نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۲۸۶-۲۷۷
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 2, Summer 2015, P. 277-286
ISSN: 2008 - 4730

نقش پایه در فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه مرکبات: مطالعه موردی، مقایسه فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه دو رقم تجاری پرتقال با میوه چهار پایه

نسترن همتی[1*]- عظیم قاسم نژاد[2]- جواد فتاحی مقدم[3]- پونه ابراهیمی[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۲/۰۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۵/۱۹

چکیده

متابولیت‌های موجود در میوه مرکبات دارای خواص آنتی‌اکسیدانی بوده و کاربرد زیادی در صنایع دارویی، غذایی و آرایشی و بهداشتی دارند. تحقیق حاضر با هدف مقایسهٔ میزان فنل کل، فلاونوئید کل و خصوصیات آنتی‌اکسیدانی گوشت و پوست میوه مرکبات با بررسی اثر پایه و درخت پیوندی بر این پارامترها در قالب فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. خواص آنتی‌اکسیدانی به روش DPPH، مقدار فنل کل به روش فولین‌سیوکالتیو و مقدار فلاونوئید کل به روش آلومینیوم‌کلراید و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که سه فاکتور پایه و رقم و بافت اثر معناداری بر روی میزان فنل کل، فلاونوئید کل و خصوصیات آنتی‌اکسیدانی عصاره بخش‌های دوگانه میوه مرکبات دارد. بیشترین میزان ترکیبات فنل کل (۲۱/۰۹ میلی‌گرم در گرم) در پوست رقم مورو روی پایه شل‌محله تولید شده است. فلاونوئید کل تحت تاثیر بافت میوه، رقم و پایه قرار داشت. بیشترین میزان آن در پوست ارقام مورو و مارس بر روی پایه یوزو مشاهده شد. همچنین بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی (۸۵/۵۱ درصد) در پوست میوه پایه بذری سیترواملو مشاهده شد. با این که بین ترکیبات آنتی‌اکسیدانی میوهٔ درخت پیوندی با پایه تفاوت معنی‌داری وجود داشت لیکن عدم مشاهده رابطهٔ مشخصی بین آن‌ها می‌تواند ناشی از وجود تفاوت در ویژگی‌های شیمیایی و فیزیولوژیکی هر میوه (رقم پیوندی یا پایه) باشد.

واژه‌های کلیدی: آنتی اکسیدان، درخت پیوندی، مرکبات، متابولیت ثانویه

مقدمه

مرکبات در ردیف گیاهان مناطق نیمه‌گرمسیری قرار داشته و امروزه تولید آن در دنیا از لحاظ اقتصادی، اشتغال‌زایی، دارویی و غذایی اهمیت بسزایی دارد. ترکیبات فنلی میوه مرکبات شامل فلاونوئیدها و اسیدهای فنلی است و در این میان فلاونوئیدهای گلیکوزیدی در مرکبات غالبیت دارند (۲۰). همچنین میوه‌ی مرکبات حاوی ترکیبات مفید دیگر همچون لیمونوئیدها، فلاونوئیدها، پکتین، کومارین و آنتی‌اکسیدانت‌های معروف چون آسکوربیک‌اسید و کاروتنوئیدها است که نقش مهمی در سلامت انسان دارند (۱۹ و ۲۲). آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی مرکبات، بازدارنده‌ی بیماری‌های مزمن چون سرطان و عارضه‌های قلبی و عروقی و بیماری‌های بالینی مهم هستند. بعلاوه، ترکیبات فنلی، میوه‌ی مرکبات را از خسارت میکروبی، اشعه ماورای بنفش و سایر عوامل تنش‌زا طی رشد، مصون می‌دارند (۶ و ۱۳). سلول‌های گیاهی برای حفاظت در مقابل آسیب‌های اکسیداتیو، مجهز به یک سیستم جاروب کننده رادیکال‌های آزاد می‌باشند که از این میان می‌توان به اسیدآسکوربیک اشاره نمود (۸). عوامل متعددی مانند نوع پایه می‌تواند بر کیفیت و کمیت میوه مرکبات موثر باشد (۴). همچنین استفاده از پایه سبب تغییر در زمان گلدهی، زمان رسیدگی و کیفیت میوه شامل ترکیبات معدنی، قند، اسیدهای‌آلی و خواص آنتی‌اکسیدانی آن می‌شود (۱۵). از این‌رو به نظر می رسد که بسیاری از خصوصیات فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و ترکیبات فنلی میوه تحت تأثیر پایه قرارداشته باشند (۵). در آزمایشی اثر پایه و ژنوتیپ بر میزان ترکیبات فنلی در رقم‌های سیب نشان داد که پایه و ژنوتیپ و شرایط آب و هوایی روی میزان فلاونوئیدها و خواص ضد اکسیداسیونی اثر معنی‌داری داشته و بیشترین ترکیبات فنلی مربوط به کوئرستین و کوئرستین گالاکتوزید بوده‌است (۱۷). همچنین در بررسی‌های صورت گرفته ثابت شده که توانمندی آنتی‌اکسیدانی میوه در ارقام مختلف و

۱و ۲- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
(*- نویسنده مسئول: Email: nastaran_hemmati@yahoo.com)
۳- استادیار موسسه تحقیقات علوم باغبانی، پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رامسر، ایران
۴- استادیار گروه شیمی، دانشگاه گلستان

