

ارزیابی خواص بافتی و رنگ میوه گیلاس واریته سیاه مشهد در طی رسیدن

فرهود مناف دل ستان^۱، محسن اسمعیلی^{۲*} و مسعود تیموری بک^۳

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۲/۴ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۱/۱۹

^۱ دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

^۲ دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

^۳ مربی گروه برق الکترونیک دانشگاه صنعتی ارومیه

* مسئول مکاتبه: Email: m.esmaili@urmia.ac.ir

چکیده

ارزیابی خواص فیزیکی و شیمیایی میوه، می‌تواند در طراحی و عملیات بهینه‌ی فرآوری و جابجایی ایمن و سالم کمک کند. در مطالعه حاضر، خصوصیات شیمیایی، بافتی و فیزیکی گیلاس واریته سیاه مشهد در دوره رسیدن بررسی شد. تغییرات در مقدار مواد جامد محلول، نیروی لازم برای جدا شدن دم میوه، سفتی (فرمنس)، هاردنس، پیوستگی، رزایلینس، صمغیت، قابلیت جویدن، شاخص‌های رنگ یعنی L^* (روشنی)، تفاوت رنگ کل (ΔE)، نسبت a^*/b^* (Chroma) C و H (زاویه‌ی هیو) اندازه‌گیری شد. همزمان با افزایش درجه بریکس در طول دوره‌ی رسیدن، دانسیته حقیقی میوه‌ها از $0.1 \pm 995/13$ (برای نمونه‌هایی با رنگ سبز) تا $1/0.32 \pm 0/33$ گرم بر سانتی‌مترمکعب (برای نمونه‌هایی با رنگ قرمز) افزایش یافت. طی دوره‌ی رسیدن مقادیر نیروی لازم برای جدا شدن دم میوه، سفتی و هاردنس میوه با یک همبستگی مثبت معنی‌دار (در سطح اطمینان ۰/۹۵) کاهش نشان داد. تغییرات نیروی کشش دم، سفتی و هاردنس از اولین برداشت (چهل و هفتمین روز پس از گلدهی) تا آخرین برداشت (شصت و هشتمین روز پس از گلدهی) به ترتیب $1/928 \pm 4/899$ نیوتن، $1/304 \pm 0/545$ نیوتن بر میلی‌متر و $3/803 \pm 1/187$ نیوتن بدست آمد. تغییرات در پیوستگی و رزایلینس نسبتاً ناچیز بود ولی صمغیت و قابلیت جویدن کاهش یافت. نتایج نشان داد که در طی روزهای آخر دوره رشد میوه، روند تغییر پارامترهای L^* و زاویه هیو کاهشی و پارامترهای تفاوت رنگ کل و نسبت a^*/b^* افزایشی است.

واژگان کلیدی: گیلاس، دوره رسیدن، خواص بافتی، رنگ سنجی

مقدمه

تولیدکننده گیلاس در جهان، کشور ترکیه با تولید معادل ۲۹۰۰۰۰ تن در سال می‌باشد. آمریکا با ۲۷۰۰۰۰ تن و ایران با ۲۳۰۰۰۰ تن در سال از دیگر کشورهای مهم در زمینه تولید این محصول هستند (فائو ۲۰۱۰ و آمار جهاد کشاورزی ۱۳۹۰). در کشور ما، اغلب گیلاس در

گیلاس با نام علمی *Prunus avium L.* از جمله گیاهانی است که کشت آن از قدیم در ایران متداول بوده است. این میوه متعلق به جنس آلوسانان (*prunus*) و تیره گل‌سرخیان (*rosaceae*) می‌باشد. بزرگترین

نواحی آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی، خراسان، اطراف تهران و اصفهان کشت می‌شود و البته کشت پراکنده آن در برخی نقاط دیگر نیز وجود دارد. بعضی از ارقام بومی گیلاس شامل حاج یوسفی، قرمز و سفید ارومیه، شبستر، سیاه مشهد و ... است. در حال حاضر در میان ارقام داخلی، رقم سیاه مشهد از جمله ارقام مطلوب و غالب کشور است که جزء دیررس‌ترین ارقام و دارای بهترین کیفیت و عملکرد می‌باشد. گیلاس سیاه مشهد دارای رنگ قرمز تیره و زمان برداشت آن خردادماه است. میوه گیلاس حاوی ویتامین های A، B₁، B₂، C و مواد معدنی نظیر پتاسیم، کلسیم و به مقدار زیاد منیزیم است (گنجی مقدم، ۱۳۸۹). از آنجا که ماندگاری پس از برداشت میوه گیلاس محدود و دوره فروش آن کوتاه است، راه حل مناسب جهت جلوگیری از ضایعات این محصول باغی عمده، سوق دادن آن به سمت صنایع تبدیلی است. گیلاس علاوه بر مصرف تازه‌خوری، در تولید مربا، ژله، مارمالاد، عصاره بصورت کنسرو شده، انواع مختلف نوشیدنی‌ها، میوه پخته و برش خورده کاربرد دارد.

به منظور طراحی و عملیات بهینه‌ی فرآوری و جابجایی ایمن و سالم، مطالعه خواص مکانیکی میوه‌ها و سبزی‌ها یک امر ضروری است. خواص مکانیکی ممکن است در حین رشد میوه و دوران رسیدگی دستخوش تغییرات شود. به کارگیری دانش حاصل از این مطالعه، ضمن کاهش صدمات وارده در طی عملیات مورد نیاز، در افزایش عمر قفسه‌ای نیز مفید می‌باشد (گالی لی و همکاران، ۱۹۹۸).

