Iranian Journal of Horticultural Science
Vol 50, No 1, Spring 2019 (151-162)
DOI: 10.22059/ijhs.2018.250763.1384

علوم باغبانی ایران
دورهٔ ۵۰، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۸ (ص ۱۶۲-۱۵۱)

ارزیابی صفات کیفی پوست و گوشت برخی از ارقام و ژنوتیپ‌های هلو

رحیم عبدالهی[۱]، جعفر حاجی‌لو[۲*]، مهرشاد زین العابدینی[۳]، ناصر مهنا[٤] و محمدرضا غفاری[۳]
۱، ۲ و ٤. دانشجوی سابق دکتری، استاد و دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۳. استادیار، پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی ایران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج
(تاریخ دریافت: ۱۳۹٦/۱۱/۲ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱/۲۹)

چکیده

شناخت و ارزیابی صفات کیفی میوه هلو از نظر برنامه‌های به‌نژادی و حفظ ژرم‌پلاسم بسیار با اهمیت است. برای این منظور، بررسی و مقایسه خواص کیفی و بیوشیمیایی میوه ۱۸ ژنوتیپ و رقم هلوی موجود در استان آذربایجان‌شرقی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. صفات مختلفی از قبیل سفتی بافت میوه، مواد جامد محلول (TSS)، pH آب میوه، اسیدیته قابل‌تیتراسیون (TA)، ویتامین ث و محتوای فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، فلاونوئید کل و آنتوسیانین کل در دو بخش پوست و گوشت مورد ارزیابی قرار گرفت. همچنین به‌منظور تعیین ارتباط بین صفات، همبستگی ساده بین صفات نیز محاسبه گردید. نتایج حاصله نشان داد که اثر ژنوتیپ و رقم روی بیشتر صفات مورد مطالعه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. صفات بیوشیمیایی مورد بررسی در همه ارقام و ژنوتیپ‌های ارزیابی‌شده در بخش پوست بیشتر از گوشت بود. همچنین نتایج نشان داد که رقم هلوی حامدی دارای بیشترین مقدار آنتوسیانین کل و فلاونوئید کل بود و ارقامی مانند انجیری موری، انجیری زعفرانی خلیلی دارای بیشترین محتوی ویتامین ث بوده، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و محتوای فنل کل بودند. نتایج همبستگی نشان داد که محتوی ویتامین ث با ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، فنل کل و فلاونوئید کل گوشت و پوست همبستگی معنی‌داری نداشت، درحالی‌که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مشاهده گردید. به‌طور کلی با توجه به نتایج به‌دست آمده ارقام با ترکیبات بیوشیمیایی و آنتی‌اکسیدانی بالا می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی مورد استفاده قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، فنل کل، کیفیت میوه، هلو.

Evaluation of qualitative traits of peel and flesh of some peach cultivars and genotypes

Rahim Abdollahi[1], Jaafar Hajilou[2*], Mehrshad Zainalabedini[3], Naser Mahna[4] and Mohamad Reza Ghaffari[3]
1, 2, 4. Former Ph.D. Student, Professor and Associate Professor, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran
3. Assistant Professor, Agriculture Biotechnology Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO) Karaj, Iran
(Received: Jan. 22, 2018 - Accepted: Apr. 18, 2018)

ABSTRACT

Recognition and evaluation of qualitative traits of peach fruit is an important step in breeding programs and preservation of germplasm. For this purpose, the qualitative and biochemical properties of 18 peach cultivars and genotypes in East Azarbayjan province were investigated in a randomized complete block design with three replications. Some pomological traits like firmness, TSS, pH, TA, vitamin C, total phenolic content, antioxidant capacity, total flavonoid and total anthocyanin of peel and flesh were evaluated. In order to determine the relationship between traits, a Pearson correlation between traits was calculated. Results showed that the effect of cultivar and genotype on the traits was significant at P<0.01. In general, peel extracts showed higher phytochemicals indices than the flesh. Results showed that Hamedi peach cultivar had the highest amount of total anthocyanin and total flavonoid. Peach cultivar such as Anjiri Mori, Anjiri Zaferani Khalili had the highest amount of vitamin C and also had high antioxidant capacity and phenolic contents. No correlation was found for vitamin C versus any other phytochemical traits. High correlation was observed between total phenolic and antioxidant capacity. In general, according to results, genotypes with high biochemical and antioxidant content can be used in breeding programs.

Keywords: Antioxidant capacity, fruit quality, peach, total phenol.

* Corresponding author E-mail:

مقدمه

هلو (*Prunus persica* (L.) Batsch) متعلق به خانواده گل‌سرخیان بوده و از محصولات مهم باغی در دنیا می‌باشد که به لحاظ ارزش تجاری در رتبه سوم بعد از سیب و گلابی قرار دارد (Verde *et al.*, 2013; Zhou *et al.*, 2015). هلو دارای تنوع ژنتیکی بسیار بالایی بوده که تاکنون بیش از ۳۰۰۰ رقم از انواع هسته‌چسبان و هسته‌جدا شناسایی شده است که نشان‌دهنده قدمت زیاد این محصول می‌باشد که به ۱۱۰۰ سال قبل از میلاد مسیح بر می‌گردد (Zhao *et al.*, 2015). در سال‌های اخیر، تولید هلو در نتیجه معرفی ارقام اصلاح‌شده همراه با شیوه‌های مدیریتی دو برابر شده است. بزرگترین تولیدکنندگان هلو و شلیل در جهان به‌ترتیب چین، اسپانیا، ایتالیا، ایالات متحده آمریکا، ایران و مصر می‌باشند (FAOSTAT, 2017). بر اساس آمار فائو (۲۰۱۷) تولید ایران از ۵۱۲۶۰۸ تن در سال ۲۰۱۰ به ۸۶۳۹۲۲ تن در سال ۲۰۱۶ رسیده است. با توجه به آمار سال ۱۳۹۵ ده استان مطرح از لحاظ سطح زیر کشت هلو و شلیل به‌ترتیب استان‌های فارس، گلستان، آذربایجان‌غربی، مازندران، البرز، اردبیل، چهار محال و بختیاری، مرکزی، همدان، آذربایجان‌شرقی می‌باشند. همچنین استان‌های فارس، البرز، مازندران، گلستان، همدان، مرکزی، آذربایجان‌غربی، اردبیل، چهار محال و بختیاری، قزوین، آذربایجان‌شرقی از لحاظ تولید محصول هلو و شلیل به‌ترتیب در جایگاه اول تا دهم قرار گرفته‌اند (Ministry of Agriculture Jihad, 2017).

اغلب به‌نژادگران انتخاب را بر اساس کیفیت ظاهری میوه مانند اندازه و ظاهر میوه انجام می‌دهند و اصلاح بر اساس ویژگی‌های تغذیه‌ای و کیفیتی را در درجه دوم اهمیت قرار می‌دهند (Kwon *et al.*, 2015). با این وجود امروزه اهمیت سلامتی انسان، اصلی‌ترین مباحث تغذیه‌ای بوده و برای مصرف‌کنندگان در درجه اول یا دوم اهمیت قرار دارد (Reig *et al.*, 2013). هلو از محصولات تابستانه‌ای بوده که به‌دلیل ارزش غذایی بالایی که در ارتباط با خواص آنتی‌اکسیدانی دارد کشت و کار آن در حال افزایش می‌باشد. ترکیبات معطر، فنلی و آنتی‌اکسیدانی از ترکیبات مهم کیفیت میوه محسوب می‌شوند. فاکتورهای زیادی مواد معطر و فنلی میوه‌های هلو را تحت تأثیر قرار می‌دهند. از بین این عوامل می‌توان به درجه بلوغ و مرحله رسیدگی میوه، شرایط محیطی، شرایط پس از برداشت و نگهداری میوه، زمینه ژنتیکی و قسمت‌های مختلف میوه اشاره نمود (Dabbou *et al.*, 2016). مطالعات نشان داده است مقدار ترکیبات در ارقام مختلف هلو متفاوت بوده و مشتقات متنوعی از ترکیبات فنلی شناسایی شده است و نیز مشخص گردید که مقدار ترکیبات فنلی، آنتوسیانینی و فلاونولی در پوست میوه بسیار بیشتر از گوشت میوه می‌باشد (Gil *et al.*, 2002; Zhao *et al.*, 2015). در ایران نیز خصوصیات فیزیکوشیمیایی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تعدادی ارقام تجاری هلو و سایر هسته‌دارها مورد بررسی قرار گرفته است (Davarynejad *et al.*, 2010; Hajilou & Fakhimrezaei, 2011). ترکیبات موجود در میوه‌ها نقش مهمی در حفظ سلامتی انسان دارند؛ در نتیجه اصلاح برای ترکیبات غذایی و ویژگی‌های کیفی میوه توجه اصلاح‌گران را به خود جلب کرده است. در این زمینه ارقامی با کیفیت بالا، مقدار قند زیاد و با نسبت متعادل بین قند و اسید تولید شده است (Reig *et al.*, 2013). در طول بلوغ و رسیدگی، تغییرات زیادی در ترکیب رنگدانه‌های موجود در میوه ایجاد می‌گردد. این تغییرات شامل تجزیه کلروفیل و تجمع کارتنوئید و آنتوسیانین می‌باشد. در هلو رنگ قرمز پوست به‌دلیل تجمع آنتوسیانین می‌باشد که از فاکتورهای تعیین‌کننده مقبولیت هلو محسوب می‌گردد (Rahim *et al.*, 2014).

