

## بررسی خصوصیات فیزیکی شیمیایی و پایداری اکسایشی روغن سرخ کردنی فاقد پالم در مقایسه با روغن سرخ کردنی حاوی پالم

ایمان امیرسرداری<sup>۱</sup>، سیمین اسداللهی<sup>۲\*</sup>، محمدرضا اسحاقی<sup>۳</sup>

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد پیشوا-ورامین، ورامین، ایران

۲- استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد پیشوا-ورامین، ورامین، ایران

۳- استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد پیشوا-ورامین، ورامین، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۶/۰۴/۲۴ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۵/۲۹)

### چکیده

به دلیل ترکیب شیمیایی ویژه، روغن پالم به طور گسترده‌ای در محصولات غذایی مختلف از جمله مارگارین‌ها، شورتینگ‌ها، روغن‌های آشپزی و به ویژه روغنهای سرخ کردنی استفاده می‌شود. در پژوهش حاضر خصوصیات فیزیکی شیمیایی و پایداری اکسایشی روغن سرخ کردنی فاقد پالم فرموله شده از روغنهای گیاهی کلزا، ذرت و آفتابگردان در مقایسه با روغن سرخ کردنی حاوی پالم مورد بررسی قرار گرفت. نسبتهای روغنهای سرخ کردنی تولید شده از روغنهای پالم، ذرت، کلزا و آفتابگردان به ترتیب از راست به چپ ۱۰:۲۰:۲۰:۵۰ برای تیمار ۱ (شاهد)، ۱۰:۳۰:۶۰:۰ برای تیمار ۲، ۱۰:۴۰:۵۰:۰ برای تیمار ۳، ۱۰:۵۰:۴۰:۰ برای تیمار ۴ و ۱۰:۶۰:۳۰:۰ برای تیمار ۵ می باشد. نتایج به دست آمده نشان می دهد حذف روغن پالم از فرمولاسیون باعث افزایش عدد یدی و کاهش اشباعیت، عدد صابونی و نقطه دود می شود. با در نظر گرفتن خصوصیات فیزیکی شیمیایی، بررسی ها نشان می دهد در نمونه های فاقد روغن پالم (تیمارهای ۲ تا ۵) با افزایش نسبت روغن کلزا و کاهش نسبت روغن ذرت در فرمولاسیون مجموع اسیدهای چرب اشباع، نقطه دود و عدد صابونی کاهش و عدد یدی افزایش می یابد. نتایج بررسی های پایداری اکسایشی حاکی از کاهش زمان پایداری اکسایشی و همچنین افزایش عدد پراکسید، عدد اسیدی و عدد آنزیدین در روغنهای سرخ کردنی فاقد پالم بود. در نمونه های فاقد روغن پالم با افزایش نسبت روغن ذرت و کاهش نسبت روغن کلزا عدد اسیدی و عدد آنزیدین افزایش و زمان پایداری اکسایشی کاهش خواهد یافت در حالیکه هیچ تغییر معنی داری در مقادیر عدد پراکسید مشاهده نشد. در نهایت با توجه به نتایج به دست آمده تیمار شاهد (حاوی پالم) دارای بهترین خصوصیات فیزیکی شیمیایی و همچنین پایداری اکسایشی بود؛ در میان تیمارهای فاقد پالم، تیمار ۵ حائز بهترین شرایط بود.

**کلید واژگان:** روغن پالم، روغن سرخ کردنی، خصوصیات فیزیکی شیمیایی، پایداری اکسایشی

\* مسئول مکاتبات: s\_asadolahi@yahoo.com

## ۱- مقدمه

امروزه با افزایش مصرف غذاهای سرخ شده، استفاده از روغنهای مخصوص سرخ کردن کاربرد گسترده ای پیدا کرده است. از آنجا که در فرآیند سرخ کردن تحت شرایط حاد حرارتی انجام می گیرد، بنابراین روغنهای مخصوص سرخ کردن می بایست از پایداری حرارتی قابل قبولی برخوردار باشند چرا که مقاومت پایین این روغنها منجر به انجام واکنشهای نامطلوبی نظیر آبکافت<sup>۱</sup>، اکسایش<sup>۲</sup> و یا پلیمریزاسیون<sup>۳</sup> خواهد شد [۱]. واکنشهای نامطلوب ذکر شده با تولید مواد ضد تغذیه ای همراه بوده که می تواند سلامت مصرف کننده را با خطر مواجه کند [۲-۳]. روغن سرخ کردنی به روغنی اطلاق می گردد که نسبت به سایر روغنهای خوراکی که به منظور پخت و پز و یا سالاد مصرف می شوند حاوی مقادیر اسیدهای چرب اشباع بالاتری بوده و از پایداری حرارتی قابل قبولی برخوردار باشد [۴]. یکی از منابع نباتی خوراکی که به صورت گسترده در فرمولاسیون روغنهای مخصوص سرخ کردن استفاده میگردد روغن پالم میباشد [۵]. این روغن حائز شرایط استفاده در روغنهای مخصوص سرخ کردن میباشد. پالم از میوه درختی به نام *Elaeis guineensis* به دست می آید که در مناطق گرمسیری آسیا (عمدتا در مالزی و اندونزی)، آفریقا و آمریکا رشد می کند [۲]. میزان اسیدهای چرب اشباع روغن پالم بیشتر از سایر روغنها بوده و نسبت دو نوع اسید چرب اشباع و غیر اشباع تقریباً یکسان (۵۰ درصد اسید چرب غیر اشباع بدون داشتن ترکیبات ترانس) و ۵۰ درصد اسیدهای چرب اشباع است [۲، ۱]. اسیدهای چرب اشباع شده موجود در روغن پالم به ترتیب اسید پالمیتیک ۴۴ درصد، اسید استئاریک ۴/۳ درصد و اسیدهای چرب غیر اشباع آن اسید اولئیک با ۳۷ و اسید لینولئیک ۱۰ درصد می باشد [۶]. به دلیل مقدار اندک اسیدهای چرب چند غیر اشباع، این روغن پایداری مناسبی در برابر تغییرات ناشی از اکسیداسیون داشته و در صنعت برای سرخ کردن عمیق مورد استفاده قرار می گیرد چرا که به سرعت پلیمریزه نخواهد شد [۷]. عمر نگهداری طولانی روغن پالم و تمایل کمتر نسبت به دود کردن و پلیمریزه شدن، این روغن را در مقایسه با روغن سویا و ذرت روغن مناسبتری برای سرخ کردن کرده است [۱]. روغنهایی نظیر سویا و کلزا که ترکیبات

غیر اشباع زیادی دارند برای سرخ کردن مناسب نیستند [۸]. یکی از راههای مرسوم برای افزایش پایداری اکسایشی چنین روغنهایی مخلوط کردن آنها با روغنهایی است که ترکیبات غیر اشباع کمتری دارند. روغن پالم از جمله روغنهای مناسب برای مخلوط کردن با روغنهای غیر مقاوم به حرارت به شمار میرود [۲]. این روغن با مشکل دود کردن که ناشی از حضور اسیدهای چرب کوتاه زنجیره است مواجه نیست اما وجود مقدار اسیدهای چرب اشباع (بیش از ۴۵ درصد) کیفیت تغذیه ای این محصول را با چالش روبه رو میکند [۹].

