بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیائی و آنتی اکسیدانی برخی ارقام سیب در منطقه زنجان

ولی ربیعی[1*]، رسول حیدرنژاد گیگلو[2]، فرهنگ رضوی[3]

۱- دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
۲- دانشجوی دکتری علوم باغبانی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
۳- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۷/۰۳/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۳/۱۹)

چکیده

سیب‌ها یک منبع مهم پلی فنول در رژیم غذایی انسان بوده و مصرف این میوه با پیشگیری از بیماری‌های حادشونده ارتباط دارد. این تحقیق درسال ۱۳۹۶ با اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکوشیمیائی و آنتی‌اکسیدانی پوست و گوشت برخی ارقام سیب کشت شده درمنطقه زنجان به‌عنوان راهکاری مناسب برای ارزش گذاری به آن‌ها انجام شد. میزان فنول کل، فلاونوئید کل، آنتوسیانین، کلروفیل، کارتنوئید، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، پکتین، مواد جامد محلول، اسید کل و شاخص طعم در پوست و گوشت نه رقم سیب (*Malus domastica*) از جمله "تاپ رد"، "گرانی اسمیت"، "دلبار استیوال"،" گلدن پرایمرز"،" آیدارد"، "رد دلشیز"،" رد استارکینگ"، "جنا گلد" و "گلدن دلشیز" ارزیابی و خوشه بندی شدند. مطابق با تجزیه خوشه‌ای بر اساس تجمع مواد فنولی در پوست میوه، رقم گرانی اسمیت و رد دلیشیز تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشته و دارای حداقل اختلاف معنی‌دار با سیب رقم تاپ رد بود. نتایج حاصل نشان داد که مقدار ترکیب های فنولی در پوست میوه در مقایسه با گوشت بیشتر بوده و همچنین مقداراین ترکیبات در ارقام مختلف میوه متفاوت بود. به‌طوری‌که بیشترین میزان فنول کل، کلروفیل، کارتنوئید، فلاونوئید و آنتوسانین در پوست میوه مشاهده شد. به عنوان یک نتیجه نهائی بیشترین مقدارفنول پوست (۶/٤ میلیگرم برگرم)، فنول(۲/۳۱ درصد)، کلروفیل پوست (۸۰/۸۲ میلیگرم برگرم) وخاصیت آنتی اکسیدانی(۸۳/۷۳ درصد) در رقم گرانی اسمیت در مقایسه با بقیه ارقام مشاهده شد.

کلید واژگان: ارقام سیب، اسید کل، خاصیت آنتی اکسیدانی، خوشه بندی، خواص فیزیکوشیمیایی.

*مسئول مکاتبات: Rabiei@znu.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-07]

۱- مقدمه

سیب یکی از مهم‌ترین محصولات باغبانی کشور بوده و نقش مهمی در اشتغال و اقتصاد مناطق وسیعی از کشور ایفا می‌کند. سیب میوه‌ای پرمصرف است که هم به دلیل خواص غذایی و هم به دلیل قابلیت انبارمانی طولانی، طی ماه‌های زیادی از سال در دسترس مصرف‌کنندگان قرار می‌گیرد[۱]. مصرف سیب با پیشگیری از سرطان و بیماری‌های قلبی عروقی همراه است [۲ و ۳]. تحقیقات انجام‌شده نیز نشان داده که کیفیت گوشت میوه سیب تحت تأثیر رقم [۵ و ٤] و طول دوره انبارمانی قرار می‌گیرد [٦]. البته برداشت زودتر از مرحله بلوغ فیزیولوژیک[1]، میوه‌ها به دلیل بهره‌مندی از سطح رطوبت درون بافتی کمتر، غالباً از کیفیت حسی مطلوبی برخوردار نیستند [۸ و ۷]. میوه سیب منبع غنی از ترکیبات فنولی است. ترکیبات فنولی از مهم‌ترین متابولیت‌های ثانویه در گیاهان هستند که بیوسنتز آن‌ها در پوست میوه سیب و سایر بافت‌های گیاهی از طریق دو مسیر شیکمیک اسید و استات موانات تحت تأثیر مرحله نموی گیاه و فاکتورهای بیرونی انجام می‌گیرد[۹ و ۱۰].

ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی اغلب در پوست میوه سیب تجمع یافته و عمده‌ترین آن‌ها اسیدهای فنولی، فلاونول‌ها و آنتوسیانین‌ها هستند [۱۱]. آنتوسیانین‌ها به‌عنوان گروه بسیار مهمی از فلاونوئیدها عامل ایجاد رنگ قرمز در میوه سیب هستند. در رشد و نمو میوه بسته به نوع رقم تغییراتی در طعم میوه اتفاق می‌افتد. که این طعم و مزه؛ به دلیل ساختن، انتقال و حتی در اثر تجزیه برخی مواد صورت می‌گیرد. در میوه‌های فراز گرا اتیلن نقش مهمی در این وقایع دارد. میزان مواد جامد محلول و اسید قابل تیتراسیون نقش مهمی در ایجاد طعم و مزه دارد [۱۲ و ۱۳]. یکی از دلایل کاهش اسید قابل تیتراسیون در میوه‌های سیب شرکت اسیدهای آلی مانند اسید مالیک به‌عنوان سوبسترا در پدیده‌ی تنفس سلولی است. عوامل مختلفی ازجمله نوع رقم سیب، فعالیت و غلظت ترکیبات فیتوشیمیایی و فنولی با توجه به شرایط محیطی، رقم، مرحله بلوغ و بخش‌های مختلف گیاه متفاوت است [١٤ و ١٥]. از بین فاکتورهای محیطی، نور مهم‌ترین عامل در رنگ گیری سیب‌ها می‌باشد، بااین‌حال میزان تحریک‌کنندگی به‌شدت نور، رقم سیب، و مرحله نمو بستگی دارد و این امر به خاطر افزایش فعالیت فنیل آلانین آمونیالیاز (PAL) در برابر نور است. میوه‌های درون تاج درخت رنگ گیری کمتری دارند. اگر میوه بیش از ۷۰ درصد کل نور را دریافت نماید بهترین رنگ گیری را خواهد داشت و اگر کمتر از ٤۰ درصد نورتابشی را دریافت کند، رنگ خوبی نخواهد داشت. نور آبی و فرابنفش، به‌ویژه فرابنفش، در توسعه رنگ بسیار مؤثرند [١٦ و ١٧].

