علمی پژوهشی

ویژگی‌های کیفی روغن‌های تهیه شده در فروشگاههای روغن کشی در حضور مشتری

محمد حجتی*

دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

(تاریخ دریافت: ۰٤/۲۷/ ۹۹ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰٦/۲۲)

چکیده

در این تحقیق مقادیر رطوبت و مواد فرار، لرد، ضریب شکست نوری، عدد یدی، عدد صابونی، پایداری اکسیداتیو، اسیدیته، عدد پراکسید، شاخص آنیزیدین، عدد توتوکس و اندیس کوکس روغن‌های کنجد، کلزا و آفتابگردان تهیه شده در حضور مشتری در مقایسه با نمونه‌های روغن تولید شده در کارخانجات صنعتی طی دو ماه نگهداری در دمای اتاق بررسی شد. همچنین مقادیر آهن، مس، آرسنیک و سرب آن‌ها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که میانگین میزان رطوبت و مواد فرار و لرد نمونه‌های روغن تصفیه شده و نمونه‌های روغن کنجد وکلزای تهیه شده در حضور مشتری در حد استاندارد بودند ولی میانگین رطوبت و مواد فرار نمونه‌های روغن آفتابگردان تهیه شده در حضور مشتری از حد مجاز استاندارد بیشتر بود. میانگین ضریب شکست نوری، عدد یدی و عدد صابونی همه نمونه‌های روغن در حد استاندارد بودند. شاخص پایداری اکسیداتیو روغنهای تهیه شده در حضور مشتری کمتر از حد استاندارد بود. نتایج نشان داد که میانگین اسیدیته و عدد پراکسید همه نمونه‌های روغن در حد مجاز بودند ولی در طول نگهداری افزایش معنی‌داری داشتند به طوریکه همه نمونه‌ها در روز آخر نگهداری غیرقابل مصرف بودند. عدد آنیزیدین همه نمونه ها طی نگهداری افزایش یافت و میانگین این شاخص در نمونه های روغن تهیه شده در حضور مشتری از روز چهلم در حد مجاز نبود. اندیس توتوکس همه نمونه‌های روغن نیز طی نگهداری افزایش یافت که این افزایش در روغن آفتابگردان بیشتر بود. اندیس کوکس روغن آفتابگردان نیز نسبت به سایرین بیشتر بود. میانگین فلزات مورد بررسی در همه نمونه‌های روغن در حد مجاز استاندارد بود. یافته‌های این تحقیق نشان داد که روغن‌های تصفیه شده صنعتی ویژگیهای شیمیایی و پایداری بهتری دارند و توصیه می‌گردد که از روغن‌های تهیه شده در حضور مشتری جهت سرخ کردن استفاده نشود و پیشنهاد می‌گردد که جهت مصارف پخت و پز نیز به مدت کوتاه نگهداری شوند.

کلیدواژگان: اسید چرب، پایداری اکسایشی، پرس‌سرد، روغن خوراکی، عدد پراکسید، گاز کروماتوگرافی

* مسئول مکاتبات : hojjati@asnrukh.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-07]

[DOI: 10.52547/fsct.17.108.1]

۱- مقدمه

روغن‌های گیاهی به عنوان منبع انرژی و تامین‌کننده اسیدهای چرب ضروری بدن مطرح بوده و به واسطه اینکه از پیش‌سازهای مهم هورمون‌ها هستند در تغذیه انسان نقش مهمی دارند [۱]. روغن های گیاهی که عمدتا حاوی تری‌آسیل‌گلیسرول‌ها و مقادیر اندکی توکوفرول، استرول، رنگدانه‌ها یا مواد دیگر هستند می‌توانند از طرق مختلف آلوده گردند. روغن‌های خوراکی تصفیه نشده می‌توانند حاوی آلاینده‌هایی نظیر هیدروکربن‌ها، باقیمانده آفت‌کش‌ها، فلزات سنگین، سموم قارچی و غیره باشند که وجود این ترکیبات بر کیفیت روغن و سلامت مصرف کننده اثر منفی خواهد داشت. [۲].

روغن‌کشی در حضور مشتری، از کسب و کارهای ابتکاری سال‌های اخیر در فروشگاه‌های گسترده شده در ایران است که با استفاده از دستگاه‌های کوچک پرس، انواع مختلفی از مغزجات و دانه‌های روغنی در این فروشگاه‌ها روغن‌کشی می‌شوند و چون استخراج روغن در حضور مشتری و بدون افزودن هیچ نگهدارنده‌ای صورت می‌پذیرد صاحبان این مشاغل مدعی ارائه روغنی باکیفیت به مشتریان خود هستند. در حالی‌که این نوع روغن‌ها، روغنی خام و تصفیه نشده هستند که غالبا حاوی صمغ، موم، ذرات ریز جداشده از گیاه، اسیدهای چرب آزاد، ترکیبات فلزی، باقیمانده سموم نباتی و ترکیبات زائد دیگری هستند که علاوه بر اثرات سوء در سلامت مصرف‌کننده، در اثر ماندگاری و مجاورت با هوا، نور، حرارت و رطوبت محیط به سرعت هیدرولیز گردیده و فاسد می‌گردند [۳و٤]. روش پرس سرد همان فشردن دانه روغنی بدون اعمال حرارت است و روغن حاصل عاری از هر گونه افزودنی و یا نگهدارنده‌های شیمیایی بوده که مقادیر زیادی آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی، ویتامین و اسیدهای چرب غیر اشباع یگانه و چندگانه را به همراه دارد [۵]. حداکثر دمای خروجی روغن در روش پرس سرد ٤٥ درجه سلسیوس است و هیچ یک از مراحل تصفیه روغن‌های خوراکی نظیر خنثی‌سازی، رنگ‌بری و بوگیری در این روغن‌ها انجام نمی‌پذیرد [٦]. در این روش مقادیر زیادی از رنگدانه‌های موجود در دانه روغنی نیز به روغن وارد می‌گردد که علاوه بر ایجاد رنگ قهوه‌ای یا سبز نامطلوب در روغن، به‌عنوان پراکسیدان عمل کرده و سرعت اکسیداسیون روغن در حضور نور را افزایش می‌دهد [۷]. هدف اصلی تصفیه روغن‌های خوراکی جداسازی و کاهش این آلاینده‌ها از طریق صمغ‌گیری، خنثی‌سازی، رنگ‌بری و بوگیری می باشد [۱]. دانه آفتابگردان از ارزشمندترین دانه‌های روغنی است که روغن حاصل از آن حدود ۱۲ درصد روغن‌های گیاهی جهان را شامل گردیده و حاوی حدود ۸۵ درصد اسیدهای چرب غیراشباع و ۱۵ درصد اسیدهای چرب اشباع می‌باشد [۱و۸]. دانه کنجد حاوی حدود ۵۰ درصد روغن است که جزو آن دسته از روغن‌هایی دسته‌بندی می‌گردد که اسید لینولنیک بسیار اندکی داشته ولی حاوی مقادیر بسیار بالایی اسید لینولئیک واسید اولئیک است که جمعا بیش از ۸۰ درصد اسیدهای چرب آن را تشکیل می‌دهند و به واسطه وجود مقادیر بالای آنتی‌اکسیدان طبیعی به اکسیداسیون بسیار مقاوم می‌باشد [۱و۳]. روغن کلزا با داشتن ترکیبات زیست فعال فراوان، جایگاه سوم روغن‌های گیاهی تولیدی جهان را به خود اختصاص داده است. دانه کلزا حاوی ٤٠ تا ٤٥ درصد روغن است که کمتر از ۷ درصد اسیدهای چرب اشباع داشته و سرشار از اسید اولئیک (حدود ٦٠٪) واسید لینولئیک (حدود ۲۰٪) است و جزو گروه روغن‌های حاوی مقادیر متوسط اسیدلینولنیک (حدود ۸٪) دسته‌بندی می‌گردد و حاوی مقادیر خوبی آنتی‌اکسیدان طبیعی نظیر توکوفرول و استرول‌ها می‌باشد [۱و۷]. تاکنون تحقیقاتی در خصوص بررسی روغن استخراج شده به روش پرس سرد از برخی دانه‌های روغنی انجام پذیرفته که ویژگی‌های کیفی روغن‌ها را مورد بررسی قرار داده‌اند. الخیر و همکاران ویژگی های کیفی ۱۰ نمونه روغن کنجد محلی تهیه شده به روش پرس سرد در کشور سودان را بررسی و مشاهده کردند که عدد پراکسید و عدد اسیدی بسیاری از نمونه‌ها بالاتر از استاندارد بود و روغن‌های تولیدی در فروشگاههای محلی از کیفیت مطلوبی برخوردار نبودند[۹]. از طرفی ترکیبات شیمیایی ۱۳ گونه مختلف دانه روغنی کنجد منطقه جنوب شرقی کشور نیجریه به روش پرس سرد استخراج و مورد بررسی قرار گرفت و مشاهده شد که از نظر مقدار روغن، رطوبت، پروتئین، پارامترهایی نظیر عدد یدی، عدد پراکسید و همچنین مقدار اسیدهای چرب آزاد با هم اختلاف داشتند ولی در مجموع روغن اکثر نمونه‌های مورد بررسی در گستره استاندارد کدکس قرار داشتند [۱۰]. فرمانی و همکاران ویژگی‌های فیزیکو شیمیایی نه نمونه روغن کنجد تهیه شده از فروشگاههای

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-07]

[DOI: 10.52547/fsct.17.108.1]

