

# ارزیابی خصوصیات فیزیکوشیمیایی روغن کنجد فروشگاه‌های روغن کشی استان مازندران

جمشید فرمانی<sup>۱\*</sup>، بهراد تیرگریان<sup>۲</sup>، محمد رزم پور<sup>۳</sup>

۱- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران  
 ۲- دانش آموزخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران  
 ۳- دانش آموزخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران  
 (تاریخ دریافت: ۹۶/۱۰/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۲/۰۱)

## چکیده

نمونه‌های روغن کنجد از مراکز روغن‌کشی استان مازندران تهیه شد و ترکیب اسیدهای چرب، عدد یدی، عدد صابونی، ترکیبات صابونی نشونده، میزان رطوبت و لرد، محتوای فلزات، درصد اسیدهای چرب آزاد، عدد پراکسید و آنیزیدین و همچنین پایداری اکسایشی آنها (با آزمون‌های رنسیمت و آون شال) بررسی شده و با استانداردهای ملی و بین‌المللی کدکس روغن کنجد مقایسه شدند. نتایج آزمون‌های تعیین اصالت نمونه‌ها (ترکیب اسیدهای چرب، عدد یدی، عدد صابونی و درصد مواد صابونی نشونده) و برخی نتایج آزمون‌های تعیین کیفیت (مقدار آهن و مس، درصد اسیدهای چرب آزاد و عدد پراکسید) در گستره استاندارد بین‌المللی کدکس و استانداردهای ملی روغن کنجد بودند. با این حال، ۷۸ درصد نمونه‌ها رطوبت بیشتر، ۳۳ درصد نمونه‌ها مقدار لرد بیشتر و ۱۱ درصد نمونه‌ها، مقدار سرب بیشتر از استاندارد داشتند. متوسط دوره القاء اکسیداسیون در دمای ۱۱۰ °C، ۸/۳ ساعت بود. همچنین دوره القاء اکسیداسیون در آزمون شال ۲۱/۹-۳۱/۹ روز بود. ۱۰۰ درصد نمونه‌ها اسیدهای چرب آزاد بیشتر و همه نمونه‌ها پایداری اکسایشی کمتر از آنچه در استانداردهای ملی جهت کاربرد سرخ کردن و پخت و پز توصیف شده بود داشتند. ۲۲ درصد نمونه‌ها نیز عدد پراکسید بیشتر از گستره استاندارد روغن سرخ کردنی داشتند. اگرچه اصالت نمونه‌های روغن کنجد استخراج فروشگاه‌های تائید شد اما از لحاظ کیفی تطابق کامل با استانداردها نداشتند. نمونه‌ها به دلیل عدم تطابق با استانداردها و نیز پایداری اکسایشی پائین جهت کاربردهای حرارتی (سرخ کردن و پخت و پز) و نگهداری طولانی مدت مناسب نبودند.

**کلید واژگان:** روغن کنجد، فروشگاه روغن کشی، پایداری اکسایشی، خصوصیات فیزیکوشیمیایی

## ۱- مقدمه

یکی از روغن‌هایی که در دنیا میزان مصرف آن بالاست، روغن کنجد است. به طور متوسط ۵۰ درصد از وزن دانه کنجد را روغن آن تشکیل می‌دهد و به دلیل خواص تغذیه‌ای متعدد خود، به ملکه دانه‌های روغنی معروف شده است [۱]. درجه غیراشباعیت روغن کنجد، به سبب حضور اسیدهای چرب غیراشباع نظیر اولئیک اسید و لینولئیک اسید بالاست [۲] با این وجود، این روغن یکی از پایدارترین روغن‌ها به فساد اکسایشی محسوب می‌شود و علت آن وجود آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی تحت عنوان لیگنان<sup>۲</sup> در آن است. حضور آنتی‌اکسیدان‌ها و اسید چرب امگا-۶ روغن کنجد را به یکی از مرغوب‌ترین و گران‌ترین روغن‌های خوراکی تبدیل کرده است [۳]. روش مرسوم برای استخراج روغن کنجد در صنعت، روش پرس سرد می‌باشد که همان فشردن دانه روغنی بدون اعمال حرارت می‌باشد. روغن حاصل از پرس سرد عاری از هر گونه افزودنی و یا نگهدارنده‌های شیمیایی بوده و می‌تواند حاوی بیشترین میزان مواد تغذیه‌ای مفید همچون ویتامین E و اسیدهای چرب غیراشباع باشد [۴].

روغن کشتی طبیعی با خلوص بالا در حضور مشتری، از کسب و کارهای ابتکاری جدیدی در کشور ما محسوب می‌شود که انواع مختلفی از مغزها و دانه‌های روغنی در این فروشگاه‌ها با استفاده از نمونه‌های کوچک دستگاه‌های پرس، روغن کشتی میشوند. صاحبان این کسب و کار مدعی شده اند که محصول آنها از کیفیت بالایی برخوردار است اما صحت و سقم این ادعا هنوز بررسی نشده است. اساساً روغن استحصال شده به روش پرس سرد نیاز به تصفیه مقدماتی (نظیر فیلتراسیون یا سانتریفیوژ) دارد تا با جداسازی ناخالصی‌ها، ماندگاری آن تضمین شود. از سوی دیگر به دلیل گران بودن روغن کنجد، ممکن است به منظور افزایش سود فروش، آن را در ترکیب با روغن‌های ارزان تر نظیر روغن سویا، پنبه دانه و کلزا عرضه کنند [۵]. این موضوع افزون بر جنبه سود جویانه آن، در برخی مواقع مشکلات جدی در سلامتی مصرف کننده نیز ایجاد می‌کند. از این رو نیاز به بررسی میدانی در این زمینه احساس می‌گردد.

گاری و همکاران [۶] در تحقیق خود پارامترهای کیفی و پایداری اکسایشی روغن‌های کنجد محلی کشور مراکش را بررسی کردند. تمامی پارامترهای کیفی در گستره استاندارد بین‌المللی کدکس قرار داشت و پایداری اکسایشی نمونه‌ها در دمای ۱۱۰ °C به طور متوسط ۲۸/۵ ساعت ارزیابی شد. همچنین یافته‌ها حاکی از غنی بودن روغن‌ها از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی (۴۴۶ میلی گرم/کیلوگرم توکوفرول و ۵۴۰ میلی گرم/۱۰۰ گرم استرول) بود [۶].

صبح الخیر و همکاران [۷] خواص کیفی ۱۰ نمونه روغن کنجد محلی کشور سودان را مورد ارزیابی قرار دادند که مقدار برخی از پارامترها نظیر عدد پراکسید (۱۰-۲/۲ میلی اکی والان/گرم روغن) و عدد اسیدی (۹/۵-۳/۱ میلی گرم در گرم) بالا بود و در نتیجه کیفیت روغن‌ها نسبتاً پایین ارزیابی شد.

اگبوناو یوکان [۸] ترکیبات شیمیایی ۱۳ دانه کنجد محلی کشور نیجریه و خصوصیات کیفی روغن‌های آنها را مورد ارزیابی قرار دادند. هر یک از دانه‌ها ترکیب شیمیایی خاص خود را داشت و از نظر میزان روغن، رطوبت، پروتئین و ... با هم تفاوت داشتند. همچنین دامنه پارامترهای عدد یدی، عدد پراکسید و محتوای اسیدهای چرب آزاد آنها به ترتیب (۱۳۰/۰-۷۶/۱ گرم ید در ۱۰۰ گرم روغن)، (۷/۶-۱/۰ میلی اکی والان در گرم روغن) و (۱/۴-۰/۳ درصد) اندازه‌گیری شد که تقریباً تمامی آنها در گستره استاندارد کدکس قرار داشتند.

