

ارزیابی خواص آنتی‌اکسیدانی و ترکیبات فنلی ژنوتیپ‌های مختلف انبه (*Mangifera indica* L.) جنوب ایران

بهمن فاضلی نسب^{۱*}، لیلا فهمیده^۲

۱- گروه پژوهشی زراعت و اصلاح نباتات، پژوهشکده کشاورزی، پژوهشگاه دانشگاه زابل، زابل، ایران

۲- گروه اصلاح و بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

* مسئول مکاتبه: Bfazeli@uoz.ac.ir

DOI: 10.22034/csrar.2020.119076

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۷/۲۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۱۷

چکیده

انبه از مهم‌ترین میوه‌های گرمسیری دنیاست که دارای ترکیبات فنلی و فلاونوئیدهای متعدد و خاصیت آنتی‌اکسیدانی می‌باشند. در این تحقیق ۲۹ ژنوتیپ از انبه‌های بومی مناطق مختلف جنوب ایران جمع‌آوری و بر اساس میزان خواص آنتی‌اکسیدانی، ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی در آزمایشگاه پژوهشکده زیست‌فناوری کشاورزی دانشگاه زابل در سال ۱۳۹۶ مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که ژنوتیپ‌های مختلف انبه و محیط جمع‌آوری انبه بر اساس میزان فنل، فلاونوئید و خواص آنتی‌اکسیدانی مختلف بودند. بیشترین میزان فلاونوئید (۱۷۶/۶۵ میلی‌گرم در گرم عصاره هیدرو الکلی و ۱۲۲/۱۵ میلی‌گرم در گرم عصاره هیدرو الکلی) به ترتیب متعلق به ژنوتیپ‌های هلو و خنیزی بود. بیشترین میزان فنل (۱۱/۲۳۲ و ۱۰/۶۶۴ میلی‌گرم در گرم عصاره هیدرو الکلی) به ترتیب متعلق به ژنوتیپ‌های زاپاک و خنیزی بود. بیشترین میزان خواص آنتی‌اکسیدانی (۵۵/۲۴۰ و ۵۰/۸۷۳ میکروگرم در میلی‌لیتر) به ترتیب متعلق به ژنوتیپ‌های هلو و خاروست بود. بر اساس منطقه محل جمع‌آوری انبه‌ها، بیشترین میزان فلاونوئید (۷۶/۶۷۹ و ۶۵/۱۲۶ میلی‌گرم در گرم عصاره هیدرو الکلی) به ترتیب متعلق به ژنوتیپ‌های انبه منطقه جیرفت و رودان بود. بیشترین میزان فنل (۶/۴۷۸۳ و ۶/۴۵۳۴ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ) به ترتیب متعلق به ژنوتیپ‌های انبه منطقه رودان و منوجان بود. بیشترین میزان خواص آنتی‌اکسیدانی (۴۳/۱۴۴ و ۴۲/۶۷۳ میکروگرم در میلی‌لیتر) به ترتیب متعلق به ژنوتیپ‌های انبه منطقه رودان و جیرفت بود. در بین غلظت‌های مختلف عصاره، مؤثرترین غلظت، ۶۴ میکروگرم در میلی‌لیتر بود. در کل نتایج این تحقیق نشان داد که انبه‌های منطقه رودان و سپس جیرفت دارای بیشترین میزان خواص آنتی‌اکسیدانی بوده و با افزایش غلظت عصاره هیدروالکلی خاصیت آنتی‌اکسیدانی آن‌ها نیز بیشتر شده است.

کلمات کلیدی: دی فنیل پیکریل هیدرازیل، فنل، فلاونوئید، عصاره گیاهی، هیدرو الکلی

مقدمه

بنا بر شواهد مختلف، انبه ۴۰۰ سال پیش وارد ایران شده است و اکثر ارقامی که امروزه در کشور کشت و کار می‌شوند از کشورهای پاکستان و هندوستان وارد و در مناطق مختلف به اسامی متفاوت نام‌گذاری شده‌اند (Emmami, 2001). به لحاظ ارزش غذایی و طعم، انبه پس از آناناس مهم‌ترین میوه گرمسیری در جهان است. کشت آن در ایران منحصر به جنوب بلوچستان و استان هرمزگان است. در استان هرمزگان، انبه از نظر سطح زیر کشت، مقام سوم در بین محصولات باغبانی را به خود اختصاص داده است. کشت انبه در ایران منحصر به مناطق جنوبی استان هرمزگان و سیستان و بلوچستان است که در سواحل دریای عمان در مناطق سرباز، نیک‌شهر، راسک، قصرقند، دشتیازی و چابهار در بلوچستان و در استان هرمزگان در شهرستان‌های میناب، رودان، بندرعباس و جاسک رواج داشته و در استان کرمان در شهرستان‌های جیرفت، کهنوج و

انبه (*Mangifera indica* L.) از خانواده *Anacardiaceae* و یکی از مهم‌ترین میوه‌های گرمسیری دنیاست (Lal et al., 2017; Maldonado et al., 2017). انبه از لحاظ اقتصادی از با ارزش‌ترین میوه‌های مناطق جنوب ایران است. بر اساس آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی، میزان تولید انبه در کشور در سال ۱۳۸۰، ۱۲۹۲۸ تن و در سال ۱۳۸۴ برابر ۲۱۱۴۳ تن بوده است (Anonymous., 2015b). انبه در هند و جنوب شرق آسیا حدود ۴۰۰۰ سال است که کشت و کار می‌شود. هند با داشتن حدود ۱۰۰۰ رقم شناخته‌دارای بیشترین تنوع ژنتیکی از این گیاه بوده و مبدأ اولیه تنوع آن شناخته می‌شود (Lal et al., 2017).

از جمله خواص آنتی‌اکسیدانی دارند (Jamshidi *et al.*, 2010). ترکیبات فنلی با مکانیسم‌های متعددی مثل جاروب کردن رادیکال‌های آزاد، دادن هیدروژن، خاموش کردن اکسیژن یکتایی و یا قرار گرفتن به‌عنوان سوسترای آنزیم‌های پراکسیداز نقش آنتی‌اکسیدانی خود را ایفا می‌کنند (Fu *et al.*, 2018; He and Zhu, 2008). ترکیبات فنلی و فلاونوئیدها دارای خواص بیولوژیکی متعددی مانند خاصیت آنتی‌اکسیدانی، به دام انداختن رادیکال‌های آزاد و خاصیت ضدالتهاب می‌باشند (del Bano *et al.*, 2003). این ترکیبات باعث جلوگیری یا به تأخیر انداختن آسیب‌های اکسیداتیو در چربی‌ها و دیگر مولکول‌های مهم شده و از به وجود آمدن سرطان و بیماری‌های کرون قلب جلوگیری می‌کنند (Hossain *et al.*, 2017; Kris-Etherton *et al.*, 2002). در پژوهشی بر روی بذور انبه قدرت جوانه‌زنی و تولید نهال هم در بذور برداشت شده از میوه‌های بالغ و میوه‌های قبل از مرحله بلوغ و رسیدگی وجود داشت (Abbasi and Heidari, 2010).

