مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره هفدهم، شماره اول، بهار ۱۴۰۳، صفحات ۱ تا ۲۲

Available online: https://ijhe.tums.ac.ir
مقاله پژوهشی

بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی در روغن‌های تولیدی با روش پرس سرد و روغن‌های صنعتی در شهر سبزوار

احسان معنوی‌پور[۱]، اکبر اسلامی[۳،۲]، عباس شاهسونی[۴،۳]، احمد اله آبادی[۵]، رضا سعیدی[۷،۶]، فاطمه شکری داریان[۳]، مهرنوش ابطحی[*۳،۲]

۱- گروه MPH، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۲- مرکز تحقیقات کنترل عوامل زیان‌آور محیط و کار، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۳- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۴- مرکز تحقیقات کیفیت هوا و تغییر اقلیم، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۵- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، سبزوار، ایران
۶- مرکز تحقیقات ارتقاء سلامت محیط کار، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۷- گروه سلامت، ایمنی و محیط زیست، دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۰۸
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۲/۱۰/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۰۲
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۳/۲۱

واژگان کلیدی: روغن خوراکی، پرس سرد، ویژگی‌های کیفی شیمیایی، فلزات سنگین

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:
mehrabtahi@yahoo.com

چکیده

زمینه و هدف: در جامعه امروزی، با توجه به تنوع روش‌های تولید مواد غذایی، تهیه غذای سالم چالش‌برانگیز شده است. روغن در کشور ما به چند شیوه تولید می‌شود. در روش کارگاهی پرس سرد، نظارت کافی بر فراورده تولیدی وجود ندارد. هدف مطالعه حاضر بررسی میزان فلزات سنگین و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی روغن صنعتی در مقایسه با روغن روش پرس سرد است.

روش بررسی: در این تحقیق ۵۴ نمونه روغن تولیدی با روش پرس سرد و تصفیه شده صنعتی آفتابگردان، کنجد و کلزا تهیه شد و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آنها شامل ضریب شکست، عدد اسیدی، عدد یدی، عدد صابونی، عدد پراکسید، عدد آنیزیدین، سرب، آهن، آرسنیک و مس تعیین شد و تأثیر زمان نگهداری بر ویژگی‌های مذکور مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: عدد یدی بیشترین تخطی از استاندارد را نشان داد (۶۱ درصد) و میانگین آن در روغن‌های پرس سرد و تصفیه شده صنعتی به‌ترتیب ۱۳۶/۷۰ و ۱۳۴/۴۸ gI /100g بود. میانگین مقدار ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی بجز عدد صابونی در نمونه‌های روغن پرس سرد بالاتر از روغن صنعتی بود، اما تفاوت مشاهده شده معنی‌دار نبود. بررسی تأثیر زمان نگهداری بر ویژگی فیزیکوشیمیایی نشان داد که طی زمان دو ماه، عدد پراکسید ($p<0/01$) و آنیزیدین ($p<0/05$) در هر دو گروه روغن بصورت معنی‌دار افزایش یافت. میانگین غلظت آرسنیک، سرب، آهن و مس در روغن‌های مورد بررسی به ترتیب ۰/۰۳، ۰/۷۸، ۰/۰۵ و ۰/۰۵ mg/kgoil بود و تخطی از استاندارد فقط در یک نمونه روغن آفتابگردان پرس سرد مشاهده شد (آرسنیک با غلظت ۰/۱۱ mg/kgoil).

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج بدست آمده، روغن‌های تصفیه شده صنعتی ویژگی‌های شیمیایی و پایداری مناسبتری داشتند. پیشنهاد می‌گردد در صورت استفاده از روغن‌های تولیدی با روش پرس سرد، این روغن‌ها در مدت کوتاهی مصرف شوند و برای مصارف سرخ کردنی روغن‌های تصفیه شده صنعتی ارجحیت دارند.

Please cite this article as: Manavipour E, Eslami A, Shahsavani A, Alahabadi A, Saeedi R, Shokri Dariyan F, et al. Investigating the physicochemical characteristics in edible oils produced by cold press and industrial methods in Sabzevar city. Iranian Journal of Health and Environment. 2024;17(1):1-22.

Copyright © 2024 Iranian Association of Environmental Health, and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Noncommercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-03]

مقدمه

روغن خوراکی یک عنصر حیاتی در پخت و پز و تهیه غذا است که از منابع مختلفی مانند گیاهان و حیوانات به‌دست می‌آید. علاوه بر نقش روغن خوراکی در فرآوری غذا، جزء مهمی از یک رژیم غذایی سالم محسوب می‌شود که برای حفظ سلامتی ضروری است. روغن‌های خوراکی، به‌طور عمده از تری آسیل گلیسرول‌ها تشکیل شده‌اند؛ این مولکول‌ها، استرهایی متشکل از یک مولکول گلیسرول و سه مولکول اسید چرب هستند، همچنین روغن‌ها ممکن است دارای فسفولیپیدها، گلیکولیپیدها، موم‌ها، استرها، هیدروکربن‌ها، توکوفرول‌ها و توکوترینول‌ها، سایر فنول‌ها، کاروتنوئیدها، استرول‌ها، کلروفیل‌ها و سایر هیدروکربن‌ها باشند (۱، ۲). روغن‌های گیاهی به عنوان منبع انرژی و تامین کننده اسیدهای چرب ضروری بدن مطرح بوده و به واسطه این‌که از پیش‌سازهای مهم هورمون‌ها هستند، در تغذیه انسان نقش مهمی دارند (۳). لیپیدها همچنین به عنوان یکی از اجزای مهم دیواره سلولی و حامل ویتامین‌های محلول در چربی عمل می‌کنند. علاوه بر این لیپیدها، به مواد غذایی طعم و بافت داد و حس چشایی غذا را تقویت می‌کنند. روغن‌های گیاهی خوراکی همچنین به‌عنوان یک محیط گرم‌کننده یا محلی برای سرخ‌کردن دیگر مواد غذایی عمل می‌کنند و برخی از آن‌ها در نتیجه برهمکنش مستقیم لیپیدها و/یا فرآورده‌های یونی تجزیه شده روغن با ترکیبات غذا، بو و عطر دلنشینی در خوراکی‌ها و غذا ایجاد می‌کنند (۱، ۴).

رایج‌ترین روغن‌های خوراکی مورد استفاده در ایران عبارت از روغن آفتابگردان، کنجد کلزا، ذرت، زیتون، کانولا، خردل و شاهدانه است (۵). دانه آفتابگردان از ارزشمندترین دانه‌های روغنی است که روغن حاصل از آن حدود ۱۲ درصد روغن‌های گیاهی مصرفی جهان را شامل می‌شود (۴، ۶). دانه کنجد حاوی حدود ۵۰ درصد روغن بوده و به واسطه وجود مقادیر بالای آنتی اکسیدان طبیعی به اکسیداسیون بسیار مقاوم است (۷، ۸). روغن کلزا با داشتن ترکیبات زیست فعال فراوان، جایگاه سوم روغن‌های گیاهی تولیدی جهان را به خود اختصاص داده است. دانه کلزا حاوی۴۰ تا ۴۵ درصد روغن است که کمتر از ۷ درصد اسیدهای چرب اشباع داشته و نیز حاوی آنتی اکسیدان‌های طبیعی نظیر توکوفرول و استرول‌ها است (۶، ۹). تولید روغن‌های خوراکی ممکن است با روش سنتی یا صنعتی صورت گیرد. روغن‌گیری صنعتی با دو فرایند پرس گرم و پرس سرد انجام می‌شود؛ در حالی که روغن‌گیری سنتی، با روش پرس سرد انجام می‌شود. دانه‌های روغنی با فشار دادن، استخراج با حلال یا ترکیب آنها تولید می‌شوند. دانه‌ها ممکن است ابتدا تحت یک گرمایش پیش تصفیه قرار گیرند تا آنزیم‌های موجود آن غیرفعال شود و پس از استخراج، تحت پردازش بیشتر صمغ‌گیری، تصفیه، بی‌رنگ کردن، هیدروژناسیون، بوزدایی و در صورت لزوم تثبیت قرار گیرند (۱۰). روغن‌کشی در حضور مشتری، از کسب و کارهای ابتکاری سال‌های اخیر ایران است که انواع مختلفی از مغزجات و دانه‌های روغنی با استفاده از دستگاه‌های کوچک پرس، 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 روش پرس سرد، حداکثر دمای خروجی روغن، $45^{\circ}C$ است و هیچ یک از مراحل تصفیه صنعتی روغن‌های خوراکی نظیر خنثی سازی، رنگبری و بوگیری در این روش انجام نمی‌پذیرد (۶). از طرفی به طور معمول بر فرایند تهیه و نگهداری دانه‌های روغنی استفاده شده در روغن‌گیری سنتی، نظارت کافی وجود ندارد. از این رو ممکن است محتوای بالای فلزات سنگین در دانه‌ها و یا تولید سمومی مانند آفلاتوکسین به‌دلیل شرایط بد نگهداری دانه‌ها، خطر استفاده از مواد اولیه آلوده را به همراه داشته باشد (۱۱). علاوه بر اینکه به دلیل روش تصفیه، روغن تولیدی ممکن است محتوی صمغ، موم، ذرات ریز جداشده از گیاه، اسیدهای چرب آزاد و حتی سموم کشاورزی باشند (۱۲). از طرفی در این روش، به‌دلیل ورود مقادیر زیادی از رنگدانه‌های موجود در دانه روغنی، علاوه بر ایجاد رنگ قهوه‌ای یا سبز نامطلوب در روغن، موجب افزایش سرعت اکسیداسیون روغن در حضور نور شوند. بنابراین می‌توان انتظار داشت، مقاومت روغن‌های تهیه شده با روش سنتی در برابر عوامل فاسد کننده محیطی نسبت به روغن‌های تصفیه شده صنعتی کمتر باشد (۶، ۱۳). علاوه

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-03]

براین که روغن ها، هنگام استخراج با روش پرس سرد ممکن است از طرق مختلف آلوده گردند، این دسته روغن‌ها در طول فرآیند ذخیره سازی و استفاده، تغییرات شیمیایی و فیزیکی بیشتری را تجربه می‌کنند که بر کیفیت روغن و سلامت مصرف کننده اثر منفی خواهد داشت (۱۴، ۱۵). مطالعات Wroniak و همکار (۲۰۱۷)، Hojjati (۲۰۲۱)، Farmani و همکاران (۲۰۱۹) و Mehrnia و همکاران (۲۰۲۲) نشان دادند که علیرغم ادعای تولیدکنندگان، بعضی نمونه‌های روغن تهیه شده با روش سنتی، از کیفیت مناسب برخوردار نیست و حتی می‌تواند (به دلیل بالا بودن مقادیر فلزات سنگین یا سموم در مقایسه با مقادیر مجاز و یا عدم پایداری مناسب) تهدیدکننده سلامت باشد (۱۱، ۱۲، ۱۶، ۱۷). وجود فلزات سنگین در روغن نه تنها برای سلامت مصرف کننده مضر است، بلکه با ایفای نقش کاتالیزوری در مرحله آغازین از واکنش‌های اکسایشی روغن، تشکیل رادیکال‌های آزاد را تسریع می‌کنند. از بین فلزات سنگین، سرب و آرسنیک از نظر گسترش انتشار در محیط و ورود به چرخه مواد غذایی پتانسیل بیش‌تری دارند. دریافت سرب از طریق مواد غذایی موجب اختلال در سامانه اعصاب و مشکلات رفتاری می‌شود. آرسنیک نیز از طریق ترکیب با آنزیم‌های بدن در متابولیسم سلولی اختلال ایجاد می‌کند و می‌تواند باعث سیروز کبدی شود (۱۸-۲۰).

پایداری روغن‌های خوراکی تحت تأثیر اسیدهای چرب و اجزای فرعی تشکیل دهنده آنها و همچنین شرایط نگهداری است؛ بنابراین با افزایش درجه اشباع نبودن روغن، حساسیت آن به اکسیداسیون در شرایط مشابه افزایش می‌یابد. در مجاورت هوا، اکسیژن می‌تواند به روغن حمله کرده و باعث اکسید شدن آن شود. این فرآیند از افزایش جزئی در محصولات اکسیداسیون اولیه و ثانویه، از طریق ترشیدگی که توسط حواس نیز قابل درک است، شروع شده و تا پلیمریزاسیون و رزین‌سازی یا خشک‌کردن کامل روغن و حتی تولید محصولات جانبی خطرناکی مانند پراکسیدها، ادامه می‌یابد. مطالعات نشان داده است که پراکسیدها می‌توانند زمینه ساز بیماری‌های مختلفی از جمله تصلب شرائین، سرطان، پیری زودرس، التهاب آلرژیك، ایسکمی قلبی و مغزی، سندرم دیسترس تنفسی و اختلالات مختلف کبدی گردد. همچنین القای سمیت توسط فلزات سنگین، حلال‌ها، آفت کش‌ها و داروها را افزایش می‌دهد (۲۱-۲۳). اکسیداسیون روغن با نور، گرما و کاتالیزورهای شیمیایی (مانند فلزات سنگین) تسریع می‌شود و با افزودن تثبیت کننده‌ها (آنتی اکسیدان‌های طبیعی مانند توکوفرول‌ها یا آنتی اکسیدان‌های مصنوعی مانند بتاهیدروکسی اسید)، سرعت آن کاهش می‌یابد. از آنجایی که اکسیداسیون معمولاً از پیوندهای دوگانه مولکول‌های اسید چرب شروع می‌شود، روغن‌های غیراشباع خیلی سریع‌تر از چربی‌های اشباع فاسد می‌شوند. بهرحال کیفیت روغن را با محافظت در برابر اکسیژن، نور و گرما می‌توان حفظ نمود و همچنین با افزودن آنتی‌اکسیدان‌ها و عوامل کیلاته کننده فلزات سنگین به دوام روغن و جلوگیری از فساد آن کمک نمود (۱۳، ۲۴، ۲۵). ویژگی‌های کیفی روغن‌های خوراکی مبتنی بر سنجش گوارایی غذایی و تامین سلامت مصرف کننده هستند. شاخص‌های کیفی روغن در کشور ما براساس دستورالعمل ضابطه ویژگی‌های بهداشتی و سلامت روغن‌های خوراکی سازمان غذا و دارو سنجیده می‌شود.

