



Evaluation of the fruit quality of Fukumoto, Navelate and Thomson Novel orange cultivars on Citrumelo and C-35 rootstocks

Javad Fatahi Moghadam ^{1*} , Seyedeh Elham Seyedghasemi ², Negin Akhlaghi Amiri³

1. Associate Professor, Postharvest Physiology and Technology department, Citrus and Subtropical Fruits Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Ramsar, Iran
2. Former M. Sc of plant physiology
3. Assistant Professor of Horticulture Crops Research Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Sari, Iran

Citation: Fatahi Moghadam, J. Seyedghasemi., S.E. Akhlaghi Amiri., N. (2024). Evaluation of the fruit quality of Fukumoto, Navelate and Thomson Novel orange cultivars on Citrumelo and C-35 rootstocks. *Plant Productions*, 47(1), 19- 35

Introduction

It is important to attend the physical and biochemical characteristics of the fruit, especially in newly introduced cultivars that may be unknown to the consumer. Nutritive compounds in fruit are usually influenced by variety, rootstock and post-harvest conditions. In this article, the results related to the evaluation of the fruit quality of three varieties of oranges on two rootstocks have been examined at harvest time and during storage.

Materials and methods

Fruit of Thomson Novel, Fukumoto, and Navelate oranges on two rootstocks including Swingle Citrumelo and Citrange C-35 were harvested when TSS/TA reached about 6.5-7. Fruits were evaluated at the harvest time and then stored in cool storage (5°C, RH=85%) for 60 days. The fruit quality were checked on the 30th and 60th days of storage for two years. Evaluated Characteristics included fruit length, width, thickness; arithmetic, geometric, equivalent diameter and harmonic means ; fruit aspect ratio, sphericity, surface area, true volume, apparent volume, volume error, density, weight, weight loss, peel thickness, juice percentage, peel color indices (L^* , a^* , b^* , hue angle, chroma and CCI), total soluble solid (TSS), titratable acidity (TA), technological index (TI), total phenol, ascorbic acid, antioxidant capacity and organoleptic evaluation.

Results

The fruit of Navelate orange on Citrumelo rootstock and Fukumoto orange on C-35 rootstock had smaller physical characteristics than Thomson Novel. In all treatments, the shape of the fruit was balanced and without elongation or indentation. The fruit of Navelate on Citrumelo (aspect

* Corresponding Author: Javad Fatahi Moghadam
E-mail: j.fattahi@areeo.ac.ir



ratio: 96.96) was slightly elongated. Navelate variety on C-35 produced larger and heavier fruit similarly Thomson fruit. The volume error in Fukumoto and Navelate varieties and on both rootstocks was less than the control. At the time of harvest, the fruit of the Fukumoto had a thicker peel (more than 4 mm) on both rootstocks than the other cultivars. The amount of juice percentage was not significantly different than control at harvest time, but at the end of storage, the fruit of Navelate on the C-35 had the lowest (35.73%) of juice percentage. Fukumoto and Navelate fruits on both rootstocks had higher TI index than Thomson at harvest time. The TSS at harvest time was the lowest (9.22 and 9.78 respectively) only in the fruits of Thomson and Navelate on Citrumelo rootstock. Navelate and Thomson fruits had higher TA on C-35 rootstock. In all treatments, the amount of TA decreased during storage. Fukumoto fruit on C-35 had the highest TSS/TA ratio, which was preserved during storage. The fruit of Navelate had a lower TSS/TA level at the harvest time on both rootstocks (7.12 and 7.5). At the time of harvest, the average ascorbic acid in all three cultivars on C-35 rootstock was higher than the same cultivars on Citrumelo rootstock. The value of a^* , hue angle, and CCI of the skin of Navelate orange with a negative value were different from the other cultivars on Citrumelo and C-35 rootstocks (-1.12 and -0.61 respectively). The antioxidant capacity of Fukumoto fruit was 43.99% on Citrumelo and 62.12% on C-35 rootstock at the harvest time. The amount of antioxidant capacity and total phenol increased during storage. The organoleptic evaluation showed that the Fukumoto as Thomson, scored better in relations to peel and pulp appearance, sourness, aroma and taste than the fruit of the same cultivars on the C-35 rootstock. Navelate fruit produced higher score in terms of taste and sweetness (7) on Citrumelo rootstock than C-35 (6) rootstock.

Conclusion

Based on the TSS/TA ratio, it was determined that Fukumoto and Navelate oranges are early and late ripening respectively. Citrumelo rootstock increased late ripening in Navelate fruit and contrary C-35 rootstock increased early ripening in Fukumoto fruit. According to the a^* and CCI indices, the Navelate fruits did not have suitable coloring at the time of harvest, and Citrumelo rootstock delayed the color change of the fruit skin. In general, the organoleptic characteristics of the fruit on C-35 were better than Citrumelo. Finally, it seems that the combination of Navelate/C-35 is more suitable than Navelate/Citrumelo. Fukumoto/C-35 combination is suitable for having early ripening fruit.

Key words: Adaptation, Citrus, Graft, Physicochemical, Storability

ارزیابی کیفیت میوه پرتقال‌های ارقام فوکوموتو، ناولیت و تامسون‌ناول روی دو پایه سیتروملو و C-35

جواد فتاحی مقدم*¹، سیده الهام سیدقاسمی²، نگین اخلاقی امیری³

- ۱- دانشیار، گروه فیزیولوژی و فناوری پس از برداشت، پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه گرمسیری، 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 نیمه گرمسیری، 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.

چکیده

کیفیت میوه مرکبات معمولاً تحت تاثیر نوع رقم، پایه و شرایط پس از برداشت قرار می‌گیرد. در این پژوهش کیفیت میوه سه رقم پرتقال تامسون‌ناول، فوکوموتو و ناولیت روی دو پایه سوئینگل سیتروملو و سیترنج C-35 در زمان برداشت و طی نگهداری (در دو مکان قائم‌شهر و رامسر) بررسی شد. میوه با نسبت ماده جامد محلول به اسید قابل تیتراسیون (TSS/TA) برابر ۶/۵ تا ۷ برداشت و ضمن ارزیابی میوه در زمان برداشت، قابلیت نگهداری میوه نیز در سردخانه با دمای ۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۸۵ درصد در روزهای ۳۰ و ۶۰ انبارداری طی دو سال (۹۷ و ۹۸) ارزیابی شد. نتایج نشان داد میوه پرتقال ناولیت روی پایه سیتروملو و پرتقال فوکوموتو روی پایه C-35 دارای ویژگی‌های فیزیکی کوچک‌تری نسبت به تامسون‌ناول و سایر ترکیب پایه و پیوندک بود. رقم ناولیت مشابه تامسون‌ناول روی پایه C-35 میوه درشت‌تر و سنگین‌تری تولید نمود. خطای دو حجم در هر دو رقم فوکوموتو و ناولیت روی هر دو پایه نسبت به شاهد کم‌تر بود. در زمان برداشت، میوه رقم فوکوموتو روی هر دو پایه ضخامت پوست بیش‌تری (بیش از ۴ میلی‌متر) نسبت به دو رقم دیگر داشت. در شروع انبارداری میزان آب‌میوه هر دو رقم اختلاف معناداری با شاهد نداشت لیکن در پایان نگهداری میوه ناولیت روی پایه C-35 کم‌ترین میزان آب‌میوه (۳۵/۷۳ درصد) را داشت. میوه‌های فوکوموتو و ناولیت روی هر دو پایه، شاخص فناوری بالاتری نسبت به تامسون‌ناول در زمان برداشت داشتند. میزان TSS در زمان برداشت در میوه پرتقال‌های تامسون‌ناول و ناولیت روی پایه سیتروملو کم‌ترین (به ترتیب ۹/۲۲ و ۹/۷۸ درصد) بود. میوه ناولیت و تامسون‌ناول روی پایه C-35 میزان TA بالاتری داشتند. در همه تیمارها میزان TA طی نگهداری روند کاهشی داشت. پایه C-35 بیش‌ترین سهم را در بالا بودن نسبت TSS/TA در میوه فوکوموتو داشت که همین نسبت طی نگهداری نیز حفظ شده است.

