Iranian Journal of Horticultural Science
Vol 49, No 4, Winter 2019 (925-937)
DOI: 10.22059/ijhs.2017.240968.1313

علوم باغبانی ایران
دورۀ ۴۹، شمارۀ ۴، زمستان ۱۳۹۷ (ص ۹۳۷-۹۲۵)

ارزیابی شاخص‌های کیفی روغن پنج رقم زیتون در منطقه طارم زنجان

فرهاد اکبری[۱]، رضا فتوحی قزوینی[۲*]، مهدی طاهری[۳] و آرش محمدی[٤]
۱ و ۲. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استاد، گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۳. استادیار، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی زنجان، زنجان، ایران
٤. دانشجوی دکترای اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹٦/٦/۲۳ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹٦/۸/۲۹)

چکیده

روغن زیتون یکی از قدیمی‌ترین روغن‌های گیاهی بوده و ششمین منبع تأمین روغن جهان است. عوامل مختلفی به‌ویژه رقم و اقلیم، کیفیت روغن زیتون را تحت تأثیر قرار می‌دهند؛ بنابراین پژوهش حاضر به‌منظور ارزیابی کیفیت روغن پنج رقم در ایستگاه تحقیقات زیتون طارم -زنجان در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۵ اجرا شد. میوه‌های ارقام زرد، کالاماتا، کایسی، کرونائیکی و آربکین در شاخص رسیدگی ۳-٤ برداشت و بلافاصله پس از برداشت استخراج روغن انجام شد و برخی خصوصیات کیفی روغن زیتون مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در بین ارقام مورد بررسی، کایسی دارای پایین‌ترین عدد یدی و ارزش پراکسید و در عین حال بالاترین مقدار K_{232}، کارتنوئید کل، فنل کل، اولئیک‌اسید و نیز نسبت اولئیک‌اسید به لینولئیک‌اسید روغن زیتون بود. هم‌چنین در ارزیابی ترکیبات اسید چرب روغن زیتون، مشخص شد که کرونائیکی بالاترین مقدار ایکوسنوئیک‌اسید، آراشیدیک‌اسید و لینولئیک‌اسید را دارا بود. بیشترین مقدار کلسترول و دلتا. ۷. اونسترول در رقم زرد مشاهده گردید؛ در حالی‌که کالاماتا دارای بیشترین میزان استیگماسترول، بتاسیتوسترول و دلتا.۵. ۲٤. استیگماستادینول بود. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در بین ارقام مورد مطالعه، می‌توان رقم کایسی را بر اساس کیفیت روغن زیتون به‌عنوان رقم مناسب برای شرایط آب و هوایی منطقه طارم معرفی کرد.

واژه‌های کلیدی: ارزش پراکسید، اسیدهای چرب، اولئیک‌اسید، ترکیبات استرولی، فنل کل.

Evaluation of oil quality indices of five olive cultivars in Tarom region of Zanjan

Farhad Akbari[1], Reza Fotouhi Ghazvini[2*], Mehdi Taheri[3] and Arash Mohammadi[4]
1. Former M.Sc. Student and Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture Science, University of Guilan, Rasht, Iran
3. Assistant Professor, Agriculture and Natural Resources Research Center of Zanjan, Zanjan, Iran
4. Ph.D. Student of plant breeding, Faculty of Agriculture and Natural resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
(Received: Sep. 14, 2017 - Accepted: Nov. 20, 2017)

ABSTRACT

Olive oil is one of the oldest known vegetable oils and ranking sixth source in the world production. Many factors, particularly the cultivar and climate affect olive oil quality. Therefore, present study was conducted to evaluate the oil qulity of five olive cultivars in Tarom olive research station of Zanjan based on completely randomized design with three replications in 2016. Fruits of Zard, Kalamata, Kayssi, Koroneiki and Arbequina cultivars were harvested at 3-4 maturity index and immediately after harvest oil extraction was performed and some qualitative characteristics of olive oil were evaluated. Results showed that among the studied cultivars, Kayssi had the lowest iodine and peroxide value, and at the same time had the highest K_{232}, total carotenoid, total phenol, oleic acid and also oleic to linoleic acid ratio of olive oil. Moreover, in the evaluation of the fatty acid composition of olive oil, it was revealed that Koroneiki had the highest eicosenoic acid, arachidic acid and Linoleic acid. The highest amount of cholesterol and Δ7-avenasterol was observed in Zard cultivar, while Kalamata had the highest stigmasterol, β-sitosterol and Δ5-24-stigmastadienol. According to the obtained results, among the studied cultivars according to quality of olive oil Kayssi cultivar can introduce as a suitable cultivar for Tarom weather conditions.

Keywords: Fatty acids, oleic acid, peroxide value, sterol compounds, total phenol.

* Corresponding author E-mail: r.fotouhi@gmail.com

مقدمه

زیتون (*Olea europaea* L.) یکی از مهم‌ترین درختان میوه در منطقه مدیترانه می‌باشد که به‌خاطر دارا بودن خواص غذایی مفید، مصارف بهداشتی، دارویی و صنعتی از دیرباز همواره مورد توجه بشر قرار گرفته است. یکی از فرآورده‌های اصلی آن روغن زیتون می‌باشد که به‌دلیل وجود ترکیبات موجود در آن، باعث جلوگیری از بیماری‌های قلبی و عروقی و سرطانی می‌شود. ارزش غذایی روغن زیتون نه تنها به‌خاطر طبیعی‌بودن بلکه به‌دلیل وجود میزان بالای اسیدهای چرب غیراشباع خصوصاً اولئیک‌اسید و همچنین ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و فنلی موجود در آن می‌باشد (Tuberoso *et al*., 2016; Sánchez-Rodríguez *et al*., 2016).

روغن زیتون دارای اسیدهای چرب از جمله اولئیک‌اسید، لینولئیک‌اسید و به‌مقدار اندکی لینولنیک‌اسید می‌باشد. یکی از مزایای روغن زیتون، بالابودن محتویات اولئیک‌اسید و پایین‌بودن لینولنیک‌اسید است (Orsavova *et al*., 2015). از طرفی روغن زیتون دارای مقادیر متفاوتی از انواع ترکیبات استرولی مانند کامپسترول، استیگماسترول، اسیگماستنول‌ها و اونسترول‌ها می‌باشد که مقادیر کمتری از فیتوسترول‌ها و کلسترول و در عین حال مقدار زیادی از اسکوالین را در بر می‌گیرد. استرول‌ها که به فیتواسترول معروف هستند، الکل‌های غیراشباع حاضر در بافت‌های چرب حیوانی و گیاهی هستند که شواهدی دال بر عمل آنها بر ضد سرطان ریه، معده، تخمدان و پستان وجود دارد (Xu *et al*., 2012; Kyçyk *et al*., 2016).

یکی از مهم‌ترین عوامل در گسترش موفق سطح زیر کشت درختان زیتون، شناسایی و انتخاب رقم مناسب برای هر منطقه جغرافیایی جهت تولید روغن زیتون با کمیت و کیفیت مناسب می‌باشد. در سال‌های اخیر، تولید روغن زیتون حاصل از رقم خاص به‌دلیل ویژگی‌های کیفی آن در کشورهای تولیدکننده این محصول گسترش یافته است. با توجه به برنامه توسعه کشت زیتون در ایران، توجه به این مسئله بسیار مهم است (Zeinanloo *et al*., 2015).