تاکنون مطالعاتی در خصوص بررسی روغن استخراج شده با روش پرس سرد از برخی دانه‌های روغنی انجام پذیرفته که ویژگی‌های کیفی روغن‌ها را مورد بررسی قرار داده‌اند. El Khier و همکاران (۲۰۰۸)، ویژگی‌های کیفی ۱۰ نمونه روغن کنجد محلی تهیه شده با 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 (۲۶). مطالعه Symoniuk و همکاران (۲۰۲۲) بر روی پایداری اکسیداتیو روغن‌های تهیه شده از روش پرس، نشان داد که روغن دانه زیره سیاه بیشترین پایداری را داشت و از طرفی روغن بزرک بدلیل حضور اسید چرب غیراشباع α-لینولنیک کمترین پایداری را داشت (۲۷). اما به‌نظر می‌رسد، بدلیل وجود مطالعات محدود در این باره و از طرفی با توجه به گسترش فروشگاه‌های کوچک روغن‌کشی در حضور مشتری در کشور ما، میزان ریسک بهداشتی منتج از مصرف

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-03]

روغن‌های تهیه شده سنتی هنوز روشن نشده است؛ لذا نیاز به بررسی کیفیت روغن‌های تولیدی با روش پرس سرد و میزان تغییرات آن در زمان نگهداری، مشهود است. اطلاع از شرایط کیفی روغن‌های پرس سرد در نقاط مختلف آب و هوایی کشور در زمان تولید و نگهداری، می‌تواند روشن کننده شرایط موجود باشد و ضمن اطلاع رسانی به جامعه، داده‌های اولیه را برای برنامه ریزی سیاست‌گذاران عرصه سلامت تهیه نماید. از این رو، مطالعه حاضر با هدف مقایسه ویژگی‌های کیفی و همچنین بررسی میزان فلزات سنگین در روغن‌های تولیدی با روش پرس سرد در واحدهای صنفی دارای جواز کسب شهر سبزوار با روغن‌های تصفیه شده صنعتی و بررسی هر دو نوع روغن از لحاظ میزان انطباق با استانداردها در زمان تولید و نگهداری انجام شده است.

مواد و روش‌ها

_ تهیه نمونه‌های روغن

نمونه های روغن در این مطالعه از سطح عرضه و بازار در شهر سبزوار در سال ۱۴۰۱ تهیه شد. نمونه برداری از روغن های مورد مطالعه بطور تصادفی طبقه ای بر اساس روش تولید (پرس سرد در سطح عرضه و تصفیه صنعتی در کارخانه‌ها) و نوع دانه روغنی (کنجد، آفتابگردان و کلزا) انجام شد. تعداد نمونه مورد نیاز برای تعیین ویژگی فیزیکوشیمیایی روغن‌های خوراکی مورد نظر، با استفاده از نتایج مطالعات قبلی با روش کوکران ۴۲ عدد محاسبه گردید (۱۷، ۲۸). برای نمونه برداری از روغن های پرس سرد، پنج کارگاه تهیه روغن در حضور مشتری در سطح شهر سبزوار انتخاب شد. نمونه‌های روغن پرس سرد (با سه بار مراجعه) در ظروف پلاستیکی تمیز تهیه شد و سریعاً به آزمایشگاه انتقال یافت. نمونه برداری از روغن‌های تصفیه شده صنعتی آفتابگردان، کنجد و کلزا از هفت برند تجاری موجود در فروشگاه‌های سطح شهر سبزوار (با سه بار مراجعه) انجام پذیرفت. در کارگاه ها و برندهای تجاری، تولید و عرضه روغن بعضا از کلیه دانه‌های روغنی مورد نظر صورت نمی‌گرفت، بنابراین تعداد کل نمونه تهیه شده از هر دانه روغنی به تفکیک روش تولید به شرح زیر بود:

- روغن کنجد: مجموعاً ۲۴ نمونه متشکل از نمونه های ۵ کارگاه سنتی و ۳ برند صنعتی با سه بار تکرار
- روغن آفتابگردان: مجموعاً ۲۱ نمونه متشکل از نمونه های ۲ کارگاه سنتی و ۵ برند صنعتی با سه بار تکرار
- روغن کلزا: مجموعاً ۹ نمونه متشکل از نمونه های ۲ کارگاه سنتی و یک برند صنعتی با سه بار تکرار

بدین ترتیب تعداد نمونه ها برای تعیین ویژگی های فیزیکوشیمیایی و غلظت فلزات سنگین در روغن خوراکی، ۵۴ عدد بود که حدود ۳۰ درصد بیشتر از مقدار بدست آمده از روش کوکران است.

از آنجایی که یکی از اهداف مطالعه، بررسی تغییرات ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی روغن در طی زمان بود، آزمایش‌ها در سه مرحله بلافاصله بعد از تهیه نمونه، یک و دو ماه بعد انجام شد. بنابراین با توجه به ۵۴ نمونه و سه مرحله آزمایش، تعداد کل آزمایش‌ها برای تعیین تاثیر زمان نگهداری بر روی ویژگی فیزیکوشیمیایی روغن خوراکی ۱۶۲ نمونه بود. آزمایش‌های مشخصات فیزیکوشیمیایی و اندازه‌گیری فلزات سنگین در آزمایشگاه شیمی محیط دانشکده بهداشت و آزمایشگاه معاونت غذا و دارو دانشگاه علوم پزشکی سبزوار و آزمایشگاه آنالیز دستگاهی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی انجام شد. در تمام طول پژوهش، رعایت ملاحظات اخلاقی مورد توجه قرار گرفت.

_ آزمون‌های فیزیکوشیمیایی

برای تعیین مشخصات فیزیکوشیمیایی روغن‌ها و بررسی مطابقت مشخصات با استانداردها، آزمون‌های ضریب شکست (Refractive index)، عدد اسیدی (Acid value)، عدد یدی (Iodine value)، عدد صابونی (Saponification value)، عدد پراکسید (Peroxide value) و عدد آنیزیدین (Anisidine value) انجام شد. روش‌های آزمایش براساس مستند راهنمای ویژگی‌های بهداشتی و سلامت دانه‌ها و میوه‌های روغنی، روغن‌ها و چربی‌های خوراکی، سازمان غذا و دارو انتخاب شد (۲۹).

ضریب شکست نوری روغن برپایه روش AOCS Ce 7-25 و با استفاده از دستگاه رفرکتومتر و در دمای ۲۰°C تعیین گردید. عدد اسیدی (Acid value) طبق روش

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-03]

استاندارد AOCS Cd 3d-40، عدد یدی طبق روش AOCS Cd 1d-92، عدد صابونی با استفاده از روش AOCS Cd 3-25، عدد پراکسید براساس روش AOCS Cd 8-53 و عدد آنیزیدین با طیف سنجی نوری (DR5000) در طول موج ۳۵۰ nm طبق روش AOCS Cd 18-90 تعیین مقدار گردید (۳۰). نتایج آزمون‌های فیزیکوشیمیایی با استانداردهای روغن‌ها و چربی‌های گیاهی و حیوانی تدوین شده توسط موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران که در جدول ۱ آورده شد، مقایسه گردید؛ شایان ذکر است مقادیر استاندارد شاخص‌های معین در روغن‌های مختلف باهم تفاوت دارد (۲۹، ۳۱-۳۳).

جدول ۱- استانداردهای روغن تهیه شده به‌روش پرس سرد و تصفیه شده صنعتی مورد مطالعه

نوع روغن / معیار	واحد	روغن پرس سرد			روغن تصفیه شده صنعتی		
		آفتابگردان	کنجد	کلزا	آفتابگردان	کنجد	کلزا
شماره استاندارد	–	ISIRI 13392	ISIRI 13392	ISIRI 13392	ISIRI 1300	ISIRI 1752	ISIRI 4935-1
ضریب شکست نوری	–	۱/٤٦۱–۱/٤٦۸	۱/٤٦٥–۱/٤٦۹	۱/٤٦٥–۱/٤٦۷	۱/٤۷۲–۱/٤۷٦	۱/٤٦۰–۱/٤٦٤	۱/٤٦٥–۱/٤٦۷
عدد اسیدی	(g A /100 g oil)	۳	۳	۳	۰/۱	۰/۲٥	۰/۱
عدد یدی	(g I /100 g oil)	۱۱۸–۱٤۱	۱۰٤–۱۲۰	۱۰٥–۱۲٦	۱۱۸–۱٤٥	۱۰٤–۱۲۰	۱۰٥–۱۲٦
عددی صابونی	(mg KOH/g oil)	۱۸۸–۱۹٤	۱۸٦–۱۹٥	۱۸۲–۱۹۳	۱۸۸–۱۹٤	۱۸٦–۱۹٥	۱۸۲–۱۹۳
عدد پراکسید	($meqO_2$ /kg)	۱۰	۱۰	۱۰	۲	۲	۲
شاخص آنیزیدین	–	٦/٥	٦/٥	٦/٥	٦/٥	٦/٥	٦/٥
آرسنیک	µg/L	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱
آهن	µg/L	٥	٥	٥	۱/٥	۱/٥	۱
مس	µg/L	۰/٤	۰/٤	۰/٤	۰/۱	۰/۱	۰/۱
سرب	µg/L	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱

_ اندازه‌گیری فلزات سنگین

میزان فلزات مس، آهن و آرسنیک در نمونه‌های روغن براساس استاندارد شماره ۴۰۸۸ و مقدار سرب طبق استاندارد شماره ۴۰۸۹ سازمان ملی استاندارد ایران با روش نشر اتمی و با استفاده از دستگاه میکروویو پلاسما - طیف سنج نشر اتمی AGILENT ساخت کشور آمریکا، اندازه‌گیری شدند (۳۴-۳۶).

_ تجزیه و تحلیل آماری

این پژوهش با نمونه‌برداری تصادفی و سه بار تکرار انجام شد. آنالیزهای آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۵ صورت گرفت. نرمال بودن داده‌های حاصل از آزمایش نمونه‌های روغن تهیه شده با روش پرس سرد و تصفیه شده صنعتی با استفاده از آزمون‌های کولموگروف–اسمیرنف (Kolmogorov–Smirnov test) سنجیده شد. برای

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-03]

مقایسه میانگین ویژگی‌های کیفی دو گروه روغن‌ها با یکدیگر از آزمون تی با دو نمونه مستقل (two sample T-Teast) استفاده شد و تغییرات داده‌ها در طی زمان با استفاده از آزمون اندازه‌های تکراری (Repeeated mesures) مورد بررسی قرار گرفت (۲۳).

یافته‌ها

میانگین ویژگی فیزیکوشیمیایی روغن تهیه شده با روش پرس سرد و روغن تصفیه شده صنعتی در نمودار ۱ نمایش داده شده است. همانطور که در نمودار ۱-الف مشاهده می‌شود، کمترین میانگین ضریب شکست نوری مربوط به یک برند صنعتی روغن آفتابگردان با مقدار ۱/۴۵۶ بود و بالاترین مقدار میانگین ضریب شکست نوری روغن‌های آفتابگردان مربوط به روغن کنجد پرس سرد سنتی با میانگین ۱/۴۷۰ بود. تغییرات دو ماه ضریب شکست نوری نشان دهنده تخطی دو نمونه روغن کنجد (استاندارد ۱/۴۶۹-۱/۴۶۵) و یک نمونه روغن کلزای (استاندارد ۱/۴۶۷-۱/۴۶۵) تهیه شده با روش پرس سرد از استاندارد بود. همچنین ضریب شکست نوری یک نمونه روغن کلزای صنعتی نیز در هر سه‌بار نمونه‌برداری بالاتر از استاندارد بود، اما میانگین ضریب شکست نوری روغن‌های آفتابگردان صنعتی نیز در هر سه مرحله کمتر از گستره استاندارد مشاهده شد.

