

تأثیر زمان برداشت بر تغییرات فیزیکوشیمیایی میوه برخی ژنوتیپ‌های پرتقال در مقایسه با رقم تجاری پرتقال مارس (*Citrus sinensis* cv. Mars)

فاطمه اسماعیل‌زاده‌شهرستانی^۱، پروانه راهداری^{۲*}، جواد فتاحی‌مقدم^{۳*}، بابک باباخانی^۴ و محمود اسدی^۵

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۲/۵ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۵/۲)

چکیده

مرکبات از جمله محصول‌های مهم مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری به شمار می‌آیند و در بین آن‌ها میوه پرتقال به دلیل ارزش غذایی بالا بیش‌ترین سطح زیر کشت را دارا می‌باشد. به دلیل فراوانی دورگ‌ها و ژنوتیپ‌های طبیعی و مصنوعی ایجاد شده در مرکبات، شناسایی و گزینش ژنوتیپ‌های برتر موضوع بسیار مهمی می‌باشد. مطالعه حاضر به منظور بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی میوه برخی از ژنوتیپ‌های شبه پرتقال در طول مراحل مختلف رسیدگی در سال ۱۳۹۹ انجام شد. بدین منظور ۴ ژنوتیپ پرتقال (شامل G3، G4، G5 و G6) همراه با شاهد (پرتقال مارس) در سه زمان به فواصل ۳۰ روز (از ۲۰ آبان تا ۲۰ دی) برداشت شده و از نظر برخی صفات فیزیکوشیمیایی مورد ارزیابی قرار گرفتند. مشخص شد که با تأخیر در برداشت میوه ژنوتیپ‌های مختلف پرتقال، صفات مورفولوژی میوه شامل وزن، طول، قطر، حجم، میزان عصاره، هم‌چنین TSS، نسبت TSS/TA و شاخص‌های a^* و b^* رنگ پوست میوه به‌طور معنی‌داری افزایش یافتند. از طرف دیگر، میزان TA و شاخص‌های L^* و $chroma$ با تأخیر در برداشت میوه ژنوتیپ‌های مختلف پرتقال کاهش معنی‌داری پیدا کردند. ژنوتیپ G6 از نظر ابعاد میوه [وزن (۲۰۱/۰۳ گرم)، طول (۷۵/۸۴ میلی‌متر)، قطر (۷۷/۱۸ میلی‌متر)، حجم (۲۲۵/۳۸ سانتی‌متر مکعب)]، میزان عصاره (۸۶/۲۳ درصد) و هم‌چنین مطلوبیت طعم و مزه [TA کم‌تر و نسبت TSS/TS بالاتر (۱۵/۱۶)] در وضعیت بهتری قرار داشت. در نهایت، می‌توان کشت و کار ژنوتیپ G6 و هم‌چنین برداشت در ۲۰ آذر ماه میوه آن را به منظور تولید میوه پرتقال باکیفیت پیشنهاد نمود.

کلمات کلیدی: ابعاد میوه، بازارپسندی، شاخص رسیدگی، شاخص رنگ، طعم و مزه

۱- دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهی، گروه زیست‌شناسی، واحد تنکابن، دانشگاه آزاد اسلامی، تنکابن، ایران.

۲- دانشیار گروه زیست‌شناسی، واحد تنکابن، دانشگاه آزاد اسلامی، تنکابن، ایران.

۳- استاد پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و استاد گروه زیست‌شناسی، واحد تنکابن، دانشگاه آزاد اسلامی، تنکابن، رامسر، ایران.

۴- استادیار گروه زیست‌شناسی، واحد تنکابن، دانشگاه آزاد اسلامی، تنکابن، ایران.

۵- استادیار گروه زیست‌شناسی، واحد تنکابن، دانشگاه آزاد اسلامی، تنکابن، ایران.

* پست الکترونیک: parvaneh.rahdari@iaui.ac.ir و jfattahim@yahoo.com

مقدمه

در صنعت تجارت جهانی، محصول‌های مرکبات، جایگاه دوم را به خود اختصاص داده‌اند که دلیل آن جنبه‌های مختلف اقتصادی، اشتغال‌زایی و دارویی این صنعت مهم می‌باشد. از طرف دیگر با توجه به ارزش غذایی بالا (فعالیت آنتی اکسیدانی و محتوای ویتامین ث بالا) تولید و پرورش مرکبات روز به روز گسترش چشم‌گیری را شاهد است (اینگلس و سورتینو^۱، ۲۰۱۹). کشور ما ایران با ۳/۷۴ درصد از تولید مرکبات جهان، در جایگاه هفتم قرار دارد (آمارنامه کشاورزی، ۱۴۰۱).

مرکبات متعلق به رده Geraniales، خانواده Rutaceae و زیرخانواده Aurantioideae است که گروه بزرگی از میوه‌ها شامل انواع پرتقال، نارنگی، گریپ‌فروت، لیمو و لایم، پوملو، تانجلو، کامکوات، پونسیروس، بالنگ، سیترنج و غیره را شامل می‌شود. در این میان پرتقال و نارنگی از مهمترین محصول‌های این گروه به‌شمار می‌روند که در جهان از بالاترین میزان سطح زیرکشت و تولید نیز برخوردارند. انواع پرتقال به دو دسته کلی شامل پرتقال شیرین و پرتقال ترش تقسیم می‌شود. انواع پرتقال شیرین به چهار دسته کلی بنام پرتقال معمولی، توسرخ (خونی)، غیراسیدی و ناف‌دار تقسیم می‌شوند (اینگلس و سورتینو، ۲۰۱۹؛ سینگ^۲ و همکاران، ۲۰۲۱).

ارقام مرکبات به میزان زیادی هتروزیگوس هستند. در بین گونه‌های جنس *Citrus* و جنس‌های نزدیک به آن تنوع فاحش و عظیمی از لحاظ صفات مختلف دیده می‌شود که می‌تواند مورد استفاده اصلاح‌گران قرار گرفته و منجر به انتخاب ژنوتیپ‌ها و ارقام امیدبخش گردد (شیمیزو^۳ و همکاران، ۲۰۲۰؛ تالون^۴ و همکاران، ۲۰۲۰).

