

بررسی برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی سه رقم سیب (*Malus domestica*) برای کاربرد در صنایع تبدیلی

بهجت تاج‌الدین^{a*}، کلثوم جهان‌میهن^b

^a عضو هیات علمی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
^b دانش‌آموخته رشته صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران

چکیده

مقدمه: سیب، یکی از محصولات با ارزش کیفی بالاست که در سطح کشور و جهان، جایگاه ویژه‌ای در سبد غذایی خانوار دارد. تعیین خواص فیزیکوشیمیایی و مکانیکی آن، به‌منظور استفاده در حمل و نقل و جابجایی، انبارمانی و صنایع مختلف تبدیلی از اقدامات مهم در راستای کاهش ضایعات و افزایش کیفیت و کاهش قیمت تمام شده محصولات نهایی است.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش، خصوصیات فیزیکوشیمیایی چون رطوبت، رنگ، سفتی بافت، مواد جامد محلول (TSS)، ازت، اسیدیته، پکتین، میزان قند کل و قندهای احیا، و pH سه رقم سیب بومی ایران (گلاب، شفیغ‌آبادی، و عروس مشکین‌شهر) تعیین شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که رقم گلاب دارای پکتین بیشتر، قند کمتر، بریکس بیشتر، pH پایین‌تر و سفتی بافت (بدون پوست) بالاتری است. حال آن که رقم عروس مشکین‌شهر، دارای پکتین کم، قند بالا، کمترین میزان رطوبت، کمترین میزان سفتی بافت، و بریکس پایینی بود. هر سه رقم دارای ویتامین C به میزان نسبتاً مساوی بوده و میزان ازت کمی داشتند. میزان اسیدیته در رقم شفیغ‌آبادی بالا بود. شاخص رنگ نیز، میزان سبزی بیشتر برای رقم گلاب و قرمزی بیشتر برای دو رقم دیگر را نشان داد.

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی در این مطالعه، با توجه به مجموعه خصوصیات مورد اندازه‌گیری، رقم گلاب با دارا بودن درصد بالایی از میزان پکتین، می‌تواند در صنایعی چون کمپوت، مربا و غیره؛ و داشتن مقدار ازت بالاتر می‌تواند در تهیه سرکه اهمیت بیشتری داشته باشد. رقم شفیغ‌آبادی نیز به دلیل دارا بودن مواد جامد محلول بیشتر و قند کل بالاتر، در تهیه برکه و چیپس مهم‌تر است.

واژه‌های کلیدی: بافت، رنگ، سیب، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی

مقدمه

سیب با نام علمی *Malus domestica* از تیره گلسرخیان (Rosaceae) و زیرتیره سیبسانان (Pomoideae)، یکی از میوه‌های با ارزش غذایی بالا است که تقریباً در همه کشورهای جهان (عمدتاً مناطق معتدله سرد) کشت و پرورش داده می‌شود (Morgan et al., 2002). سطح تحمل ارقام سیب به سرما بسیار متفاوت است طوری که می‌تواند سرمای ۳۵- تا ۴۰- درجه سلسیوس را نیز تحمل کند و در مناطقی با زمستان‌های گرم، خوب به عمل نمی‌آید. علاوه بر این، میوه برای داشتن طعم و مزه مطلوب نیاز به شب‌های خنک، به‌ویژه در دو ماه پایانی رسیدن دارد. در غیر این صورت، میوه‌های سیب از رنگ کدر و بافت سستی برخوردار شده و نیز قدرت انباری آن‌ها کاهش می‌یابد (Jemric et al., 2012). ایران از کشورهای عمده تولید کننده سیب به حساب می‌آید. طبق آمار مربوط به سال ۲۰۱۴ فائو که در حال حاضر در سایت این سازمان وجود دارد، مهم‌ترین کشورهایی که بیش از یک میلیون تن سیب تولید می‌کنند، ۱۳ کشور هستند. طبق این گزارش، چین با حدود ۴۰/۹ میلیون تن مقام نخست و پس از آن کشور امریکاست که با حدود ۵/۲ میلیون تن تولید، مقام دوم جهانی را دارد. در این میان، کشور ایران با حدود ۱/۶ میلیون تن تولید سیب، در مقام هفتم جهان قرار گرفته است (FAO, 2017).

مطالعات دقیقی در کشورهای پیشرفته در مورد تعیین و ارزیابی ویژگی‌های مختلف ارقام متفاوت سیب و انتخاب ارقام مناسب برای مصارف و مقاصد مختلف اجرا شده است، چرا که ویژگی‌های فیزیکی فرآورده‌های کشاورزی، مهم‌ترین عامل در تعیین استانداردهای صحیح برای طراحی روش‌های درجه‌بندی، حمل و نقل، فرآوری و بسته‌بندی هستند. ویژگی‌های مکانیکی بافت میوه هم در ارزیابی میزان حساسیت بافت میوه نسبت به ضربه و آسیب حاصله در طول برداشت، حمل و نقل و انبارداری کمک می‌کند. اطلاعات مربوط به ویژگی‌های شیمیایی میوه نیز در تبدیل آن به سایر فرآورده‌ها از طریق فرآیندهای مختلف، مفید و ضروری است. این فرآیندها ممکن است عملیات ساده‌ای مانند تمیز کردن، جدا کردن، شستشو، جابجایی و توزین را در برگیرد و یا فرآیندهای تکمیلی (تبدیلی) باشد که به نوعی ویژگی‌های محصول را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Kheiralipour et al.,

بررسی برخی خصوصیات فیزیکی شیمیایی سه رقم سیب برای کاربرد در صنایع تبدیلی

2008a; Kheiralipour et al., 2008b). کیفیت فرآورده‌های صنایع تبدیلی سیب تحت تاثیر ویژگی‌های رسیدن، صدمه‌دیدگی، فساد، اندازه میوه، شکل میوه، اندازه حفره‌ای که بذر سیب در آن جای می‌گیرد، گرانش مخصوص، رنگ سیب، رنگ گوشت سیب، سفتی، مواد جامد محلول، مواد جامد کل، اسیدیته کل، میزان pH، ترکیبات معطر آلی، تانن‌ها، تمایل به قهوه‌ای شدن اکسیداسیونی و میزان آب‌دهی قرار دارد. به‌منظور تهیه کمپوت سیب، نوع سفت آن مناسب‌تر است در حالی که برای تهیه سس سیب، بهتر است از سیب‌های نرم‌تر استفاده شود. برای تهیه کنسانتره، ارقام با اسیدیته بالا مناسب هستند و برای خشک کردن، ارقامی مناسب هستند که بتوانند عملیات قبل از خشک شدن را با حداقل صدمه تحمل کنند (Downing, 1931).

