



بررسی کیفیت روغن‌های نباتی موجود در بازار مصرف ایران توسط ارزیابی مقایسه‌ای پارامترهای اکسایشی و پروفایل اسیدهای چرب

فاطمه میرحاج^۱، هما بقایی^{۲*}، سید احمد حیدریه^۳، سپیده اشهد^۴

۱-دانشگاه علوم پزشکی سمنان، سمنان، ایران.

۲-استادیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان، دامغان، ایران.

۳-مرکز تحقیقات سلامت غذایی (نمک)، دانشگاه علوم پزشکی سمنان، سمنان، ایران.

۴-دانشگاه علوم پزشکی سمنان، سمنان، ایران.

چکیده

اطلاعات مقاله

تاریخ‌های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۴/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۰۵

کلمات کلیدی:

اسید چرب،

روغن،

زیتون،

سرخ کردنی، سویا.

DOI: 10.52547/fsct.19.123.317

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.123.4.9

*مسئول مکاتبات:

baghaei.homa@yahoo.com

روغن یکی از مواد لازم برای آشپزی و پخت و پز در سراسر جهان است. با پیشرفت صنایع غذایی، هر روز روغن‌های بهتر و مفیدی برای مصرف کنندگان عرضه می‌شود که هر یک خواص خود را دارد. در این پژوهش، به منظور بررسی کیفیت روغن‌های سویا، سرخ کردنی و زیتون بوگیری شده موجود در بازار مصرف ایران، پارامترهای فیزیکوشیمیایی از قبیل اندیس پراکسید، اسیدیته، اندیس یدی، اندیس صابونی، همچنین پروفایل اسیدهای چرب و پایداری اکسایشی آن‌ها تعیین شد و سپس با یکدیگر مقایسه گردید. کلیه پارامترهای فیزیکوشیمیایی مورد بررسی در این پژوهش، به جز اندیس پراکسید در روغن زیتون با استاندارد مطابقت داشت. اندیس پراکسید در روغن زیتون ($9/61 \text{ meqO}_2/\text{Kg}$) حاکی از نامناسب بودن روغن زیتون جهت سرخ کردن بود. اندیس پراکسید در روغن سویا و در روغن سرخ کردنی $0/97 \text{ meqO}_2/\text{Kg}$ گزارش شد. پروفایل اسیدهای چرب نشان داد که اسید چرب غالب در روغن زیتون، اسید اولئیک بوده، در حالی که در روغن سرخ کردنی به طور قابل توجهی اسیدهای پالمیتیک، اولئیک و لینولئیک وجود دارند. همچنین اسید لینولئیک در روغن سویا به عنوان اسید چرب غالب تعیین شد. پایداری اکسایشی نمونه‌های روغن بر حسب روش رنسیمت در روغن‌های سرخ کردنی و سویا بالاتر از روغن زیتون بود ($P < 0/05$).

۱- مقدمه

روغن بخش مهمی از رژیم غذایی روزانه است که تأمین کننده انرژی، ویتامین‌های محلول در چربی و بسیاری از ترکیبات مفید بوده و می‌تواند سلامت بدن را بهبود بخشد [۱]. از طرف دیگر مصرف روغن و چربی‌های نامناسب به ویژه انواع اشباع آن در محصولات غذایی با محتوای روغن بالا می‌تواند با بیماری‌های متابولیکی، سرطان و قلب-عروق مرتبط باشد [۲]. از این رو داشتن اطلاعات مفید و به روز جهت انتخاب روغن مناسب قابل استفاده در رژیم غذایی ضروری است [۳]. از انواع مهم چربی‌های مصرفی موجود در مواد غذایی می‌توان به اسیدهای چرب اشباع (SFA)^۱، اسیدهای چرب غیراشباع دارای یک باند دوگانه (MUFA)^۲، اسیدهای چرب غیراشباع دارای چند باند دوگانه (PUFA)^۳ و اسیدهای چرب ترانس (TFA)^۴ اشاره کرد. مصرف SFA و TFA باعث افزایش سطح کلسترول بد (LDL)^۵ پلاسمای خون می‌گردد که مرتبط با افزایش وقوع بیماری‌های قلبی-عروقی است در حالی که سطح بالای کلسترول خوب خون (HDL)^۶ مرتبط با کاهش ریسک بیماری‌های قلبی-عروقی می‌باشد [۴]. اسیدهای چرب ترانس طی فرایند هیدروژناسیون در روغن‌های گیاهی بوجود می‌آیند که در این حالت روغن گیاهی به فرم نیمه جامد تبدیل شده و این امر سبب افزایش ماندگاری روغن می‌گردد. همچنین در طی تصفیه روغن‌های گیاهی در مرحله بوزدایی^۷ نیز مقداری TFA تولید می‌گردد [۵]. روغن زیتون حاوی مقادیر بالایی (حدود ۷۰ درصد) MUFA است [۶]. سهم مصرف روغن زیتون در بین روغن‌های مطرح مورد استفاده در جهان بسیار اندک بوده که تنها ۲ درصد از مصرف روغن‌های گیاهی را به خود اختصاص می‌دهد در حالی که بیشترین میزان تولید و مصرف روغن، از روغن حاصل از دانه‌های نخل، سویا، کلزا، آفتابگردان، پنبه دانه و بادام زمینی صورت می‌گیرد [۷]. با این وجود تقاضا برای مصرف روغن زیتون به دلیل علاقه به فرآورده‌های غذایی حاوی مواد طبیعی و غنی از ترکیبات شیمیایی گیاهی مفید^۸ در کشورهای در حال توسعه رو به

افزایش است [۸]. امروزه سرخ کردن غذا به یکی از رایج‌ترین روش‌های زندگی امروزی تبدیل شده است، زیرا یک روش سریع برای آماده سازی غذا با رنگ، بو و طعم عالی محسوب می‌شود که مورد علاقه و توجه مصرف کنندگان است، اما نتایج تحقیقات متعدد نشان داد که کیفیت و ایمنی روغن در طی سرخ کردن تغییر می‌یابد که آن را تبدیل به چالشی در صنعت روغن کرده است [۹]. این تغییرات با واکنش‌های شیمیایی از قبیل اکسایش، هیدرولیز، پلیمریزاسیون و تجزیه همراه است [۱۰]. طی این واکنش‌ها، اسیدهای چرب غیراشباع، زمان مقاومت به اکسایش، میزان ترکیبات فنولی و توکوفرول‌ها کاهش یافته ولی خاصیت کف کنندگی، رنگ، ویسکوزیته، دانسیته، گرمای ویژه، محتوای اسیدهای چرب آزاد، مواد قطبی، ایزومری‌های ترانس و ترکیبات پلیمری روغن افزایش می‌یابند که به نوبه خود باعث تولید محصولات اولیه، ثانویه و ثالث مانند آلدئیدها، کتون‌ها، پراکسیدها، اترها و اسیدهای آلی شده که توسط مواد غذایی جذب می‌شوند و بسیاری از این ترکیبات اثرات مضر بر روی سلامت انسان دارند که همه موارد ذکر شده حاکی از افت کیفیت روغن می‌باشد [۱۱ و ۱۲]. با توجه به اهمیت و نقش روغن‌های خوراکی در سلامت انسان و آسیب پذیر بودن این گروه از مواد غذایی در برابر فساد اکسیداتیو و افزایش آگاهی و تمایل روزافزون مردم به مصرف روغن‌های با ماهیت طبیعی از قبیل روغن سویا، روغن سرخ کردنی و روغن زیتون در این پژوهش برخی پارامترهای فیزیکوشیمیایی مانند اندیس پراکسید، اسیدیته، اندیس یدی و اندیس صابونی، همچنین پروفایل اسیدهای چرب و پایداری اکسایشی روغن‌های مذکور اندازه‌گیری شد و سپس جهت بررسی کیفیت آن‌ها مورد مقایسه قرار گرفتند تا روغن سالم جهت استفاده مداوم در پخت و پز به مصرف کنندگان معرفی و عرضه شود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد اولیه

