مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۲۲ شماره ۱ صفحه های ۴۱ تا ۵۴ (۱۴۰۰)
مقاله پژوهشی

ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی و حسی و ترکیب‌های زیست‌فعال نارنگی خرم در زمان برداشت و درطول انبارداری به عنوان یک رقم معرفی شده جدید[1]

Physicochemical, Sensory Characteristics, and Bioactive Compounds of Khoram Mandarin at Harvest Time and During Storage as a Newly Introduced Cultivar

جواد فتاحی‌مقدم*، سیده الهام سیدقاسمی، حسین طاهری و کاظم نجفی

چکیده

در این پژوهش با هدف ارزیابی نهایی جهت معرفی رقم، از میوه‌ی نارنگی خرم (*Citrus reticulata* 'Clementine' × *C. sinensis* 'Hamlin') به‌عنوان رقم جدید و میوه درخت نارنگی کلمانتین (*Citrus reticulata* 'Clementine') به‌عنوان شاهد استفاده شد. میوه‌ها در زمان برداشت، روزهای ۲۰ و ۴۰ در سردخانه طی دو سال ارزیابی شدند. نتیجه‌ها نشان داد اندازه و وزن میوه خرم کم‌تر از کلمانتین بود. نارنگی خرم کروی‌تر و با پوست‌گیری آسان تا متوسط بود. کاهش وزن نارنگی خرم کم‌تر از کلمانتین بود. شاخص‌های روشنایی، قرمز-سبز، زرد-قهوه‌ای، زاویه‌رنگ و رنگ پوست در هر دو رقم طی نگهداری تغییر معناداری نداشت. میزان ماده‌های جامد محلول و اسیدیته در نارنگی خرم بالاتر از شاهد بود. درصد آب‌میوه خرم (۴۸/۴۵ ٪) بالاتر از کلمانتین (۴۰/۱۲ ٪) بود. بالاترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را گوشت نارنگی خرم با مقدار ۳۴/۲۹ ٪ در روز ۲۰ انبارداری داشت. میزان فنول پوست نارنگی خرم در زمان برداشت و پایان نگهداری کم‌تر از شاهد بود. میزان ویتامین C هر دو رقم تغییر معناداری نداشت. ویژگی‌های طعم، شیرینی، ظاهرپسندی پوست و گوشت و پذیرش کلی میوه در خرم غالب بود. در مجموع رقم خرم مناسب تازه‌خوری، با قابلیت نگهداری متوسط، طعم مطلوب، درصد آب بالا و با ارزش غذایی مناسب است.

واژه‌های کلیدی: آنتی‌اکسیدان، سردخانه، رقم جدید، کیفیت میوه.

مقدمه

مرکبات در ایران با میزان تولید ۵۲۴۳۳۱۶ تن رتبه اول را در بین محصول‌های باغبانی دارد. از کل مرکبات تولیدی، میزان ۷۷۸۶۳۲ تن مربوط به تولید نارنگی در سطحی حدود ۴۷۴۴۶ هکتار است (۸). در سطح دنیا نیز ایران از نظر میزان تولید کل مرکبات در رتبه هفتم و به‌طور خاص تولید نارنگی در رتبه دهم قرار دارد. ایران در رتبه جهانی ۳۱ و ۳۸ به ترتیب از نظر صادرات و ارزش صادرات مرکبات قرار دارد. سهم ایران از صادرات جهانی مرکبات ۰/۲۵٪ می‌باشد (۱۶). افزون بر رقابت کشورهای تولیدکننده مرکبات جهت در اختیار قرار گرفتن بازار این محصول، بازارهای مصرف داخل و خارج نیز متقاضی تنوع در رقم‌ها و به‌ویژه رقم‌های جدید مرکبات با عملکرد و کیفیت مناسب هستند.

بازار مصرف نارنگی‌ها و پرتقال‌ها بر دو بخش میوه تازه و تولیدهای فراوری شده (بیشتر آب‌میوه) استوار است. چون مرکبات سرشار از ویتامین C و ترکیب‌های آنتی‌اکسیدانی هستند، مصرف‌کنندگان به مصرف به صورت تازه‌خوری تمایل بیشتری دارند.

۱- تاریخ دریافت: ۹۹/۳/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۹/۷/۱۲

۲- به ترتیب دانشیار، دانشجوی کارشناسی‌ارشد فیزیولوژی گیاهی، استادیار و کارشناس باغبانی، پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران.
* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (j.fattahi@areeo.ac.ir).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.8.9]

با این‌حال مصرف آب میوه مرکبات نیز رایج‌ترین نوع آب‌میوه مصرفی در دنیا است و سهم بزرگی از صنعت غذایی را به خود اختصاص داده است (۳۰).

طی سال‌های اخیر ایجاد تنوع با جایگزینی رقم‌های نارنگی ایجاد شده طی برنامه به‌نژادی در داخل کشور و یا واردات رقم‌های جدید نارنگی توسعه یافته است. در حال حاضر نارنگی‌های گروه انشو[۱] پیج[۲] و کلمانتین[۳] در شمال کشور و نارنگی‌های کینو[۴]، سیاهو و تانجلوها[۵] در جنوب کشور کشت می‌شوند. از جمله نارنگی‌هایی که طی یک‌دهه اخیر از راه برنامه به‌نژادی توسط پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری معرفی شده‌اند و جنبه‌های مختلف آن‌ها بررسی و گزارش شده است، نارنگی‌های یاشار، نوشین و شاهین است که در سال ۱۳۸۸ معرفی و مطالعه‌های تکمیلی آن طی سال‌های بعدی انجام و منتشر شده است (۱۲، ۱۳، ۱۹، ۲۲).

اغلب، رقم‌هایی که به روش‌های مختلف به‌نژادی مانند دورگ‌گیری، جهش یا واردات رقم معرفی می‌شوند به مطالعه کیفیت میوه در زمان برداشت و در مدت نگهداری نیاز دارند. در این راستا Jaffa & Goss (۲۱) دریافتند که اطلاعات کافی و کلی درباره دورگه‌های تولید شده مرکبات در زمان معرفی وجود داشت لیکن در مورد ترکیب شیمیایی و ارزش غذایی آن‌ها گزارشی یافت نشد. بنابراین، به منظور تکمیل اطلاعات، یک مطالعه تغذیه‌ای، روی نمونه‌های موجود جدید انجام شد (۱۶). کیفیت میوه مرکبات شامل بسیاری از ویژگی‌ها مانند رنگ میوه، اندازه میوه، سهولت پوست‌گیری و بی‌بذری است. این ویژگی‌ها در انواع مرکبات تجاری و رقم‌های جدید که از راه به‌نژادی رقم تولید می‌شوند اهمیت دارد. این چهار ویژگی اصلی مرکبات که مسئولیت کیفیت میوه را دارند و مبنای پذیرش توسط مصرف‌کنندگان است، در گزارشی تشریح شده است (۳).

توجه به ویژگی‌های فیزیکی و زیست‌شیمیایی بافت میوه مرکبات به ویژه در رقم‌های تازه معرفی شده که برای مصرف‌کننده ممکن است ناشناخته باشد، مهم است. ممکن است رقم‌های تازه معرفی شده قابلیت کاربرد در صنایع فراوری و بسته‌بندی به روش‌های خاص داشته باشند که در این حالت ویژگی‌های ابعادی میوه اهمیت می‌یابد. در پژوهشی ویژگی‌های فیزیکی میوه نارنگی‌های معرفی شده نوشین و شاهین در زمان‌های مختلف برداشت بررسی شد. روشن شد که اندازه میوه و میانگین قطرهای حسابی، هندسی و هم‌ساز در هر دو رقم طی برداشت‌های بعدی نسبت به برداشت اول تغییر معناداری نداشت (۱۳). با مطالعه کیفیت میوه نارنگی‌های نوشین و شاهین طی نگهداری مشخص شد در میان شاخص‌های رنگ پوست، تنها شاخص رنگ‌گیری پوست[۶] (CCI) نوشین در ابتدای انبارداری کم‌تر از پایان بود (۱۲).

کاهش وزن در میوه‌هایی مانند مرکبات که مستعد پوسیدگی نیز هستند یک نگرانی جدی در ذخیره آن است، زیرا از بین رفتن رطوبت باعث کاهش کیفیت ظاهری میوه و در حالت پیشرفته سبب آسیب‌های فیزیولوژی می‌شود. با مطالعه کیفیت میوه نارنگی‌های نوشین و شاهین طی نگهداری مشخص شد که کاهش وزن رقم نوشین بین ۸-۷ ٪ و شاهین بین ۵/۱۱-۳/۴۵ ٪ بود (۱۲).

