

ارزیابی خصوصیات شیمیایی و اکسایشی روغن‌های زیتون فرابرکر وارداتی

فایق مولودی^{a*}، پیمان قجربیگی^b، اشرف حاج حسینی بابایی^c، اصغر محمدپور اصل^d

^a دانشجوی کارشناسی ارشد بهداشت و ایمنی مواد غذایی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، ایران
^b استادیار بهداشت مواد غذایی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، ایران
^c استادیار مهندسی شیمی، دانشکده مهندسی شیمی، دانشگاه زنجان، ایران
^d استادیار اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، ایران

چکیده

مقدمه: روغن زیتون یکی از مهمترین روغن‌های مصرفی در بین عموم مردم می‌باشد و در سلامتی انسان نقش مفیدی را ایفا می‌کند. با توجه به اینکه قسمت زیادی از روغن‌های زیتون مصرفی، از کشورهای خارجی تامین می‌شود، کنترل و نظارت آنها نقش بسیار مهم و اساسی در بهداشت و ایمنی مواد غذایی ایفا می‌کند. به همین دلیل این مقاله با هدف ارزیابی خصوصیات شیمیایی و اکسایشی این روغن‌ها انجام گرفته است.

مواد و روش‌ها: در این تحقیق تعداد هشت نوع روغن زیتون فرابرکر مورد آزمایش قرار گرفت. به منظور بررسی ویژگی‌های روغن زیتون، ترکیب اسیدهای چرب، عدد اسیدی، عدد پراکسید، عدد آنیزیدین، عدد توتوکس و پایداری اکسایشی با رنسیمت، طبق استاندارد ملی ایران انجام گرفت.

یافته‌ها: ساختار اسیدهای چرب روغن‌های زیتون فرابرکر وارداتی به ترتیب شامل اسیدهای تک غیر اشباع مانند اسید اولئیک، اسیدهای چرب اشباع مانند پالمیتیک اسید و اسیدهای چرب چند غیر اشباع مانند اسید لینولئیک می‌باشد. اندیس اسیدی، پراکسید، آنیزیدین، توتوکس و پایداری اکسایشی با رنسیمت در بین روغن‌ها با هم متفاوت بود.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد که شاخص‌های اندازه‌گیری شده روغن‌های زیتون فرابرکر وارداتی در محدوده استاندارد قرار دارد و دارای ویژگی‌های مطلوبی هستند، همچنین ویژگی‌های اقلیمی و شرایط کشت می‌تواند بر خصوصیات کیفی آنها تاثیر گذار باشد.

واژه‌های کلیدی: خواص شیمیایی، روغن خوراکی، روغن زیتون

مقدمه

روغن زیتون محصولی است که به صورت گسترده در نواحی مدیترانه تولید و مصرف می‌شود و به دلیل عطر و طعم مناسب آن و همچنین خواص تغذیه‌ای آن در تمامی سنین از آن شدیداً استقبال می‌شود، مزایای تغذیه‌ای روغن زیتون به ترکیب اسید چرب که عمدتاً به دلیل محتوای بالای اسیداولئیک و همچنین به تعادل بین اسیدهای چرب اشباع نشده و اشباع شده بستگی دارد، روغن زیتون حاوی مقادیر بالایی از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی که در پیشگیری از بیماری‌ها موثر می‌باشد (Moldao-Martins *et al.*, 2004). روغن زیتون فرابکر، بدون فرایند تصفیه به دست می‌آید به همین دلیل این روغن بسیاری از ترکیبات زیست فعال مهم میوه زیتون را به صورت دست نخورده در خود به همراه دارد، همچنین دارای میزان زیادی از اسیدهای چرب غیر اشباع با یک پیوند دوگانه مانند اسیداولئیک و میزان کم اسیدهای چرب دارای چند پیوند دوگانه می‌باشد. این روغن دارای آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی مانند ترکیبات فنولیک می‌باشد (Casal *et al.*, 2010; Silva *et al.*, 2011; Roodaki *et al.*, 2010; Mirrezaie *et al.*, 2011). درجه رسیدگی میوه زیتون بر پایداری اکسیداتیو و ترکیبات روغن زیتون تاثیرگذار است (Gomez-Gonzalez *et al.*, 2010). میزان ترکیبات شیمیایی موجود در روغن زیتون نمایانگر کیفیت آن می‌باشد و به عواملی مانند نوع رقم، شرایط اقلیمی، نوع استخراج و مرحله رسیدگی میوه بستگی دارد (Aguilera *et al.*, 2005). هماپور و همکاران با بررسی ویژگی‌های دو رقم زیتون زرد و روغنی شهرهای شیراز و کازرون دریافتند که کیفیت روغن زیتون تابعی از نوع رقم و اقلیم کشت آن می‌باشد (Homapour *et al.*, 2014). همچنین علوی رفیعی و همکاران با بررسی خصوصیات روغن‌های زیتون تجاری ایران به این نتیجه رسیدند که شرایط اقلیمی و زراعی بر روی ترکیبات روغن زیتون تاثیر می‌گذارد (Alavi Rafiee *et al.*, 2012). با توجه به اینکه بسیاری از روغن‌های زیتون مصرفی مردم به صورت تجاری وارد کشور می‌شود و به این دلیل که روغن زیتون فرابکر به لحاظ تغذیه‌ای جزو بهترین روغن‌ها محسوب می‌شود، می‌تواند توسط افراد سودجو مورد تقلب قرار گیرد. بنابراین، این مطالعه با هدف ارزیابی روغن‌های زیتون فرابکر وارداتی از نظر خصوصیات شیمیایی،

