نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۸، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۳، ص. ۳۱۸-۳۱۲
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 28, No. 3, Fall 2014, P. 312-318
ISSN: 2008 - 4730

مطالعه خصوصیات فیزیکی، ترکیبات فنولی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی پوست میوه ۳۰ رقم مختلف انار ایران

علی تهرانی‌فر[1*]- مهدی زارعی[2]- بهنام اسفندیاری[3] - زهرا نعمتی[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۹/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۱/۱۷

چکیده

انار (*Punica granatum* L.) یکی از مهم‌ترین میوه‌های بومی ایران می‌باشد، که رقم‌های زیادی از آن کشت و کار می‌شود. میوه‌ها به طور گسترده به صورت تازه و فرآوری شده از جمله آب میوه، مربا و غیره مصرف می‌شوند. پوست میوه انار به عنوان یک فرآورده جانبی صنعت آب میوه‌گیری، منبع غنی از ترکیبات زیست فعال محسوب می‌شود. این پژوهش به منظور بررسی و مقایسه خصوصیات فیزیکی، فنول کل، تانن کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی پوست میوه ۳۰ رقم مختلف انار، در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. نتایج این پژوهش نشان داد که، بین ارقام مختلف در همه فاکتورهای اندازه‌گیری شده اختلاف معنی‌داری وجود دارد. وزن میوه، درصد پوست و ضخامت پوست به ترتیب از ۱۹۶/۸۹ تا ۱۳۵/۸۷ گرم، ۵۹/۸۲ تا ۶۳/۶۱ درصد و ۳/۱۳ تا ۵/۲۵ میلی‌متر متغیر بودند. نتایج هم‌چنین نشان داد که، میزان فنول کل از ۳۲۰/۳۵ تا ۳۲۵/۵۲ میلی‌گرم در ۱ گرم ماده خشک متغیر می‌باشد. میزان تانن کل در بین ارقام انار از ۱۸۹/۳۵ تا ۱۹۷/۳۵ میلی‌گرم در ۱ ماده خشک مشاهده شد. فعالیت آنتی‌اکسیدانی پوست انار به روش DPPH اندازه‌گیری شده، که میزان آن بین ۶۹/۶۰ تا ۹۳/۶۰ درصد متغیر بود. علاوه بر این، همبستگی مثبتی بین فعالیت آنتی‌اکسیدانی با میزان فنول کل (r=۰/۹۲۳) و تانن کل (r=۰/۸۱۶) وجود داشت. نتایج نشان داده که، رقم مهم‌ترین فاکتور جهت تعیین خصوصیات فیزیکی، ترکیبات فنولی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در انار می‌باشد. مقادیر بالای ترکیبات فنولی موجود در پوست انار پتانسیل خوبی را به عنوان یک مکمل غنی از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی فراهم آورده است.

واژه‌های کلیدی: انار، فنول، تانن، فعالیت آنتی‌اکسیدانی

مقدمه

انار درختچه‌ای با نام علمی *Punica granatum* L. از خانواده Punicaceae، که میوه‌های آن منبع غنی از ترکیبات بیواکتیو می‌باشد (۱۴). انواع ترکیبات فنولی و تانني عبارتند از الاژیک اسید، گالیک اسید، پونیکالاژین، پونیکالین، کلروژنیک اسید، هیدروکسی سینامیک اسید، پروتوکاتچیک اسید، هیدروکسی بنزوئیک اسید، کافئیک اسید، فرولیک اسید، کوماریک اسید و اوکوماریک اسید (۳، ۵ و ۸) و هم‌چنین فلاونوئیدهای لوتئولین، کامپفرول و نارینژنین در میوه انار یافت می‌شوند (۱۰).

تانن‌ها پلی‌فنل‌های گیاهی دارای وزن ملکولی بالا می‌باشند، که از لحاظ بیولوژیکی و شیمیایی به دو گروه مجزا؛ تانن‌های متراکم یا پروآنتوسیانیدین‌ها و تانن‌های قابل هیدرولیز یا الاژی‌تانن‌ها تقسیم می‌شوند (۲۱). کلیه قسمت‌های انار دارای تانن فراوان می‌باشند. مهم‌ترین خاصیت تانن‌ها قابض بودن یا خاصیت اجتماع آن‌ها با مواد پروتئینی است (۱۲ و ۳۰). تانن‌ها از رشد سلول‌های سرطانی در شرایط درون شیشه‌ای و برون شیشه‌ای جلوگیری می‌کنند (۲۶ و ۳۱). از دوران باستان در خاورمیانه برای رنگ‌پذیری پارچه‌ها از پوست انار به دلیل تانن و ترکیبات فنولی بالا استفاده می‌شده است (۲۹). هم‌چنین تانن‌ها در صنعت چرم‌سازی که پوست حیوانات را توسط عصاره‌های گیاهی به چرم تبدیل می‌کنند دارای محبوبیت خاصی می‌باشند؛ اما در سال‌های اخیر به دلیل فعالیت بیولوژیکی فراوان و تأثیرشان در مفید بودن برای سلامتی انسان، توجه بسیاری از پژوهشگران را به خود جلب کرده‌اند (۴، ۹ و ۲۱).