از پژوهش های پیشین انجام شده در این زمینه می توان به بررسی های Man و همکاران [۱۰] بر عملکرد سرخ کردن روغن پالم و نارگیل، مقایسه روغنهای حاوی اسیدهای چرب تک اشباع و چند اشباع شامل روغنهای زیتون، آفتابگردان و پالم اولئین در فرآیند پیوسته سرخ کردن توسط Pantzaris [۱۱]. بررسی ویژگی های حسی و فیزیکوشیمیایی روغن سرخ کردنی تولید شده بر پایه روغن پالم و بادام زمینی توسط Abdulkarim و همکاران [۱۲]، خصوصیات فیزیکوشیمیایی شامل رنگ، اسیدهای چرب آزاد، عدد پراکسید، عدد آنیزیدین، عدد توتوکس و میزان ترکیبات پلیمری روغن سرخ کردنی تولیدی شامل نسبتهای متفاوت روغنهای پالم، کنجد و کانولا توسط Serjouie و همکاران [۱۳] و همچنین بررسی شرایط سرخ کردن در دماهای متفاوت (۱۵۰، ۱۶۵ و ۱۸۰°C) بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی شامل عدد اسیدی، عدد آنیزیدین، ترکیب اسیدهای چرب، ترکیبات قطبی کل و رنگ روغن پالم توسط Aniolowska و Kita [۹] اشاره نمود.

با توجه به محتوای نسبتاً بالای ترکیب اسیدهای چرب اشباع در روغن پالم و همچنین عدم پذیرش این روغن از سمت مصرف کننده در شرایط فعلی، بنابراین استفاده از منابع جدید روغنهای نباتی خوراکی با این منبع روغنی به گونه ای که تأثیر آنچنانی بر ویژگیهای مطلوب روغن سرخ کردنی بوجود نیاید امری ضروری به نظر می رسد. بنابراین هدف اصلی از این تحقیق، جایگزینی روغنهای نباتی با روغن پالم بدون ایجاد تغییرات عمده در ویژگیهای فیزیکوشیمیایی مطلوب و مورد نظر روغن مخصوص سرخ کردن می باشد. در این بررسی از روغنهای گیاهی خوراکی شامل ذرت، کلزا و آفتابگردان به عنوان جایگزین روغن پالم استفاده و خصوصیات فیزیکوشیمیایی و پایداری اکسایشی روغن سرخ کردنی حاصله

1. Hydrolysis
2. Oxidation
3. Polymerization

بررسی خواهد شد که تاکنون تحقیق مشابهی با پژوهش حاضر در ایران و جهان انجام نگرفته است.

## ۲- مواد و روش ها

### ۲-۱- مواد

روغهای پالم، ذرت، کلزا و آفتابگردان (خنثی، بی بو و بی رنگ شده) از کارخانه اویلا (البرز، ایران) دریافت گردید. تمامی مواد شیمیایی مورد استفاده در این پژوهش از شرکت مرک (دارمشتات، آلمان) خریداری گردید.

### ۲-۲- روشها

#### ۲-۲-۱- نیم رخ اسیدهای چرب

آماده سازی متیل استر اسیدهای چرب طبق روش شماره AOCS Ce 2-66<sup>[۱۴]</sup> و آنالیز آنها با دستگاه گاز کروماتوگرافی یانگ لین (سئول، کره جنوبی) مدل ۶۱۰۰۰ میکرومتر بر طبق روش شماره 91 AOCS Ce 1e- انجام شد [۱۴]. بدین منظور ۰/۳۵ گرم نمونه روغن و ۶ میلی لیتر سود متانولی (۰/۵ نرمال در متانول) در یک ارلن ۵۰ میلی لیتری ریخته و با اتصال مبرد به آن به مدت ۱۰ دقیقه حرارت داده شد. سپس ۷ میلی لیتر محلول BF<sub>3</sub> متانولی (۱۲۵ گرم BF<sub>3</sub> در ۱ لیتر متانول) به آن افزوده و حرارت دهی ۲ دقیقه دیگر ادامه یافت. سپس حرارت قطع، مبرد جدا و به آن ۱۵ میلی لیتر آب نمک اشباع اضافه شد تا فاز آلی به خوبی جدا شود. سپس ۱ میلی لیتر از فاز آلی برداشته و اندکی سولفات سدیم به آن افزوده و همزده شد و با کاغذ صافی صاف گردید. به محلول صاف شده، ۱ میلی لیتر هپتان نرمال اضافه گردید و ۱ میکرولیتر از آن به دستگاه کروماتوگرافی گازی تزریق شد. دستگاه مجهز به تزریقگاه دوپاره کننده<sup>۴</sup> و آشکارساز یونیزاسیون شعله<sup>۵</sup> بود. نام ستون موینه CP Sil 88، طول، قطر داخلی و ضخامت آن به ترتیب ۱۰۰ متر، ۰/۲۵ میلی متر و ۰/۲۵ میکرومتر بود. نسبت دوپارگی<sup>۶</sup> ۴۰، گاز حامل نیتروژن، دمای آشکار کننده و تزریقگاه به ترتیب ۲۸۰ °C و ۲۴۰ °C بود. دمای راه اندازی ستون ۱۹۸ °C و فشار سر ستون ۲۹/۵ PSI بود.

#### ۲-۲-۲- اندازه گیری عدد یدی

عدد یدی با کمک نیم رخاسید چرب نمونه ها طبق روش محاسبه ای Cd 1c-85 AOCS انجام گرفت (معادله ۱) [۱۴].

معادله ۱

$$\text{عدد یدی} = (\%C16:1 \times 0.95) + (\%C18:1 \times 0.86) + (\%C18:2 \times 1.732) + (\%C18:3 \times 2.616) + (\%C20:1 \times 0.785) + (\%C22:1 \times 0.723)$$

#### ۲-۲-۳- اندازه گیری نقطه دود

این آزمون مطابق با روش AOCS به شماره Ca 9a-48 انجام شد [۱۴].

#### ۲-۲-۴- اندازه گیری عدد صابونی

اندازه گیری اندیس صابونی مطابق روش AOCS به شماره Cd 3-25 انجام شد [۱۴].

آزمون شال

اسید چرب آزاد و اندیس پر اکسید در قالب آزمون شالدر دمای ۶۰ °C و با فاصله زمانی ۳ روز تا روز ۱۸ ام اندازه گیری شد [۱۵].

#### ۲-۲-۵- اندازه گیری عدد پر اکسید

اندازه گیری اندیس پراکسید مطابق روش AOCS Cd 8-23 مورد آزمون قرار گرفت [۱۴].

#### ۲-۲-۶- اندازه گیری عدد اسیدی

اینکار به روش تیتراسیون با هیدروکسید سدیم مطابق روش AOCS به شماره Ca 5a-40 و بر اساس اسید اولئیک انجام شد [۲].

