

بررسی پایداری اکسیداتیو و خواص فیزیکوشیمیایی روغن سرخ کردنی بر پایه پالم، سویا و آفتابگردان تحت شرایط مختلف رنگبری و بوگیری

سیمیندخت پورکلانتر^۱، سیمین اسداللهی^{۲*}، محمدرضا اسحاقی^۳

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

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

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

(تاریخ دریافت: ۹۶/۰۳/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۵/۰۶)

چکیده

در این پژوهش به بررسی اثر مراحل رنگبری و بوگیری بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی شامل ترکیب اسیدهای چرب، عدد یدی، عدد صابونی، ضریب شکست و پایداری روغن سرخ کردنی شامل عدد پراکسید، عدد آنیزیدین، عدد اسیدی و آزمون رنسیمت پرداخته شد. از درصدخاکرنگبر در سطوح ۰/۸، ۱ و ۱/۲ (وزنی/وزنی)، دمای ۲۰۰ و ۲۲۰ (°C) و فشار ۲ و ۳ (میلی بار) برای فرایند تصفیه روغن‌ها استفاده شد. نتایج نشان دادند که فرایند رنگبری و بوگیری هیچ اثر معنی داری بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی نظیر ترکیب اسیدهای چرب، عدد یدی، عدد صابونی و ضریب شکست روغن‌های سرخ کردنی نخواهد گذاشت. بررسی پایداری اکسیداتیو نمونه‌ها نشان داد که افزایش درصد خاک رنگبر منجر به افزایش تخریب ساختار هیدروپراکسیدهای اسید چرب شده و در نتیجه عدد پراکسید کاهش یافت. اما بر خلاف نتیجه به دست آمده برای عدد پراکسید، در پایان مرحله رنگبری عدد آنیزیدین در نمونه‌هایی که با درصد بالاتر خاک رنگبر فرایند شدند افزایش قابل توجهی نشان داد. با افزایش دمای بوگیری محصولات ثانویه اکسایش به میزان بیش‌تری حذف شدند. نتایج زمان پایداری اکسایشی نشان داد نمونه‌هایی که در دما و فشار بالاتر بوگیری شدند دارای زمان مقاومت کم‌تری هستند.

کلید واژگان: روغن سرخ کردنی، شرایط رنگبری، شرایط بوگیری، خصوصیات فیزیکوشیمیایی، پایداری اکسیداتیو

*مسئول مکاتبات: s_asadolahi@yahoo.com

۱- مقدمه

روغن‌های نباتی دارای ترکیبات ناخالصی هستند که اغلب اثر نامناسبی بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و کیفی آن‌ها می‌گذارد. از این ترکیبات ناخالص و نامطلوب می‌توان به اسیدهای چرب آزاد که موجب کاهش کیفیت و نقطه دود روغن می‌شوند، فسفولیپیدها که با نقش امولسیفایری خود بخشی از روغن را همراه با آب شستشو در مرحله خنثی سازی خارج و بازده تولید روغن را به شدت کاهش می‌دهد، موم‌ها که در دماهای پایین ته نشین شده و از کیفیت ظاهری روغن می‌کاهند، رنگدانه‌ها نظیر کاروتنوئید و کلروفیل‌ها به دلیل نقشی که در فرآیندهای فتواکسیداسیون ایفا می‌کنند موجب اکسایش روغن‌ها شده و از ویژگی‌های کیفی آن به شدت می‌کاهند و همچنین باقی مانده علف کش‌ها که اثر سوئی بر سلامت انسان می‌گذارند اشاره نمود [۱]. به طور کلی فرآیند تصفیه روغن‌های خوراکی از ۴ مرحله اساسی شامل صمغ گیری، خنثی سازی، رنگبری و بوگیری تشکیل شده است [۲]. مرحله اول پالایش روغن، خارج سازی فسفاتیدها (فسفولیپیدها) است که شامل دو مرحله صمغ زدائی با آب و صمغ زدائی با اسید فسفریک و اسید سیتریک است. پس از فرآیند صمغ گیری، در مرحله خنثی سازی اسیدهای چرب آزاد موجود در روغن به صورت صابونهای غیر محلول از روغن خارج می‌شوند. در این مرحله به موازات اسیدهای چرب آزاد، مقادیر زیادی از رنگدانه‌ها، صمغ‌های احتمالی باقیمانده، و سایر ناخالصیهای گوناگون دیگر توسط صابون تولید شده جذب و از روغن جدا می‌شوند. پس از انجام مراحل صمغ گیری و خنثی سازی روغن به منظور حذف آب ناشی از شستشو در مرحله خنثی سازی خشک شده و وارد مراحل رنگبری و بوگیری خواهد شد [۲، ۱]. مراحل رنگبری و بوگیری نقش به‌سزایی در کاهش ترکیبات نامطلوب موجود در تصفیه روغن‌های خوراکی دارا می‌باشند [۳]. در مرحله رنگبری برای تکمیل رنگ زدائی و خارج سازی رنگهای باقیمانده، از خاک رنگبر استفاده میکنند. در این مرحله روغن را تحت شرایط خلاء با خاک رنگبر مجاور کرده و پس از همزنی و گذشت زمان استراحت (مانند) مناسب، روغن را سرد و خاک جاذب افزوده شده را که رنگدانه‌ها را به خود جذب کرده است به کمک فیلتراسیون از روغن خارج می‌سازند. صرف نظر از مواد رنگین موجود در روغن، در این مرحله مقادیری از فلزات همراه روغن که عمر و ماندگاری روغن را کاهش می‌دهند نیز همراه با آثار صابونها و صمغ‌های احتمالی باقیمانده، از روغن

خارج می‌شوند [۴-۶]. پس از انجام این مرحله روغن را برای خارج سازی ترکیبات بودار و فرار آماده می‌کنند. عمده ترکیبات مختلف فرار و بوداری که چه بصورت طبیعی در روغن و یا به علت اکسیداسیون در روغن به وجود آمده باشند شامل پراکسیدها، آلدئیدها و ستون‌ها میباشند. طعم و مزه ای که در مراحل مختلف پالایش به روغن تحمیل شده (نظیر طعم خاک)، در این مرحله از روغن جدا و خارج می‌شود [۷]. در مرحله بوگیری، روغن را تحت خلاء (که فشار باقیمانده از چند میلی‌متر تجاوز نمی‌کند) تا درجه حرارت بالا گرم و از بخار آب عبور می‌دهند تا ترکیبات فرار به کمک بخار آب از محیط خارج شوند. مرحله رنگبری و بوگیری از مهم‌ترین مراحل فرآیند تصفیه روغن‌های خوراکی می‌باشد چرا که در حین این مراحل اکثر ترکیباتی که اثر نامناسبی بر کیفیت روغن در طی مرحله ذخیره سازی و مصرف دارند حذف خواهد شد [۸-۱۱]. در پژوهش حاضر از روغن‌های پالم (۵۰ درصد)، سویا (۳۰ درصد) و آفتابگردان (۲۰ درصد) به منظور تولید روغن سرخ کردنی استفاده شد.