روغن کشی استان مازندران را بررسی و مشاهده کردند که ۷۸ درصد نمونه‌ها رطوبت بالاتر، ۳۳ درصد آنها مقدار لرد و ۱۱ درصد آنها میزان سرب بالاتری نسبت به استاندارد ملی ایران داشتند. همچنین نتایج بررسی پایداری اکسیداسیونی نشان داد که همه نمونه روغن‌های مورد بررسی از پایداری اکسایشی کمتر از آنچه در استانداردهای ملی جهت کاربرد سرخ کردن و پخت و پز توصیف شده برخوردار بودند و به دلیل عدم تطابق روغنها با استانداردها و نیز پایداری اکسایشی پائین جهت کاربردهای حرارتی نظیرسرخ کردن و پخت و پز و نگهداری طولانی مدت مناسب نبودند [۳]. در تحقیقی ویژگی‌های روغن استخراج شده به روش پرس سرد شش نمونه مختلف کلزای لهستان نشان داد که خواص کیفی روغن نمونه‌ها در گستره استاندارد بین المللی کدکس قرار داشت و آزمون پایداری اکسایشی نیز نشان داد که روغن‌های کلزای مورد بررسی از پایداری حرارتی مطلوبی برخوردار بودند [۷]. با توجه به گسترش فروشگاه‌های کوچک روغن‌کشی در حضور مشتری در کشور و عدم وجود گزارش‌های علمی معتبر درخصوص بررسی شاخص‌های کیفی این روغن‌ها طی مدت نگهداری و ارائه یک زمان تقریبی مناسب جهت مصرف این‌گونه از روغن‌ها، هدف از تحقیق حاضر بررسی ویژگی‌های شیمیایی سه نوع روغن کنجد، کلزا و آفتابگردان تهیه شده در فروشگاه‌های محلی روغن‌کشی طی دو ماه نگهداری در مقایسه با نمونه‌های روغن تولیدی کارخانجات صنعتی بود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- تهیه نمونه‌های روغن

در این تحقیق مقدار یک لیتر از هر یک از روغن‌های آفتابگردان، کنجد و کلزا که در حضور مشتری در فروشگاه‌های کوچک با پرس سرد تولید شده بودند از پنج شهر از مناطق مختلف کشور تهیه شدند. نمونه روغن‌های آفتابگردان، کنجد و کلزای تولیدی کارخانجات صنعتی که همگی با نمونه‌های روغن تهیه شده در حضور مشتری در یک بازه زمانی یک هفته‌ای تولید شده بودند جهت مقایسه از فروشگاه‌های محلی اهواز خریداری گردید و به مدت دو ماه و به فواصل ده روزه مورد بررسی قرار گرفتند.

۲-۲- آزمون‌های فیزیکوشیمیایی

میزان رطوبت و مواد فرار روغن ها براساس روش آون گذاری در دمای ۱۰۳ °C و طبق استاندارد شماره ۴۲۹۱ سازمان ملی استاندارد ایران بررسی شد [۱۱]. میزان لرد نمونه‌ها با استفاده از نیروی گریز از مرکز و براساس استاندارد شماره ۷۴۱۱ سازمان ملی استاندارد ایران اندازه‌گیری گردید [۱۲]. عدد یدی به روش ویج، عدد پراکسید به روش اسید استیک-کلروفرم، عدد آنیزیدین با طیف‌سنج نوری در طول موج ۳۵۰ نانومتر، اسیدیته برحسب اسیداولئیک و عدد صابونی به ترتیب مطابق دستورالعمل‌های شماره ۹۲۰/۱۵۸، ۹۶۵/۳۳، ۹۵۲/۱۳، ۹۴۰/۲۸ و ۹۲۰/۱۶۰ انجمن شیمی روغن آمریکا[1] اندازه‌گیری شدند [۱۳]. ضریب شکست نمونه‌های روغن با استفاده از رفرکتومتر (Atago, RX-7000 Alpha; Atago Industries, Tokyo, Japan) بررسی شد. شاخص یا اندیس توتوکس که بیان کننده کل محصولات اولیه و ثانویه اکسیداسیون است از مجموع دو برابر میزان عدد پراکسید و عدد آنیزیدین مجاسبه گردید:

عدد توتوکس = (عدد پراکسید) ۲ + عددآنیزیدین

۲-۳- پایداری اکسایشی با رنسیمت

شاخص پایداری اکسایشی نمونه‌های روغن براساس روش استاندارد شماره Ca 12d-92 انجمن شیمی روغن آمریکا و با استفاده از دستگاه رنسیمت (Metrohm, 743, Herisau, Switzerland) با مقدار ۳ گرم نمونه و جران هوای ۲۰ لیتر بر ساعت در دمای ۱۴۰ درجه سلسیوس اندازه‌گیری شد [۱۳].

۲-۴- اندیس کوکس

اندیس کوکس نسبت اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع ترکیب اسیدهای چرب یک روغن است و به عنوان شاخص اکسایش-پذیری مطرح است. بدین منظور پروفایل اسیدهای چرب نمونه‌های روغن با استفاده از دستگاه گاز کروماتوگرافی (Thermo Finnigan – Rodano, Italy) TRACE متصل به آشکارگر یونش شعله (FID) بررسی شد. در ابتدا براساس استاندارد شماره ۵۵۰۹ ایزو [۱۴] نمونه‌های روغن استری و به روش حجتی و همکاران [۱۵] ترکیب اسیدهای چرب نمونه‌های روغن شناسایی شد [۱۶]. بدین منظور حدود ۰/۱ گرم روغن در هپتان حل و سپس محلول متانولی

1. The American Oil Chemists' Society

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-07]

[DOI: 10.52547/fsct.17.108.1]

هیدروکسید پتاسیم بدان اضافه و به مدت ۳۰ ثانیه مخلوط شدند و پس از دوفاز شدن، از لایه رویی جهت تزریق به دستگاه گازکروماتوگرافی استفاده شد. در این تحقیق از ستون CP Sil 88 به طول ۱۰۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت فیلم ۰/۲ میکرومتر (Chrompack, Middelburg, The Netherlands, and available from Varian Inc., Mississauga, Canada) استفاده شد. دمای محفظه تزریق ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد با انشعاب ۱:۵۰ بود و گاز هلیوم با سرعت جریان ۱ میلی‌لیتر در دقیقه به عنوان گاز حامل استفاده شد. برنامه دمایی ستون بدین طریق بود که ابتدا دما ۱٤۰ درجه بود و ۵ دقیقه در این دما نگه‌داشته شد و سپس با سرعت ۳/۲ درجه در دقیقه به دمای ۲٤۰ درجه سانتی‌گراد رسیده شد و به مدت ۱۵ دقیقه در این دما نگه‌داشته شد. مقادیر اسیدهای چرب براساس سطح زیر منحنی و با استفاده از استانداردهای اسیدهای چرب شناسایی و اندازه‌گیری شدند و سپس اندیس کوکس نمونه‌ها محاسبه گردید.

۲-۵-اندازه‌گیری فلزات

میزان فلزات مس، آهن و نیکل در نمونه‌های روغن‌ها براساس استاندارد شماره ٤۰۸۸ و مقدار سرب طبق استاندارد شماره ٤۰۸۹ سازمان ملی استاندارد ایران به روش جذب اتمی کوره گرافیتی و با استفاده از دستگاه طیف سنج جذب اتمی (ContrAA 300; Analytik Jena, Germany) اندازه-گیری شدند [۱۷و ۱۸].

۲-٦- تجزیه و تحلیل آماری

این پژوهش در قالب یک طرح کامل تصادفی و در سه تکرار انجام شد و میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون میانگین دانکن و با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۲۰ مورد بررسی قرار گرفت. کلیه نمودارها با استفاده از اکسل ۲۰۱٦ تهیه گردیدند.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- میزان رطوبت و مواد فرار

میزان رطوبت یا مواد فرار از ویژگی‌های مهم روغن است. وجود رطوبت در روغن سبب آبکافت اسیدهای چرب و در نتیجه افزایش اسیدهای چرب آزاد و ایجاد بوی نامطبوع در روغن می شود و هرچه میزان رطوبت بالاتر باشد بر سرعت فساد روغن افزوده خواهد شد. میزان رطوبت نمونه‌های روغن در جدول ۱ نشان داده شده است. آنچه کاملا مشخص است وجود مقدار رطوبت بالا در نمونه‌های روغن تهیه شده در حضور مشتری در هر سه نوع روغن نسبت به نمونه‌های تصفیه شده کارخانه‌ای است. حد مجاز میزان رطوبت در نمونه‌های روغن پرس سرد و تصفیه شده براساس استانداردهای شماره ۱۳۳۹۲ [۱۹] و ۹۱۳۱ [۲۰] ایران به‌ترتیب ۰/۲ و ۰/۱ درصد است. نتایج نشان دهنده مجاز بودن مقدار رطوبت نمونه‌های تصفیه شده است. نتایج نشان می‌دهند که رطوبت برخی نمونه‌های روغن تهیه شده در حضور مشتری خارج از استاندارد هستند و حاوی رطوبت بیش از ۰/۲ درصد هستند.

نتایج نشان داد که میانگین رطوبت و مواد فرار نمونه‌های روغن کنجد و کلزا تهیه شده در حضور مشتری در حد استاندارد بود اگرچه گستره آن نشان دهنده وجود نمونه‌هایی با رطوبت بیش از حد مجاز بود. هم‌چنین میانگین رطوبت و مواد فرار موجود در نمونه‌های روغن آفتابگردان تهیه شده در حضور مشتری (۰/۲۳٪) از حد مجاز استاندارد بیشتر بود و گستره میزان رطوبت نسبت به دو نوع روغن دیگر از مقادیر رطوبت بالاتری برخوردار بود به طوری‌که داده‌ها نشان از بالاتر بودن مقادیر رطوبت سه نمونه از پنج نمونه روغن آفتابگردان نسبت به حد استاندارد داشت. به‌طور کلی نتایج نشان داد که در میان روغن‌های تهیه شده در حضور مشتری، میانگین میزان رطوبت در نمونه‌های روغن آفتابگردان خارج از محدوده استاندارد و بیشتر از کنجد و کلزا بود. اگرچه اختلاف معنی داری بین رطوبت نمونه های روغن آفتابگردان، کنجد و کلزا مشاهده نشد.

