	۴/ ۲۶c	۴/ ۳۳c
	۳	۴/ ۶۷a	۴/ ۷۶a	۴/ ۳۸b	۳/ ۵۷d	۴/ ۳۵b	۴/ ۵۸a
	۴	۴/ ۶۶a	۴/ ۷۴a	۴/ ۳۴b	۳/ ۵۲c	۴/ ۷۸a	۴/ ۷۹a
	۵	۴/ ۶۵ab	۴/ ۷۹a	۴/ ۴۷b	۳/ ۶۱d	۴/ ۵۳b	۴/ ۷۲a
۲	۱	۴/ ۸۳a	۴/ ۷۱a	۴/ ۳۴b	۳/ ۶۴d	۴/ ۲۸bc	۴/ ۷۶a
	۲	۴/ ۸۵a	۴/ ۵۶b	۴/ ۴۷b	۳/ ۷۰d	۴/ ۴۵b	۴/ ۷۴a
	۳	۴/ ۸۶a	۴/ ۶۹ab	۴/ ۶۱b	۳/ ۷۹d	۴/ ۵۱b	۴/ ۵۲b
	۴	۴/ ۸۵ab	۴/ ۸۱ab	۴/ ۹۱a	۳/ ۸۲d	۴/ ۶۶b	۴/ ۷۲ab
	۵	۴/ ۸۳a	۴/ ۸۲a	۴/ ۶۴a	۳/ ۸۷c	۴/ ۸۱a	۴/ ۸۳a

در هر ردیف میانگین‌ها با حروف مشابه، در سطح احتمال ۱ درصد بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند.

'مشهد' اتفاق افتاد به طوری که همواره مقدار آن بیشتر از ۴۰ درصد اندازه گیری شد. همچنین کمترین مقدار اسیدیته قابل عیارسنجی بین ارقام مورد آزمایش در مقطع پایانی آزمایش مرحله اول برداشت، در 'عسلی' ۱۷/۲ درصد و در مرحله دوم برداشت در 'گل بهار' ۱۴/۰۷ درصد، 'گلاب اصفهان' ۱۴/۹۶ درصد و 'عسلی' ۱۵/۴۱ درصد اسید مالیک ثبت گردید.

کمترین و بیشترین نوسان در مقدار اسیدیته قابل عیارسنجی در ۵ مقطع آزمایشی مرحله اول برداشت به ترتیب در 'قندک کاشان' ۳/۳۵ درصد و 'مشهد' ۲۱/۳۳ درصد ولی در مرحله دوم برداشت در 'قندک کاشان' ۲/۶۸ درصد اسید و 'مشهد' ۱۱/۵ درصد مشاهده شد (جدول ۶).

معمولاً اسیدهای آلی در زمان رسیدن در اثر تنفس و یا تبدیل به قندها، کاهش می یابند. اسیدها را می توان به عنوان منبع اندوخته انرژی میوه به شمار آورد، بنابراین می توان انتظار داشت که افزایش فعالیت سوخت و ساز در هنگام رسیدن باعث کاهش آن ها گردد (Wills et al., 1998). در سیب حدود ۲۰ نوع اسید آلی وجود دارد؛ عمده ترین اسیدها در سیب عبارتند از: اسید مالیک در حدود ۸۰ درصد، اسید سیتریک و به میزان کمتر اسیدهای دیگری مثل اسید کوئینیک، اسید پکتیک، اسید پکتینیک، اسید اسکوربیک و دیگر اسیدها وجود دارند (Sherafatian, 1989). در هر دو مرحله برداشت در بین ارقام مورد آزمایش، بیشترین مقدار اسیدیته قابل عیارسنجی در هر کدام از ۵ مقطع آزمایش منحصراً در

جدول ۵- اسیدیته قابل عیارسنجی (TA) در میوه ارقام سیب تحت تأثیر مرحله برداشت و مقطع آزمایش

