مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

ارزیابی تغییرات شاخص‌های کیفی و پروفیل اسیدهای چرب روغن‌زیتون در پاسخ به تأخیر در برداشت

ماندانا طایفه[1*]، آذین نصرالله زاده[2]، روناک اصغری فر[3]، مسعود ملکی[4]

۱- گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران

۲- گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی ، لاهیجان، ایران

۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم ومهندسی صنایع غذایی، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، ایران

۴- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم ومهندسی صنایع غذایی، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۸/۲۶

تاریخ داوری: ۱۴۰۴/۰۹/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۲۶

کلمات کلیدی:

روغن‌زیتون،
زمان برداشت،
پایداری اکسیداتیو
اسیدهای چرب آزاد،
ترکیبات فنولی.

DOI:10.48311/fsct.2026.117742.82940

* مسئول مکاتبات:

ma.tayefe@iau.ac.ir

چکیده

کیفیت روغن‌زیتون به ترکیب اسیدهای چرب و غلظت ترکیبات فنلی بستگی دارد. این مطالعه به‌منظور بررسی تأثیر زمان برداشت زیتون بر ویژگی‌های کیفی و پروفیل اسیدهای چرب روغن‌زیتون بر اساس طرح کاملاً تصادفی، بر زیتون رقم آربکین (رقم پرتکرار در منطقه رودبار در سه زمان برداشت مختلف (اواسط آبان، اواخر آبان و اواسط آذر) انجام شد. مقدار اسیدیته، اندیس پراکسید، عدد آنیزیدین، اندیس توتوکس، غلظت ترکیبات فنلی محلول در روغن اندازه‌گیری و نوع و میزان اسیدهای چرب بررسی گردید. نتایج نشان داد که مقادیر اسیدیته، پراکسید، عدد آنیزیدین، عدد توتوکس با به تعویق انداختن زمان برداشت، به‌طور معنی‌داری روند صعودی داشتند، درصورتی‌که میزان ترکیبات فنلی از (۲/۲۰mg GAE/kg oil) به (۱/۴۰ mg GAE/kg oil) کاهش یافت. از طرف دیگر با نزدیک شدن به اواخر فصل روغن‌کشی میزان پالمیتیک‌اسید و اولئیک اسید رشدی صعودی معنی‌دار نشان دادند. بعلاوه میزان نسبت اولئیک اسید به لینولئیک اسید نیز با افزایش معنی‌دار از ۳/۸۹٪ به ۵/۷٪ همراه بود. بنابراین برای استحصال روغن‌زیتون با ویژگی‌های کیفی مطلوب، میزان قابل‌قبول ترکیبات فنولی و برقراری تعادل بین ویژگی‌های شیمیایی و پایداری اکسیداتیو روغن، برداشت در اواخر آبان ماه پیشنهاد می‌گردد.

۱-مقدمه

میوه زیتون بانام علمی اولئا اروپا[1] با شفت بیضی‌شکل از دو بخش برون‌بر و درون‌بر یعنی مغز و هسته تشکیل‌شده است. برون‌بر زیتون با دو بخش اپیکارپ (پوست) و میان‌بر یا مزوکارپ (پالپ، گوشت میوه)، حدود ٦٥٪ تا ٨٣٪ کل وزن میوه را تشکیل می‌دهد. درون‌بر، هسته یا مغز نیز ١٣٪ تا ٣٠٪ کل وزن میوه را در برگرفته است. ترکیبات شیمیایی میوه زیتون شامل آب ٥٠٪، پروتئین ١/٦٪، روغن ٢٢٪، کربوهیدرات‌ها ١٩/١٪، سلولز ٥/٨٪، خاکستر ١/٥٪ می‌باشد و سایر اجزای مهم متشکل از پکتین‌ها، اسیدهای آلی، رنگدانه‌ها و گلیکوزید فنول‌ها[2] هستند. در طی مراحل رشد، وزن میوه تا نیمه آبان ماه افزایش می‌یابد. سپس وزن آن به دلیل از دست دادن رطوبت شروع به کاهش می‌کند. درنتیجه، مقدار روغن میوه معمولاً از مهر تا آذرماه رو به افزایش است. انباشته شدن روغن در دوره زمانی بین اواخر تیر تا اوایل مرداد آغاز می‌شود. در پائیز و زمستان، میوه سیاه شده و مقدار روغن آن به حداکثر می‌رسد [١]. رسیدگی و افزایش اندازه زیتون و برخی تغییرات معمول در رنگ پوست که در بسیاری از موارد از یک توالی ٤ مرحله‌ای پیروی می‌کند، شامل مرحله سبز، مرحله سبز روشن، مرحله ارغوانی و تغییر رنگ‌دانه‌ها به قرمز-ارغوانی شدن می‌باشد، سپس با رسیدگی تدریجی در کل سطح میوه، با گسترش درجه تیرگی افزاینده به‌تدریج سیاه می‌شود.

روغن‌زیتون به دلیل ترکیبات تغذیه‌ای و فواید سلامتی، یکی از باارزش‌ترین روغن‌های گیاهی به‌حساب می‌آید، چراکه حاوی ٧٦ تا ٨٥ درصد اسید چرب غیراشباع می‌باشد. ترکیبات شیمیایی و پروفیل اسیدهای چرب روغن‌زیتون تحت تأثیر عوامل متعددی ازجمله زمان برداشت و منطقه جغرافیایی کشت قرار می‌گیرد. تحقیقات اخیر نشان می‌دهد که این دو عامل به‌طور معناداری بر کیفیت روغن، پایداری اکسیداتیو و محتوای ترکیبات فنولی و اسیدهای چرب غیراشباع تأثیر می‌گذارند [٢]. روغن‌زیتون طبیعی با سیستم-های فشار، سانتریفوژ و تراوش استخراج می‌شود [٣]. اجزای اصلی روغن‌زیتون شامل تری گلیسیرید[3]، دی گلیسیرید[4] و اسیدهای چرب آزاد و اجزای فرعی شامل رنگ‌دانه‌ها، توکوفرول‌ها[5] و ترکیبات فنلی می‌باشند. افزایش اسیدیته به فعالیت آنزیم لیپاز[6] داخلی مرتبط می‌باشد که سبب تجزیه تری‌گلیسیریدها و آزاد شدن اسیدهای چرب آزاد می‌گردد [٤].