محققین طی مطالعه دو رقم آل استار و جنا گلد متوجه شدند که پوست میوه‌هایی که در معرض نور خورشید قرار دارند، دارای سیانیدین ۳-گالاکتوزید (آنتوسیانین) و کوئرستین ۳-گالاکتوزید بیشتری نسبت به قسمتی که در سایه هستند، می‌باشند، درحالی‌که فلوریدزین، کاتچین و کلروژنیک اسید در پوست هر دو طرف مشابه است [۱۱ و ۱۸]. میوه‌های موجود در قسمت‌های بالایی درخت و بخش‌های بیرونی تاج دارای فلاونوئید بیشتری هستند. تفاوت‌های بارزی بین ارقام مختلف سیب در میزان کل مواد فنولی و فلاونوئیدی وجود دارد بنابراین فعالیت آنتی‌اکسیدانی سیب‌ها بین ارقام مختلف بسته به منطقه کشت‌شده متفاوت است و ارقام دارای مواد فنولی بیشتر، فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری هم دارند [۱۸ و ۱۹]. با توجه به اینکه مطالعات اخیر نشان داده است که در ارقام مختلف سیب میزان ترکیبات فنولی در مقایسه با هم متفاوت بوده، لذا پژوهش حاضر باهدف مطالعه ارقام سیب کشت‌شده در منطقه زنجان و مقایسه خصوصیات فیزیکوشیمیایی، ترکیبات فنولی و آنتی‌اکسیدانی به‌عنوان راهکار مناسب برای ارزش‌گذاری ارقام موجود در منطقه زنجان به بررسی این موضوع پرداخته است.

۲- مواد و روش‌ها

این پژوهش بر روی ۹ رقم سیب از جمله تاپ رد، گرانی اسمیت، دلبار استیوال، گلدن پرایمرز، ایدارد، رد دلشیز، رد استارکینگ، جنا گلد و گلدن دلشیز انجام شد . این ارقام تجاری سیب در باغ پرهام واقع در شهر قیدار استان زنجان پرورش داده شده اند. تمام ارقام روی پایه‌مالینگ مرتون ۱۱٦پیوند شده فرم تربیت آن‌ها به‌صورت مرکز باز و سن ارقام در زمان انجام تحقیق

1. Physiological Maturity

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-07]

۱۰ سال بود. در این مطالعه صفاتی از جمله: مواد جامد محلول، اسیدقابل تیتراسیون، شاخص طعم، میزان پکتین، میزان فنول کل، فلاونوئید کل، کلروفیل، کارتنوئید و آنتوسیانین موجود در پوست و گوشت میوه ارقام مورد ارزیابی قرار گرفت.

۲-۱ – اسید کل، مواد جامد محلول و نسبت قند به اسید

برای اندازه‌گیری اسید کل از روش عیارسنجی با سود۰/۱ نرمال استفاده شد و اسید قابل عیارسنجی برحسب گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر اسید مالیک بیان شد .برای این منظور ۱۰ میلی‌لیتر آب‌میوه با ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط و سپس عیارسنجی شد و با استفاده از رابطهٔ زیر، میزان اسیدکل به دست آمد.

$$A= SNEF/C \times 100 \quad (۱)$$

A: مقدار اسیدهای آلی موجود در عصاره میوه (g/100ml)، S: مقدار NaOH مصرف شده (ml)، N: نرمالیته NaOH، F: فاکتور یا ضریب نرمال که برای NaOH برابر با ۱ است، C: مقدار عصاره میوه (ml)، E: اکی والان اسید موردنظر (اسید مالیک). برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول از دستگاه رفراکتومتر دستی (مدل ۰۰۳۲ K-ساخت ژاپن) استفاده شد و درصد مواد جامد محلول برحسب درجه بریکس به دست آمد. برای این منظور چند قطره از آب‌میوه روی رفراکتومتر دستی ریخته شد و عدد مربوطه از روی ستون مدرج قرائت گردید. البته قبل از اقدام به‌اندازه گیری رفراکتومتر کالیبره شد. شاخص طعم میوه‌های از طریق نسبت مواد جامد کل محلول به اسید قابل عیارسنجی، مورد محاسبه قرار گرفت .این رابطه به‌صورت رابطهٔ زیر بیان می‌گردد:

$$I = S/A \quad (۲)$$

A مواد جامد محلول کل (درجه بریکس) و S ، در این معادله اسید قابل عیارسنجی (گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر اسید تارتاریک) است.

۲-۲- پکتین

روش استخراج پکتین در این آزمایش به این‌گونه بود که ۲۵ گرم از نمونه (پوست+ گوشت) را با ٤۰۰ میلی‌لیتر آب به مدت ۱ ساعت جوشانده و پس از صاف کردن با کاغذ واتمن شماره ٤ به آن ۳۰۰ میلی‌لیتر آب دیونیزه و ۱۰ میلی‌لیتر NaOH (سود نرمال) اضافه می‌شود و به مدت ۱ شب نگه داشته شده، سپس ۵۰ میلی‌لیتر محلول استیک اسید نرمال و ۲۵ میلی‌لیتر محلول کلرید کلسیم ۱ نرمال اضافه می‌شود، پس از یک ساعت نگهداری یک دقیقه جوشانده و با کاغذ صافی صاف‌کرده و سپس چند قطره محلول نیترات نقره اضافه می‌شود و با ظرف پتری در آون قرار داده و در پایان توزین می‌گردد [۲۰].

۲-۳ – فنول کل، فلاونوئید کل و خاصیت آنتی-اکسیدانی

میزان فنول کل(TPC) با استفاده از معرف فولین سیوکالتو[2] اندازه‌گیری گردید [۲۱]. برای این منظور ۰/۱ میلی‌لیتر از نمونه-های رقیق‌شده همراه ۲ میلی‌لیتر (W/V ۲٪) در لوله‌آزمایش ریخته شد و به مدت دو دقیقه در دمای اتاق نگه‌داشته شد. سپس ۰/۱ میلی‌لیتر از واکنش‌گر فولین سیوکالتو (۵۰درصد) به آن اضافه شد. مخلوط واکنش به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق و در تاریکی نگهداری شد و سپس میزان جذب آن در طول‌موج ۷۲۰ نانومتر خوانده شد. برای به دست آوردن منحنی کالیبراسیون از اسید گالیک به‌عنوان استاندارد استفاده شد [۲۱]. برای اندازه‌گیری فلاونوئید کل، بر روی ۰/۲۵ میلی‌لیتر از نمونه‌ها با رقت مناسب، ۷۵ میکرو لیتر NaNO2(W/V ۵٪) و ۰/۱۵ میلی‌لیتر AlCl3 (W/V ۱۰٪) و ۰/۵ میلی‌لیتر NaOH یک مولار اضافه شد و با افزودن آب مقطر حجم نهایی به ۲/۵ میلی‌لیتر رسید. جذب محلول پس از ۵ دقیقه توسط دستگاه اسپکتروفتومتر مدل (Specorp 250) در طول‌موج ۵۰۷ نانومتر خوانده شد. جهت به دست آوردن منحنی کالیبراسیون از کوئرسیتین به‌عنوان استاندارد استفاده شد و منحنی بر اساس میزان جذب در غلظت-های مشخص رسم گردید [۲۲]. برای اندازه‌گیری فعالیت آنتی-اکسیدانی از روش DPPH استفاده شد ابتدا محلول ۰/۱ میلی مولار از DPPH در متانول مطلق تهیه شد. سپس حجم مشخصی از عصاره (۵۰ میکرو لیتر) به محلول DPPH (۱۹۵۰میکرو لیتر) اضافه شد به‌طوری‌که حجم نهایی دو میلی‌لیتر شد. جذب آن بعد از ۱۰ دقیقه در طول‌موج ۵۱۷ نانومتر قرائت شد. برای مقایسه جذب نمونه‌ها از محلول DPPH حاوی عصاره گیاهی به‌مرورزمان کم شده و مقدار جذب آن در مقایسه با محلول