گیل و همکاران (۸) خواص آنتی‌اکسیدانی آب‌میوه انار و سینگ و همکاران (۲۶) خواص آنتی‌اکسیدانی پوست و هسته انار را گزارش

۱- استاد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: Tehranifar@um.ac.ir)
۲، ۳ و ۴- دانشجویان دکتری گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

کردند. یانگ‌فنگ و همکاران (۲۹) در مطالعات خود دریافتند که بین پوست، هسته و گوشت میوه، ۲۸ نوع میوه متداول در چین، پوست میوه انار بالاترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی را دارا می‌باشد. نتایج آنان نشان داد که عصاره پوست میوه انار به طور قابل توجهی دارای ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری نسبت به گوشت میوه از لحاظ ممانعت از اکسیداسیون یون‌های سوپراکسید، رادیکال‌های پراکسیل و هیدروکسیل می‌باشد. این پژوهشگران دلیل ظرفیت بالای آنتی-اکسیدانی پوست میوه را، وجود ترکیبات فنولی زیاد گزارش نمودند. پوست میوه انار یکی از منابع غنی تانن‌های هیدرولیزشونده می‌باشد که الاژی تانن نامیده می‌شود. در صنعت تجاری آب میوه انار، این الاژی تانن‌ها به دلیل خاصیت آب‌دوستی، به مقادیر قابل توجهی از پوست میوه به درون آب میوه وارد می‌شوند. بنابراین پوست انار به عنوان یک محصول جانبی صنعت آب میوه، حاوی یک منبع غنی و ارزان قیمت الاژی تانن محسوب می‌شود (۲۱).

با توجه به تعداد زیاد رقم انار موجود در کشور، میزان تولید بالا و مطالعات اندک انجام شده بر روی ترکیبات پوست این میوه ارزشمند، مطالعه‌ای جهت بررسی خصوصیات فیزیکی، ترکیبات زیست فعال و فعالیت آنتی‌اکسیدانی موجود در پوست ۳۰ رقم انار بومی ایران صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

ارقام مورد مطالعه شامل شیرین پوست قرمز، ملس ساوه، ملس پوست سرخ، ملس یزدی، پوست سفید دزفول، دم امبرتی، زاغ یزدی، ترش شهوار کاشمر، ترش شهوار فردوس، شیشه کب فردوس، شیرین پوست سفید، شیرین دانه قرمز فردوس، ساوه پوست سفید، ساوه پوست قرمز، لیلی پوست کلفت، خزر بجستانی، بزمانی پوست کلفت، آقا مندلی ساوه، ملس پوست نازک، شکرنار پوست کلفت، محلی پرند گرگان، ملس دانه سیاه رامهرمز، ملس دانه سفید رامهرمز، گرج شهوار یزدی، پوست سیاه ابرندآباد، ملس معمولی سرجو، ملس پربار سروان، مزاریع بجستانی، لیلی پوست کلفت و بجستانی پوست نازک می‌باشد، که از کلکسیون مرکز تحقیقات انار استان یزد در مرحله رسیدن چیده شد و به آزمایشگاه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد منتقل شده است.

پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، وزن تازه میوه‌ها به وسیله ترازوی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. پس از جداسازی و توزین پوست میوه نسبت آن به وزن کل هر میوه به صورت درصد پوست میوه ثبت شد. سپس ضخامت پوست میوه با استفاده از کولیس دیجیتالی تعیین شد.

پوست میوه‌ها پس از خشک شدن توسط آسیاب برقی پودر، و جهت یکنواختی بیشتر پودرها بدست آمده از الک ۰/۵ میلی‌متر عبور داده شدند. برای اندازه‌گیری فنول کل، تانن کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی از نمونه‌های خشک شده پوست استفاده شد.

تعیین فنول کل و تانن کل

مقدار کل ترکیبات فنولی برحسب اسید تانیک به روش فولین شیکالتو اندازه‌گیری شد (۶ و ۱۵). مقدار کل تانن از طریق محاسبه میزان اختلاف ترکیبات فنولی قبل و بعد از واکنش با پلی وینیل پلی پیرولیدون محاسبه شد (۱۵). نتایج براساس میلی‌گرم در ۱ گرم ماده خشک بیان شد.

تعیین فعالیت آنتی‌اکسیدانی

فعالیت آنتی‌اکسیدانی با استفاده از روش DPPH اندازه‌گیری شد (۱۳). برای این منظور ۱۰۰ میکروگرم از نمونه‌های خشک شده را با ۱۰ میلی‌لیتر متانول به مدت ۲ ساعت عصاره‌گیری کرده سپس ۰/۱ میلی‌لیتر از عصاره را با ۲/۹ میلی‌لیتر DPPH ۰/۱ میلی‌مولار مخلوط، و به شدت تکان داده و بعد از ۳۰ دقیقه نگهداری در تاریکی عدد جذب نور در طول موج ۵۱۷ نانومتر با دستگاه اسپکتوفتومتر (Cecil 2010 uv-visible) قرائت گردید. درصد فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها با فرمول ذیل محاسبه شد.

