

Paper Type: Original Article



## Comparative Evaluation of Some Physiological and Morphological Characteristics of Two Genotypes of Golden kiwifruit (*Actinidia chinensis*)

Fatemeh Vahedi<sup>1</sup>, Mansour Afshar Mohammadian<sup>1\*</sup>, Mahmoud Ghasemnejad<sup>2</sup>, Fatemeh Jamal Omid<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Biology, Faculty of Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

<sup>2</sup>Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran;\*(Corresponding author: a.lohrasbi@uk.ac.ir).

### Citation:

Vahedi, F., Afshar Mohammadian, M., Ghasemnejad, M. & Jamal Omid, F. (2024). Comparative evaluation of some physiological and morphological characteristics of two genotypes of golden kiwifruit (*Actinidia chinensis*); *The quarterly scientific journal of applied biology*, Volume 37 (Issue No.1), PP. 130-142

Received: 2023.05.05

Accepted: 2024.03.11

### Abstract

**Introduction:** kiwifruit is one of Iran's exporting horticultural products with high nutritional value, which is widely cultivated in the north of Iran. It seems that obtaining superior kiwi cultivars through the modification of genotypes is an effective step in increasing the quantitative and qualitative production of the fruit and, as a result, the further prosperity of agriculture and the increase of exports. In this research, it was assumed that there is a difference between the tested genotypes in terms of some biochemical and morphological characteristics; Therefore, considering the high nutritional and economic value of the golden kiwifruit, the aim of this research was comparing some physiological and anatomical indicators related to the nutritional value of kiwifruit in two golden kiwifruit genotypes (Y1) and (Y2).

**Methods:** This study values. For this purpose, factors including the length, width and shape of the fruit, internal tissues of the fruit, hairs and lenses, amount of soluble solids, titratable acid, firmness of the fruit tissue, percentage of dry matter, vitamin C, total phenol content and antioxidant capacity of the two genotypes were investigated.

**Results:** The results of this research showed that the Y2 genotype, except for the fruit taste index, in other characteristics including fruit size, the ratio of the edible flesh of the fruit to its core, the density of individual short hairs and long hairs, as well as in terms of some qualitative and physiological characteristics such as dry matter percentage, fruit texture firmness, vitamin C content, total phenol content and antioxidant capacity had a higher content.

**Conclusion:** Based on the mentioned indicators, it can be said that genotype Y2 has a better commercialization field than the Y1 genotype.

**Keywords:** Nutritional value, trichome, kiwifruit, vitamin C



## ارزیابی مقایسه‌ای برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی دو ژنوتیپ کیوی طلایی (*Actinidia chinensis*)

فاطمه واحدی<sup>۱</sup>، منصور افشار محمدیان<sup>۱\*</sup>، محمود قاسم‌نژاد<sup>۲</sup> و فاطمه جمال امید<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup>گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه گیلان، رشت، ایران  
<sup>۲</sup>گروه باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران  
 (\*نویسنده مسئول: [afshar@guilan.ac.ir](mailto:afshar@guilan.ac.ir))

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۲۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۱۵

### چکیده

**مقدمه:** از نظر اقتصادی، کیوی از جمله محصولات باغی صادراتی ایران با ارزش غذایی بالایی است که در سطح وسیع در شمال ایران کشت می‌شود. به نظر می‌رسد دستیابی به ارقام برتر کیوی از طریق اصلاح ژنوتیپ‌ها، گامی مؤثر در افزایش تولید کمی و کیفی میوه و به تبع آن رونق بیشتر کشاورزی و افزایش صادرات باشد. در این تحقیق، فرض بر این بود که بین ژنوتیپ‌های مورد آزمایش، از نظر برخی ویژگی‌های بیوشیمیایی و ریخت‌شناسی تفاوت وجود دارد؛ لذا با توجه به ارزش غذایی و اقتصادی بالایی میوه کیوی طلایی، هدف از این پژوهش، ارزیابی مقایسه‌ای برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی و آناتومیکی مرتبط با ارزش غذایی کیوی در دو ژنوتیپ کیوی طلایی (Y<sub>1</sub> و Y<sub>2</sub>) بود.

**روش‌ها:** به این منظور، فاکتورهایی از جمله طول، عرض و شکل میوه، بافت‌های درونی میوه، کرک‌ها و عدسک‌ها، میزان مواد جامد محلول، اسید قابل تیتراسیون، سفتی بافت میوه، درصد ماده خشک، ویتامین C، محتوای فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی دو ژنوتیپ مذکور مورد بررسی قرار گرفت.

**یافته‌ها:** نتایج این تحقیق نشان داد که ژنوتیپ Y<sub>2</sub>، بجز شاخص طعم میوه، در ویژگی‌های دیگر از قبیل اندازه میوه، نسبت گوشت خوراکی میوه به مغز آن، تراکم کرک‌های کوتاه و کرک‌های بلند منفرد و همچنین از نظر برخی ویژگی‌های کیفی و فیزیولوژیکی از جمله درصد ماده خشک، سفتی بافت میوه، میزان ویتامین C، محتوای فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی از محتوای بالاتری برخوردار بود.

**نتیجه‌گیری:** بر اساس شاخص‌های مذکور می‌توان گفت که ژنوتیپ Y<sub>2</sub> زمینه تجاری‌سازی بهتری را نسبت به ژنوتیپ Y<sub>1</sub> دارد.

## مقدمه

گیاه کیوی از جنس *Actinidia* و متعلق به خانواده *Actinidiaceae*، گیاهی چند ساله و دوپایه (He et al. 2019)، مخصوص مناطق نیمه‌گرمسیری و بومی جنوب چین می‌باشد. این گیاه دارای بیش از ۷۰ گونه و ۱۰۰ رقم است که در این بین، برخی از ارقام از جمله رقم Hayward از گونه *Actinidia deliciosa* و رقم Hort16A از گونه *Actinidia chinensis*، به دلیل ارزش غذایی و اقتصادی بالا، مورد توجه ویژه تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان قرار گرفته‌اند [1]. بر اساس آمار سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد، میزان تولید میوه کیوی در جهان از حدود ۲/۸ میلیون تن در سال ۲۰۱۰ به حدود ۴/۲۵ میلیون تن در سال ۲۰۲۰ رسیده است. همچنین بر اساس اعلام سازمان مذکور، ایران با تولید نزدیک به ۲۹۰۰۰۰ تن میوه کیوی در سال ۲۰۲۰، بعد از کشورهای چین، نیوزیلند، ایتالیا و یونان، در مقام پنجم جهانی قرار دارد و یکی از تولیدکنندگان عمده و مهم کیوی در جهان محسوب می‌شود [2].

در بین ارقام مختلف گیاه کیوی، تفاوت‌هایی از نظر شکل، اندازه و سایر خصوصیات مورفولوژیکی میوه وجود دارد. از نظر بافت‌شناسی، ۳ نوع بافت در میوه کیوی وجود دارد که از خارج به داخل به ترتیب عبارتند از: پریکارپ خارجی، پریکارپ داخلی و مغز میوه. پوست میوه در اغلب گونه‌ها پوشیده از کرک است. در کیوی، ۲ نوع کرک وجود دارد: ۱. کرک‌های بلند چند سلولی که خود به انواع کرک منفرد و کرک چندتایی تقسیم می‌شوند و ۲. کرک‌های کوتاه تک سلولی که تراکم و نوع کرک‌ها به نوع رقم مربوطه بستگی دارد [3].