2. Folin- Ciocalteaus

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-07]

DPPH کاهش می‌یابد. هرقدر قدرت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها بیشتر باشد کاهش رنگ نیز بیشتر خواهد بود. فعالیت جمع‌آوری رادیکال بر اساس درصد رادیکال جمع‌آوری‌شده DPPH[3] با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید [۲۳].

رابطه (۳): $RSA\% = 100\ (Ac-As)/Ac$

As: جذب نمونه حاوی عصاره Ac: جذب کنترل.

۲-٤- اندازه گیری رنگیزه‌های پوست و گوشت میوه

اندازه‌گیری کلروفیل و کارتنوئید به روش آرنون(۱۹٦۷) انجام شد. برای اندازه‌گیری مقدار آنتوسیانین ۰/۱ گرم از بافت گیاهی را کاملاً خردکرده و آن را در هاون ریخته و با ۱۰ میلی‌لیتر از محلول متانول اسیدی (یک میلی‌لیتر اسیدکلریدریک محلول در ۹۹ میلی‌لیتر متانول) کاملاً ساییده شد و سپس عصاره حاصل را به مدت ۲٤ ساعت در محل تاریک با دمای ٤ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و سپس عصاره به مدت ۱۰ دقیقه در ٤۰۰۰ دور سانتریفیوژ نموده و پس از انتقال محلول رویی به لوله‌آزمایش جدید جذب محلول را به‌وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر در طول‌موج ۵۵۰ نانومتر قرائت می‌شود. محاسبه میزان آنتوسیانین از طریق رابطه زیر انجام می‌شود [۲٤].

رابطه (٤): $A = \varepsilon bc$

ε: ضریب خاموشی معادل ۳۳۰۰۰ مول بر سانتی‌متر. B : عرض کوت برابر یک سانتی‌متر. C : مقدار آنتوسیانین برحسب مول بر گرم. A : مقدار جذب.

۲-۵ - تجزیه‌وتحلیل آماری

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری (Institute Inc., Cary, NC, USA) SAS (V9.1) تجزیه و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

۳- نتایج و بحث

در بررسی‌های مقایسه‌ای انجام‌شده صفاتی از جمله "اسید کل، مواد جامد محلول، شاخص طعم، پکتین، خاصت آنتی‌اکسیدانی، فنول کل (پوست و گوشت) فلاونوئید کل (پوست و گوشت) آنتوسیانین کل(پوست و گوشت) کارتنوئید و کلروفیل (پوست و گوشت)" بین ۹ رقم مهم تجاری سیب (تاپ رد، گرانی اسمیت، دلبار استیوال، گلدن پرایمرز، ایدارد، رد دلشیز، رد استارکینگ، جنا گلد و گلدن دلشیز مشخص شد که نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش حاضر، نشان‌دهنده وجود تفاوت بین ارقام مختلف در مقدار صفات مذکور و همچنین مقدار هریک از این ترکیبات به‌صورت جداگانه می‌باشد. که این یافته‌ها با نتایج تحقیقات دیگر مطابقت دارد [۲۱ و ۲۵]. وجود این اختلاف می‌تواند بیانگر نقش رقم و ژنتیک در خواص فیتوشیمیایی، سنتز و میزان ترکیبات فنولی و همچنین خصوصیات آنتی‌اکسیدانی در میوه‌های سیب باشد. با توجه به این‌که از ارقام بارنگ پوست زرد، قرمز و سبز استفاده‌شده است. در ارقام سیب قرمز، رنگ قرمز پوست میوه به دلیل وجود آنتوسیانین است و در ارقام سیب با پوست زرد، رنگ زرد به دلیل وجود کارتنوئید است [۲٦ و ۲۷].

۳-۱- اسیدکل، موادجامد محلول و شاخص طعم

در تحقیق حاضر (مطابق با جدول۱) سیب رقم گرانی اسمیت بیشترین میزان اسید کل (۰/۷۹ گرم در ۱۰۰میلی‌لیتر) را دارا بود همچنین بیشترین میزان مواد جامد محلول در سیب رقم جنا گلد (۱۵/۰۲۳ درصد بریکس) مشاهده‌شده که با میزان مواد جامد محلول در سیب رقم گلدن دلشیز تفاوت معنی‌داری نداشت. همچنین بیشترین میزان شاخص طعم (نسبت مواد جامد محلول به اسید کل) در سیب رقم رد دلشیز (٤۵/٤۲۵) مشاهده شد. در تجزیه خوشه‌ای بر اساس میزان مواد جامد محلول (شکل ۱-A) ارقام مختلف سیب بر پایه فاصله نزدیکترین همسایه در سه گروه مجزا و ٤ زیرگروه قرار گرفته‌اند. که ارقام دلبار استیوال و رد استارکینگ اختلاف معنی‌داری نسبت به یکدیگر نداشته ولی با سایر ارقام دارای بیشترین تفاوت معنی‌دار را دارا هستند و در گروه جداگانه‌ای را قرار گرفته‌اند. همچنین ارقام جناگلد و گلدن دلیشیز تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشته و در یک گروه قرار دارند. همچنین در تجزیه خوشه‌ای ارقام سیب مورد مطالعه بر اساس میزان اسید کل در(شکل ۱-B) آورده شده است. ارقام بر پایه نزدیکترین همسایه در ۲ گروه و ٤ زیرگروه قرار گرفته است، ارقام گرانی اسمیت و ایدارد از نظر میزان اسید کل تفاوت معنی-داری با یکدیگر نداشته ولی با رقم جنا گلد دارای‌کمترین اختلاف معنی‌دار می‌باشد و نسبت به سایر ارقام بیشترین تفاوت معنی‌دار

3. 11-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-07]

را در میزان اسید کل داشته و در زیر گروه جداگانه‌ای قرار گرفته اند، همچنین ارقام تاپ رد و دلبار استیوال تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشته و دارای کمترین اختلاف معنی‌دار در میزان اسید کل با ارقام گلدن دلیشیز، رد استارکینگ، گلدن پرایمرز و رد دلیشیز دارند. نسبت قند به اسید تعیین‌کننده طعم و مزه میوه‌ها است. می‌توان علت افزایش نسبت شاخص طعم را به افزایش مواد جامد محلول و کاهش اسید کل در طی رسیدن میوه نسبت داد [۲۸]. در پژوهش حاضر، بالا رفتن نسبت شاخص طعم در ارقام مختلف سیب را می‌توان به دلیل از دست دهی بخش زیادی از آب‌میوه و درنتیجه تغلیظ و بالا رفتن مواد جامد محلول در ارقام مختلف سیب در طی رسیدن میوه و مصرف بالای اسیدهای آلی دانست.