ویژگی‌های زیست‌شیمیایی بافت میوه به ویژه در رقم‌های تازه معرفی شده مرکبات در زمان برداشت و طی نگهداری اهمیت دارد. نسبت ماده‌های جامد محلول به اسیدیته قابل تیتراسیون[۷] (TSS/TA) در انبار معمولی (نوشین با مقدار ۳۹/۶۴ و شاهین با مقدار ۱۳/۳۴) در سطح بالاتری از سردخانه (نوشین با مقدار ۳۱/۰۴ و شاهین با مقدار ۱۳/۶۲) قرار داشت. هدایت الکتریکی[۸] (EC)، شاخص تکنولوژی[۹] (TI)، ترکیب‌های فنولی، ویتامین C و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی طی نگهداری در سردخانه و انبار معمولی به‌طور معناداری کاهش پیدا کرد. نارنگی شاهین به ترتیب با مقدار ۳/۷۴ و ۲۶/۱۹ ٪ از شدت و درصد لکه‌پوستی بالایی در انبار معمولی برخوردار بود (۱۲).

در پژوهشی، ۲۲ رقم مرکبات معرفی شده، از نظر ویژگی‌های اسیدیته تیتراسیون، pH، ماده‌های جامد محلول کل، β - کاروتن، ترکیب‌های فنول کل، دی اکسیدول‌ها، فلاونوئید کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مورد سنجش قرار گرفتند. بر اساس تجزیه و تحلیل مؤلفه اصلی، انواع لیموها با هم گروه‌بندی شدند. نارنگی‌های کارا[۱۰] و انکور[۱۱] به یک گروه تعلق داشتند، در حالی‌که نارنگی‌های کلمانتین با انواع نارنجی گروه‌بندی شدند (۳۴).

۱- Unshiu ۲- Page ۳- Clementine ۴- Kinnow ۵- Tangelo ۶- Citrus Color Index ۷- Total Soluble
۸- Solid/Titratable acidity Electrical Conductivity ۹- Technological Index ۱۰- Kara ۱۱- Encore

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.8.9]

تولید نارنگی با کیفیت تنها مربوط به زمان برداشت نیست، بلکه قابلیت نگهداری آن‌ها طی بازاررسانی و یا انبار نیز تعیین‌کننده کیفیت میوه است. بر این اساس، Ahmad Shah و همکاران (۵) دریافتند جهت افزایش عمر انباری نارنگی‌ها، نگهداری دمای پایین (۵ تا ۸ درجه سلسیوس) همراه با رطوبت نسبی بالا (۹۵-۹۰ ٪) مطلوب است (۱۳). هم‌چنین، Arnon و همکاران ذخیره‌سازی در دمای ۵ درجه سلسیوس و ۹۵-۹۰ ٪ رطوبت نسبی را قابل قبول گزارش نمودند (۹). اعتقاد بر این است که استفاده از پوشش‌های میوه برای ذخیره نارنگی‌ها با هدف حفظ رطوبت و کیفیت میوه در سردخانه با دمای چهار درجه سلسیوس بسیار مفید است (۵). با بررسی کیفیت پوست میوه دو رقم نارنگی جدید نوشین و شاهین در زمان برداشت و طی نگهداری مشخص شد که پوست نارنگی شاهین به لکه‌های پوستی حین انبارداری حساس است (۱۲).

ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی میوه طی رسیدن و در شرایط نگهداری پس از برداشت تغییر می‌کند. هرگونه رقم تازه معرفی شده نیز زیر تأثیر این عوامل قرار گرفته که میزان اثرپذیری آن‌ها باید مورد مطالعه قرار گیرد. در ایران معرفی رقم بیش‌تر با هدف هم‌پوشانی در میوه‌دهی و تولید میوه خارج از فصل با قابلیت نگهداری جهت عرضه تدریجی به بازار ایجاد شده است. بر این اساس، یک برنامه‌ی به‌نژادی رقم به مدت ۲۱ سال در پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری اجرا شد (۲۲). با اجرای این برنامه به‌نژادی در نهایت در سال ۹۶ نارنگی خرم با ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی میوه در زمان برداشت و طی نگهداری (افزون بر ویژگی‌های رویشی) معرفی شد که در این گزارش به شرح آن‌ها پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

ماده‌های گیاهی

در این پژوهش از میوه‌های نارنگی خرم (*Citru reticulata* 'Clementine' × *C. sinensis* 'Hamlin') و کلمانتین (*Citrus clementina* Hort. ex Tanaka) به عنوان شاهد روی پایه نارنج طی دو سال استفاده شد (شکل ۱-الف). استقرار نهال‌های انتخابی در زمین اصلی مطابق الگوی طرح آگومنت[۱] با فاصله ۵×۵ متر و با تغذیه، آبیاری و کنترل آفات و بیماری‌ها بر اساس برنامه مدیریتی قطعه‌های پژوهشی ایستگاه تحقیقات مرکبات خرم‌آباد تنکابن بود.

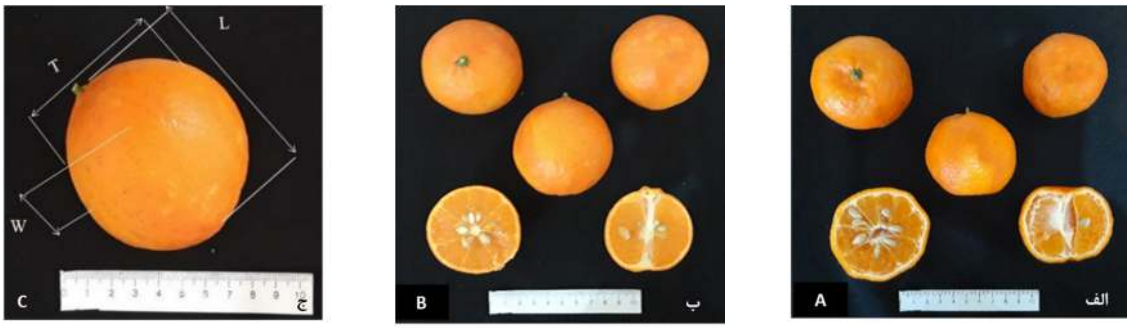

Fig. 1. A: Clementine fruit (A), Khoram fruit (B) and dimensions of Khoram fruit (C).

شکل ۱- میوه نارنگی کلمانتین (الف)، نارنگی خرم (ب) و ابعاد میوه نارنگی خرم (ج).

میوه‌ها از سوهای مختلف درخت (۱۵ عدد میوه از سه درخت) و به‌صورت تصادفی انتخاب و ارزیابی زمان برداشت (نقطه صفر انبارداری) انجام شد. با رسیدن میزان TSS/TA رقم‌ها به هفت، بخشی از میوه‌ها به تعداد ۳۰ عدد در هر جعبه (سه جعبه برای هر رقم معادل سه تکرار) با هدف ارزیابی انبارمانی این رقم‌ها به سردخانه (دمای ۵ درجه سلسیوس و رطوبت ۸۵ ٪) منتقل شدند. به فاصله‌های زمانی ۲۰ و ۴۰ روز ویژگی‌های مختلف فیزیکوبیوشیمیایی و حسی میوه مورد ارزیابی قرار گرفت.

طول، دو قطر میوه و ویژگی‌های مرتبط

برای اندازه‌گیری طول میوه (L) (فاصله گلگاه تا دم میوه) و قطر کوچک (W) و ضخامت میوه (T) بر حسب میلی‌متر از دستگاه کولیس مدل Digit-Cal ساخت سوئیس با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر استفاده شد (شکل ۱-ب). سپس مقادیر میانگین قطر

۱- Augmente

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.8.9]

حسابی (D_a)، میانگین قطر هندسی (D_g)، قطر معادل (D_{eq}) و قطر هم‌ساز (D_h)، نسبت جانبی یا ضریب رعنایی[1](%Ra)، کرویت میوه، مساحت رویه (S) با استفاده از معادله‌های $D_a = \frac{(L+W+T)}{3}$، $D_g = (LWT)^{1/3}$ ، $D_p = [L \times \frac{(W+T)^2}{4}]^{1/3}$ ، $D_h = \frac{3}{\left(\frac{1}{\text{قطر بزرگ}}\right)+\left(\frac{1}{\text{قطر کوچک}}\right)+\left(\frac{1}{\text{طول}}\right)}$، $\%R_a = \left(\frac{W}{L}\right) \times 100$، $\emptyset = \frac{(LWT)^{1/3}}{L}$، $S = \pi D_g^2$ محاسبه شدند (۳۱).