میزان مواد جامد محلول ( $SSC^1$ ) که به صورت درصد و یا درجه بریکس ( $^{\circ}Brix$ ) بیان می‌شود، یکی از کلیدی‌ترین و اصلی‌ترین شاخص‌های تعیین زمان برداشت میوه است و برای هر رقم، با توجه به شرایط اکولوژیکی و خصوصیات ویژه رقم مربوطه تعیین می‌شود [4]. میوه کیوی در مقایسه با سایر میوه‌ها، دارای مقدار بالایی از اسیدهای آلی است که ۳-۱ درصد وزن تازه میوه را شامل می‌شوند و شامل انواع اسیدهای آلی است. به منظور دستیابی به طعم قابل قبول و مورد پسند، بررسی برخی خصوصیت‌ها در میوه حائز اهمیت است و یکی از مهم‌ترین خصوصیات، نسبت محتوای مواد جامد محلول بر میزان اسید قابل تیتراسیون است که از آن به عنوان "شاخص طعم" یاد می‌شود [5]. بر این اساس، طعم شیرین میوه، یکی از ویژگی‌های کیفی بسیار مهم در مورد میوه کیوی است. میوه کیوی با ماده خشک بالا (بیش از ۱۶ درصد) نسبت به میوه کیوی با ماده خشک کمتر از این میزان، شیرین‌تر و قابل قبول‌تر برای مصرف‌کنندگان است. بر اساس پژوهش‌های انجام‌شده، میوه با درصد ماده خشک بالاتر در زمان رسیدن میوه، محتوای مواد جامد محلول بالاتری خواهد داشت. به منظور استفاده میوه کیوی در مصارف خانگی و مخصوصاً در صنعت، این میوه خیلی قبل از مرحله رسیدن، برداشت می‌شود؛ یعنی در حالی که میوه نسبتاً سفت و میزان سفتی بافت آن حدود ۹۰-۶۰ نیوتن است [6].

سفتی بافت میوه، شاخصی مهم جهت تعیین کیفیت خوراکی و پتانسیل انبارمانی میوه کیوی است [7]. محتوای کل اسید اسکوربیک، متمایزترین ویژگی تغذیه‌ای کیوی است. مقدار ویتامین C در هر دو گونه تجاری سبز و طلایی میوه کیوی عمده‌تاً زیاد است که البته بر اساس پژوهش‌های انجام‌شده، میزان ویتامین C در ارقام کیوی طلایی، بیشتر از رقم هایوارد است. میزان این ویتامین در رقم هایوارد معمولاً بین ۸۰ تا ۱۲۰ میلی‌گرم در هر ۱۰۰ گرم وزن تازه است، حال آن که مطالعات نشان داده است میزان آسکوربیک‌اسید در رقم Sun Gold، که یکی از ارقام مهم کیوی طلایی محسوب می‌شود، ۱۶۱/۳ میلی‌گرم ویتامین C در هر ۱۰۰ گرم است که تقریباً سه برابر مقدار موجود در پرتقال و توت‌فرنگی بر اساس وزن تازه میوه است [8] و این محتوای بالای ویتامین C، یکی از وجوه تمایز و عوامل بسیار مهم در افزایش بازاریابی ارقام طلایی کیوی از ارقام سبز است.

کیوی حاوی ترکیبات زیست‌فعالی است که برای سلامت انسان اهمیت زیادی دارد که از جمله این ترکیبات، ترکیبات فنلی هستند. نتایج پژوهش Park و همکاران [9] نشان داد که بین میوه‌های مورد بررسی، بیشترین محتوای فنلی کل برای کیوی و بعد از آن به ترتیب آلو قرمز، انبه، سیب، موز، لیمو، پرتقال، هلو قرار داشتند. میزان پلی‌فنل کل برای رقم Hayward کشت شده در پنج باغ در ایتالیا، بین ۹۶-۸۰ میلی‌گرم گالیک‌اسید در ۱۰۰ گرم وزن تازه میوه گزارش شد. اثرات آنتی‌اکسیدانی میوه‌های جنس *Actinidia* به شدت تحت تأثیر غلظت فنل کل و آسکوربیک‌اسید است. در پژوهشی با هدف بررسی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌های مختلف، توت‌فرنگی و کیوی دارای بالاترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی بودند [9]. بر اساس گزارش Latocha و همکاران [10]، فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل میوه کیوی تحت تأثیر گونه‌ها و ارقام است. با توجه به خواص آنتی‌اکسیدانی اثبات شده، مصرف کیوی دارای پتانسیل مهار فرآیندهای اکسیداتیو و در نتیجه اثر پیشگیرانه در برابر بیماری‌هایی از جمله انواع سرطان‌ها می‌باشد.

<sup>1</sup> Soluble solid content

در این تحقیق، فرض بر این بود که بین ژنوتیپ‌های مورد آزمایش، از نظر برخی ویژگی‌های بیوشیمیایی و ریخت‌شناسی تفاوت وجود دارد؛ لذا هدف این پژوهش، ارزیابی مقایسه‌ای برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی و آناتومیکی مرتبط با ارزش غذایی کیوی دو ژنوتیپ کیوی طلائی ( $Y_1$  و  $Y_2$ ) بود.

## مواد و روش‌ها

میوه‌های دو ژنوتیپ کیوی طلائی ( $Y_1$  و  $Y_2$ ) در مهرماه ۱۴۰۰ از باغ تحقیقاتی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان واقع در شهر رشت در مرحله بلوغ میوه برداشت و آزمایش‌ها در ۳ تکرار انجام شدند. طول، قطر بزرگ و کوچک و قطر بافت‌های داخلی میوه‌ها به روش دستی با استفاده از خط‌کش اندازه‌گیری شد. تراکم عدسک‌ها و انواع کرک‌های سطح پوست میوه‌ها در واحد سطح ( $\text{mm}^2$ ) با استفاده از میکروسکپ نوری با بزرگنمایی ۴ و ۱۰ بررسی شد. به این منظور، پس از تعیین مساحت میدان دید با استفاده از نرم‌افزار Image J، تعداد میدان دید بر اساس فرمول زیر تعیین شد:

$$t^2 = 1/\pi \text{ دید میدان}$$

تعیین تراکم عدسک‌ها و کرک‌ها، با استفاده از فرمول زیر انجام شد:

$$\text{mm}^2 \text{ ۱ تعداد میدان دید در } \times \text{ تراکم عدسک‌ها و کرک‌ها} = \text{میانگین تعداد عدسک یا کرک در میدان دید}$$

محتوای جامد محلول هر میوه با استفاده از رفراکتومتر دیجیتالی (مدل EUROMEX RD) اندازه‌گیری شد. تعیین میزان اسید قابل تیتراسیون با استفاده از روش Zhang و همکاران [1] و بر اساس میزان اسید غالب میوه کیوی (سیتریک اسید)، از طریق تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال، انجام شد. به این منظور، با توجه به خاصیت آبیگری سود، جهت تعیین دقیق غلظت سود، ابتدا استانداردسازی سود و سپس تیتراسیون انجام شد. میزان سفتی بافت میوه به وسیله دستگاه پنترومتر مدل GY-3 (قطر پروب ۸ میلی‌متر) اندازه‌گیری شد. به منظور تعیین درصد ماده خشک بر اساس روش [5] برش‌های ورقه‌مانند کیوی از قسمت مرکزی میوه و به قطر ۱-۲ میلی‌متر تهیه و وزن آن‌ها توسط ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری شد. ورقه‌های کیوی به مدت ۴۸ ساعت درون آون (مدل WTE binder) با دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و سپس مجدداً وزن آن‌ها اندازه‌گیری شد. درصد ماده خشک از طریق فرمول زیر تعیین شد:

$$\text{درصد ماده خشک} = \text{وزن تر} / (\text{وزن خشک} \times 100)$$

میزان ویتامین C به روش تیتراسیون با دی‌کلروفنل ایندوفنل اندازه‌گیری و بر حسب میلی‌گرم در صد گرم بافت تازه میوه با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

$$\text{Vit C (mg. } 100^{-1}) = \frac{e \times d \times b}{c \times a} \times 100$$

a: وزن نمونه

b: حجم متاسفرفریک مصرفی برای استخراج

c: حجم محلول برداشت شده جهت تیتراسیون

d: فاکتور رنگ

e: حجم محلول رنگی مصرف شده جهت هر نمونه

برای تعیین میزان فنل کل از روش فولین سیکالچو استفاده شد [11]. به این منظور، پس از تهیه عصاره اتانولی از میوه‌ها، میزان فنل کل در طول موج ۷۲۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر (مدل CamSpec- M501 Single Beam UV/Vis Spectrophotometer) قرائت و از گالیک اسید به عنوان استاندارد در اندازه‌گیری فنل کل استفاده شد. سنجش میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره میوه کیوی، با استفاده از روش خاصیت خنثی‌کنندگی آزاد او ۱ دی فنیل پی-۲-کریل هیدرازیل (DPPH) انجام شد. به این منظور، میزان رادیکال DPPH خنثی‌شده با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر در طول موج ۵۱۵ نانومتر قرائت و درصد ظرفیت آنتی‌اکسیدانی از رابطه زیر محاسبه شد:

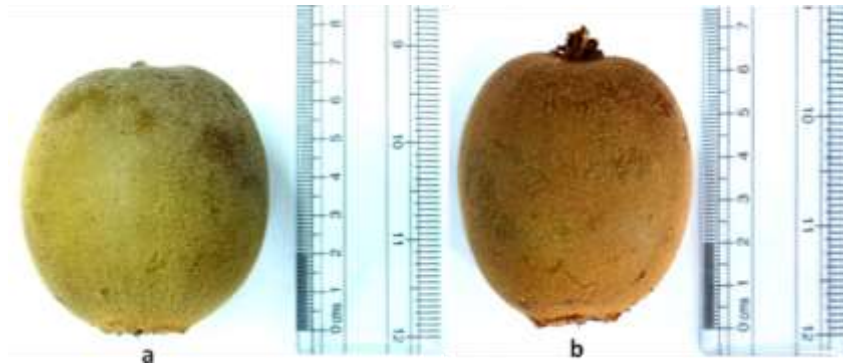
$$\text{DPPHsc} = (\text{Acont} - \text{Asamp}) / \text{Acont} \times 100\%$$

نتایج و داده‌ها، توسط نرم‌افزار آماری SPSS و توسط آزمون T دو طرفه آنالیز شدند و مقایسه معناداری و خطای استاندارد در سطح  $P < 0/05$  بررسی شد.

## نتایج و بحث

## ویژگی‌های مورفولوژیکی و آناتومیکی میوه کیوی

طول، عرض و شکل میوه: تصاویر گرفته‌شده از میوه‌های دو ژنوتیپ  $Y_1$  و  $Y_2$  نشان داد که شکل ظاهری میوه در هر دو ژنوتیپ تقریباً مشابه یکدیگر است و هر دو بیضی‌شکل و پهن هستند (شکل ۱).



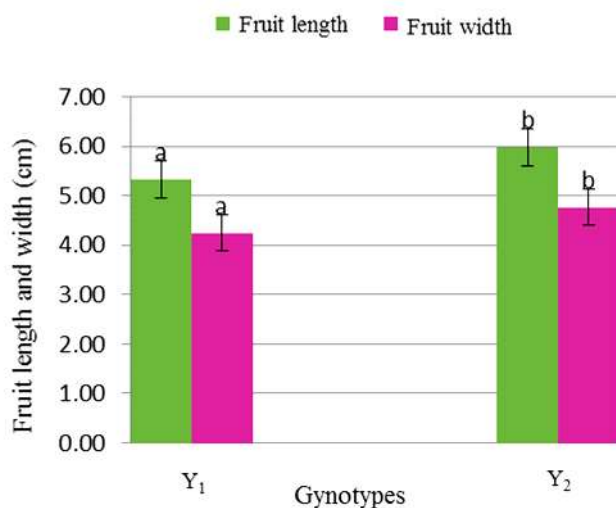
شکل ۱- شکل ظاهری میوه در دو ژنوتیپ  $Y_1$  و  $Y_2$  (a:  $Y_1$  و b:  $Y_2$ )

Figure 1- Morphology of the fruits of  $Y_1$  and  $Y_2$  genotypes (a:  $Y_1$  and b:  $Y_2$ )

نتایج بررسی طول و عرض میوه در شکل ۲ آمده است. بر این اساس، طول و عرض میوه در دو ژنوتیپ مورد بررسی، دارای اختلاف معنادار بودند، ولی ارزیابی شکل میوه اختلاف معناداری را نشان نداد. طول و عرض میوه در ژنوتیپ  $Y_2$  بیشتر از ژنوتیپ  $Y_1$  بود. نسبت طول به عرض میوه در دو ژنوتیپ تقریباً برابر بود و اختلاف معناداری وجود نداشت. چون اختلاف بین دو ژنوتیپ بررسی شده معنی دار نبود، نمودار آورده نشد.

شکل و اندازه میوه در زمان رسیدن نتیجه فرآیند تقسیم سلولی، طویل شدن و تعداد سلول‌های اولیه موجود در تخمدان قبل از گرده‌افشانی است. در پژوهشی، طول و عرض میوه در ارقام هایوارد، هانگ یانگ و Kuitv به ترتیب ۵۵/۵۵ و ۴۸/۹۷، ۴۸/۲۹ و ۴۰ و ۳۲/۹۹ و ۲۵/۸۱ میلی‌متر گزارش شد [12]. فرزام و همکاران [13] طول و عرض میوه هایوارد را به ترتیب ۶۸/۷۵ و ۵۲/۴۶ میلی‌متر اعلام کردند. اندازه میوه تحت تاثیر عوامل مختلفی از جمله نوع تغذیه قرار دارد. میوه‌های درشت‌تر بازارپسندی بیشتری دارند و بر همین اساس، ژنوتیپ  $Y_2$  بازارپسندتر است.

**بافت‌های درونی میوه:** در برش عرضی و طولی میوه‌های هر دو ژنوتیپ مورد بررسی، دو نوع بافت پریکارپ خارجی و داخلی و همچنین مغز میوه مشاهده شد (شکل ۳). قطر پریکارپ خارجی به طور معناداری در ژنوتیپ  $Y_2$  بیشتر از ژنوتیپ  $Y_1$  بود، ولی در مورد قطر پریکارپ داخلی، تفاوت مشهود و معناداری مشاهده نشد و چون اختلاف بین دو ژنوتیپ بررسی شده معنی دار نبود.



شکل ۲- مقایسه طول و عرض میوه در دو ژنوتیپ Y<sub>1</sub> و Y<sub>2</sub> (Y<sub>2</sub>:b و Y<sub>1</sub>:a)

Figure 2- Comparison of the length and width of Y<sub>1</sub> and Y<sub>2</sub> kiwifruit genotypes (a: Y<sub>1</sub> and b: Y<sub>2</sub>)

نمودار آورده نشد. قطر مغز میوه به طور معناداری در ژنوتیپ Y<sub>1</sub> بیشتر از ژنوتیپ Y<sub>2</sub> بود. نسبت مجموع قطر پریکارپ داخلی و خارجی بر قطر مغز میوه، در ژنوتیپ Y<sub>2</sub> بیشتر از ژنوتیپ Y<sub>1</sub> بود و تفاوت معناداری وجود داشت (شکل‌های ۴ و ۵).