نتایج میانگین مقادیر عدد اسیدی روغن در نمودار ۱-ب مشاهده می‌شود. مطابق نمودار، میانگین همه نمونه‌ها بجز عدد اسیدی دو نمونه روغن صنعتی کنجد و کلزا با استاندارد مطابقت داشت. مقدار عدد اسیدی روغن کنجد صنعتی شماره ۶ در دو ماه اول پایین‌تر از استاندارد بود و بعد از ماه دوم، به بالاتر از استاندارد افزایش یافت؛ اما مقادیر عدد اسیدی روغن صنعتی شماره ۸ در سه نوبت بالاتر از استاندارد بود. همانطور که مشاهده می‌شود، عدد اسیدی همه نمونه‌های روغن تهیه شده با روش پرس سرد از استاندارد تخطی نکرده بود.

بررسی میانگین نتایج عدد پراکسید در نمونه‌های روغن پرس سرد (نمودار ۱-پ)، نشان‌دهنده مطابقت آنها با استاندارد است، با اینکه میزان عدد پراکسید در این روغن‌ها طی دو ماه افزایش یافته؛ اما هیچکدام از استاندارد تخطی نکرده است. این موضوع اما برای روغن‌های تصفیه شده صنعتی صدق نمی‌کرد و عدد پراکسید همه نمونه‌های روغن تصفیه شده صنعتی بالاتر از میزان استاندارد بود. میزان استاندارد عدد پراکسید روغن‌های تصفیه شده هنگام ترخیص از کارخانه برابر ۲ meq g/kg/oil و استاندارد عدد پراکسید هنگام مصرف این روغن‌ها برابر ۵ meq g/kg/oil است. بدلیل اینکه نمونه‌های برداشته شده از روغن‌ها در شرایط آزمایشگاهی برداشته شد و تماس روغن با هوا به حداقل ممکن رسانده شد، نتایج این مطالعه با عدد استاندارد هنگام ترخیص (مقدار ۲ meq g/kg/oil) مقایسه گردید. بر این اساس میزان عدد پراکسید روغن‌های آفتابگردان صنعتی شماره ۲ و ۵ فقط در نمونه‌برداری اول و روغن صنعتی آفتابگردان و کنجد شماره ۳ در نوبت اول و دوم آزمون، پایین‌تر از عدد استاندارد بود و سایر نتایج آزمون‌ها بالاتر از استاندارد بود.

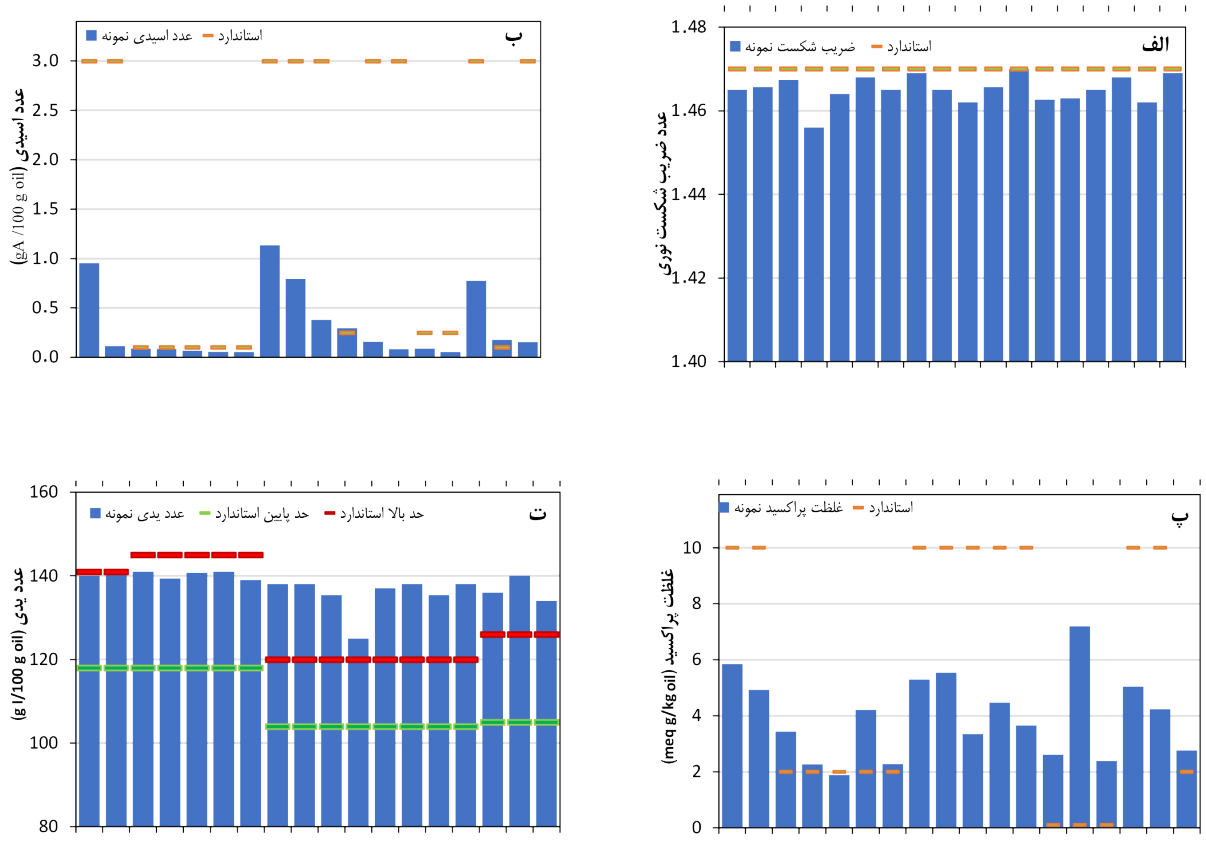
میانگین عدد یدی (نمودار ۱-ت) روغن‌های آفتابگردان تهیه شده با روش پرس سرد و تصفیه شده صنعتی در سه مرحله در گستره ۱۳۹ تا ۱۴۱ gI/100 g oil و در هر سه مرحله در گستره استاندارد قرار داشت. مقادیر عدد یدی در همه نمونه‌های روغن‌های کنجد تهیه شده با روش پرس سرد و تصفیه شده صنعتی بالاتر از حد بالایی استاندارد (۱۲۰ gI/100 g oil) بود. به‌عبارتی مقادیر عدد یدی نمونه‌های روغن‌های کنجد در هر ۳ مرحله نمونه‌برداری بالاتر از استاندارد بود. میانگین عدد یدی روغن‌های کلزای تهیه شده با روش پرس سرد در هر سه مرحله ۱۳۸ gI/100 g oil بود (۱۳۶ و ۱۴۰ gI/100 g oil به‌ترتیب برای نمونه پرس سرد ۱ و ۲) که از حد استاندارد تخطی داشت. میانگین عدد یدی روغن کلزای صنعتی در هر سه مرحله ۱۳۴ gI/100 g oil و بالاتر از استاندارد (۱۲۶ gI/100 g) برای روغن تصفیه شده کلزا) بود.

حدبالایی و پایینی استاندارد عدد صابونی روغن آفتابگردان بین ۱۸۸ تا ۱۹۴ mg KOH/g oil (میلی‌گرم پتاس در گرم روغن) است. نتایج نمودار ۱-ث نشان می‌دهد که میانگین عدد صابونی اندازه گیری شده در نمونه‌های روغن آفتابگردان تهیه شده با روش پرس سرد و تصفیه شده صنعتی در هر سه مرحله در گستره مجاز استاندارد بود. پایین‌ترین عدد صابونی مربوط به یک نمونه پرس سرد (۱۸۸ mg KOH/g oil) و بالاترین

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-03]

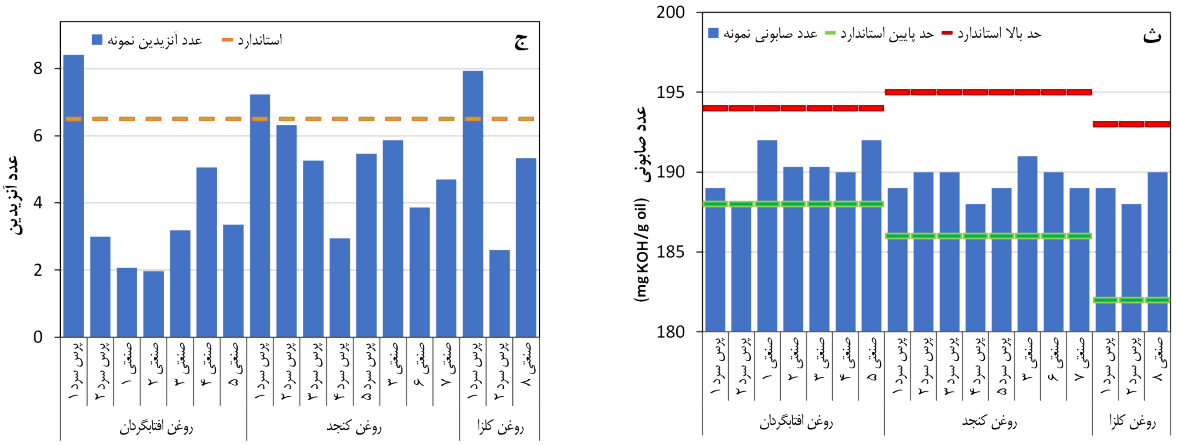
مربوط به دو نمونه صنعتی (هردو ۱۹۲ mg KOH/g oil) بود. شایان ذکر است عدد صابونی نمونه‌های روغن آفتابگردان در سه فاصله زمانی اندازه‌گیری، تغییر محسوسی نداشتند. گستره عدد صابونی روغن کنجد (در هر دو روش تولید) بین ۱۸۶ تا ۱۹۵ mg KOH/g oil تعیین شده است. میانگین عدد صابونی روغن‌های کنجد تهیه شده با روش پرس سرد و تصفیه شده صنعتی در هر سه مرحله به ترتیب ۱۸۹/۲ و ۱۹۰/۴ بود. در این گروه روغن نیز در طی زمان تغییری در عدد صابونی رخ نداد. این مقدار برای نمونه‌های روغن کلزای تهیه شده با روش پرس سرد و تصفیه شده صنعتی در هر سه مرحله به‌ترتیب ۱۸۸/۵ و ۱۸۹/۹ بود و در گستره مجاز استاندارد (۱۸۲ تا ۱۹۳ mg KOH/g oil) قرار داشت. تغییرات عدد صابونی این نمونه‌ها در بازه زمانی مطالعه قابل توجه نبود.

یکی دیگر از شاخص‌های پایداری روغن، شاخص آنیزیدین است. باتوجه به جدول ۱، استاندارد عدد آنیزیدین برای سه روغن‌های مورد مطالعه، برابر ۶/۵ است؛ اگرچه مقدار این شاخص در بیشتر نمونه‌ها در سه مرحله آزمایش کمتر از استاندارد بود؛ اما این شاخص در نمونه‌های روغن آفتابگردان، کنجد و کلزای تهیه شده با روش پرس سرد در فروشگاه شماره ۱، در هر سه مرحله بالاتر از استاندارد بود. در نمونه‌های پرس سرد ۲ ، ۳ و ۵ نزدیک به تخطی از مقدار استاندارد و بالاتر از ۶ بود. میزان عدد آنیزیدین نمونه‌های روغن، مستقل از روش تهیه با روش سنتی یا تصفیه شده صنعتی بود.