Javdani و همکاران (۲۰۱۲)، کم‌ترین میزان قهوه‌ای شدن را در ژنوتیپ‌های امیدبخش IRI1، IRI4 و IRI6 سیب (از مجموعه باغ تحقیقاتی موسسه تحقیقات باغبانی کرج) تشخیص دادند که ممکن است برای تهیه فرآورده‌هایی مانند برش تازه، آب میوه، پوره و چیپس خشک شده استفاده شوند. Jalali و همکاران (۲۰۱۳) با مطالعه خواص مختلف چهار رقم سیب در منطقه شمال غرب ایران (ماکو)، به این نتیجه رسیدند که با توجه به بالا بودن میزان آب میوه، و محتوای آبی آب میوه در رقم کاپاک (Kapak)، این رقم برای استفاده در کارخانجات تولید آب میوه مناسب است. Wu و همکاران (۲۰۰۷)، ترکیبات و سطوح قند، اسیدهای آلی، اسیدهای آمینه، ترکیبات فنلی و اسیدهای چرب را در هشت رقم سیب تجاری مطالعه کرده و در نتایج خود متوجه اختلاف‌های کمی زیادی بین ارقام مختلف سیب، به‌ویژه در ترکیبات فنلی شدند. آن‌ها، پیشنهاد کردند که از این اطلاعات و سایر اطلاعات تکمیلی برای تحقیقات صنعتی و فرآیندهای تبدیلی استفاده شود. Rafiee و همکاران (۲۰۱۲) پس از بررسی ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی برخی ارقام سیب ایرانی و تجارتي در استان آذربایجان غربی، گزارش کردند که رقم سیب فوجی، دارای بیشترین مقدار فنل کل و بیشترین مقدار فعالیت آنتی‌اکسیدانی است و ارتباط مثبتی بین مقدار فنل کل و درصد فعالیت آنتی‌اکسیدانی وجود دارد. در انتخاب بهترین رقم برای تولید فرآورده‌هایی مثل

$$(۱) \quad (M_1 - M_2) / M_0 \times 100 = \text{درصد رطوبت}$$

M_0 = وزن نمونه

M_1 = وزن ظرف و نمونه قبل از خشک کردن

M_2 = وزن ظرف و نمونه بعد از خشک کردن

- سفتی بافت

مقاومت سیب به نیروهای فشاری با استفاده از دستگاه بافت‌سنج (Hounsfield, مدل H5KS، ساخت انگلستان)، به روش نفوذی (Penetration) و با میله گرد (پروب) به قطر ۶/۴ میلی‌متر، سرعت ۱۰۰ میلی‌متر بر دقیقه، و دامنه نفوذ ۱۵ میلی‌متر اندازه‌گیری شد (Castro *et al.*, 2008).

- میزان اسیدیته قابل‌سنجش (TA)

با استفاده از روش تیتراسیون در حضور معرف فنل فتالین با هیدروکسید سدیم (سود) ۰/۱ نرمال و رابطه ۲، اسیدیته محاسبه شد (Tsegay *et al.*, 2013).

$$(۲) \quad ۱۰۰ \times (\text{حجم آب میوه خالص} \times ۱۰۰۰) / \text{نرمالیتة سود} \times \text{اکی‌والان اسیدمالیک} \times \text{حجم سود مصرفی} = \text{اسیدیته} (\%)$$

- مواد جامد محلول در آب (TSS)

مواد جامد محلول در آب با استفاده از دستگاه رفاکتومتر دستی (مدل آتاگو^۱، ساخت ژاپن)، با آب مقطر در دمای ۲۵ درجه سلسیوس صورت گرفت (Anon, 2004).

- pH

pH با استفاده از روش پتانسیومتر (دستگاه pH متر) اندازه‌گیری شد.

- ویتامین C

اسید آسکوربیک با فرمول بسته $C_6H_8O_6$ و به جرم مولکولی ۱۷۶/۱۳، به صورت پودر یا کریستال سفید یا کمی زرد و بی‌بو است که در اتانول محلول بوده و محلول ۲ و ۶-دی‌کلروفنل ایندوفنل را بی‌رنگ می‌کند و بر اثر قرار گرفتن در معرض نور تدریجاً تیره‌رنگ می‌شود. اندازه‌گیری ویتامین C، براساس استخراج اسیداسکوربیک نمونه سیب با استفاده از محلول اسید متافسفوریک، همراه با اسیداستیک و

آب‌میوه، چیس، پوره و برش تازه بایستی به حجم پلی‌فنل‌ها و نوع آن‌ها به دلیل تاثیر بر رنگ، تلخی و سفتی میوه توجه کرد (Javdani *et al.*, 2012). Gorji Chakespari و همکاران (۲۰۱۰)، با بررسی ویژگی‌های فیزیکی و تغذیه‌ای دو رقم سیب گلاب و شفیع‌آبادی گزارش کردند که با در نظر گرفتن میزان بالای TSS و TA و نیز بزرگی ابعاد مربوط به طول و عرض و قطر در سیب شفیع‌آبادی، رقم مذکور نسبت به سیب گلاب دارای مزه ترش‌تر و اندازه بزرگتری است. مقدار مواد جامد محلول و اسیدیته کل سیب می‌تواند تاثیر مهمی در تعیین کیفیت ارقام سیب داشته باشد، به همین دلیل برای مقایسه مطلوبیت طعم سیب، از نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته کل (TSS/TA) استفاده می‌شود (Iacopini *et al.*, 2010). بیشترین مقدار این نسبت مربوط به ارقام اطلسی، کرمانشاه، کهنز و شیخی است که همگی از نوع گلاب هستند (Faramarzi *et al.*, 2014; Ghorbani *et al.*, 2013).

به هر حال، با توجه به وجود ضایعات و تلفات بیشتر سیب کشور نسبت به استانداردهای جهانی، تعیین ویژگی‌های مختلف ارقام سیب موجود در ایران و تعیین نوع استفاده از هر یک از ارقام در صنایع تبدیلی ضرورت دارد. این مقاله به مطالعه برخی از ویژگی‌های فیزیکیوشیمیایی مهم چند رقم سیب بومی ایران می‌پردازد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌های دو رقم سیب "عروس مشکین‌شهر" و "شفیع‌آبادی" از بازار میوه و تره‌بار کرج؛ و رقم "گلاب کهنز" از کلکسیون باغ سیب، مهرشهر کرج تهیه شد. برخی از خصوصیات فیزیکیوشیمیایی آن‌ها شامل میزان رطوبت، بافت، اسیدیته، مواد جامد محلول، pH، ویتامین C، پکتین، ازت (نیترژن)، میزان قند کل و قندهای احیا، و رنگ به شرح زیر اندازه‌گیری گردید.

