



انتخاب ژنوتیپ‌های برتر بومی آلبالو (*Prunus cerasus L*) در ایران برای مصارف مختلف

تازه‌خوری و فرآوری

فروغ شواخی^{۱*}، ناصر بوذری^۲، فوژان بدیعی^۳، زهرا رفیعی درسنگی^۴

- ۱- استادیار مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
 ۲- دانشیار مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
 ۳- دانشیار پژوهشی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
 ۴- کارشناس ارشد صنایع غذایی، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

چکیده

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۸/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۰۳

کلمات کلیدی:

آلبالو،

بافت،

رنگ،

تنفس،

فیزیکی‌شیمیایی.

در این پژوهش ۲۳ ژنوتیپ بومی موجود در کلکسیون آلبالوی مشکین دشت کرج از نظر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی شامل وزن، نسبت گوشت به هسته، بافت، مواد جامد محلول، ماده خشک، اسیدیته قابل‌تیترا، pH، شاخص طعم، تنفس، شاخص‌های رنگ میوه و آب میوه (L^* ، a^* ، b^* ، هیو و کروما) و همبستگی‌های آنها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان‌داد که تمامی ژنوتیپ‌ها از نظر صفات مورد بررسی تفاوت معنی‌داری ($p \leq 0/05$) داشتند. بر اساس همبستگی شاخص‌های رنگی به دست آمده در این پژوهش، می‌توان از شاخص a^* به تنهایی برای ارزیابی تفاوت‌های رنگ قرمز ژنوتیپ‌های مختلف آلبالو استفاده کرد. با توجه به خصوصیات مورد بررسی، ژنوتیپ‌های KB-۱۰۰، KB-۴۵۰، KB-۲۱۳ با دارا بودن ویژگی‌های مناسب مانند وزن ($>2/8 \text{ g}$)، نسبت گوشت به هسته ($>N/5$) و شاخص طعم ($>9/5$) و اسیدیته ($<1/75\%$) برای تازه‌خوری و ژنوتیپ‌های KB-۲۳۲ و KB-۲۴۷ با وزن ($>3/7 \text{ g}$) و ماده خشک ($>15\%$) و تنفس ($<9000 \text{ mg CO}_2/\text{kg.hr}$)، برای فرآوری مناسب‌تر هستند. همچنین ژنوتیپ‌های با اسیدیته ($>3\%$) مانند KB-۱۵۷، KB-۱۲۱، KB-۲۳۴ و KB-۱۵۲ برای فرآوری ترشی و لواشک، ژنوتیپ‌های با ماده خشک ($>21\%$) و شدت قرمزی بیشتر ($a^* < 9$ پوست و $a^* < 16$ آب میوه) مانند KB-۱۳۶ و KB-۴۴۹ برای تولید پودر، آلبالو خشک، شربت و نکتار و ژنوتیپ‌های دیررس با سفتی بافت ($>6N$) مانند KB-۳۴۳ و KB-۳۵۳ به ترتیب برای فرآوری کمپوت و مربا پیشنهاد می‌شوند.

DOI: 10.52547/fsct.19.123.119

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.123.18.3

* مسئول مکاتبات:

f.shavakhi@areeo.ac.ir

۱- مقدمه

آلبالو (*Prunus cerasus L.*) با داشتن ویژگی‌های کیفی مانند رنگ جذاب، مزه مطلوب، آنتی‌اکسیدان‌ها و مواد مغذی مفید در جلوگیری از بیماری‌های مختلف و حفظ زندگی سالم نقش داشته و تقاضای رو به افزایشی برای مصارف مختلف تازه‌خوری و فرآوری در جهان دارد [۱]. مزایای سلامتی بخش این میوه مربوط به ترکیبات آنتی‌اکسیدانی قوی و ترکیبات فنلی مثل ملاتونین‌ها و آنتوسیانین‌های آن است [۲-۴] که موجب کاهش وزن، حفاظت از سیستم عصبی، جلوگیری از استرس اکسیداتیو و رشد بسیاری از سرطان‌ها و درد‌های ناشی از التهاب و آرتروز می‌شود [۵-۷]. ایران تنوع بالایی از درختان آلبالو (*Prunus cerasus L.*) دارد. آلبالو بسیار فساد پذیر است و ضایعات پس از برداشت بالایی دارد و افزایش ماندگاری آن در صنایع غذایی اهمیت دارد. سه عامل رقم، شرایط آب و هوایی و مرحله رسیدگی از عوامل مهم موثر بر ماندگاری این میوه قبل از برداشت هستند [۳، ۷-۹]. پژوهش‌های داخل و خارج کشور نشان‌دهنده است که ارقام و ژنوتیپ‌های این میوه دارای ویژگی‌های مختلفی هستند، بنابراین ارزیابی و طبقه‌بندی خصوصیات این میوه، اهمیت خاصی در برنامه‌های اصلاحی و انتخاب آن‌ها برای مصارف مختلف صنایع غذایی دارد [۱۰]. برخی از مطالعات انجام شده در این زمینه به اختصار آمده است [۱۹-۱۱].

ویژگی‌های کیفی، خواص آنتی‌اکسیدانی و ماندگاری چند ژنوتیپ انتخابی آلبالو، در طول دوره نگهداری در سردخانه شامل مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، مقدار ویتامین ث، pH، فنل کل، فلاونوئید کل بررسی شده است. ژنوتیپ‌ها از نظر ویژگی‌های کیفی و خواص آنتی‌اکسیدانی اختلاف معنی‌داری با همدیگر داشتند به طوری که ژنوتیپ‌های Sh-۱۰۱ و Sh-۱۱۰ دارای بیشترین و ژنوتیپ Sh-۱۰۸ دارای کمترین مقدار خواص آنتی‌اکسیدانی بودند [۱۱].

برای گزینش برترین ژنوتیپ‌های جمع‌آوری شده از استان‌های آذربایجان شرقی و غربی، اردبیل، خراسان، البرز، تهران، شیراز، کردستان، اصفهان، کهگیلویه و بویر احمد و کرمان، ۲۴ متغیر کمی

و کیفی درخت و میوه تعدادی از مهم‌ترین ژنوتیپ‌های انتخابی آلبالوهای بومی ایران اندازه‌گیری شدند. نتایج به دست آمده، تنوع ژنوتیپ‌ها از لحاظ صفات مورد بررسی را نشان داد. ژنوتیپ ۵۱۹۹ بیشترین (۳/۶۸) و ژنوتیپ ۵۱۳۹ کمترین (۲/۲۳) مقدار اسید قابل تیتراسیون را داشتند. ژنوتیپ‌های ۵۱۱۲ و ۵۱۲۰ به ترتیب، بیشترین و کمترین مقدار مواد جامد محلول (۲۳/۶۶ و ۱۶) را داشتند. در نهایت، کشت و پرورش ژنوتیپ‌های ۵۱۹۴، ۵۱۵۸، ۵۱۹۲، ۵۱۱۱ و ۵۱۸۲ از نظر باغدار و ژنوتیپ‌های ۵۱۳۹، ۵۱۶۱، ۵۱۸۲، ۵۱۹۴، ۵۱۹۲ از نظر فرآوری و ژنوتیپ‌های ۵۲۰۶، ۵۱۸۲، ۵۱۹۲، ۵۱۹۸ و ۵۱۹۰ برای مصرف تازه‌خوری مناسب تشخیص داده شدند [۱۲].

شناسایی و معرفی ژنوتیپ‌های امیدبخش آلبالو مناسب برای تازه‌خوری و فرآوری در ایران طی سال‌های ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۶ انجام شده است. صفات کمی و کیفی مرتبط با میوه شامل وزن تر و خشک میوه، وزن هسته و گوشت میوه، نسبت گوشت به هسته، مواد جامد محلول، pH و اسیدیته قابل تیتر آب میوه، کیفیت ظاهری میوه، رنگ گوشت و پوست میوه و آبدار بودن ۱۴۵ ژنوتیپ انتخابی جمع‌آوری شده از نقاط مختلف کشور، بررسی شده است. بررسی صفات مورد مطالعه نشان داد مواد جامد محلول و pH آب میوه به ترتیب بین ۱۱-۲۸ و ۴/۵۱-۲/۲۸ متغیر بود. براساس نتایج به دست آمده، در بین ۱۴۵ ژنوتیپ مورد مطالعه، ۱۷ ژنوتیپ به عنوان ژنوتیپ برتر انتخاب شدند که پتانسیل معرفی به عنوان رقم تجاری و استفاده در صنایع فرآوری آلبالو شامل خشک‌کردن، تهیه نکتار، مربا را داشتند [۱۳].

ویژگی‌های کیفی و آنتی‌اکسیدانی ۱۱ رقم آلبالوی بومی مجارستان و سایر ارقام کشت شده در مناطق دنیا توسط شامل وزن میوه، محتوی مواد جامد محلول، اسیدیته، pH، قندهای گلوکز و فروکتوز، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و کل ترکیبات فنلی (TPC)، کل آنتوسیانین و ویتامین سی بررسی شدند. اختلاف کیفی میوه‌ها و ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی آنها بسیار زیاد بود [۱۴].