۳-۲- میزان لرد یا رسوب

لرد یا رسوب قسمتی از مواد نامحلول در روغن و چربی خام است که می‌تواند به‌وسیله سانتریفوژ جدا شود و همان لایه غیرشفاف جمع‌شده در ته لوله اندازه‌گیری بعد از سانتریفوژ است. رسوب شامل مواد نامحلول و یا معلق در روغن مثل اجزای جامد دانه، بخشی از فسفولیپیدها، خاک، رطوبت آزاد و ناخالصی‌های دیگر است که باید از روغن جدا شوند. عدم کارکرد صحیح فیلتراسیون روغن‌ها موجب بالارفتن میزان لرد و در نتیجه کاهش پایداری اکسایشی روغن می‌گردد. میزان

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-07]

[DOI: 10.52547/fsct.17.108.1]

مجاز لرد در روغن‌های پرس سرد و تصفیه شده براساس استانداردهای ملی ایران به شماره‌های ۱۳۳۹۲ و ۹۱۳۱ حداکثر ۰/۰۵ درصد است. اگرچه میانگین میزان لرد همه نمونه‌های روغن به جز روغن آفتابگردان تهیه شده در حضور مشتری در حد مجاز و استاندارد بودند ولی میزان لرد برخی از نمونه‌های هر سه نمونه روغن تهیه شده در حضور مشتری خارج از حد مجاز بودند و تا بیش از دو برابر حد مجاز لرد داشتند. فرمانی و همکاران نیز مقدار لرد ۳۳ درصد از نمونه روغن‌های کنجد تهیه شده در حضور مشتری از مازندران را خارج از حد مجاز استاندارد اعلام کردند [۳].

۳-۳- ضریب شکست نوری

نتایج نشان داد ضریب شکست نوری همه نمونه روغن‌ها در گستره مجاز استاندارد بود (جدول ۱). گستره مجاز ضریب شکست نوری برای روغن کنجد ۱/٤٦٩- ۱/٤٦٥ است که این ضریب در همه نمونه‌های روغن تهیه شده در حضور مشتری و تهیه شده از کارخانجات در حد مجاز استاندارد بود. همچنین نتایج نشان داد که ضریب شکست نوری همه نمونه‌های روغن کلزا و آفتابگردان در محدوده استاندارد ۱/٤٦٧-۱/٤٦٥ بود.

۳-٤- عدد یدی

عدد یدی از جمله خصوصیاتی است که در شناسایی روغن‌ها به‌کار می‌رود و میزان غیراشباعیت آنها را نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که عدد یدی همه نمونه‌های روغن در گستره استاندارد بود (جدول ۱). عدد یدی روغن کنجد۱۲۰-۱۰٤ است که میانگین عدد یدی نمونه‌های روغن کنجد تهیه شده در حضور مشتری ۱۱۱/٦ بود و گستره پنج نمونه روغن ۱۱۷/٤-۱۰۵/٦ بود. عدد یدی نمونه‌های روغن کنجد صنعتی هم از نظر میانگین (۱۱۰/۷) و هم محدوده (۱/٤-۱۰۹/۱۱۲) در حد مجاز استاندارد بودند. میانگین عدد یدی نمونه‌های روغن کلزای تهیه شده در حضور مشتری و گستره آن به ترتیب ۱۱۲/۸ و ۱۱۵-۱۱۱/۳ بود که در حد مجاز استاندارد (۱۲٦-۱۰۵) بود. میانگین عدد یدی (۱۱۵/۱) و گستره (۱۱۷/۷-۱۱۲/۹) آن نیز برای نمونه روغن‌های کلزای صنعتی در حد استاندارد بود. نتایج جدول ۱ نشان داد که میانگین (۱۲٦/٦) و گستره عدد یدی (۱۲۸/۱-۱۲٤/٦) نمونه‌های روغن آفتابگردان تهیه شده در حضور مشتری در حد استاندارد (۱۲٦-۱۰۵) بودند. میانگین عدد یدی و گستره آن در نمونه-های روغن آفتابگردان تهیه شده از کارخانجات نیز در محدوده استاندارد بودند. عدد یدی نمونه‌های حاصل از این تحقیق با نتایج سایر محققین مطابقت داشت [۳،۹].

Table 1 Physicochemical properties of refined and press-cold samples oil

characteristic	refined oil			cold-pressed oil		
	canola	sunflower	sesame	canola	sunflower	sesame
Moisture & Volatile (%)	0.05±0.02[b*]	0.07±0.01[b]	0.06±0.02[b]	0.16±0.04[a]	0.23±0.06[a]	0.18±0.05[a]
Sedimentation (%)	0.02±0.04[b]	0.05±0.04[b]	0.02±0.04[b]	0.04±0.03[b]	0.10±0.01[a]	0.04±0.03[b]
refractive index	1.465±0.001	1.467±0.001	1.465±0.001	1.465±0.004	1.464±0.024	1.466±0.001
Iodine value (g I/100 g oil)	115.13±2.41	129.90±5.91	110.76±1.56	112.8±1.31	126.60±1.41	111.62±6.83
Saponification value (mg KOH/g of oil)	187.11±3.64	191.06±2.21	190.50±3.11	188.22±4.14	193.61±4.55	193.20±5.59

*Different lowercase letters in the same row indicate significant differences of samples (P<0.05).

۳-۵- عدد صابونی

عدد صابونی یکی از خصوصیات شناسایی انواع روغن‌ها محسوب می‌گردد و متوسط وزن مولکولی یا طول زنجیره اسیدهای چرب تشکیل دهنده روغن را نشان می‌دهد. نتایج جدول۱ نشان داد که میانگین عدد صابونی و گستره (نشان داده نشده است) آن در محدوده مجاز عدد صابونی روغن کنجد تهیه شده با پرس سرد براساس استاندارد ملی ایران به شماره ۱۳۳۹۲ بود. همچنین میانگین و گستره عدد صابونی نمونه‌های روغن کنجد صنعتی نیز در حد استاندارد بودند. نتایج جدول ۱ نشان داد که میانگین عدد صابونی نمونه‌های روغن کلزای تهیه شده در حضور مشتری و تهیه شده از کارخانجات در حد استاندارد (۱۸۲-۱۹۳) بود و گستره آنها نیز همه در محدوده استاندارد بود. براساس استاندارد شماره ۱۳۳۹۲ ملی ایران محدوده عدد صابونی روغن آفتابگردان ۱۹٤-۱۸۸ است که نتایج این تحقیق نشان از تطبیق میانگین عدد صابونی نمونه-های روغن آفتابگردان تهیه شده به روش پرس سرد و کارخانه‌ای داشت، اگرچه عدد صابونی یکی از نمونه های

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-07]

[DOI: 10.52547/fsct.17.108.1]

روغن آفتابگردان تهیه شده به روش پرس سرد خارج از محدوده استاندارد بود.

۳-٦- شاخص پایداری اکسیداتیو

شاخص پایداری اکسیداتیو روغن نشان دهنده دوره القای اکسیداسیون یعنی مدت زمانی که روغن در برابر اکسیداسیون مقاومت می‌کند است. شاخص پایداری اکسیداتیو زمان القایی است که برحسب ساعت بیان می شود. روش رنسیمت برای ارزیابی محصولات ثانویه اکسیداسیون نظیر آلدئیدها، کتونها و اسیدها است که در این روش شرایط اکسیداسیون از طریق جریان هوا و دمای بالا فراهم شده و جریانی از هوا، ترکیبات حاصل از اکسیداسیون را به سلولی که حاوی آب مقطر است برده و با اندازه‌گیری ضریب هدایت الکتریکی آب، مقدار محصولات تولیدی سنجیده می شوند زیرا اسیدهای تولیدی قابلیت افزایش هدایت الکتریکی را دارند. اندازه‌گیری هدایت الکتریکی آب تا زمانی ادامه می‌یابد که میزان هدایت الکتریکی به شدت افزایش یافته و حالت صعودی پیدا کند. مدت زمان از نقطه شروع تا لحظه صعود را زمان یا دوره القا نامند و هرچه این زمان طولانی‌تر باشد مقاومت روغن به اکسایش بیشتر است [۲۱]. شکل ۱ شاخص پایداری اکسیداتیو حاصل از آزمون رنسیمت نمونه‌های روغن مورد بررسی را نشان می‌دهد. براساس استاندارد ملی شماره ۹۱۳۱ ایران میزان شاخص پایداری اکسیداتیو نمونه روغن‌هایی که مصرف خانگی دارند باید بیشتر از ۱۲ ساعت باشند. نتایج نشان از اختلاف معنی دار بین پایداری اکسیداتیو نمونه های روغن کنجد تهیه شده در حضور مشتری و تصفیه شده صنعتی داشت. میزان پایداری نمونه‌های روغن کنجد تهیه شده در حضور مشتری همه کمتر از ۱۲ ساعت (حد استاندارد) بودند و گستره شاخص اکسیداتیو این نمونه ها ۸/٤ الی ۱۱/۰٤ ساعت و میانگین کلی آنها ۹/٦٦ ساعت بود. در حالیکه پایداری اکسیداتیو نمونه‌های روغن کنجد تهیه شده از کارخانه ۱۷/۱۷ ساعت و در محدوده استاندارد بود.

فرمانی و همکاران نیز با مشاهده گستره ۱۰/۲-۵/۹ ساعت در پایداری اکسایشی نمونه‌های روغن کنجد تهیه شده با پرس سرد در منطقه مازندران، این روغن‌ها را برای پخت و پز و سرخ کردن غیرمطلوب ارزیابی کردند [۳].