حجم واقعی[2] (V_t)، حجم ظاهری[3] (V_a)، و خطای دو حجم

مقدار حجم واقعی با استفاده از اصل جابجایی آب بر حسب سانتی‌متر مکعب اندازه‌گیری شد. حجم ظاهری با استفاده از معادله $V_a = \frac{\pi}{6} LWT$ محاسبه شد و با استفاده از معادله $\%e_v = \frac{V_a - V_t}{V_t} \times 100$ درصد خطای حجم ظاهری به واقعی مشخص شد.

چگالی واقعی

چگالی واقعی با استفاده از رابطه‌ی $\rho_t = \frac{M_a}{V_t}$ تعیین شد. در این رابطه M_a جرم میوه و V_t حجم واقعی میوه است.

ضخامت پوست میوه

ضخامت پوست میوه با استفاده از دستگاه کولیس دیجیتال مدل Digit-Cal ساخت سوئیس بر حسب میلی‌متر با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد.

کاهش وزن میوه

درصد کاهش وزن از رابطه زیر محاسبه شد.

درصد کاهش وزن= (وزن اولیه/(وزن اولیه − وزن ثانویه)) × ۱۰۰

درصد عصاره

عصاره میوه با استفاده از آب‌میوه‌گیر دستی استخراج گردید و درصد عصاره با سنجش نسبت وزن عصاره به وزن میوه محاسبه شد.

تعداد بذر

با یک برش عرضی در ناحیه قطر میوه، بذرها از داخل گوشت خارج گردیدند و سپس شمارش شدند.

سهولت پوست‌گیری

به این منظور پوست میوه‌ها با دست جدا و از نظر سهولت پوست‌گیری به‌صورت ۱: آسان، ۲: متوسط و ۳: سخت رتبه‌بندی شد.

رنگ پوست میوه

رنگ پوست در نقطه میانی میوه‌ها (۵ میوه از هر تکرار) توسط دستگاه رنگ سنج مدل CR400 – Minolta ساخت ژاپن اندازه‌گیری شد. در این روش، شاخص‌های L^*، a^* و b^* و همچنین، زاویه رنگ (Hue angle) و کروما (Chroma) خوانده شدند و سپس با فرمول $CCI = 1000\ a^*/L^*.b^*$ شاخص رنگ برون‌بر میوه مرکبات محاسبه شد (۲۳).

ماده‌های جامد محلول[4]، اسیدیته قابل تیتراسیون[5] و TSS/TA

مقدار TSS با استفاده از دستگاه قندسنج چشمی مدل Atago-ATC-20E ساخت ژاپن با دامنه صفر تا ۲۰ ٪ اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری TA، از روش عیارسنجی با هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال استفاده شد. پس از اندازه‌گیری TSS و TA، نسبت TSS:TA محاسبه شد (۱۵).

شاخص تکنولوژی[6]

مقدار TI از حاصل‌ضرب درصد عصاره در ماده‌های جامد محلول تقسیم بر ۱۰۰ به دست آمد (۲۵).

۱- Aspect ratio ۲- True volume ۳- Apparent volume ۴- Total soluble solid (TSS) ۵- Total acid (TA)
۶- Technology Index (TI)

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.8.9]

هدایت الکتریکی (EC) و پی‌اچ عصاره

میزان pH با استفاده از دستگاه پی‌اچ‌سنج مدل inoLab WTW ساخت آلمان اندازه‌گیری شد. جهت تعیین EC آب‌میوه نیز از دستگاه EC سنج مدل Easy Mettler Toledo ساخت چین، بر اساس واحد میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر استفاده شد (۱۲).

درصد و شدت لکه‌های پوستی و درصد ضایعات

به‌منظور تعیین درصد لکه‌های پوستی، تعداد کل میوه‌هایی که لکه ظاهری نشان داده بودند (لکه پوستی) بر کل میوه در هر تیمار تقسیم و به‌صورت درصد بیان شد. شدت لکه پوستی به‌صورت صفر (بدون صدمه)، ۱ (ملایم، با تعداد لکه پوستی کم)، ۲ (متوسط) و ۳ (شدید) گروه‌بندی شد و میزان شاخص طبق فرمول (کل میوه‌های بررسی شده/(تعداد میوه هر گروه × نمره لکه هر گروه) = شاخص لکه پوستی) محاسبه شد (۶). با شمارش میوه‌های پوسیده طی نگهداری، درصد ضایعات در پایان انبارداری محاسبه شد.

عصاره‌گیری از پوست و گوشت میوه

پوست و گوشت میوه پس از جدا شدن، با استفاده از حلال متانول (به‌نسبت ۱:۲) عصاره‌گیری شد. عصاره‌ها برای انجام آزمایش‌های بعدی در فریزر ۲۰- درجه سلسیوس نگهداری شدند.

میزان فنول کل

اندازه‌گیری میزان فنول کل با روش Folin-ciocalteu و اسپکتروفتومتری به روش Meyers و همکاران (۲۰۰۳) با اندکی تغییر بر حسب میلی‌گرم در گرم (mg GAE/g) انجام شد (۲۷).

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گوشت و پوست میوه از روش ویژگی خنثی‌کنندگی رادیکال آزاد DPPH (۲ و ۲ دی‌فنیل ۱-پیکریل هیدرازیل) اندازه‌گیری شد (۱۱). فعالیت مهار رادیکال DPPH از فرمول درصد خنثی‌کنندگی رادیکال DPPH=100 (1-As/Ac) محاسبه شد. در این معادله Ac جذب رادیکال DPPH بدون عصاره به‌عنوان کنترل، As جذب DPPH به‌علاوه نمونه است.

اسکوربیک اسید

غلظت اسکوربیک اسید عصاره میوه بر اساس کاهش رنگ ترکیب DCPIP (۶،۲- دی کلروفنول ایندوفنول) توسط اسکوربیک اسید در طول موج ۵۲۰ نانومتر (نانودراپ مدل ۱۰۰۰- ND ساخت آمریکا) اندازه‌گیری شد (۱۰).

آنالیز حسی

جهت آزمون حسی در پایان دوره انبارداری، تعداد ۹ ارزیاب به‌صورت تصادفی از مجموع کارکنان زن و مرد با رده‌های سنی و شغلی مختلف انتخاب شدند و به شاخص‌هایی چون ویژگی‌های ظاهری پوست و گوشت، عطر، طعم، شیرینی، ترشی، تلخی و پذیرش کلی میوه نمره دادند. رقم خرم با حرف‌های اختصاری Kh1-Kh9 و رقم کلمانتین به صورت C1-C9 تعریف شده‌اند. حدود نمره‌ها در دامنه ۱ تا ۱۰ و به صورت ۱= ضعیف، ۵= رضایت‌بخش و ۱۰= عالی بود.

واکاوی داده‌ها

پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، تجزیه واریانس داده‌های کمی با آنالیز مرکب دوساله در قالب طرح به طور کامل تصادفی در سه تکرار با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن و در سطح احتمال معناداری متناظر انجام شد. داده‌های ابعاد میوه، تعداد بذر و سهولت پوست‌گیری بر اساس خطای استاندارد در برنامه SPSS نسخه ۱۹ مقایسه میانگین شد. داده‌های ارزیابی حسی با روش تجزیه به مولفه اصلی با برنامه مینی‌تب نسخه ۱۷ انجام شد.

نتایج و بحث

ویژگی‌های فیزیکی میوه

اندازه میوه نارنگی خرم (طول و دو قطر) و وزن آن به طور معناداری کم‌تر از نارنگی کلمانتین (شاهد) بود (شکل ۲). داده‌های حاصل از میانگین قطرهای مختلف میوه نیز نشان داد که میانگین قطرهای حسابی، هندسی و هم‌ساز نارنگی خرم تفاوت معناداری با کلمانتین ندارد و همه مشابه میانگین قطر معادل (واقعی‌ترین میانگین قطر میوه) بودند (شکل ۲).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.8.9]

به طور کلی جهت طراحی سیستم‌های حمل و نقل، بسته‌بندی و ذخیره‌سازی به ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی میوه‌ها توجه شده و میزان کرویت و ابعاد میوه تعیین‌کننده سرعت تخلیه میوه است، زیرا انتقال نارنگی‌ها طی مراحل مختلف درجه‌بندی در سطح نوارهای نقاله صورت می‌گیرد. هم‌چنین میزان چگالی در حالت استفاده از نیروی هیدرولیک برای جابجایی میوه‌ها اهمیت می‌یابد (۳۲، ۳۵).