Soltani *et al*. (2016) در بررسی برخی از ارقام و ژنوتیپ‌های بومی و خارجی زیتون نشان دادند که بین ارقام زرد، بلیدی، لچینو و آربکین، از لحاظ درصد روغن در ماده خشک و تر، میزان کلروفیل، کارتنوئید، ارزش پراکسید شاخص K_{232} و درصد اسیدهای چرب اختلاف معنی‌داری وجود داشت؛ در حالی‌که شاخص K_{270} و میزان اسیدیته آزاد تحت تأثیر نوع رقم قرار نگرفت. در بررسی Mehboodi *et al*. (2015) که بین دو رقم زیتون زرد و دزفول در دو منطقه کازرون و شیراز انجام دادند، مشخص شد که میزان اولئیک، استئاریک و آراشیدیک‌اسید در رقم زرد بیشتر بود؛ در حالی‌که میزان پالمیتیک، لینولئیک و پالمیتولئیک اسید در رقم دزفول بالاتر بود. آنها نتیجه گرفتند که در کل، روغن زیتون رقم زرد شیراز دارای بالاترین سطح اولئیک‌اسید و پایین‌ترین میزان لینولئیک‌اسید بود که از لحاظ کیفی ممتاز تلقی می‌شود. در بررسی دیگر روی دو رقم زرد و روغنی زیتون در دو منطقه کازرون و شیراز نشان داده شد که میزان اولئیک‌اسید رقم زرد از رقم روغنی بیشتر بود در حالی‌که مقدار پالمیتیک، پالمیتولئیک، لینولئیک و لینولنیک‌اسید رقم روغنی بیشتر از رقم زرد بود (Homapour *et al*., 2014). هم‌چنین Arafat *et al*. (2016) بیان کردند که شاخص‌های کیفی روغن زیتون شامل پایداری اکسیداتیوی، اسیدهای چرب و ترکیبات استرولی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر رقم مورد بررسی قرار می‌گیرد. در بررسی دیگری Hashempour *et al*. (2009) در منطقه کازرون روی سه رقم زیتون زرد، روغنی و ماری گزارش کردند که ارقام زرد و روغنی به‌ترتیب دارای بیشترین میزان سینامیک‌اسید و وانیلیک‌اسید بودند. هم‌چنین این دو رقم بیشترین میزان کلروفیل کل و کاروتنوئیدها را در بین سایر ارقام داشتند.

اطلاعات اندکی از تأثیر رقم بر کیفیت روغن زیتون در شمال ایران وجود دارد. تقریباً همه مطالعات انجام‌شده در روغن زیتون طبیعی ایرانی روی خصوصیات ارقام محلی متمرکز شده که شرایط شوری آب و خاک مناطق زیر کشت آن‌ها، پایین‌تر از طارم بوده است (Hashempour *et al*., 2009; Rostami-

(Ozumchuluei *et al*., 2016). در طارم زنجان و اغلب مناطق ایران، با توجه به میزان بارندگی کم، نرخ بالای تبخیر و جنس سنگ بستر، شوری به یک مشکل عمده تبدیل شده است. به‌عبارت دیگر، اطلاعات کمی از مشخصات شیمیایی روغن زیتون رقم‌های مختلف وارداتی و رقم زرد ایرانی در شرایط شوری آب با میانگین شوری ۳/۲۲ دسی‌زیمنس بر متر و خاک با میانگین شوری ۵/۱۸ دسی‌زیمنس بر متر در عمق ۱۰۰-۰ سانتی‌متری شرایط محیطی طارم وجود دارد؛ بنابراین هدف از این آزمایش مطالعه برخی از ویژگی‌های بیوشیمیایی روغن زیتون رقم زرد (ایرانی) و برخی ارقام خارجی مانند کالاماتا، کایسی، کرونائیکی و آربکین در منطقه طارم زنجان است که دارای خاک و آب شور نسبتاً بالایی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۵ در ایستگاه تحقیقات زیتون طارم اجرا گردید. شهرستان طارم به مرکزیت شهر آب‌بر، یکی از هفت شهرستان استان زنجان می‌باشد که مساحتی بالغ بر ۲۲۳۵ کیلومتر مربع دارد. ایستگاه تحقیقات زیتون طارم در مختصات طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۰۵ دقیقه طول شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۷ دقیقه شمالی خط استوا در شمال زنجان و به فاصله ۱۰۰ کیلومتری از زنجان قرار دارد. اقلیم این منطقه نیمه‌گرمسیری با میانگین بارندگی سالیانه ۲۵۰ میلی‌متر، میانگین دمای سالیانه ۱۷/۵ درجه سانتی‌گراد و میانگین رطوبت نسبی ۶۸ درصد می‌باشد. ایستگاه تحقیقات زیتون طارم، در حال حاضر یکی از بزرگ‌ترین بانک ژن‌های زیتون منطقه خاورمیانه به شمار می‌آید. برای انجام آزمایش درختان ارقام زرد، کالاماتا، کایسی، کرونائیکی و آربکین که از نظر سن (۱۰ ساله)، ارتفاع و قطر تاج مشابه بودند انتخاب شده و در طول فصل رشدی تحت شرایط تغذیه‌ای و آبیاری مشابهی قرار گرفتند. برای ارزیابی بهتر، از هر رقم، ۹ درخت در قالب ۳ تکرار که هر تکرار شامل ۳ واحد آزمایشی بود انتخاب گردید. مدیریت تغذیه با توجه به نیاز کودی درختان و بر اساس توصیه‌های صورت‌گرفته توسط Fernández-Escobar *et al.* (2009) صورت گرفت. کنترل علف‌های هرز باغ به‌صورت مکانیکی طی چندین مرحله، به‌صورت فیزیکی توسط دستگاه علف‌زن موتوری انجام شد. آبیاری به‌صورت قطره‌ای و بر اساس نیاز آبی گیاهان انجام گرفت. میوه‌های ارقام مختلف زیتون پس از تعیین شاخص رسیدگی، در شاخص رسیدگی ۴-۳ و به نسبت ۵۰ درصد از هر شاخص، با روش دست‌چین برداشت شدند. میوه‌های برداشت‌شده به‌مقدار ۱۰ کیلوگرم بلافاصله جهت روغن‌کشی به آزمایشگاه واقع در ایستگاه تحقیقات زیتون طارم منتقل شد.

استخراج روغن

به‌منظور استخراج روغن، میوه‌ها ابتدا شسته شده و توسط آسیاب فلزی آسیاب شدند. برای تسریع در استخراج روغن، خمیر زیتون به‌مدت ۱۵ تا ۲۰ دقیقه در دمای ۲۰ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد ورز داده شد. برای جداسازی روغن، خمیر آماده‌شده به‌مدت ۱/۵ تا ۲ دقیقه با سرعت ۳۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ گردید (Hashempour et al., 2009). روغن‌های استحصالی جهت انجام اندازه‌گیری صفات، در شیشه‌های تیره‌رنگ در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد.

اندازه‌گیری صفات

به‌منظور تعیین درصد روغن، تعداد ۲۰ عدد میوه به‌صورت تصادفی از هر تکرار انتخاب و پس از جداکردن گوشت میوه از هسته، نمونه‌ها در آون با دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۲ ساعت تا حصول وزن ثابت، خشک گردید. سپس با استفاده از هاون چینی گوشت میوه‌ها آسیاب و با دستگاه سوکسله و توسط حلال استون روغن‌کشی صورت گرفت و در نهایت درصد روغن نمونه‌ها مطابق رابطه (۱) محاسبه گردید:

$$\text{درصد روغن در نمونه خشک} = \frac{(\text{وزن فنجان خالی} - \text{وزن فنجان همراه روغن})}{\text{وزن نمونه مورد نظر}} \times ۱۰۰ \qquad (۱)$$

پس از برداشت کل محصول هر درخت و وزن‌کردن آن، عملکرد میوه هر رقم محاسبه گردید (Hashempour, 2008). میزان اسیدیته روغن، ارزش پراکسید و شاخص‌های اسپکتروفتومتری K_{232} و K_{270} بر اساس روش اتحادیه اروپا (ECC/265/91) اندازه‌گیری شد. تعیین عدد یدی به‌روش هانوس صورت گرفت و در نهایت مقدار عدد یدی بر حسب گرم ید جذب‌شده توسط ۱۰۰ گرم از نمونه روغن بیان گردید (Firestone, 1994). اندازه‌گیری میزان کلروفیل کل و کاروتنوئید کل به‌وسیله روش Minguez-Mosquera *et al.* (2013) به‌ترتیب در دو طول موج ۶۷۰ و ۴۷۰ نانومتر صورت گرفت و در نهایت میزان آن‌ها به‌صورت میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن تازه بیان شد. مقدار فنل کل روغن زیتون نیز با استفاده از روش فولین سیکالچو (Singleton & Rossi, 1965) در طول موج ۷۲۵ نانومتر تعیین شد. میزان فنل کل در روغن‌ها از روی میزان جذب نمونه و مقایسه آن با منحنی استاندارد، بر حسب میلی‌گرم گالیک‌اسید در کیلوگرم وزن تر روغن بیان گردید.