* نویسنده مسئول: جواد فتاحی مقدم

میوه ناولیت در زمان برداشت روی هر دو پایه میزان TSS/TA کم‌تری (۷/۵ و ۷/۱۲) داشت. در شروع انبارداری، متوسط آسکوربیک‌اسید در هر سه رقم روی پایه C-35 بالاتر از همان ارقام روی پایه سیتروملو بود. لیکن طی نگهداری و در پایان انبارداری سطح آسکوربیک‌اسید میوه فوکوموتو روی هر دو پایه حفظ شد. مقدار a^* زاویه رنگ و شاخص رنگ‌گیری (CCI) پوست میوه پرتقال ناولیت در زمان برداشت به دلیل منفی بودن روی پایه سیتروملو (۱/۱۲-) و C-35 (۰/۶۱-) متفاوت از دو رقم دیگر بود. در زمان برداشت ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه فوکوموتو روی سیتروملو ۴۳/۹۹ درصد و روی پایه C-35 به میزان ۶۲/۱۲ درصد بود. مقدار ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و فنل کل طی نگهداری روند افزایشی داشت. ارزیابی ارگانولپتیک نشان داد که میوه فوکوموتو همانند تامسون ناول از نظر وضعیت ظاهری پوست و گوشت، ترشی، عطر و طعم روی پایه C-35 امتیاز بهتری نسبت به میوه همین ارقام روی پایه سیتروملو کسب نمود. میوه ناولیت تولید شده روی پایه سیتروملو از نظر طعم و شیرینی امتیاز بالاتری (۷) نسبت به حالت استفاده از پایه C-35 (۶) داشت. برای داشتن میوه زودرس ترکیب فوکوموتو/C-35 مناسب است.

کلمات واژه‌ها: انبارداری، پیوند، سازگاری، فیزیکوشیمیایی، مرکبات

مقدمه

معمولا ارقامی که به روش‌های مختلف اصلاحی مانند دورگ‌گیری، جهش، واردات رقم معرفی می‌شوند نیاز به مطالعه کیفیت میوه در زمان برداشت و طی نگهداری دارند. کیفیت میوه مرکبات شامل بسیاری از ویژگی‌ها مانند رنگ میوه، اندازه میوه، سهولت پوست‌گیری و بی‌بذری است. این صفات در انواع مرکبات تجاری و ارقام جدید که از طریق اصلاح رقم تولید می‌شوند اهمیت دارد. این چهار ویژگی اصلی مرکبات که مسئولیت کیفیت میوه را دارند و مبنای پذیرش توسط مصرف‌کنندگان است طی گزارشی تشریح شده است (Abouzari and Mahdi Nezhad, 2016). توجه به ویژگی‌های فیزیکی و زیست‌شیمیایی بافت میوه مرکبات به ویژه در ارقام تازه معرفی شده که برای مصرف‌کننده ممکن است ناشناخته باشد مهم است. ممکن است ارقام تازه معرفی شده قابلیت کاربرد در صنایع فرآوری و بسته‌بندی را داشته باشند که در این حالت ویژگی‌های ابعادی میوه اهمیت می‌یابد (Razavi and Bahram-Parvar, 2007).

در پژوهشی، درختان پیوندی روی یکی از هیبریدهای ترویرسیترنج، بیش‌ترین کارایی عملکرد و مقدار عصاره را داشت. درمقابل، نارنگی کلثوپاترا کم‌ترین نسبت مواد جامد به اسیدیته کل و نیز کم‌ترین شاخص رنگ پوست را داشت

(Forner-Giner *et al.*, 2003). در یک مطالعه گزارش

شد که عملکرد، وزن، حجم و ابعاد میوه پرتقال والنسیا روی پایه ترویرسیترنج نسبت به پایه نارنج بالاتر بود. شکل میوه، ضخامت پوست، درصد آب‌میوه، درصد مواد جامد محلول^۱، درصد اسیدیته قابل تیتراسیون^۲، میزان آسکوربیک اسید^۳ در میوه‌های والنسیا روی دو پایه تفاوت معناداری نداشت (Abd El.Motty *et al.*, 2006). میوه‌های نارنگی کینو روی پایه ترویرسیترنج، کوچک‌ترین اندازه و بهترین کیفیت را به خود اختصاص داد (Sharma and Saxena, 2004).

طی پژوهشی مشخص شد که پایه بر محتوای آب تأثیر می‌گذارد که با نقشی که در جذب آب دارد صفاتی چون ضخامت پوست و میزان آسیب گرانوله شدن را نیز زیرتأثیر قرار می‌دهد (Morales Alfaro *et al.*, 2021). به‌علاوه، علت محتوای کم‌تر آب میوه واریته‌های مختلف میوه در استفاده از پایه رافلمون مربوط به پتانسیل اسمزی کم آب‌میوه بود (Legua *et al.*, 2018). هم‌چنین کیفیت آب‌میوه روی پایه سوئینگل سیتروملو و کلثوپاترا ماندارین

1- TSS

2- TA

3- Ascorbic acid

(2017). کاهش جذب آب توسط برخی پایه‌ها، ممکن است سبب افزایش ترکیب‌های فیتوشیمیایی مانند ترکیبات فنلی شود (Tavarini *et al.*, 2011).

طی گزارشی مشخص شد عارضه گرانوله شدن در میوه پرتقال هاملین روی پایه کلئوپاترا بیش‌ترین و پس از آن لیمو ولکامر بود، در حالی که روی لایم‌ترش و نارنج میزان آسیب میوه کم‌تری مشاهده شد. نارنگی کینو روی لیموی ولکامر نسبت به پایه‌های رافلومون و سیترنج، میزان گرانوله شدن بیش‌تری داشت (Al-Hosni *et al.*, 2008). با این وجود، قابل ذکر است که بروز این اختلال علاوه بر تأثیر پایه، به عوامل دیگری مانند رقم، شرایط اقلیمی و تفاوت‌های ژنتیکی نیز بستگی دارد (Sharma and Saxena, 2004).

در سال‌های اخیر دو رقم پرتقال فوکوموتو و ناولیت توسط پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه گرمسیری وارد کشور شدند که با پیوند روی پایه‌های مختلف، ویژگی‌های مختلف رویشی، پومولوژی و انبارمانی آنها مورد بررسی قرار گرفت. بنابراین با توجه به ضرورت داشتن اطلاعات سازگاری رقم و کیفیت میوه، در این پژوهش کیفیت این دو رقم پرتقال با رقم شاهد تامسون‌ناول روی دو پایه در زمان برداشت و طی نگهداری بررسی شد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر، با درختان چهار ساله مرکبات (با مدیریت به‌باغی یکسان) به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ رقم پرتقال ناول^۸ شامل: تامسون‌ناول^۹، فوکوموتو^{۱۰}، ناولیت^{۱۱}، و دو پایه پایه سوئینگل سیتروملو^{۱۲} و سیترنج C-35 با ۴ تکرار و دو درخت در هر تکرار و فواصل کاشت ۳ × ۵ متر، در ادامه فاز اول آزمایش و از ابتدای سال ۱۳۹۷ طی ۳/۵ سال در ایستگاه تحقیقات باغبانی قائم‌شهر انجام شد. در اواخر آبان

بالاتر از میوه‌های رشد یافته روی پایه‌ی لیمو بود (Zekri, 2008).

Machado *et al.* (2011) اثر پایه‌های سوئینگل سیتروملو و رانگپورلایم را روی گریپ‌فروت رابی‌رد آزمایش نمودند و دریافتند که پایه، کیفیت میوه را در زمان برداشت و طی انبارداری به‌طور معناداری تغییر داد. در بررسی اثر پایه‌های لیمو ولکامریانا و نارنج روی کیفیت میوه و انبارمانی پرتقال تامسون‌ناول مشخص شد که میوه‌های روی پایه نارنج بزرگ‌تر، پوست ضخیم‌تر، سفت‌تر و با نسبت TSS به TA بالاتر از لیمو ولکامریانا بودند. کاهش وزن میوه طی انبارداری در میوه‌های روی پایه نارنج بیش‌تر از ولکامریانا بود (Hifny *et al.*, 2012).

در پژوهشی میوه گریپ‌فروت مارش تولید شده روی کاریزوسیترنج کم‌ترین اسیدیته را داشت، اما کم‌ترین محتوای TSS در میوه پیوند شده روی پایه اسموت فلت سویل^۱ مشاهده شد (McCollum *et al.*, 2002). در میوه نارنگی آرایانا^۲ پیوند شده روی شش پایه مختلف، هیچ تأثیری در اسیدیته میوه مشاهده نشد، اما تأثیر پایه روی محتوای TSS مشهود بود (Chaparro-Zambrano *et al.*, 2017).