- رطوبت

تعیین رطوبت با استفاده از توزین نمونه‌ها و تغییرات رطوبت آن‌ها طی دوره زمانی مشخص با استفاده از رابطه ۱ انجام گرفت (AOAC, 2005):

¹ Atago

بررسی برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی سه رقم سیب برای کاربرد در صنایع تبدیلی

- رنگ

با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج مینولتا (Konica Minolta، مدل CR-400، ساخت ژاپن)، شاخص‌های L، a و b، به صورت عددی برای رنگ پوست و گوشت سیب گزارش شد. چون سیب دارای رنگ یکدستی نیست و دارای رگه‌های رنگی می‌باشد، بنابراین، در اندازه‌گیری عامل رنگ، از سه نقطه تعریف شده روی پوست که دارای رنگ یکسانی نیستند (نه سه نقطه تصادفی)، نمونه‌برداری انجام شده و متوسط آن‌ها گزارش گردید. L نماد روشنایی رنگ (از L=0 برای سیاه تا L=100 برای سفید)، a نماد سبزی-قرمزی رنگ (از a=-60 برای سبز تا a=+60 برای قرمز)، و b نماد آبی-زرد (از b=-60 برای آبی تا b=+60 برای زرد) است. قبل از اندازه‌گیری رنگ هر نمونه، دستگاه با استفاده از یک سطح سفید استاندارد (L=100) کالیبره شد (Konica Minolta Sensing, 2007).

در نهایت تیتراسیون با ماده رنگی ۲ و ۶-دی کلروفنل ایندوفنل تا ظهور رنگ صورتی روشن اجرا گرفت. در نهایت مقدار اسید آسکوربیک بر حسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم نمونه با استفاده از رابطه ۳ محاسبه شد (Anon, 2011).

$$(3) \quad \text{اسید آسکوربیک} = [(V_0 - V_1) \times m_1] \times 100 / m_0$$

(میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم)

m_0 = جرم نمونه بر حسب گرم که در آزمایش تیتراسیون به کار رفته است.

m_1 = جرم اسید آسکوربیک بر حسب میلی‌گرم که معادل یک میلی‌لیتر از محلول ماده رنگی است.

V_0 = حجم محلول ماده رنگی بر حسب میلی‌لیتر که برای تیتراسیون نمونه استفاده شده است.

V_1 = حجم محلول ماده رنگی بر حسب میلی‌لیتر که در آزمون شاهد استفاده شده است.

- پکتین

با استفاده از روش شیمیایی متداول، ۲۵ گرم نمونه با ۴۰۰ میلی‌لیتر آب به مدت یک ساعت جوشانده شد. سپس، به صاف شده آن با کاغذ واتمن شماره ۴، ۳۰۰ میلی‌لیتر آب و ۱۰ میلی‌لیتر محلول NaOH اضافه گردید و به مدت یک شبانه روز نگهداری شد. بعد، ۵۰ میلی‌لیتر اسید استیک نرمال و ۲۵ میلی‌لیتر محلول کلرید کلسیم اضافه شده و به مدت یک ساعت نگهداری گردید. پس از آن، یک دقیقه جوشید و با کاغذ صافی صاف شد. سپس، چند قطره محلول نیترات نقره اضافه شده و با ظرف پتری در آن قرار گرفت. بدین ترتیب، وزن پکتات کلسیم مشخص گردید (Saini et al., 2006).

- مقدار ازت (نیترژن)

مقدار ازت (نیترژن) با استفاده از روش استاندارد سازمان ملی استاندارد ایران صورت گرفت (Anon, 2010).

- میزان قندهای احیا و غیر احیا (قند کل)

قند کل با روش تشریح شده توسط Saini و همکاران (۲۰۰۶) اجرا شد.

- تجزیه و تحلیل آماری

قالب آماری به صورت طرح کاملاً تصادفی شامل سه رقم گلاب کهنز، شفیع‌آبادی، و عروس مشکین‌شهر بود. نتایج داده‌های حاصل از هر یک از متغیرهای وابسته کمی و کیفی، در سه تکرار، از طریق تجزیه واریانس یک طرفه^۱ بررسی گردید. نتایج مقایسه میانگین‌های متغیرهای مختلف به روش آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) صورت گرفت.

یافته‌ها

خصوصیات فیزیکوشیمیایی سه رقم سیب بومی ایران، به عنوان متغیرهای وابسته شامل میزان رطوبت، اسیدیته، pH، مواد جامد محلول، مقدار پکتین، قند کل، قند احیاء، میزان ازت، ویتامین C، سفتی پوست و سفتی بافت سیب، و رنگ (شاخص‌های L، a، b برای پوست و بافت سیب) انجام گرفت. تجزیه واریانس یک طرفه تاثیر سه رقم سیب بومی ایران بر هر یک از متغیرهای وابسته که از طریق انجام آزمون‌های مختلف در سه تکرار بدست آمد، بررسی شد و نتایج آن در بیشتر موارد حکایت از وجود اختلاف معنی‌دار بود. هم‌چنین، مقایسه میانگین‌های متغیرهای مختلف به روش LSD انجام شد. نتایج تجزیه واریانس و مقایسه

¹ One-way ANOVA

در یک گروه یکسان قرار دارند.

- خصوصیات شیمیایی

اسیدیته: نتایج جدول تجزیه واریانس حاصل از تاثیر رقم سیب بر میزان اسیدیته، معنی‌دار بودن تاثیر رقم سیب در سطح اطمینان ۹۹٪ (سطح احتمال ۱٪) بر مقدار اسیدیته سیب را نشان داد. مطابق جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲)، معلوم شد که هر یک از سه رقم در گروهی جداگانه قرار دارند و به طور معنی‌داری ($p < 0.05$)، اختلاف آماری بین میزان اسیدیته ارقام مختلف سیب وجود دارد. میزان اسیدیته در رقم شفیع‌آبادی با میزان ۳۲/۰ درصد بیشترین و رقم عروس مشکین کمترین مقدار را با میزان ۰/۲۲ دارا است.