استان آذربایجان‌شرقی (به‌خصوص در مناطق غربی) دارای تنوع بالایی از انواع هلو می‌باشد. شناخت و ارزیابی صفات مختلف آنها از نظر برنامه‌های به‌نژادی در آینده و حفظ ژرم‌پلاسم بسیار با اهمیت است. تاکنون مطالعه‌ای جامع روی ارزیابی صفات کیفی، ارزش غذایی و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی ارقام هلو انجام نگرفته است. لذا تحقیقات در این راستا کاملاً ضروری به‌نظر می‌رسد. انجام چنین مطالعاتی می‌تواند دانش پایه‌ای در مورد ارقام هلو ایرانی را بهبود بخشیده و در آینده راه‌گشا و راهنما برای برنامه‌های اصلاحی هلو در کشور باشد. بنابراین هدف از این مطالعه ارزیابی خصوصیات کیفی و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی ارقام و ژنوتیپ‌های هلوی ایرانی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز در سال ۱۳۹۴ انجام شد. در یکی از باغات تجاری مناطق غربی شهرستان شبستر در استان آذربایجان‌شرقی ۱۸ رقم و ژنوتیپ هلو انتخاب شدند. مختصات جغرافیایی منطقه شامل طول شرقی ۴۵ درجه و ۳۶ دقیقه و عرض شمالی ۳۸ درجه و ۹ دقیقه بود و در ارتفاع ۱۳۳۸ متری از سطح دریا واقع شده است که دارای تنوع بسیار بالایی در ارقام هلو می‌باشد. نوع اقلیم منطقه مورد مطالعه بر اساس روش کوپن سرد خشک می‌باشد. میانگین درجه حرارت سالیانه ۱۴/۶، مجموع بارندگی سالیانه منطقه در حدود ۲۵۸/۰ میلی‌متر و متوسط رطوبت سالیانه ۴۷ درصد می‌باشد (National weather service, 2018). آزمایش به‌صورت بلوک کامل تصادفی شامل ۳ درخت با قدرت رشد یکسان و سن مشابه (۱۰ ساله) برای هر رقم یا ژنوتیپ بود (جدول ۱). همه ارقام و ژنوتیپ‌های استفاده‌شده بر روی پایه بذری شفتالو پیوندشده بودند و دارای فرم هرس یکسان (جامی شکل) با ۳ تا ۵ عدد بازوی اصلی بودند. هر کدام از بازوها نیز دارای ۳ بازوی فرعی بودند. سیستم آبیاری درختان به‌صورت قطره‌ای و تمامی درختان از شرایط مدیریتی یکسانی برخوردار بودند. میوه‌ها در مرحله بلوغ تجاری بر اساس شکل و یکنواختی رنگ و سفتی برداشت شدند. از هر درخت حدود ۲۰ میوه از جهات مختلف درخت برداشت و میوه هر ژنوتیپ به دو بخش تقسیم شد. یک قسمت برای اندازه‌گیری سفتی، مواد جامد محلول، pH آب میوه و اسیدیته قابل‌تیتراسیون سریعاً بعد از برداشت استفاده شد و بخش دیگر برای اندازه‌گیری ویتامین ث، محتوای ترکیبات فنلی کل، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، فلاونوئید کل و آنتوسیانین کل مورد استفاده قرار گرفت. پوست و گوشت میوه با چاقوی تیز به‌صورت جداگانه برداشت شد و سریعاً در نیتروژن مایع منجمد و در هاون‌چینی ساییده و به‌صورت پودر تهیه شد و در فریزر با دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد.

تعیین ویژگی‌های کیفی میوه

سفتی بافت توسط سفتی‌سنجی (پنترومتر) مدل FT 011 ساخت ایتالیا با پروپ ۸ میلی‌متر برحسب نیوتن اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری سفتی در دو طرف میوه بعد از حذف پوست انجام گرفت. اندازه‌گیری مواد جامد محلول کل عصاره میوه (TSS) در دمای اتاق با استفاده از رفراکتومتر دیجیتالی مدل (Atago Model PR-1، ساخت کشور ژاپن) بر اساس درجه بریکس قرائت شد. pH آب میوه با دستگاه pHمتر دیجیتالی مدل (WTW Inolab pH-L1، ساخت کشور آلمان) کالیبره‌شده با بافرهای ۴ و ۷ اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری میزان ویتامین ث با روش تیتراسیون با محلول۲-۶ دی کلروفنل ایندوفنل استاندارد صورت گرفت و مقادیر آن بر حسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر بیان شد. اسیدیته قابل تیتراسیون به‌روش تیتراسیون توسط هیدروکسیدسدیم ۰/۱ نرمال (۴ گرم در لیتر) تا pH=۸/۲ صورت گرفت و بر حسب میزان اسیدمالیک (گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) محاسبه گردید (Frett *et al.*, 2012).

تهیه عصاره پوست و گوشت

مقدار ۰/۳ گرم نمونه پودرشده با ۱/۵ میلی‌لیتر متانول اسیدی (حاوی 0.5 N HCl در متانول ۸۰٪) همگن و یکنواخت گردید. مخلوط در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد و سپس به‌مدت ۵ دقیقه در ۱۴۰۰۰ دور در دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ (Universal 320R، ساخت کشور آلمان) گردید. سوپرناتانت برای اندازه‌گیری فنل کل، آنتوسیانین کل، فلاونوئید کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی استفاده گردید (Cantin *et al.*, 2009).

تعیین فنل کل گوشت و پوست

محتوای ترکیبات فنلی در عصاره متانولی با استفاده از روش فولین سیوکالچو (Waterhouse, 2001) اندازه‌گیری شد. ۲۰ میکرولیتر نمونه با ۱/۵۸ میلی‌لیتر آب مخلوط، به‌دنبال آن ۱۰۰ میکرولیتر واگنشگر فولین سیوکالچو ۱۰ درصد به آن اضافه گردید و به‌مدت ۱ تا ۸ دقیقه در دمای اتاق قرار گرفت، سپس ۳۰۰ میکرولیتر محلول کربنات‌سدیم ۲۰ درصد اضافه شد و به‌مدت ۲ ساعت در دمای اتاق قرار گرفت و جذب نمونه‌ها در طول موج ۷۶۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل UV۲۱۰۰، ساخت آمریکا) قرائت گردید. مقادیر معادل میلی‌گرم اسیدگالیک (GA) در ۱۰۰ گرم وزن تر بیان شد.

جدول ۱. نام و مشخصات ظاهری میوه ارقام و ژنوتیپ‌های ازریابی‌شده

Table 1. Name and fruit characteristics of the studied cultivars and genotypes

	Local name	Code	Flower type	Fruit shape	Ground color of skin	Hue of over color of skin	Carotenoid coloration of flesh	Stone shape	Stone adherence to flesh
1	Anjiri Zaferani Dirras	R1	Rosette	Broad oblate	Orange yellow	Dark red	Orange yellow	Oblate	Cling stone
2	Gajerganat1	R2	Campanulate	Circular	Cream yellow	Dark red	Orange yellow	Elliptic	Cling stone
3	Mozi	R4	Rosette	Medium elliptic	Green	Dark red	Greenish white	Elliptic	Free stone
4	Anjiri Zaferani Khalili	R5	Rosette	Broad oblate	Orange yellow	Dark red	Orange yellow	Oblate	Cling stone
5	Khouni Kardi	R9	Rosette	Circular	Cream green	Pink red	Cream white	Elliptic	Cling stone
6	Anjiri Khouni	R10	Rosette	Broad oblate	Cream green	Pink	Cream white	Oblate	Cling stone
7	Unknown	R12	Rosette	Circular	Cream green	Pink red	Cream white	Elliptic	Cling stone
8	Anjiri Maleki	R14	Rosette	Broad oblate	Cream green	Dark red	Cream white	Oblate	Cling stone
9	Anjiri Zaferani Mianras	R15	Campanulate	Broad oblate	Cream yellow	Dark red	Orange yellow	Oblate	Cling stone
10	Hamedi	R17	Campanulate	Circular	Cream yellow	Dark red	Cream white	Elliptic	Free stone
11	Anjiri Asali	R18	Campanulate	Broad oblate	Green	Dark red	Greenish white	Oblate	Cling stone
12	Unknown	R27	Rosette	Medium oblate	Cream green	Medium red	Orange yellow	Elliptic	Cling stone
13	Unknown	R28	Campanulate	Broad elliptic	Cream green	Medium red	Cream white	Elliptic	Free stone
14	Anjiri Mori	R30	Rosette	Broad oblate	Cream green	Dark red	Cream white	Oblate	Cling stone
15	Gajerganat2	R35	Campanulate	Broad elliptic	Cream yellow	Red	Orange yellow	Elliptic	Cling stone
16	Unknown	R37	Rosette	Medium oblate	Cream yellow	Dark red	Cream white	Elliptic	Free stone
17	Anjiri Jaffari	R38	Rosette	Broad oblate	Cream green	Dark red	Cream white	Oblate	Cling stone
18	Zaferani Tabestane	R44	Rosette	Broad elliptic	Cream yellow	Dark red	Yellow	Obovate	Cling stone