با توجه به اینکه انبه از لحاظ اقتصادی یکی از با ارزش‌ترین میوه‌های مناطق جنوب ایران است و بر اساس آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی، میزان تولید انبه در کشور در سال ۱۳۸۰، ۱۲۹۲۸ تن و در سال ۱۳۸۴ برابر ۲۱۱۴۳ تن بوده است (Anonymous, 2015b) و همچنین ترکیبات فنلی گروه بزرگی از مواد طبیعی گیاهی هستند که شامل فلاونوئیدها، تانن‌ها و آنتوسیانین‌ها است که در قسمت‌های مختلف گیاه یافت می‌شوند. این مواد نیز منافع قابل توجهی در زمینه‌ی مواد غذایی، شیمی، داروسازی و پزشکی با توجه به طیف گسترده‌ای از اثرات مطلوب زیستی از جمله خواص آنتی‌اکسیدانی دارند (Jamshidi *et al.*, 2010). هدف از این تحقیق مقایسه ژنوتیپ‌های مختلف انبه از چندین منطقه و تعیین بهترین ژنوتیپ انبه از نظر خواص آنتی‌اکسیدانی، ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی بوده است.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

تعداد ۲۹ ژنوتیپ مختلف انبه از ۸ باغ مناطق مختلف جنوب کشور ایران از جمله شهرستان‌های جیرفت، فاریاب، عنبرآباد، منوجان و رودان در اوایل اسفند ۱۳۹۵ و برای هر ژنوتیپ سه درخت (میوه) جمع‌آوری (جدول ۱) و پس از گرفتن عصاره هیدرو الکلی، به‌منظور مقایسه و تعیین بالاترین میزان خواص آنتی‌اکسیدانی، ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی در آزمایشگاه پژوهشکده زیست‌فناوری کشاورزی دانشگاه زابل در سال ۱۳۹۶ مورد ارزیابی قرار گرفتند.

منوجان نیز کشت می‌گردد. باغ‌های انبه استان هرمزگان عمدتاً در شهرستان‌های رودان و میناب و قسمت‌هایی از شهرستان بندرعباس پراکنده می‌باشند (Anonymous, 2015a).

گونه‌های اکسیژن فعال (ROS=Reactive Oxygen Species) سبب آسیب اکسیداتیو به لیپیدهای غشایی، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک می‌گردند. ترکیبات آنتی‌اکسیدانی مختلفی که در گیاهان جهت جاروب کردن گونه‌های اکسیژن فعال به کار می‌روند شامل آسکوربات، گلوکاتینون، آلفا توکوفرول و کاروتنوئیدها و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی شامل سوپر اکسید دیسموتاز، کاتالاز، پراکسیداز و آنزیم‌های چرخه گلوکاتینون - آسکوربات می‌باشند. کاهش آسیب اکسیداتیو از طریق جاروب کردن ROS، یک استراتژی مهم در گیاهان برای تحمل استرس است (Chinnusamy *et al.*, 2006).

فرایند اکسیداسیون و تولید رادیکال‌های آزاد و گونه‌های اکسیژن فعال بخش لازمی از حیات بوده که در واکنش‌های بیولوژیک مهمی شرکت دارند. رادیکال‌های آزاد و گونه‌های اکسیژن فعال تنها زمانی مفید هستند که در زمان و مکان درستی تولید شوند، در غیر این صورت می‌توانند مضر باشند. تنش اکسیداتیو ناشی از تولید بیش از اندازه رادیکال‌های آزاد و گونه‌های اکسیژن فعال و ضعیف شدن سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی به علت برداشت کم آن‌ها یا تولید کم آنتی‌اکسیدان‌های درون‌زاد (Endogenous) و یا افزایش استفاده از آن‌ها است. بسیاری از بیماری‌های مزمن در ارتباط با استرس اکسیداتیو است. به‌منظور جلوگیری از آسیب ROS در بدن موجودات زنده، سیستم‌های آنتی‌اکسیدان قوی و پیچیده‌ای وجود دارد (Mozdastan *et al.*, 2015).

ترکیبات فنلی جز ترکیباتی هستند که در تمام گیاهان شامل میوه‌جات، سبزی‌ها، غلات و ... وجود دارند. این ترکیبات جزو متابولیت‌های ثانویه گیاهان هستند. به طور طبیعی بالغ بر ۸۰۰۰ ترکیب فنلی مختلف با تأثیرهایی از قبیل دخالت در ساخت دیواره سلولی، دخیل در مکانیسم دفاعی گیاه و دخیل در خصوصیات میوه مانند رنگ، عطر، طعم و مزه، در گیاه وجود دارد. همچنین ترکیبات فنلی به‌عنوان شاخص‌هایی برای مراحل فیزیولوژیکی در طول رشد میوه نیز در نظر گرفته می‌شوند (Khazaee *et al.*, 2011).

ترکیبات فنلی گروه بزرگی از مواد طبیعی گیاهی هستند که شامل فلاونوئیدها، تانن‌ها و آنتوسیانین‌ها است که در قسمت‌های مختلف گیاه یافت می‌شوند. این مواد نیز منافع قابل توجهی در زمینه‌ی مواد غذایی، شیمی، داروسازی و پزشکی با توجه به طیف گسترده‌ای از اثرات مطلوب زیستی

جدول ۱- اسامی و محل جمع آوری ژنوتیپ های انبه
Table 1. Names and place of collecting mango genotypes