رکاس و همکاران [۹] در تحقیق خود به مقایسه و بررسی پارامترهای کیفی بین ۶ نوع واریته مختلف روغن‌های کلزای محلی استخراج شده به روش پرس سرد در کشور لهستان، پرداختند. خواص کیفی تمامی نمونه‌ها از جمله عدد پراکسید، عدد آنیزیدین آنها، در گستره استاندارد بین‌المللی کدکس قرار داشت که این نشان از کیفیت بالای روغن‌ها داشت. ضمن اینکه گستره پایداری اکسایشی روغن‌های کلزا در دمای ۱۲۰ °C، ۶۷۵-۳/۵ ساعت بود که با حد مطلوب این روغن (۴ ساعت) مطابقت داشت.

تهرانی و همکاران [۱۰] در پژوهش خود خواص شیمیایی روغن‌های پسته محلی استان‌های فارس، اصفهان و کهگیلویه و بویراحمد واقع در کشور ایران را که به روش پرس سرد استخراج شده بودند، ارزیابی کردند. نتایج حاکی از بالا بودن میزان ترکیبات آنتی‌اکسیدانی نظیر توکوفرول و فیتواسترول‌ها در روغن‌های استخراج شده با پرس سرد بود و محققین،

2. Lignan

میزان عدد صابونی روغن طبق روش AOCS Cd 3-25 تعیین شد [۱۱].

## ۲-۵- میزان مس و آهن روغن

اندازه‌گیری فلزات مس، آهن در روغن‌ها و چربی‌های خوراکی به روش جذب اتمی کوره گرافیتی طبق استاندارد ISO 8294 صورت گرفت [۱۳].

## ۲-۶- میزان سرب روغن

اندازه‌گیری سرب به وسیله اسپکتروسکوپی جذب اتمی با استفاده از کوره گرافیتی مستقیم طبق استاندارد ISO 12193 انجام شد [۱۴].

## ۲-۷- اندازه‌گیری رسوب یا ناخالصی (لرد)

جهت محاسبه لرد از روش سانتیفیوژ (۲۵۰۰ دور بر دقیقه) به مدت یک ساعت، طبق استاندارد ISO 15301 استفاده شد [۱۵].

## ۲-۸- اندازه‌گیری رطوبت و مواد فرار روغن

روش آون گذاری در دمای  $2 \pm 103^\circ\text{C}$  بر طبق استاندارد AOCS Ca 2d-25 به منظور اندازه‌گیری درصد رطوبت و مواد فرار روغن‌ها مورد استفاده قرار گرفت [۱۱].

## ۲-۹- اندازه‌گیری مواد صابونی نشونده

میزان ترکیبات صابونی نشونده با روش استخراج سریع با حلال هگزان طبق استاندارد ISO 3596-2 اندازه‌گیری شد [۱۶].

## ۲-۱۰- درصد اسیدهای چرب آزاد

محتوای اسیدهای چرب آزاد روغن برحسب اسید اولئیک، به روش تیتراسیون با هیدروکسید سدیم مطابق روش AOCS Cd 8-53 محاسبه گردید [۱۱].

## ۲-۱۱- اندازه‌گیری عدد پراکسید

روش اسید استیک-کلروفرم طبق استاندارد AOCS Ca 5a-40 برای تعیین عدد پراکسید مورد استفاده قرار گرفت [۱۱].

## ۲-۱۲- اندازه‌گیری عدد آنیزیدین

روش اسپکترومتری بر طبق استاندارد ISO 6885 به منظور محاسبه عدد آنیزیدین روغن به کار گرفته شد [۱۷].

## ۲-۱۳- آزمون رنسیمت

زمان مقاومت اکسایشی (دوره القای اکسایش) با استفاده از دستگاه رنسیمت متروم مدل ۷۴۳ (هریسائو، سوئیس) به روش

کیفیت روغن‌های استخراج شده با این روش را بالا ارزیابی کرده و کاربرد صنعتی آن را پیشنهاد کردند.

با گذشت چند سال از شروع فعالیت مراکز روغن‌کشی در ایران هنوز بررسی دقیقی بر روی محصولات تولیدی آنها انجام نشده است. در تحقیق پیش رو، برای اولین بار در کشور، خواص فیزیکوشیمیایی نمونه‌های روغن کنجد فروشگاه‌های استخراج روغن استان مازندران مورد ارزیابی قرار گرفته است.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- تهیه نمونه‌ها

۹ نمونه روغن کنجد (یک لیتری) از فروشگاه‌های روغن‌کشی موجود در شهرهای مختلف استان مازندران تهیه شدند. سپس هر یک از نمونه‌ها به ظرف‌های پلاستیکی یک لیتری منتقل شده و تا زمان انجام آزمون‌ها در دمای  $4^\circ\text{C}$  درجه سانتی‌گراد یخچال نگهداری شدند.

### ۲-۲- اندازه‌گیری ترکیب اسیدهای چرب

آماده سازی متیل استر اسیدهای چرب مطابق روش AOCS Ce 2-66 و شناسایی اسیدهای چرب با دستگاه گاز کروماتوگرافی آجیلنت آمریکا مدل ۶۱۰۰ با ستون موبینه CP-Sil 88 و به ترتیب با طول، قطر و ضخامت ۶۰ متر، ۰/۲۵ متر و ۰/۲۵ میکرومتر بر طبق روش AOCS Ce 1e-91 انجام گردید [۱۱]. دمای بخش تزریق ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد، سرعت جریان نیترژن به عنوان گاز حامل ۱ میلی‌لیتر در دقیقه و دمای دتکتور  $270^\circ\text{C}$  بود. برنامه ریزی دمایی نیز به این صورت بود که آون دستگاه ابتدا به مدت ۱ دقیقه در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و سپس با سرعت ۱۰ درجه سانتی‌گراد در دقیقه به دمای ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد رسید. ۲۰ دقیقه در این دما مانده و سپس با سرعت ۳ درجه سانتی‌گراد در دقیقه به دمای ۲۳۰ درجه سانتی‌گراد رسید و در نهایت ۵ دقیقه در این دما نگه داشته شد (در مجموع کلیه پیک‌ها طی ۵۶/۵ دقیقه نمایان شدند).

### ۲-۳- اندازه‌گیری عدد یدی

عدد یدی به روش هانوس و طبق استاندارد AOAC 920-158 اندازه‌گیری شد [۱۲].

### ۲-۴- اندازه‌گیری عدد صابونی

AOCS Cd 12b-92 با مقدار نمونه ۲/۵ گرم، دبی هوای ۹ لیتر بر ساعت و در دمای ۱۱۰ °C اندازه‌گیری شد [۱۱].

## ۲-۱۴- آزمون آون شال

برای این کار نمونه‌ها در آون با دمای ۶۰ °C به مدت ۳۱ روز نگهداری شدند و با فاصله زمانی هر ۳ روز، عدد پراکسید و درصد اسیدهای چرب آزاد نمونه‌ها اندازه‌گیری و تغییرات آنها طی زمان بررسی شد. دوره القاء اکسیداسیون و نرخ اکسیداسیون نمونه‌ها در دمای ۶۰ °C با استفاده از داده‌های عدد پراکسید محاسبه شد. برای این منظور، داده‌ها بر اساس روش فرماني و همکاران [۱۸] وارد معادله اصلاح شده گومپرتز (معادله ۱) در نرم افزار Sigma plot 12.0 شده، و مقدار دوره القاء و نرخ اکسیداسیون به ترتیب با استفاده از معادلات ۲ و ۳ بدست آمدند.

$$y = A + Ce^{-B(t-M)} \quad (1)$$

که در آن t (زمان سپری شده بر حسب روز)، y (مقدار عدد پراکسید هر یک از نمونه‌ها طی ۳۱ روز)، e (عدد نپر) و M، C، B، A (پارامترهایی که با استفاده از نرم افزار Sigma plot 12.0 برای هر منحنی پراکسید بدست آمد). دوره القاء و نرخ اکسیداسیون به ترتیب با معادلات زیر محاسبه شدند:

$$IP = M - \frac{1}{B} \quad (2)$$

$$Rate = \frac{B \times C}{e} \quad (3)$$

که در آن IP دوره القاء اکسیداسیون و Rate نرخ اکسیداسیون است.