اکسایشی و کنترل کیفیت انجام گرفته است.

مواد و روش‌ها

- نمونه‌گیری

در این مطالعه تعداد هشت نمونه برند روغن زیتون فرابکر مورد آزمایش قرار گرفت که از این تعداد، ۵ نمونه روغن وارداتی و ۳ نمونه آن روغن تولید داخل بودند.

- روش کار

جهت شناسایی و تعیین مقدار کمی اسیدهای چرب، ابتدا متیل استر اسیدهای چرب نمونه‌های روغن با استفاده از متیله کردن با متوکسید سدیم ۰/۵ نرمال انجام شد. سپس با دستگاه گاز کروماتوگراف (Varian CP-3800) مجهز به آشکار کننده شعله‌ای (FID) و ستون موئین BPX70 به طول ۵۰ متر با قطر لوله ۰/۳۲ میلی‌متری و ضخامت فیلم ۰/۲۵، پر شده با دی اتیلن گلیکول سوکسینات، هر یک از اسیدهای چرب از نظر کمی و کیفی شناسایی شد، درجه حرارت ستون از ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد تا ۲۱۰ درجه سانتی‌گراد برنامه ریزی شد. دمای دتکتور ۲۳۰ درجه سانتی‌گراد، دمای تزریق ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد و مقدار تزریق نمونه ۱ میکرولیتر بوده است. در این تحقیق اندازه‌گیری پروفایل اسید چرب بر اساس استانداردهای ملی ایران به شماره ۴۰۹۰ و ۴۰۹۱ انجام گرفت (بی‌نام، ۱۳۷۱)، عدد اسیدی طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۴۱۷۸ (بی‌نام، ۱۳۷۷)، اندیس پراکسید با روش یدومتری مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۴۱۷۹، از طریق تیتراسیون روغن به وسیله تیوسولفات سدیم ۰/۰۱ نرمال در حضور نشاسته و یدید پتاسیم انجام شد (بی‌نام، ۱۳۷۷)، اندیس آنیزیدین، اندیس توتوکس بر اساس استاندارد ملی ایران انجام گرفت (بی‌نام، ۱۳۷۶). برای تعیین مقاومت اکسایشی نمونه‌های روغن زیتون از دستگاه رسیمت مدل ۷۴۳ استفاده شد، به این منظور ۳ گرم نمونه روغن در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد مورد آزمایش قرار گرفت. سرعت هوادهی نیز ۲۰ لیتر بر ساعت تنظیم شد (بی‌نام، ۱۳۷۵).

- تجزیه و تحلیل آماری

آزمایشات در قالب کامل تصادفی و داده‌ها بر اساس

پراکسید، آنیزیدین، توتوکس و شاخص اکسایشی ارائه شده است و جدول ۴ میزان مقاومت اکسایشی نمونه‌های مورد مطالعه را با دستگاه رنسیمت بر حسب ساعت نشان می‌دهد. شاخص اکسایش پذیری روغن‌ها بر حسب درصد اسیدهای چرب غیر اشباع ۱۸ کربنه (اولئیک اسید، لینولئیک اسید و لینولنیک اسید) طبق فرمول ذیل محاسبه شد (Fatemi & Hammond, 1980):

$$[(C18:1\%) + 10.3(C18:2\%) + 21.6(C18:3)]/100$$

آزمون دانکن با حداقل ۳ بار تکرار و هر تکرار خود شامل ۳ نمونه انجام شد. آنالیز آماری به کمک نرم افزار SPSS ویرایش ۱۶ صورت پذیرفت.