بالا بودن ضریب کرویت بیش‌تر از یک در شاهد نشان‌دهنده کشیده بودن میوه کلمانتین است در حالیکه نارنگی خرم نزدیک به کروی کامل است (شکل ۲). کرویت سایر مرکبات چون نارنگی انشو به میزان ۷۲ ٪ و پیج ۹۱ ٪ گزارش شده است (۴). با مقایسه داده‌ها مشخص شد که کرویت نارنگی خرم بیش‌تر از نارنگی‌های تجاری موجود در کشور بود و به همین دلیل ضریب رعنایی رقم خرم نیز کم‌تر از کلمانتین بود که به معنای کشیده بودن میوه کلمانتین است (شکل ۲). در این حالت سطح جانبی میوه خرم کم‌تر بوده و جابجایی آن در خطوط نقاله به روش غلتیدن آسان‌تر از کلمانتین انجام می‌شود. میزان چگالی میوه نیز در هر دو رقم تفاوت معناداری با هم نداشت (شکل ۲).

میزان خطای حجم در شاهد کلمانتین بالاتر بود که مشخص شد پوست میوه کلمانتین نسبت به خرم پفی بوده و بین پوست و گوشت و یا در حفره مرکزی گوشت میوه فضای خالی وجود دارد. وجود این حالت به اضافه بالا بودن نیروی بویانسی وارده به میوه کلمانتین توسط آب، سبب شناور شدن میوه در حوضچه‌های شستشو و یا کانال انتقال با آب می‌شود.

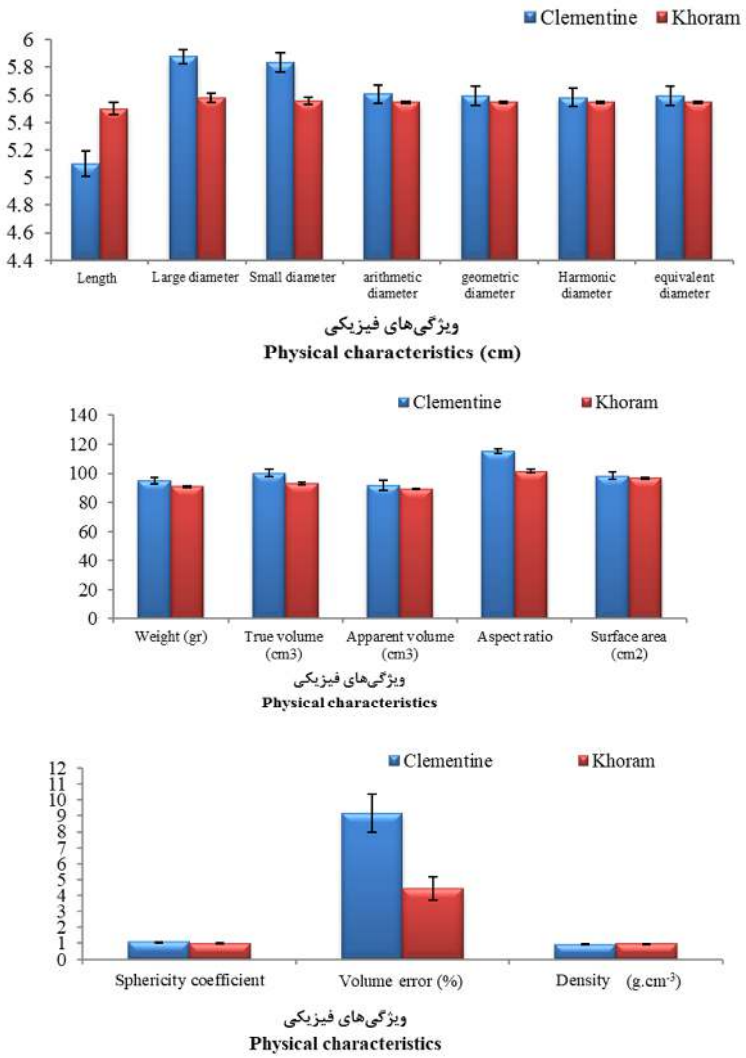

Fig. 2. Physical characteristics of Khoram mandarin fruit in comparison of control (Clementine).

شکل ۲- ویژگی‌های فیزیکی میوه نارنگی خرم در مقایسه با شاهد (کلمانتین).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.8.9]

تعداد بذر و سهولت پوست‌گیری

نتیجه‌ها نشان داد میوه نارنگی خرم با متوسط ۲۱ عدد بذر پربذرتر از کلمانتین با ۱۱ عدد بذر بود (شکل ۳). میوه‌های مرکبات بر اساس تعداد بذر به رقم‌های بی‌بذر تجاری (صفر تا ۸ بذر)، متوسط بذر (۱۵-۹ بذر) و پر بذر (۱۵<) دسته‌بندی می‌شوند. بر اساس این دسته‌بندی نارنگی خرم در گروه پربذر قرار داشت (۱۷). هم‌چنین، پوست نارنگی خرم نسبت به کلمانتین (آسان) با سهولت پوست‌گیری آسان تا متوسط بود. این ویژگی به نژادگان، شرایط محیطی و یا نوع پایه بستگی دارد. برای مثال، میوه‌های نارنگی یاشار روی پایه نارنج[1] و سیترنج[2] نسبت به پونسیروس[3]، سیترومِلو[4] و فلائینگ‌دراگون[5] دارای قابلیت پوست‌گیری آسان‌تری بودند (۱۴). به همین دلیل، در این پژوهش که هر دو رقم روی پایه نارنج بودند از سهولت پوست‌گیری مناسبی برخوردار بودند.

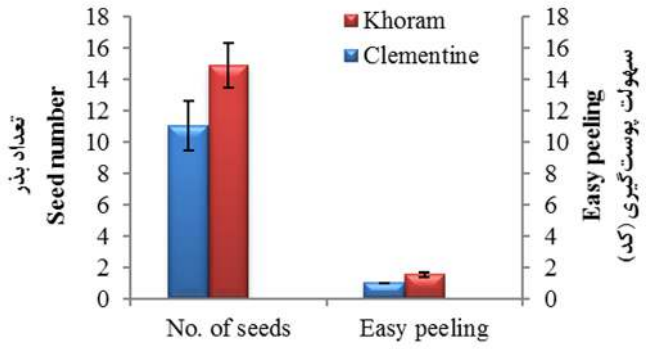

Fig. 3. No. of seeds and Easy peeling of Khoram mandarin fruit in comparison of control (Clementine).
شکل ۳- تعداد بذر و سهولت پوست‌گیری میوه نارنگی خرم در مقایسه با شاهد (کلمانتین).

کاهش وزن میوه

بر اساس داده‌های جدول ۱ میزان کاهش وزن میوه نارنگی خرم به طور معناداری در مقایسه با کلمانتین در هر مرحله کم‌تر بود، لیکن طی نگهداری افزایش یافت. کاهش وزن میوه‌های مستعد پوسیدگی چون نارنگی‌ها مشکلی جدی در طی نگهداری است، زیرا از بین رفتن رطوبت باعث کاهش کیفیت ظاهری میوه می‌شود. کاهش رطوبت پوست ممکن است منجر به آسیب‌های فیزیولوژی (لکه‌های پوستی) شود. این نتایج با یافته‌های Abdur و همکاران (۲) روی نارنگی و Abdrabboh (۱) روی زردآلو، که بیان داشتند با افزایش مدت انبارداری، کاهش وزن میوه‌ها افزایش می‌یابد، همخوانی داشت (۱، ۲). داشتن سطح مقطع و حجم واقعی بیشتر به همراه خطای حجم بالا به دلیل پفی بودن و منفذدار بودن پوست در نارنگی کلمانتین (شکل ۳) دلایلی قوی برای آب از دست‌دهی بیشتر نارنگی کلمانتین نسبت به خرم است.

شاخص‌های رنگ پوست میوه

در میان شاخص‌های مختلف رنگ پوست میوه تنها میزان کروما در هر دو رقم و در مدت نگهداری تغییرهای معناداری در سطح احتمال ۵٪ داشت (جدول ۱). بالاترین میزان کروما در نارنگی کلمانتین و در پایان ۴۰ روز نگهداری مشاهده شد. کروما نارنگی خرم در زمان برداشت و طی ۲۰ روز نگهداری تفاوت معناداری با شاهد نداشت (جدول ۱). بر اساس داده‌های جدول ۵ مقادیر L^*، a^*، b^*، *hue* و CCI در هر دو رقم طی نگهداری تغییر معناداری نداشت. به جز مقدار L^* که کمی کم‌تر از استاندارد مرکبات (مقدار ۷۰-۶۵) است، سایر شاخص‌ها در هر دو رقم در محدوده استاندارد مرکبات قرار داشتند و بر اساس شاخص CCI (خیلی بالاتر از یک)، نیازی به سبزدایی در شرایط آب و هوایی شمال کشور ندارند (۲۳).

