نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۷، شماره ۱، بهار ۱۳۹۲، ص. ۱۷-۱۰
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 27, No. 1, Spring 2013, P. 10-17
ISSN: 2008 - 4730

تأثیر چند پایه مختلف مرکبات بر میزان ترکیبات بیوشیمیایی پرتقال پارسون براون و مارس در جیرفت

کامبیز مشایخی[۱]- حسین صادقی[۲]- وحید اکبرپور[۳*]- صادق آتشی[۴]- سید جواد موسوی‌زاده[۵]- ملیحه آبشایی[۶]- زهره نظری[۷]

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۱/۱
تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۱/۳

چکیده

مرکبات دارای مواد غذایی و متابولیت‌های متعددی شامل انواع قندها، ویتامین C، فلاونوئید و ترکیبات فنلی با ارزش غذایی و آنتی‌اکسیدانی بالا هستند. عواملی مانند رقم، نوع پایه و نوع اندام در میزان این ترکیبات مؤثرند. از اینرو در تحقیق حاضر میزان ساکارز، گلوکز، قند کل، ویتامین C، فلاونوئید و فنل در گوشت میوه، آلبدو و پوست دو رقم پرتقال پارسون براون و مارس پیوند شده روی پایه‌های نارنج، سیترنج، کلئوپاترا و رافلمون اندازه‌گیری شد. طبق نتایج به دست آمده، بیشترین میزان ویتامین C در رقم پارسون براون روی پایه سیترنج و کلئوپاترا به دست آمد. بیشترین میزان قند کل در ارقام پارسون براون و مارس روی پایه رافلمون بدست آمد ($P<۰/۰۱$). همچنین بیشترین میزان گلوکز در پرتقال مارس روی پایه رافلمون ثبت شد ($P<۰/۰۱$). در میان پایه‌ها، رقم پارسون براون بر رافلمون از میزان ساکارز بالاتری برخوردار بود. کمترین مقدار گلوکز و ساکارز نیز در پرتقال پارسون براون روی پایه کلئوپاترا بدست آمد ($P<۰/۰۱$). بر اساس نتایج این تحقیق، بیشترین میزان فنل (۲۸/۸۴ میلی‌گرم در گرم) و فلاونوئید (۲۲/۵۷ میلی‌گرم در گرم) در پوست رقم مارس روی پایه رافلمون به دست آمد. طبق نتایج ضرایب همبستگی، بین میزان فنل با فلاونوئید همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد ($P<۰/۰۱$).

واژه‌های کلیدی: مرکبات، فنل، فلاونوئید، پارسون براون، مارس

مقدمه

مرکبات جزء درختان مناطق نیمه گرمسیری هستند که امروزه تولید آنها در دنیا از جنبه‌های اقتصادی، اشتغال‌زایی، دارویی و تأمین ویتامین اهمیت بسزایی دارد. عوامل متعددی مانند نوع پایه می‌تواند بر کیفیت و کمیت میوه مرکبات تأثیر بگذارد (۳). در واقع مکانیسم جذب عناصر غذایی تحت تأثیر نوع پایه می‌باشد (۷). همچنین استفاده از پایه سبب تغییر در زمان گلدهی، زمان رسیدگی و کیفیت میوه شامل ترکیبات معدنی، قند، اسیدهای آلی و خواص آنتی‌اکسیدانی آن می‌شود (۱۶). از اینرو بسیاری از خصوصیات فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و ترکیبات فنلی میوه تحت تأثیر پایه قرار دارند (۵). در این بین پایه‌های مختلف مرکبات نیز روی حجم، وزن، ضخامت گوشت، میزان مواد جامد محلول و مقدار آب میوه تأثیر معنی‌داری دارند (۱۹). در پژوهشی رامین و علی‌رضانژاد (۲۵) تأثیر هشت پایه مرکبات بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی دو رقم گریپ فروت به‌نام مارس و رابی قرمز را مطالعه کردند و نتیجه گرفتند که میوه‌هایی که روی پایه کلئوپاترا تولید شده‌اند، وزن و قطر بیشتری داشتند. میوه‌های حاصل از پایه نارنج دارای درصد مواد جامد محلول بیشتر در مقایسه با پایه ولکامر بودند. در تحقیقی دیگر تأثیر پایه‌های لیموی ترش، کلئوپاترا، لیموی ولکامر و ماکروفیلا روی پرتقال شاموتی مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج نشان داد که پایه ماکروفیلا بیشترین و پایه کلئوپاترا کمترین تأثیر را روی وزن، طول، قطر، ضخامت پوست میوه داشتند (۲۱). همچنین میوه‌های پیوند شده روی نارنج بیشترین درصد مواد جامد محلول را داشتند، در صورتی‌که پایه لیمو سبب تولید کمترین درصد مواد جامد محلول در میوه شد (۴). از طرف دیگر آنتی‌اکسیدان‌های موجود در میوه‌ها و سبزی‌ها شامل اسید آسکوربیک، کاروتنوئید، فلاونوئید و تانن، نقش مهمی را در ممانعت از

۱، ۴، ۵، ۶ و ۷- به ترتیب دانشیار و دانش آموختگان مقطع کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۲ و ۳- به ترتیب استادیار و مربی گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
(*- نویسنده مسئول: Email: V_Akbarpour@yahoo.com)