از بررسی‌های انجام شده در این زمینه می‌توان به پژوهش‌های Farhoosh و همکاران [۱۲] بر تاثیر مراحل مختلف تصفیه شامل رنگبری و بوگیری روغن‌های کانولا و سویا، Skevin و همکاران [۱۳] بر شرایط بهینه رنگبری روغن سویا، Ortega و همکاران [۱۴] بر شرایط بهینه رنگبری از روغن سویا با استفاده از روش سطح پاسخ که دارای کم‌ترین مقادیر عدد پراکسید در این مرحله باشد، Bachari و همکاران [۱۵] بر تاثیر مراحل تصفیه روغن سویا بر میزان دیان‌های کنژوگه و - Sánchez Machado و همکاران [۱۶] بر بررسی اثر مراحل تصفیه روغن شامل خنثی سازی، رنگبری و بوگیری بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و پایداری اکسیداتیو روغن ترب کوهی اشاره نمود. با توجه به هزینه بالای فرآیندهای رنگبری و بوگیری، مطالعه مولفه‌های اثرگذار بر این مراحل شامل مقدار درصد خاک رنگبر (مرحله رنگبری) و میزان دما و فشار (مرحله بوگیری) می‌تواند اطلاعات مفیدی به منظور کاهش هزینه‌ها و همچنین تولید محصولی با کیفیت بالاتر در اختیار تولیدکنندگان روغن‌های خوراکی قرار دهد. پایش این مراحل ضمن بالا بردن بازده تصفیه ترکیبات نامطلوب، می‌تواند بخشی از هزینه‌های بالای فرآیند تصفیه را نیز کاهش دهد. لازم بذکر است که اگرچه در این زمینه تحقیقاتی در سطح جهان انجام گردیده است، اما تاکنون هیچ پژوهشی با محوریت تمرکز بر بررسی

نیترژن، دمای آشکارکننده و تزریقگاه به ترتیب ۲۸۰ °C و ۲۴۰ بود.

۲-۲-۵- اندازه گیری عدد یدی

عدد یدی به صورت محاسبه ای با توجه به ترکیب اسیدهای چرب مطابق با روش AOCs Cd 1c-85 به دست آورده شد (معادله ۱) [۱۸].

$$\text{عدد یدی} = (\%C16:1 \times 0.95) + (\%C18:1 \times 0.86) + (\%C18:2 \times 1.732) + (\%C18:3 \times 2.616) + (\%C20:1 \times 0.785) + (\%C22:1 \times 0.723) \quad \text{معادله ۱}$$

۲-۲-۵- اندازه گیری ضریب شکست

تعیین ضریب شکست روغن با استفاده از رفاکتومتر براساس استاندارد ملی ایران به شماره ۵۱۰۸ انجام شد [۱۹]. بدین منظور در ابتدا دستگاه را با الکل و پنبه سطح منشور را کاملاً تمیز شده و سپس با استفاده از آب مقطر کالیبره گردید. پس از آن یک قطره از نمونه روغن را در جایگاه مخصوص نمونه (منشور) قرارداده و ضریب شکست نمونه‌ها قرائت گردید.

۲-۲-۶- اندازه گیری عدد صابونی

اندازه گیری اندیس صابونیر حسب روش AOCs به شماره ۲۵-۳ Cd 3 انجام گردید [۱۸].

۲-۲-۷- آزمون شال

اندیس پراکسید و اسید چرب آزاد در قالب آزمون شالدر دمای ۶۰ °C و با فاصله زمانی ۳ روز تا روز ۱۸ ام اندازه گیری گردید [۲۰].

۲-۲-۸- اندازه گیری عدد پراکسید

اندیس پراکسید مطابق با روش AOCs Cd 8-23 اندازه-گیری شد [۱۸].

۲-۲-۹- اندازه گیری عدد اسیدی

توسط تیتراسیون با هیدروکسید سدیم مطابق روش AOCs به شماره ۴۰-۵ Ca 5a-40 و بر اساس اسید اولئیک، عدد اسیدی نمونه‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت [۱۸].

۲-۲-۱۰- اندازه گیری شاخص پایداری اکسایشی

پایداری اکسایشی نمونه‌ها با استفاده از دستگاه نسیمت متروم (هریسائو، سوئیس) مدل ۷۴۳ بر حسب روش AOCs به شماره ۹۲-۱۲ cd 12b-92 در دمای ۱۱۰ °C، میزان ۲/۵ گرم نمونه و دبی هوای ۲/۵ میلی لیتر در دقیقه اندازه گیری گردید [۱۸].

۲-۲-۱۱- اندازه گیری عدد پارا-آنیزیدین

خصوصیات فیزیکوشیمیایی و پایداری اکسیداتیو روغن سرخ کردنی حاوی روغن‌های پالم، آفتابگردان و سویا که با شرایط متفاوتی رنگبری و بوگیری می شوند، در سطح ایران و جهان انجام نگرفته است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

روغن‌های پالم، سویا و آفتابگردان از کارخانه اوایلا (البرز، ایران) دریافت گردید. تمامی مواد شیمیایی مورد استفاده در این پژوهش از شرکت مرک (دارمشتات، آلمان) و سیگما (آمریکا) تهیه گردیدند. خاک رنگبر مورد استفاده در مرحله رنگبری از شرکت کانی ساز جم (ایران) خریداری گردید.

۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۱- فرایند رنگبری روغن سرخ کردنی

این فرایند در نسبت‌های خاک رنگبر اسیدی ۰/۸، ۱/۰ و ۱/۲ با استفاده از دستگاه رنگبر (در مقیاس پایلوت) شرکت MRG (گرگان، ایران) در آزمایشگاه کارخانه اوایلا متعلق به گروه صنعتی کوروش (اشتهارد، ایران) درصد انجام گردید [۱۷].

۲-۲-۳- فرایند بوگیری روغن سرخ کردنی

فرایند بوگیری روغن سرخ کردنی تولید شده در این پژوهش در ماه‌های ۲۰۰ و ۲۲۰ °C و همچنین فشارهای ۲ و ۳ میلی بار استفاده از دستگاه بوگیر (در مقیاس پایلوت) شرکت MRG (گرگان، ایران) در آزمایشگاه کارخانه اوایلا متعلق به گروه صنعتی کوروش (اشتهارد، ایران) انجام گردید [۱۷].