۳-۲- میزان پکتین

مطابق با جدول مقایسه میانگین (جدول۱) بیشترین میزان پکتین (۲/۳۱ درصد) در سیب رقم گرانی اسمیت مشاهده شد که با نتایج بررسی بیوسنتز پکتین بین ارقام سیب، سایر پژوهشگران مطابقت دارد [۲۹]. بر اساس نتایج حاصل از شکل (۱-C) ارقام مختلف سیب بر پایه فاصله نزدیک‌ترین همسایه در دو گروه مجزا و ٤ زیر گروه قرار گرفته اند. رقم جناگلد بیشترین تفاوت معنی‌دار را میزان پکتین داشته و به دلیل اینکه با ارقام رد دلیشیز و ایدارد حداقل اختلاف معنی‌دار را دارد در یک گروه قرار گرفته است. ارقام گلدن دلیشیز و گلدن پرایمرز تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشته و دارای حداقل اختلاف معنی‌دار با دلبار استیوال است و از لحاظ میزان پکتین در یک گروه قرار می‌گیرند. با توجه به نتایج می‌توان گفت که احتمالاً در گیاهان در دست آزمایش از دیدگاه زیست‌شناسی گیاهی بیوسنتز پکتین در بافت میوه با اسید کل رابطه مستقیم دارد، با توجه به نتایج سایر پژوهشگران، تغییرات اسیدیته عصاره میوه در زمان رسیدن بیشتر در بین ارقام مختلف گیاهان ناشی از تفاوت میزان نشت اسیدهای آلی از واکوئل‌ها به سیتوپلاسم سلولی است، که مقایسه روند تغییرات اسیدیته و اسید کل نیز این مطلب را تأیید می‌کند که با رسیدن بیش‌ازحد میوه، اسیدیته میوه افزایش‌یافته و خاصیت اسیدی میوه کاهش می‌یابد [۳۰]. بنابراین یک همبستگی منفی بین میزان بیوسنتز پکتین با سطح اسیدیته وجود دارد به‌طوری‌که بیوسنتز پکتین با کاهش اسیدیته و بالا رفتن میزان اسید کل در سلول افزایش می‌یابد. در نتایج به‌دست‌آمده از اندازه‌گیری مواد جامد محلول ارقام تحت آزمایش عکس این نتیجه مشاهده شد، زیرا مقایسات تکمیلی نشان داد که رقم جناگلد ضمن داشتن بیشترین میزان مواد جامد محلول ازنظر مقدار پکتین در سطح مطلوبی نسبت به رقم گرانی اسمیت نبود (جدول۱).

۳-۳- میزان فنول کل، فلاونوئید و خاصیت آنتی اکسیدان کل

در بررسی مقایسه‌ای بین ارقام مختلف سیب بیشترین (۸۳/۷۳ درصد) و کمترین (٦۲/٤۲ درصد) میزان خاصیت آنتی‌اکسیدانی به ترتیب در ارقام گرانی اسمیت و رد استارکینگ مشاهده شد. همچنین در مورد فنول کل (مطابق با جدول ۱) در ارقام گرانی اسمیت و جنا گلد به ترتیب بیشترین (٦/٤ میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر) و کمترین (۰/۲٦۱ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر) در پوست میوه سیب و همچنین در بررسی میزان فنول گوشت بیشترین (۳/۷۷ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر) و کمترین (۰/٤۷۷ میلی‌گرم بر وزن‌تر) میزان به ترتیب در ارقام جناگلد و دلبار استیوال مشاهده شد. در بررسی میزان فلاونوئید در بین ارقام مختلف سیب بیشترین (٤/٤۷ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر) میزان فلاونوئید پوست در سیب رقم گرانی اسمیت و کمترین (۰/٤۳۳ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر) میزان آن در رقم گلدن پرایمرز و همچنین در بررسی میزان فلاونوئید گوشت بیشترین میزان (۱/٤۱ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر) در رقم گلدن‌پرایمرز و کمترین (۰/۵۰۱ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر) مقدار آن در رقم جناگلد مشاهده شد.

در تجزیه خوشه‌ای بر اساس میزان تجمع مواد فنولی در گوشت میوه (شکل ۱-D) ارقام مختلف سیب بر پایه فاصله نزدیکترین همسایه در ۲ گروه مجزا و ۳ زیرگروه قرار گرفته‌اند. ارقام رد استارکینگ و جنا گلد تفاوت معنی‌داری در میزان تجمع مواد فنولی در گوشت میوه نداشته و دارای حداقل اختلاف معنی‌دار با رقم گرانی اسمیت است. همچنین مطابق با تجزیه خوشه‌ای بر اساس تجمع مواد فنولی در پوست میوه ارقام مختلف سیب (شکل ۱-E) بر پایه فاصله نزدیکترین همسایه در ۲ گروه مجزا و ٤ زیرگروه قرار گرفت. رقم گرانی اسمیت و رد دلیشیز تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشته و دارای حداقل اختلاف معنی‌دار با سیب رقم تاپ رد بود که این سه رقم بیشترین اختلاف معنی‌دار را با سایر ارقام داشت. بر اساس میزان تجمع فلاونوئید در گوشت میوه ارقام مختلف سیب بر پایه فاصله نزدیکترین همسایه در ۳ گروه و ٤ زیرگروه مجزا قرار گرفت (شکل ۱-F).