بیماری‌ها ایفا می‌کنند (۱۱). در این راستا میوه گونه‌های مختلف مرکبات به‌عنوان ذخایر مهم فلاونوئیدی می‌باشند (۲۰). همچنین ترکیبات فنلی میوه مرکبات منبع بزرگی از مواد آنتی‌اکسیدانی هستند (۹). طبق منابع موجود برون‌بر و میان‌بر میوه مرکبات از فنل و فلاونوئید بیشتری برخوردار است (۲ و ۲۲). بنابراین اندازه‌گیری فنل و فلاونوئید اراقام مرکبات در پایه‌های مختلف ضروری به نظر می رسد. از طرف دیگر ویتامین C که از مواد با ارزش مرکبات می‌باشد، دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی است به‌طوری‌که از تخریب بافت توسط رادیکال‌های آزاد جلوگیری می‌نماید (۱۴). بر همین اساس هدف از تحقیق حاضر بررسی تأثیر نوع پایه بر خصوصیات کیفی میوه مرکبات است. در واقع تحقیقاتی که بتواند تفاوت‌های رشد میوه مرکبات را ناشی از پایه‌های مختلف تبیین نماید، می‌تواند بیان کننده تفاوت‌های ژنتیکی این پایه‌ها در الگوی رشد میوه باشد. در این راستا میزان ویتامین C، قند کل، گلوکز و ساکارز در میوه و همچنین میزان ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی در گوشت، آلبدو و پوست دو رقم پرتقال پارسون براون و مارس پیوند شده روی پایه‌های نارنج، سیترنج، کلئوپاترا و رافلمون مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در آزمایشگاه تحقیقاتی گروه علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در سال ۱۳۸۹ انجام شد. میوه‌های پرتقال پارسون براون و مارس در زمان برداشت محصول از درختان ۱۰ ساله از چهار پایه نارنج، سیترنج، کلئوپاترا و رافلمون از مرکز تحقیقات کشاورزی جیرفت برداشت شده و ظرف مدت ۲۴ ساعت به آزمایشگاه منتقل شدند. برای هر رقم در هر پایه تعداد ۲۰ اصله درخت انتخاب و از هر درخت تعداد ۲۰ عدد میوه برداشت شدند. بعد از جدا کردن قسمت پوست بیرونی زرد رنگ (فلاودو[1])، مزوکارپ یا قسمت میانی سفید رنگ (آلبدو[2]) و گوشت (پالپ[3])، عمل خشک کردن میوه‌ها به طور جداگانه انجام شد. میزان ویتامین C، قند کل، گلوکز و ساکارز فقط در گوشت میوه و مقدار مواد فنلی و فلاونوئیدی در سه قسمت گوشت، آلبدو و پوست میوه اندازه-گیری شد. برای اندازه‌گیری ویتامین C، قند کل، گلوکز و ساکارز عمل خشک کردن گوشت میوه‌ها در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد و برای اندازه‌گیری مواد فنلی و فلاونوئیدی عمل خشک کردن اندام‌ها در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد در آون[4] صورت گرفت.

تعیین مقدار قند کل، گلوکز و ساکارز

برای اندازه‌گیری قند کل، ۱۰۰ میلی‌گرم گوشت میوه خشک را وزن کرده، سپس آن را با اسید کلریدیک ۲/۵ نرمال به مدت ۳ ساعت در بنماری آب جوش هیدرولیز کرده و بعد آن را سرد و با بیکربنات سدیم خنثی نموده و به حجم ۱۰۰ رسانده و سانتریوفیوژ شد. سپس مواد استخراج شده با استفاده از روش آنترون برای اندازه‌گیری قند کل با استفاده از اسپکتروفتومتر[5] در طول موج ۶۳۰ نانومتر استفاده شد (۲۶). میزان گلوکز و ساکارز طبق روش نلسون و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد (۲۹).

تعیین مقدار ویتامین C

با استناد به AOAC[6] غلظت ویتامین C میوه به روش تیتراسیون با محلول رنگی ۲ و ۶ دی کلروفنل ایندوفنل تعیین شد (۶).

تعیین مقدار ترکیبات فنلی

جهت اندازه‌گیری ترکیبات فنلی تام از معرف Folin–Ciocalteau استفاده شد (۱۸). ۰/۵ میلی‌لیتر از این معرف به ۰/۵ میلی‌لیتر عصاره استخراج شده گیاهی و استانداردهای گالیک اسید اضافه و سپس به مخلوط حاصل ۴ میلی‌لیتر سدیم کربنات ۱ مولار اضافه شد. پس از ۱۵ دقیقه نگهداری در دمای محیط، جذب نمونه‌ها در طول موج ۷۶۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد. نتایج به صورت میلی‌گرم هم ارز گالیک اسید بر گرم وزن خشک گزارش شد (۲۳ و ۲۸).

تعیین مقدار ترکیب‌های فلاونوئیدی

مقدار ترکیب‌های فلاونوئیدی با استفاده از روش نور سنجی کلرید آلومینیوم تعیین شد (۸). به ۰/۵ میلی لیتر عصاره گیاهی، ۱/۵ میلی لیتر متانول ۸۰ درصد، ۰/۱ میلی لیتر استات پتاسیم ۱ مولار و ۲/۸ میلی لیتر آب مقطر اضافه شد و پس از ۳۰ دقیقه نگهداری در دمای محیط، جذب نمونه‌ها در طول موج ۴۱۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد. نتایج به صورت میلی‌گرم هم ارز کوئرستین بر گرم وزن خشک گزارش شد.