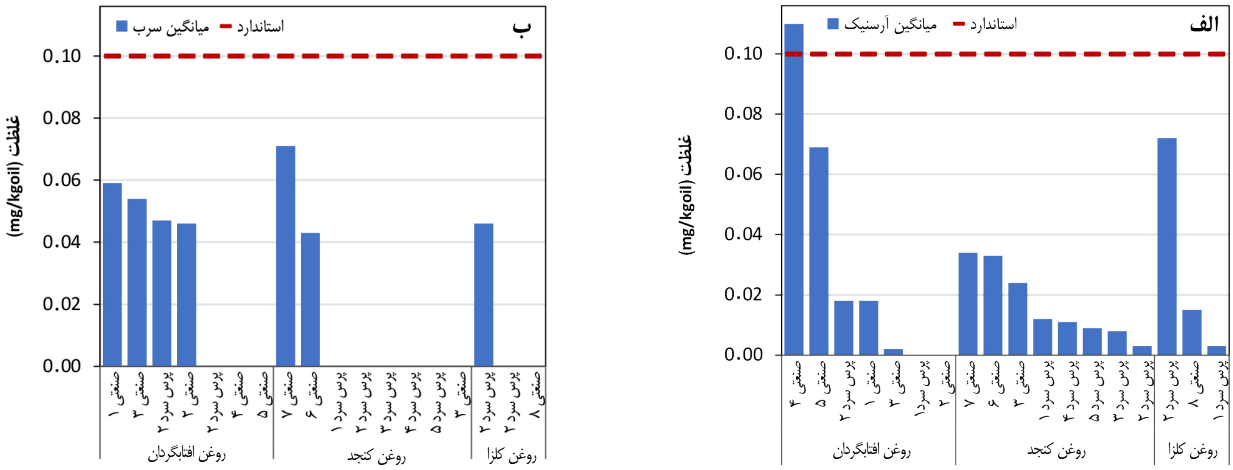
نمودار ۱- میانگین ویژگی فیزیکوشیمیایی روغن‌های تهیه شده با روش پرس سرد و تصفیه شده صنعتی مورد مطالعه در ۳ مرحله آزمایش و مقایسه با استاندارد: الف-ضریب شکست؛ ب-عدد اسیدی؛ پ-عدد پراکسید؛ ت-عدد یدی؛ ث-عدد صابونی؛ ج-عدد آنیزیدین

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-03]



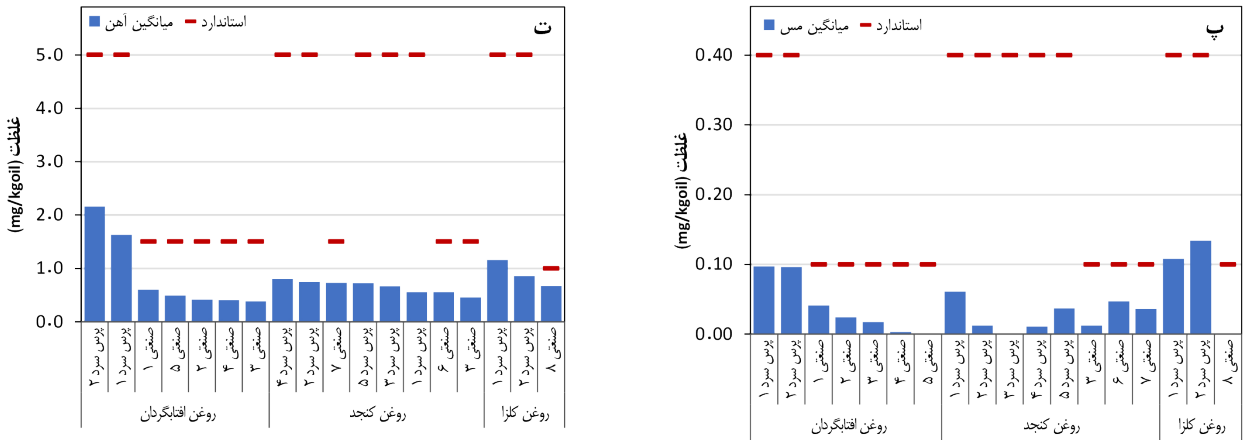
ادامه نمودار ۱- میانگین ویژگی فیزیکوشیمیایی روغن‌های تهیه شده با روش پرس سرد و تصفیه شده صنعتی مورد مطالعه در ۳ مرحله آزمایش و مقایسه با استاندارد: الف-ضریب شکست؛ ب-عدد اسیدی؛ پ-عدد پراکسید؛ ت-عدد یدی؛ ث-عدد صابونی؛ ج-عدد آنیزیدین

نمودار ۲، نمایش مقادیر فلزات سنگین معیار در روغن است. همانطور که در نمودار دیده می‌شود فقط در یک نمونه روغن آفتابگردان پرس سرد، غلظت آرسنیک از استاندارد تخطی کرده است. شایان ذکر است که در بعضی از نمونه‌های روغن، مقدار سرب پایین‌تر از حد تشخیص بدست آمد. میانگین غلظت آرسنیک، سرب، مس و آهن در روغن پرس سرد به ترتیب ۰/۰۲، ۰/۰۵، ۰/۰۷ و ۱/۰۳ mg/kgoil بود. مقادیر مذکور در روغن تصفیه شده صنعتی به ترتیب ۰/۰۴، ۰/۰۵، ۰/۰۳ و ۰/۵۲ mg/kgoil بدست آمد. بر اساس نتایج آنالیز آماری، نوع روغن و روش تولید اثر معناداری بر غلظت فلزات سنگین مورد مطالعه نداشت.



نمودار ۲- غلظت فلزات سنگین در روغن‌های تهیه شده با روش پرس سرد و تصفیه شده صنعتی مورد مطالعه و مقایسه با استاندارد: الف-آرسنیک؛ ب-سرب؛ پ-مس؛ ت-آهن

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-03]



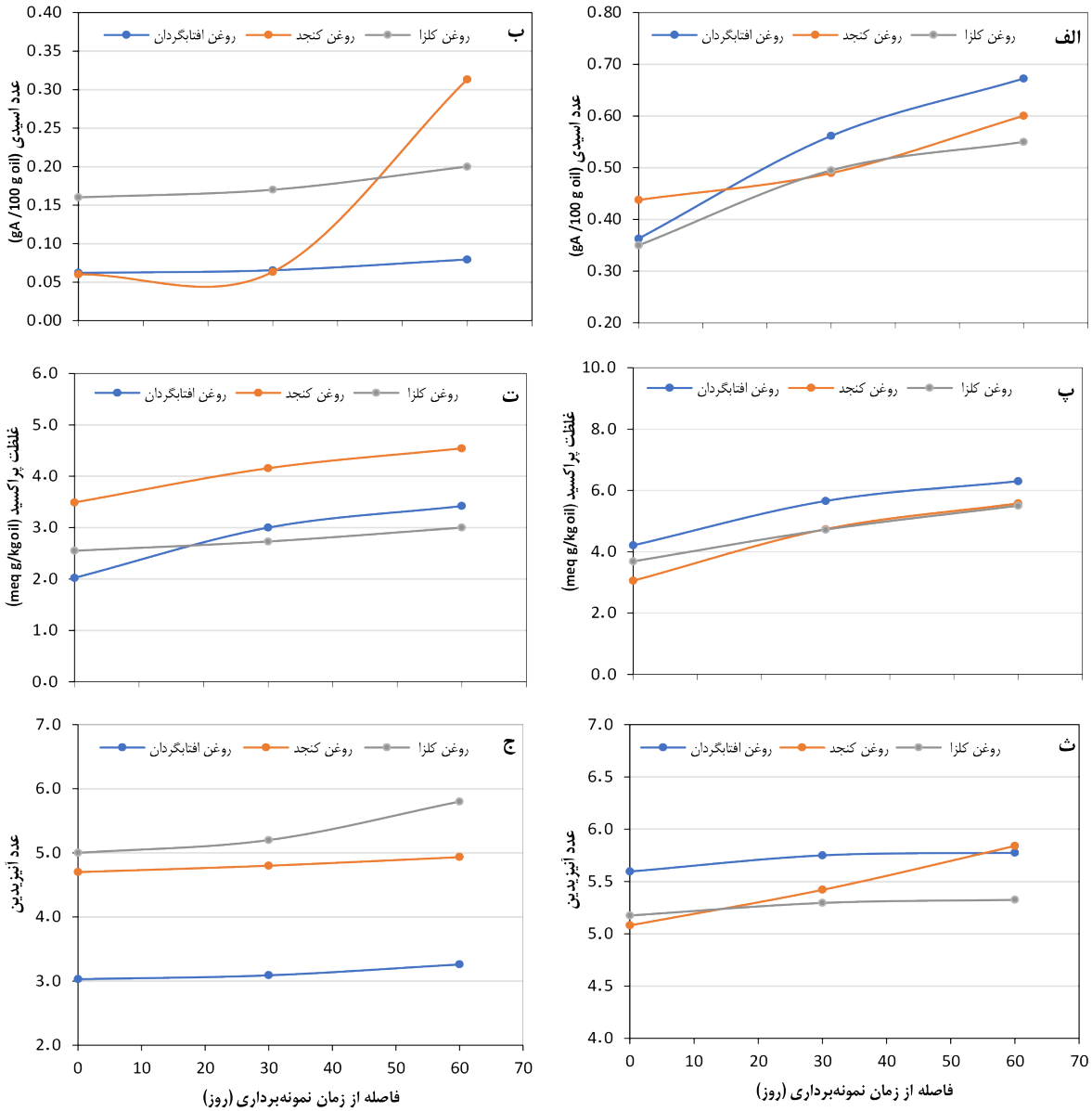
ادامه نمودار ۲- غلظت فلزات سنگین در روغن‌های تهیه شده با روش پرس سرد و تصفیه شده صنعتی مورد مطالعه و مقایسه با استاندارد: الف-آرسنیک؛ ب-سرب؛ پ-مس؛ ت-آهن

نمودار ۳ تغییرات کیفی نمونه‌های روغن‌های تهیه شده با روش پرس سرد و تصفیه شده صنعتی مورد مطالعه را در سه زمان بلافاصله، ۱ و ۲ ماه بعد از نمونه‌برداری نشان می‌دهد. همانطور که در نمودار مشاهده می‌شود ویژگی فیزیکوشیمیایی نمونه‌ها در طول زمان تغییر کرده است، اما بهرحال بعضی از تغییرات از نظر آماری تایید می‌شدند. براساس نمودار ۳- الف و ب، عدد اسیدی در روغن‌های تهیه شده با روش پرس سرد در طی زمان تغییر کرده است. نتایج آزمون‌های آماری در مورد عدد اسیدی نشان داد که میانگین عدد اسیدی در دو گروه روغن پرس سرد و تصفیه شده باهم برابر نیستند. مقایسه تغییرات عدد اسیدی در طی ۲ ماه (نمودار ۳-الف)، نشان داد که تغییرات عدد اسیدی در روغن‌های پرس سرد در طی دو ماه به صورت خطی افزایش یافته و دارای اختلاف معنی‌دار ($p=۰/۰۴۳$) هستند؛ اما تغییرات عدد اسیدی در روغن‌های تصفیه شده اختلاف معنی‌داری ($p=۰/۲۴۸$) نداشت؛ علیرغم اینکه عدد اسیدی روغن کلزای کارخانه‌ای تغییر شدیدی را نشان داد. اختلاف آماری در بین نتایج ضریب شکست هر دو نوع روغن در طی دو ماه معنی‌دار نبود و بررسی نتایج نیز بیانگر عدم تغییر قابل توجه در اعداد ضریب شکست است. همچنین آنالیز آماری نشان داد، میانگین ضریب شکست در روغن تهیه شده با روش پرس سرد و تصفیه شده صنعتی نیز با هم برابر بودند. مقایسه میانگین پراکسید روغن‌های صنعتی با روغن‌های پرس سرد در سه زمان جداگانه در نمودار شماره ۳-ب نشان داده شده است. در بررسی تغییرات عدد پراکسید در هر دو نوع روغن طی زمان، مشخص شد در همه مقایسه‌ها اختلاف معناداری وجود داشته ($p=۰/۰۰۷$) و عدد پراکسید روغن‌های پرس سرد و تصفیه شده به شکل خطی افزایش یافته که در نمودار نشان داده شده است. عدد پراکسید روغن‌های پرس سرد، علیرغم تغییرات، بازهم پایین‌تر از حداستاندارد حفظ شده است در حالی که در مورد روغن تهیه شده صنعتی، در مرحله آغازین نیز میانگین پراکسید، بالاتر از حد استاندارد است.

مقایسه میانگین عدد یدی روغن‌های صنعتی با روغن‌های پرس سرد در سه زمان جداگانه نشان داد، میانگین عدد یدی در هر سه مرحله در روغن‌های دو گروه با هم برابرند. بررسی آماری تغییرات عدد یدی در طی زمان، عدم اختلاف آماری در نتایج سه مرحله روغن پرس سرد ($p=۰/۳۴۷$) و روغن صنعتی ($p=۰/۰۸۱$) را نشان داد. مقایسه میانگین‌های عدد صابونی دو روغن، نتیجه متفاوتی را از عدد یدی نشان داد و

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-03]

میانگین این دو گروه روغن باهم برابر نبودند؛ اگرچه تغییرات در طی دو ماه هیچ گروهی معنی‌دار نبود (p=۰/۱۶۹). بررسی شاخص آنیزیدین طی دو ماه نشان از تغییرات خطی در اعداد و معنی‌داری تغییرات در روغن پرس سرد (p=۰/۰۲۶) و روغن تصفیه شده (p=۰/۰۰۷) داشت. البته میانگین شاخص آنیزیدین در دو گروه روغن در سه مرحله با هم برابر بودند. مقایسه میانگین میزان فلزات روغن‌های صنعتی با روغن‌های پرس سرد نشان داد که میانگین همه این فلزات به جز آرسنیک در دو گروه روغن با هم برابر نیستند و میانگین آنها باهم اختلاف معنی‌داری دارد.