نتایج یک مطالعه نشان داد که هر دو عامل پایه (کلئوپاترا و ترویرسیترنج) و پیوندک روی ترکیبات زیست فعال پوست کلمانتین‌های فینو^۳، لورتینا^۴ و ماریسول^۵، نارنگی اواری^۶ و پرتقال‌های ناولیت^۷، ناولینا و والنسیا تأثیر معناداری داشتند (Cano and Bermejo, 2011). اثر مثبت لیمو ولکامر بر ویتامین C در برخی از ارقام پرتقال ناول چون نیوهال، ناولینا، لین‌لیت، اسپرینگ ناول، فیشر، فوکوموتو و واشنگتن ناول گزارش شده است (Magwaza *et al.*,

8- *Citrus sinensis* L. Osbeck

9- Thomson

10- Fukumoto

11- Navelate

12- Swingle citrumelo

1- Smooth Flat Seville

2- Citrus reticulata Blanco

3- Fino

4- Loretina

5- Marisol

6- Owari

7- Navelate

معادله‌های $V_a = \frac{\pi}{6} LWT$ و $\%e_v = \frac{V_t - V_a}{V_a} \times 100$ مشخص شدند. (Razavi and Bahram-Parvar, 2007) در این معادله L ، W و T به ترتیب طول، قطر و ضخامت میوه بود.

چگالی واقعی

با استفاده از رابطه‌ی $\rho_t = \frac{M_a}{V_t}$ چگالی واقعی میوه بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب تعیین شد. در این رابطه M_a جرم میوه و V_t حجم واقعی میوه است (Abdullah et al., 2012).

وزن میوه، درصد آب‌میوه

با استفاده از یک ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم وزن هر میوه تعیین شد. آب‌میوه با استفاده از آب‌میوه‌گیر دستی استخراج و با ترازوی دیجیتال وزن شد. با محاسبه درصد نسبت وزن عصاره به وزن میوه، درصد آب‌میوه محاسبه شد.

ضخامت پوست

ابتدا یک برش هلالی در قسمت میانی پوست میوه زده شد و با استفاده از دستگاه کولیس دیجیتال مدل Digit-Cal ساخت سوئیس با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد.

مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون

میزان TSS با استفاده از دستگاه رفرکتومتر چشمی (مدل Atago-ATC-20E ساخت ژاپن با دامنه ۲۰-۰ درصد) تعیین شد. جهت اندازه‌گیری TA، ۱۰ میلی‌لیتر از آب‌میوه با ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط و پس از افزودن ۳-۲ قطره معرف فنل‌فالتین، مخلوط حاصله با هیدروکسیدسدیم ۰/۱ نرمال تا ظهور رنگ صورتی تیترا شد (AOAC, 2002).

شاخص فناوری

از حاصل ضرب درصد آب‌میوه در مواد جامد محلول تقسیم بر ۱۰۰، TI بدست آمد (Kluge et al., 2003).

رنگ پوست

رنگ پوست نقطه میانی میوه با اندازه‌گیری مولفه‌های L^* ، a^* و b^* ، زاویه رنگ (Hue angle) و

ماه سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ میوه با میزان قند به اسید ۶/۵ تا ۷ از جهات مختلف درخت برداشت (۳۰ عدد میوه برای هر تکرار) و به پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری (رامسر) منتقل شد. با ارزیابی میوه‌ها در زمان برداشت، میوه‌ها جهت ارزیابی انبارمانی به سردخانه با دمای ۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۵ درصد منتقل شدند. در روزهای ۳۰ و ۶۰ با نمونه‌برداری، ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی و ترکیب‌های زیست‌فعال میوه اندازه‌گیری شدند.

طول، دو قطر میوه و صفات مرتبط

با استفاده از دستگاه کولیس مدل Digit-Cal ساخت سوئیس با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر طول میوه (L) (فاصله گلگاه تا دم میوه)، قطر کوچک (W) و ضخامت میوه (T) در زمان برداشت اندازه‌گیری شد. مقادیر میانگین قطر حسابی (D_a)، میانگین قطر هندسی (D_g)، قطر معادل (D_{eq}) و قطر هم‌ساز (D_h)، نسبت جانبی یا ضریب رعنائی^۱ ($\%Ra$)، کرویت میوه، مساحت رویه (S) با استفاده از معادله‌های زیر محاسبه شدند (Abdullah et al., 2012).

$$D_g = (LWT)^{1/3} \quad D_a = \frac{(L+W+T)}{3}$$

$$\%Ra = \left(\frac{W}{L}\right) \times 100 \quad D_p = [L \times \frac{(W+T)^2}{4}]^{1/3}$$

$$D_h = \frac{3}{\left(\frac{1}{\text{طول}}\right) + \left(\frac{1}{\text{قطر کوچک}}\right) + \left(\frac{1}{\text{قطر بزرگ}}\right)}$$

$$S = \pi D_g^2 \quad \phi = \frac{(LWT)^{1/3}}{L}$$

حجم واقعی^۲ (V_t)، حجم ظاهری^۳ (V_a)، خطای دو حجم

مقدار حجم واقعی با استفاده از اصل جابجایی آب در زمان برداشت محاسبه شد. حجم ظاهری (V_a) و درصد خطای حجم ظاهری به واقعی (e_v) به ترتیب با استفاده از

- 1- Aspect ratio
- 2- True volume
- 3- Apparent volume

نتایج و بحث

ویژگی‌های فیزیکی میوه در زمان برداشت

بطور کلی میوه پرتقال ناولیت روی پایه سیتروملو و پرتقال فوکوموتو روی پایه C-35 دارای ابعاد و سایر ویژگی‌های فیزیکی کوچک‌تری نسبت به شاهد و سایر ترکیب پایه و پیوندک بودند. به دلیل شباهت میانگین قطر معادل با سایر اقطار میوه به تفکیک هر رقم روی هر پایه، مشخص شد که شکل میوه متعادل و فاقد کشیدگی یا فرورفتگی بود (جدول ۱). فقط میزان کرویت میوه ناولیت روی پایه سیتروملو کم‌تر از یک (۰/۹۷) و سایر ترکیب‌های پایه و پیوندک کمی بیش از یک بود که با توجه به عدد نسبت جانبی میوه ناولیت روی پایه سیتروملو (۹۶/۹۶) مشخص شد که به مقدار جزئی کشیده است.

مساحت رویه هر دو رقم جدید روی هر دو پایه نسبت به شاهد کم‌تر بود. رقم ناولیت همانند تامسون ناول روی پایه C-35 میوه درشت‌تر و وزین‌تری تولید نمود. چگالی میوه ارقام جدید روی هر دو پایه تفاوت معناداری با شاهد نداشتند. خطای دو حجم در هر دو رقم جدید و روی هر دو پایه نسبت به شاهد کم‌تر بود و میوه ناولیت روی هر دو پایه در کم‌ترین جایگاه قرار داشت (جدول ۱). مقادیر خطای حجم بالا نشان‌دهنده توپر بودن و متراکم بودن بافت گوشت میوه است.

ضخامت پوست میوه

در زمان برداشت، میوه رقم فوکوموتو روی هر دو پایه ضخامت پوست بیش‌تری (بیش از ۴ میلی‌متر) نسبت به دو رقم دیگر داشت. ضخامت پوست میوه فوکوکوتو و ناولیت روی پایه C-35 طی نگهداری تغییر معناداری نداشته است لیکن روی پایه سیتروملو در روزهای ۳۰ و ۶۰ نگهداری به میزان جزئی ضخامت پوست کم‌تری داشتند (جدول ۲). ثابت شده است که پایه در میزان ضخامت پوست میوه اثر دارد (Morales Alfaro *et al.*, 2021). با اینکه در این پژوهش ضخامت پوست میوه‌های تولید شده روی پایه سیتروملو مقادیر کم‌تری نسبت به C-35 داشتند لیکن در پژوهشی مشخص شد ضخامت پوست میوه نارنگی یاشار روی پایه سیتروملو نسبت به سایر پایه‌های آزمایشی (نارنج، پونسیروس، سیترنج و فلائینگ

کروما (Chroma) به کمک دستگاه کرومومتر مدل CR400 Minolta - ساخت ژاپن تعیین شد. سپس شاخص رنگ برونبر میوه مرکبات با فرمول $CCI = 1000 a^*/L^*.b^*$ محاسبه شد (Jimenez-Cuesta *et al.*, 1981).