تعیین فلاونوئید کل گوشت و پوست

محتوای فلاونوئید کل به‌روش رنگ‌سنجی بر اساس روش Chang *et al.* (2002) اندازه‌گیری شد. ۱۰۰ میکرولیتر عصاره متانولی با ۱۰۰ میکرولیتر آب مقطر مخلوط، به‌دنبال آن ۶۰۰ میکرولیتر متانول ۹۵ درصد و۴۰ میکرولیتر کلریدآلومینیوم ۱۰٪ و ۴۰ میکرولیتر استات‌پتاسیم ۱ مولار اضافه گردید و ۱۱۲۰ میکرولیتر آب مقطر اضافه و به‌شدت تکان داده شد. بعد از ۴۰ دقیقه جذب نمونه‌ها در طول موج ۴۱۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر همراه با بلانک قرائت شد. نتایج معادل میلی‌گرم کوئرستین (QE) در ۱۰۰ گرم وزن تر بیان گردید.

آنتوسیانین کل گوشت و پوست

آنتوسیانین کل موجود در پوست و گوشت میوه با روش اختلاف pH اندازه‌گیری شد (Giusti & Wrolstad, 2001). دو نمونه رقیق‌شده یکی با بافر کلریدپتاسیم (KCl) ۰/۰۲۵ مولار، pH=1.0 و دیگری در بافر استات‌سدیم ($CH_3CO_2Na_3\ H_2O$) ۰/۴ مولار، pH=4.5، تهیه شد. جذب هر کدام از نمونه‌ها (A) در در طول موج ۵۱۰ و ۷۰۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت گردید و محتوای آنتوسیانین با استفاده از فرمول زیر بر اساس میلی‌گرم سیانیدین-۳-گلوکوزید (C3GE) در ۱۰۰ گرم وزن تر محاسبه گردید.

$$A = (A_{510\ pH\ 1.0} - A_{700\ PH1.0}) - (A_{510pH4.5} - A_{700pH4.5})$$

و محاسبه غلظت آنتوسیانین مونومریک در نمونه اصلی بر اساس فرمول زیر محاسبه شد:

غلظت آنتوسیانین مونومریک (mg/100g FW) =

$$(A \times MW \times DF \times 1000) / (\varepsilon \times 1)$$

MW= وزن مولکولی، DF= فاکتور رقیق‌سازی و ε= ضریب جذب، MW=449.2 و ε=26900 می‌باشد.

تعیین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گوشت و پوست

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی با استفاده از روش DPPH[1] (Brand-Williams *et al.*, 1995) تعیین گردید. ۲۵ میکرولیتر از عصاره متاتولی با ۲۵ میکرولیتر آب مقطر مخلوط و ۱۹۵۰ میکرولیتر محلول تازه تهیه‌شده DPPH (۹۸/۹ میکرومول در متانول) اضافه شد. نمونه‌ها به‌مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق و در شرایط تاریکی تا رسیدن محلول به‌حالت یکنواخت نگهداری شد و جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۱۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. سپس ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها به‌صورت درصد بازدارندگی (%DPPHsc) به‌صورت زیر محاسبه گردید:

$$\%DPPHsc = \frac{\text{میزان جذب نمونه} - \text{میزان جذب شاهد}}{\text{میزان جذب شاهد}} \times ۱۰۰$$

تجزیه آماری داده‌ها

داده‌های به‌دست‌آمده از اندازه‌گیری صفات با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ و SAS نسخه 9.1 مورد تجزیه‌وتحلیل آماری قرار گرفت. به‌منظور تعیین ارتباط بین صفات، ضریب همبستگی پیرسون بین صفات

1. 2,2 -Diphenyl-1-picrylhydrazyl

محاسبه گردید. مقایسات میانگین بین صفات نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح آماری ۵ درصد با نرم‌افزار آماری SAS نسخه 9.1 صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس ژنوتیپ‌های مختلف بر شاخص‌های کیفی و نیز ترکیبات بیوشیمیایی در جدول ۲ گزارش شده است. نتایج حاصله نشان داد که ژنوتیپ‌ها اثرات معنی‌داری بر سفتی بافت، مواد جامد محلول، pH آب میوه، ویتامین ث، اسیدیته قابل تیتراسیون و نیز ترکیبات آنتوسیانینی کل پوست و گوشت، فنل کل پوست و گوشت، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گوشت و فلاونوئید کل پوست و گوشت دارند. با توجه به نتایج جدول ۲ ژنوتیپ تأثیری بر روی ظرفیت انتی‌اکسیدانی پوست نداشت.

مقدار سفتی بافت در بین ارقام و ژنوتیپ‌ها از ۱۴/۴۰ در ژنوتیپ R28 تا۶۰/۵۰ نیوتن در رقم هلو حامدی متغیر بود (شکل ۱). ارقام و ژنوتیپ‌های R12، گجرگانات۱ و انجیری خونی به‌ترتیب با مقادیر ۵۸/۰۰، ۵۲/۰۰ و ۵۰/۶۷ نیوتن بدون اختلاف آماری با هلو حامدی در رتبه بعدی قرار گرفتند. حداکثر مقدار سفتی بافت جهت بازارپسندی میوه هلو توسط اتحادیه اروپا (EU) ۶۴ نیوتن گزارش شده است (Cantin *et al.*, 2010). مقدار سفتی بافت در تمامی ارقام و ژنوتیپ‌ها در محدوده استاندارد تعیین‌شده قرار داشت. سفتی بافت از صفات کیفی مهم در هلو می‌باشد که ارتباط مستقیم با آسیب مکانیکی و انبارمانی میوه دارد. سفتی بافت میوه هلو در دوره پس از برداشت روند نزولی داشته و همزمان با آن مقدار اتیلن نیز افزایش پیدا می‌کند و میوه نرم‌تر می‌گردد. این روند تغییرات در سفتی بافت بسته به نوع رقم متفاوت می‌باشد. در ارقام خیلی زودرس، مقدار سفتی در مدت سه روز بعد از برداشت روند خیلی سریع‌تری پیدا می‌کند (Drogoudi *et al.*, 2016). ژنوتیپ R12، ارقام گجرگانات۱ و انجیری خونی جزو ارقام دیررس بوده و بیشترین مقدار سفتی را داشتند در صورتی‌که ژنوتیپ R28، ارقام انجیری جعفری، انجیری زعفرانی میان‌رس، انجیری موری، انجیری عسلی و ژنوتیپ R37 دارای کمترین مقدار سفتی بافت بودند و جزو ارقام میان‌رس محسوب می‌شوند.