به طور کلی زمان برداشت (برداشت زود هنگام یا دیرهنگام)، رقم زیتون و ژنتیک گیاه، شرایط اقلیمی و محیطی شامل دما، نور، بارندگی و خاک، شاخص رسیدگی و میزان روغن در میوه از عوامل کلیدی موثر بر پروفیل اسیدهای چرب روعن زیتون محسوب می شوند. بعلاوه زمان برداشت و شرایط نگهداری زیتون پس از برداشت از عوامل مهمی هستند که نه‌تنها بر میزان روغن بلکه بر کیفیت آن نیز تأثیر بسزایی دارند. کیفیت روغن‌زیتون در مقایسه با سایر روغن‌های گیاهی، به تعادل ترکیب اسیدهای چرب (به‌ویژه اسیدهای چرب غیراشباع) و وجود ترکیبات فنولی و آروماتیکی (آلدئیدها[7] و الکل‌های شش‌کربنه) بستگی داشته و در ارتباط مستقیم بازمان برداشت میوه زیتون است. شرایط اقلیمی و منطقه‌ای از عواملی هستند که سبب تفاوت زمان برداشت در هر منطقه می‌شود. همچنین زمان برداشت زیتون یکی از عوامل کلیدی در تعیین کیفیت روغن است. همزمان با بلوغ میوه میزان روغن افزایش می یابد ولی نقطه بهینه از نظر اسیدهای چرب معمولا قبل از رسیدن به حداکثر میزان روعن

1- Olea europaea

2- Phenolic glycosides

3- Triglyceride

4- Diglyceride

5- Tocopherol

6- Lipase enzyme

7- Aldehydes

حاصل می شود. چراکه اکسایش چربی‌ها می‌تواند تحت تأثیر عوامل داخلی و خارجی متعددی مانند نوع، مقدار و اسید چرب، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، میزان مواجهه با نور، دمای هوا و تماس با اکسیژن قرار بگیرد و اکسایش چربی در حین نگهداری نه‌تنها باعث از دست رفتن کیفیت تغذیه‌ای غذا می‌شود بلکه محصولات حاصل از اکسایش همانند رادیکال-های آزاد می‌توانند منجر به واکنش‌های نامطلوب شیمیایی نیز شوند [۵]. مطالعات نشان می‌دهند که برداشت زودهنگام (مرحله سبز-ارغوانی) با حفظ ترکیبات فنولی و آنتی-اکسیدانی بالاتر همراه است، درحالی‌که برداشت دیرهنگام (مرحله سیاه) منجر به افزایش درصد روغن ولی کاهش کیفیت به دلیل اکسیداسیون[8] و کاهش پلی فنول‌ها می‌شود [٦].

مهم‌ترین ترکیبات فنلی در زیتون شامل فنیل اسیدها[9]، فنیل الکل‌ها[10]، فلاوونوئیدها[11]، سکوئیرویدها[12] و لیگنان[13] است که فعالیت آنتی‌اکسیدانی با افزایش مقدار آن‌ها افزایش می-یابد [۷]. بررسی رقم‌های برتر زیتون منطقه گرگان (میشن، بلیدی و روغنی) برداشت‌شده از اواسط شهریور تا اوایل دی‌ماه نشان داد که میزان روغن تا آذرماه روند صعودی داشته و مقدار اسیدیته در زمان‌های مختلف برداشت افزایش تدریجی داشته و از اوایل آذر با شدت بیشتری افزایش‌یافته است. بنابراین با توجه به تغییرات درصد روغن و اسیدیته بهترین زمان برداشت در ارقام مذکور اول آذرماه می‌باشد [۸]. بررسی پروفایل اسیدهای چرب در دو نوع روغن‌زیتون شامل بکر و تصفیه‌شده نشان داد که بین دمای هوا و ترکیب برخی اسیدهای چرب ارتباط نزدیکی وجود دارد. دمای بیشتر موجب افزایش میزان اسید لینولئیک و کاهش اسید اولئیک می‌گردد [۹]. این پژوهش باهدف بررسی تغییرات پروفیل اسیدهای چرب و ترکیبات مؤثر بر کیفیت روغن‌زیتون در زمان‌های مختلف برداشت انجام‌شده است.

۲- مواد و روش‌ها

برای بررسی تأثیر زمان برداشت زیتون بر محتوای فنولی، پایداری اکسیداتیو و پروفیل اسیدهای چرب روغن آن، پژوهشی بر اساس طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار صورت پذیرفت. بدین منظور از زیتون رقم آربکین (رقم پرتکرار در منطقه‌ی رودبار)، در یکی از کارخانه‌های مدرن شهرستان عمل روغن‌کشی انجام شد و نمونه‌ها در ۳ زمان مختلف تهیه و به آزمایشگاه روغن ارسال گردید. تیمارها شامل برداشت اولین نمونه در اوایل فصل روغن‌کشی (اواسط آبان)، دومین نمونه در اواسط فصل روغن‌کشی (اواخر آبان) و سومین نمونه (در اواسط آذرماه) می‌باشد. مواد شیمیایی مورد استفاده در همه آزمونها تهیه شده از شرکت مرک بود.