همزمان با افزایش تولید و نیاز به ایجاد و انتخاب ارقام جدید، توجه به کیفیت میوه تولیدی نیز اهمیت دارد. کیفیت میوه مرکبات به تعدادی از خواص فیزیکی همچون اندازه، شکل، رنگ، بافت، تعداد بذر، پوست‌گیری آسان و همچنین ترکیبات شیمیایی با ارزش غذایی وابسته است. در این بین، تعیین خواص فیزیکی و مکانیکی میوه به‌ویژه در زمان معرفی یک

رقم همواره به‌عنوان مبنایی برای طراحی و ساخت ماشین‌ها و تجهیزات انتقال، درجه‌بندی فراوری، انبارداری و دستیابی به محصولی با کیفیت بالا مورد توجه بوده است (فتاحی‌مقدم، ۱۳۹۱؛ سیدی و همکاران، ۱۴۰۰). از طرف دیگر، کیفیت میوه مرکبات علاوه بر ویژگی‌های ظاهری میوه (اندازه، شکل، رنگ و عاری بودن از بیماری و هر گونه آسیب سطحی) به غنی بودن از ترکیبات زیست‌فعال، بدون بذر بودن و عطر میوه نیز بستگی دارد. مرکبات براساس تعداد بذر به ارقام بی‌بذر (صفر-۹)، متوسط بذر (۹-۱۵) و پر بذر (بیش از ۱۵ بذر در هر میوه) تقسیم می‌شوند (ابوذری و مهدی‌نژاد^۵، ۲۰۱۶). میوه مرکبات در صنعت آب‌میوه‌گیری نیز به‌طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این حالت، ویژگی چنین میوه‌هایی عبارت از پرآبی (درصد عصاره بالا)، مواد جامد محلول کافی، نداشتن طعم تلخ پس از فرآیندسازی، ویژگی‌های فیزیکی مناسب نظیر گرد بودن، ضخامت کم، پوست میوه و به علاوه پرباری و بارآوری هرساله درخت است (کووالسکا^۶ و همکاران، ۲۰۲۳). رعایت زمان مناسب برداشت تأثیر معنی‌داری روی کیفیت ظاهری، بازاریابی و هم‌چنین کیفیت تغذیه‌ای (ترکیبات بیوشیمیایی) میوه خواهد داشت. به‌طور کلی ارقام مرکبات بر حسب زمان رسیدن به سه دسته زودرس، میان‌رس و دیررس تقسیم می‌شوند که این طبقه‌بندی با توجه به فاصله زمانی بین گل‌دهی و زمان برداشت محصول تعیین می‌شود (روسو^۷ و همکاران، ۲۰۲۱؛ حبیبی^۸ و همکاران، ۲۰۲۳). برداشت میوه‌های مرکبات در مناطق مختلف مازندران از اوایل مهرماه شروع و معمولاً تا اواخر دی‌ماه ادامه می‌یابد. پرتقال جزء میوه‌های غیرفرازگرا است و مرحله رسیدگی را روی درخت طی کرده و به صورت نارس برداشت نمی‌شود. از این رو مرحله بلوغ و رسیدگی نه تنها روی کیفیت و بازاریابی میوه در زمان برداشت تأثیر می‌گذارد، بلکه حتی بر عمرانباری میوه پس از برداشت نیز مؤثر است (کیااشکوریان و همکاران، ۱۳۹۸). برداشت زود هنگام باعث عدم تشکیل کامل مواد جامد محلول (TSS) در عصاره و کاهش کیفیت محصول شده

6. Kowalska

7. Russo

8. Habibi

1. Inglese and Sortino

2. Singh

3. Shimizu

4. Talon

5. Abouzari and Mahdi Nezhad

دی‌ماه روند افزایشی معنی‌داری داشت. میزان اسیدیته قابل تیتراسیون با گذشت زمان کاهش معنی‌داری داشت، اما ویتامین ث با گذشت زمان افزایش معنی‌داری را نشان نداد. اگرچه گزارش‌هایی در مورد تأثیر زمان برداشت بر صفات فیزیکوشیمیایی ارقام شناخته شده مرکبات وجود دارد (فتاحی‌مقدم و همکاران، ۱۳۹۶؛ حبیبی و رضانیان، ۱۳۹۶؛ کیاشکوریان و همکاران، ۱۳۹۸)، اما در مورد ارزیابی ژنوتیپ‌ها و ارقام جدید، گزارش‌های معتبری وجود ندارد. بنابراین، پژوهش حاضر به منظور ارزیابی برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی میوه چهار ژنوتیپ پرتقال در زمان بلوغ تجاری و رسیدن میوه و در نهایت، تعیین بهترین زمان برداشت آن‌ها در مقایسه با پرتقال شاهد مارس انجام شد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

این پژوهش با استفاده از مواد گیاهی کلکسیون مرکبات ایستگاه تحقیقاتی کترا متعلق به پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری (رامسر) اجرا شد. ایستگاه تحقیقاتی کترا در ۳۶ درجه عرض شمالی و ۵۰ درجه طول شرقی با ارتفاع ۶۰ متر از سطح دریا واقع شده است. متوسط دما در این ایستگاه ۲۱ درجه سلسیوس و متوسط بارندگی ۱۲۰۰ میلی‌متر در سال ۱۳۹۹ می‌باشد. پژوهش حاضر روی ۴ ژنوتیپ پرتقال (*Citrus sinensis* L.) شامل G3، G4، G5 و G6 و همچنین پرتقال مارس (به‌عنوان شاهد) که هر کدام دارای ۳ تکرار بود، انجام شد. این ژنوتیپ‌های ۱۸ ساله از دو دهه قبل از مناطق مختلف شمال کشور جمع‌آوری شده و در این ایستگاه تحقیقاتی با فواصل ۴×۳ متر و در شرایط خاک لومی-شنی کشت شده بودند. برخی ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی خاک باغ مورد مطالعه در جدول ۱ آورده شده است. میوه همه ژنوتیپ‌ها (G3، G4، G5، G6، G7 و پرتقال مارس) در سه مرحله بلوغ به فواصل زمانی ۳۰ روزه از ۲۰ آبان ۱۳۹۹ تا ۲۰ دی ۱۳۹۹ برداشت شدند. این فواصل زمانی براساس زمان برداشت رایج و مرسوم در منطقه برای انواع پرتقال‌های شبه‌مارس که از نیمه آبان تا اواخر دی ماه می‌باشد، انتخاب گردید. میوه‌ها از قسمت‌های مختلف تاج درختان جمع‌آوری

و برداشت دیر هنگام نیز باعث سرمازدگی و آسیب‌های ناشی از آن شده که کاهش بازارپسندی و از بین رفتن میوه را موجب می‌شود. از طرف دیگر، تأخیر در برداشت عامل اصلی بازدارنده انگیزش گل در مرکبات و کاهش گلدهی سال بعد بوده و موجب افزایش سال‌آوری می‌شود (گوپتا^۱ و همکاران، ۲۰۲۱). به‌طور کلی نشان داده شده است که رسیدن میوه مرکبات با افزایش تدریجی کل مواد جامد محلول و کاهش اسید کل همراه است. میزان اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) در مرکبات شاخص درجه دو برای تعیین رسیدگی به‌شمار می‌آید (سیدی و همکاران، ۱۴۰۰). شاخص طعم یا شاخص بلوغ فیزیولوژی پارامتر مهمی است که برای تعیین مزه و زمان بلوغ فیزیولوژی میوه استفاده می‌شود که از نسبت TSS به TA به‌دست می‌آید. حداقل این نسبت در پرتقال‌های ناول ۸:۱ و در پرتقال‌های غیرناول ۷:۱ گزارش شده است. شاخص بلوغ با توجه به شرایط آب و هوایی در هنگام رسیدن میوه تعیین خواهد شد که افزایش مقدار TSS باعث طعم بهتر میوه در زمان مصرف می‌شود (سیدی و همکاران، ۱۴۰۰؛ ساچان و کومار^۲، ۲۰۲۲).

