مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۲۲ شماره ۳ صفحه های ۲۶۵ تا ۲۷۸ (۱۴۰۰)
مقاله پژوهشی

اثر زمان‌های مختلف برداشت بر کمیت، کیفیت و پروفایل اسیدهای چرب چهار رقم زیتون در منطقه اصفهان[1]

Influence of Different Harvesting Times on Quantity, Quality, and Fatty Acids Profile of Olive Oil in Isfahan Region

نسیم بستام، بهرام بانی نسب*، مصطفی مبلی و سید امیر حسین گلی[2]

چکیده

کمیت و کیفیت روغن زیتون زیر تاثیر عوامل مختلفی همچون شرایط اقلیمی و منطقه‌ای، رقم و زمان برداشت قرار می‌گیرد. این پژوهش به‌منظور ارزیابی تأثیر زمان‌های مختلف برداشت بر کمیت، کیفیت و پروفایل اسیدهای چرب چهار رقم زیتون روغنی، زرد، آمفی‌سیس و بلیدی در سال ۱۳۹۵ در منطقه اصفهان انجام شد. بدین منظور برداشت میوه‌ها از اوایل مهر ماه آغاز شد و تا اواخر آبان ماه در چهار نوبت و به فاصله دو هفته یک‌بار صورت گرفت. در هر مرحله از برداشت، ویژگی‌های کمی و کیفی روغن و پروفایل اسیدهای چرب ارزیابی شد. نتیجه‌ها نشان داد که در تمامی رقم‌ها با پیشرفت رسیدگی میوه و بالا رفتن شاخص بلوغ، درصد روغن و اسیدهای چرب آزاد افزایش و میزان کلروفیل و ترکیب‌های فنولیکی روغن کاهش یافتند. کمترین مقدار اسیدهای چرب اشباع (پالمیتیک اسید و استئاریک اسید)، بیشترین نسبت اسیدهای چرب تک غیر اشباع (اولئیک اسید) به چند غیر اشباع (لینولئیک اسید) و کمترین میزان شاخص کاکس (شاخص اکسیداسیون) که نشان دهنده بالاترین کیفیت روغن زیتون است در رقم‌های آمفی سیس و روغنی در دومین مرحله برداشت و در رقم‌های زرد و بلیدی در چهارمین مرحله برداشت به‌دست آمد. در مجموع، بر اساس نتیجه‌های پژوهش حاضر در همه رقم‌های مورد مطالعه مناسب‌ترین زمان برداشت به منظور استحصال بیشترین میزان روغن مرحله چهارم (۲۴ آبان) بود.

واژه های کلیدی: زمان برداشت، شاخص بلوغ، پروفایل اسید چرب و کیفیت روغن زیتون.

مقدمه

در سال‌های اخیر، کشت درختان زیتون به دلیل تحمل نسبی آن‌ها به برخی تنش‌های محیطی مانند شوری و همچنین تولید محصول با ارزش روغن، در مناطق مختلف ایران گسترش وسیعی یافته است (۳۵). روغن زیتون یکی از سالم‌ترین روغن‌های خوراکی است که مورد مصرف انسان قرار می‌گیرد (۸). ارزش غذایی روغن زیتون به دلیل وجود تعادل مناسب میان اسیدهای چرب اشباع، تک غیر اشباع و چند غیر اشباع و نیز وجود ترکیب‌هایی از جمله کلروفیل، پلی فنول‌ها و توکوفرول‌ها در آن است (۱۱).

ترکیب‌های شیمیایی و کیفیت روغن زیتون زیر تاثیر عوامل مختلفی همچون ویژگی‌های جغرافیایی محل کاشت (ویژگی‌های خاک، ارتفاع و عرض جغرافیایی)، شرایط آب و هوایی، رقم، فرآیند استخراج و زمان برداشت میوه قرار می‌گیرد (۱۱). یکی از مهمترین عوامل مؤثر بر شاخص‌های کیفی و ترکیب اسیدهای چرب روغن زیتون، مرحله بلوغ میوه است. در حین فرآیند

۱- تاریخ دریافت: ۹۹/۴/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۹/۶/۲۵

۲- به‌ترتیب دانشجوی دکتری، دانشیار و استاد گروه علوم باغبانی و استاد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (bbanin@iut.ac.ir).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.3.2.7]

رسیدگی میوه پارامترهایی همچون وزن میوه، نسبت گوشت به هسته، رنگ میوه، مقدار روغن، ترکیب‌های شیمیایی روغن و فعالیت‌های آنزیمی در میوه تغییر می‌کنند. در نتیجه این تغییرها، آسانی استخراج روغن و ویژگی‌های حسی روغن زیر تاثیر قرار می‌گیرد (۲۷، ۷). همچنین ترکیب اسیدهای چرب و میزان پلی فنول‌ها، توکوفرول‌ها، استرول‌ها و رنگدانه‌های موجود در روغن نیز زیر تاثیر بلوغ میوه و زمان برداشت قرار می‌گیرند (۲۰). انباشت روغن در میوه زیتون از پایان دوره سخت شدن هسته آغاز می‌شود و در بیشتر رقم‌ها تا تغییر رنگ میوه ادامه می‌یابد (۲۴). روغن به‌دست آمده از میوه‌هایی که زود هنگام برداشت شوند اگرچه حاوی پلی فنول بالایی بوده که موجب ایجاد طعم تلخ و گسی روغن می‌شود، اما چنین روغنی به دلیل اثرهای آنتی اکسیدانی پلی فنول‌ها به نسبت پایدارتر است (۱۳). در مراحل اولیه رسیدگی میوه، کیفیت و درصد روغن به طور همزمان افزایش می‌یابند این درحالی است که پیش از حصول بیشترین مقدار روغن، کیفیت آن روند کاهشی می‌یابد (۱۱). از آنجایی که عملکرد روغن از نظر اقتصادی دارای اهمیت بسیاری است، بنابراین برای تعیین مناسب‌ترین زمان برداشت، لازم است عملکرد روغن نیز همزمان با شاخص‌های کیفی در نظر گرفته شود. افزون بر این، آهنگ بلوغ یک رقم در شرایط فصل‌های مختلف رشد و با تغییر میزان باردهی، یکسان نخواهد بود. بنابراین، تعیین بهترین زمان برداشت کار دشواری است (۱۱).پژوهش‌های مختلفی در ایران برای تعیین زمان مناسب برداشت رقم‌های زیتون انجام شده است. در پژوهشی در منطقه رودبار که توسط رستمی و همکاران (۳۴) به‌منظور بررسی اثر زمان برداشت میوه بر عملکرد و کیفیت روغن در برخی از رقم‌های زیتون انجام شد، نتیجه‌ها نشان داد که در تمامی رقم‌های مورد مطالعه با پیشرفت رسیدگی میوه و افزایش میزان روغن، اسید چرب آزاد نیز افزایش یافت و به‌طورکلی تأخیر در برداشت میوه باعث افزایش درصد و کاهش کیفیت روغن شد. همچنین بیان کردند که زمان مناسب برداشت زیتون برای رقم‌های زرد، روغنی، آربکینا[1]و کراتینا[2] در منطقه رودبار استان گیلان زمانی بود که شاخص رسیدگی میوه به‌ترتیب بین ۴/۲۱ – ۳/۴۷، ۵/۲ – ۴/۴۲، ۵/۰ – ۳/۹ و ۴/۲۵ – ۳/۹ باشد. جامی و همکاران (۲۲) اثر زمان برداشت بر وزن میوه، انباشت روغن و باردهی چند رقم زیتون در شهرستان طارم را بررسی کرده و نتیجه گرفتند که برداشت میوه زیتون برای استخراج روغن در اواخر مهر ماه قابل توصیه است. رازقی و همکاران (۳۲) نیز به انتخاب زمان بهینه برداشت میوه زیتون در برخی از رقم‌های ایرانی و مدیترانه‌ای بر مبنای میزان روغن و ترکیب اسیدهای چرب پرداختند و مشاهده کردند که هم‌زمان با رسیدگی میوه ضمن افزایش درصد روغن، میزان اسیدهای چرب پالمتیک، اولئیک و استئاریک کاهش و لینولئیک و پالمیتولئیک اسید افزایش یافت. آنان همچنین گزارش کردند مناسب‌ترین زمان برداشت برای ارقام ماری، کرونایکی و آربکین ۱۸۰ روز پس از گل‌دهی است. با توجه به نتیجه‌های متفاوت پژوهش‌های پیشین و با در نظر گرفتن این نکته که زمان برداشت زیتون بسته به شرایط اقلیمی از منطقه‌ای به منطقه‌ی دیگر متفاوت خواهد بود، لذا لازم است در هر منطقه آزمایش‌های مستقل انجام گیرد. بنابراین، آزمایش حاضر با هدف ارزیابی اثر زمان‌های مختلف برداشت بر کمیت و کیفیت روغن در چهار رقم زیتون و نیز تعیین شاخص بلوغ بهینه برای میوه‌ها در زمان برداشت در منطقه اصفهان انجام شد. برای این منظور دو رقم بومی روغنی و زرد و دو رقم خارجی بلیدی و آمفی سیس که کاربرد روغنی دارند، انتخاب شدند.

مواد و روش‌ها

محل اجرای آزمایش

این آزمایش در سال ۱۳۹۵ در باغ پژوهشی زیتون احداث شده در دانشگاه صنعتی اصفهان به اجرا در آمد. این محل در عرض جغرافیایی ۳۲ درجه شمالی، طول جغرافیایی ۵۱ درجه شرقی و ارتفاع از سطح دریای ۱۶۰۲ متر واقع شده است. متوسط میزان بارندگی سالانه ۹۶/۶ میلی متر، متوسط بیشینه دمای سالانه ۲۸/۸۳ درجه سلسیوس و متوسط کمینه دمای سالانه ۴/۴۲ درجه سلسیوس می‌باشد.

