

مقایسه ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی، حسی و ترکیبات زیست‌فعال میوه ارقام جدید پرتقال روی پایه کاریزوسیترنج

جواد فتاحی‌مقدم^{۱*}، سیده الهام سیدقاسمی^۲ و نگین اخلاقی‌امیری^۳

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۲۶ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۵/۱۲)

چکیده

در این پژوهش ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی میوه‌ی پنج رقم پرتقال جدید (فوکوموتو، ناولینا، ناولیت، کاراکارا و لین‌لیت) با پرتقال تامسون (به‌عنوان شاهد) روی پایه کاریزوسیترنج بررسی شد. میوه‌ها برداشت و پس از ارزیابی اولیه به سردخانه (دمای ۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۵ درصد) منتقل و در روزهای ۳۰ و ۶۰ بعد نگهداری ارزیابی شدند. نتایج نشان داد ابعاد میوه (طول، عرض و ضخامت) ارقام جدید کوچک‌تر از تامسون بود. میوه ناولینا در روز ۳۰ و در پایان نگهداری به‌ترتیب با مقدار ۴/۳۹ و ۳/۸۲ درصد کم‌ترین میزان از دست‌دهی آب را داشت. درصد آب‌میوه بین ۳۷/۱۸ (لین‌لیت) تا ۳۹/۹۳ (کاراکارا) در زمان برداشت مشابه تامسون بود. در زمان برداشت، پوست رقم لین‌لیت با مقدار a^* (قرمز-سبز) برابر ۱۰/۲۱- و شاخص رنگ‌گیری مرکبات (CCI) منفی، کاملاً سبز بود. رنگ پوست فوکوموتو و ناولینا زرد - نارنجی بود. در زمان برداشت بالاترین نسبت TSS به TA در ناولینا بیشترین و در ناولیت کم‌ترین بود. میزان ویتامین ث میوه کاراکارا با مقدار ۳۳/۶۹ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم کم‌تر از شاهد و سایرین بود. ویتامین ث طی نگهداری در همه ارقام روند کاهشی داشت. در زمان برداشت فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه ناولیت و کاراکارا به‌ترتیب با ۵۹/۶۴ و ۵۷/۷۷ درصد (کم‌ترین) بود. کم‌ترین مقدار فنل کل در زمان برداشت (۰/۱۴ میلی‌گرم در گرم) و نگهداری پس از ۳۰ روز (۰/۲۳) و ۶۰ روز (۰/۲۷ میلی‌گرم در گرم) در رقم کاراکارا مشاهده شد. بطور کلی ارقام ناولینا و فوکوموتو زودرس و ناولیت و لین‌لیت دیررس بودند. کلیه‌ی خواص حسی مطلوب میوه‌ی هر پنج رقم بالاتر از حد رضایت‌بخش قرار داشت.

کلمات کلیدی: ارقام جدید پرتقال، انبارداری، زمان برداشت، کاریزوسیترنج

۱- استاد، گروه فیزیولوژی و فناوری پس از برداشت، پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران.

۲- کارشناس ارشد فیزیولوژی گیاهی، گروه فیزیولوژی و فناوری پس از برداشت، پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران.

۳- استادیار بخش تحقیقات گیاهان زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران.
* پست الکترونیک: j.fattahi@areeo.ac.ir

مقدمه

با اینکه طی دو دهه اخیر در داخل کشور از طریق روش‌های مختلف اصلاحی چون دورگ‌گیری (نارنگی‌های یاشار، نوشین، شاهین، خرم و جهانگیر)، انتخاب از توده‌های بومی (لایم ترش‌های پارس، پرشیا، سالار، سمن و گریپ‌فروت مانا) و موتاسیون (نارنگی‌های تابان، زرین، نارین و تابش) ارقامی به تولیدکنندگان مرکبات کشور معرفی شده است (فتاحی‌مقدم و همکاران، ۱۴۰۰ الف، ب، ج، گل‌عین و رحیمی، ۱۳۹۶) لیکن اکثر ارقام مرکبات که در مناطق مرکبات‌خیز کشور کشت می‌شوند از خارج وارد و پس از آزمایش‌های سازگاری، معرفی شده‌اند. ممکن است یک رقم مشخص در شرایط اکولوژی مختلف عملکرد و ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی متفاوتی از خود نشان دهد (آلبیشی^۱ و همکاران، ۲۰۱۳). بنابراین، ارزیابی کیفیت میوه ارقام جدید و سپس معرفی آن‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است. شرایط محیطی می‌تواند عواملی کم و بیش محدودکننده برای سنتز، تجمع و تشکیل ترکیب‌های زیست‌فعال باشد که به منطقه جغرافیایی، فصل رشد و زمان برداشت بستگی دارد (بوآچان^۲ و همکاران، ۲۰۱۴).

ترکیب‌های زیست‌فعال از دسته اصلی متابولیت‌های ثانویه و دارای ۹۰۰۰ ساختار هستند (احمد^۳ و همکاران، ۲۰۱۸). آنتی‌اکسیدان‌ها ترکیب‌های زیست‌فعالی هستند که عملکردهای بیولوژی مختلف برای جلوگیری از سرطان، اختلالات قلبی عروقی، دیابت و بسیاری از ناکارآمدی‌های دیگر در بدن انسان را افزایش می‌دهند (هاک^۴ و همکاران، ۲۰۲۰). مرکبات دارای ارزش منحصر به فردی از نظر مواد مغذی ضروری هستند که در برابر چندین بیماری مزمن از بدن انسان محافظت می‌کنند (چن^۵ و همکاران، ۲۰۱۲) و به‌عنوان یکی از منابع طبیعی آنتی‌اکسیدان‌ها محسوب می‌شوند. در واقع، آن‌ها حاوی مقدار قابل توجهی اسید آسکوربیک، فلاونوئیدها و ترکیب‌های فنلی و برخی از مواد معدنی ضروری برای تغذیه انسان هستند (کوستانزو^۶ و همکاران، ۲۰۲۰).

مهم‌ترین عنصری که مرکبات برای سلامتی و تغذیه انسان فراهم می‌کند ویتامین ث (اسید آسکوربیک) می‌باشد. این ویتامین محلول در آب است و در غلظت‌های قابل توجهی

در مرکبات یافت می‌شود. غلظت‌های متغیر ویتامین ث در مرکبات بسته به بلوغ، نوع، جابجایی، آب و هوا، شرایط نگهداری و فراوری یافت می‌شود. مرکبات تأمین‌کننده مقادیر متوسط نیاز روزانه به‌عنوان منبع غنی و محبوب ویتامین ث در محدوده ۲۳-۸۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بخش خوراکی تازه در نظر گرفته می‌شوند (لیو^۷ و همکاران، ۲۰۱۲). کربوهیدرات‌های مرکبات عمدتاً از قندها تشکیل شده است. گلوکز، فروکتوز (ترکیب به‌نام قندهای کاهنده) و ساکارز (قند غیرکاهنده) عامل شیرینی آب‌میوه هستند. میزان قندها با پیشرفت میوه به سمت بلوغ افزایش می‌یابد (کوستانزو و همکاران، ۲۰۲۰).

در پژوهشی کیفیت میوه ده رقم پرتقال (تامسون‌ناول، تاراکو، مارس‌ارلی، فراست‌ناول، محلی، ایتالیایی، خرم‌آبادی، هاملین، موبلد و والنسیا مراکشی) روی پایه نارنج توسط سیدی و همکاران (۱۴۰۰) بررسی شد. نتایج نشان داد مقدار ویتامین ث این ارقام بین ۵۷ تا ۱۰۹ میلی‌گرم در صد میلی‌لیتر آب‌میوه و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بین ۶۵ تا ۹۴ درصد متغیر بود. درصد آب‌میوه و به تبع آن شاخص تکنولوژی نیز بالا بود که نشان از مناسب بودن این ارقام برای صنایع آب‌میوه بود.