ژنوتیپ بومی برای تنوع ژنتیکی و انتخاب رقم بسیار اهمیت دارد. برای انتخاب ژنوتیپ آلبالوی بومی صربستان، خصوصیات نه ژنوتیپ شامل زمان گلدهی، رسیدگی، ویژگی‌های

شدند. اسید آلی اصلی آلبالو اسید مالیک و مالونیک و قندهای اصلی هم گلوکز و فروکتوز بودند. ارقام از نظر مقادیر قند و اسیدهای آلی متفاوت بودند. ترکیبات فنلی ارقام متفاوت و برخی مانند فلاوان ۳-اولز^۲ فقط در برخی ارقام بود. ظرفیت آنتی اکسیدانی با ترکیبات فنلی همبستگی بالایی داشت. ارقام میان‌رس و دیررس فلاوانول و آنتوسیانین و در نتیجه ظرفیت آنتی اکسیدانی بالاتری داشتند [۱۸].

یکی از مهم‌ترین اقدامات برای معرفی رقم در بسیاری از کشورها شناسایی ویژگی‌های ژنوتیپ‌های بومی ارزشمند است. کشور ایران یکی از خاستگاه‌های بسیاری از درختان میوه به ویژه درختان هسته‌دار است. عوامل زیادی از قبیل اندازه، شکل، سفتی، طعم، شیرینی و رنگ در کیفیت و بازاریابی میوه آلبالو نقش دارند. ارزیابی و تحلیل شاخص‌های مهم کیفی میوه‌ها و سبزی‌ها در فرآیند ثبت ارقام و معرفی ارقام برتر و مناسب برای روش‌های مختلف فرآوری در صنعت مواد غذایی با هدف استفاده بهینه از آنها بسیار اهمیت دارد. بیشترین مصرف آلبالو برای فرآوری و تولید کنسانتره و آب آلبالو، مربا و مارمالاد، پوره، کنسانتره، یخ‌زده، خشک شده، ژله، تهیه شیرینی و شکلات است [۱۹]. هدف از این پژوهش بررسی ویژگی‌های ژنوتیپ‌های مختلف آلبالوی بومی ایران و پیشنهاد ژنوتیپ‌های مناسب برای مصارف مختلف تازه‌خوری و فرآوری و تعیین اولویت نوع فرآوری با توجه به تحلیل ویژگی‌های مورد بررسی بود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

در این پژوهش ۲۳ ژنوتیپ بومی مورد استفاده قرار گرفتند که از سراسر ایران گردآوری شده و طی مراحل مختلف غربال‌گری در ایستگاه تحقیقات مشکین دشت متعلق به موسسه باغبانی کشور، پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری به دست آمده بودند.

پومولوژیکی، ترکیبات بیوشیمیایی و مقاومت به بیماری‌ها، لکه‌برگی و پوسیدگی قهوه‌ای بررسی شدند. در بیشتر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، به استثنای ویژگی‌های حسی، تفاوت‌ها زیاد بودند [۱۵].

تاثیر رقم و فرآوری صنعتی بر مقدار کل پلی‌فنل، آنتوسیانین، هیدروکسی‌سینامیک اسید و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در کنسانتره و آب آلبالو (*Prunus cerasus* L.) دو رقم ابلچینسکا و ماراسکا^۱ بررسی شد. نمونه‌ها در چهار مرحله شامل میوه تازه قبل از فرآوری، پرس، صاف شده و کنسانتره جمع‌آوری شدند. مقدار کل فنل در هر دو رقم یکسان بود ولی فعالیت آنتی‌اکسیدانی ابلچینسکا بیشتر از ماراسکا بود. کل آنتوسیانین و اسید هیدروسینامیک ماراسکا بیشتر بود. تمامی مراحل فرآوری به طور معنی‌داری بر مقدار پلی‌فنل کل، آنتوسیانین‌های مونومریک و فعالیت آنتی‌اکسیدانی تاثیرگذار بودند. بعد از فرآوری غلظت تمامی آنتوسیانین‌های اندازه‌گیری شده در هر دو رقم افزایش یافت. بیشترین مقدار پلی‌فنل در آب میوه بعد از پرس مشاهده شد. مقدار پلی‌فنل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن به طور قابل توجهی در حین فرآوری به کنسانتره ثابت بود، اگرچه ماسکارا محتویات پلی‌فنل بالاتری داشت. هر دو رقم پتانسیل تجاری برای تبدیل به کنسانتره آلبالو داشتند [۱۶].

تاثیر فصل و دو موقعیت جغرافیایی در طی سه سال بر ترکیبات زیست‌فعال (پلی‌فنل و آنتوسیانین) پنج رقم آلبالو بررسی شد. اگرچه سال و موقعیت جغرافیایی اثر معنی‌داری بر تجمع آنتوسیانین و پلی‌فنل آلبالو دارد ولی رقم، علت اصلی تفاوت‌ها ذکر شده است. به طوری که تفاوت پلی‌فنل ارقام از ۵/۸۹ تا ۱۰/۷۸ میلی‌گرم در گرم و آنتوسیانین از ۳/۱۵ تا ۴/۷۶ میلی‌گرم در گرم بود. رقم ماسکارا و سپس ابلچینسکا به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار ترکیبات زیست‌فعال را داشت [۱۷]. مقادیر قند، اسیدهای آلی، ترکیبات فنلی، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی به روش DPPH، قدرت احیاکنندگی به روش FRAP، و معرف فولین سیوکتانو ۲۱ رقم آلبالو اندازه‌گیری

۲-۲- شرایط محل برداشت و تهیه نمونه‌های

آلبالو

ژنوتیپ‌های آلبالو از کلکسیون آلبالوی مشکین دشت کرج واقع در جنوب استان البرز تهیه شدند و بلافاصله پس از برداشت مورد آزمایش قرار گرفتند. ایستگاه تحقیقات باغبانی مشکین دشت با مساحت حدود ۱۰۰ هکتار و مشخصات جغرافیایی ۳۵/۷۴ درجه شمالی و ۵۰/۹۵ درجه شرقی و ارتفاع ۱۲۳۶ متر از سطح دریا قرار دارد. بافت خاک این منطقه شنی-رسی و فاصله کاشت درختان ۴×۵ متر است. سن درختان در زمان انجام پژوهش ۸ ساله بود. عملیات به باغی شامل هرس و کوددهی و مبارزه با آفات و بیماری‌ها برای کلیه ارقام یکسان بودند. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی به شرح زیر ارزیابی شدند:

۳-۲- اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی

وزن و نسبت گوشت به هسته آلبالو با استفاده از ترازوی دقیق، ساخت آلمان Sartorius مدل Bp120 با دقت ۰/۱ میلی‌گرم، مواد جامد محلول با استفاده از رفاکومتر دیجیتال ساخت انگلستان Ramsey Cambs مدل PE26 1NF، ماده خشک با توزین نمونه در ظروف آلومینیوم مخصوص با استفاده از آون Memert آلمان مدل UE-600 در دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت، اسیدیته قابل تیتراژ به روش تیتراسیون با ۵ میلی‌لیتر نمونه با سود ۰/۱ نرمال در مجاورت فنل-فتالین تا ایجاد رنگ صورتی کم‌رنگ و محاسبه برحسب اسید مالیک، pH با استفاده از pH متر Metrohm ساخت سوئیس مدل 691، شاخص طعم با اندازه‌گیری نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته اندازه‌گیری شدند [۲۰، ۲۱].

۴-۲- تعیین شاخص‌های رنگ

رنگ ظاهری میوه و آب میوه با استفاده از رنگ‌سنج هانتر لب ساخت آمریکا مدل DP-9000 و اندازه‌گیری شاخص‌های L^* ، a^* ، b^* تعیین شد. مقادیر L^* (۱۰۰) برای سفید تا صفر برای سیاه)، a^* (مقادیر منفی نشان‌دهنده رنگ سبز و مقادیر مثبت نشان‌دهنده رنگ قرمز) و b^* (مقادیر منفی نشان‌دهنده رنگ آبی و مقادیر مثبت نشان‌دهنده رنگ زرد) است. سپس مقادیر زاویه

رنگ (Hue angle = $\tan^{-1}(b/a)$) و کروما ($\text{Chroma} = \sqrt{a^2 + b^2}$) محاسبه شدند [۲۰].