پایه‌های مختلف متفاوت است (۳). فرآیند تلخ‌زدایی در میوه‌ها به شدت تحت تأثیر پیوندک است. فاصلهٔ درختان و نوع پیوندک، رشد و کیفیت میوه و آسیب یخ‌زدگی را در ارقام پرتقال هاملین[1] و والنسیا[2] تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۴). در تحقیقی دیگر دو نمونه پیوندک L.*Citrus macrophylla* و *Citrus aurantium* بر روی پایهٔ لیمو ورنا[3] استفاده شد. پیوندک *Citrus aurantium* و میان-پایه‌های برنا و واشنگتن ناول مناسب‌ترین گونه‌ها برای لیمو بودند. در مقایسه انواع فلاونوئیدها ۶، ۸- دی- سی گلیکوزیل دیوسمتین[4] بیشترین تأثیرپذیری از پیوندک را داشت (۱۱). همچنین نوع پیوندک و استرس آبی می‌تواند کیفیت و عناصر موجود در آب میوه را تحت تأثیر خود قرار دهد. پیوندک می‌تواند سفتی بافت و میزان مواد جامد محلول در آب میوه را تحت تاثیر خود قرار دهد اما نحوهٔ عمل آن مشخص نیست (۲۳). فاکتورهای جغرافیایی و اقلیمی بر تولید متابولیت‌های ثانویه و ویژگی‌های مورفولوژی گیاهان مؤثر هستند. مواد مؤثره اگرچه با هدایت فرایندهای ژنتیکی ساخته می‌شوند ولی تولید آن‌ها به‌طور بارزی تحت تأثیر عوامل محیطی مانند نور، درجه حرارت، ارتفاع و بارندگی قرار می‌گیرد. عوامل محیطی بر مقدار کلی مواد مؤثره، عناصر تشکیل دهنده مواد مؤثره و مقدار تولید وزن خشک و مورفولوژی گیاه تأثیر می‌گذارند (۷). لذا تحقیق حاضر با هدف مقایسهٔ میزان فنل‌کل، فلاونوئید کل و خصوصیات آنتی‌اکسیدانی گوشت و پوست میوه مرکبات تحت تاثیر نوع پایه و درخت پیوندی انجام شد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

در این پژوهش از میوه‌ی چهار رقم پایه (سیترومله[5]، نارنج[6]، شلمحله[7] و یوزو[8]) و دو رقم پیوندی (مورو[9] و مارس[10]) روی پایه‌های پایه‌های مذکور واقع در ایستگاه تحقیقات مرکبات کترا (تنکابن) وابسته به موسسه تحقیقات مرکبات کشور استفاده شد. میوه‌ها بر اساس مقدار مواد جامد محلول[11] که برابر ۱۰ در نیمه‌های آذر بود برداشت و به بخش تحقیقات آزمایشگاهی در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل شد. بخش‌های مورد ارزیابی میوه شامل پوست (برون‌بر[12] به‌علاوه میان‌بر[13]) و گوشت (درون‌بر[14]) بود.

اندازه‌گیری درصد مهار رادیکال‌های آزاد به روش DPPH[15]

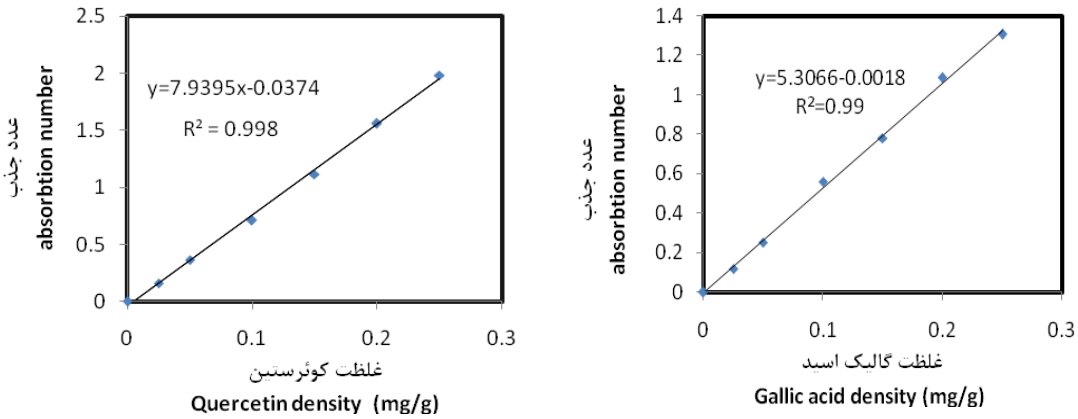
در این آزمایش از روش درصد مهار رادیکال‌های دی‌پی‌پی‌اچ (DPPH)، استفاده‌شد (۹). ابتدا دو میلی‌لیتر از DPPH با غلظت ۰/۱ میلی‌مولار (۴ میلی‌گرم رادیکال به ۱۰۰ میلی‌لیتر متانول) به لوله آزمایش اضافه و سپس دو میلی‌لیتر از عصاره متانولی تهیه شده به آن اضافه‌شد. سپس لوله‌های آزمایش به مدت ۳۰ دقیقه در محیط تاریک قرار داده‌شد. بعد از پایان واکنش بلافاصله جذب نمونه‌ها با دستگاه اسپکتروفتومتر[16](مدل UV/VIS 2800) در طول موج ۵۱۷ نانومتر قرائت شد. علاوه بر نمونه‌های مذکور یک لوله آزمایش به عنوان شاهد در نظر گرفته شد که تنها حاوی دو میلی‌لیتر DPPH و دو میلی‌لیتر متانول بود. فعالیت مهار رادیکال DPPH از فرمول درصد فعالیت خنثی‌کنندگی رادیکال ($DPPH= ۱۰۰ (۱ - A_S/A_C)$) محاسبه شد. در این معادله A_C جذب رادیکال DPPH بدون عصاره به‌عنوان کنترل، A_S جذب DPPH به‌علاوه نمونه و از متانول به‌عنوان بلانک استفاده‌شد.