با توجه به اینکه گیلاس یک میوه نافرنگ است، بهینه‌سازی شرایط نگهداری برای اهداف کاربردی حائز اهمیت می‌باشد. به این دلیل، باید شناسایی پارامترهای بهینه گیلاس و ارتباط بین این پارامترها به خوبی مشخص شده و کنترل کیفیت میوه با اندازه‌گیری یکی از این پارامترها صورت پذیرد. مهم‌ترین پارامترهای فیزیکی گیلاس شامل رنگ پوست، سفتی بافت میوه و

اندازه آن هستند که در مشتری‌پسندی گیلاس دارای اهمیت است (استی و همکاران ۲۰۰۲). خواص فیزیکی (شامل ضریب اصطکاک، پروسیتته، دانسیته حجمی و...)، مکانیکی (پارامترهای تنش گسیختگی، کرنش، مدول الاستیسیته) و شیمیایی (اسیدیتته، بریکس، خاکستر، میزان ویتامین C و...) ۳ واریته گیلاس کشور ترکیه توسط وورساوش و همکاران (۲۰۰۶) مطالعه شده است. موسکویکس و همکاران (۲۰۰۶)، تغییر ویژگی‌های فیزیکی واریته‌های گیلاس را در طی رسیدن میوه ارزیابی نموده و گزارش کردند که مقادیر سفتی، همبستگی مناسبی با داده‌های رنگ پوست و جرم میوه دارد. سرانو و همکاران (۲۰۰۹) رنگ، اسیدیتته کل، بریکس، فنول کل و مقدار آنتوسیانین‌های ۱۲ واریته گیلاس را در طی رسیدن (در ۳ مرحله برداشت) و طی انبار در دمای ۲ °C به مدت ۱۶ روز و نیز در دمای ۲۰ °C به مدت ۲ روز مطالعه نمودند. در طی رسیدن، شدت رنگ میوه، بریکس و محتوای آنتوسیانین‌ها و ترکیبات فنولیک افزایش، ولی اسیدیتته کاهش یافت. نتایج نشان داد که گیلاس‌ها بایستی در مرحله سوم نمونه‌برداری (۴ روز قبل از زمان برداشت تجاری) برداشت شوند، درحالی‌که بیشترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه، پس از ۱۶ روز انبار در دمای ۲ °C مشاهده شد. سرادیلا و همکاران (۲۰۱۲) خواص فیزیکی‌وشیمیایی واریته آمبرونس^۱ را در طی رسیدن بررسی نموده و گزارش کردند که افزایش پارامترهای وزن، قطر، مواد جامد محلول، فروکتوز، فنول کل، آنتوسیانین‌های کل، شاخص رسیدگی، محتوای اسیدمالیک (اسید غالب گیلاس) و فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل قابل ملاحظه است. همچنین کاهش غیرمعنی دار سفتی (فرمنس) و کاهش معنی دار pH، پارامترهای رنگ پوست و گوشته گیلاس و محتوای گلوکز آن را مشاهده شد.

¹ Ambrunes

برداشت، هسته‌گیری و خرد شده و عصاره آن استخراج شد. سپس هدایت الکتریکی نمونه‌ها برحسب mS/cm با دستگاه هدایت سنج الکتریکی (Metrohm644, Swiss) در دمای اتاق اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری هر کدام از این خواص در هر نوبت برداشت، با ۳ تکرار انجام گرفت.

برای تعیین هر یک از خواص فیزیکی و بافتی، در هر تکرار ۱۰ عدد میوه بصورت تصادفی انتخاب و با ترازوی دقیق (AND, GF-300, Japan) با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین و ابعاد نمونه‌ها شامل سه قطر عمود بر هم بزرگ، متوسط و کوچک با استفاده از کولیس دیجیتالی (Mitutoyo, Model CD-15CPX, Japan) با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. قطر متوسط هندسی (D_g) و درجه کرویت (Φ) با استفاده از روابط زیر محاسبه گردید (محسنین ۱۹۸۶):

$$D_g = (LWT)^{1/3}$$

$$\Phi = [(LWT)^{1/3} \times 100] / L$$

که در آن L ، W و T به ترتیب اندازه سه قطر عمود برهم گیلاس بوده و L قطر بزرگ میوه می‌باشد.

مساحت سطح میوه با رابطه زیر محاسبه شد (محسنین ۱۹۸۶):

$$S = \pi D_g^2$$

دانشیته حقیقی میوه با روش جابجایی سیال^۲ مشخص گردید. حجم آب جابجا شده در اثر ورود گیلاس به داخل آب با روابط زیر محاسبه شد (محسنین ۱۹۸۶).

$$V = \frac{W_T}{\rho_T} \rho_t = \frac{W}{V}$$

در این روابط، W_T جرم آب جابه‌جا شده، ρ_T چگالی آب، V حجم آب جابه‌جا شده یا حجم میوه، W جرم میوه و ρ_t چگالی حقیقی میوه را نشان می‌دهد.

رنگ سنجی

برای ارزیابی رنگ، سطح نمونه‌های گیلاس قبل از انجام کار با یک دستمال پارچه‌ای دقیقاً تمیز شده و پس از کالیبراسیون دستگاه رنگ‌سنج (Chroma Meter,

آنالیز منحنی‌های نیرو-تغییر شکل در مورد چندین نوع میوه مشخص نموده که رسیدن باعث کاهش نیروی شکست می‌شود، ولی تأثیر مشخصی در حالت منحنی نیرو-تغییر شکل ندارد (فیکت و همکاران، ۲۰۰۵؛ جا و همکاران ۲۰۰۶) تغییرات خواص مکانیکی انبه در دوره رسیدن را مطالعه کرده و نشان دادند که رسیدن میوه با اندازه، کرویت، رنگ و سفتی همبستگی نزدیکی دارد. بدلیل اهمیت خواص فیزیکی در طراحی عملیات و تجهیزات جابجایی، فرآوری و نگهداری و اینکه این خواص برای میوه‌ی گیلاس واریته سیاه مشهد اندازه‌گیری نشده است، هدف تحقیق حاضر، اندازه‌گیری و بررسی تغییرات خواص فیزیکوشیمیایی این میوه در طی رسیدن می‌باشد.