۵-۲- اندازه‌گیری تنفس

تنفس آلبالو بر اساس میزان دی‌اکسیدکربن تولیدشده با استفاده از تنفس سنج Testo ساخت آلمان اندازه‌گیری شد. این دستگاه از حسگری حساس به CO_2 و مجهز به کارت حافظه تشکیل شده است که در محفظه پلاستیکی کاملاً غیر قابل نفوذ به هوا و به ابعاد ۲۰ در ۲۰ در ۱۰ سانتی‌متر قرار داده شد. میزان CO_2 تولید شده درون محفظه توسط وزن مشخصی از میوه آلبالو در مدت نیم ساعت، ثبت و شدت تنفس برحسب $\text{mg CO}_2/\text{kg.hr}$ محاسبه شد [۲۲].

۶-۲- اندازه‌گیری بافت آلبالو

سفتی بافت آلبالو با استفاده از دستگاه بافت‌سنج Hounsfield ساخت انگلستان مدل H5KS و ازمون کمپرس با استفاده از پروب ۱۱ میلی‌متری اندازه‌گیری شد [۲۱].

۷-۲- تجزیه و تحلیل آماری

این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. تمامی آزمایشات سه تکرار داشتند و داده‌های به دست آمده توسط نرم افزار SPSS و تجزیه واریانس یک طرفه تجزیه و تحلیل شدند. میانگین صفات مورد بررسی با آزمون دانکن و در سطح معنی‌داری ۵ درصد مقایسه شدند. همبستگی ویژگی‌های مختلف با محاسبه ضریب تبیین پیرسون^۳ بررسی شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- تاثیر ژنوتیپ بر میزان اسیدیته، pH، مواد

جامد محلول، ماده خشک و شاخص طعم آلبالو

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تمامی ژنوتیپ‌ها از نظر اسیدیته، pH، مواد جامد محلول، شاخص طعم و ماده خشک تفاوت معنی‌داری ($p \leq 0.05$) داشتند (جدول ۱ و ۲). محدوده اسیدیته (۳/۴۱-۱/۴۱) درصد بر حسب اسیدمالیک و

3. Pearson correlation coefficient

ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های KB-۱۲۱ و KB-۱۲۹ بود (جدول ۲). از نظر ماده خشک، محدوده (۲۵/۲۵-۱۲/۸۷) درصد و بیشترین و کمترین آن به ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های KB-۱۲۱ و KB-۲۵۲ بود (جدول ۲). نتایج مشابهی در مورد ۱۲ ژنوتیپ‌های آلبالوی موجود در ایستگاه کمال شهر کرج به دست آمده‌است و صفات مورد بررسی شامل وزن میوه، سفتی بافت، قند کل، اسیدیته، اسیدهای آلی و فنل کل، آنتوسیانین و فعالیت آنتی‌اکسیدانی تفاوت معنی‌داری داشتند [۲۳].

بیشترین و کمترین اسیدیته به ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های KB-۱۵۷ و KB-۴۵۰ بود (جدول ۲). نتایج مشابهی برای اسیدیته آلبالوی ژنوتیپ‌های ایرانی (۲/۸-۰/۹۱) درصد [۲۳] و همچنین (۱/۳-۳/۱) درصد گزارش شده است [۲۴]. محدوده pH (۱/۴-۳۲/۱۳) و بیشترین و کمترین pH به ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های KB-۱۵۷ و KB-۴۵۰ بود. اسیدیته با pH همبستگی منفی با ضریب تبیین (۰/۶۲۱-) و معنی‌داری داشت ($p \leq 0.01$) (جدول ۳). محدوده ماده جامد محلول (۱۳/۸-۲۵/۴۷) درصد و بیشترین و کمترین ماده جامد محلول به

Table 1 Variance analysis of acidity, pH, TSS, dry matter content and flavour index of sour cherry

Source	Mean Square					
	df	Acidity	pH	TSS	Dry matter content	Flavour index
Model	22	1.708**	1.991**	28.738**	42.123*	18.950**
Intercept	1	442.502**	427.010**	24978.208**	25495.299**	4494.102**
genotype	22	1.708**	1.991**	28.738**	42.123*	18.950**
Error	46	0.001	0.000	0.019	23.067	0.011
Total	69					

** Significant at 0.01 level, * Significant at 0.05 level

Table 2 The effect of genotype on acidity, pH, TSS, dry matter content and flavour index of sour cherry

Genotype	Acidity (%)	pH	TSS (%)	Dry matter content (%) ^t	Flavour index
KB-100	1.72±0.02 ^d	3.80±0.01 ^{op}	16.83±0.15 ^d	14.57±1.04 ^{abc}	9.76±0.11 ^l
KB-111	2.84±0.02 ^k	2.07±0.01 ^e	20.23±0.06 ^k	21.75±0.21 ^{abcde}	7.12±0.08 ^g
KB-121	3.21±0.02 ^m	3.71±0.01 ⁿ	25.47±0.06 ^p	25.25±18.48 ^e	7.94±0.05 ⁱ
KB-125	2.05±0.02 ^f	2.26±0.01 ^j	19.73±0.06 ^j	21.00±0.43 ^{abcde}	9.60±0.10 ^l
KB-129	2.18±0.00 ^g	2.20±0.01 ^h	13.80±0.10 ^a	15.10±1.06 ^{abcd}	6.32±0.05 ^d
KB-136	2.60±0.04 ^j	2.22±0.02 ^{hi}	20.87±0.06 ^l	21.20±0.31 ^{abcde}	8.04±0.11 ^{ij}
KB-152	3.04±0.01 ^l	1.59±0.006 ^b	14.57±0.06 ^b	14.28±0.46 ^{ab}	4.80±0.11 ^b
KB-157	3.41±0.01 ^o	1.32±0.02 ^a	18.77±0.12 ⁱ	19.98±0.28 ^{abcde}	3.97±0.40 ^a
KB-213	1.59±0.02 ^b	3.90±0.00 ^p	18.50±0.00 ^h	16.47±0.41 ^{abcde}	11.63±0.11 ⁿ
KB-232	1.92±0.02 ^e	2.35±0.01 ^m	17.73±0.12 ^f	15.00±0.24 ^{abcd}	9.23±0.07 ^k
KB-234	3.20±0.02 ^m	2.08±0.01 ^e	21.87±0.00 ^m	23.03±0.91 ^{bcd}	6.86±0.03 ^f
KB-245	2.83±0.01 ^k	2.11±0.01 ^j	19.97±0.12 ^j	23.42±0.68 ^{bcd}	7.06±0.05 ^g
KB-247	2.60±0.02 ^h	2.22±0.01 ^j	18.87±0.06 ⁱ	14.78±0.42 ^{de}	8.22±0.03 ^j
KB-248	2.48±0.02 ⁱ	2.05±0.02 ^d	14.87±0.15 ^c	16.39±0.85 ^{abcde}	5.99±0.06 ^c
KB-252	2.56±0.02 ^j	2.06±0.02 ^{de}	16.67±0.06 ^d	12.87±7.33 ^a	6.51±0.05 ^e
KB-316	3.21±0.02 ^m	2.07±0.02 ^e	21.70±0.06 ^l	23.91±0.70 ^{cde}	6.57±0.01 ^e
KB-343	3.35±0.00 ⁿ	2.32±0.02 ^l	23.80±0.44 ⁿ	22.16±0.59 ^{abcde}	7.10±0.13 ^g
KB-351	1.94±0.03 ^e	2.28±0.01 ^k	19.77±0.32 ^j	17.98±9.63 ^{abcde}	10.18±0.30 ^m
KB-353	1.66±0.02 ^c	4.12±0.00 ^q	25.10±0.00 ^o	20.60±0.27 ^{abcde}	15.11±0.21 ^p
KB-416	2.09±0.02 ^f	2.25±0.01 ^j	16.60±0.00 ^d	17.39±1.18 ^{abcde}	7.94±0.05 ⁱ
KB-425	2.29±0.02 ^h	2.13±0.01 ^g	17.10±0.17 ^e	18.00±0.28 ^{abcde}	7.48±0.11 ^h
KB-449	3.05±0.03 ^l	1.98±0.01 ^c	18.27±0.06 ^g	21.89±1.18 ^{abcde}	6.00±0.08 ^c
KB-450	1.41±0.00 ^a	4.13±0.01 ^q	17.17±0.06 ^e	15.30±0.39 ^{abcd}	12.20±0.04 ^o

Values with different letters in column are significantly different in Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته قابل تیتر یا شاخص طعم هم وابسته به شیرینی، ترشی و طعم میوه است. اسیدیته قابل تیتر وابسته به رقم است. همچنین نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته در برداشت و عدم تغییر رنگ قهوه‌ای در ساقه به عنوان شاخص های مهم برای پذیرش مصرف‌کننده هستند [۲۶].