نتایج نشان داد که همه نمونه‌های روغن کلزای تولیدی کارخانجات با میانگین ۱٦/۰۳ ساعت، در محدوده استاندارد بودند ولی فقط دو نمونه روغن کلزای تهیه شده در حضور مشتری در محدوده استاندارد بودند و سه نمونه دیگر در حد مطلوب استاندارد نبودند و به طور کلی میانگین شاخص اکسیداتیو روغنهای کلزای تهیه شده با پرس سرد ۱۰/۸٤ ساعت بود که کمتر از حد استاندارد بود. سیمونیک و همکاران [۱٦] شاخص اکسیداتیو ۱۵ نمونه روغن کلزای جمع‌آوری شده از کشور لهستان را با رنسیمت در دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس ۱٤/۰۳-۱۲/۹٦ ساعت گزارش کردند. در حالیکه رکاس و همکاران [۷] زمان القای روغن کلزای واریته های مختلف لهستان را که با پرس سرد استخراج شده بودند با رنسیمت و دمای ۱۲۰ درجه سلسیوس ٦/٥٤-۳/٥۱ ساعت گزارش کردند.

شاخص اکسیداتیو نمونه‌های روغن آفتابگردان نمونه‌های صنعتی در حد مجاز استاندارد بود در حالیکه گستره شاخص اکسیداتیو نمونه‌های روغن آفتابگردان تهیه شده با پرس سرد ۱۱/۲۸-٤/۹٦ ساعت بود که از وضعیت مطلوبی برخوردار نبودند و در حد مجاز استاندارد جهت مصارف خانگی نبودند. در تحقیقی میزان پایداری اکسایشی روغن‌های آفتابگردان و کلزای تولیدی کارخانجات صنعتی ایران ۱۵/٤٥ و ۱۷/۳ ساعت گزارش شده بود [۲۲]. نتایج این تحقیق نشان داد که روغن کنجد تصفیه شده از مقاومت اکسیداسیونی بالاتری نسبت به سایر روغن‌ها برخوردار بود و شاید به دلیل وجود ترکیبات آنتی‌اکسیدان طبیعی فراوان در این روغن نسبت به سایرین باشد. البته دلایل متفاوت دیگری نیز در این شاخص می‌تواندتاثیرگذارباشد از جمله وجود اسیدهای چرب غیراشباع حاوی چند پیوند دوگانه که در روغن آفتابگردان از سایرین بیشتر بود.

هرچه میزان اسیدهای چرب چندغیراشباع در ترکیب یک روغن بیشتر و از طرفی میزان اسیدهای چرب تک غیراشباعی در آنها کمتر باشد، به دلیل مقاومت به شکست اسیدهای چرب تک غیراشباعی و به همان نسبت حساسیت اسیدهای چندغیراشباعی به شکسته شدن و تولید پراکسید، مقاومت آن روغن در مقابل اکسیداسیون کاهش می‌یابد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-07]

[DOI: 10.52547/fsct.17.108.1]

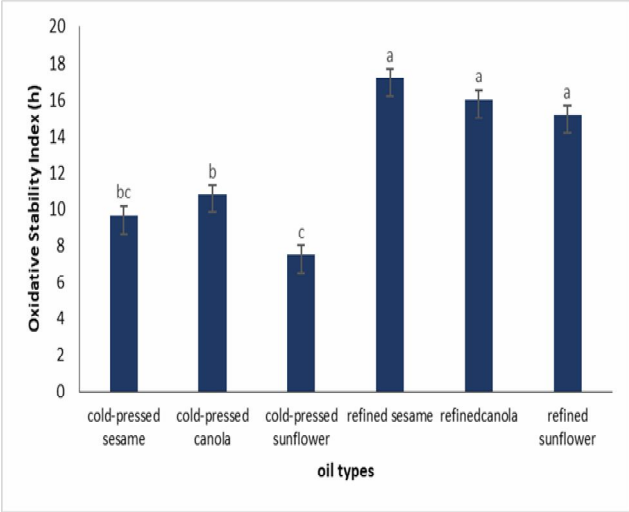

Fig 1 Comparison of the oxidative stability index of refined and prepared oils with cold press

۳-۷- اسیدیته

اسیدیته معیاری برای تعیین فساد هیدرولیتیکی می باشد که در اثر هیدرولیز اسیدهای چرب در حضور آب افزایش می یابد از این رو پایش اسیدیته یکی از پارامترهای کنترل کیفیت اکسیداسیون روغن است. براساس ضابطه ویژگی های بهداشتی و سلامت دانه ها و میوه های روغنی سازمان غذا و دارو [۲۳] حداکثر مجاز اسیدهای چرب آزاد در روغن‌های تهیه شده با پرس سرد و تصفیه شده به ترتیب ۲ و ۰/۱ درصد می باشد. تغییرات اسیدیته روغن‌های مورد بررسی در این آزمون برحسب درصد اسیداولئیک در شکل ۲ نشان داده شده است.

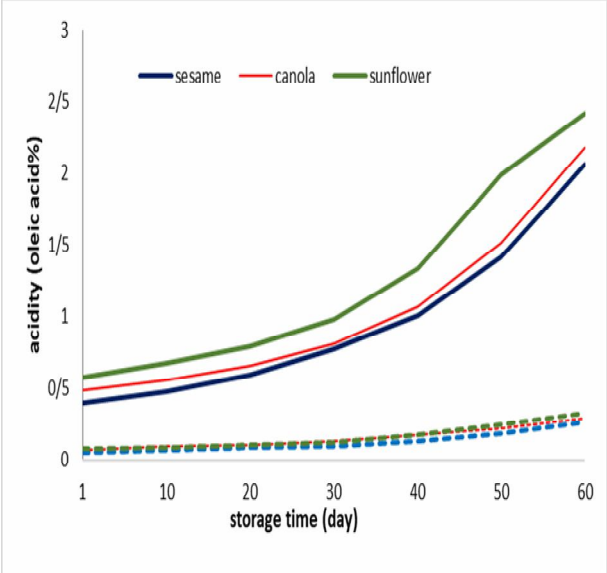

Fig 2 Comparison of the acidity of refined (--) and prepared oils with cold press (-)

نتایج نشان داد که در روز اول آزمون میانگین اسیدیته روغنهای کنجد تهیه شده با پرس سرد (۰/٤ درصد) و کارخانه (۰/۰۵ درصد) در حد مجاز بودند ولی در طول نگهداری افزایش معنی‌داری در اسیدیته همه نمونه‌ها مشاهده شد به‌طوری‌که میانگین اسیدیته نمونه‌های پرس سرد و تصفیه شده در روز آخر به ترتیب به ۲/۰٦ و ۰/۲٦ درصد رسیدند که همه نمونه-های روغن تصفیه شده نیز خارج از حد مجاز بودند. شکل۲ نشان می‌دهد که میانگین اسیدیته نمونه های تصفیه شده در هر روز از نگهداری به طور معنی داری کمتر از نمونه‌های تهیه شده با پرس سرد بود. احتمالا افزایش میزان عدد اسیدی در روغن های تهیه شده با پرس سرد می تواند به دلیل رطوبت و فعالیت آنزیم های لیپولیز موجود در دانه‌های روغنی باشد. هم-چنین وجود ناخالصی، میزان آسیب دیدگی دانه‌های روغنی و تکنولوژی و شرایط استخراج با پرس سرد بر سرعت میزان واکنش های لیپولیز اثرگذار می‌باشد. هرچی و همکاران [۲٤] گزارش کردند میزان اسیدهای چرب آزاد در دانه‌های روغنی به میزان رسیدگی دانه‌ها بستگی دارد به طوری که هر چه میزان رسیدگی دانه‌ها بیشتر باشد میزان اسیدهای چرب آزاد در آن کمتر است. تغییرات اسیدیته نمونه‌های روغن کلزا در شکل ۲ نشان از افزایش معنی دار اسیدیته طی زمان نگهداری داشت. از طرفی میانگین اسیدیته روغن‌های کلزای تصفیه شده در روز اول ۰/۰۷ درصد بود که با افزایش زمان ماندگاری اسیدیته آنها نیز به طور معنی داری افزایش یافت و به ۰/۲۹ درصد رسید که قابلیت مصرف نداشتند. آئیلدیز و همکاران [۲۵] میانگین اسیدهای چرب آزاد نمونه‌های روغن کلزای تصفیه و تهیه شده از بازار ترکیه را ۰/۰۷ درصد و منطبق با کدکس بین‌المللی غذا گزارش کردند. اسیدیته نمونه‌های روغن آفتابگردان نیز طی زمان نگهداری به طور معنی داری افزایش یافت و در روز آخر با میانگین ۲/٤۱٤ درصد و ۰/۳۲ درصد در نمونه‌های پرس سرد و کارخانه‌ای همه غیرقابل مصرف بودند. در تحقیقی میانگین اسیدهای چرب آزاد نمونه‌های روغن آفتابگردان تصفیه شده و تهیه شده از بازار ترکیه ۰/۰۵ درصد گزارش شده است [۲۵].