آزمایش روی درختان ۱۷ ساله چهار رقم زیتون که با فاصله ۵ در ۶ متر کاشته شده بودند، انجام گرفت. رقم‌های زیتون استفاده شده دو رقم بومی روغنی و زرد و دو رقم خارجی بلیدی و آمفی سیس بودند. سیستم آبیاری درختان به صورت آبیاری قطره‌ای بود. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در زمان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و هر تکرار شامل هفت درخت به اجرا درآمد. درختان مورد نظر از لحاظ اندازه و شکل تاج درخت یکنواخت بودند. جهت بررسی تعیین زمان

۱- Arbequina

۲- Coratina

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.3.2.7]

برداشت مناسب و روند تغییرهای کمی و کیفی روغن، برداشت میوه‌ها از اوایل مهر ماه آغاز شد و تا اواخر آبان ماه در چهار نوبت و به فاصله دو هفته یکبار صورت گرفت؛ به طوریکه تاریخ‌های دقیق برداشت ۱۲ مهر ماه، ۲۶ مهر ماه، ۱۰ آبان ماه و ۲۴ آبان ماه بود.

شاخص بلوغ میوه

برای تعیین شاخص بلوغ میوه‌ها در زمان‌های مختلف برداشت، از درختان هر تکرار ۵۰ عدد میوه سالم و عاری از هر گونه آسیب دیدگی به طور تصادفی از نقاط مختلف درخت برداشت و میوه‌ها با یکدیگر مخلوط شدند. سپس از توده میوه حاصل ۱۰۰ عدد میوه به طور تصادفی انتخاب و بر اساس روش پیشنهادی شورای بین المللی روغن زیتون و با استفاده از فرمول زیر شاخص بلوغ میوه تعیین شد (۲۱).

$$\text{شاخص بلوغ} = (n_0 + 2\times n_1 + 3\times n_2 + 4\times n_3 + 5\times n_4 + 6\times n_5 + 7\times n_6 + 8\times n_7)/100$$

در این فرمول، n_0 = تعداد میوه‌های سبز پر رنگ، n_1 = تعداد میوه‌های سبز متمایل به زرد، n_2 = تعداد میوه‌های سبز متمایل به قرمز، n_3 = تعداد میوه‌های قرمز متمایل به بنفش، n_4 = تعداد میوه‌های سیاه که رنگ گوشت میوه سبز باشد، n_5 = تعداد میوه‌های سیاه که رنگ گوشت میوه تا نصف بنفش باشد، n_6 = تعداد میوه‌های سیاه که رنگ گوشت تا هسته بنفش باشد و n_7 = تعداد میوه‌های سیاه که رنگ گوشت کامل سیاه باشد (۲۱).

بررسی ویژگی‌های روغن

استخراج روغن

برای تعیین درصد روغن، میوه‌ها هسته‌گیری شده و به مدت ۴۸ ساعت درون آون با دمای ۶۰ درجه سلسیوس قرار گرفت. سپس میوه‌های خشک شده، خرد شد و روغن موجود در آن‌ها با استفاده از دستگاه سوکسله با کاربرد پترولیوم اتر (۴۰-۶۰ درجه سلسیوس) استخراج گردید (۲۶). برای آنالیزهای کیفی روغن، میوه‌های سالم با استفاده از چکش خرد گردید و سپس میوه‌های خرد شده به مدت ۳۰ دقیقه، در دمای ۲۵ درجه سلسیوس مخلوط شدند و روغن از راه سانتریفیوژ به مدت ۳ دقیقه و با سرعت۳۵۰۰ دور در دقیقه استخراج شد. روغن به‌دست آمده تا زمان اندازه‌گیری شاخص‌های کیفی در بطری تیره رنگ و در دمای ۴ درجه سلسیوس نگهداری شد (۳۰).

اسید های چرب آزاد

اسیدهای چرب آزاد روغن بر اساس روش ارائه شده در آیین نامه EEC 2568/91، با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر (Shimadzu، ژاپن، مدل UV-160A) خوانده و بر حسب درصد اولئیک اسید بیان شد (۱۸).

محتوای کلروفیل

محتوای کلروفیل موجود در روغن با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر در سه طول موج ۶۳۰، ۶۷۰ و ۷۱۰ نانومتر خوانده و با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (۳۹).

$$\text{میزان کلروفیل کل (میلی‌گرم بر کیلوگرم روغن)} = \frac{A\ 670 - \left(\frac{A\ 630 + A\ 710}{2}\right)}{0.901 \times L}$$

A= جذب در طول موج مربوط و L= ضخامت کوئت (سانتی‌متر).

میزان کل ترکیب‌های فنولیکی

میزان کل ترکیب‌های فنولیکی روغن زیتون به روش اسپکتروفوتومتری، با استفاده از معرف فولین-سیکالتو به روشی که توسط Capannesi و همکاران (۹) توصیف شده است، استخراج و اندازه‌گیری گردید.

ترکیب اسیدهای چرب

جهت اندازه‌گیری اسیدهای چرب روغن از دستگاه گاز کروماتوگراف ساخت شرکت BEIFEN مدل 3420A مجهز به دتکتور FID و ستون موئین HP-88 استفاده شد. به منظور آماده سازی نمونه‌ها، ۱ میلی‌لیتر ان-هگزان و ۱۰۰ میکرولیتر سدیم متوکسید به ۵۰ میکرولیتر روغن افزوده شد و مخلوط به دست آمده به مدت ۱۵ دقیقه در دمای اتاق ورتکس شد و سپس ۱ میکرولیتر از فاز بالایی محلول حاصل شده برای تزریق به دستگاه استفاده شد. برنامه دمایی دستگاه گاز کروماتوگراف شامل افزایش دما ابتدا از ۱۵۰ تا ۲۱۰ درجه سلسیوس به مدت ۸ دقیقه، سپس افزایش تا دمای ۲۴۰ درجه سلسیوس به مدت ۶ دقیقه، با نرخ ۵

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.3.2.7]

درجه سلسیوس در هر دقیقه بود. دمای انژکتور و دتکتور، به ترتیب ۲۳۰ و ۲۵۰ درجه سلسیوس بود. گاز نیتروژن با درجه خلوص بسیار بالا به‌عنوان گاز حامل با نرخ حرکت ۱ میلی‌لیتر در هر دقیقه استفاده شد (۱۶).

شاخص اکسیداسیون

شاخص کاکس که نشان دهنده سطح اکسیداسیون روغن است، از راه درصد اسیدهای چرب غیر اشباع با زنجیره ۱۸ کربنی (C18:1، C18:2 و C18:3) و به وسیله فرمول زیر محاسبه گردید (۱۴).

$$\text{شاخص کاکس} = \frac{[1(\text{C18: 1\%}) + 10.3(\text{C18: 2\%}) + 21.6(\text{C18: 3\%})]}{100}$$

آنالیز آماری

داده‌ها به وسیله نرم افزار آماری SAS نسخه۹/۱ واکاوی شد و مقایسه میانگین داده‌ها در سطح ۵ درصد با استفاده از آزمون کمینه تفاوت معنی‌دار (LSD) انجام شد.

نتایج و بحث

شاخص بلوغ

در این پژوهش با گذشت زمان شاخص بلوغ در تمامی رقم‌ها افزایش و در تمامی زمان‌های برداشت تفاوت معنی‌داری بین بیشتر رقم‌ها در شاخص‌های بلوغ میوه وجود داشت. نتیجه‌ها نشان داد به استثنای زمان برداشت اول که تفاوت معنی‌داری بین رقم‌های آمفی سیس و روغنی در شاخص بلوغ میوه دیده نشد در سایر زمان‌های برداشت بیشترین شاخص بلوغ مربوط به رقم آمفی سیس بود (شکل ۱). در بین رقم‌ها، بلیدی کمترین شاخص بلوغ را در زمان‌های برداشت سوم و چهارم (به ترتیب ۴/۳۴ و ۴/۷۵) داشت که نشان دهنده رنگ‌گیری و رسیدگی دیرتر میوه این رقم در مقایسه با سایر رقم‌ها در منطقه اصفهان بود (شکل ۱). تغییر رنگ میوه که توسط شاخص بلوغ بیان می‌شود از پارامترهای معمول و کاربردی جهت تشخیص رسیدگی و زمان برداشت میوه زیتون است. در حین فرایند رسیدگی میوه، میزان کلروفیل و کاروتنوئید به تدریج در درون میوه کاهش می‌یابد و موازی با این کاهش، فعالیت‌های فتوسنتزی میوه نیز کم می‌شود و به دنبال آن رنگدانه آنتوسیانین در میوه انباشت می‌یابد (۱۱). به دلیل انباشت آنتوسیانین، میوه‌ها در انتهای فرآیند رسیدن، بنفش یا ارغوانی رنگ شده و رنگ میوه به عنوان یک مشخصه کاربردی و رایج برای تشخیص سطح بلوغ میوه به کار می‌رود.