در پژوهشی که برای ارزیابی ویژگی‌ها و تاثیر نگهداری بر ترکیب آنتوسیانین و تجزیه در آب میوه پنج رقم آلبالو انجام شد، تمام ارقام، ماده خشک (۲/۱۷-۸/۱۳ درصد) و عصاره بدون قند (۳/۷۴-۴/۵۹ گرم بر لیتر) بالایی داشتند [۲۸] که کمتر از محدوده مواد جامد محلول ژنوتیپ های مورد بررسی در این پژوهش است. ماده خشک و مقادیر مواد جامد محلول در حین رسیدگی افزایش می‌یابد. با افزایش قند در حین رسیدگی میوه شیرین تر شده در حالیکه اسیدها عموماً ثابت هستند [۲۸]. نتایج ارزیابی دو رقم اوبلاچینسکا و سیگانجیا کشت شده در صربستان نشان داد که به غیر از نسبت ویژه، رقم اوبلاچینسکا خواص فیزیکی بهتری نسبت به رقم سیگانجیا داشت. وزن میوه، مواد جامد محلول، شاخص برداشت و pH در حین فرآیند برداشت افزایش و اسیدیته قابل تیتر کاهش یافت. به طور کلی رقم اوبلاچینسکا ترکیب شیمیایی بهتری نسبت به سیگانجیا داشت. هر دو رقم برای تازه‌خوری و فرآوری مناسب بودند [۲۹]. بیشترین مقدار مواد جامد محلول و محتوی قند کل در ژنوتیپ اف-۴، به ترتیب ۵/۱۴ و ۱۷/۶۰ بود [۱۵]. ژنوتیپ‌های بررسی شده در این پژوهش، با ماده خشک بیشتر و قرمزی بیشتر (a^* کمتر) مانند KB-۱۳۶ و KB-۴۴۹ برای تولید پودر، آلبالو خشک، شربت و نکتار آلبالو مناسب‌تر هستند.

همبستگی ماده خشک با اسیدیته، مواد جامد محلول مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۳). محدوده شاخص طعم (۱۱/۱۵-۹۷/۳) و بیشترین و کمترین آن به ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های KB-۳۵۳ و KB-۱۵۷ بود و ژنوتیپ‌های KB-۳۵۱، KB-۲۱۳، KB-۴۵۰، KB-۳۵۳ از نظر شاخص طعم تفاوت معنی‌داری با همدیگر و همچنین با سایر ژنوتیپ‌ها داشتند (جدول ۲). همبستگی شاخص طعم با pH، اسیدیته و مواد جامد محلول معنی‌دار و به ترتیب ضرائب ۰/۸۳۴، ۰/۷۷۶- و ۰/۳۳۱ داشتند (جدول ۲). محدوده مواد جامد محلول آلبالو توسط سایر محققین ۱۵-۱۷ درصد [۲۵] و ۱۶/۲۷-۱۵/۱ درصد [۱۸] و برای برخی ژنوتیپ‌های آلبالوی بومی کشور پرتغال ۲۲/۸-۱۷/۴ گزارش شده است [۲۵]. ترشی میوه به علت حضور اسیدهای آلی است و اسید مالیک اسید غالب آلبالو است. گزارش شده که مواد جامد محلول و اسیدیته، بیشتر به طعم این میوه مربوط است و میوه با اسیدیته کل و اسید قابل تیتر بیشتر، قابلیت پذیرش بیشتری برای مصرف‌کننده دارد [۲۶]. محدوده شاخص طعم برای ارقام مجارستانی و صربستانی به ترتیب بین ۹/۶-۱۵/۸ و ۹۰/۸۱-۸/۱۰ گزارش شده است [۱۹، ۱۴].

نتایج این پژوهش نشان داد که هر چه شاخص طعم بیشتر باشد، طعم نمونه به گیلانس شبیه‌تر و برای تازه خوری مناسب‌تر است و هر چه اسیدیته بیشتر باشد (شاخص طعم کمتر) نمونه به آلبالو شبیه‌تر است و برای فرآوری مناسب‌تر است. ژنوتیپ‌های با اسیدیته خیلی زیاد (بیشتر از ۳) مانند KB-۱۵۷ و یا KB-۱۲۱، KB-۲۳۴ و KB-۱۵۲ برای فرآوری ترشی و لواشک مناسب‌ترند. نتایج مشابهی توسط سایر محققین در مورد آلبالو به دست آمده که شاخص طعم بیشتر از ۱۱ را برای تازه خوری مناسب دانسته است [۲۴].

Table 3 Correlation coefficients of different characteristics of sour cherry

	pH	TA	TSS	Flavor	weight	Chroma Fruit	hueFruit	Chroma Juice	HueJuice	Flesh to Core	Firmness	Respiration	LFruit	aFruit	bFruit	LJuice	aJuice	bJuice	
pH	1																		
TA	-.621**	1																	
TSS	.308*	.228	1																
Flavor	.834**	-.776**	.331**	1															
weight	.096	-.479**	-.524**	.199	1														
ChromaFruit	.487**	-.528**	-.118	.575**	.360**	1													
hueFruit	.553**	-.484**	-.081	.551**	.187	.887**	1												
ChromaJuice	.526**	-.500**	.090	.661**	.144	.700**	.507**	1											
HueJuice	.494**	-.518**	.127	.585**	.032	.310**	.416**	.188	1										
Flesh to Core	.245*	-.387**	-.305*	.297*	.805**	.313**	.120	.310**	.119	1									
Firmness	.247*	-.073	.544**	.376**	-.108	-.054	-.059	.250*	.116	.032	1								
Respiration	-.181	.276*	-.213	-.413**	-.123	-.335**	-.264*	-.386**	-.159	-.017	-.141	1							
LFruit	.428**	-.402**	-.091	.444**	.125	.846**	.958**	.401**	.364**	-.035	-.089	-.228	1						
aFruit	.456**	-.522**	-.111	.566**	.381**	.992**	.826**	.734**	.276*	.356**	-.043	-.341**	.779**	1					
bFruit	.533**	-.514**	-.121	.565**	.287*	.956**	.974**	.579**	.378**	.196	-.072	-.296*	.946**	.910**	1				
LJuice	.515**	-.474**	.298*	.739**	.013	.529**	.387**	.875**	.374**	.224	.382**	-.360**	.295*	.562**	.427**	1			
aJuice	.459**	-.454**	.074	.597**	.139	.666**	.450**	.994**	.095	.301*	.243*	-.379**	.348**	.708**	.530**	.847**	1		
bJuice	.744**	-.651**	.167	.863**	.161	.724**	.664**	.867**	.553**	.319**	.275*	-.370**	.551**	.725**	.685**	.874**	.807**	1	

** . Correlation is significant at the 0.01 level, * . Correlation is significant at the 0.05 level

۲-۳- تاثیر ژنوتیپ بر میزان وزن، نسبت گوشت

به هسته، بافت و میزان تنفس آلبالو

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تمامی ژنوتیپ‌ها از نظر وزن، نسبت گوشت به هسته، سفتی بافت و میزان تنفس تفاوت معنی‌داری ($p \leq 0.05$) داشتند (جدول ۴ و ۵). محدوده وزن (۱/۷۹-۵/۸۴) گرم و بیشترین و کمترین آن مربوط به ژنوتیپ‌های KB-۲۳۲ و KB-۱۳۶ بود (جدول ۵). نسبت گوشت به هسته در محدوده (۶/۹۶-۱۶/۲۷) با بیشترین و کمترین مقدار مربوط به ژنوتیپ‌های KB-۱۰۰ و KB-۳۴۳. تفاوت معنی‌داری بین نسبت گوشت به هسته ژنوتیپ‌های KB-۱۰۰، KB-۱۵۲، KB-۲۳۲، KB-۲۱۳، KB-۳۵۱ و

همچنین KB-۳۴۳ با KB-۲۳۴، KB-۱۳۶، KB-۱۲۹، KB-۴۴۹، KB-۱۱۱، KB-۱۲۱، KB-۲۴۵، KB-۳۱۶، KB-۴۵۰، KB-۱۲۵، KB-۲۴۸ و KB-۲۵۲ وجود نداشت (جدول ۵). نسبت گوشت به هسته با وزن آلبالو همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت (۸۰۵/۰) (جدول ۳). سفتی بافت نمونه‌ها در محدوده (۳/۴۲-۶/۹۸) نیوتن با بیشترین مقدار برای ژنوتیپ‌های KB-۳۴۳ و KB-۳۵۳ و کمترین مقدار برای ژنوتیپ KB-۲۴۷ بود (جدول ۵). بین ۵۲ ژنوتیپ بررسی شده در آلمان، سفتی بافت نمونه‌ها تفاوت معنی‌داری داشتند و در محدوده ۸۱/۵ تا ۱۴۶/۲ گرم بر میلی‌متر گزارش شده‌است [۲۴]. علاوه بر تفاوت ژنوتیپ‌های مورد بررسی، تفاوت روش اندازه‌گیری در مقادیر به دست آمده، تاثیرگذار است.