جداسازی و استخراج اسیدهای چرب با استفاده از روش Bannon *et al.* (1982) صورت گرفت. برای این منظور، به روغن زیتون مخلوطی از محلول دی‌اتیل‌اتر و اتر نفت به نسبت ۱ به ۲ اضافه گردید و فازهای تشکیل‌شده به آرامی جدا شده و حلال‌های فوق در دستگاه روتاری تبخیر شدند. سپس به‌منظور استری‌کردن اسیدهای چرب ابتدا محلول هیدروکسید پتاسیم (۲ مول بر لیتر KOH) الکلی اضافه شده و به‌مدت ۳۰ دقیقه در بن‌ماری در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد و به نسبت مساوی به آن آب خالص افزوده شد و محلول حاصل با استفاده از اسیدسولفوریک، اسیدی گردید. اسیدهای چرب با اضافه‌کردن تری‌فلورو متانول ۱۴٪ به‌صورت متیله در آمده و با قیف جدا کننده پس از اضافه نمودن مجدد دی‌اتیل‌اتر جدا شد. بخش جداشده با آب شستشو گردیده و رطوبت آن با تبخیر آب حذف گردید. در ادامه یک میکرولیتر عصاره استخراجی از هر روغن به ستون دستگاه کروماتوگرافی (Chrompack, CP-Sil 88, Midleburg-Netherland) به طول ۱۰۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر متصل به دستگاه Hewlett-packard-5890A تزریق گردید. دتکتور دستگاه از نوع Flameionization (مدل Loor-2000) بود. گاز حامل از نوع هیدروژن فوق خالص با فشار ۲۳ پاسکال بود. درجه حرارت تزریق‌کننده ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد و دمای اولیه معادل ۷۰ درجه سانتی‌گراد بود که با شیب ۵ درجه سانتی‌گراد در هر دقیقه افزایش یافت و نهایتاً به ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد رسید و پس از آن ۲ دقیقه در حرارت ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و به‌مدت ۴۰ دقیقه ثابت ماند. سپس با شیب ۵ درجه سانتی‌گراد در هر دقیقه به دمای ۲۲۵ درجه سانتی‌گراد رسید و ثابت ماند. پیک‌های خروجی بر اساس مقایسه زمان بازداری با پیک‌های استاندارد تعیین هویت و سطح زیر منحنی هر اسید چرب (ایکوسنوئیک‌اسید، آراشیدیک‌اسید، لینولنیک‌اسید، لینولئیک‌اسید، اولئیک اسید، استئاریک‌اسید، پالمیتولئیک‌اسید و پالمیتیک اسید) معیار تعیین مقدار آن بود.

اندازه‌گیری ترکیباتی استرولی روغن زیتون بر اساس روش IOC (2001a,b) صورت گرفت. پس از استخراج ترکیبات استرولی، عصاره به‌دست آمده توسط دستگاه کروماتوگرافی (Younglin 6001 series chromatograp-South Korea) که با دتکتور flameionization و ستونBPX-70 (به طول ۶۰ متر و ضخامت ۰/۲۵ میکرومتر مدل SGE, Melbourne, Australia) تجهیز شده بود، مورد ارزیابی قرار گرفت. گاز هلیوم با سرعت جریان ۱/۲۷ میلی‌لیتر در دقیقه به‌عنوان گاز حامل استفاده شد. دمای تزریق‌کننده و دتکتور به‌ترتیب ۲۸۰ و ۲۹۰ درجه سانتی‌گراد بود. برنامه دمایی ستون به‌صورت ۲۶۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۵ دقیقه، افزایش با سرعت ۵ درجه سانتی‌گراد در دقیقه به دمای نهایی ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد بود. یک میکرولیتر از عصاره استخراجی استرول به‌دست‌آمده به دستگاه تزریق شد. مقدار ترکیبات استرولی (کلسترول، کامپسترول، استیگماسترول، دلتا.۵. اونسترول، دلتا.۵. ۲۴. استیگماستادینول، دلتا.۷. اسیگماستنول، دلتا.۷. اونسترول) مطابق روش IOC (2001a,b) شناسایی و بر اساس میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم روغن (بر اساس

استانداردهای ترکیبات استرولی) بیان گردید. مقدار بتا سیتوسترول بر اساس مجموع دلتا.۵. اونسترول، کلسترول، سیتوستانول و دلتا.۵. ۲۴. استیگماستادینول محاسبه شد.

آنالیز آماری

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار (شامل ارقام زرد، آربکین، کالاماتا، کرونائیکی و کایسی) و هر تیمار شامل ۳ تکرار انجام شد. قبل از انجام تجزیه‌های آماری آزمون نرمال‌بودن داده‌ها انجام گرفت و پس از اطمینان از نرمال-بودن داده‌ها تجزیه‌های بعدی انجام شد. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها (بر اساس آزمون دانکن) با استفاده از نرم‌افزار SPSS صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر رقم بر روی صفات درصد و عملکرد میوه، اسیدیته روغن، ارزش پراکسید، ضرایب خاموشی K_{232} و K_{270}، کلروفیل کل، فنل کل در سطح احتمال یک درصد و هم‌چنین اثر رقم بر روی دو صفت کاروتنوئید کل و عدد یدی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود.

درصد روغن و عملکرد میوه

در بین ارقام مورد بررسی رقم کالاماتا با ۵۷/۷ درصد، دارای بیشترین و رقم کرونائیکی با ۳۴/۷ درصد دارای کمترین درصد روغن در ماده خشک میوه زیتون بودند. هم‌چنین مقایسات میانگین نشان داد که ارقام کرونائیکی و زرد به‌ترتیب با ۱۲۷/۶۷ و ۹۷/۰۰ کیلوگرم بر درخت بیشترین مقدار عملکرد میوه را نسبت به ارقام دیگر به خود اختصاص داده بودند. در حالی‌که ارقام کالاماتا، آربکین و کایسی نسبت به دو رقم دیگر عملکرد میوه کمتری داشته و با یکدیگر اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند (جدول ۱).

میزان روغن میوه‌ها ویژگی مهمی برای انتخاب ارقام است که اغلب به شرایط رشدی و درجه رسیدگی میوه بستگی داشته، اما نحوه تجمع روغن بیشتر به رقم بستگی دارد. در اکثر ارقام بیشترین مقدار روغن قبل از رسیدگی کامل میوه تجمع می‌یابد. محتوای نهایی روغن در میوه به تعامل بین شرایط رشدی گیاه وتنوع پتانسیل ژنتیکی و هم‌چنین به مقدار میان‌بر موجود برای بیوسنتز روغن وابسته است (Lavee & Wodner 2004). بر اساس نتایج به‌دست آمده روی ارقام روغنی، زرد و لچینو توسط Hamidoghli *et al.* (2008)، در زیتون میزان روغن به رقم وابسته بوده و تفاوت معنی‌داری بین ارقام از نظر درصد روغن وجود داشت. هم‌چنین Rostami- Ozumchuluei *et al.* (2016) گزارش کردند که میزان روغن زیتون چهار رقم زرد، روغنی، آربکین و کراتینا به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع رقم قرار گرفت که با نتایج این بررسی همخوانی داشت. Soltani *et al.* (2016) نیز در بررسی ۱۲ رقم و ژنوتیپ زیتون نشان دادند که مقدار روغن زیتون در بین ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی به‌طور معنی‌داری متفاوت بود.

اسیدیته روغن

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها حاکی از آن است که ارقام کایسی و کالاماتا به‌ترتیب با ۲/۳۱ و ۲/۱۰ اولئیک‌اسید در ۱۰۰ گرم روغن بیشترین میزان اسیدیته روغن را به خود اختصاص داده بودند و کمترین میزان در رقم کرونائیکی مشاهده شد (جدول۱).