۲-۲-۴- اندازه گیری ترکیب اسیدهای چرب

پس از آماده سازی متیل استر اسیدهای چرب مطابق با روش شماره ۶۶-۲ AOCs Ce 2-66 [۱۸]، آنالیز آن‌ها با دستگاه گاز کروماتوگرافی‌انگ لین (سنول، کره جنوبی) مدل ۶۱۰۰ میکرو متر بر طبق روش شماره ۹۱-۱ Ce 1e- AOCs 91 انجام شد [۱۸]. دستگاه دارای آشکارساز یونیزاسیون شعله^۲ بود. نام ستون موئینه CP Sil 88، طول، قطر داخلی و ضخامت آن به ترتیب ۱۰۰ متر، ۰/۲۵ میلی‌متر و ۰/۲۵ میکرومتر بود. گاز حامل

1. American oil chemist's society
2. Flame Ionization Detector

۳- نتایج و بحث

۳-۱- بررسی اثر فرایند رنگبری و بوگیری بر

خصوصیات فیزیکوشیمیایی روغن سرخ کردنی

بر پایه پالم، سویا و آفتابگردان

۳-۱-۱- پروفایل اسیدهای چرب

. با توجه به جدول ۱ تیمارهای مورد بررسی اثر معنی داری بر میزان ترکیب اسید چرب پالمیتیک اسید، اولئیک اسید، لینولئیک اسید و لینولنیک اسید نشان نمی دهند ($P > 0.05$). نتایج به دست آمده برای ترکیب اسیدهای چرب روغن سرخ کردنی تولید شده بر پایه پالم، سویا و آفتابگردان نشان می دهد که تیمار رنگبری و بوگیری قادر به ایجاد تغییر در مقادیر اسیدهای چرب مذکور نیست. با توجه به این مطلب که فرایند رنگبری و بوگیری روغن‌های خوراکی از طریق فرایند جذب فیزیکی اقدام به حذف مواد نامطلوب می کند، بنابراین بدیهی است که تغییری در ترکیب اسیدهای چرب رخ ندهد. لازم به ذکر است که افت ناچیزی در راندمان روغن ناشی از جذب روغن به خاک رنگبر در مرحله رنگبری و همچنین تقطیر آن در مرحله بوگیری ممکن است بوجود آید. چنین نتایجی در تطابق با بررسی Sánchez-Machado و همکاران [۱۶] بود چرا که گزارش کردند مراحل تصفیه هیچ اثر معنی داری بر ترکیب اسیدهای چرب روغن ترب کوهی نخواهد گذاشت.

عدد پارا- آنیزیدین مطابق روش AOCS به شماره 18- Cd 90 اندازه گیری گردید [۱۸]. برای این کار ۰/۵ گرم روغن در بالون ۲۵ میلی لیتری به حجم رسانده و پس از اینکه ۵ میلی لیتر از این محلول با یک میلی لیتر از محلول ۰/۲۵ درصد پارا- آنیزیدین در استیک اسید گلیسول مخلوط شد بعد از گذشت ۱۰ دقیقه جذب آن در طول موج ۳۵۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر مدل UV-2550 (شیمادزو، ژاپن) مورد ارزیابی قرار گرفت. با استفاده از معادله ۲ عدد پارا- آنیزیدین نمونه‌ها محاسبه شد.

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

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.

۳-۲- آنالیز آماری

به منظور مقایسه میانگین یک طرفه و دو طرفه تیمارها در قالب طرح کاملاً تصادفی از نرم افزار SPSS 16.0 استفاده گردید. برای بررسی معنی یا عدم معنی داری میان میانگین‌های به دست آمده از آزمون تعقیبی دانکن استفاده گردید. لازم به ذکر است تمامی آزمون‌های انجام شده در بررسی حاضر با حداقل ۳ تکرار انجام گردید.

Table 1 Fatty acid profile of frying oil based palm, soybean and sunflower oils

| Treatment | Bleaching step | Deodorizing step | Fatty acids profile | | | | | |
|-----------|----------------|------------------|---------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| | | | Clay bleaching % | T (°C) | P (mbar) | C16:0 | C18:0 | C18:1 |
| Control | 0.9 | 190 | 2.5 | 23.94±0.1 ^a | 4.24±0.1 ^a | 36.29±0.1 ^a | 31.53±0.1 ^a | 1.72±0.1 ^a |
| 1 | 0.8 | 200 | 2.0 | 23.94±0.1 ^a | 4.25±0.1 ^a | 36.27±0.1 ^a | 31.54±0.1 ^a | 1.73±0.1 ^a |
| 2 | 0.8 | 220 | 2.0 | 23.93±0.1 ^a | 4.26±0.1 ^a | 36.29±0.1 ^a | 31.52±0.1 ^a | 1.76±0.1 ^a |
| 3 | 0.8 | 200 | 3.0 | 23.94±0.1 ^a | 4.26±0.1 ^a | 36.28±0.1 ^a | 31.54±0.1 ^a | 1.75±0.1 ^a |
| 4 | 0.8 | 220 | 3.0 | 23.94±0.1 ^a | 4.26±0.1 ^a | 36.29±0.1 ^a | 31.54±0.1 ^a | 1.71±0.1 ^a |
| 5 | 1.0 | 200 | 2.0 | 23.94±0.1 ^a | 4.23±0.1 ^a | 36.22±0.1 ^a | 31.54±0.1 ^a | 1.76±0.1 ^a |
| 6 | 1.0 | 220 | 2.0 | 23.92±0.1 ^a | 4.26±0.1 ^a | 36.29±0.1 ^a | 31.52±0.1 ^a | 1.76±0.1 ^a |
| 7 | 1.0 | 200 | 3.0 | 23.94±0.1 ^a | 4.26±0.1 ^a | 36.28±0.1 ^a | 31.53±0.1 ^a | 1.75±0.1 ^a |
| 8 | 1.0 | 220 | 3.0 | 23.91±0.1 ^a | 4.26±0.1 ^a | 36.27±0.1 ^a | 31.54±0.1 ^a | 1.76±0.1 ^a |
| 9 | 1.2 | 200 | 2.0 | 23.92±0.1 ^a | 4.26±0.1 ^a | 36.29±0.1 ^a | 31.52±0.1 ^a | 1.72±0.1 ^a |
| 10 | 1.2 | 220 | 2.0 | 23.94±0.1 ^a | 4.24±0.1 ^a | 36.26±0.1 ^a | 31.54±0.1 ^a | 1.76±0.1 ^a |
| 11 | 1.2 | 200 | 3.0 | 23.92±0.1 ^a | 4.26±0.1 ^a | 36.28±0.1 ^a | 31.53±0.1 ^a | 1.73±0.1 ^a |
| 12 | 1.2 | 220 | 3.0 | 23.94±0.1 ^a | 4.22±0.1 ^a | 36.27±0.1 ^a | 31.52±0.1 ^a | 1.73±0.1 ^a |

