

Research Article

Vol. 40, No. 2, Summer 2026, p. 349-366

Influence of Ripening Process on Quantitative and Qualitative Fruit Characteristics of Two Lesser-Known Melon (*Cucumis melo* L.) Accessions

E. SoleimanyFard¹, K. Mashayekhi¹, S. J. Mousavizadeh¹, M. Zarei^{2*}

1- Department of Horticulture Science, Faculty of Plant Production, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Gorgan, Gorgan, Iran

2- Department of Plant Production, Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran

(* - Corresponding author's Email: mehdizarei@gonbad.ac.ir)

Received: 12 July 2025
Revised: 31 August 2025
Accepted: 14 September 2025
Available Online: 14 September 2025

How to cite this article:

SoleimanyFard, E., Mashayekhi, K., Mousavizadeh, S. J., & Zarei, M. (2026). Influence of ripening process on quantitative and qualitative fruit characteristics of two lesser-known melon (*Cucumis melo* L.) accessions. *Journal of Horticultural Science*, 40(2), 349-366. (In Persian).
<https://doi.org/10.22067/jhs.2025.94365.1445>

Introduction

Melon (*Cucumis melo* L., Cucurbitaceae family) is an important commercial fruit crop that is extensively grown throughout the world due to its generally very good adaptation to climate and soil. The quality of melon fruits represents a combination of a wide range of physical characteristics (fruit size, shape, texture, firmness, etc.) and chemical compositions (acidity, sugars, vitamins, phenolic compounds, etc.), which are very important for consumer acceptability and marketability. On the other side, high-quality fruit must be achieved in the field because after harvesting time all fruit attributes can only be preserved, not improved. Hence, harvesting time plays an essential role in determining quality and marketability as well as storage life of melon fruits. Moreover, the accurate determination of harvesting time and ripening stages of melon fruit have widespread application to improve its management. Despite the increasing consumption and the cultivation of various melon accessions in different regions of Iran, the physical characteristics and chemical compositions of some fruit melon accessions (particularly lesser-known accessions) during fruit ripening have not yet been evaluated in detail. With this background, the specific objectives of the study were, primarily, to monitor and compare the changes of physicochemical traits, total phenolics and antioxidant activity of two Iranian melon accessions ('Chaghercheh' and 'Zamcheh') during the ripening process and, secondly, to determine the optimal harvesting time to achieve maximum fruit quality and marketability.

Materials and Methods

In order to evaluate the influence of ripening process on quantitative and qualitative fruit properties of two lesser-known melon accessions ('Chaghercheh' and 'Zamcheh') have grown in Gonbad Kavous, the experiment was conducted according to a factorial design based on a completely randomized design with 4 replicates (five fruits per replication) during two years (2023-2024). The developing fruits were hand-harvested at five different developing stages from 10 days after fruit set up to fruit ripening (namely, 10, 20, 30, 40, and 50 days after fruit set) during June and July. Data from two years were combined and analyzed by Statistical Analysis System (SAS) software using analysis of variance and differences among means were determined for significance at $P \leq 0.05$ using Tukey's test. Pearson correlation analysis was performed to identify the relationship between the different physical and chemical characteristics.



Authors retain the copyright. This is an open access article distributed under [Creative Commons Attribution 4.0 International License \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

<https://doi.org/10.22067/jhs.2025.94365.1445>

Results and Discussion

The findings of this experiment confirmed that there were significant differences among the different harvest times in all measured factors for both accessions. The fresh weight and dimensions of fruit, thickness and percentage of pulp increased throughout fruit ripening and reached to the maximum values at last harvesting stage, while fruit firmness, peel thickness, percentages of peel and seed showed a descending trend in the same period. At full maturation stage, the both melon accessions exhibited the highest total soluble solids and pH, along with the lowest titratable acidity, resulting in the highest maturity index. As the ripening proceeded, levels of ascorbic acid, total phenolics, and antioxidant activity incremented, and reaching the peaks on 30th day after fruit set, but afterward mentioned factors reduced dramatically until the end of the harvesting period. Also, significant differences of all measured parameters were statistically detected among two melon accessions. At full maturation stage, the fruit fresh weight, fruit firmness, total soluble solids, titratable acidity, ascorbic acid, total phenolics, and antioxidant activity were varied from 2438.12 ('Zamcheh') to 2941.17 g ('Chaghercheh'), 14.02 ('Zamcheh') to 20.66 N ('Chaghercheh'), 13.17 ('Chaghercheh') to 15.23 °Brix ('Zamcheh'), 0.59 ('Zamcheh') to 0.79 mg.100 g⁻¹ FW ('Chaghercheh'), 17.80 ('Zamcheh') to 19.47 mg.100 g⁻¹ FW ('Chaghercheh'), 21.34 ('Zamcheh') to 22.48 mg.100 g⁻¹ FW ('Chaghercheh'), and 22.26 ('Zamcheh') to 24.08% ('Chaghercheh'), respectively. Also, the antioxidant activity was positively correlated with total phenolics ($r = 0.936$) and ascorbic acid ($r = 0.869$).

Conclusion

Overall, the data of this study revealed the degree of maturity and the variety are main parameters controlling the quantitative and qualitative characteristics of melon fruit. The both accessions showed identical evolution trends throughout their growth and development. The period between 40 and 50 days after fruit set seemed to be the most active time of fruit ripening in both accessions, which growers can maximize marketability, nutritional value and quality of melon fruit by choosing the ideal harvest. In general, the both accessions are potential source of bioactive compounds and antioxidant activity that can be regarded as an important nutrient for dietary and health of human.

Acknowledgements

The authors would like to acknowledge the Agricultural Sciences and Natural Resources University of Gorgan and Gonbad Kavous University for their cooperation.

Keywords: Antioxidant activity, Growth and development, Physical properties, Total phenolics

تأثیر فرآیند رسیدن بر خصوصیات کمی و کیفی میوه دو توده ملون (*Cucumis melo* L.)

کم تر شناخته شده

الناز سلیمانی فرد^۱ - کامبیز مشایخی^۱ - سید جواد موسوی زاده^۱ - مهدی زارعی^{۲*}

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۴/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۲۳

چکیده

به منظور بررسی تأثیر فرآیند رسیدن بر خصوصیات کمی و کیفی میوه دو توده ملون (*Cucumis melo* L.) کم تر شناخته شده ('چاقرچه' و 'زامچه')، آزمایشی به صورت فاکتوریل برپایه طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار طی دو سال انجام شد. نتایج نشان داد که بین زمان های مختلف برداشت در تمام صفات اندازه گیری شده در هر دو توده تفاوت معنی داری وجود داشت. در هر دو توده، وزن تر، طول و قطر میوه، ضخامت گوشت و درصد گوشت میوه طی دوره رشد و نمو میوه به طور معنی داری افزایش یافتند، در حالی که سفتی بافت میوه، ضخامت پوست، درصد پوست و درصد بذر روند کاهشی معنی داری از خود نشان دادند. همچنین میزان مواد جامد محلول، درجه اسیدی و شاخص طعم طی دوره رسیدگی میوه در هر دو توده به طور معنی داری افزایش یافتند، در حالی که مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون در همین دوره روند کاهشی معنی داری داشت. با پیشرفت رسیدن میوه، سطوح اسید آسکوربیک، فنل کل و فعالیت آنتی اکسیدانی روند افزایشی از خود نشان دادند، به طوری که طی ۳۰ روز پس از تشکیل میوه به حداکثر میزان خود رسیدند، اما پس از آن تا پایان دوره برداشت به طور معنی داری کاهش یافتند. همچنین بین دو توده ملون مورد بررسی در تمامی صفات اندازه گیری شده تفاوت معنی داری وجود داشت، به طوری که بیشترین وزن تر، طول و قطر میوه، سفتی بافت میوه، ضخامت پوست، ضخامت گوشت، درصد پوست، درصد بذر، اسیدیته قابل تیتراسیون، اسید آسکوربیک، فنل کل و فعالیت آنتی اکسیدانی در 'چاقرچه' ثبت گردید. نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان داد که فعالیت آنتی اکسیدانی همبستگی مثبت و بسیار معنی داری با فنل کل ($r = 0.936$) و اسید آسکوربیک ($r = 0.869$) داشت. با توجه به داده ها، درجه رسیدگی و نوع توده، شاخص های اصلی و مهم کنترل کننده خصوصیات کمی و کیفی میوه ملون می باشند. همچنین این نتایج، بینش علمی در مورد زمان برداشت برای به حداکثر رساندن ارزش غذایی و بازارپسندی دو توده ملون ارائه می دهد.

واژه های کلیدی: خصوصیات فیزیکی، رشد و نمو، فعالیت آنتی اکسیدانی، فنل کل

مقدمه

یکی از مهم ترین گونه های تیره کدوئیان *Cucumis melo* L. است. *Cucumis melo* L. گونه ای دیپلوئیدی ($2n = 2x = 24$) با تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی گسترده است که به آن ها ملون^۲ نیز گفته می شود (Grumet et al., 2007). ملون ها به دلیل ارزش اقتصادی و تغذیه ای بالا یکی از میوه های محبوب در جهان است که اغلب در

نواحی نیمه گرمسیری و گرمسیری سراسر جهان کشت می شوند (Wang et al., 2023; Chisari et al., 2008). میوه های ملون حاوی مقادیر قابل توجهی از ویتامین ها، قندهای محلول در آب، کاروتنوئیدها، فلاونوئیدها، ترکیبات فنلی، اسیدهای آمینه، مواد معدنی، فیبرها و سایر مواد مغذی مفید می باشند که برای رژیم غذایی انسان ضروری هستند (Ismail et al., 2010; Koubala et al., 2016; Vishwakarma et al., 2017; Zhang et al., 2020; Manchali et al., 2021; Mallek-Ayadi et al., 2022; Singh et al., 2022). اخیراً، فعالیت های آنتی اکسیدانی، ضد التهابی و ضد میکروبی میوه های ملون نیز گزارش شده است (Ezzat et al., 2019; Wang et al., 2023).

کیفیت میوه های ملون ترکیبی از طیف گسترده ویژگی های فیزیکی (اندازه میوه، شکل، بافت، سفتی و غیره) و ترکیبات شیمیایی

۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۲- گروه تولیدات گیاهی، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران
(*) نویسنده مسئول: mehdizarei@gonbad.ac.ir
<https://doi.org/10.22067/jhs.2025.94365.1445>
1- Melon

مطلوب می‌باشند. با این حال، اکثر مردم ایران و جهان از پتانسیل اقتصادی و تغذیه‌ای این توده‌ها آگاه نمی‌باشند.

