



## به زراعی کشاورزی

دوره ۱۷ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۴

صفحه‌های ۸۴۱-۸۵۴

# تأثیر زمان برداشت بر برخی فلاونوئیدها در بافت‌های مختلف میوه بالغ ارقام تجاری پرتقال

خدایار همتی<sup>۱</sup>، ماجده ملکیان<sup>۲\*</sup>، عظیم قاسم‌نژاد<sup>۳</sup>، نسترن همتی<sup>۴</sup>

۱. دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۲. کارشناس ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران
۳. استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۴. دانشجوی دکتری، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۵/۰۸

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۳/۰۵/۲۳

### چکیده

به منظور بررسی تأثیر زمان برداشت بر مقدار برخی فلاونوئیدها در بافت‌های مختلف میوه ارقام پرتقال، آزمایشی به صورت طرح اسپلیت پلات (کرت‌های خردشده) در زمان بر پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در سال ۱۳۸۷-۸۸ انجام گرفت. در این طرح، فاکتور اصلی شامل بافت‌های مختلف میوه (برون‌بر، میان‌بر و درون‌بر) و فاکتور فرعی شامل میوه‌های بالغ چهار رقم پرتقال ('تامسون ناول'، 'واشنگتن ناول'، 'سانگین' و 'لبنانی') در هفت مرحله زمان برداشت (به فاصله هر ۱۵ روز از اول آبان) بود. براساس نتایج، زمان برداشت بر کلیه متغیرهای اندازه‌گیری شده اثر معنادار داشت، به طوری که وزن خشک میوه با گذشت زمان (برداشت ششم) افزایش یافت و مواد جامد محلول نیز در این مرحله بیشتر از زمان‌های دیگر برداشت (۱۱/۸۱ درصد) تولید شد. بیشترین مقدار نارنجین (۴۳۵/۳ میلی‌گرم در لیتر) در بافت آلبیدو در مرحله سوم برداشت مشاهده شد که با برداشت مرحله پنجم (بافت برون‌بر) و ششم (بافت میان‌بر) اختلاف معناداری نداشت و کمترین مقدار آن (۸۷/۶ میلی‌گرم در لیتر) در درون‌بر میوه در مرحله چهارم برداشت، تولید شد. حداکثر مقدار هسپریدین (۲۱۹/۱ میلی‌گرم در لیتر) در مرحله ششم برداشت در بافت برون‌بر تولید شد. نوع رقم بر مقدار نارنجین و هسپریدین تأثیر معنادار داشت که در بین ارقام بیشترین مقدار نارنجین و هسپریدین به ترتیب ۵۷۳/۶ و ۲۷۲/۴ میلی‌گرم در لیتر در پرتقال تامسون در مرحله ششم برداشت استخراج شد.

**کلیدواژه‌ها:** بافت آلبیدو، تامسون ناول، مرحله برداشت، نارنجین، هسپریدین.

## ۱. مقدمه

ث در ارتباط است و همانند آن سبب جلوگیری از خونریزی لته‌ها و افزایش مقاومت در برابر عفونت‌ها می‌شود [۱۳]. بر طبق گزارش‌ها، شناخت تغییرات بیوشیمیایی در میوه‌های در حال رشد، به دلیل آگاهی از مراحل متابولیسی بلوغ تا رسیدن، تغییر کیفیت ظاهری و ارزش غذایی میوه اهمیت زیادی دارد.

نتایج دیگر تحقیقات نشان از تغییر در وضعیت ترکیبات در سال‌های مختلف یا در ارقام متفاوت از یک جنس دارد [۸، ۱۳]. در مرکبات فلاونوئیدهای گلیکوزیدی در برگ‌ها و میوه‌های جوان در طی مرحله تقسیم سلولی تشکیل می‌شود. در طول دوره بزرگ شدن سلول‌ها و سپس بلوغ برگ و میوه‌ها، سنتز آنها کاهش می‌یابد و همان‌طور که سلول‌های میوه توسعه می‌یابند و بالغ می‌شوند، غلظت فلاونوئیدها به دلیل تأثیرات رقیق‌شدگی کاهش می‌یابد. همچنین عمل بیوسنتز ترکیبات فلاونوئیدی در بخش‌های چوبی گیاه وجود ندارد [۱۰]. مقدار فلاونوئید نارنجین و هسپریدین در میوه‌های نارس به مراتب بیشتر از مقدار آن در میوه‌های کاملاً رسیده است. همچنین اقلیم، نوع رقم و پایه بر مقدار فلاونوئیدها تأثیر داشته و بیشترین مقدار نارنجین در گریپ‌فروت روی پایه نارنج گزارش شده است [۲۲، ۲۰]. مقدار فلاونوئیدهای موجود در مرکبات به شدت به زمان برداشت میوه‌ها بستگی دارد [۱۵]. همچنین مقدار نارنجین تحت تأثیر زمان برداشت است [۷]. مقدار هسپریدین و نارنجین در میوه‌های نارس در مراحل اولیه رشد بیشتر از مراحل بعدی رشدونمو بوده است، بنابراین پژوهش‌های صورت گرفته بیشترین مقدار نارنجین در مراحل اولیه رشد میوه در فاز لگاریتمی (مرحله سریع رشد) تولید می‌شود [۲۶]. مقدار هسپریدین در پرتقال محلی، پرتقال تامسون ناول<sup>۱</sup> و نارنگی<sup>۲</sup> کلماتین<sup>۳</sup> تا حدود ۴۰ روز پس از تمام‌گل افزایش می‌یابد، درحالی که در نارنگی<sup>۴</sup> انشو<sup>۵</sup> این سیر

پرتقال<sup>۱</sup> از درختان همیشه‌سبز است که برخی از ارقام آن در شمال و جنوب کشور پرورش داده می‌شوند [۲]. میوه مرکبات به‌ویژه پرتقال دارای ترکیبات فنولی شامل فلاونوئیدها و اسیدهای فنولی است که در این میان فلاونوئیدهای گلیکوزیدی در مرکبات غالبیت دارد [۸]. پوست مرکبات با توجه به مقدار زیادی از فلاونوئیدها و ایزوفلاونوئیدها دارای پتانسیل عمده‌ای در صنایع غذایی و دارویی است [۱۲]. اسانس پوست پرتقال شامل لیمونین و دی‌سایکلیک آلید با خاصیت ضد میکروبی و همچنین حاوی اسانس لینالول و دی‌ال-ترینتول و تعدادی از فلاونوئیدها با تأثیرات ضدسرطان به نام نئوهسپریدین، هسپریدین، نارنجین، تانژرتین، اورانتین، نویلتین و نیز ویتامین E، کومارین‌ها، کاروتنوئید و پکتین است [۲۴، ۹]. استفاده از فلاونوئید نارنجین استخراج شده از گریپ‌فروت در کشاورزی برای رشد برخی از سبزیجات نظیر تربچه به‌کار می‌رود [۱۱].