۱۰۰×(جذب کنترل/(جذب بلانک-جذب نمونه)-۱)= درصد فعالیت آنتی‌اکسیدانی

بلانک حاوی ۰/۱ میلی‌لیتر عصاره متانولی نمونه و ۲/۹ میلی‌لیتر حلال متانول بدون DPPH، و کنترل شامل ۲/۹ میلی‌لیتر DPPH و ۰/۱ میلی‌لیتر حلال متانولی بدون عصاره نمونه می‌باشد.

آنالیز داده‌ها

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار (که در داخل هر تکرار ۵ عدد میوه وجود داشته است) انجام شد. کلیه داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۱ و مدل‌های خطی عمومی (GLM) مورد تجزیه واریانس قرار گرفته و تحلیل آماری و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش Tukey در سطح ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

وزن میوه

نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین ارقام بود (جدول۱). رقم شیرین پوست سفید با میانگین ۳۱۵/۲۸ گرم بیش‌ترین و رقم شیرین پوست قرمز با میانگین ۱۹۶/۸۹ گرم کم‌ترین وزن میوه را در بین ارقام مورد مطالعه به خود اختصاص دادند (۲۵). تفاوت وزنی میوه‌های مختلف انار در فلسطین اشغالی را به تفاوت اکولوژیکی و رقم نسبت دادند. داویس و آلبریگو (۷) هم‌چنین بیان کردند که وزن زیاد برخی ارقام میوه گریپ فروت به دلیل پتانسیل ژنتیکی این ارقام در رشد سریع میوه و افزایش مواد تشکیل

دهنده میوه می‌باشد. از آنجایی که از نظر اندازه و وزن میوه برای مصرف تازه‌خوری در بازارهای داخلی و یا به منظور صادرات میوه‌های درشت‌تر مورد پسنده می‌باشد (۱)، لذا رقم شیرین پوست سفید برای این منظور مناسب به نظر می‌رسد.

وزن پوست و درصد پوست به وزن میوه

با توجه به نتایج به دست آمده، بین ارقام از نظر وزن پوست و درصد پوست به وزن میوه اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید (جدول ۱). رقم شیرین پوست سفید با میانگین ۱۶۶/۵۶ گرم بیش‌ترین و رقم شیرین پوست قرمز با میانگین ۶۳/۶۱ گرم کم‌ترین وزن پوست را به خود اختصاص دادند.