Data are presented as the means ± SD of three replicates. Different superscripts show significant differences in each column at $p < 0.05$. C16:0; Palmitic acid, C18:0; Stearic acid, C18:1; Oleic acid, C18:2; Linoleic acid, C18:3; Linolenic acid

اندیس یدی نشانگر غیر اشباعیت روغن‌ها بوده و با اشباع شدگی آن‌ها رابطه عکس دارد [۲۱]. از آنجا که مقادیر عدد یدی نسبت مستقیمی با محتوای اسیدهای چرب داراست، تغییر در پروفایل اسیدهای چرب مقادیر عدد یدی را دستخوش تغییرات اساسی خواهد کرد. با توجه به جدول ۲ تیمارهای مورد بررسی اثر معنی داری بر میزان عدد یدی نشان نمی دهند.

با توجه به عدم تغییر معنادار ترکیب اسیدهای چرب روغن سرخ کردنی تصفیه شده، مقادیر عدد یدی نیز تغییر معناداری نشان نمی دهد ($P > 0.05$). در این رابطه Sánchez-Machado و همکاران [۱۶] نیز گزارش نمودند که فرایند تصفیه اثر معنی داری بر مقادیر عدد یدی نخواهد گذاشت.

Table 2 The iodine value, saponification value (SV) and refract index of frying oil frying oil based palm, soybean and sunflower oils

| Physicochemical Properties | | | Deodorizing step | | Bleaching step | Treatment |
|----------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------|--------|------------------|-----------|
| Refract index | SV | Iodine value | P (mbar) | T (°C) | Clay bleaching % | |
| 1.4621±0.01 ^a | 190.2±0.02 ^a | 90.68±0.03 ^a | 2.5 | 190 | 0.9 | Control |
| 1.4620±0.01 ^a | 190.3±0.02 ^a | 90.65±0.03 ^a | 2.0 | 200 | 0.8 | 1 |
| 1.4621±0.01 ^a | 190.2±0.02 ^a | 90.62±0.03 ^a | 2.0 | 220 | 0.8 | 2 |
| 1.4620±0.01 ^a | 190.1±0.02 ^a | 90.68±0.03 ^a | 3.0 | 200 | 0.8 | 3 |
| 1.4621±0.01 ^a | 190.4±0.02 ^a | 90.67±0.03 ^a | 3.0 | 220 | 0.8 | 4 |
| 1.4622±0.01 ^a | 190.2±0.02 ^a | 90.66±0.03 ^a | 2.0 | 200 | 1.0 | 5 |
| 1.4621±0.01 ^a | 190.4±0.02 ^a | 90.68±0.03 ^a | 2.0 | 220 | 1.0 | 6 |
| 1.4622±0.01 ^a | 190.2±0.02 ^a | 90.66±0.03 ^a | 3.0 | 200 | 1.0 | 7 |
| 1.4620±0.01 ^a | 190.1±0.02 ^a | 90.68±0.03 ^a | 3.0 | 220 | 1.0 | 8 |
| 1.4622±0.01 ^a | 190.2±0.02 ^a | 90.68±0.03 ^a | 2.0 | 200 | 1.2 | 9 |
| 1.4621±0.01 ^a | 190.2±0.02 ^a | 90.67±0.03 ^a | 2.0 | 220 | 1.2 | 10 |
| 1.4622±0.01 ^a | 190.3±0.02 ^a | 90.66±0.03 ^a | 3.0 | 200 | 1.2 | 11 |
| 1.4622±0.01 ^a | 190.4±0.02 ^a | 90.66±0.03 ^a | 3.0 | 220 | 1.2 | 12 |

Data are presented as the means ± SD of three replicates. Different superscripts show significant differences in each column at $p < 0.05$.

هنگامی که پرتو نور از محیطی به محیط دیگر با غلظتی متفاوت وارد می شود، به علت تغییر سرعت عبور، مسیر آن منحرف می شود. این پدیده شکست نور نامیده می شود. ضریب شکست روغن‌ها با افزایش غیر اشباعیت (افزایش عدد یدی) افزایش می یابد [۲]. با توجه به جدول ۲ تیمارهای مورد بررسی اثر معنی داری بر میزان ضریب شکست نشان نمی دهند ($P > 0.05$). از آنجا که تیمار رنگبری و بوگیری اثر معنی داری بر ترکیب اسیدهای چرب و به دنبال آن مقادیر عدد یدی نمی گذارد، ضریب شکست تیمارهای مورد بررسی دستخوش تغییر نشد. بررسی Sánchez-Machado و همکاران [۱۶] در تطابق با یافته‌های پژوهش حاضر بود چرا که آنان گزارش کردند فرایند تصفیه اثر معنی داری بر مقادیر ضریب شکست روغن‌ها نخواهد گذاشت.

۳-۱-۳- عدد صابونی

مقدار پتاسیم هیدروکسید یا پتاس (KOH) لازم که برای واکنش صابونی کردن اسیدهای چرب لازم است با وزن ملکولی آن‌ها نسبت معکوس دارد، بنابراین همواره روغن‌های حاوی مقادیر بالای اسیدهای چرب بلند زنجیره نسبت به روغن و چربی‌های دارای اسیدهای چرب کوتاه زنجیره نظیر کره عدد صابونی کمتری دارا هستند [۲]. با توجه به جدول ۲ تیمارهای مورد بررسی اثر معنی داری بر میزان عدد صابونی نشان نمی دهند ($P > 0.05$). عدم تغییر عدد صابونی می تواند به عدم تغییر ترکیب اسیدهای چرب روغن سرخ کردنی تصفیه شده نسبت داده شود. به عبارت دیگر می توان گفت از آنجا هیچ تغییری در ترکیب اسیدهای چرب روغن سرخ کردنی مورد بررسی مشاهده نشد، مقادیر عدد صابونی نیز که رابطه معکوسی با وزن مولکولی اسیدهای چرب داراست، تغییر معناداری در هیچ یک از تیمارهای بررسی شده نخواهد کرد.