Table 4 Variance analysis of weight, flesh to core ratio, firmness and respiration rate of sour cherry

Source	Mean Square				
	df	Weight	Flesh To Core Ratio	Firmness	Respiration Rate
Model	22	3.242**	24.909**	2.894**	16699120.534**
Intercept	1	778.960**	7212.761**	1482.324**	6686689198.413**
genotype	22	3.242**	24.909**	2.894**	16699120.534**
Error	46	0.089	1.555	0.316	911033.873
Total	69				

** . Significant at 0.01 level, * . ** . Significant at 0.05 level

Table 5 The effect of genotype on weight, flesh to core ratio, firmness and respiration rate of sour cherry

Genotype	Weight (g)	Flesh to core ratio (%)	Firmness (N)	Respiration rate (mg CO ₂ / kg.hr)
KB-100	4.21±0.36 ^{jk}	16.27±2.20 ^g	5.60±0.23 ^e	12051.96±2163.68 ^{hi}
KB-111	2.34±0.03 ^b	8.08±0.78 ^{abc}	5.46±0.16 ^e	13125.02±253.264 ⁱ
KB-121	2.15±0.21 ^{ab}	8.22±0.89 ^{abc}	4.19±0.47 ^{abcd}	10971.88±549.21 ^{fgh}
KB-125	2.61±0.17 ^{bc}	8.95±0.47 ^{abc}	5.62±0.26 ^e	5919.016±238.65 ^{ab}
KB-129	3.28±0.32 ^{fgh}	7.89±1.43 ^{abc}	3.45±0.68 ^a	10310.69±659.31 ^{efgh}
KB-136	1.79±0.13 ^a	7.47±0.51 ^{ab}	4.1±0.42 ^{abc}	10868.64±485.36 ^{fgh}
KB-152	5.31±0.22 ^l	15.70±0.69 ^g	3.84±0.65 ^{ab}	11346.51±1653.45 ^{gh}
KB-157	2.56±0.09 ^{bc}	10.18±1.06 ^{cde}	3.84±0.49 ^{ab}	10622.58±2377.37 ^{efgh}
KB-213	4.24±0.22 ^{jk}	14.24±1.22 ^g	4.36±0.30 ^{abcd}	9455.323±582.63 ^{ef}
KB-232	5.84±0.60 ^m	14.95±0.74 ^g	4.66±0.73 ^{bcde}	8956.671±290.05 ^{de}
KB-234	2.36±0.13 ^b	7.44±1.21 ^{ab}	5.06±0.54 ^{cde}	13293.92±1101.40 ⁱ
KB-245	3.16±0.02 ^{efg}	8.23±0.45 ^{abc}	5.00±1.27 ^{cde}	9780.967±321.19 ^{efg}
KB-247	3.76±0.19 ^{hij}	9.57±0.36 ^{bed}	3.42±0.78 ^a	5252.622±765.11 ^a
KB-248	3.60±0.14 ^{ghi}	9.21±1.60 ^{abcd}	4.29±0.29 ^{abcd}	14970.54±485.42 ^j
KB-252	3.38±0.32 ^{fghi}	9.30±0.67 ^{abcd}	3.70±0.10 ^{ab}	10945.56±890.39 ^{fgh}
KB-316	2.56±0.09 ^{bc}	8.26±0.30 ^{abc}	5.12±0.15 ^{cde}	10272.46±325.32 ^{efgh}
KB-343	2.67±0.18 ^{bcd}	6.96±0.93 ^a	6.98±1.39 ^f	6845.853±587.63 ^{abc}
KB-351	4.70±0.85 ^k	13.99±3.71 ^{fg}	5.24±0.20 ^{de}	8881.053±375.28 ^{de}
KB-353	3.04±0.34 ^{def}	11.99±1.62 ^{ef}	6.66±0.13 ^f	7555.417±132590 ^{abc}
KB-416	3.75±0.20 ^{hij}	11.52±0.49 ^{de}	3.50±0.32 ^a	9969.792±584.98 ^{efg}
KB-425	3.85±0.35 ^{ij}	9.82±0.75 ^{bcde}	4.67±0.20 ^{bcde}	7698.132±1352.41 ^{cd}
KB-449	2.25±0.16 ^{ab}	8.00±0.40 ^{abc}	3.75±0.43 ^{ab}	9619.004±1241.61 ^{efg}
KB-450	3.87±0.17 ^{ij}	8.91±0.45 ^{abc}	4.08±0.18 ^{abc}	7703.304±1737.33 ^{cd}

Values with different letters in column are significantly different in Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

۳-۳- تاثیر ژنوتیپ بر شاخص‌های رنگ پوست

میوه و آب آلبالو

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌های شاخص‌های رنگ پوست و آب آلبالو در جداول ۶ تا ۹ نشان داده شده است. رنگ به عنوان یکی از شاخص‌های مهم در ارزیابی کیفیت میوه‌ها و پذیرش مصرف‌کننده است. رنگ آلبالو بیانگر محتوی فنلی، به ویژه مقدار آنتوسیانین‌هاست. جداول ۷ و ۹ تاثیر ژنوتیپ را بر شاخص‌های رنگی پوست میوه و آب آلبالو نشان می‌دهند. محدوده L^* ، a^* ، b^* ، هیو و کروما میوه به ترتیب (۱۴/۴۱-۳۸/۷۵)، (۱۳/۷۵-۳۷/۷۵)، (۴/۰۵۷-۲۷/۳۴)، (۰/۲۵۷-۰/۶۲۷) و (۱۴/۳۶-۴۶/۶۲) بودند (جدول ۴). در مورد آب میوه، این محدوده‌ها به ترتیب (۰/۴۹-۱۰/۵۳)، (۰/۱۷-۱۴/۱۷)- (۱/۸۳)، (۰/۵۲-۷/۷۹)، (۰/۰۹۳-۰/۶۵) و (۲/۱۵-۱۶/۱۷) بودند (جدول ۷ و ۹). بیشترین و کمترین L^* میوه مربوط به ژنوتیپ‌های KB-۴۵۰ و KB-۲۳۲ با تفاوت معنی‌دار با سایر ژنوتیپ‌ها بود (جدول ۷).

بیشترین و کمترین a^* پوست مربوط به ژنوتیپ‌های KB-۴۵۰ و (KB-۲۴۸، KB-۲۳۲، KB-۱۳۶، KB-۴۴۹) بود که به ترتیب کمترین و بیشترین قرمزی پوست را داشتند، چهار ژنوتیپ ذکر شده در پراکنش تفاوت معنی‌داری با همدیگر نداشتند. L^* میوه با کروما و هیوی میوه همبستگی مثبت و معنی‌دار و به ترتیب (۸۴۶/۰) و (۹۴۵/۰) داشت. نتایج مشابهی در بررسی ۶۲ ژنوتیپ آلبالوی آلمانی به دست آمده که تفاوت بارز و معنی‌دار رنگ گزارش شده است [۲۴].

کاهش در مقدار کروما یعنی افزایش در شدت رنگ میوه، نمونه‌های KB-۲۴۸، KB-۲۳۲، KB-۴۴۹ و KB-۱۳۶ با کمترین کرومای پوست، بیشترین شدت قرمزی را داشتند نتایج مشابهی توسط سایر محققین برای رنگ آلبالو ذکر شده است [۲۶]. به طور کلی از نظر شاخص رنگ، آلبالو به دو گروه مورلوس^۵ و آمارلس^۶ تقسیم می‌شوند، در مورلوس، گوشت میوه قرمز رنگ و در آمارلس گوشت میوه و آب میوه کمرنگ‌تر است [۳۱].

محدوده تنفس ژنوتیپ‌ها (۵۴/۱۴۹۷۰-۶۲/۵۲۵۲) میلی‌گرم دی اکسیدکربن بر کیلوگرم ساعت با بیشترین و کمترین مقدار برای ژنوتیپ‌های KB-۲۴۸ و KB-۲۴۷ بود (جدول ۵). همبستگی شاخص طعم با تنفس، منفی (۰/۴۱۳-) و معنی‌دار ($p \leq 0.05$) بود (جدول ۳). با توجه به ویژگی‌های مورد بررسی، ژنوتیپ KB-۱۰۰، KB-۴۵۰، KB-۲۱۳ با دارا بودن وزن، نسبت گوشت به هسته و شاخص طعم بیشتر و اسیدیته کمتر برای تازه خوری و KB-۲۳۲ و KB-۲۴۷ با داشتن وزن، ماده خشک بیشتر و تنفس کمتر برای فرآوری مناسب‌تر هستند. محدوده وزن آلبالو در پژوهش‌های دیگر، ۲/۳ تا ۷/۸ برای ژنوتیپ‌های آلمانی [۲۴]، ۳/۴ تا ۷/۱۷ برای ژنوتیپ‌های مجارستانی [۱۴] و ۳/۹۵ تا ۸/۱۷ برای ژنوتیپ‌های امریکایی [۳۱] گزارش شده است. همچنین آلبالوهای بزرگ برای فراوری و تازه‌خوری و آلبالوهای کوچک برای تهیه شکلات و شیرینی توصیه شده است [۲۴]. رقم به عنوان اصلی‌ترین منابع تغییر برای ویژگی‌های میوه آلبالو ذکر شده است [۳۲]. سفتی میوه، ویژگی کیفی مهم و مستقیماً بر قابلیت نگهداری میوه موثر است و بیانگر مقاومت میوه به صدمات مکانیکی و فساد میوه است. ارقام دیررس نسبت به زودرس سفتی بافت بیشتری دارند [۳۰]. که در این پژوهش نیز ژنوتیپ دیررس KB-۳۴۳ بیشترین سفتی بافت را داشته است و ژنوتیپ‌های با سفتی بافت زیاد مانند KB-۳۴۳ و KB-۳۵۳، برای فرآوری کمپوت (اسیدیته زیاد) و مربا (اسیدیته کم) توصیه می‌شوند. تنوع صفات فیزیکی‌شیمیایی در ژنوتیپ‌های ارزیابی شده مبنایی برای انتخاب ژنوتیپ‌ها در برنامه‌های اصلاحی و معرفی ارقام تجاری است. نتایج و توصیه مشابهی در مورد ۷۸ ژنوتیپ آلبالوی بانک ژن میوه در آلمان با بررسی ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی شامل وزن میوه، سفتی میوه، شدت رنگ آب میوه، محتوای جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، به دست آمده است [۲۴].