۲-۱- آماده‌سازی نمونه‌ها و روغن‌گیری

برداشت زیتون به‌صورت دستی توسط عوامل انسانی انجام گرفت و بدون هیچ‌گونه آسیب، توسط سبدهای پلاستیکی منفذ دار به کارخانه منتقل شد. پس از حداکثر ۷ ساعت از زمان برداشت زیتون، فرایند روغن‌کشی از آن آغاز گردید. در ابتدای این فرآیند، عمل پاک کردن و حذف چوب، برگ و ضایعات دیگری که همراه میوه بود، توسط دستگاه صورت پذیرفت. سپس زیتون‌ها وارد حوضچه‌ی شستشو شدند و با آب تازه و کاملاً تمیز، فرآیند حذف ذرات گردوغبار و خاک از آنان انجام گرفت. پس‌ازآن، توسط نقاله‌های لرزان منفذ دار آبکشی و سپس خشک و خرد می‌شوند. پس از حرارت دهی در دمای ۳۲ درجه سانتی‌گراد برای ۲/۵ ساعت به‌منظور تسهیل در روغن‌کشی و انتقال به دکانتور[14] برای حذف مواد و درصد

8- Oxidation

9- Phenolic acids

10- Phenolic alcohols

11- Flavonoids

12- Secoiridoids

13- Lignans

14- Decanter

زیادی از آب زیتون از خمیر صورت پذیرفت. به کمک سانتریفوژ روغن خالص استحصال گردید. پس‌ازاین مرحله از روغن نمونه‌برداری صورت گرفته و توسط ظروف شیشه‌ای تیره به آزمایشگاه منتقل شد [۱].

۲-۲- آزمون‌های شیمیایی و پایداری اکسیداتیو روغن‌زیتون

اندازه‌گیری عدد پراکسید بر مبنای استاندارد ملی به شماره ٤١٧٩؛ اسیدیته بر اساس استاندارد ملی به شماره ٤١٧٨، اندیس آنیزیدین توسط استاندارد ملی به شماره ٤٠٩٣ و شاخص توتوکس از مجموع دو برابر عدد پراکسید و اندیس آنیزیدین بر نمونه‌های روغن استخراج‌شده از میوه زیتون انجام پذیرفت [۱۰ و ۱۱].

۲-۳- شناسایی و تعیین اسیدهای چرب روغن‌زیتون

بررسی پروفایل اسید چرب بر اساس استانداردهای ملی ایران به شماره ٤٠٩٠ و ٤٠٩١ انجام گرفت. بر این اساس، جهت شناسایی و تعیین مقدار کمی اسیدهای چرب، ابتدا متیل-استر[15] اسیدهای چرب نمونه‌های روغن با استفاده از متیله کردن با متوکسیدسدیم ۵/۰[16] نرمال تهیه شد. سپس با دستگاه گاز کروماتوگراف (۳۸۰۰) CP Varian مجهز به آشکارکننده شعله‌ای (FID) و ستون موئین ۵۰ متری BPX ۷۰ پرشده با دی اتیلن گلیکول سوکسینات[17]، هر یک از اسیدهای چرب پالمتیک اسید C(۱٦:۰)، پالمیتولئیک اسید[18] C(۱٦:۱)، استئاریک اسید[19] C(۱۸:۰)، اولئیک اسید C(۱۸:۱)، لینولئیک اسید C (۱۸:۲) و لینولنیک اسید[20] C(۱۸:۳)، شناسایی و مقدار آن‌ها برحسب درصد مساحت زیر پیک گزارش گردید. از هلیم به‌عنوان گاز حامل استفاده شد، درجه حرارت ستون از ۱٦۰ درجه سانتی‌گراد تا ۲۱۰ درجه سانتی‌گراد انتخاب گردید. دمای دتکتور[21] ۲۳۰ درجه سانتی‌گراد، دمای تزریق ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد و مقدار تزریق نمونه ۱ میکرو لیتر در نظر گرفته شد [۱۲].

۲-٤- اندازه‌گیری پلی فنل محلول در روغن

غلظت پلی فنل‌های محلول در روغن عصاره الکلی توسط معرف فولین –سیوکالتیو[22] تخمین زده شد. از هر یک از نمونه‌های عصاره الکلی استخراجی مقدار ۰/۱ تا ۰/٤ میلی-لیتر را در بالن حجمی ۱۰ میلی‌لیتری ریخته، مقدار ۵ میلی-لیتر آب مقطر بعلاوه ۰/۵ میلی‌لیتر معرف فولین سیوکالتیو اضافه شد. پس از ۳ دقیقه مقدار یک میلی‌لیتر محلول کربنات سدیم اشباع[23] به هر یک از بالن‌ها اضافه و پس از مخلوط نمودن آن‌ها، با آب مقطر به حجم رسیده و رقیق گشت. مقدار جذب نمونه‌ها پس از یک ساعت در طول‌موج ۵۵۵ نانومتر در مقابل شاهد اندازه‌گیری شد [۱۳].

۲-۵- تجزیه و تحلیل آماری

آنالیز واریانس یک‌طرفه و با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS ۱٦ انجام گرفت و در صورت معنی‌دار بودن داده‌ها، مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از دانکن (*Duncan*) انجام شد.

۳- نتایج و بحث

15- Methyl Ester

16- Sodium Methoxide

17- Diethylene glycol succinate

18- Palmitoleic Acid

19- Stearic Acid

20- Linolenic Acid

21- Detector

22- Folin-Ciocalteu reagent

23- Saturated Sodium Carbonate solution

کیفیت و ویژگی‌های روغن تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند نوع، رقم، منطقه جغرافیایی کشت، زمان برداشت قرار دارد [۱].