۱- *Citrus aurantium* ۲- *Poncirus trifoliata* × *Citrus sinensis* ۳- *Poncirus trifoliata* ۴- *Poncirus trifoliata* × *Citrus paradisi* ۵- *Poncirus trifoliata cv.* Flying dragon

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-12]
[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.8.9]

جدول ۱- میزان درصد کاهش وزن و کرومای رنگ پوست میوه نارنگی خرم در مقایسه با شاهد (نارنگی کلمانتین) در دوره انبارمانی.

Table 1. The percentage of weight loss and peel chroma of Khoram mandarin in comparison of control (Clementine mandarin) during storage period.

دوره انبارمانی (روز) Storage period (day)	رقم Cultivar	کاهش وزن Weight loss (%)	کروما Chroma
0			
زمان برداشت Harvesting time	Clementine	0.00 d†	67.99 b
	Khoram	0.00 d	68.38 b
20	Clementine	8.36 b	67.9 b
	Khoram	4.13 c	70.2 b
40	Clementine	17.71 a	73.04 a
	Khoram	8.20 b	69.55 b

†در هر ستون و برای هر رقم، میانگین‌های دارای حرف‌های متفاوت، با یکدیگر تفاوت معناداری دارند (آزمون دانکن، در سطح احتمال ۵٪).

†Mean values with different letters in each column for each variable and cultivar are significantly different ($P \leq 0.05$, Duncan test).

میزان TSS، TA و نسبت TSS/TA

نتیجه‌ها نشان داد که میزان TSS و TSS/TA تنها زیر تأثیر مدت انبارداری قرار گرفت در حالیکه دو رقم مقدار TSS، TA و TSS/TA متفاوتی داشتند (جدول‌های ۲ و ۳). میزان TSS و TSS/TA به طور معناداری طی نگهداری افزایش یافت. زمان مناسب برداشت روی میزان تغییرهای TSS طی نگهداری موثر است. در پژوهشی میزان ماده‌های جامد محلول در میوه‌هایی با برداشت زود، طی نگهداری افزایش یافت. دلیل آن ساخت و انباشت قندها توسط یاخته‌های بالغ طی نگهداری در سردخانه است (۷). میزان TSS و TA در نارنگی خرم بالاتر از شاهد بود لیکن شاخص طعم در شاهد بالاتر (۲۶/۱۶) بود (جدول ۳). یافته‌های پیشین نشان داده است که میزان TSS با افزایش دوره نگهداری در پرتقال افزایش می‌یابد (۲).

میزان TA در پرتقال‌ها با تاخیر در زمان برداشت کاهش می‌یابد. دلیل آن انباشت ماده‌های جامد محلول یا قندها در میوه است که غلظت ترکیب‌های اسیدی را کاهش می‌دهد. چنانچه میوه روی درخت باقی‌مانده و برداشت نشود میزان TSS افزایش و TA کاهش یافته که سبب بیش رسیدگی میوه می‌شود. کاهش اسیدیته و افزایش TSS مناسب مصرف‌کننده‌هایی است که میوه با طعم شیرین را می‌پسندند و میوه‌هایی که دیرتر برداشت می‌شوند (نسبت به زودبرداشت‌ها) بیش‌تر مورد پسند مصرف‌کننده‌ها هستند (۷).

درصد عصاره میوه

رقم‌های خرم و کلمانتین از نظر درصد آب‌میوه تفاوت معناداری با هم داشتند، به طوریکه خرم با ۴۸/۴۵ ٪ بالاتر از کلمانتین با ۴۰/۱۲ ٪ بود (جدول ۳). رعایت زمان برداشت، تیمارهای پس از برداشت و ویژگی رقم در میزان آب میوه تاثیر دارد. گزارش شده درصد عصاره نارنگی یاشار در دامنه ۴۳/۹۵ (روی پایه نارنج) تا ۵۳/۴۳ ٪ (روی پایه سیترومیلو) بود (۱۴). طی پژوهشی درصد عصاره رقم‌های تامسون، سیاورز و مورو مقایسه شد که مقادیر آن‌ها به ترتیب ۳۴/۵۲، ۳۳/۵۱، ۴۱/۶ ٪ گزارش شد (۱۵). میزان عصاره ۴۸/۴۵ ٪ برای نارنگی خرم قابل توجه است و این موضوع نشان‌دهنده مناسب بودن این رقم افزون بر تازه‌خوری برای صنعت آب‌میوه‌گیری است.

پی‌اچ و EC عصاره میوه

میزان pH میوه زیر تاثیر اثرهای ساده مدت نگهداری و رقم قرار گرفت. پی‌اچ میوه ۲۰ روز بعد از برداشت با مقدار ۴/۹۱ بیش‌ترین بود. هم‌چنین pH عصاره رقم خرم کم‌تر (۴/۳۴) از کلمانتین (۴/۹۴) بود (جدول‌های ۲ و ۳). میزان pH با اسیدیته رابطه عکس دارد و هرچه pH کمتر باشد میزان اسیدهای آلی موجود در مرکبات بیشتر است. فراوان‌ترین اسیدآلی موجود در مرکبات اسید سیتریک است (۱۲). در نارنگی خرم نیز تغییرهای pH نسبت به TA هم‌سو با نتایج حاصل از یافته‌های پیشین بود (۱۲، ۱۳).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.8.9]

هدایت الکتریکی عصاره میوه بسته به رقم به طور معناداری متفاوت بود، به طوریکه در رقم کلمانتین با مقدار ۲/۸۱ بالاتر از خرم با مقدار ۱/۷۵ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر بود (جدول ۳). در گزارشی میزان EC در نارنگی یاشار روی پنج پایه در دامنه ۲/۴۴-۲ میلی‌زیمنس بر سانتی‌متر قرار داشت (۱۴). خاصیت هدایت الکتریکی برآوردی از میزان عناصر معدنی موجود در عصاره میوه و استحکام دیواره یاخته‌ای بافت میوه است (۳۶). بنابراین، افزایش این شاخص می‌تواند نشان‌دهنده تخریب دیواره یاخته‌ها و تسریع در نرم شدن بافت میوه باشد. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که نارنگی خرم بافت منسجم‌تری نسبت به کلمانتین داشت.

جدول ۲- تغییرهای برخی ویژگی‌های شیمیایی میوه دو رقم نارنگی طی انبارمانی.

Table 2. Changes in some chemical characteristics of fruits of two mandarin cultivars during storage.

مدت نگهداری (روز) Storage period (day)	مادههای جامد محلول TSS (%)	TSS/TA	pH
0 (Harvesting time)	11.47 b†	19.98 b	4.67 b
20	12.9 a	23.21 a	4.91 a
40	13.13 a	25.95 a	4.35 c

†در هر ستون و برای هر رقم، میانگین‌های دارای حرف‌های متفاوت، با یکدیگر تفاوت معناداری دارند (آزمون دانکن، در سطح احتمال ۵٪).

†Mean values with different letters in each column for each variable and cultivar are significantly different ($P \leq 0.05$, Duncan test).

جدول ۳- برخی ویژگی‌های شیمیایی میوه نارنگی خرم در مقایسه با شاهد (نارنگی کلمانتین).

Table 3. Some chemical characteristics of Khoram mandarin in comparison of control (Clementine mandarin).

رقم Variety	ضخامت پوست Peel thickness (mm)	درصد آب‌میوه Juice percentage (%)	مادههای جامد محلول TSS (%)	اسید قابل تیتر TA (%)	TSS/TA	pH	هدایت الکتریکی EC (mS/cm)	فنول کل گوشت Pulp phenolics ($mg.g^{-1}FW$)
Clementine	2.88 a†	40.12 b	11.66 b	0.45 b	26.16 a	4.94 a	2.81 a	0.4 a
Khoram	2.26 b	48.45 a	13.34 a	0.68 a	19.94 b	4.34 b	1.75 b	0.37 b

†در هر ستون و برای هر رقم، میانگین‌های دارای حرف‌های متفاوت، با یکدیگر تفاوت معناداری دارند (آزمون دانکن، در سطح احتمال ۵٪).

†Mean values with different letters in each column for each variable and cultivar are significantly different ($P \leq 0.05$, Duncan test).

