



تأثیر مراحل مختلف فرایند تصفیه شیمیایی بر پایداری اکسایشی روغن مغز بنه طی فرایند حرارتی شدید و طولانی

انیسه زارعی جلیانی^۱، حنان لشکری^{۲*}، جواد توکلی^{۳**}، محمود امین لاری^۴

- ۱- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد سروستان، دانشگاه آزاد اسلامی، سروستان، ایران.
- ۲- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد زرین دشت، دانشگاه آزاد اسلامی، زرین دشت، ایران.
- ۳- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جهرم، جهرم، فارس، ایران.
- ۴- گروه علوم پایه، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

چکیده

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۰۱

در مطالعه حاضر، به بررسی اثر فرایند تصفیه شیمیایی بر پایداری اکسایشی روغن مغز بنه طی ۳۲ ساعت فرایند حرارتی در ۱۷۰ درجه سانتیگراد پرداخته شد. بررسی ساختار اسید چرب نشان داد که پس از فرایند حرارتی میزان اسید چرب ترانس بسیار ناچیز بود. همچنین روند تغییرات ترکیبات توکوفرولی و پلیفنلی طی فرایند حرارتی متفاوت با تحقیقات دیگر بود. میزان تغییرات توکوفرولی در پایان فرایند حرارتی در روغن

های خام، صمغ گیری شده و ختنی سازی شده افزایش و در روغن های رنگبری شده و بوگیری شده کاهش یافت. علت افزایش توکوفرولها، به فرایند باز تولید آنها مربوط بود. همچنین روند تغییرات ترکیبات پلیفنلی پس از فرایند حرارتی نیز نسبت به لحظه صفر تا حد زیادی با تغییرات توکوفرولی هماهنگی داشت. علت افزایش ترکیبات فنلی نیز به شکسته شدن این ترکیبات و تبدیل شدن به ترکیبات ساده تر مربوط بود. بررسی آزمون های پایداری اکسایشی (عدد دی ان مزدوج و اندیس آنیزیدین) نیز نشان داد که روغن خام مغز بنه پایدارترین نمونه بود و بعد از آن به ترتیب روغن صمغ گیری شده، ختنی سازی شده، بوگیری شده و رنگبری شده قرار داشتند. علت اینکه مرحله رنگبری باعث پایین ترین پایداری اکسایشی در روغن مغز بنه شد، می تواند به بیشترین کاهش در میزان ترکیبات توکوفرولی در این نمونه روغن نسبت به لحظه صفر نسبت داد. همچنین نحوه تغییرات فعالیت آنتی اکسیدانی نیز تا حد زیادی با تغییرات ترکیبات آنتی اکسیدانی هماهنگی داشت.

کلمات کلیدی:

روغن مغز بنه،

تصفیه،

پایداری اکسایشی،

توکوفرولها،

پلیفنلها.

DOI: 10.52547/fsct.10.119.231

* مسئول مکاتبات:

hlashkari@gmail.com
javadtavakoli@jahromu.ac.ir

۱- مقدمه

با کاهش ناجیز ترکیبات مفید همراه نبوده است. وو و همکاران در تحقیقی در مورد اثر فرایند تصفیه بر روغن کلزا، گزارش کردند که میزان توکوفرولها، استرولها و پلیفلنها به ترتیب ۳۵ و ۷۵ درصد کاهش یافتند [۱۰]. درمجموع فرایند تصفیه باید به صورتی انجام شود که حداقل ترکیبات نامناسب و حداقل ترکیبات مفید حذف شوند. به دلیل اینکه حذف ترکیبات آنتیاکسیدانی طی فرایند تصفیه ارتباط مستقیم با پایداری اکسایشی روغن‌های خوراکی دارد، بررسی این شاخص طی فرایند حرارتی شدید در طول زمان اطلاعات مناسبی در مورد کیفیت فرایند تصفیه روغن‌های خوراکی به ما می‌دهد. بنابراین با توجه به اینکه روغن خام مغز بنه به عنوان روغنی با پایداری اکسایشی بسیار بالا شناخته شده است و همچنین جهت مصرف عمومی آن نیاز به انجام فرایند تصفیه می‌باشد و تاکنون مطالعه‌ای در مورد اثر فرایند تصفیه شیمیایی بر آن صورت نگرفته است، در تحقیق حاضر تصمیم گرفته شد، اثر فرایند تصفیه شیمیایی بر پایداری اکسایشی روغن مغز بنه در دمای بالا (۱۷۰ درجه سانتیگراد) در طول زمان مطالعه شود.