۳-۱-۴- ضریب شکست

3. Refraction index

روغن و چربی‌ها دارد [۲۱]. نتایج جدول ۳ که اثر متقابل تیمار*زمان را بررسی می‌کند نشان می‌دهد که کم‌ترین عدد پراکسید در روز ۳ مربوط به تیمارهای ۵ تا ۱۲ و بیش‌ترین آن در روز ۱۸ مربوط به تیمارهای شاهد، ۱، ۲ و ۳ می‌باشد. نتایج به دست آمده در این بررسی نشان می‌دهد با افزایش درصد خاک رنگبر مصرفی در مرحله رنگبری و همچنین دما و فشار در مرحله بوگیری مقادیر عدد پراکسید کاهش می‌یابد. این موضوع می‌تواند به شکست ساختار هیدروپراکسید اسیدهای چرب در دماهای بالا و همچنین میزان بالاتر خاک رنگبر اسیدی نسبت داد. همچنین بدیهی است که با گذشت هرچه بیش‌تر از آزمون شال مقادیر عدد پراکسید افزایش یابد. لازم بذکر است که تیمارهایی که با مقادیر بالاتر خاک رنگبر (۱ و ۱/۲ درصد) رنگبری شدند در انتهای روز ۱۸ ام عدد پراکسید کم‌تری دارا بودند. نتایج این بررسی در تطابق با یافته‌های Skevin و همکاران [۱۳] بود چرا که گزارش کردند روغن خنثی شده‌ای که با ۱/۰ درصد خاک رنگبر فعال شده با اسید رنگبری شده بود دارای کم‌ترین مقادیر عدد پراکسید بود.

۲-۳- بررسی اثر فرایند رنگبری و بوگیری بر

پایداری اکسیداتیو روغن سرخ کردنی بر پایه

پالم، سویا و آفتابگردان در شرایط شتاب یافته

۳-۲-۱- عدد پراکسید

عدد پراکسید نمایانگر میزان ترکیبات اولیه ایجاد شده (هیدروپراکسیدها) در اثر اکسایش روغن‌ها می‌باشد. هیدروپراکسیدها اگرچه فاقد بو هستند ولی در اثر شکست این ترکیبات محصولات ثانویه اکسیداسیون نظیر آلدهیدها و کتون که دارای بوی نامطلوبی هستند تولید می‌شود [۱]. ایجاد پراکسید در مراحل اولیه به کندی صورت می‌گیرد و این مرحله برحسب نوع روغن، شرایط نگهداری آن، درجه حرارت و عوامل دیگر ممکن است از چند هفته تا چند ماه متغیر باشد که پس از آن تشکیل‌دهنده پراکسید تسریع شده و خود به عنوان کاتالیزور در تسریع اکسایش روغن شرکت می‌کند [۳]. عدد پراکسید اگرچه شاخص مناسبی برای بیان کیفیت کلی روغن نمی‌باشد اما پیوستگی خطی خوبی با خواص ارگانولپتیکی

Table 3 The peroxide value of frying oil frying oil based palm, soybean and sunflower oils determined within 18 days at 60 °C

| Peroxide value (meq/Kg)- Day | | | | | | | Treatment |
|------------------------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|-----------|-----------|
| 18 | 15 | 12 | 9 | 6 | 3 | 0 | |
| 0.41±0.02ab | 0.40±0.02ab | 0.39±0.01b | 0.31±0.01e | 0.25±0.01f | 0.12±0.01ij | 0.1±0.01j | Control |
| 0.38±0.02b | 0.35±0.02cd | 0.31±0.01e | 0.25±0.01f | 0.18±0.02g | 0.10±0.02j | 0.0k | 1 |
| 0.45±0.02a | 0.45±0.02a | 0.43±0.03ab | 0.35±0.02cd | 0.28±0.01e | 0.15±0.01h | 0.0k | 2 |
| 0.38±0.02b | 0.35±0.02cd | 0.31±0.01e | 0.25±0.01f | 0.18±0.02g | 0.10±0.02j | 0.0k | 3 |
| 0.45±0.02a | 0.45±0.02a | 0.43±0.03ab | 0.35±0.02cd | 0.28±0.01e | 0.15±0.01h | 0.0k | 4 |
| 0.38±0.02b | 0.35±0.02cd | 0.31±0.01e | 0.25±0.01f | 0.18±0.02g | 0.10±0.02j | 0.0k | 5 |
| 0.45±0.02a | 0.45±0.02a | 0.43±0.03ab | 0.35±0.02cd | 0.28±0.01e | 0.15±0.01h | 0.0k | 6 |
| 0.38±0.02b | 0.35±0.02cd | 0.31±0.01e | 0.25±0.01f | 0.18±0.02g | 0.10±0.02j | 0.0k | 7 |
| 0.37±0.03bc | 0.34±0.01d | 0.29±0.02e | 0.25±0.01f | 0.18±0.02g | 0.10±0.02j | 0.0k | 8 |
| 0.38±0.02b | 0.35±0.02cd | 0.31±0.01e | 0.25±0.01f | 0.18±0.02g | 0.10±0.02j | 0.0k | 9 |
| 0.45±0.02a | 0.45±0.02a | 0.43±0.03ab | 0.35±0.02cd | 0.28±0.01e | 0.15±0.01h | 0.0k | 10 |
| 0.45±0.02a | 0.45±0.02a | 0.43±0.03ab | 0.35±0.02cd | 0.28±0.01e | 0.15±0.01h | 0.0k | 11 |
| 0.45±0.02a | 0.45±0.02a | 0.43±0.03ab | 0.35±0.02cd | 0.28±0.01e | 0.15±0.01h | 0.0k | 12 |

Data are presented as the means ± SD of three replicates. Different superscripts show significant differences among all data at $p < 0.05$. The percentage of bleaching clay (w/w), temperature (°C) and pressure (mbar) are respectively in the control sample (0.9, 190, 2.5), treatment 1 (0.8, 200, 2.0), treatment 2 (0.8, 220, 2.0), treatment 3 (0.8, 200, 3.0), treatment 4 (0.8, 220, 3.0), treatment 5 (1.0, 200, 2.0), treatment 6 (1.0, 220, 2.0), treatment 7 (1.0, 200, 3.0), treatment 8 (1.0, 220, 3.0), treatment 9 (1.2, 200, 2.0), treatment 10 (1.2, 220, 2.0), treatment 11 (1.2, 200, 3.0), treatment 12 (1.2, 220, 3.0).