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پوست و گوشت میوه

به طور کلی مقادیر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پوست هر دو رقم از گوشت بالاتر بود. در پایان انبارداری مقدار ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پوست (۳۲/۸۵ ٪) و گوشت (۲۶/۶۳ ٪) نارنگی خرم به طور معناداری کم‌تر از شاهد بود. با این حال، گوشت نارنگی خرم با مقدار ۳۴/۲۹ ٪ پس از ۲۰ روز نگهداری بالاترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را داشت. در پایان انبارداری میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گوشت و پوست خرم به کم‌ترین مقدار رسید (جدول ۴).

کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه مرکبات طی نگهداری طولانی مدت را به کاهش ترکیب‌های فنولی و ویتامین C در آن‌ها نسبت داده‌اند که بیشتر در جهت خنثی نمودن رادیکال‌های تولیدی ناشی از سوخت و ساز طبیعی میوه استفاده می‌شوند (۱۸). هم‌چنین، به احتمال به تغییر میزان ترکیب‌های دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی مربوط می‌شود که نتیجه تغییرهای سوخت و سازی و شدت تنفس طی دوره انبارداری است (۳۰).

فنول کل پوست و گوشت میوه

به جز در زمان اول نمونه‌برداری از انبار (روز بیستم) که میزان فنول کل پوست نارنگی خرم بیش‌تر از شاهد بود، در زمان برداشت و پایان نگهداری مقدار آن کم‌تر از شاهد بود (جدول ۴). کاهش پلی‌فنول‌ها می‌تواند به دلیل کاهش احتمالی هر دو ترکیب اسید فرولیک و کوماریک در حین بلوغ تا رسیدن کامل میوه باشد (۳۰). از نظر میزان فنول کل، گوشت میوه نارنگی خرم و کلمانتین تفاوت معناداری در زمان برداشت و طی نگهداری با هم نداشتند (جدول ۵). قابل توجه اینکه از نظر کمیت،

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.8.9]

متوسط میزان فنول کل گوشت میوه هر دو رقم بیش‌تر از پوست بود. در مقابل، گزارش شده است که انباشت پلی‌فنول‌ها در شرایط ذخیره‌سازی در دمای پایین به احتمال به عنوان پاسخی برای سازگاری شرایط سرد است. دمای پایین می‌تواند باعث تقویت ترکیب‌های فنولی به عنوان مکانیسم دفاعی جهت مهار گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) به واسطه این تنش شود (۲۸).

جدول ۴- برخی ویژگی‌های زیست‌شیمیایی میوه نارنگی خرم در مقایسه با شاهد (نارنگی کلمانتین) در زمان برداشت و در دوره انبارمانی.

Table 4. Some biochemical characteristics of Khoram mandarin in comparison of control (Clementine mandarin) at harvesting time and during storage.

مدت نگهداری (روز) Storage period (day)	رقم Variety	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پوست Peel antioxidant capacity(٪)	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گوشت Pulp antioxidant capacity(٪)	فنول‌کل پوست Peel phenolics ($mg.g^{-1}FW$)
0 (Harvesting time)	Clementine	46.84 a†	38.6 a	0.15 cd
	Khoram	39.85 a	27.97 bc	0.04 e
20	Clementine	42.15 a	30.75 bc	0.22 b
	Khoram	46.74 a	34.29 ab	0.41 a
40	Clementine	42.72 a	27.68 bc	0.2 bc
	Khoram	32.85 b	26.63 c	0.11 d

†در هر ستون و برای هر رقم، میانگین‌های دارای حرف‌های متفاوت، با یکدیگر تفاوت معناداری دارند (آزمون دانکن، در سطح احتمال ۵٪).

†Mean values with different letters in each column for each variable and cultivar are significantly different ($P \leq 0.05$, Duncan test).

ویتامین C

بر اساس داده‌های جدول ۵ میزان ویتامین C هر دو رقم نارنگی نسبت به هم و طی نگهداری تغییر معناداری نداشت. از نظر کمی به طور غیرمعناداری میزان ویتامین C نارنگی خرم کم‌تر از کلمانتین بود. انباشت ویتامین C به شرایط پیش از برداشت نیز بستگی دارد. گزارش شده است میزان ویتامین C با افزایش زمان برداشت، افزایش می‌یابد. هم‌چنین بیان شده است که وجود شدت نور بالاتر طی فصل رشد می‌تواند میزان ویتامین C را در بافت‌های گیاهی افزایش دهد (۲۶). به احتمال، افزایش جزیی مقدار ویتامین C طی نگهداری می‌تواند ناشی از ساخت باقی‌مانده آن توسط پیش‌سازهای ویتامین C باشد که در ادامه زیست‌ساخت میوه پس از برداشت در مرحله انبارداری مشاهده می‌شود (۷).

جدول ۵- میزان شاخص‌های رنگ، فنول‌کل گوشت و ویتامین C میوه نارنگی خرم در مقایسه با شاهد (نارنگی کلمانتین) در زمان برداشت و طی نگهداری.

Table 5. Amount of color indices, pulp total phenol and vitamin C of Khoram mandarin in comparison of control (Clementine mandarin) at harvesting time and during storage.

دوره انبارمانی (روز) Storage period (day)	رقم Cultivar	روشنایی L^*	زاویه رنگ hue	قرمز-سبز a^*	زرد-آبی b^*	شاخص رنگ مرکبات CCI	فنول‌کل گوشت Pulp phenolics ($mg.g^{-1}FW$)	ویتامین C گوشت Pulp vitamin C ($mg.g^{-1}FW$)
0 (Harvesting time)	Clementine	57.48 a†	63.49 a	30.36 b	60.82 b	8.7 a	0.38 ab	65.05 a
	Khoram	55.67 a	60.59 a	33.54 ab	59.54 b	10.15 a	0.35 b	65.3 a
20	Clementine	55.39 a	60.33 a	33.57 ab	59.02 b	10.31 a	0.39 ab	77.05 a
	Khoram	56.85 a	60.43 a	34.51 a	60.96 b	9.98 a	0.37 ab	67.05 a
40	Clementine	57.89 a	65.52 a	34.06 a	64.56 a	9.15 a	0.43 a	71.05 a
	Khoram	56.35 a	60.46 a	34.25 a	60.51 b	10.07 a	0.39 ab	66.55 a

†در هر ستون و برای هر رقم، میانگین‌های دارای حرف‌های متفاوت، با یکدیگر تفاوت معناداری دارند (آزمون دانکن، در سطح احتمال ۵٪).

†Mean values with different letters in each column for each variable and cultivar are significantly different ($P \leq 0.05$, Duncan test).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.8.9]

ارزیابی حسی میوه

بر اساس داده‌های مقدار ویژه (شکل ۴) که بیانگر طرحی از مقادیر کل تبیین شده به وسیله هر مولفه در ارتباط با سایر مولفه‌ها است، تعداد ۲ مولفه اصلی به عنوان مولفه‌های برتر که بیش از ۶۰ ٪ واریانس تجمعی را شامل می‌شوند (حاوی بیش از ۶۰ ٪ اطلاعات می‌باشند) انتخاب شدند (شکل ۴).

ارزیابی داده‌های حسی که با استفاده از روش تجزیه به مولفه‌های اصلی انجام گرفت امکان بررسی ارتباط بین ویژگی‌های حسی تعریف شده را فراهم می‌کند، به طوریکه در فضای آنالیز به مولفه اصلی (PCA) ویژگی‌هایی که در کنار هم قرار می‌گیرند بیان‌گر هم‌بستگی نزدیک آن‌ها به هم است و ویژگی‌هایی که در دو جهت عکس هم قرار می‌گیرند هم‌بستگی منفی با هم دارند. لذا، بر اساس محل قرارگیری ویژگی‌های حسی اندازه‌گیری شده در شکل ۵ مشخص شد که هم‌بستگی بالایی بین ویژگی‌های مطلوب میوه با پذیرش کلی میوه وجود دارد. از طرفی هم‌بستگی منفی بین این ویژگی‌ها و ویژگی‌هایی چون بدطعمی، تلخی و ترشی مشاهده شد.

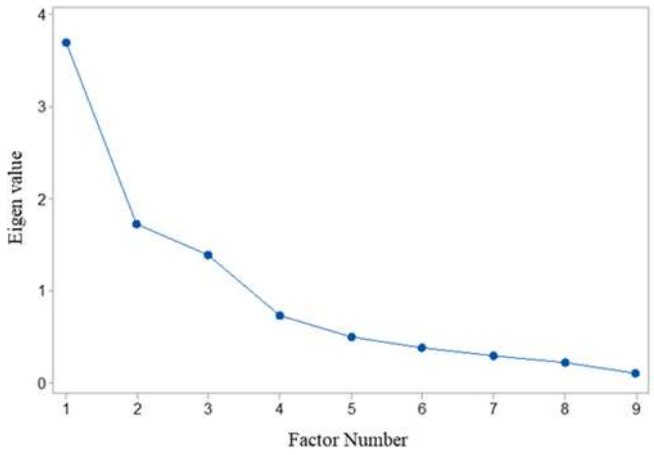

Fig. 4. PCA eigenvalue plot.