متوسط دمای روزانه (درجه سانتی گراد) Average daily temperature (C°)	میانگین بارندگی (میلی متر) Average rainfall (mm)	ارتفاع از سطح دریا (متر) Altitude (m)	عرض جغرافیایی latitude	طول جغرافیایی Longitude	موقعیت منطقه Location of the area	علامت اختصاری Symbol	نام فارسی Persian Name
25-26	190	685	28° 40'	57° 44'	جیرفت Jirof	HELOV	هلو
25-26	190	685	28° 40'	57° 44'	جیرفت Jirof	NARGIL	نارگیل
24-25	190	685	28° 40'	57° 44'	جیرفت Jirof	Kn	خنیزی
24-25	230	1320	28° 40'	57° 25'	هیشین Hishin	Khh	خلو
24-25	230	1320	28° 40'	57° 25'	هیشین Hishin	SHAHANI1	شاهانی ۱
24-25	230	1320	28° 40'	57° 25'	هیشین Hishin	SHAHANI2	شاهانی ۲
27	180	640	27° 34'	57° 36'	عنبرآباد Anbarabad	KILOO	کیلو
27	180	640	27° 34'	57° 36'	عنبرآباد Anbarabad	Mk	مش کریم
27	180	640	27° 34'	57° 36'	عنبرآباد Anbarabad	ANONYM	بینام
26	180	340	27° 24'	57° 44'	منوجان Manojan	NABATI1	نباتی ۱
26	180	340	27° 24'	57° 44'	منوجان Manojan	NABATI2	نباتی ۲
26	180	340	27° 24'	57° 30'	منوجان Manojan	Podney	پودنه‌ای
26	180	340	27° 24'	57° 30'	منوجان Manojan	ARBABI	اربابی
26	180	340	27° 24'	57° 30'	منوجان Manojan	DOGHOOLOO	دوقلو
26-27	170	460	27° 19'	57° 17'	دهکهان Dehkahan	ANONYM1	بینام ۱
26-27	170	460	27° 19'	57° 17'	دهکهان Dehkahan	HAJI	حاجی غلام
26-27	170	460	27° 19'	57° 17'	دهکهان Dehkahan	KHIYAR2	خیار ۲
26-27	170	460	27° 19'	57° 17'	دهکهان Dehkahan	KHIYAR1	خیار ۱
27-28	250	195	27° 27'	57° 11'	رودان Rodan	MIKHAKI2	میخکی ۲
27-28	250	195	27° 27'	57° 11'	رودان Rodan	MIKHAKI1	میخکی ۱
27-28	250	195	27° 27'	57° 11'	رودان Rodan	CHARAK	چارک
27-28	250	195	27° 27'	57° 11'	رودان Rodan	Kharvst	خاروست
27-28	250	195	27° 27'	57° 11'	رودان Rodan	ZAPAK	زاپاک
26	250	500	27° 38'	57° 25'	فاریاب Fariab	MAJLESI1	مجلسی ۱
26	250	500	27° 38'	57° 25'	فاریاب Fariab	MAJLESI2	مجلسی ۲
26	250	500	27° 38'	57° 25'	فاریاب Fariab	ZARAK	زرک
27	160	650	27° 52'	57° 40'	بلوک Bolok	GOL	انبه گل
27	160	650	27° 52'	57° 40'	بلوک Bolok	Khb	خلو
27	160	650	27° 52'	57° 40'	بلوک Bolok	ANONYM2	بینام ۲

ارزیابی فنل، فلاونوئید و خواص آنتی اکسیدانی

فنل کل

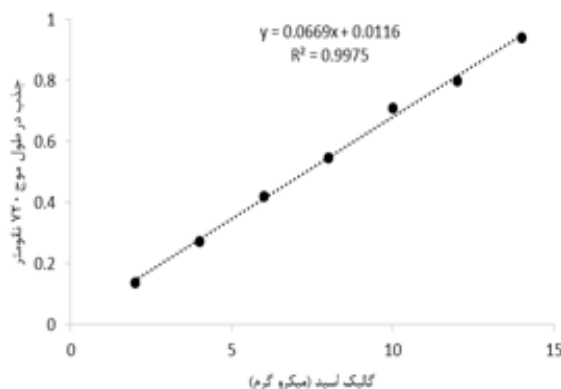
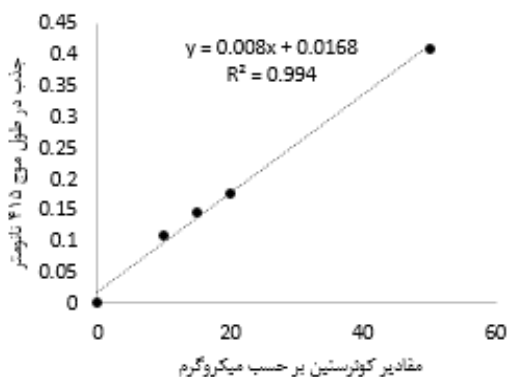
۰/۱ گرم اندام هوایی در ۵ میلی لیتر اتانول ۹۵ درصد سائیده و به مدت ۲۴-۷۲ ساعت در تاریکی به منظور سنجش ترکیبات فنلی کل و فلاونوئید کل نگهداری شدند. پس از سانتریفیوژ (شرکت Eppendorf مدل 5810R کشور آلمان) به یک میلی لیتر محلول رویی، یک میلی لیتر اتانول ۹۵ درصد اضافه گردید و با آب مقطر، حجم محلول به ۵ میلی لیتر رسانده شد. سپس ۰/۵ میلی لیتر معرف فولین ۵۰ درصد و یک میلی لیتر کربنات سدیم ۵ درصد به آن اضافه گردید. مخلوط حاصل به مدت یک ساعت در تاریکی نگهداری شده و سپس جذب هر نمونه در طول موج ۷۲۵ نانومتر به وسیله دستگاه اسپکتروفوتومتر (شرکت Labnika مدل LUV-300 کشور آمریکا) خوانده شد و با استفاده از منحنی استاندارد گالیک اسید (شکل ۱ بخش A)، غلظت ترکیبات فنلی کل بر حسب میلی گرم در گرم وزن تر محاسبه گردید. رسم منحنی استاندارد فنل کل در غلظت‌های ۰، ۵۰، ۱۰۰، ۲۵۰ و ۳۵۰ میلی گرم در لیتر صورت گرفت (Meda et al., 2005).

روش تهیه عصاره هیدرو الکلی

مقدار ۱۰ گرم برگ خشک شده در سایه و در مجاورت هوا، آسیاب (شرکت IKA مدل A11 basic کشور آلمان) و سپس در ۱۰۰ سی سی محلول (۷۰ قسمت الکل و ۳۰ قسمت آب مقطر) خیسانده و به مدت ۴۸ ساعت در دمای اتاق و بر روی شیکر (شرکت UniEquip مدل SKIR-601L کشور آلمان) تکان داده شد. پس از طی شدن زمان مورد نظر، عصاره‌ها صاف، سپس حلال در دمای کمتر از ۴۰°C توسط دستگاه روتاری (شرکت پارس آزما مدل RO02 کشور ایران) تبخیر و باقیمانده بعد از خشک شدن برای انجام آزمایش‌ها در یخچال با درجه حرارت ۴ °C نگهداری و سپس جهت اندازه‌گیری مقدار فنل کل و فلاونوئید، ۱۰۰ میلی گرم پودر عصاره در ۱ سی سی متانول حل شد (Chang et al., 2002).

فلاونوئید کل

برای سنجش میزان فلاونوئید کل، به ۵۰۰ میکرو لیتر از هر عصاره ۱/۵ میلی لیتر متانول (۸۰٪)، ۱۰۰ میکرو لیتر محلول آلومینیوم کلراید (۱۰ درصد)، ۱۰۰ میکرو لیتر محلول استات پتاسیم ۱ مولار و ۲/۸ میلی لیتر آب مقطر اضافه شد. جذب مخلوط بعد از گذشت ۴۰ دقیقه در طول موج ۴۱۵ نانومتر به وسیله دستگاه اسپکتروفوتومتر (شرکت



شکل ۱- منحنی استاندارد گالیک اسید و کوئرستین به ترتیب جهت اندازه گیری مقادیر فنل و فلاونوئید

Figure 1- Standard curves of gallic acid and quercetin to measure phenol and flavonoid levels, respectively

نتایج

فنل تام و فلاونوئید

نتایج حاصل از تجزیه داده‌ها نشان داد که میزان فنل ژنوتیپ‌های مختلف انبه که در محدوده ۰/۱۱ تا ۱۱/۲۳ میلی گرم در گرم عصاره خشک هیدرو الکلی و میانگین ۵/۴۱ میلی گرم در گرم عصاره خشک هیدرو الکلی بوده و فلاونوئید در محدوده ۱۷/۹ تا ۱۷۶/۹۵ میلی گرم در گرم عصاره خشک هیدرو الکلی و میانگین ۵۷/۵۷ میلی گرم در گرم عصاره خشک بوده در سطح یک درصد معنی دار (جدول شماره ۲ و ۵) و همچنین مشخص شد منطقه جمع آوری انبه نیز بر میزان فنل و فلاونوئید مختلف بودند (جدول ۳).