جدول ۱- مقایسه میانگین خصوصیات فیزیکی پوست میوه ۳۰ مختلف انار

ارقام	صفات			
	وزن میوه (گرم)	وزن پوست (گرم)	درصد پوست	ضخامت پوست (میلی‌متر)
شیرین پوست قرمز	۱۹۶/۸۹ d	۶۳/۶۱ f	۳۲/۲۸ f	۳/۱۳ h
ملس ساوه	۲۵۱/۵۴ abcd	۱۲۹/۴۰ abc	۵۱/۴۶ abcd	۴/۱۶ abcdefgh
ملس پوست سرخ	۲۸۸/۵۲ ab	۱۱۴/۰۲ bcde	۴۰/۰ cdef	۳/۶۸ cdefgh
ملس یزدی	۲۲۰/۴۳ bcd	۹۲/۶۷ cdef	۴۲/۱۵ cdef	۳/۶۴ cdefgh
پوست سفید دزفول	۲۲۸/۹۲ bcd	۱۰۲/۱۶ bcdef	۴۴/۸۴ abcdef	۳/۵۸ defgh
دم امبروتی	۲۳۰/۳۶ bcd	۹۲/۵۹ cdef	۴۰/۵۳ cdef	۳/۵۷ defgh
زاغ یزدی	۲۱۷/۰۸ bcd	۸۰/۲۰ ef	۳۷/۰۸ def	۳/۲۰ h
ترش شهوار کاشمر	۲۲۸/۵۳ bcd	۱۳۶/۵۹ ab	۵۹/۸۲ a	۴/۶۷ abcdefgh
ترش شهوار فروس	۲۱۴/۳۸ cd	۷۷/۹۰ ef	۳۷/۰ def	۳/۶۶ cdefgh
شیشه کب فردوس	۲۷۴/۵۹ abc	۱۱۳/۳۷ bcde	۴۱/۳۱ cdef	۳/۷۲ cdefgh
شیرین پوست سفید	۳۱۵/۲۸ a	۱۶۶/۵۶ a	۵۲/۷۷ abc	۴/۹۳ abc
شیرین دانه قرمز فردوس	۲۶۴/۱۹ abcd	۱۳۱/۵۷ abc	۵۰/۰۷ abcde	۴/۶۲ abcdefgh
ساوه پوست سفید	۲۴۳/۷۹ abcd	۱۲۶/۸۷ bcd	۵۱/۶۹ abcd	۴/۲۷ abcdefgh
ساوه پوست قرمز	۲۳۰/۵۷ bcd	۸۹/۱۶ def	۳۸/۶۸ cdef	۳/۱۸ h
لیلی پوست کلفت	۲۵۷/۳۱ abcd	۱۰۸/۴۱ bcde	۴۲/۰۲ cdef	۳/۵۰ efgh
خزر بجستانی	۲۱۹/۷۸ bcd	۱۲۵/۰۲ bcd	۵۷/۶۳ ab	۵/۲۵ a
بزمانی پوست کلفت	۲۵۴/۱۵ abcd	۸۹/۵۴ def	۳۵/۳۰ ef	۳/۳۵ gh
آقا مندلی ساوه	۲۱۹/۸۴ bcd	۱۱۷/۳۶ bcde	۵۳/۱۱ abc	۴/۰۱ abcdefgh
ملس پوست نازک	۲۷۹/۲۹ abc	۱۰۹/۵۰ bcde	۳۹/۳۴ cdef	۳/۸۲ bcdefgh
شکرنار پوست کلفت	۲۵۹/۶۴ abcd	۱۱۰/۴۱ bcde	۴۲/۶۴ bcdef	۴/۰۸ abcdefgh
محلی پرند گرگان	۲۵۵/۹۸ abcd	۱۱۴/۹۹ bcde	۴۵/۴۲ abcdef	۴/۲۰ abcdefgh
ملس دانه سیاه رامهرمز	۲۸۸/۵۲ ab	۱۱۴/۰۲ bcde	۴۰/۰ cdef	۳/۶۸ cdefgh
ملس دانه سفید رامهرمز	۲۳۶/۴۶ bcd	۱۲۱/۷۱ bcd	۵۱/۳۶ abcd	۴/۷۱ abcde
گرج شهوار یزدی	۲۱۳/۰۶ cd	۱۰۴/۹۴ bcde	۴۹/۲۹ abcde	۳/۶۸ cdefgh
پوست سیاه ابرندآباد	۲۵۲/۱۱ abcd	۱۲۰/۵۳ bcd	۴۷/۸۵ abcde	۳/۹۱ bcdefgh
ملس معمولی سرجو	۲۷۱/۸۵ abc	۱۳۰/۹۸ abc	۴۸/۱۲ abcde	۴/۶۴ abcdefg
ملس پربار سروان	۲۲۳/۶۷ bcd	۱۱۳/۶۸ bcde	۵۱/۰۴ abcd	۵/۰۷ ab
مزاریع بجستانی	۲۱۷/۲۶ bcd	۱۲۶/۵۷ bcd	۵۸/۲۳ a	۴/۸۵ abcd
لیلی پوست نازک	۲۰۶/۵۱ cd	۹۳/۵۱ cdef	۴۵/۴۸ abcdef	۳/۵۰ efgh
بجستانی پوست نازک	۲۴۳/۰۹ abcd	۱۱۳/۳۷ bcde	۴۷/۴۱ abcde	۳/۳۸ fgh
خطای استاندارد میانگین SEM	۱۳/۴۱۴	۷/۲۱۴	۲/۷۵۸	۰/۲۳۶

میانگین‌هایی که با حروف مشابه مشخص شده‌اند طبق آزمون توکی در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

بیش‌ترین و کم‌ترین درصد پوست به وزن میوه به ترتیب در ارقام ترش شهوار کاشمر (۵۹/۸۲ درصد) و شیرین پوست قرمز (۳۲/۲۸ درصد) مشاهده شد (جدول ۱). ال‌میمن و احمد (۲) وزن پوست و درصد پوست به وزن میوه در رقم طایفی را به ترتیب ۱۲۹/۲۷ گرم و ۲۴/۸۴ درصد گزارش نمودند.

ضخامت پوست

براساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، ارقام از نظر ضخامت پوست اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول۱)، به طوری که بیش‌ترین (۵/۲۵۳ میلی‌متر) و کم‌ترین (۳/۱۳۲ میلی‌متر) ضخامت پوست میوه به ترتیب در ارقام خزر بجستانی و شیرین پوست قرمز به دست آمد. پیناس و الیز (۱۹) بیان کردند که میزان ضخامت پوست در ارقام مختلف مرکبات متفاوت بوده و علاوه بر اختلاف ژنتیکی، عوامل محیطی مانند درجه حرارت، رطوبت نسبی و آبیاری خاک نیز در توسعه‌پذیری ضخامت پوست میوه نقش دارند. رقم خزر بجستانی به دلیل ضخامت زیاد پوست برای صادرات به مناطق دور و انبارداری مناسب به نظر می‌رسد.