کیفیت میوه تا حد زیادی بستگی به مرحله رشد میوه در زمان برداشت نیز دارد. میوه برداشت شده چنانچه نابالغ یا کوچک، بد رنگ و آسیب‌دیده باشد به همان نسبت مستعد پوسیدگی در هنگام ذخیره‌سازی با قابلیت انبارمانی پایین است. هم‌چنین میوه‌های زیاد رسیده علاوه بر داشتن عمر انبارداری کوتاه، مستعد عارضه گرانوله‌شدن، آسیب سرمازدگی و پوسیدگی طی فرآیند ذخیره‌سازی هستند. دوره انبارداری میوه از نظر تأثیری که روی کیفیت و ترکیب‌های مفید برای سلامت مصرف‌کننده دارند، دارای اهمیت است (احمد و همکاران، ۲۰۲۱). در پژوهشی کیفیت و ارزش خوراکی میوه سه رقم پوملو شامل Guanximiyou (GX)، Sanhongmiyou (SH) و Hongroumiyou (HR) بررسی شد. نتایج نشان داد که از بین سه رقم مورد استفاده، مواد جامد محلول، ویتامین ث و فنل کل در آبدان‌های میوه SH بالاترین و پس از آن HR و GX بودند. SH دارای بزرگ‌ترین شاخص شکل میوه، اسیدیته قابل تیتراسیون و

5. Chen
6. Costanzo
7. Liu

1. Albishi
2. Buachan
3. Ahmed
4. Haque

کیفیت ارگانولپتیک، ممکن است ارقام کارآمدی را در اختیار بخش تولید مرکبات قرار دهد. در این مطالعه، صفات پومولوژی، ترکیب‌های زیست‌فعال و ارگانولپتیک میوه پنج رقم پرتقال روی پایه کاریزوسیترنج در مقایسه با پرتقال تامسون‌ناول مورد ارزیابی قرار گرفت تا بر اساس نتایج بدست آمده، تولیدکنندگان قادر به انتخاب ارقام کارآمد همراه با تولید اقتصادی باشند.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

ارقام مورد استفاده در این تحقیق شامل پرتقال‌های تامسون (شاهد)، فوکوموتو، ناولینا، ناولیت، کاراکارا و لین‌لیت بود (شکل‌های ۱ تا ۶). وقتی درجه بریکس (TSS/TA) هر ژنوتیپ به متوسط ۷ رسید تعداد ۳۰ عدد میوه از جهات مختلف درخت (سه درخت معادل سه تکرار) برداشت شدند. پس از ارزیابی کیفیت میوه در زمان برداشت با هدف سنجش توان نگهداری به سردخانه با دمای ۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۵ درصد انتقال داده شدند. ۳۰ و ۶۰ روز پس از نگهداری با نمونه‌برداری (پنج میوه از هر تکرار)، ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی و ترکیب‌های زیست فعال میوه مورد بررسی قرار گرفت.

ویژگی‌های فیزیکی میوه

طول، قطر، ضخامت و صفات مرتبط میوه

برای اندازه‌گیری طول میوه (L) (فاصله گلگاه تا دم میوه)، قطر (W) و ضخامت میوه (T) برحسب میلی‌متر از دستگاه کولیس دیجیتال (Digit-Cal، سوئیس) با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر استفاده شد. سپس مقادیر میانگین قطر حسابی (Da)، میانگین قطر هندسی (Dg)، قطر هم‌ساز (Dh)، نسبت جانبی یا ضریب رعنائی^۳ (Ra)، کرویت میوه، مساحت رویه (S) با استفاده از معادله‌های ۱ تا ۶ محاسبه شدند (عبدالله^۴ و همکاران، ۲۰۱۲).

میزان لایکوپن بود که به همین دلیل بیشترین پتانسیل تولید را داشت (یانگ^۱ و همکاران، ۲۰۲۰). در همین راستا سیدی و افشاری‌پور (۱۳۹۸) ویژگی‌های مورفولوژیکی و بیوشیمیایی میوه هشت رقم نارنگی (اورلاندو تانجلو، وکیوا، دنسی، هانی، کارا، ویلینگ، فرمنت و فیرچاید) را مقایسه نمودند. نتایج نشان داد از نظر فیزیکی، رقم کارا دارای وزن، طول، قطر و حجم میوه بیشتر و رقم فرمنت دارای شاخص شکل بهتری نسبت به سایر رقم‌ها بود. از نظر بیوشیمیایی رقم وکیوا در مقایسه با سایر رقم‌ها، دارای بیشترین میزان ویتامین ث، فعالیت آن‌تی‌اکسیدانی، شاخص طعم، pH و اسیدیته قابل تیتراسیون کمتری نسبت به سایر رقم‌ها داشت. از نظر رنگدانه‌های کلروفیلی و کاروتنوئیدی تفاوت معناداری نداشتند.

در پژوهشی دیگر تجمع ترکیب‌های پلی‌فنلی، ترپن‌ها، فلاونوئیدها و قندهای موجود در میوه گریپ‌فروت طی نگهداری مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد میوه، محتوای ثابتی از ترپن طی دوره نگهداری ۳۵ روزه داشت ولی کاهش اندکی در ترپن در ۴۵ و ۶۵ روز بعد از نگهداری مشاهده شد. در مجموع نگهداری میان مدت ۳۵ روزه برای داشتن میوه سالم توصیه شد زیرا در این مدت مواد مفید به میزان بیشتری در میوه وجود داشت (احمد و همکاران، ۲۰۲۱). طی مطالعه‌های سازگاری، نارنگی کینو درجه بالایی از تنوع در ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی مختلف مانند اندازه میوه، شکل، pH، TSS و پارامترهای مختلف دیگر را نشان داد، اما به دلیل توانایی آن در تحمل امواج گرمایی که گاهی اوقات تا ۴۵ درجه سلسیوس می‌رسد، اهمیت بیشتری یافت. این مقاومت حرارتی از والد مادری کینگ به ارث رسیده است (الطاف^۲ و همکاران، ۲۰۰۸).

تولید میوه‌هایی با درجه بلوغ مطلوب و ویژگی‌های ارگانولپتی خاص به یک ضرورت در صنعت مرکبات برای رفع نیاز مصرف‌کنندگان تبدیل شده است. رویکردهای اصلاحی و یا وارد نمودن ارقام برتر دنیا با تمرکز ویژه بر

$$\begin{aligned} ۱) \quad D_a &= \frac{(L + W + T)}{3} \\ ۳) \quad D_h &= \frac{3}{\left(\frac{1}{\text{طول}}\right) + \left(\frac{1}{\text{قطر کوچک}}\right) + \left(\frac{1}{\text{قطر بزرگ}}\right)} \\ ۵) \quad S &= \pi D_g^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ۲) \quad D_g &= (LWT)^{1/3} \\ ۴) \quad \%R_a &= \left(\frac{W}{L}\right) \times 100 \\ ۶) \quad \phi &= \frac{(LWT)^{1/3}}{L} \end{aligned}$$

3. Aspect ratio
4. Abdullah

1. Yang
2. Altaf



شکل ۲- پرتقال فوکوموتو



شکل ۱- پرتقال تامسون ناول (شاهد)



شکل ۴- پرتقال ناولیت



شکل ۳- پرتقال ناولینا



شکل ۶- پرتقال لین لیت



شکل ۵- پرتقال کاراکارا

درصد خطای حجم ظاهری به واقعی (ev) به ترتیب با استفاده از معادله‌های ۷ و ۸ مشخص شدند (رضوی و بهرام‌پرو، ۲۰۰۷).

$$V_a = \frac{\pi}{6} LWT \quad (7)$$

شاخص تکنولوژی^۴

مقدار این شاخص از حاصل ضرب درصد عصاره در مواد جامد محلول تقسیم بر ۱۰۰ بدست آمد (کلاگ^۵ و همکاران، ۲۰۰۳).

ضخامت پوست

ضخامت پوست میوه با استفاده از دستگاه کولیس دیجیتال (Digit-Cal، سوئیس) برحسب میلی‌متر با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد.

حجم واقعی^۱ (Vt)، حجم ظاهری^۲ (Va) و خطای دو حجم

مقدار حجم واقعی با استفاده از اصل جابجایی آب برحسب سانتی‌متر مکعب اندازه‌گیری شد. حجم ظاهری (Va) و

$$\%ev = \frac{V_a - V_t}{V_t} \times 100 \quad (8)$$

چگالی واقعی

چگالی واقعی با استفاده از رابطه $\rho_t = \frac{M_a}{V_t}$ تعیین شد (رضوی و بهرام‌پرو، ۲۰۰۷). در این رابطه M_a جرم میوه و V_t حجم واقعی میوه می باشد.

وزن میوه و درصد عصاره

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

4. Technology index

5. Kluge

1. True volume

2. Apparent volume

3. Razavi and BahramParvar

رنگ پوست میوه

رنگ پوست نقطه میانی میوه با اندازه‌گیری مولفه‌های L^* ، a^* و b^* ، زاویه رنگ (Hue angle) و کروما (Chroma) به کمک دستگاه کرومومتر مدل CR400-Minolta ساخت ژاپن تعیین شد. سپس شاخص رنگ برون بر میوه مرکبات با فرمول $CCI = 1000 a^*/L^*.b^*$ محاسبه شد (جیمenez^۱ و همکاران، ۱۹۸۳).