اندازه‌گیری فنل کل

برای اندازه‌گیری فنل‌کل ابتدا ۲۰ میکرولیتر از عصاره متانولی (۱ گرم در ۱۰ میلی‌لیتر متانول ۸۰ درصد) با ۱۰۰ میکرولیتر فولین سیوکالتیو[17] و ۱/۱۶ میلی‌لیتر آب‌مقطر مخلوط شده و پس از پنج الی هشت دقیقه، ۳۰۰ میکرولیتر کربنات‌سدیم یک مولار (۱۰/۶ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر) به آن اضافه شد. محلول فوق به مدت ۳۰ دقیقه در تاریکی و حمام بخار ۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. برای شاهد نیز به‌جای عصاره، از متانول ۸۰ درصد استفاده شد. از این محلول برای کالیبره کردن دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل 2800 UV/VIS) استفاده گردید و سپس نمونه‌ها در طول موج ۷۶۵ نانومتر قرائت‌شد (۹). برای رسم منحنی کالیبراسیون از غلظت‌های متفاوت استاندارد گالیک‌اسید (محلول گالیک‌اسید[18] در متانول:آب (۵۰:۵۰)) استفاده شده‌است (شکل ۱).

1-"Hamlin"
2-"Valencia"
3-"Verna"
4-6,8-di-C-glucosyl diosmetin
5- *Citrus paradisi* × *Poncirus trifoliata*
6- *Citrus aurantium*
7- *Citrus sinensis cv. shel mahalleh*
8- *Citrus junos*
9- *Citrus sinensis cv. morro*
10- *Citrus sinensis cv. mars*
11- TSS

12- Epicarp
13- Mesocarp
14- Endocarp
15- 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl
16 -Spectrophotometer
17- Folin ciocalteu
18- Gallic acid



شکل۱- نمودار استاندارد گالیک‌اسید و کوئرستین به ترتیب برای فلاونوئید کل و فنل کل

Figure 1- Gallic acid and quercetin standard diagram, respectively, for total flavonoid and total phenol

اندازه‌گیری محتوای فلاونوئید کل

برای اندازه‌گیری محتوای فلاونوئیدی ابتدا ۰/۵ میلی‌لیتر از عصاره متانولی تهیه شده (یک گرم در ۱۰ میلی‌لیتر متانول۸۰ درصد) با ۱/۵میلی‌لیتر متانول، ۰/۱ میلی‌لیتر آلومینیوم‌کلرید ۱۰ درصد در اتانول (۱۰ گرم آلومینیوم‌کلرید در ۱۰۰ میلی‌لیتراتانول و آب‌مقطر)، ۰/۱ میلی‌لیتر استات‌پتاسیم یک مولار (۲/۴۱ گرم در ۱۰ میلی‌لیتر آب‌مقطر) و ۲/۸ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط شد. برای تهیه شاهد به جای عصاره متانولی، تنها از متانول خالص استفاده گردید. مخلوط نیم ساعت در تاریکی قرار گرفته و سپس بلافاصله در طول موج ۴۱۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل 2800 UV/VIS) قرائت و میزان فلاونوئیدکل بر اساس خط استاندارد کوئرستین تعیین شد (۹). به این منظور غلظت‌های مختلف از استاندارد کوئرستین[1] ساخته و بعد از خوانده شدن عدد جذب، خط استاندارد رسم گردید (شکل۱).

تجزیه‌ی آماری

این طرح بر اساس آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. فاکتورها شامل پایه در چهار سطح (نارنج، سیترومیلو، شل‌محله و یوزو)، رقم پیوندی در سه سطح (پایه بذری (بدون رقم پیوندی)، مورو و مارس) و نوع بافت میوه در دو سطح (گوشت و پوست) بود. میانگین‌های حاصل با استفاده از آزمون LSD با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS مقایسه شدند.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس ارقام مورد آزمایش و نوع بافت روی صفات اندازه گیری شده

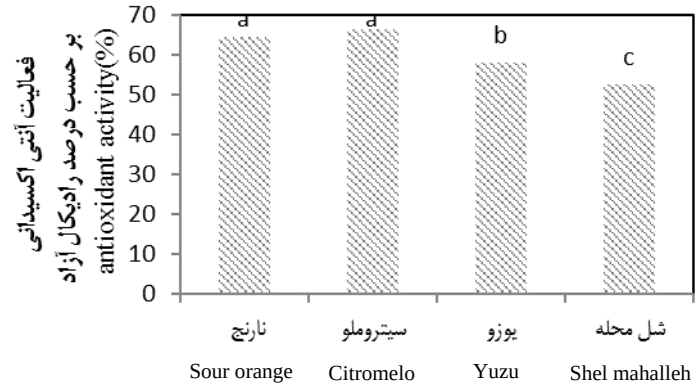
جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد میزان فنل، فلاونوئید و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در تیمارهای اثرات پایه، ارقام و بافت و همچنین در اثرات متقابل آن‌ها اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد نشان دادند.

مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در میوه چهار پایه بذری مرکبات

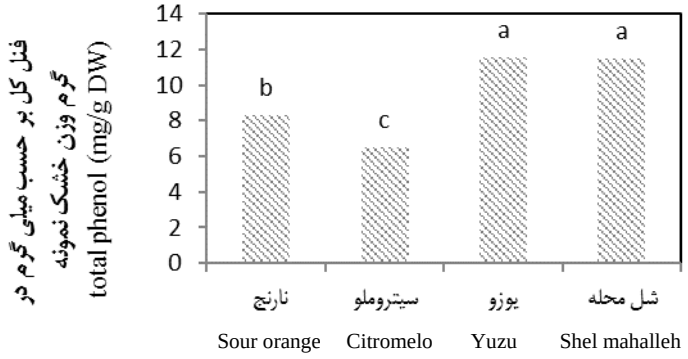
بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی (شکل ۲) در میوه پایه سیترومیلو و نارنج (به ترتیب ۶۶/۴ و ۶۴/۵ درصد) و کمترین در پایه شل‌محله (۵۲/۴درصد) وجود داشته است. بیشترین میزان فنل‌کل (شکل۴) در پایه یوزو و شل‌محله (به‌ترتیب ۱۱/۵۴ و ۱۱/۵۱ میلی‌گرم در گرم) اندازه‌گیری شد که بین میزان فنل در این دوپایه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. هم‌چنین کم‌ترین آن در پایه سیترومیلو (۶/۵۱ میلی‌گرم در گرم) به‌دست آمد. میزان فلاونوئیدکل (شکل۵) در پایه یوزو (۰/۲۴ میلی‌گرم در گرم) بیشتر از شل‌محله (۰/۱۱۵ میلی‌گرم در گرم) بود. بررسی های انجام شده روی پایه‌های مرکبات نشان‌داد که میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی، فنل‌کل و فلاونوئیدکل در میوه ارقام و پایه‌های برخی مرکبات اختلاف معنی‌داری داشت، همچنین این ترکیبات تحت تاثیر شرایط آب و هوایی نیز قرار گرفته‌بود (۵). نتایج پژوهش‌های محتسب و غنایم (۱۸) نشان داد که در پایه‌های آزمایشی بیشترین میزان مواد جامد محلول در میوه‌های پیوند شده بر نارنج تجمع داشت. هم‌چنین میوه‌های پیوند شده بر ولکامریانا و

1- Quercetin

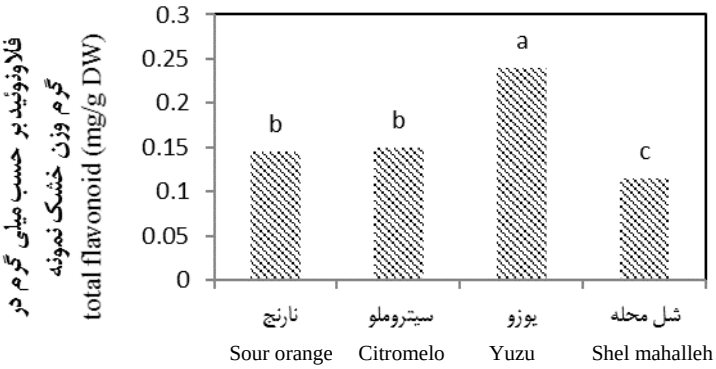
ماکروفیلا به ترتیب بیشترین و کمترین میزان اسیدیته را نشان‌دادنـد. قاسم‌نژاد و همکاران (۲) نشان‌دادند کـه اسـید قابـل تیتراسـیون در میوه‌های پیوندشده روی پایه سیترومیلو بیشتر از نـارنج بـود و نسـبت مواد جامد قابل حل به اسید در میوه‌های پیوند شده روی نارنج بیشتر از سیترومیلو بود.



شکل۳- فعالیت آنتی اکسیدانی میوه در پایه‌های مختلف مرکبات
Figure 3 -The antioxidant activity in different citrus rootstocks fruit



شکل٤- میزان فنل کل میوه در پایه‌های مختلف مرکبات
Figure 4- Total phenol content in different citrus rootstocks fruit



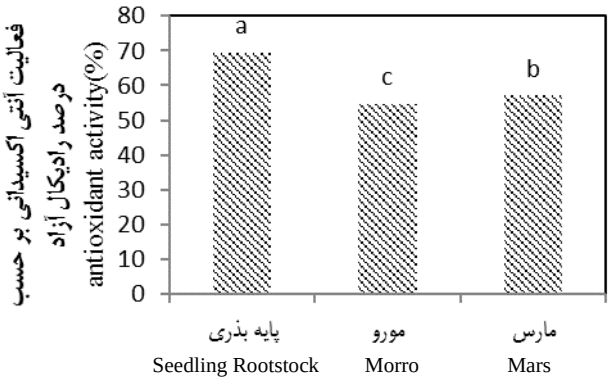
شکل۵- میزان فلاونوئیدکل میوه در پایه‌های مختلف مرکبات
Figure 5 - Total flavonoid content in different citrus rootstocks fruit