میزان آسکوربیک اسید

غلظت آسکوربیک اسید از عصاره‌های میوه بر اساس احیا معرف رنگی ۲و۶-دی کلروفنل ایندوفنل (DCIP) بوسیله آسکوربیک اسید تعیین شد (A.O.A.C., 2002).

مقدار فنل کل

اندازه‌گیری مقدار فنل کل با روش فولین سیوکالتیو و اسپکتروفوتومتری با اندکی تغییر انجام شد (Meyers *et al.*, 2003). مقدار فنل کل با استفاده از معادله خط استاندارد $y = 0.0013x + 0.04$ به صورت میلی‌گرم بر گرم اکی‌والان گالیک اسید گزارش شد.

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گوشت و پوست میوه از روش خاصیت خنثی‌کنندگی رادیکال آزاد ۲ و ۲ دی‌فنیل ۱-پیکریل هیدرازیل (DPPH) اندازه‌گیری شد (Brand-Williams *et al.*, 1995).

ارزیابی ارگانولپتیک

برای آزمون ارگانولپتیک در پایان دوره انبارداری، ۱۲ ارزیاب به ویژگی‌های ظاهری پوست و گوشت، عطر، طعم، شیرینی، ترشی، تلخی و پذیرش کلی میوه شاخص عددی هدونیک صفر تا ۱۰ و به صورت ۰=ضعیف، ۵=رضایت‌بخش و ۱۰=عالی امتیاز دادند (Fatahi Moghadam *et al.*, 2021).

تجزیه آماری داده‌ها

بعد از اطمینان از نرمال بودن، با نرم افزار آماری MSTAT-C (نسخه ۱/۴۲) در قالب طرح بلوک کامل تصادفی و آزمون فاکتوریل (رقم در ۳ سطح و پایه در ۲ سطح) مورد تجزیه واریانس مرکب (دو ساله) قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح متناظر انجام شد.

همه پایه‌ها مقدار قابل قبولی آب میوه و بالاتر از حداقل مقدار مورد نیاز بازار میوه (۳۵٪) تولید کردند (de Carvalho et al., 2020)

شاخص فناوری

در زمان برداشت میوه‌های فوکوموتو و ناولیت روی هر دو پایه، شاخص فناوری بالاتری نسبت به تامسون‌ناول داشتند (جدول ۲). در پژوهشی این شاخص در میوه جهانگیر بیش‌تر از کلماتین به ترتیب با مقدار ۶/۴۵ و ۴/۶۷ درصد روی پایه نارنج بود (Fatahi Moghadam et al., 2021). این شاخص در زمان تجاری برداشت در نارنگی شاهین و نوشین پیوند شده روی پایه نارنج به ترتیب ۶/۰۳ و ۴/۰۹ درصد گزارش شد (Fatahi Moghadam et al., 2018). با توجه به کمبود ارقام مناسب برای آب‌میوه‌گیری در کشور، بالا بودن شاخص فناوری در ارقامی چون فوکوموتو و ناولیت علاوه بر استفاده جهت تازه‌خوری، بیان‌گر مستعد بودن آن برای صنایع آب‌میوه‌گیری است.

مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتراسیون

میزان TSS میوه پرتقال‌های ناولیت و تامسون‌ناول روی پایه سیتروملو در زمان برداشت کم‌ترین بود (جدول ۲). گزارش شده است که پرتقال تامسون‌ناول‌ناول و نارنگی اکتسو بیش‌ترین درصد TSS را روی پایه نارنج داشتند. افزون بر این، نارنگی اکتسو کم‌ترین TSS را روی کاریزوسیترنج و سوئیگل سیتروملو داشت (Kaplankiran et al., 2005). مشابه این آزمایش پایه‌هایی مانند سیتروملو که سبب تنومندی تاج می‌شوند، میوه‌های با TSS کم‌تر تولید می‌کنند (AI-jaleel et al., 2005). مقدار TSS میوه روی پنج پایه در زمان برداشت مشابه بود و روند تفاوت ۲۰ روز پس از نگهداری در سردخانه مشاهده شد. بدین صورت که رانگپورلایم بالاترین TSS را در ۲۰ روز اول نشان داد، در حالی که نارنگی کلنوپاترا، نارنگی سانکی روی پایه سیترنج-C-13 بالاترین TSS خود را در روز ۴۰ نگهداری در سردخانه نشان دادند (de Carvalho et al., 2020). تامسون‌ناول و فوکوموتو نیز روی پایه C-35 در روز ۳۰ نگهداری میزان TSS بالایی نسبت به زمان برداشت داشتند.

دراگون) بالاتر بود (Fatahi Moghadam et al., 2017). هم‌چنین مشخص شد که میوه تامسون‌ناول پیوند شده روی پایه ولکامریانا نیز به دلیل داشتن پوست ضخیم‌تر، طی نگهداری در انبار آب کم‌تری در مقایسه با پایه نارنج و لیمو از دست داد (Hifny et al., 2012). ضخامت پوست از جنبه حفظ محتوای آب گوشت میوه و هم‌چنین حساسیت کم‌تر به آسیب‌های پوستی ناشی از آب از دست‌دهی پوست طی نگهداری اهمیت دارد.

درصد کاهش وزن میوه

میوه رقم ناولیت روی هر دو پایه در روزهای ۳۰ و ۶۰ انبارداری نسبت به دو رقم دیگر روی هر دو پایه از درصد کاهش وزن بیش‌تری برخوردار بود. میوه فوکوموتو کم‌ترین کاهش وزن را طی نگهداری داشت (جدول ۲). به نظر می‌رسد ضخامت پوست میوه نقش تعیین‌کننده‌ای در میزان آب از دست‌دهی بافت گوشت میوه دارد (Legua et al., 2018). میوه ناولیت نازک‌ترین و میوه فوکوموتو ضخیم‌ترین ضخامت پوست را داشت (جدول ۲).

درصد آب میوه

متوسط درصد آب میوه در سال دوم با مقدار ۴۲/۴۴ درصد بالاتر از سال اول با مقدار ۳۲/۲۱ درصد بود. در زمان برداشت میزان آب‌میوه هر دو رقم روی هر دو پایه اختلاف معناداری با شاهد نداشتند. در پایان نگهداری میوه ناولیت روی پایه C-35 کم‌ترین میزان آب‌میوه (۳۵/۳۳ درصد) را داشت (جدول ۲).

گزارش شده درصد آب‌میوه نارنگی یاشار در دامنه‌ی ۴۳/۹۵ (روی پایه نارنج) تا ۵۳/۴۳ درصد (روی پایه سیتروملو) بود. بیش‌ترین مقدار کاهش درصد آب‌میوه طی انبارداری در پایه‌ی پونسیروس مشاهده شد که این مقدار در انبار معمولی بیش‌تر از سردخانه بود، زیرا رطوبت نسبی انبار معمولی کم‌تر بود (Fatahi Moghadam et al., 2017). طی پژوهشی درصد آب‌میوه ارقام تامسون‌ناول، سیاورز، مورو مقایسه شد که مقادیر آنها به ترتیب ۳۴/۵۲، ۳۳/۵۱، ۴۱/۶ درصد گزارش شد که مقادیر ارقام این پژوهش نیز در همین دامنه قرار دارد (Fattahi et al., 2011). علی‌رغم تفاوت‌های قابل‌توجه،

Table 1. Fruit physical characteristics of three orange cultivars on two rootstocks

Variety	Rootstock	Arithmetic mean diameter (cm)	Geometric mean diameter (cm)	Harmonic mean diameter (cm)	Equivalent mean diameter (cm)	Sphericity	Aspect ratio (%)	Surface area (cm ²)
Thomson	Citrumelo	7.85 ± 0.26	7.84 ± 0.26	7.84 ± 0.26	7.84 ± 0.26	1.05 ± 0.01	107.81 ± 1.94	193.45 ± 12.58
Fukumoto		7.51 ± 0.24	7.51 ± 0.24	7.50 ± 0.24	7.51 ± 0.24	1.04 ± 0.01	106.51 ± 1.44	177.33 ± 11.31
Navelate		7.19 ± 0.18	7.19 ± 0.18	7.19 ± 0.19	7.19 ± 0.18	0.97 ± 0.01	96.96 ± 2.00	162.53 ± 8.40
Thomson	C-35	7.94 ± 0.05	7.94 ± 0.06	7.93 ± 0.05	7.94 ± 0.06	1.05 ± 0.01	108.77 ± 0.68	197.89 ± 2.72
Fukumoto		7.30 ± 0.13	7.30 ± 0.13	7.30 ± 0.13	7.30 ± 0.13	1.01 ± 0.01	102.17 ± 1.55	167.38 ± 5.78
Navelate		7.48 ± 0.17	7.48 ± 0.17	7.48 ± 0.17	7.48 ± 0.17	1.01 ± 0.02	102.28 ± 2.66	176.01 ± 8.02