مواد و روش‌ها

میوه گیلاس

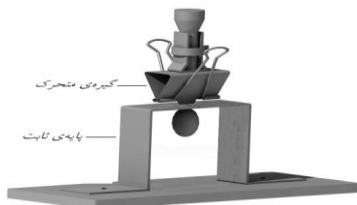
نمونه‌ی گیلاس واریته سیاه مشهد از باغات روستای عسگرآباد کوه شهرستان ارومیه تهیه شد. عملیات برداشت در طی ۴ مرحله با فواصل زمانی ۷ روزه انجام گرفت. اولین برداشت در ۹ خرداد و مطابق با چهل هفتمین روز پس از زمان شکوفه دادن درختان گیلاس باغ مورد مطالعه بود. در هر نمونه‌برداری، تعداد ۵ نمونه یک کیلوگرمی بصورت تصادفی از قسمت‌های مختلف درخت گیلاس برداشت شد. نمونه‌های انتخاب شده، بلافاصله در بسته‌های پلاستیکی به یخچال (4°C) منتقل گردید و حداکثر در طی ۱۲ ساعت مورد آزمایش قرار گرفت.

خواص فیزیکی و شیمیایی گیلاس

خواص شیمیایی نمونه‌های گیلاس شامل اسیدیته قابل تیتراسیون، میزان قندکل و قندهای احیا کننده مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۲۶۸۵ اندازه‌گیری شد. با استفاده از رفراکتومتر رومیزی (Abbe, Japan) درجه بریکس نمونه‌ها مشخص گردید. برای سنجش میزان هدایت الکتریکی نمونه‌ها، ۲۰ گرم میوه تازه بعد از

²Platform method

برابر ۱ میلی‌متر بر ثانیه و ۱۰ میلی‌متر تنظیم گردید. با این روش، حداکثر نیروی لازم برای جداکردن دم از میوه اندازه‌گیری شد.



شکل ۱- گیره و پایه‌ی مخصوص برای جدا کردن دم

بررسی آماری

ضریب تبیین (R^2) و احتمال خطا (P یا P_{value}) با استفاده از نسخه شماره ۶ نرم افزار آماری Statistica محاسبه شد.

نتایج و بحث

آزمون‌های فیزیکی شیمیایی

جدول ۱ نتایج اندازه‌گیری ویژگی‌های شیمیایی گilas واریته سیاه مشهد را در دوره رسیدن نشان می‌دهد. بر اساس نتایج بدست آمده، مواد جامد محلول در فاصله بین ۵۴ تا ۶۱ روز پس از گلدهی درخت به شدت افزایش یافت. بر اساس این تغییرات، در حالیکه بریکس قبل از روز ۶۱ ام به حداکثر نرسیده است، اما یک هفته پس از آن میوه‌ها ظاهری بیش از حد رسیده بخود گرفتند.

اسیدیته قابل تیتراسیون نمونه‌های گilas در طی رسیدن افزایش یافت. دامنه تغییرات اسیدیته در طول دوره برداشت از 0.1 ± 0.069 در برداشت اول تا 0.3 ± 0.021 در برداشت نهایی رسید. قندهای کل و احیاکننده نیز در طی رسیدن افزایش یافت که از شکسته شدن کربوهیدرات‌ها ناشی می‌شود. روند افزایش قندهای کل و احیاکننده خطی بوده و دامنه تغییرات قند کل از 11.48 ± 0.11 تا 24.67 ± 0.056 و قندهای احیاکننده از 10.37 ± 0.10 تا 23.36 ± 0.074 بود. روند تغییرات قند کل و احیا مشابه نتایج مطالعه سرانو و همکاران (۲۰۰۵) و یوسنیک و همکاران (۲۰۰۸) می‌باشد.

(Minolta CR-400, Japan) با صفحه سفید استاندارد، رنگ‌سنجی ۱۰ نمونه تصادفی در پنج تکرار صورت پذیرفت. بر اساس مقادیر L^* ، a^* و b^* قرائت شده و شاخص‌های تفاوت رنگ کل (ΔE)، نسبت a^*/b^* ، C (Chroma) و H (زاویه Hue) محاسبه گردید.

$$\Delta E = \sqrt{(L_0^* - L^*)^2 + (a_0^* - a^*)^2 + (b_0^* - b^*)^2}$$

$$H = \tan^{-1}(b^*/a^*) \quad C = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

آنالیز بافت

آزمون‌های نفوذ، کشش دم و آنالیز پروفیل بافت (TPA) با دستگاه آنالیز بافت (Texture Analyzer, TA.XT Plus, StableMicro Systems, UK) انجام گردید. در هر مرحله‌ی برداشت، آزمون نفوذ در ده تکرار روی نمونه‌هایی که به صورت تصادفی از بخش‌های مختلف درخت انتخاب شدند انجام گرفت. آزمون نفوذ با استفاده از یک پروب استوانه‌ای با قطر ۲ میلی‌متر و در جهت عمود بر مرکز هندسی میوه گilas بصورت افقی روی دستگاه انجام گرفت. سرعت حرکت پروب روی ۱ میلی‌متر بر ثانیه و عمق نفوذ آن ۶ میلی‌متر، سرعت قبل تست ۱/۵ میلی‌متر بر ثانیه و سرعت بعد از تست ۱۰ میلی‌متر بر ثانیه تنظیم گردید. نمودارهای نیرو-زمان از طریق نرم‌افزار سیستم تهیه شد. بدین ترتیب پارامترهای سفتی و هاردنس (بعنوان حداکثر نیروی لازم برای نفوذ پروب به گوشته‌ی میوه) محاسبه شد.

در آزمون TPA، هر میوه‌ی گilas در موقعیت طولی قرار گرفته و توسط پروب استوانه‌ای سطح صاف آلومنیومی با قطر ۲۵ میلی‌متر (P/25) تحت فشارش ۵۰٪ قرار گرفت. سرعت هر بارگذاری برابر ۴ میلی‌متر بر ثانیه، مسافت کرنش آن ۳ میلی‌متر، سرعت قبل تست ۱ میلی‌متر بر ثانیه و سرعت بعد از تست ۴ میلی‌متر بر ثانیه تنظیم گردید.

