DOI: 10.22059/ijbse.2020.302866.665310 مهندسی بیوسیستم ایران، دوره ۵۲، شماره ۱، بهار ۱۴۰۰ (ص۱۰۶-۹۵)

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

JAFAR GHARAGOZLOO[1], ANOSHEH RAHMANI[2], MASOUD HOMAPOOR[1], LADAN RASHIDI[2*]

1. Department of Food Science and Technology, Safadasht Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2. Department of Food and Agricultural Products, Food Technology and Agricultural Products Research Center, Standard Research Institute (SRI), Karaj, Iran.

(Received: June. 10, 2020- Revised: Aug. 14, 2020- Accepted: Aug. 31, 2020)

ABSTRACT

In this study, the best time to harvest olive oil of *Roughani* variety in Golestan province was determined by examining the physicochemical properties in the months of October, November and December. The highest fruit-to-core ratio and the amount of oleic acid (62.60%) were obtained in the third harvest period. After that, palmitic acid (18.66%), linoleic acid (16.33%) and stearic acid (3%), respectively, accounted for the largest amount of fatty acids. The ratio of oleic acid to linoleic acid, the amount of acidity, and the amount of total phenol increased during fruit ripening. The highest sterol compound was beta-sitosterol (from 83.22 to 90.02%), which, along with peroxide ((2.05 to 7.05 (meqO_2/kg oil)), declined over three harvesting periods. Due to increasing the ratio of oleic acid to linoleic acid and also the high ratio of cholesterol to stigmasterol, the best time to harvest olives for *Roughani* variety of Golestan province was determined in the third period of harvest (December).

Key words: Maturity, virgin olive oil, olives, harvest time

* Corresponding Author's Email: l.rashidi@standard.ac.ir

تغییرات فیزیکی میوه زیتون و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی روغن زیتون فرابکر رقم روغنی کشت داده شده در استان گلستان طی دوره رسیدگی

جعفر قرا گوزلو[۱]، انوشه رحمانی [۲]، مسعود هماپور[۱]، لادن رشیدی[۲*]

۱. گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی- واحد صفادشت، کرج، ایران

۲. گروه پژوهشی مواد غذایی ، پژوهشکده صنایع غذایی و فراورده های کشاورزی، پژوهشگاه استاندارد، کرج، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۳/۲۱- تاریخ بازنگری: ۱۳۹۹/۵/۲۴- تاریخ تصویب: ۱۳۹۹/۶/۱۰)

چکیده

در این پژوهش، بهترین زمان برداشت میوه زیتون رقم روغنی استان گلستان، با بررسی ویژگی‌های فیزیکی وشیمیایی روغن استحصال شده از آن در ماه‌های مهر، آبان و آذر تعیین شد. بیشترین نسبت میوه به هسته و میزان اسید اولئیک (۶۲/۶۰ درصد)، در دوره سوم برداشت به دست آمد. پس از آن، به ترتیب، اسید پالمیتیک (۱۸/۶۶ درصد)، اسید لینولئیک (۱۶/۳۳ درصد) و اسید استئاریک (۳ درصد) بیشترین میزان اسیدهای چرب را داشتند. نسبت اسید اولئیک به اسید لینولئیک، میزان اسیدیته و مقدار فنول کل طی دوان رسیدگی روند افزایشی داشت. بیشترین ترکیب استرولی بتاسیتواسترول (از ۸۳/۲۲ الی ۹۰/۰۸ درصد) بود که به همراه عدد پراکسید (از ۲/۰۵ الی ۷/۰۵ ($meqO_2/kg$ oil)) طی سه دوره برداشت روند نزولی داشت. با توجه به افزایش نسبت اسید اولئیک به اسید لینولئیک و نیز بالابودن نسبت کمپسترول به استیگمااسترول، بهترین زمان برداشت زیتون رقم روغنی استان گلستان، دوره سوم برداشت (آذر) تعیین شد.

واژه‌های کلیدی: دوره رسیدگی، روغن زیتون بکر، زیتون ، زمان برداشت

مقدمه

زیتون، با نام علمی *Olea europaea*، درختی همیشه سبز و نیمه گرمسیری کوچک از خانواده *Oleaceae* بوده و بومی مناطق مدیترانه‌ای است که در رژیم غذایی مردم این منطقه جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص داده است (Naz *et al.*, 2005). میوه زیتون از دو بخش برون بر و درون بر تشکیل شده که پوست و گوشت میوه، بین ۸۳ - ۶۵ درصد وزن میوه، و هسته حدود ۱۳ تا ۳۰ درصد کل وزن میوه را شامل می‌شود (Morelló *et al.*, 2003). بازده و کیفیت روغن زیتون بستگی به رقم زیتون، نسبت قسمت‌های مختلف میوه و ترکیبات غیرگلیسریدی، شرایط رشد و رطوبت خاک در طول مدت تشکیل میوه دارد.

امروزه با پیشرفت علم و مشخص شدن خواص غذایی و درمانی میوه زیتون و روغن آن، گرایش به مصرف آن افزایش چشمگیری داشته است، چرا که روغن زیتون دارای ۸۵-۷۶ درصد اسیدچرب اشباع نشده است. همچنین این روغن حاوی اسیدهای چرب اشباع نشده اسید اولئیک (تقریباً بین ۶۵ الی ۸۰ درصد) و اسید لینولئیک (۷ تا ۱۲درصد) و ترکیبات بیوفنلی خاص است (Fernandez-Orozco *et al.*, 2011). مصرف روغن زیتون اثرات مهمی در کاهش LDL خون دارد، همچنین دارای ویژگی‌های حسی و خواص آنتی‌اکسیدانی بسیار مطلوبی می‌باشد (Inglese *et al.*, 2011).

بیشترین مقدار روغن در قسمت گوشتی میوه زیتون قرار دارد که حدود ۶۰-۴۰ درصد وزن میوه را تشکیل می‌دهد. روغن موجود در هسته چوبی به دلیل دارا بودن مقدار زیاد اسید لینولئیک به مراتب غیراشباع تر از روغن قسمت گوشتی زیتون است. نسبت روغن میوه به روغن هسته در حدود ۵۰ به ۱ است (Aguilera *et al.*, 2005).

مهمترین ترکیبات روغن زیتون عبارتند از ترکیبات تری‌گلیسریدی، فسفولیپیدها، ترکیبات غیرقابل صابونی، هیدروکربن‌ها، توکوفرول‌ها، الکل‌های چرب و الکل‌های دی‌ترپن، استرول ها و ترکیبات فنولی. روغن زیتون اساساً از اسیدهای چرب تک غیر اشباع تشکیل شده است به طوری که محتوای اسید چرب آن به صورت ۱۴ درصد اسیدهای چرب اشباع، ۷۲ درصد اسیدهای چرب تک غیر اشباع و ۱۴ درصد اسیدهای چرب چند غیر اشباع می‌باشد (Velaco & Dobarganes, 2002).

عوامل متعددی که بر ویژگی‌های روغن زیتون بکر تاثیر می‌گذارند، شامل: رقم زیتون، ویژگی‌های اقلیمی محل کشت زیتون، مدیریت باغبانی، درجه رسیدگی زیتون، و اثر آفات و

* نویسنده مسئول: l.rashidi@standard.ac.ir

حشرات روی میوه زیتون می‌باشند، که منجر شده تا در طول دوره رسیدگی میوه زیتون، ترکیب شیمیایی آن دچار تغییر شود. فاصله زمانی بین برداشت میوه‌های زیتون و استخراج روغن آن‌ها در کارخانجات روغن‌کشی از پارامترهای مهم در تعیین کیفیت روغن زیتون استحصال شده است، زیرا احتمال می‌رود که در فصل روغن‌کشی، میوه‌های زیتون قبل از فرآیند هفته‌ها ذخیره شده و شرایط نامناسب نگه‌داری، سبب ایجاد تغییرات آنزیمی- شیمیایی و فعالیت میکروارگانیسم‌ها می‌شود. رشد و فعالیت میکروارگانیسم‌ها سبب می‌شود روغن استخراج شده از این میوه‌ها دارای مقدار عدد اسیدیته بالا، ماندگاری کم بوده و طعم ماندگی و کپک زده داشته باشد (Tena et al., 2007).