شکل ۴- نمودار مقادیر ویژه هر یک از مولفه‌ها.

نمودار PCA (شکل ۶) نشان داد که بیش‌تر نمونه‌های میوه خرم که واکاوی حسی شدند در سمت راست نمودار واقع شدند که در آن‌ها ویژگی‌ها حسی چون طعم، شیرینی، ظاهر خوب پوست و گوشت و پذیرش کلی میوه غالب است. در مقابل، نمونه‌های کلمانتین و خرم ۴ بیش‌تر در سمت چپ و بالای نمودار واقع شدند که ویژگی‌های ترشی، بدطعمی و تلخی در آن‌ها غالب است. بیش‌تر نمونه‌های کلمانتین نیز در محدوده حلقه اول می‌باشند که ویژگی ترشی در آن غالب است. هم‌چنین، ویژگی‌هایی چون طعم، شیرینی، ظاهر خوب پوست و گوشت در نمونه‌های ۱ تا ۳ خرم (Kh1, Kh2, Kh3) که مربوط به زمان برداشت میوه است (حلقه دوم) غالب است (شکل ۶).

رابطه بین میزان ترکیب‌های تخمیری و ارزیابی حسی با هدف تعیین مقادیر معینی از اتانول، استالدئید و اتیل استات که روی کیفیت میوه تازه مرکبات موثر است، بررسی شده است (۲۰). بدطعمی میوه مرکبات مربوط به تولیدهای ناشی از تنفس غیرهوازی مانند اتانول و استالدئید و برخی دیگر از ترکیب‌های فرار است که شدت بدطعمی بستگی به مقدار این ترکیب‌ها و نوع میوه و رقم دارد. گزارش شده است که مقدار معینی از استالدئید طعم نارنگی مورکات[۱] را ارتقا داد. گرچه، سایر ترکیب‌ها مانند TSS و TA در طعم میوه مرکبات اهمیت داشته و در میزان پذیرش بدطعمی موثرند (۲۴).

۱- Murcott

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.8.9]

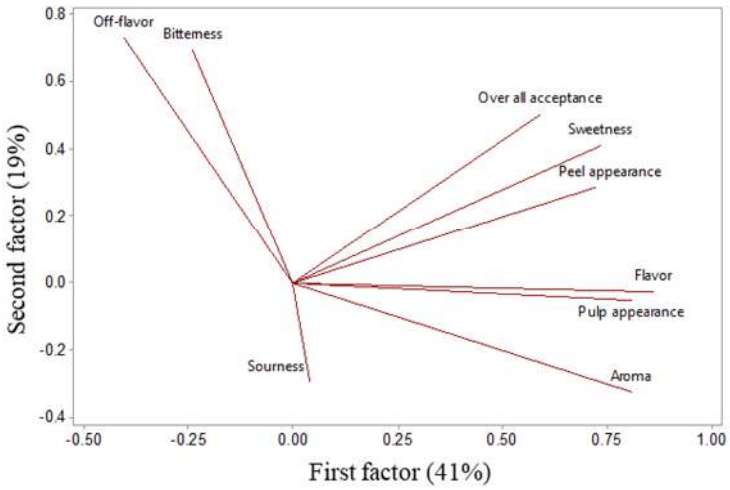

Fig. 5. PCA eigenvector plot.

شکل ۵- نمودار بردار ویژه برای هر مولفه.

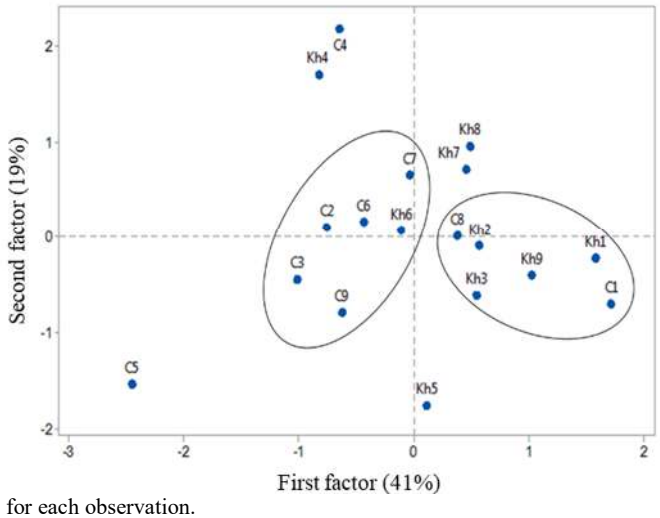

Fig. 6. Score plot for each observation.

شکل ۶- نمودار امتیازدهی برای هر مشاهده.

میزان ضایعات و لکه پوستی

بررسی میزان ضایعات و شاخص آسیب پوستی طی انبارداری نشان داد که میزان ضایعات خرم، ۲/۶۷ ٪ و شاخص آسیب پوستی، ۰/۷۸ بود در حالیکه نمونه شاهد ۳۵/۰۴ ٪ ضایعات داشته و شاخص آسیب پوستی آن ۰/۸ بود. حساسیت میوه خرم به آسیب پوستی مشابه کلمانتین بود، اما میزان ضایعات آن نسبت به شاهد بسیار کم‌تر بود (شکل ۷).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.8.9]

Fig. 7. Symptoms of peel disorder of Clementine (A) and Khoram (B) mandarins at the end of the storage period.
شکل ۷- نشانه‌های آسیب پوستی در نارنگی کلمانتین (الف) و نارنگی خرم (ب) در پایان دوره انبارمانی.

نتیجه‌گیری

نارنگی خرم دارای رنگ پوست بازارپسندتر، کروی‌تر و با سهولت پوست‌گیری آسان تا متوسط است. بالا بودن درصد آب میوه، آن را به رقمی مناسب برای تازه‌خوری و صنایع فرآوری تبدیل نموده است. میزان ضایعات آن به مراتب کم‌تر از کلمانتین است، اما حساسیت پوست به لکه‌های انباری مشابه می‌باشد. در مجموع، رقم خرم رقمی میان‌رس، مناسب تازه‌خوری، با قابلیت نگهداری متوسط، طعم مطلوب‌تر، درصد آب میوه بالا و با ارزش غذایی مناسب است. این رقم نیز مانند سایر رقم‌های گروه نارنگی انبارمانی طولانی مدت نداشته و نیاز به استفاده از تیمارهای نگهدارنده رطوبت پوست میوه (واکس یا پوشش پلی‌اتیلن) طی انبارمانی است.

سپاسگزاری

این مقاله بخشی از پروژه پژوهشی با شماره مصوب ۹۱۱۰۸- ۱۷- ۱۷-۰۷ پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری (رامسر) است که از حمایت مالی آن واحد سپاسگزاری می‌شود.

منابع

References

1. Abdrabboh, G.A. 2012. Effect of some pre-harvest treatments on fruit quality and storability of Canino apricot under cold storage conditions. J. Hort. Sci. Ornam. Plants. 4: 227-234.
2. Abdur, R., H. Saeedul, A.K. Shahid and A. Syed Ghias. 2010. Fruit quality and senescence related changes in sweet orange cultivar blood red uni-packed in different packing materials. Sarhad J. Agr. 26: 221-227
3. Abouzari, A. and N. Mahdi Nezhad. 2016. The Investigation of citrus fruit quality. popular characteristic and breeding. Acta Uni. Agri. Silvicul. Mendel. Brunensis. 64: 725–740.
4. Aghajanpour, S., M.A. Ghasemnejad and M. Faghih-Nasiri. 2011. Hesperidin and naringin amounts of mandarin fruits affected by rootstock and variety. Master thesis, Saveh Azad University. (In Persian).
5. Ahmad Shah, S.W., J. Muhammad, Q. Muhammad, A.K. Sher, M. Talat, S. Muhammad, F. Abid and L. Muhammad. 2015. Storage stability of Kinnow fruit (*Citrus reticulata*) as affected by CMC and guar gum-based silver nanoparticle coatings. Molecul. 20: 22645–22661.
6. Alferez, F. 2005. Low relative humidity at harvest and before storage at high humidity influence the severity of postharvest peel pitting in citrus. Hort. Sci. 130: 225–231.
7. Alhassan, A.F., S. Mohammed and F. Appiah. 2015. Effect of harvest time and storage duration on physico-chemical properties of citrus (*Citrus sinesis* var. late valencia). UDS Inter. J. Devel. [UDSIJD], 2: 37-46.
8. Anonymous. Agricultural products statistics. 2020. Planning, Economy, Information and Communication of Technology Center. Ministry of Jihad-e-Agriculture, Tehran, Iran. (In Persian).
9. Arnon, H., G. Rina, P. Ron and P. Elena. 2015. Development of polysccharides-based edible coatings for citrus fruits: A layer-by-layer approach. Food Chem. 166: 465–472.
10. Bor J.Y., H.Y. Chen and G.C. Yen. 2006. Evaluation of antioxidant activity and inhibitory effect on nitric oxide production of some common vegetables. J. Agr. Food Chem. 54: 1680- 1686.
11. Brand-Williams, W., M.E. Cuvelier and C. Berset. 1995. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. Leb. Wis. Tech. 28: 25-30.
12. Fatahi Moghadam, J., S.E. Seyed Ghasemi and K. Najafi. 2017. Evaluation of Physico-biochemichal Characteristics of Fruits in New Varieties of Noushin and Shahin Mandarins During Storage. J. Hort. Sci. 31(4): 751-764. (In Persian).
13. Fatahi Moghadam, J., S.E. Seyed Ghasemi and K. Najafi. 2018. Evaluation of fruit physico-chemical characteristics of new mandarins Noushin (*Citrus reticulata* cv. Noushin) and Shahin (*Citrus reticulata* cv.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.8.9]