۳-۲-۲- عدد اسیدی

درصد اسید چرب آزاد نشانگر فساد هیدرولیتیک روغن‌ها می باشد؛ این ترکیبات همچنین از محصولات ثانویه اکسایش روغن و چربی‌ها می باشند [۲،۱]. چربی‌های خوراکی اعم از حیوانی و نباتی دارای مقدار معین و جزئی اسید چرب آزاد هستند ولی ممکن است در اثر عوامل فساد و رخ دادن واکنش آبکافت این مقدار از حد معین تجاوز نماید. در ابتدای فرآیند سرخ کردن روغن‌ها افزایش محتوای اسیدهای چرب آزاد بدلیل شکستن ترکیبات حاصل از فساد اکسایشی روغن‌ها می باشد اما در مراحل پایانی سرخ کردن، این موضوع به خروج آب از مواد غذایی و نقشی که در آبکافت مولکول تری آسید گلیسرول دارد مرتبط می شود [۴]. با افزایش مقدار اسید چرب آزاد در روغن نقطه دود کاهش خواهد یافت [۳-۱]. نتایج جدول ۴ که اثر متقابل زمان* تیمار را بر عدد اسیدی بررسی می کند نشان می دهد کم‌ترین این مقادیر مربوط به

تیمارهای ۲، ۶، ۱۰، ۱۱ و ۱۲ در روز صفر و بیش‌ترین آن مربوط به تیمار ۳ در روز ۱۸ می باشد. از آنجا که مراحل رنگبری و بوگیری اثر چندانی بر کاهش مقادیر اسیدهای چرب آزاد دارا نیست بنابراین عدد اسیدی تغییر چندانی در این مراحل پیدا نخواهد کرد. به طور کلی تیمارهایی که در این بررسی در دمای بالاتری بوگیری شدند دارای مقادیر عدد اسیدی کم‌تری بودند که ناشی از تقطیر بیش‌تر اسیدهای چرب آزاد در حین این مرحله می باشد. همچنین عدم تغییر معنادار عدد اسیدی را با افزایش زمان می توان به عدم حضور آب در نمونه‌ها نسبت داد چرا که رطوبت اثر کاتالیز کنندگی شدیدی بر لیپولیز چربی‌ها داراست. در این رابطه Jung و همکاران [۲۲] و همچنین Farhoosh و همکاران [۱۲] گزارش نمودند بیش‌ترین اثر بر کاهش مقادیر اسیدهای چرب آزاد را مرحله خنثی سازی داشته و مراحل رنگبری و بوگیری اثر چندانی بر کاهش آن دارا نیستند.

Table 4 The acid value of frying oil frying oil based palm, soybean and sunflower oils determined within 18 days at 60 °C

| Acid value (%)- Day | | | | | | | Treatment |
|---------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|
| 18 | 15 | 12 | 9 | 6 | 3 | 0 | |
| 0.16±0.01b | 0.16±0.01b | 0.16±0.01b | 0.16±0.01b | 0.16±0.01b | 0.15±0.01b | 0.15±0.01b | Control |
| 0.13±0.01c | 0.13±0.01c | 0.13±0.01c | 0.13±0.01c | 0.13±0.01c | 0.13±0.01c | 0.13±0.01c | 1 |
| 0.10±0.01d | 0.10±0.01d | 0.10±0.01d | 0.10±0.01d | 0.10±0.01d | 0.10±0.01d | 0.10±0.01d | 2 |
| 0.18±0.01a | 0.18±0.01a | 0.18±0.01a | 0.18±0.01a | 0.18±0.01a | 0.18±0.01a | 0.18±0.01a | 3 |
| 0.11±0.01d | 0.11±0.01d | 0.11±0.01d | 0.11±0.01d | 0.11±0.01d | 0.11±0.01d | 0.11±0.01d | 4 |
| 0.13±0.01c | 0.13±0.01c | 0.13±0.01c | 0.13±0.01c | 0.13±0.01c | 0.13±0.01c | 0.13±0.01c | 5 |
| 0.10±0.01d | 0.10±0.01d | 0.10±0.01d | 0.10±0.01d | 0.10±0.01d | 0.10±0.01d | 0.10±0.01d | 6 |
| 0.18±0.01a | 0.18±0.01a | 0.18±0.01a | 0.18±0.01a | 0.18±0.01a | 0.18±0.01a | 0.18±0.01a | 7 |
| 0.16±0.01b | 0.16±0.01b | 0.16±0.01b | 0.16±0.01b | 0.16±0.01b | 0.16±0.01b | 0.16±0.01b | 8 |
| 0.13±0.01c | 0.13±0.01c | 0.13±0.01c | 0.13±0.01c | 0.13±0.01c | 0.13±0.01c | 0.13±0.01c | 9 |
| 0.10±0.01d | 0.10±0.01d | 0.10±0.01d | 0.10±0.01d | 0.10±0.01d | 0.10±0.01d | 0.10±0.01d | 10 |
| 0.10±0.01d | 0.10±0.01d | 0.10±0.01d | 0.10±0.01d | 0.10±0.01d | 0.10±0.01d | 0.10±0.01d | 11 |
| 0.11±0.01d | 0.11±0.01d | 0.11±0.01d | 0.11±0.01d | 0.11±0.01d | 0.11±0.01d | 0.11±0.01d | 12 |

Data are presented as the means ± SD of three replicates. Different superscripts show significant differences among all data at $p < 0.05$. The percentage of bleaching clay (w/w), temperature (°C) and pressure (mbar) are respectively in the control sample (0.9, 190, 2.5), treatment 1 (0.8, 200, 2.0), treatment 2 (0.8, 220, 2.0), treatment 3 (0.8, 200, 3.0), treatment 4 (0.8, 220, 3.0), treatment 5 (1.0, 200, 2.0), treatment 6 (1.0, 220, 2.0), treatment 7 (1.0, 200, 3.0), treatment 8 (1.0, 220, 3.0), treatment 9 (1.2, 200, 2.0), treatment 10 (1.2, 220, 2.0), treatment 11 (1.2, 200, 3.0), treatment 12 (1.2, 220, 3.0).

۳-۲-۳- عدد آنیزیدین

عدد آنیزیدین به عنوان شاخصی از محصولات ثانویه اکسیداسیون شناخته می شود. جدول ۵ نشان می دهد اثر تیمار بر عدد آنیزیدین معنی دار میباشد ($P < 0.01$). با توجه به این

جدول بیش‌ترین میزان مربوط به تیمار ۳ با ۷/۴۹ و کم‌ترین آن با ۴/۷۶ مربوط به تیمار ۶ میباشد. قابل توجه آن که میان تیمارهای شاهد و ۴ و همچنین ۸ و ۱۲ تفاوت معنی داری مشاهده نمی گردد. لازم به ذکر است که در اثر شکست هر

نمونه‌هایی که با درصد بالاتری خاک رنگبر فرایند شدند علی‌رغم مقادیر بالاتر عدد آنیزیدین در هنگام ورود به مرحله بوگیری، در انتهای آن عدد آنیزیدین کم‌تری دارا بودند. چنین نتیجه‌ای را نیز Skevin و همکاران [۱۳] گزارش کردند. آنان بیان داشتند دما و میزان خاک رنگبر بر پایداری اکسیداتیو روغن‌ها و به طور ویژه محصولات ثانویه اکسیداسیون اثر گذار است.