از سوی دیگر، ترکیبات فنولی موجود در روغن زیتون نیز تحت تاثیر نوع رقم، شرایط کاشت (منطقه تولید، نوع کاشت، آب وهوا)، درجه رسیدگی در هنگام برداشت و فرآیند استخراج قرار می‌گیرند (Boskou, 2006). ترکیبات فنولی روغن زیتون بکر، عبارتند از: فنیل اسیدها، فنیل الکل‌ها، فلاوونوئیدها، سکوئیرویدها و لیگنان (Bester *et al*., 2008). فعالیت آنتی‌اکسیدانی فنول‌ها با حضور توکوفرول‌ها افزایش می‌یابد. همچنین ترکیبات فرار در روغن زیتون بکر عمدتاً به وسیله اکسایش شیمیایی و آنزیمی تشکیل می‌شوند (Kalua *et al*., 2007).

در دوره رشد و تکامل زیتون، از تیر ماه تا نیمه اول مرداد ماه پارانشیم میوه تشکیل شده، و هم‌زمان با افزایش تجمع ذرات روغن از رطوبت میوه کاسته می‌شود. سپس زیتون‌ها چروکیده می‌شوند و وزن و حجم آن‌ها کاهش می یابد. در مواردی رسیدن تدریجی میوه زیتون از خصوصیات رقم آن است و به صفات ژنتیکی آن مربوط می‌شود. البته بعضی از عوامل محیطی مانند شرایط آب و هوایی و تکنیک‌های زراعی (هرس، کود، آبیاری) نیز آن را تشدید می‌کند (Fahimdanesh, 2001). میزان بتاکاروتن و آلفا توکوفرول در روغن حاصل از زیتون های سبز نسبت به زیتون رسیده بیشتر است (Gimeno *et al*., 2002). میوه زیتون در مرحله اولیه رسیدگی به رنگ سبز برای کنسروسازی و در مرحله رسیدگی سیاه برای استخراج روغن برداشت می شود. در ابتدای رسیدن میوه میزان روغن آن زیاد نمی‌باشد و به مرور افزایش می‌یابد (Najafian *et al*., 2009). بهترین زمان برداشت به منظور دسترسی به بیشترین مقدار روغن زمانی است که کاهش رطوبت میوه به حد نهایی خود رسیده باشد. عدم برداشت زیتون دراین شرایط موجب کاهش اسید اولئیک، افزایش اسید لینولئیک، کاهش ترکیبات فنولی، افزایش عوامل اکسیدکننده و اسیدهای چرب آزاد در میوه زیتون می‌شود که طعم و مزه طبیعی بافت میوه را کاهش می‌دهد (Aguilera *et al*., 2005; Dag *et al*., 2011).

زیتون ارقام مختلفی دارد که بنا به کاربری آن در نقاط مختلف جهان کشت می‌شود. زرد (*Zard*)، روغنی (*Roghani*)، ماری (*Mari*)، و فیشمی (*Phishomi*) از مهمترین ارقام ایرانی هستند. رقم روغنی دومین میزان سطح زیر کشت در کشور را پس از رقم زرد، به خود اختصاص می دهد. این رقم با وزن متوسط ۵-۴ گرم و و وزن هسته ۰/۴-۰/۵ گرم، شکل میوه نامتقارن و کمی کشیده با برجستگی اندکی در نوک، از سایر ارقام قابل تمایز است. این رقم با میزان باردهی حدود ۸ تن در هکتار و ۲۷-۲۹ درصد بازدهی روغن کشی از بهترین ارقام مورد استفاده برای روغن‌کشی می‌باشد. با توجه به میزان ۲۱ الی ۲۳ درصدی بازدهی روغن‌کشی در رقم زرد، اگر هدف از کشت، روغن‌کشی باشد بدون شک اولویت با رقم روغنی خواهد بود (Homapour, 2015).

دو عامل زمان برداشت و نگه‌داری مناسب میوه پس از برداشت در تعیین مقدار روغن و کیفیت آن اهمیت بسزایی دارند. میزان رسیدگی میوه نقش زیادی در کیفیت و میزان روغن استحصالی از آن دارد. در این تحقیق، بررسی روند تغییرات ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی روغن زیتون بکر حاصل از رقم روغنی در شهرستان علی آباد استان گلستان، طی دوران رسیدگی، برای تعیین بهترین زمان برداشت میوه رقم روغنی انجام شده است و بر اساس ویژگی های فیزیکی و شیمیایی بهترین زمان برداشت محصول تعیین شد.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی نمونه‌ها و روغن‌گیری

نمونه‌برداری از رقم روغنی میوه زیتون در شهرستان علی‌آباد استان گلستان، طی سه دوره برداشت (۱۷ مهر، ۱۶ آبان و ۲۱ آذر ماه سال ۱۳۹۶) به صورت متوالی انجام و میوه‌ها با دست چیده شدند. هر بار حدود ۴ کیلوگرم میوه زیتون چیده شد. پس از تایید اصالت رقم زیتون برداشت شده، نمونه‌ها بلافاصله برای عملیات روغن‌کشی به ایستگاه تحقیقات زیتون رودبار ارسال شدند. در این مرحله میوه‌های زیتون در خط پروسه تولید روغن پرس سرد زیتون به شکل پایلوت قرار گرفتند. بدین ترتیب که میوه‌های زیتون پس از شستشو با آب و جداسازی مواد زاید از قبیل برگ‌ها، به وسیله آسیاب خرد شدند، سپس طی مالش دهی (فرآیند مالاکسیشن) قطرات ریز روغن به یکدیگر ملحق شدند و استحصال روغن به وسیله سانتریفوژ و در نهایت صاف کردن به دست آمد. روغن بکر به دست آمده تا زمان انجام آزمون در شیشه های تیره و دمای ۴ درجه سلسیوس نگه‌داری شد.

بررسی شاخص‌های فیزیکی

طول وعرض ۱۰۰ عدد میوه زیتون با استفاده از کولیس اندازه‌گیری شده و با استفاده از ترازو با دقت یک ده‌هزارم گرم توزین شدند. به منظور توزین هسته‌های زیتون، پس از جداسازی گوشت میوه‌های زیتون از هسته آنها، هسته‌های زیتون شسته و در دمای محیط قرار داده شدند تا خشک شوند (Homapour *et al*., 2014)، سپس هسته‌های زیتون خشک شده توزین گردیدند.

درصد چربی

به منظور اندازه‌گیری درصد چربی، ابتدا ۵ گرم از میوه زیتون با هسته (که توسط دستگاه مخلوط‌کن له و ریز شده بود)، به دقت در ظرف مخصوص دستگاه سوکسله که از پیش در آون با دمای ۵ ± ۱۰۳ درجه سلسیوس قرار داده شده بود تا به وزن ثابت برسد، توزین شد. سپس ۱۴۰ میلی‌لیتر هگزان به ظرف اضافه شده و در دستگاه سوکسله قرار داده شد تا روغن آن طی رفلاکس (جریان برگشتی) حلال استخراج شود. حلال باقی مانده توسط روتاری (تبخیرکننده گردان) تبخیر و وزن ظرف حاوی روغن یاد داشت شد و در نهایت وزن اولیه ظرف از آن کم شد. باقی‌مانده تفاضل تقسیم بر ۵ گرم نمونه و ضرب در ۱۰۰ شد تا درصد چربی یا روغن محاسبه شود (INSO 7593, 2009).

آزمون اسیدیته،پراکسید و پایداری اکسیداتیو

اندازه گیری اسیدیته، پراکسید و پایداری اکسیداتیو، به ترتیب، طبق استانداردهای ملی ایران به شماره ۴۱۷۸، ۴۱۷۹ و ۳۷۳۴ انجام شد (INSO 4178, 2011; INSO 4179, 2017; INSO 3734, 2018).

شناسایی و تعیین ترکیب اسیدهای چرب

برای شناسایی ترکیب اسیدهای چرب و به دست آوردن ترکیب اسیدهای چرب برحسب درصد وزنی/ وزنی، آماده‌سازی به صورت مشتق متیل استر اسید چرب انجام شده و سپس به دستگاه کروماتوگراف گازی (GC)[1] تزریق شد. دستگاه کروماتوگراف گازی ساخت کره جنوبی مدل YungLin6500 و ستون CP-Sil88 با ابعاد طول ۱۰۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت ۰/۲۵ میکرومتر مورد استفاده قرار گرفت. دمای آشکارساز ۲۸۰ درجه سلسیوس و دمای تزریق‌کننده ۲۶۰ درجه سلسیوس تنظیم شد. برنامه دمایی آون ایزوترمال (هم دما) در ۱۷۵ درجه سلسیوس تنظیم شده بود. متیله کردن اسیدهای چرب طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۲-۱۳۱۲۶ و آنالیز آن مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۴-۱۳۱۲۶ انجام شد. در این روش روغن با افزودن ۲ میلی‌لیتر هگزان و ۲۰۰ میکرولیتر پتاس متانولی ۲ مولار در دمای محیط متیله شده و پس از آبگیری با سدیم سولفات بدون آب، نمونه متیله شده به دستگاه GC تزریق شد (INSO 13126-2 & 4, 2016, & 2017).