مقایسه میانگین تاثیر ارقام روی صفات اندازه‌گیری شده

بر اساس مقایسه میانگین‌ها ، فنل‌کل، فلاونوئیدکل و فعالیت آنتی‌اکسیدان در ارقام مختلف متفاوت بود. به طوری که بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی (شکل۶) در میوه پایه‌ها (۶۹/۴۲ درصد) و کمترین آن (۵۴/۵۷ درصد) در پرتقال مورو مشاهده شد. به علاوه بیشترین میزان فنل‌کل (۱۳/۵۶ میلی‌گرم در گرم) در پرتقال مارس و کمترین آن (۲/۱ میلی‌گرم در گرم) در میوه پایه‌های بذری تولید شده بود (شکل۷). همچنین بیشترین میزان فلاونوئیدکل (۰/۱۸۴ میلی‌گرم در گرم) در پرتقال مورو و کمترین (۰/۱۳۲ میلی‌گرم در گرم) در میوه‌های پایه‌های بذری تجمع داشت (شکل۸). تحقیقات نشان‌داد که ترکیبات فلاونوئیدی (نارنجین و هسپریدین) در ارقام مختلف مرکبات متفاوت بوده به طوری‌که بیشترین میزان نارنجین در نارنج و گریپ‌فروت و بیشترین میزان هسپریدین در میوه ارقام پرتقال و نارنگی در دو منطقه جیرفت و تنکابن تولید شده‌بود (۱۲). همچنین مشخص شده میزان توانمندی آنتی‌اکسیدانی رقم تامسون ناول به طور معنی‌داری از رقم نارنگی پیج کمتر بود (۲). نتایج به دست‌آمده با نتایج قاسمی و همکاران (۱۰) که تاثیر گونه در فعالیت آنتی‌اکسیدانی، تجمع ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی مرکبات را گزارش نموده‌اند، مطابقت دارد.

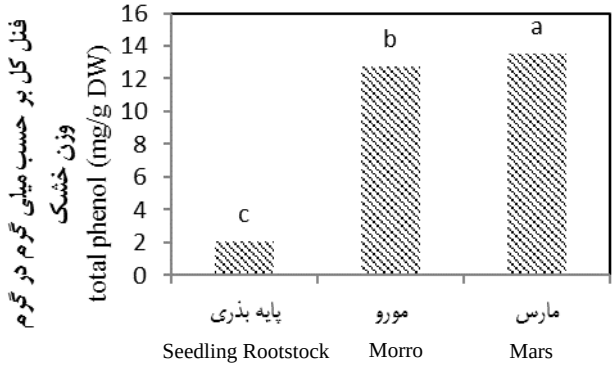
اثر نوع بافت بر صفات تغیرهای اندازه‌گیری شده

با توجه به اندازه‌گیری فنل کل و فلاونوئیدکل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی پوست و گوشت، نتایج نشان‌داد که بیشترین میزان فنل‌کل و فلاونوئیدکل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی به‌ترتیب (۱۰/۰۲ میلی‌گرم در گرم، ۰/۱۸۴ میلی‌گرم در گرم و ۶۷/۸۴ درصد) در پوست میوه ارقام مورد آزمایش تولید ثبت شد. همچنین کمترین میزان این ترکیبات (به ترتیب۸/۹۲ میلی‌گرم در گرم، ۰/۱۴۱ میلی‌گرم در گرم و ۵۲/۸۹ درصد) در گوشت میوه مشاهده شد (شکل ۹، ۱۰ و ۱۱). تحقیقات انجام‌شده نشان داد که تجمع متابولیت ثانویه در میوه مرکبات قویا تحت تاثیر نوع بافت قرار دارد.



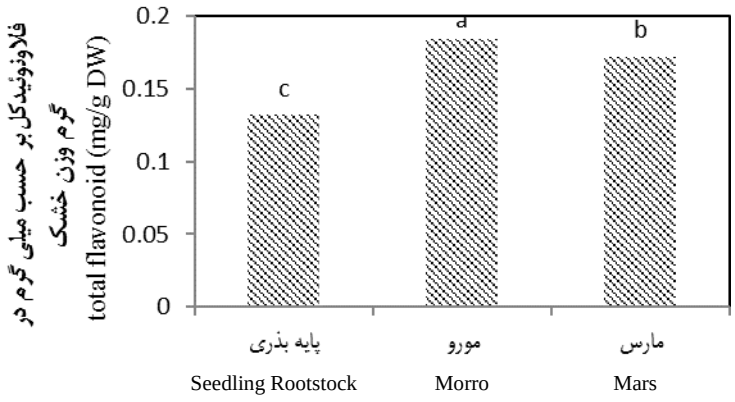
شکل٦- فعالیت آنتی اکسیدانی میوه در ارقام مختلف مرکبات

Figure 6- The antioxidant activity in different citrus cultivars fruit



شکل۷- میزان فنل کل میوه در ارقام مختلف مرکبات

Figure 7- Total phenol content in different citrus cultivars fruit

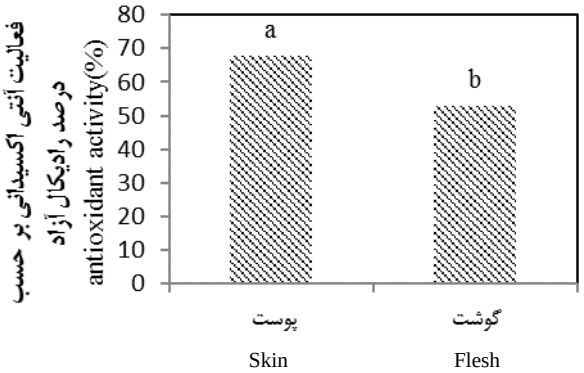


شکل۸- میزان فلاونوئیدکل میوه در ارقام مختلف مرکبات
Figure 8- Total flavonoid content in different citrus cultivars fruit