در آزمون جداسازی دم میوه، شکل ۱، سرعت و مسافت حرکت گیره برای جداکردن دم از میوه به ترتیب

روند تغییرات در پارامتر هدایت الکتریکی از برداشت روز ۴۷ام تا ۶۱ام تقریباً ثابت بود، ولی در برداشت نهایی، میزان هدایت الکتریکی افزایش یافت. تغییرات در هدایت الکتریکی می‌تواند تحت تأثیر افزایش قندها و اسیدها باشد. با افزایش قندها و بریکس میوه، هدایت الکتریکی کاهش می‌یابد، درحالی‌که اسیددیده تأثیر مستقیم و مثبتی بر روی هدایت الکتریکی می‌گذارد. احتمالاً روند نسبتاً

ثابت ۳ برداشت نخست، به دلیل تأثیر افزایش اسیددیده و قند و بریکس میوه باشد. افزایش محسوس در انتهای دوره مورد مطالعه می‌تواند بعلت افزایش قابل ملاحظه در مقدار اسیددیده قابل تیتراسیون و روند نسبتاً ثابت مواد جامد محلول باشد که حاکی از شروع روند پیری و تخریب بافت‌های داخلی و تراوش بین سلولی در میوه است.

جدول ۱- مشخصات شیمیایی گیلاس واریته سیاه مشهد در دوره رسیدن

روز * برداشت	درجه بریکس	اسیددیده (g/100g)	pH	قند کل (g/100g)	قندهای احیاکننده (g/100g)	هدایت الکتریکی (mS/cm)	شاخص رسیدگی **
۴۷	۱۱/۹۲±۰/۳۴	۰/۶۹±۰/۰۱	۳/۶۸±۰/۰۲۵	۱۱/۳۹±۰/۴۸	۱۰/۶۰±۰/۳۷	۳/۷۵±۰/۰۱	۱۷/۲۸±۰/۳۱
۵۴	۱۳/۸۳±۰/۲۵	۰/۷۹±۰/۰۵	۳/۵۱±۰/۰۸	۱۵/۵۵±۰/۴۹	۱۵/۰۳±۰/۷۷	۳/۶۷±۰/۰۹	۱۷/۵۱±۰/۴۲
۶۱	۱۹/۰۱±۰/۳۵	۰/۸۲±۰/۰۲	۳/۴۹±۰/۰۱۵	۱۸/۹۴±۰/۶۸	۱۸/۳۰±۰/۳۶	۳/۶۳±۰/۰۱	۲۳/۱۷±۰/۱۴
۶۸	۲۱/۰۴±۰/۵۰	۱/۰۲±۰/۰۳	۳/۴۶±۰/۰۶	۲۴/۶۷±۰/۵۶	۲۳/۳۶±۰/۷۴	۴/۲±۰/۰۷	۲۰/۶۳±۰/۰۹

* برحسب روزهای پس از گلدهی، ** نسبت بریکس به اسیددیده

جدول ۲- مشخصات فیزیکی گیلاس واریته سیاه مشهد در دوره رسیدن

روز برداشت	میانگین هندسی قطر (mm)	ضریب کرویت (%)	چگالی حقیقی (g/cm ³)	جرم میوه (g)	مساحت سطح (cm ²)	حجم میوه (cm ³)
۴۷	۱۸/۸۷±۰/۸۲	۹۵/۸۵±۰/۲۶	۰/۹۹۵±۰/۱۲	۳/۷۰۵±۰/۴۴	۱۱/۱۸۵±۰/۱۲	۳/۷۲۱±۰/۹۵
۵۴	۲۲/۳±۰/۸۱	۹۰/۶۱±۰/۱۵	۱/۰۱۶±۰/۶۱	۶/۵۴۷±۰/۸۱	۱۵/۶۲۱±۰/۵۲	۶/۴۲۳±۰/۲۲
۶۱	۲۳/۲۱±۰/۷۶	۸۹/۷۸±۰/۱۲	۱/۰۲۷±۰/۵۲	۸/۰۲۷±۰/۸۲	۱۶/۹۲۵±۰/۰۹	۷/۷۹۵±۰/۴۲
۶۸	۲۳/۸۱±۰/۶۳	۹۰/۰۴±۰/۱۱	۱/۰۳۲±۰/۳۳	۸/۶۱۲±۰/۶۹	۱۷/۸۰۱±۰/۴۴	۸/۳۲۸±۰/۱۱

دامنه تغییرات pH از ۳/۶۸±۰/۰۲۵ در برداشت اول تا ۳/۴۶±۰/۰۶ در برداشت نهایی متغیر بود. با توجه به این نکته که بهترین زمان برداشت گیلاس می‌تواند در بالاترین شاخص رسیدگی باشد، در این مطالعه، بیشینه‌ی شاخص رسیدگی در روز ۶۱ام مشاهده شد. روند تغییرات در پارامتر هدایت الکتریکی از برداشت

روز ۴۷ام تا ۶۱ام تقریباً ثابت بود، ولی در برداشت نهایی، میزان هدایت الکتریکی افزایش یافت. تغییرات در هدایت الکتریکی می‌تواند تحت تأثیر افزایش قندها و اسیدها باشد. با افزایش قندها و بریکس میوه، هدایت الکتریکی کاهش می‌یابد، درحالی‌که اسیددیده تأثیر مستقیم و مثبتی بر روی هدایت الکتریکی می‌گذارد.