در پژوهش صورت گرفته توسط فتاحی‌مقدم و همکاران (۱۳۹۶) به منظور بررسی شاخص‌های کیفی رسیدن میوه دو رقم جدید نوشین و شاهین، از نارنگی شاهین از آبان تا اسفند و از نارنگی نوشین از آبان تا دی به‌صورت ماهیانه نمونه‌گیری شد. نتایج نشان داد که اندازه میوه، میانگین قطرهای حسابی، هندسی و هم‌ساز در هر دو رقم طی برداشت‌های بعدی نسبت به برداشت اول تغییر معنی‌داری نداشت، اما چگالی میوه نسبت به زمان برداشت روندی افزایشی داشت. همچنین، متوسط ضخامت پوست نارنگی‌های نوشین و شاهین به‌ترتیب ۲ و ۳ میلی‌متر بود و تغییر معنی‌داری طی زمان‌های مختلف برداشت نکرد.

در مطالعه دیگری، کیاشکوریان و همکاران (۱۳۹۸) اثر زمان‌های مختلف برداشت (از اول آبان تا ۱۵ دی‌ماه در فواصل زمانی ۱۵ روز) روی میوه پرتقال تامسون‌ناول پیوند شده بر پایه نارنج را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد میزان وزن، طول، عرض، درخشندگی پوست، کروما، TSS، TSS/TA و میزان آب‌میوه با گذشت زمان از اول آبان تا ۱۵

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک باغ مورد مطالعه

عمق خاک	پتاسیم (میلی گرم بر کیلوگرم)	فسفر (میلی گرم بر کیلوگرم)	نیتروژن (میلی گرم بر کیلوگرم)	کربن آلی (درصد)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	pH
۰-۳۰	۳۷۰	۲۳	۰/۱۴	۱/۳۶	۰/۶۵	۵/۶
۳۰-۶۰	۱۰۵	۱۱	۰/۰۸	۰/۳۱	۰/۱۷	۵/۳

شاخص رنگ پوست میوه‌ها در هر یک از زمان‌های برداشت مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور رنگ پوست میوه در دو نقطه روبروی هر میوه توسط دستگاه کرومومتر مدل (CR-400, Minolta, Japan) اندازه‌گیری شد. در این روش مقادیر L^* (شفافیت رنگ)، a^* (سبزی-قرمزی)، b^* (آبی-زردی)، $chroma^*$ (خلوص رنگ) و hue^* (تهرنگ)، به‌طور مستقیم توسط دستگاه قرائت شد.

آنالیز آماری

آزمایش حاضر به‌صورت فاکتوریل شامل دو فاکتور ژنوتیپ (در پنج سطح) و زمان برداشت (در سه زمان) در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. آنالیز آماری آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS (SAS Institute, Cary, NC, Version 9.1 2002-2003) صورت گرفت. مقایسه میانگین داده‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد. لازم به ذکر است که قبل از آنالیز آماری، داده‌ها از لحاظ نرمال بودن مورد بررسی قرار گرفتند.

نتایج و بحث

عملکرد درخت

مشخص شد که اثرات ساده نوع ژنوتیپ و زمان برداشت به طور معنی‌داری میزان عملکرد درختان را تحت تأثیر قرار داد (جدول ۲). مقایسات میانگین حاکی از آن بود که با تأخیر در برداشت میوه میزان عملکرد درختان از ۳۰/۱۴ کیلوگرم بر درخت به‌ترتیب به ۳۶/۷۲ و ۳۸/۰۷ کیلوگرم بر درخت افزایش یافت (جدول ۳). در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی نیز بالاترین عملکرد درخت با ۴۳/۱۲ کیلوگرم بر درخت در ژنوتیپ G6 به دست آمد (جدول ۴). عملکرد ژنوتیپ‌های و ارقام مختلف از مهم‌ترین صفات و ویژگی‌ها در جهت انتخاب جهت کشت در مناطق مختلف به‌شمار می‌آید. در بررسی حاضر مشخص شد که با تأخیر در زمان برداشت میزان عملکرد درخت در ژنوتیپ‌های مختلف پرتقال افزایش یافت که این مورد را می‌توان به افزایش سایر

و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شدند. در هر تکرار فقط میوه‌هایی با اندازه، رنگ و شکل مشابه و بدون هیچ‌گونه آسیب فیزیکی یا بیماری انتخاب شدند. برخی از صفات فیزیکوشیمیایی میوه در هر یک از زمان‌های برداشت مورد ارزیابی قرار گرفتند.

اندازه‌گیری‌ها

برای اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی میوه از هر تکرار ۱۰ عدد میوه در هر یک از زمان‌های برداشت، استفاده شد. جهت تعیین طول (فاصله گلگاه تا دم میوه)، قطر و ضخامت پوست میوه‌ها از کولیس دیجیتال (مدل Digit-Cal ساخت سوئیس با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر) استفاده شد. برای اندازه‌گیری وزن و درصد عصاره، ابتدا وزن هر میوه با استفاده از ترازوی دیجیتالی (مدل Sartorius، با دقت ۰/۰۱ گرم) اندازه‌گیری شد. سپس با استفاده از آب‌میوه‌گیر دستی، آب‌میوه استخراج شده و با محاسبه درصد نسبت وزن آب‌میوه به وزن میوه، درصد عصاره تعیین شد. مقدار حجم واقعی با استفاده از اصل جابجایی آب محاسبه شد. بر این اساس هر یک از میوه‌ها در بشر یک لیتری لبریز از آب فرو برده شدند، حجم آب خارج شده از بشر برابر با حجم میوه بر حسب سانتی‌متر مکعب بدست آمد (فتاحی‌مقدم و سیدقاسمی، ۱۳۹۸).

میزان مواد جامد محلول (TSS) میوه‌ها به‌وسیله دستگاه رفرکتومتر چشمی (مدل Atago-ATC-20E، ساخت کشور ژاپن با دامنه صفر تا ۲۰ درصد) اندازه‌گیری گردید. اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) با استفاده از روش تیتراسیون به‌دست آمد. برای این منظور، ۱۰ میلی‌لیتر از آب‌میوه با ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر و ۲ قطره فنل‌فتالئین بعنوان شناساگر مخلوط گردید، سپس با استفاده از هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال تا ظهور رنگ صورتی تیتراسیون شد. حجم سود مصرفی در عدد ۰/۰۶۴ ضرب شده و مقدار TA برحسب درصد اسیدسیتریک به‌دست آمد (فتاحی‌مقدم و سیدقاسمی، ۱۳۹۸). پس از اندازه‌گیری TSS و TA، نسبت TSS/TA نیز محاسبه گردید.