۱-۳- بررسی ویژگی‌های شیمیایی و پایداری اکسیداتیو روغن

اسیدیته با درصد اسیدهای چرب آزاد برحسب اسیدی که بیشتر در نمونه موجود است (اولئیک اسید) سنجیده می‌شود. اختلاف بین نمونه‌ها در سطح احتمال ۱٪ معنادار بوده و با توجه به جدول مقایسه میانگین، مقادیر اسیدیته تیمارها، (meq koH/g oil) ۰/۱۷ (اواسط آبان)، (meq koH/g oil) ۰/۵۱ (اواخر آبان) و (meq koH/g oil) ۲/۱۱ (اواسط آذر) بوده است. بررسی تغییرات اسیدیته نشان‌دهنده افزایش معنی‌دار (در سطح احتمال ۱٪) و درنتیجه مستعد شدن در برابر هیدرولیز آنزیمی است. افزایش فعالیت آنزیم‌های هیدرولیز کننده مانند لیپاز در پایان دوره رسیدگی می‌تواند در افزایش سرعت واکنش‌های هیدرولیزی منجر به افزایش اسیدیته مؤثر باشد. تغییرات ساختاری در میوه مانند نرم شدگی، آسیب غشاها، افزایش نفوذپذیری سلول‌ها، آزادسازی آنزیم‌های تجزیه‌کننده نیز می‌تواند زمینه‌ساز افزایش اسیدیته در روغن آن در نظر گرفته شود. بعلاوه، نتایج تحقیقات مشابه وجود رابطه بین کاهش رطوبت و افزایش اسیدیته را در انتهای برداشت میوه‌ها تائید می‌کند [۱٤]. از طرف دیگر افزایش اسیدیته ممکن است ناشی از افزایش فعالیت کپک‌ها و باکتری‌های تولیدکننده لیپاز بوده که جمعیت میکروارگانیسم‌های هیدرولیز کننده را افزایش می‌دهد. بعلاوه گاهی ممکن است تجمع اسیدهای چرب آزاد ناشی از تخریب جزئی باعث افزایش اسیدیته شود [۱۵].

عدد پراکسید عبارت است از غلظت پراکسید در نمونه روغن یا چربی که مقدار یا شدت فساد اکسیداتیو را نشان می‌دهد و به‌عنوان شاخص پایداری روغن استفاده می‌شود. تغییرات عدد پراکسید در سطح احتمال ۱٪ معنادار بوده و مقادیر پراکسید در تیمارها، ٤/٤٦ (meqO2/kg oil) (اواسط آبان)، ٤/٨٧ (meqO2/kg oil) (اواخر آبان) و (٥/٥٣(meqO2/kg oil (اواسط آذر) مشاهده شد (جدول۱). بررسی تغییرات نشان‌دهنده روند صعودی مقادیر پراکسید با افزایش زمان برداشت می‌باشد و همچنین در مقایسه با حداکثر مقدار پراکسید قابل‌قبول در تعریف انواع روغن‌زیتون (meqO2/kg) ۲۰، همه نمونه‌ها جزو دسته‌بندی روغن‌زیتون باکیفیت عالی محسوب می‌شوند [١٦]. به تعویق انداختن زمان برداشت و افزایش رسیدگی میوه زیتون می‌تواند سبب بالا رفتن احتمال آسیب فیزیکی، نرمی و نازک شدن دیواره سلولی گردد، همچنین کاهش دما می‌تواند در کاهش غلظت آنتی‌اکسیدان‌ها نیز مؤثر باشد، بنابراین احتمال فزایش فعالیت آنزیم‌های لیپولیز[۲٤] قطعی به نظر می‌رسد [۱۷].

نتایج مطالعه تغییرات عدد آنیزیدین در جدول (۱) نشان می‌دهد که با به تعویق انداختن زمان برداشت عدد آنیزیدین افزایش معنی‌داری داشت به‌طوری‌که در اولین دوره برداشت کمترین (mg/kgoil) 0/45 و در آخرین دوره مقدار آن به حداکثر (mg/kgoil) ۰/٥٤ رسید. افزایش مقدار آنیزیدین (AV)می‌تواند ناشی از چندین عامل کلیدی باشد. اولاً، با رسیدن میوه‌های زیتون در اواخر پاییز، فعالیت آنزیم‌های اکسیداتیو مستقیماً بر مقدار آنیزیدین تأثیر می‌گذارند [۱۸]. ثانیاً، تغییرات در ترکیب اسیدهای چرب میوه در طول پاییز، به‌ویژه افزایش نسبی اسید اولئیک می‌تواند موجب افزایش حساسیت روغن به اکسیداسیون حتی در حضور مقادیر بالای پلی‌فنول‌ها شود [۱۹]. از سوی دیگر، عوامل فیزیکی نیز در این پدیده نقش دارند. میوه‌های رسیده‌تر در اواخر پاییز نرم‌تر هستند و بیشتر در معرض آسیب‌های مکانیکی طی برداشت و حمل‌ونقل قرار می‌گیرند. این آسیب‌ها موجب تخریب دیواره سلولی و آزاد شدن آنزیم‌ها و سوبستراهای لیپیدی[۲۵] می‌شوند که فرآیند اکسیداسیون را تسریع می‌کنند. همچنین، تأخیر در فرآوری میوه‌های برداشت‌شده در این دوره – حتی

24- Lypolytic enzymes

25- Lipid substrates

برای چند ساعت – می‌تواند به فعالیت میکروارگانیسم‌ها و افزایش دمای توده میوه به دلیل تنفس سلولی منجر شود که همگی بر افزایش مقدار آنیزیدین تأثیر می‌گذارند [۲۰].

Table 1- Acidity values, peroxide values, and oxidative stability measured over three harvesting period

Third harvesting period	Second harvesting period	First harvesting period	Permissible limit according to the standard	Test parameters
2.11[a]± 0.060	0.51 [b]±0.036	0.17 [c] ± 0.003	≤0.8	Acidity value mg KOH/g (oil)
5.53[a] ±0.251	4.87[b]± 0.205	4.46 [b]±0.055	≤20	Peroxide value (meqO2/kg oil)
0.54[a] ± 0.004	0.49[b]±0.003	0.41[c] ± 0.00	–	Anisidine value (mg/kg oil)
11.600	10.230	9.330	<10	Totox

The results are presented as mean ± standard deviation.