فنول کل

نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان داد، که بین ارقام مختلف از نظر میزان فنول کل پوست میوه اختلاف معنی‌داری وجود دارد. بیش‌ترین میزان کل فنول پوست میوه (۳۲۸/۵۲ میلی‌گرم در ۱ گرم ماده خشک) و کم‌ترین میزان آن (۳۲۰/۳۵ میلی‌گرم در ۱ گرم ماده خشک) به ترتیب در ارقام ساوه پوست قرمز و دم امبرتی مشاهده شد (جدول ۲). نِگی و همکاران (۱۷) میزان فنول کل پوست انار رقم گانش در عصاره متانولی ۴۶۲ میلی‌گرم در ۱ گرم، و همچنین یعثوبی و همکاران (۲۸) میزان فنول کل پوست انار رقم پوست سیاه را ۴۰۰ میلی‌گرم در ۱ گرم گزارش نمودند. کیان و همکاران (۲۰) میزان فنول کل پوست انار را در عصاره‌های آبی، متانولی، استونی و اتیل استات به ترتیب ۴۱۳/۹، ۴۱۵/۶، ۵۳۷/۱ و ۳۲۷/۳ میلی‌گرم در ۱ گرم گزارش کردند. این محققین دلیل اختلاف میزان فنول کل در عصاره‌های مختلف را به توانایی عصاره‌ها در باز کردن پیوند بین مولکول‌های تانن و پروتئین‌های موجود در بافت‌های گیاهی و هم‌چنین حل کردن سریع تانن‌های هیدرولیز شونده مرتبط دانستند. بسیاری از تفاوت‌ها در میزان ترکیبات فنولی میوه‌های ارقام مختلف انار، مربوط به تانن‌های هیدرولیز شونده، الاژیک تانن و پونیکالاژین می‌باشد. تهرانی‌فر و همکاران (۲۷) اظهار داشتند که تفاوت در میزان فنول کل ارقام مختلف انار مربوط به تفاوت در بیوسنتز متابولیت‌های ثانویه در این ارقام می‌باشد.

تانن کل

طبق نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس، بین ارقام مورد مطالعه در این تحقیق از نظر میزان تانن کل پوست میوه اختلاف معنی‌داری وجود داشت. براساس نتایج به دست آمده، میزان تانن کل پوست ارقام مورد مطالعه بین ۱۷۳/۲۶ تا ۱۹۸/۷۰ میلی‌گرم در ۱ گرم ماده خشک متغییر بود، که ارقام ساوه پوست قرمز و دم امبروتی به ترتیب بیش‌ترین و کمترین میزان آن را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). ناساچوا و همکاران (۱۶) میانگین میزان تانن کل پوست ارقام اهلی انار هند را ۳۰۰ میلی‌گرم در ۱ گرم ماده خشک گزارش نمودند. شاراما و شاراما (۲۲) میزان تانن کل در پوست ارقام وحشی انار هند را بین ۱/ ۱۱۸تا ۲۶۲/۹ میلی‌گرم در ۱ گرم گزارش کردند. میزان تانن کل به عوامل مختلفی از جمله شرایط آب و هوایی، شرایط تغذیه‌ای، گونه، رقم و روش استخراج بستگی دارد. با توجه به این که ارقام مورد مطالعه در شرایط یکسان آب و هوایی، تغذیه‌ای و عملیات باغبانی کشت و کار شده بودند، اختلاف در میزان تانن کل پوست میوه را می‌توان به تفاوت ژنتیکی زیاد بین ارقام که در بیوسنتز تانن با یکدیگر متفاوت بودند، نسبت داد.

فعالیت آنتی‌اکسیدانی

نتایج به دست آمده، حاکی از اختلاف معنی‌دار بین ارقام از نظر فعالیت آنتی‌اکسیدانی پوست می‌باشد. بیش‌ترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی پوست (۹۳/۶۰ درصد) در رقم ساوه پوست قرمز و کم‌ترین آن (۶۹/۹۰ درصد) در رقم دم امبرتی مشاهده شد (جدول ۲). سینگ و همکاران (۲۶) فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره متانولی پوست انار رقم گانش را ۹۲/۱ درصد گزارش کردند. فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها در توانایی اهدا کردن هیدروژن می‌باشد (۲۴). به روشنی مشخص است که رادیکال‌های آزاد باعث اکسید شدن چربی‌های اشباع نشده در مواد غذایی می‌شوند (۱۱). آنتی‌اکسیدان‌ها از اکسیداسیون زنجیره رادیکال‌های آزاد با اهدا کردن هیدروژن از گروه هیدروکسیل ترکیبات فنولی جلوگیری می‌کند (۲۳). بنابراین هر چقدر میزان ترکیبات فنولی بیش‌تر باشد هیدروژن بیش‌تری به رادیکال‌های آزاد می‌دهد و مانع اکسید شدن می‌شود.

آنالیز همبستگی

نتایج به‌دست آمده از این تحقیق نشان داد (جدول ۳)، که همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری بین فعالیت آنتی‌اکسیدانی با میزان فنول کل با ضریب r=۰/۹۲۳ و فعالیت آنتی‌اکسیدانی با تانن کل با ضریب r=۰/۸۱۶ وجود دارد. هم‌چنین همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری بین فنول کل با تانن کل با ضریب r=۰/۸۵۷ وجود دارد.