روغن سویا حاوی 100 پی‌پی‌ام TBHQ، روغن زیتون بوگیری شده که فاقد آنتی‌اکسیدان سنتزی است و روغن سرخ کردنی حاوی 75 پی‌پی‌ام TBHQ، از برندهای موجود در بازار تهیه و تا زمان انجام آزمایش‌ها در دمای ۴ درجه

1. Saturated fatty acid
2. Mono-unsaturated fatty acid
3. Poly-unsaturated fatty acid
4. Trans fatty acids
5. Low-density lipoprotein
6. How-density lipoprotein
7. Deodorization
8. Phytochemical

گردید [۱۹].

۲-۳-۲-۲- متیلاسیون سرد روغن زیتون

حدود ۱۵ قطره روغن زیتون درون لوله آزمایش درب‌دار ریخته شد. سپس حدود ۳ میلی‌لیتر پتاس متانولی ۲ مولار نیز به آن افزوده گردید. در ادامه، ۵ میلی‌لیتر حلال n-هگزان مخصوص دستگاه گاز کروماتوگرافی به آن اضافه شد. درب لوله آزمایش بسته شد و به مدت ۱۰-۵ دقیقه لوله‌ها هم زده شدند و از فاز بالایی محلول جهت تزریق به دستگاه گاز کروماتوگرافی استفاده گردید [۱۹].

۲-۴-۲- شاخص پایداری اکسایشی

جهت اندازه‌گیری شاخص پایداری اکسایشی (OSI)^۱ دستگاه رنسیمت مدل ۷۴۳ مورد استفاده قرار گرفت. جریانی از هوای خشک و تمیز با سرعت ۱۵ لیتر بر ساعت به درون ظرف حاوی ۳ گرم نمونه روغن دمیده شد. هوای حامل اسیدهای آلی فرار ناشی از اکسایش نمونه به ظرف اندازه‌گیری هدایت الکتریکی (حاوی ۶۰ میلی‌لیتر آب مقطر) هدایت گردید. شاخص پایداری اکسایشی به طور خودکار در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد [۲۰].

۲-۵-۲- تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS (نسخه ۲۱) به روش آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA)^۲ و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون مقایسه میانگین چند دامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد صورت پذیرفت. کلیه آزمون‌های فیزیکوشیمیایی در پنج تکرار انجام شدند و نتایج به‌صورت میانگین $\pm$ انحراف استاندارد گزارش گردید. نمودارها نیز در نرم افزار Excel رسم شدند.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ارزیابی پارامترهای فیزیکوشیمیایی

نتایج پارامترهای فیزیکوشیمیایی روغن‌های مورد بررسی در این پژوهش در جدول ۱ آمده است. مطابق با جدول ۱، بررسی نتایج اندیس پراکسید نمونه‌های مورد بررسی نشان داد که اندیس پراکسید روغن‌های سویا و سرخ کردن اختلاف آماری معنی‌داری با یکدیگر نداشتند ($P > 0.05$) اما بین میانگین نتایج

سانتی‌گراد نگهداری شدند. استاندارد متیل استر اسیدهای چرب و تمام مواد شیمیایی و حلال‌های مورد استفاده در این پژوهش با خلوص آزمایشگاهی از شرکت‌های مرک و سیگما تهیه شدند.

۲-۲- اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکوشیمیایی

اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکوشیمیایی شامل اندیس پراکسید، اسیدیته، اندیس یدی و اندیس صابونی برای روغن مایع سرخ کردنی به روش استاندارد ملی ایران به شماره ۴۱۵۲، روغن زیتون به روش استاندارد ملی ایران به شماره ۱۴۴۶ و روغن سویا به روش استاندارد ملی ایران به شماره ۲۳۹۲ انجام شد [۱۳-۱۵].

۲-۳- آنالیز متیل استر اسیدهای چرب

متیل استر اسیدهای چرب طبق استاندارد ایزو (ISO 661, ISO 5508, ISO 5509) توسط دستگاه گازکروماتوگرافی مدل TECHNOLOGIES - 6890- NAGILENT ساخت کشور چین تحت لیسانس امریکا مجهز به ردیاب FID و ستون لوله موئین HP- (30M, 0.320MM, 0.25 μ M) 5 تحت دمای انژکتور ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد، دمای آون ۲۱۵-۱۶۰ درجه سانتی‌گراد و فشار هوا و نیتروژن ۶ Bar آنالیز گردید [۱۶-۱۸].

۲-۳-۱- روش متیلاسیون روغن سرخ کردنی و روغن

سویا

متیلاسیون روغن سرخ کردنی و روغن سویا هم به روش AOCS (۲۰۰۹) انجام شد. حدود ۱۰ قطره روغن مایع سرخ کردنی و سویا در لوله‌های آزمایش درب‌دار ریخته شد. ۷ میلی‌لیتر حلال n-هگزان مخصوص دستگاه گازکروماتوگرافی و سپس ۲ میلی‌لیتر پتاس متانولی ۲ مولار به لوله‌های آزمایش اضافه گردید. پس از اختلاط کامل آن‌ها، لوله‌های آزمایش به مدت ۱۵ دقیقه درون بن ماری سرولوژی در دمای ۵۵-۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و پیوسته دمای بن ماری با دماسنج کنترل گردید تا در دمای مورد نظر ثابت بماند. هر ۵ دقیقه یک بار محتویات لوله‌های آزمایش هم زده شد. بعد از ۱۵ دقیقه لوله آزمایش به مدت ۵ دقیقه دیگر در بن ماری ۵۵-۵۰ درجه سانتی‌گراد به‌صورت ساکن قرار گرفت. در انتها لوله‌های آزمایش از بن ماری بدون تکان دادن خارج گردید و از فاز رویی برای تزریق به دستگاه گازکروماتوگرافی استفاده