#### ۲-۲-۷- اندازه گیری عدد پارا- آنیزیدین

عدد پارا- آنیزیدین مطابق روش AOCS به شماره Cd 18-90 اندازه گیری گردید [۱۴]. بدین منظور ۰/۵ گرم روغن در بالون ۲۵ میلی لیتری به حجم رسانده سپس ۵ میلی لیتر از این محلول با یک میلی لیتر از محلول ۰/۲۵ درصد پارا- آنیزیدین در استیک اسید گلاسیال مخلوط شده و پس از گذشت ۱۰ دقیقه جذب آن در طول موج ۳۵۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر مدل UV-2550 (شیمادزو، ژاپن) قرائت گردید. عدد پارا- آنیزیدین با استفاده از معادله ۲ به دست می آید.

4. American oil chemist's society
5. Splited
6. Flame Ionization Detector
7. Splited Ratio

معادله ۲

تصادفی از نرم افزار SPSS 16.0 استفاده گردید. برای بررسی معنی یا عدم معنی داری میان میانگین های به دست آمده از آزمون تعقیبی دانکن استفاده گردید.

$$p - \text{Anisidine value} = \frac{25 \times (1.2As - Ab)}{m}$$

As, Ab و m به ترتیب نشانگر جذب محلول قبل از واکنش با محلول پارا-آنیزیدین، جذب محلول بعد از واکنش با محلول پارا-آنیزیدینو جرم نمونه می باشند.

۲-۲-۸- اندازه گیری شاخص پایداری اکسایشی (آزمون رنسیمت)

پایداری اکسایشی (دوره اکسایش کند) با استفاده از دستگاه رنسیمت متروم (هریسائو، سوئیس) مدل ۷۴۳ منطبق با روش AOCS به شماره cd 12b-92 در دمای ۱۱۰°C، میزان ۲/۵ گرم نمونه و دبی هوای ۲/۵ میلی لیتر در دقیقه اندازه گیری گردید [۱۴].

### ۲-۳- تجزیه و تحلیل آماری

تمامی آزمون های این پژوهش با حداقل ۳ تکرار انجام گردید. به منظور مقایسه میانگین یک طرفه تیمارها در قالب طرح کاملاً

## ۳- نتایج و بحث

### ۳-۱- خصوصیات فیزیکی شیمیایی نمونه ها

#### ۳-۱-۱- ترکیب اسیدهای چرب

نتایج مربوط به ترکیب اسیدهای چرب نمونه های مورد بررسی در جدول ۱ نشان داده شده است. بررسی ها نشان می دهد اثر تیمارها بر نیم رختامی اسیدهای چرب معنی دار می باشد ( $P < 0.01$ ). بیشترین میزان اسید چرب پالمیتیک اسید برای تیمار ۱ با ۲۳/۶۵ درصد و کمترین آن در تیمار ۵ به میزان ۶/۷۸ درصد مشاهده گردید. قابل توجه اینکه بین تیمار ۱ و ۲ با بقیه تیمارها و تیمار ۳ با تیمارهای ۴ و ۵ تفاوت معنی دار مشاهده گردید.

Table 1 Fatty acid composition of frying oil samples

| Treatment 5             | Treatment 4              | Treatment 3               | Treatment 2              | Treatment 1             | Fatty acids kind      |
|-------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------|
| 6.7± 0.05 <sup>c</sup>  | 7.4± 0.05 <sup>c</sup>   | 8.0± 0.05 <sup>b</sup>    | 8.7± 0.05 <sup>ab</sup>  | 23.6± 0.05 <sup>a</sup> | Stearic acid, C16:0   |
| 2.6± 0.05 <sup>b</sup>  | 2.6± 0.05 <sup>b</sup>   | 2.5± 0.05 <sup>b</sup>    | 2.5± 0.05 <sup>b</sup>   | 3.5± 0.05 <sup>a</sup>  | Palmitic acid, C18:0  |
| 51.6± 0.05 <sup>a</sup> | 47.7± 0.05 <sup>b</sup>  | 44.2± 0.05 <sup>cd</sup>  | 43.9± 0.05 <sup>de</sup> | 43.5± 0.05 <sup>e</sup> | Oleic acid, C18:1     |
| 33.2± 0.05 <sup>d</sup> | 36.5± 0.05 <sup>c</sup>  | 39.8± 0.05 <sup>b</sup>   | 43.2± 0.05 <sup>a</sup>  | 25.6± 0.05 <sup>e</sup> | Linoleic acid, C18:2  |
| 5.1± 0.05 <sup>a</sup>  | 4.4± 0.05 <sup>b</sup>   | 3.7± 0.05 <sup>c</sup>    | 2.99± 0.05 <sup>d</sup>  | 1.98± 0.05 <sup>e</sup> | Linolenic acid, C18:3 |
| 9.4± 0.05 <sup>d</sup>  | 10.0± 0.05 <sup>cd</sup> | 10.68± 0.05 <sup>bc</sup> | 11.3± 0.05 <sup>b</sup>  | 26.5± 0.05 <sup>a</sup> | Saturated fatty acids |

Data are presented as the means ± SD of three replicates. Different superscripts show significant differences in each column at  $p < 0.05$ . PO: palm oil, CO: corn oil, CZO: colza oil, SFO: sunflower oil. PO, CO, CZO and SFO were respectively from left to right 50:20:20:10 for treatment 1, 0:60:30:10 for treatment 2, 0:50:40:10 for treatment 3, 0:40:50:10 for treatment 4 and 0:30:60:10 for treatment 5.

نشان ندادند ( $P > 0.05$ ). با توجه به جدول ۱ تاثیر تیمار بر میزان اسید چرب اولئیک اسید معنی دار می باشد ( $P < 0.05$ ). نتایج حاکی از آن است که تیمار ۵ با ۵۱/۱۶ دارای بیشترین میزان و تیمار ۱ با ۴۳/۵۳ درصد دارای کمترین مقادیر اولئیک اسید هستند. قابل توجه اینکه تیمار ۵ با دیگر تیمارها تفاوت معنی داری نشان داد در حالیکه این اثر بین تیمارهای ۱ و ۲ و همچنین تیمارهای ۲ و ۳ مشاهده نگردید ( $P > 0.05$ ). با توجه به این مطلب که اسید چرب غالب در روغن کلزا اولئیک اسید

تیمارهای ۴ و ۵ تفاوت معنی داری نشان ندادند. از آنجا که اسید چرب غالب روغن پالم پالمیتیک اسید می باشد تیمار ۱ دارای بیشترین میزان آن بوده و به ترتیب با کاهش و افزایش پیوسته روغنهای ذرت و کلزا میزان این اسید چرب کاهش می یابد. تیمار ۱ با ۳/۵۱ دارای بیشترین میزان و تیمار ۲ با ۲/۵۷ درصد دارای کمترین میزان استئاریک اسید هستند. همچنین میان تیمار ۱ با دیگر تیمارها تفاوت معنی داری مشاهده گردید ( $P < 0.01$ ) در حالیکه تیمارهای ۲ تا ۵ تفاوت معنی داری