جدول ۱. نتایج مقایسه میانگین اثر نوع رقم بر برخی صفات فیزیولوژیکی روغن زیتون در منطقه طارم زنجان براساس روش دانکن

Table 1. Mean comparison results of cultivar effects on some physiological traits of olive oil in Tarom-Zanjan region based on Duncan's method

Cultivars	Oil percent in dry material	Fruit yield (Kg per tree)	Acidity (Oleic acid in 100 gr oil)	Proxid value (mili equivalent oxigen in 100 gr oil)	Iodic value (Iod content in 100 gr oil)
Zard	44.8^{c}	97.00^{a}	1.69^{cd}	8.1^{bc}	98.61^{a}
Koroneiki	34.7^{d}	127.67^{a}	1.02^{d}	6.9^{c}	95.84^{ab}
Kayssi	50.1^{b}	38.92^{b}	2.31^{a}	7.9^{c}	86.68^{bc}
Kalamata	57.7^{a}	61.17^{b}	2.10^{ab}	9.6^{b}	96.91^{a}
Arbequina	46.2^{bc}	47.67^{b}	1.81^{bc}	11.3^{a}	90.68^{ab}

میانگین‌هایی که در هر ردیف و ستون، حروف مشترک دارند، در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column and row with same letters are not significant at probability level of 5%.

بر اساس قوانین اتحادیه اروپا (EU) میزان پذیرفته‌شده اسید چرب آزاد روغن زیتون طبیعی ممتاز حداکثر ۱٪ است. در این بررسی، میزان اسید چرب آزاد روغن زیتون تمامی ارقام از ۱٪ بیشتر بود. مقادیر اسیدیته به‌دست‌آمده از این آزمایش بیشتر از مقدار به‌دست آمده توسط Rostami-Ozumchuluei *et al.* (2016) بود که در بررسی خود مقادیر ۰/۲ تا ۰/۶ درصد را گزارش کردند. Soltani *et al.* (2016) نیز مقدار اسید چرب آزاد روغن زیتون در ۱۲ رقم و ژنوتیپ زیتون بین ۰/۳۷ تا ۰/۵۶ درصد به‌دست آوردند. در گزارش دیگری که هم‌راستا با نتایج مطالعه حاضر بود، Shahat *et al.* (2013) گزارش کردند که میزان اسیدیته روغن زیتون ارقام مختلف در شرایط آب‌وهوایی، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند.

بالا بودن میزان اسیدیته ارقام مورد بررسی بیش از ۱٪ را می‌توان به عوامل متعدد محیطی از جمله تنش شوری ارجاع داد. در همین راستا مشخص شده است که میزان تری‌گلیسیریدهای ذخیره‌ای زیتون می‌توانند در شرایط نامساعد محیطی توسط آنزیم‌های مختلف از جمله آنزیم لیپاز به ترکیبات مختلف از جمله اسیدهای چرب آزاد تبدیل شوند که این مسئله می‌تواند باعث افزایش اسیدیته روغن زیتون گردد (Clodoveo et al., 2014). افزایش میزان اسیدهای چرب آزاد و اسیدیته روغن‌های گیاهی به بیش از ۱ درصد، در پاسخ به تنش‌های غیرزیستی محیطی توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (Ali et al., 2013).

ارزش پراکسید

در بین پنج رقم مورد بررسی، بالاترین ارزش پراکسید با مقدار ۱۱/۳ میلی‌اکی والان در کیلوگرم روغن در رقم آربکین به‌دست آمد (جدول ۱). در رتبه دوم رقم کالاماتا با ۹/۶ میلی‌اکی والان در کیلوگرم روغن قرار داشت و پس از آن به‌ترتیب ارقام زرد، کایسی و کرونائیکی قرار گرفتند.

ارزش پراکسید میزان پراکسیده‌شدن اسیدهای چرب روغن زیتون را نشان می‌دهد که محدوده مجاز آن در روغن زیتون طبیعی ۲۰ میلی‌اکی والان بر کیلوگرم وزن تر است. در این‌پژوهش ارزش پراکسید روغن‌های استخراج‌شده از هر ۵ رقم کمتر از ۱۱ میلی‌اکی والان در کیلوگرم وزن تر روغن بود که نشان می‌دهد روغن همه ارقام از لحاظ ارزش پراکسید، از کیفیت مناسبی برخوردار بودند. لازم به ذکر است روغن زیتون بسته به رقم آن دارای ترکیباتی است که بر ارزش پراکسید تأثیر می‌گذارد و تحت شرایط مختلف آب‌وهوایی، خصوصاً آب و هوای مرطوب می‌تواند مقدار آن در روغن تازه استخراج‌شده از ۱۰ هم بیشتر باشد (Mohammadzadeh *et al.*, 2009). با توجه به یکسان بودن شرایط آبی و خاکی برای ارقام مطالعه‌شده تفاوت‌های مشاهده‌شده در میزان ارزش پراکسید می‌تواند ناشی از تفاوت‌های ژنتیکی باشد. شاید یکی از دلایل پایین‌تر بودن سطح پراکسید در این ارقام بیشتر بودن میزان ترکیبات فنولی مانند تیروزول و هیدروکسی‌تیروزول باشد.

Youssef *et al.* (2011) درمطالعه‌ای روی سه رقم زیتون شملالی، شتویی و اُسلاتی نشان دادند که نوع رقم باعث ایجاد تفاوت معنی‌داری در میزان پایداری اکسیداتیوی روغن به‌دست آمده ایجاد کرده بود. در گزارش دیگری رمضانی خرازی (Ramezani-Kharazi, 2008) با بررسی روغن زیتون ارقام زرد، روغنی و شنگه در منطقه رودبار استان گیلان اعلام کرد که رقم زرد دارای بیشترین میزان هیدروکسی تیروزول بود. در این تحقیق، مقدار ارزش پراکسید بین ۷/۸ تا ۱۱/۳۳ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم وزن تر روغن متغییر بود. در پژوهشی با مطالعه کمیت و کیفیت روغن سه رقم زیتون در دو منطقه مرکز و جنوب اردن، مشخص شد که ارزش پراکسید به‌میزان قابل‌توجهی در هر دو منطقه تحت تأثیر رقم قرار گرفت (AL-Maaitah *et al.*, 2009) که با نتایج بررسی حاضر همخوانی داشت. هم‌چنین Zeinanloo *et al.* (2015) در بررسی ۱۲ رقم زیتون در ایستگاه‌های تحقیقات زیتون (طارم، رودبار، گرگان، کازرون و سرپل ذهاب) نشان دادند که ارزش پراکسید روغن زیتون استخراجی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع رقم قرار گرفت.

عدد یدی

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نیز نشان داد که مقدار عدد یدی بین ۸۶/۶۸ ید در ۱۰۰ گرم روغن (کمترین مقدار در رقم کایسی) تا ۹۶/۹۱ ید در ۱۰۰ گرم روغن (بالاترین مقدار در رقم کالاماتا) قرار داشت (جدول ۲).

عدد یدی عبارت است از گرم ید جذب‌شده توسط ۱۰۰ گرم از نمونه روغن و یا چربی. این عدد نشان‌دهنده تعداد پیوندهای دوگانه موجود در نمونه آزمایش است (عدد یدی درجه غیراشباعی‌بودن روغن‌ها و چربی‌هاست). در روغن‌هایی که حالت نرم و مایع دارند، عدد یدی آن‌ها بالاست. چنین روغن‌هایی مستعد فساد اکسیداسیونی هستند به‌همین دلیل برای غلبه بر این مشکل در صنعت، روغن را هیدروژنه می کنند (Kyriakidis & Katsiloulis, 2000). مقادیر عدد یدی به‌دست‌آمده در این آزمایش با نتایج Ibrahim Hassan Abdalla *et al.* (2014) در مورد بررسی ارزش روغن زیتون در مناطق مختلف کشور مراکش که بین ۷۹ تا ۹۱ ید در ۱۰۰ گرم روغن گزارش کردند، همخوانی داشت. نتایج این بررسی با یافته‌های Shahat *et al.* (2013) مطابقت داشت که گزارش کردند مقدار عدد یدی روغن زیتون به‌طور معنی‌داری در بین ارقام مختلف، متفاوت بود. آن‌ها هم‌چنین محدوده‌ای بین ۷۷ تا ۸۳ ید در ۱۰۰ گرم روغن را در بین ارقام مورد بررسی خود نشان دادند که نزدیک به مقادیر بدست آمده در بررسی حاضر می‌باشد.