بیشترین میزان فلاونوئید (۱۷۶/۶۵ میلی گرم در گرم عصاره هیدرو الکلی و ۱۲۲/۱۵ میلی گرم در گرم عصاره هیدرو الکلی) به ترتیب متعلق به ژنوتیپ‌های هلو و خیزی بود (جدول ۷). بیشترین میزان فنل (۱۱/۲۳۲ و ۱۰/۶۶۴ میلی گرم در گرم عصاره هیدرو الکلی) به ترتیب متعلق به ژنوتیپ‌های زاپاک و خیزی بود (جدول ۷). بر اساس منطقه محل جمع آوری انبه‌ها، بیشترین میزان فلاونوئید (۷۶/۶۷۹ و ۶۵/۱۲۶ میلی گرم در گرم عصاره هیدرو الکلی) به ترتیب متعلق به ژنوتیپ‌های انبه منطقه جیرفت و رودان بود (جدول ۶). بیشترین میزان فنل (۶/۴۷۸۳ و ۶/۴۵۳۴ میلی گرم در گرم وزن تر برگ) به ترتیب متعلق به ژنوتیپ‌های انبه منطقه رودان و منوجان بود (جدول ۶).

ارزیابی میزان توانایی به دام اندازی رادیکال یا

سنجش خواص آنتی اکسیدانی

رادیکال پایدار دی فنیل پیکریل هیدرازیل برای تعیین فعالیت به دام اندازی رادیکال آزاد به کار رفت. ابتدا از عصاره ۴۰ میلی گرم وزن نموده در ۲۵ سی سی متانول حل و سپس از این محلول سه غلظت ۱۶، ۳۲ و ۶۴ میکرو لیتر برداشته و با DPPH (با غلظت ۰/۱ میلی مول) به حجم ۴ سی سی رسانده و سپس در دمای اتاق به مدت یک ساعت قرار داده و نهایت جذب نوری را با طول موج ۵۱۷ نانومتر انجام شد. جهت کنترل مثبت (شاهد) می توان از اسکوربیک اسید استفاده کرد (Ebrahimzadeh et al., 2008).

$$F = \frac{A_b - A_s}{A_b} * 100$$

F = مقدار به دام اندازی رادیکال DPPH

A_b = جذب بلانک

A_s = جذب نمونه یا استاندارد

تجزیه و تحلیل داده‌ها

به منظور محاسبات آماری از نرم افزار Statistix 10 (Statistix, 2013) استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از حداقل تفاوت معنی دار (LSD) در سطح ۵ درصد انجام و همچنین برای رسم شکل‌ها از Excel استفاده شد.

میکروگرم در میلی لیتر) به ترتیب متعلق به ژنوتیپ های هلو و خاروست بود (جدول ۷). همچنین بیشترین میزان خواص آنتی اکسیدانی (۴۳/۱۴۴ و ۴۲/۶۷۳ میکروگرم در میلی لیتر) به ترتیب متعلق به ژنوتیپ های انبه منطقه رودان و جیرفت بود (جدول ۶). در بین غلظت های مختلف عصاره، مؤثرترین غلظت، غلظت ۶۴ میکروگرم در میکرو لیتر و کم اثر ترین غلظت، ۱۶ میکروگرم در میکرو لیتر بود و با افزایش غلظت عصاره، فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره ها نیز بیش تر شده است (جدول ۸).

ارزیابی میزان توانایی به دام اندازی رادیکال های آزاد
نتایج حاصل از ارزیابی میزان توانایی به دام اندازی رادیکال های آزاد عصاره هیدرو الکلی گیاه انبه که در محدوده ۱۲/۶۶ تا ۵۵/۴۵ میلی گرم در گرم عصاره خشک و میانگین ۴۱/۴۳ میلی گرم در گرم عصاره خشک بوده به همراه غلظت های مختلف عصاره های مورد استفاده و همچنین تأثیر منطقه جمع آوری معنی دار بود ($p > 0.01$) (جدول شماره ۳ و ۴). آزمون تعقیبی LSD نشان داد که بیشترین میزان خواص آنتی اکسیدانی (۵۵/۲۴۰ و ۵۰/۸۷۳

جدول ۲- تجزیه واریانس فنل و فلاونوئید ژنوتیپ های انبه بر اساس محل جمع آوری

Table 2- Analysis of variance of phenol and flavonoids of mango genotypes based on collecting Site

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares	
		فنل Phenol	فلاونوئید Flavonoid
شهرستان محل جمع آوری	4	37.3042**	5326.33**
خطا	82	7.7739	902.35
کل	86		
ضریب تغییرات %C.V		8.54	7.36

ns, * و ** به ترتیب به مفهوم غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

ns, * and ** are non-significant, significant at 0.05 and 0.01 probability, respectively.

جدول ۳- تجزیه واریانس خواص آنتی اکسیدانی ژنوتیپ های انبه بر اساس شهرستان محل جمع آوری

Table 3- Analysis of variance of antioxidant properties of mango genotypes based on collecting city

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares	
		خواص آنتی اکسیدانی Antioxidant properties	
شهرستان محل جمع آوری	4	164.662**	
خطا	256	66.000	
کل	260		
ضریب تغییرات %C.V		6.22	

ns, * و ** به ترتیب به مفهوم غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

ns, * and ** are non-significant, significant at 0.05 and 0.01 probability, respectively.

جدول ۴- تجزیه واریانس خواص آنتی اکسیدانی ژنوتیپ های انبه بر اساس ژنوتیپ

Table 4- Analysis of variance of antioxidant properties of mango genotypes based on genotype

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares	
		ژنوتیپ	خطا
ژنوتیپ	28	425.296**	
خطا	232	24.338	
کل	260		
ضریب تغییرات %C.V		8.86	

ns, * و ** به ترتیب به مفهوم غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

ns, * and ** are non-significant, significant at 0.05 and 0.01 probability, respectively.

جدول ۵- تجزیه واریانس فنل و فلاونوئید ژنوتیپ های انبه بر اساس ژنوتیپ

Table 5- Analysis of Phenol and Flavonoid Variance of Mango Genotypes Based on Genotype

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares	
		فنل Phenol	فلاونوئید Flavonoid
ژنوتیپ	28	28.0127**	3401.43**
خطا	58	0.04	1.00
کل	86		
ضریب تغییرات %C.V		10.44	8.94

ns, * و ** به ترتیب به مفهوم غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

ns, * and ** are non-significant, significant at 0.05 and 0.01 probability, respectively.

