

# بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و ترکیب اسیدهای چرب روغن پالم اولئین وارداتی به کشور

محمد هادی ناجی<sup>۱</sup>، فخری شهیدی<sup>۲\*</sup>، سیدعلی مرتضوی<sup>۳</sup>، هادی اسکندری<sup>۴</sup>، آرش کوچکی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> دانش آموخته دکترای علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران  
<sup>۲</sup> گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران  
<sup>۳</sup> گروه علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران  
<sup>۴</sup> گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۹۴/۷/۳ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۴/۱۰/۱۹

## چکیده

پالم اولئین جزئی است مایع که بر اثر تفکیک جزء به جزء روغن پالم و در پی تبلور تحت دامنه دمای کنترل شده از روغن پالم به دست می‌آید. پالم اولئین با دو درجه تولید می‌شود، اولئین استاندارد و اولئین دو بار تفکیک شده (موسوم به سوپر اولئین) که دارای نقطه کدورت پایین تری در مقایسه با اولئین استاندارد می‌باشد. از روغن پالم اولئین تصفیه شده وارداتی توسط کشتی به بندر شهید رجایی نمونه برداری شد. آزمون‌های فیزیکوشیمیایی شامل ارزیابی وضعیت ظاهری روغن (ذرات)، رنگ، اندیس پراکسید، زمان پایداری روغن، درصد اسید چرب آزاد، رطوبت، صابون، فسفر، کلروفیل، فلزات و ترکیب اسیدهای چرب اولئین پالم و با روش AOCS انجام شد. نتایج مقایسه روغنهای پالم نشان می‌دهد که اختلاف معنی داری بین روغن‌ها وجود ندارد. با توجه به درصد اسید چرب اشباع و اسید چرب اساسی (ضروری) می‌توان گفت که درصد اسیدهای چرب تشکیل دهنده روغن پالم اولئین شامل ۴۵ درصد اسیدهای چرب اشباع (عمدتا اسید پالمیتیک)، ۴۵ درصد اسیدهای غیر اشباع با یک پیوند دوگانه (عمدتا اسید اولئیک) و ۱۰ درصد اسیدهای غیر اشباع با چند پیوند دوگانه است. که مجموعاً ۵۵ درصد آن را اسید چرب ضروری تشکیل می‌دهد. با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان گفت با توجه فقدان اسید چرب ترانس و پایداری مناسب و بالا بودن میزان اسید چرب ضروری، روغن پالم اولئین می‌تواند یک روغن مناسب به عنوان جزء مایع برای مخلوط چربی مارگارین، روغن‌های نباتی جامد صاف (شورتینگ)، روغن نباتی هیدروژنه‌دان، چربی برای سرخ کردن عمیق و چربی‌های خاص، استفاده شود.

واژه های کلیدی: پالم اولئین، اندیس پراکسید، زمان پایداری روغن، اسید چرب آزاد

## ۱- مقدمه

در پی تبلور تحت دامنه دمای کنترل شده از روغن پالم به دست می آید. اولئین پالم رامی توان یکی از روغن های مطرح در صحنه تجارت جهانی دانست. ویژگی های فیزیکی اولئین پالم تفاوت آشکاری با مشخصات روغن پالم دارد زیرا پالم اولئین در آب و هوای کشورهای گرمسیری به شکل تماماً مایع و از دامنه تری-گلیسریدی محدودتری برخوردار بوده و به خوبی با سایر روغن ها آمیخته می شود (۹ و ۱۴). پالم اولئین به دو شکل تجاری در کشور مالزی تولید می شود. اولئین استاندارد و اولئین دو بار تفکیک شده (موسوم به سوپر اولئین) که دارای نقطه کدورت پایین تری در مقایسه با اولئین استاندارد می باشد (۳۴ و ۲۰). ویژگی های شناسایی اولئین پالم تصفیه شده تفاوت چندانی با ویژگی های شناسایی اولئین پالم خام ندارند و وجه تمایز این دو صرفاً در میزان کاروتنوئیدها است که در حین فرایند تصفیه به کلی نابود می-شوند (۱۵ و ۳۶). مقدار کلسترول کمی که در روغن پالم- اولئین خام و پالم- اولئین تصفیه شده وجود دارد که در اثر تصفیه روغن کمتر می شود (۱۴).

در حدود ۹۰ درصد روغن پالم و محصولات آن مصرف غذایی داشته و در تولید روغن های نباتی جامد صاف (شورتینگ)، مارگارین، روغن نباتی هیدروژنه دان<sup>۳</sup>، چربی برای سرخ کردن عمیق و چربی های خاص، استفاده می شود. پالم- اولئین به عنوان جزء مایع برای مخلوط چربی مارگارین مناسب است (۱۸). همچنین در تولید روغن دان که در کشورهای نظیر هند، پاکستان، عربستان، عراق و ایران تولید می شود به مصرف می رسد (۲۵ و ۲۹). پالم- اولئین به طور گسترده برای سرخ کردن به کار می رود و روغن طبخ می معمول در بیشتر منازل است. در هنگام جزء به جزء کردن روغن پالم توکوفرولها در جزء پالم- اولئین تغلیظ شده و مقدار کل توکوفرولها در پالم- اولئین تصفیه شده به حدود ۶۰۰-۵۰۰ قسمت در میلیون می رسد. عمر نگهداری طولانی این روغن و تمایل کمتر نسبت به دود کردن و پلیمریزه شدن، این روغن را در مقایسه با روغن سویا و ذرت روغن بهتری برای سرخ کردن کرده است (۲۶ و ۲۷). بررسیهای انجام شده نشان داده است که از نظر پایداری اکسیداتیو در هنگام سرخ