نمودار ۳- تغییرات کیفی نمونه‌های روغن‌های تهیه شده با روش پرس سرد و تصفیه شده صنعتی مورد مطالعه در سه زمان بلافاصله، ۱ و ۲ ماه بعد از نمونه‌برداری: الف-عدد اسیدی روغن پرس سرد؛ ب- عدد اسیدی روغن تصفیه‌شده؛ پ- عدد پراکسید روغن پرس سرد؛ ت-عدد پراکسید روغن تصفیه‌شده؛ ث-عدد آنیزیدین-روغن پرس سرد؛ ج-عدد آنیزیدین-روغن تصفیه‌شده.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-03]

بحث

ویژگی ضریب شکست برای شناسایی مواد و ارزیابی خلوص آنها مورد استفاده قرار می‌گیرد. روغن‌های گوناگون دارای ضرایب شکست متفاوت هستند. هر چه مقدار این عدد (در مقایسه بین روغن‌ها) بیشتر باشد، بیانگر آن است که مقادیر بیشتری اسیدهای چرب غیراشباع دارد. از نظر تغذیه، روغن های خوراکی غنی از اسیدهای چرب غیراشباع، به ویژه با اسیدهای چرب تک غیراشباع، مفیدتر از روغن های دارای اسیدهای چرب اشباع شده هستند. البته عواملی بر میزان ضریب شکست در طی دوره نگهداری روغن اثر دارند که شامل درجه اشباع شدگی، ترکیب اسیدهای چرب و طول زنجیره کربن، اکسیداسیون روغن‌ها و رفتار گرمایی هستند (۱۰، ۱۳). ضریب شکست نوری به درجه اکسیداسیون و ترکیب اسیدهای چرب مربوط می‌شود و با افزایش طول زنجیره اسیدهای چرب و درجه اشباع نشدن آن افزایش می‌یابد. به عبارتی آزمونی برای کنترل سریع کیفیت روغن در زنجیره تولید و مصرف است. ضریب شکست روغن‌ها با توجه به وزن مولکولی، طول زنجیره اسیدهای چرب، درجه اشباع نشدن و درجه کونژوگاسیون متفاوت است (۳۷).

همانطور که در یافته‌ها مشخص شد، میانگین ضریب شکست نوری روغن‌های آفتابگردان تهیه شده با روش پرس سرد در هر سه مرحله ۱/۴۶۵ (در گستره استاندارد) و میانگین ضریب شکست نوری روغن‌های آفتابگردان صنعتی در هر سه مرحله ۱/۴۶۴ (در گستره استاندارد) بود. نتایج نشان داد میانگین ضریب شکست نوری روغن‌های کنجد تهیه شده با روش پرس سرد در مرحله اول، ۱/۴۶۴ بود و در دو مرحله بعدی ۱/۴۶۷ بود که همگی در گستره استاندارد بودند. نتایج میانگین ضریب شکست نوری مرحله اول و دوم روغن‌های کنجد تصفیه شده حاکی از تطابق با گستره مجاز استاندارد بود؛ ولی میانگین مرحله سوم ۱/۴۶۵ بود که بیشتر از گستره استاندارد مشاهده شد. نتایج میانگین ضریب شکست نوری در روغن‌های کلزا تهیه شده با روش پرس سرد در هر سه مرحله ۱/۴۶۵ بود که در گستره مجاز استاندارد مشاهده گردید. همچنین نتایج نشان داد میانگین ضریب شکست نوری روغن‌های کلزا صنعتی در هر سه مرحله ۱/۴۶۹ بود که بیشتر از گستره استاندارد مشاهده شد. مجموع نتایج بدست آمده در این مطالعه نشان می‌دهد که ضرایب شکست روغن‌ها با یکدیگر تفاوت جزیی دارند که به نوع دانه روغنی برمی‌گردد (۳۸). ضریب شکست به طور گسترده‌ای در کنترل کیفیت برای بررسی خلوص مواد و به دنبال هیدروژناسیون و ایزومریزاسیون استفاده می‌شود. همچنین ضریب شکست می‌تواند نشان‌دهنده تقلب در روغن باشد (۳۹، ۴۰)؛ به‌طور مثال Yadav در مطالعه خود تحت عنوان تکنیک‌های تشخیص تقلب در روغن‌های خوراکی نشان داد که افزودن روغن بادام زمینی به روغن فوق بکر زیتون، ضریب شکست روغن زیتون را کاهش می‌دهد، ولی افزودن روغن آفتابگردان و ذرت تا ۵۰ درصد حجمی در ضریب شکست تغییری ایجاد نکرد (۴۱). Andoh و همکاران نیز گزارش کردند که از ضریب شکست می‌توان به‌عنوان ابزار سریع در بررسی تقلب استفاده نمود (۴۲).

عدد اسیدی معیاری برای تعیین فساد هیدرولیتیکی است که در اثر هیدرولیز اسیدهای چرب در حضور آب افزایش می‌یابد، از این رو پایش اسیدیته یکی از پارامترهای کنترل کیفیت اکسیداسیون روغن است. عدد اسیدی بر حسب mg وزن KOH برای خنثی کردن اسیدهای آلی موجود در g ۱ چربی تعریف می‌شود و معیاری از اسیدهای چرب آزاد (FFA) موجود در چربی یا روغن است. به‌عبارتی افزایش مقدار FFA در نمونه روغن یا چربی نشان دهنده هیدرولیز تری‌گلیسیرید است. علاوه بر FFA، هیدرولیز تری‌گلیسیریدها، گلیسرول نیز تولید می‌کند (۳۷). چنین واکنشی با عمل آنزیم لیپاز رخ داده و نشانگر شرایط نامناسب پردازش و ذخیره سازی است. منبع آنزیم لیپاز در روغن ممکن است بافتی باشد که روغن و چربی از آن استخراج شده و یا خروجی سلول‌های میکروارگانیسم‌های آلوده کننده روغن باشد. از آنجایی که رانسیدیته (rancidity) معمولاً با تشکیل اسیدهای چرب آزاد همراه است، تعیین مقدار اسید، اغلب به عنوان یک نشانه کلی از وضعیت و خوراکی بودن روغن‌ها استفاده می‌شود. سطح مجاز عدد اسیدی طبق توصیه‌های FAO/WHO برابر mgKOH/g ۰/۶ است (۴۳). براساس استانداردهای ملی ایران عدد اسیدی در روغن پرس سرد mgKOH/g ۳ است، براین اساس میانگین عدد اسیدی

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-03]

در روغن پرس سرد از استاندارد تخطی نکرده است. همچنین مقایسه نتایج روغن تصفیه شده با استاندارد نشان داد که میانگین عدد اسیدی روغن‌های آفتابگردان کارخانجات صنعتی در سه مرحله طی دو ماه در حد استاندارد بود ولی میانگین مرحله سوم اسیدیته روغن‌های کنجد و کلزای کارخانجات صنعتی از حد مجاز استاندارد بیشتر بود. هر چه مقدار اسیدیته و محتوای اسید چرب آزاد بیشتر باشد، کیفیت روغن پایین‌تر است. طبق مطالعه Ichu و Nwakanma، میزان عدد اسیدی در روغن‌های کنجد برابر ۱/۳۴ mgKOH/g و بالاتر از حدمجاز FAO گزارش شد (۴). در مطالعه Tesfaye و Abebaw، عدد اسیدی چهار نمونه روغن خوراکی زیر حد مجاز بودند (۳۷). Angaye و Maduelosi در مطالعه بر روی ۸ برند روغن خوراکی در فروشگاه های نیجریه، مقادیر عدد اسیدی روغن‌های مورد بررسی را کمتر از ۰/۵ mgKOH/g تعیین کردند. بر این اساس، عدد اسیدی پایین در نمونه‌های روغن نشان داد که روغن در مدت زمان طولانی پایدار خواهد بود و در برابر ترشیدگی و پراکسیداسیون محافظت می‌شود (۴۴). عدد اسیدی پایین را می‌توان به وجود آنتی اکسیدان‌های طبیعی در دانه‌ها مانند ویتامین C و A و همچنین فلاونوئیدها نسبت داد. ارزش اسیدی به عنوان شاخصی برای خوراکی بودن یک روغن و مناسب بودن برای استفاده در صنایع رنگ و صابون استفاده می‌شود (۴۵). Kumar و همکاران در مطالعه خود مقادیر عدد اسیدی روغن نارگیل تصفیه شده و نشده را بالاتر از استاندارد یافتند و گزارش کردند که این مقادیر نشان‌دهنده مقادیر اسید چرب بالای نامناسب برای مصرف می‌باشد (۴۶). Hasan و همکاران، مقادیر عدد اسیدی روغن نارگیل و روغن سویای تازه را به‌ترتیب ۱۸/۰۴ و ۰/۳۶ mgKOH/g گزارش نمودند و نتیجه گرفتند که مقادیر بالاتر نشان‌دهنده تبدیل تری‌گلیسیرید روغن به اسیدهای چرب و گلیسرول و در نتیجه رخداد ترشیدگی روغن است (۴۷).

عدد ید یا ارزش یدی، نشان دهنده پیوندهای غیراشباع در اسیدهای چرب روغن می‌باشد و از مقدار گرم ید مصرف شده توسط صد گرم از روغن تخمین زده می‌شود. مطالعات نشان داده‌اند که هر چه درجه اشباع نشدن بیشتر باشد، مقدار ید بیشتر و حساسیت روغن گیاهی برای فاسد شدن در اثر اکسیداسیون بیشتر است (۳)، در حالی که عدد ید کمتر، نشان‌دهنده کیفیت پایین‌تر است. روغن‌ها در طول استخراج، خالص‌سازی و استفاده، تحت انواع عملیات فرآوری از جمله حرارت دادن، تقطیر و اصلاح شیمیایی قرار می‌گیرند که ممکن است خواص آنها را تغییر دهد. روغن‌ها (گلیسریدها) در معرض واکنش‌های شیمیایی مانند: اکسیداسیون، پلیمریزاسیون و هیدرولیز قرار می‌گیرند که می‌تواند به ویژه در هنگام سرخ کردن عمیق روغن رخ دهد. میزان این واکنش‌ها که ممکن است به صورت کاهش ارزش ید روغن و افزایش اسیدهای چرب آزاد منعکس شود، به شرایط نگهداری و سرخ کردن بستگی دارد (۳۳، ۳۴). روغن‌ها، چربی‌ها و موم‌های اشباع ید نمی‌گیرند و بنابراین مقدار ید آنها صفر است؛ اما ترکیبات غیراشباع حاوی مولکول‌هایی با پیوندهای دو یا سه گانه هستند که نسبت به ید بسیار واکنش نشان می‌دهند (۳۵). گستره مجاز عدد یدی براساس استاندارد ملی ایران به شماره ۱۳۳۹۲ برای روغن کنجد تهیه شده با روش پرس سرد ۱۲۰-۱۰۴ I /100 g oil است. نتایج نشان داد میانگین عدد یدی روغن‌های کنجد تهیه شده با روش پرس سرد در هر سه مرحله ۱۳۴ g I /100 g oil بود که بیشتر از گستره مجاز استاندارد مشاهده گردید. همچنین نتایج عدد یدی روغن‌های کلزای تهیه شده با روش پرس سرد در هر سه مرحله ۱۳۸ g I /100 g oil بود که بیشتر از گستره مجاز استاندارد مشاهده گردید. نتایج نشان داد میانگین عدد یدی روغن‌های کلزای صنعتی در هر سه مرحله ۱۳۴ g I /100 g oil بود که بیشتر از گستره استاندارد مشاهده شد. با توجه به جدول شماره ۱ گستره مجاز عدد یدی براساس استاندارد ملی ایران به شماره ۱۳۳۹۲ برای روغن آفتابگردان تهیه شده با روش پرس سرد ۱۴۱-۱۱۸ g I /100 g oil است. نتایج نشان داد میانگین عدد یدی روغن‌های آفتابگردان تهیه شده با روش پرس سرد و تصفیه شده صنعتی در هر سه مرحله ۱۴۰ و در گستره استاندارد بود.