بهترین مشخصه برای تقریباً تمام گروه‌های فلاونوئیدی ظرفیت آنها به‌عنوان آنتی‌اکسیدان‌هاست که قادر به جذب رادیکال‌های آزاد و گونه‌های فعال اکسیژن هستند [۲۰]. به‌علاوه ترکیبات فنولی، میوه مرکبات را در طی رشد از خسارت میکروبی، پرتو فرابنفش و سایر عوامل تنش‌زا مصون می‌دارد [۲۵]. امروزه مصرف آنتی‌اکسیدان‌های سنتتیک به دلیل سمی بودن آنها محدود شده و توجه پژوهشگران به استفاده و یافتن آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی معطوف شده است [۳، ۱]. با توجه به اثبات نقش فلاونوئیدها و از آنجا که بدن انسان توانایی تولید این ترکیبات را ندارد، مصرف سبزیجات و گیاهان در جلوگیری از بروز سرطان و بیماری‌های قلبی - عروقی نظیر آترو اسکلروز مؤثر است [۱]. این ترکیب با ویتامین

1. *Citrus sinensis* L.

## تأثیر زمان برداشت بر برخی فلاونوئیدها در بافت‌های مختلف میوه بالغ ارقام تجاری پرتقال

تصادفی در سه تکرار بود. تیمار اصلی شامل بافت‌های میوه (برون‌بر، میان‌بر و درون‌بر) و تیمار فرعی شامل زمان برداشت و چهار رقم پرتقال ('تامسون ناول'، 'واشنگتن ناول'، 'سانگین' و 'لبنانی') بود که همه آنها بر روی پایه نارنج پیوند شده بودند. نمونه‌های میوه به منظور یکنواختی از بخش‌های مختلف درختان در فواصل زمانی (هر ۱۵ روز از اول آبان) به تعداد پنج عدد در هر تکرار برداشت شدند. در ابتدا طول و قطر میوه با کولیس دیجیتالی (مدل stainless hardened ساخت چین) با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد.

میوه‌های برداشت‌شده در آزمایشگاه به سه قسمت بافت مجزا شده و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در شرایط سایه به مدت چهار روز و سپس به مدت ۴۸ ساعت در دستگاه آون در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند [۲۷]. سپس نمونه‌های خشک‌شده کاملاً پودر شده و از الک ۰/۵ میلی‌متر به منظور یکنواختی کامل عبور داده شد. اسیدیته آب میوه با دستگاه pH متر (مدل pH-110 ساخت کره) و مقدار مواد جامد محلول در آب میوه براساس درجه بریکس با استفاده از رفاکتومتر دیجیتالی (مدل abbe ساخت مکزیک) اندازه‌گیری شد.

به منظور استخراج عصاره گیاهی یک گرم از نمونه به ۱۰ میلی‌لیتر حلال متانول اضافه و به مدت یک ساعت بر روی شیکر قرار داده شد. سپس از طریق قیف بوخنر با کاغذ صافی واتمن یک جدا شد. نمونه‌های محلول تا زمان تزریق به دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا<sup>۲</sup> در شیشه کوچک و مات در دمای یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد) تا زمان تزریق به دستگاه HPLC (مدل هیتاچی L7100 ساخت ژاپن) نگهداری شد. به منظور استخراج و اندازه‌گیری فلاونوئیدهای هسپریدین و نارنجین، همه نمونه‌ها اعم از استاندارد و مجهول توسط فیلترهای ۰/۴۵

صعودی تا حدود ۵۰ روز بعد از تمام‌گل ادامه دارد و با گذشت زمان مقدار هسپریدین میوه‌ها کاهش می‌یابد، اما این کاهش در نارنگی 'انشو' و پرتقال 'تامسون' ناول تقریباً ۶۰ روز بعد از مرحله تمام‌گل و در پرتقال محلی و نارنگی کلمانتین از حدود ۷۵ روز پس از تمام‌گل آغاز می‌شود [۴]. در این مرحله، سلول‌ها به انواع بافت‌های مختلف آلبیدو و فلاویدو و کیسه‌های محتوی آب میوه تمایز می‌یابد و برحسب شرایط آب‌وهوایی ۱ تا ۱/۵ ماه بعد از تمام‌گل است [۱۶].

با توجه به تنوع زیاد فلاونوئیدها و تأثیرات بیولوژیکی برخی از آنها و همچنین اهمیت فلاونوئیدهای نارنجین و هسپریدین در درمان بیماری‌ها و کاربرد آن در کشاورزی، هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیر زمان برداشت بر فلاونوئیدهای نارنجین و هسپریدین در بافت‌های مختلف میوه بالغ ارقام تجاری پرتقال بوده است.

## ۲. مواد و روش‌ها

این تحقیق در دو مرحله صحرائی و آزمایشگاهی در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در سال ۸۸-۱۳۸۷ انجام گرفت. جمع‌آوری نمونه‌های چهار رقم پرتقال روی پایه نارنج از استان مازندران (شهرستان بابل) در یک باغ خصوصی و تجاری صورت گرفت. درختان ۱۲ ساله و با فاصله کاشت ۵ × ۶ بودند که عملیات به‌زراعی بر روی آنها به نحو مطلوب انجام گرفت. برداشت میوه در زمانی انجام گرفت که مقدار مواد جامد محلول کل<sup>۱</sup> برابر نه بود [۱۶] و سپس انتقال نمونه‌ها (طی سه ساعت) به آزمایشگاه گروه علوم باغبانی و آزمایشگاه مرکزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان صورت گرفت.

طرح آماری این آزمایش به صورت کرت‌های خردشده در زمان (اسپلیت پلات در زمان) بر پایه کاملاً

2. HPLC

1. Total Soluble Solid

## خدایار همتی و همکاران

مشخصات استفاده شد: پمپ: لاکروم مدل، ل-۷۱۰۰، آشکارساز (دتکتور): UV، ستون: C-18 با ابعاد ۴/۶ × ۲۵۰ میلی متر، اندازه ذرات: ۵ میکرومتر، طول موج ۲۸۵ نانومتر، فاز متحرک: اسید استیک (۵): استونیتریل (۱۰): متانول (۱۰): آب (۷۵)، سرعت جریان: ۱/۵ میلی لیتر در دقیقه و حجم تزریق: ۱۰ میکرولیتر.

به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری SAS (ویرایش ۹/۱)، برای ترسیم نمودارها از نرم‌افزار اکسل و برای دسته‌بندی و مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD<sub>5%</sub> استفاده شد.

## ۳. نتایج و بحث

## ۳.۱. اثر زمان برداشت بر برخی از شاخص‌های

## کیفی میوه پرتقال

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که زمان برداشت با ۹۹ درصد اطمینان بر مقدار ماده خشک، اسیدیته، مواد جامد محلول، طول میوه، قطر میوه و مقدار نارنجین و هسپریدین معنادار بود (جدول ۱).