1. Oxidative Stability Index

2. The one-way analysis of variance

اندیس پراکسید این دو روغن (سویا و سرخ کردنی) و روغن زیتون اختلاف آماری معنی‌داری وجود داشت ($P < 0/05$). میزان پراکسید تولید شده در روغن زیتون مورد بررسی در این پژوهش، به عنوان شاخص محصولات اولیه حاصل از اکسایش $9/61 \text{ meqO}_2/\text{Kg}$ بود در حالی که مقادیر اندیس پراکسید در روغن سرخ کردنی و روغن سویا $0/97 \text{ meqO}_2/\text{Kg}$ گزارش شد که این موضوع می‌تواند به استفاده از ضد اکساینده‌های صنعتی در روغن‌های سرخ کردنی و سویا نسبت داده شود. بر اساس استاندارد ملی ایران، حداکثر میزان پراکسید در روغن سرخ کردنی و روغن سویا باید به ترتیب معادل meqO_2/Kg ۲ و $5 \text{ meqO}_2/\text{Kg}$ و در روغن زیتون کمتر از meqO_2/Kg ۵ باشد که نتایج اندیس پراکسید ارزیابی شده در روغن‌های سرخ کردنی و سویا در محدوده تعیین شده توسط استاندارد قرار داشت اما اندیس پراکسید ارزیابی شده در روغن زیتون در این پژوهش، با استاندارد مطابقت نداشت [۱۵-۱۳]. از آنجایی که هر چه اندیس پراکسید در روغن کمتر باشد پایداری مناسب روغن در برابر اکسایش را نشان می‌دهد، نتایج اندیس پراکسید در این پژوهش حاکی از آن است که روغن زیتون جهت سرخ کردن مناسب نمی‌باشد. طبق مکانیسم شناخته شده اکسایش چربی‌ها و روغن‌های خوراکی که شامل مراحل آغازین^۱، انتشار^۲ و پایانی^۳ است [۲۱]. مقدار پراکسیدها تحت شرایط معمول نگه‌داری در محدوده زمانی معینی به نام دوره القاء^۴ به صورت نمایی افزایش یافته و سپس به دلیل عدم پایداری می‌شکنند [۲۲]. بر این اساس چون آزمون پراکسید تابع ماهیت ناپایدار هیدروپراکسیدها می‌باشد، نمی‌تواند به تنهایی شاخص دقیقی برای ارزیابی میزان اکسیداسیون روغن‌ها و چربی‌ها باشد و به عنوان شاخص شناسایی روغن برتر توصیه نمی‌شود. میزان، سرعت تولید و شکست پراکسیدها به عنوان محصولات اولیه و ناپایدار اکسیداسیون تحت اثر عوامل داخلی و خارجی از جمله ترکیب اسیدچرب، دما و زمان می‌باشد. نواب دانشمند و قوامی (۱۳۸۹) گزارش کردند که در دماهای ۷۰ و ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مرور زمان تولید پراکسید شدت می‌یابد و با ازدیاد دما علاوه بر افزایش سرعت تولید، میزان شکست پراکسید نیز افزایش می‌یابد، به طوری که شکست‌های موقت پراکسید در دماهای ۱۰۰ و ۱۲۰ درجه

1. Initiation
2. Propagation
3. Termination
4. Induction period

سانتی‌گراد و شکست موقت و دائم در دمای ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد بیشتر وجود دارد [۲۳]. با افزایش دما دوره کند تولید پراکسید نیز کاهش می‌یابد. از طرف دیگر، ترکیب اسید چرب روغن‌ها به عنوان عامل داخلی مؤثر در میزان و سرعت تولید و شکست پراکسیدها حائز اهمیت است [۲۱]. از این رو روغن‌های سویا و سرخ کردنی به دلیل دارا بودن اسیدهای چرب تک غیراشباع کمتر و اسید لینولئیک بیشتر که در ادامه به بررسی آن‌ها خواهیم پرداخت، دارای سرعت تولید و شکست پراکسید بیشتر می‌باشند.

اسیدیته نمونه‌های روغن سویا، سرخ کردنی و زیتون مورد بررسی در جدول ۱ نشان داده شده است. با توجه به جدول ۱، اسیدیته روغن زیتون با دو روغن دیگر (سویا و سرخ کردنی) اختلاف آماری معنی‌داری در سطح مورد بررسی نداشت ($P > 0/05$) در حالی که به لحاظ آماری اسیدیته دو روغن سویا و سرخ کردنی اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند ($P < 0/05$). بر اساس استاندارد ملی ایران، اسیدیته در روغن زیتون کمتر از ۰/۳ درصد و در روغن سرخ کردنی و روغن سویا نباید حداکثر از ۰/۷ و ۰/۱ درصد به ترتیب تجاوز کند [۱۵-۱۳] که در این تحقیق به جز روغن زیتون، بقیه روغن‌ها در دامنه استاندارد قرار نداشتند و مطابق جدول ۱، مقدار اسیدیته در روغن سویا ۰/۱۳ درصد، در روغن سرخ کردنی ۰/۰۶ درصد و در روغن زیتون ۰/۱۰ درصد بر حسب اسید اولئیک گزارش شد. روغن‌های خوراکی اعم از حیوانی و گیاهی دارای مقدار معین و جزئی اسیدچرب آزاد هستند ولی ممکن است بر اثر عوامل فساد و واکنش‌های گوناگون، مقدار اسید چرب آزاد از حد معین و طبیعی خارج گردد. لذا تعیین اندیس پراکسید و اسیدیته از جمله شاخص‌های تشخیص فساد مطرح می‌شوند. افزایش رطوبت در روغن‌ها باعث افزایش هیدرولیز تری گلیسریدها و ایجاد اسیدهای چرب آزاد می‌شود [۲۴]. از این رو تعیین میزان اسیدیته روغن، شاخص پیشرفت فساد هیدرولیکی محسوب می‌گردد و به منظور تعیین کیفیت آن اندازه‌گیری می‌شود [۲۱].

بررسی نتایج اندیس یدی روغن‌های مورد بررسی که در جدول ۱ آمده است، نشان داد که اندیس یدی روغن‌های زیتون و سرخ کردنی اختلاف آماری معنی‌داری در سطح مورد آزمون با یکدیگر نداشتند ($P > 0/05$) اما بین میانگین نتایج اندیس یدی این دو روغن (زیتون و سرخ کردنی) و روغن

سویا اختلاف آماری معنی‌داری در سطح مورد آزمون وجود داشت ($P < 0.05$). بیشترین مقدار اندیس یدی، مربوط به روغن سویا و کمترین مقدار مربوط به روغن زیتون و روغن سرخ‌کردنی گزارش شد (جدول ۱) که نتایج در هر سه نوع روغن با مقدار استاندارد مطابقت داشت. بر اساس استاندارد ملی ایران، مقدار اندیس یدی در روغن زیتون ۷۸-۹۴ گرم در ۱۰۰ گرم روغن، در روغن سرخ‌کردنی حداکثر ۱۰۰ گرم در ۱۰۰ گرم روغن و روغن سویا ۱۲۰-۱۴۳ گرم در ۱۰۰ گرم روغن می‌باشد [۱۳-۱۵]. اندیس یدی معرف پیوندهای دوگانه موجود در نمونه روغن می‌باشد و به عبارت دیگر درجه غیراشباع بودن روغن را نشان می‌دهد. بنابراین در روغن‌های با ویسکوزیته پایین که حالت روان دارند اندیس یدی بالاتر است. از طرف دیگر این شاخص برای روغن و چربی‌های با منشا حیوانی تا حدود زیادی کمتر از روغن‌های با منشأ گیاهی می‌باشد [۲۵]. همدانی و حداد خداپرست (۱۳۹۲) در پژوهشی که روی روغن زیتون داشتند اندیس یدی آن را ۸۴/۸۳ گرم در ۱۰۰ گرم روغن اعلام کردند که با نتایج تحقیق حاضر همسو بود. البته تفاوت در میزان اندیس یدی گزارش شده در این دو پژوهش می‌تواند ناشی از تفاوت در نوع و واریته روغن زیتون مورد استفاده باشد [۲۶].