شناسایی و تعیین مقدار ترکیبات استرولی

اندازه‌گیری مقدار استرول‌ها در نمونه‌های روغن زیتون طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۱۶۳۲۴ انجام شد (INSO 16324, 2007). شناسایی ترکیبات استرولی با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی و از طریق مقایسه زمان بازداری نسبی (RRT[2]) نمونه مجهول با RRT استاندارد ترکیبات استرولی انجام شد و با محاسبه سطح زیر هر پیک، مقدار ترکیبات استرولی مشخص شد. ستون کروماتوگراف گازی SE-54، گاز حامل هیدروژن و شدت جریان آن ۳۶ سانتی‌متر بر ثانیه، سیستم تزریق، شکافت (دوقسمتی) با نسبت ۱ به ۲۰، دمای تزریق و شناساگر ۳۲۰ درجه سلسیوس، برنامه دمایی ۲۴۰ تا ۲۵۵ درجه سلسیوس با سرعت ۴ درجه سلسیوس در هر دقیقه و حجم تزریق ۱ میکرولیتر بود.

اندازه‌گیری فنول تام

با استفاده از معرف فولین سیوکالتیو، میزان فنول تام موجود در نمونه‌ها تعیین شد. جهت انجام آزمایش، ابتدا ۵ میلی‌لیتر از معرف فولین با آب دو بار تقطیر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس میزان ۱ میلی‌لیتر از نمونه، (با غلظتی که از آزمون اولیه و تعیین محدوده جذب در همین روش تعیین شد) با ۱/۵ میلی‌لیتر از معرف فولین رقیق شده، مخلوط شد و به مدت ۵ دقیقه در دمای آزمایشگاه قرار گرفت. در نهایت میزان ۱/۵ میلی‌لیتر از سدیم بی‌کربنات ۷/۵ درصد به محلول فوق افزوده شده و به مدت ۹۰ دقیقه در دمای آزمایشگاه و محیط تاریک قرار گرفت. جذب نمونه در طول موج ۷۶۵ نانومتر خوانده شد و غلظت‌های مربوط محاسبه گردید. منحنی استاندارد با غلظت‌های ۲۰ ، ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰، ۱۲۵ و ۱۵۰ میکروگرم اسید گالیک در میلی‌لیتر رسم شد و مقادیر غلظت‌های نمونه‌های مورد اندازه‌گیری از روی منحنی محاسبه شد (Boskou, 2006).

روش‌ها و ابزار تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای تجزیه وتحلیل داده‌های حاصل از تحقیق، از آزمایش فاکتوریل در غالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار و با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۱/۵ استفاده شد. پس از تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش، میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۹۵ درصد مقایسه شدند. برای رسم منحنی در این تحقیق از نرم افزار Excel استفاده شد.

1 Gas Chromatography

2 Relative Retention Time

نتایج و بحث

عوامل مختلفی شامل نوع ارقام زیتون، منطقه جغرافیایی کشت، سن درخت و مرحله برداشت بر کیفیت روغن زیتون به دست آمده موثر است (Škevin *et al*., 2003). به طور مثال، روغن زیتون بکر آربیکینای مناطق مختلف برزیل و اسپانیا، تفاوت معنی‌داری در میزان اسیدیته و رنگ داشتند که تحت تاثیر محدوده جغرافیایی و عوامل محیطی بر خصوصیات روغن تولید شده قرار داشت (Borges *et al*., 2017). همچنین میزان اسید لینولئیک و نسبت اسید اولئیک به اسید لینولئیک روغن‌های مختلف به دست آمده از مناطق مختلف جغرافیایی دو رقم اصلی قبرس *Cypriot* و *Koroneiki*، تفاوت قابل ملاحظه‌ای داشتند (Kritioti *et al*., 2018). در بررسی پارامترهای موثر برای تعیین دوران رسیدگی میوه زیتون از طریق انجام ازمون‌های فیزیکی و شیمیایی روی روغن‌های زیتون استحصال شده، مشاهده شد که عوامل موثر و حائز اهمیت بررسی شده در اکثر پژوهش‌ها، شامل روند تغییرات مقدار اسید اولئیک، لینولئیک و نسبت آن‌ها، درصد چربی و نسبت کمپسترول به استیگما استرول بوده است.

بررسی ویژگی های فیزیکی

ویژگی‌های فیزیکی میوه‌های زیتون رقم روغنی گلستان در جدول ۱ طی سه دوره برداشت نشان داده شده است. مشخصات فیزیکی میوه‌ها (طول و عرض میوه، طول و عرض هسته، وزن میوه) طی دوره برداشت تفاوت معنی‌داری داشتند. بیشترین میزان نسبت طول به عرض میوه زیتون و هسته زیتون، به ترتیب، ۱/۵۵۶ و ۲/۰۳۰ مربوط به برداشت میوه زیتون در دوره رسیدگی سوم بود.

نتایج یک تحقیق نشان داد که وزن میوه، نسبت گوشت به هسته و میزان روغن در ماده خشک و تر، اثر متقابل معنی‌داری در نقاط جغرافیایی مختلف نداشت و تأثیر محیط روی تمام ارقام به صورت یکسان بوده است (Padula *et al*., 2008).

جدول ۱- بررسی ویژگی‌های فیزیکی اندازه‌گیری شده نمونه‌های میوه زیتون طی سه دوره برداشت

	ویژگی فیزیکی	دوره۱	دوره۲	دوره۳
میوه زیتون	طول (سانتی‌متر)	۲/۴۴۱ ۰±/۰۳۸ ^{a}	۲/۴۲۰ ± ۰/۰۶۵^{a}	۲/۲۹۹ ± ۰/۰۴۸^{b}
	عرض (سانتی‌متر)	۱/۵۷۸ ± ۰/۰۳۴^{a}	۱/۶۱۵ ± ۰/۰۱۹^{a}	۱/۴۷۸ ± ۰/۰۳۹^{b}
	نسبت طول به عرض	۱/۵۴۶ ± ۰/۰۱۹^{a}	۱/۴۹۸ ± ۰/۰۱۸^{b}	۱/۵۵۶ ± ۰/۰۲۷^{a}
	وزن(گرم)	۳/۴۳۰ ± ۰/۱۹۰^{a}	۳/۷۷۰ ± ۰/۲۱۰^{a}	۵/930 ±۰/۳۴۰^{a}
هسته زیتون	طول (سانتی‌متر)	۱/۷۷۱ ± ۰/۰۲۴^{a}	۱/۷۰۴ ± ۰/۰۱۹^{b}	۱/۶۱۹ ± ۰/۰۳۷^{c}
	عرض (سانتی‌متر)	۰/۷۷۸ ± ۰/۰۴۶^{a}	۰/۷۸۸ ± ۰/۰۳۶^{a}	۰/۷۰۴ ± ۰/۰۴۱^{b}
	نسبت طول به عرض	۲/۲۷۵ ± ۰/۰۳۷^{a}	۲/۱۶۱ ± ۰/۰۲۸^{b}	۲/۳۰۰ ± ۰/۰۱۸^{a}
	وزن هسته (گرم)	۰/۴۹۰ ± ۰/۰۸۰^{a}	۰/۶۴۰ ± ۰/۱۱۰^{a}	۰/۴۴۰±۰/۰۹۰^{a}

c, b,a بیانگر اختلاف معنی‌دار در میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده برای طول، عرض، نسبت طول به عرض و وزن میوه‌های زیتون نمونه‌برداری شده است ($p<۰/۰۵$).

درصد چربی

درصد چربی استحصال شده از میوه زیتون رقم روغنی شهرستان علی آباد استان گلستان براساس ماده خشک، طی سه دوره رسیدگی، به ترتیب، ۴۵ درصد، ۵۱ درصد، و ۶۱ درصد به دست آمد. با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان دریافت که درصد چربی طی دوران رسیدگی میوه زیتون افزایش یافته است و رقم مورد نظر در ماه آذر بیشترین میزان درصد چربی را داشت. اختلاف شایان توجهی در میزان درصد چربی مشاهده شد ($p < 0.05$). Anastasopoulos و همکاران در سال ۲۰۱۱ گزارش کردند که طی دوران رسیدگی میزان چربی میوه زیتون افزایش یافته است، این در حالی است که اگر میوه زیتون زودتر برداشت شود، درصد چربی آن کاهش می‌یابد. نتایج به دست آمده از این پژوهش نیز تاییدکننده این گزارش است.