۲- مواد و روشها

۱-۲ مواد

میوه درخت بنه از جنگلهای شهرستان میمند در استان فارس (پاییز ۲۰۱۹) جمع‌آوری و تا زمان استخراج روغن، در فریزر ۴ درجه سانتیگراد نگهداری شد. همه استانداردها، مواد شیمیایی و حلال‌ها از شرکت‌های سیگما و مرک تهیه شد.

۲-۲ استخراج روغن مغز بنه

ابتدا میوه بنه در دمای محیط در سایه خشک و سپس پوست گیری انجام شد و مغز بنه جهت استخراج روغن جدا گردید. در مرحله بعد روغن مغز بنه به روش پرس سرد استخراج شد، سپس به روغن استخراج شده به مدت یک هفته فرست داده شد تا مواد جامد معلق رسوب کنند. در نهایت روغن فیلتر شد و در ظروف تیره رنگ حاوی نیتروژن در دمای ۴ درجه سانتیگراد نگهداری شد [۱۱].

۳-۲ تصفیه شیمیایی

روغن خام مغز بنه تا دمای ۶۵ درجه سانتیگراد گرم و آب گرم ۸۰ درجه سانتیگراد به آن اضافه شد. روغن خام در حال

یکی از روغن‌هایی که در سال‌های گذشته مطالعات مختلفی در مورد آن صورت گرفته است، روغن خام یا تصفیه نشده مغز بنه است. نتایج مطالعات بیانگر پایداری اکسایشی و فعالیت آنتیاکسیدانی بسیار بالای این روغن و مواد صابونی ناشونده آن می‌باشد [۱، ۲، ۳، ۴]. این نتایج در شرایطی حاصل شد که ۸۵ درصد اسیدهای چرب روغن مغز بنه غیراشبع هستند [۲].
بنه، یکی از یازده گونه‌ی رایج پسته است که به صورت وحشی در مناطق مختلف ایران رشد می‌کند. وسعت این درختان در ایران بیش از ۱/۲ میلیون هکتار با تعداد تقریبی ۱۰۰ میلیون راس می‌باشد. مغز بنه ۲۵ درصد میوه بنه را تشکیل می‌دهد که بازدهی روغن آن نزدیک به ۵۰٪ است [۱، ۲]. این گونه دارای سه واریته می‌باشد. واریته موتیکا، مشهورترین و رایجترین واریته بنه است که ۹۰ درصد جمعیت این درختان را شامل می‌شود. تحقیقاتی که تاکنون در مورد روغن مغز بنه صورت گرفته است، مربوط به روغن خام آن است و مطالعه‌ای در مورد روغن مغز بنه تصفیه شده وجود ندارد. ترکیبات ناخوشایند مثل اسیدهای چرب آزاد، فسفولیپیدها و ترکیبات حاصل از اکسایش اثر منفی در ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، ویژگی‌های حسی و عمر مفید روغن‌های خوراکی دارند. طی فرایند تصفیه شیمیایی یا فیزیکی این ترکیبات حذف شده و باعث افزایش کیفیت روغن‌های خوراکی می‌شوند [۶، ۵]. به صورت کلی تصفیه شیمیایی شامل صمغ‌گیری، خشی‌سازی، رنگبری و بوگیری می‌باشد. اگرچه فرایند تصفیه امری لازم جهت حفظ کیفیت روغن‌های خوراکی است، اما می‌تواند از نظر تغذیه‌ای باعث حذف ترکیبات مفید روغن نیز شود [۷، ۸]. به همین دلیل تاکنون تحقیقات مختلفی در مورد اثر فرایند تصفیه بر ترکیبات مفید و مغذی روغن‌های خوراکی انجام شده است. لیو و همکاران در تحقیقی به بررسی اثر فرایند تصفیه بر ساختار شیمیایی روغن سبوس برنج پرداختند که نتایج نشان داد که ساختار اسیدچربی و توکوفرولی این روغن تغییر معنی‌داری نسبت به روغن خام نداشت، گرچه میزان سایر ترکیبات صابونی ناشونده به صورت معنی‌داری کاهش یافت [۸].
همچنین در تحقیقی دیگر، پان و همکاران گزارش کردند که فرایند تصفیه شیمیایی روغن دانه perilla باعث حذف توکوفرول‌ها به میزان ۵ درصد شد [۹]. همیشه فرایند تصفیه

۶-۲- ترکیبات پلیفنلی، توکوفروولی و استرولی

مقدار ترکیبات پلیفنلی کل به روش توضیح داده شده توسط اسفهان و همکاران براساس اسید گالیک تعیین شدند [۱۳]. در این روش از معرف فریلن سیوکالچو استفاده شد. مقدار ترکیبات توکوفروولی و استرولی روغن های مطالعه شده نیز به روش توکلی و همکاران تعیین شدند [۱۲].