جدول ۲- مقایسه میانگین ترکیبات زیست فعال و فعالیت آنتی‌اکسیدانی پوست میوه ۳۰ مختلف انار

ارقام	صفات		
	فنول کل (میلی‌گرم در ۱ گرم ماده خشک)	تانن کل (میلی‌گرم در ۱ گرم ماده خشک)	فعالیت آنتی‌اکسیدانی (درصد)
شیرین پوست قرمز	۳۲۵/۹۹ cdefghij	۱۹۴/۹۹ cdefgh	۷۹/۶۸ f
ملس ساوه	۳۲۵/۰۷ ghijkl	۱۹۴/۰۷ efghijk	۷۸/۰۵ ghi
ملس پوست سرخ	۳۲۵/۲۰ efghijkl	۱۹۴/۲۰ efghij	۷۹/۲۳ fg
ملس یزدی	۳۲۳/۸۶ klmn	۱۹۲/۸۶ ijklm	۷۷/۶۰ i
پوست سفید دزفول	۳۲۴/۶۶ ijklm	۱۹۳/۶۶ ghijkl	۷۷/۸۴ hi
دم امبروتی	۳۲۰/۳۵ q	۱۸۹/۳۵ q	۶۹/۰۶ m
زاغ یزدی	۳۲۴/۲۱ jklmn	۱۹۳/۲۱ hijklm	۷۷/۷۴ hi
ترش شهوار کاشمر	۳۲۶/۴۸ bcdefghi	۱۹۵/۴۸ bcdefg	۷۹/۸۶ f
ترش شهوار فروس	۳۲۴/۸۷ hijkl	۱۹۳/۸۷ fghijk	۷۷/۸۹ hi
شیشه کب فردوس	۳۲۱/۷۵ pq	۱۹۰/۷۵ opq	۷۰/۵۰ l
شیرین پوست سفید	۳۲۷/۱۹ abcde	۱۹۰/۱۹ opq	۸۴/۸۶ d
شیرین دانه قرمز فردوس	۳۲۷/۶۲ abcd	۱۹۶/۶۲ abcd	۸۶/۸۰ c
ساوه پوست سفید	۳۲۷/۰۶ abcdefg	۱۹۶/۰۶ abcde	۸۴/۸۶ d
ساوه پوست قرمز	۳۲۸/۵۲ a	۱۹۷/۵۲ a	۹۳/۶۰ a
لیلی پوست کلفت	۳۲۶/۷۹ abcdefgh	۱۹۵/۷۹ abcdef	۸۱/۱۹ e
خزر بجستانی	۳۲۵/۱۵ fghijkl	۱۹۴/۱۵ efghij	۷۸/۹۸ fgh
بزمانی پوست کلفت	۳۲۷/۹۷ abc	۱۹۶/۹۷ abc	۹۲/۴۷ a
آقا مندلی ساوه	۳۲۱/۷۸ opq	۱۹۰/۷۸ nopq	۷۱/۹۹ k
ملس پوست نازک	۳۲۷/۰۸ abcdef	۱۹۲/۰۸ klmno	۸۴/۳۲ d
شکرنار پوست کلفت	۳۲۵/۸۰ defghijk	۱۹۴/۸۰ defghi	۷۹/۵۵ f
محلی پرند گرگان	۳۲۷/۷۹ abcd	۱۹۶/۷۹ abcd	۸۸/۷۹ b
ملس دانه سیاه رامهرمز	۳۲۳/۷۷ lmno	۱۹۲/۷۷ jiklmn	۷۷/۰۷ i
ملس دانه سفید رامهرمز	۳۲۰/۹۴ pq	۱۸۹/۹۴ pq	۶۹/۹۰ lm
گرج شهوار یزدی	۳۲۳/۸۴ klmn	۱۹۲/۸۴ ijklm	۷۷/۱۰ i
پوست سیاه ابرندآباد	۳۲۷/۹۳ abc	۱۹۶/۹۳ abc	۸۹/۵۸ b
ملس معمولی سرجو	۳۲۴/۴۲ jklmn	۱۹۳/۴۲ hijklm	۷۷/۸۴ hi
ملس پربار سروان	۳۲۲/۴۴ nop	۱۹۱/۴۴ mnop	۷۴/۶۷ j
مزاریع بجستانی	۳۲۸/۰۶ ab	۱۹۷/۰۶ ab	۹۳/۲۰ a
لیلی پوست نازک	۳۲۲/۷۷ mnop	۱۹۱/۷۷ lmnop	۷۳/۸۷ j
بجستانی پوست نازک	۳۲۷/۹۰ abc	۱۹۶/۹۰ abc	۸۸/۸۰ b
خطای استاندارد میانگین SEM	۰/۳۵۹	۰/۳۵۹	۰/۲۳۶

میانگین‌هایی که با حروف مشابه مشخص شده‌اند طبق آزمون توکی در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

نتایج حاصل از این تحقیق در مورد همبستگی بین فعالیت آنتی‌اکسیدانی با میزان فنول کل با نتایج تهرانی‌فر و همکاران (۲۷) مطابقت داشت. نتایج نشان داد که، افزایش میزان کل فنول منجر به افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی می‌شود. تمامی فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی انار مربوط به ترکیبات فنولی می‌باشد (۸ و ۱۸). بخش اعظم ترکیبات فنولی در پوست میوه انار را پلی‌فنول‌ها (مانند تانن‌ها) تشکیل می‌دهند.