Ichu و همکار عدد یدی در روغن کنجد و خردل را به ترتیب ۱۵/۴۸ و ۵/۷۱ g I /100 g oil گزارش کردند (۴). Tesfaye

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-03]

و همکار در مطالعه خود نتایج عدد یدی برای همه نمونه‌های روغن خوراکی را در گستره مجاز اعلام نمودند و بیان کردند این اعداد، نشان دهنده درجه اشباع نبودن این روغن‌ها است و این روغن‌ها از ثبات نگهداری خوبی برخوردار بوده‌اند (۳۷). Al-Majidi و همکار عدد یدی روغن آفتابگردان و کلزا را به‌ترتیب ۱۰۹/۸۶ و ۱۰۸/۶۶ g I /100 g oil بدست آوردند که از مقادیر بدست آمده در این مطالعه پایین‌تر است (۴۸). Konuskan و همکاران مشخصات فیزیکو شیمیایی روغن‌های آفتابگردان، بادام زمینی، کلزا، خردل و روغن زیتون تهیه شده با روش پرس سرد را مورد بررسی قرار دادند. مقادیر عدد ید در میان روغن های گیاهی آزمایش شده تفاوت قابل توجهی نشان داد و از عدد ید بین ۸۰/۰۳ برای روغن زیتون تا ۱۱۱/۱۹ g I /100 g oil برای بادام زمینی متغیر بود. عدد یدی روغن آفتابگردان و کلزا در مطالعه آنها به‌ترتیب ۱۰۲ و ۱۰۷/۵۱ g I /100 g گزارش شد. با توجه به اینکه عدد ید روغن، نشانگر اسید چرب غیراشباع است، آنها نتیجه گرفتند که روغن زیتون برای مصارف غذایی مورد استفاده است و هرچه عدد یدی بالاتر باشد مطلوب‌تر است. به‌عبارتی روغن با ارزش ید بالاتر در مقایسه با روغن با ارزش ید پایین‌تر کیفیت خوراکی بهتری دارد؛ ولی روغن‌های با اعداد بالاتر از ۱۹۰ برای صنایع رنگ و لاک کاربرد دارد (۴۰). Muttagi و همکار مقادیر عدد ید روغن استخراج شده را از انواع مختلف روغن آفتابگردان در محدوده مشخصات کدکس و در محدوده نتایج مطالعه حاضر بدست آوردند (۴۹). عدد ید روغن کلزا در مطالعه Roiaini و همکاران، ۱۱۴/۴۷ g I /100 g oil گزارش شد که از مقادیر بدست آمده در این مطالعه پایین‌تر است؛ در حالی که مقدار عدد یدی روغن کلزا در مطالعه Siddique و همکاران برابر ۲۲۶ g I /100 g oil گزارش شده است. آنها تفاوت در مقادیر را مرتبط با احتمال تفاوت در گونه گیاه و خلوص دانه روغن دانسته‌اند (۵۰). Olaleye و همکاران، عدد یدی روغن‌های کنجد استخراج شده با پرس سرد و حلال هگزان را به ترتیب ۸۳/۷۳ و ۹۲/۳۸ g I /100 g oil نشان دادند (۵۱). این نشان دهنده درجه اشباع نشدن اسیدهای چرب تری گلیسرول است. از این مقدار می‌توان برای تعیین کمیت پیوندهای دوگانه موجود در روغن استفاده کرد که نشان دهنده حساسیت روغن به اکسیداسیون است. همچنین، نشانه ای از خشک نشدن روغن ها است و به این معنی است که آنها دارای سطوح بالایی از اسیدهای اولئیک و لینولئیک هستند. همچنین، Tunde-Akintunde و همکاران گزارش کردند که مقادیر بالای ید روغن کنجد، نشانه‌ای از وجود اسید چرب غیراشباع است و این روغن را در گروه‌های خشک‌کننده قرار می‌دهد. از آن جایی که اکسایش فرآیندی کلیدی در پلیمریزه شدن روغن‌های خشک کننده است، مواردی که مستعد خشک شدن شیمیایی هستند مناسب آشپزی نبوده و همچنین بسیار مستعد فاسد شدن از طریف خود اکسایش هستند (۵۲).

ارزش صابونی سازی معیاری برای اکسیداسیون در طول ذخیره سازی است و همچنین نشان دهنده فرایند خراب شدن روغن‌هاست. افزایش ارزش صابونی شدن در روغن، باعث افزایش فراریت روغن‌ها و در نتیجه افزایش کیفیت روغن می‌شود؛ زیرا وجود اسیدهای چرب با وزن مولکولی کمتر را در ۱ g روغن نشان می‌دهد که انرژی بیشتری در هنگام احتراق تولید می‌کند. البته مقادیر بالای ۲۰۰ عدد صابونی در چربی‌ها و روغن‌های هیدروژنه به دست می‌آید، در حالی که روغن‌ها معمولاً مقادیر زیر ۱۹۵ mg KOH/g oil دارند (۴، ۲۱). صابونی سازی فرآیند تجزیه یک چربی خنثی به گلیسرول و اسیدهای چرب با یک روش قلیایی است. به‌طور مثال روغن ماهی، عدد صابونی بالا را نشان می‌دهد. افزایش ارزش صابونی شدن ممکن است به واسطه واکنش‌های اکسیداسیون و پلیمریزاسیون در طول استخراج روغن بدست آید، در حالی که مقادیر پایین عدد صابونی، ممکن است به دلیل ناخالصی‌هایی باشد که در طول استخراج با حلال به روغن منتقل می‌شوند (۲۸). به‌طورکلی، هر چه مقدار صابونی شدن بیشتر باشد، میانگین طول زنجیره اسیدهای چرب کوتاه‌تر و میانگین وزن مولکولی تری گلیسیرید کمتر است. نتایج به دست آمده مطابق با نتایج منتشر شده توسط Rahman و همکاران است که به این نتیجه رسیدند که روغن‌های با اسیدیته بالاتر معمولاً معادل عدد صابونی حدود ۲۹۰/۸۰ mg KOH/g oil دارند (۵۳).

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-03]

گستره مجاز عدد صابونی براساس استاندارد ملی ایران به شماره ۱۳۳۹۲ و ۱۷۵۲ به ترتیب برای روغن کنجد تهیه شده با روش پرس سرد و تصفیه شده، ۱۸۶-۱۹۵ mg KOH/g oil است. نتایج نشان داد میانگین عدد صابونی روغن‌های کنجد تهیه شده با روش پرس سرد در هر سه مرحله ۱۸۹/۲ mg KOH/g oil و در روغن‌های کنجد صنعتی در هر سه مرحله ۱۹۰ mg KOH/g oil بود که در گستره استاندارد مشاهده شد. میانگین عدد صابونی روغن‌های کلزای تهیه شده با روش پرس سرد و تصفیه شده صنعتی در هر سه مرحله به‌ترتیب ۱۸۸/۵ و ۱۹۰ بود و این مقادیر برای روغن آفتابگردان در هر سه مرحله به‌ترتیب ۱۸۸/۵ و ۱۸۹ mg KOH/g oil بود. نتایج عدد صابونی در همه روغن‌ها نشان دهنده وضعیت کیفی خوب روغن‌های مورد مطالعه است. Muttagi و همکار میزان عدد صابونی در انواع روغن آفتابگردان را بین ۱۷۷/۵ و ۱۸۴/۹ mg KOH/g oil بدست آورد (۴۹). Olaleye و همکاران، عدد صابونی در روغن های کنجد استخراج شده با پرس سرد و حلال هگزان را به ترتیب ۲۱۲/۴۵ و ۲۱۴/۵۳ mg KOH/g oil گزارش نمودند (۵۱). در مطالعه Memon و همکاران، عدد صابونی روغن کلزا قبل و بعد از حرارت دادن به‌ترتیب ۱۸۴/۲ و ۱۹۷ mg KOH/g oil گزارش شد. آنها نتیجه گرفتند روند افزایشی در عدد صابونی روغن‌ها، به تری گلیسیریدهایی که در فرآیند گرمایش به FFA تبدیل می‌شوند مربوط است (۵۴).

اندیس پراکسید، معیاری جهت اندازه‌گیری هیدروپراکسیدهای موجود در محصول است که در مراحل اولیه اکسیداسیون تولید می‌گردد. افزایش عدد پراکسید در طول زمان ناشی از شدت یافتن اکسیداسیون با افزایش مدت زمان نگهداری است. عدد پراکسید (PV)، رایج ترین شاخص اکسیداسیون/رانسیدیته لیپید است. پراکسیدها زمانی تشکیل می‌شوند که تری گلیسیریدهای روغن در حضور رطوبت اکسید شوند (۳۰). کداکس و استاندارد ملی ایران عدد پراکسید را برای روغن پرس سرد برابر ۱۰ $meqO_2/kg$ درنظر گرفته است و مقادیر بالاتر معمولا به وقوع رانسیدیته روغن تفسیر می‌شوند. استاندارد عدد پراکسید برای روغن تصفیه شده در ایران معادل ۲ $meqO_2/kg$ تعیین شده است که براساس این استاندارد، همه نمونه‌های روغن در هر ۳ مرحله آزمایش بالاتر از استاندارد بود. ضمن اینکه در بررسی تغییرات عدد پراکسید در طی زمان، هر دو نوع روغن اختلاف معناداری داشتند و مقدار عدد پراکسید به شکل خطی افزایش یافته است. در مطالعه Borchani و همکاران، افزایش عدد پراکسید روغن کنجد پس از ۴۵ روز نگهداری در دمای بالا از میزان ۰/۴۱ به $meqO_2/kg$ ۱۳/۸۳ تغییر یافت (۵۵). Gulla و همکار نیز مشاهده کردند که عدد پراکسید روغن کنجد تهیه شده با پرس سرد منطقه حیدرآباد هند طی دو ماه نگهداری از ۱/۸۳ به $meqO_2/kg$ ۸/۱۴ افزایش یافت (۵۶). افزایش عدد پراکسید نشان دهنده شروع و پیشرفت اکسیداسیون چربی و روغن است. محتوای رطوبت بالا و مواجهه با اکسیژن از شتاب دهنده‌های اکسیداسیون روغن محسوب می‌شوند و با افزایش میزان مواجهه روغن با رطوبت و اکسیژن، عدد پراکسید افزایش می‌یابد. علاوه بر آن ترکیب اسیدهای چرب روغن نیز از عوامل موثر در اکسیداسیون اولیه و عدد پراکسید است و هرچه اسیدهای چرب چند غیراشباعی در ساختار روغن بیشتر باشد، اکسیداسیون بیشتر اتفاق خواهد افتاد (۹). عدد پراکسید در مطالعه Ichu و Nwakanma در روغن کنجد و خردل به ترتیب ۰/۸۰ و $meqO_2/kg$ ۱۰/۲ گزارش شد، علاوه برآن تغییرات مقادیر عدد پراکسید در طی زمان اختلاف معنی‌دار داشت (۴). نتایج مطالعه Tulashie و همکاران نشان داد که سرخ کردن و جوشاندن روغن سویای خام، مقادیر اسید چرب آزاد را از ۰/۱۴٪ به‌ترتیب به مقدار ۰/۸۲٪ و ۰/۴۷٪ می‌رساند. تغییرات پراکسید نمونه روغن خام در این مطالعه از $meqO_2/kg$ ۲/۰۴ به‌ترتیب به مقدار $meqO_2/kg$ ۶/۶۰ و $meqO_2/kg$ ۵/۶۲ گزارش شد (۵۷). در مطالعه Roiaini و همکاران، عدد پراکسید روغن کلزای صنعتی $meqO_2/kg$ ۵/۷۳ گزارش شد که از مقدار روغن کلزا در این مطالعه بالاتر است (۵۰). Muttagi و همکار میزان عدد صابونی در دو نوع روغن آفتابگردان را به‌ترتیب ۳/۷۲ و $meqO_2/kg$ ۵/۱۹ گزارش دادند (۴۹).

عدد آنیزیدین روشی جهت ارزیابی اکسیداسیون ثانویه است که نسبت به هیدروپراکسیدها پایداری بیشتری دارند. این روش

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-03]

جهت سنجش آلدهیدها، کتون ها و کربونیل‌هایی است که در اثر شکست هیدروپراکسیدها تولید می‌شوند و معیاری جهت بررسی مراحل ثانویه اکسیداسیون و ارزیابی محصولاتی است که سبب ایجاد بوی تند شدگی در روغن می‌گردند. بالا بودن شاخص آنیزیدین ارتباط مستقیمی با مقدار اسیدهای چرب چند غیراشباعی 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 شاخص آنیزیدین است. عدد پراکسید معیاری از میزان اکسیداسیون اولیه یک نمونه روغن را نشان می‌دهد، ولی میزان اکسیداسیون ثانویه ممکن است با نتایج آنیزیدین تعیین شود. این شاخص در مرحله بعدی زوال کیفیت روغن، کمتر قابل اعتماد می‌شود، زیرا تخریب پراکسید افزایش می‌یابد (۳۰، ۵۸). براساس استانداردهای ملی ایران، بیشینه عدد آنیزیدین به ترتیب برای هر سه روغن تهیه شده با روش پرس سرد و تصفیه شده ۶/۵ است. بررسی نتایج این مطالعه نشان داد که گرچه ۳ نمونه روغن آفتابگردان، کنجد و کلزا در یک فروشگاه دارای شاخص آنیزیدین بالاتر از ۶/۵ بودند؛ اما میانگین عدد آنیزیدین همه نمونه‌های روغن در حد استاندارد بود. در صورتی‌که بررسی تغییرات شاخص آنیزیدین مطابق نمودار ۳-ث و ج، نشان داد مقدار شاخص آنیزیدین طی زمان در هر دو روغن تهیه شده با روش سنتی و صنعتی به نمودار خطی افزایش یافته است و تغییرات در روغن پرس سرد ($p=۰/۰۲۶$) و روغن تصفیه شده ($p=۰/۰۰۷$) معنی‌دار بوده است. Kheirati و همکاران، ترکیب شیمیایی و محتوای فلزات سنگین روغن کنجد تولید شده با روش‌های پرس سرد و تصفیه شده صنعتی را بررسی کردند. نتایج نشان داد که اسید چرب غالب در نمونه‌های روغن، اسیدهای اولئیک، لینولئیک، پالمیتیک و استئاریک است و مقادیر آنیزیدین و TOTOX را به‌ترتیب ۰/۸۴ و ۳/۱۴ برای نمونه‌های روغن کنجد بکر و ۰/۶ و ۱/۱۸ برای روغن کنجد تصفیه شده گزارش شد (۱۹). Symoniuk و همکاران، میزان آنیزیدین ۱۵ نمونه روغن کلزای تهیه شده با پرس سرد مناطق مختلف لهستان را در گستره ۱ - ۰/۵ مشاهده کردند (۲۷). Maszewska و همکاران 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 (۵۹).