میزان روغن گوشت میوه بر اساس وزن خشک (درصد)

با گذشت فصل و پیشرفت رسیدگی میوه، انباشت روغن در بافت میوه همه رقم‌ها افزایش معنی‌داری یافت، به گونه‌ای‌که بیشینه میزان روغن در آخرین مرحله برداشت ثبت شد (شکل۱). بررسی روند افزایش روغن در رقم‌های مختلف نشان داد در سه رقم زرد، آمفی سیس و روغنی با گذشت زمان میزان روغن با روندی به تقریب مشابه و تدریجی افزایش یافت درحالی‌که این روند افزایش در رقم بلیدی بیش از سه رقم دیگر بود (شکل ۱). افزایش روغن می‌تواند به دلیل تداوم فعالیت مسیر زیست‌ساخت تری گلیسیرید در بافت میوه تا زمان رسیدن به بلوغ کامل باشد (۳۸). ادامه روند انباشت روغن و افزایش شاخص بلوغ در همه رقم‌های مورد آزمایش با هم هماهنگی داشته که این یافته‌ها با نتیجه‌های Dag و همکاران (۱۱) همخوانی داشت. نتیجه‌ها همچنین نشان داد در تمامی زمان‌های برداشت تفاوت معنی‌داری در درصد روغن بین رقم‌ها وجود داشت. در سه زمان نخست برداشت بیشترین میزان روغن میوه (به ترتیب ۳۰/۷۸، ۳۲/۸۰ و ۳۵/۷۰ درصد) در رقم روغنی مشاهده شد. این درحالی بود که در رقم بلیدی اگرچه در دو زمان نخست برداشت درصد روغن به طور معنی‌داری کمتر از رقم‌های آمفی سیسی و روغنی بود، اما در آخرین زمان برداشت، بیشترین درصد روغن به میزان ۴۲/۰۴ درصد را به خود اختصاص داد (شکل۱) که به ترتیب افزایش ۴۶/۱۷، ۲۰/۸۰ و ۱۳/۲۵ درصدی نسبت به رقم‌های زرد، آمفی سیس و روغنی نشان داد (شکل۱). در پژوهشی Lavee و Wonder (۲۴) پس از بررسی اثر زمان برداشت بر میزان روغن در رقم بارونی و مانزانیلا، نتیجه گرفتند که در مرحله بلوغ کامل میوه، زمانی که میوه به رنگ سیاه در می‌آید، میزان نسبی روغن در مزوکارپ در همه میوه‌ها در هر اندازه‌ای که باشند، یکسان است. میزان نهایی روغن در میوه‌ها به برهمکنش بین شرایط محیطی و پتانسیل ژنتیکی هر رقم بستگی دارد و همچنین میزان روغن تولید شده توسط یک درخت زیتون بیشتر توسط مقدار مزوکارپ در دسترس برای زیست‌ساخت روغن تنظیم می‌شود (۲۴). بنابراین با توجه به اینکه در رقم‌های مختلف مورد بررسی در این آزمایش، نسبت گوشت به هسته متفاوت بود

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.3.2.7]

(داده ارائه نشده) به بیان دیگر میزان مزوکارپ در دسترس برای انباشت روغن تفاوت داشت، اختلاف در درصد روغن میان رقم‌های مختلف می‌تواند به همین دلیل باشد.

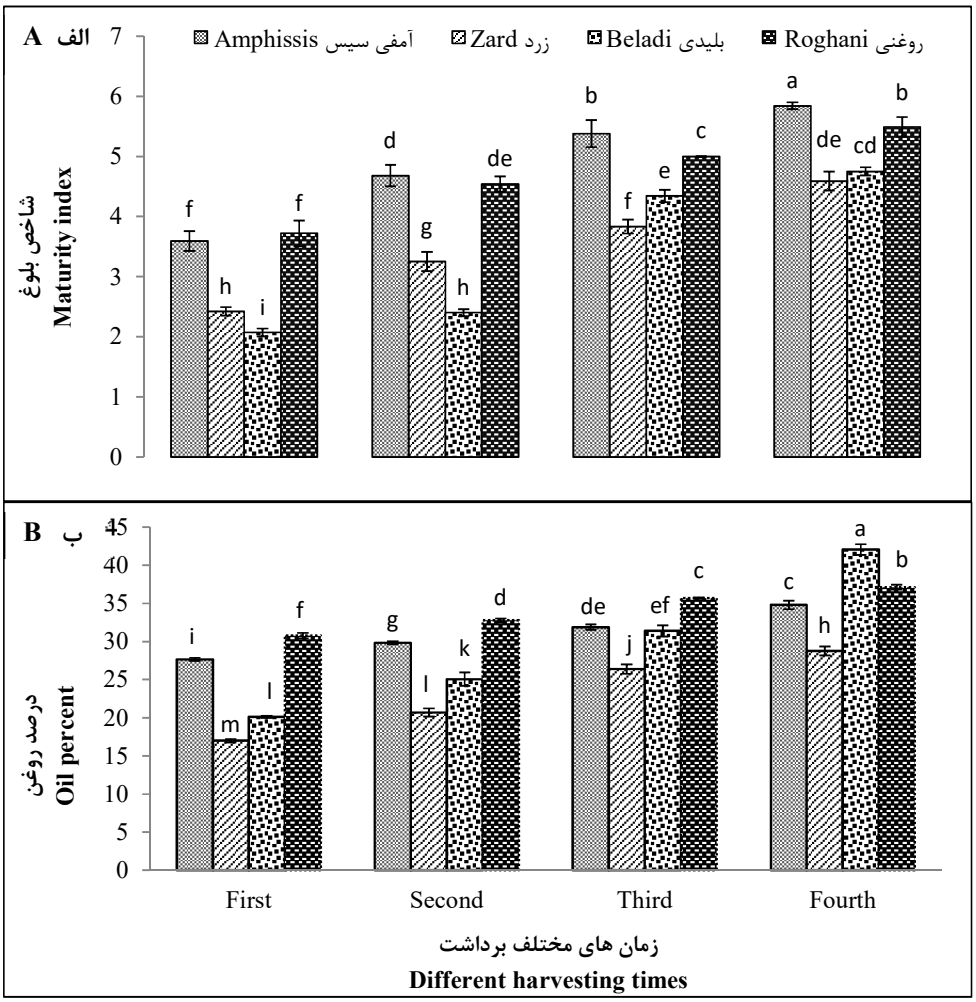

Fig. 1. Maturity index (A) and oil percent (B) of fruit in different olive cultivars in four harvest stages. Means with similar letters are not significantly different at 5% level of probability using LSD test.

شکل ۱- شاخص بلوغ میوه (الف) و درصد روغن میوه (ب) در رقم‌های مختلف زیتون در چهار زمان برداشت. میانگین‌هایی که دارای حرف‌های مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

اثر مراحل مختلف برداشت و رقم‌های مختلف بر ویژگی‌های کیفی روغن

اسیدهای چرب آزاد

اسید های چرب آزاد به‌عنوان یکی از اولین فاکتورهایی که در روغن زیتون اندازه‌گیری می‌شود اهمیت زیادی در تعیین کیفیت روغن زیتون داشته و به‌عنوان یک استاندارد در دسته‌بندی روغن مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۱). با توجه به شکل ۲ نتیجه‌ها نشان داد که با پیشرفت مراحل رسیدگی، اسیدهای چرب آزاد در هر چهار رقم افزایش یافت که این یافته با نتیجه‌های Alowaiesh و همکاران (۳، ۲) هماهنگی دارد. همچنین یوسفی و همکاران (۴۳) نیز در مطالعه‌ای که روی رقم‌های آربکین و پیکوال انجام دادند، افزایش تدریجی اسیدهای چرب آزاد را در روغن زیتون طی مراحل مختلف برداشت مشاهده کردند. رقم‌های مختلف مورد آزمایش تفاوت معنی‌داری را در میزان اسیدهای چرب آزاد طی مراحل مختلف رسیدگی نشان دادند و بیشترین میزان اسید چرب آزاد مربوط به مرحله چهارم برداشت در دو رقم روغنی و آمفی سیس بود (به ترتیب ۰/۴۹ و ۰/۴۷) که بالاترین

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.3.2.7]

میزان شاخص بلوغ (به ترتیب ۵/۴۹ و ۵/۸۱) را نیز نسبت به دو رقم دیگر دارا بودند. این نتیجه‌ها با گزارش‌های Al-Maaita و همکاران (۱) و Mailer و همکاران (۲۵) که گزارش نمودند میزان اسید چرب آزاد روغن در طی زمان‌های مختلف برداشت افزایش یافته و میزان اسید چرب آزاد بین رقم‌های مختلف تفاوت معنی‌داری داشتند، همسو است. بر اساس استاندارد شورای بین المللی زیتون (International Olive Council) میزان اسیدهای چرب آزاد قابل قبول به منظور قرارگیری روغن زیتون در گروه فرابکر کمتر یا مساوی ۰/۸ است. در پژوهش حاضر، در هر چهار رقم و حتی در آخرین زمان برداشت میزان اسیدهای چرب آزاد در محدوده قابل قبول برای روغن زیتون فرابکر قرار داشتند (شکل ۲). افزایش اسیدهای چرب آزاد روغن با افزایش بلوغ و رسیدگی بیشتر میوه می‌تواند به دلیل افزایش فعالیت آنزیم لیپولیتیک درون بافت گوشت میوه باشد (۲۸). همچنین، با پیشرفت رسیدگی میوه و کاهش سفتی بافت میوه، حساسیت میوه‌ها به آسیب‌های مکانیکی و بیماری‌زاها افزایش یافته و این می‌تواند فعالیت آنزیمی را در بافت میوه تحریک کرده و درصد اسید چرب آزاد را افزایش دهد.