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات فیتوشیمیایی ژنوتیپ‌های انبه بر اساس شهر

Table 6- Comparison of the average phytochemical traits of Mango genotypes based on the city

Phenol فنل	Flavonoid فلاونوئید	Antioxidant properties خواص آنتی‌اکسیدانی	City شهر
4.3956bc	76.679a	42.673a	جیرفت Jiroft
2.6766c	38.733b	38.210b	فاریاب Fariab
6.3338ab	56.112ab	39.447ab	عنبرآباد Anbarabad
6.4534a	41.04b	41.0ab	منوجان Amanojan
6.4783a	65.126a	43.144a	رودان Rodan

میانگین‌های با حروف مشابه لاتین در آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

Mean values with the same Latin letters were not significantly different in the minimum difference test at 5% probability level.

جدول ۷- مقایسه میانگین صفات فیتوشیمیایی ژنوتیپ‌های انبه بر اساس ژنوتیپ‌های مختلف انبه

Table 7- Comparison of average of phytochemical traits of mango genotypes based on different mango genotypes

فنل Phenol	فلاونوئید Flavonoid	خواص آنتی‌اکسیدانی Antioxidant properties	ژنوتیپ Genotype	ژنوتیپ Genotype
8.645e	176.65a	55.240a	HELOV	هلو
3.653mn	44.150n	50.21bc	NARGIL	نارگیل
10.66b	122.15b	48.035bcde	Kn	خنیزی
0.1106r	85.40d	49.127bcd	Khh	خلو
5.207j	103.15c	34.716mno	SHAHANI1	شاهانی ۱
2.5919o	85.278d	40.393ijkl	SHAHANI2	شاهانی ۲
9.4529d	60.528i	33.624no	KILOO	کیلو
7.0762f	46.778m	37.336klmn	Mk	مش کریم
2.4723o	61.028i	47.380bcdef	ANONYM	بینام
4.2810l	35.40q	43.231fghij	NABATI1	نباتی ۱
9.6173cd	42.278o	43.886efghi	NABATI2	نباتی ۲
9.6472cd	58.150j	42.358ghij	Podney	پودنه‌ای
6.6129g	52.028l	37.555klmn	ARBABI	اربابی
1.9492p	31.150r	40.393ijkl	DOGHOOLOO	دوقلو
6.0897h	31.650r	39.083jklm	ANONYM1	بینام ۱
9.9163c	21.650t	45.197defgh	HAJI	حاجی غلام
4.7593k	41.60o	46.070cdefg	KHIYAR2	خیار ۲
5.2078j	55.40k	31.223op	KHIYAR1	خیار ۱
3.8027m	37.40p	46.507bcdefgh	MIKHAKI2	میخکی ۲
4.6996k	71.65g	44.760defghi	MIKHAKI1	میخکی ۱
5.5815i	74.528f	28.603p	CHARAK	چارک
7.0762f	64.150h	50.873ab	Kharvst	خاروست
11.232a	77.90e	44.978defgh	ZAPAK	زاپاک
2.4723o	36.650pq	34.061no	MAJLESI1	مجلسی ۱
3.4141n	37.90p	46.288cdefg	MAJLESI2	مجلسی ۲
2.1435p	41.650o	34.279no	ZARAK	زرک
3.6084mn	28.278s	28.603p	GOL	انبه گل
3.5635mn	27.150s	36.463lmn	Khb	خلو
1.5157q	17.90u	41.266hijk	ANONYM2	بینام ۲

میانگین‌های با حروف مشابه لاتین در آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

Mean values with the same Latin letters were not significantly different in the minimum difference test at 5% probability level.

جدول ۸- ارزیابی فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره و غلظت‌های مختلف عصاره گیاهی انبه

Table 8- Evaluation of antioxidant activity of various extracts and concentrations of Mango extract

64	32	16	DPPH
44.090a	41.440b	38.789c	MS

میانگین‌های با حروف مشابه لاتین در آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

Mean values with the same Latin letters were not significantly different in the minimum difference test at 5% probability level.

بحث

نتایج این تحقیق نشان داد که بیشترین میزان فلاونوئید (۱۷۶/۶۵) میلی‌گرم در گرم عصاره هیدرو الکلی و ۱۲۲/۱۵ میلی‌گرم در گرم عصاره هیدرو الکلی) به ترتیب متعلق به ژنوتیپ‌های هلو و خنیزی بود. بیشترین میزان فنل (۱۱/۲۳۲ و ۱۰/۶۶۴ میلی‌گرم در گرم عصاره هیدرو الکلی) به ترتیب متعلق به ژنوتیپ‌های زاپاک و خنیزی بود. بیشترین میزان خواص آنتی‌اکسیدانی (۵۵/۲۴۰ و ۵۰/۸۷۳ میکروگرم در میلی‌لیتر) به ترتیب متعلق به ژنوتیپ‌های هلو و خاروست بود. بر اساس منطقه محل جمع‌آوری انبه‌ها، بیشترین میزان فلاونوئید (۷۶/۶۷۹ و ۶۵/۱۲۶ میلی‌گرم در گرم عصاره هیدرو الکلی) به ترتیب متعلق به ژنوتیپ‌های انبه منطقه جیرفت و رودان بود. بیشترین میزان فنل (۶/۴۷۸۳ و ۶/۴۵۳۴ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ) به ترتیب متعلق به ژنوتیپ‌های انبه منطقه رودان و منوجان بود. بیشترین میزان خواص آنتی‌اکسیدانی (۴۳/۱۴۴ و ۴۲/۶۷۳ میکروگرم در میلی‌لیتر) به ترتیب متعلق به ژنوتیپ‌های انبه منطقه رودان و جیرفت بود. در بین غلظت‌های مختلف عصاره، مؤثرترین غلظت، غلظت ۶۴ میکروگرم در میلی‌لیتر بود.

قاسمی و همکاران (Ghasemi et al., 2009) میزان فلاونوئید پوست رقم ساتسوما را ۰/۳ میلی‌گرم کوئرستین در گرم عصاره؛ جانگ و همکاران (Jang et al., 2010) میزان فنل تام را در پوملو ۰/۲۱۴ میلی‌گرم در گرم عصاره، گرنستین و همکاران (Gorinstein et al., 2001) محتوای فنلی ارقام لمون، پرتقال و گریپ‌فروت را به ترتیب ۱/۹، ۱/۸ و ۱/۶ میلی‌گرم در گرم عصاره؛ فتحی مقدم و همکاران (Fatahi moghadam et al., 2011) نیز در تحقیقی جهت ارزیابی برخی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی پوست میوه شش رقم مرکبات، میزان فنل تام ارقام (تامسون (۰/۳)، سیاورز (۰/۴۹)، مورو (۰/۳۷)، سانگینلا (۰/۱۹)، تاراکو (۰/۱۳) و پیچ (۰/۴۳) میلی‌گرم در گرم عصاره) و در گزارشی (Hemmati et al., 2015) نیز بیشترین میزان فلاونوئید (۰/۲۴ میلی‌گرم در گرم عصاره) در پایه یوزو و کمترین میزان (۰/۱۱۵) در پایه شل محله به دست آمد و همچنین در تمام ارقام مورد مطالعه میزان ترکیبات فنلی پوست را بیشتر از گوشت میوه گزارش دادند.