۳-۸- عدد پراکسید

اندیس پراکسید، معیاری جهت اندازه گیری هیدروپراکسیدهای موجود در محصول است که در مراحل اولیه اکسیداسیون تولید می گردند. افزایش عدد پراکسید در طول زمان ناشی از شدت

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-07]

[DOI: 10.52547/fsct.17.108.1]

یافتن اکسیداسیون با افزایش مدت زمان نگهداری است. براساس استانداردهای ملی ایران به شماره‌های ۱۳۳۹۲ و ۹۱۳۱ میزان عدد پراکسید روغن‌های تهیه شده با پرس سرد و آماده مصرف تصفیه شده خانوار به‌ترتیب معادل ۱۰ و ۵ میلی‌اکی‌والان اکسیژن در هر کیلوگرم روغن است. نتایج حاصل از بررسی عدد پراکسید نمونه‌های روغن طی ٦٠ روز نگهداری در شکل ۳ نشان داده شده است. گستره میزان عدد پراکسید اولیه نمونه‌های روغن کنجد تهیه شده در حضور مشتری($meqO_2/kg$ oil) ٤/٣٤-١/٩٧ بود که در طول زمان نگهداری افزایش داشتند و در روز شصتم به($meqO_2/kg$ oil) ١١/٠٦-٨/٥٧ رسیدند. نتایج نشان داد که عدد پراکسید سه نمونه از روغن کنجدهای تهیه شده با پرس سرد در روز شصتم بیش از ($meqO_2/kg$ oil)١٠ بود که خارج از گستره استاندارد بودند اگرچه میانگین کلی عدد پراکسید این دسته از روغن‌ها ٩/٤ بود. همچنین تغییرات عدد پراکسید نمونه‌های روغن کنجد تصفیه شده به مراتب کمتر از نمونه‌های پرس سرد بود ولی در روز شصتم میانگین عددپراکسید آنها (٥/٥٤) خارج از حد مجاز بود. نتایج نشان داد که میزان عدد پراکسید هر دو نمونه روغن کنجد از روز پنجاهم به بعد در محدوده استاندارد نبود.

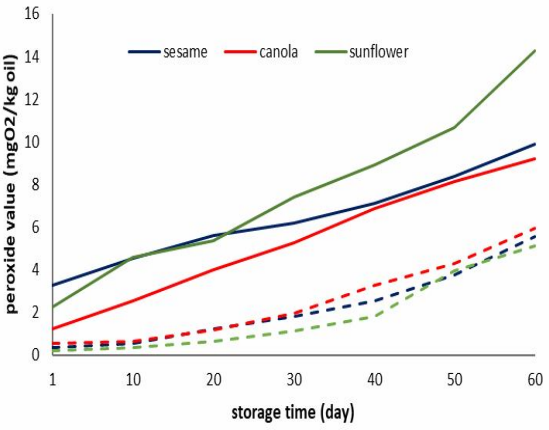

Fig 3 Comparison of the peroxide value of refined (--) and prepared oils with cold press (-)

میزان عدد پراکسید نمونه‌های روغن کنجد تهیه شده با پرس سرد منطقه مازندران در روز اول تولید($meqO_2/kg$ oil) ٨-١/٢ گزارش شده است [٣]. بورچانی و همکاران [٢٦] افزایش عدد پراکسید روغن کنجد را پس از ٤٥ روز نگهداری در دمای بالا از میزان ٠/٤١ به ١٣/٨٣ ($meqO_2/kg$ oil) مشاهده کردند. ابوغربی و همکاران [٢٧] عدد پراکسید روغن کنجدهای مصر و سودان استحصالی به روش پرس سرد را پس از ٣٥ روز نگهداری به‌ترتیب ٢٠/٩ و ٢٩/٥ ($meqO_2/kg$ oil) گزارش کردند این در حالی بود که مقدار اولیه عدد پراکسید روغن‌ها در گستره ١/٤٩-٠/٤٦ ($meqO_2/kg$ oil) بود. گولا و واگاری [٢٨] نیز مشاهده کردند که عددپراکسید روغن کنجد تهیه شده با پرس سرد منطقه حیدرآباد هند طی دو ماه نگهداری ١/٨٣ به ٨/١٤ ($meqO_2/kg$ oil) افزایش یافت.

میانگین تغییرات عدد پراکسید نمونه‌های سه نوع روغن تهیه شده در حضور مشتری در این تحقیق نشان داد در مجموع روغن آفتابگردان نسبت به دو نمونه روغن دیگر از میانگین عدد پراکسید بالاتری از روزهای بیستم به بعد نگهداری برخوردار است و این نشان دهنده ناپایداری بیشتر این روغن نسبت به دو نوع روغن دیگر است. یکی از دلایل این امر را شاید بتوان به بالاتر بودن مقدار رطوبت و مواد فرار موجود در نمونه‌های روغن آفتابگردان نسبت داد (جدول ١). عدد پراکسید نشان دهنده پیشرفت اکسیداسیون و تولید محصول اولیه اکسیداسیون چربی و روغن‌ها است که محتوی رطوبت بالا از شتاب دهنده‌های اکسیداسیون و در نتیجه بالاتر بودن عدد پراکسید می‌باشد. ترکیب اسیدهای چرب روغن نیز از عوامل موثر در اکسیداسیون اولیه و عددپراکسید است و هرچه اسیدهای چرب چند غیراشباعی در ساختار روغن بیشتر باشد، اکسیداسیون بیشتر اتفاق خواهد افتاد [٢٩].

٣-٩- عدد آنیزیدین

عدد آنیزیدین روشی جهت ارزیابی اکسیداسیون ثانویه است که نسبت به هیدروپراکسیدها پایداری بیشتری دارند. این روش جهت سنجش آلدهیدها، کتونها و کربونیل‌هایی است که در اثر شکست هیدروپراکسیدها تولید می شوند و معیاری جهت بررسی مراحل ثانویه اکسیداسیون وارزیابی محصولات ناشی از آن می باشد که سبب ایجاد عطر تند شدگی در روغن می-گردند. بالا بودن اندیس آنیزیدین ارتباط مستقیمی با مقدار اسیدهای چرب چندغیراشباعی دارد که به اکسایش حساس بوده و محصولات ثانویه اکسیداسیون را تولید می‌کنند. از طرفی تخریب ترکیبات فنولی در طول زمان نگهداری نیز از عوامل موثر بر افزایش اندیس آنیزیدین است [٣٠و٣١]. براساس ضابطه ویژگی های بهداشتی و سلامت دانه ها و میوه های روغنی سازمان غذا و دارو [٢٣] عدد آنیزیدین روغن‌های

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-07]

[DOI: 10.52547/fsct.17.108.1]

تصفیه شده باید کمتر از ٦ باشد و این مقدار برای روغن آفتابگردان تصفیه شده تا ۷ قابل قبول است. نتایج بررسی اندیس آنیزیدین در نمونه‌های مختلف روغن مورد تحقیق در شکل ٤ نشان داده شده است. میانگین عدد آنیزیدین روغن‌های پرس سرد در روز اول ۰/۵۰ بود که به طور معنی داری طی نگهداری افزایش یافت و به ۹/۷۱ رسید. نتایج نشان داد که میانگین عددآنیزیدین در روغنهای تصفیه شده در روز اول ۰/۱٦ بود که پس از دو ماه نگهداری به ٤/۱٦ افزایش یافت. ابوغربی و همکاران [۲۷] عدد آنیزیدین روغن کنجدهای مصر و سودان استحصالی به روش پرس سرد را ۱/۱۲-۱/۰٦ گزارش کردند که پس از ۳۵ روز نگهداری به ۹/۷۳-۹/٤۹ رسیده بودند. فرمانی و همکاران [۳] عدد آنیزیدین روغن کنجد تهیه شده در حضور مشتری منطقه مازندران را ۱/۳-۰/٦ گزارش کردند. پاک‌ترمنی و همکاران [۲۹] که پایداری اکسایشی روغن کنجد و هسته انگور را بررسی می‌کردند نشان دادند که روغن کنجد طی حرارت دهی از عدد آنیزیدین بالاتری برخوردار بود و طی ۸ ساعت حرارت در دمای ۱۷۰ درجه سلسیوس از ۱/۹٦ به ۱٦/۰۵ رسید.

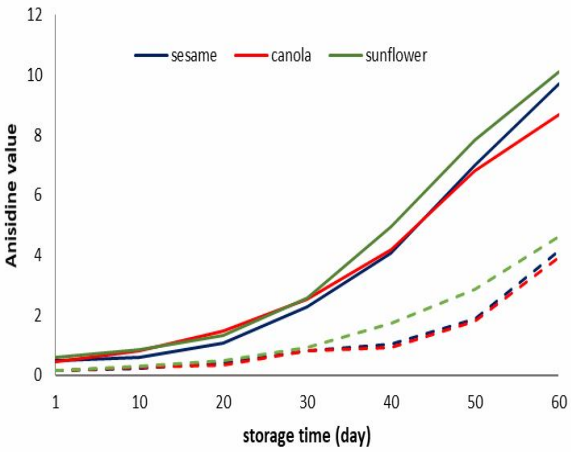

Fig 4 Comparison of the anisidine value of refined (--) and prepared oils with cold press (-)

میانگین عدد آنیزیدین روغن‌های پرس سرد کلزا در روز اول ۰/٤۷ بود که به طور معنی داری طی نگهداری افزایش یافت و به ۸/٦۸ رسید. گستره عدد آنیزیدین در روز آخر ۱۰/۱۱-۷/۸۹ بود. نتایج نشان داد که میانگین عددآنیزیدین در روغن‌های تصفیه شده در روز اول ۰/۱۷ بود که پس از دو ماه نگهداری به ۳/۹٤ افزایش یافت. سیمونیک و همکاران [۱٦] میزان آنیزیدین ۱۵ نمونه روغن کلزای تهیه شده با پرس سرد مناطق مختلف لهستان را در گستره ۱-۰/۵ مشاهده کردند. رکاس و همکاران [۷] گستره ۰/۹-۰/۱٤ را برای شاخص آنیزیدین روغن واریته های مختلف کلزا که با پرس سرد تهیه شده بودند مشاهده کردند. مازوسکا و همکاران [۳۲] مشاهده کردند که شاخص آنیزیدین روغن کلزای تصفیه شده پس از یک ماه به ۱/۱ رسید و پس از ۱۲ ماه نگهداری به ۱/۷ افزایش یافت. تغییرات عدد آنیزیدین در نمونه‌های روغن آفتابگردان طی دو ماه نگهداری نشان داد میانگین عدد آنیزیدین روغن‌های پرس سرد در روز اول ۰/۵۹ بود که به طور معنی داری طی نگهداری افزایش یافت و در روز شصتم به ۱۰/۱۲ رسید. نتایج نشان داد که میانگین عددآنیزیدین در روغن‌های تصفیه شده در روز اول ۰/۱۷ بود که پس از دو ماه نگهداری به ٤/٦۱ افزایش یافت. گنجلو و همکاران [۳۳] افزایش شدید عدد آنیزیدین روغن آفتابگردان تصفیه شده عاری از آنتی‌اکسیدان را در شرایط اکسیداسیون تسریع شده مشاهده کردند به‌طوریکه شاخص آنیزیدین از حدود عدد ۵ روز اول به حدود ٤۰ در روز بیست و چهارم نگهداری رسید. جهانی و فرمانی [۲۲] عدد آنیزیدین روغن‌های کلزا و آفتابگردان تصفیه شده را به‌ترتیب ۱/۳۵ و ۲/۱۲ گزارش کردند.