مولکول هیدروپراکسید چرب، ۲ مولکول آلدئید و یا کتون تشکیل خواهد شد [۲]. به عبارتی دیگر با هر واحد کاهش عدد پراکسید، عدد آنیزیدین ۲ واحد افزایش خواهد یافت. بنابراین تیمارهایی که با مقادیر بیش‌تر خاک رنگبر فرایند شدند با عدد پراکسید کم‌تر و همچنین آنیزیدین بالاتری وارد مرحله بوگیری می‌شوند. نتایج نشان می‌دهد که دمای بالا قادر به حذف بهتر محصولات ثانویه اکسایش خواهد بود چرا که

Table 5 Oxidative stability index (OSI) at 110 °C and Anisidine value of frying oil frying oil based palm, soybean and sunflower oils

| Oxidative stability experiment | | Deodorizing step | | Bleaching step | Treatment |
|--------------------------------|--------------------------|------------------|--------|------------------|-----------|
| Anisidine value | OSI (110 °C) | P (mbar) | T (°C) | Clay bleaching % | |
| 7.20±0.02 ^b | 21.50±0.03 ^a | 2.5 | 190 | 0.9 | Control |
| 7.10±0.01 ^c | 20.60±0.01 ^f | 2.0 | 200 | 0.8 | 1 |
| 6.01±0.02 ^h | 19.73±0.03 ^b | 2.0 | 220 | 0.8 | 2 |
| 7.49±0.02 ^a | 20.95±0.01 ^c | 3.0 | 200 | 0.8 | 3 |
| 7.20±0.02 ^b | 19.97±0.01 ^g | 3.0 | 220 | 0.8 | 4 |
| 6.60±0.01 ^e | 21.30±0.03 ^b | 2.0 | 200 | 1.0 | 5 |
| 4.76±0.02 ^k | 19.71±0.02 ^{hi} | 2.0 | 220 | 1.0 | 6 |
| 6.83±0.01 ^d | 20.89±0.02 ^d | 3.0 | 200 | 1.0 | 7 |
| 5.58±0.02 ⁱ | 21.53±0.03 ^a | 3.0 | 220 | 1.0 | 8 |
| 6.23±0.02 ^g | 21.32±0.03 ^b | 2.0 | 200 | 1.2 | 9 |
| 5.06±0.02 ^j | 19.68±0.03 ⁱ | 2.0 | 220 | 1.2 | 10 |
| 6.40±0.01 ^f | 20.89±0.02 ^d | 3.0 | 200 | 1.2 | 11 |
| 5.4±0.02 ⁱ | 20.84±0.02 ^e | 3.0 | 200 | 1.2 | 12 |

Data are presented as the means ± SD of three replicates. Different superscripts show significant differences in each column at $p < 0.05$.

حاضر را Zacchi و Eggers [۲۳] گزارش کردند. آنان بیان داشتند بدلیل حذف ترکیبات فنولی در مرحله بوگیری شاخص پایداری اکسایشی (آزمون رنسیمت) آن در این مرحله کاهش می‌یابد.

۴- نتیجه گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که فرایند رنگبری و بوگیری هیچ اثر معنیداری بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی نظیر ترکیب اسیدهای چرب، عددیدی، عدد صابونی و ضریب شکست روغن‌های سرخ کردنی نخواهد گذاشت. بررسی پایداری اکسیداتیو نمونه‌ها نشان داد که افزایش درصد خاک رنگبر منجر به افزایش تخریب ساختار هیدروپراکسیدهای اسید چرب شده و در نتیجه کاهش عدد پراکسید می‌گردد. اما برخلاف نتیجه به دست آمده برای عدد پراکسید، از آنجا که شکستن مولکول هیدروپراکسید اسیدهای چرب منجر به تولید

۳-۳- آزمون زمان پایداری اکسایشی (آزمون رنسیمت)

آزمون رنسیمت پایداری اکسایشی چربی و روغن‌ها را در شرایط شتاب یافته بررسی می‌کند و روغن‌های با مقادیر غیر اشباع شدگی بالا بدلیل سرعت بالاتر واکنش با اکسیژن، مقاومت کم‌تری به این آزمون نشان می‌دهند. نتایج جدول ۵ حاکی از آن است که اثر تیمار بر زمان پایداری اکسایشی معنی‌دار می‌باشد ($P < 0.01$). بیش‌ترین میزان مربوط به تیمار ۵ با ۲۱/۵۳ ساعت و کم‌ترین آن با ۱۹/۶۸ ساعت مربوط به تیمار ۴ می‌باشد. قابل توجه آنکه میان تیمارهای شاهد ۵، ۹ و ۱ و همچنین ۴ و ۱۲ اثر معنی‌داری مشاهده نمی‌گردد. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد نمونه‌هایی که در فشار و دمای بالاتری بوگیری شدند دارای زمان پایداری اکسایشی کم‌تری بودند. چنین نتیجه‌ای را میتوان به حذف هرچه بیش‌تر ترکیبات آنتی‌اکسیدانی در دمای بالا نسبت داد. مشابه به یافته‌های پژوهش