کلروفیل

در هر چهار رقم زیتون، میزان کلروفیل روغن با پیشرفت مراحل رسیدگی و بلوغ میوه، کاهش معنی‌داری یافت (شکل۲). همچنین، بررسی تغییرهای میزان کلروفیل نشان داد در دو رقم روغنی و زرد کاهش میزان کلروفیل با روندی به تقریب مشابه تا آخرین زمان برداشت ادامه یافت. این درحالی بود که در رقم بلیدی تا زمان برداشت سوم (۰/۳۸ میلی‌گرم در کیلوگرم روغن) کاهش کلروفیل اندک و پس از آن در آخرین زمان برداشت (۰/۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روغن) کاهش ۴۷/۶۲ درصدی در کلروفیل روغن رخ داد (شکل۲). بالعکس در رقم آمفی سیس، میزان کلروفیل تا زمان دوم برداشت به سرعت کاهش و پس از آن تا آخرین زمان برداشت درصد کاهش کلروفیل روغن کم بود (شکل ۲). در مجموع در آخرین زمان برداشت بیشترین میزان کلروفیل روغن با مقادیر به تقریب مشابه مربوط به دو رقم بلیدی و روغنی (به ترتیب ۰/۱۹۸ و ۰/۲۰۱ میلی‌گرم در کیلوگرم روغن) بود که نسبت به دو رقم زرد و آمفی سیس افزایش (به ترتیب ۱۷/۱۷ و ۱۸/۴۱درصدی) نشان دادند (شکل ۲). رنگ سبز روغن زیتون بستگی به میزان کلروفیل دارد (۱۲). اگرچه شورای بین المللی زیتون رنگ روغن را در بین استانداردهای کیفیت روغن لحاظ ننموده است، اما رنگ روغن زیتون به عنوان یک پارامتر کیفی نقش مهمی در ویژگی‌های حسی و پذیرش روغن زیتون از سوی مصرف‌کنندگان دارد. بر اساس نظر مصرف‌کنندگان، وجود رنگ سبز تیره‌تر در روغن‌های زیتون نشان دهنده کیفیت برتر روغن می‌باشد (۱۵). در حین فرآیند رسیدگی، غلظت کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدها در میوه به تدریج کاهش می‌یابد و فعالیت‌های فتوسنتزی میوه نیز کاهش پیدا می‌کند و به دنبال آن رنگدانه آنتوسیانین در میوه انباشت می‌یابد (۱۱). میزان رنگدانه‌ها در روغن زیتون به طور کامل زیر تاثیر رقم و زمان برداشت میوه قرار دارد. الگوی تغییر رنگ در میوه زیتون در حین فرآیند رسیدن با ناپدید شدن کلروفیل و تشکیل ترکیب‌های آنتوسیانینی در میوه در ارتباط است. این الگوی تغییر در همه رقم‌ها مشاهده می‌شود، اما تفاوت رقم‌های مختلف مربوط به آهنگ ناپدید شدن کلروفیل است که به نظر می‌رسد برای هر رقم ذاتی است و آنچه باعث این تفاوت می‌شود، به احتمال سطح فعالیت آنزیمی است که در کاتابولیسم کلروفیل دخالت دارد و از هر رقم به رقم دیگر باید بسیار متفاوت باشد. در رقم‌های مختلف زیتون، کاهش کلروفیل در نرخ‌های بسیار متفاوتی رخ می‌دهد و حتی سیستم‌های مختلف آنزیمی در یک سطح درگیر نمی‌شوند (۳۳). کاهش معنی‌دار کلروفیل طی مراحل مختلف برداشت در رقم‌های مختلف توسط پژوهشگران مختلفی گزارش شده است (۳۶، ۲۳ و ۱۰).

میزان کل ترکیب‌های فنولیکی

یکی از فاکتورهای مؤثر در پایداری اکسیداتیو، ویژگی‌های تغذیه‌ای و عطر و طعم روغن زیتون، ترکیب‌های فنولیکی می‌باشد (۱۱). با پیشرفت رسیدگی میوه، اولئوروپین که عامل اصلی ایجاد طعم تلخی در روغن زیتون است، به تدریج کاهش یافته و سایر ترکیب‌های فنولیکی مانند دی متیل اولئوروپین و ۳،۴- دی هیدروکسی فنیل اتانول تجمع می‌یابد (۸). ترکیب‌های فنولیکی نیز مانند روغن به تدریج در بافت میوه انباشته می‌شوند و زمانی که پوست میوه شروع به تغییر رنگ می‌کند به کمینه مقدار خود می‌رسند و سپس زمانی که میوه بالغ شد و کامل تغییر رنگ یافت، میزان ترکیب‌های فنولیکی به سرعت کاهش می‌یابند. این افزایش میزان ترکیب‌های فنولیکی با کاهش آب در بافت میوه در ارتباط است و سبب افزایش پایداری اکسیداتیو روغن خواهد شد (۳۷). در پژوهش حاضر بررسی میزان ترکیب‌های فنولیکی روغن زیتون در زمان‌های مختلف برداشت نشان داد که میزان این ترکیب‌ها با پیشرفت رسیدگی میوه به طور معنی‌داری کاهش یافتند (شکل ۲). هر چهار رقم مورد آزمایش طی مراحل

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.3.2.7]

مختلف برداشت روند کلی کاهشی داشتند و بیشترین کاهش میزان ترکیب‌های فنولیکی در آخرین مرحله برداشت مربوط به رقم آمفی سیس (۳۶/۰۲ درصد) و کمترین میزان کاهش مربوط به رقم بلیدی (۱۳/۴۵ درصد) بود. این نتیجه‌ها با گزارش‌های Alowaiesh و همکاران (۲) و همچنین Menz و Vriesekoop (۲۷) همخوانی دارد. نیز در پژوهشی، Baccouri و همکارن (۵) گزارش کردند که ممکن است در طی مراحل مختلف برداشت در ابتدا میزان ترکیب‌های فنولیکی افزایش یابند و سپس تا آخرین مرحله برداشت روند کاهشی از خود نشان دهند. این مطلب با آنچه در مورد دو رقم زرد و بلیدی در نتیجه‌های پژوهش حاضر دیده شد، هماهنگی دارد. چرا که در هر دو این رقم‌ها در ابتدا میزان ترکیب‌های فنولیکی تا زمان تغییر رنگ میوه‌ها روند افزایشی و پس از آن روند کاهشی داشت (شکل ۲). در مجموع در بین چهار رقم مورد مطالعه بیشترین میزان ترکیب‌های فنولیکی در تمامی زمان‌های برداشت مربوط به رقم بلیدی بود؛ به‌گونه‌ایی که در آخرین زمان برداشت میزان این ترکیب‌ها در روغن رقم بلیدی نسبت به رقم‌های آمفی سیس، روغنی و زرد به ترتیب افزایش ۷۴/۲۵، ۴۹/۳۹ و ۱۹/۴۰ درصدی نشان داد (۱۶۶/۳۹ میلی‌گرم گالیک اسید در کیلوگرم روغن) (شکل ۲). عوامل مختلفی می‌تواند میزان ترکیب‌های فنولیکی را در میوه زیتون زیر تاثیر قرار دهد. از میان این فاکتورها می‌توان به درجه رسیدگی میوه، منطقه جغرافیایی، شیوه استخراج روغن و طبیعت یک رقم اشاره نمود (۴۲، ۲۶). رقم اثر عمده‌ای بر غلظت ترکیب‌های فنولیکی موجود در روغن زیتون دارد. فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیا لیاز در میوه در مراحل مختلف رشد میوه متفاوت است؛ به‌طوریکه در حین فرآیند تشکیل میوه، سخت شدن هسته و هفته نخست از مرحله تجمع روغن میزان فعالیت این آنزیم بالا بوده و بیشترین میزان فعالیت آن مربوط به زمان تشکیل میوه می‌باشد. کاهش فعالیت این آنزیم در ابتدای دوره رسیدن، زمانی که رنگ میوه از سبز به سبز روشن تغییر می‌کند و یا لکه‌های قرمز روی پوست میوه ظاهر می‌شود، مشاهده شد (۲۸). با توجه به نتیجه‌های پژوهش‌های Morello (۲۸) و همکاران، ویژگی‌های رسیدگی هر رقم زیتون بر فعالیت آنزیمی فنیل آلانین آمونیا لیاز اثر داشته و از آنجایی که میزان فعالیت این آنزیم با میزان ترکیب‌های فنولیکی همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد، در نتیجه میزان کل ترکیب‌های فنولیکی درون بافت میوه زیتون را زیر تاثیر خود قرار می‌دهد. همچنین، تفاوت در میزان ترکیب‌های فنولیکی میان رقم‌های مختلف ممکن است به دلیل تفاوت سطوح آنزیمی مختلف مانند لیپوکسی ژناز باشد که باعث تبدیل اولئوروپین به مشتق‌های هیدروکسی تیروزول و تیروزول در میوه زیتون می‌شود (۱۷). از آن‌جایی‌که شرایط محیطی برای تمامی رقم‌ها در آزمایش حاضر یکسان بود، تفاوت ترکیب‌های فنولیکی مرتبط با سطوح آنزیمی متفاوت می‌باشد. در تأیید این نتیجه، رمضانی- خرازی (۳۱) نیز پس از بررسی کیفیت روغن زیتون رقم‌های زرد، روغنی و شنگه در منطقه رودبار استان گیلان بیان کردند که میزان ترکیب‌های فنولیکی بین رقم‌های مختلف در این منطقه متفاوت است.