## ۲-۱۵- آنالیز آماری

میانگین‌ها و انحراف معیارها و گستره داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS برای ویندوز ( IBM SPSS Statistics ver. 23, New York, USA) محاسبه شدند.

## ۳- نتایج و بحث

در این پژوهش، ویژگی‌های اندازه‌گیری شده نمونه‌ها با استانداردهای ملی و بین‌المللی روغن کنجد تطبیق داده شد.

به این منظور از استاندارد بین‌المللی کدکس با عنوان "استاندارد روغن‌های گیاهی" [۱۹] استفاده شد که در آن ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی روغن‌های خام و تصفیه شده گیاهی، همراه با روش‌های آزمون، ارائه شده است. برای مقایسه با استانداردهای ملی از استاندارد ملی ایران به شماره ۱۳۳۹۲ با عنوان "روغن-های خوراکی تهیه شده به روش پرس سرد-ویژگی‌ها و روش-های آزمون" که در آن ویژگی‌های روغن کنجد استخراج شده به روش پرس سرد نیز ارائه شده است [۲۰] و نیز استاندارد ملی ایران به شماره ۸۶۳۶ با عنوان "روغن خام کنجد-ویژگی‌ها و روش‌های آزمون" که در آن ویژگی‌های روغن کنجد استخراج شده به وسیله هگزان نرمال و سایر روش‌های مکانیکی (به جز روش پرس سرد) ارائه شده است [۲۱]، استفاده شد.

## ۳-۱- آزمون‌های تعیین اصالت نمونه‌ها

روغن‌های گیاهی کاربردهای مختلف تغذیه‌ای، صنعتی و دارویی دارند، اما موارد استفاده آنها به نوع ترکیب اسیدهای چرب آنها وابسته است. به عنوان مثال، بعضی روغن‌ها مانند روغن نارگیل، به دلیل محتوای بالای اسید لوریک در آنها، در صنایع صابون‌سازی و شوینده‌ها کاربرد فراوان دارند، اما از طرف دیگر روغن‌هایی نظیر سویا و آفتابگردان، با بالا بودن اسیدهای چرب ضروری امگا ۳ و ۶ برای مصارف تغذیه‌ای بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند. در نتیجه به منظور شناسایی خواص و کاربردهای یک روغن، تعیین ترکیب اسیدهای چرب آن یک امر ضروری به نظر می‌رسد [۲۲]. همچنین یکی از راه‌های شناسایی تقلبات در روغن‌ها، ارزیابی محتوای اسیدهای چرب آنها است. البته طبق یافته‌های ژانگ و همکاران [۲۳]، روش کروماتوگرافی تنها در صورتی می‌تواند تقلبات را شناسایی کند که ناخالصی روغن ۱۰ درصد و یا بیشتر باشد.

جدول ۱، ترکیب اسیدهای چرب نمونه‌های روغن کنجد را نشان می‌دهد. نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد که روغن کنجد سرشار از اسیدهای چرب غیراشباع نظیر لینولئیک اسید و اولئیک اسید بود. در مجموع این روغن حاوی حدود ۱۵ درصد اسیدهای چرب اشباع و حدود ۸۵ درصد اسیدهای چرب غیراشباع می‌باشد. در تمامی نمونه‌ها لینولئیک اسید، اسید چرب غالب روغن کنجد ارزیابی شد (حدود ۴۷-۴۲ درصد)؛ افزون بر آن، نمونه‌های روغن کنجد حاوی مقادیر بالای اولئیک اسید نیز بودند (۴۱-۳۸ درصد). اسید چرب اشباع غالب آنها

سایر محققان در این زمینه مطابقت داشت و در تمامی این تحقیقات، ترکیب اسیدهای چرب روغن‌های محلی در گستره-های استاندارد قرار داشت [۸-۶]، اما مقدار اولئیک اسید روغن‌های بررسی شده در این مقاله از مقادیر به دست آمده در کشور آفریقایی سودان (۴۳-۴۷/۵ درصد) بسیار کمتر بود که این موضوع به دلایل مختلفی از جمله منطقه جغرافیایی، تنوع ژنتیکی، تفاوت در زمان برداشت دانه کنجد و رسیدگی میوه دارد [۶].

پالمیتیک اسید (۸/۷-۱۱/۴ درصد) بود. مطابق با جدول ۱، میزان اسیدهای چرب ۱۰۰ درصد نمونه‌ها در گستره استاندارد بین المللی کدکس [۱۹]، استاندارد ملی ایران به شماره ۱۳۳۹۲ (روغن‌های خوراکی تهیه شده به روش پرس سرد - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون [۲۰]) و استاندارد ملی ایران به شماره ۸۶۳۶ (روغن خام کنجد - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون [۲۱]) قرار داشت، در نتیجه احتمال وجود روغن دیگر در ترکیب با روغن کنجد بسیار پایین است. نتایج این تحقیق با تحقیقات

Table 1 Fatty acids composition of sesame oil samples

Fattyacids (%)	Sample codes									Standard Ranges				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Mean±SD	Range	Codex	INSO 13392 <sup>1</sup>	INSO 8636 <sup>2</sup>
<b>C16:0</b>	100	114	95	93	97	87	95	91	105	975±08	87-114	79-120	79-120	79-120
<b>C18:0</b>	50	49	49	51	52	51	49	50	40	49±03	40-52	45-67	45-67	48-67
<b>C18:1</b>	400	396	404	401	401	401	388	413	382	398±09	382-413	344-455	344-455	359-430
<b>C18:2</b>	432	420	429	441	435	439	447	431	465	438±12	420-465	369-479	369-479	391-479
<b>C18:3</b>	02	02	02	05	03	03	03	05	02	03±01	02-05	02-10	02-10	03-05
<b>C20:0</b>	05	04	05	03	05	05	05	00	03	04±01	00-05	03-07	03-07	03-07
<b>SFA</b>	155	167	149	147	154	143	149	141	148	150±08	141±167	-	-	-
<b>UFA</b>	834	818	835	847	839	843	840	849	849	839±10	818-849	-	-	-

SD, Standard deviation; SFA, Saturated fatty acids; UFA, Unsaturated fatty acids; INSO, Iranian National Standard Organization.

<sup>1</sup> National standard of "Edible cold pressed oils – specifications and test methods"

<sup>2</sup> National standard of "Crude sesame oil-specifications and test methods"

نمونه‌ها است، همچون ترکیب اسیدهای چرب و عدد یدی از پارامترهای شناسایی روغن‌ها محسوب می‌شود. مطابق با جدول ۲، عدد صابونی ۱۰۰ درصد نمونه‌ها نیز در گستره استانداردهای ملی و بین‌المللی روغن کنجد [۲۱-۱۹] قرار داشته و در گستره ۱۹۷/۰-۱۸۳/۲ میلی گرم پتاس در گرم روغن بود. در تحقیقی که صباح الخیر و همکاران [۷] داشتند، عدد صابونی ۱۰ نوع روغن کنجد مختلف کشور سودان نیز در گستره استاندارد کدکس قرار داشت و نتایج آن با این پژوهش مطابقت داشت.