یافته‌ها

جدول ۲ میزان درصد ترکیبات اسیدهای چرب نمونه‌های روغن مورد مطالعه را نشان می‌دهد. در جدول ۳ ویژگی‌های شیمیایی نمونه‌ها، از جمله اندیس اسیدی،

جدول ۱- نمونه‌های روغن زیتون مورد مطالعه

نمونه	نمونه A	نمونه B	نمونه C	نمونه D	نمونه E	نمونه F	نمونه G	نمونه H
محصول (نام تجاری)	یونان (یونیا)	ایتالیا (زرینتالیا)	اسپانیا (هوجی بلانکا)	ایران	ایران	ایران	اسپانیا (پونس)	ترکیه (زر)

جدول ۲- ترکیب اسید چرب (بر حسب درصد) روغن‌های زیتون مورد مطالعه

اسید چرب / نمونه	نمونه A	نمونه B	نمونه C	نمونه D	نمونه E	نمونه F	نمونه G	نمونه H
پالمیتیک اسید	۱۰/۹۹±۰/۰۴ ^c	۱۰/۱۲±۰/۰۳ ^d	۱۰/۰۴±۰/۰۳ ^d	۱۱/۱۳±۰/۰۲۸ ^b	۱۳/۸۸±۰/۰۱ ^a	۱۳/۵۰±۰/۰۳۸ ^a	۹/۹۳±۰/۰۱ ^c	۱۱/۵۲±۰/۰۱۳ ^b
پالمیتولیک اسید	۰/۷۱±۰/۰۰۳ ^d	۰/۶۶±۰/۰۰۷ ^c	۰/۶۰±۰/۰۰۳ ^f	۰/۷۳±۰/۰۰۶ ^c	۰/۷۶±۰/۰۰۳ ^b	۰/۸۷±۰/۰۰۹ ^a	۰/۷۲±۰/۰۰۱ ^d	۰/۷۳±۰/۰۰۷ ^c
استئاریک اسید	۲/۶۵±۰/۰۰۴ ^c	۳/۲۷±۰/۰۰۳ ^b	۳/۱۶±۰/۰۰۴ ^b	۱/۷۹±۰/۰۰۱ ^f	۳/۸۸±۰/۰۰۹ ^a	۲/۰۴±۰/۰۰۳ ^c	۲/۳۹±۰/۰۱۹ ^d	۲/۲۳±۰/۰۰۵ ^d
اولئیک اسید	۷۷/۵۵±۰/۰۰۹ ^c	۷۹/۴۸±۰/۰۱۳ ^a	۷۶/۵۶±۰/۰۱ ^d	۷۴/۲۹±۰/۰۰۵ ^c	۶۹/۱۳±۰/۰۰۲ ^g	۶۹/۳۵±۰/۰۰۳ ^g	۷۸/۴۰±۰/۰۰۳ ^b	۷۳/۳۵±۰/۰۰۲ ^f
لینولئیک اسید	۵/۵۱±۰/۰۰۱ ^d	۳/۹۵±۰/۰۰۳ ^f	۶/۶۱±۰/۰۰۳ ^c	۸/۳۲±۰/۰۱۳ ^b	۹/۲۹±۰/۰۰۷ ^a	۹/۳۸±۰/۰۱۳ ^a	۵/۰۱±۰/۰۱۳ ^c	۸/۲۲±۰/۰۰۴ ^b
لینولنیک اسید	۰/۶۳±۰/۰۰۲ ^b	۰/۴۰±۰/۰۰۲ ^f	۰/۷۱±۰/۰۰۶ ^a	۰/۴۶±۰/۰۰۷ ^d	۰/۵۷±۰/۰۰۹ ^c	۰/۵۲±۰/۰۰۳ ^c	۰/۴۳±۰/۰۰۳ ^c	۰/۴۹±۰/۰۰۳ ^d

* اعداد دارای حروف مشترک در هر ردیف از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند (آزمون دانکن ۰/۰۵).

جدول ۳- ویژگی‌های شیمیایی روغن‌های زیتون مورد مطالعه

نمونه روغن	تولید	اندیس اسیدی (mg KOH/g oil)	اندیس پراکسید (meq O2/Kg oil)	اندیس آنیزیدین	اندیس توتوکس	شاخص اکسایش پذیری
A	خارجی	۱/۰۹±۰/۰۰۹ ^a	۳±۰/۰۱۷ ^a	۵/۷۶±۰/۰۱۳ ^a	۱۱/۶۷	۱/۴۷
B	خارجی	۰/۳۳±۰/۰۲۰ ^c	۲±۰/۰۱۰ ^b	۳/۸۴±۰/۰۰۳ ^b	۷/۸۴	۱/۲۹
C	خارجی	۰/۳۶±۰/۰۰۶ ^a	۱/۲±۰/۰۰۳ ^c	۴/۲۳±۰/۰۰۳ ^c	۶/۶۳	۱/۵۹
D	ایرانی	۱/۸۳±۰/۰۰۳ ^d	۲/۶±۰/۰۰۳ ^d	۲/۵۵±۰/۰۰۱ ^d	۷/۷۵	۱/۷۰
E	ایرانی	۰/۸۴±۰/۰۰۱ ^b	۲/۸±۰/۰۰۳ ^e	۵/۶۰±۰/۰۰۰ ^e	۱۱/۲	۱/۷۷
F	ایرانی	۰/۸۷±۰/۰۰۳ ^b	۴/۸±۰/۰۰۴ ^f	۵/۰۴±۰/۰۰۲ ^f	۱۴/۶۸	۱/۷۷
G	خارجی	۰/۸۶±۰/۰۰۳ ^b	۲/۸±۰/۰۰۸ ^c	۵/۰۷±۰/۰۰۲ ^f	۱۰/۶۷	۱/۴۰
H	خارجی	۰/۷۳±۰/۰۰۶ ^c	۱/۴±۰/۰۰۵ ^g	۳/۶۶±۰/۰۰۲ ^g	۶/۴۶	۱/۶۹