تجزیه تحلیل داده‌ها

تجزیه و تحلیل آماری اندازه‌گیری میزان ویتامین C، قند کل، گلوکز و ساکارز در تیمارهای مورد نظر به صورت آرایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۲ فاکتور شامل رقم (در ۲ سطح شامل

1- Flavedo
2- Albedo
3- Pulp
4- BINDER – ED53 - Germany

5- Spectrophotometer, Model: S 2000 uv/vis
6- Association of Official Analytical Chemists

پرتقال پارسون براون و مارس) و پایه (در ۴ سطح شامل نارنج، سیترنج، کلئوپاترا و رافلمون) در ۴ تکرار انجام پذیرفت. تجزیه و تحلیل محاسبه مقادیر فنل و فلاونوئید در تیمارهای مورد نظر نیز به صورت آرایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ فاکتور شامل رقم (در ۲ سطح شامل پرتقال پارسون براون و مارس)، پایه (در ۴ سطح شامل نارنج، سیترنج، کلئوپاترا و رافلمون) و اندام (در ۳ سطح شامل گوشت، آلبدو و پوست) در ۴ تکرار انجام پذیرفت. تجزیه آماری داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم افزار آماری SAS (۲۷) و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد (۱).

نتایج و بحث

ویتامین C، قند کل، گلوکز و ساکارز

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) اختلاف معنی‌داری در اثر متقابل رقم در پایه در میزان ویتامین C، گلوکز و ساکارز در پایه‌های مختلف مشاهده شد. طبق نتایج مقایسه میانگین (جدول ۳) بیشترین میزان ویتامین C در رقم پارسون براون پیوند شده روی پایه سیترنج (۷۱/۲۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ سی‌سی) و کلئوپاترا (۶۹/۸۷ میلی‌گرم در ۱۰۰ سی‌سی) به دست آمد. ابراهیم زاده و همکاران (۱۱) تأثیر معنی دار نوع رقم مرکبات را در میزان ویتامین C اعلام نمودند. شریفانی و همکاران (۳۳) گزارش کردند که پایه سیترنج همراه با پایه پونسیروس و نارنج سبب افزایش معنی‌داری در میزان ویتامین C پرتقال تامسون شده‌اند. گیل–ایزوکویردو و همکاران (۱۵) گزارش کردند که در پرتقال پایه و میان پایه باعث تغییر در میزان ویتامین C می‌شود. که این تأثیر به طور غیر مستقیم مربوط به تغییر در قطر تنه در محل پیوند و انتقال مواد غذایی و شیره پرورده می‌باشد.

جدول ۱- تجزیه واریانس میزان ویتامین C، قند کل، گلوکز و ساکارز در دو رقم پارسون براون و مارس پیوند شده در پایه‌های نارنج سیترنج کلئوپاترا و رافلمون.

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات			
		ویتامین C	قند کل	گلوکز	ساکارز
رقم	۱	۵۹۷/۷۵**	۴۴۶/۳^{ns}	۰/۳۶**	۱۶/۱۱**
پایه	۳	۱۲۱۰/۱**	۵۸۸۷۳/۴**	۴/۸۵**	۹/۵۱*
رقم×پایه	۳	۴۶۷/۲۳**	۵۱۳۶/۹۱^{ns}	۲/۸۲**	۲۵/۹۲**
خطا	۲۴	۱۹۳/۶۹	۲۱۸۶۹/۶۵	۰/۲	۱۷/۶۲
کل	۳۱	۲۴۶۹/۳۷	۸۶۳۲۶/۳۴	۸/۲۳	۶۹/۱۸
ضریب تغییرات (درصد)		۴/۸۳	۸/۳	۲/۱۸	۷/۲۸

**معنی‌دار در سطح یک درصد، ^{ns} عدم اختلاف معنی‌دار.

جدول ۲- تجزیه واریانس میزان فنل و فلاونوئید گوشت، آلبدو و پوست پرتقال پارسون براون و مارس پیوند شده در پایه‌های نارنج، سیترنج، کلئوپاترا و رافلمون.

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	
		فنل	فلاونوئید
رقم	۱	۷۴/۲۸**	۳۰/۹۹**
پایه	۳	۵۴۵/۵۱**	۱۴۰/۰۵**
اندام	۲	۲۹۰۲/۶**	۳۵۲۶/۳۹**
رقم×پایه	۳	۲۷/۲۳**	۴۳/۲۲**
رقم×اندام	۲	۴۱/۹۲**	۲۶/۹۹**
پایه×اندام	۶	۷۰۴/۰۱**	۲۶۲/۹۹**
رقم×پایه×اندام	۶	۱۴۰/۲۲**	۶۶/۳۱**
خطا	۷۲	۲۴/۱۹	۶/۵۴
کل	۹۵	۴۴۶۰/۰۰۷	۴۱۰۳/۵
ضریب تغییرات (درصد)		۶/۰۴	۴/۲۳