ترکیبات فنلی، لیگنان‌ها، فیتواسترول‌ها، توکوفرول‌ها و رنگدانه‌ها جزء ترکیبات با ارزش روغن‌ها محسوب میشوند که همه آنها با هم، تحت عنوان ترکیبات صابونی نشونده شناخته میشوند. بر طبق استاندارد بین‌المللی کدکس [۱۹] و استانداردهای ملی ایران [۲۰ و ۲۱]، بیشینه مقدار ترکیبات

عدد یدی درجه غیراشباعیت روغن‌ها را نشان می‌دهد و یکی دیگر از شاخص‌های شناسایی روغن‌ها محسوب می‌شود. مطابق با جدول ۲، عدد یدی ۱۰۰ درصد نمونه‌های روغن کنجد در گستره استاندارد بین‌المللی کدکس [۱۹] و استانداردهای ملی ایران به شماره ۱۳۳۹۲ و ۸۶۳۶ [۲۰ و ۲۱] قرار داشته و مقدار آنها در گستره ۱۰۷/۷-۱۱۴/۰ گرم ید در ۱۰۰ گرم روغن بود. در مقایسه با یافته‌های بدست آمده در تحقیقات مشابه [۸-۶]، مقادیر عدد یدی به دست آمده در استان مازندران نسبت به روغن کنجد کشورهای مراکش و کنگو (۱۱۷ گرم ید در ۱۰۰ گرم روغن) به مراتب پایین تر بود ولی در تمامی این تحقیقات عدد یدی در گستره‌های استاندارد قرار داشت.

عدد صابونی نمونه‌های روغن کنجد که معیار اندازه‌گیری متوسط وزن مولکولی یا طول زنجیره اسیدهای چرب

صابونی نشونده روغن کنجد ۲ درصد است. در تحقیق حاضر، میزان مواد صابونی نشونده روغن‌ها در گستره ۲/۰-۱/۴ (وزنی/وزنی) حاصل شد (جدول ۲) که تمامی آنها در گستره‌های استاندارد قرار داشتند. در تحقیق مشابه در این زمینه، انزیکو و همکاران (۲۰۰۹)، مقدار مواد غیرصابونی در روغن‌های کنجد کشور کنگو را در گستره ۱/۸-۱/۶ درصد اندازه‌گیری کردند که به طور کلی در مقایسه با نمونه‌های استان مازندران مقدار آنها کمتر بود [۲۴].

### ۲-۳- آزمون‌های تعیین کیفیت نمونه‌ها

وجود رطوبت در روغن سبب آبکافت اسیدهای چرب و در نتیجه افزایش اسیدهای چرب آزاد و ایجاد بوی نامطبوع در روغن می‌شود، در نتیجه شدت واکنش آبکافت به مقدار رطوبت موجود در روغن یا چربی وابسته است.

مطابق با داده‌های جدول ۲، میزان رطوبت و مواد فرار روغن‌های کنجد در این تحقیق، در گستره ۱/۸-۰/۱ درصد قرار داشته و از آنجایی که مقدار بیشینه رطوبت در استانداردهای ملی و بین‌المللی [۱۹-۲۱] روغن کنجد ۰/۲ درصد است، رطوبت در این روغن‌ها تا حدودی بالا بودند. از بین نمونه‌ها، ۷۸ درصد نمونه‌ها رطوبت بیشتری از حد مجاز استانداردها داشتند، در نتیجه این نمونه‌ها سریع‌تر از بقیه دچار فساد هیدرولیتیکی خواهند شد. در تحقیقی مشابه، بیچ و ته [۲۵]، میزان رطوبت روغن‌های کلزا، کانولا و شاهدانه محلی کشور نیوزیلند که با پرس سرد استخراج شده بودند را بررسی کرده و رطوبت تمامی نمونه‌ها نسبتاً پایین بوده و در گستره استاندارد کدکس قرار داشتند.

Table 2 Physicochemical characteristics of sesame oil samples

parameters	Sample codes										Standard ranges			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Mean±SD	Range	Codex	INSO 13392 <sup>1</sup>	INSO 8636 <sup>2</sup>
Iodine value (g I <sub>2</sub> /100g oil)	1102	1077	1138	1104	1092	1112	1105	1095	1140	1107±20	1077-1140	104-120	104-120	104-120
Saponification value (mg KOH/g oil)	190.6	184.7	190.1	196.9	197.0	189.2	192.9	183.2	190.7	190.6±4.7	183.2-197.0	186-195	186-195	186-195
Unsaponifiable Matter (% w/w)	13	20	15	14	19	18	19	20	18	1.7±0.2	1.4-2.0	≤2	≤2	≤2
Moisture & volatile matter (% w/w)	0.1	0.5	0.8	1.8	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1	0.6±0.5	0.1-1.8	≤0.2	≤0.2	≤0.2
Sedimentation (mL/100g oil)	0.1	0.2	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.1±0.1	0.0-0.2	-	-	≤0.1
Iron (ppm)	43	4.1	4.6	5.0	4.3	5.0	3.0	3.0	2.7	4.0±0.8	2.7-5.0	≤5	≤5	≤5
Copper (ppm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0±0.0	0.0-0.1	≤0.4	≤0.4	≤0.4
Lead (ppm)	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.3	0.0	0.1	0.1±0.0	0.0-0.3	≤0.1	≤0.1	≤0.1
Free fatty acids (% oleic acid)	0.4	0.7	1.0	1.7	0.5	1.3	0.5	0.6	0.4	0.8±0.4	0.4-1.7	≤2	≤2	≤1.75
Peroxide value (meq/Kg oil)	1.2	1.3	1.7	2.6	1.6	2.8	1.5	1.1	1.0	1.7±0.6	1.0-2.8	≤15	≤15	≤20
Anisidine value	1.0	0.9	1.0	1.3	1.2	1.2	0.9	0.7	0.6	0.8±0.3	0.6-1.3	-	-	-

SD, Standard deviation; SFA, Saturated fatty acids; UFA, Unsaturated fatty acids; INSO, Iranian National Standard Organization.

1 National standard of "Edible cold pressed oils – specifications and test methods"

2 National standard of "Crude sesame oil-specifications and test methods"

روغن‌ها در این مراکز، میزان لرد آنها بالا بوده و عمر نگه‌داری و پایداری اکسایشی آنها کاهش پیدا خواهد کرد. حد مجاز مقدار لرد روغن‌ها، تنها در استاندارد ملی ایران به شماره ۸۶۳۶ [۲۱] عنوان شده است و برابر با ۰/۱ میلی لیتر در ۱۰۰ گرم روغن است. در این تحقیق (جدول ۲) میزان لرد نمونه‌ها بین ۰/۲-۰/۰ میلی لیتر در ۱۰۰ گرم روغن حاصل

رسوب یا لرد قسمتی از مواد نامحلول در روغن و چربی خام است که می‌تواند به وسیله سانتریفوژ جدا شود و شامل اجزای جامد دانه، بخشی از فسفولیپیدها، خاک، رطوبت آزاد و سایر مواد نامحلول یا معلق در روغن می‌باشد. لرد یکی از شاخص‌های بحث برانگیز در ارزیابی نمونه‌های مراکز روغن‌کشی می‌باشد، چرا که در صورت فیلتراسیون نامناسب

استانداردها بود اما میزان این ترکیبات در نمونه‌های کشور کنگو ۱/۸ درصد گزارش شد و نسبت به تمامی تحقیقات انجام گرفته در این زمینه، مقدار بالاتری را به خود اختصاص داد. محققان علت آن را آبکافت آنزیمی دانه‌های کنجد در طی برداشت، انتقال یا فرآوری آن عنوان کردند [۶].