ضرایب خاموشی

مقایسات میانگین داده‌ها نشان داد که رقم کایسی با ۰/۷۴ دارای بالاترین ضریب K_{232} بود و پس از آن به‌ترتیب ارقام آربکین، کالاماتا، زرد و در نهایت کرونائیکی قرار داشتند (جدول ۲). برای ضریب خاموشی K_{270}، بالاترین مقدار به‌میزان ۰/۳۷ در رقم کالاماتا مشاهده شد. ارقام آربکین، کایسی و زرد در رتبه‌های بعدی قرار داشتند که با هم اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند. در نهایت رقم کرونائیکی با ۰/۱۱ کم‌ترین ضریب K_{270} را به خود اختصاص داد.

تعیین ضرایب جذب خاص در منطقه ماوراءبنفش برای برآورد مرحله اکسیداسیون روغن زیتون مورد نیاز است. نتایج بررسی حاضر با یافته‌های Zeinanloo *et al.* (2015) مطابقت داشت که گزارش کردند ضرایب جذب روغن زیتون در ۱۲ رقم زیتون به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر رقم قرار داشت. Hashempour *et al.* (2009) در بررسی خود روی ارقام ماری، روغنی و زرد نیز نشان دادند که ضرایب K_{232} و K_{270} در ارقام مختلف، با یکدیگر تفاوت معنی‌داری را داشتند. Soltani *et al* (2016) در بررسی خود بین ارقام زرد، بلیدی، لچینو و آربکین نشان دادند که رقم آربکین دارای بیشترین شاخص K_{232} بود. در حالی که بین ارقام از لحاظ شاخص K_{270} اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

رنگدانه‌ها

نتایج این پژوهش نشان داد که رقم آربکین بیشترین مقدار کلروفیل کل را به خود اختصاص داد (۷/۵۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم روغن) و بقیه ارقام اختلاف معنی‌داری را با یکدیگر نشان ندادند. در بین ارقام مورد آزمایش، رقم کایسی با ۶/۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم روغن بالاترین مقدار کارتنوئید کل را به خود اختصاص داد و بین سایر ارقام نیز اختلاف معنی‌داری دیده نشد (جدول ۲).

جدول ۲. نتایج مقایسه میانگین اثر نوع رقم بر برخی صفات فیزیولوژیکی روغن زیتون در منطقه طارم زنجان براساس روش دانکن

Table 2. Mean comparison results of cultivar effects on some physiological traits of olive oil in Tarom-Zanjan region based on Duncan's method

Cultivars	K_{270}	K_{232}	Total oil clorophyll (mg/kg)	Total oil carotenoid (mg/kg)	Total oil phenol (mg/kg Galic acid)
Zard	0.21^{b}	0.49^{c}	4.52^{b}	4.73^{b}	44.8^{c}
Koroneiki	0.11^{c}	0.31^{d}	5.51^{b}	4.30^{b}	62.1^{bc}
Kayssi	0.21^{b}	0.74^{a}	5.17^{b}	6.20^{a}	132.7^{a}
Kalamata	0.37^{a}	0.57^{bc}	4.86^{b}	4.82^{b}	150.3^{a}
Arbequina	0.26^{b}	0.63^{b}	7.58^{a}	5.17^{b}	87.3^{b}

میانگین‌هایی که در هر ردیف و ستون، حروف مشترک دارند، در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column and row with same letters are not significant at probability level of 5%.

تفاوت‌های مشاهده‌شده در مقدار کلروفیل و کارتنوئید کل در نمونه‌های روغن ارقام مورد مطالعه، ناشی از تأثیر رقم می‌باشد. با توجه به یکسان‌بودن شرایط اقلیمی، محیطی و خاکی برای هر یک از ارقام، این تفاوت‌ها می‌تواند ناشی از مسیرهای متفاوت بیوسنتزی و کاتابولیک یا ناشی از فعالیت آنزیم کلروفیلاز باشد (Minguez-Mosquera & Perez-Galves, 1998; Allalout *et al*., 2009; Nabil *et al*., 2012). تفاوت در نتایج می‌تواند به‌دلیل اختلاف در میزان آزادسازی رنگدانه‌ها باشد که به عوامل ژنتیکی، خصوصاً نوع رقم زیتون بستگی دارد؛ یعنی برخی ارقام به شرایط محیطی حساس و برخی حساسیت اندک یا فاقد حساسیت می‌باشند که در نتیجه بر مقدار رنگدانه‌ها تأثیر می‌گذارد (Ranalli *et al*., 1999). این نتایج با یافته‌های Moyano *et al.* (2008) مطابقت داشت که گزارش کردند میزان کلروفیل و کاروتنوئید کل در نمونه‌های روغن به‌دست آمده از ارقام زیتون متفاوت بود. هم‌چنین Hashempour *et al.* (2009)، با بررسی میزان رنگیزه‌های کلروفیل و کاروتنوئید در روغن زیتون بیان کردند که ارقام ماری و لچینو دارای بیشترین میزان کلروفیل و کاروتنوئید را در شرایط منطقه کازرون بودند. Soltani *et al.* (2016) نیز در بررسی برخی از ارقام و ژنوتیپ‌های بومی و خارجی زیتون نشان دادند که در شرایط منطقه گرگان بین ارقام از لحاظ مقدار کلروفیل و کارتنوئیدها اختلاف معنی‌داری وجود داشت.

فنل کل

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که ارقام کالاماتا و کایسی به‌ترتیب با ۱۵۰/۳ و ۱۳۲/۷ میلی‌گرم گالیک‌اسید در کیلوگرم روغن بیشترین مقدار فنل کل روغن زیتون را دارا بودند. پس از آن‌ها، ارقام آربکین، کرونائیکی و زرد در رتبه‌های بعدی قرار داشتند.

روغن زیتون در مقایسه با روغن‌های گیاهی دیگر توجه خاصی را به‌دلیل ترکیبات فنلی از خود نشان می‌دهد؛ زیرا این ترکیبات دارای اثرات آنتی‌اکسیدانی در برابر رادیکال‌های آزاد و آنتی‌میکروبی می‌باشند. روغن زیتون‌هایی با ترکیبات فنلی بالا دارای کیفیت بهتری هستند که باعث پایداری روغن در برابر اکسیداسیون هستند (Ramezani-Kharazi, 2008). هم‌چنین Rostami-Ozumchuluei *et al.* (2016) نتیجه گرفتند که میزان فنل کل روغن زیتون چهار رقم زرد، روغنی، آربکین و کراتینا به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع رقم قرار گرفت، که با نتایج این بررسی مطابقت داشت. در بررسی دیگری Hashempour *et al.* (2009) نشان دادند که در شرایط منطقه کازرون مقدار فنل کل ارقام ماری، روغنی و زرد به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع رقم قرار داشته و با یکدیگر اختلاف داشتند.

Shahat *et al.* (2013) نیز نشان دادند که میزان ترکیبات فنلی روغن زیتون در شرایط آب و هوایی کشور مصر نیز به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع رقم مورد بررسی قرار داشت. در بررسی دیگری Youssef *et al.* (2011) روی سه رقم زیتون شملالی، شتویی و اُسلاتی، مشخص گردید که نوع رقم اثر معنی‌داری بر میزان ترکیبات فنلی روغن داشت.