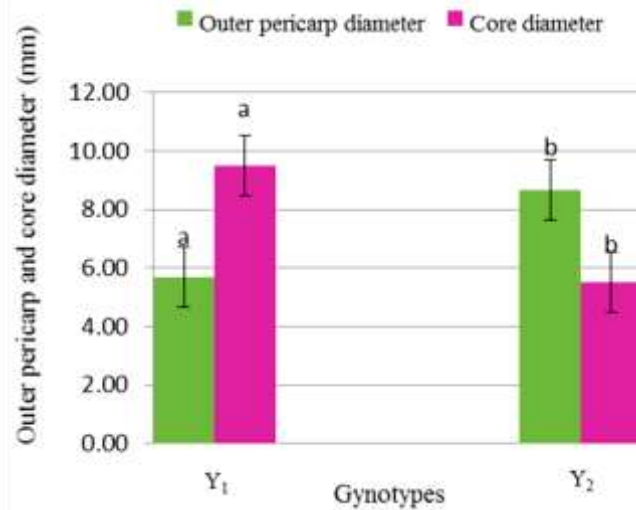
Guo و همکاران [14] وجود سه نوع بافت مذکور در میوه را گزارش کردند. ضخامت این بافت‌ها در ارقام مختلف دارای تفاوت‌هایی است. اختلاف قطر پریکارپ خارجی و مغز میوه بین دو ژنوتیپ مورد بررسی، معنی‌دار بود. بر اساس بررسی‌های انجام شده، هر چه نسبت بافت پریکارپ بر مغز میوه بیشتر باشد، بازارپسندی میوه بیشتر خواهد بود. بنابراین با توجه به اینکه میزان بافت گوشت میوه در ژنوتیپ Y<sub>2</sub> بیشتر بود، میزان بازارپسندی این ژنوتیپ بیشتر خواهد بود.



شکل ۳- برش طولی (L) و عرضی (C) میوه کیوی در دو ژنوتیپ Y<sub>1</sub> (a) و Y<sub>2</sub> (b)

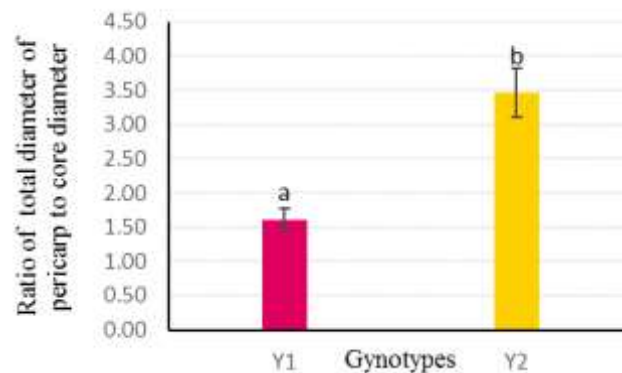
(IP: Inner pericarp: پریکارپ داخلی - OP: Outer pericarp: پریکارپ خارجی - Core: مغز میوه)

Figure 3- Cross (C) and longitudinal (L) section of kiwifruit of Y<sub>1</sub> and Y<sub>2</sub> genotypes (a: Y<sub>1</sub> and b: Y<sub>2</sub>)



شکل ۴- مقایسه قطر پریکارپ خارجی و مغز میوه در دو ژنوتیپ Y<sub>1</sub> و Y<sub>2</sub> (a: Y<sub>1</sub> و b: Y<sub>2</sub>)

Figure 4- Comparison of outer pericarp and core diameter in Y<sub>1</sub> and Y<sub>2</sub> genotypes (a: Y<sub>1</sub> and b: Y<sub>2</sub>)



شکل ۵ - مقایسه نسبت مجموع قطر بافت پریکارپ بر قطر مغز میوه در دو ژنوتیپ Y<sub>1</sub> و Y<sub>2</sub> (a: Y<sub>1</sub> و b: Y<sub>2</sub>)

Figure 5. Comparison of the ratio of total diameter of pericarp to core diameter in Y<sub>1</sub> and Y<sub>2</sub> genotypes (a: Y<sub>1</sub> and b: Y<sub>2</sub>)

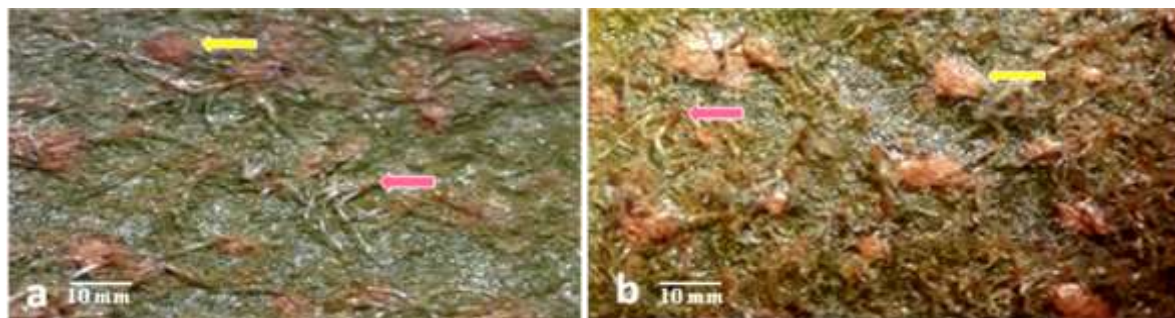
ویژگی‌های سطح پوست میوه: در بررسی سطح پوست میوه کیوی در هر دو ژنوتیپ، دو نوع کرک بلند و کوتاه مشاهده شدند که هر دو نوع کرک از نظر ظاهری، از نوع کرک ساده بودند، ولی کرک‌های بلند، چند سلولی و در انواع مختلف منفرد و چند انشعابی وجود داشتند؛ در صورتی که کرک‌های کوتاه، تک سلولی و منفرد بودند. تراکم کرک‌های کوتاه در یک میلی‌متر مربع در ژنوتیپ Y<sub>2</sub> بیشتر از ژنوتیپ Y<sub>1</sub> بود (۴/۲۹ در مقابل ۱/۰۲) و بخش زیادی از سطح پوست را پوشش می‌دادند. در ژنوتیپ Y<sub>1</sub>، کرک‌های بلند منفرد و دو تا پنج انشعابی وجود داشتند، در حالی که در ژنوتیپ Y<sub>2</sub>، کرک‌های چهار و پنج انشعابی مشاهده نشدند. در بین انواع کرک‌های بلند در ژنوتیپ Y<sub>1</sub>، بیشترین تراکم مربوط به کرک‌های بلند دو انشعابی بود. تراکم کرک‌های بلند منفرد در ژنوتیپ Y<sub>2</sub> دو برابر بیشتر از ژنوتیپ Y<sub>1</sub> بود. نسبت کل کرک‌های بلند بر کرک‌های کوتاه در ژنوتیپ Y<sub>1</sub>، حدود ۵ برابر بیشتر از این نسبت در ژنوتیپ Y<sub>2</sub> بود (۱/۱۲ در برابر ۰/۲). همچنین نسبت کل کرک‌های چندانشعابی بر کرک‌های منفرد نیز در ژنوتیپ Y<sub>1</sub> بیشتر از این نسبت در ژنوتیپ Y<sub>2</sub> بود. در بررسی ساختار پوست میوه در این دو ژنوتیپ، علاوه بر کرک‌ها، عدسک‌ها نیز مشاهده شدند. در هر دو ژنوتیپ، عدسک‌ها به رنگ قهوه‌ای روشن، بیضی‌شکل، تا حدودی برجسته و از تراکم نسبتاً مشابهی برخوردار بودند (شکل ۶).

کرک‌های موجود بر روی پوست میوه کیوی، از نوع کرک‌های محافظتی هستند. Sutherland و Hallett [15] گزارش کردند بر روی پوست میوه کیوی، دو نوع کرک وجود دارد: کرک‌های بلند چند سلولی و کرک‌های کوتاه تک سلولی که در بررسی انجام شده در این پژوهش نیز مشاهده شدند. کرک‌های بلند متشکل از حدود ۸-۷ سلول بودند در صورتی که کرک‌های کوتاه، تنها از یک سلول تشکیل شده بودند.