عدد پراکسید نیز از رایج‌ترین پارامترهای اندازه‌گیری فساد روغن محسوب می‌شود و میزان کل ترکیبات اولیه فرایند اکسایش روغن‌ها (هیدرو پراکسیدها) را نشان می‌دهد. بیشینه عدد پراکسید نمونه‌ها طبق استاندارد بین‌المللی کدکس [۱۹] و استاندارد ملی ایران به شماره ۱۳۳۹۲ [۲۰]، ۱۵ میلی‌اکی والان بر کیلوگرم روغن و طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۸۶۳۶ [۲۱]، ۲۰ میلی‌اکی والان بر کیلوگرم روغن است. در این پژوهش، عدد پراکسید روغن‌های مختلف (جدول ۲)، ۱/۰-۲/۸ میلی‌اکی والان در کیلوگرم روغن اندازه‌گیری شد که بسیار پایین‌تر از بیشینه مجاز در استانداردها بود. این نتایج نشان از تازگی و شرایط خوب استخراج روغن‌ها و نیز پایداری نسبتاً خوب آن به اکسیداسیون داشت که بیشتر به دلیل حضور لیگنان‌ها (سزامین، سزامول و سزامولین) و همچنین توکوفرول‌ها در روغن‌های کنجد است [۶]. در تحقیقات مشابه [۸-۶]، مقدار عدد پراکسید در گستره‌های استاندارد قرار داشت اما مقادیر به دست آمده در نمونه‌های روغن کنجد بررسی شده در کشورهای سودان (۶/۹ میلی‌اکی والان بر کیلوگرم روغن) و نیجریه (۳/۹ میلی‌اکی والان بر کیلوگرم روغن)، بسیار بالاتر از نمونه‌های استان مازندران بود که نشان از کیفیت بهتر نمونه‌های روغن استخراجی فروشگاهی مازندران دارد.

شاخص مربوط به فساد ثانویه اکسیداسیون یعنی عدد آنیزیدین نیز در این تحقیق مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفت. این شاخص میزان ترکیبات ثانویه اکسیداسیون (ترکیبات کربونیلی غیرفرار) را نشان می‌دهد.

گستره استاندارد عدد آنیزیدین روغن کنجد، تاکنون در هیچ یک از استانداردهای ذکر شده در جدول ۲ گزارش نشده است، اما طبق یافته‌های چو و همکاران [۲۷] یک روغن گیاهی با کیفیت خوب که به روش پرس سرد تهیه شده است، باید عدد آنیزیدین کمتر از ۲ داشته باشد. همچنین در تحقیقی مشابه، پرشا و همکاران [۲۸] خواص کیفی ۳ نوع از روغن‌های کنجد محلی کشور لهستان را بررسی کردند که

شد که ۳۳ درصد نمونه‌ها مقدار لرد بیشتری نسبت به گستره استاندارد داشتند اما در سایر نمونه‌ها میزان این ترکیبات، پایین‌تر از حد مجاز قرار داشت. تاکنون مقدار لرد روغن‌ها در تحقیقات مشابه، اندازه‌گیری نشده است.

محتوای فلزی در روغن‌های گیاهی به لحاظ سمیت و تأثیرات تغذیه‌ای و نیز به لحاظ عمر نگهداری روغن از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. در این تحقیق مطابق با داده‌های جدول ۲، مقادیر فلزات آهن، مس و سرب برای اکثر نمونه‌های روغن، در گستره‌های استاندارد قرار داشت [۱۹-۲۱] اما ۱۱ درصد نمونه‌ها، مقدار سرب بیشتری نسبت به گستره‌های استاندارد از خود نشان دادند. مندالیا و همکاران [۲۶]، در تحقیقی بر روی ۴ نوع روغن خوراکی صنعتی در ترکیه (روغن‌های زیتون، فندق، آفتابگردان، ذرت) از هر کدام ۱۰ نمونه جمع‌آوری کرده و محتوای فلزات سنگین آهن، مس، سرب و کادمیوم را در آنها بررسی کردند. در تمامی نمونه‌ها مقادیر این فلزات پایین‌تر از گستره استاندارد بین‌المللی کدکس [۱۹] اندازه‌گیری شد و همگی از لحاظ درجه سمیت و ارزش تغذیه‌ای مناسب ارزیابی شدند. این نشان از کیفیت بالای مواد اولیه و فرایند استخراج این روغن‌ها داشت.

اسیدهای چرب آزاد جزء ترکیبات فرعی روغن‌های خوراکی محسوب می‌شوند و افزایش آنها اثرات منفی زیادی بر خواص کیفی روغن‌ها نظیر بو، ظاهر و پایداری آنها خواهد داشت. بر طبق استاندارد بین‌المللی کدکس [۱۹] و استاندارد ملی ایران به شماره ۱۳۳۹۲ [۲۰]، بیشینه اسیدهای چرب آزاد در روغن کنجد ۲ درصد (بر حسب اولئیک اسید) و مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۸۶۳۶ [۲۱]، بیشینه میزان این ترکیبات در روغن کنجد ۱/۷۵ درصد (بر حسب اولئیک اسید) است. در این تحقیق، مقادیر اسیدهای چرب آزاد روغن کنجد پایین‌تر از بیشینه مجاز ذکر شده در استانداردها بوده و در گستره ۱/۷-۰/۴ درصد قرار داشت (جدول ۲). لازم به ذکر است که نمونه ۴ در این تحقیق، بالاترین میزان رطوبت را در بین نمونه‌ها داشت و از طرف دیگر درصد اسیدهای چرب آزاد آنها نیز بیشتر از سایر نمونه‌ها بود که این نشان از فساد هیدرولیتیکی بیشتر این نمونه به سبب رطوبت بیشتر آن داشت. در تحقیقات مشابه [۸-۶] نیز متوسط میزان اسیدهای چرب آزاد روغن‌های کنجد محلی کشور سودان ۰/۴۹ درصد یا نیجریه ۰/۹ درصد گزارش شد که به مراتب پایین‌تر از حد

ساعت بود و نمونه‌های شماره ۴ و ۶ نسبت به سایر نمونه‌ها مقاومت کمتری از خود نشان دادند که با توجه به نتایج به دست آمده در بخش قبل، احتمالاً به دلیل میزان بیشتر فلزات (تسریع کننده اکسیداسیون) در این نمونه‌ها بود. در تحقیقات مشابه در این زمینه، متوسط پایداری اکسایشی نمونه‌های روغن کنجد محلی کشور مراکش در دمای  $110^{\circ}\text{C}$ ، ۱۱۰، ۲۸/۵ ساعت حاصل شد [۶] همچنین در تحقیق دیگری روی روغن‌های کنجد کشور آرژانتین، متوسط پایداری اکسایشی روغن‌ها در دمای  $110^{\circ}\text{C}$ ، ۹/۶ ساعت گزارش شد [۴]، این در حالی است که متوسط پایداری اکسایشی نمونه‌های مازندران در دمای  $110^{\circ}\text{C}$ ، ۸/۳ ساعت بود و به طور قابل توجهی از نتایج تحقیقات مشابه کمتر بود.

گستره عدد آنیزیدین آنها  $0.3-0.2$  بود. در این تحقیق، عدد آنیزیدین نمونه‌های روغن کنجد (جدول ۲) در گستره  $0.6-1.3$  قرار داشتو مقدار تمامی نمونه‌ها از بیشینه ذکر شده در تحقیق چو و همکاران [۲۷] پایین‌تر بود، با این حال، در مقایسه با تحقیق پرشا و همکاران [۲۸] مقادیر به مراتب بالاتری را به خود اختصاص دادند. عدم استفاده از حرارت در فرایند استخراج روغن‌ها (پرس سرد) و حضور ترکیبات فلزی و آنتی اکسیدانی در روغن‌های کنجد سبب مقاومت بالای آنها در برابر اکسیداسیون می باشد.