ضمناً در تحقیق حاضر میزان فنل از ۰/۱۱ تا ۱۱/۲۳ با میانگین ۵/۴۱ و فلاونوئید از ۱۷/۹ تا ۱۷۶/۹۵ با میانگین ۵۷/۵۷ میلی‌گرم در گرم بود که می‌توان نتیجه گرفت محتوای فنل و فلاونوئیدی برگ گیاه انبه استفاده شده در این تحقیق بیشتر از نتایج ارائه‌شده در مورد سایر گیاهان است همچنین طبق استفاده‌های متفاوت از مواد آنتی‌اکسیدانی که جهت درمان و پیشگیری از بیماری‌های سرطانی و تصلب شرایین، جهت افزایش انبارمانی چربی‌ها و روغن‌ها، جهت نگهداری چیپس‌های

سیب‌زمینی و غیره بوده (Rehman, 2003). می‌توان به‌جای هدر دادن و دور ریختن برگ‌ها گیاه انبه از مواد آنتی‌اکسیدانی آن‌ها علاوه بر پیشگیری و درمان، جهت استفاده‌های جانبی نیز به کار برد.

در مطالعه‌ای عصاره نعنای ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی بالایی دارد و فعالیت آنتی‌اکسیدانی خوبی داشته است (Kanatt et al., 2007) و همچنین عصاره رزماری فعالیت بالای آنتی-اکسیدانی با محتوای فنلی گیاه رابطه مستقیم دارد (Elmastaş et al., 2006) عصاره متانولی چند گیاه بومی مازندران ارتباط مناسبی بین فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ترکیبات پلی فنلی گیاه وجود داشت (Jamshidi et al., 2010). عصاره‌های آبی، الکلی و اتری علف هیضه دارای میزان فنلی و فلاونوئیدی بالا (Shariatifar et al., 2006) و به همین دلیل دارای اثر آنتی‌اکسیدانی خوبی است. در پژوهشی ترکیبات فنلی حاصل از پوست درختان راش، ممرز و صنوبر در صنعت داروسازی هم به-کار می‌رود (Fazli et al., 2013). در تحقیقی بر میزان فنل و فلاونوئید تام و فعالیت آنتی‌اکسیدانی پوست درختان راش، ممرز و صنوبر، محققان به این نتیجه رسیدند که میزان فنل و فلاونوئید در پوست درخت ممرز بیشترین و در راش کمترین مقدار بوده است و همچنین نتایج آزمون به‌دام‌اندازی رادیکال‌های آزاد دی فنیل پیکریل هیدرازیل نشان داد که غلظت مهار ۵۰ درصد در عصاره استونی پوست درخت صنوبر با میزان ۸۶/۳ میکروگرم بر میلی‌لیتر بیشتر از درخت راش و ممرز بوده است (Fazli et al., 2013). و میزان ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی عصاره متانولی اندام هوایی گیاه روناس صخره زی نسبت به عصاره‌های دی کلرومتانی و اتیل استاتی بیشتر بود (Salhe Abadi and Mehraban Sang Atash, 2015). با بررسی محتوای تام فنلی و فلاونوئیدی گیاه *Nepeta pogonoserma* مشخص شد که گیاه حاوی ترکیبات فنلی بیشتری به نسبت ترکیبات فلاونوئیدی و در مقایسه سایر گونه‌های پونه‌سا مقدار ترکیبات فنلی آن به‌مراتب بالاتر بود (Khalighi - Sigaroodi et al., 2013). عصاره برگ گیاه علف مار با داشتن بیشترین محتوای فلاونوئیدی و فنلی در بین عصاره‌های میوه و ساقه، بیشترین میزان درصد فعالیت آنتی‌اکسیدانی را داشته (Rashedi et al., 2015). همچنین در تحقیقی گزارش شده (Yeganeh Teimori et al., 2012) که بیشترین میزان فنل کل در دو گیاه مرزه و رازیانه در اندام برگ بود.

ترکیباتی که رنگ رادیکال آزاد DPPH را با گرفتن هیدروژن یا الکترون از رنگ ارغوانی به زرد تبدیل کنند، ترکیباتی باقابلیت آنتی‌اکسیدانی‌اند. بر این اساس مدل به‌دام‌اندازی رادیکال پایدار DPPH برای ارزیابی توانایی به‌دام‌اندازی رادیکال آزاد در نمونه‌های گوناگون استفاده می‌شود (Lee et al., 2003).

بیشترین فعالیت میکروسکوپی (۱۶ mm بازاریابی میکروبی) نیز داشته است (Medini et al., 2014). در تحقیق حاضر نتایج حاصل از ارزیابی میزان توانایی به دام اندازی رادیکال‌های آزاد عصاره هیدرو الکلی گیاه انبه که در محدوده ۱۲/۶۶ تا ۵۵/۴۵ و میانگین ۴۱/۴۳ میلی‌گرم در گرم عصاره خشک بوده و نشان داد که انبه دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی بالایی است.

گزارش شده گیاهان حاوی ترکیب‌های فلاونوئیدی بالا، فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالایی دارند (Rashedi et al., 2015; Sharma et al., 2012) به طوری که عصاره برگ گیاه علف مار با داشتن بیشترین محتوی فلاونوئیدی و فنلی در بین عصاره‌های میوه و ساقه، بیشترین میزان درصد فعالیت آنتی‌اکسیدانی را داشته (Rashedi et al., 2015) در تحقیق حاضر نیز میزان ترکیبات فنلی عصاره هیدرو الکلی برگ گیاه انبه بالا بوده لذا این انتظار هم خواهد بود که فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالایی داشته باشند.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این تحقیق مشخص شد انبه‌های منطقه رودان دارای بیشترین میزان خواص آنتی‌اکسیدانی بوده و با افزایش غلظت عصاره هیدرو الکلی خاصیت آنتی‌اکسیدانی آنها نیز بیشتر شده است. پیشنهاد می‌گردد که از انبه‌های منطقه رودان جهت اصلاح انبه و همچنین بهره‌برداری خاص از آنتی-اکسیدان‌های آنها استفاده شود.

اندازه‌گیری میزان مهار رادیکال‌های آزاد DPPH از روش‌های معتبر، دقیق، آسان و مقرون‌به‌صرفه با قابلیت تکرارپذیری بالاست که در بررسی فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های گیاهی در شرایط آزمایشگاهی به کار می‌رود (Singh and Singh, 2008).