مواد جامد محلول: با توجه به معنی‌دار بودن تاثیر رقم سیب بر میزان مواد جامد محلول در سطح اطمینان ۹۹٪ (سطح احتمال ۱٪)، مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) نشان می‌دهد که هر یک از سه رقم در گروهی جداگانه قرار دارند. میزان مواد جامد محلول در رقم شفیع‌آبادی با میزان ۱۲/۷۶ درصد، بیشترین مقدار و رقم عروس مشکین کمترین مقدار را با میزان ۹/۷۳ درصد دارد.

pH: جدول تجزیه واریانس حاصل از تاثیر رقم سیب بر شاخص pH نشان داد که رقم سیب در سطح اطمینان ۹۹٪ (سطح احتمال ۱٪) بر میزان pH سیب موثر است. مطابق جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) معلوم شد که دو رقم گلاب و عروس مشکین در گروه یکسان قرار دارند. در سطح احتمال $p < 0.05$ ، میزان pH در رقم شفیع‌آبادی با میزان ۴/۳۷ بیشترین و در رقم گلاب کمترین مقدار را با میزان ۴/۱۲ دارد. اختلاف آماری بین دو رقم گلاب و عروس مشکین معنی‌دار نبود.

میانگین‌ها در جدول‌های ۱ تا ۳ خلاصه شده است که به تفکیک متغیرها بحث خواهد شد. یادآور می‌شود، در جداول زیر، میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون، اختلاف معنی‌دار ندارند.

- خصوصیات فیزیکی

رطوبت: جدول تجزیه واریانس حاصل از تاثیر رقم سیب بر شاخص رطوبت سیب نشان داد که رقم سیب در سطح اطمینان ۹۹٪ (سطح احتمال ۱٪) بر میزان رطوبت سیب موثر است. با توجه به اطلاعات حاصل از روش LSD و مقایسه میانگین‌ها در جدول ۱، معلوم شد که دو رقم گلاب و شفیع‌آبادی در یک گروه یکسان قرار دارند. طبق این جدول در سطح احتمال $p < 0.05$ ، میزان رطوبت در رقم شفیع‌آبادی با میزان ۷۷ درصد بیشترین مقدار و رقم عروس مشکین شهر کمترین مقدار را با میزان ۶۲ درصد دارد. اختلاف آماری بین ارقام شفیع‌آبادی و گلاب معنی‌دار نبود.

میزان سفتی میوه سیب (با پوست): تجزیه واریانس داده‌های حاصل از نیروی وارد شده بر میوه سیب (با پوست)، نشان داد که رقم سیب تاثیر معنی‌داری بر سفتی سیب با پوست ندارد. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۱) نیز معلوم کرد که هر سه رقم با هم اختلاف معنی‌داری نداشته و در یک گروه یکسان قرار دارند.

میزان سفتی بافت میوه سیب (بدون پوست): اگرچه تجزیه واریانس داده‌های حاصل از نیروی وارد شده بر گوشت میوه سیب معلوم کرد که رقم سیب در سطح اطمینان ۹۹٪ (سطح احتمال ۱٪) بر میزان سفتی گوشت سیب موثر است، جدول ۱ نشان می‌دهد که اختلاف آماری بین ارقام عروس و شفیع‌آبادی معنی‌دار نبوده و این دو رقم

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی سه رقم سیب بومی ایران (میانگین \pm خطای استاندارد)

رقم	رطوبت (%)	سفتی میوه، با پوست (N)	سفتی میوه، بدون پوست (N)
گلاب	۷۳/۷ \pm ۱/۵ ^a	۳۱/۲۶ \pm ۳/۲ ^a	۲۹/۴۷ \pm ۵/۲۵ ^a
شفیع‌آبادی	۷۷/۷ \pm ۱/۹۵ ^a	۱۹/۶۷ \pm ۲/۸۰ ^a	۱۳/۴۹ \pm ۳/۸۵ ^b
عروس مشکین شهر	۶۲/۰۰ \pm ۰/۸۲ ^b	۲۱/۹۱ \pm ۱/۵ ^a	۱۳/۶۵ \pm ۲/۷۵ ^b

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون، در سطح اطمینان ۹۵٪ (سطح احتمال ۵٪) آزمون LSD اختلاف معنی‌دار ندارند.

بررسی برخی خصوصیات فیزیکی شیمیایی سه رقم سیب برای کاربرد در صنایع تبدیلی

جدول ۲- ترکیب شیمیایی سه رقم سیب بومی ایران (میانگین \pm خطای استاندارد)

رقم			ترکیب شیمیایی
عروس مشکین شهر	شفیع آبادی	گلاب	
0.227 ± 0.05^c	0.321 ± 0.16^a	0.297 ± 0.03^b	اسیدیته (%)
9.73 ± 1.05^c	12.77 ± 0.14^a	11.66 ± 0.37^b	مواد جامد محلول (%)
4.14 ± 0.0^b	4.37 ± 2.61^a	4.12 ± 1.73^b	pH
7.95 ± 0.05^a	7.96 ± 0.075^a	7.95 ± 0.05^a	ویتامین C (میلی گرم در ۱۰۰ گرم)
0.72 ± 1.85^c	2.70 ± 2.5^b	4.46 ± 2.35^a	پکتین (%)
0.056 ± 0.075^b	0.057 ± 0.036^b	0.067 ± 0.057^a	ازت (%)
0.99 ± 3.7^a	1.04 ± 3.5^b	0.70 ± 3.5^a	قند کل (%)
22.37 ± 2.25^b	32.27 ± 2.5^a	30.62 ± 2.5^a	قند احیا (%)

میانگین‌های با حروف مشابه در هر سطر، در سطح اطمینان ۹۵٪ (سطح احتمال ۵٪) آزمون LSD اختلاف معنی‌دار ندارند

میانگین‌ها (جدول ۲) نشان داد که دو رقم گلاب و عروس - مشکین در یک گروه یکسان قرار دارند. یعنی اختلاف آماری معنی‌داری بین این دو رقم از نظر محتوای قند کل وجود ندارد. رقم شفیع‌آبادی با میزان ۱/۰۴ درصد، بیشترین و رقم گلاب با میزان ۰/۷ کمترین مقدار قند کل را داشتند.

قند احیاء: جدول تجزیه واریانس حاصل از تاثیر رقم سیب بر شاخص قند احیا، معنی‌دار بودن آن را در سطح اطمینان ۹۹٪ (سطح احتمال ۱٪) بر میزان قند احیا سیب نشان داد. همان‌طور که در جدول ۲ مشخص است، دو رقم گلاب و شفیع‌آبادی در یک گروه یکسان قرار دارند و اختلاف آماری بین آن‌ها وجود ندارد. میزان قند احیا در رقم شفیع-آبادی ۳۲/۲۷ درصد بیشترین و در رقم عروس مشکین شهر با ۲۲/۳۷ درصد کمترین مقدار را دارد. با توجه به نتایج، بیش از نیمی از قند موجود از نوع احیا است که این نسبت برای رقم عروس مشکین شهر کمتر بوده و دارای قند احیا پایین-تری است.