۲-۳- بررسی پلی فنول محلول در روغن

ترکیبات فنلی تا حد زیادی موجب پایداری اکسیدتیو و خواص حسی روغن‌زیتون هستند. در جدول مقایسه میانگین مقادیر پلی فنول نمونه‌ها (mgGAE/kg oil) ۲/۲۰ (اواسط آبان)، (mgGAE/kg oil) ۲/۱۱ (اواخر آبان) و (mgGAE/kg oil) ۱/۰٤ (اواسط آذر) گزارش‌شده که البته این روند کاهشی از اواخر آبان ازنظر آماری معنادار می‌باشد (شکل ۱). به‌طورکلی ژنتیک، زمان برداشت و رسیدگی از مهم‌ترین عوامل در میزان شدت این تغییرات گزارش‌شده‌اند [۲۱]. علت کاهش میزان ترکیبات فنلی با به تعویق انداختن زمان برداشت می‌تواند مربوط به وقوع فعالیت‌های آنزیمی که مسئول تجزیه ترکیبات فنلی هستند، باشد. همچنین به نظر می‌رسد کاهش دما نیز عاملی در مختل کردن مکانیسم تولید ترکیبات فنلی بوده که درنتیجه منجر به کاهش غلظت ترکیبات فنلی خواهد شد. ازآنجایی‌که ترکیبات فنولیک قادرند با دادن یک اتم هیدروژن به رادیکال‌های آزاد منجر به مهار زنجیره واکنش‌های اکسیداسیون چربی شوند بنابراین افزایش شاخص‌های اسیدیته و پراکسید در طول دوره‌ی برداشت، می‌تواند به دلیل افت غلظت پلی فنل‌ها در همان دوره زمانی باشد [۵].

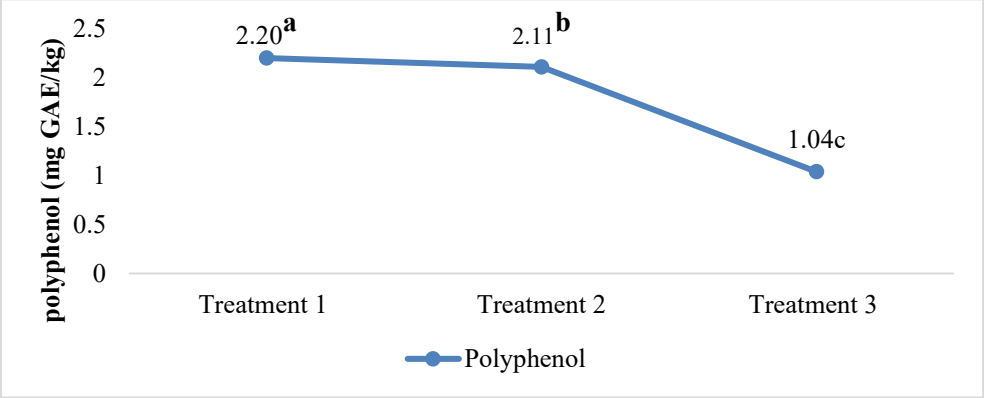

Figure 1- Trend of changes in polyphenolic compounds soluble in oil

t1: oil obtained from olives harvested at the beginning of the harvest periodt2: oil obtained from olives harvested in the middle of the harvest periodt3: oil obtained from olives harvested at the end of the harvest period

۳-۳- بررسی ترکیب اسیدهای چرب

بر اساس جدول ۲ بین مقادیر اسیدهای چرب اندازه‌گیری شده در نمونه‌ها در زمان‌های برداشت مختلف، تفاوت معنی‌دار مشاهده می‌شود ($p\leq0.05$). نتایج بررسی اسیدهای چرب نشان می‌دهد درصد اسیدهای چرب غیراشباع از اسیدهای چرب غیراشباع بیشتر بوده و در بین اسیدهای چرب اشباع دو اسید چرب پالمتیک و استئاریک، عمده هستند. اسید چرب پالمتیک در طی سه زمان برداشت دارای یک‌روند صعودی معنی‌دار با مقادیر ۸٪/۷۱، ۱۵٪/۱٦ و ۱۵٪/۸٤ بود. بعلاوه اسید چرب استئاریک نیز با افزایش دوره رسیدگی، کاهش معنی‌دار نشان داده و مقادیر اندازه‌گیری شده به ترتیب ۳٪/۱۹، ۲٪/۱۹ و ۲/۰۹٪ گزارش‌شده‌اند. در گروه اسیدهای چرب غیراشباع نیز، بررسی داده‌ها حاکی از افزایش معنی‌دار اسید اولئیک به ترتیب از ٦٦/۹۱٪ به ٦۸/۲٪ و سپس به ٦۹/۸٪ با افزایش زمان برداشت است. این تغییرات در مورد لینولئیک اسید، دارای روند کاهشی معنی‌دار از ۱۷/۲٪ در اوایل دوره برداشت به ۱۲/۰۱٪ و سپس به ۱۲/۱۹٪ در پایان دوره برداشت بوده است. در بین اسیدهای چرب غیراشباع، اسید اولئیک بیشترین میزان اسید چرب غیراشباع را به خود اختصاص داده است. تأیید وجود همبستگی منفی بین اسید پالمتیک و اولئیک در تحقیقات مشابه گزارش‌شده است که بر این اساس با افزایش رسیدگی در میوه زیتون میزان اسید پالمتیک افزایش‌یافته و در راستای آن، مقدار اولئیک اسید نیز افزایش‌یافته است [۱]. افزایش میزان اسید اولئیک و کاهش مقدار اسید لینولئیک با طولانی‌تر شدن زمان برداشت منجر به افزایش معنی‌دار نسبت اولئیک اسید به لینولئیک اسید از ۳/۸۹٪ به ۵/۷٪ شده است. این نسبت در نتایج محققین به‌عنوان شاخص پایداری اکسیداتیو مطرح‌شده است که متأثر از تغییرات دما است، به‌طوری‌که مطالعات حاکی از افزایش بیست‌درصدی میزان اسید اولئیک براثر کاهش دما به میزان ده درجه سانتی‌گراد است، همچنین به نظر می‌رسد کاهش دما باعث کاهش لینولئیک اسید و درنتیجه افزایش نسبت اولئیک اسید به لینولئیک اسید شده و به دنبال آن پایداری اکسیداتیو افزایش می‌یابد. همچنین محققین همبستگی مثبت بین نسبت میزان اسید اولئیک به اسیدهای چرب چند غیراشباع و غلظت ترکیبات فنولیک را به‌عنوان عاملی برای ارزیابی مقاومت اکسیداتیو روغن‌زیتون گزارش نموده‌اند [۱]. این در حالی است که این نسبت در سه زمان برداشت به ترتیب ۳/۷۸، ۵/۸۲ و ۵/٤۱ اندازه‌گیری شده است (شکل ۲). افزایش فعالیت آنزیم‌های تسهیل‌کننده تشکیل پیوند دوگانه در زنجیره اسید چرب با پیشرفت رسیدگی، می‌توانند تبدیل اسید استئاریک به اسید اولئیک را تا میزان ۱۵ درصد افزایش دهند [٦]. کاهش فعالیت آنزیم‌های مسئول تبدیل اسید اولئیک به لینولئیک در اواسط آذرماه نیز می‌تواند دلیل مناسبی برای کاهش اسید لینولئیک باشد. بعلاوه درصورتی‌که برداشت در مراحل پایانی رسیدگی صورت گیرد، به نظر می‌رسد که کاتابولیسم اسید استئاریک به‌عنوان منبع انرژی صورت گرفته و کاهشی حتی تا ٤۰ درصد نیز در غلظت آن مشاهده‌شده است [۲۲]. بررسی تحقیقات مشابه حاکی از گزارش بالاترین میزان اسید اولئیک در میوه زیتون در اواسط آذر می‌باشد [۲۳].