اثر مراحل مختلف برداشت و رقم‌های مختلف بر اسیدهای چرب روغن

در پژوهش حاضر میزان پالمیتیک اسید به‌عنوان اسید چرب اشباع غالب در روغن زیتون، با گذشت زمان در تمامی رقم‌ها کاهش یافت و در تمامی زمان‌های برداشت تفاوت معنی‌داری در میزان پالمیتیک اسید در بین رقم‌های مورد مطالعه وجود داشت. نتیجه‌ها نشان داد در تمامی زمان‌های برداشت بیشترین میزان پالمیتیک اسید مربوط به رقم روغنی و کمترین میزان مربوط به رقم زرد بود (شکل۳). وجود روند کاهشی در میزان پالمیتیک اسید طی مراحل مختلف رسیدگی میوه، با یافته‌های Menz و Vriesekoop (۲۷) و Uceda و Hermoso (۴۰) هماهنگی دارد. در پژوهشی، Gutierrez و همکاران (۱۹)، کاهش مقدار پالمیتیک اسید را طی بلوغ میوه با اثر رقیق شدن در ارتباط دانستند، چراکه طی روند رسیدگی میوه، میزان کل اسیدهای چرب در میوه در حال افزایش است اما مقدار پالمیتیک اسید ثابت می‌ماند که این در نهایت باعث رقیق شدن و کاهش درصد آن نسبت به کل اسیدهای چرب خواهد شد. با گذشت زمان و طی مراحل مختلف برداشت، درصد اولئیک اسید در بیشتر رقم‌ها افزایش معنی‌داری یافت (شکل۳) که نتیجه‌های پژوهش حاضر با یافته‌های Menz و Vriesekoop (۲۷) و Uceda و همکاران (۴۱) همخوانی دارد. در تمامی مراحل برداشت، دو رقم آمفی سیس و زرد از نظر میزان اولئیک اسید به هم نزدیک بوده و مقادیر مشابهی داشتند. در سه زمان نخست برداشت اگرچه بیشترین درصد اولئیک اسید (به ترتیب ۵۹/۲۳، ۶۱/۰۸ و ۶۰/۷۱ درصد) در رقم آمفی سیس مشاهده شد، اما در آخرین مرحله برداشت، بیشترین درصد اولئیک اسید مربوط به رقم زرد بود (۶۱/۲۱ درصد) (شکل ۳). نتیجه‌ها همچنین نشان داد اگرچه در سه زمان نخست برداشت درصد اولئیک اسید در رقم بلیدی به طور معنی‌داری کمتر از سایر رقم‌ها بود، اما در آخرین زمان برداشت میزان اولئیک اسید در این رقم به رقم روغنی نزدیک شد و در

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.3.2.7]

نهایت هر دو رقم (بلیدی و روغنی) کمترین میزان اولئیک اسید را بین رقم‌های مورد مطالعه داشتند (به ترتیب ۵۷/۰۸ و ۵۷/۱۶ درصد) (شکل۳).

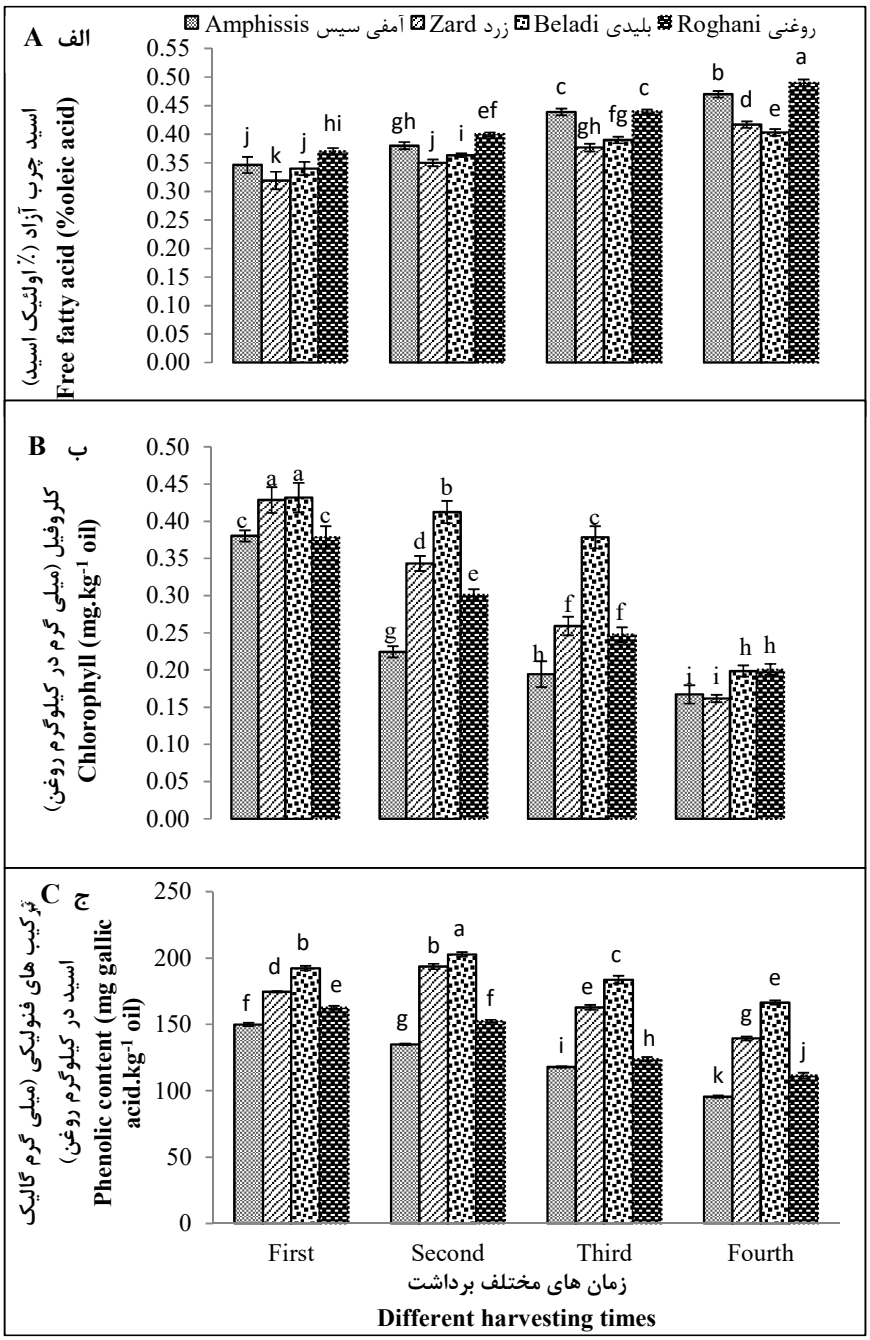

Fig. 2. Changes in the quality characteristics of olive oil: free fatty acid (A), chlorophyll (B) and phenolic content (C) in different olive cultivars at four harvest stages. Means with similar letters are not significantly different in 5% level of probability using LSD test.

شکل ۲- تغییرهای ویژگی‌های کیفی روغن زیتون: اسید چرب آزاد (الف)، کلروفیل (ب) و ترکیب‌های فنولیکی (ج)، در رقم‌های مختلف زیتون در چهار زمان برداشت. میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.3.2.7]

در مطالعه حاضر، مقدار استئاریک اسید طی مراحل مختلف برداشت، به‌طورکلی روندی کاهشی داشت (شکل ۳). در آخرین مرحله برداشت، در دو رقم بلیدی و زرد با مقادیری به تقریب مشابه به هم کمترین میزان این اسید چرب اشباع مشاهده شد (به ترتیب ۲/۳۱ و ۲/۳۴ درصد) این درحالی بود که رقم‌های آمفی سیس و روغنی بیشترین میزان استئاریک اسید را با مقادیری بسیار مشابه به هم (به ترتیب ۳/۳۴ و ۳/۳۲ درصد) در آخرین زمان برداشت دارا بودند (شکل ۳). در این پژوهش، طی مراحل مختلف برداشت، روند تغییرهای لینولئیک اسید در بیشتر رقم‌ها معنی‌دار نبوده و تنها در رقم بلیدی بین زمان نخست برداشت و آخرین مرحله از برداشت، تفاوت معنی‌داری دیده شد (به ترتیب ۱۹/۰۹ و ۱۸/۵۶) (شکل ۳). براساس نتیجه‌های Ayton و همکاران (۴) و Zeleke و همکاران (۴۴) میزان لینولئیک اسید در روغن زیتون به رقم، شرایط رشد و زمان برداشت میوه زیتون بستگی دارد. در طی فرآیند رسیدگی میوه، در اثر فعالیت آنزیم اولئیت دسچوراز[1] با تبدیل اولئیک اسید به لینولئیک اسید، میزان اولئیک اسید در روغن زیتون کاهش و مقدار لینولئیک اسید افزایش می‌یابد (۱۹). چنین روند تغییری را می‌توان در نتیجه‌های به‌دست آمده در این آزمایش مشاهده کرد، به‌طوری‌که در رقم‌های مورد مطالعه، روند تغییر اولئیک اسید در روغن زیتون تا زمان رسیدن شاخص بلوغ میوه‌ها به حدود عدد ۴/۵، افزایشی بوده و در همین زمان لینولئیک اسید کاهش یافته است. این درحالی است که در شاخص بلوغ بیش از ۴/۵، اولئیک اسید به تدریج کاهش و لینولئیک اسید افزایش یافته است. میزان نسبت اسیدهای چرب تک غیر اشباع به چند غیر اشباع در روغن زیتون اهمیت بسیاری دارد چراکه بر ویژگی‌های تغذیه‌ای و پایداری اکسیداتیو روغن تأثیرگذار است (۶). در آزمایش حاضر، این نسبت طی مراحل مختلف برداشت در هر چهار رقم مورد آزمایش روند افزایشی معنی‌داری داشت (شکل ۴). در رقم‌های آمفی سیس و روغنی بیشترین میزان این نسبت در مرحله دوم برداشت (به ترتیب ۳/۴۶ و ۳/۱۶) و در رقم‌های بلیدی و زرد بیشترین میزان در مرحله چهارم برداشت (به ترتیب ۳/۰۵ و ۳/۴۲) مشاهده گردید (شکل ۴). این روند تغییرها با آنچه در مورد اولئیک اسید (اسید چرب تک غیر اشباع) و لینولئیک اسید (اسید چرب چند غیر اشباع) مشاهده شد هماهنگی داشته و قابل توجیه است (شکل ۳). در مطالعه‌ای که Alowaiesh و همکاران (۲) روی رقم‌های مانزانیلا[2] و فرانتوئیو[3] انجام دادند، بیشترین میزان اولئیک اسید و نسبت اسیدهای چرب تک غیر اشباع به چند غیر اشباع در تاریخ‌هایی به‌دست آمد که معادل تاریخ‌های برداشت دوم تا چهارم در آزمایش حاضر بود. نتیجه‌های این پژوهش همچنین نشان داد میزان اسیدهای چرب اشباع طی مراحل مختلف برداشت، روندی کاهشی داشت که این کاهش در بیشتر رقم‌های مورد مطالعه معنی‌دار بود (شکل ۴). به طور کلی، کمترین میزان اسید چرب اشباع مربوط به رقم زرد در مرحله چهارم برداشت بود (۱۷/۴۹)، (شکل ۴). شاخص کاکس که نشان دهنده میزان اکسیداسیون در روغن می‌باشد، با پیشرفت بلوغ و رسیدگی میوه، طی مراحل مختلف برداشت، کاهش یافت و مقادیر کمتر این شاخص نشان دهنده پایداری بالاتر روغن می‌باشد و کمترین میزان آن در رقم‌های آمفی سیس و روغنی در دومین مرحله برداشت (به ترتیب ۲/۷۰ و ۲/۷۶) و در رقم‌های زرد و بلیدی در چهارمین مرحله برداشت (به ترتیب ۲/۷۳ و ۲/۶۷) به‌دست آمد. به طور کلی کمترین مقدار این شاخص بین همه رقم‌ها را رقم بلیدی در زمان چهارم داشت (۲/۶۷)، (شکل ۴).