* اعداد دارای حروف مشترک در هر ستون از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند (آزمون دانکن ۰/۰۵).

جدول ۴- اندازه گیری پایداری اکسایشی توسط دستگاه نسیمت در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد (بر حسب ساعت)

نمونه روغن	تولید	زمان پایداری اکسایشی
A	خارجی	۳/۶۸±۰/۰۲ ^f
B	خارجی	۱۳/۶۸±۰/۰۹ ^a
C	خارجی	۱۰/۷۸±۰/۰۳ ^b
D	ایرانی	۲/۷۰±۰/۰۴ ^h
E	ایرانی	۶/۳۸±۰/۰۲ ^d
F	ایرانی	۵/۰۵±۰/۰۸ ^e
G	خارجی	۷/۲۰±۰/۰۳ ^c
H	خارجی	۵/۱۲±۰/۰۷ ^e

* اعداد دارای حروف مشترک از لحاظ آماری تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند (آزمون دانکن ۰/۰۵).

بحث

- ترکیب اسیدچرب

مطالعه انجام شده نشان داد که اسید چرب شاخص در روغن‌های زیتون مورد مطالعه، اسید اولئیک می‌باشد که درصد اسید اولئیک در مقایسه با کل اسیدهای چرب موجود در آن بیشترین سهم را داشت. بعد از اسید اولئیک به ترتیب پالمیتیک اسید، لینولئیک اسید، استئاریک اسید، پالمیتولئیک اسید و لینولئیک اسید در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. بر اساس استاندارد ملی ایران و شورای بین‌المللی زیتون، اسید پالمیتیک بین ۷/۵ تا ۲۰ درصد است، که در این مطالعه، تمامی نمونه‌ها در این محدوده قرار داشتند (بی نام، ۱۳۸۹؛ IOS, 1990) همچنین بر اساس این استانداردها میزان پالمیتولئیک اسید و استئاریک اسید به ترتیب باید بین ۰/۳ تا ۳/۵ و ۰/۵ تا ۵ درصد باشد (بی نام، ۱۳۸۹؛ IOC, 2012)، که کلیه نمونه‌های مورد آزمایش در این رنج قرار داشتند. اولئیک اسید یکی از اسید چرب‌های اساسی و مهم در روغن زیتون محسوب می‌شود که بر اساس استاندارد کدکس روغن‌های مختلف زیتون باید بین ۵۳ تا ۸۴ درصد باشد. همچنین اولئیک اسید باعث افزایش پایداری اکسیداتیو و مایع بودن این روغن و هم باعث کاهش کلسترول خون می‌شود (Psaltopoulou et al., 2004). محققان گزارش کرده‌اند که دمای پایین باعث افزایش اولئیک اسید و دمای بالا باعث افزایش میزان پالمیتیک اسید و لینولئیک اسید می‌شود (Yildirim., 2009; Osman et al., 1994). بیشترین میزان اسید اولئیک در نمونه‌های مورد مطالعه مربوط به نمونه B با میزان ۷۹/۴۸ درصد