بررسی عدد اسیدیته، عدد پراکسید و پایداری اکسیداتیو نمونه‌ها

میانگین نتایج عدد اسیدیته در این پژوهش (ذکر شده در جدول ۲) روند صعودی معنی‌داری را در سطح اطمینان ۰/۰۵ درصد، طی سه دوره برداشت نشان داد که تمامی مقادیر به دست آمده کمتر از حد مجاز تعیین شده در استاندارد ملی ایران به شماره ۱۴۴۶ (کمتر یا مساوی ۰/۸ درصد) بود (INSO 1446. 2012). مقدار عدد اسیدیته نمایانگر هیدرولیز تری آسیل گلیسرول‌ها و متاثر از نوع میوه، شرایط نگه‌داری میوه، روش استخراج، فرآوری و نگه‌داری روغن است. هر چه میوه سالم‌تر و تازه‌تر باشد و سریع‌تر روغن‌کشی شود، اسیدیته روغن کمتر و کیفیت آن بالاتر خواهد بود (Nowdwhi *et al*., 2016). این پارامتر کیفی کمتر دستخوش فرآیند تغییرات مربوط به دوران رسیدگی در میوه زیتون قرار دارد

و بیشتر تحت تاثیر عوامل ذکر شده است، لذا نمی‌توان آن را به عنوان یک معیار دوران رسیدگی میوه زیتون در نظر گرفت. بالا بودن فعالیت لیپولیتیکی می‌تواند در صورتیکه میوه ناسالم باشد، توجیهی برای بالابودن مقدار اسیدیته در برداشت سوم باشد، اما کافی نیست (Movahed & Ghavami, 2007).

در این راستا، اثر شاخص رسیدگی بر کیفیت میوه و روغن سه رقم زیتون نشان داد که با پیشرفت شاخص رسیدگی میزان اسیدیته روغن به تدریج افزایش می یابد که با نتایج ارائه شده توسط سایر محققان مطابقت داشت Ghasemnejhad *et al*., (2017). بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی دو رقم زیتون زرد و روغنی شهرهای شیراز و کازرون نشان داد که تفاوت معنی داری بین عدد اسیدیته، عدد یدی و عدد پراکسید ارقام زرد و روغنی در هر دو منطقه وجود دارد (Homapour *et al*., 2014).

عدد پراکسید از جمله پارامترهایی است که باید به طور مستمر در مراحل تولید، نگه‌داری و فروش روغن مورد بررسی قرار گیرد و نشان دهنده درجه اکسایش سیستم لیپیدی بر حسب میزان هیدرو پراکسیدهای تولید شده است (Nowdwhi *et al*., 2016). نتایج این تحقیق طبق جدول ۲، روند نزولی را طی سه دوره برداشت نشان داد و نتایج حاصل در محدوده مجاز استاندارد ملی ایران به شماره ۱۴۴۶، (کمتر و یا مساوی ۲۰ $meqO_2/kg$) قرارداشت (INSO 1446, 2012). اختلاف عدد پراکسید روغن‌های زیتون استحصال شده طی سه دوره برداشت در سطح ۰/۰۵ درصد معنی‌دار بود. پراکسیدها که محصولات اولیه اتواکسیداسیون هستند به عنوان شاخصی برای تعیین کیفیت و پایداری به کار می روند و اندیس پراکسید تحت عوامل مختلفی، مانند شرایط اقلیمی رشد، نوع و واریته زیتون، دمای آب مورد استفاده در روغن‌کشی، و شرایط استخراج روغن تغییر می‌کند. بالا بودن اسیدهای چرب غیر اشباع سبب افزایش عدد پراکسید می‌شود (Houhoula *et al*., 2002).

نتایج این تحقیق مطابق با نتایج بررسی دیگری در منطقه گرگان بود که کاهش ارزش پراکسید را با پیشرفت رسیدگی نشان می‌داد (Asefi Najafabadi *et al*., 2010).

نتایج حاصل از اندازه‌گیری پایداری اکسیداتیو حاکی از مقاومت مناسب این روغن نسبت به سایر روغن‌های گیاهی مانند روغن سویا است. Jimenez و همکاران در سال ۲۰۱۴، اظهار کردند که میزان پایداری اکسیداتیو در روغن‌های زیتونی که در مراحل آخر دوران رسیدگی هستند، کاهش می‌یابد. در این ارقام نیز پایداری اکسیداتیو روغن‌های استحصال شده در مرحله سوم دوران رسیدگی میوه زیتون کاهش یافته است (جدول ۲). برای مقاومت اکسایشی روغن زیتون حدی در استانداردهای ملی و بین المللی تعیین نشده است. مطالعات نشان داده است که روغن زیتون فرابکر به دلیل وجود ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و فنولی پایداری اکسایشی بالاتری دارد (Casal *et al*., 2010). از سوی دیگر، پایداری اکسیداتیو بالاتر روغن‌های زیتون تجاری در ایران به دلیل داشتن مقادیر بالای ترکیبات فنولی توسط پژوهشگران ایرانی نیز به تایید رسیده است (Alavi Rafiei *et al*., 2012).

جدول ۲- مقادیر عدد اسیدیته ، عدد پراکسید و پایداری اکسیداتیو طی سه دوره برداشت

فاکتورهای آزمون	حد مجاز طبق استاندارد	دوره ۱	دوره ۲	دوره ۳
عدد اسیدیته (mg KOH/g oil)	کمتر یا مساوی ۰/۸	۰/۰۳ ±۰/۰۱^{a}	۰/۴۱± ۰/۰۱^{b}	۰/۴۶ ±۰ /۰۳^{c}
عدد پراکسید ($meqO_2/kg$ oil)	کمتر و یا مساوی ۲۰	۷/۰۵ ±۰/۱۱^{a}	۳/۳۹ ±۰/۰۸^{b}	۲/۰۵ ±۰/۰۴^{c}
پایداری اکسیداتیو (h)	-	۱۲/۴۱±۰/۱۵^{a}	۱۱/۰۷±۰/۱۱^{b}	۱۰/۷۰±۰/۲۴^{c}

c, b,a در هر ردیف نمایانگر اختلاف معنی‌دار در مقادیر عدد اسیدیته، عدد پراکسید و مقادیر پایداری اکسیداتیو به دست آمده برای نمونه‌های روغن است ($p<۰/۰۵$).

بررسی ترکیب اسیدهای چرب

جدول ۳ میزان اسیدهای چرب اشباع روغن‌های زیتون رقم روغنی گلستان را طی سه دوره برداشت نشان می‌دهد که هر یک دارای تفاوت معنی‌داری است ($p < 0.05$). در میان اسیدهای چرب اشباع، میزان اسید پالمتیک (با یک روند کاهشی، به ترتیب، ۱۸/۶۶، ۱۸/۲۲ و ۱۴/۷۱ درصد در دوره برداشت) و بعد از آن اسید استئاریک (با یک روند صعودی، به ترتیب، ۲/۶۰، ۲/۶۴ و ۳/۰۰ درصد در دوره برداشت) بیشترین میزان اسیدهای چرب اشباع را در نمونه‌های روغن زیتون، طی سه دوره برداشت، داشتند (جدول ۳). سایر اسیدهای چرب اشباع در حد ناچیز بودند که در این میان کمترین میزان اسید چرب مربوط به اسید آراشیدیک (۰/۴۱ در دوره اول و دوم، و ۰/۳۵در برداشت سوم) بود. این نتایج با نتایج گزارش شده توسط Razeghi Jahromi و همکاران در سال ۲۰۱۶ همخوانی داشت. از سوی دیگر، درصد چربی، میزان توکوفرول، ترکیبات فنولی و اسید اولئیک ارقام زرد، روغنی، شنگه، کنسروالیا و ماری، دارای تفاوت‌های معنی داری بودند (Farhang doost *et al*., 2012). همچنین ترکیبات روغن‌های زیتون بکر حاصل از سه رقم میشن، کرونایکی و زرد حاصل از مناطق ورسن، گناره و مینودشت استان گلستان تفاوت معنی‌داری نشان دادند (Seifi *et al*., 2016). در بررسی همبستگی بین دمای هوا و ترکیب برخی اسیدهای چرب روغن زیتون، مشخص شد که دمای بالاتر موجب افزایش میزان

اسید لینـولئیک و کاهش میزان اسید اولئیک می شود (Ahangar banadkoy *et al*., 2011). طی سه دوره برداشت، اسید اولئیک و بعد از آن اسید لینولئیک بیشترین مقدار را در بین اسیدهای چرب غیر اشباع به خود اختصاص دادند. کمترین میزان اسید چرب غیراشباع مربوط به اسید ایزوآلائیدیک (C18:2t) بود که در نمونه‌های برداشت شده در دوره‌های اول و دوم مشاهده شد. روند افزایشی اسید اولئیک طی دوران رسیدگی، نسبت اسید اولئیک به اسید لینولئیک را از ۳/۲۵ به ۳/۳۱ و ۳/۵۸ درصد، طی سه برداشت، افزایش داد. اختلاف این میزان در برداشت سوم با دو برداشت دیگر معنی دار بود و به عنوان شاخص ارزیابی کیفیت روغن زیتون توسط محققان پیشین، به دلیل همبستگی با مقاومت اکسیداتیو، گزارش شده است. بالاتر بودن این نسبت یک ویژگی مطلوب روغن زیتون در نظر گرفته می‌شود، زیرا مقاومت اکسیداتیو روغن در این حالت افزایش خواهد یافت (شکل ۱).