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-07]

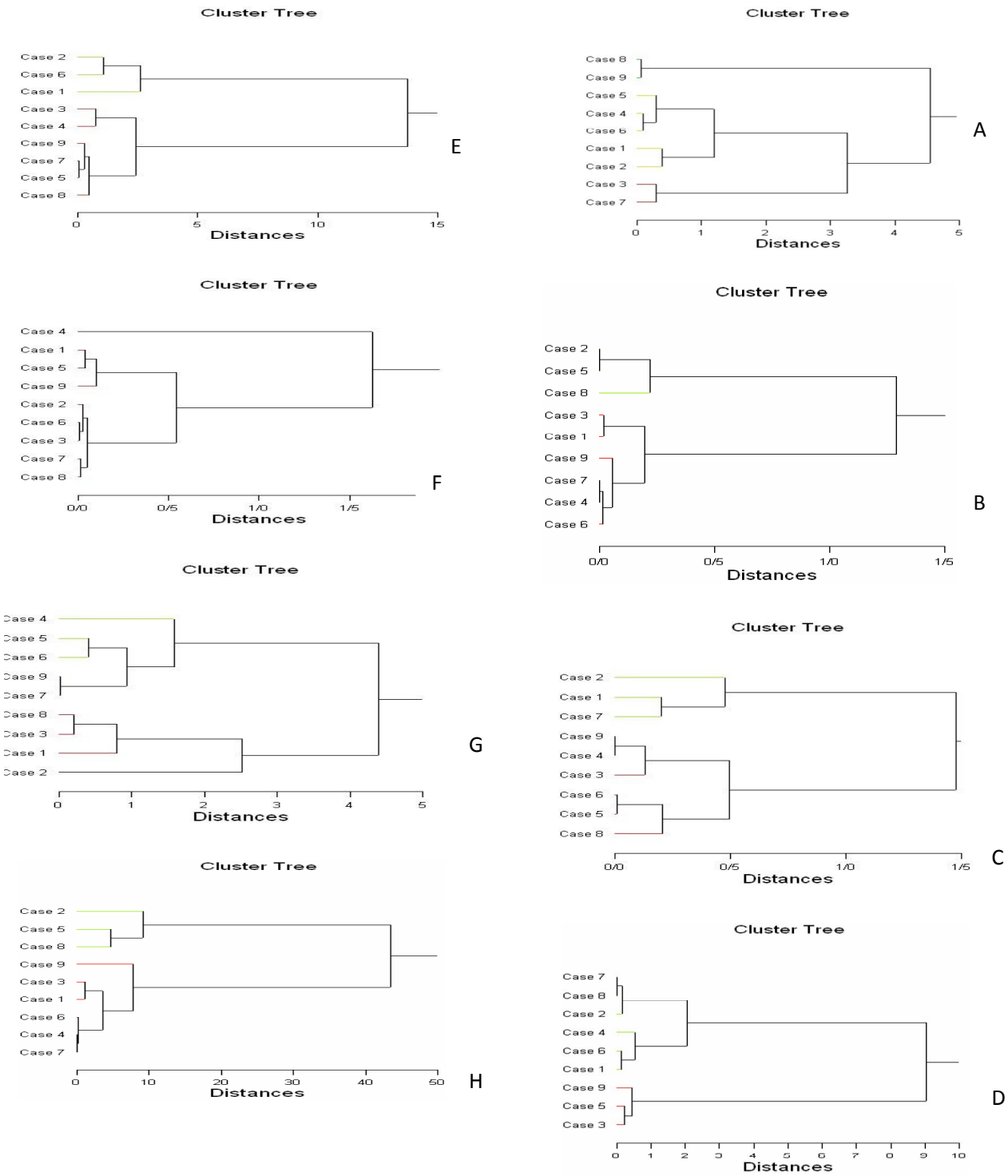

Fig 1 Dendrogram generated by cluster analysis (Ward) based on Titratable acidity (A), Soluble solids (B), Pectin (C), Total phenol in Pomace (D) and skin (E) of fruit, Flavonoid in Pomace (F) and skin of fruit (G) and antioxidant properties (H), of nine commercial apple cultivars in Zanjan. (1- Top Red, 2- Granny Smith, 3- Dellbar Stewal, 4- Golden Primorz, 5- Idared, 6- Red Delecious, 7- Red Starking, 8- Jonagold and 9- Golden Delicious)

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-07]

رقم گلدن پرایمرز نسبت به سایر ارقام بیشترین تفاوت معنی‌دار را در تجمع مواد فلاونوئیدی در گوشت میوه را داشته و گروه جداگانه‌ای را به خود اختصاص داده است. همچنین رقم گرانی اسمیت حداقل اختلاف معنی‌دار را با ارقام رد دلیشیز، دلبار استیوال، رد استارکینگ و جنا گلد داشت. همچنین مطابق با تجزیه خوشه‌ای بر اساس تجمع فلاونوئید در پوست میوه ارقام مختلف سیب (شکل ٤-G) بر پایه فاصله نزدیکترین همسایه در ۳ گروه مجزا و ٤ زیرگروه قرار گرفت. رقم گرانی اسمیت در یک گروه جداگانه‌ای قرار گرفت که بیشترین اختلاف معنی‌دار را با سایر ارقام داشت. ارقام جناگلد و دلبار استیوال بایکدیگر اختلاف‌معنی‌داری نداشته و حداقل اختلاف معنی‌دار را با رقم تاپ رد داشتند. در تجزیه خوشه‌ای بر اساس میزان تجمع مواد فنولی در گوشت میوه (شکل ۱-H) ارقام مختلف سیب بر پایه فاصله نزدیکترین همسایه در ۳ گروه مجزا و ۵ زیرگروه قرار گرفته‌اند. رقم گرانی اسمیت در بین ارقام به غیر از رقم ایدارد و جناگلد بیشترین تفاوت معنی‌دار با سایر ارقام را داراست. همچنین ارقام دلبار استیوال و تاپ‌رد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشته و حداقل اختلاف معنی‌دار را با ارقام رد دلیشیز، گلدن پرایمرز و رد استارکینک را دارا بود.

ترکیبات فنولی در همه بافت‌های میوه وجود داشته و غالباً فراوان‌ترین متابولیت ثانویه در میوه‌ها را تشکیل می‌دهد. بیوسنتز ترکیبات فنولی از فنول آلانین به‌عنوان پیش‌ساز معمول در گیاهان عالی شروع می‌شود. فنول آلانین آنزیم کلیدی در سنتز ترکیبات فنولی است که آمین‌زدایی از فنیل آلانین را کاتالیز می‌کند. تغییرات در میزان فنول کل میوه‌ها در طول دوره‌ی پس از برداشت به فاکتورهای مختلفی مثل ژنوتیپ، مرحله رسیدگی در زمان برداشت، رقم، شرایط فصل رشدی بستگی دارد؛ ترکیبات فنولی مهارکننده قوی برای تنش اکسایشی هستند و در همکاری با پراکسیدازها در جمع‌آوری یا حذف پراکسید هیدروژن شرکت می‌کنند [٦]. نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که یک ارتباط مثبت و قوی مابین مقدار فنول‌کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی وجود دارد که با نتایج مطالعات اخیر مطابقت دارد. همچنین در این تحقیق میزان فنول کل و فلاونوئید کل در پوست میوه در تعداد زیادی از ارقام موردبررسی از گوشت میوه بیشتر است که با یافته‌های محققین دیگر مطابقت دارد [۲۷ و ۲۸] .