مواد جامد محلول^۲ و اسیدیته قابل تیتراسیون^۳

مقدار TSS با استفاده از دستگاه قندسنج چشمی (Atago-ATC-20E، ژاپن) با دامنه ۰-۲۰ درصد اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری TA از روش عیارسنجی با هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال استفاده شد (AOAC, 2002). پس از اندازه‌گیری TSS و TA نسبت TSS:TA محاسبه گردید.

ویتامین ث

برای اندازه‌گیری ویتامین ث از روش تیتراسیون با محلول ۲و۶-دی‌کلروفنل ایندوفنل^۴ استفاده شد. به یک گرم از عصاره میوه ۳ میلی‌لیتر متافسفريك اسید ۳ درصد جهت استخراج ویتامین ث اضافه شد. سپس با محلول رنگی ۲و۶-دی‌کلروفنل ایندوفنل تا ظهور رنگ صورتی کم رنگ که به مدت ۱۵ ثانیه پایدار بماند، تیتراسیون انجام شد. میزان ویتامین C بر حسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر محاسبه گردید (لادانیای^۵، ۲۰۱۰).

عصاره‌گیری از پوست و گوشت میوه

یک گرم از بافت گوشت میوه با استفاده از حلال متانول (به نسبت ۱:۲) عصاره‌گیری شد. عصاره‌ها برای اندازه‌گیری فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

میزان فنل کل

اندازه‌گیری میزان فنل کل با روش فولین-سیکالچو^۶ و اسپکتروفتومتری به روش میرز^۷ و همکاران (۲۰۰۳) با اندکی تغییر بر حسب میلی‌گرم اسید گالیک بر گرم نمونه تر انجام شد.

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گوشت میوه با استفاده از روش ویژگی خنثی‌کنندگی رادیکال آزاد DPPH (۲ و ۲ دی‌فنیل

۱-پیکریل‌هیدرازیل) اندازه‌گیری شد (براند ویلیامز^۸ و همکاران، ۱۹۹۵). فعالیت مهار رادیکال DPPH از فرمول درصد خنثی‌کنندگی رادیکال $DPPH = 100 (1 - As) / Ac$ جذب رادیکال DPPH محاسبه گردید. در این معادله Ac جذب رادیکال DPPH بدون عصاره به‌عنوان کنترل و As جذب DPPH به‌علاوه نمونه می‌باشد.

ارزیابی حسی

برای آزمون حسی در پایان دوره انبارداری، ۱۲ نفر ارزیاب به‌صورت تصادفی از مجموع کارکنان زن و مرد با رده‌های سنی و شغلی مختلف انتخاب شدند. به‌ویژگی‌های ظاهری پوست و گوشت، عطر، طعم، شیرینی، ترشی، تلخی و پذیرش کلی میوه شاخص عددی ۱ تا ۹ (هدونیک ۹ نقطه‌ای) و به‌صورت ۱=ضعیف، ۵=رضایت‌بخش و ۹=عالی اختصاص یافت.

تجزیه آماری داده‌ها

تجزیه آماری داده‌ها بعد از اطمینان از نرمال بودن با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C (نسخه ۱/۴۲) و آزمون فاکتوریل (رقم در ۶ سطح و مدت نگهداری در ۳ سطح) در قالب طرح بلوک کامل تصادفی مورد تجزیه واریانس مرکب (دوساله) قرار گرفت. مقایسه میانگین داده‌های صفات فیزیکی میوه براساس خطای استاندارد با استفاده از برنامه SPSS نسخه ۱۹ انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی و در سطح احتمال پنج درصد محاسبه گردید.

نتایج و بحث

ویژگی‌های فیزیکی میوه

به‌طورکلی ابعاد میوه (طول، عرض و ضخامت) ارقام جدید کوچک‌تر از میوه تامسون بود. پرتقال ناولینا از این نظر در رتبه دوم و فوکوموتو در رتبه سوم بعد از تامسون قرار داشت. مساحت رویه میوه نیز تابعی از این مؤلفه‌ها بود. نتایج حاصل از محاسبه میانگین قطرهای مختلف میوه نیز تأکیدکننده این نتیجه بود. به این صورت که بالاترین میانگین‌ها به ترتیب مربوط به میوه تامسون، ناولینا و فوکوموتو بود. پرتقال ناولیت در رتبه آخر قرار گرفت (جدول ۱). با این حال مشابه بودن میانگین قطرهای حسابی، هندسی و هم‌ساز به

5. Ladaniya
6. Folin-ciocalteu
7. Meyers
8. Brand-Williams

1. Jimenez
2. Total soluble solid=TSS(Brix)
3. Total acid=TA
4. DCPIP

میوه‌ها توپرتر، بافت متراکم‌تر و بدون فضای داخلی در بافت گوشت بودند که حتی نسبت به شاهد تامسون نیز برتری داشتند. میوه ارقام جدید از نظر چگالی و کرویت تفاوت معناداری ($P < 0.05$) با میوه تامسون نداشتند. با این حال میوه ارقام فوکوموتو، ناولینا و لین‌لیت تا حدودی کشیده‌تر و دارای سطح جانبی بودند (جدول ۱). بالا بودن کرویت و ضریب رعنائی نشان می‌دهد که میوه روی سطح خود (نسبت به جوانب) بیش‌تر می‌غلطد (عبدالله^۱ و همکاران، ۲۰۱۲).

قطر معادل نشان‌دهنده متعادل بودن ابعاد میوه همه ارقام بود. مشخص بودن ابعاد میوه برای تعیین اندازه دیافراگم ماشین‌های فرآوری میوه، طرح سینی‌های بین لایه‌ای میوه، حجم و نوع جعبه یا کارتن بسته‌بندی اهمیت دارد (فتاحی‌مقدم و همکاران، ۱۴۰۰ الف). همین الگو برای صفات وزن، حجم واقعی و حجم ظاهری نیز صادق بود. با بررسی خطای حجم مشخص شد که ارقام ناولینا، ناولیت و هم‌چنین فوکوموتو دارای عدد منفی‌تر هستند (جدول ۱). بدین معنا که حجم واقعی آن‌ها بیش‌تر از حجم ظاهری آن‌ها است و

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی میوه پرتقال‌های جدید در مقایسه با پرتقال تامسون ناول

رقم	طول (cm)	عرض (cm)	ضخامت (cm)	میانگین قطر حساسی (cm)	میانگین قطر هندسی (cm)	میانگین قطر هم‌ساز (cm)	میانگین قطر معادل (cm)
تامسون	۸/۰۵±۰/۴۷*	۷/۹۲±۰/۴۰	۷/۸۵±۰/۴۱	۷/۹۴±۰/۴۲	۷/۹۴±۰/۴۲	۷/۹۴±۰/۴۲	۷/۹۴±۰/۴۲
فوکوموتو	۷/۳۱±۰/۳۴	۷/۸۱±۰/۴۰	۷/۷۴±۰/۴۰	۷/۶۲±۰/۳۶	۷/۶۲±۰/۳۶	۷/۶۱±۰/۳۶	۷/۶۲±۰/۳۶
ناولینا	۷/۸۴±۰/۲۶	۷/۸۷±۰/۱۴	۷/۷۸±۰/۱۰	۷/۸۳±۰/۱۷	۷/۸۳±۰/۱۷	۷/۸۳±۰/۱۷	۷/۸۳±۰/۱۷
ناولیت	۷/۵۱±۰/۰۹	۷/۱۰±۰/۱۱	۷/۰۰±۰/۱۰	۷/۲۰±۰/۰۴	۷/۲۰±۰/۰۵	۷/۱۹±۰/۰۵	۷/۲۰±۰/۰۵
کاراکارا	۷/۳۵±۰/۱۲	۷/۲۱±۰/۰۴	۷/۱۲±۰/۰۷	۷/۲۳±۰/۰۶	۷/۲۲±۰/۰۶	۷/۲۲±۰/۰۶	۷/۲۲±۰/۰۶
لین‌لیت	۷/۲۲±۰/۲۴	۷/۶۶±۰/۱۷	۷/۵۷±۰/۱۸	۷/۴۸±۰/۱۹	۷/۴۸±۰/۲۰	۷/۴۸±۰/۲۰	۷/۴۸±۰/۲۰

*: اعداد ارائه شده در هر ستون نشان‌دهنده میانگین ± استاندارد ارور (SE)