همان طور که در جدول ۳ مشاهد شد، بین فعالیت آنتی‌اکسیدانی

با میزان کل تانن یک همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری وجود دارد. پس می‌توان نتیجه گرفت که فعالیت آنتی‌اکسیدانی در انار مربوط به ترکیبات فنولی به ویژه پلی‌فنول‌ها مانند تانن می‌باشد.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج به‌دست آمده، بین ارقام مختلف در همه خصوصیات اندازه‌گیری شده اختلاف معنی‌داری وجود داشت. رقم مهم‌ترین فاکتور جهت تعیین خصوصیات فیزیکی، ترکیبات فنولی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در انار می‌باشد. هم‌چنین، می‌توان اظهار نمود که پوست انار به عنوان فرآورده جانبی و ارزان قیمت در صنعت آب‌میوه و مصرف تازه‌خوری انار، به دلیل درصد بالای تانن می‌تواند به عنوان ماده اولیه در صنایع داروسازی، کارخانجات فرآوری و چرم‌سازی مورد استفاده قرار گیرد. از آنجا که حدود ۵ تا ۱۰ درصد انار تولیدی کشور برای تهیه رب به طریق سنتی و صنعتی و آبانار استفاده می‌شود، امکان استفاده مجدد از ضایعات کارخانجات تولید فرآورده‌های انار را ایجاد خواهد کرد. پوست رقم ساوه پوست قرمز به دلیل میزان تانن بالا به عنوان فرآوده جانبی بسیار مناسب برای استفاده موارد فوق می‌باشد. با توجه به این‌که در صنعت آب‌میوه‌گیری تجاری تمام میوه فشرده شده، و تانن به دلیل خاصیت آب‌دوستی وارد آب‌میوه می‌شود، رقم ساوه پوست قرمز نیز برای استفاده در کارخانجات آب‌میوه‌گیری رقم مطلوبی به شمار می‌رود. در مجموع با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش، رقم ساوه پوست قرمز را به دلیل مزایای فوق برای کشت و کار آینده نیز جهت صادرات و مصارف داخلی توصیه می‌شود. با توجه به تنوع بسیار زیاد ارقام انار در ایران نیاز به مطالعات بیشتر در زمینه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی این میوه توصیه می‌گردد.

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین فنول کل، تانن کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی پوست میوه ۳۰ رقم مختلف انار ایران

	فنول کل	تانن کل	فعالیت آنتی‌اکسیدانی
فنول کل	۱	۰	۰
تانن کل	۰/۸۵۷**	۱	۰
فعالیت آنتی‌اکسیدانی	۰/۹۲۳**	۰/۸۱۶**	۱

**: معنی‌دار در سطح ۱ درصد

منابع

۱-زمانی ذ. ۱۳۶۹. بررسی مهم‌ترین خصوصیات و مشخصات انارهای ساوه و مرکزی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران. ۱۸۵ص.

2-Al-Maiman S.A., and Ahmad D. 2002. Changes in physical and chemical properties during pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit maturation. Food Chemistry, 76: 437-441.

3-Artik N., Murakami H., and Mori T. 1998. Determination of phenolic compounds in pomegranate juice by using HPLC. Fruit Processing, 12: 492-499.

4-Aviram M., Dornfeld L., Kaplan M., Coleman R., Gaitini D., Nitecki S., HoIinan A., Rosenblat M., Volkova N., Presser D., Attias J., Hayec T. and Fuhrman B. 2002. Pomegranate juice flavonoids inhibit low-density lipoprotein oxidation and cardiovascular diseases: studies in atherosclerotic mice and in humans. Drugs Experimental and Clinical Research, 28(2-3): 49-62.

5-Aviram M., Dornfeld L., and Kaplan M. 2000. Pomegranate juice flavonoids inhibit low–density lipoprotein oxidation and cardiovascular diseases studies in atherosclerotic mice and in humans. Drugs Experimental and Clinical Research, 28(2-3): 49-62.

6-Ben N.C., Ayed N., and Metche M. 1996. Quantitative determination of the polyphenolic content of pomegranate peel. Z Lebensm Unters Forsch, 203: 374-378.

7-Davise F.S., and albrigo L.g. 1994. Citrus CAB. International, pp: 10: 11-37.