اسیدیته قابل عیارسنجی (درصد)								
مرحله برداشت	مقطع آزمایش	قندک کاشان	گلاب اصفهان	گلاب کهنز	مشهد	گل بهار	عسلی	قرمز رضائیه
۱	۱	۱۸/۷۹d	۲۲/۱۲c	۲۴/۴۶c	۷۶/۷۲a	۲۴/۷۹c	۲۵/۸۰c	۳۱/۲۷b
	۲	۱۸/۵۴d	۲۳/۰۰c	۲۱/۲۲cd	۷۴/۳۷a	۲۰/۹۹cd	۲۳/۱۲c	۳۰/۳۷b
	۳	۲۱/۸۹c	۱۷/۸۷c	۲۰/۳۲c	۷۰/۳۵a	۲۰/۴۴c	۲۱/۷۸c	۲۷/۶۹b
	۴	۲۱/۶۷c	۱۹/۴۳cd	۲۲/۱۱c	۶۴/۳۲a	۱۹/۶۵cd	۱۷/۴۲d	۲۶/۱۳b
	۵	۲۱/۴۴bc	۱۹/۴۵cd	۲۰/۱۰cd	۵۵/۳۹a	۱۸/۷۶cd	۱۷/۲۰d	۲۴/۵۷b
۲	۱	۲۱/۲۹bcd	۲۲/۷۸bc	۱۸/۲۸d	۴۰/۵۴a	۱۸/۷۶cd	۱۸/۷۶cd	۲۵/۲۴b
	۲	۱۹/۶۵cd	۲۰/۴۴cd	۱۹/۴۳cd	۵۱/۱۴a	۱۶/۵۳d	۲۱/۷۸bc	۲۵/۱۳b
	۳	۲۰/۷۷bc	۱۷/۴۲cd	۲۳/۷۹b	۵۲/۰۴a	۱۵/۸۶d	۲۰/۹۹bc	۲۳/۹۰b
	۴	۲۲/۳۳b	۱۸/۷۶bc	۲۱/۵۰b	۴۴/۸۹a	۱۲/۷۱d	۱۶/۷۵c	۲۲/۳۳b
	۵	۲۱/۴۴b	۱۴/۹۶c	۱۹/۴۳b	۴۲/۶۶a	۱۴/۰۷c	۱۵/۴۱c	۲۱/۴۴b

در هر ردیف میانگین ها با حروف مشابه، در سطح احتمال ۱ درصد بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند.

دوم را به خود اختصاص داده اند. کاهش سطح اسیدیته قابل عیارسنجی در مرحله دوم برداشت به دلیل نزدیک شدن مرحله نموی بلوغ میوه ها اتفاق افتاده است (جدول ۶). نسبت مواد جامد محلول بر اسیدیته قابل عیارسنجی،

داده های موجود در جدول ۶ بر این امر دلالت دارد که 'مشهد' و 'قرمز رضائیه' در هر ۵ مقطع آزمایش و در هر دو مرحله برداشت از نظر اسیدیته قابل عیارسنجی دارای ویژگی برتر هستند، به طوری که به ترتیب رتبه های اول و

اول برداشت در 'عسلی' ۶۳ درصد، 'گلاب کهنز' ۶۲ درصد و در مرحله برداشت دوم در 'گل بهار' ۷۶ درصد، 'عسلی' ۷۲ درصد، 'گلاب اصفهان' ۷۱ درصد و 'گلاب کهنز' ۶۹ درصد اتفاق افتادند. در هر دو مرحله برداشت، کمترین مقدار شاخص طعم در هر کدام از ۵ مقطع آزمایش منحصرأ در 'مشهد' اتفاق افتاد به طوری که مقدار آن در برداشت اول و دوم به ترتیب از مقدار حداکثر ۱۹ درصد و ۲۸ درصد تجاوز نکرد (جدول ۷).

بر مزه میوه اثر می گذارد، به طوری که افزایش و کاهش آن به ترتیب منجر به احساس مزه شیرینی و ترشی از سوی مصرف کننده می شود (Soska & Tomala, 2006). در مرحله برداشت اول در بین ارقام مورد آزمایش، بیشترین مقدار شاخص طعم در مقطع اول آزمایش در 'قندک کاشان' ۵۴ درصد و در مرحله برداشت دوم در 'گلاب کهنز' ۷۶ درصد اتفاق افتاد. همچنین بیشترین مقدار شاخص طعم در پایان مدت نگهداری در سردخانه مرحله