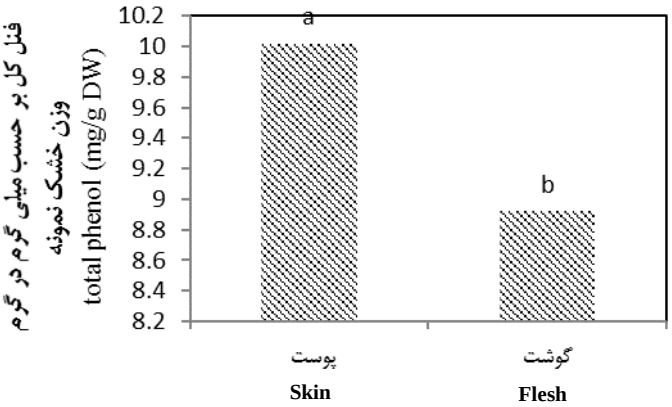
به عنوان مثال پوست میوه به دلیل داشتن غده‌های روغنی و رنگ زرد دارای بیشترین میزان فنل‌کل، فلاونوئیدکل و آنتی‌اکسیدان نسبت به گوشت میوه است. در مقابل میزان ویتامین ث گوشت میوه بسیار بالاست. قاسمی و همکاران (۱۰) با مقایسه ۱۳ رقم از مرکبات اعلام نمودند که پوست میوه مرکبات دارای میزان فنل و فلاونوئید بیشتری نسبت به گوشت میوه است. تور و ساویج (۲۴) بیان کردند که سطح ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی در پوست گوجه فرنگی بالاتر از گوشت آن است . لی وهمکاران (۱۶) نیز گزارش کردند که پوست میوه انار از فنل و فلاونوئید بیشتری نسبت به گوشت آن برخوردار است. از آنجاییکه وظایف اصلی ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی حفاظت گیاه در برابر اشعه ماورای‌بنفش، حشرات و بیماری‌ها بوده و نقش مهمی در جذب حشرات گرده افشان دارند، بالا بودن غلظت این ترکیبات در لایه های اپیدرمی قابل درک است. قاسم‌نژاد و همکاران (۲) نتیجه گرفتند که قسمت پوست میوه تامسون پیوندشده روی پایه سیترنج از بیشترین میزان فلاونوئید برخورداراست. از آن‌جائی‌که نور در بیوسنتز ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی تأثیر دارد و در واقع این مواد نقش محافظتی در برابر نور به ویژه طول موج کوتاه دارند، این ترکیبات در قسمت پوست بیشتر هستند. در نهایت این‌که پوست ارقام مرکبات فعالیت آنتی‌اکسیدانی نسبتا بالایی داشته و می‌توانند به عنوان منابع غنی از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی مطرح باشند (۱)، نتایج این تحقیق با گزارشات مذکور مطابقت دارد.

اثر متقابل بافت میوه، پایه و ارقام پیوندی بر صفات اندازه‌گیری شده

بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی (۸۵/۵۱ درصد) در پوست پایه بذری سیترومله و کمترین آن (۲۳/۴۱ و ۲۸/۹۹ درصد) در گوشت پایه بذری یوزو و گوشت رقم مارس روی پایه شل محله مشاهده شد. بیشترین میزان فنل‌کل (۲۱/۰۹ میلی‌گرم در گرم) در پوست رقم مورو روی پایه شل‌محله و کمترین میزان فنل در گوشت و پوست هر چهار پایه بذری یوزو تولید شد.

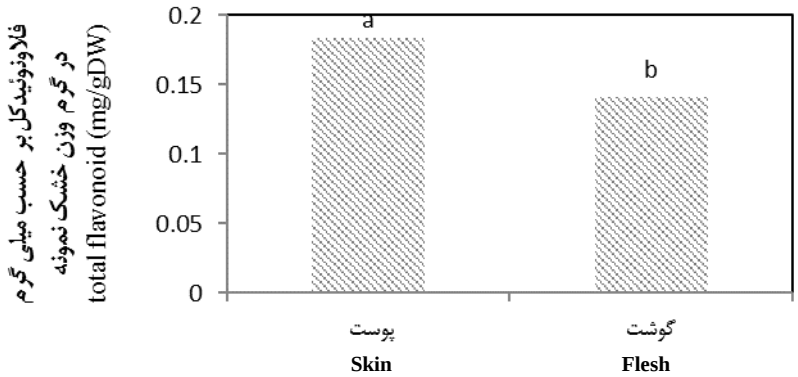


شکل۹- میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در بافت پوست و گوشت میوه مرکبات
Figure 9- The antioxidant activity in citrus fruit skin and pulp tissues



شکل۱۰- میزان فنل کل در بافت پوست و گوشت میوه مرکبات

Figure 10- Total phenol content in citrus fruit skin and pulp tissues



شکل۱۱- میزان فلاونوئید کل در بافت پوست و گوشت میوه مرکبات

Figure 11- Total flavonoid content in citrus fruit skin and pulp tissues

همچنین فلاونوئید کل تحت تاثیر بافت میوه و نوع پایه و رقم بود.به طوری‌که بیشترین میزان آن (۰/۳۲۱ و ۰/۲۹۵ میلی‌گرم در گرم) در پوست ارقام مورو و مارس پیوند شده روی پایه یوزو و کمترین آن (۰/۰۶۷ ، ۰/۰۶۶ میلی‌گرم در گرم) در پوست میوه پایه بذری شل‌محله و گوشت رقم مورو روی پایه شل محله مشاهده شد (جدول۱). نتایج به‌دست آمده از آزمایش حاضر و همچنین نتایج محققان دیگر بیانگر این مطلب است که تاثیر پایه بر کیفیت گونه پیوندی با نوع گونه و پایه و اثر متقابل بین آن‌ها ارتباط دارد (۲۱).