روغن پالم<sup>۱</sup> روغنی خوراکی است که از پالپ (قسمت گوشتی) میوه درخت نخل روغنی استخراج شده و تولید گسترده این روغن در سه دهه اخیر مصرف آن را در صنایع چربی و روغن جالب توجه نموده است. روغن هسته پالم<sup>۲</sup> از مغز هسته های میوه پالم استخراج و از نظر ترکیب و خصوصیات فیزیکی با روغن پالم متفاوت و مصارف و بازار جداگانه ای دارد. در گذشته شکل اصلی روغن پالم به صورت خام بود ولی امروزه به شکل فرآوری شده یا نیمه فرآوری شده صادر، که به صورت پالم اولئین (جزء مایع) و پالم استئارین (جزء جامد) است. فرایند جزء به جزء کردن می تواند به شکل خشک در حضور یک ماده شوینده یا حلال انجام شود (۶ و ۱۲). خواص و ویژگی های فیزیکی و شیمیایی روغن پالم در مالزی توسط مجامع علمی و طی چند مورد بررسی جامع به دقت تعیین شده و نتایج حاصل تحت استاندارد MS 814 مالزی مورخ سال ۱۹۹۴ میلادی درج گشته است (۳۲ و ۵). اولئین پالم جزئی است مایع که بر اثر تفکیک جزء به جزء روغن پالم و

جدول ۱- بعضی از ویژگی های به دست آمده از آزمون اجزاء جدا شده روغن پالم اولئین استاندارد (۵ و ۲۱)

| ویژگی ها                                             | جزء اولئین*   |
|------------------------------------------------------|---------------|
| دانسیته ظاهری در ۴۰ درجه سانتیگراد (گرم / میلی لیتر) | ۰/۸۹۶۵-۰/۸۹۹۲ |
| دانسیته ظاهری در ۶۰ درجه سانتیگراد (گرم / میلی لیتر) | —             |
| اندیس رفرکت در ۴۰ درجه سانتیگراد                     | ۱/۴۵۸۶-۱/۴۵۹۲ |
| اندیس رفرکت در ۶۰ درجه سانتیگراد                     | —             |
| اندیس صابونی (میلی گرم پتاس در گرم روغن)             | ۱۹۴-۲۰۲       |
| مواد غیر قابل صابونی                                 | ۰/۳-۱/۳۰      |
| نقطه ذوب                                             | ۱۹/۲-۲۳/۶     |

\* تعداد نمونه برابر ۲۱

<sup>۱</sup> Palm oil

<sup>۲</sup> Palm kernel oil

جدول ۲- استاندارد PORIM برای روغن پالم اولئین فرآوری شده (۳۷ و ۲۱ و ۵)

| مقدار              | مشخصات                       | نوع روغن پالم                       |
|--------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| حداکثر ۰/۵٪        | FFA* (برحسب پالمیتیک)        | ۴- پالم اولئین خام                  |
| حداکثر ۰/۲۵٪       | رطوبت و مواد فرار            |                                     |
| حداقل ۵۶           | عدد یدی (ویجس)               |                                     |
| حداکثر ۲۴          | **نقطه ذوب (C) (Aocs cc3-25) |                                     |
| حداکثر ۰/۲۵٪       | FFA (برحسب پالمیتیک)         | ۵- پالم اولئین خنثی شده             |
| حداکثر ۰/۱٪        | رطوبت و مواد فرار            |                                     |
| حداقل ۵۶           | عدد یدی (ویجس)               |                                     |
| حداکثر ۲۴          | نقطه ذوب (C)                 |                                     |
| حداکثر ۰/۲۵٪       | FFA (برحسب پالمیتیک)         | ۶- پالم اولئین خنثی و بی‌رنگ شده    |
| حداکثر ۰/۱٪        | رطوبت و مواد فرار            |                                     |
| حداقل ۵۶           | عدد یدی (ویجس)               |                                     |
| حداکثر ۲۴          | نقطه ذوب (C)                 |                                     |
| حداکثر ۲۰ قرمز     | رنگ (سل ۱/۴ ۵ اینچ لایبوند)  | ۷- پالم اولئین RBD و NBD            |
| حداکثر ۰/۱٪        | FFA (برحسب پالمیتیک)         |                                     |
| حداکثر ۰/۱٪        | رطوبت و مواد فرار            |                                     |
| حداقل ۵۶           | عدد یدی (ویجس)               |                                     |
| حداکثر ۲۴          | نقطه ذوب (C)                 | ۸- پالم اولئین دوبار جزء به جزء شده |
| حداکثر ۳ یا ۶ قرمز | رنگ (سل ۱/۴ ۵ اینچ لایبوند)  |                                     |
| حداکثر ۰/۱٪        | FFA (برحسب پالمیتیک)         |                                     |
| حداکثر ۰/۱٪        | رطوبت و ناخالصی‌ها           |                                     |
| حداقل ۶۰           | عدد یدی (ویجس)               | ۹- پالم اولئین دوبار جزء به جزء شده |
| حداکثر ۱۹          | نقطه ذوب (C)                 |                                     |
| حداکثر ۳ قرمز      | رنگ (سل ۱/۴ ۵ اینچ لایبوند)  |                                     |

\*\* نقطه ذوب: نقطه سرش یا نقطه نرم شدن (AOCS Cos3-25)

\* وزن مولکولی اسید پالمیتیک ۲۵۶ در نظر گرفته می‌شود.