**معنی دار در سطح یک درصد، ^{ns} عدم اختلاف معنی دار.

طبق نتایج مقایسه میانگین (جدول ۳) بیشترین میزان قند کل در ارقام پرتقال پارسون براون و مارس پیوند شده روی پایه رافلمون ثبت گردید ($P<۰/۰۱$). بر همین اساس میزان قند کل در رقم پارسون براون پیوند شده روی پایه رافلمون به ۴۲۶/۴ میلی‌گرم در گرم و مارس روی پایه رافلمون ۴۲۰/۸۳ میلی‌گرم در گرم محاسبه شد. کمترین مقدار قند کل (۲۹۰/۷۷ میلی‌گرم در گرم) در پرتقال مارس پیوند شده روی پایه سیترنج به دست آمد. همچنین طبق نتایج مقایسه میانگین (جدول ۳) بیشترین میزان گلوکز (۵/۱۷ میلی‌گرم در گرم) در پرتقال مارس پیوند شده روی پایه رافلمون ثبت شد ($P<۰/۰۱$). بعد از آن رقم پارسون براون پیوند شده روی پایه سیترنج و رافلمون به ترتیب با ۴/۴۵ و ۴/۳۴ میلی‌گرم در گرم از میزان گلوکز برخوردار بودند. کمترین مقدار گلوکز (۳/۲۷ میلی‌گرم در گرم) نیز در پرتقال پارسون براون پیوند شده روی پایه کلئوپاترا به دست آمد ($P<۰/۰۱$). از طرف دیگر طبق نتایج مقایسه میانگین (جدول ۳) اختلاف معنی‌داری بین پایه‌های پرتقال مارس از لحاظ میزان ساکارز مشاهده نگردید ($P<۰/۰۱$). در میان پایه‌های رقم پارسون براون نیز رافلمون با ۴/۴۵ میلی‌گرم در گرم از میزان ساکارز بالاتری برخوردار بود. کمترین مقدار ساکارز (۹/۱۶ میلی‌گرم در گرم) نیز در پرتقال پارسون براون پیوند شده روی پایه کلئوپاترا به دست آمد ($P<۰/۰۱$). در بررسی‌های صورت گرفته توسط گیل-ایزوکویردو و همکاران (۱۵) روی پرتقال مشخص شد که پایه و میان پایه باعث تغییر در میزان قند میوه می‌شوند. همچنین گزارش شده که پایه باعث تغییر در میزان مواد جامد محلول، اسید، قندها و ویتامین C می‌شود (۳۱). نتایج یونوموتو و همکاران (۳۴) نشان داد که پایه‌های مختلف مرکبات دارای اثرات متفاوت در جریان شیره پرورده هستند و بین عملکرد و سرعت جریان شیره پرورده ارتباط معکوس وجود دارد. طبق نتایج تحقیق حاضر، پایه رافلمون سبب افزایش قند میوه می‌شود.

مطابق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) اختلاف معنی‌داری در اثر متقابل رقم در پایه و اثر ساده رقم از لحاظ قند کل مشاهده نشد و تنها نوع پایه سبب ایجاد اختلاف معنی‌دار از لحاظ میزان قند کل میوه شد ($P<۰/۰۱$). شریفانی و همکاران (۳۳) گزارش کردند که پایه‌های مختلف پرتقال تامسون سبب ایجاد اختلاف معنی‌داری از لحاظ قند کل شده‌اند. در واقع از لحاظ قند کل میوه پرتقال نوع پایه مهمتر از نوع رقم می‌باشد. این در حالی است که اثر متقابل رقم در پایه باعث اختلاف معنی‌داری در میزان گلوکز و ساکارز شد (جدول ۱). دلیل این امر را می‌توان به حضور قندهای دیگری مانند فروکتوز، سوربیتول، لاکتوز یا مالتوز در تشکیل قند میوه در ارقام مرکبات نسبت داد.

طبق نتایج به دست آمده (جدول ۳) پایه‌هایی که سبب افزایش قند در میوه شده‌اند، کاهش ویتامین C میوه را به همراه داشتند. نتایج ضرایب همبستگی (جدول ۴) نیز نشان داد که بین میزان ویتامین C با میزان قند کل، گلوکز و ساکارز همبستگی منفی وجود دارد ($P<۰/۰۱$). افزایش انواع قندها به همراه کاهش ویتامین C در پایه رافلمون بیشتر مشاهده شد که همزمان افزایش فنل و فلاونوئید در این پایه را به همراه داشت (جدول ۴). همبستگی مثبت و معنی‌داری نیز بین فنل و فلاونوئید پوست با قند کل و گلوکز میوه به دست آمد (جدول ۵). به نظر می‌رسد کاهش ویتامین C و افزایش قند طی مراحل رشد میوه مرکبات مربوط به تغییر فعالیت‌های متابولیکی به سمت بیوسنتز فنل و فلاونوئید باشد که این مورد در پایه رافلمون نمود بیشتری دارد.

جدول ۳- مقایسه میانگین میزان ویتامین C، قند کل، گلوکز و ساکارز در دو رقم پارسون براون و مارس در پایه‌های نارنج، سیترنج، کلئوپاترا و رافلمون.