### ۳-۳- پایداری اکسایشی نمونه‌ها

تاکنون گستره استاندارد برای پایداری اکسایشی روغن کنجد تعریف نشده است. در این پژوهش، همان طور که در جدول ۳ مشاهده می‌کنید، پایداری اکسایشی (آزمون رنسیمت) نمونه‌ها در دمای  $110^{\circ}\text{C}$  در گستره  $0.9-1.0/2$

**Table 3** Oxidative stability (Rancimat and Schaal oven tests) of sesame oil samples

Sample codes	Induction period at $110^{\circ}\text{C}$ by Rancimat test (h)	Oxidation Kinetics at $60^{\circ}\text{C}$ by Schaal oven test	
		Induction period (day)	Oxidation rate (1/day)
1	9.6	23.9	1.7
2	10.2	23.9	2.0
3	8.8	23.4	2.2
4	5.9	21.9	2.7
5	7.6	24.8	1.5
6	6.4	22.2	2.4
7	8.7	25.0	1.5
8	8.9	31.9	0.9
9	9.4	23.8	2.0
Range	5.9-10.2	21.9-31.9	0.9-2.7
Mean $\pm$ SD	8.4 $\pm$ 1.4	24.5 $\pm$ 2.8	1.9 $\pm$ 0.5

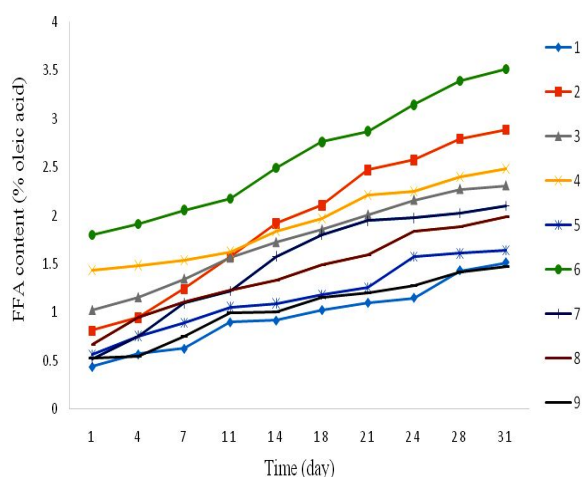
SD, Standard deviation

نمونه‌ها، نمونه ۸ بهترین پایداری اکسایشی ( $31/9$  روز) را با کمترین نرخ اکسیداسیون ( $0/9$  بر روز) داشت، از طرف دیگر کمترین پایداری اکسایشی ( $21/9$  روز) با بیشترین نرخ اکسیداسیون ( $2/7$  بر روز) متعلق به نمونه ۴ بود. منحنی عدد پراکسید (شکل ۱) نیز نشان می‌دهد که نمونه ۸ تا روز هجدهم از بیشینه عدد پراکسید در استاندارد بین‌المللی کدکس [۱۹] و استاندارد ملی ایران به شماره ۱۳۳۹۲ [۲۰] ( $15$  میلی اکی والان بر کیلوگرم روغن) فراتر نرفت اما از طرف دیگر نمونه ۴، سریع‌تر از سایر نمونه‌ها و تقریباً با شروع روز یازدهم از حد مجاز استانداردها عبور کرد. احتمالاً علت این امر مقدار بیشتر فلزات آهن و مس در

به منظور بررسی بیشتر پایداری اکسایشی روغن‌ها، آزمون آون شال به مدت  $31$  روز بر روی نمونه‌ها انجام شد و دوره القای اکسیداسیون و نرخ اکسیداسیون برای نمونه‌ها در دمای  $60^{\circ}\text{C}$  محاسبه شد. از آنجایی که در این آزمون روغن در دمای پایین تری نگه داشته می شود ( $60^{\circ}\text{C}$ )، این آزمون برای شبیه سازی شرایط نگهداری واقعی مفیدتر بود. لازم به ذکر است که گستره استاندارد دقیقی برای پایداری اکسایشی روغن‌ها بر اساس آزمون آون شال برای روغن کنجد تعریف نشده است. مطابق جدول ۳، دوره القاء اکسیداسیون نمونه‌های روغنی در دمای  $60^{\circ}\text{C}$  بر اساس داده‌های عدد پراکسید نمونه‌ها در گستره  $21/9-31/9$  روز قرار داشت. از بین



شکل ۲، منحنی اسیدهای چرب آزاد طی آزمون شال را نشان می‌دهد و مطابق شکل، میزان این ترکیبات در تمامی نمونه‌ها تا روز آخر روند افزایشی داشت، اما میزان آنها در ۳۳ درصد نمونه‌ها تا روز آخر از بیشینه اسیدهای چرب آزاد در استاندارد ملی ایران به شماره ۸۳۶۳ (۱/۷۵) درصد بر حسب اولتیک اسید) فراتر نرفت. در بین ۶۷ درصد نمونه دیگر، نمونه ۶ سریع‌تر از سایر نمونه‌ها (در روز چهارم) از حد نهایی استاندارد عبور کرده و تا روز پایانی آزمون درصد اسیدهای چرب آزاد آن به ۳/۵ درصد رسید و این موضوع به محتوای بالای رطوبت آن بر می‌گردد که فساد هیدرولیتیکی را افزایش می‌دهد.



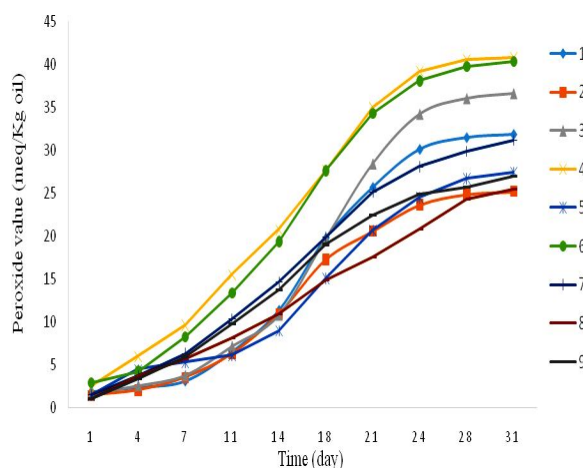
**Fig 2** Changes in free fatty acid (FFA) content of sesame oil samples determined by the Schaal oven test (60 °C for 31 days)

### ۴-۳- بررسی امکان کاربردهای خانگی

با توجه به این که کاربردهای خانگی روغن کنجد شامل سرخ کردن، تهیه سالاد و پخت و پز مواد غذایی است، در این مطالعه، مناسب بودن روغن کنجد پرس فروشگاهی برای استفاده به عنوان روغن سرخ کردن یا روغن پخت و پز در مقایسه با استاندارد ملی ۴۱۵۲ با عنوان "روغن سرخ کردن-ویژگی‌ها و روش‌های آزمون" [۳۰] و استاندارد ملی ۵۹۵۰ با عنوان "روغن مایع مخلوط-ویژگی‌ها" که جهت کاربردهای سالاد و پخت و پز تدوین شده است [۳۱] بررسی شد.