Table 1. continued-Fruit physical characteristics of three orange cultivars on two rootstocks

Variety	Rootstock	Fruit weight (g)	Length (cm)	Width (cm)	Thickness (cm)	True volume (cm ³)	Density (g.cm ⁻¹)	Apparent volume (cm ³)	Volume error (%)
Thomson	Citrumelo	269.90 ± 28.61	7.50 ± 0.25	8.08 ± 0.27	7.96 ± 0.29	288.50 ± 35.57	0.94 ± 0.02	253.89 ± 24.28	13.33 ± 6.45
Fukumoto		224.60 ± 15.02	7.22 ± 0.23	7.70 ± 0.25	7.62 ± 0.27	238.90 ± 18.90	0.94 ± 0.02	222.79 ± 20.99	7.57 ± 2.05
Navelate		190.60 ± 12.21	7.38 ± 0.13	7.16 ± 0.24	7.03 ± 0.21	201.07 ± 15.49	0.95 ± 0.01	195.28 ± 15.17	2.98 ± 1.91
Thomson	C-35	270.83 ± 7.71	7.56 ± 0.02	8.22 ± 0.06	8.05 ± 0.09	290.07 ± 6.83	0.93 ± 0.01	261.87 ± 5.42	10.76 ± 0.98
Fukumoto		205.30 ± 8.61	7.22 ± 0.14	7.38 ± 0.12	7.30 ± 0.14	221.07 ± 10.80	0.93 ± 0.01	203.85 ± 10.50	8.49 ± 1.54
Navelate		215.10 ± 16.39	7.41 ± 0.05	7.58 ± 0.21	7.47 ± 0.27	228.40 ± 18.45	0.94 ± 0.01	219.96 ± 15.06	3.69 ± 1.72

C-35 بالاتر از همان ارقام روی پایه سیتروملو بود لیکن سطح آسکوربیک‌اسید طی نگهداری و در پایان انبارداری میوه فوکوموتو روی هر دو پایه حفظ شد (جدول ۲). سطح پایین‌تر آسکوربیک‌اسید در میوه‌های روی پایه سیتروملو ممکن است به دلیل افزایش تنفس باشد که باعث از بین رفتن آسکوربیک‌اسید می‌شود (Hassan *et al.*, 2014). مقدار آسکوربیک‌اسید و روش‌های نگهداری آن روی رفتار پس از برداشت مرکبات نقش دارد، چراکه در صورت کاهش سریع آن، حساسیت میوه به شرایط تنش پس از برداشت افزایش و به دلیل تولید رادیکال‌های آزاد در میوه، ارزش غذایی و کیفیت میوه نیز کاهش می‌یابد (Hifny *et al.*, 2012).

شاخص‌های رنگ پوست میوه

متوسط مقدار L^* در سال اول و دوم تفاوت معناداری با هم نداشت. در زمان برداشت نیز تفاوت بین ارقام روی هر دو پایه معنادار نبود لیکن طی نگهداری مقدار L^* پوست میوه فوکوموتو کم‌تر از دو رقم دیگر روی هر دو پایه بود (جدول ۳).

از نظر کمی، مقدار منفی شاخص a^* در میوه ناولیت روی پایه سیتروملو بیش‌تر بود. تمایل این شاخص به منفی بودن نشانه سبز بودن پوست میوه است. میوه فوکوموتو بالاترین شاخص a^* (مثبت) را داشت که نشان از رنگ‌گیری کامل میوه در زمان برداشت حتی نسبت به شاهد تامسون‌ناول بود. طی نگهداری مقدار a^* به ویژه در پوست ناولیت افزایش یافت (جدول ۳). مقدار شاخص‌های کروما و b^* طی دو سال مطالعه تفاوت معناداری نداشت. در زمان برداشت در پوست پرتقال فوکوموتو روی هر دو پایه بالاتر از سایر ارقام روی هر دو پایه بود که حاکی از زردی پوست این میوه بود.

متوسط TA در سال ۹۷ بالاتر (۱/۲۷ درصد) از سال ۹۸ (۱/۱۸ درصد) بود. در زمان برداشت میزان TA رقم ناولیت روی هر دو پایه بالاتر از دو رقم دیگر بود. میوه ناولیت و تامسون‌ناول روی پایه C-35 میزان TA بالاتری داشتند. در همه تیمارها میزان TA طی نگهداری روند کاهشی داشت (جدول ۲). اگرچه تأثیر بر میزان قندها و اسیدها به تعامل پایه/پیوندک بستگی دارد، اما در برخی از پایه‌ها مشاهده شده که تأثیر یکسانی را روی ارقام مختلف دارند. گزارش شده است که نارنج باعث افزایش سطح مواد جامد محلول (TSS) و اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) در گونه‌های مختلف مرکبات پیوند شده روی این پایه از طریق تاخیر در بلوغ تجاری در مقایسه با سایر پایه‌ها می‌شود (Morales Alfaro *et al.*, 2021).

متقابلاً در گزارشی به تأثیر غیرمعنادار پایه روی TA نارنگی ساتسوما اشاره شده است (Kaplankiran *et al.*, 2005). در مقابل پرتقال تامسون‌ناول روی پایه نارنج، TA بالاتری نسبت به لیموی ولکامرانا داشت (Hifny *et al.*, 2012).

در میان پایه‌های مورد بررسی، پایه C-35 بیش‌ترین سهم را در بالابودن نسبت TSS/TA در میوه فوکوموتو داشت (جدول ۲). به‌طور مشابه (Hifny *et al.*, 2012) نیز افزایش در نسبت TSS/TA در میوه‌های پیوندی روی پایه نارنج را گزارش نمودند، ولی Bassal (2009) کم‌ترین TSS/TA در کلماتین ماریسول را روی نارنج و بیش‌ترین را روی کاریزوسیترنج و سوئینگل سیتروملو گزارش نمود. در گزارشی دیگر مشخص شد مقدار TSS/TA میوه پرتقال زمانی که در محدوده بین ۸/۸ تا ۱۵/۴ باشد کیفیت مصرف مناسبی دارد (de Carvalho *et al.*, 2020). میوه ناولیت در زمان برداشت روی هر دو پایه میزان TSS/TA کم‌تری داشت که نشان داد این رقم جدای از نوع پایه، رقمی دیررس است.

آسکوربیک‌اسید

میزان آسکوربیک‌اسید هر دو سال مشابه بود. در زمان برداشت متوسط آسکوربیک‌اسید در هر سه رقم روی پایه

Table 2. Fruit Physico-chemical characteristics of three orange cultivars on two rootstocks