جدول ۳- ترکیب استرولهای روغن پالم - اولئین خام و تصفیه شده (۱۴ و ۳۵) (ppm)

| روغن                                   | کلسترول | کامپسترول | استیگماسترول | سیتوسترول |
|----------------------------------------|---------|-----------|--------------|-----------|
| پالم - اولئین خام                      | ۶-۸     | ۵۷-۱۰۴    | ۳۰-۵۱        | ۱۴۹-۲۵۳   |
| پالم - اولئین تصفیه و بیرنگ شده        | ۳-۴     | ۳۶-۴۳     | ۲۱-۲۵        | ۹۹-۱۲۳    |
| پالم - اولئین تصفیه، بیرنگ و بی‌بو شده | ۲       | ۲۶-۳۰     | ۱۲-۲۳        | ۶۸-۱۱۴    |

این مزیت را دارد که بدون هیدروژناسیون برای سرخ کردن روغن خوبی است. همچنین در فرمولاسیون غذای کودک با

کردن جزء پالم - اولئین قابل مقایسه با روغن‌های نباتی هیدروژنه مخصوصاً روغن سویا، آفتابگردان و تخم پنبه هیدروژنه است و

**۲-۲-۲-آزمون‌های شیمیایی**

عدد یدی روغن پالم اولئین با روش ویچ، AOCS به شماره (Cd 1-25) در حضور تیوسولفات سدیم 0.1 نرمال تیترو گزارش شد (۲).

عدد صابونی روغن پالم اولئین طبق روش AOCS به شماره (Cd 3-25) با اسید کلریدریک 0.5 نرمال تیترو گزارش شد (۱). جهت تعیین مواد غیر قابل صابونی با عملیات استخراج در دکاتور طبق روش AOCS به شماره (6a-40) انجام و به صورت درصد گزارش شد (۲).

$$\text{وزن قسمت استخراجی} \times 100 = \frac{\text{درصد مواد غیر قابل صابونی}}{\text{وزن نمونه}}$$

اندیس پراکسید بر طبق روش AOCS شماره (Cd ۸-۵۳) برای هر نمونه با روش تیتراسیون اندازه گیری و گزارش شد (۲). اندیس آنیزیدین بر طبق روش AOCS شماره (Cd ۱۸-۹۰) برای هر نمونه روش جذب نوری و با استفاده از سل یک سانتی متر مکعبی در طول موج ۳۵۰ نانومتر توسط اسپکتروفتومتر UV-Visible مدل ۳۴۰۰ Varian- اندازه گیری و محاسبه شد (۲).

زمان پایداری روغن با روش اکسیژن فعال بر طبق روش AOCS شماره (Cd ۱۲-۵۷) برای هر نمونه جهت تعیین مدت زمان لازم برای رسیدن پراکسید روغن به عدد ۱۰۰ میلی‌اکی‌والان بر کیلوگرم انجام شد (۲). درصد اسید چرب آزاد روغن بر طبق روش AOCS شماره (Ca ۵a-۴۰) جهت تعیین میزان اسیدهای آلی آزاد روغن اولئین پالم و متناسب با اسید چرب پالمیتیک معین اندازه گیری شد (۳). مقدار رطوبت در روغن‌ها توسط روش اسپکتروسکوپی رزونانس مغناطیسی یا NMR توسط دستگاه Bruker اندازه گیری شد (۱۰). مقدار صابون بر طبق روش انجمن شیمیست‌های روغن انگلستان (ABS) جهت تعیین مقدار صابون سدیم و ترکیبات دیگری که با اسید کلریدریک واکنش می‌دادند در حضور اسید کلریدریک و محلول شناساگر برموفنل آبی اندازه گیری شد (۱۱). میزان فسفر روغن بر طبق روش AOCS شماره (Ca ۱۲-۵۵) برای هر نمونه اندازه گیری شد. (۲). میزان کلروفیل روغن بر طبق روش AOCS شماره (Cc ۱۳d-۵۵) برای هر نمونه و به طریق اسپکتروفتومتری و توسط دستگاه UV-

نقطه ذوب پایین و ۱۵-۱۰ درصد اسید پالمیتیک در وضعیت ۲ ملکول گلیسرول روغن مناسبی بوده و سبب هضم بهتر محصول می‌شود (۴ و ۲۸).

**۲- مواد و روش‌ها****۲-۱- آماده سازی نمونه ها**

از روغن اولئین پالم تصفیه شده وارداتی توسط کشتی به بندر شهید رجایی در بندر عباس، بعد از عملیات تخلیه به مخازن روغن، نمونه‌ها تهیه گردید. نمونه برداری روغن‌ها از مخازن طبق روش ISO<sup>۱</sup> به شماره ۵۰۵۰ انجام شد. نمونه کلی از مخلوط کردن نمونه‌های اولیه تهیه شد، یکی از بالا (۱/۱۰ سمت فوقانی)، دیگری از وسط (نمونه وسطی) و دیگری در ۹/۱۰ فاصله از سطح فوقانی (نمونه پائینی)، از هر سطح مخزن تحتانی، میانی و فوقانی به میزان (حدوداً ۳۰۰-۲۰۰ میلی لیتر). سپس نمونه کلی با مخلوط کردن یک قسمت از نمونه بالایی و یک قسمت از نمونه پائینی و ۳ قسمت از نمونه وسطی تهیه گردید (۱۶).