جدول ۷- شاخص طعم (TSS /TA) در میوه ارقام سیب تحت تأثیر مرحله برداشت و مقطع آزمایش

شاخص طعم (درصد)							مقطع آزمایش	مرحله برداشت
رقم	عسلی	گل بهار	مشهد	گلاب کهنز	گلاب اصفهان	قندک کاشان		
قرمز رضائیه	۴۱c	۴۲c	۱۴e	۵۱ab	۴۶bc	۵۴a	۱	۱
۳۲d	۴۸bc	۴۹bc	۱۵e	۵۹a	۴۴c	۵۴ab	۲	
۳۵d	۵۲bc	۵۱bc	۱۵e	۶۰a	۵۵ab	۴۵cd	۳	
۳۹d	۶۵a	۵۴b	۱۶e	۵۶b	۵۲bc	۴۵cd	۴	
۴۱d	۶۳a	۵۴b	۱۹e	۶۲a	۵۰bc	۴۵cd	۵	
۴۲d	۶۱b	۶۰b	۲۸e	۷۶a	۴۹cd	۵۴bc	۱	۲
۴۳e	۵۴cd	۶۶ab	۲۴f	۶۹a	۵۱d	۶۱bc	۲	
۴۷d	۵۷bc	۷۰a	۲۴e	۵۷bc	۶۳ab	۵۵c	۳	
۵۰d	۶۶b	۸۴a	۲۶e	۶۴bc	۵۷cd	۵۱d	۴	
۴۸b	۷۲a	۷۶a	۲۸c	۶۹a	۷۱a	۵۳b	۵	

در هر ردیف میانگین‌ها با حروف مشابه، در سطح احتمال ۱درصد بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی داری ندارند.

نتیجه گیری

زمانی طی مدت نگهداری در سردخانه تفاوت محسوسی مشاهده شد. بیشترین سفتی بافت در پایان مدت انبارماتی در مرحله اول و دوم برداشت در 'گلاب اصفهان' و در مرحله برداشت دوم در 'قندک کاشان' دیده شد. از نظر مواد جامد محلول در هر دو مرحله برداشت میوه، منحصرأ 'گلاب کهنز' توانست بیشترین سطح (حداقل ۱۲ درجه بریکس) را در پایان دوره انبارماتی به خود اختصاص دهد. از نظر pH در هر دو مرحله برداشت میوه منحصرأ 'مشهد' توانست سطح

از نظر کاهش وزن میوه در ارقام سیب بومی تابستانه، مرحله رشدی در زمان برداشت میوه و مقاطع زمانی طی مدت نگهداری در سردخانه، تفاوت معنی دار مشاهده شد. کمترین کاهش وزن در پایان مدت انبارماتی در مرحله اول برداشت در رقم جدید گل بهار به میزان ۲/۲۱ درصد ثبت شد ولی در مرحله دوم برداشت، کمترین کاهش وزن در سطح ۳/۸۲ درصد در همه ارقام به جز گلاب اصفهان وجود داشت. از نظر سفتی بافت میوه در ارقام سیب بومی تابستانه، مراحل نموی در زمان برداشت میوه و مقاطع

pH کمتر از ۴ را در پایان نگهداری در سردخانه به خود اختصاص دهد. از نظر اسیدیته قابل عیارسنجی در هر دو مرحله برداشت میوه منحصراً مشهود توانست سطح اسیدیته قابل عیارسنجی بیشتر از ۴۰ درصد را در پایان نگهداری در سردخانه به خود اختصاص دهد. با افزایش مدت نگهداری میوه غالب ارقام در سردخانه، میزان شاخص طعم افزایش یافت. از نظر شاخص طعم در مرحله اول برداشت 'عسلی' ۷۶ درصد، 'گلاب کهنز' ۶۲ درصد و در مرحله برداشت دوم، بودند.

رقم جدید گل بهار ۷۶ درصد، 'عسلی' ۷۲ درصد، 'گلاب اصفهان' ۷۱ درصد و 'گلاب کهنز' ۶۹ درصد توانستند بیشترین مقدار شاخص طعم را در مقطع پایانی آزمایش به خود اختصاص دهند. پارامترهای کیفی میوه طی دوره نگهداری در سردخانه تقریباً مطابق با زمان برداشت تغییر کرد. با توجه به نتایج، می توان گفت میوه های مرحله برداشت دوم، بالغ تر و نرم تر ولی با محتوای بیشتر مواد جامد محلول و شاخص طعم بالاتر از مرحله اول برداشت بودند.