رقم	پایه	ویتامین C (میلی‌گرم در ۱۰۰ سی‌سی عصاره میوه)	قند کل (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک گوشت)	گلوکز (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک گوشت)	ساکارز (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک گوشت)
پارسون براون	نارنج	۵۹/۵۷ (±۳/۲۲) ^{bc}	۳۴۹/۱ (±۲۵/۴) ^{bc}	۴/۲۶ (±۰/۰۷) ^{c}	۱۰/۸۷ (±۰/۲۶) ^{d}
	سیترنج	۷۱/۲۶ (±۲/۵۱) ^{a}	۳۱۵/۴ (±۱۵/۶) ^{cd}	۴/۴۵ (±۰/۰۲) ^{b}	۱۱/۱۵ (±۱/۳۶) ^{cd}
	کلئوپاترا	۶۹/۸۷ (±۱/۸۴) ^{a}	۳۴۸/۶ (±۴۱/۴) ^{bc}	۳/۲۷ (±۰/۰۲) ^{e}	۹/۱۶ (±۰/۹۴) ^{e}
	رافلمون	۵۱/۵۴ (±۴/۲۳) ^{d}	۴۲۶/۴ (±۳۶/۱) ^{a}	۴/۳۴ (±۰/۰۷) ^{bc}	۱۳/۰۳ (±۰/۲۹) ^{a}
مارس	نارنج	۶۲/۲۳ (±۲/۵۹) ^{b}	۳۹۲/۲ (±۱/۸۹) ^{ab}	۴/۰۲ (±۰/۰۶) ^{d}	۱۲/۹۴ (±۱/۰۹) ^{ab}
	سیترنج	۵۷/۷۸ (±۳/۰۴) ^{c}	۲۹۰/۷۷ (±۵۷/۴) ^{d}	۳/۹۵ (±۰/۰۲) ^{d}	۱۱/۷۱ (±۰/۵۵) ^{abc}
	کلئوپاترا	۵۲/۴۴ (±۲/۹۵) ^{d}	۳۶۵/۵ (±۰/۴۹) ^{b}	۴/۰۴ (±۰/۱۴) ^{d}	۱۳/۱ (±۱/۲) ^{a}
	رافلمون	۴۵/۲۲ (±۱/۳۳) ^{e}	۴۲۰/۸۳ (±۸/۴۴) ^{a}	۵/۱۷ (±۰/۱۸) ^{a}	۱۲/۱۲ (±۰/۱) ^{abc}
LSD		۴/۱۴	۴۴/۰۵	۰/۱۳	۱/۲۵

اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد ندارند.

فنل و فلاونوئید

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) اختلاف معنی‌داری در اثر متقابل رقم در پایه در نوع اندام از لحاظ میزان فنل و فلاونوئید در پایه های مختلف مشاهده شد ($P<۰/۰۱$). نتایج بدست‌آمده با نتایج کفورد و همکاران (۳۱) مطابقت دارد. قاسمی و همکاران (۱۳) نیز با مقایسه ۱۳ رقم از مرکبات اعلام نمودند که اختلاف معنی‌داری در رابطه با میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی، فنل و فلاونوئید بین ارقام مختلف مرکبات وجود دارد.

طبق نتایج مقایسه میانگین (جدول ۴) بیشترین میزان فنل (۲۸/۸۴ میلی‌گرم در گرم) در پوست رقم مارس پیوند شده روی پایه رافلمون به دست آمد. بعد از آن پوست رقم پارسون براون پیوند شده روی پایه رافلمون از میزان فنل (۲۵/۸۱ میلی‌گرم در گرم) بیشتری برخوردار بود. فنل کل پوست میوه هلو دو برابر گوشت آن گزارش شده است (۲۴). بر اساس نتایج این تحقیق کمترین میزان فنل نیز به مقدار ۲/۶۹ میلی‌گرم در گرم در گوشت میوه رقم پرتقال مارس پیوند شده روی پایه سیترنج مشاهده شد. در این راستا گزارش شده که کمترین میزان فنل در گوشت میوه تامسون پیوند شده روی پایه نارنج و سیترنج به دست آمده است در حالی که در پوست میوه تامسون پیوند شده در پایه پونسیروس، بیشترین مقدار فنل مشاهده شده است (۲). از اینرو گیل-ایزوکویردو و همکاران (۱۵) گزارش کردند که پایه‌ها روی متابولیت‌های ثانویه از جمله تجمع ترکیبات فنلی موجود در پیوندک تأثیر دارند. البته شرایط محیطی رشد مثل شدت نور نیز در ساخت و تجمع ترکیبات فنولی نقش بسزایی دارند. اما تفاوت در مدل رشد سلولی میوه متأثر از تفاوت در ساختار ژنتیکی پایه‌ها می‌باشد که در کنار سایر عوامل ترکیب شیمیایی میوه را شکل می‌دهند.

جدول ٤- مقایسه میانگین میزان فنل و فلاونوئید گوشت، آلبدو و پوست پرتقال پارسون براون و مارس پیوند شده در پایه‌های نارنج، سیترنج، کلئوپاترا و رافلمون.