8-Gil M.I., Tomas-Barbern F.A., Hess-Pierce B., Holcrofi D.M., and Kader A.A. 2000. Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48: 45-81.

9-Huxley R.R., and Neil H. 2003. The relationship between dietary flavonol intake and coronary heart disease mortality a metaanalysis of prospective cohort studies. European Journal of Clinical Nutrition, 57: 904-908.

10-John A., Schramm D., Janice F., and Luke, l. 2003. Effects of flavonoid rich beverages on prostacyclin synthesis in humans and human aortic endothelial cells association with ex vivo platelet function. Journal of Medicinal Food, 6(4): 301-308.

11-Kauer H., and Perkins J. 1991. The free-radical chemistry of food additives.in: Aruoma, O. I., Halliwell, B., Editors,

Free Radicals and Food Additives, Taylor and Francis, London, pp: 17-35.
12-Lansky E., Shubert S., and Neeman I. 1997. Pharmacological and therapeutic of pomegranate. Ciham Options Mediterraneennes, 5: 231-235.
13-Larrauri J.A., Sanchez-Moreno C., and Saura-Calixto F. 1998. Effect of temperature on the free radical scavenging capacity of extracts from red and white grape pomace peels. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46: 2694-2697.
14-Longtin R. 2003. The pomegranate natures power fruit?. Journal of National Cancer Institute, 95: 346-348.
15-Makkar H.P.S., Bluemmel M., Borowy N.K., and Becker K. 1993. Gravimetric determination of tannins and their correlations with chemical and protein precipitation methods. Journal of Science Food Agriculture, 61: 161-165.
16-Nasacheva E.P., Anisimova K.I., and Shteinbok S.D. 1973. Tannins in the rind (pericarp) of pomegranate fruit and prospects of utilization by the tannin industry. Rastitelinyl Resursy, 9 (2): 267-60.
17-Negi P.S., Jayaprakasha G.K., and Jena B.S. 2003. Antioxidant and Antimutagenic Activities of Pomegranate Peel Extracts. Journal of Agriculture Food Chemistry, 80: 393-397.
18-Noda Y., Kaneyuki T., Mori A., and Packer A. 2002. Antioxidant activities of pomegranate fruit extract and its anthocyanidin: delphinidin, cyanidin and pelargonidin. Journal of Agriculture Food Chemistry, 50: 166-171.
19-Pinhas S., and Elizer E. 1996. Biology of citrus. Cambridge University Press, p: 230.
20-Qian Z., Dongying J., and Kai Y. 2007. Antiliperoxidant activity of pomegranate peel extracts on lard. Journal of Natural Product Research, 21(3): 211-216.
21-Seeram N.P., Adams L.S., Henning S.M., Niu Y., Zhang Y., Nair M.G., and Heber D. 2005. In vitro antiproliferative, apoptotic and antioxidant activities of punicalagin, ellagic acid and total pomegranate tannin extract are enhanced in combination with other polyphenols as found in pomegranate juice. The Journal of Nutrition Biochemical, 16: 360-367.
22-Sharama S.D., and Sharama V.K. 1990. Variation for chemical characters in some promising strains of wild pomegranate (*Punica granatum* L). Euphytica, 49: 131-133.
23-Sherwin E.R. 1978. Oxidation and antioxidants in fat and oil processing. Journal of the American Oil Chemists Society, 55: 809-814.
24-Shimada K.K., Fujikawa K.Y., and Nakamura T. 1992. Antioxidative properties of xanthan on autoxidation of soybean oil in cyclodextrin. Journal of Agriculture Food Chemistry, 40: 945-948.
25-Shulman Y., Fainbertein L., and Lavee S. 1984. Pomegranate fruit development and maturation. Journal of Horticultural Science, 48: 293-296.
26-Singh R.P., Murthy C., and Jayaprakasha G.K. 2002. Studies on the antioxidant activity of pomegranate (Punica *granatum* L.) peel and seed extract using in vitro models. Journal of Agriculture Food Chemistry, 50; 81-86.
27-Tehranifar A., Zarei M., Nemati Z., and Esfandiyari B. 2010 Investigation of physico-chemical properties and antioxidant activity of twenty Iranian pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars. Scientia Horticulturae, 126: 180-185.
28-Yasoubi M., Barzegar M., Sahari M.A., and Azizi M.H. 2006. Total phenolic contents and antioxidant activity of pomegranate (*Punica granatum* L.) peel extracts. Journal of Agriculture Science and Technology, 9: 35-42.
29-Yunfeng L., Changjiang G., Jijun Y., Jingyu W., Jing X., and Shuang C. 2006. Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract. Food Chemistry, 96: 254-260.
30-Zargari A. 1996. Medicinal plant (2). University of Tehran Publication, p. 465.
31-Zhanag J., Zhan B., Yao X., Gao Y., and Shong J. 1995. Antiviral activity of tannin from the pericarp of pomegranate against Herpes virus in vitro. Chinese Pharmaceutical Journal (Chung-Kuo Yao Hsueh Tsa Chih), 20: 556-558.