ادامه جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی میوه پرتقال‌های جدید در مقایسه با پرتقال تامسون ناول

رقم	وزن (g)	حجم واقعی (cm ³)	حجم ظاهری (cm ³)	خطای حجم (%)	چگالی (g.cm ⁻¹)	کرویت	نسبت جانبی (%)	مساحت رویه (cm ²)
تامسون	۲۶۲/۴۳±۳۲/۶۷*	۲۷۵/۱۰±۳۸/۳۹	۲۶۶/۲۷±۴۰/۲۵	-۳/۵۷±۱/۳۲	۰/۹۶±۰/۰۲	۰/۹۹±۰/۰۱	۹۸/۳۹±۰/۹۶	۱۹۹/۰۳±۲۰/۶۷
فوکوموتو	۲۳۶/۵۰±۲۷/۱۲	۲۴۸/۱۰±۳۳/۰۰	۲۳۴/۳۲±۳۳/۸۲	-۵/۷۸±۱/۵۴	۰/۹۶±۰/۰۲	۱/۰۴±۰/۰۳	۱۰۶/۹۱±۴/۱۱	۱۸۲/۹۶±۱۷/۴۰
ناولینا	۲۴۹/۳۰±۱۳/۰۶	۲۶۸/۴۰±۱۶/۷۱	۲۵۱/۹۲±۱۶/۰۴	-۶/۱۶±۰/۷۰	۰/۹۳±۰/۰۱	۱/۰۰±۰/۰۱	۱۰۰/۵۰±۱/۵۷	۱۹۲/۶۹±۸/۲۲
ناولیت	۱۹۴/۷۷±۴/۷۴	۲۰۱/۱۷±۵/۸۶	۱۹۵/۲۶±۳/۷۹	-۲/۸۸±۰/۹۵	۰/۹۷±۰/۰۰	۰/۹۶±۰/۰۲	۹۴/۴۸±۲/۴۹	۱۶۲/۷۲±۲/۱۱
کاراکارا	۱۹۵/۴۰±۳/۲۷	۲۰۶/۹۰±۴/۴۴	۱۹۷/۴۳±۴/۸۰	-۴/۵۹±۰/۲۸	۰/۹۴±۰/۰۱	۰/۹۸±۰/۰۱	۹۸/۲۷±۱/۶۴	۱۶۳/۹۲±۲/۶۶
لین‌لیت	۲۲۴/۶۳±۱۶/۴۶	۲۳۴/۶۳±۱۷/۰۴	۲۱۹/۹۲±۱۷/۵۷	-۶/۳۶±۰/۶۸	۰/۹۶±۰/۰۰	۱/۰۴±۰/۰۱	۱۰۶/۲۳±۱/۶۹	۱۷۵/۹۲±۹/۲۸

*: اعداد ارائه شده در هر ستون نشان‌دهنده میانگین ± استاندارد ارور (SE)

کاهش وزن میوه

میوه‌های پرتقال ناولیت و لین‌لیت مشابه با تامسون طی نگهداری درصد کاهش وزن بالایی داشتند. میوه پرتقال ناولینا در ۳۰ روز اول انبارداری با مقدار ۴/۳۹ درصد و در پایان نگهداری با ۳/۸۲ درصد کم‌ترین از دست‌دهی آب را در سردخانه نشان داد (جدول ۲). به‌طور مشابه گزارش شده درصد کاهش وزن در نارنگی نوشین بالاتر از نارنگی شاهین بود که نشان‌دهنده تفاوت در ارقام است (فتاحی‌مقدم و

همکاران، ۱۳۹۶ ب). هم‌چنین اسکالزو^۲ و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که میزان کاهش وزن میوه‌ها طی انبارداری در ارقام مختلف مرکبات تفاوت معنی‌داری داشت. آن‌ها نشان دادند که این تفاوت به‌دلیل اختلاف در ضخامت پوست یا پوشش‌های حفاظت‌کننده روی پوست مثل واکس‌های روی کوتیکول است که مانع طبیعی در مقابل خروج آب از میوه هستند.

ضخامت پوست میوه

زاویه رنگ نیز حاکی از تیره رنگ بودن پوست لینیت است. در رتبه بعدی ناولیت و کاراکارا با رنگ پوست مشابه شاهد تامسون قرار گرفتند. فقط ارقام فوکوموتو و ناولینا دارای رنگ پوست کاملاً زرد به سمت نارنجی بودند که شاخص CCI هم این مورد را تأیید می‌کند. طی نگهداری شاخص‌های رنگ پوست به ویژه در لینیت از سبز به زرد تغییر کرد هرچند رنگ آن به مطلوبیت رنگ ارقام فوکوموتو و ناولینا نبود (جدول ۳).

مرکبات منابع پیچیده‌ای از رنگدانه‌ها به‌ویژه کاروتنوئیدها، با تنوع گسترده‌ای در بین گونه‌ها و ارقام مختلف مرکبات از نظر نوع و مقدار هستند (ماتسوموتو^۴ و همکاران، ۲۰۰۷). کاروتنوئیدها رنگدانه‌های اصلی مسئول رنگ جذاب پوست و گوشت مرکبات بوده و به مقدار زیادی به ارزش غذایی و آنتی‌اکسیدانی آنها کمک می‌کنند (آلکوزار^۵ و همکاران، ۲۰۰۸). محتویات کلروفیل و کاروتنوئید مسئول رنگ مرکبات در حال رشد هستند و با پیشرفت رسیدن میوه، رنگ میوه از سبز به زرد متمایل به نارنجی تغییر می‌کند زیرا کلروفیل‌ها تجزیه شده و کاروتنوئیدها نمایان می‌شوند (لیو و همکاران، ۲۰۰۶). بنابراین، اکثر گونه‌های مرکبات دارای مشخصات کاروتنوئیدی یکسانی هستند، اگرچه برخی از آنها غلظت‌های بالاتری دارند (کونساه^۶ و همکاران، ۲۰۱۹).

مواد جامد محلول (TSS)، اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) و TSS:TA میوه

متوسط میزان مواد جامد محلول در سال دوم بالا و اسیدیته قابل تیتراسیون کم بود. بنابراین در سال دوم میوه‌ها شاخص قند به اسید بالاتری داشتند. این شاخص در زمان برداشت در پرتقال ناولینا بالاترین (زودرس) و در ناولیت کم‌ترین (دیررس) بود که با میوه تامسون به عنوان شاهد اختلاف معناداری داشتند. سایر ارقام در دامنه حدواسط قرار گرفتند (جدول ۴). محتوای مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتراسیون در آب‌میوه مرکبات قابل تغییر است. این تنوع می‌تواند زیاد باشد و نتیجه عوامل مختلفی است که بر کیفیت آب‌میوه تأثیر می‌گذارد (بری^۷ و همکاران، ۲۰۰۳). نسبت TSS:TA به‌عنوان یک شاخص استاندارد برای برداشت پرتقال استفاده می‌شود زیرا هر دو شاخص ارتباط

متوسط ضخامت پوست در سال اول آزمایش ۳/۲۳ و در سال دوم ۲/۹۱ میلی‌متر بود که از نظر آماری بین ارقام و طی نگهداری این اختلاف معنادار ($P < 0.05$) نبود. هرچند در پایان نگهداری ضخامت پوست میوه ناولیت (۱/۵۷ میلی‌متر) از شاهد و سایر ارقام کم‌تر بود (جدول ۲). به‌طور مشابه در بررسی ارقام لایم نیز میانگین ضخامت پوست لایم‌ترش پارس در مقایسه با مکزیکن لایم بیش‌تر بود، هرچند این اختلاف به لحاظ آماری معنادار نبود (فتاحی مقدم و همکاران، ۱۴۰۰ج). هم‌چنین مخیم^۱ و همکاران (۲۰۱۵) ضخامت پوست میوه لیموی آسام را ۳/۵-۳/۹ میلی‌متر گزارش نمودند.

درصد آب‌میوه و شاخص تکنولوژی میوه

متوسط آب‌میوه و شاخص فناوری میوه همه ارقام در سال دوم آزمایش بالاتر از سال اول بود. در زمان برداشت میوه نیز درصد آب‌میوه بین ۳۷/۱۸ (لینیت) تا ۳۹/۹۳ (کاراکارا) درصد بود که اختلاف معناداری ($P < 0.05$) با هم و تامسون نداشتند (جدول ۲). این روند طی نگهداری میوه برای هر دو صفت درصد آب‌میوه و شاخص تکنولوژی نیز حفظ شد.