محققان پیشین همبستگی مثبت بین نسبت میزان اسید چرب تک غیر اشباع بر چند غیر اشباع را با کیفیت و ارزش تغذیه‌ای و از طرفی با پایداری اکسیداتیو روغن گزارش دادند (Cerretani *et al*., 2006). طی سه دوره برداشت این نسبت، به ترتیب، ۳/۱۶ ، ۳/۲۹ و ۳/۷۰ درصد بود که اختلاف این میزان در برداشت سوم با دو برداشت دیگر معنی دار بوده است (شکل ۱).

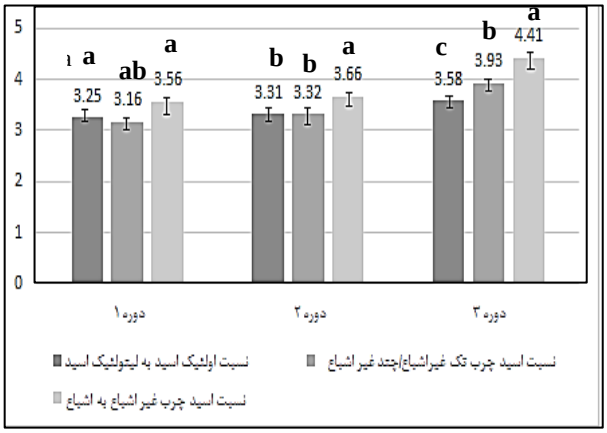
از سوی دیگر، اهمیت نوع اسیدهای چرب تک غیر اشباعی به چند غیر اشباعی از نظر کیفیت تغذیه‌ای توسط محققان گزارش شده است (Alavi Rafiei *et al*., 2012). بنابر نتایج تحقیق حاضر، نسبت اسید چرب چند غیر اشباع به اسید چرب اشباع در روغن زیتون رقم گلستان، طی سه دوره برداشت، به ترتیب، ۰/۸۵، ۰/۸۶ و ۰/۹۵ درصد بود. با توجه به اینکه کمتر بودن این نسبت نشان دهنده بالاتر بودن مقاومت اکسیداتیو روغن است، روغن برداشت شده در دوره برداشت اول بالاترین پایداری اکسیداتیو را در مقابل خود اکسایشی روغن داشت (شکل ۱). نسـبت اسـیدهای چـرب غیر اشـباع بـه اسیدهای چرب اشباع همبستگی مثبت با عدد یدی و مقدار بـالای ترکیبـات فنولیـک کل دارد و به عنـوان معیاری جهت خود اکسایشی روغن‌ها در نظر گرفته می‌شود (Issaoui *et al*., 2009). در حقیقت، میوه زیتون در ابتدای دوران رسیدگی حاوی ترکیبات بیوفنلی بالایی است که در نتیجه روغن استحصال شده در مراحل اولیه رسیدگی حاوی ترکیبات بیوفنلی بالاتر بوده لیکن درصد روغن در این میوه کاهش یافته است. همچنین همبستگی منفی بین اسید پالمیتیک و اسید اولئیک دیده شد که با افزایش درجه رسیدگی از میزان اسید پالمتیک کاسته شده و بر میزان اسید اولئیک افزوده می‌شود، این مورد نیز توسط سایر پژوهشگران گزارش شده بود که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت (Stati*et al*., 1994).

جدول ۳- مقادیر ترکیب اسیدهای چرب نمونه‌های روغن زیتون طی سه دوره برداشت

ترکیب اسیدهای چرب	حدود استاندارد ۱۴۴۶	دوره۱ (درصد)	دوره ۲ (درصد)	دوره ۳ (درصد)
C12 -Lauric acid	-	۰/۰۱ ± ۰/۰۱ a	۰/۰۱ ± ۰/۰۱ a	۰/۰۲ ± ۰/۰۱ b
C14- Myristic acid	کمتر یا مساوی ۰/۰۵	۰/۰۲ ± ۰/۰۱ a	۰/۰۴ ± ۰/۰۱ b	۰/۰۲ ± ۰/۰۱ a
C14:1c - Myristoleic acid	-	۰/۰۱ ± ۰/۰۱ a	۰/۰۱ ± ۰/۰۱ a	۰/۰۱ ± ۰/۰۱ a
C16- Palmitic acid	۵-۷/۲۰	۱۸/۶۶ ±1/۰۵ a	۱۸/۲۲ ± ۰/۸۰ b	۱۴/۷۱ ± ۰/۷۵ c
C16:1c- Palmitoleic acid	۰/۳ -۳/۵	۱/۲۶ ± ۰/۴۵ a	۲/۰۲ ± ۰/۳۴ b	۱/۲۴ ± ۰/۱۵ a
C17- Heptadecanoic acid	کمتر یا مساوی ۰/۳	۰/۰۵ ± ۰/۰۱ a	۰/۰۵ ± ۰/۰۱ a	۰/۰۵ ± ۰/۰۱ a
C17:1c- Heptadecenoic acid	کمتر یا مساوی ۰/۳	۰/۰۸ ± ۰/۰۱ b	۰/۰۹ ± ۰/۰۱ a	۰/۰۹ ± ۰/۰۱ a
C18- Stearic acid	۰/۵ -۵	۲/۶۰ ± ۰/۲۳ a	۲/64 ±۰ /۱۶ b	۳/۰۰ ± ۰/۲۵ c
C18:1c- Oleic acid	۵۵-۸۳	۵۷/۴۷ ۱±/۸۱ a	۵۷/۹۶ ±1/۰۶ b	۶۲/۶۰ ±1/۶۳ c
C18:2c- Linoleic acid	۵-۳/۲۱	۱۷/۶۴ ± ۰/۷۵ a	۱۷/۴۳ ± ۰/۶۴ b	c۱۶/۳۳ ± ۰/۵۸
C18:3c- Linolenic acid	کمتر یا مساوی ۱	۱/۰۳ ± ۰/۰۷ a	۰/۹۳ ± ۰/۰۳ b	۱/۰۲ ± ۰/۰۴ c
C18:2t- Isoalaeidic acid	-	۰/۰۲ ± ۰/۰۱ a	۰/۰۲ ± ۰/۰۱ a	۰/۰۳ ± ۰/۰۱ b
C20- Arachidic acid	کمتر یا مساوی ۰/۶	۰/۴۱ ± ۰/۰۱ a	۰/۴۱ ± ۰/۰۳ a	۰/۳۵ ± ۰/۰۵ b
C20:1c -Gadoleic acid	کمتر یا مساوی ۰/۴	۰/۲۵ ± ۰/۰۴ a	۰/۲۲ ± ۰/۰۳ b	۰/۲۶ ± ۰/۰۳ c
C22 -Behenic acid	کمتر یا مساوی ۰/۲	۰/۱۲ ± ۰/۰۲ a	۰/۱۱ ± ۰/۰۱ b	۰/۰۸ ± ۰/۰۱ c
C24- Lignoceric acid	کمتر یا مساوی ۰/۲	۰/۰۳ ± ۰/۰۱ a	۰/۰۳ ± ۰/۰۱ a	۰/۰۲ ± ۰/۰۱ b
C24:1c- Nervonic Acid	-	۰/۰۶ ± ۰/۰۱ a	۰/۰۵ ± ۰/۰۱ b	۰/۰۳ ± ۰/۰۱ c
PUFA: Poly Unsaturated Fatty Acids	-	۱۸/۶۹	۱۸/۳۶	۱۷/۳۵
MUFA: Mono Unsaturated Fatty Acids	-	۵۹/۱۴	۶۰/ ۳۵	۶۴/۲۳
SFA: Saturated Fatty Acids	-	۲۱/۸۶	۲۱/۴۱	۱۸/۲۶

حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی دار ($p < 0.05$) در مقدار هر ترکیب اسید چرب است.