Shahin) during different harvesting times. The Plant Pro. (Scientific Journal of Agriculture). 40(4): 77-91. (In Persian).
14. Fatahi Moghadam, J., S.E. Seyed Ghasemi and S. Madani. 2017. The effect of five rootstocks on physical, mechanical and chemical characteristics of 'Yashar' fruits -a new mandarin- during ripening stages. J. Plant Pro. Res. 24(2): 109-123. (In Persian).
15. Fattahi, J., Y. Hamidoghli, R. Fotouhi, M. Ghasemnejad and D. Bakhshi. 2011. Assessment of fruit quality and antioxidant activity of three citrus species during ripening. South-West. J. Hort., Bio. and Envir. 2: 113-128.
16. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO STAT). 2016. Citrus fruit fresh and processed annual statistics. Commodities and Trade Division, FAO of the UN, Rome.
17. Fotouhi Ghazvini, R. and J. Fattahi Moghadam. 2010. Citrus cultivation in Iran. Gillan Univ, Press. 350p. (In Persian).
18. Gardner, P.T., T.A.C. White, D.B. Mcphail and G.C. Duthie. 2000. The relative contribution of vitamin C, carotenoids and phenolics to the antioxidant potential of fruit juices. Food Chem. 68: 471-474.
19. Golein, B., Y. Mohamad-Alian, Y. Ebrahimi, and F. Nazerian. 2012. Introduction of Yashar as late ripening mandarin. J. Res. Find. Crops Hort. Plants, 1: 11-25. (In Persian).
20. Hagenmaier, R.D. and P.E. Shaw. 2002. Changes in volatile components of stored tangerines and other specialty citrus fruits with different coatings. J. Food Sci. 67: 1742–1745.
21. Jaffa, M.E. and H. Goss. 1921. Nutrition studies of some new varieties of citrus fruits and avocados. Calif. Avo. Soc. 8: 58-64.
22. Jahangirzadeh, E., H. Rastegar, E. Hayatbakhsh and Y. Mohamad-Aliyan. 2009: Selection from F1 progenies hybrid of sweet orange × clementine and evaluation of their clematical adaptation in North and South of Iran (second stage). Final report of project. Agricultural Research, Education and Extension Organization, Iran Citrus Research Institute. 47-17-17-93103. (In Persian).
23. Jimenez, C.M., J. Cuquerella and J.M. Martinez-Javaga. 1981. Determination of a color index for citrus fruit degreening. Pro. Inter. Soc. Citricul. 2: 750-753.
24. Ke, D. and A.A. Kader. 1990. Tolerance of 'Valencia' oranges to controlled atmospheres as determined by physiological responses and quality attributes. J. Ameri. Soc. Hort. Sci. 115: 779–783.
25. Kluge, R.A., M. Luiza, L. Jomori, A.P. Jacomino, M. Carolina, D. Vitti and M. Padula. 2003. Intermittent warming in 'Tahiti' lime treated with an ethylene Inhibitor. Postharvest Bio. Tech. 29: 195-203.
26. Lee, S.K. and A.A. Kader. 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. Postharvest Bio. Tech. 20: 207-220.
27. Meyers, K.J., C.B. Watkins, M.P. Pritts and R.H. Liu. 2003. Antioxidant and antiproliferative activities of strawberries. J. Agr. Food Chem. 51: 6887-6892.
28. Mohammadian, M.A., Z. Mobrami and R.H. Sajedi. 2011. Bioactive compounds and antioxidant capacities in the flavedo tissue of two citrus cultivars under low temperature. Brazil. J. Plant Physiol. 3: 203–208.
29. Plaza, L., I. Crespo, S. de Pascual-Teresa, B. De Ancos, C. Sanchez-Moreno, M. Muoz and M.P. Cano. 2011. Impact of minimal processing on orange bioactive compounds during refrigerated storage. Food Chem. 124: 646-51.
30. Rapisarda, P., S.E. Bellomo and S. Intelisano. 2001. Storage temperature effect on blood orange fruit quality. J. Agr. Food Chem. 49: 3230-3235.
31. Ravazi, S.M.A. and M. Bahram-Parvar. 2007. Some physical and mechanical properties of kiwifruit. In. J. Food Eng. 3:1-16.
32. Razavi, M.A. and R. Akbari, 2009. Biophysical properties of agricultural products and foodstuffs. Mashad Uni Press. Second edition. Pp 304. (In Persian).
33. Rodrigo, M.J., J.F. Marcos and L. Zacarias. 2004. Biochemical and molecular analysis of carotenoid biosynthesis in flavedo of orange (*Citrus sinensis* L.) during fruit development and maturation. J. Agr. Food Chem. 52: 6724-6731.
34. Roussos, P.A., C. Paziodimou and M. Kafkaletou. 2013. Assessment of twenty two citrus cultivars (oranges, mandarins and lemons) for quality characteristics and phytochemicals concentration. In: Proceedings of 2th Balkan Symposium on Fruit Growing, 5-7 September, Romania. pp. 657-663.
35. Singh, K.K. and B.S. Reddy. 2006. Post-harvest physico-mechanical properties of orange peel and fruit. J. Food Eng. 73: 112-120.
36. Zhang, H. 2007. Electrical properties of foods. USA. 1:485.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.8.9]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 22 (1): 41 - 54 (2021)
Research article

Physicochemical and Sensory Characteristics and Bioactive Compounds of Khoram Mandarin at Harvest Time and During Storage as a Newly Introduced Cultivar

J. Fatahi Moghadam*, S. E. Seyedghasemi, H. Taheri, K. Najafi[1]

In this study, with the aim of final evaluation to introduce the cultivar, the fruits of Khoram mandarin (*Citrus reticulata* 'Clementine' ×*C. sinensis* 'Hamlin') were used as a new cultivar and Clementine (*Citrus clementina* Hort. Ex Tanaka) as the control. Fruits were evaluated at harvest time and 20 and 40 days of cool storage for two years. Results showed that the size and weight of Khoram fruits was less than Clementine (control). Khoram was more spherical with easy to mid peeling. Weight loss of Khoram fruit during storage was lower than control. Color indices as *L**, *a**, *b**, hue, and CCI of peel in both cultivars were not changed significantly during storage. TSS and TA levels in Khoram fruits were higher than control. The juice percentage of Khoram fruit was higher (48.45%) than Clementine (40.12%). Khoram fruits had the highest antioxidant capacity (34.29%) after 20 days of storage. Phenolic content of Khoram peel at harvest time and at the end of the storage was lower than control. The vitamin C content of both cultivars was not changed significantly during storage. Sensory traits such as taste, sweetness, peel and pulp appearance, and overall acceptance were dominant in Khoram fruits. In general, Khoram cultivar is suitable for freshness, moderate storability, good taste, high juice percentage and optimal nutritional value.

Keywords: Antioxidant, Cold storage, Fruit quality, New cultivar.

1. Associate Professor, M.Sc. Student of Plant Physiology, Assistance Professor and Bachelor of Horticultural Science, Citrus and Subtropical Fruits Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Ramsar, Iran, respectively.
*Coresponding Author, Email: (j.fattahi@areeo.ac.ir).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.8.9]