می‌باشد که نسبت به بقیه از این نظر می‌تواند خصوصیات بهتری داشته باشد. لینولئیک اسید و لینولئیک اسید جزو اسیدهای چرب چند غیر اشباعی به عنوان اسیدهای چرب ضروری محسوب می‌شوند که میزان آنها در تمام نمونه‌های مورد بررسی بر اساس استاندارد ملی ایران در این محدوده قرار دارد، که این نتایج به دست آمده با مطالعات انجام شده قبلی مطابقت دارد (Boskou, 1996). هرچه میزان اسیدهای چرب چند غیر اشباعی در روغن زیتون بیشتر باشد، خاصیت اکسایش پذیری آنها بیشتر و باعث کاهش پایداری روغن‌ها می‌شود (Pinelli et al., 2003). روغن B دارای کمترین میزان شاخص اکسایش پذیری نسبت به دیگر نمونه‌ها می‌باشد که نشان دهنده بالاترین میزان مقاومت به اکسایش است که می‌توان آن را به بالا بودن میزان اولئیک اسید و کمتر بودن میزان لینولئیک و لینولئیک در این تحقیق نسبت داد. بر اساس نتایج می‌توان دریافت که روغن‌های زیتون فرابکر وارداتی نسبت به روغن‌های ایرانی دارای خصوصیات اکسایشی بهتری هستند. ولی میزان اسید لینولئیک و لینولئیک در روغن‌های ایرانی نسبت به روغن‌های خارجی بیشتر می‌باشند که از لحاظ تغذیه‌ای مطلوب است ولی از نظر مقامت اکسایشی یک پارامتر منفی محسوب می‌شود. نتایج به دست آمده در این تحقیق با نتایج بدست آمده از مطالعه علوی رفیعی و همکاران مطابقت دارد (Alavi Rafiee et al., 2012).

- اندیس اسیدی

حداکثر میزان اندیس اسیدی بر اساس شورای بین‌المللی روغن زیتون باید ۱ درصد بر حسب اولئیک‌اسید باشد (Firestone, 1994). در این مطالعه میزان اندیس اسیدی در نمونه‌های A و D خارج از محدوده استاندارد بودند ولی در نمونه‌های دیگر، میزان آن در محدوده استاندارد قرار داشتند. اندیس اسیدی به میزان اسیدهای چرب آزاد بستگی دارد و هرچه میزان آن‌ها کمتر باشد میزان اندیس اسیدی بیشتر کاهش می‌یابد و روغن از پایداری اکسایشی بیشتری برخوردار است. بالا بودن اندیس اسیدی نشان دهنده نامناسب بودن محل نگهداری زیتون می‌باشد که از جمله عوامل تاثیر گذار می‌توان به بالا بودن رطوبت و درجه حرارت اشاره کرد (Movahed & Ghavami, 2007). همچنین نوع واریته و رقم زیتون و شرایط محل کاشت هم می‌تواند در میزان اسیدهای چرب آزاد دخالت داشته باشد. بالا بودن فعالیت لیپولیتیکی در نمونه‌های A و D می‌تواند توجیه کننده بالا بودن اسیدیته آن‌ها باشد. بر اساس جدول ۳ می‌توان مشاهده کرد که تفاوت معنی داری ($P=0.05$) بین برند کشورهای مختلف وجود دارد. در کل می‌توان گفت که نمونه‌های خارجی نسبت به نمونه‌های ایرانی وضعیت مطلوبی را دارا هستند.

- اندیس پراکسید

طبق استاندارد ملی ایران و شورای بین‌المللی زیتون، حداکثر میزان عدد پراکسید در روغن‌های زیتون فرابکر باید کمتر از ۲۰ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم روغن باشد (بی‌نام، ۱۳۸۹؛ IOC, 2012). بر اساس جدول ۳ می‌توان دریافت که بین نمونه‌های روغن زیتون اختلاف ($P=0.05$) وجود دارد. در همه نمونه‌های مورد بررسی میزان اندیس پراکسید در محدوده استاندارد قرار داشتند. میزان اندیس پراکسید تحت عوامل مختلفی مانند شرایط اقلیمی رشد، نوع و واریته روغن زیتون، دمای آب مورد استفاده، شرایط استخراج روغن‌ها می‌تواند تغییر کند. بالا بودن اسیدهای چرب چند غیر اشباعی باعث افزایش میزان اندیس پراکسید می‌شود (Oreopoulou & Tzia, 2002). بر اساس جدول ۳ دریافت می‌شود که روغن‌های ایرانی نسبت به روغن‌های خارجی از میزان اندیس پراکسید بالاتری برخوردار هستند. که این عامل می‌تواند به دلیل بالا بودن میزان اسیدهای

چرب چند غیر اشباعی در روغن‌های ایرانی نسبت به روغن‌های خارجی بر اساس جدول ۲ باشد. به طور کلی هرچه درجه غیر اشباعی روغن‌ها و چربی‌ها بیشتر باشد حساسیت اکسیداتیو بیشتر است. گرما، نور، اکسیژن و فلزات از جمله عوامل اکسیداسیون می‌باشند. تجزیه هیدروپراکسیدها باعث تولید آلدئید و کتون می‌شود که توسط تست آنیزیدین اندازه گیری می‌شود (Augustin & Berry, 1993).