با وجود افزایش مصرف و کشت انواع مختلف ملون در مناطق مختلف ایران، هنوز ویژگی‌های فیزیکی و ترکیبات شیمیایی برخی از انواع ملون (به‌ویژه توده‌های کم‌تر شناخته‌شده) طی دوره رشدونمو میوه به‌طور دقیق ارزیابی نشده است. علاوه بر این، تعیین دقیق زمان برداشت و مراحل رسیدن میوه ملون کاربرد گسترده‌ای برای بهبود مدیریت کشت‌وکار (مانند آبیاری، کوددهی، مدیریت آفات و بیماری‌ها و غیره) آن نیز دارد. با این پیشینه، اهداف این تحقیق، ۱) ارزیابی و مقایسه تغییرات خصوصیات کمی و کیفی میوه دو توده ملون کم‌تر شناخته‌شده ایرانی ('زامچه' و 'چاقچه') طی فرآیند رسیدن و ۲) تعیین زمان دقیق برداشت جهت دستیابی به حداکثر کیفیت و بازاریابی میوه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق روی توده‌های 'زامچه' و 'چاقچه' در مزرعه آموزشی و پژوهشی دانشگاه گنبدکاووس طی دو سال (۱۴۰۳-۱۴۰۲) اجرا گردید. این مزرعه در شمال شرقی ایران با طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۱۲ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و ارتفاع ۵۲ متر از سطح دریا قرار دارد. بدین منظور، بذور توده‌های مورد نظر در اواسط فروردین‌ماه در سینی‌های پلاستیکی در گلخانه کشت و پس از تشکیل دو الی چهار برگ حقیقی، گیاهچه‌ها به مزرعه منتقل شدند. گیاهچه‌های هر توده در چهار ردیف ۵۰ متری، با فاصله نیم متر روی ردیف و دو متر بین ردیف‌ها کشت شدند. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش در **جدول ۱** ارائه شده است. گیاهان تحت آبیاری قطره‌ای و روش‌های استاندارد کشت (مانند هرس، تنک کردن، کوددهی و غیره) جهت تولید میوه تجاری پرورش داده شدند. به‌منظور دستیابی به نمونه‌های همگن، تقریباً ۵۰۰ گل در مرحله گل‌دهی کامل برای هر توده علامت‌گذاری و گرده‌افشانی شدند. میوه‌ها در پنج مرحله مختلف رشدونمو شامل ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ روز پس از تشکیل میوه^۳ (با فواصل ۱۰ روز یک‌بار) برداشت شدند. در هر زمان نمونه‌برداری (۲۰ میوه)، میوه‌ها براساس اندازه، شکل، رنگ پوست و عدم وجود لکه به‌صورت دستی جمع‌آوری و بلافاصله پس از برداشت به آزمایشگاه منتقل شدند.

(اسیدیت، قندها، ویتامین‌ها، کاروتنوئیدها، فلاونوئیدها، ترکیبات فرار و غیره) است که جهت بازاریابی و پذیرش مصرف‌کننده بسیار مهم می‌باشد (Miccolis & Saltveit, 1991; Villanueva et al., 2004; Beaulieu & Lea, 2007; Ghanbarian et al., 2007; Güler et al., 2013; Falah et al., 2014; Pontes et al., 2021; Vanoli et al., 2023). از طرف دیگر، کیفیت بالای میوه باید در مزرعه حاصل شود، چرا که پس از برداشت، خصوصیات میوه بهبود نمی‌یابند، بلکه تنها می‌توانند حفظ شوند. بنابراین، زمان برداشت نقش کلیدی در تعیین کیفیت، بازاریابی و همچنین ماندگاری میوه‌های ملون دارد (Villanueva et al., 2004; Seo et al., 2018; Zulfikar et al., 2020; Vanoli et al., 2023). گزارش‌های مختلف نیز تغییرات قابل توجه صفات فیزیکی و ترکیبات شیمیایی میوه انواع مختلف ملون‌ها را طی فرآیند رسیدن نشان داده‌اند (Miccolis & Saltveit, 1991; Villanueva et al., 2004; Burger et al., 2009; Ghanbarian et al., 2007; Beaulieu & Lea, 2007; Chisari et al., 2008; Koubala et al., 2016; Zulfikar et al., 2020; Pontes et al., 2021; Li et al., 2025). این شاخص‌ها می‌توانند اطلاعات مهمی را در اختیار مصرف‌کننده جهت تشخیص میوه‌ای با کیفیت بالاتر قرار دهند. بنابراین، درک این تغییرات در طول دوره رسیدن میوه جهت بهینه‌سازی زمان برداشت برای دستیابی به میوه‌ای با کیفیت و مورد قبول مصرف‌کننده ضروری است.

ایران یکی از تولیدکنندگان و صادرکنندگان مهم ملون در جهان است که به‌دلیل تنوع و کیفیت بالای توده‌های آن شناخته شده است. با این وجود، برخی از توده‌های ملون با منشأ ایرانی مانند 'زامچه'^۱ و 'چاقچه'^۲ به‌خوبی شناخته نشده‌اند. این توده‌ها به‌طور گسترده در استان گلستان (شهرستان گنبدکاووس و ترکمن صحرا) کشت و درآمد مهمی برای کشاورزان محلی محسوب می‌شوند. میوه 'زامچه' با شکل کروی، سطح صاف و براق، رنگ پوست زرد با نوارهای سبز روشن، و رنگ گوشت زرد مایل به کرم مشخص می‌شود. میوه 'چاقچه' تقریباً بیضوی شکل، سطح ناصاف و کمی زبر، رنگ پوست سبز روشن با نوارهای سبز تیره نامنظم، و رنگ گوشت کرم مایل به سبز کم‌رنگ است (**شکل ۱**). هر دو توده در برابر تنش‌های غیرزیستی (تنش خشکی و شوری) و زیستی (از جمله پژمردگی فوزاریومی و سفیدک پودری) مقاوم بوده و عملکرد نسبتاً بالایی دارند. توده‌های 'زامچه' و 'چاقچه' به‌دلیل میوه‌های تازه، ترد، شیرین، خوش طعم و معطر بسیار محبوب بوده، و از این رو برای تازه‌خوری و فرآوری بسیار

2- 'Zamchek'

3- 'Chagherchek'

4- Day after fruit set (DAFS)



شکل ۱- دو توده ملون مورد مطالعه شامل 'زامچه' (سمت راست) و 'چاقرچه' (سمت چپ)
Figure 1- The two melon accessions studied, namely 'Zamcheh' (right) and 'Chaghercheh' (left)

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1- Physical and chemical characteristics of the soil on experimental site

درجه اسیدی	هدایت الکتریکی	ماسه	لای	رس
pH	EC (dS.m ⁻¹)	Sand (%)	Lay (%)	Clay (%)
7.2	3.1	8	64	28
پتاسیم قابل جذب	فسفر قابل جذب	نیترژن کل	کربن آلی	مواد خنثی شونده
Acceptable potassium (ppm)	Acceptable phosphorus (ppm)	Total nitrogen (%)	Organic carbon (%)	Neutralizing agents (%)
356	13.4	0.14	1.44	8.5

وزن تر بیان شدند (AOAC, 2002). درجه اسیدی (pH) با استفاده از pH متر دیجیتال (Model Metrohm 780, Herisau, Switzerland) ثبت گردید. شاخص طعم از تقسیم مواد جامد محلول بر اسیدیته قابل تیتراسیون محاسبه شد.

اسید آسکوربیک، فنل کل و فعالیت آنتی اکسیدانی

اسید آسکوربیک با استفاده از اسپکتروفتومتر^۷ (Model Cecil CE2041, Cambridge, UK) در طول موج ۵۱۲ نانومتر اندازه گیری و نتایج به صورت میلی گرم (اسید آسکوربیک) در ۱۰۰ گرم وزن تر بیان شدند (Rahman et al., 2007). فنل کل به روش فولین سیوکالتیو^۸ تعیین و نتایج به صورت میلی گرم (اسیدگالیک) در ۱۰۰ گرم وزن تر محاسبه گردید (Singleton et al., 1999). فعالیت آنتی اکسیدانی به روش DPPH^۹ در طول موج ۵۱۷ نانومتر توسط اسپکتروفتومتر (Model Cecil CE2041, Cambridge, UK) اندازه گیری شد (Ismail et al., 2009).

آنالیز آماری

این آزمایش به صورت فاکتوریل برپایه طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار (پنج میوه در هر تکرار) طی دو سال (۱۴۰۲-۱۴۰۳) اجرا

خصوصیات فیزیکی

وزن تر میوه ها با استفاده از ترازوی دیجیتال اندازه گیری شد. طول و قطر میوه، طول و قطر حفره داخلی بذر، ضخامت پوست و ضخامت گوشت میوه به وسیله کولیس دیجیتال (Model Mitutoyo, Japan) ثبت گردید. سفتی بافت میوه توسط پنترومتر^۵ دستی (با قطر هشت میلی متر) در چهار طرف استوایی هر میوه تعیین و نتایج به صورت نیوتن بیان شدند (Ghanbarian et al., 2007). پس از جداسازی و توزین پوست، گوشت و بذر میوه و نسبت آن به وزن کل هر میوه به صورت درصد پوست، گوشت و بذر میوه تعیین شدند. درصد رطوبت گوشت با استفاده از توزین وزن معینی از گوشت و قرار دادن در آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد تا رسیدن به وزن ثابت محاسبه گردید (AOAC, 2002).

مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، درجه اسیدی و شاخص طعم

میزان مواد جامد محلول با استفاده از رفاکتومتر^۶ دیجیتال (Model Erma RHB-32, Tokyo, Japan) تعیین و نتایج براساس درجه بریکس گزارش شدند. مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون با استفاده از اسیدسنج دیجیتال (Model GMK 855, South Korea) اندازه گیری و نتایج به صورت میلی گرم (اسیدسیتریک) در ۱۰۰ گرم

7- Spectrophotometer

8- Folin-Ciocalteu

9- 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH)

5- Penetrometer

6- Refractometer

گردید. عامل‌های مورد بررسی شامل زمان برداشت (پنج زمان) و توده (دو توده) بودند. داده‌های آزمایش‌های دو سال برای تجزیه و تحلیل با یکدیگر ترکیب شدند، و با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ آنالیز و مقایسه میانگین‌ها به روش توکی در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. همچنین از همبستگی پیرسون برای شناسایی رابطه بین خصوصیات مختلف فیزیکی و شیمیایی استفاده شد.

نتایج و بحث

خصوصیات فیزیکی

تغییرات وزن تر، طول، قطر و نسبت طول به قطر میوه دو توده ملون طی مراحل مختلف رشد در جدول ۲ ارائه شده است. داده‌های این تحقیق نشان داد که وزن تر میوه در هر دو توده به‌طور معنی‌داری طی دوره رشدونمو افزایش یافت، به‌طوری‌که در 'زامچه' از ۲۹۷/۴۱ به ۲۴۳۸/۱۲ (گرم) و در 'چاقرچه' از ۴۷۱/۵۱ به ۲۹۴۱/۱۷ (گرم) افزایش یافت. در هر دو توده، طول و قطر میوه طی سه زمان اول برداشت به‌طور معنی‌داری افزایش یافتند، درحالی‌که پس از آن تا پایان دوره برداشت روند افزایشی غیرمعنی‌داری داشتند. همچنین نسبت طول به قطر میوه در هر دو توده با پیشرفت رشد میوه روند کاهشی از خود نشان داد. بر این اساس، شکل میوه در هر دو توده با پیشرفت رشد میوه از حالت کشیده به گرد تغییر می‌یابد. نتایج به‌دست‌آمده از تحقیقات اخیر حاکی از وجود روندهای مشابهی برای

وزن تر، طول، قطر و نسبت طول به قطر میوه در سایر توده‌های ملون طی دوره رشدونمو میوه می‌باشند (Miccolis & Saltveit, 1991; Villanueva et al., 2004; Ghanbarian et al., 2007; Ahmed, 2009; Koubala et al., 2016). این مطالعه مطابقت دارد. افزایش فصلی وزن تر و ابعاد میوه، الگوی معمول رشد میوه است که برای بسیاری از محصولات میوه‌ای دیگر نیز صدق می‌کند. مطابق با داده‌ها، هر دو نوع ملون طی دوره رشدونمو میوه، منحنی‌های رشد سیگموئیدی را از خود نشان دادند، که با گزارش‌های مک‌کالوم و همکاران (McCollum et al., 1988) نیز هم‌خوانی دارد. این افزایش‌ها در وزن تر و ابعاد میوه را می‌توان به تقسیم و طولیل شدن سلول‌ها و همچنین تجمع مواد مغذی در میوه‌ها نسبت داد (Ghanbarian et al., 2007; Koubala et al., 2016). طبق جدول ۲، اختلاف معنی‌داری بین دو توده ملون مورد بررسی از نظر وزن تر، طول، قطر و نسبت طول به قطر میوه وجود داشت. با توجه به نتایج، بیشترین وزن تر، طول، قطر و نسبت طول به قطر میوه در توده 'چاقرچه' مشاهده شد. بنابراین، می‌توان گفت که رابطه نزدیکی بین وزن میوه و ابعاد میوه وجود دارد. پونتس و همکاران (Pontes et al., 2021) اظهار داشتند که تغییرات وزن تر، طول، قطر و نسبت طول به قطر میوه ملون به نوع توده آن بستگی دارد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