**۲-۲- آزمون‌های روغن اولئین پالم****۲-۱-۲- آزمون‌های فیزیکی**

ارزیابی وضعیت ظاهری روغن (ذرات) طبق روش AOCS به شماره (3a-46) و توسط کدورت سنج مدل Hack مورد بررسی قرار گرفت (۳).

آزمون ضریب شکست روغن پالم اولئین با استفاده از رفاکتومتر Atago مدل RX5000 در دمای ۴۰ درجه طبق روش AOCS به شماره (Cc-7-25) مورد بررسی قرار گرفت (۳).

آزمون نقطه لغزش روغن با دو عدد لوله موئن بطوریکه نمونه تا ارتفاع 10 میلی متر در لوله بالا آید و دمای آب 8-10 درجه سانتیگراد طبق روش AOCS به شماره (Cc 1-25) مورد بررسی قرار گرفت (۲).

میزان رنگ بر طبق روش AOCS شماره (Cc ۱۳c-۵۰) برای هر نمونه اندازه گیری و رنگ با استفاده از دستگاه لایواند-PFX 990 با روش اسپکتروفتومتری و بر حسب لایواند گزارش شد (۳).

سانتی گراد، دقیقه/۱۰ درجه سانتی گراد/۲۰۰ درجه سانتی گراد، ۴۰ دقیقه/۲۰۰ درجه سانتی گراد.

جدا سازی و توسط آشکار ساز FID با نسبت جداسازی ۱/۱۰۰ و گاز اکسیژن با فشار ۴۰ بار و هوا با فشار ۵۰ بار و دمایی ۲۵۰ درجه سانتی گراد در آشکار ساز ترکیب اسیدهای چرب مشخص شد (۱۷).

کلیه مواد شیمیایی استفاده شده برای آزمایشات این تحقیق ساخت شرکت آلمانی مرک<sup>۲</sup> بودند.

### ۲-۳- روش آماری

از طرح کاملاً تصادفی در قالب فاکتوریل برای انجام تیمارها استفاده شده و برای تشخیص وجود اختلاف معنی دار بین میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح اطمینان بیش از ۹۵ درصد استفاده شد. همچنین جهت انجام آنالیز آماری و مقایسه بین نتایج از آزمونهای تجزیه واریانس (Anova) و نرم افزار SPSS استفاده شد.

### ۳- نتایج و بحث

نتایج به دست آمده از آزمایشات روغن پالم اولئین و آنالیز آماری در این بخش آورده شده است. کلیه بررسی‌های آماری و معنی دار بودن یا نبودن داده‌ها در سطح  $p \leq 0.05$  انجام شد. اطلاعات ارائه شده در این بخش کمک می‌نماید تا خصوصیات این روغن مورد بررسی و تحلیل قرار گیرد.

نتایج جدول شماره چهار نشان می‌دهد که بیشترین مقدار نقطه لغزش مربوط به نمونه C بوده و نمونه B و A در اولویت‌های بعدی قرار داشتند. اولئین پالم که از نقطه ذوب پایین تری (در مقایسه با روغن پالم) برخوردار از کیفیت چشایی بالاتر برخوردار بوده و به فراورده سرخ کرده کیفیت بهتر و ظاهر بهتری می‌بخشد. همچنین حجم بیشتری از مواد غذایی را می‌توان با سرعت بیشتری سرخ کرد، که از مزایای اولئین پالم نسبت به چربی‌های جامد است (۷). کمترین مقدار پایداری را نمونه B و بیشترین مقدار را نمونه C به خود اختصاص دادند برخوردار از پایداری بالا در برابر اکسایش (پایین بودن درصد اسیدهای غیر اشباع با دویپوند دو گانه حداکثر معادل ۱۱ درصد، فقدان اسیدهای

Visible مدل ۳۴۰۰-Varian اندازه گیری شد (۲). جهت اندازه گیری آهن و مس و سرب از روش AOCS شماره (۷۵-۱۵) (Ca) برای هر نمونه استفاده شد که در این روش، ابتدا نمونه مورد نظر خاکستر گردید پس از آن اسید به آنها اضافه شد و پس از تهیه استانداردهای مس و آهن غلظت این فلزات توسط دستگاه جذب اتمی مدل Spec 20- plus Varian همراه با اتمیزر<sup>۱</sup> شعله و سوخت استیلن هوا با فلوی ۱/۵ به ۳ و هالوکاتد لامپ چند عنصره تعیین گردید (۲).

