نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۱، شماره ۵، آذر- دی ۱۳۹۴، ص. ۶۷۶-۶۶۵

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 11, No. 5, Dec - Jan 2015, p. 665-676

بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پرتقال محلی سیاورز (*Citrus sinensis cv. Siavaraz*) در مراحل مختلف برداشت، فرآوری و نگهداری

سید یوسف پورمیر[۱]، علیرضا صادقی ماهونک[۲*]، جواد فتاحی مقدم[۳]،یحیی مقصودلو[۴]، محمد قربانی[۵]

تاریخ دریافت۱۳۹۳/۰۱/۲۶
تاریخ پذیرش۱۳۹۳/۱۰/۰۷

چکیده

در این پژوهش صفات فیزیکی، ویژگی‌های کمی-کیفی و تغییر ترکیبات آنتی‌اکسیدانی پرتقال محلی سیاورز در مختلف مراحل برداشت، فرآوری و نگهداری بررسی شد. خصوصیات مورد ارزیابی شامل اندازه‌گیری طول، قطر، ضریب کرویت، چگالی، ضخامت پوست، درصد آبدهی، TSS، TA، اسید آسکوربیک، فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بود. نتایج نشان داد، پرتقال محلی سیاورز در چهار اندازه با صفات فیزیکی مختلف وجود دارد. در اولین مرحله برداشت بیش‌ترین مقدار چگالی (۰/۹۷۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب) در پرتقال‌های کوچک بدست آمد. میوه‌های خیلی بزرگ با وجود ضریب کرویت بالاتر اختلاف معنی‌داری با سایر اندازه‌ها نداشتند. پرتقال‌های کوچک با ضخامت پوست کم‌تر، دارای درصد آبدهی بیش‌تر بودند ولی پرتقال‌های خیلی بزرگ، با TSS بالاتر، کارایی تولید (۳۲۷/۲۴٪) بیش‌تری داشتند. در مرحله ششم (۶/۴۲٪) و هفتم (۹/۸۸ درجه بریکس) نمونه‌برداری، به ترتیب بالاترین راندمان کنسانتره و کیفیت آبمیوه بدست آمد. کم‌ترین مقدار پرتقال جهت تولید یک کیلوگرم کنسانتره با بریکس ۶۰، ۱۵/۶ کیلوگرم بود (مرحله ششم). در ارزیابی ترکیب‌های آنتی‌اکسیدانی مشخص شد که میزان اسید آسکوربیک و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آب پرتقال آبگیری شده با دستگاه، بطور معنی‌داری ($p<0/05$) بیش‌تر از آب پرتقال آبگیری شده با دست بود. کم‌ترین مقدار اسید آسکوربیک در آب پرتقال بازسازی شده از کنسانتره با بریکس ۶۵ (۴۶/۷۳ میلی‌گرم در صد میلی‌لیتر) بدست آمد، اما ترکیبات فنلی کم‌ترین کاهش را طی فرآوری (مراحل آبگیری و تغلیظ) داشتند. بعلاوه کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در کنسانتره با بریکس ۶۵ نسبت به کنسانتره با بریکس ۶۰ معنی‌دار نبود. میزان اسید آسکوربیک در آب پرتقال بازسازی شده از کنسانتره نسبت به آب پرتقال تازه در دمای یخچال کاهش بیشتری یافت.

واژه‌های کلیدی: پرتقال محلی سیاورز، خواص فیزیکوشیمیایی، ظرفیت آنتی اکسیدانی، کنسانتره.

مقدمه

مرکبات در ایران جایگاه دوم تولید را پس از سیب داشته و پرتقال مقام اول تولید را در میان انواع مرکبات دارد (فتوحی قزوینی و فتاحی مقدم، ۱۳۸۹). در صنعت عمده کاربرد میوه مرکبات، تولید آبمیوه یا نوشیدنی‌های با پایه مرکبات در صنایع غذایی است (فتاحی‌مقدم و همکاران، ۱۳۹۰). میوه و آبمیوه مرکبات منبع مهمی از ترکیب‌های زیست‌فعال با خاصیت آنتی‌اکسیدانی مانند اسید آسکوربیک، فلاونوئیدها، ترکیب‌های فنلی و مواد پکتیکی هستند که برای سلامتی انسان اهمیت دارند (Ghasemi *et al*., 2009). جهت بدست آوردن محصول با کیفیت مطلوب، میوه باید به درجه رسیدگی برسد. میزان بالای مواد جامد محلول آبمیوه از اهمیت بالایی برخوردار است ولی در صنعت باید بازده و کیفیت آبمیوه را نیز در نظر گرفت (مرتضوی و ضیاالحق، ۱۳۸۵). کیفیت مناسب و راندمان بالای میوه و آبمیوه سبب کسب سود بیشتر فرآوری کننده و باغدار و در نتیجه موجب تداوم چرخه تولید می‌شود. به علاوه مواد آنتی‌اکسیدانی مرکبات مانند اسید آسکوربیک و ترکیب‌های فنلی نسبت به عوامل مختلف مانند روش‌های برداشت، آماده سازی، آبگیری، پاستوریزاسیون، تغلیظ و نگهداری پس از تولید حساس هستند (Hartmann *et al*., 2008 ; Lee & Kader, 2000). اسید آسکوربیک اساسی‌ترین ماده مغذی مرکبات است که به راحتی در برابر عوامل ناپایدار تخریب می‌شود (Lee & Coast, 1999). حفظ مواد مغذی میوه مرکبات در حین فرآیند و نگهداری موجب دریافت کافی این ترکیبات به هنگام مصرف می‌شود.

پرتقال محلی سیاورز از رقم‌های قدیمی پرتقال در منطقه شمال کشور است که بطور عمده در صنعت برای تولید کنسانتره پرتقال (آب

۱- کارشناسی ارشد صنایع غذایی
۲، ۴، ۵ – دانشیار صنایع غذایی ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان ،
۳- استادیار بخش فنی و مهندسی، موسسه تحقیقات مرکبات، رامسر
(*- نویسنده مسئول: Email: sadeghiaz@yahoo.com)

پرتقال تغلیظ شده) و فرآورده‌های جانبی استفاده می‌شود. اما در رابطه با خواص فیزیکی، ویژگی‌های کیفی و هم‌چنین تغییر ترکیب‌های زیست‌فعال این میوه در مراحل برداشت، حین فرآیند و انبارداری گزارش منتشر شده‌ای وجود ندارد. در این رابطه Sharifi و همکاران (۲۰۰۷) روی بعضی از خواص فیزیکی پرتقال تامسون مانند طول، قطر، حجم، ضریب کرویت و چگالی مطالعه داشتند که ضریب کرویت و چگالی میوه‌های کوچک را به ترتیب کم‌تر و بیش‌تر از میوه‌های بزرگ محاسبه کردند. در تحقیقی دیگر فتاحی‌مقدم و همکاران (۱۳۹۰) با بررسی روی اندازه، ضخامت پوست، درصد تفاله و خواص آنتی‌اکسیدانی آبمیوه و پوست چند رقم مرکبات مطالعه کردند که با افزایش اندازه و ضخامت پوست میوه، درصد تفاله افزایش یافت. به علاوه مواد آنتی‌اکسیدانی پوست میوه را بیش‌تر از آبمیوه گزارش کردند. در پژوهشی میزان ویتامین‌ث و فنل کل چند نوع میوه تازه آبگیری شده با آبمیوه‌های تجاری آنها مقایسه شد که در تمامی موارد آبمیوه‌های تازه نسبت به آبمیوه‌های پاستوریزه شده ویتامین‌ث و فنل کل بیش‌تری داشتند (Mahdavi *et al*., 2010). طی تحقیقی مشابه میزان ویتامین‌ث، ترکیب‌های فنلی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آبمیوه‌های تازه مرکبات، بیش‌تر از آبمیوه‌های بازسازی شده از کنسانتره گزارش شد (Zvaigzne *et al*., 2009). هم‌چنین Elmottrafy (۲۰۱۲) در مورد عمر انباری آب پرتقال طبیعی، آب پرتقال بازسازی شده از کنسانتره و آب پرتقال تقلیدی (سنتزی) مطالعه‌ای انجام داده بود که هر سه نوع آبمیوه به میزان مشابه در دمای یخچال کاهش ویتامین‌ث داشتند.

این حقیقت برای تولید کننده و مصرف‌کننده اهمیت زیادی دارد که بدانند چگونه میوه را برداشت کنند، آبمیوه را فرآیند و نگهداری نمایند و زمانی که مصرف می‌کنند، چه میزان از مواد مغذی آن را دریافت می‌نمایند (Kabasakalis *et al*., 2000).