اسیدهای چرب

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به اثر رقم بر میزان اسیدهای چرب نشان داد که نوع رقم بر میزان ایکوسنوئیک‌اسید، آرشیدیک‌اسید، لینولنیک-اسید، لینولئیک‌اسید، اولئیک‌اسید، استئاریک‌اسید، پالمیتولئیک‌اسید و پالمیتیک‌اسید در سطح احتمال یک درصد معنی‌داری بود. بر اساس جدول مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۳) ارقام زرد و کرونائیکی بیشترین مقدار ایکوسنوئیک‌اسید، آرشیدیک‌اسید و لینولنیک‌اسید را به خود اختصاص داده و با یکدیگر اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند. در مورد لینولنیک‌اسید، رقم کرونائیکی با ۱۳/۵۹۳ درصد بالاترین مقدار و پس از آن رقم زرد با ۱۰/۹۵۳ درصد قرار داشت و در نهایت نیز ارقام کایسی، آربکین و کالاماتا در رتبه‌های بعدی قرار گرفته و با یکدیگر اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند. رقم کایسی در مورد اولئیک‌اسید بالاترین مقدار را با ۷۵/۸۰ درصد به خود اختصاص داده و رقم کالاماتا با ۷۱/۹۰ درصد در

رتبه دوم قرار داشت. هم‌چنین مشخص شد که بین ارقام زرد، کرونائیکی و آربکین اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. نتایج این پژوهش نشان داد که بالاترین میزان استئاریک‌اسید، پالمیتولئیک‌اسید و پالمیتیک اسید در رقم آربکین به‌دست آمد (جدول ۳).

اسیدهای چرب اشباع مانند پالمتیک و استئاریک اسید به‌عنوان پیش‌ماده برای تولید اسیدهای چرب غیراشباع مانند اولئیک‌اسید می‌باشند، از سوی دیگر غیراشباع‌شدن اسیدهای چرب اشباع، به‌وسیله آنزیم‌های غیراشباع‌کننده انجام می‌شود (Banilas *et al.*, 2005). به‌نظر می‌رسد که میزان فعالیت این آنزیم‌ها در بین ارقام مطالعه‌شده، متفاوت بوده که در نتیجه باعث تولید میزان متفاوتی از ترکیب اسیدهای چرب شده است (Soltani *et al.*, 2016).

ترکیب اسیدهای چرب این ارقام با ترکیب یافت‌شده توسط سایر پژوهشگران (Baccouri *et al.*, 2007; Ramezani-Kharazi 2008) مطابقت داشت. متفاوت‌بودن مقدار اسیدهای چرب در ارقام مختلف زیتون که در بررسی حاضر مشاهده شد، با یافته‌های Farinelli & Tombesi (2015) و Quintero-Florez *et al.* (2015) مطابقت داشت. همچنین Bervillé &Breton(2014) در بررسی کیفیت روغن ارقام اگلاندائو، آربکین، ولیویر و پیچولین گزارش کردند که میزان ۱۴ نوع اسید چرب و ۱۹ نوع تری‌گلیسیریدهای روغن به‌دست آمده از ارقام مختلف زیتون به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع رقم قرار گرفت. در بررسی صورت‌گرفته توسط Zeinanloo *et al.* (2015) روی ۱۲ رقم زیتون مشخص شد که مقدار و نوع اسیدهای چرب به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر رقم قرار داشت. انها گزارش دادند که رقم آمفی‌سیس دارای بالاترین اولئیک‌اسید بود، به‌علاوه بهترین ترکیب اسیدهای چرب مربوط به رقم کرونائیکی بود و رقم شنگه پایین‌ترین کیفیت ترکیب اسیدهای چرب را داشت.

ترکیبات استرولی

بر اساس تجزیه واریانس داده‌ها مشخص شد که اثر رقم بر مقادیر ترکیبات استرولی شامل کلسترول، استیگماسترول، بتا سیتوسترول، دلتا.۵. اونسترول و دلتا.۷. اونسترول در سطح احتمال یک درصد، و بر میزان دلتا.۵. ۲۴. استیگماستادینول در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. همچنین نتایج نشان داد که اثر رقم بر میزان ترکیبات کامپسترول و دلتا.۷. اسیگماستنول معنی‌دار نبود. مقایسات میانگین داده‌ها (جدول ۴) حاکی از آن بود که رقم زرد دارای بیشترین مقدار کلسترول (۰/۷۴۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم روغن) بود و پس از آن ارقام کالاماتا و آربکین قرار داشتند که البته از لحاظ آماری با یکدیگر اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند. مقدار کامپسترول بین محدوده‌ی ۳/۴۳ تا ۳/۷۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم روغن به‌دست آمد که البته بین ارقام اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. استیگماسترول و بتا سیتوسترول تغییرات نسبتاً مشابهی را در پاسخ به نوع رقم از خود نشان دادند. رقم کالاماتا دارای بیشترین مقدار استیگماسترول و بتا سیتوسترول (به‌ترتیب با ۱/۳۰۷ و ۸۵/۶۲۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم روغن) بود و پس از آن ارقام کایسی، زرد و آربکین قرار داشتند که از لحاظ آماری با یکدیگر اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند. رقم کرونائیکی با مقدار ۲۱/۹۴۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم روغن بیشترین مقدار دلتا.۵. اونسترول را در بین ارقام داشت و کمترین مقدار این ترکیب نیز در رقم کالاماتا با مقدار ۵/۹۹۷ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم روغن به‌دست آمد.

جدول ۳. نتایج مقایسه میانگین اثر نوع رقم بر درصد اسیدهای چرب روغن پنج رقم زیتون در منطقه طارم زنجان براساس روش دانکن

Table 3. Mean comparison results of cultivar effects on fatty acids percentage of olive oil of five cultivars in Tarom-Zanjan region based on Duncan's method

Cultivars	Palmitic	Palmitoleic	Stearic	Oleic	Linoleic	Linolenic	Arachidic	Eicosenoic
Zard	12.443^{bc}	1.097^{c}	4.813^{b}	67.520^{c}	10.953$_{b}$	0.957^{a}	0.790^{a}	0.343^{ab}
Koroneiki	12.980^{b}	1.103^{c}	4.090^{bc}	64.937^{c}	13.593^{a}	0.803^{ab}	0.937^{a}	0.517^{a}
Kayssi	10.567^{c}	2.433^{b}	3.200^{c}	75.800^{a}	6.500^{c}	0.403^{d}	0.311^{b}	0.143^{cd}
Kalamata	14.200^{b}	1.600^{c}	4.200^{bc}	71.900^{b}	5.800^{c}	0.733^{bc}	0.500^{b}	0.240^{bc}
Arbequina	16.933^{a}	4.400^{a}	6.067^{a}	63.900^{c}	5.900^{c}	0.633^{bc}	0.443^{b}	0.140^{cd}

میانگین‌هایی که در هر ردیف و ستون، حروف مشترک دارند، در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column and row with same letters are not significant at probability level of 5%.

جدول ۴. نتایج مقایسه میانگین اثر نوع رقم بر میزان ترکیبات استرولی (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم روغن) روغن پنج رقم زیتون در منطقه طارم زنجان براساس روش دانکن

Table 4. Mean comparison results of cultivar effects on sterol compounds (mg per 100 gr oil) of olive oil of five cultivars in Tarom-Zanjan region based on Duncan's method

Cultivars	Δ-7-avenasterol	Δ-7-stigmastenol	Δ-5.24-stigmastadienol	Δ-5-avenasterol	β-sitosterol	Stigmasterol	Campesterol	Cholesterol
Zard	0.633[a]	0.197[a]	0.637[ab]	12.137[bc]	80.200[b]	0.793[b]	3.720[a]	0.743[a]
Koroneiki	0.273[b]	0.143[a]	0.330[c]	21.943[a]	72.400[c]	0.530[c]	3.650[a]	0.347[c]
Kayssi	0.460[ab]	0.220[a]	0.570[bc]	11.840[c]	81.680[ab]	0.840[b]	3.443[a]	0.360[c]
Kalamata	0.450[ab]	0.180[a]	0.840[a]	5.997[d]	85.623[a]	1.307[a]	3.430[a]	0.570[b]
Arbequina	0.330[b]	0.133[a]	0.600[ab]	14.520[b]	78.787[b]	0.740[b]	3.450[a]	0.560[b]

میانگین‌هایی که در هر ردیف و ستون، حروف مشترک دارند، در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column and row with same letters are not significant at probability level of 5%.