Table 6 Variance analysis of color indices of sour cherry skin

source	Mean Square					
	df	L*	a*	b*	Hue	Chroma
Model	22	62.358**	125.233**	76.529**	0.016**	188.105**
Intercept	1	27658.030**	31824.339**	4468.958**	7.854**	36602.731**
genotype	22	62.358**	125.233**	76.529*	.016**	188.105**
Error	46	0.456	1.143	0.256	0.000	1.229
Total	69					

** . Significant at 0.01 level, * . Significant at 0.05 level

Table 7 Effect of genotype on color indices of sour cherry skin

Genotype	L*	a*	b*	Hue	Chroma
KB-100	15.90±1.19 ^b	18.65±2.54 ^{ef}	6.20±0.84 ^d	0.32±0.01 ^{cde}	19.65±2.68 ^f
KB-111	19.51±0.70 ^{ef}	16.18±0.12 ^{bcd}	5.41±0.01 ^{bcd}	0.32±0.00 ^{cde}	17.06±0.11 ^{bcd}
KB-121	18.04±0.40 ^{cd}	19.17±1.36 ^f	6.25±0.09 ^d	0.32±0.02 ^{bcd}	20.17±1.32 ^{fg}
KB-125	19.40±0.45 ^{ef}	25.26±0.61 ^h	9.15±0.38 ^f	0.35±0.01 ^{ef}	26.86±0.70 ⁱ
KB-129	17.89±0.37 ^{cd}	21.18±0.68 ^g	6.26±0.05 ^d	0.29±0.01 ^b	22.08±0.67 ^{gh}
KB-136	18.30±0.09 ^{cde}	15.55±0.33 ^{abc}	4.83±0.04 ^{abc}	0.30±0.01 ^{bc}	16.29±0.30 ^{abc}
KB-152	20.53±1.01 ^{fg}	27.19±0.68 ^{ij}	10.06±0.24 ^g	0.35±0.00 ^{fg}	28.99±0.31 ^{jk}
KB-157	17.34±1.17 ^c	18.46±1.84 ^{ef}	5.61±1.10 ^{bcd}	0.29±0.03 ^{bc}	19.30±2.06 ^{ef}
KB-213	22.48±0.32 ^h	31.54±1.19 ^k	13.48±0.97 ⁱ	0.40±0.02 ^h	34.30±1.36 ^l
KB-232	14.41±0.92 ^a	15.27±0.83 ^{ab}	4.06±0.33 ^a	0.26±0.01 ^a	15.80±0.88 ^{ab}
KB-234	19.53±0.74 ^{ef}	19.13±1.42 ^f	6.05±0.41 ^d	0.32±0.00 ^{bcd}	20.06±1.48 ^f
KB-245	19.53±0.34 ^{ef}	18.34±0.34 ^{ef}	6.01±0.17 ^d	0.32±0.01 ^{bcd}	19.30±0.28 ^{ef}
KB-247	19.10±0.43 ^{de}	19.18±0.11 ^f	6.30±0.20 ^d	0.32±0.01 ^{cde}	20.19±0.05 ^{fg}
KB-248	18.32±0.14 ^{cde}	13.75±0.53 ^a	4.16±0.12 ^a	0.29±0.00 ^{bc}	14.36±0.54 ^a
KB-252	19.45±0.50 ^{ef}	17.87±1.17 ^{def}	5.74±0.61 ^{cd}	0.31±0.01 ^{bcd}	18.77±1.30 ^{def}
KB-316	18.10±0.39 ^{cd}	17.31±1.06 ^{cdef}	5.61±0.56 ^{bcd}	0.31±0.01 ^{bcd}	18.20±1.18 ^{cdef}
KB-343	18.59±0.39 ^{cde}	16.74±0.11 ^{bcd}	4.93±0.22 ^{abc}	0.39±0.01 ^b	17.45±0.17 ^{bcd}
KB-351	23.21±0.39 ^h	33.64±0.11 ^l	13.43±0.32 ⁱ	0.38±0.01 ^h	36.22±0.02 ^m
KB-353	21.08±0.25 ^g	26.14±1.27 ^{hi}	10.28±0.99 ^g	0.37±0.02 ^{gh}	28.09±1.49 ^{ij}
KB-416	22.60±0.45 ^h	28.04±0.92 ^j	11.63±0.21 ^h	0.39±0.01 ^h	30.36±0.91 ^k
KB-425	20.47±0.18 ^{fg}	22.07±0.26 ^g	7.56±0.32 ^e	0.33±0.01 ^{def}	23.33±0.33 ^h
KB-449	17.98±0.58 ^{cd}	15.56±0.98 ^{abc}	4.76±0.52 ^{ab}	0.30±0.02 ^{bc}	16.27±1.06 ^{abc}
KB-450	38.75±1.58 ⁱ	37.75±1.75 ^m	27.34±0.47 ^j	0.63±0.03 ⁱ	46.62±1.39 ⁿ

Values with different letters in column are significantly different in Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

معمولاً هر چه پوست میوه قرمزتر، رنگ گوشت میوه و یا آب میوه هم قرمزتر است و مقدار آنتوسیانین میوه هم بیشتر است. a^* و b^* میوه با کروما و هیوی میوه همبستگی مثبت و معنی‌دار و به ترتیب ۰/۹۹۲، ۰/۸۲۶، ۰/۹۵۶ و ۰/۹۴۷ داشت. a^* با b^* میوه همبستگی مثبت و معنی‌دار (۰/۹۱) داشت (جدول ۳). همبستگی شاخص طعم با کرومای آب میوه، L^* و b^* آب میوه معنی‌دار ($p \leq 0.05$) و به ترتیب ۰/۶۶۱، ۰/۷۳۹ و ۰/۸۶۳ بود (جدول ۳).

برخی محققین معتقدند کروما اطلاعات بیشتری در مورد شدت یا اشباع رنگ ارائه می‌دهد، همچنین شاخص‌های رنگی L^* و کروما را عوامل بهتری برای تجمع آنتوسیانین می‌دانند [۲۶].

توصیه شده گروه اول برای همه نوع مصارف فرآوری و حتی تازه‌خوری و گروه دوم برای تازه‌خوری مصرف شود [۱۵]. بر اساس این گروه‌بندی نمونه‌های KB-۲۳۲، KB-۱۳۶، KB-۲۵۲ و KB با گوشت قرمز برای فرآوری و KB-۱۲۵، KB-۳۵۳ و KB-۳۵۱ برای تازه خوری مناسب‌ترند. همبستگی تمامی شاخص‌های رنگی میوه با آب میوه مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۳). مقدار آن برای L^* و هیوی میوه با L^* و هیوی آب میوه کمتر و به ترتیب (۰/۲۹۵) و (۰/۴۱۶) برای a^* ، b^* و کروما میوه با a^* ، b^* و کرومای آب میوه به ترتیب (۰/۷۰۸)، (۰/۶۸۵)، (۰/۷) بود (جدول ۳).

بر اساس همبستگی‌های به‌دست‌آمده در این پژوهش، شاخص‌های رنگی و اهمیت رنگ قرمز و شدت رنگ آن، می‌توان از شاخص a^* به تنهایی برای ارزیابی تفاوت‌های رنگ قرمز و محتوای آنتوسیانین ژنوتیپ‌های مختلف استفاده کرد.