### ۲-۲-۳- اندازه گیری ترکیب اسیدهای چرب اولئین پالم

### ۲-۲-۳-۱- آماده سازی متیل استر اسیدهای چرب اولئین پالم

آماده سازی متیل استر اسیدهای چرب اولئین پالم طبق روش ISO به شماره ۵۵۰۹ انجام شد. مقدار ۴ گرم از روغن خشک و شفاف داخل بالن سرسباده توزین و ۴۰ میلی لیتر متانل و ۰/۵ میلی لیتر محلول هیدروکسید پتاسیم متانولی را به آن افزوده و مدت ۳ دقیقه هوای داخل بالن توسط گاز ازت خارج و تا نقطه جوش حرارت تا محلول کاملاً شفاف گردید. مدت ضمن لازم برای استریفیه شدن ۱۰ دقیقه در نظر گرفته شد. پس از پایان واکنش بالن زیر آب سرد خنک شد. محتویات آن به قیف جداکننده منتقل شد. بالن با ۲۰ میلی لیتر هپتان شستشو و به قیف جداکننده اضافه گردید. ۴۰ میلی لیتر آب مقطر اضافه کرده و پس از همزدن اجازه داده شد که دوفاز از هم جدا گردد. محتویات قیف جدا کننده را مجدداً با ۲۰ میلی لیتر آب شستشو داده شد. فاز محتوی حلال از سولفات سدیم خشک فیلتر شد. متیل استر تهیه شده آماده تزریق به دستگاه گاز کروماتوگرافی می‌باشد (۱۶).

### ۲-۲-۳-۲- اندازه گیری ترکیب اسیدهای چرب اولئین پالم با استفاده از روش کروماتوگرافی گازی

اندازه گیری ترکیب اسیدهای چرب اولئین پالم با استفاده از روش کروماتوگرافی گازی با استفاده از روش ISO به شماره ۵۵۰۸ انجام شد. ۰,۴ میکرولیتر از متیل استر تهیه شده به دستگاه گاز کروماتوگرافی plus Varian با دمای بخش تزریق کننده ۲۱۰ درجه سانتی گراد تزریق و سپس توسط گاز حامل هلیوم درستون ۱۲۰ متری نوع پلار با برنامه دمایی ۱۰ دقیقه/۱۱۰ درجه

می باشند)، اسیدهای چرب ترانس پدید می آیند. با بهره گیری از روغن پالم اولئین در زمینه تولید مارگارین و روغن های نباتی جامد می توان میزان تشکیل اسیدهای چرب ترانس و نیز خطرات بالقوه این ترکیبات برای سلامتی مصرف کنندگان را به حداقل ممکن کاهش داد (۲۲ و ۲۹). به علت فقدان اسید لینولنیک در این روغن، برگشت طعم صورت نمی گیرد. نتایج مقایسه روغنهای پالم اولئین نشان می دهد که اختلاف معنی داری بین روغنها وجود ندارد. با توجه به درصد اسید چرب اشباع و اسید چرب اساسی (ضروری) می توان گفت که درصد اسیدهای چرب تشکیل دهنده روغن پالم اولئین شامل ۴۵ درصد اسیدهای چرب اشباع (عمدتا اسید پالمیتیک)، ۴۵ درصد اسیدهای غیر اشباع با یک پیوند دوگانه (عمدتا اسید اولئیک) و ۱۰ درصد اسیدهای غیر اشباع با چند پیوند دوگانه است. که مجموعاً ۵۵ درصد آن را اسید چرب ضروری تشکیل می دهد.

در فرایند صنعتی هیدروژن دهی روغن ها (خاصه آن دسته که حاوی درصد بالایی از اسیدهای چرب غیر اشباع با چند پیوند دوگانه می باشند)، اسیدهای چرب ترانس پدید می آیند. با بهره گیری از روغن پالم اولئین در زمینه تولید مارگارین و روغن های نباتی جامد می توان میزان تشکیل اسیدهای چرب ترانس و نیز خطرات بالقوه این ترکیبات برای سلامتی مصرف کنندگان را به حداقل ممکن کاهش داد و در عین حال از فرایند پرهزینه هیدروژن دهی نیز اجتناب نمود که این امر به نوبه خود بر بهای تمام شده روغن و مارگارین تأثیر می گذارد (۳۹ و ۸).

#### ۴- نتیجه گیری کلی

با توجه به نتایج بدست آمده می توان گفت با توجه پایداری مناسب و بالا بودن میزان اسید چرب ضروری، روغن پالم اولئین و همچنین فقدان اسید چرب ترانس، این روغن می تواند یک روغن مناسب به عنوان جزء مایع برای مخلوط چربی مارگارین، روغن های نباتی جامد صاف (شورتینگ)، روغن نباتی هیدروژنه دان، چربی برای سرخ کردن عمیق و چربی های خاص، استفاده شود. با توجه به اینکه روغن پالم اولئین به صورت خالص برای مصارف خانوار کاربرد ندارد لذا روغن پالم اولئین به عنوان یکی از اجزای اساسی مارگارین سازی مورد استفاده قرار می گیرد.

غیر اشباع با سه پیوند دوگانه باعث شده است روغن پالم اولئین از شایستگی ارزنده ای به عنوان یکی از اجزای اساسی مارگارین سازی برخوردار بوده و مزیت زیر را دارا می باشد. روغن پالم اولئین به شکل بلورهای با ساختار بتا - پریم متبلور می شود. تعداد چربی هایی که از این ویژگی ارزشمند برخوردارند محدود بوده و عمده ترین آنان را روغن پالم و فراورده های جانبی برگرفته از آن (مانند روغن پالم هیدروژنه و استئارین)، روغن پنبه دانه هیدروژنه و چربی گاو تشکیل می دهد (۳۰ و ۲۳). روغن پالم اولئین در صنعت به عنوان چربی برای سرخ کردن عمیق مصرف زیادی دارد زیرا بوی بد در فضا ایجاد نشده، پایداری خوبی در مقابل اکسیداسیون داشته، پلیمریزه نشده و مواد صمغی تشکیل نمی دهد (۱۹ و ۱۸).