۷-۲- عدد اسیدی، عدد دیانزدوج و اندیس آنیزیدین

عدد اسیدی، عدد دیانزدوج و اندیس آنیزیدین نمونه های مختلف روغن به ترتیب بر اساس روش توضیح داده شده توسط توکلی و همکاران [۱۲]، توکلی و حداد خداپرست [۱۴] و استخر و همکاران [۱۵] انجام شد.

۸-۲- اندازه گیری قدرت مهار کنندگی رادیکال آزاد ^۱ DPPH

قدرت مهار کنندگی رادیکال آزاد DPPH روغن های مطالعه شده در این پژوهش به روش توضیح داده شده توسط سیگر و همکاران تعیین شد [۱۶].

۹-۲- تجزیه و تحلیل آماری

کلیه آزمایش ها در قالب طرح آزمایشی کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شدند. میانگین ها با نرم افزار MStatC و بر اساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد ($p < 0.05$) مقایسه شدند. نمودارها با نرم افزار Microsoft Excel ترسیم گردیدند.

۳- نتیجه گیری و بحث

۳-۱- ساختار اسید چربی

بررسی اثر فرایند تصفیه بر ساختار اسید چربی روغن مغز بنه طی ۳۲ ساعت فرایند حرارتی در ۱۷۰ درجه سانتیگراد در جدول ۱ نشان داده شده است. همانگونه که مشخص است، طی فرایند تصفیه، در میزان اسیدهای چرب مختلف، اختلاف معنی داری مشاهده نشد. همچنین پس از ۳۲ ساعت فرایند حرارتی تنها تغییر شاخص، کاهش میزان اسید لینولئیک از

چرخش به مدت ۳۰ دقیقه صمغ گیری و سپس به مدت ۴ ساعت ساکن ماند. سپس با اضافه کردن سود ۲ نرمال در ۳۰ درجه سانتیگراد به روغن و انجام همزدن، خشی سازی انجام شد. زمانی که دما به ۶۵ درجه سانتیگراد رسید، گرمادهی متوقف گردید. روغن خشی سازی شده سه بار با آب ۸۰ درجه سانتیگراد شسته شد. صابون های تشکیل شده در اثر همزدن ملایم به هم چسبیده و بزرگ شدند و تهشین گردیدند. سپس جداسازی روغن از صابون به کمک سانتریفیوز صورت گرفت. برای رنگبری، ۱٪ خاک رنگبر به روغن خشی شده افزوده و اختلاط کامل آنها انجام شد. در این مرحله حرارت دهی در ۱۱۰ درجه سانتیگراد به مدت نیم ساعت صورت گرفت. برای انجام عملیات بوگیری روغن، روغن رنگبری شده در درجه حرارت ۲۵۰ درجه سانتیگراد و تحت خلا قرار گرفت و سپس تا دمای ۴۵ درجه سانتیگراد خنک شد [۹].

۴-۲- فرایند حرارتی

۷۰۰ گرم از هر یک از نمونه های روغن خام، تصفیه قلیابی شده، رنگبری شده و بوگیری شده را درون بشر ریخته و در یک آون قرار داده شد و در دمای ۱۷۰ درجه سانتیگراد به مدت ۳۲ ساعت حفظ شد. در فواصل زمانی چهار ساعت، ۴۰ گرم نمونه برای بررسی آزمون های پایداری اکسایشی برداشت شد [۲].

۵-۲- ساختار اسید چربی

ترکیب اسید چربی نمونه روغن به وسیله کروماتوگرافی گاز- مایع تعیین شد و بر اساس درصد نسبی سطوح گزارش شد. استرهای متیل اسیدهای چرب با اختلاط روغن و هگزان (۰/۳ گرم در ۷ میلی لیتر) با هفت میلی لیتر هیدروکسید پاتاسیم متانولی دو نرمال در دمای ۵۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱۵ دقیقه تهیه شدند. استرهای اسیدهای چرب با کروماتوگراف HP-5890 (Hewlett-Packard, CA, USA) ستون های مویینه CP-FIL88 شیشه ای سیلیکا (۶۰ متر طول، ۰/۲۲ میلی متر قطر داخلی، ۰/۲ میکرومتر ضخامت لایه داخلی) و آشکار ساز یونی شعله ای شناسایی گردیدند. گاز هلیم به عنوان گاز حامل با سرعت جريان ۰/۷ میلی لیتر بر دقیقه استفاده شد. دمای آون، بخش تزريق و آشکارساز به ترتیب ۱۹۸، ۲۰۰ و ۲۵۰ درجه سانتیگراد بود. آزمایش ها در دو تکرار انجام شدند [۱۲].