در ایران، در مورد مهم‌ترین ویژگی‌های مرکباتی که در صنایع آبگیری و تولید کنسانتره استفاده می‌شوند تحقیقی صورت نگرفته است. در این پژوهش، از صفات فیزیکی و خصوصیات آبدهی برای مقایسه کمی و کیفی اندازه‌های مختلف پرتقال، از ویژگی‌های کمی و کیفی مجموع میوه‌ها جهت بدست آوردن بهترین زمان برداشت از نظر کارایی تولید و از تغییر ترکیب‌های آنتی‌اکسیدانی برای بهینه سازی کیفی تولید و نگهداری استفاده شد.

مواد و روش‌ها

مواد

در این تحقیق از میوه پرتقال رقم محلی سیاورز (*Citrus sinensis cv. Siavaraz*)، باغ تحقیقاتی موسسه تحقیقات مرکبات کشور واقع در رامسر، طی سال‌های ۱۳۹۲-۱۳۹۱ نمونه برداری شد.

روش‌ها

در مرحله اول کار پژوهشی که همزمان با شروع فصل بهره‌برداری کارخانه کنسانتره مرکبات رامسر بود، جهت اندازه‌گیری صفات فیزیکی، خصوصیات آبدهی و کیفی میوه پرتقال محلی سیاورز، در اولین مرحله (تاریخ ۹۱/۹/۱۴) جهت مقایسه اندازه‌های مختلف میوه، از میوه‌های ورودی به خط تولید نمونه برداری شد.

در قسمت دوم طی ۱۱ مرحله (مرحله اول: ۹۱/۹/۱۴، مرحله دوم: ۹۱/۹/۲۸، مرحله سوم: ۹۱/۱۰/۱۲، مرحله چهارم: ۹۱/۱۰/۲۶، مرحله پنجم: ۹۱/۱۱/۱۰، مرحله ششم: ۹۱/۱۱/۲۴، مرحله هفتم: ۹۱/۱۲/۸، مرحله هشتم: ۹۱/۱۲/۲۲، مرحله نهم: ۹۲/۱/۶، مرحله دهم: ۹۲/۱/۲۰، مرحله یازدهم: ۹۲/۲/۳) از میوه، آبمیوه و کنسانتره پرتقال محلی تولیدی کارخانه جهت بررسی بهترین زمان آبگیری از نظر کمی و کیفی نمونه برداری شد.

در قسمت سوم بطور همزمان از پرتقال آبگیری شده بصورت دستی، دستگاه آبگیر، مخزن ذخیره، کنسانتره با بریکس ۶۰ و ۶۵، جهت بررسی و مقایسه ترکیب‌های آنتی‌اکسیدانی در حین فرآوری، نمونه‌گیری شد.

در قسمت چهارم آب پرتقال آبگیری شده بصورت دستی و بازسازی شده از کنسانتره جهت بررسی تغییر میزان اسید آسکوربیک به مدت ۳ روز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرارداده شد و در نقطه شروع و در پایان روزهای ۱، ۲ و ۳ نمونه‌برداری شد. نمونه‌های بدست آمده از هر چهار بخش به آزمایشگاه فنی و مهندسی موسسه تحقیقات مرکبات کشور جهت ارزیابی خصوصیات زیر منتقل شد.

اندازه‌گیری طول و قطر میوه: اندازه میوه از طریق اندازه‌گیری طول (قطر محور طوقه به دم میوه) و دو قطر عمود بر هم و عمود بر طول (قطر یک و قطر دو) به وسیله کولیس دیجیتالی (مدل Digit-Cal) ساخت سوئیس با دقت ۰/۰۱ و بر حسب میلی‌متر بدست آمد (رضوی و اکبری، ۱۳۹۱).

اندازه‌گیری ضریب کرویت میوه: ضریب کرویت میوه با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (رضوی و اکبری، ۱۳۹۱).

(۱) ضریب کرویت = (قطر۱ × قطر۲ × طول)$^{1/3}$ / بزرگترین قطر

اندازه‌گیری حجم و چگالی واقعی: حجم و چگالی واقعی میوه به طریق جرم آب جابجا شده بدست آمد. برای اندازه‌گیری حجم ، اول جرم پرتقال با ترازوی دیجیتال (مدل SATERUSE) با دقت ۰/۰۰۱ اندازه‌گیری شد (m_1). بعد جرم آب داخل بشر یاد داشت شد (m_2). مرحله بعد میوه داخل بشر حاوی آب به حالت غوطه‌ور قرار داده شد. در این حالت نیز جرم یاد داشت شد (m_3). با استفاده از فرمول زیر حجم میوه بر حسب سانتی‌متر مکعب بدست آمد.

$$V = \frac{m_3 - m_2}{\rho_\omega} \qquad (۲)$$

در فرمول فوق m_3-m_2، برابر جرم آب جابجا شده و ρ_w چگالی آب است. بعد با استفاده از فرمول زیر چگالی واقعی میوه برحسب گرم بر سانتی‌متر مکعب بدست آمد (رضوی و اکبری، ۱۳۹۱).

$$\rho_t = \frac{m_1}{V} \qquad (۳)$$

اندازه‌گیری ضخامت پوست و درصد آبدهی: ضخامت پوست میوه با برش یک قطعه پوست به ابعاد ۱/۵×۱/۵ سانتی‌متر از قسمت استوای میوه، توسط دستگاه کولیس دیجیتال بر حسب میلی‌متر بدست آمد. آبمیوه با دستگاه آبگیر دستی و دستگاه آبگیر خط تولید استخراج شد و پس از جدا کردن دانه و پالپ، جرم آبمیوه و جرم کنسانتره بدست آمد و نسبت به جرم میوه برحسب درصد بیان شد (فتاحی‌مقدم و همکاران، ۱۳۹۰).

TSS اندازه‌گیری مواد جامد محلول (TSS[1])، اسیدیته قابل تیتر (TA) و pH عصاره: آبمیوه با دستگاه رفراکتومتر (مدل Atago-ATC-20) ساخت ژاپن برحسب درجه بریکس قرائت شد. TA آبمیوه به روش تیتراسیون با محلول سود ۰/۱ نرمال با بورت دیجیتال (مدل Jencons) ساخت آلمان برحسب گرم اسید سیتریک در۱۰۰ گرم آبمیوه بدست آمد. pH آبمیوه با دستگاه pH متر (مدل Mettler) ساخت آلمان خوانده شد (استاندارد ملی، شماره ۲۶۸۵).

اندازه‌گیری ویتامین‌ث: برای اندازه‌گیری ویتامین‌ث از روش تیتراسیون با محلول ۲ و ۶ دی کلروفنل ایندوفنل (DCIP[2]) استفاده شد. به مقدار معینی از آبمیوه، محلول متافسفریک اسید ۳ درصد، جهت استخراج ویتامین‌ث اضافه شد. پس از فیلتر کردن با کاغذ صافی، توسط محلول رنگی DCIP تا زمانی که رنگ صورتی متمایل به قرمز کم رنگ ۱۵ ثانیه ثابت بماند تیتر شد. با استفاده از فرمول زیر میزان ویتامین‌ث بر حسب میلی‌گرم در صد میلی‌لیتر آبمیوه محاسبه شد.

$$VitC = \frac{e \times d \times b}{c \times a} \times 100 \qquad (۴)$$

در این فرمول، e= حجم محلول رنگی مصرف شده جهت هر نمونه، d (فاکتور رنگ)= مقدار محلول رنگی مصرفی جهت تیتراسیون ویتامین‌ث استاندارد ÷ ۰/۵، b= حجم محلول ساخته شده با متافسفریک اسید، c= حجم محلول برداشته شده جهت تیتراسیون، a= وزن نمونه است (استاندارد ملی، شماره ۲۶۸۵).

اندازه‌گیری فنل کل: مقدار فنل کل با روش فولین سیوکالتئو[3] و اسپکتروفتومتری انجام شد. بدین منظور آب پرتقال به نسبت ۱ به ۳ با متانول ۸۵ درصد مخلوط شد. بعد ۵۰ میکرولیتر عصاره متانولی آب پرتقال با ۱۲۵ میکرولیتر فولین ۱۵٪ مخلوط گردید. بعد از ۵ دقیقه ۱۰۰ میکرولیتر کربنات سدیم ۷٪ به محلول فوق افزوده شد. سپس محلول به مدت ۱/۵ ساعت در شرایط بدون نور و دمای اتاق نگه‌داری شد. میزان جذب عصاره با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل ND-1000) ساخت آمریکا در طول موج ۷۶۵ نانومتر خوانده شد. میزان فنل کل عصاره از روی منحنی استاندارد با غلظت‌های مختلف اسید گالیک (۰، ۵، ۱۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰، ۱۰۰، ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر) برحسب غلظت اسید گالیک (میلی‌گرم درصد میلی‌لیتر) بیان شد (فتاحی‌مقدم و همکاران، ۱۳۹۰).

اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی: ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آبمیوه بر اساس خاصیت خنثی‌کنندگی رادیکال‌های آزاد ۲ و ۲ دی فنیل ۱- پیکریل هیدرازیل (DPPH[4]) توسط نمونه عصاره با روش اسپکتروفتومتری در طول موج ۵۱۷ نانومتر خوانده شد. ۵۰ میکرولیتر از عصاره‌های مختلف آب پرتقال با ۴۵۰ میکرولیتر آب مقطر رقیق شد. بعد ۲۵ میکرولیتر از محلول در لوله‌های فالکون کوچک ریخته و به آن ۱۰۰ میکرولیتر DPPH اضافه گردید و به سرعت به هم زده شد و ۱۵ دقیقه در دمای اتاق و تاریکی واکنش عصاره و DPPH کامل شد. بازدارندگی رادیکال DPPH با استفاده از فرمول زیر بدست آمد.

$$\%DPPH_{sc} = \frac{(A_{cont} - A_{samp})}{A_{cont}} \times 100 \qquad (۵)$$

در این فرمول $\%DPPH_{sc}$: درصد بازدارندگی، A_{Cont}: میزان جذب DPPH، A_{Samp}: میزان جذب نمونه + DPPH می باشد (فتاحی‌مقدم و همکاران، ۱۳۹۰).

تجزیه و تحلیل داده‌ها: داده‌های بدست آمده پس از اطمینان از نرمال بودن، در قالب طرح کاملا تصادفی با استفاده از نرم افزار آماری MSTAT- C تجزیه واریانس شد. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون تی- استیودنت و در سطح احتمال ۵٪ انجام شد. ضریب همبستگی بین برخی صفات با استفاده از نرم افزار اکسل محاسبه شد.

نتایج و بحث

اندازه‌گیری صفات فیزیکی و راندمان آبدهی در اولین مرحله برداشت

صفات فیزیکی اندازه‌های مختلف میوه

در جدول ۱، میانگین صفات فیزیکی پرتقال محلی سیاورز در شروع بهره‌برداری نشان داده شده است. میوه در چهار اندازه مختلف وجود داشت که از نظر طول، قطر و حجم تفاوت معنی‌داری با هم

1 Total soluble solid
2 2, 6 - dicholoro phenol - indo phenol
3 Folin-ciocalteu
4 2, 2 - Diphenyl 1- Pykryl Hydrazyl

داشتند. با افزایش اندازه میوه، ضریب کرویت با اختلاف غیر معنی-داری اضافه شد. در مقابل پرتقال‌های کوچک با حداکثر چگالی (۰/۹۷۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب) تفاوت معنی‌داری با پرتقال‌های بزرگ و خیلی بزرگ داشتند. در این رابطه گزارش منتشر شده‌ای وجود نداشت. در تحقیقی، میوه پرتقال تامسون را در سه اندازه و با خصوصیات فیزیکی متفاوت و هم‌چنین چگالی میوه‌های کوچک را بیش‌تر ولی ضریب کرویت میوه‌های بزرگ را بالاتر گزارش کردند (Sharifi *et al*., 2007). شاخص‌هایی مانند حجم، ضریب کرویت و چگالی اهمیت زیادی در کیفیت و راندمان تولید دارند. میوه‌های با حجم بزرگ‌تر در واحد جرم، نیاز به زمان کم‌تری برای آبگیری دارند (در واحد جرم، تعداد کم‌تری را تشکیل می‌دهند و دستگاه آبگیر بر حسب تعداد، میوه را آبگیری می‌نماید). بعلاوه پرتقال‌های گرد از نظر تجاری و فرآوری ارزش بیش‌تری دارند (فتوحی قزوینی و فتاحی مقدم، ۱۳۸۹ ؛ مرتضوی و ضیاالحق، ۱۳۸۵). ضریب کرویت بالاتر موجب جداسازی بهتر میوه‌ها در سورتینگ و تسهیل در عمل استخراج می‌شود که ضایعات آبگیری به حداقل و کیفیت آبمیوه افزایش می‌یابد. با توجه به توضیحات فوق میوه‌های خیلی بزرگ از نظر حجم و ضریب کرویت برای آبگیری ترجیح داده می‌شوند. از طرفی چگالی بالاتر نشانه ضخامت پوست کم‌تر و درصد آبدهی بیش‌تر میوه است، پرتقال‌های کوچک با توجه به اینکه چگالی بیش-تری داشتند، می‌باید دارای ضخامت پوست کم‌تر و درصد آبدهی بیش‌تر باشند که در قسمت ۱-۲، بررسی شده است.

راندمان آبدهی اندازه‌های مختلف میوه

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که پرتقال محلی سیاورز در شروع فصل بهره‌برداری حداکثر دارای ۳۵/۹۵٪ آبمیوه بود. علاوه بر این رابطه معکوسی بین ضخامت پوست میوه با میزان آبمیوه و چگالی وجود داشت. پرتقال‌های کوچک با ضخامت پوست کم‌تر، آبمیوه و چگالی بیش‌تری در آزمایشگاه داشتند (جدول ۱ و ۲). گزارش شده است که میوه مرکبات برای صنایع آبگیری باید حداقل ۳۰٪ راندمان آبدهی داشته باشند (Hui *et al*., 2006). از این نظر پرتقال محلی سیاورز در زمان شروع بهره‌برداری دارای شرایط آبگیری بود. هم‌چنین فتاحی‌مقدم و همکاران (۱۳۹۰) ارتباط غیر مستقیمی بین ضخامت پوست و میزان آبمیوه مرکبات گزارش کردند و میانگین آبمیوه پرتقال محلی سیاورز را که دارای ضخامت پوست ۴/۱۸ میلی‌متر بود، ۳۶/۵۲٪، ولی مقدار آبمیوه پرتقال تامسون را با ضخامت پوست ۵/۶۶ میلی‌متر، ۲۹/۴۰٪ گزارش کردند که میزان ضخامت پوست و درصد آبدهی در پژوهش حاضر مطابق با پرتقال محلی سیاورز و به ترتیب کم‌تر و بیش‌تر از پرتقال تامسون در گزارش فوق بود. در این آزمایش پرتقال‌های کوچک در شروع بهره‌برداری علیرغم اینکه آب بیش‌تری داشتند ولی میزان TSS کم و TA بیشتری داشتند (جدول ۲). میزان TSS و TA بعنوان شاخص رسیدگی میوه مرکبات استفاده می‌باشند (فتوحی قزوینی و ضیاالحق، ۱۳۸۹) و در صنعت آبگیری و تولید دو پارامتر مهم جهت تهیه آبمیوه با کیفیت و راندمان بالا می-باشند (مرتضوی و ضیاالحق، ۱۳۸۵).

اقتصادی‌ترین حالت زمانی بدست می‌آید که کارایی تولید (درصد آبدهی× TSS) به حداکثر برسد. پرتقال‌های خیلی بزرگ در شروع بهره‌برداری با TSS بالاتر (۹/۷۸ درجه بریکس) و TA کم‌تر (۱/۶۱ گرم در صد گرم)، با اختلاف معنی‌دار نسبت به سایر اندازه‌ها، رسیدگی بیشتری داشتند. هم‌چنین با بالاترین کارایی تولید (۳۲۷/۳۵٪)، برای تولید کنسانتره، اقتصادی‌تر بودند.

جدول ۱- میانگین خصوصیات فیزیکی اندازه‌های مختلف پرتقال محلی سیاورز در اولین مرحله برداشت

اندازه میوه	طول (mm)	عرض (mm)	کرویت	حجم (cm^3)	چگالی ($g.cm^{-3}$)
کوچک	۵۲/۰۴ ±۰/۹۶d	۵۶/۵۳±۰/۷۶d	۰/۹۶۵±۰/۰۰۱a	۹۰/۶۷± ۳/۸۷d	۰/۹۷۷±۰/۰۰۲a
متوسط	۵۷/۶۵±۰/۹۲c	۶۲/۳۱±۰/۵۸c	۰/۹۶۶±۰/۰۰۴a	۱۱۸/۸۲± ۲/۶۲c	۰/۹۷۳±۰/۰۰۳ab
بزرگ	۶۲/۸۵±۰/۹۹b	۶۷/۷۱±۰/۴۳b	۰/۹۷۱±۰/۰۰۳a	۱۵۴/۳۸± ۳/۶۸b	۰/۹۶۳±۰/۰۰۲bc
خیلی بزرگ	۶۷/۶۴±۰/۹۹a	۷۴/۶۲±۰/۷۲a	۰/۹۷۵±۰/۰۰۱a	۱۹۷/۳۳± ۴/۲۸a	۰/۹۶۰± ۰/۰۰۲c

حروف غیر مشابه در هرستون بیانگر اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشد.