نمونه ۴ بود، چرا که فلزات، از راه‌های مختلفی نظیر کاهش انرژی فعال‌سازی مرحله اول اکسیداسیون، تولید اکسیژن‌های فعال (رادیکال‌های هیدروکسی) و تجزیه هیدروپراکسیدها به اکسیداسیون سرعت می‌بخشند. ضمن اینکه ثابت شده است که فلزات باعث از بین رفتن برخی از ترکیبات فنلی نظیر کافیک اسید در روغن‌ها نیز می‌شوند [۲۹]. لازم به ذکر است که فلز مس ۵۰ برابر بیشتر از آهن به اکسیداسیون سرعت می‌بخشد، در نتیجه مقادیر کم آن نیز در روغن تاثیرگذار است. افزون بر فلزات، اسیدهای چرب آزاد نیز در اکسیداسیون به عنوان پراکسیدان عمل می‌کنند [۲۹] و مقدار آنها در روغن‌های کنجد این مطالعه قابل توجه بود.

با توجه به شکل ۱ که تغییرات عدد پراکسید طی آزمون شال را نشان می‌دهد، در روز یازدهم از آزمون شال، ۱۱ درصد از نمونه‌ها، عدد پراکسید بالاتر از ۱۵ میلی‌اکی‌والان بر کیلوگرم (مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۱۳۳۹۲ [۲۰] و استاندارد بین‌المللی کدکس [۱۹]) داشتند.



**Fig 1** Changes in peroxide value content of sesame oil samples determined by the Schaal oven test (60 °C for 31 days)

در روز چهارم درصد عدم تطابق با استانداردهای ذکر شده به ۲۲ درصد رسید. با گذر زمان سرعت افزایش عدد پراکسید افزایش پیدا کرد، به گونه‌ای که در روز هیجدهم آزمون، عدد پراکسید ۸۸ درصد نمونه‌ها و در روز بیست و یکم، عدد پراکسید ۱۰۰ درصد نمونه‌ها از حد نهایی استانداردها عبور کرد. تاکنون در تحقیقات مشابه پایداری اکسایشی روغن‌های کنجد محلی با آزمون آون شال بررسی نشده، در نتیجه هیچ گزارشی در این زمینه به منظور مقایسه داده‌ها وجود ندارد.

پراکسید هیچ یک از نمونه‌ها، فراتر از گستره استاندارد روغن مایع مخلوط نرفت. بیشینه استاندارد عدد آنزیدین در روغن‌های سرخ کردنی برابر با عدد ۶ می‌باشد، بنابراین، همه نمونه‌ها از این نظر در محدوده استاندارد بودند (جدول ۴). کمینه استاندارد پایداری اکسایشی روغن‌های سرخ کردنی و مایع مخلوط در دمای  $110^{\circ}\text{C}$  به ترتیب، ۱۳ و ۱۲ ساعت است که مقادیر پایداری اکسایشی تمامی نمونه‌ها کمتر از حد استاندارد بود و هیچ کدام پایداری اکسایشی مناسب روغن سرخ کردنی و مایع مخلوط را نداشتند. با بررسی خواص فوق، می‌توان گفت که نمونه‌های روغن کنجد فروشگاه‌ها، مناسب سرخ کردن و پخت و پز مواد غذایی نیستند.

مطابق جدول ۴، بیشینه رطوبت و مواد فرار موجود در روغن‌های سرخ کردنی و مایع مخلوط ۰/۱ درصد است که ۷۸ درصد نمونه‌های روغن استخراج فروشگاه‌های رطوبت بالاتر از این گستره استاندارد داشتند. بیشینه اسیدهای چرب آزاد روغن‌های سرخ کردنی و مایع مخلوط بر طبق استانداردهای ملی به ترتیب ۰/۰۷ و ۰/۱ درصد بر حسب اولئیک اسید است (جدول ۴) اما ۱۰۰ درصد نمونه‌های روغن، مقادیر اسیدهای چرب آزاد بیشتری را نسبت به گستره‌های استاندارد به خود اختصاص دادند. بیشینه استاندارد عدد پراکسید برای روغن‌های سرخ کردنی و مخلوط مایع به ترتیب ۲ و ۵ میلی‌اکی‌والان بر کیلوگرم روغن است (جدول ۴) که از بین نمونه‌ها، ۲۲ درصد آنها از گستره استاندارد روغن سرخ کردنی فراتر رفتند اما عدد

**Table 4** Quality characteristics of sesame oil samples as compared to the national standards of frying oil and blend oil.

Parameter	Sample codes									Mean±SD	Range	Standard Ranges	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			INSO 4152 <sup>1</sup>	INSO 5950 <sup>2</sup>
Moisture and volatile matter (%)	0.1	0.5	0.8	1.8	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1	0.6±0.5	0.1-1.8	0.1 ≤	0.1 ≤
FFA (as % oleic acid)	0.4	0.7	1.0	1.7	0.5	1.3	0.5	0.6	0.4	0.8±0.4	0.4-1.7	0.07 ≤	0.1 ≤
PV (meq/Kg oil)	1.2	1.3	1.7	2.6	1.6	2.8	1.5	1.1	1.0	1.7±0.6	1.0-2.8	2 ≤	5 ≤
Anisidine value	1.0	0.9	1.0	1.3	1.2	1.2	0.9	0.7	0.6	0.8±0.3	0.6-1.3	6 ≤	-
Rancimat at 110°C	9.6	10.2	8.8	5.9	7.6	6.4	8.7	8.9	9.4	8.4±1.4	5.9-10.2	13 ≥	12 ≥

FFA, free fatty acids; PV, peroxide value; SD, Standard deviation; INSO, Iranian National Standard Organization.

<sup>1</sup>National standard of "Edible fats and oils - frying oil - specifications and test methods"

<sup>2</sup>National standard of "Blend oil - specifications"

به همین دلیل قانونگذاری و نظارت در این زمینه جهت تضمین سلامت مصرف کنندگان ضروری است. همچنین بررسی کارایی عملی نمونه‌های روغن کنجد در فرایند سرخ کردن پیشنهاد می‌شود.

## ۵- سپاس‌گزاری

این پژوهش با استفاده از اعتبارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری طی طرح شماره ۱۴-۱۳۹۶-۰۲ انجام شده است. از مسئولان محترم اداره نظارت بر مواد غذایی استان مازندران، به ویژه جناب آقای مهندس بابایی برای کمک در اجرای این پروژه تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

## ۴- نتیجه‌گیری

در تحقیق حاضر، ویژگی‌های مختلفی از نمونه‌های روغن کنجد استخراج فروشگاه‌های استان مازندران ارزیابی شد. بر اساس نتایج به دست آمده می‌توان نتیجه‌گیری کرد که اگرچه اصالت نمونه‌های روغن کنجد استخراج فروشگاه‌ها قابل تأیید است اما به دلیل عدم تطابق آنها با استانداردهای ملی، نامناسب بودن آنها جهت کاربردهای حرارتی (سرخ کردن و پخت و پز) و نیز پایداری اکسایشی پائین آنها، نگهداری طولانی مدت آنها توسط مصرف‌کننده یا استفاده از آنها در پخت و پز و سرخ کردن مواد غذایی می‌تواند سلامت مصرف‌کننده را به خطر بیندازد.