جدول ۲- تأثیر فرآیند رسیدن بر وزن تر میوه، طول میوه، قطر میوه، نسبت طول به قطر میوه و سفتی میوه دو توده ملون

Table 2- Effect of ripening process on fruit fresh weight (FW), fruit length (FL), fruit diameter (FD), fruit length/diameter (FL/D), and fruit firmness (FF) of two melon accessions

توده‌ها Accessions	روزها پس از تشکیل میوه Days after fruit set	وزن تر میوه FW (g)	طول میوه FL (mm)	قطر میوه FD (mm)	طول/قطر میوه FL/D	سفتی میوه FF (N)
'چاقرچه' 'Chagherche'	10	471.51±28.74 ^{h*}	142.59±7.70 ^c	81.56±4.51 ^f	1.79±0.18 ^a	41.71±2.20 ^a
	20	1266.61±32.67 ^f	181.53±8.95 ^b	124.35±7.19 ^{de}	1.46±0.10 ^b	39.72±1.95 ^{ab}
	30	2158.62±44.09 ^d	225.51±5.81 ^a	167.95±5.69 ^{abc}	1.34±0.08 ^b	35.43±3.13 ^{abc}
	40	2698.06±39.55 ^b	238.80±8.15 ^a	181.49±6.82 ^{ab}	1.32±0.13 ^b	29.25±2.55 ^{cd}
	50	2941.17±29.70 ^a	244.36±8.66 ^a	189.78±8.72 ^a	1.28±0.09 ^{bc}	20.66±2.12 ^{ef}
'زامچه' 'Zamcheh'	10	297.41±28.05 ⁱ	95.58±6.31 ^d	76.83±5.46 ^f	1.25±0.15 ^{bc}	35.48±3.04 ^{abc}
	20	902.87±40.28 ^g	139.60±6.84 ^c	113.67±9.29 ^e	1.23±0.11 ^c	33.09±2.10 ^{bc}
	30	1409.54±27.04 ^e	174.25±8.87 ^b	145.18±6.36 ^{cd}	1.20±0.10 ^c	28.44±3.16 ^{cd}
	40	2125.61±30.09 ^d	187.78±6.93 ^b	159.99±8.61 ^{bc}	1.17±0.06 ^{cd}	22.28±2.64 ^{de}
	50	2438.12±22.64 ^c	190.05±8.63 ^b	164.26±6.97 ^{abc}	1.16±0.08 ^{cd}	14.02±2.10 ^f

داده‌های دو سال با یکدیگر ترکیب شدند.

*در هر ستون میانگین‌هایی (۴۰ میوه) که دارای حروف متفاوت می‌باشند، براساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند.

Data of two years were combined.

*Means of 40 fruits in each column followed by different letters are significantly different ($P \leq 0.05$) based on Tukey test; $\pm$ SD.

۴۱/۷۱ به ۲۰/۶۶ (نیوتن) کاهش یافت. الگوهای مشابهی از روند کاهشی معنی‌دار سفتی بافت میوه طی دوره رسیدگی برای سایر توده‌های ملون نیز گزارش شده است (Miccolis & Saltveit, 1991).

همان‌طور که در جدول ۲ نشان داده شده است، سفتی بافت میوه در هر دو توده طی دوره رشدونمو به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، به‌طوری‌که در 'زامچه' از ۳۵/۴۸ به ۱۴/۰۲ (نیوتن) و در 'چاقرچه' از

از آن تا پایان دوره برداشت روند افزایشی غیرمعنی‌داری داشتند. در مقابل، نسبت طول به قطر حفره داخلی بذر در هر دو توده با پیشرفت رشد میوه، روند کاهشی از خود نشان داد (جدول ۳). نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که ضخامت گوشت میوه طی دوره رشدونمو در هر دو توده به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، درحالی‌که ضخامت پوست روند کاهشی معنی‌داری داشت (جدول ۳). این تغییرات طی مراحل اولیه رشدونمو میوه از ۱۰ تا ۳۰ روز پس از تشکیل میوه قابل توجه بود، درحالی‌که پس از آن روندی نسبتاً تدریجی داشتند. به نظر می‌رسد که این تغییرات بسته به مرحله رسیدن، به‌دلیل افزایش سرعت رشد میوه در زمان‌های فوق‌الذکر باشد. همان‌طور که در جدول ۳ نشان داده شده است، بین دو توده مورد بررسی از نظر طول، قطر و نسبت طول به قطر حفره داخلی بذر، ضخامت پوست و ضخامت گوشت میوه اختلاف معنی‌داری وجود داشت، به‌طوری‌که بیشترین میزان آن‌ها در 'چاقرچه' مشاهده شد. پونتس و همکاران (Pontes et al., 2021) نشان دادند که طول و قطر حفره داخلی بذر و همچنین ضخامت گوشت میوه بین توده‌های ملون به‌طور معنی‌داری متفاوت بود که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

1991; Ghanbarian et al., 2007; Beaulieu & Lea, 2007; Nishiyama et al., 2008). نیشیاما و همکاران (Chisari et al., 2007) اظهار داشتند که سفتی بافت میوه یکی از شاخص‌های مهم رسیدن و کیفیت میوه است، که نقش مؤثری در انتخاب میوه از جانب مصرف‌کننده و همچنین ارزیابی قابلیت نگهداری آن دارد. بیشتر میوه‌ها با شروع فرآیند رسیدن، به‌دلیل از بین رفتن دیواره سلولی میوه، سفتی خود را از دست می‌دهند. چیساری و همکاران (Chisari et al., 2008) نتیجه گرفتند که نرم شدن میوه ملون طی دوره رشدونمو، در نتیجه عملکرد آنزیم‌های تجزیه‌کننده دیواره سلولی مانند پلی‌گالاکتوروناز و پکتین متیل‌استراز است. همچنین نتایج نشان داد که بین دو توده ملون مورد بررسی از نظر سفتی بافت میوه تفاوت معنی‌داری وجود داشت، به‌طوری‌که بیشترین میزان آن در 'چاقرچه' ثبت گردید (جدول ۲). داده‌های حاصل از این مطالعه با یافته‌های گزارش‌شده توسط میکولیس و سالتویت (Miccolis & Saltveit, 1991)، قنبریان و همکاران (Ghanbarian et al., 2007) و چیساری و همکاران (Chisari et al., 2008) مطابقت دارد.

طبق نتایج جدول ۳، طول و قطر حفره داخلی بذر در هر دو توده طی سه زمان نمونه‌برداری اولیه (از ۱۰ تا ۳۰ روز پس از تشکیل میوه) به‌طور معنی‌داری افزایش یافتند، درحالی‌که صفات ذکرشده پس

جدول ۳- تأثیر فرآیند رسیدن بر طول حفره داخلی بذر، قطر حفره داخلی بذر، نسبت طول به قطر حفره داخلی بذر، ضخامت گوشت و ضخامت پوست دو توده ملون

توده‌ها Accessions	روزها پس از تشکیل میوه Days after fruit set	طول حفره داخلی SCL (mm)	قطر حفره داخلی SCT (mm)	طول/قطر SCL/D	ضخامت گوشت PT (mm)	ضخامت پوست PeT (mm)
'چاقرچه' 'Chagherche'	10	118.41±2.08 ^{e*}	59.75±4.10 ^{fg}	1.98±0.08 ^a	20.86±1.92 ^d	2.87±0.04 ^a
	20	138.70±2.92 ^c	82.89±4.88 ^{de}	1.67±0.08 ^{ab}	39.72±1.74 ^c	2.77±0.05 ^{ab}
	30	174.73±2.47 ^b	114.88±5.42 ^{abc}	1.52±0.07 ^{bc}	49.21±1.87 ^b	2.70±0.03 ^b
	40	182.44±2.50 ^{ab}	124.58±6.12 ^{ab}	1.46±0.07 ^{bc}	53.32±1.42 ^{ab}	2.68±0.05 ^b
	50	189.30±2.78 ^a	131.38±5.90 ^a	1.44±0.08 ^{bc}	55.31±1.69 ^a	2.64±0.02 ^{bc}
'زامچه' 'Zamcheh'	10	69.46±2.89 ^g	54.23±4.23 ^g	1.34±0.07 ^{bc}	19.71±1.91 ^d	2.50±0.04 ^{cd}
	20	93.30±3.10 ^f	78.81±4.62 ^{ef}	1.21±0.09 ^c	38.17±1.50 ^c	2.35±0.03 ^{de}
	30	127.76±3.01 ^{de}	94.96±5.34 ^{cde}	1.35±0.08 ^{bc}	48.78±2.09 ^b	2.27±0.04 ^{ef}
	40	133.75±2.69 ^{cd}	103.82±5.87 ^{bcd}	1.30±0.06 ^{bc}	52.72±1.83 ^{ab}	2.21±0.05 ^{ef}
	50	136.46±3.08 ^{cd}	106.17±6.04 ^{bc}	1.28±0.08 ^c	54.05±1.62 ^a	2.18±0.03 ^f

داده‌های دو سال با یکدیگر ترکیب شدند.

*در هر ستون میانگین‌هایی (۴۰ میوه) که دارای حروف متفاوت می‌باشند، براساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند.

Data of two years were combined.

*Means of 40 fruits in each column followed by different letters are significantly different ($P \leq 0.05$) based on Tukey test; $\pm$ SD.

جدول ۴- تأثیر فرایند رسیدن بر وزن تر گوشت، درصد گوشت، وزن تر پوست، درصد پوست، وزن تر بذر، درصد بذر و درصد رطوبت گوشت دو توده ملون
Table 4- Effect of ripening process on pulp fresh weight (PFW), pulp percentage (PP), peel fresh weight (PeFW), peel percentage (PeP), seed fresh weight (SFW), seed percentage (SP), and pulp moisture (PM) of two melon accessions

توده‌ها Accessions	روزها پس از تشکیل میوه Days after fruit set	وزن تر گوشت PFW (g)	درصد گوشت PP (%)	درصد پوست PeFW (g)	وزن تر پوست PeP (%)	درصد بذر SFW (g)	وزن تر بذر SP (%)	درصد رطوبت گوشت PM (%)
'چاقرجه' 'Chagherche'	10	238.87±26.69 ^{ab}	50.63±1.92 ^{ab}	152.10±27.02 ^{de}	32.43±2.04 ^a	80.53±17.35 ^d	16.92±0.98 ^a	93.75±1.82 ^a
	20	708.49±37.89 ^f	55.92±1.47 ^{bc}	395.21±22.45 ^b	31.23±2.31 ^{ab}	162.90±18.35 ^b	12.83±0.92 ^b	92.11±2.03 ^{abc}
	30	1333.80±35.61 ^d	61.78±2.12 ^{cd}	617.57±29.05 ^a	28.61±2.42 ^{abc}	207.25±12.67 ^a	9.60±0.67 ^{cd}	90.72±1.92 ^{abcd}
	40	1825.98±32.34 ^b	67.67±1.77 ^{cde}	632.95±31.58 ^a	23.46±1.80 ^{abcde}	229.12±20.14 ^a	8.49±0.74 ^{de}	88.18±1.96 ^{cde}
	50	2069.09±38.39 ^a	70.34±2.19 ^{cd}	635.56±32.65 ^a	21.61±1.92 ^{cde}	236.52±17.25 ^a	8.04±0.69 ^{def}	84.45±1.78 ^e
'زامچه' 'Zamcheh'	10	188.06±31.24 ^g	63.38±2.05 ^{def}	73.78±20.76 ^e	24.43±2.42 ^{abcd}	35.57±14.91 ^e	12.18±0.83 ^{bc}	94.18±2.10 ^a
	20	604.93±33.80 ^f	66.82±1.50 ^{cde}	202.40±39.67 ^d	22.62±2.19 ^{bcde}	95.53±12.38 ^{cd}	10.55±0.75 ^{bcd}	92.78±2.14 ^{ab}
	30	1002.93±42.71 ^e	71.21±2.09 ^{bc}	300.36±26.66 ^c	21.25±2.03 ^{cde}	106.25±15.36 ^{cd}	7.53±0.63 ^{def}	91.19±1.98 ^{abc}
	40	1624.27±28.89 ^e	76.41±2.10 ^{ab}	369.53±24.93 ^{bc}	17.44±1.87 ^{de}	121.80±19.12 ^e	5.73±0.60 ^{ef}	88.54±1.77 ^{bcd}
	50	1932.79±45.68 ^{ab}	79.40±2.02 ^a	379.41±35.09 ^{bc}	15.56±1.66 ^e	125.91±18.98 ^e	5.17±0.58 ^f	86.28±1.64 ^{de}

داده‌های دو سال با یکدیگر ترکیب شدند.