گزارش شده که فعالیت آنتی‌اکسیدانی با خاصیت ضد میکروبی همبستگی مثبتی دارد (Amzad Hossain and Shah, 2015; Mirzaei et al., 2011) و اصولاً خاصیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها با افزایش غلظت ترکیبات فنل کل زیاد شده (Fazli et al., 2013) و این توانایی بستگی به تعداد حلقه‌های آروماتیکی و ماهیت گروه‌های جابه‌جاشونده هیدروکسیل دارد به طوری که در غلظت‌های بیشتر، ترکیبات فنلی به سبب افزایش تعداد گروه‌های هیدروکسیل موجود در محیط واکنش، احتمال انتقال هیدروژن به رادیکال‌های آزاد و به دنبال آن قدرت مهارکنندگی عصاره افزایش می‌یابد (Baba and Malik, 2015; Fazli et al., 2013).

در تحقیقی که بر دو گونه بلوط کوئرکوس کریس و کوئرکوس روبرور از نظر میزان مهار رادیکال‌های آزاد DPPH در غلظت‌های گوناگون انجام شده مشخص گردیده که با افزایش غلظت عصاره متانلی از ۱۲/۵-۱۰۰ میکروگرم در میلی‌لیتر درصد مهار رادیکال‌های آزاد به طور چشمگیری افزایش یافته است (Rakić et al., 2007) از طرفی عصاره اتانلی *Limonium delicatulum* بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی (mg gallic acid/g dry weight) را داشته و متعاقب آن

References

- Abbasi, M. and Heidari, M. 2010. Effect of fruit maturity on seed germination and seedling growth of mango. *Journal of Crops Improvement*, 12(1): 69-79.
- Amzad Hossain, M. and Shah, M.D. 2015. A study on the total phenols content and antioxidant activity of essential oil and different solvent extracts of endemic plant *Merremia borneensis*. *Arabian Journal of Chemistry*, 8(1): 66-71. doi: 10.1016/j.arabjc.2011.01.007
- Anonymous. 2015a. Statistics of the Hormozgan Agricultural Jihad Organization. *Hormozgan Agricultural Organization*.
- Anonymous. 2015b. Surface cultivation statistics and production and yield of mango products in Iran. *Ministry of Agriculture*.
- Baba, S.A. and Malik, S.A. 2015. Determination of total phenolic and flavonoid content, antimicrobial and antioxidant activity of a root extract of *Arisaema jacquemontii* Blume. *Journal of Taibah University for Science*, 9(4): 449-454. doi: 10.1016/j.jtusci.2014.11.001
- Chang, C.C., Yang, M.H., Wen, H.M. and Chern, J.C. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, 10(3).
- Chinnusamy, V., Zhu, J. and Zhu, J.K. 2006. Salt stress signaling and mechanisms of plant salt tolerance. In Genetic engineering. *Springer*. pp. 141-177.
- del Bano, M.J., Lorente, J., Castillo, J., Benavente-Garcia, O., del Río, J.A., Ortuno, A., Quirin, K.W. and Gerard, D. 2003. Phenolic diterpenes, flavones, and rosmarinic acid distribution during the development of leaves, flowers, stems, and roots of *Rosmarinus officinalis*. Antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(15): 4247-4253.
- Ebrahimzadeh, M.A., Hosseinimehr, S.J., Hamidinia, A. and Jafari, M. 2008. Antioxidant and free radical scavenging activity of *Feijoa sellowiana* fruits peel and leaves. *Pharmacology Online*, 17-14.
- Elmastaş, M., Dermirtas, I., Isildak, O. and Aboul-Enein, H.Y. 2006. Antioxidant Activity of S-Carvone Isolated from Spearmint (*Mentha Spicata* L. *Fam Lamiaceae*). *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies*, 29(10): 1465-1475.

- Emmami, S. 2001. Culture and growing of Mango, Vol 1. *The Production Office of Promotion Programs and Technical Press*. 353
- Fatahi moghadam, J., Hamid oghli, Y., Fotohi ghazvini, R., Ghasem Nezhad, M. and Bakhshi, D. 2011. Assessment of physicochemical and anti-oxidant of crest in some joinary cultivars of citrus. *Journal of Horticultural Science*, 25(2): 211-217 (In Persian).
- Fazli, R., Nazarnezhad, N. and Ebrahimzadeh, M.A. 2013. Evaluation of phenols and flavonoids and antioxidant activity of the bark of beech, hornbeam, and pine. *Journal of the Forest and Wood Products*, 66(3): 339-342.
- Fu, G., Li, W., Huang, X., Zhang, R., Tian, K., Hou, S. and Li, Y. 2018. Antioxidant and alpha-glucosidase inhibitory activities of isoflavonoids from the rhizomes of *Ficus tikoua* Bur. *Nat Prod Res*, 32(4): 399-405.
- Ghasemi, K., Ghasemi, Y. and Ebrahimzadeh, M.A. 2009. Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of 13 citrus species peels and tissues. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Science*, 22(3): 277-281.
- Gorinstein, S., Martín-Belloso, O., Park, Y.-S., Haruenkit, R., Lojek, A., Číž, M., Caspi, A., Libman, I. and Trakhtenberg, S. 2001. Comparison of some biochemical characteristics of different citrus fruits. *Food Chemistry*, 74(3): 309-315.
- He, Y. and Zhu, Z. 2008. Exogenous salicylic acid alleviates NaCl toxicity and increases antioxidative enzyme activity in *Lycopersicon esculentum*. *Biologia Plantarum*, 52(4): 792.
- Hemmati, N., Ghasem Nezhad, A., Fatahi Moghadam, J. and Ebrahimi, P. 2015. The basic role in antioxidant activity citrus fruit: A Case Study compared the antioxidant activity of two cultivars of fruit juice with fruit stool. *Journal of Horticultural Science*, 29(2): 277-286.
- Hossain, H., Shahid-Ud-Daula, A., Jahan, I.A., Nimmi, I., Hasan, K. and Haq, M.M. 2017. Evaluation of antinociceptive and antioxidant potential from the leaves of *Spilanthes paniculata* growing in Bangladesh. *International Journal of Pharmaceutical and Phytopharmacological Research*, 1(4): 178-186.
- Jamshidi, M., Ahmadi-Ashteiani, H.R., Shamsali, R., Fathi Azad, F., Mazandarani, M. and Khaki, A. 2010. Analysis and Comparison of phenolic compounds and antioxidant activity of some plant species native to the Caspian. *Journal of Medicinal Plants*, 9(2): 177-183 (In Persian).
- Jang, H.-D., Chang, K.-S., Chang, T.-C. and Hsu, C.-L. 2010. Antioxidant potentials of buntan pumelo (*Citrus grandis* Osbeck) and its ethanolic and acetified fermentation products. *Food chemistry*, 118(3): 554-558.
- Kanatt, S.R., Chander, R. and Sharma, A. 2007. Antioxidant potential of mint (*Mentha spicata* L.) in radiation-processed lamb meat. *Food Chemistry*, 100(2): 451-458.
- Khalighi - Sigaroodi, F., Ahvazi, M., Ebrahimzadeh, H. and Rahimifard, N. 2013. Chemical Composition of the Essential Oil and Antioxidant Activities, Total Phenol and Flavonoid Content of the Extract of *Nepeta pogonosperma*. *Journal of Medicinal Plants*, 4(48): 185-198.
- Khazaei, F.A., Etebarian, H.R., Roustaei, A. and Alizadeh, A. 2011. Study of Changes in Peroxidase Enzyme and Total Phenol in Golden Delicious Apple Fruits Inoculated with an Antagonistic Isolate of *Pseudomonas fluorescens* and *Penicillium expansum* the Causal Agent of Apple Blue Mould. *Seed and Plant Production Journal*, 26(4): 419-433. doi: 10.22092/sppj.2017.110417
- Kris-Etherton, P.M., Hecker, K.D., Bonanome, A., Coval, S.M., Binkoski, A.E., Hilpert, K.F., Griel, A.E. and Etherton, T.D. 2002. Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. *The American Journal of Medicine*, 113(9): 71-88.
- Lal, S., Singh, A.K., Singh, S.K., Srivastav, M., Singh, B.P., Sharma, N. and Singh, N.K. 2017. Association analysis for pomological traits in mango (*Mangifera indica* L.) by genic-SSR markers. *Trees*, 31(5): 1391-1409.
- Lee, S.E., Hwang, H.J., Ha, J.-S., Jeong, H.-S. and Kim, J.H. 2003. Screening of medicinal plant extracts for antioxidant activity. *Life Sciences*, 73(2): 167-179.
- Maldonado, R.R., da Costa Araújo, L., da Silva Dariva, L.C., Rebac, K.N., de Souza Pinto, I.A., Prado, J.P.R., Saeki, J.K., Silva, T.S., Takematsu, E.K. and Tiene, N.V. 2017. Potential application of four types of tropical fruits in lactic fermentation. *LWT-Food Science and Technology*, 86:254-260.
- Meda, A., Lamien, C.E., Romito, M., Millogo, J. and Nacoulma, O.G. 2005. Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. *Food Chemistry*, 91(3): 571-577.
- Medini, F., Fella, H., Ksouri, R. and Abdely, C. 2014. Total phenolic, flavonoid and tannin contents and antioxidant and antimicrobial activities of organic extracts of shoots of the plant *Limonium delicatulum*. *Journal of Taibah University for Science*, 8(3): 216-224. doi: 10.1016/j.jtusci.2014.01.003
- Mirzaei, A., Mohammadi, J., Mirzaei, N. and Mirzaei, M. 2011. The Antioxidant Capacities and Total Phenolic Contents of Some Medicinal Plants in Iran. *Journal of Fasa University of Medical Sciences*, 1(3): 160-167.
- Mozdastan, S., Ebrahimzadeh, M.A. and Khalili, M. 2015. Comparing the Impact of Different Extraction Methods on Antioxidant Activities of Myrtle (*Myrtus communis* L.). *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*, 25(127): 10-24 [In Farsi].
- Rakić, S., Petrović, S., Kukić, J., Jadranin, M., Tešević, V., Povrenović, D. and Šiler-Marinković, S. 2007. Influence of thermal treatment on phenolic compounds and antioxidant properties of oak acorns from Serbia. *Food Chemistry*, 104(2): 830-834.