محتوای آب یک پارامتر اساسی در تعیین کیفیت میوه، به‌ویژه در مرکبات است. در واقع، آب‌دارترین میوه‌ها بیشترین تقاضا را دارند و بیشتر مورد استقبال مصرف کنندگان قرار می‌گیرند. بر اساس گزارش اقبال^۲ و همکاران (۲۰۱۲) محتوای آب‌میوه ممکن است بسته به تنوع، سطح بلوغ و شرایط آب و هوایی متفاوت باشد. در مراکش، مرکباتی که برای صادرات در نظر گرفته شده‌اند، بسته به انواع آن باید حداقل ۳۵ تا ۴۰ درصد آب‌میوه داشته باشند (العتمانی^۳ و همکاران، ۲۰۱۱). ارقام مورد مطالعه در این آزمایش همانند شاهد در دامنه این گزارش قرار داشتند.

شاخص‌های رنگ پوست میوه

به‌طور کلی متوسط شاخص روشنایی پوست (L^*)، b^* و کرومای میوه در سال دوم به‌طور معناداری ($P < 0.05$) بالاتر از سال اول بود. مشخص شد پوست رقم لینیت با مقدار a^* برابر ۱۰/۲۱- در زمان برداشت کاملاً سبز رنگ بود. شاخص رنگ‌گیری مرکبات یا CCI هم منفی بود که نشان می‌دهد پوست این رقم نیاز به سبزدایی دارد. بالا بودن

5. Alquezar
6. Conesa
7. Barry

1. Mukhim
2. Iqbal
3. El-Otmani
4. Matsumoto

جدول ۲- ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی ۵ رقم جدید مرکبات در مقایسه با تامسون در زمان برداشت و نگهداری طی دو سال مطالعه

سال	درصد کاهش وزن (%)	ضخامت پوست (mm)	درصد آب‌میوه (%)	شاخص فناوری (%)	رقم	زمان برداشت
۱۳۹۷	a*	۳/۵۸	a	۳/۲۳	b	۳/۶۶
۱۳۹۸	a	۳/۷۷	b	۲/۹۱	a	۴/۸۱
تامسون	h*	۰	ab	۳/۴۹	ab	۳/۷۶
فوکوموتو	h	۰	a-c	۳/۲۹	ab	۴/۱۷
ناولینا	h	۰	a	۴/۲۵	ab	۳/۸۷
ناولیت	h	۰	b-d	۳/۰۲	ab	۴/۳۵
کاراکارا	h	۰	ab	۳/۶	a	۴/۴۵
لین‌لیت	h	۰	ab	۳/۶۸	ab	۳/۶
تامسون	b-d	۵/۹۶	bc	۳/۱۷	a	۴/۳۹
فوکوموتو	ef	۴/۸۸	bc	۳/۲۱	ab	۴/۲۱
ناولینا	fg	۴/۳۹	ab	۳/۶۷	a	۴/۵۵
ناولیت	b	۶/۸۳	b-d	۲/۶۷	ab	۴/۴۴
کاراکارا	c-e	۵/۵۷	b-d	۲/۸۸	a	۴/۴۳
لین‌لیت	a	۸/۶۲	c-e	۲/۳۷	ab	۴/۳
تامسون	d-f	۵/۰۸	b-d	۲/۷۴	ab	۴/۰۴
فوکوموتو	fg	۴/۱۹	ab	۳/۴۲	ab	۴/۷
ناولینا	g	۳/۸۲	bc	۳/۱۴	ab	۴/۱۶
ناولیت	de	۵/۵	e	۱/۵۷	ab	۴/۵۹
کاراکارا	e-g	۴/۷۶	b-d	۳/۰۲	b	۴/۰۶
لین‌لیت	bc	۶/۵۴	de	۲/۱۱	ab	۴/۱۶

*در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس مقایسه میانگین توکی در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

نزدیکی با کیفیت داخلی میوه دارند. تجمع قندها و کاهش سطح اسیدیته از ویژگی‌های رسیدن مرکبات است. رسیدن میوه فرآیند پیچیده‌ای است که شامل تغییر در رنگ، عطر، متابولیسم قندها و اسیدهای آلی، بافت و نرم شدن می‌باشد. تمام تغییرات بیوشیمیایی و فیزیولوژی که طی رسیدن میوه رخ می‌دهد توسط بیان هماهنگ ژن‌های مربوط به رسیدن میوه انجام می‌شود (کون^۱ و همکاران، ۲۰۱۵). میزان اسیدهای آلی میوه‌های فوکوموتو و ناولینا روند کاهشی بیش‌تری در مدت نگهداری داشت و به‌همین دلیل شاخص قند به اسید آنها نیز افزایش یافت و در پایان نگهداری به‌ترتیب به ۱۰/۱۵ و ۱۰/۳۲ رسید. بعد از ۶۰ روز نگهداری نسبت قند به اسید میوه لین‌لیت با مقدار ۷/۸ کم‌ترین بود (جدول ۴). به‌طور مشابه میزان TSS در دو رقم نارنگی کینو

و ویلوف با طولانی شدن دوره نگهداری افزایش یافت در حالی که اسیدیته روند کاهشی را نشان داد (هاک و همکاران، ۲۰۲۰). روند افزایشی در TSS را می‌توان به‌دلیل فعالیت‌های متابولیکی تبدیل پلی‌ساکاریدها به قند و کاهش سطح رطوبت در اثر تعرق و تبخیر نسبت داد. کاهش خطی اسیدیته ممکن است به‌دلیل کاتابولیسم اسیدهای آلی باشد (ماهاجان^۲ و همکاران، ۲۰۱۶). اسیدیته قابل تیتراسیون یک شاخص مهم در تعریف کیفیت آب‌میوه یا تعیین تاریخ برداشت بهینه است. به‌طور کلی، غلظت اسیدهای آلی طی بلوغ میوه کاهش می‌یابد. این کاهش به‌دلیل تبدیل اسیدهای آلی به قندها است. گزارش شده است میوه‌های نارنگی کلمانتین که کم‌تر از ۰/۸ درصد اسیدیته دارند، کیفیت پایینی دارند زیرا طعم شیرین آنها بر طعم ترش

جدول ۳- ویژگی‌های رنگ پوست ۵ رقم جدید مرکبات در مقایسه با تامسون در زمان برداشت و نگهداری طی دو سال مطالعه

CCI	hue		Chroma		b*		a*		L*		سال	
۲/۲۷	۸۱/۵۹		۷۷/۵۵	a	۷۵/۸۲	a	۱۱/۹۷		۶۶/۰۴	a*	۱۳۹۷	
۲/۷۲	۸۰/۵۷		۷۴/۸۷	b	73.۰۶	b	۱۳/۲۴		۶۲/۳۱	b	۱۳۹۸	
											زمان برداشت	
											رقم	
۰/۹۵	f-h	۸۶/۴۸	cd	۷۴/۱۲	c-e	۷۳/۷	a-e	۴/۷۳	ef	۶۷/۲	a-c*	تامسون
۳/۶۹	a-d	۷۶/۸۵	f-j	۷۵/۷۶	b-e	۷۳/۴۶	a-e	۱۷/۲۶	a-c	۶۴/۶۳	a-e	فوکوموتو
۴/۲۸	a-c	۷۵	g-j	۷۶/۰۱	a-e	۷۳/۳۷	b-e	۱۹/۷	ab	۶۲/۸۷	b-e	ناولینا
۱/۱۶	e-h	۸۵/۶۱	c-e	۷۳/۷۱	de	۷۲/۷۵	c-e	۶/۴۶	d-f	۶۶/۳۶	a-d	ناولیت
۰/۶۴	gh	۸۷/۶۸	bc	۶۷/۹۴	f	۶۷/۵۵	e	۳/۰۸	f	۶۱/۱۴	e	کاراکارا
-۳/۶۳	i	۱۰۰/۸	a	۵۸/۹	g	۵۷/۷۵	f	-	g	۵۶	f	لین لیت
											نگهداری (روز)	
۲/۰۹	d-h	۸۰/۹۳	ef	۸۱/۷	ab	۸۰/۹۹	a	۱۱/۴۳	c-e	۶۸/۴۱	a	تامسون
۴/۸۲	a	۷۴/۳۳	h-j	۸۰/۲۲	a-c	۷۶/۱۷	a-d	۲۳/۰۷	a	۶۴/۱۶	a-e	فوکوموتو
۴/۶۹	ab	۷۳/۷	ij	۷۸/۶	a-d	۷۷/۰۷	a-d	۲۲/۵	a	۶۲/۳۹	c-e	ناولینا
۲/۵	c-g	۸۱/۶۱	d-f	۷۸/۹	a-d	۷۵/۹۴	a-d	۱۲/۵۸	cd	۶۷/۷۴	ab	ناولیت
۲/۶	c-f	۷۸/۱۸	f-i	۷۹/۶۵	a-d	۷۶/۹۷	a-d	۱۳/۱۶	b-d	۶۴/۴	a-e	کاراکارا
۰/۵۸	h	۹۱/۶۱	b	۷۱/۳۴	ef	۷۲/۱۳	de	۲/۶	f	۶۱/۷۷	de	لین لیت
۲/۹۱	b-e	۷۹/۱۱	f-h	۸۲/۴۴	a	۸۰/۸۸	ab	۱۵/۴۶	bc	۶۷/۵	ab	تامسون
۴/۹۴	a	۷۲/۹۷	ij	۷۸/۸۵	a-d	۷۵/۲۵	a-d	۲۲/۹۷	a	۶۳/۱۶	b-e	فوکوموتو
۵/۲۸	a	۷۱/۹۷	j	۷۷/۵	a-e	۷۳/۶۳	a-e	۲۴/۰۵	a	۶۱/۶۸	de	ناولینا
۲/۶۴	c-f	۸۰/۰۴	fg	۸۱/۲۷	ab	۷۹/۹۳	a-c	۱۴/۰۳	bc	۶۷/۷۸	ab	ناولیت
۳/۷۶	a-d	۷۶/۵۱	f-j	۷۹/۳	a-d	۷۷/۰۷	a-d	۱۸/۴۸	a-c	۶۴/۱۴	a-e	کاراکارا
۱/۰۳	e-h	۸۶/۰۶	cd	۷۵/۶۱	b-e	۷۵/۳	a-d	۵/۵۷	ef	۶۳/۸۴	a-e	لین لیت