ویژگی‌های حسی مورد توجه مصرف‌کنندگان است که بستگی به درجه رسیدن، فیبری بودن بافت و تورم سلول‌ها دارد (باتیسه و همکاران ۱۹۹۶). در این مطالعه، روند پارامتر فرمنس نزولی بوده بطوری که بیشترین فرمنس در وضعیت نارس با مقدار $۰.۹/۲۶ N/mm \pm ۲/۰$ و کمترین مربوط به آخرین برداشت (وضعیت بیش از حد رسیده) با مقدار $۷/۱۱ N/mm \pm ۰/۰$ است. بر مبنای گزارش سرادیلا و همکاران (۲۰۱۲)، مارکوئینا و همکاران (۲۰۰۱) موزتیک و همکاران (۲۰۰۴) و بلازکوا و همکاران (۲۰۰۲)، این کاهش سفتی بافت در طی رسیدن ناشی از افزایش حجم و وزن میوه در مدت رسیدن فعالیت آنزیم‌های پکتولیتیک در مراحل آخر رسیدن میوه است. همچنین کاهش میزان پروتوپکتین و انحلال آن در طی رسیدن و افزایش پکتین کل نیز در کاهش فرمنس مؤثر است. سختی یا هاردنس، در واقع حداکثر نیروی لازم برای نفوذ یک پروب در بافت نمونه تعریف می‌شود. روند منحنی شماره ۲ نشانگر تغییرات پارامتر هاردنس از $۵۶/۴۴ N \pm ۵/۰$ تا $۶۶/۳۶ N \pm ۲/۰$ بود. این تغییرات با نتایج مطالعه مارکوئینا و همکاران (۲۰۰۱) بر روی واریته بارلت مطابقت دارد.

نیروی کشش دم میوه

در مطالعه حاضر، با توجه به روند کاملاً نزولی نیروی جداسازی دم گیلان از حالت نارس به حالت بیش از حد رسیده در طی زمان رسیدن می‌توان چنین استنباط کرد که به دلیل بافت چگال‌تر و پیوستگی و سطح تماس سلول به سلول بیشتر سلول‌های بافت گیلان در حالت نارس، نیروی بیشتری برای جداسازی ساقه از گوشته میوه مورد نیاز است. همچنین فعالیت آنزیم‌های پکتولیتیک در انحلال پکتین دیواره سلولی سلول‌های بافت ناحیه جدایش مؤثر می‌باشد، درحالی‌که در وضعیت بیش از حد رسیده گیلان، فشار تورژسانس سلول‌های بافت گیلان در حداقل بوده و این امر موجب کاهش مقاومت بافت میوه می‌گردد (بارت و گونزالز ۱۹۹۴).

احتمالاً روند نسبتاً ثابت ۳ برداشت نخست، به دلیل تأثیر افزایش اسیدیته و قند و بریکس میوه باشد. افزایش محسوس در انتهای دوره مورد مطالعه می‌تواند بعلت افزایش قابل ملاحظه در مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون و روند نسبتاً ثابت مواد جامد محلول باشد که حاکی از شروع روند پیری و تخریب بافت‌های داخلی و تراوش بین سلولی در میوه است.

با توجه به نتایج ارائه شده در جدول ۲، روند تغییرات میانگین هندسی قطر گیلان‌ها در ۴ مرحله برداشت کاملاً صعودی است، بطوری که در برداشت اول، مقدار این پارامتر برابر $۱۸/۸۷۴ \pm ۰/۸۲۵$ و در برداشت چهارم مقدار $۲۳/۸۱ \pm ۰/۶۳۱$ میلی‌متر می‌باشد. در مطالعه نادری بلداجی و همکاران (۱۳۸۷) واریته سیاه مشهد در حالت رسیدگی کامل، دارای بزرگترین میانگین هندسی قطر ($۲۲/۶۴ \pm ۰/۹۸$ میلی‌متر) نسبت به سایر واریته‌های بومی ایران بود. گیلان سیاه مشهد در حالت نارس فرم کروی‌تری داشته و در طی رسیدن، ضریب کروییت میوه کاهش می‌یابد، به طوری که در برداشت‌های دوم، سوم و چهارم ضریب کروییت در حدود ۹۰٪ است. در این مطالعه، چگالی حقیقی گیلان از $۹۹۵/۱۳ \pm ۰/۱$ تا $۱/۰ \pm ۰.۳۲/۳۳$ گرم بر سانتی‌متر مکعب، مساحت سطح میوه از $۱۱/۰ \pm ۱۸۵/۱۳$ تا $۱۷/۰ \pm ۸۰۱/۴۴$ ، متوسط جرم میوه از $۷۰۵/۴۴ \pm ۳/۰$ تا $۶۱۲/۶۹ \pm ۸/۰$ و حجم میوه از $۷۲۱/۹۵ \pm ۳/۱$ تا $۳۲۸/۱۱۱ \pm ۸/۰$ متغیر بود. این نتایج با نتایج مطالعات سرادیلا و همکاران (۲۰۱۲) و با گزارش بلازکوا و همکاران (۲۰۰۲) مشابهت داشت.

آزمون‌های مکانیکی

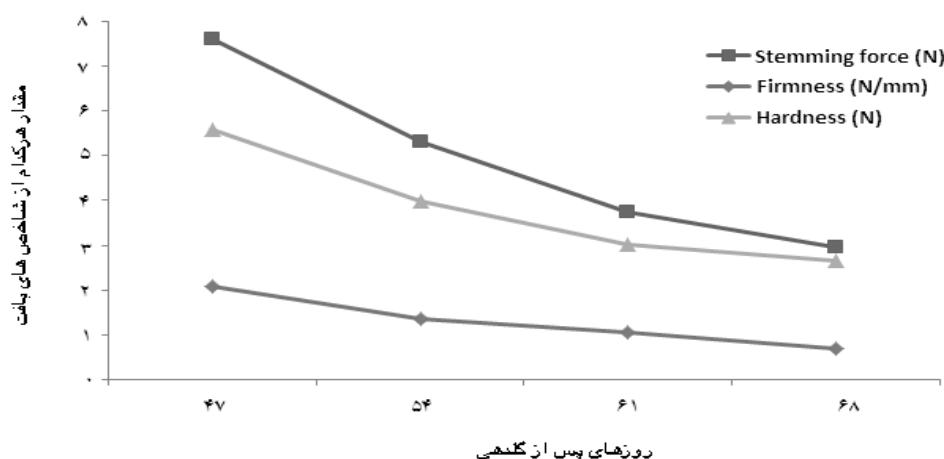
آزمون نفوذ

نمودارهای شکل ۲، نتایج آزمون نفوذ بر روی گیلان واریته سیاه مشهد را نشان می‌دهد. نرم‌شدگی بافت گیلان در طی رسیدگی، در نتیجه تغییرات قابل ملاحظه‌ای در ساختار دیواره سلولی، به ویژه در سطح سلولی گوشته میوه است. این تغییر در طی رسیدن با پارامتر فرمنس (سفتی) بیان می‌گردد. سفتی از

که این امر موجب افزایش ویسکوزیته میوه می‌گردد و همزمان حجم میوه نیز افزایش قابل ملاحظه‌ای می‌یابد. درمقابل، مقاومت سلول‌های بافت گیلاس بعلت انحلال پکتین دیواره سلولی در طی رسیدن کاهش می‌یابد.