بیشترین مقدار ضریب شکست مربوط به نمونه B بوده و نمونه C و A در اولویت های بعدی قرار داشتند. برخورداری از قوام نیمه جامد در حالت طبیعی که می توان با بهره گیری از فرایند استریفیکاسیون بین ملکولی تصادفی، قوام آن را در حد مطلوب تنظیم نمود. شایان ذکر است که به دلیل همین قوام طبیعی، نیازی به اجرای فرایند پرهزینه هیدروژن دهی نبوده و بنابراین هیچگونه اسید چرب ترانس تشکیل نخواهد شد (۲۴).

همانطور که در جدول شماره پنج اشاره شده است بین نمونه A، B و C در مقدار اسید چرب C<sub>16:0</sub> تفاوت معنی داری وجود نداشت. بالا بودن میزان اسیدهای چرب ۱۶ کربنه در روغن پالم اولئین، از درصد بالای اسیدهای چرب ۱۸ کربنه (که در اکثریت روغن های برگرفته از دانه های روغنی امری طبیعی محسوب می شود) به نحو چشمگیری کاسته شده است (۳۱).

بیشترین مقدار اسید چرب C<sub>18:1</sub> در بین نمونه ها را می توان به نمونه A و سپس نمونه C و B نسبت داد. نظر به اینکه روغن پالم اول از نسبت های مساوی اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع تشکیل شده و به میزان کافی اسید چرب اساسی (ضروری) را نیز در بردارد به سهولت در دستگاه گوارش هضم شده و جذب بدن می شود. و از این بابت عملکردی همانند روغن های زیتون و کانولا دارد (۱۳). نتایج گاز کروماتوگرافی روغن پالم اولئین نشان می دهد که میزان اسید چرب C<sub>18:2</sub> حدود ۱۰ درصد می باشد. بیشترین میزان اسید چرب غیر اشباع مضاعف مربوط به نمونه B بود. در فرایند صنعتی هیدروژن دهی روغن ها (آن دسته که حاوی درصد بالایی از اسیدهای چرب غیر اشباع با چند پیوند دوگانه

جدول ۴- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی روغن پالم اولئین وارداتی

| روش مرجع<br>AOCS         | حد استاندارد             | نتیجه آزمون |           |           | ویژگی                                                | ردیف |
|--------------------------|--------------------------|-------------|-----------|-----------|------------------------------------------------------|------|
|                          |                          | C           | B         | A         |                                                      |      |
| NMR                      | حداکثر ۰/۱               | صفر         | صفر       | صفر       | رطوبت و مواد فرار (درصد)                             | ۱    |
| (Cc-7-25)                | ۱/۴۵۸۶ - ۱/۴۵۹۲          | ۱/۴۵۸۸      | ۱/۴۵۹۰    | ۱/۴۵۸۷    | ضریب شکست (در ۴۰ درجه سلسیوس)                        | ۲    |
| (Cc-1-25)                | حداکثر ۲۴                | ۱۹          | ۱۸        | ۱۷        | نقطه لغزش (درجه سلسیوس)                              | ۳    |
| (Cc-10a-25)              | ۰/۸۹۹ - ۰/۹۰۲            | ۰/۸۹۹       | ۰/۹۰۱     | ۰/۸۹۹     | چگالی نسبی در ۴۰ درجه نسبت به آب ۲۰ درجه             | ۴    |
| (Ca-3a-46)               | حداکثر ۰/۰۵              | صفر         | صفر       | ۰/۰۱      | ناخالصی های نامحلول در پترولیوم سبک (درصد وزنی وزنی) | ۵    |
| (Ca-5a-40)               | حداکثر ۰/۱               | ۰/۱۱        | ۰/۱۳      | ۰/۱۵      | وزنی % اسیدیته (بر حسب اسیدپالمیتیک)                 | ۶    |
| (Cd-8-53)                | حداکثر ۲                 | ۲/۶۴        | ۵/۸۹      | ۳/۱۶      | عدد پراکسید (میلی اکی والان در کیلوگرم)              | ۷    |
| (Cd-18-90)               | -----                    | ۳/۵         | ۲/۱       | ۲/۶       | آنزیدین                                              | ۸    |
| (Cc-13c-50)              | ۴/۶ قرمز                 | ۲/۵         | ۳/۲       | ۳ قرمز    | رنگ (لاویباند)                                       | ۹    |
| (Cd-3-25)                | ۱۹۴ - ۲۰۲                | ۱۹۷         | ۱۹۸       | ۲۰۰/۱۷    | عدد صابونی (میلیگرم پتاس در یک گرم روغن)             | ۱۰   |
| (6a-40)                  | حداکثر ۱/۳               | ۰/۹۲        | ۰/۸۸      | ۰/۹۸      | مواد غیر قابل صابونی                                 | ۱۱   |
| (Cd-1-25)                | حداقل ۵۶                 | ۵۷          | ۶۰        | ۵۹        | عدد یدی                                              | ۱۲   |
| (Cd-12-57)               | -----                    | ۱۳          | ۹         | ۱۱        | پایداری روغن (ساعت)                                  | ۱۳   |
| (Ca-15-75)               | ۱/۵ میلی گرم در کیلوگرم  | ۰/۲         | ۰/۲       | ۰/۳۵      | آهن (ppm)                                            | ۱۴   |
| (Ca-15-75)               | ۰/۱ میلی گرم در کیلوگرم  | ۰/۰۲        | ۰/۰۲۷     | ۰/۱       | مس (ppm)                                             | ۱۵   |
| (Ca-15-75)               | ۰/۱ میلی گرم در کیلوگرم  | صفر         | صفر       | صفر       | سرب (ppm)                                            | ۱۶   |
| (Ca-15-75)               | حداکثر ۰/۱               | صفر         | صفر       | صفر       | آرسنیک (ppm)                                         | ۱۷   |
| (Ca-12-55)               | ۰/۰۲ میلی گرم در کیلوگرم | صفر         | صفر       | صفر       | فسفر (ppm)                                           | ۱۸   |
| ABS                      | -----                    | ۳           | ۱         | صفر       | صابون (ppm)                                          | ۱۹   |
| (Cc-13d-55)              | -----                    | ۲۹۸         | ۴۶        | ۳۱۱       | کلروفیل (ppb)                                        | ۲۰   |
| استاندارد ملی شماره ۴۴۶۶ | طبق استاندارد            | قابل قبول   | قابل قبول | قابل قبول | بسته بندی                                            | ۲۱   |