*در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس مقایسه میانگین توکی در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

اسیدآسکوربیک و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در دو رقم مرکبات شامل *C. japonica* و *C. reticulata* گزارش شد که نشان می‌دهد آسکوربیک‌اسید در بالا بودن ظرفیت آنتی‌اکسیدانی به اندازه کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدها موثر نیست (کوستانزو و همکاران، ۲۰۲۰).

فعالیت آنتی‌اکسیدانی گوشت میوه

میوه ارقام ناولیت و کاراکارا در زمان برداشت به ترتیب با ۵۹/۶۴ و ۵۷/۷۷ درصد فعالیت آنتی‌اکسیدانی کم‌تری نسبت به شاهد و سایر ارقام داشتند. از روز ۳۰ نگهداری تا پایان نگهداری (روز ۶۰) میوه رقم ناولینا کم‌ترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی را نشان داد که با لین‌لیت، فوکوموتو و تامسون هم تفاوت معناداری ($P < ۰/۰۵$) نداشت (جدول ۵). رقم ناولینا رقمی زودرس همانند فوکوموتو است. در این پژوهش پرتقال کاراکارا که فعالیت آنتی‌اکسیدانی کم‌تری

غالب است. بنابراین، این میوه‌ها تا حدودی بی‌مزه هستند و بیش‌تر در معرض پوسیدگی پس از برداشت قرار می‌گیرند (استیتو^۱ و همکاران، ۲۰۱۷).

ویتامین ث میوه

میزان ویتامین ث میوه پرتقال کاراکارا در زمان برداشت میوه با مقدار ۳۳/۶۹ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم کم‌تر از شاهد و سایر ارقام بود. در روزهای ۳۰ و ۶۰ نگهداری در همه ارقام میزان ویتامین ث روند کاهشی داشت (جدول ۴). آسکوربات یکی از قوی‌ترین آنتی‌اکسیدان‌ها است و در حذف گونه‌های اکسیژن فعال و بازایی آلفا توکوفرول (یک آنتی‌اکسیدان لیپیدی قوی) نقش دارد. شاید این عمل دلیلی بر کاهش آسکوربیک‌اسید طی رسیدن کامل باشد (تالکوت^۲ و همکاران، ۲۰۰۳). به دلیل همین نقش آسکوربیک‌اسید است که در پژوهشی یک رابطه منفی بین

جدول ۴- ویژگی‌های شیمیایی رقم جدید مرکبات در مقایسه با تامسون در زمان برداشت و نگهداری طی دو سال مطالعه

سال	TSS (%)	TA (%)	TSS:TA	ویتامین ث (mg.100g ⁻¹ FW)	رقم	زمان برداشت
۱۳۹۷	b*	a	b	a	۳۸/۵۱	
۱۳۹۸	A	b	a	b	۳۵/۰۵	
تامسون	de*	b-e	c-e	a-c	۳۸/۷۶	نگهداری (روز)
فوکوموتو	b-d	b-e	c-e	ab	۳۹/۳۴	۳۰
ناولینا	c-e	de	b-d	a	۴۱/۵۶	
ناولیت	a-c	a	ef	a	۴۱/۷	
کاراکارا	b-d	a-c	d-f	c-g	۳۳/۶۹	
لین‌لیت	E	a	f	a-d	۳۸/۲۱	
تامسون	b-d	b-e	b-e	e-g	۳۲/۲۴	۶۰
فوکوموتو	b-d	c-e	b-d	b-e	۳۵/۱۱	
ناولینا	a-c	b-e	b-d	g	۲۸/۸۹	
ناولیت	Ab	ab	c-e	d-g	۳۳/۳۶	
کاراکارا	b-d	a-d	d-f	fg	۲۹/۵۱	
لین‌لیت	a-c	ab	d-f	e-g	۳۰/۶	
تامسون	b-d	e	a-c	a-d	۳۸/۲۱	
فوکوموتو	A	e	a	a	۴۱/۹۱	
ناولینا	a-c	e	ab	b-e	۳۵/۶۲	
ناولیت	Ab	b-e	b-d	a	۴۱/۷۶	
کاراکارا	Ab	b-e	b-d	b-f	۳۴/۳۸	
لین‌لیت	b-d	a	ef	a-d	۳۸/۱۵	

*در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس مقایسه میانگین توکی در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

داشت، دارای محتوای کم‌تر فنلی و آسکوربیک‌اسید نیز بود. ترکیب‌های فنلی، رنگدانه‌های کلروفیل و کاروتنوئیدی نقش بیشتری در افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی دارند. همچنین گزارش شده است که ترکیب‌های فنلی مختلف در مقایسه با آسکوربیک‌اسید، عمدتاً بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی تأثیر می‌گذارند (کوستانزو و همکاران، ۲۰۲۰).

فنل کل گوشت میوه

رقم کاراکارا در زمان برداشت (۰/۱۴ میلی‌گرم در گرم) و طی نگهداری میوه (در روزهای ۳۰ و ۶۰ به ترتیب ۰/۲۳ و ۰/۲۷ میلی‌گرم در گرم) دارای کم‌ترین فنل کل بود. میوه رقم ناولینا در روز ۳۰ و ۶۰ نگهداری فنل بالایی داشت هرچند تفاوت معناداری (P<۰/۰۵) با رقم تامسون نداشت (جدول ۵).

میوه‌ها در دوره‌های نگهداری کوتاه مدت (۳۵ روزه) دارای مقادیر ثابتی از اسیدهای فنلی می‌باشند که عمدتاً از مسیر بیوسنتزی فنیل‌پروپانوئید مشتق شده‌اند. در ادامه و بعد از ۶۵ روز نگهداری به دلیل عملکرد آنزیم PAL در نقطه ورود مسیر اسیدفنولیک با کاتالیزکردن فنیل‌آلانین به اسید سینامیک مقدار فنل کل در میوه‌های ذخیره شده کاهش می‌یابد (احمد و همکاران، ۲۰۲۱). معمولاً تنوع در ترکیب‌های زیست‌فعال در میوه و حتی بخش‌های مختلف میوه ارقام مختلف نیز مشاهده می‌شود. در این راستا گزارش شده است که فعالیت آنتی‌اکسیدانی در پوست نارنگی فلگری^۱ و کلمانترین در مقایسه با گوشت کامکوات بیش‌تر بود. همچنین بذور نارنگی فلگری سرشار از پلی‌فنل‌ها و آنتی‌اکسیدان‌ها بود. در مجموع اثر حفاظتی و آنتی‌اکسیدانی این ترکیب‌ها، سیستم بدن را هماهنگ و متعادل

می‌کند تا از بافت‌ها و مایعات در برابر آسیب گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) یا رادیکال‌های آزاد محافظت کند (کوستانزو و همکاران، ۲۰۲۰).