کرک‌ها، علاوه بر محافظت از میوه در مقابل خورده‌شدن توسط حشرات، نقش‌های محافظتی دیگری نیز دارند. کرک‌ها با بازتاب نور خورشید، میزان تبخیر آب از سطح برگ و پوست میوه‌ها را کاهش می‌دهند. از طرف دیگر، با ایجاد یک لایه ایستایی بر روی میوه، مانع از دور شدن مولکول‌های سطحی آب از اطراف برگ‌ها و پوست میوه می‌شوند و از این طریق نیز به حفظ آب برگ و میوه کمک می‌کنند [16]. با عنایت بر نقش‌های مهم کرک‌ها در حفاظت از میوه، بدیهی است هر چه میوه دارای کرک متراکم‌تری باشد، آب میوه بهتر و بیشتر حفظ خواهد شد و در سالم‌ماندن میوه و جلوگیری از چروکیدگی پوست میوه در طول دوره انبارمانی تاثیر به‌سزایی خواهد داشت. وجود کرک‌های چند تایی و منشعب، راهکاری مهم و نقطه قوتی جهت افزایش تراکم کرک‌ها در واحد سطح است. با عنایت به این نکته، ژنوتیپ  $Y_1$  که دارای کرک‌های ۴ و ۵ انشعابی بود، از این نظر، انتظار می‌رود توانایی بیشتری جهت حفظ آب میوه داشته و دوره انبارمانی میوه از نظر کیفی و کمی بیشتر شود.

بر اساس نتایج پژوهش‌های پیشین و همچنین تحقیقات Hallett و Sutherland [3]، در سطح پوست میوه کیوی عدسک‌ها نیز وجود دارند که در تبادل گازها نقش ایفا می‌کنند. در گونه‌های مختلف گیاه کیوی، تفاوت‌هایی از نظر شکل و تراکم عدسک‌ها وجود دارد. در پژوهش حاضر، در هر دو ژنوتیپ بررسی شده، عدسک‌ها به رنگ قهوه‌ای روشن، بیضی شکل و با تراکم مشابه وجود داشتند و از این نظر تفاوت معنی داری بین دو ژنوتیپ بررسی شده وجود نداشت.



شکل ۶ - سطح پوست میوه در دو ژنوتیپ  $Y_1$  (a) و  $Y_2$  (b) با استفاده از لوپ (مقیاس در هر دو تصویر، ۱ سانتی‌متر است). فلش صورتی: کرک سه انشعابی، فلش زرد: عدسک

Figure 6- Fruit skin surface in  $Y_1$  (a) and  $Y_2$  genotypes (b) using a loop (scale bar in both images is 1 cm). Pink arrow: three-branched trichome, yellow arrow: lenticel

جدول ۱- مقایسه تراکم انواع کرک و عدسک در ۱ میلی‌متر مربع پوست میوه دو ژنوتیپ  $Y_1$  و  $Y_2$

Table 1- Comparison of density of trichome and lenticle in  $1 \text{ mm}^2$  of fruit skin in  $Y_1$  and  $Y_2$  genotypes

Trichome or Lenticle	$Y_1$	$Y_2$
Short trichome	1.02	4.29
Single long trichome	0.15	0.3
Two branched long trichome	0.36	0.28
Three branched long trichome	0.3	0.29
Four branched long trichome	0.19	0
Five branched long trichome	0.13	0
Lenticle	1.18	1.16
The total ratio of long trichomes to short trichomes	1.12	0.2
The total ratio of multiple trichomes to single hairs	2.14	1.89



## ویژگی‌های کیفی و فیزیولوژیکی میوه

محتوای مواد جامد محلول (SSC): میزان مواد جامد محلول (Soluble Solid Content) که بر حسب واحد بریکس بیان می‌شود، در ژنوتیپ  $Y_1$  بیشتر از ژنوتیپ  $Y_2$  بود (به ترتیب ۱۰/۹۵ در برابر ۱۰/۴۰)، چون اختلاف بین دو ژنوتیپ بررسی شده معنی دار نبود، نمودار آورده نشد.

محتوای مواد جامد محلول ارقام طلایی میوه کیوی در زمان برداشت حدود ۱۴-۹ درجه بریکس گزارش شده است، این در حالی است که رقم هایوارد با SSC حدود ۶/۲ درجه بریکس برداشت می‌شود [17]. Kwack و همکاران میزان مواد جامد محلول در ارقام هایوارد و Hort16A را در زمان برداشت، ۱۳/۹ گزارش کردند [18]. Yuliarti و همکاران گزارش کردند میزان درجه بریکس در رقم Hort16A، در زمان برداشت، ۱۶/۰۸ بود [19]. Shiri و همکاران [11] میزان مواد جامد محلول رقم هایوارد را در زمان برداشت، ۷/۵۲ درجه بریکس گزارش کردند، در حالی که Kim و همکاران [20] میزان مواد جامد محلول در رقم هایوارد را ۱۰/۴ درصد گزارش دادند. همچنین Li و همکاران [12] میزان مواد جامد محلول برای ارقام هایوارد، Hangyang و Kuilv را به ترتیب ۸/۲۳، ۸/۸۵ و ۸/۵ گزارش کردند. پژوهش‌ها نشان داده که میوه‌هایی که با میزان SSC بالاتری برداشت می‌شوند، توانایی انبارمانی بیشتری دارند و از طرفی، میوه‌هایی که با SSC (محتوای مواد جامد محلول) کمتر از ۶ درصد برداشت می‌شوند، عمر انبارمانی بالا و عطر و طعم مطلوبی ندارند [4] و این، اهمیت توجه به درصد SSC در زمان برداشت را نشان می‌دهد.

اسید قابل تیتراسیون: درصد اسید غالب میوه (سیتریک‌اسید) در هر دو ژنوتیپ مورد بررسی، به طور مشابه پایین بود، در عین حال ژنوتیپ  $Y_1$  اسید کمتری داشت و چون اختلاف بین دو ژنوتیپ بررسی شده معنی دار نبود، نمودار آورده نشد.

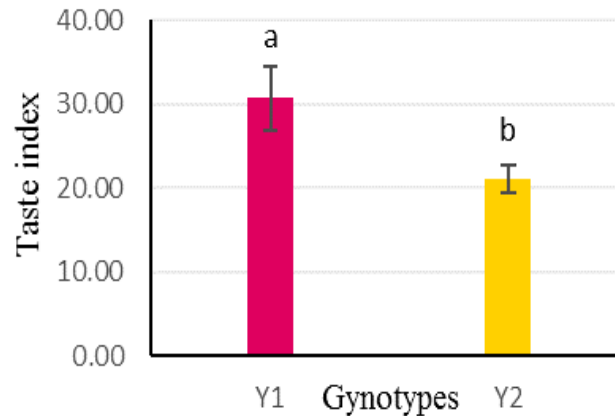
میزان اسیدهای آلی میوه به عواملی از قبیل نوع رقم و روش‌های مختلف پرورش و فراوری بستگی دارد [21]. میزان اسید آلی سهم قابل توجهی در ارزش غذایی و طعم میوه کیوی ایفا می‌کند [21]. هنگامی که میوه‌ها نابالغ برداشت شوند، عطر و طعم مناسبی نخواهند داشت. معمولاً در میوه‌های نابالغ، میزان اسیدهای آلی بالاتر و حساسیت آن به آفات و بیماری‌های پس از برداشت بیشتر می‌شود [22]. در پژوهشی، میزان اسید قابل تیتراسیون رقم هایوارد، ۱/۰۲ درصد بود [20]. Kwack و همکاران [18]، میزان اسید قابل تیتراسیون در رقم Hort16A را ۰/۹ و در رقم هایوارد ۱/۰ درصد گزارش کردند. همچنین Shiri و همکاران [11] میزان اسید رقم هایوارد را ۱/۱۴ درصد گزارش کردند. در این مطالعه، میزان اسید هر دو ژنوتیپ، پایین (۰/۳۹ و ۰/۵۱)٪ به ترتیب برای ژنوتیپ‌های  $Y_1$  و  $Y_2$  بود و اختلاف معنی داری نداشتند.

نسبت محتوای مواد جامد محلول به اسید قابل تیتراسیون (شاخص طعم): مقایسه میزان شاخص طعم بین دو ژنوتیپ مورد بررسی، در شکل ۷ آورده شده است. نسبت محتوای مواد جامد محلول به اسید قابل تیتراسیون در ژنوتیپ  $Y_1$  (۳۰/۷۲) به طور معنی داری ( $P < ۰/۰۵$ ) بیشتر از این نسبت در ژنوتیپ  $Y_2$  (۲۱) بود.