می باشد، به طور کلی با افزایش نسبت کلزا و کاهش نسبت ذرت مقادیر این اسید چرب افزایش خواهد یافت. نتایج جدول ۱ نشان می دهد تاثیر تیمار بر میزان لینولئیک اسید معنی دار می باشد ( $P < 0.05$ ). تیمار ۲ با  $43/22$  دارای بیشترین میزان و تیمار ۱ با  $25/65$  درصد دارای کمترین میزان لینولئیک اسید هستند. نکته قابل ذکر اینکه تیمار تمام تیمارها با یکدیگر تفاوت معنی داری نشان می دهند ( $P < 0.05$ ). از آنجا اسید چرب غالب در روغن ذرت لینولئیک اسید می باشد، با افزایش نسبت این روغن در مخلوط ها، مقادیر آن افزایش می یابد. دیگر نتایج جدول ۱ حاکی از آن است که تاثیر تیمار بر میزان لینولئیک اسید معنی دار می باشد ( $P < 0.01$ ). تیمار ۵ با  $5/1$  دارای بیشترین میزان و تیمار ۱ با  $1/98$  درصد دارای کمترین میزان لینولئیک اسید هستند. قابل توجه اینکه تمام تیمارها با یکدیگر تفاوت معنی داری نشان می دهند ( $P < 0.05$ ). از آنجا که روغن کلزا در تا حدودی دارای لینولئیک اسید می باشد، بنابراین با افزایش نسبت آن در مخلوط ها مقادیر این اسید چرب افزایش می یابد. بررسی میزان مجموع اسیدهای چرب اشباع (SFA) نشان می دهد تیمار ۱ با  $26/11$  دارای بیشترین میزان و تیمار ۵ با  $9/41$  درصد دارای کمترین میزان مجموع اسیدهای چرب اشباع هستند. قابل ذکر است که میان تیمار ۱ با دیگر تیمارها تفاوت معنی دار مشاهده می گردد ( $P < 0.05$ ) در حالیکه چنین اثری میان تیمارهای ۲ و ۳ و همچنین ۴ و ۵ مشاهده نشد ( $P > 0.05$ ). لازم بذکر است که تیمار ۲ با تیمار ۴ و ۵ و تیمار ۳ با تیمار ۵ دارای تفاوت معنی دار است ( $P < 0.05$ ). این نتایج می تواند به حذف روغن پالم از فرمولاسیون و همچنین افزایش پیوسته نسبت روغن کلزا (از تیمار ۲ تا ۵) نسبت داده شود چرا که در میان روغن های استفاده شده برای تولید روغن سرخ کردنی در این پژوهش، روغن کلزا بیشترین غیر اشباعیت را دراست.

نتایج به دست آمده برای ترکیب اسیدهای چرب روغنهای سرخ کردنی در تطابق با یافته های Abdulkarim و همکاران [۱۲] بود چرا که گزارش کردند با افزایش نسبت روغنهای حاوی اسیدهای چرب اشباع بالا در مخلوط روغنی، محتوای اسیدهای چرب اشباع افزایش و همچنین مقادیر اسیدهای چرب غیر اشباع کاهش نشان خواهد داد.

### ۳-۱-۲- عدد یدی

به طور کلی این شاخص برای روغن و چربیهای با منشأ حیوانی تا حدود زیادی کمتر از روغنهای با منشأ گیاهی می باشد [۸]. لازم به ذکر است در میان منابع گیاهی روغنهای نارگیل و پالم به دلیل محتوای اسیدهای چرب اشباع شده نسبتاً بالا دارای کمترین عدد یدی نسبت به سایر روغنهای نباتی می باشند [۱۶]. با توجه به جدول ۲، تاثیر تیمارها بر عدد یدی معنی دار بودند ( $P < 0.01$ ). نتایج به دست آمده حاکی از آن است که تیمار ۲ با  $119/2$  بالاترین و تیمار ۱ با  $86/3$  دارای کمترین میزان عددی یدی هستند. قابل ذکر است که میان تیمارهای ۲ و ۳ و همچنین ۴ و ۵ تفاوت معنی داری مشاهده نشد در حالیکه تیمار ۱ با تمامی تیمارها دارای تفاوت معنی داری بود. نتایج به دست آمده در این بررسی را می توان به کاهش مقادیر اسیدهای چرب اشباع در نمونه های سرخ کردنی (از تیمار ۲ تا ۵) نسبت داد چرا که عدد یدی دارای نسبتی معکوس با آن می باشد. روغنهای مورد استفاده که به عنوان جایگزین پالم استفاده گردیده اند همگی عدد یدی بالاتری نسبت به این روغن هستند؛ بنابراین چنین امری بدیهی است که با افزایش عدد یدی روغنهای جایگزین پالم این عدد افزایش نشان دهد. چنین نتایجی در تطابق با بررسی های Serjouie و همکاران [۱۷]، Tabasum و همکاران [۱۸] و Abdulkarim و همکاران [۱۲] می باشد، چرا که همگی گزارش نمودند که با افزایش نسبت روغن پالم در فرمولاسیون روغنهای سرخ کردنی عدد یدی کاهش خواهد یافت.

**Table 2** The Smoking point, saponification value (SV) and iodine value (IV) of frying oil samples

| Treatment   | Kind of oil- % |    |     |     | Physiochemical properties |                          |                          |
|-------------|----------------|----|-----|-----|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
|             | PO             | CO | CZO | SFO | Smoke Point (°C)          | SV                       | IV                       |
| Control (1) | 50             | 20 | 20  | 10  | 228±0.41 <sup>a</sup>     | 193.6±0.11 <sup>a</sup>  | 86.3±0.01 <sup>d</sup>   |
| 2           | 0              | 60 | 30  | 10  | 222.40±0.35 <sup>b</sup>  | 189.7±0.22 <sup>b</sup>  | 119.2±0.17 <sup>a</sup>  |
| 3           | 0              | 50 | 40  | 10  | 222.40±0.30 <sup>c</sup>  | 189.4±0.25 <sup>b</sup>  | 117.8±0.08 <sup>ab</sup> |
| 4           | 0              | 40 | 50  | 10  | 217.5±0.47 <sup>d</sup>   | 188.9±0.18 <sup>bc</sup> | 116.8±0.06 <sup>bc</sup> |
| 5           | 0              | 30 | 60  | 10  | 214.03±0.28 <sup>e</sup>  | 188.6±0.01 <sup>c</sup>  | 115.6±0.05 <sup>c</sup>  |

Data are presented as the means ± SD of three replicates. Different superscripts show significant differences in each column at  $p < 0.05$ . PO: palm oil, CO: corn oil, CZO: colza oil, SFO: sunflower oil

### ۳-۱-۳- عدد صابونی

نتایج جدول ۲ نشان می دهد که تاثیر تیمار بر میزان عدد صابونی معنی دار می باشد ( $P < 0.01$ ). تیمار ۱ با ۱۹۳/۶ بالاترین و تیمار ۵ با ۱۸۸/۶۰ دارای کمترین میزان عددی صابونی بودند. نکته قابل ذکر آن که تیمار ۱ با دیگر تیمارها دارای تفاوت معنی دار می باشد در حالیکه میان تیمارهای ۲ تا ۴ و همچنین ۴ و ۵ تفاوت معنی داری مشاهده نشد. لازم به ذکر است که عدد صابونی برای روغنهای پالم، ذرت، کلزا و آفتابگردان به ترتیب ۲۰۰، ۱۸۷، ۱۷۵ و ۱۸۸ می باشد [۱]. بنابراین با کاهش میزان روغن پالم و همچنین افزایش پیوسته میزان روغن کلزا (از تیمار ۲ تا ۵) در فرمولاسیون روغن سرخ کردنی مورد بررسی، عدد صابونی کاهش می یابد. مشابه به یافته های پژوهش حاضر را Man و همکاران [۱۰] که به بررسی عملکرد روغن سرخ کردن روغن پالم اولئین و نارگیل، Bracco و همکاران [۱۹] و Eriksson و Torgard [۲۰] که بررسی خصوصیات فیزیکی شیمیایی مخلوطهای روغنی حاوی پالم پرداخته بودند نیز گزارش نمودند.