جدول ۲- میانگین راندمان آبدهی و کیفی اندازه‌های مختلف پرتقال محلی سیاورز در اولین مرحله برداشت

اندازه میوه	ضخامت پوست (mm)	آبدهی در آزمایشگاه ($g.100g^{-1}$)	TA ($g.100g^{-1}$)	TSS (°Brix)	کارایی تولید (درصد آبدهی× TSS) (°Brix× $g.100g^{-1}$)
کوچک	۲/۸۸ ±۰/۲۴b	۳۵/۹۵±۱/۰۹a	۲/۲۱±۰/۰۱a	۷/۹۰±۰/۰۵d	۲۸۴/۰۱±۸/۸۹c
متوسط	۳/۴۵±۰/۲۳ab	۳۴/۹۱ ±۰/۳۴a	۱/۹۳±۰/۰۱b	۸/۳۹±۰/۱۱c	۲۹۲/۹۰±۴bc
بزرگ	۳/۷۲±۰/۱۶a	۳۳/۹۷ ±۰/۸۹a	۱/۷۸±۰/۰۱c	۹/۳۱±۰/۰۹b	۳۱۶/۲۶±۸ab
خیلی بزرگ	۳/۹۷ ±۰/۲۰a	۳۳/۴۶±۰/۷۵a	۱/۶۱±۰/۰۱d	۹/۷۸±۰/۱۲a	۳۲۷/۲۴±۸/۰۸a

حروف غیر مشابه در هرستون بیانگر اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشد.

اندازه‌گیری ویژگی‌های کیفی و راندمان تولید طی زمان‌های برداشت

جدول ۳ میانگین ویژگی‌های کمی و کیفی پرتقال محلی سیاورز (مجموع اندازه‌ها) را برای آبگیری و تولید کنسانتره، طی ۱۱ مرحله نمونه برداری (از تاریخ ۹۱/۹/۱۴ تا ۹۲/۲/۳) نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که درصد آبدهی از مرحله اول نمونه برداری به مرور افزایش یافت و در مرحله پنجم به حداکثر رسید (۴۰/۶۵٪)، ولی اختلاف معنی‌داری با مرحله چهارم و ششم نداشت. این مقدار در برداشت یازدهم به کم‌ترین میزان (۲۶/۹۴٪) رسید که کم‌تر از حداقل شرایط برای آبگیری بود. به علاوه میزان TSS آبمیوه با افزایش رسیدگی، اضافه شد و در مرحله هفتم نمونه برداری (بدون اختلاف معنی‌دار با مرحله ششم) با رسیدگی کامل (۹/۸۸ درجه بریکس) تقریبا ثابت ماند و بعد از این مرحله افزایش معنی‌داری نشان نداد. پژوهشی در مورد خصوصیات کیفی و کمی پرتقال محلی سیاورز طی یک دوره برداشت انجام نشده است. گزارش شده است که میوه مرکبات در حالت بلوغ، راندمان آبدهی پایینی دارند ولی با رسیدگی کامل میزان آن به حداکثر می‌رسد. هم‌چنین میزان آبمیوه در مرکبات پس از رسیدن به بالاترین مقدار، دوباره کاهش می‌یابد. عواملی مانند رسیدگی بیش از حد، تنفس، سرمازدگی و یخزدگی می‌توانند در کاهش آبدهی میوه موثر باشند (فتوحی قزوینی و فتاحی مقدم، ۱۳۸۹ ؛ مرتضوی و ضیاالحق، ۱۳۸۵). در این پژوهش نیز درصد آبدهی پرتقال محلی سیاورز در مرحله هفتم نمونه برداری کاهش معنی‌داری را نشان داد. TSS که به عنوان کیفیت خوراکی میوه مرکبات استفاده می‌شود، در یک دوره برداشت بعد از آنکه به حداکثر می‌رسد، تقریبا ثابت می‌ماند (مرتضوی و ضیاالحق، ۱۳۸۵). در این آزمایش نیز TSS پس از مرحله هفتم افزایش معنی‌داری نداشت.

نتایج نشان داد که کارایی تولید (بازده کنسانتره) در مرحله ششم نمونه‌برداری به بالاترین میزان (۶/۴۲٪) رسید ولی اختلاف معنی-داری با مرحله پنجم نداشت. در همین وضعیت (مرحله ششم) میزان پرتقال مورد نیاز برای تولید هر کیلوگرم کنسانتره در کم‌ترین مقدار بود (۱۵/۵۶ کیلوگرم). با توجه به توضیحات فوق میوه پرتقال محلی در برداشت پنجم تا هفتم دارای حداکثر کیفیت خوراکی (TSS بالا) و بالاترین میزان کنسانتره است. با استفاده از خصوصیات فیزیکوشیمیایی مواد اولیه و بکارگیری مدیریت زمان مناسب برداشت و فرآوری، می‌توان تولید آبمیوه را از نظر کیفی و کمی بهینه سازی نمود.

در این پژوهش، میزان TA و pH آبمیوه پرتقال محلی در اولین مرحله برداشت به ترتیب بالاترین و کم‌ترین مقدار بود. در همین رابطه طی تحقیقی، میزان pH پرتقال محلی در زمان برداشت ۲/۸۹ گزارش شد (فتاحی‌مقدم و همکاران، ۱۳۹۰). اسیدهای آلی مهم‌ترین ماده جامد محلول آبمیوه مرکبات را پس از قندها تشکیل می‌دهند که در خواص حسی آب پرتقال موثر هستند (Kelebek et al., 2009). گزارش شده است که پرتقال محلی سیاورز، رقمی دیررس با مزه ترش – شیرین است و به مرور TA میوه کاهش می‌یابد (فتاحی‌مقدم و همکاران، ۱۳۹۰). در برداشت اول که میوه ترش بود، مقدار TSS و TA میوه به ترتیب در حداقل و حداکثر مقدار بود. در مرحله پنجم تا هفتم که میوه دارای بالاترین کیفیت و راندمان بود، TA به میزان ۱/۴۹ گرم در صد گرم رسید که در این حالت پرتقال رسیده و شیرین بود (بالاترین TSS).

مقایسه ترکیبات آنتی‌اکسیدانی آبمیوه پرتقال محلی بر اساس نوع فرآوری

میزان اسید آسکوربیک

جدول ۴ میانگین مقادیر ترکیبات آنتی‌اکسیدانی پرتقال محلی سیاورز را در مراحل مختلف تولید نشان می‌دهد. براساس داده‌ها، پرتقال آبگیری شده با دستگاه دارای اختلاف معنی‌داری از نظر میزان اسید آسکوربیک (۶۰/۵۴ میلی‌گرم در صد میلی‌لیتر) در مقایسه با سایر نمونه‌ها بود. محصول حاصل از روش دستی و منبع ذخیره بدون اختلاف معنی‌داری در مرتبه بعدی قرار داشتند. گزارشی از میزان ترکیب‌های آنتی‌اکسیدانی در قسمت‌های مختلف خط تولید نشده است. به نظر می‌رسد که در هنگام آبگیری با دستگاه، مقداری از اسید آسکوربیک پوست پرتقال به داخل آبمیوه انتقال می‌یابد، زیرا در میوه مرکبات بافت فلاویدو (پوست زرد) حدود چهار برابر آبمیوه، اسید آسکوربیک دارد (Nagy, 1980). در این رابطه فتاحی‌مقدم و همکاران (۱۳۹۰) میزان ترکیب‌های آنتی‌اکسیدانی پوست میوه مرکبات را بیش‌تر از بخش خوراکی گزارش کردند. در زمان آبگیری، پرتقال در صورت نداشتن اندازه مناسب (هیچ‌گاه میوه‌ها در تمام مشخصات فیزیکی مانند ضریب کرویت و حجم یکسان نیستند) و یا عدم تنظیم دقیق فشار دستگاه آبگیر، قالب دستگاه آبگیر به پوست پرتقال فشار آورده و احتمال دارد مقداری از ترکیبات موجود در پوست به داخل آبمیوه وارد شود و این عمل می‌تواند افزایش اسید آسکوربیک در آب پرتقال دستگاه آبگیر نسبت به آب پرتقال آبگیری شده به روش دستی باشد.