مقایسه میانگین عدد آنیزیدین سه نمونه روغن تهیه شده با پرس سرد طی دو ماه نگهداری نشان داد که این شاخص به طور معنی داری در همه نمونه ها طی زمان افزایش داشته است و اکسیداسیون روغن با افزایش مدت زمان نگهداری همچنان ادامه یافته، بنابراین مقدار اندیس آنیزیدین نیز در نمونه ها زیاد شده است. نتایج نشان داد که عدد آنیزیدین روغن آفتابگردان در طول روزهای نگهداری از دو نوع نمونه روغن دیگر بیشتر بود و از روز چهلم به بعد به طور معنی داری نسبت به روغن‌های کنجد و کلزا بیشتر بود. این اختلاف می تواند به دلیل ترکیب اسیدهای چرب و بالابودن اسیدهای چرب چند غیراشباعی در روغن آفتابگردان نسبت به دو نوع دیگر باشد و هم چنین وجود آنتی اکسیدان های طبیعی مانند سزامول و سزامولین در روغن کنجد است.

۳-۱۰- اندیس توتوکس

از آنجائی‌که عدد پراکسید و شاخص آنیزیدین به تنهایی به ترتیب نشان دهنده اکسیداسیون در مراحل اولیه و ثانویه هستند و به تنهایی معیار مناسبی برای سنجش اکسیداسیون کل روغن نیستند از اندیس توتوکس که دربرگیرنده همه محصولات اولیه

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-07]

[DOI: 10.52547/fsct.17.108.1]

و ثانویه اکسیداسیون است استفاده می‌گردد [۳۱]. مقایسه میانگین اندیس توتوکس نمونه‌های روغن کنجد، آفتابگردان و کلزای تهیه شده با پرس سرد طی دو ماه نگهداری نشان داد در طی زمان در همه نمونه ها افزایش یافته است. عدد توتوکس نمونه روغنهای کنجد، کلزا و آفتابگردان در روز اول آزمون به ترتیب ۷/۰۲، ۲/۸۷ و ۵/۱۱ بود و در روز آخر آزمون به‌ترتیب به ۲۹/۵۱، ۲۷/۱۲ و ۳۸/٦٤ رسیدند که عدد توتوکس آفتابگردان به طور معنی داری بالاتر از سایرین بود و نشانه پیشرفت بیشتر اکسیداسیون در این نوع روغن است.

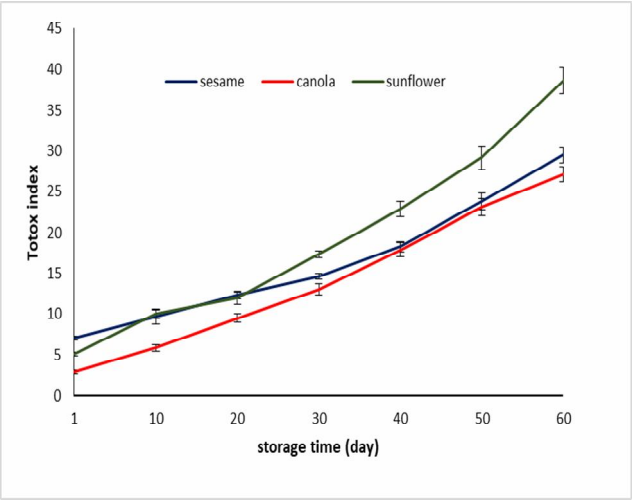

Fig 4 Comparison of the Totox value of refined (--) and prepared oils with cold press (-)

نتایج نشان داد که از روز سی‌ام عدد انیزیدین با سرعت بیشتری افزایش یافت و این افزایش در روغن افتابگردان بیشتر بود. این تفاوت ها با نتایج حاصل از اندیس پراکسید و آنیزیدین نیز مطابقت دارد زیرا افزایش مشابهی در میزان هیدروپراکسیدها در این مرحله زمانی رخ داده بود و بنابراین می توان انتظار داشت که شدت تجزیه هیدروپراکسیدها نیز افزایش یافته و سبب تشکیل ترکیبات ثانویه بیشتری شده است. کیفیت اولیه دانه های روغنی، دستگاه ها و شرایط فرآیند روغن گیری، مدت زمان و شرایط نگه داری دانه های روغنی از مهم ترین عوامل مؤثر بر گستره عدد توتوکس است. گولا و واگاری [۲۸] مشاهده کردند که عدد توتوکس روغن کنجد تهیه شده با پرس سرد طی دو ماه نگهداری از ٤/۷۰ به ۱۷/۷۳ افزایش یافت. سیمونیک و همکاران [۱٦] گستره اندیس توتوکس ۱۵ نمونه روغن کلزای تهیه شده با پرس سرد مناطق مختلف لهستان را ۸/۹-۲/۵ گزارش کردند. مازوسکا و همکاران [۳۲] مشاهده کردند که اندیس توتوکس روغن کلزای تصفیه شده پس از یک ماه نگهداری به ۱/۷ رسید و این شاخص در ماه دوازدهم نگهداری به ۳/۷ رسید که نشانه پیشرفت اکسیداسیون طی زمان نگهداری بود. جهانی و فرمانی [۲۲] عدد توتوکس روغن تصفیه شده آفتابگردان و کلزا را به ترتیب ۳/۷۸ و ۲/۳۹ گزارش کردند.

۳-۱۱- اندیس کوکس

اندیس کوکس که براساس نسبت اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع ترکیب اسیدهای چرب یک روغن محاسبه می شود. به عنوان شاخص اکسایش‌پذیری روغن مطرح است و هر چه شاخص کوکس روغن بالاتر باشد قابلیت فسادپذیری آن بالاتر خواهد بود. نتایج مقایسه اندیس کوکس نمونه‌های مختلف روغن طی دو ماه نگهداری در جدول ٤ نشان داده شده است.

Table 4 Comparison of the COX value of refined and prepared oils with cold press

	storage time (day)						
oil sample	**1**	**10**	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**
sesame pressed-oil	4.98	4.98	4.99	4.97	4.95	4.94	4.95
refined sesame	4.53	4.53	4.51	4.49	4.45	4.42	4.39
canola pressed-oil	4.48	4.47	4.46	4.41	4.38	4.33	4.24
refined canola	4.41	4.14	4.13	4.14	4.08	4.03	3.92
sunflower pressed-oil	6.23	6.23	6.22	6.20	6.19	6.14	6.11
refined sunflower	5.37	5.37	5.36	5.35	5.33	5.28	5.27

نتایج نشان داد که اندیس کوکس روغن کنجد پرس سرد و تصفیه شده در روز اول آزمون به‌ترتیب ٤/۹۸ و ۵/۵۳ بودند که در روز آخر آزمون به ٤/۹۵ و ٤/۳۹ افزایش یافتند. اندیس کوکس در روغن کلزای پرس سرد و تصفیه شده در روز اول به‌ترتیب ٤/٤۸ و ٤/٤۱ بود که پس از دو ماه نگهداری به ٤/۲٤ و ۳/۹۲ کاهش یافتند. اندیس کوکس در روغن آفتابگردان نسبت به دو روغن دیگر به‌طور معنی داری بیشتر بود به‌طوریکه در روز اول این شاخص در روغن افتابگردان پرس سرد و تصفیه شده به‌ترتیب ٦/۲۳ و ۳۷ بود که در روز اخر آزمون به ٦/۱۱ و ۵/۲۷ کاهش یافتند.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-07]

[DOI: 10.52547/fsct.17.108.1]

نتایج نشان داد که یک رابطه مستقیم بین مقدار اسیدهای چرب چند غیراشباعی نمونه‌های روغن و قابلیت فسادپذیری یا اندیس کوکس وجود داشت. مقدار اسیدهای چرب چند غیراشباعی در روغنهای تصفیه شده تهیه شده از کارخانه نسبت به نمونه تهیه شده با پرس سرد در حضور مشتری کمتر بود که یکی از دلایل پائین بودن میزان اکسیداسیون و اندیس کوکس در نمونه های تصفیه شده نسبت به نمونه روغن تهیه شده با پرس سرد بود. سیمونیک و همکاران [۱۶] اندیس کوکس ۱۵ نمونه روغن کلزای تهیه شده با پرس سرد مناطق مختلف لهستان را ٤/٤-٣/٤ گزارش کردند.