از نظر مقدار دلتا.۵. ۲۴. استیگماستادینول، ارقام کالاماتا، زرد و آربکین در رتبه‌های اول تا سوم قرار داشتند که البته از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده نشد. مقادیر به‌دست آمده برای دلتا.۷. اسیگماستنول در بین ارقام موردبررسی بین ۰/۲۲ میکروگرم بر میلی‌لیتر (برای رقم کایسی) تا ۰/۱۳۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم روغن (برای رقم آربکین) بود که البته از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین ارقام مشاهده نشد. مقایسه میانگین داده‌ها برای ترکیب دلتا.۷. اونسترول نشان داد که رقم زرد با ۰/۶۳۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم روغن بالاترین مقدار را دارا بوده که با ارقام کایسی و کالاماتا اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول۴).

ترکیبات استرولی به‌عنوان عوامل فعال بیولوژیکی ضد سرطانی شناخته شده‌اند. استرول‌های گیاهی که به فیتواسترول معروف هستند، ویژگی‌های کارکردی و تغذیه‌ای مهمی از خود نشان می‌دهند. در رژیم‌های غذایی معمولی حدود ۱۵۰ تا ۴۰۰ میلی‌گرم در هر روز فیتوسترول دریافت می‌شود. مقدار این ترکیبات در روغن‌های خوراکی به‌صورت میانگین بین ۰/۳ تا ۲ درصد است، اما در بعضی روغن‌های خوراکی به بیش از ۱۰ درصد نیز می‌رسد. در هر صد گرم روغن زیتون بکر به‌طور متوسط ۱۸۰ تا ۲۶۵ میلی‌گرم فیتوسترول وجود دارد (Giuffre & Louadj, 2013; Kyçyk *et al*., 2016). هم‌چنین ترکیبات استرولی نقش مهمی در اصالت سنجی و کشف تقلب احتمالی در روغن زیتون طبیعی و اختلاط آن باروغن زیتون‌های ارزان‌قیمت دیگر و یا روغن تفاله زیتون دارند (Sánchez Casas *et al*., 2004; Temime *et al*., 2008).

مقادیر استرول‌های به‌دست‌آمده در بررسی حاضر با مقادیر حاصله از گزارش‌های پیشین مطابقت داشت (SánchezCasas *et al*., 2004; Cunha *et al*., 2006; Matos *et al*., 2007). همچنیننتایج حاصل با یافته‌های Alavi Rafiee *et al.* (2015) هم‌خوانی داشت که نشان دادند مقدار ترکیبات استرولی روغن زیتون ارقام مختلف با یکدیگر متفاوت بود. در بررسی دیگری Giuffre & Louadj (2013) به این نتیجه رسیدند که نوع رقم اثر معنی‌داری بر میزان ترکیبات استرولی ۱۱ رقم زیتون مورد بررسی در شرایط آب و هوایی کشور ایتالیا داشت. این محققین گزارش کردند که مقادیر متفاوت ترکیبات استرولی در بین ارقام مختلف می‌تواند به‌دلیل تفاوت در فعالیت آنزیم‌های مختلف مسیرهای بیوسنتز ترکیباتی استرولی باشد. در گزارش دیگری که همراستا با نتایج مطالعه حاضر بود، Shahat *et al.* (2013) گزارش کردند که میزان ترکیبات استرولی در سه رقم زیتون کشت‌شده در کشور لیبی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر رقم قرار داشت.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که کیفیت روغن زیتون به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع رقم قرار گرفت، به‌طوری‌که اثر رقم بر اکثر صفات مورد بررسی به‌ویژه نوع اسیدهای چرب و ترکیبات استرولی معنی‌دار بود. در مجموع می‌توان نتیجه گرفت که در بین ارقام مورد بررسی رقم کایسی، با توجه به این‌که دارای پایین‌ترین عدد یدی و ارزش پراکسید و درعین‌حال بالاترین مقدار فنل کل، کارتنوئید کل، اولئیک‌اسید و نیز نسبت اولئیک اسید به لینولئیک‌اسید روغن زیتون می‌باشد، به‌عنوان رقم مناسب در بین ارقام مورد پژوهش از لحاظ کیفیت روغن زیتون در شرایط آب‌وهوایی طارم معرفی می‌گردد.

REFERENCES

1. Alavi Rafiee, S., Farhoosh, R. & Haddad Khodaparast, M. H. (2012). Physicochemical properties of Iranian commercial olive oils. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 7(2), 85-94. (in Farsi)
2. Ali, Q., Anwar, F., Ashraf, M., Saari, N. & Perveen, R. (2013). Ameliorating effects of exogenously applied proline on seed composition, seed oil quality and oil antioxidant activity of maize (*Zea mays* L.) under drought stress. *International Journal of Molecular Sciences*, 14, 818-835.
3. Allalout, A., Krichene, D. Methenni, K., Taamalli, A., Oueslati, I., Daoud, D. & Zarrouk, M. (2009). Characterization of virgin olive oil from Super Intensive Spanish and Greek varieties grown in northern Tunisia. *Scientia Horticulturae*, 120, 77-83.
4. Al-Maaitah, M. I., Al-Absi, K. M. & Al-Rawashdeh, A. (2009). Oil quality and quantity of three olive cultivars as influenced by harvesting date in the middle and southern parts of Jordan. *International Journal of Agriculture & Biologyissin*, 11, 266-272.
5. Arafat, S. M., Basuny, A. M. M., Elsayed, M. E. & Soliman, H. M. (2016). Effect of pedological, cultivar and climatic condition on sterols and quality indices of olive oil. *Scientia Agriculturae*, 13(1), 23-29
6. Baccouri, B., Zarrouk, W., Krichene, D., Nouair, I., Ben youssef, N., Daoud, D. & Zarrouk, M. (2007). Influence of fruit ripening and crop yield on chemichal properties of virgin olive oils from seven selected oleasters (*Olea europaea* L.). *Journal of Agronomy*, 6(3), 388-396.
7. Banilas, G., Moressis, A., Nikoloudakis, N. & Hatzopoulos, P. (2005). Spatial and temporal expressions of two distinct oleate desaturases from olive (*Olea europaea* L.*). Plant Science*, 168, 547-555.
8. Bannon, C. D., Craske, J. D., Hai, N. T., Harper, N. L. & O'rourke, K. L. (1982). Analysis of fatty acid methyl esters with high accuracy and reliability. II. methylation of fats and oils with boron trifluoride methanol. *Journal of Chromatography*, Amsterdam, 247(1), 63-69.
9. Bervillé, A. J. & Breton, C. M. (2014). Genetic and environmental features for oil composition in olive varieties. *Oilseeds and fats, Crops and Lipids*, 21(5), D504. DOI: 10.1051/ocl/2014007.
10. Clodoveo, M. L., Hbaieb, R. H., Kotti, F., Mugnozza, G. S. & Gargouri, M. (2014). Mechanical strategies to increase nutritional and sensory quality of Virgin olive oil by modulating the endogenous enzyme activities. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13(2), 135-154.
11. Cunha, S. S., Fernandes, J. O. & Oliveira, M. B. P. P. (2006). Quantification of free and esterified sterols in Portuguese olive oils by solid-phase extraction and gas chromatography- mass spectrometry. *Journal of Chromatography*, 1128, 220-227.
12. Farinelli, D. & Tombesi, S. (2015). Performance and oil quality of 'Arbequina' and four Italian olive cultivars under super high density hedgerow planting system cultivated in central Italy. *Scientia Horticulturae*, 192, 97-107.
13. Fernández-Escobar, R., Parra, M. A., Navarro, C. & Arquero, O. (2009). Foliar diagnosis as a guide to olive fertilization. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 7(1), 212-223.
14. Firestone, D. (1994). Determination of the iodine value of oils and fats: summary of collaborative study. *Journal of AOAC International*, 77, 674-676.
15. Giuffre, A. M. & Louadj, L. (2013). Influence of crop season and cultivar on sterol composition of monovarietal olive oils in Reggio Calabria (Italy). *Czech Journal of Food Sciences*, 31(3), 256-263
16. Hamidoghli, Y., Jamalizadeh, S. & Ramzani Malekroudi, M. (2008). Determination of harvesting time effect on quality and quantity of olive oil in Roudbar regions. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 6, 238-242. (in Farsi)
17. Hashempour, A. (2008). Comparing Zard and Roghani cultivars regarding the oil quality in the two regions Rudbar and Qom. MSc. Thesis. Faculty of agricultural Sciences, University of Guilan, Iran. (in Farsi)
18. Hashempour, A., Fotuhi Ghazvini, R., Bakhshi, D. & Asadi Sanam, S. (2009). Evaluation of Virgin olive (*Olea europaea* L.) oil quality from cultivars, "Zard, Roghani and Mari", Kazeroon Region. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 41(1), 47-53. (in Farsi)
19. 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), 111-120. (in Farsi)
20. Ibrahim Hassan Abdalla, I., Khaddor, M., Boussab, A., El Garrouj, D. & Souhial, B. (2014). Physical and chemical characteristics of olive oils from cooperatives for olive growers in the north of Morocco. *International Journal of Basic & Applied Sciences*, l4(2), 4-11.
21. International Olive Council. (2001a). Determination of the Composition and Content of Sterols by Capillary Column Gas Chromatography. COI/ T.20/ Doc. No.10/ Rev.1, International Olive Council.