Table 8 Variance analysis of color indices of sour cherry juice

Source	Mean Square					
	df	L*	a*	b*	Hue	Chroma
Model	22	18.904**	41.929**	13.157**	0.056**	51.817**
Intercept	1	582.845**	3319.126**	413.242**	7.204**	3810.922**
genotype	22	18.904**	41.929**	13.157**	.056**	51.817**
Error	46	0.168	0.252	0.054	0.011	0.160
Total	69					

** . Significant at 0.01 level, * .Significant at 0.05 level

Table 9 Effect of genotype on color indices of sour cherry juice

Genotype	L*	a*	b*	Hue	Chroma
KB-100	2.59±0.04 ^h	7.61±0.08 ^f	3.18±0.04 ^f	0.40±0.01 ^{defg}	8.25±0.06 ^{gh}
KB-111	1.34±0.01 ^{bcde}	4.96±0.04 ^{cd}	1.11±0.01 ^{bc}	0.22±0.00 ^{abcd}	5.08±0.04 ^c
KB-121	1.81±0.02 ^{defg}	6.19±0.05 ^e	1.36±0.08 ^{bcd}	0.22±0.01 ^{abcd}	6.34±0.05 ^f
KB-125	6.68±0.52 ^k	13.90±0.58 ⁱ	4.20±0.21 ^g	0.29±0.03 ^{abcd}	14.53±0.49 ^k
KB-129	2.02±0.04 ^{efgh}	9.62±0.02 ^g	1.32±0.02 ^{bcd}	0.14±0.00 ^{ab}	9.71±0.02 ⁱ
KB-136	1.72±0.40 ^{def}	1.83±1.01 ^a	1.19±0.051 ^{bcd}	0.65±0.45 ^h	2.34±0.52 ^a
KB-152	1.69±0.02 ^{def}	7.56±0.01 ^f	1.32±0.02 ^{bcd}	0.17±0.00 ^{abc}	7.68±0.00 ^g
KB-157	1.14±0.04 ^{abcd}	5.59±0.21 ^{de}	0.52±0.10 ^a	0.09±0.02 ^a	5.62±0.20 ^{de}
KB-213	6.39±0.10 ^k	12.45±0.07 ^h	7.12±0.05 ⁱ	0.52±0.00 ^{fgh}	14.34±0.08 ^k
KB-232	0.75±0.10 ^{abc}	2.46±0.25 ^a	0.91±0.13 ^{ab}	0.36±0.06 ^{cdef}	2.63±0.23 ^a
KB-234	2.49±0.57 ^{gh}	3.79±0.65 ^b	1.31±0.17 ^{bcd}	0.34±0.10 ^{bcd}	4.02±0.56 ^b
KB-245	0.58±0.03 ^{ab}	3.98±0.03 ^b	1.00±0.06 ^{bc}	0.25±0.01 ^{abcd}	4.11±0.03 ^b
KB-247	0.80±0.05 ^{abc}	4.41±0.18 ^{bc}	1.38±0.07 ^{cd}	0.30±0.02 ^{bcd}	4.62±0.16 ^{bc}
KB-248	1.30±0.01 ^{bcde}	4.11±0.04 ^{bc}	1.15±0.56 ^{bcd}	0.27±0.12 ^{abcd}	4.29±0.18 ^a
KB-252	0.49±0.01 ^a	2.07±0.02 ^a	0.55±0.01 ^a	0.26±0.01 ^{abcd}	2.15±0.02 ^a
KB-316	2.43±1.79 ^{fgh}	4.45±0.13 ^{bc}	1.06±0.03 ^{bc}	0.23±0.01 ^{abcd}	4.57±0.13 ^{bc}
KB-343	1.40±0.02 ^{cde}	5.92±0.04 ^e	1.56±0.01 ^d	0.26±0.00 ^{abcd}	6.13±0.04 ^{ef}
KB-351	6.51±0.03 ^k	13.32±0.25 ⁱ	4.09±0.08 ^g	0.30±0.01 ^{abcd}	13.94±0.21 ^k
KB-353	10.53±0.07 ^l	14.17±0.22 ⁱ	7.79±0.18 ^j	0.50±0.01 ^{efgh}	16.17±0.24 ^l
KB-416	2.07±0.01 ^{efgh}	7.96±0.02 ^f	2.93±0.03 ^f	0.35±0.00 ^{cdef}	8.49±0.02 ^h
KB-425	3.53±0.05 ⁱ	5.43±0.60 ^{de}	2.14±0.12 ^e	0.38±0.02 ^{cdef}	5.84±0.60 ^{ef}
KB-449	4.57±0.44 ^f	8.31±1.84 ^f	2.97±0.70 ^f	0.36±0.15 ^{cdef}	8.89±1.48 ^h
KB-450	3.99±0.06 ^{if}	9.40±0.02 ^g	6.11±0.01 ^h	0.58±0.00 ^{gh}	11.21±0.01 ^j

Values with different letters in column are significantly different in Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

KB-۱۰۰، KB-۴۵۰، KB-۲۱۳ با دارابودن شاخص‌هایی مانند وزن، نسبت گوشت به هسته و همچنین شاخص طعم بیشتر و اسیدیته کمتر برای تازه خوری مناسب هستند و KB-۲۳۲ و KB-۲۴۷ با داشتن وزن و ماده خشک بیشتر و تنفس کمتر برای فرآوری قابل توصیه هستند. ژنوتیپ‌های با اسیدیته خیلی زیاد (بیشتر از ۳) مانند KB-۱۵۷ و KB-۱۲۱، KB-۲۳۴ و KB-۱۵۲ برای فرآوری ترشی و لواشک مناسب-ترند.

۴- نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که ژنوتیپ‌های آلبالوی کشت شده در ایران از نظر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی تنوع بسیار بالایی دارند و در برخی ویژگی‌ها مانند مواد جامد محلول، pH و اسیدیته به گروه‌های مختلف معنی‌دار قابل تفکیک هستند. از نظر مصرف‌کننده، رنگ و اندازه شاخص‌های بسیار مهمی در انتخاب اولیه هستند. بر اساس ارزیابی‌های انجام شده، ژنوتیپ‌های

- [6] Jacob, R.A., Spinozzi, G.M., Simon, V.A., Kelley, D.S., Prior, R.L., Hess-Pierce, B. and Kader, A.A., 2003. Consumption of cherries lowers plasma urate in healthy women. *The Journal of Nutrition*, 133: 1826-1829.
- [7] Gonçalves, B., Landbo, A.K., Let, M., Silva, A.P., Rosa, E. and Meyer, A.S., 2004 b. Storage affects the phenolic profiles and antioxidant activities of cherries (*Prunus avium* L.) on human low density lipoproteins. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(9): 1013-1020.
- [8] Mozetič, B., Simčič, M. and Trebše, P., 2006. Anthocyanins and hydroxycinnamic acids of Lambert Compact cherries (*Prunus avium* L.) after cold storage and 1-methylcyclopropene treatment. *Food Chemistry*, 97(2): 302-309.
- [9] Ferretti, G., Bacchetti, T., Belleggia, A. and Neri, D., 2010. Cherry antioxidants: from farm to table. *Molecules*, 15(10): 6993-7005.
- [10] Rezaei, S. 2004. Investigation of quality characteristics, antioxidant properties and shelf life in several selected sour cherry genotypes. Thesis, University of Tabriz - Faculty of Agriculture. (In Parsian).
- [11] Najafzadeh, R., Arzani, K., Bouzari, N. 2014. Assessment of morphological and pomological variation of some selected Iranian sour cherry (*Prunus cerasus* L.) genotypes. *Seed and Plant Improvement Journal*. 30 (2): 243-267. (In Parsian).
- [12] Bouzari, N., and Abdali Diousli, R. 2017. Evaluation of local cherry germplasm in order to obtain suitable cultivars. Research Project Report -Phase II. (In Parsian).
- [13] Bouzari, N., and Hosseini, S. S. 2018. Identification and introduction of promising sour cherry genotypes suitable for processing in Iran. International conference on promotion of scholar and regional corporation on food and agricultural science. Mashhad, Iran. <https://civilica.com/doc/797877>. (In Parsian).
- [14] Papp, N., Szilvássy, B., Abrankó, L., Szabó, T., Pfeiffer, P., Szabó, Z., Nyéki, J., Ercisli, S., Stefanovits-Bányai, É. and Hegedűs, A., 2010. Main quality attributes and antioxidants in Hungarian sour cherries: identification of genotypes with enhanced functional properties. *International Journal of Food Science & Technology*, 45(2): 395-402.
- ژنوتیپ‌های با ماده خشک بیشتر و قرمزی بیشتر (a^* کمتر) مانند KB-۱۳۶ و KB-۴۴۹ برای تولید پودر، آلبالو خشک و نکتار آلبالو مناسب‌ترند. ژنوتیپ دیررس KB-۳۴۳ بیشترین سفتی بافت را داشته است و ژنوتیپ‌های با سفتی بافت زیاد مانند KB-۳۴۳ و KB-۳۵۳، با ترشی و شیرینی بیشتر به ترتیب برای فرآوری کمپوت و مربا پیشنهاد می‌شوند. نتایج این پژوهش به بازنگری استانداردهای ملی آلبالو کمک خواهد کرد. برای توصیه کاشت ارقام مناسب با هدف فرآوری، علاوه بر ویژگی‌هایی فیزیکی‌شیمیایی بررسی شده، ثبات این ویژگی‌ها در سال‌های مختلف و همچنین ویژگی‌های فنولوژیکی، پومولوژیکی نیز مانند عملکرد، سهولت برداشت، مقاومت به بیماری‌ها، آفات و سرمزدگی و موارد دیگر نیاز به بررسی دارند.