در این پژوهش هم‌چنین کاهش معنی‌دار میزان اسید آسکوربیک در آبمیوه‌های منبع ذخیره و بازسازی شده از کنسانتره نسبت به پرتقال آبگیری شده با دست و دستگاه آبگیر مشاهده شد. در این رابطه Kabasakalis و همکاران (۲۰۰۰) میزان اسید آسکوربیک آب پرتقال پاستوریزه نشده و آب پرتقال پاستوریزه شده را به ترتیب ۵۲/۳ میلی‌گرم در صد میلی‌لیتر و ۴۲/۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر گزارش کردند.

جدول ۳- میانگین خصوصیات کیفی، راندمان استخراج آبمیوه، کنسانتره و پرتقال لازم جهت یک کیلو کنسانتره پرتقال محلی سیاورز (مجموع اندازه‌ها) طی یک دوره برداشت

مرحله نمونه بردای	بریکس آبمیوه °Brix	درصد آبمیوه ($kg.100kg^{-1}$)	بازده کنسانتره ($kg.100kg^{-1}$)	پرتقال لازم برای کنسانتره ($kg.kg^{-1}$)	اسیدیته آبمیوه ($g.100g^{-1}$)	pH آبمیوه
مرحله اول	۸/۴۸ ±۰/۰۴e	۳۴/۴۳±۰/۲۹cd	۴/۸۶±۰/۱۶e	۲۰/۵۷±۰/۴۳b	۱/۸۸±۰/۰۲a	۲/۸۴ ±۰/۰۲d
مرحله دوم	۸/۸۵± ۰/۰۷de	۳۴/۹۲±۰/۹۹cd	۵/۱۵±۰/۰۱d	۱۹/۳۹±۰/۰۵c	۱/۸۵±۰/۰۱a	۲/۸۷± ۰/۰۱d
مرحله سوم	۹/۲۳± ۰/۰۶cde	۳۶/۸۵±۰/۴۶bc	۵/۶۶±۰/۰۱c	۱۷/۶۴±۰/۰۳e	۱/۷۹± ۰/۰۱ab	۲/۹۱±۰/۰۱cd
مرحله چهارم	۹/۴۱± ۰/۰۶bcd	۳۸/۸۲±۰/۲۲ab	۶/۰۹±۰/۰۱b	۱۶/۴۱±۰/۰۴f	۱/۷۴± ۰/۰۱b	۲/۹۲ ±۰/۰۱cd
مرحله پنجم	۹/۳۸±۰/۰۳cd	۴۰/۶۵±۰/۶۴a	۶/۳۵±۰/۰۱a	۱۵/۷۳±۰/۰۱g	۱/۷۱± ۰/۰۳b	۲/۹۷ ±۰/۰۱bc
مرحله ششم	۹/۸ ±۰/۴۳abc	۳۹/۳۳±۰/۰۲ab	۶/۴۲±۰/۰۱a	۱۵/۵۶±۰/۰۱g	۱/۵۵± ۰/۰۳c	۲/۹۹ ±۰/۰۱bc
مرحله هفتم	۹/۸۸±۰/۰۳abc	۳۶/۹۶±۰/۲۵bc	۶/۰۸±۰/۰۱b	۱۶/۴۲±۰/۰۱f	۱/۴۹± ۰/۰۲cd	۳/۰۲ ±۰/۰۱b
مرحله هشتم	۱۰/۱۷±۰/۰۴ab	۳۳/۹۳±۰/۴۱de	۵/۷۵±۰/۰۱c	۱۷/۳۷±۰/۰۲e	۱/۴۲± ۰/۰۱de	۳/۰۲ ±۰/۰۱b
مرحله نهم	۱۰/۲۳±۰/۱۳a	۳۱/۷۱±۰/۲۹e	۵/۴۱±۰/۰۲d	۱۸/۴۹±۰/۰۱d	۱/۳۶± ۰/۰۱e	۳/۱۲ ±۰/۰۱a
مرحله دهم	۱۰/۲۵±۰/۱۴a	۲۸/۰۹±۰/۱۳f	۴/۸۰±۰/۰۱e	۲۰/۸۳±۰/۰۳ab	۱/۲۴± ۰/۰۱f	۳/۱۸ ±۰/۰۳a
مرحله یازدهم	۱۰/۴۳±۰/۰۹a	۲۶/۹۴±۰/۸۴f	۴/۶۸±۰/۰۱e	۲۱/۳۴±۰/۰۲a	۱/۱۵± ۰/۰۲f	۳/۱۸ ±۰/۰۱a

حروف غیر مشابه در هرستون بیانگر اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشد.

جدول ٤- مقایسه میانگین ترکیبات آنتی‌اکسیدانی آبمیوه پرتقال محلی سیاورز بر اساس نوع فرآوری

نوع محصول	ویتامین ث ($mg.100ml^{-1}$)	فنل کل ($mg.100ml^{-1}$)	ظرفیت آنتی اکسیدانی (٪)
آب پرتقال آبگیری شده با دست	۵۷/۱۳±۰/۴۴b	۵۰/۴۱±۰/۴۹a	۴۹/۰۶±۰/۲۳b
آب پرتقال آبگیری شده با دستگاه	۶۰/۵۴±۰/۵۰a	۵۱/۱۵±۰/۱۷a	۵۳/۳۵±۰/۱۰a
آب پرتقال منبع ذخیره	۵۷/۰۴±۰/۳۰b	۵۰/۸۹±۰/۳۳a	۴۸/۹۹±۰/۵۸b
آب پرتقال بازسازی شده از کنسانتره با بریکس ۶۰	۵۳/۲۱±۰/۶۲c	۴۶/۹۵±۰/۶۲b	۴۴/۲۱±۰/۵۵c
آب پرتقال بازسازی شده از کنسانتره با بریکس ۶۵	۴۶/۷۳±۰/۷۲d	۴۶/۶۹±۰/۴۴b	۴۳/۴۷±۰/۲۶c

حروف غیر مشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

هم‌چنین طی تحقیقی، کاهش معنی‌داری از میزان اسید آسکوربیک آب پرتقال تازه آبگیری شده (۵۶/۳ میلی‌گرم در صد میلی‌لیتر) به آب پرتقال بازسازی شده از کنسانتره (۳۴/۱ میلی‌گرم در صد میلی‌لیتر) گزارش شده است (Zvaigzne *et al*., 2009).

پرتقال‌ها توسط دستگاه آبگیر، آبگیری شده و در منبع ذخیره دارای همزن به مدت ۳۰ دقیقه ذخیره گردیده و بعد از رسیدن به ظرفیت لازم، پاستوریزه و تغلیظ می‌شوند. به نظر می‌رسد کاهش معنی‌دار اسید آسکوربیک در آبمیوه منبع ذخیره، به دلیل تخریب بافت پرتقال در حین آبگیری و قرار گرفتن اسید آسکوربیک در مجاورت آنزیم‌هایی مانند اسید آسکوربیک اکسیداز و اکسیژن باشد که بافت میوه از حالت احیاء خارج شده و موجب تخریب هوازی اسید آسکوربیک آب پرتقال می‌شود (Saari *et al*., 1995). عامل بعدی تخریب اسید آسکوربیک، فرآیند پاستوریزاسیون و تغلیظ می‌باشد. به همین دلیل میزان اسید آسکوربیک آب پرتقال بازسازی شده از کنسانتره با بریکس ۶۵ به طور معنی‌داری کم‌تر از آب پرتقال بازسازی شده از کنسانتره با بریکس ۶۰ بود. اسید آسکوربیک به علت حساسیت به حرارت، به عنوان شاخص بحرانی کیفیت در تولید و نگهداری کنسانتره پرتقال شناخته شده است (Laing *et al*., 1978 ; Davey *et al*., 2000) . اسید آسکوربیک در کنسانتره با بریکس ۶۰ نسبت به آب پرتقال منبع ذخیره به میزان ۱۲٪ کاهش یافت ولی در کنسانتره با بریکس ۶۵، حدود ۲۲/۸٪ (حدود ۲ برابر) کاهش نشان داد. میزان کاهش اسید آسکوربیک در آب پرتقال منبع ذخیره نسبت به آب پرتقال دستگاه آبگیر ۳/۹۴٪ بود. با نتایج بدست آمده به نظر می‌رسد حرارت عامل موثرتری در کاهش میزان اسید آسکوربیک آب پرتقال حین تولید کنسانتره است.