مقایسه میانگین اندیس صابونی با توجه به جدول ۱ نشان داد

بین هر سه نوع روغن به لحاظ آماری اختلافی در سطح ۹۵ درصد وجود نداشت ($P > 0.05$). همان‌طور که در جدول ۱ نشان داده شده است اندیس صابونی در روغن زیتون، روغن سرخ‌کردنی و روغن سویا با مقدار استاندارد مطابقت داشت [۱۳-۱۵] و بالاترین مقدار اندیس صابونی در روغن سویا (۱۹۱/۱۵ میلی‌گرم پتاس در گرم روغن) و کمترین مقدار مربوط به روغن زیتون (۱۸۹/۳۶ میلی‌گرم پتاس در گرم روغن) و روغن سرخ‌کردنی (۱۸۳/۶۱ میلی‌گرم پتاس در گرم روغن) گزارش شد. مروتی و برزگر (۲۰۱۰) نیز ترکیبات غیرصابونی در روغن خام سویا را در محدوده ۱۶۳-۱۲۱ میلی‌گرم پتاس در گرم روغن سویا اعلام کردند [۲۷]. همدانی و حداد خداپرست (۱۳۹۲) اندیس صابونی روغن زیتون را ۱۹۴/۹۳ میلی‌گرم پتاس در گرم روغن گزارش کردند که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت [۲۶]. در واقع هر چقدر جرم مولکول اسیدهای چرب تشکیل دهنده مولکول گلیسیرید کمتر باشد، میزان پتاس مصرفی افزایش یافته که منجر به افزایش اندیس صابونی می‌شود [۲۱]. با بررسی نتایج حاصل می‌توان اظهار کرد که متوسط وزن مولکولی اسیدهای چرب در روغن سویا کمتر از روغن‌های زیتون و سرخ‌کردنی بوده که منجر به افزایش اندیس صابونی در روغن سویا نسبت به دو روغن دیگر شده است.

Table 1 Results of chemical parameters of oils studied in the current research

Property	Treatments		
	Soybean oil	Frying oil	Olive oil
Peroxide index (meqO ₂ /Kg)	0.97±0.25 ^b	0.97±0.24 ^b	9.61±2.03 ^a
Acidity (% oleic acid)	0.13±0.01 ^a	0.06±0.005 ^b	0.1±0.02 ^{ab}
Iodine index (g/100g)	106.72±4.85 ^a	88.13±7.18 ^b	89.87±0.29 ^b
Saponification index (mg/g)	191.15±0.41 ^a	183.61±9.74 ^a	189.36±0.62 ^a

Data are presented as the means ± SD. Different letters indicate a significant difference between the values of each columns at the probability level of 95%.

۳-۲- آنالیز اسیدهای چرب

کروماتوگرام مربوط به پروفایل اسیدهای چرب موجود در نمونه‌های روغن سویا، سرخ‌کردنی و زیتون به ترتیب در شکل‌های ۱، ۲ و ۳ نمایش داده شده است. همچنین ساختار اسیدهای چرب روغن‌های نباتی مورد مطالعه نیز، در جدول ۲ نشان داده شده است. بیشترین میزان اسیدهای چرب اشباع (SFA) مربوط به اسید میریستیک، اسید پالمیتیک، اسید استئاریک و اسید آراشیدیک بود که در روغن سرخ‌کردنی بیشترین میزان (۲۹/۹۶ درصد) بود و در روغن‌های سویا

(۱۷/۱۲ درصد) و زیتون (۱۴/۳۰ درصد) به ترتیب کمترین میزان را به خود اختصاص دادند. در بین سه روغن مورد بررسی، روغن سرخ‌کردنی بیشترین میزان اسید میریستیک (۰/۵۲ درصد) و اسید پالمیتیک (۲۴/۴۲ درصد) را به خود اختصاص داد ($P < 0.05$) در حالی که دو روغن زیتون و سویا اختلاف آماری معنی‌دار در میزان اسید چرب‌های فوق‌الذکر با یکدیگر نداشتند ($P > 0.05$). بیشترین میزان اسید استئاریک نیز در دو روغن سویا (۵/۰۳ درصد) و سرخ‌کردنی (۴/۳۰ درصد) گزارش شد که اختلاف آماری معنی‌دار با یکدیگر

نداشتند ($P > 0/05$). در حالی که روغن زیتون حاوی کمترین میزان اسید استئاریک ($2/98$ درصد) در بین نمونه‌های مورد بررسی بود ($P < 0/05$). مقدار اسید آراشیدیک نیز در روغن زیتون بالاترین مقدار ($1/08$ درصد) و در روغن‌های سویا و سرخ کردنی کمترین مقدار ($0/63$ درصد) گزارش گردید که از دیدگاه آماری میزان این نوع اسید در هر سه روغن مورد مطالعه یکسان ارزیابی شد ($P > 0/05$). از میان اسیدهای چرب اشباع، اسید میریستیک و اسید پالمیتیک باعث افزایش سطح کلسترول پلاسما می‌گردند و بالا بودن سطح کلسترول خون یک فاکتور مهم برای ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی محسوب می‌شود [۲۸]. بر اساس نتایج بدست آمده از این تحقیق، بیشترین مقدار اسید چرب اشباع مربوط به اسید چرب پالمیتیک در روغن سرخ کردنی و کمترین مقدار اسید چرب اشباع در روغن زیتون مربوط به اسید چرب میریستیک گزارش شد. همان طور که در جدول ۲ گزارش شده است، بیشترین میزان اسید پالمیتولیک در روغن زیتون ($0/56$ درصد) و کمترین میزان آن در روغن‌های سرخ کردنی ($0/12$ درصد) و سویا ($0/04$ درصد) گزارش شد که از دیدگاه آماری میزان اسید پالمیتولیک در دو روغن سرخ کردنی و سویا اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشت ($P > 0/05$). میزان اسید اولئیک در هر سه نوع روغن اختلاف آماری معنی‌داری در سطح مورد آزمون با یکدیگر داشتند ($P < 0/05$) به طوری که بالاترین میزان اسید اولئیک در روغن زیتون ($62/38$ درصد) بود در حالی که روغن سرخ کردنی ($33/37$ درصد) و روغن سویا ($23/20$ درصد) به ترتیب در جایگاه‌های بعدی قرار گرفتند. قسمت اعظم اسیدهای چرب روغن زیتون (در حدود 80 درصد) از اسید اولئیک تشکیل شده است [۲۱]. وجود مقادیر زیادی اسید اولئیک در روغن زیتون که به خانواده امگا ۹ ($C18:1$) تعلق دارد علاوه بر آن که منبعی ایده‌آل برای تولید انرژی فراهم می‌کند از بروز بیماری‌های قلبی از جمله گرفتگی یا انسداد عروق نیز جلوگیری می‌نماید [۲۹]. از نظر مقدار اسید لینولئیک نیز هر سه نوع روغن اختلاف آماری معنی‌داری در سطح مورد آزمون با یکدیگر داشتند ($P < 0/05$) به طوری که بالاترین میزان اسید لینولئیک در روغن سویا ($51/23$ درصد) بود در حالی که روغن سرخ کردنی ($32/80$ درصد) و روغن زیتون ($17/72$ درصد) به ترتیب در جایگاه‌های بعدی قرار گرفتند. روغن سویا حاوی بیشترین میزان اسید لینولئیک