شاخص طعم میوه به نسبت قندهای محلول (SSC) و اسید قابل تیتراسیون (TA) بستگی دارد، به طوری که با افزایش میزان SSC و کاهش TA، طعم میوه مطلوب‌تر و در واقع شیرین‌تر می‌شود [23]. شاخص طعم، به نوع رقم، عملیات باغی و شرایط اقلیمی وابسته است [24]. Shiri و همکاران [11] میزان شاخص طعم رقم هایوارد را ۶/۶۳ گزارش کردند. در این مطالعه، شاخص طعم در هر دو ژنوتیپ بالا بود و اختلاف بین دو گروه معنادار بود که در ژنوتیپ  $Y_1$  میزان بیشتری را به خود اختصاص داده بود. Kim و همکاران گزارش دادند میزان شاخص طعم در رقم هایوارد در زمان برداشت ۱۰/۱ بود [20]. Yuan و همکاران [25] در پژوهشی بر روی ۱۴ رقم میوه کیوی، شاخص طعم را در محدوده ۱۴/۶۷-۵/۴۰ گزارش دادند. بنابراین از این نظر و با توجه به این که شاخص طعم در ژنوتیپ اول ۳۰/۷۲ بود، این مورد نشان دهنده شیرینی بیشتر طعم میوه در این ژنوتیپ است.

ماده خشک: بر اساس نتایج این پژوهش، هر دو ژنوتیپ از میزان بالایی از ماده خشک برخوردار بودند (به ترتیب ۲۰/۶۱ و ۲۰/۷۶ برای ژنوتیپ  $Y_1$  و  $Y_2$ ). درصد ماده خشک در دو ژنوتیپ بررسی شده، تفاوت معناداری نداشت و به همین علت نمودار آورده نشد. درصد ماده خشک میوه کیوی تاثیر مثبت و به‌سزایی بر روی کیفیت تازه‌خوری طعم میوه در زمان رسیدن و تمایل مصرف‌کننده برای خرید میوه می‌گذارد [26]. ماده خشک بالای ۱۶ درصد به عنوان یک شاخص کیفی مهم، از نظر مصرف‌کنندگان کیوی مطلوب است [27]. درصد ماده خشک میوه کیوی با توجه به فصل برداشت، مکان باغ، مدیریت باغ و تاریخ برداشت متفاوت است [28]. مقدار ماده خشک ارقام کیوی گوشت زرد در زمان برداشت بین ۱۵ تا ۱۹ درصد و برای رقم هایوارد در دامنه‌ی ۱۴ تا ۱۷ درصد گزارش شد [5] [27]. در پژوهشی در نیوزیلند میانگین ماده خشک میوه کیوی در تعدادی از باغ‌های مورد مطالعه در دامنه ۱۳ تا ۲۲/۵ درصد گزارش شد [27]. Yuliarti و همکاران گزارش دادند میزان درصد ماده خشک در رقم Hort16A، ۱۹/۰۱ درصد بود

[19]. Kim و همکاران [20] درصد ماده خشک رقم هایوارد را ۱۹/۱ و Li و همکاران [12]، درصد ماده خشک رقم هایوارد را ۱۶/۲۹ درصد اعلام کردند. در این پژوهش، درصد ماده خشک میوه در ژنوتیپ Y1 و Y2 به ترتیب ۲۰/۶۱ و ۲۰/۷۶ درصد بود که به مراتب بیشتر از رقم هایوارد و حداکثر استاندارد اعلام شده برای درصد ماده خشک میوه کیوی است و در نتیجه طعم این دو ژنوتیپ در زمان مصرف و بعد از رسیدن میوه، مطلوب تر خواهد بود.



شکل ۷- مقایسه میزان شاخص طعم بین دو ژنوتیپ Y1 و Y2 (a: Y1 و b: Y2)

Figure 4. Comparison of taste index in Y1 and Y2 genotypes (a: Y1 and b: Y2)

سفتی بافت میوه: میزان سفتی بافت میوه در هر دو ژنوتیپ، حدود ۷ کیلوگرم بر سانتی متر مربع بود و از این نظر، تفاوت معنی داری نداشتند؛ لذا نمودار مربوطه آورده نشد.

حداقل میزان سفتی گوشت میوه برای صادرات در کشور نیوزیلند ۱۱/۸ نیوتن تعیین شده است. میوه‌هایی با سفتی کمتر از ۳/۹ نیوتن به دلیل نرمی بیش از حد بافت میوه، بازارپسند نیستند. تنوع در سفتی گوشت میوه کیوی تحت تاثیر دما، رقم، فصل، تاریخ برداشت و غلظت عناصر معدنی در زمان برداشت قرار دارد [29]. نرم شدن گوشت در طول نگهداری می تواند به دلیل تخریب پکتین تیغه میانی بین سلول ها در اثر فعالیت بالای آنزیم پلی گالاکتروناز در میوه‌ها باشد [30]. Shiri و همکاران [11] میزان سفتی بافت میوه رقم هایوارد را ۷/۸۹ گزارش کردند. فرزام و همکاران [13] میزان سفتی بافت میوه هایوارد را ۶/۸۲ گزارش کردند. در پژوهشی دیگر، میزان سفتی بافت میوه هایوارد ۳۲ نیوتن گزارش شد [20]. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که در هر دو ژنوتیپ بررسی شده، میزان سفتی بافت بالا (به ترتیب ۷/۴۲ و ۷/۷۶ کیلوگرم بر سانتی متر مربع در ژنوتیپ Y1 و Y2) بود و اختلاف معنی داری بین آن ها دیده نشد.

ویتامین C: بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق، میزان ویتامین C در ژنوتیپ Y2، بیشتر از میزان آن در ژنوتیپ Y1 بود (۳۵/۰۶ میلی گرم در ۱۰۰ گرم وزن تازه میوه در برابر ۲۸/۵۱ میلی گرم در ۱۰۰ گرم وزن تازه میوه)، گرچه این تفاوت، معنی دار نبود و نمودار آورده نشد.

تنوع محتوای ویتامین C در بین گونه‌های مختلف جنس Actinidia زیاد است [31]، [32]. در پژوهشی Ma و همکاران [32] محتوای ویتامین C یازده رقم کیوی را بین ۱۵۹/۰۸-۵۴/۸۶ میلی گرم بر صد گرم وزن تازه میوه گزارش کردند که بالاترین میزان ویتامین C در رقم Jintao از گونه *A. chinensis* ثبت شد. همچنین در پژوهش دیگری، محتوای ویتامین C در هشت رقم از گونه *A. chinensis* و سه رقم از گونه *A. deliciosa* به ترتیب بین ۳۹۱-۵۳ و ۱۶۹-۵۹ میلی گرم بر صد گرم وزن تازه میوه گزارش شد [33]. فرزام و همکاران [13] میزان ویتامین C در رقم هایوارد را ۳۲/۸۹ میلی گرم در ۱۰۰ گرم وزن تازه میوه گزارش کردند. Lee و همکاران [33] میزان ویتامین C در ارقام Hort16A و هایوارد را به ترتیب ۶۶/۵ و ۵۷/۳ میلی گرم در ۱۰۰ گرم وزن تازه میوه گزارش دادند. این تنوع طبیعی مقادیر ویتامین C در میوه‌هایی از جمله کیوی، به دلیل عوامل متعددی از جمله منطقه و شرایط رشد، استفاده از کودها، بلوغ فیزیولوژیکی در زمان برداشت، زمان برداشت، شرایط نگهداری و رسیدن است [34].