آنالیز پروفیل بافتی (TPA)

پیوستگی، قدرت پیوندهای داخلی ساختار میوه را نشان می‌دهد. این شاخص، پارامتر بهینه‌ای جهت شناسایی مراحل رسیدگی میوه است، چون غیروابسته به سایز آن می‌باشد. در طی رسیدن، بریکس گیلاس افزایش یافته



شکل ۲- تغییرات پارامترهای فرمنس، هاردنس و نیروی جدایش دم میوه گیلاس رقم سیاه مشهد در طی دوره رسیدن

($127/20 \pm 17/38 \text{mJ}$) در طی رسیدن، به یکباره کاهش یافت و در برداشت نهایی به مقدار $41/69 \pm 10/03 \text{mJ}$ رسید.

رنگ سنجی

همانطور که در جدول ۳ و شکل ۳ مشاهده می‌شود، پارامتر روشنایی رنگ پوست (L^*) از مرحله ۱ تا ۴ برداشت، $48/84$ واحد کاهش داشته و دامنه تغییرات آن از $76/09 \pm 2/25$ تا $27/70 \pm 1/48$ می‌باشد. این کاهش نه تنها حاکی از تغییر شفافیت رنگ ظاهری گیلاس، بلکه ناشی از تغییر رنگ پوست گیلاس است که با گذشت زمان رسیدن به رنگ قرمز تیره نزدیک می‌شود. در واقع توسعه تیرگی رنگ باعث کاهش روشنایی رنگ میوه گیلاس می‌گردد. دامنه تغییرات پارامتر Hue از $84/84 \pm 2/28$ برای برداشت اول تا $13/02 \pm 0/01$ برای برداشت چهارم متفاوت بود که بیانگر تمایل رنگ گیلاس به رنگ قرمز پررنگ در طی دوره رسیدگی می‌باشد. این روند نزولی مشابه با مشاهدات سرادیلا و

مجموع این تغییرات منجر به ثبات نسبی پیوستگی بافت میوه گیلاس در طی رسیدن می‌گردد. روند این پارامتر همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، در طی رسیدگی مشابه پارامتر پیوستگی نسبتاً ثابت بود و تغییرات قابل ملاحظه‌ای در رزایلینس^۳ گیلاس مشاهده نشد. بازه‌ی تغییرات پارامتر رزایلینس واریته سیاه مشهد از $0/46 \pm 0/03$ تا $0/54 \pm 0/02$ متغیر بود. روند پارامتر صمغیت^۴ در طی دوره رسیدگی کاملاً نزولی بود. نمونه‌های برداشت اول به علت بافت فیبری‌تر، دارای مقادیر صمغیت بیشتری بود (حدود N $43/12 \pm 0/95$). در طی رسیدگی میوه، به مرور صمغیت نمونه‌های گیلاس کاهش یافت. کمترین مقدار صمغیت در برداشت روز ۶۸م (حدود $14/07 \pm 3/42 \text{N}$) مشاهده شد. همین‌طور، انرژی مورد نیاز برای جویدن یا به عبارتی شاخص قابلیت جویدن در برداشت اول

³ Resilience

⁴ Guminess

گرفتن میوه گیلان واریته سیاه مشهد در فاصله روزهای ۴۷ تا ۵۴ روز پس از گلدهی مشاهده شد.

نتیجه‌گیری

نتایج آزمون‌های شیمیایی گیلان مورد مطالعه، نشان داد که با افزایش اسیدیته، قندهای کل و احیاء، شاخص رسیدگی و بریکس در طی دوره رسیدن، pH در طی این مدت کاهش و پارامتر هدایت الکتریکی تا هفته سوم دوره نسبتاً ثابت بوده و در برداشت نهایی افزایش یافت. بیشترین مقدار شاخص رسیدگی در روز ۶۱م پس از گلدهی و برابر ۲۳/۱۷ مشاهده شد. بررسی داده‌های بافتی در طی ۴ هفته نشان داد که مقادیر پارامترهای هاردنس، فرمنس، نیروی جدایش دم میوه، صمغیت و قابلیت جویدن روندی کاهشی دارد و مقادیر پارامترهای پیوستگی و رزالیپنس تقریباً ثابت است. بیشترین هاردنس برابر ۵/۵۶ N، فرمنس برابر N/mm ۲/۰۹، نیروی جدایش دم میوه برابر N ۷/۵۹، صمغیت برابر N ۴۳/۱۲ و قابلیت جویدن ۱۲۷/۲۰mJ در برداشت روز ۴۷م مشاهده شد. کمترین مقدار هاردنس، فرمنس، نیروی جدایش دم میوه، صمغیت و قابلیت جویدن نیز به ترتیب N ۲/۶۶، ۰/۷N/mm، ۲/۹۴ N، ۱۴/۰۷ N و ۴۱/۶۹mJ به دست آمد. پارامترهای فیزیکی برداشت نخست با میانگین هندسی قطر ۱۸/۸۷، چگالی حقیقی g/cm^3 ۰/۹۹۵، وزن میوه g ۳/۷۰۵، مساحت سطح cm^2 ۱۱/۱۸۵ و حجم میوه cm^3 ۳/۷۲۱ در طی رسیدن افزایش یافت و فقط ضریب کرویت ۹۵/۸۵٪ به مرور کاهش یافت. برداشت نهایی دارای بیشترین مقدار در میانگین هندسی قطر ۲۳/۸۱ mm، چگالی حقیقی g/cm^3 ۱/۰۳۲، وزن میوه g ۸/۱۱۲، مساحت سطح cm^2 ۱۷/۸۰۱ و حجم میوه cm^3 ۸/۳۲۸ و کمترین مقدار در ضریب کرویت ۹۰/۰۴ بود. آنالیز پارامترهای رنگ نشان دهنده کاهش کروما از ۳۷/۸۹ به ۱۴/۸۲ روشنایی پوست میوه از ۷۶/۵۹ به ۲۷/۷۵ و زاویه هیو از ۸۴/۸۴ به ۱۳/۵۲ در برداشت نهایی است. پارامتر a^*