- خصوصیات رنگ

تجزیه واریانس حاصل از داده‌های شاخص روشنایی (L) پوست سیب نشان داد که رقم سیب در سطح اطمینان ۹۹٪ (سطح احتمال ۱٪) بر میزان روشنایی پوست سیب موثر است. همچنین، با توجه به اطلاعات حاصل از روش LSD در سطح احتمال ۵٪ و مقایسه میانگین‌ها در جدول ۳، معلوم

ویتامین C: جدول تجزیه واریانس حاصل از تاثیر رقم سیب بر میزان ویتامین C معلوم کرد که رقم سیب بر مقدار ویتامین C سیب تاثیری ندارد. جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) نیز بیانگر این است که هر سه رقم در یک گروه قرار دارند. یعنی اختلاف آماری معنی‌داری ($p > 0.05$) بین مقدار ویتامین C ارقام مختلف سیب وجود نداشت.

پکتین: در این تحقیق، تاثیر رقم سیب بر شاخص پکتین آن در سطح اطمینان ۹۹٪ (سطح احتمال ۱٪) معنی‌دار شد. جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) نشان می‌دهد که هر رقم در گروهی متفاوت قرار دارد. مطابق این جدول، در سطح احتمال ۵٪، رقم گلاب با ۴/۴۶ درصد، و رقم عروس مشکین با ۰/۷۲ درصد، به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار پکتین را داشتند.

مقدار ازت (نیترژن): تجزیه واریانس حاصل از داده‌های میزان ازت ارقام سیب در سطح اطمینان ۹۵٪ (سطح احتمال ۵٪) نشان داد که رقم سیب بر میزان ازت آن تاثیر دارد اما مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) مشخص کرد که اختلاف آماری بین ارقام شفیع‌آبادی و عروس مشکین معنی‌دار نیست و این دو رقم، در گروه یکسانی قرار دارند. بیشترین و کمترین میزان ازت به ترتیب به رقم گلاب با میزان ۰/۰۶۷ و رقم عروس مشکین شهر با میزان ۰/۰۵۶ مربوط است.

قند کل: اگرچه رقم سیب در سطح اطمینان ۹۹٪ (سطح احتمال ۱٪) بر مقدار قند کل سیب موثر بود، مقایسه

سطح اطمینان ۹۹٪ (سطح احتمال ۱٪)، مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) معلوم کرد که رقم عروس مشکین در گروهی متفاوت از دو رقم دیگر قرار دارد. اختلاف آماری معنی‌دار بین ارقام گلاب و شفیع‌آبادی وجود ندارد و این دو رقم در یک گروه یکسان هستند. رقم گلاب با میزان ۶/۸۳- و رقم عروس مشکین با میزان ۱/۸۳-، به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار شاخص a را دارند (جدول ۳). همچنین، نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از شاخص آبی-زرد (b) نشان داد که رقم سیب تاثیر معنی‌داری بر میزان b گوشت سیب ندارد. جدول ۳ نیز نشان می‌دهد که هر سه رقم در یک گروه یکسان قرار دارند و اختلاف معنی‌داری ($p > 0.05$) بین آن‌ها نیست.

بحث

نتایج اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکوشیمیایی سه رقم سیب بومی ایران نشان داد که از نظر مقدار رطوبت، رقم شفیع‌آبادی با میزان ۷۷ درصد بیشترین و رقم عروس مشکین شهر کمترین مقدار را با میزان ۶۲ درصد دارد. معمولاً، دامنه رطوبت در ارقام مختلف سیب تازه بین ۸۰ تا ۸۵ درصد است که شرایط برداشت، شرایط حمل و نقل از جمله دما، و زمان انبارداری سیب، تاثیر مستقیمی بر کاهش رطوبت آن دارد (Bakhshi Khaniki et al., 2011). ممکن است کم بودن میزان رطوبت این سه رقم سیب هنگام آزمون، ناشی از گرمای زمان خرید و به‌ویژه برای رقم عروس مشکین ناشی از انبارداری و خیلی تازه نبودن این رقم در زمان خرید باشد. میزان اسیدیته در رقم شفیع‌آبادی با میزان ۰/۳۲ درصد بیشترین و در رقم عروس مشکین کمترین (۰/۲۲ درصد) را دارد. Bakhshi Khaniki و همکاران (۲۰۱۱) نیز با بررسی تغییرات بیوشیمیایی دو رقم سیب گلاب

شد که هر سه رقم در گروهی جداگانه قرار دارند. میزان شاخص L در رقم گلاب با میزان ۷۰/۰۲ بیشترین و در رقم عروس مشکین کمترین مقدار با میزان ۵۵/۸۵ را دارد. با توجه به معنی‌دار شدن تاثیر رقم سیب بر شاخص سبز-قرمزی (a) پوست میوه سیب در سطح اطمینان ۹۹٪ (سطح احتمال ۱٪)، مقایسه میانگین‌ها در جدول ۳، نشان می‌دهد که هر سه رقم در گروهی جداگانه قرار دارند. میزان شاخص a در رقم عروس مشکین با میزان ۲۳/۰۲ بیشترین مقدار و رقم گلاب کمترین مقدار را با میزان ۱۴/۱۸- دارا بود. شاخص a بین ۱۲۰- تا ۱۲۰+ رنگ سبزی تا قرمزی را نشان می‌دهد که در نتایج معلوم شد که سیب گلاب در پوست خود سبزی بیشتر و شفیع‌آبادی و عروس مشکین قرمزی بیشتری دارند. تجزیه واریانس حاصل از تاثیر رقم سیب بر شاخص آبی-زرد (b) پوست میوه سیب در سطح اطمینان ۹۹٪ (سطح احتمال ۱٪) معنی‌دار شد. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) نشان می‌دهد که هر سه رقم در گروهی جداگانه قرار دارند. میزان شاخص b در رقم گلاب با میزان ۴۰/۴۰ بیشترین و در رقم عروس مشکین کمترین مقدار را با میزان ۲۶/۷۱ دارد. از آنجایی که شاخص b بین ۶۰- تا ۶۰+ رنگ آبی تا زردی را نشان می‌دهد (Konica Minolta Sensing, 2007)، این ارقام سیب، دارای رنگ زردی هستند.