Table 2- The fatty acid composition of olive oil samples evaluated across three different harvest periods

	Treatment		
Fatty acid composition (%)	**1**	**2**	**3**
Palmitic acid (C16:0)	$8.710^{c}\pm 0.037$	$15.160^{b}\pm 0.015$	$15.840^{a}\pm 0.040$
Stearic acid (C18:0)	$3.190^{a}\pm 0.055$	$2.190^{b}\pm 0.045$	$2.090^{b}\pm 0.011$
Oleic acid (C18:1)	$66.910^{c}\pm 0.047$	$68.200^{b}\pm 0.066$	$69.800^{a\pm} 0.035$
Linoleic (C18:2)	$17.200^{a}\pm 0.040$	$12.010^{b}\pm 0.023$	$12.190^{b}\pm 0.050$

Linolenic acid (C18:3)	0.490^{b}± 0.040	0.710^{a}± 0.035	0.700^{a}± 0.020
Arachidic acid (C20:0)	0.290^{b}±0.030	0.350^{ab}± 0.025	0.370^{a}± 0.017
Total monounsaturated fatty acids: ΣMUFA	66.910^{c}± 0.047	68.200^{b}± 0.066	69.800^{a}± 0.035
Total Polyunsaturated fatty acid:ΣPUFA	17.690^{a}± 0.080	11.720^{c}± 0.058	12.890^{a}± 0.070
Total saturated fatty acid :ΣSFA	12.190^{c}± 0.122	17.700^{b}± 0.085	18.300^{a}± 0.068
ΣMUFA/ ΣPUFA Ratio	3.780^{b}± 0.020	5.82^{a}± 0.030	5.415^{a}± 0.030

The results are presented as mean ± standard deviation.

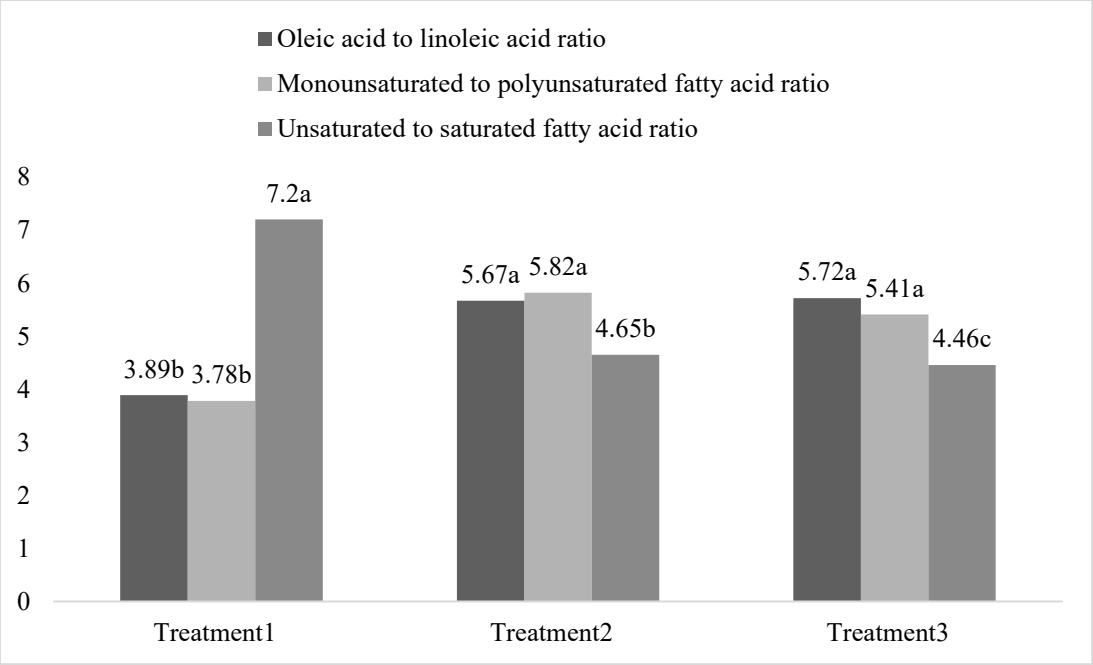

Figure 2- Graph of the oleic acid ratio, the monounsaturated to polyunsaturated fatty acids ratio (ΣMUFA/ ΣPUFA), and the unsaturated to saturated fatty acids ratio (ΣUFA/ ΣSFA)