۳-۱۲- فلزات

وجود فلزات سنگین در روغن نه تنها برای سلامت مصرف کننده مضر است، بلکه با ایفای نقش کاتالیزوری در مرحله آغازین از واکنش های اکسایشی روغن، تشکیل رادیکال های آزاد را در آن تسریع می‌کند .از بین فلزات سنگین، سرب و آرسنیک از نظر گسترش انتشار در محیط و ورود به چرخه مواد غذایی پتانسیل بیش تری دارند. دریافت سرب از طریق مواد غذ ایی برای مصرف کننده بسیار سمی بوده و موجب اختلال در سامانه اعصاب و مشکلات رفتاری می شود. آرسنیک نیز عنصر سمی دیگری است که به سرعت در دستگاه گوارش جذب می‌شود و می تواند باعث مسمومیت شود .این عنصر از طریق ترکیب با آنزیم های بدن در متابولیسم سلولی اختلال ایجاد می کند و می تواند باعث سیروز کبدی شود [٣٤ و ٣٥]. مقادیر فلزات اندازه‌گیری شده در انواع روغن کنجد، کلزا و آفتابگردان تهیه شده در حضور مشتری و تصفیه شده در جدول ۵ نشان داده شده است. براساس استاندارد ملی شماره ۱۳۳۹۲ [۱۹] ایران و ضابطه ویژگی های بهداشتی و سلامت دانه ها و میوه های روغنی سازمان غذا و دارو[۲۳] حداکثر مقادیر مجاز آهن، مس، سرب و آرسنیک روغن‌های تهیه شده با پرس سرد به‌ترتیب ۵، ٠/٤، ٠/١ و ٠/١ میلی‌گرم در هر کیلوگرم روغن است. افزایش شدت اکسیداسیون روغن توسط فلز مس بیش از ده برابر آهن می‌باشد و پائین بودن مقدار مس در روغن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است [٣٦]. نتایج نشان داد که میانگین همه فلزات در همه نمونه های روغن در حد مجاز استاندارد و روغنهای خوراکی بود. فقط در یک نمونه از روغنهای آفتابگردان تهیه شده در حضور مشتری مقادیر آهن (۵/۱۲) و مس (٠/٥٦) بالاتر از حد مجاز بود. هیچ اختلاف معنی داری در میانگین مقادیر فلزات در روغن‌ها مشاهده نشد و بین نمونه های پرس سرد و تصفیه شده هم اختلافی از نظر آماری وجود نداشت.

ورونیاک و همکاران [۳۷] مقادیر فلزات موجود در روغن کلزای تهیه شده با پرس سرد واریته های مختلف منطقه بوسنی را بررسی و مشاهده کردند که میزان آهن، مس و آرسنیک آنها به ترتیب ١/٦٩-٠/٢٣ ، ٠/٠٦٢-٠/٠٣٦ و ٠/٠٠١-٠/٠٠٢ میلی‌گرم در هر کیلوگرم روغن بود در حالیکه مقدار سرب موجود در آنها در محدوده استاندارد یعنی ٠/١ میلی‌گرم در هر کیلوگرم روغن بود. آنها نیز تاکید داشتند که آهن نسبت به سایر فلزات مقدار بیشتری را در روغن دارد.

Table 5 Mineral content (mg/ kg oil) of refined and cold-pressed oil samples

metal	type of oil	cold-pressed	range	refined	range
Fe	Sesame	3.03±0.74	1.98-4.06	2.36±1.11	1.08-3.06
	Canola	2.94±1.45	0.98-4.8	2.19±0.91	1.35-3.16
	Sunflower	3.48±1.40	1.55-5.12	2.17±0.39	1.77-2.56
Cu	Sesame	0.22±0.08	0.12-0.33	0.19±0.02	0.17-0.22
	Canola	0.25±0.09	0.12-0.34	0.31±0.07	0.23-0.37
	Sunflower	0.32±0.15	0.17-0.56	0.27±0.01	0.26-0.29
As	Sesame	0.06±0.02	0.03-0.09	0.07±0.0.1	0.06-0.08
	Canola	0.04±0.02	0.00-0.06	0.05±0.01	0.04-0.06
	Sunflower	0.05±0.01	0.03-0.07	0.06±0.01	0.05-0.08
Pb	Sesame	0.06±0.01	0.04-0.07	0.04±0.00	0.04-0.05
	Canola	0.06±0.02	0.03-0.09	0.07±0.02	0.05-0.09
	Sunflower	0.04±0.02	0.00-0.07	0.04±0.03	0.00-0.07

1.The presented values are the mean of three repetitions of five cold-pressed oil samples ± SD
2.The presented values are the mean of three repetitions of three refined oil samples ± SD

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-07]
[DOI: 10.52547/fsct.17.108.1]

رحیمی و همکاران (۱۳۹۸) مقدار سرب موجود در روغن کنجد تهیه شده به روش پرس سرد منطقه فارس را ۰/۳-۰/۱۹ میلی‌گرم در هر کیلوگرم روغن و مقدار کادمیوم آنها را ۰/۰۱۸ میلی‌گرم در هر کیلوگرم روغن گزارش کردند که میزان سرب آنها خارج از حد مجاز بود. تینک و همکاران [۳٦] میانگین میزان آهن و مس موجود در نمونه روغن‌های کلزای حاصل از پرس سرد واریته‌های مختلف لهستان را به‌ترتیب ۰/۰۲ و ۰/۳٤ میلی‌گرم در هر کیلوگرم روغن مشاهده کردند.

اکبری و همکاران [۳٤] بررسی مراحل مختلف تصفیه بر میزان فلزات سرب و آرسنیک روغن آفتابگردان را بررسی و مشاهده کردند که خنثی سازی و بی بوسازی سبب کاهش غلظت سرب و آرسنیک و مراحل رنگبری وزمستانه‌کردن سبب افزایش غلظت این عناصر در روغن شد. مقادیر آرسنیک و سرب در روغن خام آفتابگردان به‌ترتیب ۰/۰۰۵ و ۰/۰۰۲۹ و در روغن تصفیه شده و بسته بندی به‌ترتیب ۰/۰۱٦ و ۰/۰۰۵۱ میلی‌گرم در هرکیلوگرم روغن بود. آنها گزارش کردند که به نظر می رسد ناخالصی های فلزی موجود در خاک بنتونیت و مخازن آهنی فاقد پوشش مناسب به ترتیب از عوامل شاخص افزایش سرب و آرسنیک در مراحل رنگبری و بسته بندی هستند .هم چنین خارج شدن مواد گلیسریدی اشباع شده و موم ها در مرحله وینترایز می تواند تغلیظ عناصر سنگین را در فاز روغنی به جا مانده سبب شود.

٤- نتیجه‌گیری کلی

بررسی خصوصیات کیفی روغن‌های کنجد، کلزا و آفتابگردان تهیه شده در حضور مشتری در مقایسه با نمونه‌های مشابه تصفیه شده کارخانه‌ای طی دو ماه نگهداری در دمای اتاق نشان داد که میانگین میزان رطوبت و مواد فرار نمونه‌های روغن تصفیه شده همچون نمونه‌های روغن کنجد وکلزای تهیه شده در حضور مشتری در حد استاندارد بود. هم‌چنین میانگین رطوبت و مواد فرار نمونه‌های روغن آفتابگردان تهیه شده در حضور مشتری از حد مجاز استاندارد بیشتر بود و مقادیر رطوبت سه نمونه از پنج نمونه روغن آفتابگردان بالاتر از حد استاندارد بود. میزان لرد همه نمونه‌های روغن بجز روغن آفتابگردان تهیه شده در حضور مشتری در حد استاندارد بودند. میانگین ضریب شکست نوری، عدد یدی و عدد صابونی همه نمونه‌های روغن مورد بررسی در حد استاندارد بودند بجز یک نمونه از روغن آفتابگردان تهیه شده در حضور مشتری که از عدد صابونی بالاتری برخوردار بود. شاخص پایداری اکسیداتیو همه نمونه‌های روغن تهیه شده در حضور مشتری کمتر از حد استاندارد بودند. نتایج نشان داد که میانگین اسیدیته و عدد پراکسید همه نمونه‌های روغن در حد مجاز بودند ولی در طول نگهداری افزایش معنی داری داشتند به طوریکه همه نمونه ها در روز آخر نگهداری غیرقابل مصرف بودند. عدد آنیزیدین همه نمونه ها طی نگهداری افزایش یافت بطوریکه میانگین این شاخص در نمونه های روغن تهیه شده در حضور مشتری از روز چهلم در حد مجاز نبودند. اندیس توتوکس همه نمونه‌های روغن طی نگهداری افزایش یافت که این افزایش در روغن آفتابگردان بیشتر بود. نتایج نشان داد که اندیس کوکس روغن آفتابگردان نیز نسبت به سایرین بیشتر بود.

نتایج نشان داد که میانگین همه فلزات در همه نمونه های روغن در حد مجاز استاندارد و روغنهای خوراکی بود. فقط در یک نمونه از روغنهای آفتابگردان تهیه شده در حضور مشتری مقادیر آهن (۵/۱۲) و مس (۰/۵٦) بالاتر از حد مجاز بود. به-طور کلی روغن‌های تهیه شده در کارخانجات به دلیل طی کردن مراحل مختلف تصفیه و هم‌چنین داشتن مقادیر مجازی از آنتی‌اکسیدان‌ها خصوصیات شیمیایی و پایداری اکسایشی بسیار بهتری نسبت به روغن‌های تهیه شده در حضور مشتری دارند. مصرف روغن‌های تهیه شده در حضور مشتری جهت سرخ کردن مواد غذایی توصیه نمی‌گردد و پیشنهاد می‌شود که در صورت خرید این گونه روغن‌ها، در کوتاهترین زمان ممکن مصرف شوند.

٥-سپاس‌گزاری

از معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان جهت حمایت از طرح پژوهشی مصوب شماره ۹۸۱/۳٦ که مقاله حاضر مستخرج از آن می‌باشد تشکر می‌گردد. هم‌چنین از مساعدت‌های شرکت کشت و صنعت دزفول (روغن ساعی) و مدیریت نظارت بر مواد غذایی و آشامیدنی دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز جهت انجام برخی آزمون‌ها و همکاری آقای دکتر محمد نوشاد نیز صمیمانه قدردانی می‌گردد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-07]

[DOI: 10.52547/fsct.17.108.1]

٦-منابع

[1] Frančáková, H., Ivanišová, E., Dráb, Š., Krajčovič, T., Tokár, M., Mareček, J., and Musilová, J. 2015. Composition of fatty acids in selected vegetable oils. Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences, 9(1), 538-542.