علاوه بر سنجش رنگ سیب با پوست، شاخص‌های رنگ مربوط به گوشت میوه سیب نیز اندازه‌گیری شد. تجزیه واریانس داده‌های مربوط به شاخص روشنایی (L) گوشت میوه سیب نشان داد که رقم سیب، تاثیر معنی‌داری بر میزان L گوشت سیب ندارد. جدول ۳ نیز نشان می‌دهد که بین ارقام مختلف سیب، اختلاف آماری معنی‌داری ($p < 0.05$) از نظر میزان شاخص L وجود ندارد. اما به دنبال معنی‌دار شدن تاثیر رقم سیب بر شاخص سبز-قرمزی (a) گوشت سیب در

جدول ۳- شاخص‌های رنگ سه رقم سیب بومی ایران (میانگین \pm خطای استاندارد)

رقم	L گوشت	a گوشت	b گوشت	L پوست	a پوست	b پوست
گلاب	۷۹/۱۲۷ \pm ۴/۶ ^b	-۶/۸۳ \pm ۷/۴۲ ^a	۲۱/۸۳۷ \pm ۸/۴۷ ^a	۷۰/۰۲ \pm ۲/۴۰ ^a	-۱۴/۸۱ \pm ۰/۷۹ ^a	۴۰/۴۰ \pm ۱/۹۵ ^a
شفیع‌آبادی	۸۳/۳۰۷ \pm ۲/۴۷ ^a	-۲/۶۰۳ \pm ۳/۹۳ ^a	۱۸/۷۲۳ \pm ۴/۰۵ ^a	۶۴/۲۶ \pm ۰/۹۵ ^b	-۱۴/۹۳ \pm ۱/۱۵ ^b	۳۱/۴۵ \pm ۱/۷۱ ^b
عروس مشکین	۸۲/۱۲۷ \pm ۰/۴۳ ^{ba}	-۱/۸۶۳ \pm ۲/۳۵ ^b	۱۶/۱۳۷ \pm ۶/۳۸ ^a	۵۵/۸۵ \pm ۰ ^c	۲۳/۰۲ \pm ۴/۰۸ ^c	۲۶/۷۱ \pm ۱/۳۱ ^c

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون، در سطح اطمینان ۹۵٪ (سطح احتمال ۵٪) آزمون LSD اختلاف معنی‌دار ندارند

و شفیع‌آبادی در زمان برداشت و پس از انبارداری، به این نتیجه رسیدند که بین این دو رقم، اختلاف معناداری از نظر اسیدیته وجود دارد. با توجه به معنی‌دار بودن تاثیر رقم سیب بر میزان مواد جامد محلول در سطح اطمینان ۹۹٪ (سطح احتمال ۱٪)، میزان مواد جامد محلول در رقم شفیع‌آبادی با میزان ۱۲/۷۶ درصد، بیشترین مقدار و رقم عروس مشکین کمترین مقدار را با میزان ۹/۷۳ درصد دارد. از آنجایی که میزان مواد جامد محلول با میزان قند ارتباط مستقیمی دارد، نتایج میزان قند کل تاییدی بر صحت نتایج مواد جامد محلول می‌باشد. Bakhshi Khaniki و همکاران (۲۰۱۱) نیز گزارش کردند که بین دو رقم سیب گلاب و شفیع‌آبادی، اختلاف معناداری از نظر مواد جامد محلول وجود دارد. در سطح احتمال $p < 0.05$ ، میزان pH در رقم شفیع‌آبادی با میزان ۴/۳۷ بیشترین و در رقم گلاب کمترین مقدار را با میزان ۴/۱۲ دارد. در نتایج اسیدیته نیز میزان اسیدیته در رقم شفیع‌آبادی بالا بود که منطقی باید دارای pH پایین‌تری می‌بود اما بالاترین میزان pH نیز در رقم شفیع‌آبادی مشاهده شد که احتمالاً مربوط به اسیدهای فرار و عوامل ایجاد عطر و طعم است. Gorji Chakespari و همکاران (۲۰۱۰) نیز با بررسی ویژگی‌های فیزیکی و تغذیه‌ای دو رقم سیب گلاب و شفیع‌آبادی گزارش کردند که رقم شفیع‌آبادی نسبت به سیب گلاب دارای مزه ترش‌تری است. به‌طور کلی، میزان ویتامین C ارقام مختلف سیب متفاوت است. بالاترین میزانی که برای ارقام داخلی گزارش شده است، ۱۷/۶۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم، متعلق به سیب طلایی است (Nikniaz et al., 2009). در حالی که میزان این ویتامین در رقم‌های آمریکایی بین ۳ تا ۱۹ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم، ارقام کانادایی بین ۶/۳ تا ۱۸/۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم، رقم‌های فرانسوی بین ۴/۴ تا ۱۰/۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم و برای ارقام انگلیسی حدود ۱۴/۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم است (Lee, 2012). پکتین، ترکیبی است که در گیاهان مختلف وجود دارد. این ترکیب، یک ماده‌ی لزج و ژلاتینی است که در مجاورت آب، حجم آن افزایش می‌یابد. در واقع، این ماده نوعی قند (گلوکید) است که به میزان قابل توجهی در میوه‌های مختلفی مانند سیب، انگور، کشمش بی‌دانه و لیموترش وجود دارد. میزان این فیبر در سیب‌های تازه یا نارس بسیار بیشتر بوده و سفتی سیب‌های تازه یا سیب سبز به دلیل وجود پکتین است. هر