بالاترین مقدار مواد جامد محلول بر اساس درجه بریکس در ژنوتیپ R27 (۱۴/۵۳) و رقم انجیری زعفرانی میان‌رس (۱۴/۵۰) مشاهده گردید. درحالی‌که ارقام و ژنوتیپ‌های R12، خونی کاردی و گجرگانات۱ کمترین مقدار مواد جامد محلول به‌ترتیب ۹/۷۸، ۹/۸۸ و ۹/۹۷ بریکس را داشتند و بدون تفاوت آماری در یک گروه قرار گرفتند (شکل ۲). در مقایسه بین ارقام و ژنوتیپ‌هایی با شکل پهن (انجیری) و گرد، مقدار مواد جامد محلول در بین ارقام و ژنوتیپ‌های پهن ۱۳/۴ و در بین ارقام و ژنوتیپ‌های گرد ۱۱/۷۶ بریکس ثبت گردید. Di Vaio *et al.* (2014) مقدار مواد جامد محلول را در بین ارقام انجیری ۱۱/۸۷ و در بین ارقام گرد ۹/۳۷ گزارش نمودند. اگرچه مواد جامد محلول در بین ارقام و ژنوتیپ‌ها متفاوت می‌باشد اما شرایط محیطی نیز تأثیر زیادی روی آن دارد. در مطالعه حاضر نوع اقلیم منطقه مورد مطالعه سرد و خشک بوده و دامنه مواد جامد محلول ۹/۷۸ تا ۱۴/۵۳ متغیر بود. مواد جامد محلول در مطالعه Kwon *et al.* (2015) در کره‌جنوبی با آب‌وهوای مرطوب، در محدوده ۹/۱ تا ۱۳/۹ بریکس و در مطالعه Font i Forcada *et al.* (2014) در اسپانیا در مناطق با آب‌وهوای گرم و خشک، ۱۴ تا ۱۸ بریکس گزارش شد.

جدول ۲. تجزیه واریانس اثرات ارقام بر شاخص‌های کیفی

Table 2. Analysis of variance, of effect of genotype on qualitative traits

S.O.V	df	Mean Square[a]												
		Firmness	TSS	pH	VC	TA	An-P	Ph-P	A-P	F-P	An-F	Ph-F	A-F	F-F
Block	2	25.5	0.025	1.76	12.204	0.004	0.17	33.89	7.53	5.93	0.0005	0.52	7.3	0.23
cultivar	17	707.88**	2.26**	2.99**	19.47**	0.05**	8.54**	513.43**	4.15ns	159.39**	0.006**	148.17**	19.38**	1.04**
Error	34	201.45	0.026	0.22	5.7	0.008	0.14	45.56	3.69	2.6	0.0002	2.14	4.38	0.28
CV (%)		14.37	7.16	4.35	14.36	3.21	15.5	16.79	2.67	9.59	9.28	10.06	3.59	13.75

a: ns، *، **: نبود اختلاف معنی‌دار و وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

VC: ویتامین ث، TA: اسیدیته قابل‌تیتراسیون، An-P: آنتوسیانین کل پوست، Ph-P: فنل کل پوست، A-P: آنتی‌اکسیدان پوست، F-P: فلاونوئید کل پوست، An-F: آنتوسیانین کل گوشت، Ph-F: فنل کل گوشت، A-F: آنتی‌اکسیدان گوشت، F-F: فلاونوئید کل گوشت.

a: ns, **, *: Non-significant, and significant at p<0.05 and p<0.01 respectively.

VC: Vitamin C, TA: Total Acidity, An-P: Total Anthocyanin- Peel, Ph-P: Total Phenolic- Peel, A-P: Antioxidant- Peel, F-P: Total Flavonoid- Peel An-F: Total Anthocyanin- Flesh, Ph-F: Total Phenolic- Flesh, A-F: Antioxidant- Flesh, F-F: Total Flavonoid- Flesh.

با توجه به نتایج شکل ۳ بیشترین مقدار pH آب میوه در ارقام انجیری زعفرانی دیررس و انجیری زعفرانی میان‌رس به‌ترتیب با مقادیر ۴/۹۰ و ۴/۶۳ (P<۰/۰۵) بیشتر از سایر ارقام و ژنوتیپ‌ها مشاهده گردید. در رتبه بعدی ارقام انجیری عسلی، انجیری جعفری و انجیری خونی به‌ترتیب با مقادیر ۴/۴۰، ۴/۴۰ و ۴/۳۵ (بدون تفاوت آماری) در یک گروه قرار گرفتند. کمترین مقدار pH آب میوه نیز در ارقام هلو حامدی و انجیری موری (بدون تفاوت آماری) با مقدار ۳/۷ ثبت گردید.

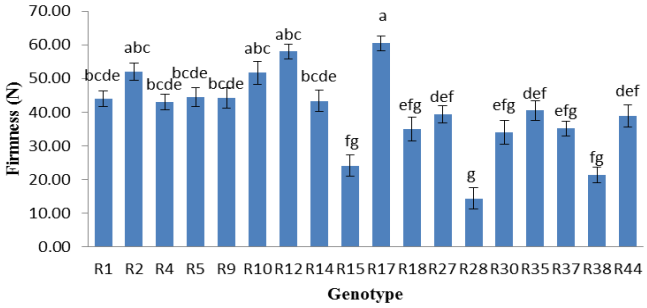
نتایج شکل ۴ نشان داد که مقدار ویتامین ث از ۳ تا ۱۱ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر در بین ارقام و ژنوتیپ‌ها متغیر بود. بیشترین مقدار ویتامین ث (۱۱ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر) در رقم انجیری موری (P<۰/۰۵) و در رتبه بعد ارقام انجیری زعفرانی خلیلی و خونی کاردی با مقادیر به‌ترتیب۹/۵۰ و ۹/۳۳ (بدون تفاوت آماری) قرار گرفتند. با توجه به نتایج شکل ۴ کمترین مقدار ویتامین ث نیز در رقم انجیری مالکی (۳/۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر، P<۰/۰۵) ثبت گردید. نتایج سایر مطالعات مقدار ویتامین ث در هلو را بین ۹-۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر در هلوی گوشت سفید، ۱۳-۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر در هلوی گوشت زرد گزارش نمودند (Gil *et al.*, 2002). گزارش شده است که ایجاد ارقام و ژنوتیپ‌های با مقادیر بالای ویتامین ث بیشتر به تفاوت ژنتیکی موجود در بین ژنوتیپ‌ها مربوط می‌باشد و فاکتور بسیار مهم‌تری نسبت به شرایط آب‌وهوایی و مدیریتی در بالا بردن مقدار ویتامین ث در زمان برداشت می‌باشد (Cantin *et al.*, 2009).

بر اساس نتایج شکل ۵ کمترین مقدار TA را رقم انجیری زعفرانی دیررس (۰/۱۹ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم اسیدمالیک) و بیشترین TA را انجیری موری با مقدار ۰/۷۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم اسیدمالیک داشت. نتایج نشان داد رقم انجیری موری دارای بیشترین مقدار ویتامین ث و بیشترین مقدار اسیدیته قابل‌تیتراسیون بود. بر اساس طبقه‌بندی Iglesias & Echeverría (2009) ارقامی که دارای مقادیر اسیدیته کمتر از ۰/۳۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم اسیدمالیک باشند جزو ارقام شیرین، در صورتی‌که اسیدیته بین ۰/۳۳ تا ۰/۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم اسیدمالیک باشد جزو ارقام نیمه‌شیرین، اسیدته بین ۰/۶ تا ۰/۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم اسیدمالیک باشد جزو ارقام اسیدی و بیشتر از ۰/۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم اسیدمالیک باشد جزو ارقام خیلی‌اسیدی محسوب می‌شوند. بر اساس این طبقه‌بندی ارقام انجیری زعفرانی دیررس، انجیری خونی، انجیری مالکی، انجیری زعفرانی میان‌رس، انجیری عسلی و ژنوتیپ R12 با مقدار اسیدته قابل‌تیتر کمتر از ۰/۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم اسیدمالیک جزوه ژنوتیپ‌های شیرین و ارقام گجرگانات۱، موزی، انجیری زعفرانی خلیلی، خونی کاردی، هلو حامدی، ژنوتیپ‌های R27، R28، رقم گجرگانات ۲، ژنوتیپ R37، ارقام انجیری جعفری و زعفرانی تابستانی جزو گروه نیمه‌شیرین و انجیری موری جزوه گروه اسیدی محسوب می‌شوند. در مقایسه کلی بین ارقام و ژنوتیپ‌های گوشت‌سفید و گوشت‌زرد، ارقام و ژنوتیپ‌های گوشت‌سفید اسیدیته قابل‌تیتر بیشتری داشتند (شکل ۵). اسید قابل‌تیتر در مطالعه Kwon *et al.* (2015) ۰/۱۷۰ تا ۰/۹۰۸ درصد با میانگین ۰/۴۲۳ درصد متغیر بود، آنها گزارش نمودند که ارقام گوشت‌سفید، بیشترین مقدار را در مقایسه با ارقام گوشت زرد و شلیل دارند که پژوهش حاضر نیز در تطابق با نتایج حاصله می‌باشد.