*مقدار هر ستون میانگین‌هایی (۴۰ میوه) که دارای حروف متفاوت می‌باشند براساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند.

Data of two years were combined.

*Means of 40 fruits in each column followed by different letters are significantly different ($P \leq 0.05$) based on Tukey test; $\pm$ SD.

مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، درجه اسیدی و شاخص طعم

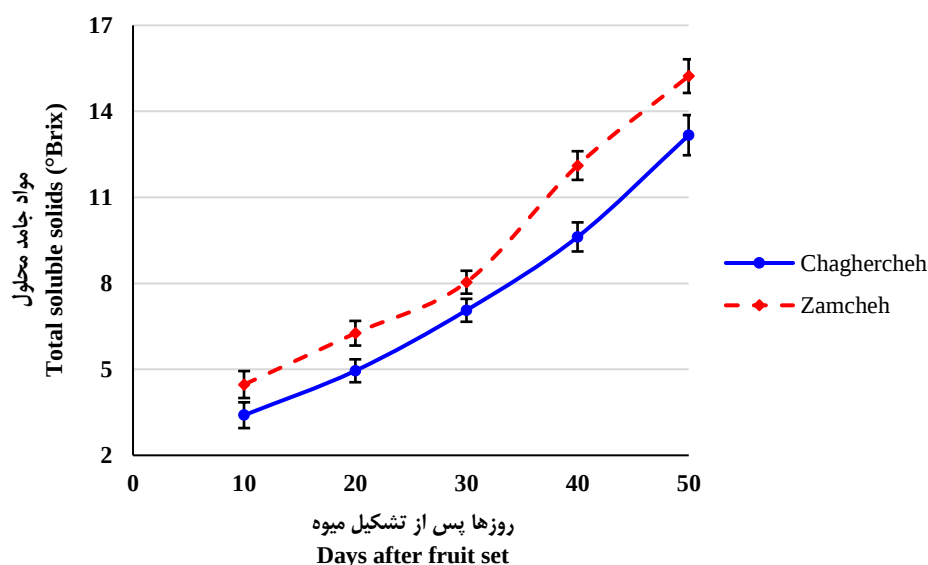
در هر دو توده، افزایش معنی‌داری از نظر مواد جامد محلول طی دوره رشدونمو میوه مشاهده شد، به‌طوری‌که در 'چاق‌رچه' از ۳/۴۰ تا ۱۳/۱۷ (بریکس) و در 'زامچه' از ۴/۴۷ تا ۱۵/۲۳ (بریکس) افزایش یافت (شکل ۲). الگوهای مشابهی از افزایش معنی‌دار مواد جامد محلول طی دوره رسیدگی برای سایر توده‌های ملون نیز گزارش شده است (Miccolis & Saltveit, 1991; Villanueva et al., 2004; Ghanbarian et al., 2007; Beaulieu & Lea, 2007; Chisari et al., 2008; Pontes et al., 2021). این افزایش می‌تواند به‌دلیل هیدرولیز نشاسته به قندهای محلول طی دوره رسیدن میوه باشد.

اسیدیته قابل تیتراسیون در هر دو توده از ۱۰ تا ۳۰ روز پس از تشکیل میوه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، اما پس از آن به‌طور معنی‌داری به سطوح پایین‌تر از مقادیر اولیه خود کاهش یافت (شکل ۳). هم‌چنین هر دو توده، کاهش معنی‌داری در درجه اسیدی از ۱۰ تا ۳۰ روز پس از تشکیل میوه از خود نشان دادند، درحالی‌که پس از آن مقادیر درجه اسیدی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و در پایان دوره برداشت به بالاترین میزان خود رسید (شکل ۴). نتایج به‌دست‌آمده از مطالعات اخیر حاکی از وجود روندهای مشابهی در اسیدیته قابل تیتراسیون و درجه اسیدی طی دوره رشدونمو میوه سایر توده‌های ملون می‌باشد (Villanueva et al., 2004; Ghanbarian et al., 2007; Beaulieu & Lea, 2007; Chisari et al., 2008; Aminah & Anna, 2011; Koubala et al., 2016; Pontes et al., 2021) که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. بورگر و همکاران (Burger et al., 2003) گزارش نموده‌اند که تغییرات اسیدیته قابل تیتراسیون و درجه اسیدی طی دوره رسیدن میوه با تغییرات سطوح اسیدهای آلی مرتبط است. نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق نشان داد که اسیدیته قابل تیتراسیون با درجه اسیدی همبستگی معکوس دارد، که با گزارش‌های قنبریان و همکاران (Ghanbarian et al., 2007) و پونتس و همکاران (Pontes et al., 2021) نیز هم‌خوانی دارد. در هر دو توده، شاخص طعم به‌طور معنی‌داری با پیشرفت رشدونمو میوه افزایش یافت (شکل ۵) که با نتایج مطالعات گذشته مطابقت دارد (Villanueva et al., 2004; Ghanbarian et al., 2007). افزایش شاخص طعم طی دوره رسیدن میوه را می‌توان به افزایش میزان مواد جامد محلول و کاهش سطح اسیدیته قابل تیتراسیون نسبت داد (Miller et al., 2020).

در هر دو توده، درصد گوشت میوه طی دوره رشدونمو به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، درحالی‌که درصد پوست و بذر میوه به‌طور معنی‌داری کاهش یافتند (جدول ۴). گزارش‌های حاصل از تحقیقات اخیر روی توده‌های مختلف ملون حاکی از روند افزایشی درصد گوشت و هم‌چنین روند کاهشی درصد پوست و بذر طی دوره نمو میوه است (Villanueva et al., 2004; Ghanbarian et al., 2007; Koubala et al., 2016) که با نتایج این تحقیق هم‌خوانی دارد. طبق نتایج جدول ۴، تفاوت‌های معنی‌داری بین دو توده ملون از نظر درصد گوشت، پوست و بذر میوه وجود داشت. بیشترین درصد گوشت (میانگین ۷۱/۵۱ درصد) در 'زامچه' ثبت شد، درحالی‌که 'چاق‌رچه' بیشترین درصد پوست (میانگین ۲۷/۴۷ درصد) و بذر (میانگین ۱۱/۱۸ درصد) را به خود اختصاص داد (جدول ۴).

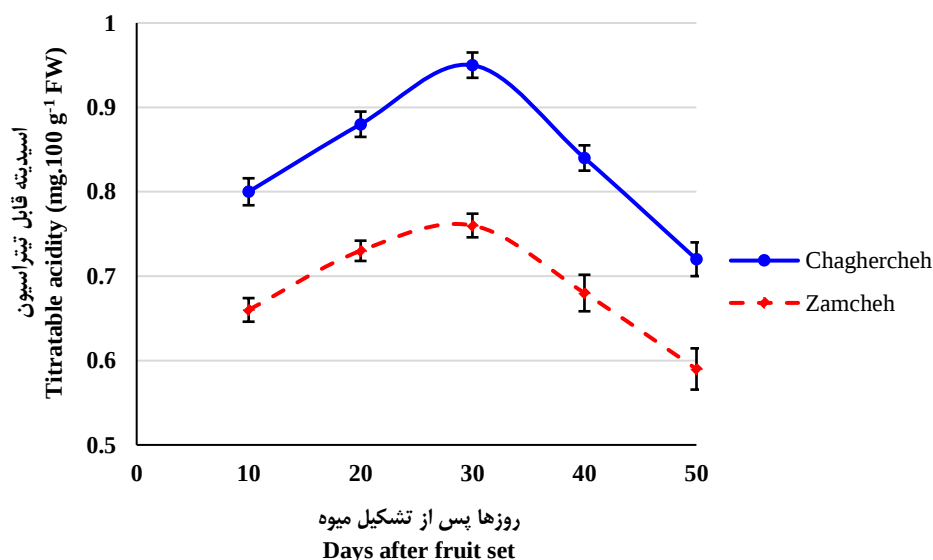
با توجه به داده‌های مشاهده‌شده در این مطالعه، بیش از نیمی از وزن کل میوه در بسیاری از مراحل رشدونمو در هر دو توده مربوط به گوشت میوه بود. به عبارت دیگر، درصد گوشت میوه با درصد پوست و بذر همبستگی معکوس داشت که با نتایج گزارش‌شده توسط ویلانوا و همکاران (Villanueva et al., 2004) و قنبریان و همکاران (Ghanbarian et al., 2007) هم‌خوانی دارد. نتایج این آزمایش تأیید کرد که، درصد رطوبت گوشت طی دوره رشدونمو میوه در هر دو توده به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۴)، که با گزارش‌های محققان قبلی (Villanueva et al., 2004; Ghanbarian et al., 2007; Koubala et al., 2016) مطابقت دارد. این کاهش درصد رطوبت گوشت طی مراحل رسیدن میوه ممکن است به‌دلیل تجمع مواد مغذی ذخیره‌شده در گوشت میوه باشد. هم‌چنین اختلاف معنی‌داری بین دو توده از نظر درصد رطوبت گوشت میوه مشاهده شد و بالاترین میزان آن در 'زامچه' به دست آمد (جدول ۴). نتایج مشابهی از نظر درصد رطوبت گوشت میوه برای سایر توده‌های ملون نیز گزارش شده است (Villanueva et al., 2004; Ghanbarian et al., 2007).

معمولاً اندازه میوه یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های تأثیرگذار در انتخاب مصرف‌کننده و مقبولیت در نگاه اول است، ازاین‌رو 'چاق‌رچه' با داشتن میوه‌های درشت‌تر، برای مصرف تازه‌خوری بیشتر مورد توجه می‌باشد. هم‌چنین میوه‌های 'چاق‌رچه' به‌دلیل سفتی بافت میوه و ضخامت پوست بالاتر، برای حمل‌ونقل به بازارهای دوردست نیز مناسب است. در مقابل، میوه‌های 'زامچه' با داشتن درصد گوشت بالاتر و درصد پوست و بذر کمتر، برای فرآوری و صنعت مواد غذایی بسیار مطلوب است. بنابراین، هر دو توده پتانسیل بالایی جهت توسعه کشت‌وکار در آینده را دارند.