جدول ۲- تجزیه واریانس برخی صفات فیزیکوشیمیایی ۵ ژنوتیپ پرتقال در پاسخ به زمان‌های مختلف برداشت

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد	وزن	طول	قطر	ضخامت	حجم	ضخامت پوست	عصاره
برداشت	۲	۷۱**	۹۱۶**	۹۷**	۱۰۳**	۱۴ ^{ns}	۱۶۴۹**	۰/۳۱ ^{ns}	۷۴۱**
ژنوتیپ	۴	۸۹**	۵۷۲*	۶۳*	۴۰*	۴۳*	۱۴۷۳**	۰/۲۹ ^{ns}	۹۴۷**
برداشت×ژنوتیپ	۸	۱۹ ^{ns}	۱۰۳ ^{ns}	۱۷ ^{ns}	۸۳**	۱۸ ^{ns}	۲۱۳ ^{ns}	۰/۱۸ ^{ns}	۶۱ ^{ns}
خطای آزمایشی	۳۰	۱۵	۹۴	۱۸	۱۲	۱۶	۱۹۶	۰/۳۸	۵۴
ضریب تغییرات	-	۱۱/۲۵	۵/۰۶	۶/۲۲	۷/۷۴	۱۲/۱۱	۶/۳۵	۸/۳۹	۱۰/۷۸

منابع تغییر	درجه آزادی	TSS	TA	TSS/TA	L*	Chroma	Hue	a*	b*
برداشت	۲	۱/۸۹**	۰/۳۱۷**	۱۶**	۹۴**	۸۲**	۳۱ ^{ns}	۶۷*	۵۹۳**
ژنوتیپ	۴	۰/۸۳*	۰/۲۸۳**	۴*	۷۲**	۴۰*	۱۰۷*	۱۵۸**	۱۶۹*
برداشت×ژنوتیپ	۸	۲/۱۴**	۰/۰۸۴ ^{ns}	۱۹**	۱۴ ^{ns}	۱۸ ^{ns}	۴۲ ^{ns}	۲۲ ^{ns}	۳۷ ^{ns}
خطای آزمایشی	۳۰	۰/۲۶	۰/۰۷۱	۱	۱۶	۱۴	۲۹	۱۶	۴۴
ضریب تغییرات	-	۴/۲۱	۹/۶۲	۷/۲۰	۱۲/۹۶	۵/۶۸	۹/۴۱	۸/۷۵	۱۱/۰۷

**, * و ns به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و عدم معنی‌داری.

جدول ۳- تغییرات برخی صفات فیزیکوشیمیایی میوه ۵ ژنوتیپ پرتقال در پاسخ به زمان‌های مختلف برداشت

زمان‌های برداشت	وزن (کیلوگرم بر درخت)	طول (میلی‌متر)	قطر (میلی‌متر)	ضخامت (میلی‌متر)	حجم (سانتی‌متر مکعب)	ضخامت پوست (میلی‌متر)	عصاره (درصد وزن میوه)
اول	۳۰/۱۴b	۶۶/۸۱b	۶۵/۳۷b	۶۰/۷۲a	۱۲۷/۹۵b	۴/۱۶a	۵۶/۱۳b
دوم	۳۶/۷۲a	۶۹/۷۲a	۶۸/۸۲ab	۶۱/۰۶a	۱۳۴/۲۶a	۴/۱۹a	۵۸/۹۱a
سوم	۳۸/۰۷a	۷۰/۳۸a	۶۹/۰۹a	۶۱/۲۹a	۱۳۵/۰۴a	۴/۲۰a	۵۹/۰۶a

	TSS (درصد)	TA (درصد)	TSS/TA	L*	Chroma	Hue	a*	b*
اول	۱۱/۹۷b	۱/۶۵a	۷/۲۵c	۶۸/۷۸a	۷۹/۲۲a	۷۷/۹۳a	۱۶/۶۲b	۷۷/۴۴b
دوم	۱۲/۸۵a	۱/۵۷a	۸/۱۸b	۶۴/۲۹b	۷۷/۱۶b	۷۷/۰۲a	۱۹/۷۸a	۷۸/۲۲b
سوم	۱۲/۹۲a	۱/۳۶b	۹/۵۰a	۶۳/۸۱b	۷۵/۰۸c	۷۷/۶۱a	۲۰/۱۵a	۸۰/۹۴a

* در هر ستون حروف مشترک نشان دهنده عدم معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون دانکن می‌باشد.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر ساده ژنوتیپ‌های پرتقال بر تغییرات برخی صفات فیزیکوشیمیایی میوه پرتقال در زمان‌های مختلف برداشت

ژنوتیپ	عملکرد (کیلوگرم بر درخت)	وزن (گرم)	طول (میلی‌متر)	ضخامت (میلی‌متر)	حجم (سانتی‌متر مکعب)	عصاره (درصد وزن میوه)	TA (درصد)	L*	Chroma	Hue	a*	b*
G3	۲۹/۵۳c	۱۲۸/۳۳c	۶۴/۲۶cd	۶۱/۵۷b	۱۲۸/۹۵d	۵۷/۱۳c	۱/۵۳c	۶۷/۷۸a	۷۷/۲۲b	۷۷/۹۳b	۱۷/۶۰b	۷۸/۴۴a
G4	۲۸/۰۷c	۱۱۸/۶۰d	۶۵/۳۶c	۵۸/۷۲c	۱۱۹/۱۲e	۴۶/۹۷d	۱/۷۴a	۶۵/۴۰b	۷۱/۵۰d	۸۰/۱۱a	۱۳/۶۶c	۷۳/۴۲b
G5	۳۰/۸۶bc	۱۸۶/۱۳b	۷۲/۰۱b	۷۲/۲۴a	۲۰۹/۶۸b	۷۳/۹۰b	۱/۶۶b	۶۲/۹۲c	۷۳/۵۲c	۷۴/۹۶c	۱۶/۳۷b	۷۷/۲۳a
G6	۴۳/۱۲a	۲۰۱/۰۳a	۷۵/۸۴a	۷۳/۹۵a	۲۲۵/۳۸a	۸۶/۲۳a	۱/۲۶e	۶۳/۷۰c	۷۹/۳۴a	۷۴/۵۳c	۲۱/۴۸a	۷۸/۲۹a
مارس	۳۲/۷۵b	۱۳۵/۹۲c	۶۲/۵۸d	۶۴/۵۱b	۱۴۰/۸۰c	۵۶/۳۰c	۱/۳۵d	۶۲/۶۱c	۷۲/۶۰cd	۷۹/۳۸a	۱۴/۷۱c	۷۴/۵۷b

* در هر ستون حروف مشترک نشان دهنده عدم معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون دانکن می‌باشد.