محتوای مواد بیوشیمیایی در پوست و گوشت در ژنوتیپ‌های مختلف متفاوت بود (جدول ۳). با توجه به نتایج جدول ۳ بیشترین مقدار آنتوسیانین کل در پوست در ارقام انجیری زعفرانی خلیلی و هلو حامدی به‌ترتیب با مقادیر ۵/۵۵ و ۵/۱۰ میلی‌گرم سیانیدین-۳-گلوکوزید در ۱۰۰ گرم وزن تر مشاهده شد که بدون تفاوت آماری در یک گروه قرار گرفتند. در رتبه بعدی ارقام انجیری خونی (۴/۸۶ میلی‌گرم سیانیدین-۳-گلوکوزید در ۱۰۰ گرم وزن تر)، هلو موزی (۴/۷۶ میلی‌گرم سیانیدین-۳-گلوکوزید در ۱۰۰ گرم وزن تر)، بدون تفاوت آماری، قرار گرفتند. کمترین مقدار آنتوسیانین کل در پوست در رقم انجیری مالکی، ژنوتیپ‌های R27، R12 و رقم زعفرانی تابستانی و به‌ترتیب با مقادیر ۰/۸۰، ۰/۷۲، ۰/۴۵ و ۰/۲۱ میلی‌گرم سیانیدین-۳-گلوکوزید در ۱۰۰ گرم وزن تر

(بدون تفاوت معنی‌دار آماری) ثبت گردید. در گوشت مقدار آنتوسیانین کل از ۰/۰۰ در رقم انجیری عسلی، ژنوتیپ‌های R27، R28 و رقم زعفرانی تابستانی تا ۰/۱۶ میلی‌گرم سیانیدین-۳-گلوکوزید در ۱۰۰ گرم وزن تر در رقم انجیری زعفرانی خلیلی (P<۰/۰۵) بستگی به‌مقدار رنگیزه قرمز موجود در بافت متغیر بود. در مطالعه حاضر، ارقام با رنگیزه قرمز در بافت گوشت مانند انجیری زعفرانی خلیلی (۰/۱۶ میلی‌گرم سیانیدین-۳-گلوکوزید در ۱۰۰ گرم وزن تر) و هلو حامدی (۰/۱۴ میلی‌گرم سیانیدین-۳-گلوکوزید در ۱۰۰ گرم وزن تر) بیشترین مقدار آنتوسیانین را در مقایسه با سایر ارقام و ژنوتیپ‌ها داشتند و بدون تفاوت آماری در یک گروه قرار گرفتند. نتایج مشابهی توسط سایر محققین گزارش شده است (Vizzotto *et al.*, 2006; Zhao, 2013). گزارش شده است که با توجه به توزیع متفاوت ترکیبات فنلی در بخش‌های متفاوت میوه، توزیع ترکیبات آنتوسیانینی در پوست و گوشت به‌ترتیب ۷۰ درصد و ۳۰ درصد می‌باشد. به‌طور متوسط میزان ترکیبات آنتوسیانینی در میوه با پوست ۱/۵ برابر بیشتر از میوه‌های پوست گرفته شده می‌باشد (Cantin *et al.*, 2009).

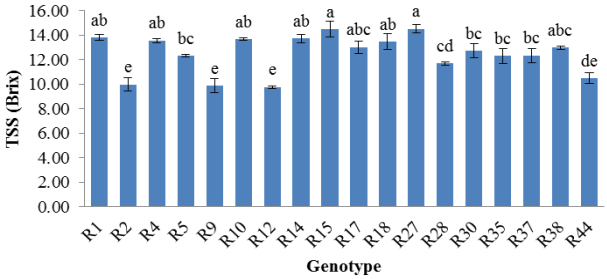
محتوای فنل کل پوست از ۱۵/۳۹ میلی‌گرم اسیدگالیک در ۱۰۰ گرم وزن تر در رقم خونی کاردی تا ۵۸/۱۹ میلی‌گرم اسیدگالیک در ۱۰۰ گرم وزن تر در انجیری خونی متغیر بود. ارقام انجیری خونی (۵۸/۱۹)، انجیری موری (۵۴/۵۹)، انجیری زعفرانی خلیلی (۵۴/۴۲)، انجیری جعفری (۵۳/۴۲)، هلو موزی (۵۱/۷۹)، گجرگانات ۲ (۵۰/۶۲) و ژنوتیپ R27 (۵۰/۰۵) بیشترین مقدار فنل کل پوست را داشته و بدون تفاوت آماری در یک گروه آماری قرار گرفتند. در گوشت بیشترین مقدار فنل کل را ژنوتیپ R27 با مقدار (۳۰/۷۲ میلی‌گرم اسیدگالیک در ۱۰۰ گرم وزن تر، P<۰/۰۵) داشت و در رتبه بعدی ارقام هلو موزی، گجرگانات ۲ و گجرگانات۱، به‌ترتیب با مقادیر ۲۳/۳۹، ۲۲/۸۹ و ۲۲/۰۹ میلی‌گرم اسیدگالیک در ۱۰۰ گرم وزن تر، بدون تفاوت آماری معنی‌دار، قرار گرفتند (جدول ۳).



شکل ۱. مقایسات میانگین میزان سفتی بافت در بین ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف هلو.

حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در آمون دانکن در سطح آماری ۵ درصد می باشد.

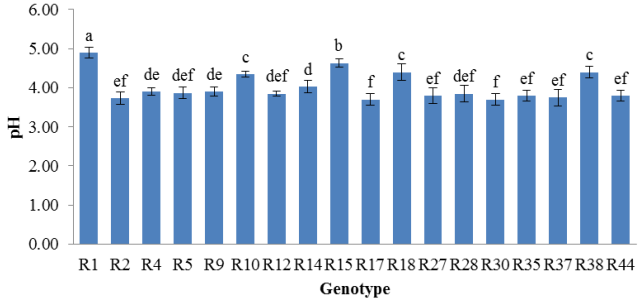
Figure 1. Mean comparisons of firmness in peach cultivars and genotypes.
Same letters are not significantly different at the level of 5% by Duncan test.



شکل ۲. مقایسات میانگین میزان TSS در بین ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف هلو.

حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در آمون دانکن در سطح آماری ۵ درصد می باشد.

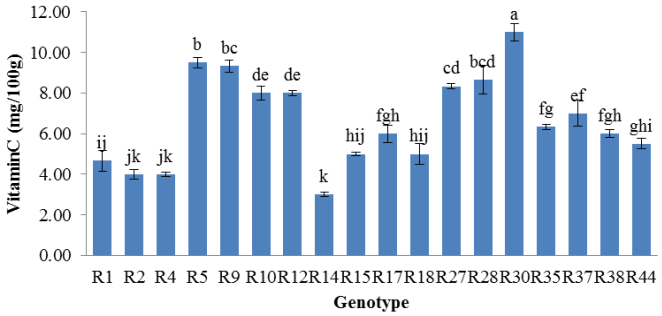
Figure 2. Mean comparisons of TSS in peach cultivars and genotypes.
Same letters are not significantly different at the level of 5% by Duncan test.



شکل ۳. مقایسات میانگین pH آب میوه در بین ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف هلو.

حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در آمون دانکن در سطح آماری ۵ درصد می باشد.

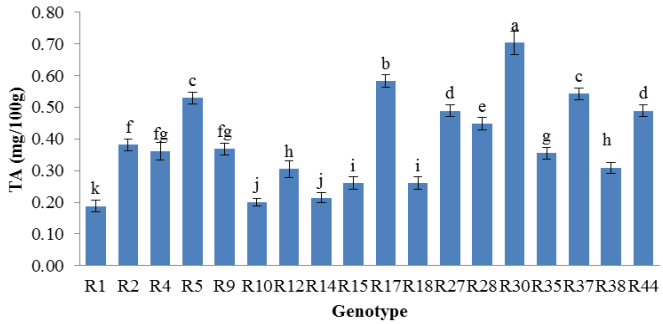
Figure 3. Mean comparisons of pH in peach cultivars and genotypes.
Same letters are not significantly different at the level of 5% by Duncan test.



شکل ۴. مقایسات میانگین مقادیر ویتامین ث در بین ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف هلو.

حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در آمون دانکن در سطح آماری ۵ درصد می باشد.

Figure 4. Mean comparisons of vitamin C in peach cultivars and genotypes.
Same letters are not significantly different at the level of 5% by Duncan test.



شکل ۵. مقایسات میانگین میزان اسیدیته قابل‌تیتراسیون در بین ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف هلو.

حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در آمون دانکن در سطح آماری ۵ درصد می باشد.

Figure 5. Mean comparisons of TA in peach cultivars and genotypes.
Same letters are not significantly different at the level of 5% by Duncan test.