- Rashedi, H., Amiri, H. and Gharezi, A.** 2015. Assessment of phytochemical and antioxidant properties of the *Capparis spinosa* L. Khuzestan province *Journal of Qazvin University of Medical Science*, 18(6): 11-17.
- Rehman, Z.-U.** (2003). Evaluation of antioxidant activity of methanolic extract from peanut hulls in fried potato chips. *Plant Foods for Human Nutrition*, 58(1): 75-83.
- Salhe Abadi, S. and Mehraban Sang Atash, M.** 2015. Evaluation of the antioxidant activity and total phenols, flavonoids in methanolic, dichloromethane and ethyl acetate extracts of aerial parts of *Rubia florida*. *Journal of North Khorasan University of Medical Sciences*, 7(1): 101-112. doi: 10.29252/jnkums.7.1.101
- Shariatifar, N., Chamanzari, H. and Ghanay M, S.** 2006. The study of flos plant on progmatigote in culture. *Quarterly of Horizon of Medical Sciences*, 11(4): 5-9.
- Sharma, R., Samant, S., Sharma, P. and Devi, S.** 2012. Evaluation of antioxidant activities of *Withania somnifera* leaves growing in natural habitats of North-west Himalaya, India. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(5): 657-661.
- Singh, S. and Singh, R.** 2008. In vitro methods of assay of antioxidants: an overview. *Food Reviews International*, 24(4): 392-415.
- Statistix, R.** 2013. Statistix 10 Analytical Software. Tallahassee, FL USA.
- Yeganeh Teimori, Y., Mianabadi, M.I. and Bagherieh Najjar, M.B.** 2012. Antioxidant Activity of Methanolic Extract of Leaves, Stems and Roots of *Satureja hortensis* and *Foeniculum vulgare* Mill Plants. In National Symposium on Natural Products and Medicinal Plants (Bojnourd, North Khorasan University of Medical Sciences)

Evaluation of antioxidant properties and phenolic compounds of different mango (*Mangifera indica* L.) southern Iran

Bahman Fazeli-Nasab^{1*}, Leila Fahmideh²

¹Research Dep. of Agronomy and Plant Breeding, Center of Agricultural Research, University of Zabol, Zabol, Iran

²Dep. of Plant Breeding and Biotechnology, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran

*Corresponding Author: Bfazeli@uoz.ac.ir

Received: 7 January 2018

Accepted: 17 October 2018

DOI: 10.22034/csrar.2020.119076

Abstract

Mango is one of the most important tropical fruits in the world. It has many phenolic compounds, flavonoids, and antioxidants. Therefore, 29 genotypes of native mangoes in different regions of in southern of Iran (Kerman and Hormozgan) were collected and evaluated based on the amount of antioxidant, phenolic and flavonoid compounds in the laboratory of Agricultural Biotechnology Research Institute, University of Zabol in 2017. The results of analysis of variance showed that different mango genotypes and mango collection regions were affected on phenol, flavonoids and antioxidant properties. The most amount of flavonoids (176.65 mg/g of hydro alcoholic extract and 122.15 mg/g of hydro alcoholic extract) belonged to helov and Kn genotypes, respectively. The most phenol (11.232 and 10.664 mg/g of hydro alcoholic extract) belonged to Zapak and Kn genotypes. The most antioxidant properties (55.240 and 50.873 micrograms per milliliter) belonged to helov and kharvst genotypes, respectively. Based on the area where the mangoes were collected, the most amount of flavonoids (76.679 and 65.126 mg/g of hydro alcoholic extract) belonged to the mango genotypes of Jiroft and Rodan. The most phenol (6.4783 and 6.4534 mg/kg of fresh weight) belonged to Rodan and Manojan mango genotypes, respectively. The highest antioxidant properties (43.144 and 42.667 µg/ml) belonged to Rodan and Jiroft mango genotypes, respectively. Among the different concentrations of the extract, the most effective concentration was 64 µg/ml. Overall, the results showed that Mangoes in Rodan and Jiroft area had the highest antioxidant properties and increased their antioxidant properties by increasing the concentration of hydro alcoholic extract.

Key words: Dpgh, Flavonoid, Hydro-alcohol, Phenol, Plant Extract