همبستگی تغییرات ترکیبات آنتی اکسیدانی پایه و درخت پیوندی

بر اساس همبستگی (جدول ۳) نتایج نشان داد که میزان فنل‌کل میوه درخت‌پیوندی با فنل‌کل میوه پایه، فلاونوئیدکل پایه با فنل‌کل پایه و فنل‌کل درخت پیوندی همبستگی معنی‌داری نداشته است. میزان فلاونوئیدکل درخت پیوندی با فنل‌کل پایه همبستگی منفی و با فلاونوئید کل پایه در سطح پنج درصد همبستگی مثبت داشته است. خواص آنتی‌اکسیدانی پایه با فنل‌کل پایه در سطح ۱ درصد و با فنل‌کل درخت پیوندی در سطح ۵ درصد همبستگی معنی‌داری داشته است. همچنین خواص آنتی‌اکسیدانی درخت پیوندی با فنل کل درخت پیوندی، همبستگی معکوس و با فلاونوئیدکل درخت پیوندی در سطح یک درصد همبستگی مثبت داشته است. به بیان دیگر هرچه میزان فلاونوئیدکل پایه بیشتر باشد میزان فلاونوئیدکل درخت پیوندی بیشتر خواهد شد و هرچه میزان خواص آنتی‌اکسیدانی پایه بیشتر باشد، میزان فنل‌کل در پایه و درخت پیوندی بیشتر می‌شود.

جدول ۱- مقایسه میانگین اثرات متقابل پایه، درخت پیوندی و بافت بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی، فنل کل وفلاونوئید کل

Table 1- mean comparison of interaction between rootstock, grafted tree and tissue on antioxidant activity, total phenol and total flavonoid

پایه Rootstock	درخت پیوندی Grafted tree	بافت tissue	فنل کل Total phenol (mg/gDW)	فلاونوئید Total flavonoid (mg/gDW)	آنتی‌اکسیدانت Antioxidant (%)
نارنج Sour orange	پایه بذری Seedling rootstock	پوست skin	2.20 m	0.121 gh	82.21 ab
		گوشت flesh	2.21 m	0.125 fgh	67.41 d
	مورو morro	پوست skin	11.72 g	0.203 c	60.51 ef
		گوشت flesh	9.47 jk	0.138 efg	36.71 j
	مارس mars	پوست skin	14.07 e	0.198 c	73.21 c
		گوشت flesh	10.24 hj	0.085 hi	66.41 d
سیترومِلو citrumelo	پایه بذری Seedling rootstock	پوست skin	2.17 m	0.132 efgh	85.51 a
		گوشت flesh	2.13 m	0.145 efg	52.71 hi
	مورو morro	پوست skin	7.74 l	0.191 c	79.21 b
		گوشت flesh	7.29 l	0.134 efg	53.41 hi
	مارس mars	پوست skin	10.71 h	0.187 cd	66.51 de
		گوشت flesh	9.01 k	0.109 h	60.71 f
یوزو yuzu	پایه بذری Seedling rootstock	پوست skin	2.23 m	0.179 cd	83.21 ab
		گوشت flesh	1.39 m	0.138 efg	23.41 k
	مورو morro	پوست skin	15.91 d	0.321 a	66.51 g
		گوشت flesh	16.51 cd	0.262 b	48.71 i
	مارس mars	پوست skin	17.12 c	0.295 a	68.21 cd
		گوشت flesh	16.06 d	0.224 b	57.41 g
شل محله Shel mahalleh	پایه بذری Seedling rootstock	پوست skin	2.20 m	0.067 I	78.51 b
		گوشت flesh	2.23 m	0.148 efg	81.71 ab
	مورو morro	پوست skin	21.09 a	0.157 def	33.55 jk
		گوشت flesh	12.26 fg	0.066 I	37.10 gh
	مارس mars	پوست skin	13.09 f	0.160 de	34.95 j
		گوشت flesh	18.19 b	0.095 hg	28.99 k

اعداد دارای حرف مشترک با استفاده از آزمون LSD در سطح ۵ درصد در هر ستون اختلاف معنی‌دار ندارند.

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns by LSD test (P<0.05)

جدول۲- همبستگی بین فاکتورهای اندازه‌گیری شده در پایه و درخت پیوندی

Table 2- The correlation between measured parameters in rootstock and grafted tree

صفات Features	فنل پایه Rootstock phenol	فنل درخت‌پیوندی Grafted tree phenol	فلاونویید پایه Rootstock flavonoid	فلاونویید درخت پیوندی Grafted tree flavonoid	آنتی‌اکسیدان پایه Rootstock antioxidant	آنتی‌اکسیدان درخت‌پیوندی Grafted tree antioxidant
فنل پایه Rootstock phenol	1					
فنل درخت‌پیوندی Grafted tree phenol	-0.215 ns	1				
فلاونویید پایه Rootstock flavonoid	-0.040 ns	-0.078 ns	1			
فلاونویید درخت‌پیوندی Grafted tree flavonoid	-0.328 *	0.335 *	0.272*	1		
آنتی‌اکسیدان پایه Rootstock antioxidant	0.856**	0.008 *	–0.077 ns	-0.099 ns	1	
آنتی‌اکسیدان درخت‌پیوندی Grafted tree antioxidant	-0.042 ns	-0.394 **	0.415 **	0.334*	-0.132 ns	1

*، **، Ns به ترتیب نشان دهنده سطوح معنی‌داری در سطح یک درصد، پنج درصد و عدم معنی‌داری می‌باشد.

*, ** , Ns, show the significance in 1 , 5 percent levels and non-significant respectively

این نتایج از یک سو بیانگر اثر پذیری میوه درخت پیوند از پایه است از طرف دیگر به اندازه کافی واضح نیست که بتوان نظر قطعی در مورد نوع و میزان نقش پایه بر خصوصیات کیفی میوه رقم پیوند شده داد. لذا بر اساس یافته‌ها می‌توان نتیجه گرفت که میزان تاثیر پذیری خصوصیات کیفی میوه از پایه به نوع پایه و رقم و شرایط فیزیولوژیکی آن‌ها وابسته است.