کمترین مقدار فنل کل در گوشت به‌ترتیب در رقم خونی کاردی، ژنوتیپ R37 و رقم زعفرانی تابستانی به‌ترتیب با مقادیر ۵/۵۷، ۵/۸۲ و ۸/۰۵ میلی‌گرم اسیدگالیک در ۱۰۰ گرم وزن تر ثبت گردید که بدون تفاوت آماری در یک گروه قرار گرفتند. مقادیر فنلی کل گزارش‌شده در پژوهش حاضر مطابقت با مقادیر گزارش‌شده توسط سایر محققین بود (Cantin *et al.*, 2009; Abidi *et al.*, 2011). کاهش ترکیبات فنلی کل در گوشت به تغییرات شیمیایی و آنزیمی بعضی از انواع مواد فنلی در زمان رسیدن مربوط می‌باشد (Remorini *et al.*, 2008).

مقدار ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در پوست از ۶۹/۳۶

درصد در ژنوتیپ R28 تا ۷۳/۸۵ درصد در رقم خونی کاردی و در گوشت از ۵۵/۱۷ درصد در رقم خونی کاردی تا ۶۴/۳۳ درصد در ژنوتیپ R27 متغیر بود. با توجه به نتایج جدول ۳ در مقایسه ظرفیت آنتی اکسیدانی پوست و گوشت بین ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پوست در مقایسه با ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گوشت بیشتر بود؛ ولی در بین ارقام و ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری نشان نداد که در تطابق با مطالعات سایر محققین می‌باشد (Guo *et al.*, 2003; Andreotti *et al.*, 2008; Cantin *et al.*, 2009; Loizzo *et al.*, 2015; Zhao *et al.*, 2015). بیشترین مقدار ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در گوشت در ژنوتیپ R27 و رقم انجیری موری با مقادیر به‌ترتیب ۶۵/۳۳ و ۶۴/۲۰ درصد (بدون تفاوت معنی‌دار آماری) ثبت شد و تفاوت آماری معنی‌داری بین سایر ارقام و ژنوتیپ‌ها مشاهده نگردید.

با توجه به نتایج جدول ۳ بیشترین مقدار فلاونوئید کل در پوست با مقدار ۳۲/۵۱ میلی‌گرم کوئرستین در ۱۰۰ گرم وزن تر در رقم هلو حامدی (P<۰/۰۵) ثبت گردید. ارقام هلو موزی، انجیری جعفری و انجیری زعفرانی خلیلی به‌ترتیب با مقادیر ۲۷/۲۳، ۲۵/۶۳ و ۲۵/۲۹ میلی‌گرم کوئرستین در ۱۰۰ گرم وزن تر، بدون تفاوت آماری، در رتبه بعدی قرار گرفتند و کمترین مقدار فلاونوئید کل در پوست در ارقام زعفرانی تابستانی، انجیری مالکی و ژنوتیپ R12 با مقادیر ۶/۳۲، ۸/۴۴ و ۹/۶۱ میلی‌گرم کوئرستین در ۱۰۰ گرم وزن تر (P<۰/۰۵) وجود داشت. در گوشت محتوای فلاونوئید کل از ۳/۰۸ میلی‌گرم کوئرستین در ۱۰۰ گرم وزن تر در رقم خونی کاردی (P<۰/۰۵) تا ۴/۹۴ میلی‌گرم کوئرستین در ۱۰۰ گرم وزن تر در رقم هلو حامدی متغیر بود که در تطابق با مطالعات Cantin *et al.* (2009) می‌باشد. در تمامی ارقام و ژنوتیپ‌ها محتوای مواد بیوشیمیایی در پوست بیشتر از گوشت گزارش شد. نتایج این پژوهش مطابق با گزارش سایر مطالعات می‌باشد که بیان نمودند مقدار ترکیبات بیوشیمیایی در پوست بیشتر از گوشت میوه می‌باشد (Gil *et al.*, 2002; Cevallos-Casals *et al.*, 2006; Kwon *et al.*, 2015; Zhao *et al.*, 2015).

ضرایب هبستگی پیرسون بین صفات در جدول ۴ نشان داده شده است. نتایج نشان داد مواد جامد محلول میوه همبستگی مثبت و معنی‌داری با سفتی بافت ($r=0.6^{**}$)، اسیدیته قابل‌تیتراسیون ($r=0.54^{**}$)، pH آب‌میوه ($r=0.503^{*}$)، فلاونوئید کل گوشت ($r=0.525^{*}$) و فنل کل پوست ($r=0.548^{*}$) دارد. همبستگی مثبت و معنی‌دار بین قند و ترکیبات بیوشیمیایی به‌دلیل نقش قند در تنظیم بیوسنتز ترکیبات فنلی می‌باشد که در مطالعات سایر محققین نیز این همبستگی گزارش شده است (Cantin *et al.*, 2009; Cantin *et al.*, 2010; Abidi *et al.*, 2011).

جدول ۳. محتوای مواد بیوشیمیایی در پوست و گوشت ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف هلو

Table 3. Biochemical compounds in flesh and peel of peach cultivars and genotypes

Genotype	Total anthocyanin (mg Cyanidin-3 Glucoside /100g FW)		Total Phenol (mg GAE/100g FW)		Antioxidant capacity (%)		Total flavonoid (mg QE/ 100g FW)	
	Peel	Flesh	Peel	Flesh	Peel	Flesh	Peel	Flesh
R1	1.59±0.24 e	0.01±0.01 cd	28.12±2.67 ef	8.89±1.25 f	73.25±2.88 a	57.39±1.85 bc	12.39±0.74 ghi	3.73±0.13 cde
R2	2.06±0.21 de	0.01±0.01 cd	35.69±2.28 de	22.09±0.35 b	72.26±1.01 a	57.77±0.6 bc	13.73±0.4 gh	3.34±0.26 de
R4	4.76±0.58 b	0.04±0.01 bc	51.79±4.43 ab	23.39±2.09 b	72.76±0.75 a	56.5±0.39 c	27.23±2.46 b	4.73±0.24 abc
R5	5.55±0.03 a	0.16±0.02 a	54.42±0.55 ab	14.19±0.52 d	69.96±0.89 a	57.9±0.95 bc	25.29±1.09 b	3.99±0.39 abcde
R9	2.64±0.26 d	0.02±0.02 bcd	15.39±0.27vg	5.75±0.55 g	73.85±0.36 a	55.17±1.13 c	10.48±0.34 ij	3.08±0 e
R10	4.87±0.23 b	0.04±0.01 b	58.19±1.34 a	8.95±1.34 f	72.66±1.15 a	58.28±0.29 bc	22±0.44 c	3.86±0.27 bcde
R12	0.45±0.04 g	0.01±0.01 cd	27.52±1.97 ef	11.95±0.43 de	72.05±1 a	58.16±2.22 bc	9.61±1.27 ij	3.38±0.3 de
R14	0.8±0.03 fg	0.04±0.02 bc	28.82±1.41 ef	9.45±0.03 ef	72.85±0.7 a	58.66±1.93 bc	8.44±0.24 jk	3.95±0.41 abcde
R15	2.08±0.35 de	0.05±0.01 b	38.42±2.48 cde	16.99±1.17 c	71.66±0.7 a	56.44±1.19 c	17.92±0.35 de	4.86±0.57 ab
R17	5.1±0.14 ab	0.14±0.01 a	44.25±13.59 bcd	17.59±0.07 c	72.06±0.7 a	57.65±1 bc	32.51±1.92 a	4.94±0.49 a
R18	1.65±0.06 e	0±0 d	43.79±2.27 bcd	8.49±0.09 f	71.16±0.53 a	56.44±1.4 c	14.08±0.53 fg	3.95±0.11 abcde
R27	0.72±0.08 g	0±0 d	50.05±1.35 abc	30.72±0.1 a	72.65±1.01 a	64.33±1.5 a	11.04±0.45 hij	3.3±0.11 de
R28	2.11±0.09 de	0±0 d	38.39±1.85 cde	11.59±0.43 e	69.36±0.26 a	56.82±1.1 c	17.49±0.99 de	4.25±0.34 abcd
R30	1.44±0.02 ef	0.01±0.01 cd	54.59±1.32 ab	18.52±0.42 c	71.56±2.44 a	64.2±0.72 a	12.34±0.63 ghi	3.14±0.04 e
R35	1.67±0.17 e	0.02±0 bcd	50.62±2.72 abc	22.89±0.9 b	71.66±0.26 a	60.95±1.15 ab	16.67±0.79 ef	3.69±0.34 de
R37	3.7±0.12 c	0.01±0.01 cd	31.95±0.74 de	5.82±0.23 g	72.75±0.17 a	56.12±0.54 c	19.66±0.38 cd	4.25±0.45 abcd
R38	3.41±0.36 c	0.05±0.01 b	53.42±4.19 ab	16.85±1.03 c	71.16±0.72 a	58.54±0.86 bc	25.63±0.37 b	4.34±0.17 abcd
R44	0.21±0.04 g	0±0 d	18.15±1.06 fg	8.05±0.23 fg	70.26±0.95 a	56.57±1.3 c	6.32±0.52 k	3.17±0.09 e

در هر ستون اعداد دارای حرف‌های مشترک در سطح ۵ درصد آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means within a column followed by the same letters are not significantly different at P<0.05 based on Duncan test.