شرایط محیطی می‌توانند تأثیر زیادی بر عملکرد درختان داشته باشند. تأخیر در برداشت میوه ممکن است منجر به رشد و توسعه بهتر آن‌ها شود. درختان پرتقال معمولاً در طول

عوامل مرتبط با عملکرد درخت مانند وزن و ابعاد میوه ارتباط داد. به‌طور کلی، درختان در طول مراحل رشد و برداشت محصولا نشان، شرایط محیطی متفاوتی تجربه می‌کنند. این

اثرات متقابل آن‌ها معنی‌دار نبود (جدول ۲). بر اساس جدول ۳، طول میوه ژنوتیپ‌های پرتقال در زمان برداشت ۶۶/۸۱ میلی‌متر بود که با تأخیر در برداشت به ترتیب به ۶۹/۷۲ و ۷۰/۳۸ میلی‌متر در زمان برداشت ۲۰ آذر و ۲۰ دی، افزایش یافت که البته بین این دو زمان از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی نیز G6 با ۷۵/۸۴ میلی‌متر، طول‌ترین میوه را در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها و همچنین در مقایسه با پرتقال مارس (۶۲/۵۸ میلی‌متر) به خود اختصاص داد (جدول ۴).

قطر میوه ژنوتیپ‌های پرتقال تحت تأثیر اثرات ساده و متقابل زمان برداشت و نوع ژنوتیپ قرار داشت (جدول ۲). در مجموع با تأخیر در زمان برداشت، قطر میوه افزایش معنی‌داری را نشان داد، به طوری که بالاترین میزان در زمان برداشت سوم (۲۰ دی) مشاهده شد که البته از لحاظ آماری با زمان دوم اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول ۳). همچنین مشخص شد که تقریباً در تمامی زمان‌های برداشت به ترتیب ژنوتیپ‌های G5 و G6 بیش‌ترین قطر میوه را دارا بودند (جدول ۵).

نتایج حاکی از آن بود که ضخامت میوه ژنوتیپ‌های پرتقال فقط تحت تأثیر اثر ساده نوع ژنوتیپ قرار گرفت (جدول ۲). بالاترین میزان ضخامت میوه با ۷۳/۹۵ میلی‌متر در ژنوتیپ G6 در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها و همچنین در مقایسه با پرتقال مارس (۶۴/۵۱ میلی‌متر) مشاهده شد (جدول ۴).

نتایج حاصل حاکی از آن بود که بین ژنوتیپ‌های ارزیابی شده از نظر صفات فیزیکوشیمیایی اختلاف زیادی وجود داشت. ویژگی‌های مورفولوژی و اندازه میوه از جمله مهم‌ترین شاخص‌های بصری از نظر مصرف‌کننده می‌باشد که در انتخاب محصول نقش اساسی دارد. نتایج بررسی حاضر با یافته‌های کياشکوریان و همکاران (۱۳۹۸) در مورد بررسی اثر زمان برداشت بر میوه پرتقال تامسون مطابقت دارد. مشخص شده است که تأخیر در برداشت تا زمان مشخص به میوه‌ها فرصت می‌دهد تا به طور کامل رشد کنند. در طول مراحل رشد خود، میوه‌ها طول و قطر خود را افزایش می‌دهند. اگر برداشت زودهنگام انجام شود، ممکن است میوه‌ها به طور کامل رشد نکرده و طول و قطر کمتری داشته باشند. همچنین، باقی

فصل رشد میوه، انرژی بیشتری را به میوه‌های در حال رشد اختصاص می‌دهند. اگر برداشت زودهنگام انجام شود، این انرژی ممکن است به طور ناکافی تأمین شود و در نتیجه میوه‌ها به طور کامل رشد نکنند یا کیفیت کمتری داشته باشند. با تأخیر در برداشت البته تا یک زمان مشخص، میوه‌ها به فرصت بیشتری برای رشد و تکامل می‌رسند و در نتیجه عملکرد بهبود می‌یابد (اینگلس و سورتینو، ۲۰۱۹؛ لادانیا، ۲۰۲۲).

وزن میوه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که وزن میوه ژنوتیپ‌های پرتقال به طور معنی‌دار تحت تأثیر اثرات ساده نوع ژنوتیپ و زمان برداشت قرار گرفت (جدول ۲). به طور کلی با تأخیر در زمان برداشت تا ۲۰ آذر وزن میوه افزایش یافت، و پس از آن علی‌رغم افزایش اندک، تفاوت معنی‌داری با زمان دوم برداشت نداشت (جدول ۳). ژنوتیپ G6 با ۲۰۱/۰۳ گرم، سنگین‌ترین میوه را در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها و همچنین در مقایسه با پرتقال مارس (۱۳۵/۹۲ گرم) تولید کرد (جدول ۴).

تأخیر در برداشت میوه به آن فرصت می‌دهد تا به طور کامل رشد کند. میوه‌ها در طول مراحل رشد خود وزن می‌گیرند. اگر برداشت زودهنگام انجام شود، ممکن است میوه‌ها به طور کامل رشد نکرده و وزن کمتری داشته باشند. درختان پرتقال، مواد مغذی را در میوه‌های خود ذخیره می‌کنند. باقی ماندن میوه‌ها روی درخت به میوه‌ها فرصت می‌دهد تا مواد مغذی بیشتری را از درخت جذب کنند و وزن آن‌ها افزایش یابد. به عنوان مثال، تأخیر در برداشت میوه پرتقال البته تا یک زمان مشخص، ممکن است باعث افزایش میزان ساکاروز در میوه شود که منجر به افزایش وزن آن می‌شود. همچنین، باقی ماندن میوه‌ها روی درخت می‌تواند به آن‌ها اجازه دهد تا آب بیشتری را جذب کنند و آن را در ساختار خود نگه دارند. این می‌تواند منجر به افزایش وزن میوه‌ها شود (اینگلس و سورتینو، ۲۰۱۹؛ لادانیا، ۲۰۲۲).

ابعاد میوه

اثرات ساده زمان برداشت و نوع ژنوتیپ به طور معنی‌داری طول میوه ژنوتیپ‌های پرتقال را تحت تأثیر قرار داد، در حالی که

ماندن میوه‌ها روی درخت به میوه‌ها فرصت می‌دهد تا مواد مغذی و آب بیشتری را از درخت جذب کنند و طول و قطر آن‌ها افزایش یابد (اینگلس و سورتینو، ۲۰۱۹؛ لادانیا، ۲۰۲۲).