چه سیب رسیده‌تر و کهنه‌تر شود، میزان پکتین آن نیز کمتر می‌شود (Carre & Haynes, 1922). اهمیت اقتصادی این محصول عمدتاً به توانایی آن در تشکیل ژل در ترکیب با شکر (قند) و اسید مربوط بوده و بنابراین در صنایعی چون کمپوت، مربا و غیره مهم است. در این تحقیق، در سطح احتمال ۵٪، رقم گلاب با ۴/۴۶ درصد، و رقم عروس مشکین با ۰/۷۲ درصد، به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار پکتین را داشتند. با این که گفته شده است میزان پکتین سیب عمدتاً کمتر از ۱ درصد است (Lee, 2012)، مقدار پکتین ارقام گلاب و شفیع‌آبادی نسبتاً بالا است. Baker (۱۹۹۷) مقدار پکتین سیب‌ها را بین ۰/۱۴ تا ۱/۱۵ درصد وزنی بیان کرده و عوامل رقم، شرایط رشد، و رسیدن را بر مقدار آن موثر دانسته است. مقدار ازت در سیب اهمیت دارد بویژه وقتی که قرار باشد از آن، سرکه سیب تهیه شود. زیرا در تهیه سرکه، علاوه بر قند (به عنوان منبع کربن) که منبع اصلی تغذیه مخمر است، مخمر برای رشد نیاز به منبع ازت و عوامل کمکی رشد مانند مواد معدنی و ویتامین دارد. بیشترین و کمترین میزان ازت به‌ترتیب به رقم گلاب با میزان ۰/۰۶۷ و رقم عروس مشکین‌شهر با میزان ۰/۰۵۶ مربوط است. از نظر مقدار قند کل، رقم شفیع‌آبادی با میزان ۱/۰۴ درصد، بیشترین و رقم گلاب با میزان ۰/۷ کمترین مقدار قند کل را داشتند. میزان قند احیا نیز در رقم شفیع‌آبادی با ۳۲/۲۷ درصد بیشترین و در رقم عروس مشکین‌شهر با ۲۲/۳۷ درصد کمترین مقدار را دارد. با توجه به نتایج، بیش از نیمی از قند موجود از نوع احیا است که این نسبت برای رقم عروس مشکین‌شهر کمتر بوده و دارای قند احیا پایین‌تری است. رنگ پوست میوه، یکی از خصوصیات ظاهری سیب است که در جذب مشتری تاثیر زیادی دارد و تغییرات آن نیز در صنایعی چون صنعت بسته‌بندی حائز اهمیت است. در این تحقیق، میزان شاخص L در رقم گلاب با میزان ۷۰/۰۲ بیشترین و در رقم عروس مشکین کمترین مقدار با میزان ۵۵/۸۵ را دارد. میزان شاخص a در رقم عروس مشکین با میزان ۲۳/۰۲ بیشترین مقدار و رقم گلاب کمترین مقدار را با میزان ۱۴/۱۸ دارا بود. شاخص a بین ۱۲۰- تا ۱۲۰ رنگ سبزی تا قرمزی را نشان می‌دهد و در نتایج معلوم شد که سیب گلاب در پوست خود سبزی بیشتر و شفیع‌آبادی و عروس مشکین قرمزی بیشتری دارند. میزان شاخص b در رقم گلاب با میزان ۴۰/۴۰

درصد بالایی از میزان پکتین (به دلیل توانایی تشکیل ژل)، می‌تواند در صنایعی چون کمپوت، مربا و غیره؛ و داشتن مقدار ازت بالاتر (به دلیل یکی از منابع مهم در تغذیه مخمر) می‌تواند در تهیه سرکه اهمیت بیشتری داشته باشد. رقم شفیع-آبادی نیز به دلیل دارا بودن مواد جامد محلول بیشتر و قند کل بالاتر، ممکن است در تهیه برگه و چیپس مهم‌تر است. با توجه به این که سن درختان هنگام برداشت میوه و نوع پایه درخت ممکن است روی خواص فیزیکی شیمیایی آن موثر باشد، پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های مشابه، این دو عامل نیز در نظر گرفته شود. برای به حداقل رساندن خطاهای آزمایشی، در صورتی که هدف مطالعه فقط و فقط مقایسه بین ارقام باشد، پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های مشابه، عواملی چون زمان برداشت، شرایط نگهداری، و حمل و نقل محصول تا محل مطالعه برای تمام ارقام مدنظر قرار گرفته و حتی‌المقدور یکسان باشد.

منابع

Anon. (2011). Fruits, vegetables and derived products – determination of ascorbic acid–part2: routine method, standard No. 14617-2. Iranian National Standardizations Organization, 1st Edition [In Persian].

Anon. (2004). Fruits and vegetable products – determination of soluble solids content–refractometric method, standard No. 7994. Iranian National Standardizations Organization, 1st Edition [In Persian].

Anon. (2010). Milk- Determination of nitrogen Content- Routine method using combustion according to Dumas principle, standard No. 13634. Iranian National Standardizations Organization, 1st Edition [In Persian].

AOAC. (2005). Association of Analytical Chemists. Method 923.03. In: Official Methods of Analysis, 21st Edition, AOAC International Publisher, Gaithersburg.

Baker, R. A. (1997). Reassessment of Some Fruit and Vegetable Pectin Levels. *Journal of Food Science*, 62(2), 225-229.

Bakhshi Khaniki, G., Ghorbanli, M. & Mirbagheri, S. S. (2011). Biochemical changes of two cultivars of golab and shafiabadi apple at harvesting time and after storing. *New Cellular and Molecular Biotechnology Journal*, 2(5), 59-65 [In Persian].

بیشترین و در رقم عروس مشکین کمترین مقدار را با میزان ۲۶/۷۱ دارد. از آنجایی که شاخص b بین ۶۰- تا ۶۰ رنگ آبی تا زردی را نشان می‌دهد (Konica Minolta Sensing, 2007)، این ارقام سیب، دارای رنگ زردی هستند. تغییرات این شاخص‌ها طی مدت نگهداری یا بسته بندی سیب، عامل کیفی مهمی در قضاوت شرایط سیب است. علاوه بر سنجش رنگ سیب با پوست، شاخص‌های رنگ مربوط به گوشت میوه سیب نیز اندازه‌گیری شد. در مصارف غیر از تازه‌خوری، رنگ گوشت میوه نیز ممکن است عامل موثری در انتخاب رقم برای فرآوری باشد. به هر حال، رقم گلاب با میزان ۶/۸۳- و رقم عروس مشکین با میزان ۱/۸۳-، به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار شاخص a را دارند (جدول ۳).

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از مقایسه خصوصیات فیزیکوشیمیایی ارقام مختلف سیب نشان داد که میزان پکتین در رقم گلاب بیشتر بوده و دارای قند کمتری است. بریکس بالا و سفتی بالای بافت این رقم نیز گواهی بر این حقیقت می‌باشد. حال آن که رقم عروس مشکین شهر، دارای پکتین کم، قند بالا، و کمترین میزان رطوبت بود که علاوه بر اختلاف مربوط به رقم ممکن است ناشی از انبارمانی و کهنه بودن این رقم در زمان خرید باشد. همچنین این رقم، دارای کمترین میزان سفتی بافت و بریکس پایینی بود. هرچند اختلاف معنی‌داری ($p < 0.05$) بین ارقام مختلف از نظر سفتی میوه سیب (با پوست) مشاهده نشد. هر سه رقم دارای ویتامین C به میزان نسبتاً مساوی بوده و میزان ازت در رقم گلاب بیش از دو رقم دیگر بود. میزان اسیدیته در رقم شفیع‌آبادی بالا بود و از نظر حسی نیز بوی قوی‌تری داشت که ناشی از اسیدهای آلی و فرار عامل ایجاد عطر و طعم در سیب است. رقم گلاب دارای pH پایین‌تری نسبت به سایر ارقام بود که با ترشی نسبی این رقم همخوانی دارد. از نظر شاخص رنگ نیز با توجه به سبز بودن رقم گلاب و سرخ بودن ارقام عروس مشکین و شفیع‌آبادی، نتایج میزان سبزی بیشتر برای رقم گلاب و قرمزی بیشتر برای دو رقم دیگر نشان داد. به طور کلی در این مطالعه، با توجه به مجموعه خصوصیات مورد اندازه‌گیری، رقم گلاب، علاوه بر تازه‌خوری، با دارا بودن