نتایج به صورت انحراف معیار ± میانگین ارائه شده اند. (p<۰/۰۵).



شکل ۱- نمودار نسبت اسید اولئیک به اسید لینولئیک، اسیدهای چرب تک غیر اشباع به چند غیر اشباع و نسبت اسیدهای چرب غیر اشباع به اشباع در سه دوره برداشت زیتون از استان گلستان،

c, b,a بیانگر اختلاف معنی‌دار در مقادیر نسبت اسید چرب تک غیراشباع/چند غیراشباع، نسبت اسید اولئیک به اسید لینولئیک و نسبت اسید چرب غیراشباع به اسید چرب اشباع برای نمونه‌های روغن است (p<۰/۰۵).

بررسی ترکیب استرولی

میزان هر ترکیب استرولی در سه دوره برداشت تفاوت معنی‌داری نشان داد ($p < 0.05$) (جدول ۴). همانطور که انتظار می‌رفت به ترتیب، میزان بتاسیتوسترول (از ۸۳/۳۲ تا ۹۰/۰۸ درصد)، دلتا ۵ اوناسترول (از ۲/۹۱ تا ۹/۶۸ درصد) و کمپسترول (از ۳/۶۵ تا ۳/۸۰ درصد)، به ترتیب، بیشترین مقادیر را طی سه دوره برداشت به خود اختصاص داده بودند. کمترین میزان ترکیب استرولی مربوط به کمپستانول بود که مقدار آن تنها در روغن استحصال شده در دوره سوم مشاهده شد.

جدول ۴- مقادیر ترکیب استرولی (درصدی از استرول تام) طی سه دوره برداشت

استرول ها	دوره ۱	دوره ۲	دوره ۳
کلسترول	۰/۰۴ ± ۰/۰۱ a	۰/۰۳ ± ۰/۰۱ b	۰/۰۳ ± ۰/۰۱ b
براسیکاسترول	۰/۰۳ ±۰/۰۰ a	۰/۰۴ ±۰/۰۰ b	۰/۰۲ ± ۰/۰۱ c
۲۴-متیلن- کلسترول	۰/۰۱ ±۰/۰۰ a	۰/۰۱ ± ۰/۰۰ a	۰/۰ ۲±۰/۰۰ b
کمپسترول	۳/۸۰ ± ۰/۱۰ a	۳/۵۸ ± ۰/۰۹ b	۳/۶۵ ± ۰/۰۸ ab
کمپستانول	۰/۰ ± ۰/۰۰ a	۰/۰۳ ± ۰/۰۱ b	۰/۰۳ ± ۰/۰۱ b
استیگما استرول	۰/۶۷ ± ۰/۰۱ a	۰/۶۴ ± ۰/۰۲ ab	۰/۵۷ ± ۰/۰۱ b
کلرسترول	۱/۰۴ ± ۰/۰۲ a	۱/۳۶ ± ۰/۰۳ b	۰/۹۰۶ ± ۰/۰۱ c
بتا سیتوسترول	۹۰/۰۸ ± ۰/ ۲۳a	۸۴/۳۱ ± ۰/۱۸ b	۸۳/۳۲ ± ۰/۱۶c
دلتا ۵ اوناسترول	۲/۹۱ ± ۰/۰۴ a	۷/۹۵ ± ۰/۰۵ b	۹/۶۸ ± ۰/۰۶ c
دلتا ۵ و۲۴ استیگما استادی انول	۰/۲۳ ± ۰/۰۳ a	۰/۵۹ ± ۰/۰۴ b	۰/۷۱ ± ۰/۰۴ c
دلتا -۷- استیگما ستانول	۰/۴۲ ± ۰/۰۱ a	۰/۳۳ ± ۰/۰۱ ab	۰/۲۸ ± ۰/۰۱ c
دلتا -۷- اوناسترول	۰/۰۳ ± ۰/۰۲ a	۰/۳۵ ± ۰/۰۱ b	۰/۵۳ ± ۰/۰۲ c

حروف غیر مشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی دار ($p < 0.05$) در مقدار هر ترکیب استرولی است.

نتایج به صورت انحراف معیار ± میانگین ارائه شده اند..

نتایج این تحقیق یک روند سینوسی برای میزان براسیکا استرول، به ترتیب، ۰/۰۳، ۰/۰۴ و ۰/۰۲ درصد و مقدار کمپسترول، به ترتیب، ۳/۸۰، ۳/۵۸ و ۳/۶۵ درصد را، طی سه دوره برداشت، نشان می دهد. تمام این مقادیر مطابق استاندارد

ملی ایران به شماره ۱۴۴۶، (میزان براسیکااسترول کمتر و/یا مساوی ۰/۱ درصد و مقدار کمپسترول کمتر و/یا مساوی۴ درصد) می‌باشد (INSO 1446, 2012). همچنین روند کاهشی در میزان کلسترول، طی سه دوره برداشت، به ترتیب، ۰/۰۴، ۰/۰۳ و ۰/۰۳ درصد و میزان استیگمااسترول، به ترتیب، ۰/۶۷، ۰/۶۴ و ۰/۵۷ درصد دیده شد که البته تمام مقادیر مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۱۴۴۶، (میزان کلسترول کمتر و/یا مساوی ۰/۵ درصد و میزان استیگمااسترول کمتر از میزان کامپسترول) می باشد (INSO, 2012).

نسبت کمپسترول به استیگمااسترول به عنوان یک پارامتر کیفی در روغن‌ها به منظور تعیین بهترین زمان برداشت زیتون شناخته می‌شود، زمانی که این اندیس در بالاترین حد خود باشد، بهترین زمان برداشت میوه زیتون در نظر گرفته شده است (Homapour, 2015). نتایج این پژوهش یک روند سینوسی برای نسبت کمپسترول به استیگما استرول، به ترتیب، ۵/۶۷، ۵/۵۹ و ۶/۴۰ را نشان داد.

دلتا-۵-اوناسترول به دلیل حضور زنجیره جانبی دلتا- ۸ و ۲۴ اتیلیدین در دماهای بالا از خود خاصیت آنتی اکسیدانی نشان می‌دهد، در نتیجه این ترکیب می‌تواند روغن‌های گیاهی را در برابراکسیداسیون در دمای بالا محافظت کند، به همین دلیل وجود آن در روغن‌های سرخ کردنی حائز اهمیت است (Homapour, 2015). دراین تحقیق میزان دلتا ۷- اوناسترول یک روند صعودی، به ترتیب، ۰/۳۰، ۰/۳۵ و ۰/۵۳ درصد، طی سه دوره برداشت، را نشان داد که این مقادیر در محدوده مجاز استاندارد ملی ایران (کمتر یا مساوی ۰/۵درصد) قرار داشتند (INSO 1446, 2012). از سوی دیگر بتا سیتواسترول طی سه دوره برداشت، به ترتیب، با ۹۰/۰۸، ۸۴/۳۱ و ۸۲/۳۲ درصد، روند نزولی داشت که منطبق با نتایج سایر پژوهشگران است. طی دوران رسیدگی از مقدار بتاسیتوسترول کاسته شده و بر مقدار دلتا -۵ اوناسترول افزوده می‌شود (Homapour, 2015).

مجموع بتا سیتواسترول، دلتا ۵ اوناسترول، دلتا ۵ -۲۳ استیگما استادی‌انول، کلرسترول، سیتوستانول و دلتا ۵ و ۲۴ استیگما استادی‌انول (بتاسیتواسترول ظاهری) نیز، به ترتیب، طی سه دوره برداشت، ۹۴/۲۶، ۹۴/۲۶ و ۹۴/۶۶ درصد بود که در محدوده مجاز استاندارد (بیشتر یا مساوی ۹۳ درصد باشد) قرار داشتند (INSO 1446, 2012).

بررسی فنول تام یا کل

اندازه‌گیری ترکیبات فنولی به عنوان شاخصی برای پایداری اکسایشی روغن زیتون در نظر گرفته می‌شود. نتایج این پژوهش یک روند نزولی را طی سه دوره برداشت، برای میانگین میزان فنل کل، به ترتیب، ۳۹/۱۴، ۳۲/۴۸ و ۲۴/۸۹ درصد، با تفاوت معنی دار (در سطح ۰/۰۵) نشان داد. لذا، روغن زیتون به دست آمده در برداشت اول، به دلیل محتوای بیشتر ترکیبات فنولی از پایداری اکسیداتیو بالاتری برخوردار بود. مقدار ترکیبات فنولی روغن زیتون به محل کشت، آب و هوا، تنوع و درجه رسیدگی میوه زیتون در زمان برداشت بستگی دارد (Saguy *et al*., 1996). در این راستا، اثر شاخص رسیدگی بر کیفیت میوه و روغن سه رقم زیتون منطقه رودبار گزارش شد (Ghasemnejhad *et al*., 2017).