Table 1 Mean comparison of physicochemical and antioxidant properties of the apple cultivars
Means in each column followed by similar letter are not significantly different at the $P \leq 0.05$ using Duncan Multiple Range Test.

Apple Cultivars	Flavonoid (pomace) (mg. gr^{-1} FW)	Flavonoids (Skin) (mg. gr^{-1} FW)	Total phenol (pomace) mg.gr^{-1} (FW)	Total phenol (skin) (mg.gr^{-1} FW)	Antioxidant properties (skin+pomace) (%)	Pectin (%)	TSS/TA	TSS[5] (%)	TA[4] (%)
Top Red	0.766 b	3.06 b	2.701 b	3.84 b	65.78 e	2.007 ab	33.58 c	13.66 cd	0.397 c
Granny Smith	0.558 bc	4.47 a	3.66 ab	6.64 a	83.73 a	2.31 a	16.38 f	12.93 d	0.79 a
Delbar Stewal	0.531 c	2.51 c	0.477 cd	2.14 c	66.91 e	1.533 cd	29.65 d	12.23 e	0.410 bc
Golden Primorz	1.41 a	0.433 g	3.201 ab	1.37 d	63.50 e	1.631 bc	44.15 a	13.76 bc	0.312 c
Idared	0.717 bc	1.11 f	0.691 c	0.543 e	77.98 b	1.42 cd	17.76 f	13.96 b	0.786 a
Red Delecious	0.539 c	1.51 e	2.84 ab	3.54 b	63.63 e	1.433 cd	45.425 a	13.66 bc	0.301 c
Red Starking	0.518 c	1.89 d	0.379 cd	0.591 e	62.42 ef	1.801 bc	38.38 b	11.96 e	0.312 c
Jonagold	0.501 cd	2.301 c	3.77 a	0.261 ef	73.55 c	1.266 d	24.26 e	15.033 a	0.620 ab
Golden Delicious	0.651 cd	1.868 d	0.972 c	0.804 ed	70.45 d	1.631 bc	30.023 d	14.96 a	0.350 c

4. Total soluble solids
5. Tirable acidity

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-07]

۳-٤- میزان رنگیزه‌های پوست و گوشت میوه

در بررسی مقایسه‌ای میزان آنتوسیانین پوست و گوشت در بین شش رقم از ارقام سیب موردبررسی در این پژوهش بیشترین میزان (۲۹/۱۵۷ میلی‌گرم در گرم) آنتوسیانین پوست در رقم رد استارکینگ و کمترین مقدار (۱۳/٦۰۵ میلی‌گرم در گرم) آن در رقم دلبار استیوال، همچنین بیشترین (۵/٦٦٦ میلی‌گرم در گرم) و کمترین میزان (۰/٦۵۰ میلی‌گرم در گرم) آنتوسیانین گوشت میوه به ترتیب در رقم رد استارکینگ و دلبار استیوال مشاهده شد (شکل۲).

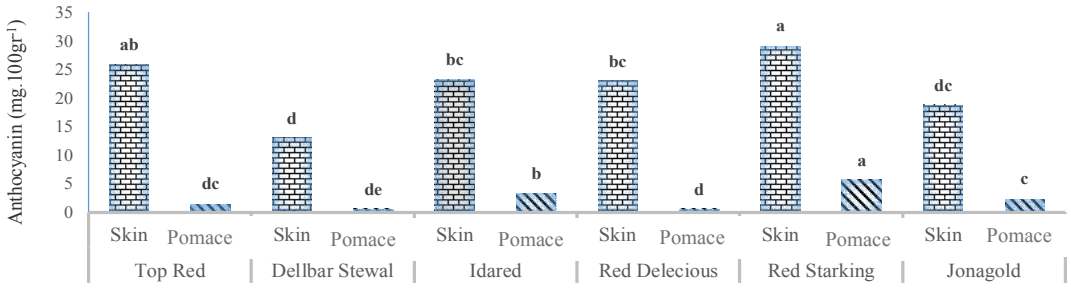

Fig 2 Skin and Pomace anthocyanin content in different apple cultivars
For each column means followed by the same letter are not significantly different ($p \leq 0.05$).

همچنین در بررسی میزان کلروفیل و کارتنوئید پوست و گوشت میوه بین سه رقم سیب موردبررسی بیشترین و کمترین میزان کلروفیل پوست میوه به ترتیب در ارقام گرانی اسمیت (۸۰/۸۲۷ میلی‌گرم در گرم) و گلدن پرایمرز (۳۹/۹۲ میلی‌گرم در گرم) و بیشترین (۹/۵۹ میلی‌گرم در گرم و کمترین (۳/۰۸۳ میلی‌گرم در گرم) میزان کلروفیل گوشت میوه به ترتیب در ارقام گرانی اسمیت و گلدن دلشیز مشاهده شد که میزان کلروفیل پوست و گوشت در دو رقم گلدن پرایمرز و گلدن دلشیز اختلاف معنی-داری نداشت (شکل۳). بیشترین و کمترین میزان کارتنوئید پوست به ترتیب در ارقام گرانی اسمیت (۲۷/۸۱ میلی‌گرم در گرم) و گلدن دلشیزز (۷/۵۵ میلی‌گرم در گرم) و همچنین بیشترین میزان کارتنوئید گوشت در رقم گلدن دلشیز (۲/۰۱ میلی-گرم در گرم) و کمترین میزان آن در رقم گرانی اسمیت (۱/۱۱ میلی‌گرم در گرم) مشاهده شد؛ که میزان کارتنوئید در پوست و گوشت دو رقم گلدن دلشیز و گلدن پرایمرز تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل٤).