($5/86$ درصد) بود که در سطح مورد آزمون اختلاف قابل توجهی با روغن‌های سرخ کردنی و زیتون در میزان اسید لینولئیک داشت ($P < 0/05$). در حالی که دو روغن زیتون ($1/51$ درصد) و سرخ کردنی ($1/24$ درصد) حاوی کمترین میزان اسید لینولئیک بودند که از این لحاظ اختلاف آماری معنی‌داری با یکدیگر نداشتند ($P > 0/05$). به طور کلی بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش، روغن سویا ($83/63$ درصد) و روغن زیتون ($83/31$ درصد) بیشترین مقدار اسیدهای چرب غیراشباع ($MUFA \& PUFA$) را به خود اختصاص دادند که از این لحاظ اختلاف آماری قابل توجهی با یکدیگر نداشتند ($P > 0/05$) و مقدار اسید چرب غیراشباع ($MUFA \& PUFA$) در روغن سرخ کردنی $68/74$ درصد بود که از این لحاظ اختلاف آماری معنی‌داری با دو روغن دیگر مورد بررسی داشت ($P < 0/05$). اسیدهای چرب غیراشباع غالب در هر سه نوع روغن به ترتیب اسید اولئیک، اسید لینولئیک، اسید لینولئیک و اسید پالمیتولیک می‌باشند. بالاترین اسید چرب غیراشباع در روغن‌های مورد مطالعه، اسید اولئیک در روغن زیتون ($62/38$ درصد) و کمترین مقدار اسید چرب غیراشباع در روغن سویا مربوط به اسید پالمیتولیک ($0/04$ درصد) بود. هر چند بدن انسان می‌تواند مقداری اسید اولئیک بسازد اما قادر به سنتز اسید لینولئیک نیست و به طور مثال کمبود این اسید در کودکان می‌تواند منجر به التهاب پوست شود. بنابراین اسید لینولئیک از نظر بیولوژیکی بسیار فعال بوده و از رسوب چربی در شریان جلوگیری می‌کند [۲۱]. از طرف دیگر اسید لینولئیک می‌تواند در بدن انسان باعث افزایش کلسترول خوب شود و قطعاً برای زنده ماندن یکی از اسیدهای چرب حیاتی به شمار می‌رود، بنابراین بایستی در رژیم غذایی روزانه به عنوان عامل متعادل کننده رفع نیازهای حیاتی فرد در هر مرحله سنی گنجانده شود [۲۹]. روغن سویا که سرشار از اسیدهای چرب اشباع نشده امگا ۶ ($C18:2$) می‌باشد از نظر تغذیه‌ای برای بدن مفید بوده [۲۶] و با نتایج فروش و همکاران (۱۳۸۸) هم‌خوانی دارد [۳۰]. مقایسه میانگین نتایج مجموع اسیدهای چرب ترانس حاصل از این پژوهش حاکی از آن بود که در دو نوع روغن زیتون و سویا به لحاظ آماری میانگین نتایج TFA در سطح اطمینان ۹۵ درصد با هم اختلاف معنی‌دار نداشتند ($P > 0/05$) به طوری که حداقل میزان اسید چرب ترانس در روغن زیتون گزارش شد

(صفر). اما مجموع اسیدهای چرب ترانس در روغن سویا ۰/۰۹ درصد و در روغن سرخ کردنی ۰/۸۵ درصد گزارش گردید که از نظر آماری با یکدیگر اختلاف معنی دار داشتند ($P < ۰/۰۵$) (جدول ۲).