میزان فنل کل

بر اساس داده‌های جدول ۴، میزان فنل کل آب پرتقال به روش دستی، ۵۰/۴۱ میلی‌گرم در صد میلی‌لیتر بدست آمد و اختلاف معنی-داری بین میزان فنل کل آبمیوه‌های حاصل از روش دستی، دستگاهی و منبع ذخیره وجود نداشت و بطور معنی‌داری بالاتر از پرتقال‌های بازسازی شده از کنسانتره بود. فتاحی‌مقدم و همکاران ۱۳۹۰ و هم-

چنین مهدوی و همکاران (۲۰۱۰) در دو تحقیق جداگانه، میزان فنل کل آبمیوه پرتقال محلی سیاورز را، به ترتیب ۴۸/۸۸ میلی‌گرم در صد میلی‌لیتر و ۵۴/۲۸ میلی‌گرم در صد میلی‌لیتر بیان کرده‌اند. از آنجائیکه ترکیب‌های فنلی پوست میوه مرکبات بیش‌تر از آبمیوه آنها است (Ghasemi *et al*., 2009 ؛ فتاحی‌مقدم و همکاران، ۱۳۹۰) ولی انتقال فنل کل همانند اسید آسکوربیک در هنگام استخراج آب پرتقال به روش صنعتی از پوست میوه به آبمیوه روی نداد. به نظر می‌رسد ترکیب‌های فنلی پوست پرتقال در مقایسه با اسید آسکوربیک در بخش آبی کم‌تر محلول باشند و یا آنکه میزان ترکیب‌های فنلی پوست میوه نسبت به اسید آسکوربیک در واحد سطح پوست میوه کم‌تر است که در هنگام استخراج، به مقدار کم‌تر به آبمیوه انتقال یافت و نسبت به آب پرتقال آبگیری شده با دست افزایش معنی‌داری نداشت. به علاوه احتمال دارد که دلیل عدم کاهش معنی‌دار ترکیب‌های فنلی در مخزن ذخیره، مقاومت بالای آنها به اکسیداسیون باشد. در این رابطه Klimczak و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعه عمر انباری دو نوع آب پرتقال مشاهده کردند که بین ترکیب‌های مورد اندازه‌گیری، اسید آسکوربیک نسبت به ترکیب‌های فنلی بیش‌تر کاهش یافت. در مقابل بنظر می‌رسد حرارت عامل کاهش فنل کل در آبمیوه‌های بازسازی شده از کنسانتره باشد، به دلیل اینکه میزان فنل کل آب پرتقال بازسازی شده از کنسانتره کاهش معنی‌داری نسبت به آب پرتقال حاصل از آبگیر دستگاهی داشت. گزارش شده است که اکثر فرآیندها از جمله فرآیندهای حرارتی منجر به کاهش ترکیب‌های فنلی می‌شوند (Valverdu-Queralt *et al*., 2011). طی تحقیقی، مهدوی و همکاران (۲۰۱۰) با مقایسه فنل کل آب پرتقال تازه و آب پرتقال تجاری بازسازی شده از کنسانتره، کاهش معنی‌داری را (از ۵۴/۲۸ میلی‌گرم در صد میلی‌لیتر به ۴۲/۸۵ میلی‌گرم در صد میلی‌لیتر) گزارش کردند.

در این مطالعه میزان فنل کل آب پرتقال بازسازی شده از کنسانتره با بریکس ۶۵، بطور غیر معنی‌داری کم‌تر از فنل کل آب پرتقال بازسازی شده از کنسانتره با بریکس ۶۰ بود. به نظر می‌رسد که ترکیب‌های فنلی در هنگام تبدیل آبمیوه به کنسانتره با بریکس ۶۵ تغییری نداشتند و یا اینکه حین تغلیظ آب پرتقال در بریکس ۶۵، ترکیب‌های حد واسط و یا مواد نیمه اکسیده شده‌ای از ترکیب‌های فنلی با محلول فولین سیوکالتئو واکنش دادند که کاهش معنی‌داری نشان نداد (Nicoli *et al*., 1999).

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، آب پرتقال آبگیری شده با دستگاه با مقدار ۵۳/۳۵ درصد، بطور معنی‌داری دارای بیش‌ترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نسبت به سایر روش‌های تهیه آبمیوه بود (جدول ۴). بطورکلی میوه مرکبات به عنوان منبع غنی از مواد آنتی‌اکسیدانی و با فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالا مطرح می‌باشد (Kelebek *et al*., 2009). بنظر می‌رسد که ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در مراحل قبل از فرآوری حرارتی، بیش‌تر تحت تاثیر میزان اسید آسکوربیک باشد. میزان اسید آسکوربیک که در آب پرتقال به روش دستگاهی و منبع ذخیره به ترتیب افزایش و کاهش معنی‌داری داشت، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مطابق با آن بطور معنی‌داری تغییر پیدا کرد. با این حال ترکیب‌های فنلی تغییری نداشتند. همانطور که Gardner و همکاران (۲۰۰۰) نشان دادند ۱۰۰– ۶۵ درصد از سهم ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آبمیوه مرکبات ناشی از اسید آسکوربیک است. کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آب پرتقال بازسازی شده از کنسانتره با بریکس ۶۰ می‌تواند به دلیل تخریب مواد آنتی‌اکسیدانی میوه پرتقال طی فرآوری باشد (کاهش معنی‌دار اسید آسکوربیک و فنل کل در کنسانتره با بریکس ۶۰). گزارش شده است میوه‌هایی که فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری دارند، معمولا دارای مواد آنتی‌اکسیدانی بیش‌تری هستند (Gua & Yang, 2001). طی تحقیقی Zvaigzne و همکاران (۲۰۰۹) کاهش معنی‌داری را (از ۱۰/۷ درصد به ۷ درصد) در ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آب پرتقال تازه نسبت به آب پرتقال بازسازی شده از کنسانتره گزارش کردند و علت آن، به تخریب مواد آنتی‌اکسیدانی مانند اسید آسکوربیک و فنل کل نسبت داده شد.

در این تحقیق ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کنسانتره با بریکس ۶۵ نسبت به کنسانتره با بریکس ۶۰ کاهش معنی‌داری نداشت. فاکتورهایی مانند فرآیند تولید یا انبارداری می‌توانند موجب افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی شوند (Polydera *et al*., 2004 ; Klimczak *et al*., 2007). بر این اساس Nicoli و همکاران (۱۹۹۹) دریافتند، ممکن است ترکیب‌های نیمه اکسید شده‌ای از پلی‌فنل‌ها در حین فرآیند یا نگهداری محصول بوجود آیند که ظرفیت خنثی سازی رادیکال بیش‌تری از فرم اکسید نشده داشته باشند. حتی در دمای بالا محصولات حاصل از اکسیداسیون ترکیب‌های فنلی می‌توانند در واکنش مایلارد شرکت نمایند و موجب افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی شوند (Buchner *et al*., 2006 ; Hartmann *et al*., 2008). بعضی مواقع تخریب شدید اسید آسکوربیک (کاهش معنی‌دار اسید آسکوربیک کنسانتره با بریکس ۶۵ نسبت به کنسانتره با بریکس ۶۰) منجر به ایجاد ترکیبی مانند ۲ و ۳ دی کتو گلونیک اسید[1] یا هیدروکسی متیل فورفورال[2] می‌شود و واکنش این ترکیب‌ها با آمینو اسیدها (واکنش مایلارد) سبب افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی محصول می‌شوند (Lee & Kader, 2000). به نظر می‌رسد عوامل فوق می‌توانند در عدم معنی‌دار بودن کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

1 2, 3 diketogulonic acid
2 Hydroxymetyl furfural

کنسانتره با بریکس ۶۵ نسبت به ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کنسانتره با بریکس ۶۰٪ موثر باشند. به همین دلیل تغییرات ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پیچیده بوده و نمی‌تواند همانند ویتامین‌ث بعنوان شاخصی برای کاهش ترکیب‌های آنتی‌اکسیدانی استفاده شود (Polydera *et al.*, 2004). این پدیده در کنسانتره با بریکس ۶۵ مشاهده شد. به دلیل حساسیت بیش‌تر اسید آسکوربیک به عواملی مانند تخریب هوازی و حرارت، (بویژه در کنسانتره با بریکس ۶۵) منطقی به نظر می‌رسد که نسبت به فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی شاخص مناسب‌تری برای شدت فرآیند باشد.