از دست‌دان رنگ سبز یا رنگ زمینه در بسیاری از میوه‌ها شاخص مناسبی برای تشخیص بلوغ و رسیدن میوه است. همزمان با فرآیند رسیدن میوه، رنگ زمینه پوست از سبز تیره به سبز روشن تغییریافته و در برخی از گیاهان مانند عروسک پشت پرده، رنگ سبز تقریباً به‌طور کامل از بین رفته و رنگ‌های زرد، قرمز یا بنفش پدیدار می‌شود. تجزیه کلروفیل و تبدیل‌شدن آن به فئوفیتین و فئوفوربید منجر به تغییر رنگ میوه‌ها و سبزی‌ها از سبز به سبز روشن و درنهایت زرد، قرمز یا بنفش می‌شود [۱٦]. از دست دادن رنگ‌زمینه با مجموعه فعالیت‌های بیوشیمیایی میوه در زمان رسیدن نظیر میزان تنفس، تولید اتیلن و تجزیه پروتئین‌ها در ارتباط است [۳].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-07]

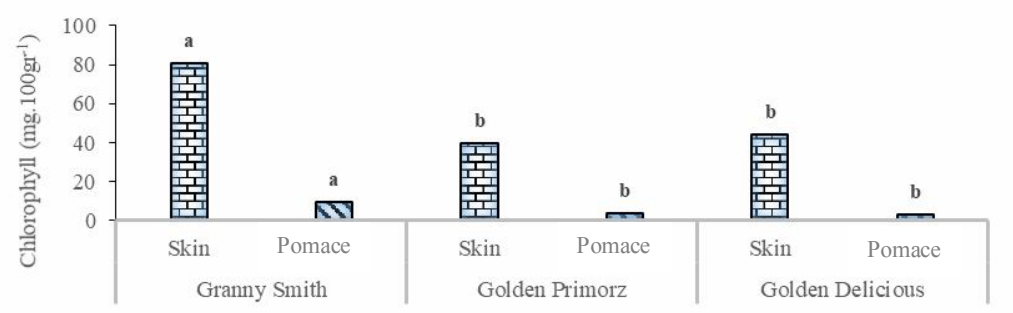

Fig 3 Skin and Pomace chlorophyll content in different apple cultivars
For each column means followed by the same letter are not significantly different ($p \leq 0.05$).

کارتنوئیدها رنگ‌دانه‌هایی هستند که نقش مهمی در حمایت گیاهان در برابر فرآیندهای اکسیداتیو دارند که می‌تواند به‌عنوان یک عامل آنتی‌اکسیدانی با اکسیژن منفرد و رادیکال پراکسید واکنش دهند. عوامل متعددی در میزان ترکیبات کارتنوئیدها مانند مرحله رسیدگی، واریته و شرایط آب و هوایی مؤثر است [۳ و ۳۱]. میزان آنتوسیانین یکی از عوامل اصلی مؤثر در ظرفیت آنتی-اکسیدان است و به همین دلیل نیز نقش بیشتری در جلوگیری از بیماری‌های انسانی مرتبط با آسیب‌های اکسیداسیونی مانند سرطان و بیماری‌های قلبی دارد [۳۲]. وقتی محصولات باغبانی در معرض برخی تنش‌های غیرزنده از جمله تنش سرمایی قرار می-گیرند، مقدار زیادی رادیکال‌های آزاد اکسیژن درون‌سلولی تولید می‌شود. سمیت‌زدایی رادیکال‌های آزاد اکسیژن به آنتی‌اکسیدان-های غیرآنزیمی از جمله میزان آنتوسیانین و ترکیبات فنولی بستگی دارد [۱۱ و ۲۱].

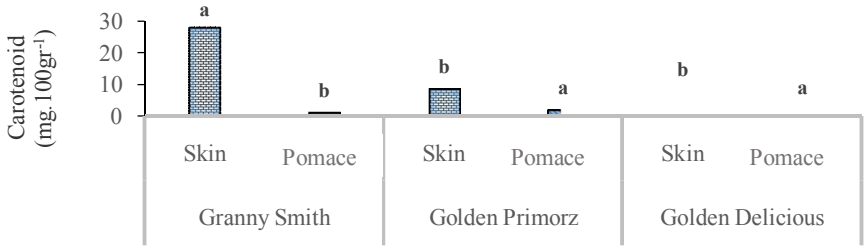

Fig 4 Skin and Pomace carotenoid content in different apple cultivars
For each column means followed by the same letter are not significantly different ($p \leq 0.05$).

٤- نتیجه گیری کلی

در این مطالعه مشاهده‌شد که محتوای ترکیب‌های فنولی در پوست میوه در مقایسه با گوشت و مرکز میوه بالاتر است و همچنین فعالیت و غلظت ترکیب‌های فنولی با توجه به رقم سیب متفاوت است. به‌طوری‌که بیشترین میزان فنول کل، کلروفیل، کارتنوئید، فلاونوئید و آنتوسانین در پوست میوه مشاهده شد؛ با توجه به اینکه بخش عمده ترکیب‌های فنولی میوه سیب در بخش پوست آن موجود است و در فرآیندهای فرآوری، پوست از میوه جدا می‌شود می‌توان ترکیب‌های فنولی از پوست میوه استخراج کرد و به محصول فرآوری شده اضافه نمود.

٥- منابع

[1] Drogouadi, P. D., and Pantelidis, G. 2011. Effects of position on canopy and harvest time on fruit physico-chemical and antioxidant properties in different apple cultivars. Scientia Horticulture. 129:752-760

[2] Knekt, P., Ja¨rvinen, R., Seppa¨nen, R.,

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-07]