### ۳-۱-۴- نقطه دود

نقطه دود درجه حرارتی است که در آن از سطح روغن دود متصاعد و بوی تندی ایجاد می شود و این شاخص برای روغنهای نباتی بالاتر از روغنهای حیوانی میباشد [۲]. حرارت زیاد در هنگام سوختن و دود کردن روغن، گلیسرول را به آکرولئین تبدیل میکند [۳]. نقطه دود روغن به میزان اسیدهای چرب آزاد حاضر در ترکیب آنها بستگی داشته و با افزایش آن دود کردن روغن در دمای پایین تری به وقوع خواهد پیوست [۲]. در اثر نگهداری روغن در شرایط نا مناسب مقادیر

اسیدهای چرب آزاد افزایش یافته که به نوبه خود منجر به کاهش نقطه دود روغن خواهد شد. همچنین میان وزن مولکولی روغن و نقطه دود رابطه معکوسی موجود است [۴]. با توجه به جدول ۲ تاثیر تیمارها بر عدد یدی معنادار بودند ( $P < 0.01$ ). نتایج نشان می دهد که تیمار ۱ با  $228^{\circ}\text{C}$  بالاترین و تیمار ۵ با  $214.03^{\circ}\text{C}$  دارای کمترین میزان نقطه دود بودند. نکته قابل ذکر آن که تمامی تیمارها دارای تفاوت معنی دار بوده و عدم معنی داری در هیچ کدامیک از تیمارها با یکدیگر مشاهده نمی شود ( $P < 0.01$ ). نتایج به دست آمده در این بررسی می تواند به کاهش نسبت روغن ذرت و متعاقباً افزایش روغن کلزا (از تیمار ۲ تا ۵) نسبت داده شود چرا که روغن کلزا دارای اسیدهای چرب آزاد و همچنین ترکیبات گلیسریدی ناقص (مونو و دی آسید گلیسرول) بالاتری نسبت به روغن ذرت می باشد [۲۱]. چنین نتیجه ای نشان می دهد که حضور روغن پالم در روغنهای سرخ کردنی اگرچه با افزایش نسبی مقادیر اسیدهای چرب اشباع همراه است، اما به نوبه خود قادر به بخشیدن خصوصیات فیزیکی مطلوبی به روغن خواهد شد. این نتایج در تطابق با بررسی Wurzinger و Zeddelmann [۲۲] بود چرا که گزارش نمودند با افزایش نسبت روغن پالم و همچنین بادام زمینی در فرمولاسیون محصول، نقطه دود افزایش خواهد یافت. Bracco و همکاران [۱۹] نیز گزارش نمودند که روغنهای حاوی پالم اولئین بالاتر، تغییرات کمتری از نظر میزان ترکیبات پلیمری، ویسکوزیته و میزان کف کردن داشته و در دمای بالاتری (شرایط شدیدتر حرارتی) از خود دود متصاعد خواهند کرد. Man و همکاران [۱۰] گزارش نمودند که ترکیب روغن سرخ کردنی پالم اولئین و نارگیل نقطه دود بالاتری داراست،

در حالیکه روغن نارگیل به تنهایی چنین ویژگی را بروز نمی دهد.

### ۳-۲- بررسی پایداری اکسایشی نمونه ها

#### ۳-۲-۱- عدد پراکسید

پراکسیدهای اسیدهای چرب شاخصی از محصولات اولیه اکسایش بوده و از آنجا که ترکیباتی ناپایدار هستند شاخص خوبی به منظور بیان کیفیت اکسایشی روغنهای تلقی نمی شوند [۱]. محنی های عدد پراکسید نمونه های روغن سرخ کردنی که در قالب آزمون شال به مدت ۱۸ روز در معرض دمای  $60^{\circ}\text{C}$  قرار داده شدند در نمودار ۱ نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می گردد روغن سرخ کردنی حاوی پالم مقادیر عدد پراکسید کمتری نسبت به سایر نمونه های روغن سرخ کردنی فاقد پالم داراست. در حقیقت، از آنجا که میزان اکسیداسیون روغنهای نسبت مستقیمی با محتوای اسیدهای چرب غیر اشباع دارا هستند، روغن پالم با محتوای غیر اشباع شدگی کم تر (عدد یدی کمتر) نسبت به روغنهای ذرت، کانولا و آفتابگردان مقاومت بالاتری داشته و بنابراین تیمار ۱ عدد پراکسید کمتری داراست. منحنی های دیگر نمونه ها روغن سرخ کردنی نیز تفاوت چندانی با یکدیگر نشان ندادند. از آنجا که فرایند اکسیداسیون با گذشت زمان تسریع می یابد، بدیهی است که با سپری شدن هرچه بیشتر از آزمون شال در دمای  $60^{\circ}\text{C}$ ، نمونه ها عدد پراکسید بالاتری خواهند داشت. این نتایج در تطابق با بررسی Serjouie و همکاران [۱۳] می باشد چرا که گزارش نمودند عدد پراکسید مخلوطهای روغنی حاوی مقادیر بالاتر پالم در حین فرایند حرارتی با سرعت کمتری افزایش خواهد یافت. Abdulkarim و همکاران [۱۲] گزارش نمودند که مخلوط روغنی کنجد و پالم داری عدد پراکسید کمتری بوده و در اثر فرایند حرارتی از پایداری قابل قبولی برخوردار است. همچنین چنین نتایجی را Man و همکاران [۱۰] که به بررسی عملکرد روغن سرخ کردن روغن پالم اولئین و نارگیل پرداخته بودند نیز گزارش نمودند.