## ۶- منابع

- [11] AOCS. 1998. *Official Methods and Practices of the AOCS*, fifth ed. AOCS Press, Champaign, USA.
- [12] AOAC. 2005. Methods-W. In: Horwitz (Ed.). *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 18th Ed. AOAC International Gaithersburg, MD, USA.
- [13] ISO, 8294. 1994. Animal and vegetable fats and oils - Determination of copper iron and nickel contents - Graphite furnace atomic absorption method.
- [14] ISO, 12193. 2004. Animal and vegetable fats and oils - Determination of lead by direct graphite furnace atomic absorption spectroscopy.
- [15] ISO, 15301. 2001. Animal and vegetable fats and oils - Determination of sediment in crude fats and oils - Centrifuge method.
- [16] ISO, 3596-2. 1988. Animal and vegetable fats and oils - Determination of unsaponifiable matter part 2: rapid method using hexane extraction.
- [17] ISO 6885. 2006. Animal and vegetable fats and oils – Determination of anisidine value.
- [18] Farmani, J., Gholitabar, A. 2015. Characterization of vanaspati fat produced in Iran. *J Am Oil Chem Soc*, 92: 709–716.
- [19] Codex Alimentarius. 2005. Codex Standard for Named Vegetable Oils: Codex Stan 210 (Amended 2005), pp. 13.
- [20] INSO, 13392. 2015. Edible cold pressed oils – Specifications & Test methods. (Iranian National Standardization Organization. 1st. Revision, 2015).
- [21] INSO, 8636. 2014. Crude Sesame Oil - Specifications and test methods. (Iranian National Standardization Organization. 1st. Revision, 2014).
- [22] Mondal, N., Bhat, K.V., & Srivastava, P.S. 2010. Variation in Fatty Acid Composition in Indian Germplasm of Sesame. *J Am Oil Chem Soc*, 87:1263–1269.
- [23] Zhang, L., Li, P., Sun, X., Wang, X., Xu, B., Wang, X., Ma, F., Zhang, Q., & Ding, X. 2014. Classification and Adulteration Detection of Vegetable Oils Based on Fatty Acid Profiles. *J Agric Food Chem*, 62(34):8745-51.
- [24] Nzikou, J.M., Matos, L., Bouanga-Kalou, G., Ndangui, C.B., Pambou-Tobi, N.P.G., Kimbonguila, A., Silou, T, Linder, M., & Desobry, S. 2009. Chemical Composition on the Seeds and Oil of Sesame (*Sesamum indicum* L.) Grown in Congo-Brazzaville.
- [1] Hwang, L.S. 2005. *Sesame oil*. In Bailey's Industrial Oil and Fat Products. Sixth Ed., Hoboken, New Jersey, John Wiley & Sons, Inc. publishers, Volume 2: 537-576.
- [2] Latif, S., and Anwar, F. 2011. Aqueous enzymatic sesame oil and protein extraction. *Food Chemistry*, 125: 679-684.
- [3] Namiki, M. 1995. The chemistry and physiological functions of sesame. *Food Reviews International*, 11(2): 281-329.
- [4] Martínez, M.L., Bordón, M.G., Lallana, R.L., Ribotta, P.D., and Maestri, D.M. 2017. Optimization of Sesame Oil Extraction by Screw-Pressing at Low Temperature. *Food and Bioprocess Technology*, 10(6): 1113–1121.
- [5] Peng, D., Bi, Y., Ren, X., Yang, G., Sun, S. 2015. Detection and quantification of adulteration of sesame oils with vegetable oils using gas chromatography and multivariate data analysis. *Food Chemistry*, 188: 415–421.
- [6] Gharby, S., Harhar, H., Bouzoubaa, Z., Asdadi, A., El Yadini, A., & Charrouf, Z. 2015. Chemical characterization and oxidative stability of seeds and oil of sesame grown in Morocco. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 16(2): 105-111.
- [7] Sabah El Khier, M.K., Khogali Elnur, A.I., Abu El Gasim, A.Y. 2008. Chemical composition and oil characteristics of sesame seed cultivars grown in Sudan. *Res. J. Agric. Biol. Sci.*, 4(6): 761–766.
- [8] Ogbonna, P.E., & Ukaan, S.I. 2013. Chemical composition and oil quality of seeds of sesame accessions grown in the Nsukka plains of South Eastern Nigeria. *Afr. J. Agric. Res.*, 8(9): 797–803.
- [9] Rękas, A., Wroniak, M., & Szterk, A. 2016. Characterization of some quality properties and chemical composition of cold-pressed oils obtained from different rapeseed varieties cultivated in Poland. *Polish Journal of Natural Sciences Abbrev: Pol. J. Natur. Sc.*, 31(2): 249–261.
- [10] Tehrani, M.S., Givianrad, M.H., Aberoomand, A.S., Waqif, H., & Jafari, S.A. 2013. Chemical Composition of Iran's Pistacia atlantica Cold-Pressed Oil. *Hindawi Publishing Corporation Journal of Chemistry*, 2013: 106-126.

- [28] Prescha, A., Grajzer, M., Dedyk, M., & Grajeta, H. 2014. The Antioxidant Activity and Oxidative Stability of Cold-Pressed Oils. *J Am Oil Chem Soc*, 91:1291-1301.
- [29] Kamal-Eldin, A. 2010. *Chemical Studies on the Lignans and Other Minor Constituents of Sesame Seed Oil* in Sesame: the genus *Sesamum*. Boca Raton, Florida, USA, CRC Press Taylor & Francis Group LLC, 79-91.
- [30] INSO, 4152. 2016. Edible Fats & Oils - Frying oil – Specifications and Test Methods (Iranian National Standardization Organization. 2nd. Revision, 2016).
- [31] INSO, 5950. 2013. Blend oil- Specifications (Iranian National Standardization Organization. 1st. revision, 2013).
- Advance Journal of Food Science and Technology*, 1(1): 6-11.
- [25] Birch, J., & Teh, S. S. 2013. Physicochemical and quality characteristics of cold-pressed hemp, flax and canola seed oils. *Journal of Food Composition and Analysis*, 30: 26–31.
- [26] Mendila, D., Uluözlü, O.D., Tüzena, M., Soyakb, M. 2009. Investigation of the levels of some element in edible oil samples produced in Turkey by atomic absorption spectrometry. *Journal of Hazardous Materials*, 165: 724–728.
- [27] Choo, W.S., Birch, J., & Dufour, J.P. 2007. Physicochemical and quality characteristics of cold-pressed flaxseed oils. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20: 202–211.

## Evaluation of physicochemical properties of sesame oil from local extraction stores of Mazandaran province

Farmani, J. <sup>1\*</sup>, Tirgarian, B. <sup>2</sup>, Razmpour, M. <sup>3</sup>

1. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Sciences & Natural Resources University, Sari, Iran.
2. M.Sc. Graduate of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Sciences & Natural Resources University, Sari, Iran.
3. M.Sc. Graduate of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Sciences & Natural Resources University, Sari, Iran.

(Received: 2018/01/06 Accepted: 2018/04/21)

Sesame oil samples were collected from local extraction stores of Mazandaran province and analyzed for fatty acids composition, iodine value, saponification value, unsaponifiable matter, moisture and sedimentation contents, metal content, free fatty acids, peroxide value, anisidine value, as well as oxidative stability (using Rancimat and Schaal oven tests) and compared with national and international codex standards of sesame oil. Results of the authenticity tests (fatty acids composition, iodine value, saponification value and unsaponifiable matter) and some quality determination tests (iron and copper contents, free fatty acids and peroxide value) were in the ranges of the Codex standard and Iranian national standards for sesame oil. However, 78% of the samples had higher moisture content, 33% of the samples had higher sedimentation content and 11% of the samples had higher lead content than the standards. The average induction period of oxidation at 110 °C was 8.3 hours. The induction period of oxidation in the Schaal oven test was in the range of 21.9-31.9 days. 100% of samples had higher free fatty acids content and all the samples showed lower oxidative stability than that described in national standards for frying and cooking applications. 22% of samples showed peroxide value higher than that in national frying oil standard. Though the authenticity of the sesame oil samples from oil extraction stores was verified but the quality parameters of oils did not match the standards, completely. Because of incompatibility of the samples with standards and their low oxidative stability, they were not suitable for frying or long-term storage.

**Key Words:** Sesame oil, Oil extraction store, Oxidative stability, Physicochemical properties

---

\*Corresponding Author E-Mail Address: jamshid\_farmani@yahoo.com