Harvest period 1: Oleic acid to linoleic acid ration 3.89, Monounsaturated to Polyunsaturated fatty acids ratio ((ΣMUFA/ ΣPUFA) 3.78, Unsaturated to saturated fatty acids ratio ((ΣUFA/ ΣSFA) 7.2, Harvest period 2: Oleic acid to linoleic acid ration 5.67, Monounsaturated to Polyunsaturated fatty acids ratio ((ΣMUFA/ ΣPUFA) 5.82, Unsaturated to saturated fatty acids ratio ((ΣUFA/ ΣSFA) 4.65, Harvest period 3: Oleic acid to linoleic acid ration 5.72, Monounsaturated to Polyunsaturated fatty acids ratio ((ΣMUFA/ ΣPUFA) 5.41, Unsaturated to saturated fatty acids ratio ((ΣUFA/ ΣSFA) 4.46

٤- نتیجه‌گیری کلی

بررسی تغییرات ویژگی‌های شیمیایی و پایداری اکسیداتیو روغن‌زیتون در مراحل مختلف برداشت (اواسط آبان، اواخر آبان و اواسط آذر) نشان‌دهنده تأثیر معنادار زمان برداشت بر کیفیت روغن است. نتایج حاکی از آن است که تأخیر در برداشت منجر به افزایش اسیدیته، به دلیل هیدرولیز آنزیمی و فعالیت میکروارگانیسم‌ها، افزایش عدد پراکسید و آنیزیدین ناشی از اکسیداسیون پیش‌رونده و کاهش ترکیبات فنلی به دلیل تجزیه آنزیمی و کاهش سنتز می‌شود. از سوی دیگر، تغییرات ترکیب اسیدهای چرب، ازجمله افزایش اسید اولئیک و کاهش لینولئیک اسید، بهبود نسبی پایداری اکسیداتیو در مراحل پایانی رسیدگی به دنبال دارد، اگرچه این مزیت ممکن است با افزایش شاخص‌های فساد (مانند اسیدیته و پراکسید) خنثی شود. بنابراین بهینه‌ترین زمان برداشت برای دستیابی به تعادل بین پایداری اکسیداتیو و کیفیت شیمیایی، اواخر آبان است، چراکه در این زمان، میزان

اسیدیته و پراکسید در حد مطلوب قرار دارند، از طرف دیگر مقدار ترکیبات فنلی قابل‌قبول بوده و نسبت اولئیک به لینولئیک اسید نیز بهبودیافته است. همچنین برداشت در اواسط آذر اگرچه موجب افزایش اسید اولئیک و بهبود نسبت اولئیک/لینولئیک می‌شود، ولی به دلیل افزایش فساد هیدرولیتی و اکسیداتیو، کیفیت کلی روغن را کاهش می‌دهد. به نظر می‌رسد که عوامل محیطی (دما و رطوبت) و عوامل فیزیولوژیکی (نرمی میوه، فعالیت آنزیم‌ها و تنفس سلولی) نقش کلیدی در این تغییرات ایفا می‌کنند. بنابراین برای استحصال روغن‌زیتون با ویژگی‌های مطلوب، برداشت در اواخر آبان همراه با فرآوری سریع و کنترل شرایط انبارداری جهت جلوگیری از فساد آنزیمی و اکسیداتیو توصیه می‌شود.

تامین مالی

نویسنده اعلام می کند که هیچ بودجه ای دریافت نگرده است.

مشارکت نویسندگان

تمام فعالیتها توسط نویسنده انجام گرفته است.

منابع رقابتی

نویسنده تایید می کند که هیچ گونه تضاد منافع مالی یا منافع رقابتی در این مطالعه وجود ندارد.

۵- منابع

[1] Gharagozlo, J., Rahmani, A., Homapour, M., Rashidi, L. (2021). The Physical Changes of Olive Fruit and Physicochemical Properties of Extra Virgin Olive Oil of Roughani Variety Cultivated in Golestan Province During the Maturation Period. Iranian Journal of Biosystems Engineering, 52(1): 95-106.

[2] Menz, G., Vriesekoop, F. (2010). Physical and chemical changes during the maturation of Gordal Sevillana olives (Olea europaea L., cv. Gordal Sevillana). Journal of agricultural and food chemistry, 58(8): 4934-4938.

[3] Boskou, D., Blekas, G., Tsimidou, M. (2006). Olive oil composition. PP 41-72 in Olive oil. Elsevier.

[4] Bengana, M., Bakhouche, A., Lozano-Sánchez, J., Amir, Y., Youyou, A., Segura-Carretero, A., Fernández-Gutiérrez, A. (2013). Influence of olive ripeness on chemical properties and phenolic composition of Chemlal extra-virgin olive oil. Food Research International, 54(2): 1868-1875.

[5] Karami, M., Nateghi, L., Asadollahi, S. (2023). Evaluation of Antioxidant Effect of Ethanolic Extract of Aloe Vera Gel on the Stability of Soybean Oil. Iranian Food Science and Technology Research Journal, 19(4): 541-556. (in Persian)

[6] Özcan, M. M., Fındık, S., AlJuhaimi, F., Ghafoor, K., Babiker, E. E., Adiamo, O. Q. (2019). The effect of harvest time and varieties on total phenolics, antioxidant activity and phenolic compounds of olive fruit and leaves. Journal of food science and technology, 56(5): 2373-2385.

[7] Bešter, E., Butinar, B., Bučar-Miklavčič, M., Golob, T. (2008). Chemical changes in extra virgin olive oils from Slovenian Istra after thermal treatment. Food chemistry, 108(2): 446-454.

[8] Mohammadzade, J., Ahmadi, M. (2008). Ptimization of olive oil extraction to enhance efficiency and quality. Journal of agricultural engineering research, 9(2): 113-126.