- اندیس آنیزیدین و توتوکس

اندیس آنیزیدین معیاری از اکسیداسیون ثانویه می‌باشد که نسبت به هیدروپراکسیدها دارای ثبات بیشتری می‌باشد (Mirrezaie & Sahari, 2013). هرچه میزان اندیس آنیزیدین پایین تر باشد نشان دهنده این است که اکسیداسیون کمتر صورت گرفته است (Baiano *et al.*, 2005). بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۴۱۵۲ بیشینه مقدار آنیزیدین در روغن‌های سرخ کردنی برابر با عدد ۶ می‌باشد که تمام نمونه‌های آزمایش شده در محدوده استاندارد می‌باشد. در بین نمونه‌های مورد آزمایش، نمونه A با میزان ۵/۷۶ دارای بیشترین میزان عدد آنیزیدین می‌باشد که نشان دهنده بالا بودن اکسیداسیون ثانویه و نمونه D با میزان ۲/۵۵ دارای کمترین میزان اندیس آنیزیدین می‌باشد. بالا بودن اندیس آنیزیدین می‌تواند به دلیل بالا بودن اسیدهای چرب چند غیر اشباعی که می‌تواند سریعاً مورد اکسیداسیون قرار گیرد و به ترکیبات ثانویه تبدیل شود (Swee, 2006) و همچنین تخریب ترکیبات فنلی در طول زمان می‌تواند در افزایش آن تاثیر گذار باشد (Baiano *et al.*, 2005). با توجه به اینکه اندیس پراکسید به تنهایی معیار قابل اطمینانی برای تشخیص اکسیداسیون روغن‌ها محسوب نمی‌شود از این رو از اندیس توتوکس نشان دهنده می‌کنند (Billek, 1978). اندیس توتوکس نشان دهنده میزان اکسیداسیون کل در روغن‌ها و چربی‌ها می‌باشد که میزان ترکیبات اولیه و ثانویه اکسیداسیون را نشان می‌دهد. در بین نمونه‌های مورد مطالعه روغن C و روغن H دارای کمترین میزان اندیس توتوکس نسبت به بقیه هستند. همچنین نمونه F با میزان ۱۴/۶۸ دارای بیشترین میزان اندیس توتوکس می‌باشد که بیانگر این موضوع است که اکسیداسیون کل در این روغن نسبت به بقیه بیشتر

می‌باشد. Abdulkarim و همکاران نشان دادند که بالا بودن اسیدهای چرب چند غیر اشباعی مانند اسید لینولنیک و لینولئیک باعث بالا رفتن میزان عدد توتوکس می‌شود (Abdulkarim et al., 2005).

- پایداری اکسایشی با رنسیمت

تعیین پایداری اکسایشی روغن‌ها و چربی‌ها برای اولین بار در سال ۱۹۷۲ توسط شرکت Metrohm و به وسیله Pardun و Kroll مورد بحث واقع شد. روش رنسیمت برای اندازه‌گیری محصولات ثانویه حاصل از اکسیداسیون (شامل آلدهیدها، کتون‌ها و اسیدها) استفاده می‌شود. در این روش شرایط اکسیداسیون مانند جریان هوا و دمای بالا محیا می‌شود. جریانی از هوا از محل واکنش اکسیداسیون به سل محتوی آب مقطر هدایت شده و ضریب هدایت الکتریکی آب اندازه‌گیری می‌گردد. افزایش هدایت الکتریکی آب معیاری از پیشرفت اکسیداسیون محسوب می‌شود، چون اسیدهای فرار حاصل از اکسیداسیون باعث افزایش هدایت الکتریکی آب مقطر می‌شود. جریان هوا از یک فیلتر عبور می‌کند و با سرعت جریان ۲۰ متر در ساعت، به طور مداوم از نمونه‌های در حال حرارت عبور می‌کند. اندازه‌گیری هدایت الکتریکی تا زمانی ادامه می‌یابد که میزان هدایت الکتریکی آب به شدت افزایش می‌یابد و حالت صعودی پیدا می‌کند. مدت زمانی که از لحظه شروع تا نقطه صعود ناگهانی طول می‌کشد تحت عنوان زمان پایداری یا دوره القا (Induction Period) نامیده می‌شود (Kaya et al., 1993). رنسیمت ابزار مهمی برای مقایسه روغن‌های گیاهی مختلف است لذا در تحقیقات از آن استفاده می‌شود گرچه نتایج حاصله قابل انطباق کامل با شرایط سرخ کردنی معمولی نیست (Mirrezaie Roodaki & Sahari., 2013). مطالعات نشان داده است که روغن زیتون فرابکر نسبت به دیگر روغن‌های خوراکی دارای پایداری اکسایشی بالاتری هستند (Casal et al., 2010). بر اساس جدول شماره ۴ می‌توان دریافت که روغن B با میزان ۱۳/۶۸ بر حسب ساعت دارای بیشترین پایداری در برابر اکسایش و روغن D با میزان ۲/۷۰ بر حسب ساعت دارای کمترین پایداری نسبت به بقیه می‌باشد. مطالعات انجام شده نشان داده است که پایین بودن پایداری اکسایشی روغن زیتون به دلیل پایین بودن مقادیر اسید