رقم	پایه	اندام	فنل (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)	فلاونوئید (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)
پارسون براون	نارنج	گوشت	۳/۶۹ (±۰/۳۵) ^{j}	۳/۰۹ (±۰/۱۷) ^{ij}
		آلبدو	۷/۵۵ (±۰/۲) ^{h}	۴/۰۱ (±۰/۱۱) ^{h}
		پوست	۱۴/۲۵ (±۰/۳۳) ^{d}	۱۹/۲۶ (±۰/۵۶) ^{c}
	سیترنج	گوشت	۳/۷۹ (±۰/۰۷) ^{j}	۲/۴۲ (±۰/۰۵) ^{k}
		آلبدو	۱۰/۴ (±۰/۱۶) ^{f}	۳/۰۹ (±۰/۰۲) ^{ij}
		پوست	۱۳/۶۶ (±۰/۰۹) ^{d}	۱۴/۰ (±۰/۳۴) ^{d}
	کلئوپاترا	گوشت	۳/۴۷ (±۰/۲) ^{jk}	۲/۲۷ (±۰/۰۸) ^{k}
		آلبدو	۹/۲۷ (±۰/۱۲) ^{g}	۳/۲۵ (±۰/۰۳) ^{i}
		پوست	۱۶/۰۳ (±۰/۱) ^{c}	۱۴/۲۷ (±۰/۷۵) ^{d}
	رافلمون	گوشت	۳/۳۷ (±۰/۲۴) ^{jk}	۲/۱۸ (±۰/۰۲) ^{k}
		آلبدو	۱۴/۳۸ (±۰/۱) ^{d}	۳/۹۳ (±۰/۰۷) ^{h}
		پوست	۲۵/۸۱ (±۰/۲۵) ^{b}	۲۰/۳۹ (±۰/۲۵) ^{b}
مارس	نارنج	گوشت	۳/۰۱ (±۰/۰۸) ^{jk}	۲/۰۸ (±۰/۰۱) ^{k}
		آلبدو	۷/۲۷ (±۰/۲) ^{h}	۳/۲۲ (±۰/۰۳) ^{ij}
		پوست	۱۴/۲۹ (±۱/۷) ^{d}	۱۱/۵۹ (±۰/۷۷) ^{f}
	سیترنج	گوشت	۲/۶۹ (±۰/۱۵) ^{k}	۲/۲۱ (±۰/۲) ^{k}
		آلبدو	۷/۸۳ (±۱/۲۱) ^{h}	۳/۳۵ (±۰/۰۹) ^{i}
		پوست	۱۱/۹۱ (±۰/۵۵) ^{e}	۱۲/۹۶ (±۰/۲) ^{e}
	کلئوپاترا	گوشت	۳/۵۶ (±۰/۱۷) ^{j}	۲/۲۶ (±۰/۴) ^{kl}
		آلبدو	۶/۰۲ (±۱/۵۸) ^{i}	۲/۸۹ (±۰/۴) ^{j}
		پوست	۹/۲۷ (±۰/۱۳) ^{g}	۱۰/۲۷ (±۰/۰۸) ^{g}
	رافلمون	گوشت	۳/۵۴ (±۰/۰۵) ^{j}	۲/۲۲ (±۰/۰۲) ^{k}
		آلبدو	۶/۳۳ (±۰/۳) ^{i}	۲/۹ (±۰/۰۲) ^{j}
		پوست	۲۸/۸۴ (±۰/۳۴) ^{a}	۲۲/۵۷ (±۰/۴۴) ^{a}
LSD			۰/۸۱	۰/۴۲

اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد ندارند.

طبق نتایج مقایسه میانگین (جدول ۴) بیشترین میزان فلاونوئید (۲۲/۵۷ میلی‌گرم در گرم) در پوست رقم مارس پیوند شده روی پایه رافلمون به دست آمد. بعد از آن پوست رقم پارسون براون پیوند شده روی پایه رافلمون از میزان فلاونوئید (۲۰/۳۹ میلی‌گرم در گرم) بیشتری برخوردار بود. براساس این نتایج، پوست انواع پرتقال از میزان فلاونوئید بیشتری نسبت به سایر قسمت‌های آن برخوردار است. قاسم نژاد و همکاران (۲) نتیجه گرفتند که قسمت پوست میوه تامسون پیوند شده روی پایه سیترنج از بیشترین میزان فلاونوئید برخوردار است. اوقه و همکاران (۲۲) گزارش کردند که میزان فلاونوئید در پوست غنی تر از عصاره میوه پرتقال و نارنگی است. 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.

همبستگی بین صفات

طبق نتایج همبستگی (جدول ۵)، بین میزان فنل پوست با فلاونوئید پوست همبستگی مثبت و معنی‌داری (r= ۰/۸۵) وجود دارد ($P<۰/۰۱$). همچنین بین میزان فنل آلبدو با فلاونوئید آلبدو (۰/۵۵ =r) و فنل گوشت با فلاونوئید گوشت (r= ۰/۵۱) همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد ($P<۰/۰۱$). فانگ و همکاران (۱۲) رابطه مستقیمی را بین ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی در بای بری (Bayberry) گزارش کردند. در واقع در میوه‌های غیرگس بخش اعظم مواد فنلی کل، فلاونوئیدها هستند. بنابراین وجود رابطه مستقیم مربوط به این امر است.

طبق نتایج همبستگی (جدول ۵)، با افزایش قند کل و گلوکز میوه میزان فنل و فلاونوئید پوست پرتقال به طور معنی‌داری افزایش پیدا می‌کند ($P<۰/۰۱$). در صورتی‌که افزایش یا کاهش ساکارز تأثیری در میزان فنل و فلاونوئید پرتقال نداشت. چون پیش ماده فنل‌ها و فلاونوئیدها اسید آمینه فنیل آلانین است که تا حدودی مستقل از چرخه بیوسنتز قندها است.

براساس این نتایج، پوست پرتقال پارسون براون و مارس از میزان فلاونوئید و فنل بیشتری نسبت به سایر قسمت‌ها برخوردار بودند. قاسمی و همکاران (۱۳) با مقایسه ۱۳ رقم از مرکبات اعلام نمودند که پوست میوه مرکبات دارای میزان فنل و فلاونوئید بیشتری نسبت به گوشت میوه است. همچنین گزارش کردند که بافت‌های پوست هلو و آلو حجم بیشتری از فنل و فلاونول نسبت به بافت گوشت دارند (۱۴). تور و ساویج (۳۰) بیان کردند که سطح ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی در پوست گوجه فرنگی بالاتر از گوشت آن است. لی و همکاران (۱۷) نیز گزارش کردند که پوست میوه انار از فنل و فلاونوئید بیشتری نسبت به گوشت آن برخورداراست. احتمالا مواد فنلی تمایل به تجمع در بافت‌های اپیدرمی گیاه دارند زیرا که وظایف اصلی این ترکیبات حفاظت از گیاه در برابر اشعه ماورا بنفش، حشرات و بیماری‌ها می‌باشد وهمین می‌تواند عاملی برای بیشتر بودن مقدار این ترکیبات در بخش پوست میوه باشد (۱۰). طبق نتایج همبستگی (جدول ۵)، رابطه عکسی بین ویتامین C با ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی وجود دارد.