#### ۳-۲-۲- عدد اسیدی

اسیدهای چرب آزاد به طور معمول محصول تند شدن هیدرولیتیک است که باعث شکستن اتصال استری مولکول تری آسیل گلیسرول و آزاد شدن اسیدهای چرب و به دنبال آن ایجاد عطر و طعم نامطبوع می گردد [۴]. مقدار اسیدهای چرب آزاد شاخص مهم کیفی روغنها در طول تمام مرحله ذخیره-

سازی و فرآوری روغنها می باشد [۲]. لازم بذکر است که افزایش مقادیر اسیدهای چرب آزاد (افزایش عدد اسیدی) تاثیر بسزایی بر کاهش نقطه دود نمونه ها داراست. به طور کلی روغنهایی که در شرایط نامناسبی نگهداری شده اند به دلیل حضور مقادیر بالایی از اسیدهای چرب آزاد که از ساختمان مولکول تری آسیل گلیسرول جدا شده اند، نقطه دودی پایینی دارا هستند [۴]. در نمودار ۲ منحنی های عدد اسیدی نمونه های روغن سرخ کردنی که به مدت ۱۸ روز در معرض دمای  $60^{\circ}\text{C}$  قرار گرفته بودند، نشان داده شده است. نتایج به دست آمده نشان می دهد به دلیل مقاومت بالای روغن حاوی پالم (تیمار ۱) در مقایسه با نمونه های فاقد آن، دارای کمترین میزان عدد اسیدی می باشد. از آنجا که روغنهای سرخ کردنی فاقد رطوبت هستند بنابراین با گذشت زمان از آزمون شال تغییر چندانی در مقادیر عدد اسیدی نمونه ها مشاهده نمی شود. افزایش مقادیر اسیدهای چرب آزاد در نمونه های روغن سرخ کردنی در طول مدت نگهداری همچنین می تواند به گلیسرولیز روغن ها نسبت داده شود. در حقیقت تحت شرایط دمایی ملایم و زمان طولانی (آزمون شال) گلیسرولیز رخ خواهد داد که منجر به افزایش نرخ اکسیداسیون خواهد گردید؛ چرا که بررسی ها نشان داده اند گروه هیدروکسیلی اسیدهای چرب آزاد دارای نقش پرو-اکسیدانی هستند [۱۵]. نتایج به دست آمده برای عدد اسیدی در تطابق با برای نقطه دود نمونه ها می باشد چرا که روغن سرخ کردنی حاوی پالم (تیمار ۱) با دارا بودن بیشترین میزان نقطه دود، کمترین مقدار عدد اسیدی را دارا بود. این نتایج در تطابق با یافته های Abdulkarim و همکاران [۱۲] می باشد چرا که آنان گزارش نمودند مقادیر اسیدهای چرب آزاد در مخلوط روغنی حاوی پالم و کنجد در حین حرارت افزایش آنچنانی نشان نمی دهد. Serjouie و همکاران [۱۳] گزارش نمودند که میزان عدد اسیدی روغن مخلوط پالم و کانولا پس از فرایند حرارتی به مراتب کمتر از روغن کانولا خالص می باشد. در این رابطه Augustin و همکاران [۲۳] گزارش نمودند روغن پالم دارای بالاترین میزان اسید چرب آزاد نسبت به روغنهای سویا و ذرت بود. مقادیر بالای اسید چرب آزاد روغن پالم در بررسی آنان می تواند به قرار گیری روغن در شرایط نامطلوب و همچنین تصفیه نچندان مناسب آن نسبت داد چرا که چنین شرایطی منجر به افزایش فعالیت آنزیم لیپاز موجود در میوه پالم خواهد شد. مشابه به یافته های پژوهش حاضر را Man و همکاران [۱۰] که به بررسی عملکرد روغن سرخ کردن روغن پالم و نارگیل،

شد. بنابراین هر چه غیر اشباعیت روغن کمتر باشد سرعت اکسیداسیون کمتر بوده و در نتیجه میزان تولید محصولات اولیه و به دنبال آن مقادیر محصولات ثانویه کمتر خواهد بود. در این زمینه Abdulkarim و همکاران [۱۲] گزارش نمودند که حرارت دهی روغن مخلوط پالم و کنجد اثر معنی داری بر افزایش عدد آنیزیدین نخواهد گذاشت که می تواند به دلیل مقاومت حرارتی هر دو روغن و همچنین حضور ترکیبات آنتی اکسیدانی قوی (سزامول و سزامولین) در روغن کنجد باشد. نتایج Serjouie و همکاران [۱۳] در تطابق با بررسی حاضر بود چرا که گزارش نمودند مخلوطهای که از نسبت بالاتری از روغن پالم در تهیه آنان استفاده گردیده است، در پایان فرایند حرارتی عدد آنیزیدین کمتری نسبت به نمونه های فاقد پالم و یا حاوی نسبتهای کمتر از آن دارا بودند.

Bracco و Eriksson, Torgard و همکاران [۱۹ و ۲۰] که بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی مخلوطهای روغنی حاوی پالم پرداخته بودند نیز گزارش نمودند.

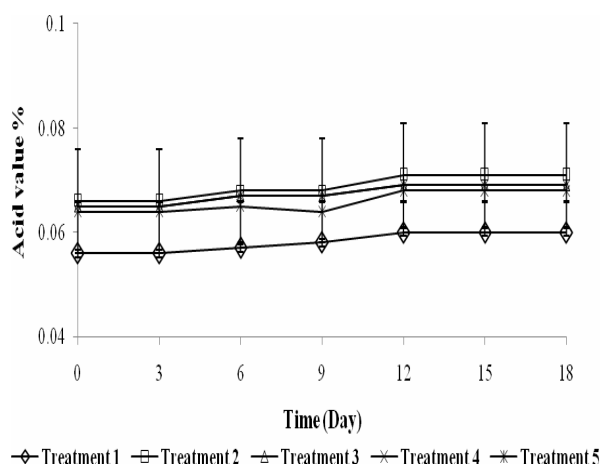
### ۳-۲-۳ عدد آنیزیدین

نتایج جدول ۳ حاکی از آن است که تاثیر تیمار بر میزان عدد آنیزیدین معنی دار می باشد ( $P < 0.01$ ). تیمار ۲ با  $4/3$  بالاترین و تیمار ۱ با  $3/06$  دارای کمترین میزان عدد آنیزیدین بودند. نکته قابل ذکر آن که تیمار ۱ دارای تفاوت معنی دار با بقیه تیمارها بوده در حالیکه چنین اثری میان تیمارهای ۳، ۴ و ۵ و همچنین ۱ و ۵ دیده نمی شود. این نتیجه می تواند به اشباع شدگی بالاتر و به ویژه عدد پراکسید کمتر تیمار ۱ نسبت به دیگر تیمارها نسبت داده شود زیرا این شاخص نشانگر محصولات ثانویه اکسیداسیون بوده که از شکستن ساختار محصولات اولیه اکسیداسیون (هیدروپراکسیدها) تولید خواهد