- [6] Aniolowska, M., & Kita, M. (2016). The effect of frying on glycidyl esters content in palm oil. *Food Chemistry*, 203 (1), 95-103
- [7] Alpaslan M, Tepe S, Simsek O. (2001). Effect of refining processes on the total and individual tocopherol content in sunflower oil. *Int. J. Food Sci. Technol.* 36: 737-739.
- [8] Ruiz-Mendez, M. V., Marquez-Ruiz, G., & Dobarganes, M. C. (1997). Relationships Between quality of crude and refined edible oils based on quantitation of minor glyceridic compounds. *Food Chemistry*, 60, 549-554.
- [9] Haraldsson G. (1983). Degumming, Dewaxing and Refining. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 60: 251-256.
- [10] Nergiz C, Çelikkale D. 2011. The effect of consecutive steps of refining on squalene content of vegetable oils. *J. Food Sci. Technol.* 48: 382-385.
- [11] Erleyen T, Sosinska U, Ioannidou S, et al. (2002). Influence of the vegetable oil refining process on free and esterified sterols. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 79: 947-953.
- [12] Farhoosh, R., Einafshar, S., & Sharayei, P. (2009). The effect of commercial refining steps on the rancidity measures of soybean and canola oils. *Food Chemistry*, 115(3), 933-938.
- [13] Škevin, D., Domijan, T., Kraljić, K., Gajdoš Kljusurić, J., Nederal, S & Obranić M. (2012). Optimization of bleaching parameters for soybean oil. *Food Technology and Biotechnology*. 50(2) 199-207.
- [14] Ortega-García, J., Medina-Juárez, L. A., Gámez-Meza, N., & Noriega-Rodríguez, J. A. (2005). Optimisation of bleaching conditions for soybean oil using response surface methodology. *Food Science and Technology International*, 11(6), 443-449.
- [15] Bachari, S., Ezzatpanah H., Aminafshar M. (2013). The effect of refining process on the conjugated dienes in soybean oil. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 15(5), 1185-93.
- [16] Sánchez-Machado, D. I., López-Cervantes, J., Núñez-Gastélum, J. A., Servín de la Mora-López, G., López-Hernández, J., & Paseiro-Losada, P. (2015). Effect of the refining process on Moringa oleifera seed oil quality. *Food Chemistry*, 187, 53-57.
- [17] Ghavami M, Gharachorloo M, Ghiasi tarzi M. (2009). Laboratory techniques oils & fats. Tehran, Islamic azad university press. pp: 23-30. [In Persian]
- محصولات ثانویه اکسیداسیون نظیر آلدهید و کتون میشود، در پایان مرحله رنگبری عدد آنیزیدین در نمونه‌هایی که با درصد بالاتر خاک رنگبر فرایند شدند افزایش قابل توجهی نشان داد. یافته‌های عدد اسیدی حاکی از آن است که مراحل رنگبری و بوگیری اثر چندانی بر حذف این مقادیر دارا نبوده و تا حدودی دمای بالا در مرحله بوگیری باعث کاهش آن خواهد شد. دیگر نتیجه به دست آمده در این پژوهش مشخص نمود که با افزایش دمای بوگیری محصولات ثانویه اکسایش به میزان بیشتری حذف خواهند شد. چراکه نتایج نشان داد نمونه‌هایی که در پایان مرحله رنگبری عدد آنیزیدین بالاتری دارا بودند، در صورت استفاده از دما و فشار بالا در مرحله بوگیری (220°C) کاهش بیشتری در این شاخص نشان دادند. نتایج زمان پایداری اکسایشی نمونه‌ها (آزمون رسیمت) حاکی از آن بود که نمونه‌هایی که در دما و فشار بالاتر بوگیری میشوند دارای زمان مقاومت کمتری نسبت به نمونه‌های بوگیری شده در دما و فشار پایینتر هستند که این موضوع به حذف بیشتر ترکیبات آنتی اکسیدانی بویژه فنولی نسبت داده میشود. با توجه به کاهش چشمگیر مقادیر محصولات اولیه و ثانویه اکسایش در این پژوهش در اثر استفاده از مقادیر بیشتر خاک رنگ بر (در مرحله رنگبری) و دمای بالاتر (در مرحله بوگیری) که به نوبه خود منجر به افزایش عمر انبارمانی و همچنین حفظ کیفیت روغن خواهد شد، انجام چنین تیمارهایی در تصفیه روغن‌های خوراکی میتواند مطلوب و مفید باشد.

۵- منابع

- [1] Akoh, C. & Min, D. B. (2008). *Food Lipids: Chemistry, Nutrition, and Biotechnology*, Third Edition, Taylor & Francis press.
- [2] Shahidi F. (2008). *Extraction and analysis of lipids. food lipids: Chemistry, Nutrition, and Biotechnology*. Boca Raton: CRC press.
- [3] O'brien, R. D. (2008). *Fats and Oils: Formulating and Processing for Applications*, Boca Raton, CRC Press.
- [4] Asadollahi, S. (2013). *Oil technology*. Tehran, Danesh parvar press. [In Persian]
- [5] King, R. R., & Wharton, F. W. (1949). Oxidation effects in adsorption bleaching of vegetable oils. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 26(5), 201-207.

- European Journal of Lipid Science and Technology, 104(9-10), 661-676.
- [22] Jung, M. Y., Yoon, S. H., & Min, D. B. (1989). Effects of processing steps on the contents of minor compounds and oxidation of soybean oil. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 66(1), 118-120.
- [23] Zacchi, P., & Eggers, R. (2008). High-temperature pre-conditioning of rapeseed: A polyphenol-enriched oil and the effect of refining. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 110(2), 111-119.
- [18] AOCS. (1996). Official methods and recommended practices of the American oil chemists' society (4th ed ed.): Champaign: AOCS Press.
- [19] INSO. (2012). The animal and vegetable oil and fat. Standard No. 5108, 1st edn. Iranian National Standards Organization, Tehran.
- [20] Naderi, M., Farmani, J., Rashidi L. (2016). Structuring of Chicken Fat by Monoacylglycerols. *J Amer Oil Chem Soc* 93:1221-1231.
- [21] Velasco, J., & Dobarganes, C. (2002). Oxidative stability of virgin olive oil.

Investigation on Oxidative Stability and Physicochemical Properties of Frying Oil Based On Palm Oil, Soybean Oil and Sunflower Oil under Various Conditions of Bleaching and Deodorizing

Poorkalantar, S.¹, Asadollahi, S.^{2*}, Eshaghi, M.³

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

(Received: 2017/03/12 Accepted:2018/09/04)

Present research studies the effects of bleaching and deodorizing parameters on physicochemical properties consisting of fatty acid compositions (FAC), iodine value (IV), saponification value (SV), refract index (RI) and also oxidative stability evaluation containing peroxide value (PV), acid value (AV), oxidative stability index (Rancimat test) and Anisidine value. The percentage of bleaching clay 0.8, 1.0 and 1.2 (w/w), the temperature of 200 and 220 (°C) and the pressure of 2 and 3 (mbar) were used to refine frying oil. The results indicated the bleaching and deodorizing process had no significant effect on the FAC, IV, SV and the RI of frying oils. Investigation on oxidative stability distinguished the increase of bleaching clay led to more degradation of fatty acid peroxides; thus decreasing PV. In spite of obtained result for PV, the Anisidine value increased at the end of bleaching step. The secondary oxidation products were removed more at higher temperature. Rancimat test presented a decrease in the samples exposed by high temperature and pressure due to more remove of phenolic compound.

Keywords: Frying oil, Bleaching condition, Deodorizing condition, Physicochemical properties, Oxidative stability evaluation

*Corresponding Author E-Mail Address: s_asadolahi@yahoo.com