Year			Weight loss (%)	Peel thickness (mm)	Juice percentage (%)	TSS (%)	TA (%)	TSS/TA	TI (%)	vitamin C (mg.100g ⁻¹ FW)		
1397			3.47	3.16	32.21 b*	10.54 b	1.27 a	8.75 b	3.38 b	36.70		
1398			3.79	3.20	42.44 a	11.33 a	1.18 b	9.83 a	4.80 a	35.25		
Storage time	Rootstock	variety										
Harvesting time (0)	Citrumelo	Thomson	0.00 h	3.31 b-d	39.67 ab	9.22 f	1.07 de	8.59 d-h	3.68 cd	35.31 c-f		
		Fukumoto	0.00 h	4.04 ab	37.81 a-c	10.45 de	1.22 c-e	8.73 d-h	3.95 b-d	33.85 d-f		
		Navelate	0.00 h	2.70 d-f	35.92 b-d	9.78 ef	1.34 b-d	7.50 gh	3.52 d	31.79 ef		
	C-35	Thomson	0.00 h	3.79 a-c	37.79 a-c	10.27 de	1.37 a-c	7.85 e-h	3.91 b-d	38.80 b-d		
		Fukumoto	0.00 h	4.37 a	36.00 a-d	11.30 b-d	1.17 c-e	9.75 b-e	4.11 a-d	53.08 a		
		Navelate	0.00 h	2.90 c-e	39.06 a-c	10.68 c-e	1.55 ab	7.12 h	4.24 a-c	44.30 b		
30	Citrumelo	Thomson	5.80 cd	3.34 b-d	37.18 a-d	10.35 de	1.22 c-e	8.75 d-h	3.80 cd	30.53 ef		
		Fukumoto	4.79 d-f	2.97 c-e	40.07 ab	10.82 c-e	1.14 c-e	9.52 b-f	4.30 a-c	30.31 f		
		Navelate	8.41 a	2.34 ef	40.69 a	10.45 de	1.10 de	9.58 b-e	4.26 a-c	32.12 ef		
	C-35	Thomson	5.69 c-e	3.65 a-d	34.48 cd	11.05 b-d	1.10 c-e	10.19 a-d	3.83 cd	29.07 f		
		Fukumoto	3.80 fg	4.08 ab	32.83 d	12.08 ab	1.09 de	11.43 ab	4.02 b-d	36.80 c-e		
		Navelate	7.20 b	2.36 ef	37.36 a-d	11.22 b-d	1.52 ab	7.56 f-h	4.27 a-c	30.36 f		
60	Citrumelo	Thomson	4.66 ef	3.00 c-e	38.11 a-c	10.33 de	1.05 e	10.00 a-d	3.97 b-d	34.49 d-f		
		Fukumoto	4.17 fg	3.09 c-e	37.51 a-c	12.10 ab	1.12 c-e	11.22 a-c	4.54 ab	40.68 bc		
		Navelate	6.74 bc	1.93 f	37.83 a-c	11.05 b-d	1.06 de	10.78 a-c	4.19 a-c	36.76 c-e		
	C-35	Thomson	4.79 d-f	3.50 a-d	36.60 a-d	11.53 a-c	1.26 c-e	9.40 c-g	4.23 a-c	32.44 ef		
		Fukumoto	3.35 g	3.63 a-d	37.20 a-d	12.53 a	1.07 de	11.80 a	4.70 a	44.57 b		
		Navelate	5.86 cd	2.29 ef	35.73 b-d	11.60 a-c	1.60 a	7.45 gh	4.18 a-c	32.25 ef		

* Me

* Means values within a column followed by the different letter are significantly different using Tukey's test (p≤0.05)

میوه رخ می‌دهد، از تخریب کلروفیل و تجمع کاروتنوئیدها ناشی می‌شود (Qin et al., 2015).

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

بطور کلی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه طی نگهداری روند افزایشی داشت. در زمان برداشت ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه فوکومتو متاثر از پایه بود طوری که مقدار آن روی پایه سیتروملو ۴۳/۹۹ درصد و روی پایه C-35 به میزان ۶۲/۱۲ درصد بود (جدول ۴). بطور مشابه ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پوست میوه یاشار روی پایه‌های پونسیروس و فلائینگ دراگون به‌طور معناداری بالاتر از دیگر پایه‌ها در هر دو نوع انبار بود. در حالی که ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گوشت میوه روی پایه‌های سیترنج و سیتروملو در زمان برداشت و در دوره نگهداری در هر دو نوع انبار نسبت به دیگر پایه‌ها بالاتر بود (Fatahi Moghadam et al., 2017).

ترکیب‌های آنتی‌اکسیدان در هر دو نوع چربی دوست و آب دوست زیر تأثیر نوع پایه قرار می‌گیرند (Fatahi Moghadam et al., 2019). گزارش شده است که نارنگی کلمنولز^۲ پیوند شده روی پایه فورنر-آلکاید ۴۱، بیش‌ترین و روی پایه فورنر-آلکاید ۲۱ و ۴۱۸ کم‌ترین مقدار آنتی‌اکسیدان از نوع آب‌دوست را داشت. از نظر بخش چربی‌دوست، میوه‌های پیوندی روی پایه کاریزوسیترنج بیش‌ترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را داشتند (Legua et al., 2014).

فنل کل

ظرفیت نگهداری مقدار فنل کل روند افزایشی داشت و در میوه پرتقال ناولیت روی هر دو پایه بالاتر بود (جدول ۴). گزارش شده در زمان برداشت، میوه‌های یاشار روی پایه نارنج فنل بیش‌تری (معنادار) داشتند و این برتری طی انبارداری حفظ شد (Fatahi Moghadam et al., 2017). مشایخی و همکاران (۲۰۱۳)، بیش‌ترین مقدار فنل را در پوست پرتقال مارس پیوندی روی پایه رافلمون

ظرفیت نگهداری مقدار کروما و b^* پوست در میوه شاهد تامسون‌ناول بالاتر از هر دو رقم روی هر دو پایه بود. در کل دامنه این دو شاخص بین ۷۲ تا ۸۵ قرار داشت (جدول ۳). میزان زاویه رنگ پوست پرتقال ناولیت روی هر دو پایه در زمان برداشت و طی نگهداری بالاتر از دو رقم دیگر روی هر دو پایه بود (جدول ۳). بالا بودن زاویه رنگ نشانه‌کننده توسعه رنگ روی پوست است (Bassal, 2009). گزارش شده است که نارنگی ماریسول روی پایه کاریزوسیترنج در مقایسه با سیتروملو زاویه رنگ کمی (رنگ‌گیری خوب) داشت (Bassal, 2009). هم‌چنین این حالت در پرتقال واشنگتن ناول و شاموتی (Tuzcu et al., 2004)، کلمانتین نولز (Garcia-Sanchez et al., 2006) روی سیترنج نیز مشاهده شده است. در مقابل، نارنگی فرمونت^۱ بهترین رنگ‌گیری را روی پایه نارنج داشت (Ali, 2002) افزون بر این که میوه‌هایی با کم‌ترین مقدار زاویه رنگ نیز تولید نمود (Bassal, 2009).

بر اساس شاخص CCI مشخص شد که در زمان برداشت پوست پرتقال ناولیت روی هر دو پایه به ویژه پایه سیتروملو منفی بود لیکن طی نگهداری مقدار عددی آن مثبت ولی نزدیک به صفر بود (جدول ۳). در منابع، بهترین شاخص رنگ پوست پرتقال ناول روی پایه‌های ماکروفیلا و ولکامریانا به ترتیب ۱/۸۲ و ۱/۸۳ و نامناسب‌ترین روی پایه گوتو با مقدار ۱/۱۶ گزارش شده است (Legua et al., 2011) که مقدار CCI در این پژوهش بسیار بالاتر از گزارش بالا است. رنگ پوست یکی از صفات بیرونی مهمی است که می‌توان از آن برای قضاوت در مورد زمان بلوغ میوه در مرکبات استفاده کرد. رنگ‌گیری زود یا دیر هنگام با سرعت تخریب کلروفیل و تجمع کاروتنوئید در پوست مرکبات مرتبط است. تغییرات رنگ شدیدی که در طول رسیدن

کسب نمودند هرچند امتیاز پذیرش کل هر دو یکسان بود (شکل‌های ۱ و ۲). میوه ناولیت تولید شده روی پایه سیتروملو از نظر طعم و شیرینی امتیاز بالاتری نسبت به حالت استفاده از پایه C-35 داشت. به استثنای وضعیت ظاهری پوست که امتیاز کم‌تری دریافت نمود در سایر شاخص‌های حسی مشابه حالت استفاده از C-35 بود (شکل ۳).

گزارش نمودند (Mashayekhi *et al.*, 2013). روند افزایش در ترکیب‌های فنلی تا پایان انبار سرد، به دلیل تولید بیش‌تر فنل در مواجهه با تنش دمایی انبار است. بدین‌صورت که ترکیب ال-فنیل آلانین توسط آنزیم PAL به ترانس-سینامیک اسید تبدیل شده که با هیدروکسیلاسیون و یا متیلاسیون این ماده سایر اسیدهای هیدروسینامیک تولید می‌شود (Legua *et al.*, 2014).