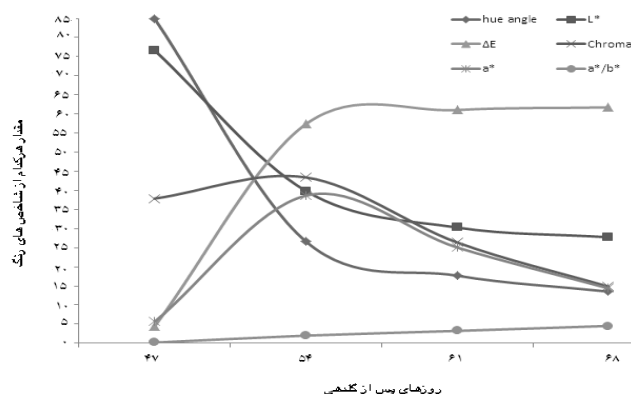
همکاران (۲۰۱۲)، موزتیک و همکاران (۲۰۰۴) و گونچالوز و همکاران (۲۰۰۷) بود. نمودار تفاوت رنگ کل (ΔE) در طی رسیدن روندی صعودی داشته و از $4/48 \pm 1/48$ تا $61/73 \pm 1/55$ متغیر است. این مقدار اختلاف در مقادیر ΔE در دسته بسیار متمایز قرار می‌گیرد. روند تغییرات اندیس a^*/b^* مشابه پارامتر اختلاف رنگ کل، در طی دوره رسیدن افزایش داشت (۴/۳۳ واحد) که این نشان‌دهنده تغییر رنگ از قرمز به قرمز پررنگ در میوه‌های گیلان برداشت آخر بود. با توجه به شکل ۳، مشاهده می‌شود که شاخص کروما ابتدا روندی افزایشی و سپس کاهشی دارد. در مطالعه موزتیک و همکاران (۲۰۰۴)، از روز پنجاه تا پنجاه و هفتم پس از گلدهی، روند کروما ثابت بوده و از روز ۵۷ تا ۷۰ ام (آخرین مرحله برداشت) تغییرات نزولی گزارش شده است. در مطالعه موسکویکس و همکاران (۲۰۰۶)، بازه تغییرات شاخص کروما برای واریته *Carmen* و *Alex* نسبتاً ثابت و با نوسان کمی (۱۵/۵ واحد) بوده، در حالی که در مطالعه حاضر، شاخص کروما در طی دوره رسیدن کاهش قابل ملاحظه‌ای داشته است (۲۳/۰۷ واحد). در مطالعه سرادیلا و همکاران (۲۰۱۲) تمام پارامترهای رنگ، کاهش قابل ملاحظه‌ای را نشان داده‌اند، اما بیشترین کاهش مربوط به پارامتر C بوده است (۲۱/۵۳ واحد). پارامتر a^* در طی رسیدن از حالت نارس (رنگ سبزمک رنگ) به حالت نیمه رسیده (رنگ قرمز روشن)، افزایش می‌یابد، ولی در حالت‌های رسیده و بیش از حد رسیده گیلان، این پارامتر روند کاهشی داشته که نشان‌دهنده بروز رنگ قرمز متمایل به تیره در پوست میوه گیلان می‌باشد. این تغییرات در رقم سیاه مشهد، مشابه تغییرات پارامتر مذکور در مطالعه موزتیک و همکاران (۲۰۰۴) بر روی واریته پتروکا^۵ است، ولی با روند نزولی تغییرات این پارامتر در تحقیق سرادیلا و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت ندارد. بر اساس نتایج بدست آمده مهمترین دوره رنگ

⁵ Petrovka

از ۵/۶۸ به ۱۴/۳۸ اندیس a^*/b^* از ۰/۲۱ به ۴/۵۴ و نشان‌دهنده بروز رنگ قرمز متمایل به تیره در پوست میوه گیلاس می‌باشد. اختلاف رنگ کل از ۴/۴۸ به ۶۱/۷۳ افزایش یافت که

جدول ۳- مشخصات رنگ گیلاس واریته سیاه مشهد در دوره رسیدن

روز برداشت	L*	a*	Hue angle (°)	Chroma	ΔE	a^*/b^*
۴۷	۷۶/۲±۵۹/۲۵	۵/۱۲±۶۸/۰۹	۸۴/۸۴±۲/۲۸	۳۷/۸۹±۲/۵	۴/۴۸±۱/۴۸	-/۰±۲۱/۴۳
۵۴	۳۹/۸۳±۴/۸۱	۲۸/۶۵±۳/۴۲	۲۶/۶۲±۳/۲۸	۴۳/۴±۴/۸	۵۷/۲±۳۸/۷۵	۲/۰۲±۰/۲۹
۶۱	۳۰/۲۹±۲/۵۸	۲۵/۰۶±۴/۴۵	۱۷/۶۸±۳/۴۴	۲۶/۳۷±۴/۷۹	۶۱/۰۳±۲/۴۱	۳/۲۴±۰/۶۶
۶۸	۲۷/۷۵±۱/۴۸	۱۴/۳۸±۳/۴۶	۱۳/۵۲±۵/۰۱	۱۴/۸۲±۳/۴۸	۶۱/۷۳±۱/۵۵	۴/۵۴±۱/۲۵



شکل ۳- تغییرات پارامترهای رنگ میوه گیلاس رقم سیاه مشهد در طی دوره رسیدن

منابع مورد استفاده

استاندارد ملی ایران، ۱۳۷۰، آیین کار نگهداری گیلاس در سردخانه، پورتال سازمان ملی استاندارد ایران. بی نام، ۱۳۹۰، دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی، نتایج طرح آمارگیری نمونه‌ای محصولات باغی سال ۱۳۹۰، وزارت جهاد کشاورزی، ص ۲۰-۲۳.