مراجع

- Ait-Oubahou, A., El-Otmani, M. Charhabaili, Y. Fethi J. and Bendada, M. 1995. Effet de la date de cueillette et du traitement au calcium en post-récolte sur la qualité des pommes en conservation, In: A. Ait-Oubahou and M. El-Otmani (Eds.), Postharvest Physiology, Pathology and Technologies for Horticultural Commodities: Recent Advances. Institute Agronomique and Vétérinaire Hassan II, Agadir, Morocco. 57- 64. (In French)
- Ben, J. 1996. Wpływ warunków chłodni zwykłej i kontrolowanej atmosfery na zdolność przechowalniczą jabłek odmiany Elise. Nowe Rośliny i Technologie w Ogrodnictwie. Poznań, 117-120. (In Polish)
- Błaszczyk, J. 1998. Wstępne wyniki badań nad przechowywaniem jabłek odmian Rubin i RubINETTE w chłodni KA. Zeszyty Naukowe AR w Krakowie. 333, 383-387. (In Polish)
- Dris, R. and Niskanen, R. 1999. Quality changes of 'Lobo' apples during cold storage. Acta Hort. 485: 125-133.
- Elgar, H. J., Watkins, C. B. and Lalu, N. 1999. Harvest date and crop load effects on a carbon dioxide-related storage injury of 'Braeburn' apple. Hort. Sci. 34(2): 305-309.
- Hajnajari, H., Dehghani, sh. and Khandan, A. 2008a. Guide of distinctness, uniformity and stability trials for apple cultivars. 47 pp. Agriculture Education Publication. (in Farsi)
- Hajnajari, H. 2008b. National Fruit Collections of Iran, Germplasm and Pomology. 114 pp. Agriculture Education Publication. Publisher.
- Ingle, M., D'Souza, M. C. and Townsend, E. C. 2000. Fruit characteristics of York apples during development and after storage. Hort. Sci. 35(1): 95-98.
- Jennifer, R., DeEll, F. and Khanizadeh, S. S. 1999. Factors influencing apple fruit firmness. Horticultural Research and Development Center, Agriculture and Agri-Food Canada 430 Gouin Blvd, St-Jean-sur-Richelieu, Québec J3B 3EB Presented at the 42 Annual IDFTA Conference, Hamilton, Ontario.