شکل ۲- تأثیر فرآیند رسیدن بر مواد جامد محلول دو توده ملون

Figure 2- Effect of ripening process on total soluble solids of two melon accessions (Tukey, $P \leq 0.05$) (bars = $\pm$ SD)

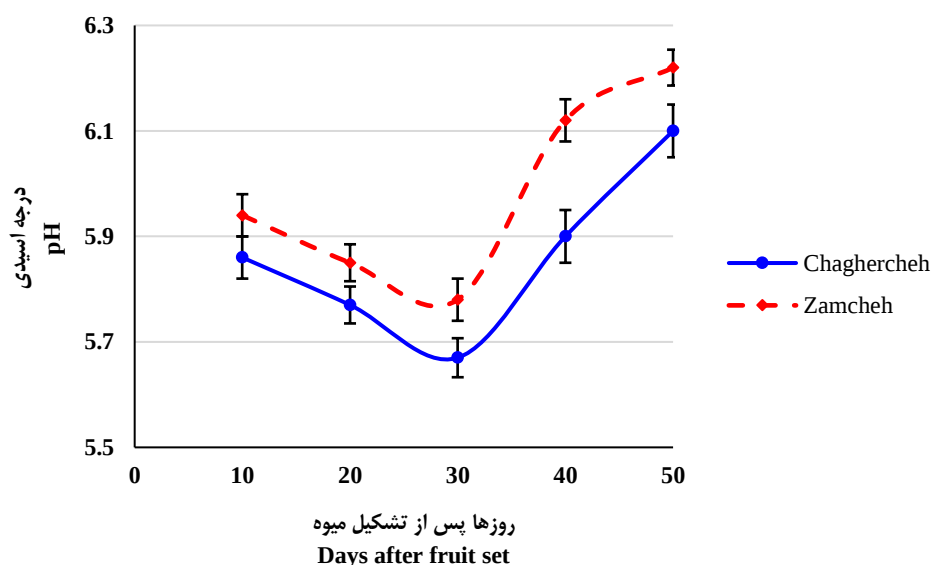


شکل ۳- تأثیر فرآیند رسیدن بر اسیدیته قابل تیتراسیون دو توده ملون

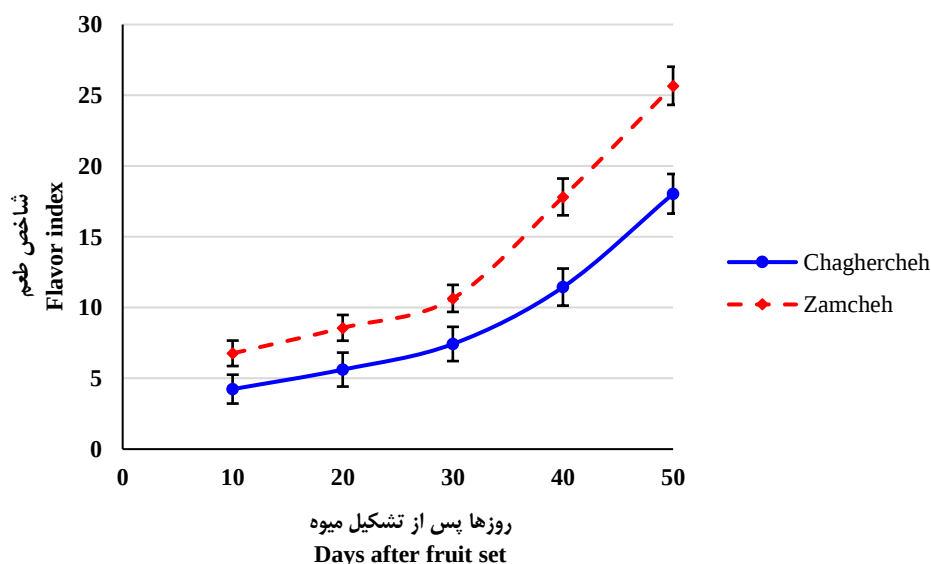
Figure 3- Effect of ripening process on titratable acidity of two melon accessions (Tukey, $P \leq 0.05$) (bars = $\pm$ SD)

Beaulieu & Lea, 2007; Chisari et al., 2008; Tomaz et al., 2009; Kolayli et al., 2010; Aminah & Anna, 2011; Güler et al., 2013; Bianchi et al., 2016; Li et al., 2019; Pontes et al., 2021; Mallek-Ayadi et al., 2022) که با مطالعه حاضر مطابقت دارند. بنابراین، نوع توده در تعیین میزان مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، درجه اسیدی و شاخص طعم میوه ملون نقش مهمی ایفا می‌کند. همچنین با توجه به داده‌ها، هر دو توده مورد بررسی به دلیل داشتن میزان مواد جامد محلول و شاخص طعم بالا و همچنین اسیدیته قابل تیتراسیون و درجه اسیدی پایین، برای مصرف تازه‌خوری و تولید آب‌میوه مناسب می‌باشند.

مطابق با نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعه، بین دو توده مورد بررسی از نظر مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، درجه اسیدی و شاخص طعم تفاوت معنی‌داری وجود داشت. بیشترین میزان مواد جامد محلول، درجه اسیدی و شاخص طعم در 'زامچه' مشاهده شد، درحالی‌که 'چاقرچه' بیشترین میزان اسیدیته قابل تیتراسیون را به خود اختصاص داد (شکل‌های ۲، ۳، ۴ و ۵). تحقیقات اخیر مقادیر متفاوتی از مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، درجه اسیدی و شاخص طعم برای توده‌های مختلف ملون نیز گزارش نموده‌اند (Villanueva et al., 2004, Ghanbarian et al., 2007;)



شکل ۴- تأثیر فرآیند رسیدن بر درجه اسیدی دو توده ملون
Figure 4- Effect of ripening process on pH of two melon accessions (Tukey, $P \leq 0.05$) (bars = $\pm$ SD)

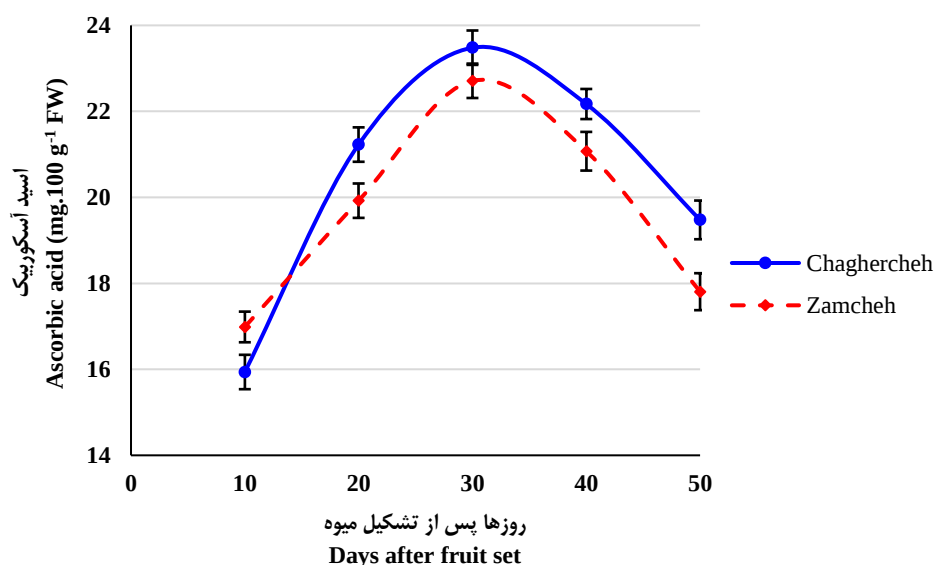


شکل ۵- تأثیر فرآیند رسیدن بر شاخص طعم دو توده ملون
Figure 5- Effect of ripening process on flavor index of two melon accessions (Tukey, $P \leq 0.05$) (bars = $\pm$ SD)

به‌طور معنی‌داری متفاوت بود (شکل ۶). در ۵۰ روز پس از تشکیل میوه، مقدار اسید آسکوربیک در 'چاقرچه' به‌میزان ۱۹/۴۷ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر و در 'زامچه' به‌میزان ۱۷/۸۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر ثبت گردید. مطالعات قبلی نیز مقادیر متفاوتی از اسید آسکوربیک را برای توده‌های مختلف ملون ارائه نموده‌اند (Fundo et al., 2018; Miller et al., 2020; Mallek-Ayadi et al., 2022; Pontes et al., 2021).

اسید آسکوربیک

طی دوره رشدونمو میوه، تفاوت معنی‌داری از نظر میزان اسید آسکوربیک هر دو توده مشاهده شد. در هر دو توده، مقدار اسید آسکوربیک از ۱۰ تا ۳۰ روز پس از تشکیل میوه به‌سرعت افزایش یافت، اما پس از آن تا پایان دوره برداشت روند نزولی نشان داد (شکل ۶). الگوهای مشابهی توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (Beaulieu & Lea., 2007; Koubala et al., 2016; Zulfikar et al., 2020). هم‌چنین غلظت اسید آسکوربیک در هر دو توده



شکل ۶- تأثیر فرآیند رسیدن بر اسید آسکوربیک دو توده ملون

Figure 6- Effect of ripening process on ascorbic acid of two melon accessions (Tukey, $P \leq 0.05$) (bars = $\pm$ SD)

مشاهده شد که این اختلاف ممکن است به دلیل تفاوت در بیان ژن‌های دخیل در سنتز یا متابولیسم اسید آسکوربیک باشد.

فصل کل

با توجه به داده‌های به‌دست‌آمده در این تحقیق، میزان فنل کل طی دوره رشدونمو میوه در هر دو توده به‌طور معنی‌داری تغییر نمود. در هر دو توده با پیشرفت رسیدن میوه، غلظت فنل کل افزایش یافت و در ۳۰ روز پس از تشکیل میوه به اوج خود رسید، اما پس از آن تا پایان دوره برداشت به‌طور قابل توجهی کاهش یافت (شکل ۷). مطالعات اخیر هم‌چنین بیان نموده‌اند که مقدار فنل کل در سایر توده‌های ملون طی دوره رشد میوه به‌طور قابل توجهی متفاوت است (Koubala et al., 2016; Chisari et al., 2008; Aminah & Anna, 2011; Motomura et al., 2018). علاوه بر این، تفاوت معنی‌داری از نظر میزان فنل کل بین دو توده مورد بررسی مشاهده شد، به‌طوری‌که در آخرین مرحله برداشت، میزان فنل کل در 'چاقرچه' (۲۲/۴۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر) بیشتر از 'زامچه' (۲۱/۳۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر) بود (شکل ۷). در تحقیقات اخیر، مقادیر متفاوتی از فنل کل برای توده‌های مختلف ملون نیز گزارش شده است (Chisari et al., 2008; Ismail et al., 2010; Koubala et al., 2016; Miller et al., 2020; Mallek-Ayadi et al., 2022; Wang et al., 2023). این نتایج نشان‌دهنده تأثیر مهم توده در تعیین میزان فنل کل در میوه ملون می‌باشد.