میکرون یکبار مصرف صاف شده و مقدار ۱۰ میکرولیتر به دستگاه تزریق شد. از غلظت‌های مختلف نارنجین و هسپریدین برای به دست آوردن منحنی استاندارد استفاده شد [۱۹]. در این پژوهش، از فلاونویید نارنجین و هسپریدین با درجه خلوص ۹۷ درصد متعلق به شرکت سیگما استفاده و استانداردهای نارنجین و هسپریدین به نحو زیر تهیه شد:

۱۰ میلی گرم هسپریدین با خلوص ۹۵ و ۱۰ میلی گرم نارنجین با خلوص ۹۰ درصد درون بالن ژوژه ریخته و با حدود ۲ میلی لیتر دی‌متیل سولفوکساید حل شد و سپس به وسیله متانول حجم محلول به ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شد و بدین ترتیب محلول استاندارد نارنجین و هسپریدین با غلظت حدود ۱۰۰ میکروگرم در میلی لیتر به دست آمد. به همان ترتیب یادشده ۱۵ میلی گرم هسپریدین و ۱۵ میلی گرم نارنجین در ۱۰۰ میلی لیتر متانول حل شد و محلول استاندارد دوم با غلظت هسپریدین و نارنجین حدود ۱۵۰ میکروگرم در میلی لیتر به دست آمد. به منظور اندازه‌گیری مقدار نارنجین و هسپریدین موجود در عصاره کل از دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا با این

جدول ۱. تجزیه واریانس اثر زمان برداشت بر برخی از شاخص‌های کیفی میوه پرتقال

زمان برداشت	وزن خشک	اسیدیته	مواد جامد محلول	طول میوه	قطر میوه	هسپریدین	نارنجین
اول	۱۴/۵۹	۳/۳۹	۹/۴۵	۷/۷۱	۶/۵۹	۷۷/۵۵	۲۷۴/۷۶
دوم	۱۸/۴۲	۳/۳۳	۹/۸۱	۷/۸۷	۶/۹۲	۹۶/۰۷	۲۵۴/۴۳
سوم	۲۳/۵۵	۳/۳۵	۱۰/۱۶	۷/۹۹	۷/۲۶	۸۹/۹۶	۲۷۷/۰۲
چهارم	۲۴/۸۶	۳/۲۲	۱۱/۷۰	۸/۱۸	۷/۴۲	۷۴/۶۱	۲۱۵/۴۷
پنجم	۲۰/۶۷	۳/۶۶	۱۱/۸۱	۸/۸۲	۷/۸۰	۸۱/۹۲	۳۲۷/۰۲
ششم	۲۸/۹۳	۳/۴۹	۹/۸۱	۹/۱۵	۷/۹۷	۱۳۶/۱۱	۳۲۵/۵۳
هفتم	۲۳/۲۴	۳/۴۸	۱۰/۴۵	۹/۱۹	۸/۳۴	۷۲/۸۱	۲۳۳/۱۴
P-value	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
LSD <sub>5%</sub>	۲/۵۴	۰/۷۴	۰/۱	۰/۱۵	۰/۱۲	۱/۹۷	۳/۲۳

تأثیر زمان برداشت بر برخی فلاونوئیدها در بافت‌های مختلف میوه بالغ ارقام تجاری پرتقال

میوه‌های نابالغ مشاهده شد [۸]. مقدار ترکیبات فلاونوئیدی به مراحل رشد و نمو میوه و شرایط محیطی بستگی دارد و در مناطق خشک مقدار نارنجین بیشتر از مناطق مرطوب و در میوه‌های نابالغ بیشتر از میوه‌های رسیده است [۲۲]، [۱۶]. رشد و بزرگ شدن میوه نتیجه تقسیم سلولی و متعاقب آن بزرگ شدن سلولی است؛ در نتیجه با افزایش رشد میوه مرکبات بر وزن میوه افزوده می‌شود که به افزایش عملکرد وزن خشک می‌انجامد [۱۶].

با گذشت زمان و دریافت نور، آب و درجه حرارت بیشتر، میزان سنتز مواد آلی در اندام‌های مختلف از جمله میوه زیاد می‌شود که نتیجه آن افزایش عملکرد وزن میوه است [۱۸]. با گذشت زمان و افزایش تقسیمات سلولی بر قطر و طول نیز افزوده می‌شود. از این رو در هر برداشت بر عملکرد وزن خشک، قطر و طول میوه افزوده شد. از آنجا که رشد میوه مرکبات تابع یک الگوی سیگموئید است، افزایش وزن میوه، سریع است و با پایان فاز تقسیمات سلولی از این میزان کاسته می‌شود، ولی افزایش قطر میوه در مقایسه با وزن آن از روند یکنواخت‌تری برخوردار است [۲۸].

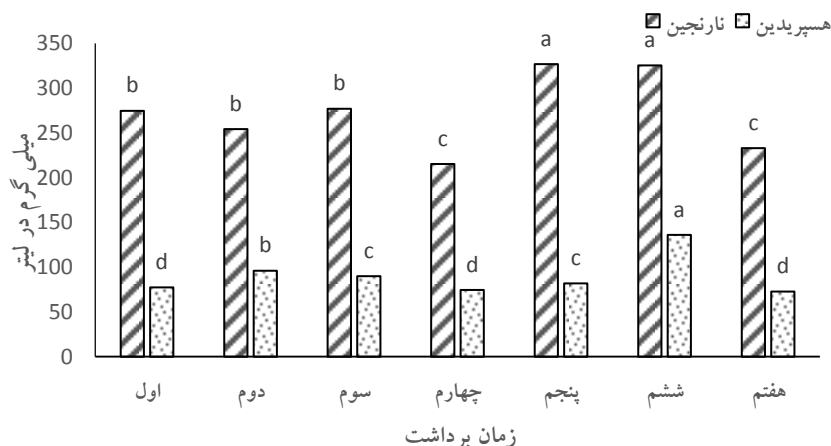
از آنجا که در مسیر بیوسنتزی فلاونوئید نارنجین و هسپریدین عوامل درونی از قبیل آنزیم‌های ویژه، مقدار سوبستری، مواد هورمونی به ویژه سیتوکینین و عوامل بیرونی (درجه حرارت، رطوبت، نور، آبیاری، نوع خاک و زمان برداشت) می‌تواند مؤثر باشد [۱۸، ۱۵، ۱۴]، بررسی زمان برداشت می‌تواند گام مهمی در شناسایی و بهره‌برداری بهینه از این ترکیب باشد. در مراحل اولیه برداشت (برداشت اول تا سوم) مقدار زیادی نارنجین استحصال شد و سپس بعد از یک دوره کاهش مجدد در برداشت پنجم و ششم به حداکثر خود رسید و دوباره کاهش یافت. همان‌طور که گفته شد عوامل بسیاری می‌تواند بر میزان افت و خیز ترکیبات ثانویه چون فلاونوئید تأثیر بگذارد.