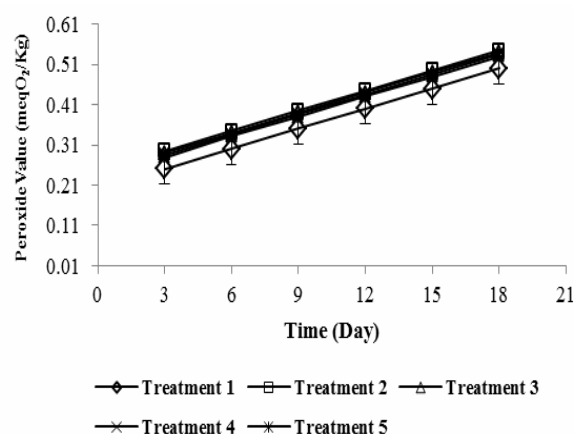
**Table 3** Oxidative stability index (OSI) and Anisidine value of frying oil samples

| Treatment   | Kind of oil- % |    |     |     | Oxidative stability evaluation |                     |
|-------------|----------------|----|-----|-----|--------------------------------|---------------------|
|             | PO             | CO | CZO | SFO | OSI (110 °C)                   | Anisidine value     |
| Control (1) | 50             | 20 | 20  | 10  | $18.6 \pm 0.02^a$              | $3.06 \pm 0.02^c$   |
| 2           | 0              | 60 | 30  | 10  | $12.73 \pm 0.02^c$             | $4.3 \pm 0.03^a$    |
| 3           | 0              | 50 | 40  | 10  | $13.06 \pm 0.02^{bc}$          | $3.6 \pm 0.02^b$    |
| 4           | 0              | 40 | 50  | 10  | $13.3 \pm 0.01^b$              | $3.7 \pm 0.03^b$    |
| 5           | 0              | 30 | 60  | 10  | $13.6 \pm 0.02^b$              | $3.4 \pm 0.01^{bc}$ |

Data are presented as the means  $\pm$  SD of three replicates. Different superscripts show significant differences in each column at  $p < 0.05$ . PO: palm oil, CO: corn oil, CZO: colza oil, SFO: sunflower oil. PO, CO, CZO and SFO were respectively from left to right 50:20:20:10 for treatment 1, 0:60:30:10 for treatment 2, 0:50:40:10 for treatment 3, 0:40:50:10 for treatment 4 and 0:30:60:10 for treatment 5.



**Fig 2** The acid value curves of frying oil samples exposed at 60 °C within 18 days. PO: palm oil, CO: corn oil, CZO: colza oil, SFO: sunflower oil. PO, CO, CZO and SFO were respectively from left to right 50:20:20:10 for treatment 1, 0:60:30:10 for treatment 2, 0:50:40:10 for treatment 3, 0:40:50:10 for treatment 4 and 0:30:60:10 for treatment 5.



**Fig 1** The peroxide value curves of frying oil samples exposed at 60 °C within 18 days. PO: palm oil, CO: corn oil, CZO: colza oil, SFO: sunflower oil. PO, CO, CZO and SFO were respectively from left to right 50:20:20:10 for treatment 1, 0:60:30:10 for treatment 2, 0:50:40:10 for treatment 3, 0:40:50:10 for treatment 4 and 0:30:60:10 for treatment 5.

### ۳-۲-۴- آزمون زمان پایداری اکسایشی (آزمون رنسیمت)

در اثر شکست محصولات دوم اکسیداسیون (آلدهید و کتون ها) محصولات سوم اکسیداسیون (اسید فرمیک) تشکیل خواهد شد که باعث افزایش هدایت الکتریکی آب مقطر مورد استفاده در دستگاه رنسیمت شده و به عنوان شاخص اتمام زمان مقاومت روغن ارزیابی می گردد [۱]. با توجه به جدول ۳ تأثیر تیمارها بر زمان پایداری اکسایشی معنادار بودند ( $P < 0.01$ ). بیشترین پایداریاکسایشیدر  $10^{\circ}\text{C}$  برای تیمار ۱ به میزان  $18/89$  ساعت و کمترین مقدار آن در تیمار ۲ به  $12/73$  ساعت مشاهده گردید. قابل توجه اینکه بین تیمار ۱ با بقیه تیمارها اختلاف معناداری مشاهده گردید اما اختلاف بین تیمارهای ۵، ۴، ۳ و از سوی دیگر بین تیمارهای ۳ و ۲ معنی دار نبود. نتایج نشان می دهد که با حذف روغن پالم و همچنین کاهش نسبت روغن کلزا در فرمولاسیون این شاخص کاهش می یابد (از تیمار ۵ تا ۲) که این می تواند به دلیل محتوای اسیدهای چرب اشباع بالاتر در روغن پالم و همچنین مقادیر بیشتر اولئیک اسید در روغن کلزا باشد چرا که *Zambiazi* و *Przybylski* [۲۴] گزارش کردند که پایداریاکسایشیروغن‌ها تابعی از حضور اسیدهای چرب غیر اشباع، اکسیژن و شرایط نگهداری می باشد. این نتیجه در تطابق با نتایج عدد پراکسید و آنیزیدین می باشد چرا که هر چه سرعت اکسیداسیون بالاتر باشد، محصولات اولیه و ثانویه سریع تر تشکیل شده که همین امر به نوبه خود باعث خواهد شد تا زمان پایداری اکسایشی کاهش یابد. در این زمینه Augustin و همکاران [۲۳] که رابطه بین تخریب حرارتی چربی طی فرآیند گرم کردن و سرخ کردن در روغن پالم اولئین، ذرت و سویا را بررسی نمودند، بیان داشتند اگرچه روغن پالم دارای بالاترین میزان اسید چرب آزاد بود ولی ترکیبات پلیمری کمتر و پایداری اکسایشی بالاتری نسبت به دیگر روغنهای مورد بررسی داشت.

### ۴- نتیجه گیری

نتایج به دست آمده در این بررسی نشان می دهد با در نظر گرفتن خصوصیات فیزیکوشیمیایی، حذف روغن پالم از فرمولاسیون روغنهای سرخ کردنی منجر به کاهش مجموع اسیدهای چرب اشباع، کاهش عدد یدی، کاهش عدد صابونی و کاهش نقطه دود خواهد شد. همچنین با توجه به پایداری

اکسایشی نمونه ها، حذف روغن پالم از فرمولاسیون منجر به افزایش عدد پراکسید، افزایش عدد اسیدی، افزایش عدد آنیزیدین و کاهش زمان پایداری اکسایشی (آزمون رنسیمت) خواهد شد. با در نظر گرفتن خصوصیات فیزیکوشیمیایی، بررسی ها نشان داد در نمونه های فاقد روغن پالم (تیمارهای ۲ تا ۵) با افزایش نسبت روغن کلزا و همچنین کاهش نسبت روغن ذرت در فرمولاسیون، مجموع اسیدهای چرب اشباع، نقطه دود و عدد صابونی کاهش و عدد یدی افزایش می یابد. با توجه به پایداری اکسایشی نمونه ها، نتایج نشان داد که در نمونه های فاقد روغن پالم با افزایش نسبت روغن ذرت و کاهش نسبت روغن کلزا عدد اسیدی و عدد آنیزیدین افزایش و زمان پایداری اکسایشی کاهش خواهد یافت در حالیکه هیچ تغییر معنی داری در مقادیر عدد پراکسید مشاهده نشد. به طور کلی نتایج این پژوهش که به بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و پایداری اکسایشی روغن سرخ کردنی حاوی پالم در مقایسه با نمونه فاقد پالم پرداخت نشان می دهد اگرچه روغن پالم دارای محتوای اسیدهای چرب اشباع بالاتری نسبت به انواع دیگر روغن های گیاهی داراست، اما نقش بسزایی در بهبود خصوصیات فیزیکوشیمیایی و پایداری اکسایشی و همچنین افزایش کیفیت روغنهای مخصوص سرخ کردن داراست. با این حال، استفاده از منابع روغنی نباتی نظیر ذرت و کلزا در روغنهای مخصوص سرخ کردن که دارای مقادیر بالای آنتی اکسیدانهای طبیعی و همچنین مقادیر اسیدهای چرب غیر اشباع هستند می تواند مفید باشد، اگرچه آنها قادر به بخشیدن خصوصیات فیزیکوشیمیایی و پایداری اکسایشی مشابه با روغن پالم به روغنهای سرخ کردنی نیستند.