ارزیابی ارگانولپتیک

میوه رقم فوکوموتو همانند تامسون‌ناول از نظر وضعیت ظاهر پوست و گوشت، ترشی، عطر و طعم روی پایه C-35 امتیاز بهتری نسبت به میوه همین ارقام روی پایه سیتروملو

Table 3. Peel color indices of three orange cultivars on two rootstocks

Storage time	Rootstock	Variety	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	Chroma	<i>hue</i>	CCI						
1397			65.43	14.64	a*	75.64	77.72	79.50	2.94	a				
1398			64.41	12.13	b	75.48	77.27	80.92	2.50	b				
Harvesting time (0)	Citrumelo	Thomson	64.23	b-e	1.77	fg	73.40	g	73.59	de	88.78	bc	0.30	gh
		Fukumoto	62.79	c-e	23.17	a	73.69	g	77.38	c-e	72.56	h	5.05	ab
		Navelate	65.39	a-e	-4.36	h	66.66	h	67.03	f	94.01	a	-1.12	i
	C-35	Thomson	66.51	a-c	4.40	ef	71.89	g	72.48	e	86.92	cd	0.78	fg
		Fukumoto	63.33	c-e	21.85	a	74.33	e-g	77.60	b-d	73.63	h	4.70	b
		Navelate	61.74	e	-1.35	gh	67.13	h	67.48	f	91.67	ab	-0.61	hi
30	Citrumelo	Thomson	68.11	ab	11.51	b-d	81.98	ab	82.88	ab	82.03	e-g	2.06	c-f
		Fukumoto	61.58	e	24.81	a	73.96	fg	78.94	bc	70.74	h	5.46	ab
		Navelate	65.68	a-e	8.01	c-e	76.73	c-g	77.32	c-e	83.58	d-f	1.49	d-g
	C-35	Thomson	68.05	ab	13.52	bc	80.02	a-d	81.26	a-c	80.38	e-g	2.51	c-e
		Fukumoto	63.07	c-e	24.85	a	75.08	d-g	79.19	bc	71.64	h	5.32	ab
		Navelate	65.27	a-e	7.42	de	77.11	b-g	77.65	b-d	84.67	c-e	1.41	e-g
60	Citrumelo	Thomson	67.04	a-c	15.62	b	83.53	a	85.00	a	79.38	fg	2.80	cd
		Fukumoto	61.60	e	27.31	a	73.13	g	78.11	b-d	69.52	h	6.09	a
		Navelate	68.83	a	9.20	c-e	80.74	a-c	81.34	a-c	83.53	d-f	1.67	d-f
	C-35	Thomson	67.06	a-c	16.12	b	79.28	a-e	80.97	a-c	78.45	g	3.07	c
		Fukumoto	62.10	de	25.56	a	72.39	g	76.86	c-e	70.50	h	5.76	ab
		Navelate	66.17	a-d	11.48	b-d	78.95	a-f	79.82	bc	81.76	e-g	2.19	c-e

* Means values within a column followed by the different letter are significantly different using Tukey's test ($p \leq 0.05$)

Table 4. Chemical characteristics of three orange cultivars on two rootstocks

Storage time	Rootstock	Variety	Antioxidant activity (%)		Total phenol (mg.g ⁻¹ FW)	
Harvesting time (0)	Citrumelo	Thomson	54.22	de*	0.31	d
		Fukumoto	43.99	e	0.21	d
		Navelate	59.15	cd	0.31	d
	C-35	Thomson	56.11	d	0.30	d
		Fukumoto	62.12	a-d	0.30	d
		Navelate	58.87	cd	0.33	d
30	Citrumelo	Thomson	55.99	d	1.05	c
		Fukumoto	59.96	cd	1.27	bc
		Navelate	70.43	a-c	1.11	bc
	C-35	Thomson	61.51	b-d	1.23	bc
		Fukumoto	59.63	cd	1.25	bc
		Navelate	66.34	a-d	1.74	a
60	Citrumelo	Thomson	63.44	a-d	1.17	bc
		Fukumoto	64.04	a-d	0.94	c
		Navelate	72.84	ab	1.18	bc
	C-35	Thomson	63.82	a-d	1.28	bc
		Fukumoto	73.81	a	1.25	bc
		Navelate	70.48	a-c	1.48	ab

* Means values within a column followed by the different letter are significantly different using Tukey's test ($p \leq 0.05$)

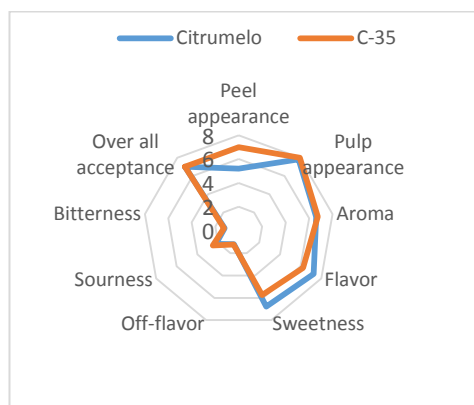


Figure 3. The results of organoleptic evaluation of Navelate fruit on two rootstocks at the end of cool storage (60 days)

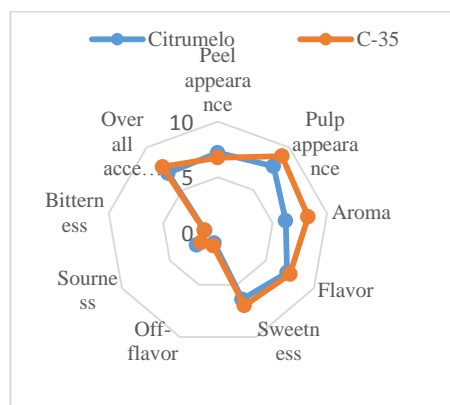


Figure 2. The results of organoleptic evaluation of Fukumoto fruit on two rootstocks at the end of cool storage (60 days)

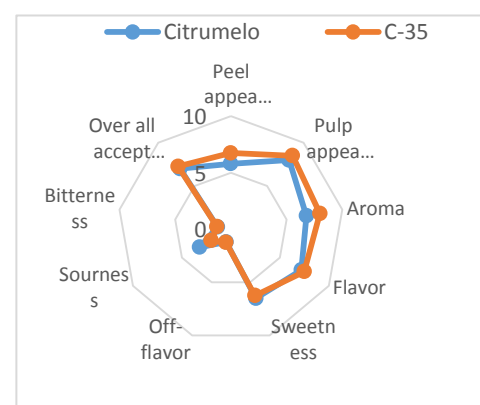


Figure 1. The results of organoleptic evaluation of Thomson fruit on two rootstocks at the end of cool storage (60 days)

شاخص a^* و CCI، میوه ناولیت رنگ‌گیری مناسبی در زمان برداشت نداشت و پایه سیتروملو تاخیر در تغییر رنگ پوست میوه را تشدید نمود. بطور کلی ویژگی‌های ارگانولپتیک میوه روی C-35 بهتر از سیتروملو بود. در نهایت ترکیب پیوندی ناولیت/ C-35 مناسب‌تر از

نتیجه‌گیری

بر اساس نسبت TSS/TA مشخص شد که پرتقال فوکوموتو زودرس و پرتقال ناولیت دیررس است. پایه سیتروملو سبب تشدید دیررسی در میوه ناولیت و پایه C-35 سبب تشدید زودرسی در میوه فوکوموتو شد. بر اساس

ناولیت/سیتروملو بود. برای داشتن میوه زودرس ترکیب
فوکوموتو/ C-35 مناسب است.

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

سپاس‌گزاری

این مقاله از پروژه تحقیقاتی با شماره مصوب ۹۷۰۳۶۹-
۳۳-۰۴۳-۰۶۰-۰ مشترک بین پژوهشکده مرکبات و