اولئیک و بالا بودن لینولئیک می‌باشد (Haghighat Kharazi et al., 2013). همچنین وجود ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و فنولی در روغن زیتون می‌تواند در میزان پایداری اکسایشی روغن زیتون تاثیر گذار باشد (Casal et al., 2010). که این عوامل می‌تواند توجیهی برای بالا بودن پایداری اکسایشی روغن B و پایین بودن روغن D باشد. در کل می‌توان دریافت که روغن‌های خارجی دارای ویژگی‌های اکسایشی مطلوبی هستند.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج حاصل از مطالعه انجام شده می‌توان دریافت که اسیدهای چرب موجود در روغن‌های زیتون می‌تواند در ویژگی‌های اکسایشی و شیمیایی آن بسیار موثر باشد. بالا بودن اسیدهای چرب تک غیر اشباع مانند اسیداولئیک و پایین بودن اسیدهای چرب چند غیر اشباعی به ویژه اسید لینولئیک و اسید لینولنیک در روغن زیتون می‌تواند یکی از معیارهای مطلوب محسوب شود. روغن‌های زیتون وارداتی مورد آزمایش که از کشورهای مختلف وارد می‌شوند از نظر ویژگی‌های اکسایشی و شیمیایی دارای خصوصیات مطلوبی هستند و در محدوده استاندارد قرار دارند. پیشنهاد می‌شود مطالعات وسیعی در کشور بر روی ارقام زیتون و آب و هوای مناطق مختلف و شرایط اقلیمی کشت زیتون انجام شود که رقم‌های مقاوم و پایدار شناخته شوند، که بتوان کشت آن‌ها را توسعه داد به این منظور که از واردات روغن زیتون کاسته شود.

سپاسگزاری

این پژوهش حاصل بخشی از پایانامه کارشناسی ارشد است که با حمایت دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی قزوین اجرا شده است، بدینوسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه و کلیه کارکنان آزمایشگاه شیمی مواد غذایی معاونت غذا و دارو استان قزوین به ویژه مهندس صادقی و خانم جلیلود که در انجام این تحقیق همکاری صمیمانه داشته‌اند تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

بی نام. (۱۳۷۱). تجزیه متیل استرهای اسیدهای چرب به روش گاز کروماتوگرافی. استاندارد ملی ایران، شماره

۴۰۹۱، چاپ اول.

oxidative degradation during storage. *International Journal of Food Science and Technology*, 40, 829-834.

Billek, G. (1978). Quality assessment of used frying fats. A comparison of four methods. *Journal of American Oil Chemists Society*, (55), 728-32.

Boskou, D. (1996). *Olive oil chemistry and technology*. Champaign, IL: AOCS Press.

Casal, S., Malheiro, R., Sendas, A., Oliveira, B. P. P. & Pereira, J. A. (2010). Olive oil stability under deep-frying conditions. *Food and Chemical Toxicology*, 48, 2972-2979.

Fatemi, S. H. & Hammond, E. G. (1980). Analysis of oleate, linoleate and linolenate hydroperoxides in oxidized ester mixtures. *Journal of Lipids*, 15, 379-385.

Firestone, D. (1994). *Official Methods of Analysis of the Association of official Analytical chemists*. 15th edn, Arlington, USA.

Gomez-Gonzalez, S., Ruiz-Jimenez, J. & Luque de Castro, M. D. (2010). Fatty acid profiling of the main tissues of Spanish olive fruit: effect of the oil extraction method. *J Am Oil Chem Soc*, 87, 1413-1423.

Haghighat Kharazi, S., Esmaeilzade Kenari, R. & Raftani Amiri, Z. (2013). Effect of heat treatment on chemical changes and oxidative stability of virgin olive oil varieties Iranian currency, Roudbar area: A study of Zard, Mari and fishi. *Journal of Research of Food Science and Technology*, 9(4), 330-339.

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*, 2014, 9(1), 121-130.

IOC, International Olive Oil Council Trade standard. (2012). applying olive oil and olive pomace oils. COI/T.15/NC n 3.

IOS 5509. International Organization for Standardization. (1990). Animal and vegetable fats and oils. Preparation of methyl esters of fatty acids.

Kaya, A., Tekin, A. R. & Oner, M. D. (1993). Oxidative stability of sunflower and olive oils: comparison between a modified active oxygen method and long term storage. *Lebensm Wiss Technol*, 26, 464-468.