### ۲.۳. مقایسه میانگین اثر زمان برداشت بر برخی از شاخص‌های کیفی میوه پرتقال

بیشترین مقدار ماده خشک مربوط به مرحله ششم برداشت (۲۸/۹۳ گرم) و کمترین آن مربوط به مرحله برداشت اول (۱۴/۵۹ گرم) است (جدول ۱). از لحاظ میزان اسیدیته نیز بیشترین حد آن مربوط به مرحله برداشت پنجم (۳/۶۶) و کمترین حد آن مربوط به برداشت چهارم (۳/۲۲) بود. اسیدیته در مراحل اولیه رشد میوه مرکبات دارای نوسان است، ولی در مراحل انتهایی رشد به دلیل کاهش اسید و افزایش قند افزایش می‌یابد [۱۷، ۱۰]. بیشترین مقدار مواد جامد محلول نیز مربوط به مرحله‌های چهارم (۱۱/۷) درصد) و پنجم (۱۱/۸۲ درصد) برداشت بود و بین سایر مراحل برداشت از لحاظ این شاخص تفاوت معناداری مشاهده نشد (جدول ۱). براساس نتایج، بیشترین طول و قطر میوه در مرحله هفتم (به ترتیب ۹/۱۹ و ۸/۳۴ سانتی‌متر) و کمترین قطر و طول میوه مربوط به مراحل اول برداشت (به ترتیب ۷/۷۱ و ۶/۵۹ سانتی‌متر) مشاهده شد (جدول ۱). افزایش قطر میوه در مرکبات هماهنگ با طول میوه است و مقدار ماده خشک با گذشت زمان افزایش می‌یابد و سپس به صورت منحنی ثابت ترسیم می‌شود [۷].

نتایج مقایسه میانگین نشان داد بیشترین مقدار نارنجین در مراحل پنجم و ششم (به ترتیب ۳۲۷/۰۲ و ۳۲۵/۵۳ میلی‌گرم در لیتر) و کمترین آن در مرحله چهارم (۲۱۵/۴۷ میلی‌گرم در لیتر) تولید شد که با مرحله هفتم اختلاف معنادار نداشت (شکل ۱). بیشترین مقدار هسپریدین نیز در مرحله ششم (۱۳۶/۱۱ میلی‌گرم در لیتر) و کمترین مقدار آن در مراحل چهارم (۷۴/۶۱ میلی‌گرم در لیتر) مشاهده شد که با زمان برداشت مرحله هفتم اختلافی نداشت. طی پژوهشی در زمینه میوه نارنج، نارنجین در مناطق خنک بیشتر از مناطق گرم تولید می‌شود و بیشترین مقدار در

## خدایار همتی و همکاران



شکل ۱. تأثیر زمان برداشت بر مقدار نارنجین و هسپریدین

مختلف مرکبات بر میزان صفات ماده خشک، نارنجین و مقدار هسپریدین در سطح ۵ درصد معنادار بود، اما بر سایر صفات اثر معناداری نداشت (جدول ۲).

بر اساس نتایج، بیشترین مقدار ماده خشک در بافت میان‌بر و کمترین آن در برون‌بر میوه اندازه‌گیری شد (شکل ۲). همچنین نتایج مقایسه میانگین (جدول ۲) نشان می‌دهد بیشترین مقدار نارنجین و هسپریدین (به ترتیب با ۳۳۷/۷۸ و ۱۰۸/۹۲ میلی‌گرم در لیتر) در ناحیه میان‌بر (آلبیدو) و کمترین مقدار نارنجین (۲۳۰ میلی‌گرم در لیتر) در ناحیه درون‌بر (آندوکارپ) و کمترین مقدار هسپریدین (۶۱/۵۵ میلی‌گرم در لیتر) در ناحیه برون‌بر (فلاویدو) اندازه‌گیری شده است.

فلاونوئیدها در بیان ژن و نسخه‌برداری DNA تأثیر زیادی دارند؛ از این رو افزایش سریع مقدار فلاونوئید در مرحله تقسیم سلولی و تا شروع مرحله بزرگ شدن سلول‌ها مطابق با روند نتایج این تحقیق است. زیاد بودن ترکیبات فلاونوئیدی در مراحل اولیه رشد احتمالاً مربوط به حفاظت میوه از آفات و بیماری‌هاست. همچنین تولید هسپریدین و نارنجین تحت تأثیر مرحله رشد است و مقدار آن در پایان مرحله تقسیم سلولی و تمایزیابی به حداکثر می‌رسد [۲۲].

### ۳.۳. اثر بافت‌های مختلف بر شاخص‌های کیفی میوه پرتقال

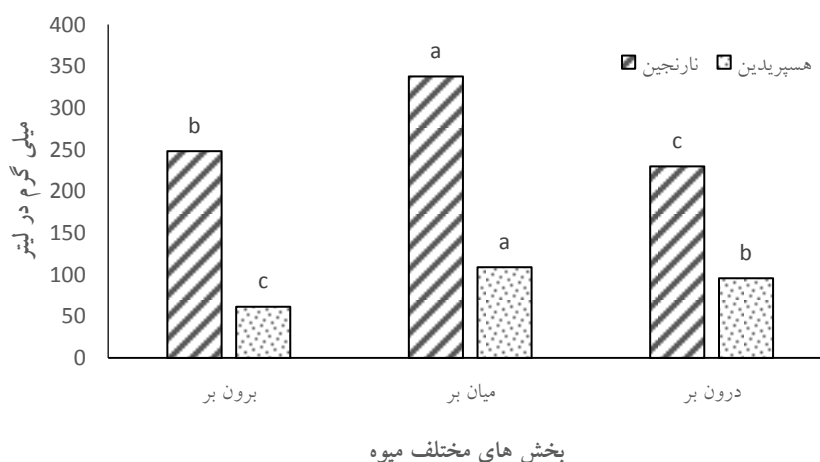
تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بافت‌های

جدول ۲. تجزیه واریانس اثر تغییرات شاخص‌های کیفی در بافت‌های مختلف میوه پرتقال

منابع تغییرات	وزن خشک	هسپریدین	نارنجین
برون‌بر	۱۳/۳۸	۶۱/۵۵	۲۴۸/۰۶
میان‌بر	۳۴/۲۰	۱۰۸/۹۲	۳۳۷/۷۸
درون‌بر	۱۷/۵۸	۹۵/۷۳	۲۳۰/۰۰
P-value	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
LSD <sub>5%</sub>	۱/۶۶	۱/۱۲۹	۲/۱۱

## به‌زراعی کشاورزی

تأثیر زمان برداشت بر برخی فلاونوئیدها در بافت‌های مختلف میوه بالغ ارقام تجاری پرتقال



شکل ۲. تأثیر بافت‌های مختلف میوه پرتقال بر نارنجین و هسپریدین

بیشترین مقدار فلاونوئید در گوشت میوه است [۵، ۶].