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

برای شناسایی تفاوت‌های بین رقم‌های مختلف در طول فرآیند رسیدن و اثر آن بر ویژگی‌های روغن زیتون، آنالیز داده‌ها به صورت تجزیه به مؤلفه‌های اصلی صورت گرفت و نتیجه‌های مربوط به چهار زمان مختلف برداشت در شکل ۵ نمایش داده شده است. در شکل ۵، در زمان‌های برداشت اول، دوم، سوم و چهارم، دو عامل اول به ترتیب ۹۲/۹۹ درصد، ۹۳/۹۷ درصد، ۹۵/۹۱ و ۹۵/۴۶ درصد از واریانس کل را تبیین کردند. همچنین از بررسی شکل‌ها می‌توان دریافت که ویژگی‌های شاخص بلوغ، درصد روغن و اسیدهای چرب آزاد با یکدیگر همبستگی مثبت و معنی‌دار داشتند و این سه صفت با صفت‌های میزان کل ترکیب‌های فنولیکی و میزان کلروفیل همبستگی منفی و معنی‌دار داشتند. استئاریک اسید و پالمیتیک اسید با اسیدهای چرب اشباع همبستگی مثبت و معنی‌دار نشان دادند. همچنین اولئیک اسید با اسیدهای چرب تک غیر اشباع و لینولئیک اسید با اسیدهای چرب چند غیر اشباع همبستگی مثبت و معنی‌داری داشتند. همچنین دو رقم بلیدی و زرد از نظر ویژگی‌های بررسی شده به یکدیگر شباهت بیشتری داشته و دو رقم آمفی سیس و روغنی نیز نسبت به هم نزدیکتر بودند.

۱- Oleate desaturase ۲- Manzanilla ۳- Frantoio

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.3.2.7]

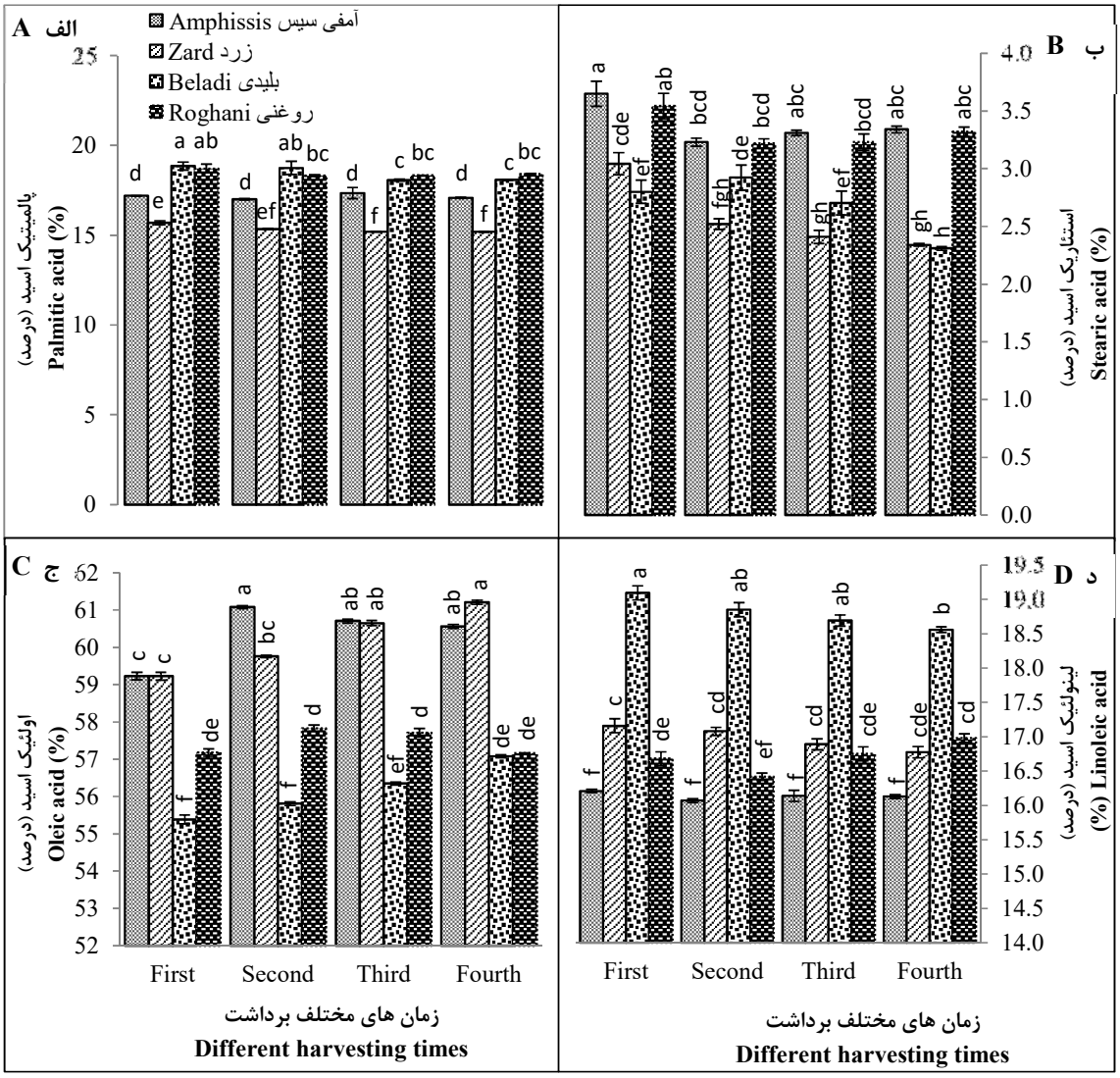

Fig. 3. Olive oil fatty acids: palmitic acid (A), oleic acid (B), stearic acid (C) and linoleic acid (D) in different olive cultivars at four harvest stages. Means in each column with similar letters are not significantly different in 5% level of probability using LSD test.

شکل ۳- اسیدهای چرب روغن زیتون: پالمیتیک اسید (الف)، اولئیک اسید (ب)، استئاریک اسید (ج) و لینولئیک اسید (د)، در رقم‌های مختلف زیتون در چهار زمان برداشت. میانگین‌هایی که دارای حرف‌های مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.3.2.7]