همبستگی مثبت و معنی‌دار بین سفتی و مواد جامد محلول در مطالعات Jimenez *et al.* (2004) نیز گزارش شده است. همچنین همبستگی منفی و معنی‌دار بین pH آب میوه و اسیدیته قابل‌تیتراسیون (r=-0.734**) مشاهده گردید. مشخص گردید که همبستگی مثبت و معنی‌دار بین ویتامین ث و اسیدیته قابل تیتراسیون (r=0.561*) وجود دارد. نتایج مشابهی توسط Cantin *et al.* (2010) در بررسی ترکیبات بیوشیمیایی در هلو گزارش گردید، که بیان نمودند این همبستگی مثبت بین ویتامین ث و اسیدیته به‌دلیل نقش ویتامین ث در اسیدیته میوه می‌باشد. با توجه به نتایج جدول ۴ بین مقدار ویتامین ث با ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، فنل کل، فلاونوئید کل گوشت و پوست همبستگی معنی‌داری وجود نداشت. نتایج مشابهی در سایر محصولات مانند زردالو و گیلاس نیز توسط سایر محققین گزارش شده است (Serrano *et al.*, 2005; Bureau *et al.*, 2009; Cantin *et al.*, 2009; Abidi *et al.*, 2011; Font i Forcada *et al.*, 2014). لذا با توجه به نتایج حاصله، ویتامین ث در ایجاد ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه هلو نقشی ندارد. همبستگی مثبت و معنی‌دار بین آنتوسیانین کل گوشت با فلاونوئید کل گوشت (r=0.752**)، آنتوسیانین پوست (r=0.742**) و فلاونوئید کل پوست (r=0.719**) مشاهده گردید که نشان‌دهنده نقش و اهمیت رنگدانه‌های آنتوسیانینی در کیفیت میوه می‌باشد که توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (Bao *et al.*, 2005; Cantin *et al.*, 2009). همچنین هیچ‌گونه ارتباطی بین آنتوسیانین پوست و گوشت با ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پوست یا گوشت مشاهده نگردید. نتایج مشابهی توسط سایر محققین مبنی بر عدم همبستگی بین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و مقدار آنتوسیانین گزارش شده است (Hassanpour *et al.*, 2011; Reig *et al.*, 2013; Li *et al.*, 2014). فنل کل گوشت همبستگی مثبت و معنی‌داری با فنل کل پوست (r=0.563*) و ظرفیت آنتی‌اکسیدان پوست (r=0.741**) و گوشت (0.73**) نشان داد. با توجه به نتایج جدول ۴ آنتوسیانین کل پوست همبستگی مثبت و معنی‌داری با فنل کل پوست (r=0.498*) و فلاونوئید کل پوست (r=0.883**) داشت. همچنین فنل کل پوست همبستگی مثبت و معنی‌داری با ظرفیت آنتی‌اکسیدان پوست (r=0.812**)، ظرفیت آنتی‌اکسیدان گوشت (0.78**) و فلاونوئید کل پوست (r=0.624**) نشان داد. نتایج مشابهی توسط سایر محققین گزارش شده است (Li *et al.*, 2014; Drogoudi *et al.*, 2016). همبستگی مثبت مشاهده‌شده بین فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نشان‌دهنده اهمیت این ترکیبات در فعالیت آنتی‌اکسیدانی آنها در میوه هلو می باشد که مطابقت با یافته‌های سایر محققین دارد (Cevallos-Casals *et al.*, 2006; Font i Forcada *et al.*, 2014).

جدول ۴. همبستگی بین صفات مورد بررسی در ارقام و ژنوتیپ‌های هلو

Table 4. Correlation between studied traits in peach cultivars and genotypes

	Firmness	TSS	pH	VC	TA	An-F	Ph-F	A-F	F-F	An-P	Ph-P	A-P	F-P
Firmness	1												
TSS	0.6**	1											
pH	-0.457	0.503*	1										
VC	0.055	-0.228	-0.355	1									
TA	0.359	0.54**	-0.734**	0.561*	1								
An-F	0.389	0.174	-0.082	0.085	0.22	1							
Ph-F	0.011	0.274	-0.278	-0.025	0.257	0.096	1						
A-F	0.375	0.126	0.15	-0.215	-0.322	-0.197	0.73**	1					
F-F	-0.068	0.525*	0.262	-0.378	-0.114	0.752**	0.07	-0.129	1				
An-P	0.32	0.2	-0.021	0.116	0.148	0.742**	0	0.008	0.588*	1			
Ph-P	0.059	0.548*	0.005	0.219	0.169	0.38	0.563*	0.78**	0.33	0.498*	1		
A-P	0.138	0.291	-0.266	0.38	0.367	-0.112	0.741**	0.003	-0.373	-0.294	0.812**	1	
F-P	0.11	0.322	0.01	0	0.158	0.719**	0.24	-0.182	0.780**	0.883**	0.624**	-0.17	1

** و *: نشان‌دهنده معنی‌دار در سطح احتمال آماری ۱درصد و معنی‌دار در سطح احتمال آماری۵درصد.

VC: ویتامین ث، TA: اسیدیته قابل تیتراسیون، An-F: آنتوسیانین کل گوشت، Ph-F: فنل کل گوشت، A-F: آنتی‌اکسیدان گوشت، F-F: فلاونوئید کل گوشت، An-P: آنتوسیانین کل پوست، Ph-P: فنل کل پوست ، A-P: آنتی‌اکسیدان پوست ، F-P: فلاونوئید کل پوست.

**, *: Significant at p<0.05 and p<0.01 respectively.

VC: Vitamin C, TA: Total Acidity, An-F: Total Anthocyanin- Flesh, Ph-F: Total Phenolic- Flesh, A-F: Antioxidant- Flesh, F-F: Total Flavonoid- Flesh, An-P: Total Anthocyanin- Peel, Ph-P: Total Phenolic- Peel, A-P: Antioxidant- Peel, F-P: Total Flavonoid- Peel.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج پژوهش حاضر تنوع بسیار بالایی را بین ژنوتیپ‌های هلوی مورد مطالعه از لحاظ ترکیبات بیوشیمیایی نشان داد. نتایج نشان‌دهنده اهمیت این ارقام و ژنوتیپ‌ها در دارا بودن ترکیبات مختلف و نیز نقش آنها در سلامتی انسان می‌باشد. در مطالعه حاضر با توجه به این‌که کلیه ارقام و ژنوتیپ‌ها در شرایط آب‌وهوایی و مدیریتی یکسانی قرار داشتند، تفاوت مشاهده‌شده در صفات کیفی مورد مطالعه به تأثیر ژنتیکی آن‌ها مربوط می‌باشد. نتایج نشان داد که رقم هلوی حامدی دارای بیشترین مقدار آنتوسیانین کل و فلاونوئید کل در بین ارقام و ژنوتیپ‌ها بود و ارقامی مانند انجیری موری، انجیری زعفرانی خلیلی دارای بیشترین مقدار ویتامین ث بوده و نیز دارای ظرفیت آنتی‌کسیدان و محتوای فنلی بالایی بودند. لذا ارقام دارای ترکیبات بیوشیمیایی مهم برای سلامتی انسان می‌تواند به‌عنوان والد در تلاقی‌ها جهت اصلاح ارقام در برنامه‌های اصلاحی مورد استفاده قرار گیرد. اگرچه پوست منبع زیادی از ترکیبات مختلف فیتوشیمایی می‌باشد، تنها بخش کوچکی از میوه را شامل می‌شود. به‌علاوه در هلو بیشتر بخش گوشت مصرف می‌شود و پوست مصرف کمتری دارد. گزارش شده است که پوست تنها ۷ تا ۹ درصد وزن میوه را شامل می‌شود و توزیع کلی ترکیبات فنلی در پوست و گوشت به‌ترتیب ۳۰ و ۷۰ درصد می‌باشد (Cevallos-Casals *et al.*, 2006). بنابراین در ارزیابی ارزش غذایی ترکیبات بیوشیمیایی بخش گوشت باید بیشتر از پوست مد نظر قرار گیرد.