حجم میوه

مطابق جدول ۲، فقط اثرات ساده زمان برداشت و نوع ژنوتیپ به‌طور معنی‌داری و در سطح احتمال یک درصد حجم میوه ژنوتیپ‌های پرتقال را تحت تأثیر قرار داد. مقایسات میانگین حاکی از آن بود که به‌طور کلی، حجم میوه در اولین زمان برداشت ۱۲۷/۹۵ سانتی‌مترمکعب بود که با تأخیر در برداشت به ۱۳۴/۲۶ و ۱۳۵/۰۴ سانتی‌مترمکعب افزایش یافت

(جدول ۳). حجم‌ترین میوه نیز با ۲۲۵/۳۸ سانتی‌متر مکعب در ژنوتیپ G6 به دست آمد که با سایر ژنوتیپ‌ها و همچنین با پرتقال مارس (۱۴۰/۸۰ سانتی‌مترمکعب) اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۴). همراهی با نتایج بررسی حاضر یافته‌های کپاشکوریان و همکاران (۱۳۹۸) نیز بیان نمودند که با تأخیر برداشت میوه پرتقال تامسون، حجم میوه افزایش می‌یابد. همچنان که در بالا اشاره شد، این افزایش حجم میوه با تأخیر در زمان برداشت می‌تواند به فرصت بیشتر میوه جهت رشد نمو و همچنین افزایش جذب آب و مواد غذایی توسط میوه مرتبط باشد (اینگلس و سورتینو، ۲۰۱۹؛ لادانیا، ۲۰۲۲).

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل ژنوتیپ و زمان‌های مختلف برداشت بر برخی صفات فیزیکی و شیمیایی میوه پرتقال

زمان برداشت	ژنوتیپ	قطر (میلی‌متر)	TSS (درصد)	TSS/TA
اول	G3	۶۰/۴۷b [*]	۱۱/۹۷c	۷/۲۴c
	G4	۵۷/۸۵c	۱۱/۹۰c	۶/۵۲d
	G5	۷۲/۵۷a	۱۰/۶۲d	۵/۷۲e
	G6	۷۳/۸۴a	۱۳/۰۷a	۱۰/۲۹a
	مارس	۶۱/۵۸b	۱۲/۴۶b	۹/۳۴b
دوم	G3	۶۰/۷۲d	۱۲/۳۵c	۷/۸۱c
	G4	۵۸/۰۳e	۱۲/۰۷d	۶/۷۹d
	G5	۷۲/۹۱b	۱۲/۱۷cd	۶/۶۲d
	G6	۷۵/۳۲a	۱۴/۲۱a	۱۰/۸۰a
	مارس	۶۲/۰۵c	۱۲/۸۲b	۹/۷۹b
سوم	G3	۶۳/۱۶cd	۱۳/۲۲c	۹/۵۷c
	G4	۵۹/۹۲d	۱۲/۷۵d	۷/۰۸e
	G5	۷۴/۰۶b	۱۳/۰۹c	۷/۸۱d
	G6	۷۷/۱۸a	۱۵/۶۱a	۱۲/۲۸a
	مارس	۶۵/۷۳c	۱۴/۰۵b	۱۰/۰۳b

^{*} در هر ستون حروف مشترک نشان دهنده عدم معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون دانکن می‌باشد.

ضخامت پوست

تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از آن بود که ضخامت پوست میوه ژنوتیپ‌های پرتقال تحت تأثیر هیچ‌کدام از اثرات ساده و متقابل زمان برداشت و نوع ژنوتیپ قرار نداشت (جدول ۲). ضخامت پوست میوه پرتقال در زمان‌های مختلف برداشت بین ۴/۱۶ تا ۴/۲۰ میلی‌متر متغیر بود که همان‌طوری که اشاره شد تفاوت معنی‌داری بین زمان‌های برداشت و همچنین ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی مشاهده نشد (جدول ۳).

ضخامت پوست میوه از ویژگی‌های مهم میوه است که تحت تأثیر ژنوتیپ، شرایط محیطی، نوع پایه، تغذیه و تنش‌های

محیطی قرار می‌گیرد. ضخامت پوست ایده‌آل می‌تواند در بحث پوست‌گیری در زمان تازه‌خوری و همچنین در صنعت آب‌میوه‌گیری حائز اهمیت باشد (فتاحی‌مقدم، ۱۳۹۱).

درصد عصاره

اثرات ساده زمان برداشت و نوع ژنوتیپ به‌طور معنی‌داری و در سطح احتمال یک درصد میزان عصاره میوه ژنوتیپ‌های پرتقال را تحت تأثیر قرار داد (جدول ۲). مقایسات میانگین نشان داد که بیش‌ترین میزان عصاره ژنوتیپ‌های مختلف پرتقال در مجموع با ۵۹/۰۶ درصد در زمان برداشت سوم (۲۰ دی) مشاهده شد که البته اختلاف معنی‌داری با زمان برداشت

(جدول ۳). براساس جدول ۵، تقریباً در تمامی زمان‌های برداشت، میوه‌های ژنوتیپ G6 دارای بالاترین نسبت TSS/TA بودند.

هم‌راستا با نتایج بررسی حاضر، کیااشکوریان و همکاران (۱۳۹۸) گزارش نمودند که در پرتقال تامسون با تأخیر در زمان برداشت میزان TSS و نسبت TSS/TA به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، درحالی که میزان TA کاهش معنی‌داری را نشان داد. بررسی‌ها نشان داده است که نگهداری طولانی‌تر میوه روی درخت (تأخیر در برداشت) موجب افزایش سنتز و تجمع مواد جامد محلول در میوه می‌شود که در نتیجه آن میزان TSS به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد (ماچادو^۱ و همکاران، ۲۰۱۵). همچنین، علت کاهش میزان اسیدیته با تأخیر در زمان برداشت می‌تواند در نتیجه تبدیل ترکیبات اسیدی میوه به قند با تأخیر در برداشت باشد. اسیدیته به‌طور مستقیم در ارتباط با غلظت اسید آلی در میوه است که یک عامل مهم در کیفیت میوه است. از آنجا که اسیدهای آلی به‌عنوان سوپسترا برای واکنش‌های آنزیمی تنفس به کار می‌روند، انتظار می‌رود طی نگهداری اسیدیته میوه کاهش یابد. خواص ارگانولپتیک میوه‌های مختلف به‌شدت وابسته به میزان مواد جامد محلول، اسیدیته کل و نسبت آن‌هاست. به‌طورکلی، هر یک از عوامل قبل و پس از برداشت، باید از کاهش اسیدیته جلوگیری کرده و نسبت متعادلی از TSS/TA را برای بهبود عطر و طعم میوه فراهم کند (کیااشکوریان و همکاران، ۱۳۹۸).