جدول ۵- ضرایب همبستگی بین میزان ویتامین C، قند کل، گلوکز و ساکارز، فنل و فلاونوئید گوشت ، آلبدو و پوست پرتقال پارسون براون و مارس در پایه های مختلف.

پایه	ویتامین C	قند کل	گلوکز	ساکارز	فنل گوشت	فنل آلبدو	فنل پوست	فلاونوئید گوشت	فلاونوئید آلبدو	فلاونوئید پوست
ویتامین C	۱									
قند کل	-۰/۵**	۱								
گلوکز	-۰/۵۸**	۰/۳۷*	۱							
ساکارز	-۰/۵۵**	۰/۳۱	۰/۴۲*	۱						
فنل گوشت	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۲۶	-۰/۱۵	۱					
فنل آلبدو	۰/۱۶	۰/۱۴	-۰/۰۸	-۰/۰۶	۰/۰۷	۱				
فنل پوست	-۰/۵۲**	۰/۶۳**	۰/۵۹**	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۳۵*	۱			
فلاونوئید گوشت	۰/۱۷	-۰/۲۲	۰/۰۷	-۰/۳۱	۰/۵۱**	-۰/۱۱	-۰/۱۹	۱		
فلاونوئیدآلبدو	-۰/۰۱	۰/۰۴	-۰/۱۳	-۰/۱۴	-۰/۰۴	۰/۵۵**	۰/۱۳	۰/۴۷**	۱	
فلاونوئید پوست	-۰/۴۵**	۰/۴۷**	۰/۶۲**	-۰/۰۴	۰/۲۹	۰/۲۸	۰/۸۵**	۰/۲۸	۰/۳۸*	۱

** معنی‌دار در سطح یک درصد، * معنی دار در سطح پنج درصد.

بر این اساس همبستگی منفی و معنی‌داری بین میزان فنل پوست (r= ۰/۵۲) و فلاونوئید پوست (r= ۰/۴۵) با ویتامین C مشاهده شد ($P<$۰/۰۱). در بخش گوشت میوه نیز ویتامین C با فنل و فلاونوئید همبستگی معنی‌داری نداشت. چنین استنباط می‌شود که علی رغم اینکه، این مواد جزء ترکیبات آنتی‌اکسیدان محسوب می‌شوند، ولی وجود ترکیبات دیگری، غالبیت بیشتری در تغییر خواص آنتی‌اکسیدانی میوه دارند. برای توضیح در بررسی که توسط لیئونتوویکس و همکاران (۳۲) انجام شد، مشخص گردید که ساختار شیمیایی میوه در تعیین مقدار نهایی محتوای آنتی‌اکسیدانی میوه تأثیرگذار است. بنابراین اختلاف ترکیبات شیمیایی مانند قند، گلوکز و ساکارزکه بین پایه‌ها که در این تحقیق مشاهده شده است می‌تواند دلیل بر اختلاف در ترکیبات آنتی‌اکسیدانی مانند ویتامین C، فنل و فلاونوئید بین پایه‌ها باشد.

نتیجه‌گیری

تفاوت در ترکیبات شیمیایی میوه پایه‌های مختلف مرکبات مؤید تأثیر پایه‌ها در کیفیت میوه می‌باشد. در واقع نوع پایه مرکبات از لحاظ فیزیولوژیکی می‌تواند روی کیفیت میوه تأثیر بگذارد. بنابراین می‌توان با تغییر رویکرد تولید، نقش پایه را در تولید مرکبات پررنگ‌تر نمود. با توجه به نتایج تحقیق حاضر و تحقیق‌های مشابه، گزینش نوع پایه از نظر اثرات کیفی روی میوه مرکبات تا حدودی میسر شده است که می‌تواند برای تولید کنندگان، مصرف کنندگان و صنایع تبدیلی و حتی داروسازی کاربرد داشته باشد. همچنین با عنایت به وجود بخش اعظم فنل و فلاونوئید در پوست میوه مرکبات و با توجه به اینکه این بخش خوراکی نیست می‌تواند منبع خوبی برای استخراج مواد فنلی و فلاونوئیدی طبیعی باشد که قابل استفاده به جای مواد فنلی سنتتیک است. بنابراین با توجه به هدف تولید، می‌توان از پایه‌های مناسبی برای تولید محصول با کیفیت‌های متفاوت غذایی، دارویی و آنتی‌اکسیدانی استفاده کرد. این موضوع می‌تواند برای جیرفت که یکی از مناطق مهم تولید مرکبات ایران است، مورد توجه باشد.

منابع

۱- سلطانی ا. ۱۳۸۶. کاربرد نرم افزار SAS در تجزیه های آماری (برای رشته های کشاورزی). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۱۸۲ صفحه.