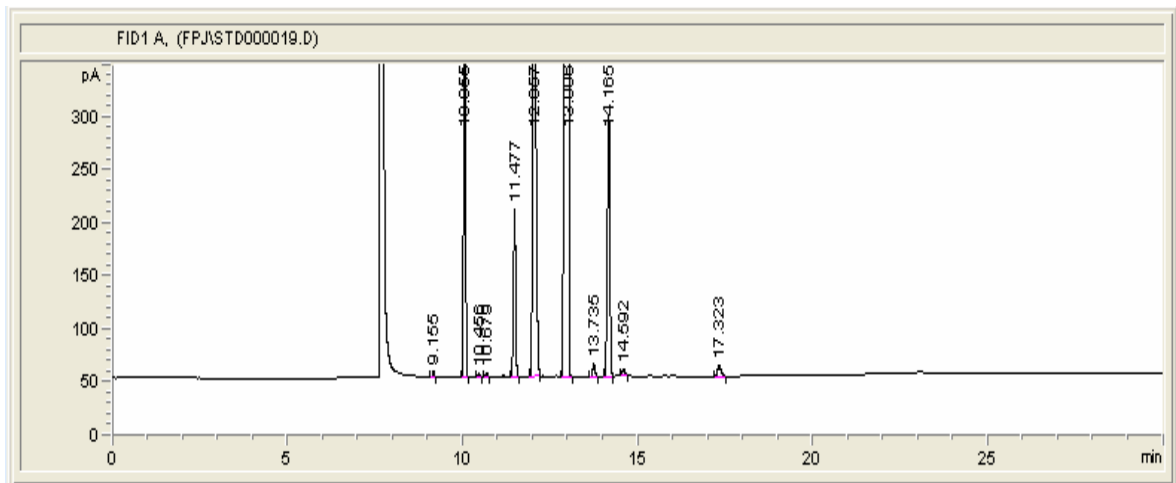


Fig 1 Chromatogram related to the profile of fatty acids in soybean oil samples

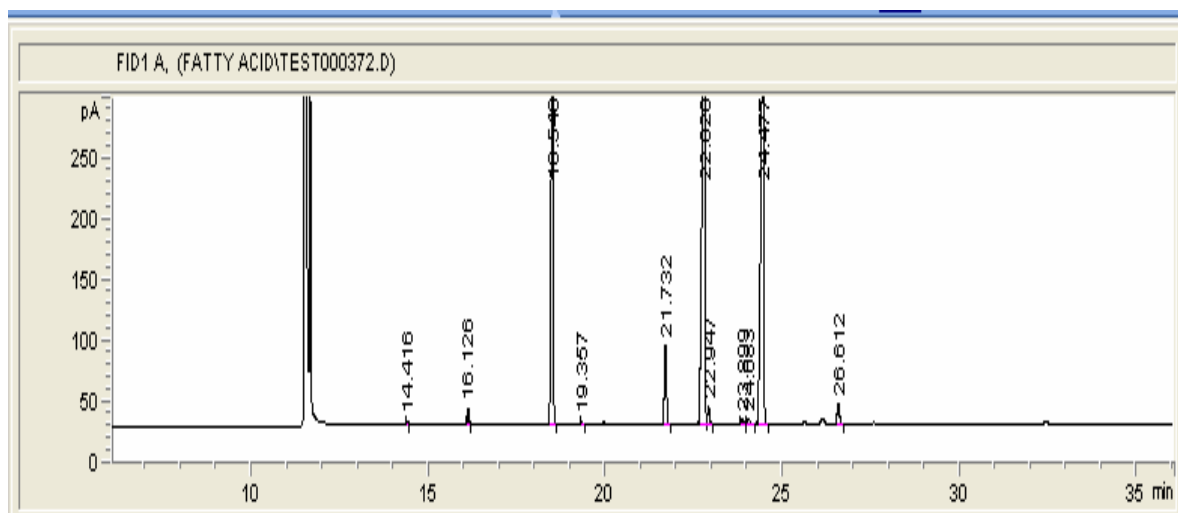


Fig 2 Chromatogram related to the profile of fatty acids in frying oil samples

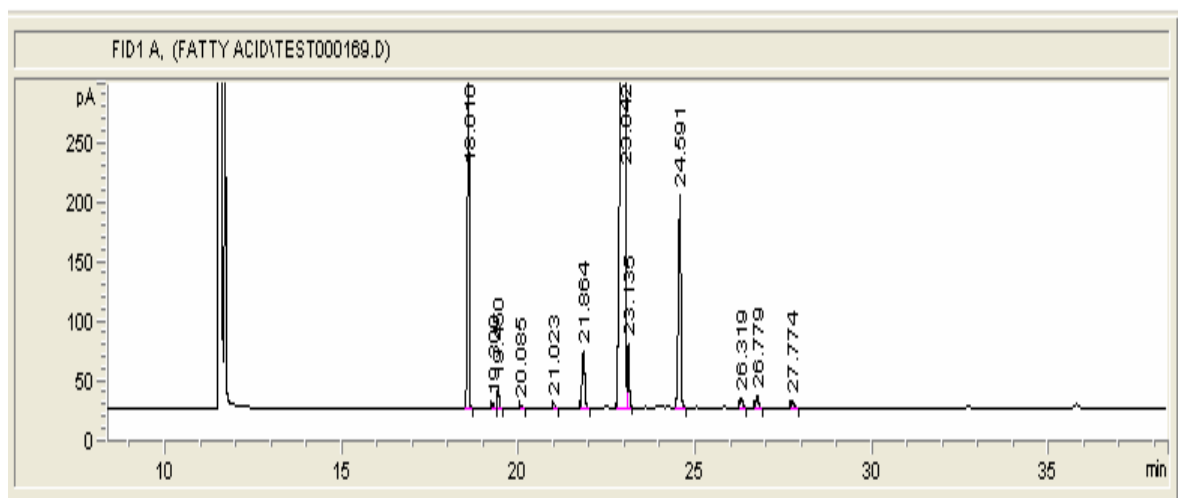


Fig 3 Chromatogram related to the profile of fatty acids in olive oil samples

Table 2 Fatty acids composition of oils studied in the current research

Fatty acid	Treatments		
	Soybean oil	Frying oil	Olive oil
Saturated fatty acid (SFA)	17.2±0.64 ^b	29.96±2.62 ^a	14.30±1.70 ^b
Myristic acid (C14:0)	0.07±0.05 ^b	0.52±0.065 ^a	0.01±0.01 ^b
Palmitic acid (C16:0)	11.44±0.59 ^b	24.42±2.58 ^a	10.10±1.37 ^b
Stearic acid (C18:0)	5.03±0.20 ^a	4.30±0.08 ^a	2.98±0.34 ^b
Arachidic acid (C20:0)	0.63±0.17 ^a	0.63±0.06 ^a	1.08±0.45 ^a
Unsaturated fatty acid (MUFA&PUFA)	83.63±1.30 ^a	68.74±2.33 ^b	83.31±0.85 ^a
Palmitoleic acid (C16:1)	0.04±0.01 ^b	0.12±0.15 ^b	0.56±0.12 ^a
Oleic acid (C18:1)	23.20±0.63 ^c	33.37±1.34 ^b	62.38±4.54 ^a
Linoleic acid (C18:2)	51.23±1.12 ^a	32.80±3.67 ^b	17.72±4.20 ^c
Linolenic acid (C18:3)	5.86±0.37 ^a	1.24±0.28 ^b	1.51±1.26 ^b
Trans fatty acid (TFA)	0.09±0.06 ^b	0.85±0.35 ^a	0±0 ^b
TC18:2	0.15±0.07 ^b	0.84±0.25 ^a	0±0 ^b

Data are presented as the means ± SD. Different letters indicate a significant difference between the values of each columns at the probability level of 95%.

۳-۳- شاخص پایداری اکسایشی

پایداری اکسایشی عبارت است از مدت زمان لازم برای رسیدن به نقطه‌ای که در آن یکی از کمیت‌های اکسایشی مانند اندیس پراکسید یا عدد کربونیل پس از طی نمودن روند افزایشی خود به طور ناگهانی افزایش می‌یابد و باعث تولید طعم و بوی نامطلوب در روغن می‌شود. اکسایش باعث ایجاد فساد می‌شود که بوی نامطلوب و کاهش کیفیت غذا را به دنبال دارد. روش‌های متعددی برای ارزیابی مواد حاصل از فرایندهای حرارتی که دارای آثار زیادی بر خواص شیمیایی، فیزیکی و تغذیه‌ای روغن هستند، وجود دارد که یکی از مهم‌ترین آن‌ها شاخص پایداری اکسایشی است [۳۱]. شکل ۴ شاخص پایداری اکسایشی نمونه‌های روغن در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد را با استفاده از رنسمیت نشان می‌دهد. روش رنسمیت اغلب برای ارزیابی یا پیش‌بینی پایداری اکسایشی در شرایط حرارتی بوده و به عنوان زمان مقاومت استفاده می‌شود. با توجه به این که رنسمیت ابزار مهمی برای مقایسه روغن‌های گیاهی مختلف است لذا از آن در تحقیقات استفاده می‌شود [۳۲]. بین روغن‌های زیتون، سرخ‌کردنی و سویا اختلاف آماری معنی‌داری در مدت زمان مقاومت به اکسایش ملاحظه شد ($P < 0.05$) به طوری که حداقل مقاومت به اکسایش در روغن زیتون عاری از ضداکساینده سنتزی مشاهده شد. در واقع بالا بودن درصد اسیدهای چرب اشباع در روغن‌های سرخ‌کردنی که در نتایج جدول ۲ نیز به خوبی مشخص شده است آن را به گزینه مناسبی برای سرخ کردن