- Johnston, D. S. Hewett, E. W. Banks, N. H. Harker, F. R. and Hertog, M. L. A. T. M. 2001. Physical change in apple texture with fruit temperature: Effect of cultivar and time of storage. *Post Har. Biol. Technol.* 16, 107-118.
- Juan, J. L., Frances, J., Montesinos, E., Camps, F. and Bonany, J. 1999. Effect of harvest date on quality and decay losses after cold storage of Golden Delicious apples in Girona. *Acta Hort.* 485, 195–201.
- Konopacka, D. and Płocharski, W. J. 2002. Effect of picking maturity, storage technology and shelf life on changes of apple firmness of 'Elstar', 'Jonagold' and 'Gloster' cultivars. *J. Fruit Orn. Plant Res.* 10, 11-26.
- Kviklienė, N. And Valiuškaitė, A. 2009. Influence of maturity stage on fruit quality during storage of 'Shampion' apples. *Scientific Works of the Lithuanian Institute of Horticulture and Lithuanian University of Agriculture. Sodininkystė Ir Daržininkystė*, 28(3): 117-123
- Sfakiotakis, E., Naonos, G., Stavroulakis, G. and Vassilakakis, M. 1993. Effect of growing location, harvest maturity and ventilation during storage on ripening and superficial scald of 'Starking Delicious' apples. *Acta Hort.* 326, 231-235.
- Sherafatian, D. 1989. Factors affecting conservation and on storage of apple. Seed and Plant Improvement Institute. Karaj. 38 pp. (In Farsi)
- Skrzyński, J., Poniedziałek, W. and Dziedzic, W. 2004. Wstępna ocena wybranych cech jakości parchoodpornych odmian jabłek i ich przydatności do suszenia. *Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis Agricultura.* 240(96): 175-178. (In Polish).
- Soska, A. and Tomala, K. 2006. Internal quality of apples during storage. *AGRONOMIJAS VĒSTIS (Latvian Journal of Agronomy).* 9, 146-151
- Szklarz, M. and Pacholak, E. 2000. Niektóre parametry jabłek odmian i klonów jabłoni parchoodpornych i mało wrażliwych na parcha po przechowaniu. *Zeszyty Naukowe I SiK.* 8, 345-348. (In Polish)
- Tu, K., Waldron, K., Ingham, L., De Barsey, T. and De Baerdemaeker, J. 1997. Effect of picking time and storage conditions on 'Cox's Orange Pippin' apple texture in relation to cell wall changes. *J. Hort. Sci.* 72, 971-980.
- Wills, R. B. H., Lee, T. H., Graham, D., McGlasson, W. B., Hall, E. G. 1998. *Postharvest: An introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables.* Translated by: Rahemi, M. Second Edition. Shiraz University press. 259 pp. (In Farsi)
- Yong Soo, H., Yong-Pil, Ch. and Yac Chang, L. 1998. Influence of harvest date and postharvest treatments on fruit quality during storage and simulated marketing in 'Fuji' apples. *J. Korean Soc. Hort. Sci.* 39(5): 574–578.
- Zerbini, P. E., Pianezzola, A. and Grassi, M. 1999. Poststorage sensory profiles of fruit of apple cultivars harvested at different maturity stages. *J. Food Quality.* 22(1): 1–17.



Changes in Physical and Biochemical Traits in Native Summer-Ripening Apple Cultivars during Cold Storage

M. Eshghi, H. Hajnajari^{*}, S. Kalantari, S. Damyar and V. Rasuli

** Corresponding Author: Member of Scientific Board, Seed and Plant Improvement Institute, Department of Horticulture, P. O. Box: 31375-764, Karaj, Iran. E-mail: hassanhajnajari@yahoo.com*

Received: 21 July 2010, Accepted: 27 November 2010

Research was carried out in 2007 on 7 native summer-ripening apple cultivars grown in Kamal Abad Karaj Research Station. The 16 year-old plants were grafted onto seed rootstocks. The cultivars were Ghandak-e-Kashan, Golab-e-Isfahan, Golab-e-Kohanz, Mashad, Assali, Ghermez-e-Rezaieh and a new cultivar--Koli-e-Mahallat (syn. ESCR). The aim of the study was to identify changes in qualitative and quantitative traits occurring during cold storage of summer-ripening apples to determine their genetic potential. The fruits were harvested in two stages. The period of cold storage was predetermined to minimize cold storage time for early cultivars and was set at 4, 8, and 16 weeks based on ripening class. The testing intervals were weekly, bi-weekly and 4-weekly testing, respectively. The temperature and relative humidity of the cold storage room were fixed at $0^{\circ} \pm 0.5^{\circ} \text{C}$ and $80\% \pm 10\%$, respectively. Physical and biochemical traits under investigation included weight, firmness, total soluble solids (TSS), titrable acids (TA), pH and flavor index (defined as the ratio of TSS/TA). The results showed that cultivar and harvest time had significant differences. The least loss of fruit weight was observed in Koli-e-Mahallat at the end of cold storage of the first harvest samples. However, for the second harvest, it was recorded in all the cultivars except Golab-e-Isfahan. The greatest firmness registered in Golab-e-Isfahan at the end of cold storage and in Ghandak-e-Kashan and Ghermez-e-Rezaieh for the second harvest. At the end of cold storage, the highest TSS ($>12\%$) was recorded for Golab-e-Kohanz; highest pH (<4) and TA values ($>40\%$) for Mashad. Assali and Golab-e-Kohanz had the highest flavor index (TSS/TA $>60\%$) at the end of cold storage for the first harvest. Koli-e-Mahallat, Assali, Golab-e-Isfahan and Golab-e-Kohanz had the highest values for the second harvest.

Keywords: Apple, Cold storage, Early ripening, Harvest time, Physical and biochemical traits