### ۵- منابع

- [1] Shahidi F. (2008). Extraction and analysis of lipids. food lipids: Chemistry, Nutrition, and Biotechnology. boca raton: CRC press; pp. 125-280.
- [2] Akoh, C. & Min, D. B. (2008). Food Lipids: Chemistry, Nutrition, and Biotechnology, Third Edition, Taylor & Francis.
- [3] Khorshidian, N., Yousefi Asli, M., Arab, M., Hosseini, H. (2015), Acrolein formation in foods and its impact on health. CE. 2015; 4 (S1): 189-175. [In Persian]

- [15] Naderi, M., Farmani, J., Rashidi L. (2016). Structuring of Chicken Fat by Monoacylglycerols. *J Amer Oil Chem Soc* 93:1221-1231.
- [16] Naz, S., Sheikh, H., Siddiqi, R., Sayeed S. (2004) Oxidative stability of olive, corn and soybean oil under different conditions. *Food Chemistry*, 88, 253-259.
- [17] Serjouie, A., Tan, CP., Mirhosseini, H. (2010). Effect of vegetable-based oil blends on physicochemical properties of oils during deep-fat frying. *American journal of food technology*. 5(5), 310-323.
- [18] Tabasum, S., Asghar, S., Ashraf, S., Mohammed Khan, K. (2012). Physicochemical characterization and frying quality of canola and sunflower oil samples. *Journal- Chemical Society of Pakistan* 34(3):513-517.
- [19] Bracco, U., Dieffenbacher, A., & Kolarovic, L. (1981). Frying performance of palm oil liquid fractions. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 58(1), 6-12.
- [20] Toregard B., Eriksson A. (1979). In: *Proceedings of 10th scandinavian symposium on lipids*. Nyborg (Denmark), p. 54.
- [21] Yoon, S.H., Kim, S.K., Kim, K.H., Kwon, T.W. AND Teah, Y.K. (1987). Evaluation of physicochemical changes in cooking oil during heating. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 64, 870-873.
- [22] Zeddelmann H. v., Wurziger J. (1973). Verhalten und beurteilung von fritierfetten in der praxis. *Fette seifen anstrichm.* 75, 18-24.
- [23] Augustin, M. A., Asap, T., & Heng, L. K. (1987). Relationships between measurements of fat deterioration during heating and frying in RBD olein. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 64(12), 1670-1675.
- [24] Przybylski, R. & Zambiasi, R. (2000). Predicting oxidative stability of vegetable oils using neural network system and endogenous oil components. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 77, 925-932.
- [4] O'brien, R. D. (2008). *Fats and Oils: Formulating and Processing for Applications*, Third Edition, CRC Press.
- [5] Matthäus, B. (2007). Use of palm oil for frying in comparison with other high-stability oils. *Euro J Lipid Sci Technol.*;109(4):400-9.
- [6] Zaliha, O., Chong, C. L., Cheow, C. S., Norizzah, A. R. & Kellens, M. J. (2004). Crystallization properties of palm oil by dry fractionation. *Food Chemistry*, 86, 245-250.
- [7] Dian, N. L. H. M., Sundram, K. & Idris, N. A. (2007). Effect of chemical interesterification on triacylglycerol and solid fat contents of palm stearin, sunflower oil and palm kernel olein blends. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109, 147-156.
- [8] Asadollahi, S. (2013), *Oil technology*. Tehran, Danesh parvar. [In Persian]
- [9] Aniolowska, M., & Kita, M. (2016). The effect of frying on glycidyl esters content in palm oil. *Food Chemistry*, 203 (1), 95-103
- [10] Man, Y. B. C., & Hussin, W. R. W. (1998). Comparison of the frying performance of refined, bleached and deodorized palm olein and coconut oil. *Journal of Food Lipids*, 5(3), 197-210.
- [11] Pantzaris T. P. (1998). Comparison of monounsaturated and polyunsaturated oils in continuous frying. *Grasas Aceites*. 49, 319-325.
- [12] Abdulkarim, S. M. Myat, M. W. Ghazali, H. M., Roselina, K., Abbas, K. A. (2010). Sensory and physicochemical qualities of palm olein and sesame seed oil blends during frying of banana chips. *Journal of Agricultural Science*. 2(4): 1916-9752.
- [13] Serjouie, A., Tan, CP., Mirhosseini, H. (2010). Effect of vegetable-based oil blends on physicochemical properties of oils during deep-fat frying. *American journal of food technology*. 5(5), 310-323.
- [14] AOCS, (1996). *Official methods and recommended practices of the american oil chemists' society* (4th ed ed.): Champaign: AOCS Press.

## Investigating on Physicochemical Properties and Oxidative Stability of Palm-free Frying Oil in Comparison with Palm-containing Frying oil

Amirsardari, I. <sup>1</sup>, Asadollahi, S. <sup>2\*</sup>, Eshaghi, M. R. <sup>3</sup>

1. Master Student of Food Science & Technology, Islamic Azad university of Pishva- Varamin, Varamin, Iran
2. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University of Pishva- Varamin, Varamin, Iran
3. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University of Pishva- Varamin, Varamin, Iran

(Received: 2017/07/15 Accepted:2017/08/20)

Due to unique chemical composition, palm oil has been extendedly used in food products such as margarine, shortenings, cooking oils and specially frying oils. In this research, physicochemical properties and oxidative stability of palm-free frying oil formulated by colza, corn and sunflower oils were investigated. The portions of produced frying oils containing palm oil, corn oil, colza oil and sunflower oil were respectively from left to right 50:20:20:10 for treatment 1, 0:60:30:10 for treatment 2, 0:50:40:10 for treatment 3, 0:40:50:10 for treatment 4 and 0:30:60:10 for treatment 5. Obtained results showed, Iodine value increases and total saturated fatty acids (SFA), saponification value and smoking point decreased with the remove of palm oil from formulation. In terms of physicochemical properties, the results indicated that in palm-free samples (treatment 2 to treatment 5) with the increase of colza oil and decrease of corn oil in formulation, SFA, smoking point, saponification value decreased and iodine value increased. Investigation on oxidative stability in palm-free frying oils indicated a decreased Rancimat test and an increased peroxide value, AV and Anisidine value. Regarding oxidative stability evaluation, an increased acid value and Anisidine value and decreased Rancimat test were observed, although no significant different in peroxide value was distinguished in palm-free sample with the increase of corn oil and decrease of colza oil. Consequently, owing to obtained results blank sample (palm-containing sample) is of the best physicochemical properties and oxidative stability. In palm-free samples (treatment 2 to 5), treatment 5 showed more proper results than others.

**Keywords:** Palm oil, Frying oil, Physicochemical properties, Oxidative stability

---

\*Corresponding Author E-Mail Address: s\_asadolahi@yahoo.com