مواد غذایی تبدیل کرده است که دلالت بر پایداری حرارتی قابل قبول آن دارد. این نتایج با نتایج گزارش شده توسط فرهوش و همکاران (۱۳۸۸) هم‌خوانی داشت [۳۰]. میررضایی رودکی و سحری (۱۳۹۲) نیز در پژوهشی ادعا کردند که ارزیابی روغن با این روش برای نمونه‌های مختلف روغن با توجه به منبع تولید، ترکیب شیمیایی و حضور ترکیبات بیواکتیو طبیعی (ضداکساینده‌ها) نتایج کاملاً متفاوتی نشان داد که نتایج این پژوهش را تأیید کردند [۳۲]. در پژوهش حاضر روش‌های به کار رفته در ارزیابی پایداری اکسایشی روغن‌های مورد بررسی به گونه‌ای انتخاب شدند که بتوان تخمین صحیحی از پایداری اکسایشی آن‌ها ارائه داد. در روش رنسمیت محصولا ثانویه حاصل از اکسایش روغن‌ها شامل آلدهیدها، کتون‌ها و اسیدها سنجیده می‌شوند. درحالی که اندیس پراکسید، معیاری است که برای اندازه‌گیری هیدروپراکسیدها به کار می‌رود. هیدروپراکسیدها محصولات اولیه اکسایش شناخته شده‌اند که ممکن است به فرآورده‌های ثانویه فرار و غیرفرار تجزیه شوند. روغن‌های خوراکی در طول فرایندهای حرارتی رایج در صنعت مواد غذایی به مدت زیاد در معرض دماهای بالا قرار می‌گیرند. در این فرایندها روغن به عنوان محیطی برای انتقال یکنواخت و سریع حرارت به سطح ماده و نیز بهبود طعم محصول به کار گرفته می‌شود. عملیات شدید حرارتی در حضور هوا به انجام بسیاری از واکنش‌های شیمیایی مخرب در روغن از جمله اکسایش، هیدرولیز و پلیمری شدن اسیدهای چرب غیراشباع منجر می‌شود. این به تغییر ساختار شیمیایی

محصول را تحت تاثیر قرار داده، سلامت مصرف کننده را به خطر می اندازند. بنابراین، تعیین پایداری حرارتی، امری حیاتی در خصوص انتخاب روغن های خوراکی می باشد [۲۶].

محیط حرارتی و تشکیل مشتقات فرار و غیرفرار اکسیده و نیز ترکیبات دیمری، پلیمری و یا حلقوی می انجامد. ترکیبات مذکور نه تنها ویژگی های حسی بلکه خواص تغذیه ای

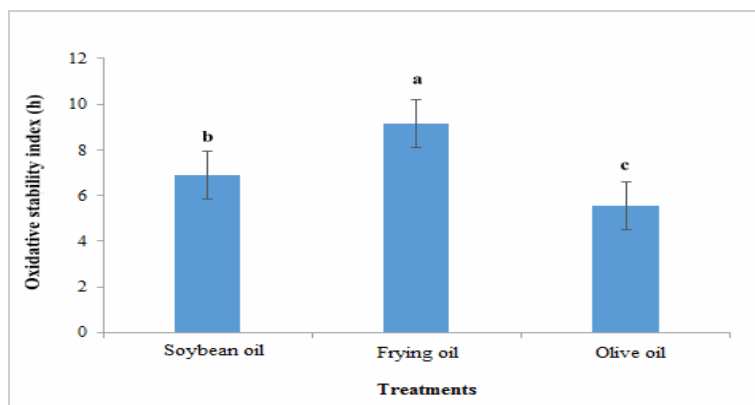


Fig 4 Oxidative stability index of studied oil sample in the current research s at 120 °C

Different letters indicate a significant difference between the values of each columns at the probability level of 95%.

79-90.

- [2] Eratte, D., Dowling, K., Barrow, C., Adhikari, b. 2017. In-vitro digestion of probiotic bacteria and omega-3 oil co-microencapsulated in whey protein isolate-gum Arabic complex coacervates. *Food Chemistry*, 227:129-136.
- [3] Gertz, C., Klostermann, S., Kochhar, S.P. 2000. Testing and comparing oxidative stability of vegetable oils and fats at frying temperature. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 102:543-551.
- [4] Dashti, N., Feng, Q., Freeman, M.R., Gandhi, M., Franklin, F.A. 2002. Trans polyunsaturated fatty acids have more adverse effects than saturated fatty acids on the concentration and composition of lipoproteins secreted by human hepatoma HEPG2 cells. *Journal of Nutrition*, 132(9):2651-2659.
- [5] De La Torre, A., Gruffat, D., Durand, D., Micol, D., Peyron, A., Scislowski, V. 2006. Factors influencing proportion and composition of CLA in beef. *Meat Science*, 73(2):258-268.
- [6] Owen, R.W., Giacosa, A., Hull, W.E., Haubner, R., Spiegelhalter, B., Bartsch, H. 2000. The antioxidant/anticancer potential of phenolic compounds isolated from olive oil. *European Journal of Cancer*, 36(10):1235-1247.
- [7] Costa, J., Mafra, I., Oliveira, M.B.P.P. 2012. Advances in vegetable oil authentication by DNA-based markers. *Trends in Food Science and Technology*, 26:43-55.
- [8] Ulberth, F., Buchgraber, M. 2000. Authenticity of fats and oils. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 102:

۴- نتیجه گیری

در سال های اخیر جهت دستیابی و شناسایی روغن های با خواص ویژه، تلاش های زیادی صورت گرفته است. بسیاری از این روغن ها، دارای نسبت های مناسبی از اسیدهای چرب و مطلوب از نظر تغذیه ای، پزشکی یا صنعتی می باشند. نتایج این تحقیق نشان داد که پارامترهای شیمیایی مربوط به فساد روغن های نباتی مورد بررسی، در دامنه قابل قبولی با استاندارد ملی ایران قرار دارند. اسید اولئیک اسید چرب عمده موجود در روغن زیتون بود. اسید پالمئیک، اسید اولئیک و اسید لینولئیک به عنوان اسید چرب غالب روغن سرخ کردنی تعیین شدند. اسید چرب غالب روغن سویا مربوط به اسید لینولئیک می باشد. روغن زیتون حاوی کمترین میزان اسیدهای چرب ترانس است که برای سلامتی مضر می باشد و پس از آن به ترتیب روغن سویا و روغن سرخ کردنی بیشترین مقدار اسیدهای چرب ترانس را به خود اختصاص دادند. سرانجام، نتایج این پژوهش ما را بر آن داشت که در گام بعدی به بررسی امکان پیش بینی عمر نگهداری روغن های خوراکی متداول در بازار مصرف تحت شرایط معمول نگهداری بر حسب روش های تسریع شده پردازیم.