محتوای فنل کل: میزان محتوای فنل کل در هر دو ژنوتیپ مشابه بود (به ترتیب ۲۲/۴۲ و ۲۴/۹۸ میلی گرم گالیک اسید در ۱۰۰ گرم وزن تازه میوه در ژنوتیپ  $Y_1$  و  $Y_2$ ) و در ژنوتیپ  $Y_2$  اندکی بیشتر بود اما این تفاوت، معنادار نبود و به همین دلیل نمودار آورده نشد.

محتوای فنل کل تحت تأثیر عوامل مختلفی شامل نوع گونه و رقم، اجزای مختلف میوه (گوشت یا پوست)، مرحله بلوغ، زمان برداشت و شرایط نگهداری در انبار قرار می‌گیرد [35] [36]. در پژوهش حاضر، میزان فنل کل در ژنوتیپ  $Y_2$  (۲۴/۹۸ mg GA.100-FW) بیشتر از ژنوتیپ  $Y_1$  بود، البته این تفاوت، معنی دار نبود. در پژوهشی توسط Ma و همکاران [32] میزان فنل کل در یازده رقم مورد بررسی در محدوده ۵۸/۴۵ تا ۱۵۲ میلی گرم گالیک اسید در صد گرم وزن تر گزارش شد. Lee و همکاران [33] میزان فنل کل را در رقم Hort16A و هایوارد به ترتیب ۱۱۳/۹ و ۸۲/۳ میلی گرم گالیک اسید در ۱۰۰ گرم وزن تازه میوه گزارش دادند. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی: درصد ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در ژنوتیپ  $Y_2$  بیشتر از ژنوتیپ  $Y_1$  بود (به ترتیب ۲۳/۱۵ درصد در برابر ۱۳/۸۹ درصد)، گرچه این تفاوت معنی‌دار نبود و لذا نمودار آورده نشد.

تنوع قابل توجهی در نوع و سطح ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی گونه‌های مختلف جنس Actinidia وجود دارد [37]. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کیوی بیشتر از سیب، گریپ فروت و گلابی و کمتر از تمشک، توت فرنگی، پرتقال و آلو گزارش شده است [38]. مطالعات متعددی تأثیر منطقه کاشت و شیوه‌های مدیریت باغ را بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کیوی مورد بررسی قرار داده‌اند. پارک و همکاران [9] سطوح بالاتر ترکیبات زیست فعال را در کیوی کشت شده در شرایط ارگانیک گزارش کردند، در حالی که در یک مطالعه در ایتالیا، موقعیت جغرافیایی باغ‌ها، تأثیر قابل توجهی بر محتوای ویتامین C یا پلی‌فنل‌ها نداشت [39]. فرزام و همکاران [13] ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در رقم هایوارد را ۵۲/۵۶ درصد گزارش کردند. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، به محتوای کل ترکیبات فنلی بستگی دارد، ولی در مورد میوه کیوی، به دلیل اینکه از میزان آسکوربیک‌اسید بالایی برخوردار است، لذا ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در این میوه، علاوه بر محتوای فنلی، به میزان ویتامین C نیز بستگی دارد. در پژوهش حاضر، همانطور که انتظار می‌رفت، درصد ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در ژنوتیپ  $Y_2$  (۲۳/۱۵) بیشتر از ژنوتیپ  $Y_1$  بود، چون میزان محتوای فنل کل و ویتامین C نیز در این ژنوتیپ بیشتر بود.

## نتیجه‌گیری

با توجه به افزایش سطح زیر کشت گیاه کیوی در شمال ایران در سال‌های اخیر و وجود ویژگی‌های منحصر به فرد در ارقام مختلف این گیاه، تلاش جهت دستیابی به ارقام جدید با ویژگی‌های مطلوب از جمله خصوصیات مرتبط با بازاریابی، افزایش یافته است. در این تحقیق مشخص شد که ژنوتیپ  $Y_2$  از نظر ویژگی‌های اندازه میوه، نسبت گوشت خوراکی میوه به مغز آن، تراکم کرک‌های کوتاه و کرک‌های بلند منفرد و همچنین در برخی از ویژگی‌های کیفی و فیزیولوژیکی از جمله درصد ماده خشک، سفتی بافت میوه، میزان ویتامین C، محتوای فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی از محتوای بالاتری نسبت به  $Y_1$  برخوردار بود و لذا این ژنوتیپ زمینه تجاری‌سازی بهتری را داراست. گرچه شاخص طعم در ژنوتیپ اول، بیشتر از ژنوتیپ دوم بود، ولی در مجموع، ژنوتیپ  $Y_2$  به عنوان یک ژنوتیپ امید بخش، قابلیت تجاری‌سازی و مشتری‌پسندی بیشتری دارد. البته ترویج این ژنوتیپ و معرفی آن به عنوان یک رقم جدید تجاری، نیاز به بررسی‌های بیشتر اکوفیزیولوژیکی و بیوشیمیایی و نیز بررسی میزان مقاومت آن در برابر آفات و تنش‌های زیستی و غیر زیستی دارد.

## اعلام تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که هیچ تضاد منافی ندارند.

## سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله، از جناب آقای پروفسور حسن ابراهیم‌زاده معبود بابت اعطای کمک هزینه پژوهشی و نیز مرکز تحقیقات کیوی دانشگاه گیلان، کمال سپاس و قدردانی را دارند.