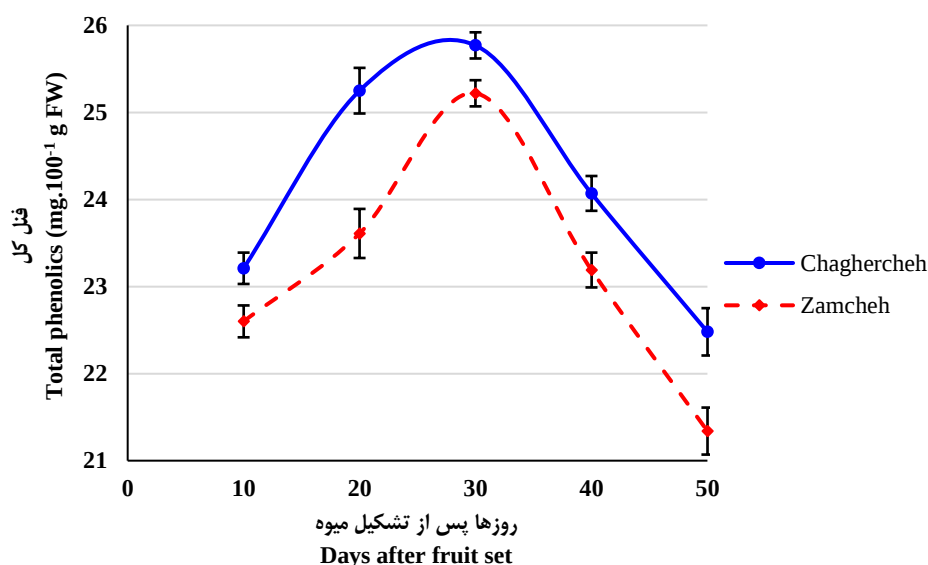
اسید آسکوربیک به دلیل ویژگی آنتی‌اکسیدانی قوی، نقش‌های بیولوژیکی بسیاری را در گیاهان، به‌ویژه به‌عنوان یک جاذب مهم گونه‌های فعال اکسیژن^۱ طی دوره رشدونمو میوه ایفا می‌کند (Zheng et al., 2022; Arabia et al., 2024). گونه‌های فعال اکسیژن در مراحل مختلف رشدونمو میوه از جمله (۱) مرحله آغاز فرآیند رسیدن میوه که با افزایش تنفس میتوکندریایی همراه است، (۲) تبدیل کلروپلاست‌ها به کروموپلاست‌ها که منجر به تغییر رنگ میوه می‌شود، و (۳) مراحل پایانی رسیدن میوه، تولید می‌شوند (Wheeler et al., 2015; Maruta et al., 2016; Munoz & Munne-Bosch, 2018; Decros et al., 2019). از این رو، کاهش محتوای اسید آسکوربیک در مراحل پایانی رسیدن میوه می‌تواند به دلیل افزایش تجمع گونه‌های فعال اکسیژن باشد که باعث اکسیداسیون اسید آسکوربیک می‌شوند. این اکسیداسیون با افزایش بیان آنزیم آسکوربات پراکسیداز^۲ و تبدیل اسید آسکوربیک به اسید مونودهیدروآسکوربیک^۳ و اسید دهیدروآسکوربیک^۴ حاصل می‌شود (Van Aken, 2021; Zheng et al., 2022; Arabia et al., 2024). در واقع، اسید آسکوربیک از طریق فرآیند اکسیداسیون از تولید بیش از حد گونه‌های فعال اکسیژن جلوگیری می‌کند. طبق نتایج، تفاوت معنی‌داری از نظر سطح اسید آسکوربیک بین دو توده

10- Reactive Oxygen Species (ROS)

11- Ascorbate Peroxidase

12- Monodehydroascorbic Acid

13- Dehydroascorbic Acid



شکل ۷- تأثیر فرآیند رسیدن بر فنل کل دو توده ملون

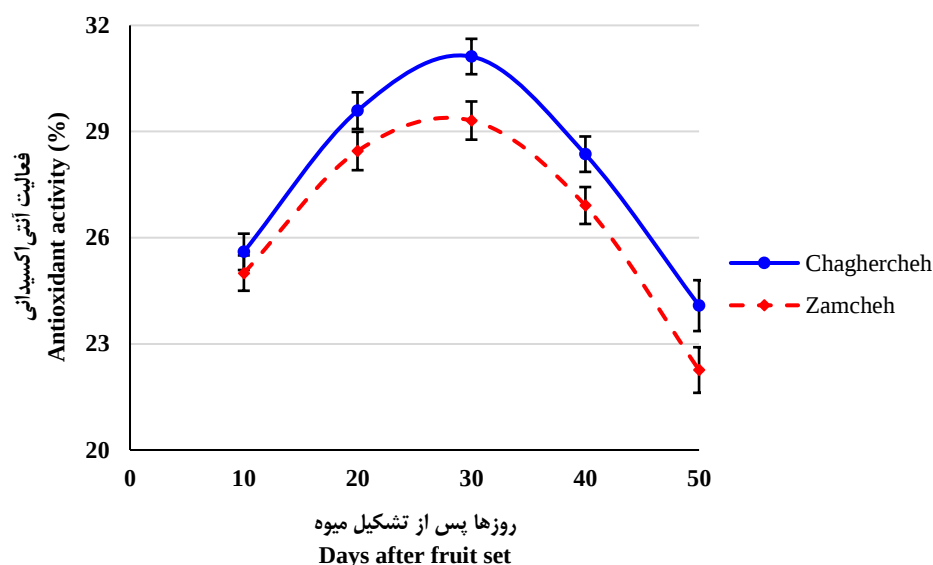
 Figure 7- Effect of ripening process on total phenolics of two melon accessions (Tukey, $P \leq 0.05$) (bars = $\pm$ SD)

فعالیت آنتی اکسیدانی

تغییرات معنی داری از نظر فعالیت آنتی اکسیدانی طی فرآیند رسیدن میوه در هر دو توده ثبت شد، به طوری که فعالیت آنتی اکسیدانی طی سه مرحله اول برداشت (از ۱۰ تا ۳۰ روز پس از تشکیل میوه) روند افزایشی از خود نشان داد، درحالی که پس از آن تا پایان دوره برداشت به طور چشم گیری کاهش یافت (شکل ۸). مطالعات قبلی نشان داده اند که فعالیت آنتی اکسیدانی در طول دوره رشدونمو میوه در سایر توده های ملون نیز به طور قابل توجهی متفاوت بود (Aminah & Anna, 2011; Koubala et al., 2016; Zulfikar et al., 2020). همان طور که در شکل ۸ نشان داده شده است، اختلاف معنی داری بین دو توده از نظر فعالیت آنتی اکسیدانی وجود داشت، به طوری که فعالیت آنتی اکسیدانی در 'چاقرچه' بیشتر از 'زامچه' ثبت گردید. چندین محقق نیز مقادیر متفاوتی از فعالیت آنتی اکسیدانی را برای توده های مختلف ملون گزارش نموده اند (Aminah & Anna, 2011; Maietti et al., 2012; Koubala et al., 2016; Motomura et al., 2018; Zulfikar et al., 2020; Miller et al., 2020; Manchali et al., 2021; Wang et al., 2023). بنابراین می توان گفت که، نوع توده نقش مهمی در میزان فعالیت آنتی اکسیدانی میوه ملون ایفا می کند.

ترکیبات فنلی معمولاً در پاسخ های دفاعی به تنش های زیستی و غیرزیستی در گیاهان نقش دارند (Kumar et al., 2023). علاوه بر این، آن ها نقش های حیاتی در فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف از جمله رشد، باروری، رنگ گیری، عطر و طعم میوه نیز ایفا می کنند (Balasundram et al., 2006). در سال های اخیر، ترکیبات فنلی توجه فرآیندهای را به خود جلب کرده اند، این ترکیبات نه تنها نقش های حیاتی در گیاهان ایفا می کنند، بلکه به دلیل خواص آنتی اکسیدانی، ضد میکروبی و ضد التهابی نیز برای تغذیه و سلامت انسان حیاتی هستند (Dai & Mumper, 2010; Derong et al., 2016; Matsumura et al., 2023). در مراحل اولیه رشد میوه، میزان فنل کل روند صعودی داشت که این افزایش ممکن است به دلیل فعالیت بالای آنزیم فنیل آلانین آمونیا لیاز^۱ باشد که منجر به بیوسنتز فنیل پروپانویید^۲ می شود و در نتیجه به تشکیل ترکیبات فنلی کمک می کند. درحالی که غلظت فنل کل با پیشرفت در رشدونمو میوه کاهش یافت که احتمالاً به دلیل کاهش سنتز ترکیبات فنلی یا افزایش بیان آنزیم های دخیل در کاتابولیسم ترکیبات فنلی و تبدیل آن ها به سایر مواد می باشد (Machado et al., 2013; Zhang et al., 2022). علاوه بر دوره رشدونمو میوه، تفاوت در میزان فنل کل به شدت به توده بستگی داشت که این امر ممکن است به تفاوت در بیوسنتز متابولیت های ثانویه فنلی در هر دو توده مربوط باشد (Wang et al., 2023).

14- Phenylalanine Ammonia-Lyase
15- Phenylpropanoid



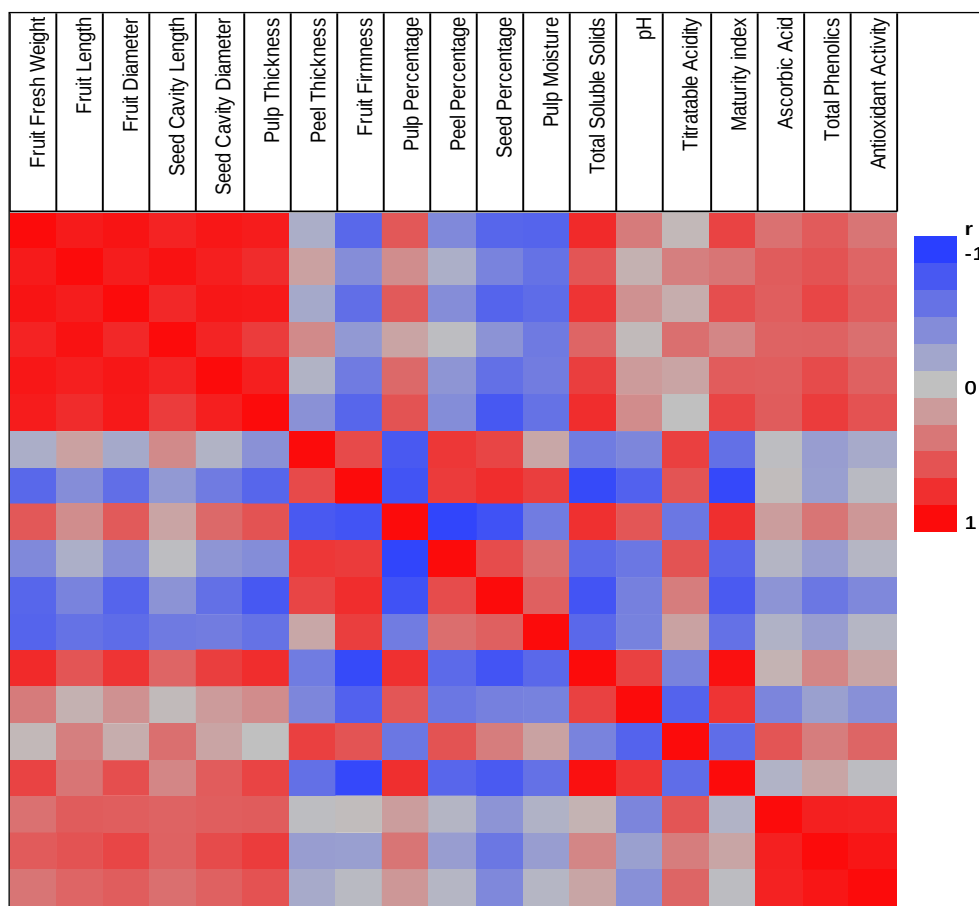
شکل ۸- تأثیر فرآیند رسیدن بر فعالیت آنتی اکسیدانی دو توده ملون
Figure 8- Effect of ripening process on antioxidant activity of two melon accessions (Tukey, $P \leq 0.05$) (bars = $\pm$ SD)

به طور قابل توجهی متفاوت بود که می توان آن را با تفاوت در میزان مواد آنتی اکسیدانی مانند اسید آسکوربیک و ترکیبات فنلی مرتبط دانست.