شاخص‌های رنگ پوست میوه

فقط اثرات ساده زمان برداشت و نوع ژنوتیپ به‌طور معنی‌دار و در سطح احتمال یک درصد، میزان شاخص L^* میوه ژنوتیپ‌های پرتقال را تحت تأثیر قرار داد (جدول ۲). شاخص L^* میوه‌ها در زمان برداشت ۶۸/۷۸ بود که به‌ترتیب در زمان‌های بعدی برداشت به ۶۴/۲۹ و ۶۳/۸۱ کاهش یافت (جدول ۳). ژنوتیپ G3 با دارا بودند ۷/۷۸، بالاترین شاخص L^* میوه را به خود اختصاص داد (جدول ۴). شاخص $Chroma$ میوه به‌طور معنی‌داری فقط تحت تأثیر اثرات ساده زمان برداشت و نوع ژنوتیپ قرار گرفت (جدول ۲). شاخص $Chroma$ میوه‌ها در زمان اول برداشت ۷۹/۲۲ بود که در زمان‌های بعدی

دوم (۵۸/۹۱ درصد) نداشت (جدول ۳). مشخص شد که ژنوتیپ G6 با ۸۶/۲۳ درصد بیش‌ترین میزان عصاره میوه را در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها و همچنین در مقایسه با پرتقال مارس (۵۶/۳۰ درصد) به خود اختصاص داد (جدول ۴). میزان عصاره میوه هم از نظر تازه‌خوری و هم از منظر صنعت آب‌میوه‌گیری ویژگی بسیار مهم به شمار می‌آید که تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله شرایط آب و هوایی، نوع تغذیه و کودهای مورد استفاده، نوع رقم و ژنوتیپ و نیز بروز تنش‌های محیطی را می‌توان اشاره کرد. مشخص شده است که با تأخیر در برداشت میوه به‌دلیل فرآیندهای رسیدگی میوه، میزان عصاره و آب میوه افزایش می‌یابد (اینگلس و سورتینو، ۲۰۱۹؛ لادانیا، ۲۰۲۲).

ویژگی‌های بیوشیمیایی

میزان مواد جامد محلول کل (TSS) میوه ژنوتیپ‌های پرتقال به‌طور معنی‌دار تحت تأثیر اثرات ساده و همچنین اثرات متقابل زمان برداشت و نوع ژنوتیپ قرار گرفت (جدول ۲). با تأخیر در زمان برداشت، میزان TSS میوه به‌طور معنی‌داری از ۱۱/۹۷ درصد در زمان اول برداشت به ۱۲/۹۲ درصد در زمان سوم برداشت افزایش یافت (جدول ۳). تقریباً در تمامی زمان‌های برداشت بالاترین میزان TSS میوه در ژنوتیپ G6 مشاهده شد (جدول ۵).

بر اساس جدول ۲، فقط اثرات ساده زمان برداشت و نوع ژنوتیپ به‌طور معنی‌دار و در سطح احتمال یک درصد، میزان اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) میوه ژنوتیپ‌های پرتقال را تحت تأثیر قرار دادند. نتایج نشان داد که میزان TA میوه‌ها از ۱/۶۵ درصد در زمان برداشت به ۱/۳۶ درصد در زمان سوم برداشت کاهش یافت (جدول ۳). ژنوتیپ G4 با ۱/۷۴ درصد بیش‌ترین و ژنوتیپ G6 با ۱/۲۶ درصد کمترین میزان TA میوه پرتقال مارس را دارا بودند (جدول ۴).

مطابق نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مشخص شد که TSS/TA میوه به‌طور معنی‌دار تحت تأثیر اثرات ساده و اثرات متقابل زمان برداشت و نوع ژنوتیپ قرار گرفت (جدول ۲). مقایسات میانگین حاکی از آن بود که به‌طورکلی TSS/TA میوه‌ها در اولین زمان برداشت ۷/۲۵ بود که در زمان‌های بعدی برداشت به‌ترتیب به ۸/۱۸ و ۹/۵۰ افزایش یافت

بلوغ میوه تغییر در رنگ پوست به دلیل کاهش کلروفیل و افزایش غلظت کارتنوئید اتفاق می‌افتد. در ارتباط با کیفیت ظاهری میوه، رنگ پوست همبستگی بالایی با قابلیت خوراکی میوه دارد، اگرچه به‌طور قابل توجهی تحت تأثیر شرایط آب و هوایی مثل نور و دما واقع می‌شود (اینگلس و سورتینو، ۲۰۱۹؛ لادانیا، ۲۰۲۲). بر اساس گزارشات ارائه شده بهترین زمان برداشت از نظر شاخص رنگ در مرکبات زمانی است که میزان درخشندگی (L) بین ۶۵ تا ۷۰، کروما (C) به بالای ۶۰ و زاویه رنگ (h) کم‌تر از ۸۰ برسد (لی رووکس^۱، ۲۰۰۶) که در بررسی حاضر در زمان برداشت اول این شاخص‌ها به حد بهینه خود رسیده بودند.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد که وزن، طول، قطر، حجم، میزان عصاره، TSS، نسبت TSS/TA، هم‌چنین شاخص‌های a^* و b^* رنگ پوست میوه‌ها با تأخیر در زمان برداشت به‌طور معنی‌داری افزایش یافتند. از طرف دیگر با تأخیر در برداشت میوه ژنوتیپ‌های مختلف پرتقال، میزان TA و شاخص‌های L^* و $chroma$ کاهش معنی‌داری پیدا کردند. ژنوتیپ G6 از نظر وزن، طول، قطر، حجم، میزان عصاره و هم‌چنین مطلوبیت طعم و مزه (TA کم‌تر و نسبت TSS/TS بالاتر) در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها در وضعیت بهتری قرار داشتند. در نهایت، با توجه به نتایج به‌دست آمده کشت و کار ژنوتیپ G6 هم‌چنین برداشت در ۲۰ آذرماه میوه آن به منظور تولید میوه با کیفیت توصیه می‌شود.

برداشت به‌طور معنی‌داری به ۷۷/۱۶ و ۷۵/۰۸ کاهش یافت (جدول ۳). بالاترین شاخص $Chroma$ میوه در ژنوتیپ G6 (۷۹/۳۴) مشاهده شد (جدول ۴). مطابق جدول ۲، شاخص Hue میوه پرتقال مارس فقط تحت تأثیر اثر ساده نوع ژنوتیپ قرار داشت. در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی بالاترین شاخص Hue میوه به‌ترتیب با ۸۰/۱۱ و ۷۹/۳۸ در ژنوتیپ‌های G4 و پرتقال مارس مشاهده شد (جدول ۴).