جدول ۵- نتایج آزمون کروماتوگرافی گازی پالم اولئین وارداتی

| روش مرجع       | حد استاندارد | نتیجه آزمون |         |         | ویژگی | ردیف |
|----------------|--------------|-------------|---------|---------|-------|------|
|                |              | نمونه C     | نمونه B | نمونه A |       |      |
| ISO 5509: 1978 | ۰/۱-۰/۵      | ۰/۲         | ۰/۲۷    | ۰/۳     | C12:0 | ۱    |
|                | ۰/۹-۱/۴      | ۱           | ۱       | ۱       | C14:0 | ۲    |
|                | ۳۸/۲-۴۲/۹    | ۳۹/۸۱       | ۳۹/۹۲   | ۳۹/۶    | C16:0 | ۳    |
|                | ۰/۱-۰/۳      | ۰/۲         | ۰/۱۵    | ۰/۳     | C16:1 | ۴    |
|                | ۳/۷-۴/۸      | ۴/۴         | ۴/۲     | ۴/۳     | C18:0 | ۵    |
|                | ۳۹/۸-۴۳/۹    | ۴۲/۵۰       | ۴۲/۴۱   | ۴۳/۱    | C18:1 | ۶    |
|                | ۱۰/۴-۱۳/۴    | ۱۰/۸        | ۱۱      | ۱۰/۶    | C18:2 | ۷    |
|                | ۰/۱-۰/۶      | ۰/۴         | ۰/۳۴    | ۰/۴     | C18:3 | ۸    |
|                | ۰/۲-۰/۶      | ۰/۲         | ۰/۲۱    | ۰       | C20:0 | ۹    |

## ۵- سپاسگزاری

از همکاری های صمیمانه شرکت روغن نباتی نرگس تقدیر و تشکر می نمایم.