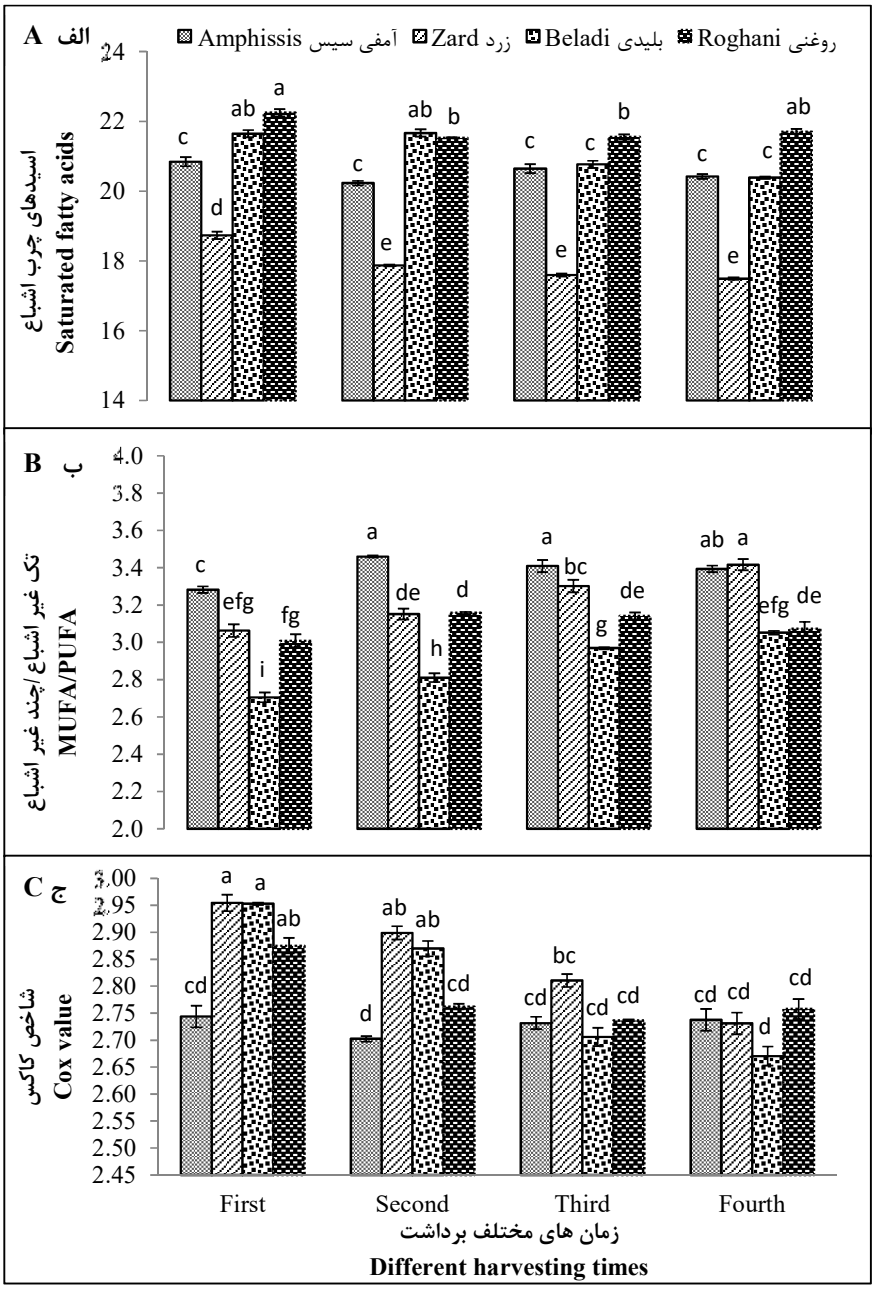

Fig. 4. Saturated fatty acids (A), mono unsaturated fatty acids/poly unsaturated fatty acids (MUFA/PUFA) (B) and cox value (C) in different olive cultivars at four harvest stages. Means in each column with similar letters are not significantly different in 5% level of probability using LSD test.

شکل ۴- اسیدهای چرب اشباع (الف)، نسبت اسیدهای چرب تک غیر اشباع به چند غیر اشباع (ب) و شاخص کاکس (ج) در رقم‌های مختلف زیتون در چهار زمان برداشت. میانگین‌هایی که دارای حرف‌های مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.3.2.7]

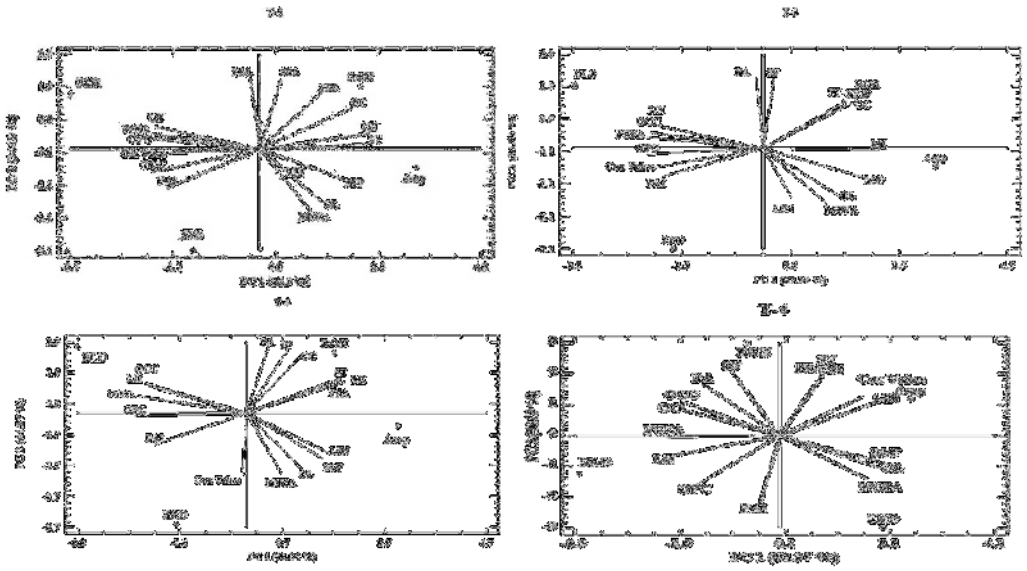

Fig. 5. Principal components analysis in different olive cultivars at four harvest stages. T1= First harvest time, T2= Second harvest time, T3= Third harvest time and T4= fourth harvest time.

شکل ۵- تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی در رقم‌های مختلف زیتون در چهار زمان برداشت، T1= زمان برداشت اول، T2= زمان برداشت دوم، T3= زمان برداشت سوم و T4= زمان برداشت چهارم.MI = شاخص بلوغ، OC= میزان روغن، FFA= اسیدهای چرب آزاد، OCC= میزان کلروفیل، OPC= ترکیب‌های فنولیکی، PA= پالمیتیک اسید، PAI=پالمیتولئیک اسید، ST= استئاریک اسید، OL= اولئیک اسید، LII= لینولئیک اسید، LIN= لینولنیک اسید، SFA= اسیدهای چرب اشباع، MUFA= اسیدهای چرب تک غیر اشباع، PUFA= اسیدهای چرب چند غیر اشباع، MP= نسبت اسیدهای چرب تک غیر اشباع به چند غیر اشباع و Cox Value= شاخص کاکس.

نتیجه‌گیری

در مجموع نتیجه‌های پژوهش حاضر نشان داد با پیشرفت مراحل بلوغ میوه، انباشت روغن در بافت میوه تا رسیدن به مرحله بلوغ کامل ادامه یافت و بالاترین میزان نسبت اسید چرب تک غیر اشباع به چند غیر اشباع، پایین‌ترین میزان اسیدهای چرب اشباع و کمترین شاخص کاکس، در مرحله‌ای از برداشت به دست آمد که معادل شاخص بلوغ حدود ۴/۵ بود. با توجه به نتیجه‌های این پژوهش، در رقم‌های آمفی سیس و روغنی مناسب‌ترین زمان برداشت به‌منظور استحصال بیشترین میزان روغن مرحله چهارم و برای به‌دست آوردن بهترین کیفیت روغن مرحله دوم (۲۶ مهر ماه و به ترتیب برای رقم‌های آمفی سیس و روغنی معادل شاخص بلوغ ۴/۶۸ و ۴/۵۴) بود. در این آزمایش اگر چه در رقم‌های زرد و بلیدی بیشترین مقدار و بهترین کیفیت روغن در آخرین تاریخ برداشت (۲۴ آبان ماه و به ترتیب برای رقم‌های زرد و بلیدی معادل شاخص بلوغ ۴/۵۹ و ۴/۷۵) به‌دست آمد، اما با توجه به این احتمال که برداشت میوه با درجه رسیدگی بیشتر ممکن است سبب بهبود کمیت و کیفیت روغن در این رقم‌ها شود لذا بررسی تاریخ‌های برداشت دیر هنگام‌تر در آزمایش‌های آینده برای دستیابی به نتیجه‌های مطمئن‌تر ضروری به نظر می‌رسد.

منابع

References

1. Al-Maaita, B., G. Agati, P. Pinelli, S. Cortes Ebner, A. Romani, A. Cartela and C. Cerovic. 2009. Oil quality and quantity of three olive cultivars as influenced by harvesting date in the middle and southern parts of Jordan. Int. J. Agr. Biol. 11: 266-271.
2. Alowaiesh, B., Z. Singh, Z. Fang and S.G. Kailis. 2018. Harvest time impacts the fatty acid compositions, phenolic compounds and sensory attributes of Frantoio and Manzanilla olive oil. Sci. Hort. 234: 74-80.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.3.2.7]