علاوه بر عدد پراکسید و آنیزیدین معیار دیگری برای زوال کیفیت روغن سنجیده می‌شود که مقدار کل اکسیداسیون (TOTOX) نام دارد و معیاری از مشخصات کلی اکسیداسیون یک نمونه بوده و نحوه تغییر بالقوه نتایج PV و AV را در طول زمان در نظر می‌گیرد. این شاخص در مقایسه با PV یا p-AV به تنهایی بهتر است، زیرا هیدروپراکسیدهای اسید چرب ناپایدار هستند و گزارش قابل اعتمادی برای پایداری اکسیداتیو روغن‌های خوراکی ارائه نمی‌دهند. در استانداردهای ملی و بین‌المللی هیچ حد مجازی برای معیار TOTOX وجود ندارد ولی به طور کلی روغن‌های خوراکی با مقدار TOTOX کمتر از ۱۰، تازه و با کیفیت به حساب می‌آیند (۶۰). در مطالعه حاضر میانگین TOTOX همه روغن‌ها برابر ۱۲/۶۳ بود و بالاترین (۲۰/۱۲) و پایین‌ترین (۶/۵۰) عدد به‌ترتیب برای روغن آفتابگردان پرس سرد و صنعتی برند شماره ۲ بدست آمد. Esfarjani و همکاران، میزان TOTOX را در روغن های سرخ کردنی دور ریخته شده از رستوران‌های فست فود تهران بین ۲۳ تا ۱۲۰ $meqO_2/kg$ گزارش کردند (۶۱). Tavakoli و همکاران نیز این معیار را در روغن های پخت و پز، روغن های سرخ کردنی و واناسپاتی عرضه شده در بازار خرده فروشی ایران بین به ترتیب ۱۲/۵-۷/۰، ۱۲/۳-۵/۲ و ۹/۳-۶/۷ گزارش نمودند (۶۰).

وجود فلزات سنگین در روغن نه تنها برای سلامت مصرف کننده مضر است، بلکه با ایفای نقش کاتالیزوری در مرحله آغازین واکنش‌های اکسایشی روغن، تشکیل رادیکال‌های آزاد را در آن تسریع می‌کند. دریافت فلزات سنگین از طریق گوارش، صدمات جبران‌ناپذیری بر سلامت انسان می‌گذارد زیرا این آلاینده‌ها خاصیت تجمع‌پذیری در اندام‌ها را دارند و ممکن است موجب بروز انواع سرطان‌ها در انسان شوند (۶۲). ورود فلزات سنگین به روغن ممکن است از طریق دانه‌های آلوده به فلز سنگین و یا در نتیجه فرایند استخراج و روغن‌کشی نامناسب رخ دهد. افزایش شدت اکسیداسیون روغن توسط فلز مس بیش از ده برابر آهن است و پایین بودن مقدار مس در

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-03]

روغن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۱۲). مقادیر فلزات اندازه گیری شده در انواع روغن کنجد، کلزا و آفتابگردان تهیه شده با روش پرس و تصفیه شده در نمودار ۲ نشان داده شده است. نتایج این مطالعه نشان داد که میانگین غلظت فلزات مورد بررسی در نمونه‌های روغن در حد مجاز استاندارد بود؛ البته فقط مقدار آرسنیک در نمونه روغن آفتابگردان صنعتی برند شماره ۴ از استاندارد تخطی داشته است. Farmani و همکاران، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی ۹ نمونه روغن کنجد تهیه شده از فروشگاه‌های روغن کشی استان مازندران را بررسی و مشاهده کردند که ۱۱ درصد آنها میزان سرب بالاتری نسبت به استاندارد ملی ایران داشتند (۱۶). نتایج مطالعه Askarpour و همکاران نشان داد که از میان فلزات سنگین (As، Cd، Co، Cr، Cu، Pb، Ni، V و Zn) اندازه‌گیری شده، میزان آرسنیک در نمونه‌های روغن آفتابگردان و ذرت پرس سرد و در روغن ذرت، زیتون و کنجد تصفیه شده، بالاتر از حد استاندارد WHO بود. تخطی از استاندارد WHO در مورد فلز سرب بیشتر بود و میزان سرب در نمونه‌های روغن آفتابگردان، ذرت، زیتون و کلزای پرس سرد و نمونه‌های روغن تصفیه شده آفتابگردان، ذرت، زیتون و کنجد بالاتر از استاندارد بود (۲). تخطی این مقادیر از مقادیر استاندارد به چند دلیل رخ می‌دهد؛ منشاء فلزات سنگین در روغن ممکن است طبیعی بوده و در نتیجه فزونی فلزات در خاک کشاورزی دانه‌های روغنی رخ داده باشد، همچنین آلودگی ناشی از فعالیت انسانی همچون آبیاری با آب های متعارف و نامتعارف آلوده به فلز سنگین، استفاده از کودها و آفت‌کش‌های حاوی فلزات سنگین و یا فرونشست ذرات گردوغبار مناطق صنعتی بر روی گیاهان از دیگر منابع احتمالی فلزات سنگین هستند (۲، ۶۳).

Wroniak و همکاران، 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 ۱/۶۹-۰/۲۳، ۰/۰۶۲-۰/۰۳۶ و ۰/۰۰۲-۰/۰۰۱ mg/kgoil بود در حالیکه مقدار سرب موجود در آنها در محدوده استاندارد یعنی ۰/۱ mg/kgoil گزارش شد. آنها نیز تاکید داشتند که آهن نسبت به سایر فلزات مقدار بیشتری را در روغن دارد (۱۱). براساس نتایج مطالعه حاضر، میانگین غلظت آهن، مس و سرب روغن‌های صنعتی با روغن‌های پرس سرد با هم تفاوت جزیی داشت؛ اما میانگین غلظت آرسنیک در هر سه مرحله در روغن‌های دو گروه با هم برابر بود.

از جمله کاستی‌های مطالعه حاضر می‌توان به دوره زمانی کوتاه نمونه‌برداری و تعداد کم برندهای تجاری روغن خوراکی در سطح عرضه شهر سبزوار اشاره نمود. همچنین باید توجه نمود که این مطالعه تنها بر روی روغن‌های کنجد، کلزا و آفتابگردان انجام شده است و سایر انواع روغن خوراکی نظیر روغن زیتون، روغن ذرت و غیره را پوشش نمی‌دهد.

نتیجه‌گیری

بررسی ویژگی کیفی روغن‌های آفتابگردان، کنجد و کلزا تهیه شده در حضور مشتری با روش پرس سرد در مقایسه با نمونه‌های مشابه تصفیه شده کارخانه‌ای طی دو ماه نگهداری در دمای اتاق نشان داد که به‌طورکلی روغن‌های تصفیه شده صنعتی، ویژگی‌های شیمیایی و پایداری بهتری دارند. میانگین ویژگی فیزیکوشیمیایی در نمونه‌های روغن پرس سرد اغلب بالاتر از روغن صنعتی بود. میانگین نتایج روغن‌های تهیه شده در پرس سرد (در هر ۳ مرحله نمونه‌برداری) برای ضریب شکست، عدد اسیدی، غلظت پراکسید، عدد یدی، عدد صابونی و آنیزیدین به‌ترتیب ۱/۴۷، ۰/۵ g A /100 g، ۱۸۸/۸۹ mg KOH/g، ۱۳۶/۷۰ g I /100 g، ۴/۷۰ meqO_2/kg و ۵/۴۶ بود؛ این مقادیر در نمونه‌های صنعتی به‌ترتیب ۱/۴۶، ۰/۱۱ g A /100 g، ۳/۲۲ meqO_2/kg، ۱۳۴/۴۸ g I /100 g، ۱۹۰/۵۲ mg KOH/g و ۳/۹۳ بود. سرعت افزایش شاخص‌های بررسی شده- که برای سلامت انسان مضر هستند- در روغن‌های پرس سرد بیش از روغن‌های تصفیه شده است. بنابراین پیشنهاد می‌گردد، در صورت استفاده از روغن‌های تولیدی با روش پرس سرد، این روغن‌ها در مدت کوتاهی مصرف شوند و برای مصارف سرخ کردنی، روغن‌های تصفیه شده صنعتی مزیت دارند.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-03]

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان همه نکات اخلاقی از جمله عدم سرقت ادبی، عدم انتشار مقاله در سایر نشریه‌ها، عدم تحریف داده‌ها و پرهیز از داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند. شایان ذکر است این پژوهش در قالب طرح تحقیقاتی در دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی و با کد اخلاق IR.SBMU.PHNS.REC.1401.154 انجام شده است.

تشکر و قدردانی

مطالعه حاضر طرح برگرفته از پایان نامه است که با حمایت مالی دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی (شماره قرارداد: ۴۳۰۰۲۲۱۳) انجام شده است. نویسندگان مقاله همچنین از همکاری صمیمانه سرکارخانم مهندس صاحب الزمانی مسئول محترم آزمایشگاه غذا و دارو دانشگاه علوم پزشکی سبزوار در این پژوهش تشکر و قدردانی می‌نمایند.

References

1. Shahidi F. Quality characteristics of edible oils. Quality of Fresh and Processed Foods. 2004;542:239-49.
2. Askarpour SA, Molaee-Aghaee E, Ghaderi-Ghahfarokhi M, Shariatifar N, Mahmudiono T, Sadighara P, et al. Potentially toxic elements (PTEs) in refined and cold-pressed vegetable oils distributed in Ahvaz, Iran: a probabilistic health risk assessment. Biological Trace Element Research. 2023;201(9):4567-75.
3. Warner K, Orr P, Glynn M. Effect of fatty acid composition of oils on flavor and stability of fried foods. Journal of the American Oil Chemists' Society. 1997;74(4):347-56.
4. Ichu C, Nwakanma H. Comparative study of the physicochemical characterization and quality of edible vegetable oils. International Journal of Research in Informative Science Application and Techniques (IJRISAT). 2019;3(2):1-9.
5. Aalipanah E, Berizi E, Khamoushi A, Zare M, Sohrabi Z. Edible oils consumption and the fatty acids profile of the most common consumed brands in Shiraz, Iran. Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology. 2021;15(1):1052-61.
6. Rękas A, Wroniak M, Szterk A. 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. 2016; 31(2):249-61.
7. Frančáková H, Ivanišová E, Dráb Š, Krajčovič T, Tokár M, Mareček J, et al. Composition of fatty acids in selected vegetable oils. Potravinarstvo. 2015;9(1):538-42.
8. Yazdanpanah S, Mohammadi S, Elhami Rad AH. The effect of aqueous extract of white tea on heat resistance of sesame oil prepared by cold pressing. Iranian Food Science & Technology Research Journal. 2022;18(2):367-82.
9. Sabbahi R, Azzaoui K, Rhazi L, Ayerdi-Gotor A, Aussenac T, Depeint F, et al. Factors affecting the quality of Canola grains and their implications for grain-based foods. Foods. 2023;12(11):2219.
10. Hamm W, Hamilton RJ, Calliauw G. Edible Oil Processing. 2nd ed. West sussex: Wiley Online Library; 2013.
11. Wroniak M, Rękas A. 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. 2017;54:1350-56.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-03]

12. Hojjati M. The qualitative characteristics of the oils prepared in the extraction oil stores in the presence of the customer. Journal of Food Science and Technology. 2021;17(108):1-15 (in Persian).
13. Mengistie T, Alemu A, Mekonnen A. Comparison of physicochemical properties of edible vegetable oils commercially available in Bahir Dar, Ethiopia. Chemistry International. 2018;4(2):130-35.
14. Akbari-adergani B, Ezeddin M, Hashemi Mogaddam H, Shoeibi S. Effect of production process on concentration of Lead and Arsenic in sunflower oil. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences. 2015;25(127):38-48 (in Persian).
15. Oyagbemi AA, Azeez OI, Saba AB. Interactions between reactive oxygen species and cancer: the roles of natural dietary antioxidants and their molecular mechanisms of action. Asian Pacific Journal of Cancer Prevention. 2009;10(4):535-44.
16. Farmani J, Tirgarian B, Razmpour M. Evaluation of physicochemical properties of sesame oil from local extraction stores of Mazandaran province. Journal of Food Science and Technology. 2019;15(84):175-87 (in Persian).
17. Mehrnia MA, dehghan N, Zadeh Dabagh R. Evaluation of chemical characteristics and thermal stability of sesame oil prepared using cold press in Ahvaz. Journal of Food Science and Technology 2022;19(122):47-58 (in Persian).
18. Abtahi M, Dobaradaran S, Koolivand A, Jorfi S, Saeedi R. Assessment of cause-specific mortality and disability-adjusted life years (DALYs) induced by exposure to inorganic arsenic through drinking water and foodstuffs in Iran. Science of The Total Environment. 2023;856:159118.
19. Kheirati Rounizi S, Akrami Mohajeri F, Moshtaghi Broujeni H, Pourramezani F, Jambarsang S, Kiani H, et al. The chemical composition and heavy metal content of sesame oil produced by different methods: a risk assessment study. Food Science & Nutrition. 2021;9(6):2886-93.
20. Saguy IS, Dana D. Integrated approach to deep fat frying: engineering, nutrition, health and consumer aspects. Journal of Food Engineering. 2003;56(2-3):143-52.
21. Hosseini S, Esteri S, Didar V. Evaluation of the effect of the method of extracting sesame oil on fatty acid profile, antioxidant capacity and its oxidative stability. Journal of Innovation in Food Science and Technology. 2019;11(1):71-83.
22. Kalteh S, Ahmadi E, Ghaffari H, Yousefzadeh S, Abtahi M, Dobaradaran S, et al. Occurrence of polycyclic aromatic hydrocarbons in meat and meat products: systematic review, meta-analysis and probabilistic human health risk. International Journal of Environmental Analytical Chemistry. 2022:1-15.
23. Jahed Khaniki G, Safaei P, Barik Gugjlu R, Mohajer A. Determination of peroxide value of edible oils used in sandwich and falafel shops in Tehran. Iranian Journal of Health and Environment. 2018;10(4):501-10 (in Persian).
24. Esmaeilzadeh kenari R, Mehdipoor SZ. Antioxidant effect of kiwi peel methanolic extract on oxidative stability of sunflower oil during storage condition. Iranian Food Science and Technology Research Journal. 2012;8(2):245-50 (in Persian).
25. Esmaeilzadeh kenari R, Mehdipoor SZ, Razavi R. Investigate the changes in fatty acid and antioxidant properties of kiwifruit (Actinidia deliciosa) peel extract on stability of sunflower oil in thermal conditions. Journal of Food Science and Technology.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-03]