بررسی تاثیر دوران رسیدگی (طی سه مرحله برداشت) و منطقه رشد میوه زیتون واریته *Bosana* بر روغن زیتون تولید شده از آن در سه منطقه استانی ساردینا (در ایتالیا) نشان داد که با برنامه‌ریزی دقیق زمان برداشت و منطقه تولید می‌توان به روغن زیتونی با کیفیت بالا دست یافت (Morrone *et al*., 2018). طی دوران رسیدگی میوه زیتون واریته Oueslati، در تونس، نشان داده شد که پارامترهای تحلیلی، مانند: اندیس پر اکسید، جذب UV در طول موج ۲۷۰ – ۲۳۲ نانومتر، رنگدانه‌های کلروفیل، کاروتنوئیدها و محتوای اسید اولئیک کاهش و مقدار اسید لینولئیک افزایش یافت، در حالی که اسیدیته آزاد عملاً پایدار باقی ماند (Ouni *et al*., 2016).

بررسی تعیین زمان برداشت سه رقم زیتون میشن، بلیدی و روغنی در منطقه گرگان، نشان داد که در رقم میشن مقدار روغن در ماده خشک، در نیمه دوم آبان ماه تا اول آذر، به حداکثر مقدار خود حدود ۴۴/۲ درصد و در رقم‌های بلیدی و روغنی در اول آذر ماه، به ترتیب، به ۵۲/۱ درصد و ۵۰/۲ درصد می‌رسد و پس از آن ثابت می‌ماند. مقدار اسیدیته در زمان‌های مختلف برداشت به خصوص اوایل آذر، افزایش داشته است. لذا، بهترین زمان برداشت ارقام مذکور اول آذر ماه تعیین شد (Mohamadzadeh & Fakhroddin, 2005). همین زمان برای برداشت دو رقم زیتون کرونایکی و میشن، با توجه به افزایش مقدار روغن در ماده خشک و درصد اسید چرب آزاد و کاهش ارزش پراکسید با پیشرفت رسیدگی، تعیین شد (Asefi Najafabadi *et al*., 2010). ارزش پراکسید (PV)، اسیدیته آزاد (FFA)، ضرایب خاموشی در روغن زیتون حاصل از ارقام زیتون زرد، روغنی محلی و آربیکن در منطقه رودبار، به طور قابل ملاحظه‌ای نسبت به زمان برداشت افزایش و میزان فنول کل و فلاوونوئید کل، به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت (Eftekhari, 2013). مناسب‌ترین زمان برداشت در سه رقم ماری، کرونیکی و آربیکن، ۱۸۰ روز پس از گل دهی تعیین شد (Razeghi Jahromi *et al*., 2016).

نتیجه‌گیری

نتایج به دست آمده طی سه دوره برداشت (مهر، آبان و آذر) رقم روغنی گلستان نشان داد کـه از بهترین روش‌های تعیین زمان برداشت هر واریته، تشخیص مقدار رسیدگی میوه زیتون است. بیشترین مقدار رسیدگی به روش فیزیکی از طریق اندازه‌گیری نسبت طول/عرض میوه زیتون و هسته زیتون، در برداشت سوم، به دست آمد. اما بررسی روند تغییرات فیزیکوشیمیایی روغن زیتون استحصال شده، روشی کارآمدتر در تعیین کیفیت روغن زیتون و زمان برداشت مناسب میوه زیتون بر اساس خواص تغذیه‌ای و کیفیت مناسب روغن زیتون است. لذا بررسی مقادیر اسیدیته طی سه دوره برداشت، فعالیت لیپولیتیکی بالاتر در اواخر دوره رسیدگی میوه زیتون را نشان داد. در بررسی پروفایل اسیدهای چرب، اسید اولئیک فراوان‌ترین و بیشترین ترکیب اسید چرب بود و بیشترین مقدار این اسیدچرب در دوره سوم برداشت به مقدار ۶۲/۶ درصد ایجاد شد. عدد پراکسید، مقاومت اکسیداتیو و میزان فنل تام روند نزولی را طی سه دوره برداشت نشان دادند که با توجه به سیر نزولی ترکیبات فنلی، کاهش پایداری اکسیداتیو قابل توجیه است. طی سه دوره برداشت کاهش مقدار بتا سیتوسترول و افزایش دلتا -۵-اوناسترول مشاهده شد که می‌تواند تبدیل بتاسیتوسترول به دلتا-۵-اوناسترول را تایید کند. مقدار کمپسترول که به ناحیه برداشت میوه زیتون، رقم، و شرایط آب و هوایی بستگی دارد، روند افزایشی داشت. با توجه به بالا بودن نسبت اسید اولئیک به اسید لینولئیک در دوره سوم برداشت، و نیز مقدار بالای نسبت کمپسترول به استیگمااسترول، به عنوان یک پارامتر کیفی در روغن‌ها به منظور تعیین بهترین زمان برداشت زیتون، مناسب‌ترین زمان برداشت برای روغن کشی رقم روغنی زیتون در گلستان، دوره سوم برداشت (آذر) تعیین شد. لازم به ذکر است که این ماه براساس بیشترین مقدار روغن و شاخص پایداری اکسیداتیو مناسب و با توجه به ارزش تغذیه‌ای کل تعیین شد، این درحالی است که روغن زیتون استحصال شده در ماه اول نارس بوده و کمترین میزان روغن و بیشترین پایداری اکسیداتیو (اندازه‌گیری شده با دستگاه رنسیمت) و فنل کل را داشته است.

سپاسگزاری

از زحمات سرکار خانم دکتر انوشه رحمانی، عضو محترم هیات علمی پژوهشکده مواد غذایی و فراورده های کشاورزی پژوهشگاه استاندارد، که در انجام محاسبات آماری و تدوین این مقاله نهایت همکاری را داشته اند سپاسگزاری می شود.

هیچگونه تعارض منافع بین نویسندگان وجود ندارد.

REFERENCES

Aguilera, M. P., Beltrán, G., Ortega, D., Fernández, A., Jiménez, A., & Uceda, M. (2005). Characterisation of virgin olive oil of Italian olive cultivars: Frantoio' and Leccino', grown in Andalusia. *Food Chemistry*, 89(3), 387-391.

Ahangar Banadkouki, S., Piravi Vanak, Z., Khodaparast, M.H., Hasani Bafrani, A. & Safafar, H. (2011). Comparison of fatty acid composition of olive oil in different regions of Iran. *Innovation in Food Science and Technology*, 5(2), 39-49. (In Farsi)

Alavi Rafiee, S., Farhoosh, R. & Khodaparast, M.H. (2012). Physicochemical properties of Iranian commercial olive oils. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 7(2), 85-94. (In Farsi).

Anastasopoulos E, Kalogeropoulos N, Kaliora A, Kountouri A, & Andrikopoulos N (2011). The influence of ripening and crop year on quality indices, polyphenols, terpenic acids, squalene, fatty acid profile, and sterols in virgin olive oil (Koroneiki cv.) produced by organic versus non-organic cultivation method. *Journal of Food Science and Technology*. 46, 170-178.

AOCS (American Oil Chemists' Society). (1998). Official method Cd 8-53. Peroxide Value. In Firestone, D., Ed., Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, 5th Edition, AOCS, Champaign, III.

Asefi Najafabadi, A., Hemati, K., Ghasemnejhad, A., Ghazaeian, M. & Ebrahimi, P. (2010). Investigating the time of harvest of two olive cultivars and its effect on oil quality and quantity in Gorgan region. *Journal of Horticultural Sciences*, 24(1*)*, 70-74. (In Farsi)

Ben Stati, M., Gerasopoulos, D. & Kiritsakis, A. (1994). The effect of harvest maturity, temperature modified atmosphere and salt on the olive oil quality of stored Koroneiki olives. *Rivista Italiana Delle Sostanze Grasse*, 71(5), 235-241.

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.

Borges, T. H., Pereira, J. A., Cabrera-Vique, C., Lara, L., Oliveira, A. F., & Seiquer, I. (2017). Characterization of Arbequina virgin olive oils produced in different regions of Brazil and Spain: Physicochemical properties, oxidative stability and fatty acid profile. *Food chemistry*, 215, 454-462.

Boskou, D., Blekas, G., & Tsimidou, M. (2006). Olive oil composition. In *Olive Oil* (pp. 41-72). AOCS press.