### ۴.۳ اثر ارقام بر برخی از شاخص‌های کیفی میوه

#### پرتقال

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها نشان داد که اثر ارقام مختلف پرتقال با احتمال ۹۹ درصد بر مقدار ماده خشک، اسیدیته، مواد جامد محلول، طول میوه، قطر میوه و مقدار نارنجین و هسپریدین معنادار بود (جدول ۳).

مقدار هسپریدین بافت‌های میانی بیشتر از بافت برون‌بر است [۴]. همچنین مقدار نارنجین و هسپریدین در بافت تحت تأثیر شرایط آب‌وهوایی، پایه و رقم است [۲۱]. همچنین تغییرات فلاونوئیدها در بافت میان‌بر (آلبیدو) بیشتر از سایر بافت‌هاست که احتمالاً شرایط آب‌وهوایی سبب افزایش عوامل بیوسنتزی و آنزیمی این ترکیبات شده است [۱۱، ۲۲]. همچنین براساس تحقیقات دیگر درباره مقدار تجمع فلاونوئیدهای نارنجین و هسپریدین در بافت مرکبات، مشخص شد که

جدول ۳. تجزیه واریانس اثر ارقام بر برخی از شاخص‌های کیفی میوه پرتقال

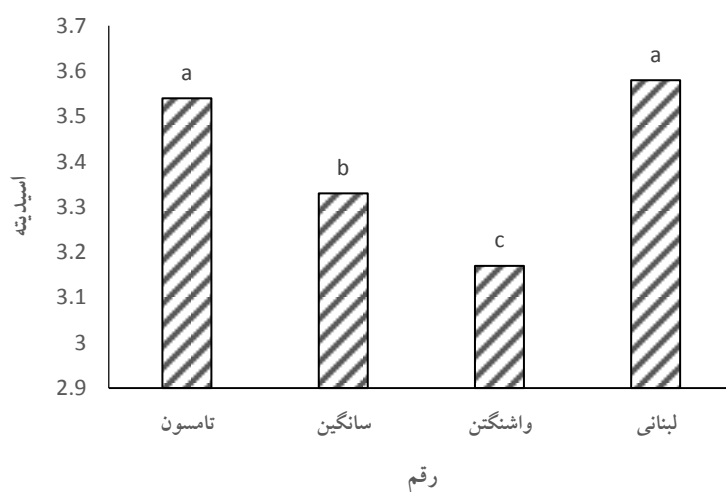
ارقام پرتقال	وزن خشک	اسیدیته	مواد جامد محلول	طول میوه	قطر میوه	هسپریدین	نارنجین
تامسون ناول	۲۴/۴۷	۳/۵۴	۹/۸۶	۷/۸۸	۷/۸۱	۱۲۴/۶۹	۳۲۷/۷۶
سانگین	۱۸/۵۹	۳/۳۳	۱۰/۸۴	۶/۵۳	۶/۴۳	۶۵/۳۰	۲۸۳/۹۹
واشنگتن ناول	۲۴/۰۹	۳/۱۷	۱۱/۱۱	۶/۷۸	۷/۷۹	۸۳/۹۷	۲۳۸/۰۱
لبانی	۱۸/۸۶	۳/۵۸	۱۰/۲۱	۷/۶۲	۶/۹۰	۷۴/۲۹	۲۴۵/۴۹
P-value	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
LSD5%	۴/۸۱	۰/۰۴	۰/۰۷	۰/۱۱	۰/۰۹	۶/۹۰	۱۱/۲۲

## خدایار همتی و همکاران

و کمترین آن در رقم 'واشنگتن' اندازه‌گیری شد (شکل ۳). پرتقال 'لبنانی' و 'تامسون' زودرس‌تر از پرتقال 'واشنگتن' است، به همین دلیل اسیدیته آنها بیشتر است. میزان اسیدیته در ارقام مختلف، به زودرسی و دیررسی و شرایط محیطی بستگی دارد [۱۶]. بیشترین مقدار مواد جامد محلول در رقم 'واشنگتن' و کمترین آن در رقم 'تامسون' به دست آمد (شکل ۴).

بیشترین مقدار ماده خشک در ارقام 'واشنگتن' و 'تامسون' (بدون تفاوت معنادار) و کمترین مقدار، مربوط به 'سانگین' و 'لبنانی' (بدون تفاوت معنادار) بود (جدول ۳). براساس تحقیقات، ارقام آبدار مرکبات در مقایسه با گوشتی دارای ماده خشک کمتری است [۱۷] و در این تحقیق پرتقال تامسون گوشتی‌تر از نوع 'خونی سانگین' است.

بیشترین میزان اسیدیته در دو رقم 'لبنانی' و 'تامسون'