duration. HortScience, 32: 903-908.
[13] Defilippi, B. G., Dandekar, A. M. and Kader. A. A. 2004. Impact of suppression of ethylene action or biosynthesis on flavor metabolites in apple 'Malus domestica Borkh.' Fruit, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 52: 5701-5710.
[14] Chinici. F., Bendini, A., Gaiani, A. and Riponi, C. 2004. Radical scavenging activities of peels and pulps from cv. Golden Delicious apples as related to their phenolic composition. Agricultural and Food Chemistry. 52: 4684-4689.
[15] Skrzyński, J., Poniedziałek, W. and Dziedzic, W. 2004. Wstępna ocena wybranych cech jakości parchoodpornych odmian jabłek i ich przydatności do suszenia. Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis Agricultura, 240(96): 175-178. (In polish).
[16] Morgan, J. and Alison, R. 2002. Apples. Ebury press. England. 316 pp.
[17] Ritenour, M. and Khemira, H. 2007. Red color development of apple: a literature review. Washington State University, Tree Fruit Research and Extention Center.
[18] Awad, M. A., De Jager, A. and Van Westing, L. M. 2000. Flavonoid and chlorogenic acid levels in apple fruit: characterization of variation. Scientia Horticulturae. 83: 249-263.
[19] Boyer, J. and Liu, R. H. 2004. Apple phytochemicals and their health benefits. Nutrition. 3: 5.
[20] Saini, R. S., Sharma, K. D., Dhankhar, O. P. and Kaushik, R. A. 2006. Laboratory Manual of Analytical Techniques in Horticulture/Jodhpur, Agrobios, viii, tables, figs., ISBN81-7754-76-9:16-38.
[21] Podsedek, A., Wilska-Jeszka, J. and Anders, B. 2000. Compositional characterization of some apple varieties. European Food Research and Technology. 210: 268-272.
[22] Kaijv, M., Sheng, L. and Chao, C. 2006. Antioxidation of flavonoids of Green Rhizome. Food Science and Technology, 27: 110–115.
[23] Dehghan, G. and Khoshkam, Z. 2012. Tin (II)-quercetin complex: Synthesis, spectral characterization and antioxidant activity. Food Chemistry. 131: 422-427.
[24] Wagner, G. J. 1979. Content and vacuole/extra vacuole distribution of Hello¨vaara, M., Teppo, L., Pukkala, E. and Aromaa, A. 1997. Dietary flavonoids and the risk of lung cancer and other malignant neoplasms. Am. Journal of. Epidemiology. 146, 223–230.
[3] Le Marchand, L., Murphy, S. P., Hankin, J. H., Wilkens, L. R. and Kolonel, L. N. 2000. Intake of flavonoids and lung cancer. Journal of Nutrition. Cancer Inst. 92, 154–160.
[4] Solovchenko, A. and Schmitz-Eiberger, M. 2003. Significance of skin flavonoids for UV-B-protection in apple fruits. Experimental Botany. 54: 1977-1984.
[5] Takos, A. M., Ubi, B. E., Robinson, S. P. and Walker, A. R. 2006. Condensed tannin biosynthesis gene are regulated separately from other flavonoid biosynthesis genes in apple fruit skin. Plant Science 170: 487-499.
[6] Błaszczyk, J., Zeszyty Naukowe, A. R. and Krakowie, w. 1998. Wstępne wyniki badań nad przechowywaniem jabłek odmian. Rubin i., Rubinette w., chłodni KA. 333: 383-387. (In polish).
[7] Juan, J. L., Frances, J., Montesinos, E., Camps, F. and Bonany, J. 1999. Effect of harvest date on quality and decay losses after cold storage of Golden Delicious apples in Girona. Acta Horticulturae. 485: 195–201.
[8] Zerbini, P. E., Pianezzola, A. and Grassi, M. 1999. Poststorage sensory profiles of fruit of apple cultivars harvested at different maturity stages. Journal of Food Quality, 22(1): 1–17.
[9] Singleton, V. L. and Rossi, J. A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. American journal of Enology and Viticulture, 16(3):144-158
[10] Van der Sluis, A., Dekker, M., De Jager, A. and Jongen, W. 2001. Activity and concentration of polyphenolic antioxidants in apple: effect of cultivar, harvest year and storage conditions. Agricultural and Food Chemistry. 49: 3606-3613.
[11] Awad, M. A., Jager, A.D. and Wagenmakers, P. S. 2001. Effects of light on flavonoids and chlorogenic acid levels in the skin of 'Jonagold' apple. Scientia Horticulturae 88:289-298.
[12] Anne, P. 1997. Eating quality of 'Gala' and 'Fuji' apples from multiple harvest and storage

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-07]

neutralsugars, free amino acids and anthocyanins in protoplasts. Plant Physiology. 64: 88-93.

[25] Vrhovsek. U., Rigo, A., Tonon, D. and Mattivi, F. 2004. Quantitation of polyphenols in different apple varieties. Agricultural and Food Chemistry. 52: 6532-6538.

[26] Amzad Hossain, M., Salehuddin, S. M., Kabir, M. J., Rahman, S. M. M. and Vasantha Rupasinghe, H. P. 2009. Sinensetin, rutin 3-hydroxy- 5, 6, 7, 4-tetramethoxyflavone and rosmarinic acid contents and antioxidative effect of the skin of apple fruit. Food Chemistry. 113: 185-190.

[27] Szklarz, M. and Pacholak, E. 2000. Niektóre parametry jabłek odmian i klonów jabłoni parchoodpornych i mało wraŜliwych na parcha po przechowaniu. Zeszyty Naukowe IsiK. 8: 345-348. (In polish).

[28] Knee, M. and Finger, F. L. 1992. NADP+-malic enzyme and organic acid levels in developing tomato fruits. Journal of the American Society for Horticultural Science, 117: 799-801.

[29] Tarrahi, Sh., Haj najjari, H. and Badiei, F. 2009. Compare the power of pectin biosynthesis and physicochemical properties of the native cultivar "Azayesh" with commercial varieties of apples. Regional Food and Biotechnology Conference.

[30] Wills, R. B., Mc Glasson, D., Graham, and Joyce, D. 1998. Postharvest: An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit, Vegetables and Ornamentals. 4th ed., Hyde Park Press, Australia.

[31] Ayala-Zavala, J. F., Wang, S. Y. and Wang, C. Y. 2004. Effect of storage temperature on antioxidant capacity and aroma compounds in strawberry fruit. Lebensm-Wiss. Food Science and Technology. 37: 687-695.

[32] Santiago, L. J., Ricardo, P. and Oliveira, D. 2000. Compartmentation of phenolic compounds and phenylalan ine ammonia-lyasein leaves of Phyllanthus tenellus Roxb. And their induction by copper sulphate. Annals of Botany 86: 1023-1032.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-07]

Study of physicochemical and antioxidant properties of some apple cultivars in Zanjan region

Rabiei, V. [1*], Heydarnajad giglou, R. [2], Razavi, F. [3]

1. Associate Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran.
2. Phd. Student, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili uma, Ardabil, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran.

(Received: 2018/06/01 Accepted:2019/06/09)

Apples are an important source of polyphenols in the human diet and the consumption of this fruit has been linked to the prevention of degenerative diseases. This study deliberation of the physicochemical and antioxidant properties of some cultivars of apples cultivated in Zanjan province were measured as a suitable strategy for their evaluation in 2017. The total phenol content, total flavonoid, anthocyanin, chlorophyll, carotenoid, antioxidant properties, pectin, soluble solids, total acid and flavor index in the skin and pomace of nine apple cultivars (*Malus domastica*) including "Top Red", "Granny Smith", "Dellbar Stewal", "Golden Primorz", "Idared", "Red Delecious", "Red Starking", "Jonagold" and "Golden Delicious" were evaluated and clustered. According to the cluster analysis based on the accumulation of phenolic substances in the skin of fruits, there was no significant difference between Granny Smith and Red Delecious cultivars and had at least a significant difference with Top Red. The results showed that the amount of phenolic compounds in fruit skin was higher than pomace, and the amount of these compounds were distinct in various cultivars. The highest amount of total phenol, chlorophyll, carotenoid, flavonoids and anthocyanin was measured in fruit skin. As the final result, the highest amount of skin phenol (6.4 $mg.kg^{-1}$), pectin (2.31%), skin chlorophyll (80.82 $mg.g^{-1}$) and antioxidant properties (83.73%) were observed in Granny Smith variety compared to the others.

Keywords: Antioxidant Properties, Apple Cultivars, Clustering, physicochemical Properties, Total Acid

* Corresponding Author E-Mail Address: Rabiei@znu.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-07]