- Carre, M. H. & Haynes, D. (1922). The estimation of pectin as calcium pectate and the application of this method to the determination of the soluble pectin in apples. *Biochemical Journal*, 16, 60.
- Castro, S. M., Saraiva, J. A., Lopes-da-Silva, J. A., Delgado, I., Van Loey, A., Smout, C. & Hendrickx, M. (2008). Effect of thermal blanching and of high pressure treatments on sweet green and red bell pepper fruits (*Capsicum annuum* L.). *Food Chemistry*, 107, 1436-1449.
- Downing, D. L. (1931). Processed apple products, Falahi, M. (translator), Barsava Publications, Mashhad. pp. 226 [In Persian].
- FAO. (2017). FAOSTAT download data for apples. Available online at: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Faramarzi, S., Yadollahi, A. & Soltani, B. (2014). Preliminary Evaluation of Genetic Diversity among Iranian Red Fleshed Apples Using Microsatellite Markers. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 16, 373-384.
- Ghorbani, E., Bakhshi, D., Ghasemnezhad, M., Arakawa, O., Hajnajari, H. & Papachatzis, A. (2013). Evaluation of phenolic compounds and antioxidant activity of some native and imported apple cultivars in Iran. *Acta horticulturae*, 981, 705-711.
- Gorji Chakespari, A., Rajabipour, A. & Mobli, H. (2010). Postharvest physical and nutritional properties of two apple varieties. *Journal of Agricultural Sciences*, 3(2), 61-68.
- Iacopini, P., Camangi, F., Stefani, A. & Sebastiani, L. (2010). Antiradical potential of ancient Italian apple varieties of *Malus domestica* Borkh. in a peroxynitrite-induced oxidative process. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23, 518-524.
- Javdani, Z., Ghasemnezhad, M., Haj Najari, H. & Bakshi, D. (2012). The comparison of browning potency of some Iranian apple fruit genotypes for introducing to processing industry. *Plant Production Technology*, 12(1), 39-49 [In Persian].
- Jalali, A., Ghaffari, H., Lotfi, S. & Akhuni-pour, V. (2013). Some physical and chemical properties of four apple varieties of north-west Iran. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 5(5), 559-564.
- Jemrić, T., Fruk, G., Čiček, D., Skendrović Babojelić, M. & Šindrak, Z. (2012). Preliminary results of fruit quality of eight Croatian local apple cultivars. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 77, 223-226.
- Kheiralipour, K., Tabatabaeefar, A., Mobli, H., Rafiee, S., Sahraroo, A., Rajabipour, A. & Jafari, A. (2008a). Some physical properties of apple. *Pakistan Journal of Nutrition*, 7(5), 667-672.
- Kheiralipour, K., Tabatabaeefar, A., Mobli, H., Rafiee, S., Sahraroo, A., Rajabipour, A. & Jafari, A. (2008b). Some mechanical and nutritional properties of two varieties of apple (*Malus domestica* Borkh.L.) in Iran. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 3(3), 343-346.
- Konica Minolta Sensing, Inc. (2007). https://www.konicaminolta.com/instruments/knowledge/color/pdf/color_communication.pdf
- Lee, C. Y. (2012). Common Nutrients and Nutraceutical Quality of Apples. *New York Fruit Quarterly*, 20, 8.
- Morgan, J. & Alison, R. (2002). The new book of apples. Ebury press, London. pp. 316.
- Nikniaz, Z., Mahdavi, R., Rafraf, M. & Jouyban, A. (2009). Total phenols and vitamin C contents of Iranian fruits. *Nutrition and Food Science*, 39, 603-608.
- Rafiee, M., Naseri, L., Bakhshi, D. & Alizadeh, A. (2012). Phenolic compounds and antioxidant activity of some Iranian and commercial apple varieties in West Azarbaijan province. *Journal of Crops Improvement*, 14 (2), 43-55 [In Persian].
- Saini, R.S., Sharma, K.D., Dhankar, O.P. & Kaushik, R.A. (2006). Laboratory manual of analytical techniques in horticulture. Agrobios viii 16-38, ISBN817754-76-9, Jodhpur, India.
- Tsegay, D., Tesfaye, B., Mohammed, A., Yirga, H. & Bayleyegn, A. (2013). Effects of harvesting stage and storage duration on postharvest quality and shelf life of sweet bell pepper (*Capsicum annuum* L.) varieties under passive refrigeration system. *International Journal for Biotechnology and Molecular Biology Research*, 4(7), 98-104.
- Wu J., Gao, H., Zhao, L. & Hu., X. (2007). Chemical compositional characterization of some apple cultivars. *Food Chemistry*, 103(1), 88-93.

Study of Some Physicochemical Properties of Three Apple (*Malus domestica*) Varieties for Food Processing Applications

B. Tajeddin^{a*}, K. Jahanmihan^b

^a Agricultural Engineering Research Institute (AERI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

^b M. Sc. Graduated, Food Science and Technology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran.

Received: 3 June 2019

Accepted: 9 December 2019

Abstract

Introduction: Apple is one of the most valuable high quality products in the world that plays a specific role in the household food basket. Measurement of physicochemical and mechanical properties of fruits is necessary to reduce their wastes, increase quality, and reduce the products final cost in the transportation and handling, storage and processing industries.

Materials and Methods: In this study, some physicochemical parameters of three varieties of Iranian native apples (Golab, Shafiabadi, and Arous Meshkinshar) such as moisture, color, firmness, total soluble solids (TSS), acidity (based on malic acid), pectin, and pH were measured according to the standard methods.

Results: The results showed that Golab variety has more pectin content, less sugar, more brix, lower pH, and higher firmness, while the Arous Meshkinshahr had low pectin, high sugar content, low moisture content, with lower firmness and brix. All three apple varieties had almost equal quantities of ascorbic acid (vitamin C) and little nitrogen. Shafiabadi variety was high in acidity. In point of color index, there was more greenness for Golab and redness concerned other two varieties.

Conclusion: In terms of measured physicochemical properties in this study, Golab variety due to also high percentage of pectin content might be used in industries such as canning, jam making; and having higher nitrogen content might be used in vinegar production. Shafiabadi variety due to higher soluble solid content and total sugar might be employed for production of dried apple and apple flakes.

Keywords: Apple, Color, Physicochemical Characteristics, Texture.

* Corresponding Author: b.tajeddin@areeo.ac.ir; behjat.tajeddin@yahoo.com