شکل ۳. تأثیر ارقام پرتقال بر میزان اسیدیته میوه



شکل ۴. تأثیر ارقام پرتقال بر مقدار مواد جامد محلول

به زراعی کشاورزی

دوره ۱۷ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۴

۸۴۸

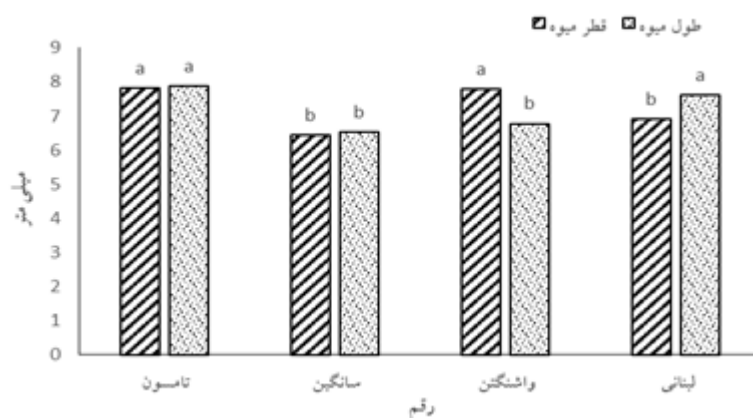


## تأثیر زمان برداشت بر برخی فلاونوئیدها در بافت‌های مختلف میوه بالغ ارقام تجاری پرتقال

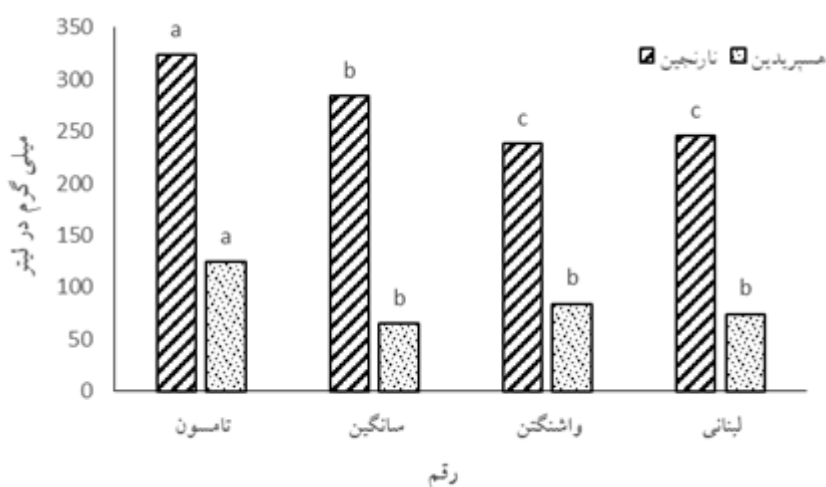
و هسپریدین در رقم 'تامسون' (به ترتیب ۳۲۷/۷۶ و ۱۲۴/۶۹ میلی‌گرم در لیتر) مشاهده شد (شکل ۶). بین دو رقم 'لبنانی' و 'واشنگتن' از لحاظ کمترین مقدار نارنجین و بین ارقام 'لبنانی'، 'واشنگتن' و 'سانگین' از لحاظ کمترین مقدار هسپریدین تفاوت معناداری مشاهده نشد. مقدار ترکیبات فلاونوئیدی به مراحل رشدونمو میوه و شرایط محیطی بستگی دارد و در مناطق خشک مقدار نارنجین بیشتر از مناطق مرطوب و در میوه‌های نابالغ بیشتر از میوه‌های رسیده است [۲۳، ۱۷]. در گزارش تحقیقی مقدار نارنجین در مناطق گرم بیشتر از مناطق خنک است و بیشترین مقدار در میوه‌های نابالغ است [۸].

با توجه به نتایج تحقیق حاضر، بیشترین طول در ارقام 'لبنانی' و 'تامسون' و کمترین طول در میوه ارقام 'واشنگتن' و 'سانگین' (بدون تفاوت معنادار) و بیشترین قطر در پرتقال 'تامسون' و 'واشنگتن' و کمترین قطر نیز در ارقام 'لبنانی' و 'سانگین' (بدون تفاوت معنادار) اندازه‌گیری شد (شکل ۵). روند تغییرات در طول و قطر میوه متناسب با هم بودند و با گذشت زمان روند افزایشی داشتند. افزایش قطر میوه در مرکبات هم‌هنگ با طول میوه است و مقدار ماده خشک نیز با گذشت زمان افزایش می‌یابد و سپس به‌صورت منحنی ثابت ترسیم می‌شود [۱۷].

براساس نتایج مقایسه میانگین بیشترین مقدار نارنجین



شکل ۵. تأثیر ارقام بر طول و قطر میوه



شکل ۶. تأثیر ارقام پرتقال بر مقدار نارنجین و هسپریدین

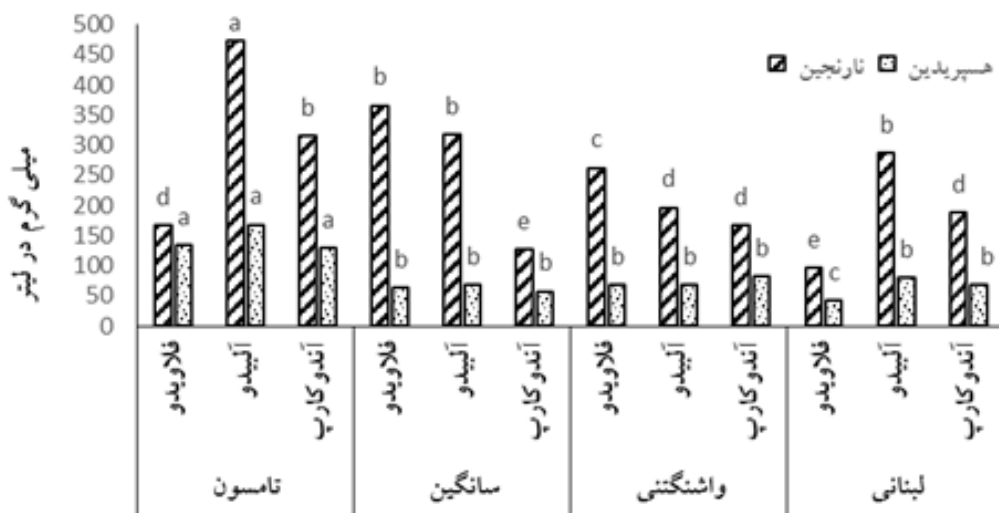
## به‌زراعی کشاورزی

دوره ۱۷ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۴

تولید شد که با درون‌بر و برون‌بر همین میوه اختلاف معناداری نداشت و کمترین مقدار آن در بافت برون‌بر پرتقال 'لبنانی' تولید شد. مقدار هسپریدین بافت‌های میانی بیشتر از بافت برون‌بر است [۷]. همچنین مقدار نارنجین و هسپریدین در بافت تحت تأثیر شرایط آب‌وهوایی، پایه و رقم است [۲۱].

### ۵.۳. اثر متقابل ارقام پرتقال و نوع بافت میوه بر شاخص‌های کیفی میوه

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین مقدار نارنجین (۴۳۵ میلی‌گرم در لیتر) در بافت میان‌بر پرتقال تامسون و کمترین مقدار آن در درون‌بر پرتقال 'سانگین' و بافت برون‌بر پرتقال 'لبنانی' تولید شد (شکل ۷). همچنین بیشترین مقدار هسپریدین در بافت میان‌بر پرتقال تامسون



شکل ۷. تأثیر متقابل ارقام پرتقال و نوع بافت میوه بر مقدار نارنجین و هسپریدین

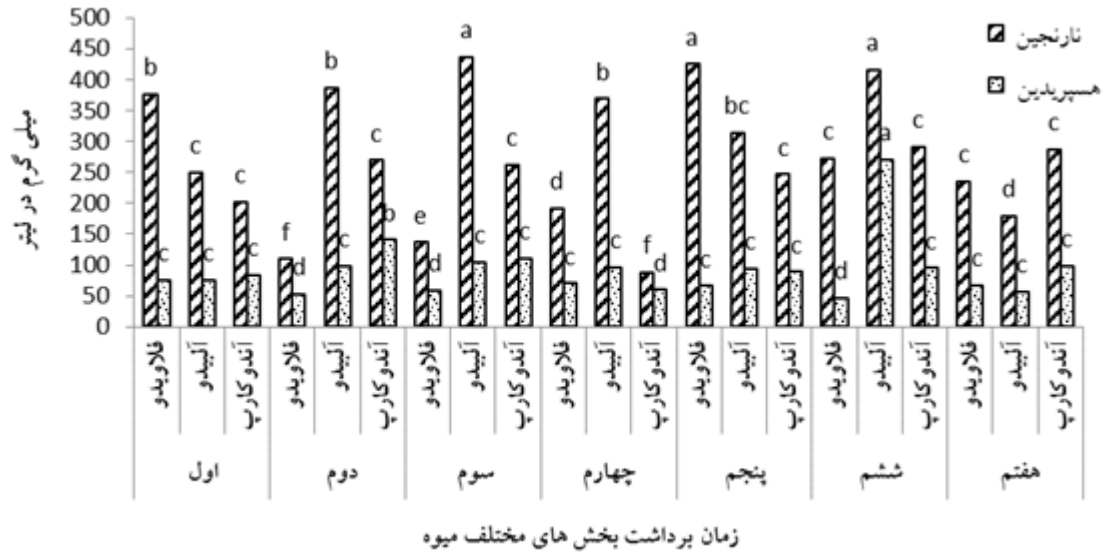
\*: ستون‌های دارای حروف مشترک با هم اختلاف معناداری ندارند.