تغییر میزان اسید آسکوربیک آب پرتقال طی نگهداری

نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۵) نشان داد که در هر دو محصول در پایان روز اول نگهداری، میزان اسید آسکوربیک بطور معنی‌داری در بالاترین سطح بود ولی در روزهای بعد، این کاهش اندک بود. این کاهش در پایان دوره نگهداری، در آب پرتقال آبگیری شده با دست به میزان ۱۱/۹۶٪ و در آب پرتقال بازسازی شده از کنسانتره به میزان ۱۳/۲۱٪ بود. طی تحقیقی Elmottrafy (۲۰۱۲) میزان کاهش اسید آسکوربیک را در آب پرتقال تازه، آب پرتقال بازسازی شده از کنسانتره و آب پرتقال تقلیدی در دمای ۱-۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت سه روز، به میزان مشابه (۸٪) گزارش کرد. به نظر می‌رسد در پژوهش حاضر کاهش بیش‌تر اسید آسکوربیک به دلیل دمای بالاتر باشد. به علاوه Zvaigzne و همکاران (۲۰۰۹) کاهش اسید آسکوربیک در آب پرتقال تازه و آب پرتقال بازسازی شده از کنسانتره را در دمای یخچال و در مدت ۲۴ ساعت، به‌ترتیب ۱۰/۸۳٪ و ۲۰/۵۳٪ گزارش کردند. در پژوهش حاضر نیز میزان کاهش اسید آسکوربیک در آب پرتقال بازسازی شده از کنسانتره، بیش‌تر از آب پرتقال آبگیری شده به روش دستی بود.

جدول ۵- مقایسه میانگین تغییر میزان اسید آسکوربیک دو نوع آب پرتقال در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد

مدت نگهداری (روز)	آب پرتقال آبگیری شده با دست ($mg.100ml^{-1}$)	آب پرتقال بازسازی شده از کنسانتره ($mg.100ml^{-1}$)
صفر	۵۷/۱۳±۰/۴۴a	۵۳/۲۱±۰/۶۲a
اول	۵۳/۳۲±۰/۰۶b	۴۹/۰۸±۰/۴۷b
دوم	۵۱/۳۷±۰/۳۷c	۴۷/۴۸±۰/۴۹bc
سوم	۵۰/۴۸±۰/۰۸c	۴۵/۹۴±۰/۱۳c

حروف غیر مشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

گزارش شده است که درصد کاهش اسید آسکوربیک در آبمیوه‌های با اسید آسکوربیک اولیه پایین، بیش‌تر است و علت آن نیز غلظت کم‌تر اسید آسکوربیک است (Kabasakalis *et al.*, 2000 ; Zvaigzne *et al.*, 2009). هم‌چنین احتمال دارد علت تخریب بیش‌تر اسید آسکوربیک در آب پرتقال بازسازی شده از کنسانتره نسبت به آب پرتقال دستی، وجود آنزیم‌های مقاوم به حرارت پاستوریزاسیون مانند پنتولاز، سیتوکروم اکسیداز و پراکسیداز (Lee & Kader, 2000) و تغلیظ، یا احتمال بوجود آمدن ترکیب‌های پراکسیدانت مانند رادیکال‌های واکنش پذیر حاصل از مرحله اول واکنش مایلارد در حین تولید کنسانتره باشد (Polydera *et al.*, 2004). عوامل فوق می‌توانند در تخریب بیش‌تر اسید آسکوربیک در آب پرتقال بازسازی شده از کنسانتره موثر باشند.

بنظر می‌رسد کاهش بیش‌تر اسید آسکوربیک در پایان روز اول در هر دو نوع آب پرتقال به دلیل وجود اکسیژن زیاد در آب پرتقال و فضای زیاد سر ظرف باشد. Choi و همکاران (۲۰۰۲) میزان بقای ویتامین‌ث در آب پرتقال را به مدت ۵ هفته مورد مطالعه قرار دادند و۵۰٪ کاهش میزان اسید آسکوربیک را در سه هفته اول گزارش کردند. در پژوهش حاضر حدود ۶۰٪ درصد کاهش اسید آسکوربیک کل دوره نگهداری مربوط به پایان روز بود.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد، پرتقال محلی سیاورز در چهار اندازه با صفات فیزیکی مختلف وجود دارد. در اولین مرحله برداشت، پرتقال‌های کوچک با ضخامت پوست کم‌تر دارای چگالی و درصد آبدهی بیش‌تری بودند ولی از نظر فرآوری، پرتقال‌های خیلی بزرگ با ضریب کرویت، TSS و کارایی تولید بیش‌تر و هم‌چنین TA کم‌تر، ترجیح داده می‌شوند. بررسی خصوصیات کمی-کیفی طی یک دوره بهره‌برداری نشان داد که حداکثر درجه رسیدگی و راندمان تولید در مرحله پنجم تا هفتم برداشت بدست می‌آید. در ارزیابی ترکیب‌های آنتی‌اکسیدانی مشخص شد، آبگیری به روش صنعتی نسبت به روش دستی دارای اسید آسکوربیک و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بیش‌تر بود. در بین مواد آنتی‌اکسیدانی اسید آسکوربیک بیش‌ترین تغییر را حین فرآوری نشان داد و این کاهش در کنسانتره پرتقال با بریکس ۶۵ بیش‌تر بود. آب پرتقال تازه و آب پرتقال بازسازی شده از کنسانتره حداکثر کاهش اسید آسکوربیک را، پایان روز اول نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد داشتند. در حالت کلی با مدیریت اصولی در مرحله برداشت، فرآوری و نگهداری می‌توان محصولی با کمیت و کیفیت مطلوب تهیه کرد.

قدردانی

نویسندگان مقاله از آقای مهندس حلاجیان مدیر عامل محترم

کارخانه کنسانتره مرکبات رامسر، مجموعه کارکنان موسسه تحقیقـات مرکبات کشور و آقای مهندس مهدویان به جهت همکـاری در انجـام این پروژه تشکر و سپاسگزاری می‌کنند

منابع

Buchner, N., Krumbein, A., Rhon, S. & Kroh, L.W., 2006, Effect of thermal processing on the flavonols rutin and quarcetin, *Rapid Communication in Mass Spectrometry*. 20(8), 3229-3235.

Choi, M.H., Kun, G.H. & Lee, H.S., 2002, Effects of ascorbic acid retention on juice color and pigment stability in blood orange (Citrus sinensis) juice during refrigerated storage, *Food Research international*. 35(8),753-759.

Davey, J.S., Rickman, J.C., Barret, D.M. & Bruhn, C.M., 2000, Review Nutritional Comparison of fresh and frozen fruits. Journal *of Agricultural and Food Chemistry.* 87(6), 930-944.

Elmottrafy, F.M., 2012, Vitamin C retention in canned orange juice, imitation orange juice and orange beverage, *Journal of Applied Research*. 1973-1975, 8(4),

Fattahi Moghadam, J., Hamidoghli, Y., Fotouhi, R., Ghasemnejad, M., and Bakhshi, D. 2011. Assessment of physiochemical and antioxidant activity of some commercial citrus species peel. *Journal of Horticulture Science*, 25:211-217.

Fattahi Moghadam, J., Hamidoghli, Y., Fotouhi, R.2011. Optimization of antioxidant capacity and quality of different citrus species. PhD Thesis, Gilan University, 54-55.

Fotouhi Ghazvini, R. and Fattahi Moghaddam, J. 2010. Citrus Growing in Iran. Third Edition. University of Guilan Press, Iran. pp: 305.

Gardner, P.T., White, T.A.C., Mcphail, D.B. & Duthe. G.G., 2000, The relative contributions of vitamin C, carotenoids and phenolics to the antioxidant potential of fruit juices, *Food chemistry*. 68(4), 471-474.

Ghasemi, K., Ghasemi, Y. & Ebrahimzadeh. M., 2009, Antioxidant activity of phenol and flavonoid contents of 13 Citrus species peel and tissues, *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*. 22(3), 471-474.

Gua, C. & Yang, J.J., 2001, Progress in the study of antioxidant capacity of fruits and vegetables, *China Public Health*. 17, 87-88.

Hartmann, A., Patz, C.D., Andlauer, W., Dietrich, H. & Ludwig, M., 2008, Influence of processing on quality parameters of strawberries, *Journal of Agricultural and Food chemistry*. 56 (20), 9484-9489.