آنالیز همبستگی

نتایج ضرایب همبستگی پیرسون خصوصیات فیزیکی و شیمیایی دو توده ملون در مراحل مختلف رسیدن (طی دو سال) در شکل ۹ ارائه شده است. وزن تر میوه همبستگی مثبت و بسیار معنی داری با طول میوه ($r = 0.909$)، قطر میوه ($r = 0.948$)، طول حفره داخلی بذر ($r = 0.886$)، قطر حفره داخلی بذر ($r = 0.933$) و ضخامت گوشت ($r = 0.902$) داشت. هم چنین شاخص طعم با مواد جامد محلول ($r = 0.967$) و درجه اسیدی ($r = 0.827$) همبستگی مثبت و معنی داری، در حالی که با اسیدیته قابل تیتراسیون ($r = -0.852$) و سفتی بافت میوه ($r = -0.926$) همبستگی منفی و معنی داری از خود نشان داد. نتایج به دست آمده نشان داد که فعالیت آنتی اکسیدانی با فنل کل ($r = 0.936$) و اسید آسکوربیک ($r = 0.869$) همبستگی مثبت و معنی داری داشت. یافته های مشابهی توسط لی و همکاران (Li et al., 2011)، میلر و همکاران (Miller et al., 2020) و وانگ و همکاران (Wang et al., 2023) گزارش شده است.

آنتی اکسیدان ها، چه طبیعی و چه مصنوعی، مهم ترین ترکیباتی هستند که رادیکال های آزاد را از بین می برند (Zehiroglu & Sarikaya, 2019). آنتی اکسیدان های طبیعی مانند ویتامین ها، کاروتنوئیدها و ترکیبات فنلی، اجزای تشکیل دهنده بسیاری از میوه ها و سبزیجات هستند که اغلب به عنوان یک شاخص مهم برای کیفیت در نظر گرفته می شوند (Shebis et al., 2013; Zehiroglu & Sarikaya, 2019; Miller et al., 2020). آنتی اکسیدان ها به دلیل اثرات چشم گیری که در پیشگیری از بیماری های مختلف ناشی از تنش اکسیداتیو مانند سرطان، کم خونی و بیماری های قلبی-عروقی دارند، توجه فزاینده ای را به خود جلب کرده اند (Vaibhav et al., 2011). داده های این تحقیق تأیید کرد که روند تغییرات فعالیت آنتی اکسیدانی طی دوره رشد و نمو میوه با روند تغییرات در میزان اسید آسکوربیک و فنل کل همخوانی دارد. بنابراین می توان نتیجه گرفت که فعالیت آنتی اکسیدانی با اسید آسکوربیک و فنل کل همبستگی نزدیکی دارد که با گزارش های قبلی نیز مطابقت دارد (Dai & Mumper, 2010; Matsumura et al., 2023). از این رو، بالا بودن فعالیت آنتی اکسیدانی در مراحل اولیه رشد میوه به دلیل افزایش سنتز اسید آسکوربیک و فنل کل می باشد. در حالی که فعالیت آنتی اکسیدانی با پیشرفت در رسیدن میوه روند نزولی از خود نشان داد که احتمالاً مربوط به کاهش میزان اسید آسکوربیک و فنل کل باشد. با توجه به نتایج مشاهده شده در این مطالعه، فعالیت آنتی اکسیدانی بین دو توده



شکل ۹- نقشه حرارتی ضرایب همبستگی پیروسون بین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی دو توده ملون

Figure 9- Heat map of Pearson's correlation coefficients among physical and chemical characteristics of two melon accessions
Gradient color barcodes at the right indicate the minimum value in blue and the maximum in red

نتیجه گیری

جهت صادرات و مصارف داخلی توصیه می‌شود. همچنین هر دو توده منبع بالقوه‌ای از ترکیبات زیست‌فعال و فعالیت آنتی‌اکسیدانی هستند که می‌توانند به‌عنوان یک ماده مغذی مهم برای رژیم غذایی و سلامت انسان در نظر گرفته شوند. در مجموع، مطالعه حاضر مبنای علمی برای ایجاد برنامه‌های برداشت بهینه، تعیین کیفیت میوه، انتخاب توده‌های برتر و مطلوب ملون برای کشت تجاری، توسعه صنعت فرآوری میوه و احتمالاً کمک به اصلاحگران ملون برای ایجاد و مدیریت مجموعه‌های ژرمپلاسم فراهم می‌کند. با این حال، از آنجایی که انواع توده‌های مختلف ملون در ایران وجود دارد که به‌صورت تازه‌خوری یا فرآوری‌شده مصرف می‌شوند، مطالعات بیشتری در مورد خواص فیزیکی و شیمیایی آن‌ها مورد نیاز است.

سپاسگزاری

نویسندگان مراتب قدردانی خود را از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان و دانشگاه گنبدکاووس به‌خاطر همکاری‌هایشان اعلام می‌دارند.

یافته‌های این پژوهش نشان داد که فرآیند رسیدن به‌طور معنی‌داری بر خصوصیات کمی و کیفی میوه ملون تأثیر می‌گذارد. این تغییرات، از زمان تشکیل میوه تا رسیدن آن، به‌وضوح مراحل رشدونمو میوه ملون را نشان می‌دهد. هر دو توده روند تکاملی نسبتاً یکسانی را در طول دوره رشدونمو میوه از خود نشان دادند. به نظر می‌رسد که دوره بین ۴۰ تا ۵۰ روز پس از تشکیل میوه، فعال‌ترین زمان رسیدن میوه در هر دو توده باشد که پرورش‌دهندگان می‌توانند با انتخاب زمان برداشت ایده‌آل، بازارپسندی، ارزش غذایی و کیفیت میوه ملون را به حداکثر برسانند. همچنین بین دو توده ملون مورد بررسی در تمامی صفات اندازه‌گیری‌شده اختلاف معنی‌داری وجود داشت. از آنجایی که هر دو توده مورد ارزیابی در این تحقیق در یک مکان با استفاده از شیوه‌های زراعی مشابه کشت شدند، اختلاف در شاخص‌های مورد بررسی نشان‌دهنده تفاوت ژنتیکی بالا بین دو توده می‌باشد. با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق، هر دو توده به‌دلیل داشتن خصوصیات کمی و کیفی نسبتاً بالا برای کشت‌وکار آینده

References

- Ahmed, O. K. (2009). Evaluation of objective maturity indices for muskmelon (*Cucumis melo*) cv. "Galia". *Journal of King Abdulaziz University-Science*, 21(2), 317-326.
- Aminah, A., & Anna, P. K. (2011). Influence of ripening stages on physicochemical characteristics and antioxidant properties of bitter melon (*Momordica charantia*). *International Food Research Journal*, 18(3), 895-900.
- AOAC. (2002). Official Methods of Analysis. 17th Edition, Association of Official Analytical Chemists, Arlington.
- Arabia, A., Munne-Bosch, S., & Munoz, P. (2024). Ascorbic acid as a master redox regulator of fruit ripening. *Postharvest Biology and Technology*, 207, 112614. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2023.112614>
- Balasundram, N., Sundram, K., & Samman, S. (2006). Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*, 99(1), 191-203. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.07.042>
- Beaulieu, J. C., & Lea, J. M. (2007). Quality changes in cantaloupe during growth, maturation, and in stored fresh-cut cubes prepared from fruit harvested at various maturities. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 132(5), 720-728. <https://doi.org/10.21273/JASHS.132.5.720>
- Bianchi, T., Guerrero, L., Gratacós-Cubarsí, M., Claret, A., Argyris, J., Gracia-Mas, J. & Hortós, M. (2016). Textural properties of different melon (*Cucumis melo* L.) fruit types: Sensory and physical-chemical evaluation. *Scientia Horticulturae*, 201, 46-56. <http://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.01.028>
- Burger, Y., Paris, H. S., Cohen, R., Katzir, N., Tadmor, Y., Lewinsohn, E., & Schaffer, A. A. (2009). Genetic diversity of *Cucumis melo*. *Horticultural Reviews*, 35, 165-198. <http://doi.org/10.1002/9780470527238.ch3>
- Burger, Y., Saar, U., Distelfeld, A., Katzir, N., Yeselson, Y., Shen, S., & Schaffer, A. A. (2003). Development of sweet melon (*Cucumis melo*) genotypes combining high sucrose and organic acid content. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 128(4), 537-540. <http://doi.org/10.21273/JASHS.128.4.0537>
- Chisari, M., Silveira, A. C., Barbagallo, R. N., Spagna, G., & Arte's, F. (2008). Ripening stage influenced the expression of polyphenol oxidase, peroxidase, pectin methylesterase and polygalacturonase in two melon cultivars. *International Journal of Food Science and Technology*, 44(5), 940-946.
- Dai, J., & Mumper, R. J. (2010). Plant phenolics: Extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. *Molecules*, 15, 7313-7352. <https://doi.org/10.3390/molecules15107313>
- Decros, G., Baldet, P., Beauvoit, B., Stevens, R., Flandin, A., Colombi'e, S., Gibon, Y., & P'etiacq, P. (2019). Get the balance right: ROS homeostasis and redox signalling in fruit. *Frontiers in Plant Science*, 10, 1091. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01091>
- Derong, L., Mengshi, X., Jingjing, Z., Zhuohao, L., Baoshan, X., Xindan, L., Maozhu, K., Liangyu, L., Qing, Z., Yaowen, L., Hong, C., Wen, Q., Hejun, W., & Saiyan, C. (2016). An overview of plant phenolic compounds and their importance in human nutrition and management of type 2 diabetes. *Molecules*, 21, 1374. <https://doi.org/10.3390/molecules21101374>
- Ezzat, S. M., Raslan, M., Salama, M. M., Menze, E. T., & El Hawary, S. S. (2019). In vivo anti-inflammatory activity and UPLC-MS/MS profiling of the peels and pulps of *Cucumis melo* var. *Cantalupensis* and *Cucumis melo* var. *Reticulatus*. *Journal of Ethnopharmacology*, 237, 245-254. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2019.03.015>
- Falah, M. A. F., Khuriyati, N., Safitri, R. M., & Revulaningtyas, I. R. (2014). Quality evaluation of fresh and fresh-cut melon (*Cucumis melo* L) fruit in a tropical environment. *International Journal of Agricultural Technology*, 10(5), 1201-1211.
- Fundo, J. F., Miller, F. A., Garcia, E., Santos, J. R., Silva, C. L. M., & Brandão, T. R. S. (2018). Physicochemical characteristics, bioactive compounds and antioxidant activity in juice, pulp, peel and seeds of cantaloupe melon. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12, 292-300. <https://doi.org/10.1007/s11694-017-9640-0>
- Ghanbarian, D., Shojaei, Z. A., Ebrahimi, A., & Yuneji, S. (2007). Physical properties and compositional changes of two cultivars of cantaloupe fruit during various maturity stages. *Iran Agricultural Research*, 25(2), 117-125. <https://doi.org/10.22099/IAR.2008.191>
- Grumet, R., Katzir, N. L., Little, H. A., Portnoy, V., & Burger, Y. (2007). New insights into reproductive development in melon (*Cucumis melo* L.). *The International Journal of Developmental Biology*, 1(2), 253-264.
- Güler, Z., Karaca, F., & Yetisir, H. (2013). Volatile compounds and sensory properties in various melons, which were chosen from different species and different locations, grown in Turkey. *International Journal of Food Properties*, 16(1), 168-179. <https://doi.org/10.1080/10942912.2010.528110>
- Ismail, H. I., Chan, K. W., Mariod, A. A., & Ismail, M. (2010). Phenolic content and antioxidant activity of cantaloupe (*Cucumis melo*) methanolic extracts. *Food Chemistry*, 119, 643-647. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.07.023>