بافت درون‌بر مشاهده شد. همچنین بیشترین مقدار هسپریدین (۲۶۹/۱ میلی‌گرم در لیتر) در برداشت ششم در بافت میان‌بر و کمترین آن (۵۱/۴ میلی‌گرم در لیتر) نیز در همین برداشت در بافت برون‌بر اندازه‌گیری شد. میزان تغییرات فلاونوئیدها در بافت میان‌بر بیشتر از سایر بافت‌ها بود که احتمالاً شرایط آب‌وهوایی سبب افزایش عوامل بیوستیزی و آنزیمی این ترکیبات شده است [۲۳، ۱۱].

### ۶.۳. اثر متقابل زمان برداشت و نوع بافت میوه بر شاخص‌های کیفی میوه

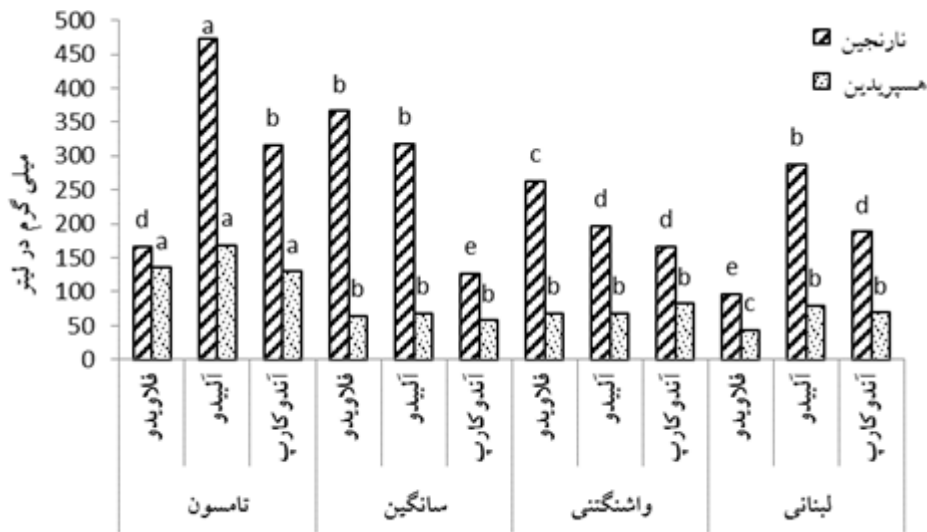
براساس نتایج مقایسه میانگین، بیشترین مقدار نارنجین (۴۳۵/۳ میلی‌گرم در لیتر) در برداشت سوم در بافت میان‌بر تولید شد که با برداشت پنجم (برون‌بر) و ششم (میان‌بر) اختلاف معنادار نداشت (شکل ۸). کمترین مقدار آن (۸۷/۶ میلی‌گرم در لیتر) نیز در برداشت چهارم و در

تأثیر زمان برداشت بر برخی فلاونوئیدها در بافت‌های مختلف میوه بالغ ارقام تجاری پرتقال



شکل ۸. مقایسه میانگین اثر متقابل زمان برداشت و نوع بافت میوه بر مقدار نارنجین و هسپریدین

\*: ستون‌های دارای حروف مشترک با هم اختلاف معناداری ندارند.



شکل ۹. تأثیر متقابل زمان برداشت و ارقام پرتقال بر مقدار نارنجین و هسپریدین

\*: ستون‌های دارای حروف مشترک با هم اختلاف معناداری ندارند.

و هسپریدین (به ترتیب ۵۷۳/۶ و ۲۷۲/۴ میلی‌گرم) در برداشت ششم در رقم پرتقال 'تامسون' اندازه‌گیری شد (شکل ۹) و کمترین مقدار هسپریدین نیز در برداشت اول

۷.۳. اثر متقابل زمان برداشت و ارقام پرتقال بر شاخص‌های کیفی میوه  
نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین مقدار نارنجین

## خدایار همتی و همکاران

پرتقال تحت تأثیر زمان برداشت و نوع رقم قرار می‌گیرد. از این رو می‌توان با استناد به نتایج تحقیق حاضر، با تنظیم زمان برداشت و انتخاب رقم مناسب میوه‌های مرکبات به مقدار زیادی هسپریدین و نارنجین دست یافت.

## منابع

۱. امامی ا (۱۳۷۷) تحولی شگرف در شیمی فراورده‌های طبیعی. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع. ۹۲ ص.
۲. مرتضوی س و ضیال‌الحق ح ر (۱۳۸۳) فناوری فرآوری فراورده‌های جانبی مرکبات. مشهد. دانشگاه فردوسی مشهد. ۳۳۱ ص.
۳. عسگری ص، نادری غ و عسگری ن (۱۳۸۴) اثرات حفاظتی فلاونوئیدها در مقابل همولیز گلبولی ناشی از رادیکال‌های آزاد. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۱(۴): ۵۱۵-۵۰۵.
۴. فقیه نصیری م (۱۳۷۷) بررسی اثر مراحل برداشت ارقام مرکبات بر کمیت و کیفیت هسپریدین در شمال ایران. دانشگاه تربیت مدرس. تهران. رساله کارشناسی ارشد.
۵. قاسمی ش، همتی خ، بشیری صدر ز، قاسم‌نژاد ع و قاسمی م (۱۳۹۰) بررسی برخی ترکیبات فنلی بافت‌های میوه لیمو در مراحل مختلف رشد. علوم و صنایع غذایی. ۸(۳۱): ۷۵-۶۹.
۶. قاسم‌نژاد ع، قاسمی ی، همتی خ، ابراهیم‌زاده م ع و قاسمی ک (۱۳۹۱) مطالعه اثر پایه و بافت میوه بر برخی خصوصیات بیوشیمیایی نارنگی پیچ و پرتقال تامسون ناول. پژوهش‌های تولید گیاهی. ۱۹(۳): ۵۴-۴۳.

در رقم 'سانگین' (۴۲/۵ میلی‌گرم در لیتر) و کمترین مقدار نارنجین در ارقام 'لبنانی' و 'سانگین' (۱۳۹/۷ میلی‌گرم در لیتر) به ترتیب در برداشت دوم و اول مشاهده شد. براساس نتایج یادشده، تقریباً در تمامی ارقام پرتقال در هر دو فاکتور اندازه‌گیری شده (نارنجین و هسپریدین) مقدار آنها در برداشت‌های ابتدایی کمی روند نزولی و در مراحل انتهایی حالت صعودی داشت (کاهش دمای محیط در بهمن ماه) و سپس کاهش یافت.