۲- قاسم نژاد ع.، قاسمی ی.، ابراهیم زاده م.ع.، قاسمی ک. و همتی خ. ۱۳۸۸. مطالعه اثر پایه بر ضرفیت آنتی اکسیدانی برون بر (پوست) و درون بر (گوشت) میوه رقم تجاری تامپسون ناول. ششمین کنگره علوم باغبانی ایران، دانشگاه گیلان، رشت. صفحه ۱۵۹۳-۱۵۹۱.

3- 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: 554-558.

4- Al-Jaleel A., Zekri M. and Hammam Y. O. 2005. Yield, fruit quality and tree health of "Allen Eureka" lemon on seven rootstocks in Saudi Arabia. Scientia Horticulture, 105. 4: 457-456.

5- 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.

6- AOAC. 1984. Official methods of analysis. Association of official Analytical chemists. Washington, DC., USA, pp: 1141.

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

8- 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: 178-82.

9- Chang S., Tan C., Frankel E.L. and Barrett D.M. 2000. Low-density lipoprotein antioxidant activity of phenolic compounds and polyphenol oxidase activity in selected clingstone peach cultivars. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48: 147-151.

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

11- Ebrahimzadeh M.A., Hosseinimehr S.J. and Gayekhloo M.R. 2004. Measuring and comparison of vitamin C content in citrus fruits: introduction of native variety, Chemistry: An Indian Journal, 1 (9): 650-652.

12- Fang Z., Zhang Y., Lü Y., Ma G., Chen J., Liu D. and Ye X. 2009. Phenolic compounds and antioxidant capacities of bayberry juices. Food Chemistry, 113. 884-888

13- 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.

14- Gil M., Tomas-Barberan A.T., Hess-Pierce B. and Kader A.A. 2002. Antioxidant capacities, phenolic compounds, carotenoids and vitamin C content of nectarine and plum cultivars from California. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50: 4976-4982.

15- 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 and Food Chemistry, 52 (2): 324-331.

16- 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.
17- 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: 254-260.
18- McDonald S., Prenzler P.D., Antolovich M., Robards K. and Stadtman E.R. 2001. Phenolic content and antioxidant activity of olive extracts. Food Chemistry, 73: 73-84.
19- Mehrota N.K., Kumar H., Vij V.k. and Aulakh, P.S. 2000. Performance of Jaffa cultivar of sweet orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck) on different rootstocks. Journal Research-Punjab Agriculture University, 37 (1-2): 311-317.
20- Mokbel M.S., Watanabe Y., Hashinaga F. and Suganuma T., 2006. Purification of antioxidant and antimicrobial substance of Ethyl acetate from Buntan (*Citrus grandisosbeck*) Fruit peel. Pakistan Journal of Biologicale Science, 9 (1): 1445-150.
21- 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, 1891: 33-39.
22- Oogheh W.C., Oogheh S.J., Detavernier C.M. and Huygebaert A. 1994. Characterization of Orange juice (*Citrus sinensis*) by flavanone glucoside. Journal of Agricultural Food Chemistry, 42: 2183-2190.
23- Pandjaitan N., Howard L.R., Morelock T. and Gil M.I. 2005. Antioxidant capacity and phenolic content of spinach as affected by genetics and maturation. Journal of Agricultural Food Chemistry, 53: 8618-23.
24- Remorini D., Tavarini S., Degl'Innocenti E., Loreti F., Massai R. and Guidi L. 2008. Effect of rootstocks and harvesting time on the nutritional quality of peel and flesh of peach fruits. Food Chemistry, 110: 361-367
25- Ramin A. and Alirezanezhad A. 2005. Effects of citrus rootstocks on fruit yield and quality of Ruby Red and Marsh grape fruit. Fruits, 60. 5: 311-317.
26- Sadasivam S. and Manickam A. 1992. Biochemical Methods for Agricultural Sciences, Wiley Eastern Ltd., New Delhi, Pp.184-185.
27- SAS Institute. 2001. SAS/STAT User´s Guide. Version 9. SAS Institut, Cary, N.C.
28- Shui G. and Leong L.P. 2002. Separation and determination of organic acids and phenolic compounds in fruit juices and drinks by highperformance liquid chromatography. Journal of Chromatography A, 977: 89-96.
29- Somogyi M. 1952. Notes on sugar determination. Journal of Biological Chemistry, 195 (1): 19-23.
30- Toor R.K. and Savage G. P. 2005. Antioxidant activity in different fractions of tomatoes. Food Research International, 38: 487-494.
31- Keford J. and Chandler B. 1995. The influence rootstock and interstock on the composition of orange with special reference to bitter principle. Journal of Agriculture Research, 12 (1): 56-68.
32- Leontowicz H., Gorinstein S., Lojek A., Leontowicz M., Ciz M., Soliva-Fortuny R., Park Y.S., Jung S.T., Trakhtenberg S. and Martin-Belloso O. 2002. Comparative content of some bioactive compounds in apples, peaches and pears and their influence on lipids and antioxidant capacity in rats. Journal of Nutritional Biochemistry, 13: 603-610.
33- Sharifani M., Akbarpour V., Samadi S.Z. and Sabourooh A.M. 2010. Physical and chemical characteristics of Thompson Navel orange fruits grown on four rootstocks in north of Iran. American-Eurasian Journal of Agriculture and Environment Science, 8 (2): 156-160.
34- Yonemoto Y., Matsumoto K., Furukawa T., Asakawa M., Okuda H. and Takahara T. 2004. Effects of rootstock and crop load on sap flow rate in branches of Shirakawa Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.). Scientia Horticulturae, 102: 295-300.