Casal, S., Malheiro, R., Sendas, A., Oliveira, B. P., &

Pereira, J. A. (2010). Olive oil stability under deep-frying conditions. *Food and chemical toxicology*, 48(10), 2972-2979.

Cerretani L., Bendini, A., DelCaro, A., Piga, A., Vacca, V., Fiorenza, M., ·Tullia, M., & Toschi, G. (2006). Preliminary characterization of virgin olive oils obtained from different cultivars in Sardinia. *European Food Research and Technology*, 222, 354–361.

Dag, A., Kerem, Z., Yogev, N., Zipori, I., Lavee, S., & Ben-David, E. (2011). Influence of time of harvest and maturity index on olive oil yield and quality. *Scientia Horticulturae*, 127(3), 358-366.

Eftekhari, S. (2013). Effect of harvest time and room temperature before processing on fruit and oil quality in Rudbar region. M.S. Thesis, University of Gilan. (In Farsi)

Fahimdanesh, M. (2001). *Evaluation of quality parameters of olive oil used in Iran*. M.S. Thesis in Agricultural Engineering-Science and Food Industry. School of Agriculture. Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran. (In Farsi)

Farhangdoust, Z., Asadollahi, S. & Zinanlou, A. (2013). Assessment and comparison of chemical specifications of olive oils from Yellow, Oily, Shangeh, Conservalia and Mary cultivars. *Innovation in Food Science and Technology*, 5(3), 23-29. (In Farsi)

Fernandez-Orozco, R., Roca, M., Gandul-Rojas, B., & Gallardo-Guerrero, L. (2011). DPPH-scavenging capacity of chloroplastic pigments and phenolic compounds of olive fruits (cv. Arbequina) during ripening. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24(6), 858-864.

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. (In Farsi)

Gimeno, E., Fito, M., Lamuela-Raventos, R. M., Castellote, A. I., Covas, M., Farre, M., & Lopez-Sabater, M. C. (2002). Effect of ingestion of virgin olive oil on human low-density lipoprotein composition. *European journal of clinical nutrition*, 56(2), 114-120.

Homapour, M., Hamedi, 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 & Food Technology*, 9(1), 121-130. (In Farsi).

Homapour, M., (2015). Identification of Pigments Present in Virgin Olive Oils Extracted from Five Monovarieties Grown in Two Regions and Comparing the Results to Foreign Virgin Olive, PhD Dissertation in Agricultural Engineering-Science and Food Industry, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran. (In Farsi)

Houhoula, D. P., Oreopoulou, V., & Tzia, C. (2002). A kinetic study of oil deterioration during frying and a comparison with heating. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 79(2), 133-137.

Inglese, P., Famiani, F., Galvano, F., Servili, M., Esposto, S., & Urbani, S. (2011). 3 factors affecting extra-virgin olive oil composition. *Horticultural reviews*, 38, 83.

INSO, Iranian National Standard Organization. (2007). Animal and vegetable fats and oils Determination of individual and total sterols contents by as chromatography -Test method, Standard No.16324. (in Farsi)

INSO, Iranian National Standard Organization. (2011). Animal and vegetable fats and oils- Determination of acid value and acidity- Test method, Standard No.4178, 1st revision. (In Farsi)

INSO, Iranian National Standard Organization. (2012). Olive oil– Specifications and test methods, Standard No.1446, 3rd revision. (In Farsi)

INSO, Iranian National Standard Organization. (2009). Oilseeds- Determination of oil content (Reference method). No. 7593. (In Farsi)

INSO, Iranian National Standard Organization. (2016-1). Animal and vegetable fats and oils- Gas chromatography of fatty acid methyl esters- Part 2: Preparation of fatty acid methyl esters, Standard No.13126-2, 1st revision. (In Farsi)

INSO, Iranian National Standard Organization. (2016-2). Animal and vegetable fats and oils- Gas chromatography of fatty acid methyl esters- Part 4: Determination by capillary gas chromatography, Standard No.13126-4. (In Farsi)

INSO, Iranian National Standard Organization. (2017). Animal and vegetable fats and oils — Determination of oxidative stability (accelerated oxidation test method, Standard No.3734. (In Farsi)

INSO, Iranian National Standard Organization. (2018). Animal and vegetable fats and oils - Determination of peroxide value - Iodometric (visual) endpoint determination, Standard No.4179, 2nd revision. (In Farsi)

Issaoui, M., Hassine, K. B., Flamini, G., Brahmi, F., Chehab, H., Aouni, Y., & Hammami, M. (2009). Discrimination of some Tunisian olive oil varieties according to their oxidative stability, volatiles compounds and chemometric analysis. *Journal of Food Lipids*, 16(2), 164-186.

Jimenez B, Sanchez-Ortiz A, & Rivas A. (2014). Influence of the malaxation time and olive ripening stage on oil quality and phenolic compounds of virgin olive oils. *International Journal of Food Science and Technology*, 49, 2521–2527.

Kalua, C. M., Allen, M. S., Bedgood Jr, D. R., Bishop, A. G., Prenzler, P. D., & Robards, K. (2007). Olive oil volatile compounds, flavour development and quality: A critical review. *Food chemistry*, 100(1), 273-286.

Kritioti, A., Menexes, G., & Drouza, C. (2018). Chemometric characterization of virgin olive oils of the two major Cypriot cultivars based on their fatty acid composition. *Food research*

international, 103, 426-437.

Mohamadzadeh, J. & Fakhroddin, F. (2005). Determination of harvesting time of three cultivars olive and its effect on quality and quantity of oil in Gorgan region. *Journal of Agricultural Science and nutrition resources*, 12(3*)*, 45-51. (In Farsi)

Morelló, J. R., Motilva, M. J., Ramo, T., & Romero, M. P. (2003). Effect of freeze injuries in olive fruit on virgin olive oil composition. *Food chemistry*, 81(4), 547-553.

Morrone, L., Neri, L., Cantini, C., Alfei, B., & Rotondi, A. (2018). Study of the combined effects of ripeness and production area on Bosana oil's quality. *Food chemistry*, 245, 1098-1104.

Movahed, S., & Ghavami, M. (2007). Comparative and identification of fatty acid composition of Iranian and importing grape seed oil. *Pajouhesh and Sazandegi*, *75*, 8-16.

Najafian, L., Ghodsvali, A., Khodaparast, M. H., & Diosady, L. L. (2009). Aqueous extraction of virgin olive oil using industrial enzymes. *Food Research International*, 42(1), 171-175.

Naz, S., Siddiqi, R., Sheikh, H., & Sayeed, S. A. (2005). Deterioration of olive, corn and soybean oils due to air, light, heat and deep-frying. *Food Research International*, 38(2), 127-134.

Nowdwhi, M., Farmani, J. & Bagheri, R. (2016). Study of the correlation of sensory attributes and some physicochemical properties of extra-virgin olive oil. *Journal food Science and technology*, 72(14*)*, 67-78. (In Farsi)

Ouni, Y., Flamini, G., & Zarrouk, M. (2016). The chemical properties and volatile compounds of virgin olive oil from Oueslati variety: Influence of maturity stages in olives. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 93(9), 1265-1273.

Padula, G., Giordani, E., Bellini, E., Rosati, A., Pandolfi, S., Paoletti, A., & Buccoliero, A. (2008). Field evaluation of new olive (Olea europaea L.) selections and effects of genotype and environment on productivity and fruit characteristics. *Advances in Horticultural Science*, 87-94.

Razeghi Jahromi, F., Hoseini Mazinani, S.M., Mohammadi, S., Razavi, K., Shiran, B. & Mostafavi, K. (2016). Selecting the optimal time to harvest olive fruit in some Iranian and Mediterranean cultivars based on oil content and composition of fatty acids. *Journal of Crop Production and Processing*, 6(19), 85-95. (In Farsi).

Saguy, I. S., Shani, A., Weinberg, P. & Garti, N. (1996). Utilization of jojoba oil for deep-fat frying of foods. *LWT-Food Science and Technology*, 29(5-6*)*, 573-577.

Seifi, E., Jalali, A., Ebrahimnia, S. & Fereidouni, H. (2016). Comparison of biochemical composition of three-cultivar olive oil (Olea europaea L) in different regions of Golestan province. *Journal of Plant Eco-Physiology*, 11(43*)*, 52-65. (In Farsi)

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.

Tena, N., Lazzez, A., Aparicio-Ruiz, R., & García-González, D. L. (2007). Volatile compounds characterizing Tunisian Chemlali and Chétoui virgin olive oils. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 55(19*)*, 7852–7858.

Velasco, J. & Dobarganes, C. (2002). Oxidative stability of virgin olive oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 104(9-10*)*, 661-676.11