۵- منابع

- [1] Lissner, L., Heitmann, B.L. 1995. Dietary fat and obesity: Evidence from epidemiology. *European Journal of Clinical Nutrition*, 49:

- Corporation Eds. 480pp. [In Persian].
- [22] Matthaus, B. 2006. Utilization of high-oleic rapeseed oil for deep fat frying of French fries compared to other commonly used edible oils. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 108:200-211.
- [23] Navab Daneshmand, F., Ghavami, M. 2012. The Effect of temperature and time on the production and decomposition of hydroperoxides in canola and soybean oils. *Food Technology and Nutrition*, 9(1):61-73 [In Persian].
- [24] Fenema, O. 1996. *Food Chemistry*. 3th Ed. Marcel Dekker. New York.
- [25] Thomas, A. 2012. Fats and fatty oils. *Ullmann's encyclopedia of industrial chemistry*. Wiley-VCH Verlag GmbH and Co. KGaA, Weinheim, 14:1-72.
- [26] Hamedani, F., Haddad Khodaparast, M.H. 2012. Evaluation of chemical composition and oxidative stability of khinjuk kernel oils. *Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology*, 2(3):265-278 [In Persian].
- [27] Morovati, E., Sahari, M.A., Barzegar, M. 2010. The physicochemical properties of the seed and Safflower varieties/lines in iran as a rich source of omega-6. *Journal of Medical Plants*. 9(36):145-154 [In Persian].
- [28] Fernandez, M.L., West, K.L. 2005. Mechanisms by which dietary fatty acids modulate plasma lipids. *The Journal of Nutrition*, 135(9):2075-2078.
- [29] Mir Nezami Ziabari, H. 2011. Oil production and refining. *Agricultural Science of Iran*. pp. 464 [In Persian].
- [30] Farhoosh, R., Niazmand, R., Sarabi, M., Rezaie, M. 2011. Estimation of the relative stability of vegetable oils in terms of the accelerated tests. *Journal of Food Science and Technology*, 8(1):11-17 [In Persian].
- [31] Hamedani, F., Haddad Khodaparast, M.H. Esmaeilzadeh Kenari, R., Ataei Salehi, E. 2014. Evaluation of chemical composition and oxidative stability of *pistacia khinjuk* oil as a new source of vegetable oil with olive oil. *Journal of Innovative Food Technologies*, 2(5): 83-91 [In Persian].
- [32] Mirrezaie Roodaki, M., Sahari, M. A. 2013. Evaluation of oxidative stability of olive oil. *Journal of Food Science and Technology*, 39(10):61-75 [In Persian].
- 687-694.
- [9] Freire, P.C.M., Lobo, L.C.B., Freitas, G.S., Ferreira, T.A.P.C. 2013. Quality of deep frying oils fats used in street-fairs in Goiania, Brazil. *Food Science and Technology*, 33:569-576.
- [10] Li, Y., Ngadi, M., Oluka, S. 2008. Quality changes in mixtures of hydrogenated and non-hydrogenated oils during frying. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88:1518-1523.
- [11] Choe, E., Min, D.B. 2007. Chemistry of deep-fat frying oils. *Journal of Food Science*, 72:77-86.
- [12] Nayak, P.K., Dash, U., Rayaguru, K., Krishnan, K.R. 2016. Physiochemical changes during repeated frying of cooked oil. A review. *Journal of Food Biochemistry*, 40(3):371-390.
- [13] Institute of Standards and Industrial Researches of Iran. 2007. Frying oil—Specifications and test methods. ISIRI No. 4152, 1th Ed., Iran [In Persian].
- [14] Institute of Standards and Industrial Researches of Iran. 2007. Olive oil — Specifications and test methods. ISIRI No. 1446, 1th Ed., Iran [In Persian].
- [15] Institute of Standards and Industrial Researches of Iran. 2007. Soybean oil — Specifications and test methods. ISIRI No. 2392, 1th Ed., Iran [In Persian].
- [16] International Organization for Standardization. 2019. Animal and vegetable fats and oils — Preparation of test sample. ISO 661.
- [17] International Organization for Standardization. 2000. Animal and vegetable fats and oils — Analysis by gas chromatography of methyl esters of fatty acids. ISO 5508. 2nd Ed. pp.9.
- [18] International Organization for Standardization. 2000. Animal and vegetable fats and oils — Preparation of methyl esters of fatty acids. ISO 5509. 2nd Ed. pp.24.
- [19] American Oil Chemists' Society. 2009. Review of methods for preparation and gas chromatographic 92(5): 1310-1326. AOCS Press.
- [20] Farhoosh, R. 2007. The effect of operational parameters of the rancimat method on the determination of the oxidative stability measures and shelf-Life prediction of soybean oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 84:205-209.
- [21] Fatemi, H. 2000. *Food Chemistry*. Enteshar



Investigating the quality of vegetable oils in the Iranian consumer market by comparative evaluation of oxidative parameters and fatty acid profiles

Mirhaj, F. ¹, Baghaei, H. ^{2*}, Heidarieh, S. A. ³, Ashhad, S. ⁴

1. Semnan University of medical Science, Semnan, Iran.

2. Assistant Professor of Food Science and technology, Islamic Azad University, Damghan Branch, Damghan, Iran.

3. Food Safety Research Center (salt), Semnan University of Medical Sciences, Semnan, Iran.

4. Semnan University of Medical Science, Semnan, Iran.

ARTICLE INFO

Article History:

Received 2020/ 07/ 12

Accepted 2021/ 07/ 27

Keywords:

Fatty acid,
Frying,
Oil,
Olive,
Soybean.

DOI: 10.52547/fsct.19.123.317

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.123.4.9

*Corresponding Author E-Mail:
baghaei.homa@yahoo.com

ABSTRACT

Oil has been one of the necessary ingredients for cooking around the world. As food industry proceed, better and more useful oils with their own characteristics are being offered to consumers every day. In the current research, in order to investigate the quality of soybean, frying and deodorized olive oils available in the Iranian consumer market, physicochemical parameters such as peroxide index, acidity, iodine index, saponification index, as well as their fatty acids profile and oxidative stability were determined and then compared. All physicochemical parameters except olive oil peroxide index were consistent with the standards. The peroxide index in olive oil (9.61 meqO₂/Kg) indicated that olive oil was inappropriate for frying. 0.97 meqO₂/Kg peroxide value was reported in soybean and frying oils. The fatty acids profile showed that oleic acid was the predominant fatty acid in olive oil, while in frying oil palmitic, oleic, and linoleic acids were significant. Also, linoleic acid in soybean oil as the predominant fatty acid was determined. The oxidative stability of frying and soybean oils, according to the Rancimat method, was higher than that of olive oil ($P < 0.05$).