2017;14(7):125-35 (in Persian).
26. El Khier MKS, Ishag KEA, Yagoub AA. Chemical composition and oil characteristics of sesame seed cultivars grown in Sudan. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. 2008;4(6):761-66.
27. Symoniuk E, Wroniak M, Napiórkowska K, Brzezińska R, Ratusz K. Oxidative stability and antioxidant activity of selected cold-pressed oils and oils mixtures. Foods. 2022;11(11):1597.
28. Özcan MM, Al Juhaimi F, Ghafoor K, Babiker EE, Özcan MM. Characterization of physico-chemical and bioactive properties of oils of some important almond cultivars by cold press and soxhlet extraction. Journal of Food Science and Technology. 2020;57:955-61.
29. Food and Drug Administration of The Islamic Republic of Iran (IFDA). Guideline of health characteristics of oil seeds and fruits, edible oils and fats. Tehran: IFDA; 2007, Report No.: Fdop250711v2 (in Persian).
30. Firestone D. Official Methods and Recommended Practices of the AOCS. Urbana, Illinois: American Oil Chemists' Society Press; 2017.
31. Iranian National Standardization Organization (INSO). Edible fats and oils – refined sesame oil-specifications and test methods. Tehran: INSO; 2014. Report No.: ISIRI 1752 (in Persian).
32. Iranian National Standardization Organization (INSO). Edible fat and oils – sunflowers oil specifications and test methods. Tehran: INSO; 2018. Report No.: ISIRI 1300 (in Persian).
33. Iranian National Standardization Organization (INSO). Animal and vegetable oils and fats - crude canola oil (crude low erucic acid rapeseed oil) – specifications and test method. Tehran: INSO; 2014. Report No.: ISIRI 4935-1 (in Persian).
34. Iranian National Standardization Organization (INSO). Animal and vegetable fats and oils - determination of copper iron and nickel contents - graphite furnace atomic absorption method. Tehran: INSO; 2020. Report No.: ISIRI 4088 (in Persian).
34. Iranian National Standardization Organization (INSO). Animal and vegetable fats and oils determination of lead by direct graphite furnace atomic absorption spectroscopy. Tehran: INSO; 2011. Report No.: ISIRI 4089 (in Persian).
36. Farzin L, Moassesi ME. Determination of metal contents in edible vegetable oils produced in Iran using microwave-assisted acid digestion. Journal of Applied Chemical Research. 2014;8(3):35-43.
37. Tesfaye B, Abebaw A. Physico-chemical characteristics and level of some selected metal in edible oils. Advances in Chemistry. 2016;2016:3480329.
38. Iwuchukwu A, Agu H, Mba J, Igwe N. Conformability of five brands of vegetable oil sold in Roban Stores Awka, Nigeria to NAFDAC set standards. E-Proceedings of the Faculty of Agriculture International Conference; 2023; Awka, Nigeria. p. 207-12.
39. Jose R. Quality assessment of coconut oil and detection of adulteration [dissertation]. Vellanikkara: Kerala Agricultural University; 2020.
40. Konuskan DB, Arslan M, Oksuz A. Physicochemical properties of cold pressed sunflower, peanut, rapeseed, mustard and olive oils grown in the Eastern Mediterranean region. Saudi Journal of Biological Sciences. 2019;26(2):340-44.
41. Yadav S. Edible oil adulterations: current issues,

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-03]

detection techniques, and health hazards. International Journal of Chemical Studies. 2018;6(2):1393-97.

42. Andoh SS, Nyave K, Asamoah B, Kanyathare B, Nuutinen T, Mingle C, et al. Optical screening for presence of banned Sudan III and Sudan IV dyes in edible palm oils. Food Additives and Contaminants: Part A. 2020;37(7):1049-60.

43. Midhun J, Stephi D, Muthamil Selvi K, Kameshwari Y, Swatika SK, Sunil CK. Effect of emerging pretreatment methods on extraction and quality of edible oils: a review. Food and Humanity. 2023;1:1511-22.

44. Angaye SS, Maduelosi NJ. Comparative study of the physicochemical properties of some refined vegetable oils sold in mile one market and some departmental stores in Port Harcourt, Rivers State, Nigeria. Food Science and Quality Management. 2015;39:16-19.

45. Aremu M, Ibrahim H, Bamidele T. Physicochemical characteristics of the oils extracted from some Nigerian plant foods–a review. Chemical and Process Engineering Research. 2015;32:36-52.

46. Kumar G, Lakshmi N, Deena C, Sekhar VC, Nikhitha NM, Begum MMH, et al. Determination of the quality of coconut oils (unrefined grade) and (refined grade) produced from three survey regions of East Godavari District, India. Asian Journal of Applied Chemistry Research. 2019;2(3-4):1-8.

47. Hasan M, Jahan R, Alam MA, Khatun MK, Al-Reza SM. Study on physicochemical properties of edible oils available in Bangladeshi local market. Archives of Current Research International. 2016;6(1):1-6.

48. Al-Majidi MIH, Bader AT. Physicochemical characteristics of some imported edible vegetable oils in Iraq. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2015;6(5):488-94.

49. Muttagi GC, Joshi N. Physico-chemical composition of selected sunflower seed cultivars. International Journal of Chemical Studies. 2020;8:2095-100.

50. Roiaini M, Ardiannie T, Norhayati H. Physicochemical properties of canola oil, olive oil and palm olein blends. International Food Research Journal. 2015;22(3):1227.

51. Olaleye O, Eke M, Aondo T. Extraction, physicochemical and phytochemical characterization of oil from sesame seed. Asian Food Science Journal. 2018;1(4):1-12.

52. Tunde-Akintunde T, Akintunde B. Some physical properties of sesame seed. Biosystems engineering. 2004;88(1):127-29.

53. Rahman N, Hashem S, Akther S, Jothi JS. Impact of various extraction methods on fatty acid profile, physicochemical properties, and nutritional quality index of Pangus fish oil. Food Science and Nutrition. 2023;11:4688-99.

54. Memon H, Sherazi ST, Mahesar SA, Shaikh H, Malghani N. Comparative study of quality and thermo-oxidative stability of soybean, palm olein and canola oils with their blends. Authorea Preprints. 2022.

55. Borchani C, Besbes S, Blecker C, Attia H. Chemical characteristics and oxidative stability of sesame seed, sesame paste, and olive oils. Journal of Agricultural Science and Technology. 2010;12(5):585-96.

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

57. Tulashie SK, Kotoka F, Appiah AP, Awuah P,

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-03]

Baiden BK. Effects of roasting and boiling on the yield, quality and oxidative stability of extracted Soya bean oil. Thermal Science and Engineering. 2018;1(2):1-7.

58. Singh MK, Kumar A, Kumar R, Kumar PS, Selvakumar P, Chourasia A. Effects of repeated deep frying on refractive index and peroxide value of selected vegetable oils. International Journal for Research in Applied Sciences and Biotechnology. 2022;9(3):28-31.

59. Maszewska M, Florowska A, Matysiak K, Marciniak-Łukasiak K, Dłużewska E. The study of palm and rapeseed oil stability during frying. Journal of Applied Botany & Food Quality. 2018;91.

60. Tavakoli HR, Naderi M, Jafari SM, Naeli MH. Postmarketing surveillance of the oxidative stability for cooking oils, frying oils, and vanaspati supplied in the retail market. Food Science and Nutrition. 2019;7(4):1455-65.

61. Esfarjani F, Khoshtinat K, Zargaraan A, Mohammadi-Nasrabadi F, Salmani Y, Saghafi Z, et al. Evaluating the rancidity and quality of discarded oils in fast food restaurants. Food Science & Nutrition. 2019;7(7):2302-11.

62. Javedan G, Ghaffari HR, Heidarinejad Z, Zeraei N, Hoseinvandtabar S, Pourramezani F, et al. Concentration of potentially toxic elements in black tea imported to Iran: a potential risk assessment study. Iranian Journal of Health and Environment. 2022;15(1):153-68 (in Persian).

63. Ghane ET, Poormohammadi A, Khazaei S, Mehri F. Concentration of potentially toxic elements in vegetable oils and health risk assessment: a systematic review and meta-analysis. Biological Trace Element Research. 2022;200(1):437-46.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-03]

Available online: https://ijhe.tums.ac.ir

Orginal Article

Investigating the physicochemical characteristics in edible oils produced by cold press and industrial methods in Sabzevar city

Ehsan Manavipour[1], Akbar Eslami[2,3], Abbas Shahsavani[3,4], Ahmad Alahabadi[5], Reza Saeedi[6,7], Fatemeh Shokri Dariyan[3],Mehrnoosh Abtahi[2,3*]

1- MPH Student Environmental Health, MPH Department, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
2- Environmental and Occupational Hazards Control Research Center, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
3- Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
4- Air Quality and Climate Change Research Center, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
5- Department of Environmental Health, School of Health, Sabzevar University of Medical Sciences, Sabzevar, Iran
6- Workplace Health Promotion Research Center, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
7- Department of Health, Safety, and Environment (HSE), School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

ARTICLE INFORMATION:

Received: 30 October 2023
Revised: 17 January 2024
Accepted: 22 January 2024
Published: 10 June 2024

Keywords: Edible oil, Cold press, Chemical quality characteristics, Heavy metals

***Corresponding Author:**
mehrabtahi@yahoo.com

ABSTRACT

Background and Objective: In today's society, preparing healthy food has become challenging due to the variety of food production methods. Oil is produced in several ways in our country. In the cold pressing method, there is insufficient monitoring of the manufactured product. The aim of the present study is to investigate the physicochemical characteristics and the levels of heavy metals of industrial oil compared to cold-pressed oil.

Materials and Methods: In this research, 54 samples of sunflower, sesame, and canola oil produced by both cold pressing and industrial refiningmethods were prepared. Their physicochemical characteristics, including refractive index, acid value, iodine value, saponification value, peroxide value, anisidine value, as well as the concentrations of lead, iron, arsenic and copper were determined. Additionally, the effect of storage time on these characteristics was investigated.

Results: The Iodine number showed the highest deviation from the standard (61%), with an average of 136.70 gI/100g for the cold-pressed oil and 134.48 gI/100g for industrially refined oiland. The average value of the physicochemical characteristics, except for the saponification value, were higher in the cold-pressed oil samples compared to the industrially refined oil samples, but the observed difference was not statistically significant. An investigation into the effect of storage time on physicochemical properties revealed a significant increase in peroxide value ($p<0.01$) and anisidine ($p<0.05$) in both oil groups over a two-month period. The average concentration of arsenic, lead, iron and copper in the studied oils was 0.03, 0.78, 0.05 and 0.05 mg/kgoil, respectively. A deviation from the standard was observed only in one sample of cold-pressed sunflower oil, with an arsenic concentration of 0.11 mg/kgoil).

Conclusion: Based on the obtained results, the refined industrial oils exhibited more favorable chemical characteristics and stability. It is suggested that cold-pressed oils should be consumed within a short period of time. For frying purposes, refined industrial oils are preferable.

Please cite this article as: Manavipour E, Eslami A, Shahsavani A, Alahabadi A, Saeedi R, Shokri Dariyan F, et al. Investigating the physicochemical characteristics in edible oils produced by cold press and industrial methods in Sabzevar city. Iranian Journal of Health and Environment. 2024;17(1):1-22.

Copyright © 2024 Iranian Association of Environmental Health, and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Noncommercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-07-03]