References

- A.O.A.C., (2002). Association of official agricultural chemist's official methods of analysis. 12 Ed. Washington, D.C. United States of America.
- Abd El Motty, Z. E., Shahin, M. F. M., & Hagagg, L. F. (2006). Response of 'Valencia' orange trees budded on 'Troyer' citrange and Sour orange to foliar application of some macro and micronutrients. *Journal of Applied Sciences Research*, 2(11), 952-965.
- Abdullah, M. H. R. O., Ch'ng, P. E., & Yunus, N. A. (2012). Some physical properties of Musk Lime (*Citrus microcarpa*). *International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering*, 6(12), 1122-1125.
- Abouzari, A., & Nezhad, N. M. (2016). The investigation of citrus fruit quality. Popular characteristic and breeding. *Acta universitatis agriculturae et silviculturae mendeliana brunensis*, 64(3), 725-740.
- Al-Hosni, A. S., Mustafa, S., Al-Busaidi, K., Al-Jabri, M., & Al-Azri, H. (2008, August). Effects of different citrus rootstocks on growth, yield, quality and granulation of Hamlin orange in Oman. In *IX International Symposium on Integrating Canopy, Rootstock and Environmental Physiology in Orchard Systems 903* (pp. 563-568).
- Ali, G. M. (2002). Effects of four citrus rootstocks on fruit quality and storability of 'Fremont' tangerine. *Tanta University, Journal of Agricultural Research*, 28(3/1), 312-326.
- Al-Jaleel, A., Zekri, M., & Hammam, Y. (2005). Yield, fruit quality, and tree health of 'Allen Eureka' lemon on seven rootstocks in Saudi Arabia. *Scientia horticulturae*, 105(4), 457-465.
- Bassal, M. A. (2009). Growth, yield and fruit quality of 'Marisol' clementine grown on four rootstocks in Egypt. *Scientia Horticulturae*, 119(2), 132-137.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebens Wissen and Technology*, 28, 25-30.
- Cano, A., & Bermejo, A. (2011). Influence of rootstock and cultivar on bioactive compounds in citrus peels. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(9), 1702-1711.
- Chaparro-Zambrano, H. N., Velásquez-Ramirez, H. A., & Orduz-Rodriguez, J. O. (2017). Evaluation of 'Arrayaría' tangerine (*Citrus reticulata* Blanco) grafted onto different rootstocks in tropical lowlands of Colombian Orinoquia, 2005-2011 (second cycle). *Agronomía Colombiana*, 35(1), 29-34.
- de Carvalho, D. U., da Cruz, M. A., Colombo, R. C., Tazima, Z. H., & Neves, C. S. V. J. (2020). Fruit quality of 'Salustiana' seedless oranges during cold storage: effect of carnauba-based wax and rootstocks. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14, 3397-3407.
- Fatahi Moghadam, J., Hashempour A. & Fifaei R. (2019). Improving Quality and Antioxidant Characteristics of Pulp and Peel of Citrus During Storage by Pre-Harvest Spray of Calcium Chloride on Fruit. *Plant Production*, 42(1), 1-14. [In Persian]
- Fatahi Moghadam, J., Seyedghasemi, S. E., & Najafi, K. (2018). Evaluation of physico-biochemical characteristics of Fruits in new varieties of Noushin and Shahin mandarins during storage. *Journal of Horticultural Science*, 31(4), 751-764. [In Persian].
- Fatahi Moghadam, J., Seyedghasemi, S. E., & MohamadAlyan, Y. (2017). Effect of rootstock on fruit quality of Yashar mandarin at harvest time and during storage. *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology*, 18 (2), 177-194. [In Persian]

- Fatahi Moghadam, J., Seyedghasemi, S. E., & Najafi, K. (2018). Evaluation of fruit physico-chemical characteristics of new mandarins Noushin (*Citrus reticulata* cv. Noushin) and Shahin (*Citrus reticulata* cv. Shahin) during different harvesting times. *Plant Production (Scientific Journal of Agriculture)*, 40(4). [In Persian].
- Fatahi Moghadam, J., Seyedghasemi, S. E., Taheri, H., & Najafi, K. (2021). Physicochemical and sensory characteristics and bioactive compounds of khoram mandarin at harvest time and during storage as a newly introduced cultivar. *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology*, 22 (1), 41-54. [In Persian].
- Fattahi, J., Hamidoghli, Y., Fotouhi, R., Ghasemnejad, M., & Bakhshi, D. (2011). Assessment of fruit quality and antioxidant activity of three citrus species during ripening. *South-Western Journal of Horticulture Biology and Environment*, 2(2), 113-128.
- Forner-Giner, M. A., Alcaide, A., Primo-Millo, E., & Forner, J. B. (2003). Performance of 'Navelina' orange on 14 rootstocks in Northern Valencia (Spain). *Scientia Horticulturae*, 98(3), 223-232.
- García-Sánchez, F., Perez-Perez, J. G., Botía, P., & Martínez, V. (2006). The response of young mandarin trees grown under saline conditions depends on the rootstock. *European Journal of Agronomy*, 24(2), 129-139.
- Hassan, Z. H., Lesmayati, S., Qomariah, R., & Hasbianto, A. (2014). Effects of wax coating applications and storage temperatures on the quality of tangerine citrus (*Citrus reticulata*) var. Siam Banjar. *International food research journal*, 21(2).
- Hifny, H. A., Elrazik, A. M., Abdrabboh, G. A., & Sultan, M. Z. (2012). Effect of some citrus rootstocks on fruit quality and storability of washington navel orange under cold storage conditions. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 12(10), 1266-1273.
- Jimenez-Cuesta, M., Cuquerella, J., & Martinez-Javaga, J. M. (1982). Determination of a color index for citrus fruit degreening. In *Proceedings of the International Society of Citriculture/[International Citrus Congress, November 9-12, 1981, Tokyo, Japan; K. Matsumoto, editor]*. Shimizu, Japan: International Society of Citriculture, 1982-1983..
- Kaplankiran, M., Demirkaser, T. H., & Yildiz, E. (2005). The Effects of Some Citrus Rootstocks on Fruit Yield and Quality for Okitsu Satsuma during the Juvenility Period in Dörtyol (Hatay, Turkey) Conditions. *Proceeding of 7th Int. Cong. of Citrus Nurserymen*, 17-21.
- Kluge, R. A., Luiza, M., Jomori, L., Jacomino, A. P., Carolina, M., Vitti, D., & Padula, M. (2003). Intermittent warming in 'Tahiti' lime treated with an ethylene Inhibitor. *Postharvest Biology and Technology*, 29, 195-203.
- Legua, P., Bellver, R., Forner, J., & Forner-Giner, M. A. (2011). Plant growth, yield and fruit quality of 'Lane Late' navel orange on four citrus rootstocks. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 9(1), 271-279.
- Legua, P., Forner, J. B., Hernandez, F. C. A., & Forner-Giner, M. A. (2014). Total phenolics, organic acids, sugars and antioxidant activity of mandarin (*Citrus clementina* Hort. ex Tan.): Variation from rootstock. *Scientia Horticulturae*, 174, 60-64.
- Legua, P., Martinez-Cunenca, M. R., Bellver, R., & Forner-Giner, M. A. (2018). Rootstock's and scion's impact on lemon quality in southeast Spain. *International Agrophysics*, 32(3).
- Machado, F. L. C., de Oliveira, V. S., & da Costa, J. M. (2011). Postharvest quality of grapefruit (*Citrus paradisi* Macf.) produced from initial plantings in Ceará state, Brazil. *Revista Ciencia Agronomica*, 42(4), 965.
- Magwaza, L. S., Mditshwa, A., Tesfay, S. Z., & Opara, U. L. (2017). An overview of preharvest factors affecting vitamin C content of citrus fruit. *Scientia Horticulturae*, 216, 12-21.
- Mashayekhi, K., Sadeghi, H., Akbarpour, V., Atashi, S., Mousavizadeh, S. J., Abshaei, M., & Nazari, Z. (2013). Effect of some citrus rootstocks on the amount of biochemical composition of Parson Brown and Mars Oranges in Jiroft. *Journal of Agricultura; Science and Technology*, 27, 9-17.

- McCollum, T. G., Bowman, K. D., & Castle, W. S. (2002). Effects of rootstock on fruit quality and postharvest behavior of Marsh'grapefruit. In *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* (Vol. 115, pp. 44-46).
- Meyers, K. J., Watkins, C. B., Pritts, M. P., Liu, R. H. (2003). Antioxidant and anti-proliferative activities of strawberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 6887- 6892.
- Morales Alfaro, J., Bermejo, A., Navarro, P., Quiñones, A., & Salvador, A. (2021). Effect of rootstock on Citrus fruit quality: A review. *Food Reviews International*, 1-19.
- Qin, Y., Li, G., Wang, L., Teixeira, J. A., Ye, Z., Feng, Q., & 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., & BahramParvar, M. (2007). Some physical and mechanical properties of kiwifruit. *International Journal of Food Engineering*, 3(6).
- Sharma, R. R., & Saxena, S. K. (2004). Rootstocks influence granulation in Kinnow mandarin (Citrusnobilis× C. deliciosa). *Scientia Horticulturae*, 101(3), 235-242.
- Tavarini, S., Gil, M. I., Tomas-Barberan, F. A., Buendia, B., Remorini, D., Massai, R., ... & Guidi, L. (2011). Effects of water stress and rootstocks on fruit phenolic composition and physical/chemical quality in Suncrest peach. *Annals of Applied Biology*, 158(2), 226-233.
- Tuzcu, Ö., Yildirim, B., & Yesiloglu, T. (2004). Effect of different rootstocks and sectors on fruit yield and its distribution depending to the tree canopy. In *Proc Int Soc Citriculture, X Congress, Agadir, Morocco, February* (pp. 405-408).
- Zekri, M. (2008). Performance of Valencia trees on four rootstocks at high density planting. *Proceeding of the International Society of Citriculture, China*.