ارزیابی حسی میوه

به‌طور کلی ارزیابی حسی در پایان نگهداری نشان داد کلیه خواص حسی مطلوب میوه بالاتر از حد رضایت‌بخش قرار داشت. با اینکه میوه رقم ناولینا از نظر ظاهر پوست بالاترین

امتیاز را گرفت لیکن میوه کاراکارا بالاترین امتیاز وضعیت ظاهری گوشت را کسب کرد. عطر، طعم، شیرینی و پذیرش کلی میوه ناولیت بالاترین امتیاز را داشت. ناولینا که رقمی زودرس بود و به تبع آن انبارمانی ضعیف‌تری داشت از نظر بدطعمی نیز امتیاز بالاتری گرفت. رقم لین‌لیت بالاترین میزان ترشی را داشت که علت آن دیررسی این رقم می‌باشد (شکل ۷).

جدول ۵- ترکیبات زیست فعال ۵ رقم جدید مرکبات در مقایسه با تامسون در زمان برداشت و نگهداری طی دو سال مطالعه

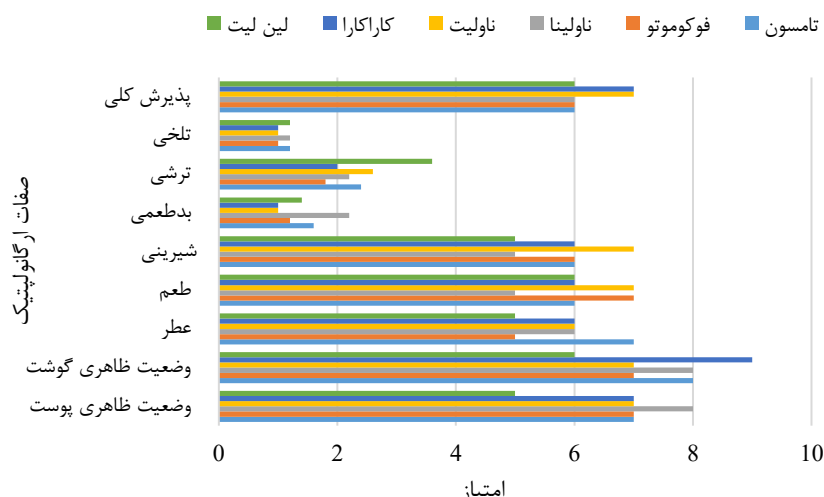
نگهداری (روز)	رقم	فعالیت آنتی‌اکسیدانی (%)	فنل کل (mg.g ⁻¹ FW)
زمان برداشت	تامسون	۶۵/۲۲	۱/۲۱ a-c*
	فوکوموتو	۶۴/۸۴	۱/۳۲ a-c
	ناولینا	۶۹/۰۹	۱/۰۱ a-c
	ناولیت	۵۹/۶۴	۰/۹۳ bc
	کاراکارا	۵۷/۷۷	۰/۱۴ d
	لین‌لیت	۷۰/۲۶	۱/۳۱ a-c
۳۰	تامسون	۷۰/۳۲	۱/۴۳ a-c
	فوکوموتو	۷۵/۹۵	۱/۲۹ a-c
	ناولینا	۶۹/۱۳	۱/۵۷ ab
	ناولیت	۶۸/۸۱	۰/۹۴ bc
	کاراکارا	۷۴/۳۷	۰/۲۳ d
	لین‌لیت	۷۱/۱۲	۰/۹۹ a-c
۶۰	تامسون	۵۹/۵۸	۱/۴۳ a-c
	فوکوموتو	۴۹/۷۶	۰/۸۸ c
	ناولینا	۴۱/۲۸	۱/۶۱ a
	ناولیت	۶۱/۰۳	۱/۳۹ a-c
	کاراکارا	۶۶/۸۵	۰/۲۷ d
	لین‌لیت	۵۸/۷۲	۱/۲۱ a-c

*در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس مقایسه میانگین توکی در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی ابعاد میوه (طول، عرض و ضخامت) ارقام جدید کوچک‌تر از میوه تامسون بود. ارقام ناولینا، ناولیت و فوکوموتو با بالا بودن حجم واقعی از حجم ظاهری نشان دادند که میوه‌ها توپرتر و متراکم‌تر هستند. در زمان برداشت شاخص تکنولوژی و درصد آب‌میوه رقم کاراکارا به‌ترتیب ۴/۴۵ و ۳۹/۹۳ درصد بود که برای صنایع آب‌میوه‌گیری نیز مناسب است. رقم لین‌لیت در زمان برداشت کاملاً سبز رنگ بود ولی ارقام فوکوموتو و ناولینا دارای رنگ پوست کاملاً زرد متمایل به نارنجی بودند. شاخص TSS به TA در زمان

برداشت در پرتقال ناولینا بالاترین (زودرس) و در ناولیت کم‌ترین (دیررس) بود. میزان ویتامین ث طی نگهداری در همه ارقام روند کاهشی داشت. از روز ۳۰ نگهداری تا پایان نگهداری (روز ۶۰) میوه ارقام ناولینا، لین‌لیت، فوکوموتو مشابه تامسون کم‌ترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی را داشتند. رقم کاراکارا در زمان برداشت و طی نگهداری میوه دارای کم‌ترین فنل کل بود. ارزیابی حسی در پایان نگهداری نشان داد کلیه خواص حسی مطلوب میوه در پنج رقم بالاتر از حد رضایت‌بخش قرار داشت.



شکل ۷- نتایج ارزیابی ارگانولپتیک میوه ارقام جدید پرتقال در پایان نگهداری در سردخانه (۶۰ روز)

سپاس‌گزاری

مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری (رامسر) و مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران (ساری) است که از حمایت هر دو واحد سپاس‌گزاری می‌شود.

این مقاله برگرفته از پروژه تحقیقاتی با شماره مصوب ۹۷۰۳۶۹-۳۳-۰۴۳-۶۰-۰ مشترک بین پژوهشکده

منابع

- سیدی، ا. و افشاری‌پور، ص. ۱۳۹۸. ارزیابی برخی از ویژگی‌های مورفولوژیکی، بیوشیمیایی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه چند رقم نارنگی. پژوهش‌های میوه‌کاری، ۴(۲): ۲۹-۴۲.
- سیدی، ا.، فیروزبخت، ز. و احمدزاده، م. ۱۴۰۰. بررسی ارزش غذایی و کیفیت ظاهری میوه ده رقم پرتقال (*Citrus sinensis*) روی پایه نارنج (*Citrus aurantium*). علوم باغبانی، ۳۵(۴): ۵۰۷-۵۲۰.
- فتاحی‌مقدم، ج.، سیدقاسمی، س.ا. و ریسی، ط. ۱۴۰۰. معرفی نارنگی جدید جهانگیر بر اساس ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و ارگانولپتیک برتر میوه. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۳۵(۳): ۳۸۳-۳۹۳.
- فتاحی‌مقدم، ج.، سیدقاسمی، س.ا. و صغری، م. ۱۳۹۶الف. اثر پنج پایه بر ویژگی‌های فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی میوه نارنگی جدید یاشار طی رسیدن. نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی، ۲۴(۲): ۱۰۹-۱۲۴.
- فتاحی‌مقدم، ج.، سیدقاسمی، س.ا. و نجفی، ک. ۱۳۹۶ب. ارزیابی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی میوه ارقام جدید نارنگی نوشین و شاهین طی دوره انبارداری. نشریه علوم باغبانی، ۳۱(۴): ۷۵۱-۷۶۴.
- فتاحی‌مقدم، ج.، سیدقاسمی، س.ا.، طاهری، ح. و نجفی، ک. ۱۴۰۰الف. ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی و حسی و ترکیب‌های زیست‌فعال نارنگی خرم در زمان برداشت و در طول انبارداری به عنوان یک رقم معرفی شده جدید. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۲۲(۱): ۴۱-۵۴.
- فتاحی‌مقدم، ج.، کیااشکوریان، م.، رئیسی‌گهروبی، ط.، حسن‌زاده‌خانکهدانی، ح.، فقیه‌نصیری، م.، سیدقاسمی، ا.، توکلی، ا.، صالحی، م.، راه‌خدایی، ا.، راهب، س.، آزادوار، م.، قاسمی، م.، اسدی‌کنگرساهی، ع.، اسدی‌آبکنار، ا.، نجفی‌هیر، ک. و بهروان، س.ا. ۱۴۰۰ب. بررسی ویژگی‌های فیزیکی، مکانیکی و بیوشیمیایی میوه درختان لیموترش فاقد علائم بیماری جاروک. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی به شماره مصوب ۹۵۰۸۶۹-۹۴۰۱۳-۰۵۱-۳۳-۱۷-۰۱۴. پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری. موسسه تحقیقات علوم باغبانی. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