22. International Olive Council. (2001b). Preparation of the Fatty Acid Methyl Esters from Olive Oil and Olive pomace Oil. COI/T.20/Doc, No, International Olive Council.
23. Kyçyk, O., Aguilera, M. P., Gaforio, J. J., Jiménez, A. & Beltrán, G. (2016). Sterol composition of virgin olive oil of forty-three olive cultivars from the world collection olive germplasm bank of Cordoba. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(12), 4143-4150.
24. Kyriakidis, N. B. & Katsiloulis, T. (2000). Calculation of iodine value from measurements of fatty acid methyl esters of some oils: comparison with the relevant American oil chemist's society method. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 77(12), 1235-1238.
25. Lavee, S. & Wodner M. (2004). The effect of yield, harvesting time and fruit size on the oil content of irrigated olive trees (*Olea europaea*), cvs. Barnea and Manzanillo. *Scientia Horticulturrae*, 99, 267-277.
26. Matos, L. C., Cunha, S. C., Amaral, J. S., Pereira, J., Andrade, P., Seabra, R. M. & Oliveira, B. P. P. (2007). Chemometric characterization of three varietal olive oils (Cobrançosa, Madural and Verdeal Transmontana) extracted from olives with different maturation indices. *Food Chemistry*, 102, 406-414.
27. Mehboodi, S., Sadeghi, F. & Taslimpoor, M. R. (2015). Determination of Quality and Quantity of Olive Oil from Zard and Dezful Cultivars in two Climatic Regions in Fars Province, *Iranian Journal of Agricultural Engineering Research*, 15(3), 57-66. (in Farsi)
28. Minguez-Mosquera, M. I. & Perez-Galves, A. (1998). Color quality in paprika oleoresins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 5124-5127.
29. Minguez-Mosquera, M. L., Rejano, L., Gandul, B., Sanchez, A. H. & Garrido, J. (1991). Colour-pigment correlation in virgin olive oil. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 68, 322-337.
30. Mohammadzadeh, J., Yaghbani, M. & Agah F. (2009). Study on the effects of storage conditions of olive fruit on quality of its oil in Golestan province. *Journal of Food Science Technology*, 7(4), 91-98. (in Farsi)
31. Moyano, M. J., Antonio, J., Melendez- Martinez, J., Alba, J. & Francisco, J. H. (2008). A comprehensive study on the color of virgin olive oils and its relationship with their cholorophyls and carotenoids index (I) CIEXYZ nonuniform. *Food Research International*, 91, 409-418.
32. Nabil, B. Y., Youssef, O., Nizar, D., Bechir, B., Chedly, A. & Mokhtar, Z. (2012). Effect of olive storage period at two different temperatures on oil quality of two Tunisian cultivars of *Olea europea*, Chemlali and Chétoui. *African Journal of Biotechnology*, 11(4), 888-895.
33. Orsavova, J., Misurcova, L., Ambrozova, J. V., Vicha, R. & Mlcek, J. (2015). Fatty acids composition of vegetable oils and its contributionto dietary energy intake and dependence of cardiovascular mortality on dietary intake of fatty acids. *International Journal of Molecular Sciences*, 16, 12871-12890.
34. Quintero-Florez, A., Nieva, L. S., Sanchez-Ortíz, A., Beltran, G. & Perona, J. S. (2015). The fatty acid composition of virgin olive oil from different cultivars is determinant for foam cell formation by macrophages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63, 6731-6738.
35. Ramezani-Kharazi, P. (2008). Does amount of phenolic compounds depend on olive varieties? *Journal of Food, Agriculture and Environmental*, 5, 125-129. (in Farsi)
36. Ranalli, A., Ferrante, M. L., De-Mattia, G. & Costantini, N. (1999). Analytical evaluation of virgin olive oil of first and second extraction. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, 417-424.
37. Rostami- Ozumchuluei, S., Ghasemnezhad, M. & Ramzani-Malekroudi, M. (2015). Effect of Fruit Harvest Time on Oil Yield and Quality of Some Olive (*Olea europaea* L.) Cultivars in Roudbar Region. *Journal of Crop Production and Processing*, 5(18), 115-124. (in Farsi)
38. Rostami- Ozumchuluei, S., Ghasemnezhad, M. & Ramzani-Malekroudi, M. (2016). Effect of fruit harvest time on antioxidant compounds of oil in some olive (*Olea europaea* L.) cultivars at Roodbar region. *Journal of Food Science Technology*, 52(13), 35-45. (in Farsi)
39. Sánchez Casas, J., Bueno, E. O., Montaño García, A. M. & Cano, M. M. (2004). Sterol and erythrodiol + uvaol content of virgin olive oils from cultivars of Extremadura (Spain). *Food Chemistry*, 87, 225-230.
40. Sánchez-Rodríguez, M. I., Sánchez-López, E. M., Marinas, A. Caridad, J. M., Urban, F.J. & Marinas, J.M. (2016). Improving the estimations of fatty acids in several Andalusian PDO olive oils from NMR spectral data. *Journal of Applied Statistics*, 43(10), 1-29.
41. Shahat, M., Salama, A., Abul-Fad, M. M. & Akasha, M. M. (2013). Quality evaluation of some Libyan olive oil varieties. *Journal of Applied Sciences Research*, 9(2), 1147-1160.
42. Singleton, V. L. & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. *The American Journal of Ecology and Viticulture*, 16, 144-158.
43. Soltani, S., Seifi, E., Ghasemnejad, A. & Fereidooni, H. (2016). The study of some native and exotic olive cultivars and genotypes in terms of morphological diversity, oil quality and fatty acid composition. *Journal of Plant Production Research*, 23(2), 1-22. (in Farsi)
44. Temime, S. B., Manai, H., Methenni, K., Baccouri, B., Abaza L., Daoud, D., Sànchez Casas, J., Bueno, E. O. & Zarrouk, M. (2008). Sterolic composition of Chétoui virgin olive oil: Influence of geographical origin. *Food Chemistry*, 110, 368-374.

45. Tuberoso, C. I. G., Jerkovic, I., Maldini, M. & Serreli, G. (2016). Phenolic compounds, antioxidant activity, and other characteristics of extra virgin olive oils from Italian autochthonous varieties Tonda di Villacidro, Tonda di Cagliari, Semidana, and Bosana. *Journal of Chemistry*, 2016, doi.org/10.1155/2016/8462741.
46. Xu, Z., Harvey, K. A., Pavlina, T., Dutot, G., Hise, M., Zaloga, G. P. & Siddiqui, R. A. (2012). Steroidal compounds in commercial parenteral lipid emulsions. *Nutrients*, 4, 904-921.
47. Youssef, O., Guido, F., Daoud, D. & Mokhtar, Z. (2011). Effect of cultivar on minor components in Tunisia olive fruits cultivated in microclimate. *Journal of Horticulture and Forestry*, 3(1), 13-20.
48. Zeinanloo, A. A., Arji, I., Taslimpour, M. R., Ramazani malak roodi, M. & Azimi, M. (2015). Effect of cultivar and climatic conditions on olive (*Olea europaea* L.) oil fatty acid composition. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 46(2), 233-242. (in Farsi)