Hui, Y.H., Barta, J., Cano, M.P., Gusek, T.W., Sidhu, J.S. & Sinha, N.K., 2006, Handbook of fruits and fruit processing, *Blackwell Publishing Ltd*, USA. Pp 310-315.

Instititute of Standards and Industrial research of Iran. Fruit Juices, Analysis procedure, First Revision, 2685.

Kabasakalis, V., Siopidou, D. & Moshatou, E., 2000, Ascorbic acid content of commercial fruit juices and its rate of loss upon storage, *Food Chemistry*. 70(3), 325-328.

Kelebek, H., Selli, S., Canbas, A. & Cabarogla, T., 2009, HPLC determination of organic acids, sugers, phenolic composition and antioxidant capacity of orange juice and orange wine made frame a Turkish cv. Kozan, *Microchemical Journal*. 91(2), 187-192.

Klimczak, I., Malecka, M., Szalchta, M. & Gliszczynska-Swiglo, A., 2007, Effect of storage on the contents of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices, *Journal of Food Composition and Analysis*, 20(9), 313-322.

Laing, B.M., Schlueter, D.L. & Labuza. T.P., 1978, Degradation kinetics of ascorbic acid at high temperature and water activity, *Journal of Food Science*. 43(5), 1440-1443.

Lee, H.S. & Coates, G.A., 1999, Vitamin C in frozen, fresh squeezed, unpasteurized polyethylene-bottled orange juice. A storage study, *Food Chemistry*. 65 (2), 165-168.

Lee, S.K. & Kader, A.A., 2000, Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops, *Postharvest Biology and Technology*. 20 (3), 207-220.

Mahdavi, R., Nikniaz, Z., Rafraf, M. & Jouyban, A., 2010, Determination and comparison of total polyphenol and vitamin C contents of natural fresh and commercial fruit juices, *Pakistan Journal of Nutrition*. 9 (10), 968-972.

Mortazavi, S.A. & Ziaolhagh, H.R. 2006. Processing technology of citrius fruit by-products. Ferdowsi University Publication, Mashhad, Second Edtion, *46-56.*

Nagy, S., 1980, Vitamin C content of citrus fruit and their product. a review, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 28(1), 8-18.

Nicoli, M.C., Anese, M. & Parpinel, M., 1999, Influence of processing on the antioxidant properties of fruit and vegetables, Trends *in Food Science and Technology*. 10 (3), 94-100.

Polydera, A.C., Stoforos, N.G. & Taoukis, P.S., 2004, The effect of storage on the antioxidant activity of reconstituted orange juice which had been pasteurized by high pressure or heat, *Journal Food Science and Technology*. 39(7), 783-791.

Razavi, M.A. & Akbari, R. 2012. Physical properties of agricultural crops and foods. Ferdowsi University Publication, Mashhad, Third Edition, 14-21.

Saari, N.B., Fujita, S., Miyazoe, R. & Okugawa, M., 1995, Distribution of ascorbate oxidase activities in the fruits of family cucurbitaceae and some of their properties, *Journal of Food Biochemistry*. 19(4), 321-327.

Sharifi, M., Rafiee, S., Keyhani, A., Jafari, A., Mobli, H., Rajabipour, A. & Akram, A., 2007, Some physical properties of orange (var. Thompson), *International Agrophysics*. 21(4), 391-397.

Valverdu-Queralt, A., Medina-Remon, A., Andres- Lacueva, C. & Lamuela-Raventos, R.M., 2011, Changes in phenolic profile and antioxidant activity during production of diced tomatoes, *Food Chemistry*. 126(4), 1700-1707.

Zvaigzne, G., Karklina, D., Seglina, D. & Krasnova, I., 2009, Antioxidants in various citrus fruit juices, *Chemine Technologija*. 3(52), 56-61.

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 11, No. 5, Dec - Jan 2015, p. 665-676

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۱، شماره ۵، آذر- دی ۱۳۹۴، ص. ۶۷۶-۶۶۵

Physical characteristics, quantitative-qualitive properties and anti-oxidant materials of local orange (*Citrus sinensis cv. Siavaraz*) at harvesting times, during processing and storage

S.Y.Pourmir[1], A.R. Sadeghi Mahoonak[2*], J. Fattahi Moghaddam[3],Y. Maghsoudlo[4] and M.Ghorbani[5]

2014.04.15
2014.12.28

Introduction: Citrus fruits, which belong to the family of rutaceae are one of the main fruit tree crops grown throughout the world. Although sweet orange (Citrus sinensis) is the major fruit in this group accounting for about 70% of citrus output.Citrus fruits are well – appreciated fortheir refreshing juice and health benefits.The health benefits of citrus fruits are linked to the high amounts of photochemical and bioactive compoundssuch as flavonoids, carotenoids, vitamins and minerals available in their juice.These phytonutrientsmay act as antioxidants, stimulate the immune systems; induce protective enzymes in theliver or blockthe damage of the genetic materials. The phytonutrients and vitamins may be responsible for theantioxidant, anticancer and anti-inflammatory properties of the citrus species.Citrus fruits processing accounts for approximately one third of total citrus fruitproduction, more than 80% of it is orange processing, mostly for orange juice production.The most important processed citrus fruits product isorange juice. Orange juice can be presented in different forms. The major types of orangejuice are the freshly squeezed orange juice and concentrated orange juice.Siavaraz local orange is an orange cultivar grown in north of Iran which is used mainly in orange juice production. There is no systematic study about the relation between physical characteristic of fruit at harvest time and its juice quality and quantity.

Materials and methods: In this study, the physical characteristics, quantitative-qualitive properties of siavaraz local orange at harvesting times and changes in anti-oxidant components of its juice during processing and storage were investigated.The fruit were collected in eleven different harvest time (start of fruit harvesting and every two week intervals) and different parameters including fruit length, diameter, spherical coefficient, density, peel thickness, juice percentage, total soluble solid (TSS),titrable acidity(TA) were evaluated. In next stage ascorbic acid, total phenolics and anti-oxidant capacity of different fruit juice include fresh squeezed juice by hand and extractor, juice reconstituted from orange concentrate with 60° brix, juice reconstituted from orange concentrate with 65° brixwere evaluated and compared. Finally, changes in vitamin C content during refrigerated storage infresh squeezed juice by hand andjuice reconstituted from orange concentrate were measured.

Results & Discussion: Results showed that siavaraz local orange was in four size with different physical characteristics. The highest amount of density was belonged to small fruits with 0.977 at the first harvest stage. Small oranges with lowest peel thickness had the highest juice percentage but the large oranges with the higher TSS showedhigher production efficiency (327.24%). The TA and pH in first stage of harvest were the highest and the lowest, respectively compared to other stage. The highest concentrate efficiency (6.42%) and juice quality (9.88° brix) were obtained at the harvest stagenumber six and seven, respectively. The lowest amount of juice percentage for concentrate production was observed at the stagenumber six (15.6 kg). By investigating the anti-oxidant compounds, results reveals that ascorbic acid and anti-oxidant capacity of juice taken by juicer extractor, were higher ($p<0.05$) than juices that obtained by hand. The lowest amount of ascorbic acid was observed in juice reconstituted from orange concentrate with 65° brix (46.73 $mg.100ml^{-1}$) while the highest ascorbic acid content was measured in juice taken by juice extractor (60.54 $mg.100ml^{-1}$).Vitamin C reduction in juice reconstituted from orange concentrate with 60° and 65° brixwas reduced 12% and 22.8%m respectively compared to orange juice in storage tank. The reduction in vitamin C due to heat treatment was more significant than other factors. There was a direct relation between vitamin C and phenolic content with antioxidant capacity of juice and the highest antioxidant capacity were observed in juice taken by extractor (53.35%). Furthermore there were no significant differences between anti-oxidant capacity in orange concentrate with 65° and 60° brix. The antioxidant capacity in orange juice before heat treatment well correlated with vitamin C content. The phenolic components showed the minimal decline during processing compared to vitamin C. It seems that some

1-MSc of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
2, 4 and 5- Associate professor, Department of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
3- Assistant professor, Department of Technical and Engineering, Iranian Citrus Research Institute, Ramsar
(*-Corresponding Author Email: sadeghiaz@yahoo.com)

compounds which arise from heat treatment of juice may exert some antioxidant property in final products. Reduction of ascorbic acid content in orange juice that reconstituted from concentrate was higherthan hand squeezed juice stored in refrigerator temperature. It can be concluded that by using proper managing system in harvest, processing and storage it is possible to optimize final product quality.

Keywords: Ascorbic acid, siavaraz local orange, anti-oxidant capacity, Physico-chemical properties, Concentrate.