Mirrezaie Roodaki, M. S., Sahari, M. A., Ghiassi Tarzi, B., Barzegar, B., Gharachorloo, M., Safafar, M. & Bolandnazar, S. (2011).

بی‌نام. (۱۳۷۱). روش تهیه متیل استرهای اسیدهای

چرب. استاندارد ملی ایران، شماره ۴۰۹۰، چاپ اول.

بی‌نام. (۱۳۷۵). تعیین پایداری روغن‌ها و چربی‌های در

برابر اکسیداسیون. استاندارد ملی ایران، شماره ۳۷۳۴، چاپ اول.

بی‌نام. (۱۳۷۶). عدد آنیسیدین - روغن‌ها و چربی‌ها.

استاندارد ملی ایران، شماره ۴۰۹۳، چاپ اول.

بی‌نام. (۱۳۷۷). اندازه گیری پراکسید در روغن‌ها و

چربی‌های خوراکی. استاندارد ملی ایران، شماره ۴۱۷۹، چاپ اول.

بی‌نام. (۱۳۷۷). اندازه گیری عدد اسیدی و اسیدیته در

روغن‌ها و چربی‌های خوراکی. استاندارد ملی ایران، شماره ۴۱۷۸، چاپ اول.

بی‌نام. (۱۳۸۹). اندازه گیری پراکسید در روغن‌ها و

چربی‌های خوراکی. استاندارد ملی ایران، شماره ۴۴۴۶، چاپ سوم.

Abdulkarim, S. M., Long, K., Lai, O. M., Muhammad, S. K. S. & Ghazali, H. M. (2005). Some physico-chemical properties of Moringa oleifera seed oil extracted using solvent and aqueous enzymatic methods. *Food Chemistry*, 93, 253-263.

Aguilera, M. P., Beltran, G., Ortega, D., Fernandez, A., Jimenez, A. & Uceda, M. (2005). Characterization of virgin Olive oil of italian olive cultivar Frantoio and Leccino grown in Andalusia. *Food Chem*, 89, 387-91.

Alavi Rafiee, S., Farhoosh, R. & Haddad Khodaparast, M. H. (2012). Oxidative Stability of Iranian commercial olive oils. *Iranian Food Science And Technology Research Journal*, 8(3), 288-293. (in Persian)

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

Augustin, M. A. & Berry, S. K. (1993). Effectiveness of Antioxidants in Palm Olein during Heatin and Frying. *J. AOCS*, 60(1), 105 - 7.

Baiano, A., Gomes, T. & Caponio, F. (2005). A comparison between olive oil and extra-virgin olive oil used as covering liquids in canned dried tomatoes: hydrolytic and

Moisture and oil contents of two olive varieties (Bladi and Arbequina), National Symposium of Olive (Olive & Community Health), pp: 198-202.

Mirrezaie, R. & Sahari, M. (2013). Evaluation of oxidative stability of olive oil. *JFST*, 10(39), 61-75.

Moldao-Martins, M., Beirao-da-Costa, S., Neves, C., Cavaleiro, C., Salgueiro, L. & Beirao-da-Costa, M. L. (2014). Olive oil flavoured by the essential oils of *Mentha x piperita* and *Thymus mastichina* L. *Food Quality and Preference*, (15), 447-52.

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

Oreopoulou, D. P. & Tzia, C. A. (2002). Kinetic Study of Oil Deterioration during Frying and a Comparison with Heating. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 79, 133-156.

Osman, M., Metzidakis, I. & Gerasopoulos, D. (1994). Qualitative changes in olive oil of fruit collected from trees grown at two altitudes. *Sostanze Gr*, 71, 187-194.

Pinelli, P., Galardi, C., Mulinacci, N., Vincieri, F. F., Cimato, A. & Romani, A. (2003). Mivor polar compound and fatty acid analyses in monocultivar virgin olive oils from Tuscany. *Food Chem*, 80, 331-6.

Psaltopoulou, T., Naska, A., Orfanos, P., Trichopoulos, D., Mountokalakis, T. & Trichopoulou, A. (2004). Olive oil, the Mediterranean diet, and arterial blood pressure: the Greek European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) study. *Am. J. Clin. Nutr*, 80, 1012-18.

Silva, L., Pinto, J., Carrola, J. & Paiva-Martins, F. (2010). Oxidative stability of olive oil after food processing and comparison with other vegetable oils. *Food Chemistry*, 121, 1177-1187.

Swee, Y. F., Cuppett, S. & Schlegel, V. (2006). Evaluation of SafTest TM Methods for Monitoring Frying Oil Quality. *Journal of American Oil Chemists' Society*, 83, 15-20.

Yildirim, G. (2009). Effect of storage time on olive oil quality [dissertation]. Turkey: İZMİR University. Faculty of Engineering and Sciences.