## ۶- منابع

- 1- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۹، روغن پالم ویژگی ها و روشهای آزمون، شماره استاندارد ۴۴۶۷.
- 2- AOAC. 2005, Official methods of the Association of official analytical chemists. (18<sup>th</sup>. Ed). Gaithersburg: AOAC international.
- 3- AOCS. 1989, Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, 4<sup>th</sup> edn. American Oil Chemists' Society, Champaign.
- 4- Appelqvist, L.A. 1997, Healthy frying oils, in New Developments of Industrial Frying (ed S.P. Kochar), P.J. Barnes & Associates, Bridgwater, pp. 91-117.
- 5- Berger, K.G. 1981, Food uses of palm oil. PORIM Occasional Paper, No. 2, 1-27.
- 6- Breck, G. S. and Bhatia, S. C. 2008,. Hand book of industrial oil and fat products. CBS publisher and distributors, V. 1, Chapters 1 & 3 & 6.
- 7- D' Souza, V., DeMan, L. and DeMan, J.M. 1991, Chemical and physical properties of the high melting glyceride fractions of commercial margarines. Journal of the American Oil Chemists' Society., 68: 153-162.
- 8- De Man, L., Xu, Y.J., Chen, S.H. and DeMan, J.M. 1993, Polymorphic stability of hydrogenated palm oleins in dilutions with unhydrogenated liquid oils. Journal of the American Oil Chemists' Society., 70: 431-433.
- 9- Elias, B.A. and Pantzaris, T.P. 1997, Authenticity of palm oil-assessment of a Brazilian survey. Journal of the American Oil Chemists' Society., 3(2): 8-9.
- 10- Firestone, D. 1994, Official Methods & Recommended Practices of the American Oil Chemists Society, 4th ed. AOCS Press ChamPaiyn, IL, USA.
- 11- Gunstone, F.D. 2000, Composition and properties of edible oils. In: Edible Oil Processing, (eds W. Hamm and R. J. Hamilton), The Oily Press, Bridgwater, England. pp. 1±33.
- 12- Gunstone, F.D. (ed.) 2002, Vegetable Oils in Food Technology, Blackwell Publishing, Oxford.
- 13- Hazura, A.H., Choo, Y.M., Goh, S.H. and Khor, H.T. 1996, The ubiquinones of palm oil, in Nutrition, -Lipids, Health, and Disease (eds A.S.H. Ong, E. Nike and L. Packer), AOCS Press, Champaign, IL, pp. 122-128.
- 14- Hui, Y. H. 1996,. Bailey's industrial oil & fat products. 5 th ed, Vol. 1 & 4, 1-18, 301- 337.
- 15- Idris NA, Abdullah A and Halim AH, 1992, Evaluation of palm oil quality: Correlating sensory with chemical analyses. Journal of the American Oil Chemists' Society 69: 272- 275.
- 16- ISO 5509: 1978 – Animal and vegetable fats and oils – preparation of methyl esters of fatty acids.
- 17- ISO 5508: 1990-Animal and vegetable fats and oils-Analysis by gas chromatography of methyl esters of fatty acids
- 18- Kheiri, M.S.A. and Oh, F.C.H. 1983, Formulation of vegetable ghee/vanaspati, in Proceedings of Palm Oil Product in the Eighties (eds. E. Pusparajah and M. Rajanaidu), Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur, Malaysia, pp. 449-474.
- 19- Krawczyk, G.R., Bulliga, G.S., Bertrand, D.T. and Humphreys, W.M. 1996, Reviewing the technology of low fat spreads. Inform, 7: 635-639.
- 20- Lin SW, 1999, Overcoming the crystallization of palm oil, palm oil technology Bulletin porim, Malaysia, 5: 6-7.
- 21- Miskandar, M.S. and Mohd Suria Affandi, Y. 1998, Palm oil pourable margarine. PORIM Information Series, No. 70: 1-4.
- 22- Mohd Suria Affandi, Y., Noor Lida Habi, M.D., Kamal Azmi, K. and Rozi, M.P. 1996, Trans free margarine formulation. PORIM Information Series, No 55: 1-2.
- 23- Mohd Zaki, S., Nik Meriam, S. and Sivaruby, K. 1997, Triacylglycerols responsible for the onset of nucleation during clouding of palm olein. Journal of the American Oil Chemists' Society., 74: 1553-1558.
- 24- Noor Lida, H.M.D., Mohd Suria Affandi, Y. and Razali, I. 1997, Trans fatty acids free food formulation based on palm oil and its products: a review. PORIM Occasional Paper, No. 36: pp. 1-21.
- 25- Nor Aini, I. 1995, Shortenings based on palm oil products. PORIM Bulletin, No. 30: 17-24.
- 26- Nor Aini, I. and Hanirah, H. 1996, Clarity of single and double fractionated palm oleins. Elaeis, 8: 104-113.
- 27- Nor Aini, I. and Hanirah, H. 1997, Resistance to crystallisation of single and fractionated palm olein, in Oils and Fats in Food Applications (ed K.G. Berger), P.J. Barnes & Associates, Bridgwater, UK, pp. 1-7.
- 28- Nor Aini, I. and Mohd Suria, A.Y. 2000, Food uses of palm and palmkernel oil, in Advances in Oil Palm Research, Vol II (eds B.Yusof, B.S.



- Jalani and K.W. Chan), Malaysian Palm Oil Board, Malaysia, pp. 968–1026.
- 29- Nor Aini, I., Che Maimon, C.H., Hanirah, H., Zawiah, S. and Che Man, Y.B. 1999, Trans free vanaspati containing ternary blends of palm oil-palm stearin-palm olein and palm oil-palm stearin-palmkernel olein. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 76: 643–648.
- 30- Nor Aini, I., Yusof, B., Hanirah, H. and Rosilah, B. 1993, Effect of some additives on resistance to crystallisation of palm olein. *Elaeis*, 5: 47–64.
- 31- Ong, A. S. H. 1994, Nutritional aspects of palm oil: an introductory review. *Asia apacific J. Clin Nutrition*. 3: 201-206.
- 32- Siew, W.L. and Chong, C.L. 1998, Phase transition of crystals in palm olein. *PORIM Report PO(283)*, pp. 1–71.
- 33- Siew, W.L. and Ng, W.L. 1996a, Characterisation of crystals in palm olein. *Journal of. Science of. Food Agriculture*. 70:212–216.
- 34- Siew, W.L. and Ng, W.L. 1996b, Effect of diglycerides on the crystallisation of palm oleins. *Journal of. Science of. Food Agriculture*. 71: 496–500.
- 35- Tan, B.K. 2001, Recent advances in modification techniques for specialty fats, presented at the *PORIM International Palm Oil Conference on Cutting Edge Technologies for Sustained Competitiveness*, 20–22, August, 2001, Kuala Lumpur.
- 36- Tan, B.K. and Oh, F.C.H. 1981b, Oleins and stearins from Malaysian palm oil: chemical and physical characteristics. *PORIM Technology*, No. 4, pp. 1–6.
- 37- Tavares, M. and Barberio, J.C. 1995, Fatty acid composition of Brazilian palm oil, in *Proceedings of the Porim International Palm Oil Congress: Update and Vision in Chemistry and Technology*, Kuala Lumpur, 1993, pp. 328–332.
- 38- Teah YK, 1992, Characteristics of palm oil and utilization in food systems, *Lecture note for palm oil Familiarization programme (POFP)*.
- 39- Van Twisk, P. and Du Plessis 1997, Industrial frying oil – basic aspects. *PORIM Technical Bulletin*, 3, No. 1, pp. 2–5.