[2] Azizi-lalabadi, M., Mousavi, M., Piravi-vanak, Z., and Azadmard-Damirchi, S. 2018. MCPD fatty acid esters in vegetable oils: formation, analysis and toxicology. Journal of Food and Bioprocess Engineering, 1(1), 71-80.

[3] Farmani, J., Tirgarian, B., and Razmpour, M. 2019. Evaluation of physicochemical properties of sesame oil from local extraction stores of Mazandaran province. Food Science and Technology, 15(84),175-187. [In Persian].

[4] Hosseini, S. M., Estiri, S. H., and Didar, Z. 2019. Evaluation of the effect of sesame oil extraction method on fatty acid profile, antioxidant capacity and its oxidative stability. Journal of Innovation in Food Science and Technology, 11(1), 71-83. [In Persian].

[5] 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.

[6] Iranian National Standardization Organization. 2018. Edible cold pressed oils – Specifications and test methods, No, 13392. [In Persian].

[7] Rękas, A., Wroniak, M., and 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, 31(2), 249–261.

[8] Esmaeilzadeh kenari, R., Mehdipour, S. Z., and Razavi, R. 2017. Investigate the changes in fatty acid and antioxidant properties of Kiwifruit (Actinidia deliciosa) peel extract on stability of unflower oil in thermal conditions. Food Science and Technology, 68(14), 125-135. [In Persian].

[9] El Khier, M.K.S., Ishag, K.E.A., and Yagoub, A.E.A. 2008. Chemical composition and oil characteristics of sesame seed cultivars grown in Sudan. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 4(6), 761-766.

[10] Ogbonna, P.E., and Ukaan, S.I. 2013. Chemical composition and oil quality of seeds of sesame accessions grown in the Nsukka plains of South eastern Nigeria. African Journal of Agricultural Research, 8(9), 797-803.

[11] Iranian National Standardization Organization. 2017. Animal and vegetable fats and oils- Determination of moisture and volatile matter content-Test method Edible fats and oils –Determination of sediment in crude fats and oils – Centrifuge method, No, 4291.[In Persian].

[12] Iranian National Standardization Organization. 2005. Edible fats and oils – Determination of sediment in crude fats and oils – Centrifuge method, No, 7411.[In Persian].

[13] AOCS. 2005. Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society, 5th ed., edited by David Firestone, AOCS Press, Champaign, IL.

[14] ISO. 2000. Animal and Vegetable Fats and Oils–Preparation of Methyl Esters of Fatty Acids, No 5509. International Organization for Standardization.Geneva, Switzerland.

[15] Hojjati, M., Mehrnia, M. A., Kakaaghazadeh, A., and Feghhi, S. 2020. Effects of edible hydrocolloids on quality characteristics of the fried falafels emphasize on decreases in oil uptakes. Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology, 14(4), 77-88.

[16] Symoniuk, E., Ratusz, K. and Krygier, K., 2019. Evaluation of the oxidative stability of cold□pressed rapeseed oil by rancimat and pressure differential scanning calorimetry measurements. European journal of lipid science and technology, 121(2), p.1800017.

[17] Iranian National Standardization Organization. 1996. Animal and vecetable fats – determination of capper Iron and nickel contents – graphite furnace atomic absorption method, No, 4088.[In Persian]

[18] Iranian National Standardization Organization. 2012. Animal and vecetable fats – determination of lead by direct graphite furnace atomic absorption spectroscopy, No, 4089. [In Persian]

[19] Iranian National Standardization Organization. 2018. Edible cold pressed oils – Specifications and test methods, No, 13399. [In Persian]

[20] Iranian National Standardization Organization. 2015. Consumer Edible

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-07]

[DOI: 10.52547/fsct.17.108.1]

Vegetable Oil-Specifications & Test methods, No, 9131. [In Persian]

[21]Kaya A, Tekin AR, and Öner MD. 1993. Oxidative stability of sunflower and olive oils: comparison between a modified active oxygen method and long term storage. LWT-Food Science and Technology, 26(5),464-468.

[22] Jahani, N., and Farmani, J. 2016. Oxidative stability of rice bran, corn, canola, sunflower and soybean oils d baking process and storage of bread. Food Hygiene, 5(4), 13-26. [In Persian].

[23] Iranian Food and Drug Administration. 2018. Regulation of the health and hygiene characteristics of oilseeds and seeds, oils and edible fats. FB-Sp- 197-0035. [In Persian].

[24] Herchi, W., Bouali, I., Bahashwan, S., Rochut, S., Boukhchina, S., Kallel, H. and Pepe, C., 2012. Changes in phospholipid composition, protein content and chemical properties of flaxseed oil during development. Plant Physiology and Biochemistry, 54,1-5.

[25] Ayyildiz, H. F., Topkafa, M., Kara, H., and Sherazi, S.T. H. 2015. Evaluation of fatty acid composition, tocols profile, and oxidative stability of some fully refined edible oils. International Journal of Food Properties, 18(9), 2064-2076.

[26] Borchani, C., Souhail Besbes, Ch Blecker, and Hamadi Attia. 2010. Chemical characteristics and oxidative stability of sesame seed, sesame paste, and olive oils. J. Agr. Sci. Tech. 12: 585-596 .

[27] Abou-Gharbia, H. A., Shehata, A. A. Y., & Shahidi, F. 2000. Effect of processing on oxidative stability and lipid classes of sesame oil. Food Research International, 33(5), 331-340.

[28] Gulla, S. and Waghray, K. 2011. Effect of storage on physico-chemical characteristics and fatty acid composition of selected oil blends. Journal of Life Sciences, 3(1):35-46.

[29] Paktarmani, M., Qajarbeigi, P., and Moulodi, F. 2015. Comparison of thermal stability of grape seed oil with virgin sesame oil. Journal of Kermanshah University of Medical Sciences, 19(5), 261-268. [In Persian].

[30] Yee Foo, S., Cuppett, S. and Schlegel, V. 2006. Evaluation of SafTestTM methods for monitoring frying oil quality. Journal of the American Oil Chemists' Society, 83(1), article 15.

[31] Moloudi, F., Ghajarbeigi, P., Haj Hosseini Babaei, A., and Mohammadpour Asl. 2015. Assessment of the chemicals and oxidative properties of imported extra virgin olive oils. Journal of Food Technology and Nutrition, 12(4), 27-34. *[In Persian]*.

[32] Maszewska, M., Florowska, A., Dłużewska, E., Wroniak, M., Marciniak-Lukasiak, K., and Żbikowska, A. 2018. Oxidative stability of selected edible oils. Molecules, 23(7), 1746.

[33] Gnjlou, A., Bimakr, M., and Ghorbani, M. 2019. Evaluation the effect of green pea pod extract on oxidative stability of sunflower oil under accelerated conditions. Journal of Food Processing and Preservation, 10(2), 19-32. [In Persian].

[34] Akbari-Adergani, B., Ezeddin, M., Hashemi Mogaddam, H., and Shoeibi, S. 2015. effect of production process on concentration of lead and arsenic in sunflower oil. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences, 25(127), 38-41.

[35] Pruvot, C., Douay, F., Hervé, F., and Waterlot, C. 2006. Heavy metals in soil, crops and grass as a source of human exposure in the former mining areas (6 pp). Journal of Soils and Sediments, 6(4), 215-220.

[36] Tynek, M., Pawłowicz, R., Gromadzka, J., Tylingo, R., Wardencki, W., & Karlovits, G. 2012. Virgin rapeseed oils obtained from different rape varieties by cold pressed method–their characteristics, properties, and differences. European Journal of Lipid Science and Technology, 114(3): 357-366.

[37] Wroniak, M., & Rękas, A. (2017). A preliminary study of PCBs, PAHs, pesticides and trace metals contamination in cold-pressed rapeseed oils from conventional and ecological cultivations. Journal of Food Science and Technology, 54(5), 1350-1356.

[38] Rahimi, M., Gharachorloo, M., and ghavami, M. 2020. Determination of some antinutritional factors and heavy metals in sesame oil, raw and peeled sesame (*Sesamum indicum* L.) seed of two varieties cultivated in Iran. Iranian Journal of Food Science and Technology, 17(98), 161-181.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-07]

[DOI: 10.52547/fsct.17.108.1]

The qualitative characteristics of the oils prepared in the extraction oil stores in the presence of the customer

Hojjati, M. *

Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan

(Received: 2020/07/17 Accepted: 2020/09/12)

In this research, the chemical characteristics of sesame, rapeseed and sunflower oils prepared in the presence of the customer were compared with similar industrial-refined samples during two months of storage. Their levels of iron, copper, arsenic, and lead were also measured. The average of moisture and sedimentation contents of refined oil samples and sesame and rapeseed oil samples prepared in the presence of the customer were in the range of Iranian standard, but the average values for sunflower oil samples prepared in the presence of the customer was higher than the Iranian standard limit. The mean of the refractive index, iodine, and saponification values of all samples was in the range of standard. The oxidative stability index of prepared oils in the presence of the customer was less than the standard. The mean acidity and peroxide value of all oil samples were in the standard range but increased significantly during storage so that all samples were unusable on the last day of storage. The anisidine value of all samples increased during storage so that the average of this index in oil samples prepared in the presence of the customer was not in the standard range from the 40th day of storage. The Totox index of all oil samples also increased during storage, which was higher in sunflower oil. The results also showed that the cox index of sunflower oil was higher than the others. The average of the studied metals in all oil samples was in the standard range. The findings of this study showed that industrial refined oils have better chemical properties and stability and it is suggested not to use oils prepared in the presence of the customer for frying and it is recommended that keep them for a short time to cooking purpose.

Keywords: Cold-pressed, Edible oil, Gas-chromatography, Fatty acid, Peroxide value, Oxidative stability

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2025-01-07]

[DOI: 10.52547/fsct.17.108.1]

* Corresponding Author E-Mail Address: hojjati@asnrukh.ac.ir