REFERENCES

1. Abidi, W., Jiménez, S., Moreno, M. A. & Gogorcena, Y. (2011). Evaluation of antioxidant compounds and total sugar content in a nectarine [*Prunus persica* (L.) Batsch] progeny. *International Journal of Molecular Sciences*, 12(10), 6919-6935.
2. Andreotti, C., Ravaglia, D., Ragaini, A. & Costa, G. (2008). Phenolic compounds in peach (*Prunus persica*) cultivars at harvest and during fruit maturation. *Annals of Applied Biology*, 153(1), 11-23.
3. Bao, J., Cai, Y., Sun, M., Wang, G. & Corke, H. (2005). Anthocyanins, flavonols, and free radical scavenging activity of Chinese bayberry (*Myrica rubra*) extracts and their color properties and stability. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(6), 2327-2332.
4. Brand-Williams, W., Cuvelier, M. & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Science and Technology*, 28(1), 25-30.
5. Bureau, S., Renard, C. M., Reich, M., Ginies, C. & Audergon, J. M. (2009). Change in anthocyanin concentrations in red apricot fruits during ripening. *LWT-Food Science and Technology*, 42(1), 372-377.
6. Cantin, C. M., Moreno, M. Á. & Gogorcena, Y. (2009). Evaluation of the antioxidant capacity, phenolic compounds, and vitamin C content of different peach and nectarine [*Prunus persica* (L.) Batsch] breeding progenies. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(11), 4586-4592.
7. Cantin, C. M., Gogorcena, Y. & Moreno, M. Á. (2010). Phenotypic diversity and relationships of fruit quality traits in peach and nectarine [*Prunus persica* (L.) Batsch] breeding progenies. *Euphytica*, 171(2), 211-226.
8. Cevallos-Casals, B. A., Byrne, D., Okie, W. R. & Cisneros-Zevallos, L. (2006). Selecting new peach and plum genotypes rich in phenolic compounds and enhanced functional properties. *Food Chemistry*, 96(2), 273-280.
9. Chang, C.-C., Yang, M.-H., Wen, H.-M. & Chern, J.-C. (2002). Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of food and drug analysis*, 10(3), 211-221.
10. Dabbou, S., Lussiana, C., Maatallah, S., Gasco, L., Hajlaoui, H. & Flamini, G. (2016). Changes in biochemical compounds in flesh and peel from *Prunus persica* fruits grown in Tunisia during two maturation stages. *Plant Physiology and Biochemistry*, 100, 1-11.
11. Davarynejad, G., Khorshidi, S., Nyéki, J., Szabó, Z. & Gal-Remennyik, J. (2010). Antioxidant capacity, chemical composition and physical properties of some apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivars. *Horticulture Environment and Biotechnology*, 51(6), 477-482.
12. Di Vaio, C., Marallo, N., Graziani, G., Ritieni, A. & Di Matteo, A. (2014). Evaluation of fruit quality, bioactive compounds and total antioxidant activity of flat peach cultivars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. *95*(10), 2124-2131.
13. Drogoudi, P., Pantelidis, G. E., Goulas, V., Manganaris, G. A., Ziogas ,V. & Manganaris, A. (2016). The appraisal of qualitative parameters and antioxidant contents during postharvest peach fruit ripening underlines the genotype significance. *Postharvest Biology and Technology*, 115, 142-150.

14. FAOSTAT. (2017). Food and Agriculture Organization. *Value of Agricultural Production* in FAO from http://FAOSTAT.fao.org/.
15. Font i Forcada, C., Gradziel, T., Gogorcena, Y. & Moreno, M. (2014). Phenotypic diversity among local Spanish and foreign peach and nectarine [*Prunus persica* (L.) Batsch] accessions. *Euphytica*, 197(2), 261-277.
16. Gil, M. I., Tomas-Barberan, F. A., Hess-Pierce, B. & Kader, A. A. (2002). Antioxidant capacities, phenolic compounds, carotenoids, and vitamin C contents of nectarine, peach, and plum cultivars from California. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(17), 4976-4982.
17. Giusti, M. M. & Wrolstad, R. E. (2001). Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, 2, 21-37.
18. Guo, C., Yang, J., Wei, J., Li, Y., Xu, J. & Jiang, Y. (2003). Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay. *Nutrition Research*, 23(12), 1719-1726.
19. Hajilou, J. & Fakhimrezaei, S. (2011). Evaluation of fruit physicochemical properties in some peach cultivars. *Research in Plant Biology*, 1(5), 16-21.
20. Hassanpour, H., Yousef, H., Jafar, H. & Mohammad, A. (2011). Antioxidant capacity and phytochemical properties of cornelian cherry (*Cornus mas* L.) genotypes in Iran. *Scientia Horticulturae*, 129(3), 459-463.
21. Iglesias, I. & Echeverría, G. (2009). Differential effect of cultivar and harvest date on nectarine colour, quality and consumer acceptance. *Scientia Horticulturae*, 120(1), 41-50.
22. Jimenez, S., Garin, A., Albas, E., Betran, J., Gogorcena, Y. & Moreno, M. (2004). *Effect of several rootstocks on fruit quality of'Sunburst'sweet cherry*. Paper presented at the I International Symposium on Rootstocks for Deciduous Fruit Tree Species 658.
23. Kwon, J., Jun, J., Nam, E., Chung, K., Hong, S., Yoon, I., Yun, S. & Kwack, Y. (2015). Profiling diversity and comparison of Eastern and Western cultivars of *Prunus persica* based on phenotypic traits. *Euphytica*, 206(2), 401-415.
24. Li, W., Li, O., Zhang, A., Li, L., Hao, J., Jin, J. & Yin, S. (2014). Genotypic diversity of phenolic compounds and antioxidant capacity of Chinese dwarf cherry (*Cerasus humilis* (Bge.) Sok.) in China. *Scientia Horticulturae*, 175(0), 208-213.
25. Loizzo, M. R., Pacetti, D., Lucci, P., Núñez, O., Menichini, F., Frega, N. G. & Tundis, R. (2015). *Prunus persica* var. platycarpa (Tabacchiera Peach): Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of Pulp, Peel and Seed Ethanolic Extracts. *Plant Foods for Human Nutrition*, 1-7.
26. Ministry of Agriculture Jihad. Retrieved March 1. (2017). http://amar.maj.ir. (in Farsi)
27. National weather service. Retrieved January 1. (2018). from http:// www.weatherbase.com.
28. Rahim, M. A., Busatto, N. & Trainotti, L. (2014). Regulation of anthocyanin biosynthesis in peach fruits. *Planta*, 240(5), 913-929.
29. Reig, G., Iglesias, I., Gatius, F. & Alegre, S. (2013). Antioxidant capacity, quality, and anthocyanin and nutrient contents of several peach cultivars [*Prunus persica* (L.) Batsch] grown in Spain. *Journal of agricultural and food chemistry*, 61(26), 6344-6357.
30. Remorini, D., Tavarini, S., Degl Innocenti, E., Loreti, F., Massai, R. & Guidi, L. (2008). Effect of rootstocks and harvesting time on the nutritional quality of peel and flesh of peach fruits. *Food Chemistry*, 110(2), 361-367.
31. Serrano, M., Guillen, F., Martinez-Romero, D., Castillo, S. & Valero, D. (2005). Chemical constituents and antioxidant activity of sweet cherry at different ripening stages. *Journal of agricultural and food chemistry*, 53(7), 2741-2745.
32. Verde, I., Abbott, A. G., Scalabrin, S., Jung, S., Shu, S. & Marroni, F. (2013). The high-quality draft genome of peach (*Prunus persica*) identifies unique patterns of genetic diversity, domestication and genome evolution. *Nature genetics*, 45(5), 487-494.
33. Vizzotto, M., Cisneros-Zevallos, L., Byrne, D., Ramming, D. & Okie, W. (2006). Total phenolic, carotenoid, and anthocyanin content and antioxidant activity of peach and plum genotypes. *Acta Horticulturae*, 713, 453-468.
34. Waterhouse, A. L. (2001). Determination of Total Phenolics *Current protocols in food analytical chemistry* (pp. 1-8): John Wiley & Sons, Inc.
35. Zhao, X., Zhang, W., Yin, X., Su, M., Sun, C., Li, X. & Chen, K. (2015). Phenolic Composition and Antioxidant Properties of Different Peach [*Prunus persica* (L.) Batsch] Cultivars in China. *International Journal of Molecular Sciences*, 13(3), 5762-5778.
36. Zhao, Y. (2013). Genetic Diversity Of Anthocyanin In Peach Fruit And The Evaluating Criterion Of Red-flesh Peach. *Journal of Plant Genetic Resources*, 14(1), 169-174.
37. Zhou, H., Lin-Wang, K., Wang, H., Gu, C., Dare, A. P. & Espley, R. V. (2015). Molecular genetics of blood-fleshed peach reveals activation of anthocyanin biosynthesis by NAC transcription factors. *The Plant Journal*, 82(1), 105-121.