منابع

1-Agusti M., Almeda V., Juan M., Mesejo C., and Martinez-Fuentes A. 2003. Rootstock influence on the incidence of rind breakdown in Navelate sweet orange. Journal of Horticultural Science Biotechnology, 78(4): 554-558.

2-Angell G. 2004. Effect of rootstock and inter-stock grafting of lemon trees (*Citrus lemon*) on the flavonoid content. Journal of Agricultural Food Chemistry, 52(2): 324-331.

3-Atkinson C.J., Else M.A., and Taylor L. 2003. Root and stem hydrulitic conductivity as determinants of growth potential in grafted trees of apple (*Malus pumila* Mill). Journal of Experimental Botany, 54(385): 1221-1229.

4-Cushine T.P.T and Lamb A.J. 2005.Antimicrobial activity of flavonoids. Int. Jornal of Antimicrob. Agent, 26(5): 343-356.

5-Davise F.S .and Albrigo L.G.1994.Citrus.CAB.International Press, Wallington, UK, p.9814.

6-Dixon R.A. and Paiva N.I. 1995. Stress-induced phenylpropanoid metabolism, Plant Cell, 7(7): 1085-1097.

7-Ebrahimzadeh M.A, Hosseinimehr S.J. and Hamidinia A. 2008.Antioxidant and free radical scavenging activity of Feijoa sallowiana fruits peel and leaves. Pharmacol. 1: 7-14.

8-Fattahi J., Hamidoghli Y., Fotouhi R., Ghasemnejad M. and Bakhshi D. 2011. Evaluation of Physicochemical Properties and Antioxidant Activity of the Peel of Different Commercial Citrus Species**.** Journal of Horticultural Science. 25(2): 211-217.

9-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 Pharmacy Science, 22(3): 277-281.

10-Ghasem nezhad A., Ghasemi Y., Hemati Kh., Ebrahimzadeh M. and Ghasemi K. 2012. Effect of type of rootstock and fruit tissue on some chemical properties of page mandarin and thampson novel orange. Jornal of plant production. 19(3): 43-53.

11- Gil-Izquierdo A. Riquelme M. T. Porras I. And Ferreres F. 2004. Effect of the Rootstock and Interstock Grafted in Lemon Tree (Citrus limon (L.) Burm.) On the Flavonoid Content of Lemon Juice.Journal of Agricultural Food Chemistry. 52(2): 324-331

12-Hemmati Kh, Omidbiagi R., Bashirisadre Z., and Ebrahemi Y. 2003.Effect of climate and harvesting time in quantities and qualities flavonoids certain in Citrus cultivars.Ph.D.Thesis. Modarres University Publisher.

13- Horowitz R.M. and Gentili B. 1986. Taste effects of flavonoids. Plant flavonoids in biology and medicine: biochemical, pharmacological, and structur-activity relationship, 213: 163-175.
14-Hui Y. H. 2006. Handbook of Fruits and Fruit Processing.chapter: 19: Oranges and Citrus Juices. Blackwell Publishing. p: 309-348.
15-Kubota N., Yakushiji H., Nishiyama N., Mimura H. and Shimamura K. 2001. Phenolic contents and l-phenylalanine ammonia-lyase activity in peach fruit as affected by rootstocks. Japenese Society for Horticultural Science, 70: 151-156.
16-Li Y., Guo C., Yang J., Wei J., Xu J. and Cheng S. 2006. Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract. Food Chemistry, 96(2): 254-260.
17-Manila L. Moor U. Karp K. Pusa T. 2011. The effect of genotype and rootstock on polyphenol composition of selected apple cultivars in Estonia. Zemidirbyste=Agriculture, 98(1): 63-70.
18-Muhtasab J. and Ghnaim G. 2006. Effects of four rootstocks on fruit quality of sweet orange "Shamouti" under Jordan valley condition. Emirates Journal of Agricultural Sciences, 18(1): 33-39.
19-Nazakato M. Kobayashi C. Yamajima Y. Kawano M. Yasuda K. 2001. Determination of neohesperidin dihydrochalcone in foods. 42(1): 40-44
20-Ortuno A., Reynaldo I., Fuster M.D., Botia J., Puig D.J., Sabater F., Lindon A,Q., Porras I. and Del Rio J.L.1997. Citrus cultivars with high flavonoid contents in the fruits Sci. Hort. 68(1): 231-236.
21-Ramin A.A. and Alirezanezhad A. 2005. Effects of citrus rootstocks on fruit yield and quality of Ruby Red and Marsh grapefruit. Fruits. 60(5): 311-317.
22-Renaldo I., Botia J., Lindon A.,Q. and Del Rio J.L.1999. Flavonoids found in several *citrus* species cultivated in Cuba and Spain for the industrial application. Cultivos Tropicales. 20(3): 73-75.
23-Tavarini S., Gil M. I., Tomas-Barberan F. A., Buendia B., Remorini D., Massai R., and Guidi L. 2011. Effects of water stress and rootstocks on fruit phenolic composition and physical/chemical quality in Suncrest peach. *Annals of Applied Biology*, *158*(2), 226-233.
24- Toor R.K. and Savage G. P. 2005. Antioxidant activity in different fractions of tomatoes. Food Research International, 38(5): 487-494.
25-Wang Y. C.,Chuang Y.C. and Ku Y.H. 2007.Quantitiation of bioactive compounds in *citrus* fruits cultivated in Taiwan. Food chemistry, 102(4): 1163-1171.