[9] Ahangar, S., Haddad khodaparat, M.H., Piravi Vanak , Z., Hasani Baferani, A., Safafar, H. (2013). Comparing the composition of fatty acid in different types of olive oil. Innovation in food science and technology, 5(2): 39-49. (in Persian)

[10] Homapour, M., Moslehishad, M., Safafar, H. (2014). Physical and chemical properties of olive oil extracted from olive cultivars grown in Shiraz and Kazeroon. Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology, 9(1): 121-130.

[11] Saadati, S., Nasab, B. B., Mobli, M., Gholami, M. (2021). Investigation of some biochemical and physiological changes in leaves of olive (Olea europaea L.) cultivars during cold acclimation and de-acclimation stage. Iranian Journal of Horticultural Science, 52(2): 381-390. (in Persian)

[12] Moulodi, F., Qajarbeigi, P., Mohammadpoorasl, A. H. H. B. A. (2015). Assessment of the chemicals and oxidative properties of imported extra virgin olive oils. Food Technology & Nutrition,12(4): 27-34.

[13] Jafarian, P., Narmela, A., Damirchi, S. A., Emami, S. (2013). Effect of rosemary, oregano and mint powders on oxidative stability and fatty acid profile of olive oil. Journal of food science and technology, 9(39): 85-92.

[14] Roulia, M., Kontezaki, E., Kalogeropoulos, N., Chassapis, K. (2021). One step bioremediation of olive-oil-mill waste by organoinorganic catalyst for humics-rich soil conditioner production. Agronomy, 11(6): 1114.
[15] García-Molano, J. F., Cuervo-Bejarano, W. J., Rodolfi, M., Jaramillo-García, L. S., Ganino, T. (2022). Can olive pruning forms influence the olive rhizosphere? The root microbiota and the rhizosphere properties in the alto ricaurte (Colombia). Agronomy, 12(5): 1159.
[16] Ghasemnezhad, M., Meighani, H., Eftekhari, S. (2017). The effect of ripening index on fruit and oil quality of three cultivars olive in Rodbar region. Journal of Crops Improvement, 19(2): 273-286.
[17] Škevin, D., Rade, D., Štrucelj, D., Mokrovšak, Ž., Neđeral, S., Benčić, Đ. (2003). The influence of variety and harvest time on the bitterness and phenolic compounds of olive oil. European Journal of Lipid Science and Technology, 105(9): 536-541.
[18] Cevik, S., Ozkan, G., Kiralan, M., Bayrak, A. (2014). Effect of harvest time on physicochemical quality parameters, oxidation stability, and volatile compounds of extra virgin olive oil. Acta Alimentaria, 43(4): 526-537.
[19] Garcia-Rodriguez, N., Rodriguez, S., Tejada, P. I., Miranda-Artieda, Z. M., Ridao, N., Buxó, X., . . . Pérez, L. M. (2021). Functional recovery and serum Angiogenin changes according to intensity of rehabilitation therapy after stroke. Frontiers in neurology, 12: 767484.
[20] Melguizo-Rodríguez, L., De Luna-Bertos, E., Ramos-Torrecillas, J., Illescas-Montesa, R., Costela-Ruiz, V. J., García-Martínez, O. (2021). Potential effects of phenolic compounds that can be found in olive oil on wound healing. Foods, 10(7): 1642.
[21] Naeini, M. R., Ashari, M. A., Khoshgoftarmanesh, A. H., Bolandnazar, S., Mirzapour, M. H. (2020). Effect of Zinc Nutrition on Growth Traits, Sodium and Potassium Concentrations and Calcium Molarity Ratio of Roots and Leaves in Two Olive Cultivars under Different Salinity Levels. Journal of Soil and Plant Interactions-Isfahan University of Technology, 10(4): 89-104. (in Persian)
[22] Niknam, S. M., Kashaninejad, M., Escudero, I., Sanz, M. T., Beltrán, S., Benito, J. M. (2021). Valorization of olive mill solid residue through ultrasound-assisted extraction and phenolics recovery by adsorption process. Journal of cleaner production, 316: 128340.
[23] González-Fernández, A., Rallo, P., Peres, A. M., Pereira, J. A., Morales-Sillero, A. (2023). Developing predictive models under controlled conditions for the selection of new genotypes that are less susceptible to Bactrocera oleae (Rossi) in table olive (Olea europaea L.) breeding programs. Agronomy, 13(12): 3050.

.

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Evaluation of changes in olive oil quality indicators and fatty acid profile in response to harvest delay

M. Tayefe*[1], A. Nasrollah zade[1], R. Asgharifar[2], M. Maleki[2]

1- Department of Food science and technology, La. C.,Islamic Azad University, Lahijan,Iran

2- M.S.C graduated of Department of Food Science & Technology, La. C.,Islamic Azad University, Lahijan,Iran

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 2025/11/17

Review: 2025/12/12

Accepted: 2026/11/17

Keywords:
Olive oil,
harvest time,
oxidative stability,
free fatty acids,
phenolic compounds.

DOI: **10.48311/fsct.2026.117742.82940**

*Corresponding Author E-

ma.tayefe@iau.ac.ir

ABSTRACT

The quality of olive oil is influenced by its fatty acid composition and the concentration of phenolic compounds. This study was conducted to investigate the effect of harvesting time on the quality characteristics and fatty acid profile of olive oil from the Arbequina cultivar, which is one of the predominant varieties in the Rudbar region of Iran. The experiment was arranged in a completely randomized design with three different harvesting times: mid-November, late November, and mid-December. In this research, acidity, peroxide value, anisidine value, TOTOX index, phenolic compound concentration, and type and content of fatty acids were determined. The results showed that acidity, peroxide value, anisidine value, and TOTOX index increased significantly with delayed harvesting, while the phenolic compound concentration decreased from 2.20 to 1.40 mg GAE/kg oil. In contrast, by the end of the harvesting season, the levels of palmitic acid and oleic acid increased significantly. Moreover, the ratio of oleic acid to linoleic acid showed a significant increase from 3.89 to 5.70. Therefore, harvesting in late November is recommended to obtain olive oil with desirable quality characteristics, an acceptable level of phenolic compounds, and an optimal balance between chemical properties and oxidative stability.