گل‌عین، ب. و رحیمی، م. ۱۳۹۶. ارزیابی کمی و کیفی موتانت‌های زودرس و دیررس نارنگی کلمانتین (فاز دوم). گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی به شماره مصوب ۸۹۱۰۹-۱۷۵۵-۳-۱۷. موسسه تحقیقات مرکبات کشور. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

- Abdullah, M.H.R.O., Ch'ng, P.E. and Yunus, N.A. 2012. Some physical properties of Musk Lime (*Citrus microcarpa*). International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering, 6(12): 1122-1125.
- Ahmed, W., Azmat, R., Khan, S.U., Khan, S.M., Liaquat, M., Qayyum, A. and Mehmood, A. 2018. Pharmacological studies of isolated compounds from *Adhatoda vasica* and *Calotropis procera* as an antioxidant and antimicrobial bioactive sources. Pakistan Journal of Botany, 50(6): 2363-2367.
- Ahmed, W., Azmat, R., Mehmood, A., Ahmed, R., Liaquat, M., Khan, S.U., Qayyum, A. and Khan, S.M. 2021. Comparison of storability and seasonal changes on new flavonoids, polyphenolic acids and terpenes compounds of *Citrus paradisi* (grapefruit) cv. shamber through advance methods. Journal of Food Measurement and Characterization, 15: 2915-2921.
- Albishi, T., John, J.A., Al-Khalifa, A.S. and Shahidi, F. 2013. Antioxidant, anti-inflammatory and DNA scission inhibitory activities of phenolic compounds in selected onion and potato varieties. Journal of Functional Foods, 5(2): 930-939.
- Alqu zar, B., Rodrigo, M.J. and Zacar as, L. 2008. Carotenoid biosynthesis and their regulation in citrus fruits. Tree and Forestry Science and Biotechnology, 2(1): 23-37.
- Altaf, N., Khan, A.R. and Hussain, J. 2008. Fruit variability in Kinnow mandarin (*Citrus reticulata*). Pakistan Journal of Botany, 40(2): 599-604.
- AOAC. 2002. Official Methods of Analysis, 16th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C, USA.
- Barry, G.H., Castle, W.S., Davies, F.S. and Littell, R.C. 2003. Variability in Juice Quality of Valencia Sweet Orange and Sample Size Estimation for Juice Quality Experiments. Journal of the American Society for Horticultural Science, 128(6): 803-808.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. and Berset, C.L.W.T. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT-Food science and Technology, 28(1): 25-30.
- Buachan, P., Chularojmontri, L. and Wattanapitayakul, S.K. 2014. Selected activities of Citrus maxima Merr. fruits on human endothelial cells: enhancing cell migration and delaying cellular aging. Nutrients, 6(4): 1618-1634.
- Chen, Z.T., Chu, H.L., Chyau, C.C., Chu, C.C. and Duh, P.D. 2012. Protective effects of sweet orange (*Citrus sinensis*) peel and their bioactive compounds on oxidative stress. Food chemistry, 135(4): 2119-2127.
- Conesa, A., Manera, F.C., Brotons, J.M., Fernandez-Zapata, J.C., Simón, I., Simón-Grao, S., Alfosea-Simón, M., Nicol s, J.M., Valverde, J.M. and García-Sanchez, F. 2019. Changes in the content of chlorophylls and carotenoids in the rind of Fino 49 lemons during maturation and their relationship with parameters from the CIELAB color space. Scientia Horticulturae, 243: 252-260.
- Costanzo, G., Iesce, M.R., Naviglio, D., Ciaravolo, M., Vitale, E. and Arena, C. 2020. Comparative studies on different citrus cultivars: A revaluation of waste mandarin components. Antioxidants, 9(6): 517.
- El-Otmani, M., Ait-Oubahou, A. and Zacar as, L. 2011. Citrus spp.: Orange, mandarin, tangerine, clementine, grapefruit, pomelo, lemon and lime. In Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits, Woodhead Publishing, 437-516.
- Haq, E.U., Hayat, A., Asim, M., Hussain, S., Hanif, M.S., Zubair, M.A., Jamil, A. and Khadija, F. 2020. Comparative nutritional and storage study of two mandarin varieties by application of various salts incorporated in wax. Journal of Innovative Sciences, 6(1): 66-76.
- Iqbal, M., Khan, M.N., Zafar, M. and Munir, M. 2012. Effect of harvesting date on fruit size, fruit weight and total soluble solids of feutrell's early and kinnow cultivars of Mardan (*Citrus reticulata*) on the economic conditions of farming community of Faisalabad. Sarhad Journal of Agriculture, 28(1): 19-21.
- Jiménez-Cuesta, M., Cuquerella, J. and Martínez-J vega, J.M. 1983. Determination of a color index for citrus fruit degreening. Proceedings of International Society of Citriculture, 2: 750-753.

- Kluge, R.A., Jomori, M.L.L., Jacomino, A.P., Vitti, M.C.D. and Padula, M. 2003. Intermittent warming in 'Tahiti' lime treated with an ethylene inhibitor. *Postharvest Biology and Technology*, 29(2): 195-203.
- Ladaniya, M. 2010. *Citrus fruit: biology, technology and evaluation*. Academic press.
- Liu, Y., Tang, P., Tao, N., Xu, Q., Shu-Ang, P., Deng, X., Xiang, K. and Huang, R. 2006. Fruit coloration difference between Fengwan, a late-maturing mutant and its original cultivar Fengjie72-1 of navel orange (*Citrus sinensis* Osbeck). *Journal of plant physiology and molecular biology*, 32(1): 31.
- Liu, Y., Heying, E. and Tanumihardjo, S.A. 2012. History, global distribution, and nutritional importance of citrus fruits. *Comprehensive reviews in Food Science and Food safety*, 11(6): 530-545.
- Mahajan, B.V.C., Singh, R. and Kumar, M. 2016. Quality assurance and shelf-life extension of Kinnow mandarin fruit under supermarket conditions. *International journal of fruit science*, 16(1): 94-102.
- Matsumoto, H., Ikoma, Y., Kato, M., Kuniga, T., Nakajima, N. and Yoshida, T. 2007. Quantification of carotenoids in citrus fruit by LC-MS and comparison of patterns of seasonal changes for carotenoids among citrus varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(6): 2356-2368.
- Meyers, K.J., Watkins, C.B., Pritts, M.P. and Liu, R.H. 2003. Antioxidant and antiproliferative activities of strawberries. *Journal of agricultural and food chemistry*, 51(23): 6887-6892.
- Mukhim, C., Nath, A., Deka, B.C. and Swer, T.L. 2015. Changes in physico-chemical properties of Assam lemon (*Citrus limon* Burm.) at different stages of fruit growth and development. *Bioscan*, 10(2): 535-537.
- Qin, Y., Li, G., Wang, L., Teixeira, J.A., Ye, Z., Feng, Q. and Hu, G. 2015. A comparative study between a late-ripening mutant of citrus and its original line in fruit coloration, sugar and acid metabolism at all fruit maturation stage. *Fruits*, 70(1): 5-11.
- Razavi, S.M.A. and BahramParvar, M. 2007. Some physical and mechanical properties of kiwifruit. *International Journal of Food Engineering*, 3(6).
- Scalzo, R.L., Iannocari, T., Summa, C., Morelli, R. and Rapisarda, P. 2004. Effect of thermal treatments on antioxidant and antiradical activity of blood orange juice. *Food chemistry*, 85(1): 41-47.
- Stitou, M., Fadli, A., Chetto, O., Talha, A., Benkirane, R. and Benyahia, H. 2017. Fruit quality analysis in four new mandarin hybrids during maturation period. *Annual Research and Review in Biology*, 18: 1-10.
- Talcott, S.T., Brenes, C.H., Pires, D.M. and Del Pozo-Insfran, D. 2003. Phytochemical stability and color retention of copigmented and processed muscadine grape juice. *Journal of agricultural and food chemistry*, 51(4): 957-963.
- Yang, H., Li, M., Kui, X., Sun, Y., Li, J.A. and Qiu, D. 2020. Comparative studies on the quality and lycopene content of pomelo (*Citrus grandis* Osbeck) cultivars. *Natural Product Communications*, 15(9).