گنجی مقدم ا، ۱۳۸۹، راهنمای عملی و کاربردی گیلاس: کاشت، داشت و برداشت، انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی.

FAO, 2010. Statistics available at <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>.

Barrett DM and Gonzales C, 1994. Activity of softening enzymes during cherry maturation. *Journal of Food Science* 59(3) 574-577.

Batisse C, Buret M and Coulomb PJ, 1996. Biochemical differences in cell wall of cherry fruit between soft and crisp fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 44(2), 453-457.

Blazkova J, Hlusickova I and Blazek J, 2002. Fruit weight, firmness and soluble solids content during ripening of sweet cherry cv. Karesova. *HortScience* 29(3): 92- 98.

Esti M, Cinquanta L, Sinesio F, Moneta E and Di Matteo M, 2002. Physicochemical and sensory fruit characteristics of two sweet cherry cultivars after cool storage. *Food Chemistry* 76(4), 399-405.

Fekete A, Nagy M and Kantor D, 2005. Analysis of force-deformation relationship with fruits. An ASAE Meeting presentation.

Galili N, Shmulevich, I and Benichou N, 1998. Acoustic testing of avocado for fruit ripeness evaluation. *Transactions of the ASAE* 41(2), 399-407.

- Gonçalves B, Silva A, Moutinho-Pereira J, Bacelar E, Rosa E and Meyer A, 2007. Effect of ripeness and postharvest storage on the evolution of colour and anthocyanins in cherries (*Prunus avium* L). Food Chemistry 103(3), 976-984.
- Jha SN, Kingsly A and Chopra S, 2006. Physical and mechanical properties of mango during growth and storage for determination of maturity. Journal of Food engineering 72(1), 73-76.
- Marquina PL, Burgos J and Oria R, 2001. Application of a compression relaxation test for the characterization of Burlat 57(8), 3240-3246. cherry. Journal of Texture Studies 32(1), 15-30.
- Mohsenin NN, 1986. Physical properties of plant and animal materials: structure, physical characteristics and mechanical properties. Gordon and Breach Science Publishers, New York.
- Mozetič B, Trebše P, Simčič M and Hribar J, 2004. Changes of anthocyanins and hydroxycinnamic acids affecting the skin colour during maturation of sweet cherries (*Prunus avium* L) LWT-Food Science and Technology 37(1), 123-128.
- Muskovics G, Felföldi J, Kovács E, Perlaki R and Kállay T, 2006. Changes in physical properties during fruit ripening of Hungarian sweet cherry (*Prunus avium* L) cultivars. Postharvest Biology and Technology 40(1), 56-63.
- Serradilla MJ, Martín A, Ruiz-Moyano S, Hernández A, López-Corrales M and Córdoba MDG, 2012. Physicochemical and sensorial characterization of four sweet cherry cultivars grown in Jerte Valley (Spain). Food Chemistry 133(4), 1551-1559.
- Serrano M, Díaz-Mula HM, ZapataPJ, Castillo S, Guillén F, Martínez-Romero D and Valero D, 2009. Maturity stage at harvest determines the fruit quality and antioxidant potential after storage of sweet cherry cultivars. Journal of Agricultural and Food Chemistry 57(8), 3240-3246.
- Serrano M, Guillén F, Martínez-Romero D, Castillo S and Valero D, 2005. Chemical constituents and antioxidant activity of sweet cherry at different ripening stages. Journal of Agricultural and Food Chemistry 53(7), 2741-2745.
- Vursavuş K, Kelebek H and Selli S, 2006. A study on some chemical and physico-mechanic properties of three sweet cherry varieties (*Prunus avium* L) in Turkey. Journal of Food Engineering 74(4), 568-575.

Evaluation of textural and color properties of sweet cherry (cv. Syaah Mashhad) during ripening period

F Manaf Delsetan¹, M Esmaili^{2*} and M Teymouri Bak³

Received: February 23, 2014 Accepted: February 08, 2015

¹MSc Student, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran

²Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran

³Instructor, Department of Electrical Engineering, Urmia University of Technology, Urmia, Iran

*Corresponding author: E mail: m.esmaili@urmia.ac.ir

Abstract

Evaluation of physical and chemical properties of fruit can help to optimal design and operation of processing, and safe and secure handling. In this study, the textural, physical and chemical characteristics of sweet cherry (cv. Syaah Mashhad) in the period of ripening were investigated. Changes in the amount of soluble solid, stemming force, firmness, hardness, cohesiveness, resilience, gumminess, chewiness and color indices i.e. lightness (L^*), a^* , the total color difference (ΔE), a^*/b^* , Chroma (C), hue angle were measured. Simultaneously with increasing °Brix, magnitude of true density increased from 0.995 ± 1.13 g/cm³ (for fruits with green color) to 1.032 ± 0.33 g/cm³ (for red color fruits). During ripening period, the force required to stemming, firmness and hardness values decreased with a positive significant correlation (confidence level of 0.95). Changes in the stemming force, firmness and hardness were obtained by 4.89 ± 1.92 N, 1.3 ± 0.54 N/mm, 3.8 ± 1.18 N, respectively, from first harvest date (47th day after anthesis) to last harvest date (68th day after anthesis). Variations in cohesiveness and resilience were relatively insignificant, but gumminess and chewiness decreased. Results showed that during the final days of fruit development, L^* and Hue angle parameters decreased, but total color differences (ΔE) and a^*/b^* increased.

Keywords: Sweet cherry, Ripening period, Textural properties, Colorimetry