## منابع

- [1] Zhang, H., Zhao, Q., Lan, T., Geng, T., Gao, C., Yuan, Q. & Ma, T. (2020). Comparative analysis of 15 physicochemical characteristics, nutritional and functional components and antioxidant capacity of fifteen kiwifruit (*Actinidia*) cultivars—comparative analysis of fifteen kiwifruit (*Actinidia*) cultivars. *Foods*, 9 (9), 1267.
- [2] Haghbin, N., Bakhshipour, A., Mousanejad, S. & Zareiforush, H. (2022). Monitoring *Botrytis cinerea* Infection in Kiwifruit Using Electronic Nose and Machine Learning Techniques. *Food and Bioprocess Technology*, 1-19.
- [3] Hallett, I. C. & Sutherland, P. W. (2005). Structure and development of kiwifruit skins. *International Journal of Plant Sciences*, 166 (5), 693-704.
- [4] Afshar Mohammadian, M. & Fallah, S. F. (2015). Kiwifruit, cultivation and nutritional value, One, Varasteh Publications, 288.
- [5] Nardoza, S., Gamble, J., Axten, L. G., Wohlers, M. W., Clearwater, M. J., Feng, J. & Harker, F. R. (2011). Dry matter content and fruit size affect flavour and texture of novel *Actinidia deliciosa* genotypes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91 (4), 742-748.
- [6] Li, L., Pan, H., Chen, M., Zhang, S. & Zhong, C. (2017). Isolation and identification of pathogenic fungi causing postharvest fruit rot of kiwifruit (*Actinidia chinensis*) in China. *Journal of Phytopathology*, 165 (11-12), 782-790.
- [7] Feng, J., McGlone, A. V., Currie, M., Clark, C. J. & Jordan, B. R. (2011). Assessment of yellow-fleshed kiwifruit (*Actinidia chinensis* 'hort16a') quality in pre-and post-harvest conditions using a portable near-infrared spectrometer. *HortScience*, 46 (1), 57-63.
- [8] Drewnowski, A. (2010). The Nutrient Rich Foods Index helps to identify healthy, affordable foods. *The American journal of clinical nutrition*, 91 (4), 1095S-1101S.
- [9] Park, Y. S., Im, M. H., Ham, K. S., Kang, S. G., Park, Y. K., Namiesnik, J. & Gorinstein, S. (2015). Quantitative assessment of the main antioxidant compounds, antioxidant activities and FTIR spectra from commonly consumed fruits, compared to standard Kiwifruit. *LWT-Food Science and Technology*, 63 (1), 346-352.
- [10] Latocha, P., Łata, B. & Stasiak, A. (2015). Phenolics, ascorbate and the antioxidant potential of kiwiberry vs. common kiwifruit: The effect of cultivar and tissue type. *Journal of Functional Foods*, 19, 155-163.
- [11] Shiri, M. A., Ghasemnezhad, M., Fatahi Moghadam, J. & Ebrahimi, R. (2016). Effect of CaCl<sub>2</sub> Sprays at Different Fruit Development Stages on Postharvest Keeping Quality of "Hayward" Kiwifruit. *Journal of Food Processing and Preservation*, 40 (4), 624-635.
- [12] Li Y. F., Jiang W., Liu C., Fu Y., Wang Z., Wang M., Chen C., Guo L, Zhuang Q. G. & Liu Z. B. (2021). Comparison of fruit morphology and nutrition metabolism in different cultivars of kiwifruit across developmental stages. *PeerJ*, 9, e11538
- [13] Farzam, Ebrahim, Abedi Qashlaghi, Ebrahim, Shahbazi, Imani & Rezaei. (2019). The effect of harvest dates on the quantitative and qualitative characteristics of kiwifruit Hayward (*Actinidia deliciosa*) cv. Hayward in Gilan province. *Scientific-Research Journal of Plant Ecophysiology*, 11 (36), 78-87.
- [14] Guo, X. M., Xiao, X., Wang, G. X. & Gao, R. F. (2013). Vascular anatomy of Kiwifruit and its implications for the origin of carpels. *Frontiers in Plant Science*, 4, 391.
- [15] Hallett, I. C. & Sutherland, P. W. (2006). Kiwifruit Skins: the Fruit's Natural Packaging. In VI International Symposium on Kiwifruit, 753 (pp. 89-96).
- [16] Afshar Mohammadian M, Watling J. R. & Hill R. S. (2024). The stomatal crypts in some Banksia species do not reflect their assumed functions. *Journal of Plant Process and Function*. 2024. 58, 91-102.
- [17] Richardson, A. C., Boldingh, H. L., McAtee, P. A., Gunaseelan, K., Luo, Z., Atkinson, R. G. & Schaffer, R. J. (2011). Fruit development of the diploid kiwifruit, *Actinidia chinensis* 'Hort16A'. *BMC Plant Biology*, 11, 1-14.
- [18] Kwack, Y. B., Kim, H. L., Lee, J. H., Chung, K. H. & Chae, W. B. (2017). 'Goldone', a Yellow-fleshed Kiwifruit Cultivar with Large Fruit Size. *Horticultural Science & Technology*, 35 (1), 142-146.
- [19] Yuliarti, O., Goh, K., Matia-Merino, L., Mawson, J., Drummond, L. & Brennan, C. S. (2008). Effect of extraction techniques and conditions on the physicochemical properties of the water soluble polysaccharides from gold kiwifruit (*Actinidia chinensis*). *International journal of food science & technology*, 43 (12), 2268-2277.
- [20] Kim, J., Lee, J. G., Lim, S. & Lee, E. J. (2023). A comparison of physicochemical and ripening characteristics of golden-fleshed 'Haageum' and green-fleshed 'Hayward' kiwifruit during storage at 0° C and ripening at 25° C. *Postharvest Biology and Technology*, 196, 112166.
- [21] Ahn, J. H., Park, Y., Jo, Y. H., Kim, S. B., Yeon, S. W., Kim, J. G. & Lee, M. K. (2020). Organic acid conjugated phenolic compounds of hardy kiwifruit (*Actinidia arguta*) and their NF-κB inhibitory activity. *Food chemistry*. 308, 125666.
- [22] Li, Y., Cheng, H., Fang, S. & Qian, Z. (2001). Ecological factors affecting prevalence of kiwifruit bacterial canker and bacteriostatic action of bacteriocides on *Pseudomonas syringae* pv. *actinidae*. *Ying Yong Sheng tai xue bao*, 12 (3), 359-362.
- [23] Burdon, J., McLeod, D., Lallu, N., Gamble, J., Petley, M. & Gunson, A. (2004). Consumer evaluation of "Hayward" kiwifruit of different at-harvest dry matter contents. *Postharvest biology and technology*, 34 (3), 245-255.
- [24] Shwartz, E., Glazer, I., Bar-Ya'akov, I., Matityahu, I., Bar-Ilan, I., Holland, D. & Amir, R. (2009). Changes in chemical constituents during the maturation and ripening of two commercially important pomegranate accessions. *Food Chemistry*, 115 (3), 965-973.
- [25] Yuan, X., Zheng, H., Fan, J., Liu, F., Li, J., Zhong, C. & Zhang, Q. (2022). Comparative Study on Physicochemical and Nutritional Qualities of Kiwifruit Varieties. *Foods*, 12 (1), 108.
- [26] Black, M. Z., Patterson, K. J., Minchin, P. E., Gould, K. S. & Clearwater, M. J. (2011). Hydraulic responses of whole vines and individual roots of kiwifruit (*Actinidia chinensis*) following root severance. *Tree physiology*, 31 (5), 508-518.

- [27] Crisosto, G., Hasey, J., Zegbe, J. & Crisosto, C. (2012). New quality index based on dry matter and acidity proposed for Hayward kiwifruit. *California Agriculture*, 66 (2), 70-75.
- [28] Taylor, J. A., Praat, J. P. & Bollen, A. F. (2007). Spatial variability of kiwifruit quality in orchards and its implications for sampling and mapping. *HortScience*, 42 (2), 246-250.
- [29] Feng, J., Maguire, K. M. & MacKay, B. R. (2003). Effects of package and temperature equilibration time on physiochemical attributes of 'Hayward' kiwifruit. In International Conference: Postharvest Unlimited, 599, 149-155.
- [30] Kaur, L. & Boland, M. (2013). Influence of kiwifruit on protein digestion. *Advances in food and nutrition research*, 68, 149-167.
- [31] Ferguson, A. R. (2016). Botanical Description. Raffaele Testolin .Hong-Wen Huang Allan Ross Ferguson Editors. The Kiwifruit Genome. *Springer International Publishing Switzerland*, 1, 1-14
- [32] Ma, T., Sun, X., Zhao, J., You, Y., Lei, Y., Gao, G. & Zhan, J. (2017). Nutrient compositions and antioxidant capacity of kiwifruit (*Actinidia*) and their relationship with flesh color and commercial value. *Food chemistry*, 218, 294-304.
- [33] Lee, B. H., Nam, T. G., Cho, C. H., Cho, Y. S. & Kim, D. O. (2018). Functional and sensory characteristics of kiwifruit jangachi cured with traditional Korean sauces, doenjang and kochujang. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 50 (2), 238-243.
- [34] Richardson, D. P., Ansell, J. & Drummond, L. N. (2018). The nutritional and health attributes of kiwifruit: a review. *European journal of nutrition*, 57, 2659-2676.
- [35] Tavarini, S., Degl'Innocenti, E., Remorini, D., Massai, R. & Guidi, L. (2008). Antioxidant capacity, ascorbic acid, total phenols and carotenoids changes during harvest and after storage of Hayward kiwifruit. *Food chemistry*, 107 (1), 282-288.
- [36] Zhu, C., Chou, O., Lee, F. Y., Wang, Z., Barrow, C. J., Dunshea, F. R. & Suleria, H. A. (2021). Characterization of phenolics in rejected kiwifruit and their antioxidant potential. *Processes*, 9 (5), 781.
- [37] Pérez-Burillo, S., Oliveras, M. J., Quesada, J., Rufián-Henares, J. A. & Pastoriza S (2018). Relationship between composition and bioactivity of persimmon and kiwifruit. *Food Research International*, 105, 461-472.
- [38] Beekwilder, J., Hall, R. D. & de Vos, C. H. (2005). Identification and dietary relevance of antioxidants from raspberry. *Biofactors*, 23 (4), 197-205.
- [39] Giangrieco, I., Proietti, S., Moscatello, S., Tuppo, L., Battistelli, A., La Cara, F., Tamburrini, M., Famiani, F. & Ciardiello MA (2016). Influence of geographical location of orchards on green kiwifruit bioactive components. *Journal of Agricultural and food chemistry*, 64 (48), 9172-9179.