3. Alowaiesh, B.F., Z. Singh and S.G. Kalis. 2016. Harvesting time influences fruit removal force, moisture, oil content, free fatty acids and peroxide in the oil of Frantoio and Manzanilla olive cultivars. Aust. J. Crop Sci. 10: 1662-1668.
4. Ayton, J., J. Mailer, A. Haigh, D. Tronson and D. Conlan. 2007. Quality and oxidative stability of Australian olive oil according to harvest time and irrigation. J. Food Lipids.14: 138-156.
5. Baccouri, O., M. Guerfel and B. Baccouri. 2008. Chemical composition and oxidative stability of Tunisian monovarietal virgin olive oils with regard to fruit ripening. Food Chem. 109: 743-754.
6. Beltran, G. 2000. Influence of Ripening Process in *Olea europaea* L. Fruits on the Physicochemical Characteristics of the Oils. Ph.D. Thesis, Universidad de Jaen, Spain.
7. Bouaziz, M., M. Chamkha and S. Sayadi. 2004. Comparative study on phenolic content and antioxidant activity during maturation of the olive cultivar Chemlali from Tunisia. J. Agr. Food Chem. 52: 5476-5481.
8. Brenes, M., L. Rejano, P. Garcia, A.H. Sanchez and A. Garrido. 1995. Biochemical changes in phenolic compounds during Spanish-style green olive processing. J. Agr. Food Chem. 43: 2702-2706.
9. Capannesi, C., I. Palchetti, M. Mascini and A. Parenti. 2000. Electrochemical sensor and biosensor for polyphenols detection in olive oils. Food Chem. 71: 553-562.
10. Criado, M.N., M.J. Motilva, M. Goni and M.P. Romero. 2007. Comparative study of the effect of the maturation process of the olive fruit on the chlorophyll and carotenoid fractions of drupes and virgin oils from Arbequina and Farga cultivars. Food Chem. 100: 748-755.
11. Dag, A., Z. Kerem, N. Yogev, I. Zipori, Sh. Lavee and E. Ben-David. 2011. Influence of time of harvest and maturity index on olive oil yield and quality. Sci. Hort. 127: 358-366.
12. Delgado, A.M., M.D. Vaz Almeida and S. Parisi. 2017. Facts on the composition of 'Mediterranean foods'. In: Delgado, A.M., Vaz Almeida, M.D., Parisi, S. (eds). Chemistry of the Mediterranean Diet. Springer International Publishing, Cham, pp: 31-137.
13. Diraman, H. and H. Dibeklioglu. 2009. Characterization of Turkish virgin olive oils produced from early harvest olives. J. Amer. Oil Chem. Soc. 86: 663-674.
14. Fatemi, S.H. and E.G. Hammond. 1980. Analysis of oleate, linoleate and linolenate hydroperoxides in oxidized ester mixtures. Lipids. 15: 379-385.
15. Gandul-Rojas, B., L. Gallardo-Guerrero, M. Roca and R. Aparicio-Ruiz. 2013. Chromatographic methodologies: Compounds for olive oil color issues. In: Aparicio R., Harwood J. (eds) Handbook of Olive Oil. Springer, Boston, MA.
16. Goli, S.A.H., S.M. Sahafi, B. Rashidi and M. Rahimmalek. 2013. Novel oil seed of *Dracocephalum kotschyi* with high n-3 to n-6 polyunsaturated fatty acid ratio. Ind. Crops Prod. 43: 188-193.
17. Gomez-Rico, A., F. Giuseppe and D.P. Maria. 2008. Effect of cultivar and ripening on minor composition Spanish olive fruits and their corresponding virgin olive oils. Food Res. Int. 41: 433-440.
18. Grigoriadou, D. and M.Z. Tsimidou. 2006. Quality control and storage studies of virgin olive oil: Exploiting UV spectrophotometry potential. Eur. J. Lipid Sci. Technol. 108: 61-69.
19. Gutierrez, F., B. Jimenez, A. Ruiz and M.A. Albi. 1999. Effect of olive ripeness on the oxidative stability of virgin olive oil extracted from the varieties Picual and Hojiblanca and on the different components involved. J. Agr. Food Chem. 47: 121-127.
20. Gutierrez, F., I. Varona and M.A. Albi. 2000. Relation of acidity and sensory quality with sterol content of olive oil from stored fruit. J. Agr. Food Chem. 48:1106-1110.
21. Hermoso, M., M. Uceda, A. Garcia-Ortiz, J. Morales, L. Frias and A. Fernandez. 1991. Elaboracion de aceite de oliva de calidad. Publicacion de la Consejeriade Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucia, Ed. Direccion General deInvestigacion, Tecnologia y formacion Agroalimentaria y Pesquera, Sevilla, pp: 36-39.
22. Jami, M., V. Rabiei and M. Taheri. 2016. Effect of harvesting time on fruit weight, oil accumulation and productivity of some olive cultivars (*Olea europaea* L.) in Tarrom region (Zanjan province). Iranian J. Hort. Sci. 47: 265-273. (In Persian).
23. Jolayemi, O.S., F. Tokatli and B. Ozen. 2016. Effects of malaxation temperature and harvest time on the chemical characteristics of olive oils. Food Chem. 211: 776-783.
24. Lavee, Sh. and M. Wodner. 2004. The effect of yield, harvest time and fruit size on the oil content in fruits of irrigated olive trees (*Olea europaea*), cvs. Barnea and Manzanillo. Sci Hort. 99: 267-277.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.3.2.7]

25. Mailer R., J. Ayton and D. Conlan. 2007. Influence of harvest timing on olive (*Olea europaea*) oil accumulation and fruit characteristics under Australian conditions. J. Food Agr. Environ.5: 57-63.
26. Manai-Djebali, H., D. Krichene, Y. Ouni, L. Gallardo, J. Sanchez, E. Osorio, D. Daoud, F. Guido and M. Zarrouk. 2012. Chemical profiles of five minor olive oil varieties grown in central Tunisia. J. Food Comp. Anal. 27: 109–119.
27. Menz, G. and F. Vriesekoop. 2010. Physical and chemical changes during the maturation of Gordal Sevillana olives (*Olea europaea* L., cv. Gordal Sevillana). J. Agr. Food Chem. 58: 4934-4938.
28. Morello, J.R., M.P. Romero, T. Ramo and M.J. Motilva. 2005. Evaluation of L-phenylalanine ammonia-lyase activity and phenolic profile in olive drupe (*Olea europaea* L.) from fruit setting period to harvesting time. Plant Sci. 168: 65-72.
29. Patumi, M., R. Andria, V. Marsilio, G. Fontanazza, G. Morelli and B. Lanza. 2002. Olive and olive oil quality after intensive monocone olive growing (*Olea europaea* L., cv. Kalamata) in different irrigation regimes. Food Chem. 77: 27-34.
30. Polari, J.J. and S.C. Wang. 2019. Hammer mill sieve design impacts olive oil minor component composition. Eur. J. Lipid Sci. Technol. 121: 1900168.
31. Ramezani-Kharazi, P. 2008. Does amount of phenolic compounds depend on olive varieties? J. Food Agr. Environ. 5: 125-129.
32. Razeghi Jahroomi, F., S.M. Hosseini Mazinani, SH. Mohammadi, KH. Razavi, B. Shiran and K. Mostafavi. 2016. Investigation of the optimal harvesting time in some Iranian and Mediterranean olive cultivars based on their oil content and fatty acid compositions. J. Crop Product. Process. 19: 85-96. (In Persian).
33. Roca, M. and M.I. Minguez-Mosquera. 2001. Changes in chloroplast pigments of olive varieties during fruit ripening. J. Agr. Food Chem. 49: 832-839.
34. Rostami Ozumchuluei, S., M. Ghasemnezhad and M. Ramzani Malekroudi. 2016. Effect of fruit harvest time on oil yield and quality of some olive (*Olea europaea* L.) cultivars in Roudbar region. J. Crop Product. Process. 19: 115-124. (In Persian).
35. Saadati, S., N. Moallemi, S.M.H. Mortazavi and S.M. Seyyednejad. 2013. Effects of zinc and boron foliar application on soluble carbohydrate and oil contents of three olive cultivars during fruit ripening. Sci. Hort. 164: 30–34.
36. Salvador, M.D., F. Aranda and G. Fregapane. 2001. Influence of fruit ripening on Cornicabra virgin olive oil quality. A study of four successive crop seasons. Food Chem. 73: 45-53.
37. Salvador, M.D., F. Aranda, S. Gomez-Alonso and G. Fregapane. 2000. Quality characteristics of Cornicabra virgin olive oil. Res. Adv. Oil Chem. 1: 32-39.
38. Sanchez, J. 1994. Lipid photosynthesis in olive fruit. Prog. Lipid Res. 33: 97-104.
39. Tekaya, M., B. Mechri, A. Bchir, F. Attia, H. Cheheb, M. Daassad and M. Hammamia. 2013. Enhancement of antioxidants in olive oil by foliar fertilization of olive trees. J. Amer. Oil Chem. Soc. 90: 1377-1386.
40. Uceda, M. and M.Hermoso. 2001. La calidad del aceite de oliva. In: Barranco, D., Fernandez-Escobar, R., Rallo, L. (Eds.), El Cultivo del Olivo. MundiPrensa, Madrid, Spain, pp: 589-614.
41. Uceda, M., M. Hermoso, A. Garcia-Ortiz, A. Jmenez and G. Beltran. 1999. Intraspecific variation of oil contents and the characteristics of oils in olive cultivars. Acta Hort. 474: 652-659.
42. Vinha, F., F. Ferreres, B. Silva, P. Valentao, A. Goncalves and J. Pereira. 2005. Phenolic profiles of Portuguese olive fruits (*Olea europaea* L.): influences of cultivar and geographical origin. Food Chem. 89: 561-568.
43. Yousfi, K., R.M. Cert and J.M. Garcia. 2006. Changes in quality and phenolic compounds of virgin olive oils during objectively described fruit maturation. Eur. Food Res. Technol. 223: 117-124.
44. Zeleke, K., R. Mailer, P. Eberbach and J. Wünsche. 2012. Oil content and fruit quality of nine olives (*Olea europaea* L.) varieties affected by irrigation and harvest times. N. Z. J. Crop. Hort. Sci. 40: 241–252.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.3.2.7]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 22 (1): 265-278 (2021)
Research article

Influence of Harvesting Time on Olive Oil Quantity, Quality, and Profile of Fatty acids in the Isfahan Region

N. Bastam, B. Baninasab*, M. Mobli and S. A. Hossein Goli[1]

The quantity and quality of olive oil have been affected by various factors such as climatic and regional conditions, cultivar, and harvest time. This study was conducted to evaluate the effect of different harvesting times on the oil quantity, quality, and profile of fatty acids in four cultivars of olive, including Roghani, Zard, Amphissis, and Beladi in Isfahan region. For this purpose, the olive fruits were harvested at four stages (two weeks intervals) starting in early October. At each stage of harvesting, the quantitative and qualitative characteristics of the oil were evaluated and the profile of fatty acids was examined. The results showed that in all cultivars, with the progress of fruit ripening and increasing the maturity index, the percentage of fruit oil and the free fatty acid increased and chlorophyll content and phenolic compounds in the oil decreased. In this study, the lowest amount of saturated fatty acids (palmitic acid and stearic acid), the highest ratio of monounsaturated fatty acids (oleic acid) to polyunsaturated fatty acids (linoleic acid), and the lowest rate of cox index (oxidation index) that indicate higher quality of olive oil were obtained in the second stage of harvest time in Amphissis and Roghani and in the fourth stage of harvest time in Zard and Beladi cultivars. According to the results of this study, in all cultivars the highest oil content were obtained when fruits harvested at the latest time (November 14).

Keywords: Harvest time, Maturity index, Fatty acid profile, Olive oil quality.

1. Ph.D. Student, Associate Professor, and Professor, Department of Horticultural Science, Associate Professor, Department of Food Science and Technology, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran, respectively.
* Corresponding author, E-mail: (bbanin@iut.ac.ir).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.3.2.7]