شاخص a^* میوه به‌طور معنی‌دار تحت تأثیر اثرات ساده زمان برداشت و نوع ژنوتیپ قرار داشت (جدول ۲). با تأخیر در زمان برداشت شاخص a^* میوه‌ها افزایش معنی‌داری را نشان داد به‌طوری که میزان این شاخص از ۱۶/۶۲ در زمان اول برداشت به ۲۰/۱۵ در زمان سوم برداشت رسید (جدول ۳). مقایسات میانگین اثرات متقابل نشان داد که ژنوتیپ G6 با ۲۱/۴۸، بالاترین شاخص a^* میوه پرتقال مارس را دارا بود (جدول ۴). اثرات ساده زمان برداشت و نوع ژنوتیپ به‌طور معنی‌داری شاخص b^* میوه ژنوتیپ‌های پرتقال را تحت تأثیر قرار داد. مشخص شد که شاخص b^* میوه در زمان اول برداشت ۷۷/۴۴ بود که در زمان دوم برداشت به ۷۸/۲۲ و در زمان سوم به ۸۰/۹۴ افزایش یافت (جدول ۳). ژنوتیپ‌های G3، G6 و G5 به‌ترتیب با ۷۸/۴۴، ۷۸/۲۹ و ۷۷/۲۳ بالاترین شاخص b^* میوه را به خود اختصاص دادند (جدول ۴).

مقادیر L^* (شفافیت رنگ)، a^* (سبزی-قرمزی)، b^* (آبی-زردی)، $chroma$ (خلوص رنگ) و hue (ته‌رنگ) رنگ پوست میوه در بررسی حاضر مورد ارزیابی قرار گرفت. رنگ پوست یک ویژگی مهم در تعیین کیفیت میوه مرکبات است که بر پذیرش مصرف‌کننده تأثیر می‌گذارد. مصرف‌کنندگان رنگ پوست نارنجی پررنگ و براق را ترجیح می‌دهند. هم‌زمان با

منابع

- آمارنامه کشاورزی. ۱۴۰۱. آمارنامه کشاورزی، محصولات باغبانی و گلخانه‌ای. وزارت جهاد کشاورزی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. ۳۰۷ ص.
- حبیبی، ف. و رمضانیان، ا. ۱۳۹۶. تغییرهای فیزیکوشیمیایی و ترکیب‌های زیست‌فعال میوه پرتقال خونی رقم سانگین در دوره رسیدن. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۱۸(۴): ۳۶۵-۳۷۶.
- 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. ۱۳۹۱. بررسی رابطه خصوصیات فیزیکوشیمیایی بهینه میوه و زمان برداشت در برخی ارقام مرکبات. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، رامسر. ۶۲ ص.
- فتاحی‌مقدم، ج. و سیدقاسمی، س.ا. ۱۳۹۸. تعیین ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی و آنتی‌اکسیدانی آب‌میوه، میوه دو رقم لیموترش کوک‌اورکا و خوشه‌ای (*C. limon* cvs. Cook Eureka & Khoushehi) طی رسیدن و عمر قفسه‌ای. مجله علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۶(۹۴): ۱۳۹-۱۵۲.
- فتاحی‌مقدم، ج.، سیدقاسمی، س.ا. و نجفی، ک. ۱۳۹۶. ارزیابی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی میوه نارنگی‌های جدید نوشین (*Citrus reticulata* cv. Noushin) و شاهین (*Citrus reticulata* cv. Shahin) طی زمان‌های مختلف برداشت. تولیدات گیاهی، ۴۰(۴): ۷۷-۹۰.
- کیااشکوریان، م.، فتاحی‌مقدم، ج.، فقیه‌نصیری، م. و نجفی، ک. ۱۳۹۸. بررسی اثر زمان برداشت بر کیفیت میوه پرتقال تامسون. یازدهمین کنگره علوم باغبانی. ۴ تا ۷ شهریور، دانشگاه ارومیه.
- Abouzari, A. and Mahdi Nezhad, N. 2016. The investigation of citrus fruit quality. Popular characteristic and breeding. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 64(3): 725-740.
- Gupta, A.K., Medhi, M., Chakraborty, S., Yumnam, M. and Mishra, P. 2021. Development of rapid and non-destructive technique for the determination of maturity indices of pomelo fruit (*Citrus grandis*). *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15(2): 1463-1474.
- Habibi, F., García-Pastor, M.E., Puente-Moreno, J., Garrido-Auñón, F., Serrano, M. and Valero, D. 2023. Anthocyanin in blood oranges: A review on postharvest approaches for its enhancement and preservation. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(33): 12089-12101.
- Inglese, P. and Sortino, G. 2019. Citrus history, taxonomy, breeding, and fruit quality. In *Oxford research Encyclopedia of environmental science*. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780199389414.013.221>.
- Kowalska, M., Konopska, J., Feszterová, M., Zbikowska, A. and Kowalska, B. 2023. Quality assessment of natural juices and consumer preferences in the range of citrus fruit juices. *Applied Sciences*, 13(2): 765.
- Ladaniya, M. 2022. Citrus Fruit, Biology, Technology, and Evaluation, 2nd Edition, Academic Press, 858 pages. <https://doi.org/10.1016/C2012-0-06022-X>.
- Le Roux, S. 2006. *Preharvest manipulation of rind pigments of Citrus spp.* Ph.D. Thesis. Stellenbosch: University of Stellenbosch.
- Machado, F.L.D.C., Costa, J.D.P.D., Teixeira, A.D.S. and Costa, J.M.C.D. 2015. The influence of rootstock and time of harvest on the fruit quality during storage of in two grapefruit cultivars. *Acta Scientiarum Agronomy*, 37(3): 339-346.
- Russo, M., Bonaccorsi, I.L., Arigò, A., Cacciola, F., De Gara, L., Dugo, P. and Mondello, L. 2021. Blood orange (*Citrus sinensis*) as a rich source of nutraceuticals: Investigation of bioactive compounds in different parts of the fruit by HPLC-PDA/MS. *Natural Product Research*, 35(22): 4606-4610.
- Sachan, N. and Kumar, V. 2022. A critical review on physiological changes during growth maturation and ripening of citrus fruits. *European Journal of Nutrition and Food Safety*, 14(11): 146-159.
- Shimizu, T., Aka Kacar Y., Cristofani-Yaly M., Curtolo M. and Machado M.A. 2020. Markers, maps, and marker-assisted selection. In: *The citrus genome*. Springer, Cham, pp. 107-139.
- Singh, J., Sharma, V., Pandey, K., Ahmed, S., Kaur, M. and Sidhu, G.S. 2021. Horticultural classification of citrus cultivars. *IntechOpen*. pp. 1-24. <https://doi.org/10.5772/intechopen.96243>
- Talon, M., Caruso, M. and Gmitter jr, F.G. 2020. The genus citrus. Woodhead Publishing. p. 538. <https://doi.org/10.1016/C2016-0-02375-6>.