نوع رقم، تغذیه خاک، شرایط آب‌وهوایی و مقدار آبیاری بر مواد ثانویه تأثیر فراوان دارد، به طوری که در باغ‌های مرکبات هر قدر بارندگی و آبیاری بیشتر باشد، از مقدار مواد جامد محلول و برخی مواد ثانویه کاسته می‌شود [۲۴]. در تحقیقات بر روی چهار رقم پرتقال 'تامسون'، 'واشنگتن'، 'سانگین' و 'لبنانی'، وزن خشک میوه در بخش‌های برون‌بر، میان‌بر و درون‌بر میوه متفاوت بود. همچنین طول و قطر میوه هماهنگ با یکدیگر با گذشت زمان افزایش یافت. میزان اسیدیته در آخرین مرحله برداشت میوه کاهش یافت. کل مواد جامد محلول در برداشت پایانی بیشتر از برداشت اولیه بود. مقدار نارنجین و هسپریدین در برداشت‌های مختلف، بافت‌های متفاوت و ارقام مختلف با یکدیگر اختلاف معنادار داشت. مقدار نارنجین و هسپریدین در بخش بیرونی بافت میوه (برون‌بر و میان‌بر) بیشتر از درون‌بر میوه بود. همراه با کاهش دمای محیط (بهمن ماه) مقدار ماده تلخ نارنجین در بافت‌های مختلف میوه متفاوت بود و در برخی بافت‌ها افزایش یافت.

## ۴. نتیجه‌گیری

براساس نتایج این تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که علاوه بر صفات کیفی و ظاهری، سایر صفات از جمله صفات کمی نظیر عملکرد وزن خشک، مقدار مواد جامد محلول، میزان اسیدیته و در آخر مقدار ترکیبات مؤثره موجود در میوه

## تأثیر زمان برداشت بر برخی فلاونوئیدها در بافت‌های مختلف میوه بالغ ارقام تجاری پرتقال

- Naringin and neohesperidin levels during development of leaves, flower buds and fruits of *Citrus anrantium*. *Plant Physiology*. 99: 67-69.
15. Castillo J, Benavente O and Del Rio JA (1993) Hesperentin 7-o-glycoside and prunin in citrus species (*Citrus aurantium* and *Citrus paradisi*) a study of quantitative distribution in immature fruits and as immediate precursors of neohesperidin and naringin in citrus aurantium. *Agriculture Food Chemistry*. 41: 1920-1924.
16. Davis FS and Albrigo LG (1994) *Citrus* CAB international press. Wallington. UK. Pp. 12-77.
17. Franks LM and Teich NM (1997) *Introduction to the Cellular and molecular biology of cancer*. New York: Oxford university Press.
18. Harborn JB (1967) *comparative biochemistry of the flavonoids*. Academic press. London and New York. 270-275.
19. Harborn JB (1982) *The chromatography of the flavonoid pigments*. *Chromatography Review*. 2: 26-105.
20. Hertog MGL, Feskeens EJM, Holmann CH, Katan MB and Kromhout D (1993) *Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: the Zutphen elderly study*. *The Lancet*. 342(8878): 1007-1011.
21. Mamdouh MA and Monira AA (2004) *Influence of Naringin on the Oxidative State of Rats with Streptozotocin- Induced. Acute Hyperglycaemia*. El Kader National Research Center, Biochemistry Department, Division of Genetic Engineering and Biotechnology. Pp. 726-733.
22. Ortuno A, Reynaldo I, Fuster MD, Botia J, Puig DJ, Sabater F, Lindon AQ, Porrás I and Del Rio JL (1997) *Citrus cultivars with high flavonoid contents in the fruits*. *Scientia Horticulturae*. 68: 231-236.
7. همتی خ، امیدبگی ر، بشیری صلدر ز و ابراهیمی ی (۱۳۸۲) تأثیر اقلیم روی صفات کمی و کیفی برخی فلاونوئیدهای ارقام مرکبات. پایان‌نامه دکتري. دانشگاه تربیت مدرس.
8. Balasundram N, Sundram K and Samman S (2006) *Phenolic compounds in plants and agriindustrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses*. *Food Chemistry*. 99: 191-203.
9. Bennett JO, Yu O, Heatherly LG and Krishnan HB (2004) *Accumulation of genistein and daidzein, soybean isoflavones implicated in promoting human health, is significantly elevated by irrigation*. *Agricultural and Food Chemistry*. 52: 7574-7579.
10. Berhow MA (2000) *Effects of early plant growth regulator treatments on flavonoid levels in grapefruit*. *Plant Growth Regulation*. 30: 225-232.
11. Bronner WG and Beechei GR (1995) *Extraction and measurement of prominent flavonoids in orange and grapefruit juice concentrates*. *Chromatography A*. 705(2): 247-256.
12. Bornes S, Wang C and Boersma B (2002) *HPLC-MASS spectrometry of isoflavonoids in soy and the American ground nut, Apios Americana Biology*. *Flavonoid in Cell Function: Advance in Experimental Medicine and Biology*. 505: 77-88.
13. Calabro ML, Galtieri V, Cutroneo P, Tommasini S, Ficarra P and Ficarra R (2004) *Study of the extraction procedure by experimental design and validation of a LC method for determination of flavonoids in Citrus bergamia juice*. *Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 35: 349-363.
14. Castillo J, Benavente O and Del Rio JA (1992)

23. Parr AJ and Bolwell GP (2000) Phenols in the plant and in man. The potential for possible nutritional enhancement of the diet by modifying the phenols content or profile. *Sciences and Food Agriculture*. 80: 985-1012.
24. Ramadan W, Mourad B, Ibrahim S and Sonbol F (1995) Oil of bitter orange new tropical antifungal agent. *Dermatol*. 35(6): 448-9.
25. Rapisarda P, Pannuzzo P, Romano G and Russo G (2003) Juice components of a new pigmented citrus hybrid *Citrus sinensis* L. Osbeck, *Citrus clementina*. *Agricultural and Food Chemistry*. 51: 1611-1616.
26. Renaldo I, Botia JM, Lindon Q and Del Rio JL (1999) Flavonoids found in several Citrus species cultivated in Cuba and Spain for the industrial application. *Cultivos Tropicales*. 20(3): 73-75.
27. Soares NFF and Hotchikiss SJH (1998) Naringinase Immobilization in Packaging Films for Reducing Naringin Concentration in Grapefruit Juice. *Food Science*. 63(1): 61-65.
28. . Xu G, Liu D, Chen J, Yea X, Ma Y and Shi J (2008) Juice components and antioxidant capacity of citrus varieties cultivated in China. *Food Chemistry*. 106: 545-551.