21. Ismail, H. K., Mehmet, A., & Hacer, C. (2009). Antioxidant capacity, total phenolics and some chemical properties of semi matured apricot cultivars grown in Malatya, Turkey. *World Applied Sciences Journal*, 6(4), 519-523.
22. Kolayli, S., Kara, M., Tezcan, F., Erim, F. B., Sahin, H., Ulusoy, E., & Aliyazicioglu, R. (2010). Comparative study of chemical and biochemical properties of different melon cultivars: Standard, hybrid, and grafted melons. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, 9764-9769. <https://doi.org/10.1021/jf102408y>
23. Koubala, B. B., Bassang'na, G., Yapo, B. M., & Raihanatou, R. (2016). Morphological and biochemical changes during muskmelon (*Cucumis melo* var. Tibish) fruit maturation. *Journal of Food and Nutrition Sciences*, 4(1), 18-28. <https://doi.org/10.11648/j.fns.20160401.14>
24. Kumar, K., Debnath, P., Singh, S., & Kumar, N. (2023). An overview of plant phenolics and their involvement in abiotic stress tolerance. *Stresses*, 3, 570-585.
25. Li, F., Xu, B. T., Xu, X. R., Gan, R. Y., Zhang, Y., Xia, E. Q., & Li, H. B. (2011). Antioxidant capacities and total phenolic contents of 62 fruits. *Food Chemistry*, 129, 345-350. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.04.079>
26. Li, J., Ren, D., Lin, T., Yan, W., Su, Z., Zhang, K., Xu, L., Ma, G., & Zhu, P. (2025). Gibberellin-dependent pulp pigmentation in CPPU-induced parthenocarpic melon fruit: Insights from metabolome and transcriptome analysis. *Scientia Horticulturae*, 339, 113851. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2024.113851>
27. Li, M., Han, D., & Liu, W. (2019). Non-destructive measurement of soluble solids content of three melon cultivars using portable visible/near infrared spectroscopy. *Biosystems Engineering*, 188, 31-39. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2019.10.003>
28. Machado, M., Felizardo, C., Fernandes-Silva, A. A., Nunes, F. M., & Barros, A. (2013). Polyphenolic compounds, antioxidant activity and l-phenylalanine ammonia-lyase activity during ripening of olive cv. "Cobrançosa" under different irrigation regimes. *Food Research International*, 51, 412-421. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.12.056>
29. Maietti, A., Tedeschi, P., Stagno, C., Bordiga, M., Travaglia, F., Locatelli, M., Arlorio, M., & Brandolini, V. (2012). Analytical traceability of melon (*Cucumis melo* var. reticulatus): Proximate composition, bioactive compounds, and antioxidant capacity in relation to cultivar, plant physiology state, and seasonal variability. *Journal of Food Science*, 77, C646-C652. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2012.02712.x>
30. Mallek-Ayadi, S., Bahloul, N., Baklouti, S., & Kechaou, N. (2022). Bioactive compounds from *Cucumis melo* L. fruits as potential nutraceutical food ingredients and juice processing using membrane technology. *Food Science and Nutrition*, 10, 2922-2934. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2888>
31. Manchali, S., Murthy, K. N. C., Vishnuvardana, & Patil, B. S. (2021). Nutritional composition and health benefits of various botanical types of melon (*Cucumis melo* L.). *Plants*, 10, 1755. <https://doi.org/10.3390/plants10091755>
32. Maruta, T., Sawa, Y., Shigeoka, S., & Ishikawa, T. (2016). Diversity and evolution of ascorbate peroxidase functions in chloroplasts: more than just a classical antioxidant enzyme. *Plant and Cell Physiology*, 57, 1377-1386. <https://doi.org/10.1093/pcp/pcv203>
33. Matsumura, Y., Kitabatake, M., Kayano, S., & Ito, T. (2023). Dietary phenolic compounds: their health benefits and association with the gut microbiota. *Antioxidants*, 12, 880. <https://doi.org/10.3390/antiox12040880>
34. McCollum, T. G., Huber, D. J., & Cantliffe, D. J. (1988). Soluble sugar accumulation and activity of related enzymes during muskmelon fruit development. *Journal of the American Society of Horticultural Science*, 113(3), 399-403. <https://doi.org/10.21273/JASHS.113.3.399>
35. Miccolis, V., & Saltveit, M. E. J. (1991). Morphological and physiological changes during Fruit growth and maturation of seven melon cultivars. *Journal of the American Society of Horticultural Science*, 116(6), 1025-1029.
36. Miller, F. A., Fundo, J. F., Garcia, E., Santos, J. R., Silva, C. L. M., & Brandao, T. R. S. (2020). Physicochemical and bioactive characterisation of edible and waste parts of "Piel de Sapo" melon. *Horticulturae*, 6(60), 1-10. <https://doi.org/10.3390/horticulturae6040060>
37. Motomura, Y., Sugawara, J., Aikawa, T., Nara, K., & Nishizawa, T. (2018). Changes in free and bound phenolic contents and antioxidant activities of melon flesh dried at different stages of fruit growth. In Proceedings of the 3rd Asia Pacific Symposium on Postharvest Research, Education and Extension (APS), Ho Chi Minh City, Vietnam. pp. 505-510, December.
38. Munoz, P., & Munn'e-Bosch, S. (2018). Photo-oxidative stress during leaf, flower and fruit development. *Plant Physiology*, 176, 1004-1014. <https://doi.org/10.1104/pp.17.01127>
39. Nishiyama, K., Guis, M., Rose, J.K., Kubo, Y., Bennett, K. A., Wangjin, L., Kato, K., Ushijima, K., Nakano, R., Inaba, A., Bouzayen, M., Latche, A., Pech, J. C., & Bennett, A. B. (2007). Ethylene regulation of fruit softening and cell wall disassembly in α larentais melon. *Journal of Experimental Botany*, 58, 1281-1290. <https://doi.org/10.1093/jxb/erl283>

40. Pontes, F. M., Sarmiento, J. D. A., Melo, N. J. D. A., Medeiros, E. V. D., Morais, P. L. D., & Nunes, G. H. D. S. (2021). Physical and chemical properties, pectinases activity, and cell wall pectin of acidulus, momordica, inodorus and cantalupensis melons with different ripening degree at harvest. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 49(2), 12062. <https://doi.org/10.15835/nbha49212062>
41. Rahman, M. M., Rahman Khan, M. M., & Hosain, M. M. (2007). Analysis of vitamin C (ascorbic acid) contents in various fruits and vegetables by UV-spectrophotometry. *Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research*, 42(4), 417-424.
42. Seo, M. H., Tilahun, S., Park, D. S., Melaku, A., & Jeong, C. S. (2018). Effect of ripening conditions on the quality and storability of muskmelon (*Cucumis melo* L.) fruits. *Horticultural Science and Technology*, 36(5), 741-755. <https://doi.org/10.12972/kjhst.20180073>
43. Shebis, Y., Iluz, D., Kinel-Tahan, Y., Dubinsky, Z., & Yehoshua, Y. (2013). Natural antioxidants: Function and sources. *Food and Nutrition Sciences*, 4(6), 643-649. <https://doi.org/10.4236/fns.2013.46083>
44. Singh, J., Metrani, R., Jayaprakasha, G. K., Crosby, K. M., Jifon, J. L., Ravishankar, S., Brierley, P., Leskovar, D. L., Turini, T. A., Schultheis, J., Coolong, T., Guan, W., & Patil, B. S. (2022). Profiling carotenoid and sugar contents in unique *Cucumis melo* L. cultigens harvested from different climatic regions of the United States. *Journal of Food Composition and Analysis*, 106, 104306. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.104306>
45. Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. S. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteau reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152-178. [http://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](http://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)
46. Tomaz, H. V. D., Aroucha, E. M. M., Nunes, G. H. D., Neto, F. B., & Queiroz, R. F. (2009). Postharvest quality of different yellow melon hybrids stored under refrigeration. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 31, 987-994. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452009000400011>
47. Vaibhav, D. A., Arunkumar, W., Abhijit, M. P., & Arvind, S. (2011). Antioxidants as an immunomodulatory: An expanding research avenue. *International Journal of Current Pharmaceutical Research*, 1, 8-10.
48. Van Aken, O. (2021). Mitochondrial redox systems as central hubs in plant metabolism and signaling. *Plant Physiology*, 186, 36-52. <https://doi.org/10.1093/plphys/kiab101>
49. Vanoli, M., Cortellino, G., Picchi, V., Buccheri, M., Grassi, M., Lovat, F., Marinoni, L., Levoni, P., Torricelli, A., & Spinelli, L. (2023). Non-destructive determination of ripening in melon fruit using time-resolved spectroscopy. *Advances in Horticultural Science*, 37(1), 75-82.
50. Villanueva, M. J., Tenorio, M. D., Esteban, M. A., & Mendoza, M. C. (2004). Compositional changes during ripening of two cultivars of muskmelon fruits. *Food Chemistry*, 87, 179-185. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.11.009>
51. Vishwakarma, V. K., Gupta, J. K., & Upadhyaya, P. K. (2017). Pharmacological importance of *Cucumis melo* L.: An overview. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 10(3), 8-12.
52. Wang, Y., Gao, H., Guo, Z., Peng, Z., Li, S., Zhu, Z., Grimi, N., & Xiao, J. (2023). Free and bound phenolic profiles and antioxidant activities in melon (*Cucumis melo* L.) pulp: comparative study on six widely consumed varieties planted in Hainan province. *Foods*, 12, 4446. <https://doi.org/10.3390/foods12244446>
53. Wheeler, G., Ishikawa, T., Pornsaksit, V., & Smirnov, N. (2015). Evolution of alternative biosynthetic pathways for vitamin C following plastid acquisition in photosynthetic eukaryotes. *Elife*, 13(4), e06369. <https://doi.org/10.7554/eLife.06369>
54. Zehiroglu, C., & Sarikaya, S. B. O. (2019). The importance of antioxidants and place in today's scientific and technological studies. *Journal of Food Science and Technology*, 56(11), 4757-4774. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03952-x>
55. Zhang, H., Pu, J., Tang, Y., Wang, M., Tian, K., Wang, Y., Luo, X., & Deng, Q. (2022). Changes in phenolic compounds and antioxidant activity during development of 'Qiangcuili' and 'Cuihongli' fruit. *Foods*, 11, 3198. <https://doi.org/10.3390/foods11203198>
56. Zhang, X., Bai, Y., Wang, Y., Wang, C., Fu, J., Gao, L., Liu, Y., Feng, J., Swamy, M. K., Yogi, M., Rudramurthy, G. R., Purushotham, B., & Deng, Y. (2020). Anticancer properties of different solvent extracts of *Cucumis melo* L. seeds and whole fruit and their metabolite profiling using HPLC and GC-MS. *BioMed Research International*, 24, 5282949. <https://doi.org/10.1155/2020/5282949>
57. Zheng, X., Gong, M., Zhang, Q., Tan, H., Li, L., Tang, Y., Li, Z., Peng, M., & Deng, W. (2022). Metabolism and regulation of ascorbic acid in fruits. *Plants*, 11(12), 1602. <https://doi.org/10.3390/plants11121602>
58. Zulfikar, M., Widya, F. S., Wibowo, W. A., Daryono, B. S., & Widiyanto, S. (2020). Antioxidant activity of melon fruit (*Cucumis melo* L. 'GMP') ethanolic extract. *The 6th International Conference on Biological Science*, 2260(1), 040029. <https://doi.org/10.1063/5.0015748>