۵- منابع

- [1] Yilmaz, K.U., Ercisli, S., Zengin, Y., Sengul, M. & Kafkas, E.Y., 2009. Preliminary characterisation of cornelian cherry (*Cornusmas* L.) genotypes for their physico-chemical properties. *Food Chemistry*, 114: 408-412.
- [2] Burkhardt, S., Tan, D.X., Manchester, L.C., Hardeland, R. and Reiter, R.J., 2001. Detection and quantification of the antioxidant melatonin in Montmorency and Balaton tart cherries (*Prunus cerasus*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49: 4898-4902.
- [3] Gonçalves, B., Landbo, A.K., Knudsen, D., Silva, A.P., Moutinho-Pereira, J., Rosa, E. and Meyer, A.S., 2004a. Effect of ripeness and postharvest storage on the phenolic profiles of cherries (*Prunus avium* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 523-530.
- [4] Kim, D.O., Heo, H.J., Kim, Y.J., Yang, H.S. and Lee, C.Y., 2005. Sweet and sour cherry phenolics and their protective effects on neuronal cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: 9921-9927.
- [5] Kang, S.Y., Seeram, N.P., Nair, M.G. and Bourquin, L.D., 2003. Tart cherry anthocyanins inhibit tumor development in ApcMin mice and reduce proliferation of human colon cancer cells. *Cancer letters*, 194: 13-19.

- fruit quality parameters and high antioxidant properties. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 42(4): 275-287.
- [24] Grafe, C. and Schuster, M., 2014. Physicochemical characterization of fruit quality traits in a German sour cherry collection. *Scientia Horticulturae*, 180: 24-31.
- [25] Rodrigues, L.C., Morales, M.R., Fernandes, A.J.B. and Ortiz, J.M., 2008. Morphological characterization of sweet and sour cherry cultivars in a germplasm bank at Portugal. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 55(4) : 593-601.
- [26] Crisosto, C.H., Crisosto, G.M. and Metheney, P., 2003. Consumer acceptance of 'Brooks' and 'Bing' cherries is mainly dependent on fruit SSC and visual skin color. *Postharvest Biology and Technology*, 28(1): 159-167.
- [27] Bonerz, D., Würth, K., Dietrich, H. and Will, F., 2007. Analytical characterization and the impact of ageing on anthocyanin composition and degradation in juices from five sour cherry cultivars. *European Food Research and Technology*, 224(3): 355-364.
- [28] Kovács, E., Kristóf, Z., Perlaki, R. and Szöllösi, D., 2008. Cell wall metabolism during ripening and storage of nonclimacteric sour cherry (*Prunus cerasus* L., cv. Kántorjánosi). *Acta Alimentaria*, 37(4): 415-426.
- [29] Milošević, T. and Milošević, N., 2012. Fruit quality attributes of sour cherry cultivars. *International Scholarly Research Notices*, 593981.
- [30] Pedišić, S., Levaj, B., Dragović-Uzelac, V., Škevin, D. and Skendrović Babojelić, M., 2009. Color parameters and total anthocyanins of sour cherries (*Prunus cerasus* L.) during ripening. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 74(3): 259-262.
- [31] Siddiq, M., Iezzoni, A., Khan, A., Breen, P., Sebolt, A.M., Dolan, K.D. and Ravi, R., 2011. Characterization of new tart cherry (*Prunus cerasus* L.): selections based on fruit quality, total anthocyanins, and antioxidant capacity. *International Journal of Food Properties*, 14(2), pp.471-480
- [32] Quero-García, J., Iezzoni, A., Pulawska, J. and Lang, G.A. eds., 2017. *Cherries: botany, production and uses*. CABI.
- [15] Radičević, S., Cerović, R., Lukić, M., Paunović, S.A., Jevremović, D., Milenković, S. and Mitrović, M., 2012. Selection of autochthonous sour cherry (*Prunus cerasus* L.) genotypes in Feketić region. *Genetika*, 44(2): 285-297.
- [16] Repajić, M., Bursać Kovačević, D., Putnik, P., Dragović-Uzelac, V., Kušt, J., Čošić, Z. and Levaj, B., 2015. Influence of cultivar and industrial processing on polyphenols in concentrated sour cherry (*Prunus cerasus* L.) juice. *Food technology and biotechnology*, 53(2): 215-222.
- [17] Viljevac, V.M., Krunoslav, D., Ines, M., Vesna, T., Dominik, V., Zvonimir, Z., Boris, P. and Zorica, J., 2017. Season, location and cultivar influence on bioactive compounds of sour cherry fruits. *Plant, soil and environment*, 63(9): 389-395.
- [18] Sokół-Łętowska A, Kucharska AZ, Hodun G, Gołba M. Chemical Composition of 21 Cultivars of Sour Cherry (*Prunus cerasus*) Fruit Cultivated in Poland. 2020, *Molecules*, 25(19):4587.
- [19] Milošević, T., Milošević, N. and Mladenović, J., 2020. Combining fruit quality and main antioxidant attributes in the sour cherry: The role of new clonal rootstock. *Scientia Horticulturae*, 265:109236.
- [20] Basiri, S., Shavakhi, F. (2011). Investigation on the effect of different conditions of processing and storage, on quality properties of Mulberry concentrate. *Agricultural Engineering Research Institute. Research Report*. (In Persian).
- [21] Ravanfar, R., Niakousari, M. and Maftoonazad, N., 2014. Postharvest sour cherry quality and safety maintenance by exposure to Hot-water or treatment with fresh Aloe vera gel. *Journal of food science and technology*, 51(10): 2872-2876.
- [22] Sahraei KhoshGardesh, A., Badii, F., Hashemi, M., Yasini Ardakani, A., Maftoonazad, N., and Mousapour Gorji, A. 2016. Effect of nanochitosan-based coating on climacteric behavior and postharvest shelf-life extension of Apple cv. Golab Kohanz. *LWT-Food Science and Technology*, 70: 33-40.
- [23] Najafzadeh, R., Arzani, K., Bouzari, N. and Hashemi, J., 2014. Identification of new Iranian sour cherry genotypes with enhanced



Selection of superior local sour cherry (*Prunus cerasus* L.) genotypes of Iran for different applications of fresh consumption and processing

Shavakhi, F. ^{1*}, Bouzari, N. ², Badii, F. ³, Rafiee Darsangi, Z. ⁴

1. Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.
2. Associate Professor, Horticultural Science Research Institute, Temperate Fruits Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.
3. Associate Professor, Agricultural Engineering Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.
4. Master of Food Technology, Agricultural Engineering Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Article History:</p> <p>Received 2021/ 11/ 07 Accepted 2022/ 01/ 23</p> <hr/> <p>Keywords:</p> <p>Color, Physicochemical, Respiration, Sourcherry, Tartcherry, Texture.</p> <hr/> <p>DOI: 10.52547/fsct.19.123.119 DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.123.18.3</p> <hr/> <p>*Corresponding Author E-Mail: f.shavakhi@areeo.ac.ir</p>	<p>In this study, 23 local genotypes of sour cherry from collection in Meshkin Dasht-Karaj in terms of physical and chemical characteristics including weight, flesh to core ratio, firmness, total soluble solids, dry matter content, titratable acidity, pH, flavour index, respiration rate, color indices of fruits and juices (L^*, b^*, a^*, Hue and Chroma) and their correlations were examined. The results showed that all genotypes had significant differences ($p \leq 0.05$) in terms of the studied characteristics. Based on the correlations in the color indices, a^* index alone can be used to evaluate the red color differences of various genotypes. According to the results, genotypes of KB-100, KB-450, and KB-213 with suitable characteristics such as weight (>2.8 g), flesh to core ratio (>8.5), flavour index (>9.5) and acidity ($<1.75\%$) are more suitable for fresh consumption and genotypes of KB-232 and KB-247 with suitable weight (>3.7 g), dry matter content ($>15\%$) and respiration rate (<9000 mg $\text{CO}_2/\text{kg}\cdot\text{hr}$) are more applicable for processing. Also, genotypes with high acidity ($>3\%$) such as KB-157, KB-121, KB-234, and KB-152 are more suitable for pickling and fruit roll-up processing. Genotypes with high dry matter content ($>21\%$) and intense redness ($a^* < 9$ for skin and $a^* < 16$ for fruit juice) such as KB-136 and KB-449 are more suitable for the production of powder, dried sour cherries, syrup and nectar. Late harvested genotypes with firmness ($>6\text{N}$) such as KB-343 and KB-353 are also recommended for compote and jam processing, respectively.</p>