۱. 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl

کمتر از ۲۸٪ بود. به دلیل عوارض اثبات شده این اسیدهای چرب، سازمان جهانی غذا و دارو (FDA) حداکثر میزان اسیدهای چرب ترانس در کل چربی را یک درصد اعلان کرد [۱۷].

۳۳/۷۲-۳۳/۲ درصد به ۳۱/۷۷-۳۱/۲۵ درصد در مراحل مختلف تصفیه بود که با توجه به فرایند حرارتی شدید و مدت زمان طولانی این میزان تغییرات قابل قبول است. همچنین مشخص شد که اسید چرب ترانس لحظه صفر وجود نداشت و میزان این اسیدهای مضر پس از ۳۲ ساعت فرایند حرارتی

Table 1 Effect of refining process on the fatty acid structure Bene kernal oil after 32 hours of thermal process at 170 ° C.

Fatty acid (%)	Crude oil		degummed oil	
	Time (hour)		Time (hour)	
	0	32	0	32
Myristic acid (14:0)	0.08±0.02 b	0.15±0.04 a	0.09±0.03 b	0.16±0.03 a
Palmitic acid (16:0)	10.01±0.03 a	10.41±0.2 a	10.25±0.22 a	10.46±0.25 a
Palmitoleic acid (16:1)	1.12±0.07 a	1.17±0.05 a	1.17±0.05 a	1.14±0.04 a
Stearic acid (18:0)	2.15±0.12 a	2.25±0.11 a	2.12±0.11 b	2.37±0.08 a
Trans-9 -octadecamonoenoic acid)	-	-	-	-
Oleic acid (18:1)	52.5±0.42 a	52.77±1.2 a	52.09±0.34 a	52.66±0.28 a
All-Trans-9,12-octadecadienoic acid	-	0.1±0.2	-	0.05±0.02
Linoleic acid (18:2)	33.2±0.24 a	31.25±0.29 b	33.1±0.27 a	31.77±0.35 b
α-Linolenic acid (18:3(9,12,15))	0.42±0.05a	0.18±0.04 b	0.46±0.04 a	0.18±0.03 b
γ-linolenic acid (18:3 (6, 9, 12))	0.3±0.03 a	0.34±0.05 a	0.31±0.04 b	0.5±0.04 a
Gadoleic acid (20:1)	0.12±0.04 a	0.09±0.04 a	0.15±0.02 a	0.13±0.03 a
Arachidic acid (20:0)	-	0.03±0.2	-	0.38±0.04
Neutralized oil				
Time (hour)		Bleached oil		
	0	32	0	32
Myristic acid (14:0)	0.09±0.02 a	0.13±0.03 a	0.08±0.03 a	0.1±0.04 a
Palmitic acid (16:0)	10.52±0.32 b	11.1±0.24 a	10.23±0.21 b	10.97±0.29 a
Palmitoleic acid (16:1)	1.15±0.04 a	1.19±0.03 a	1.32±0.03 a	1.29±0.05 a
Stearic acid (18:0)	2.05±0.08 b	2.27±0.05 a	2.23±0.10 a	2.24±0.09 a
Trans-9 -octadecamonoenoic acid)	-	0.18±0.02	-	0.06±0.01
Oleic acid (18:1)	51.93±0.41 a	52.2±0.31 a	52.09±0.32 a	52.42±0.45 a
All-Trans-9,12-octadecadienoic acid	-	0.1±0.01	-	0.05±0.02
Linoleic acid (18:2)	33.1±0.31 a	30.72±0.42 b	33.11±0.22 a	31.31±0.37 b
α-Linolenic acid (18:3(9,12,15))	0.45±0.03 a	0.36±0.04 b	0.46±0.02 a	0.32±0.03 b
γ-linolenic acid (18:3 (6, 9, 12))	0.31±0.05 a	0.32±0.04 a	0.33±0.04 a	0.33±0.04 a
Gadoleic acid (20:1)	0.14±0.03 a	0.15±0.04 a	0.16±0.04 a	0.15±0.03 a
Arachidic acid (20:0)	-	0.9±0.2	-	0.15±0.02
Deodorized oil				
Time (hour)				
	0	32		
Myristic acid (14:0)	0.09±0.02 a	0.13±0.03 a		
Palmitic acid (16:0)	10.76±0.3 b	11.1±0.2 a		
Palmitoleic acid (16:1)	1.22±0.05 a	1.19±0.04 a		
Stearic acid (18:0)	2.15±0.07 a	2.27±0.08 a		
Trans-9 -octadecamonoenoic acid)	-	0.18±0.04		
Oleic acid (18:1)	51.95±0.37 a	52.2±0.29 a		
All-Trans-9,12-octadecadienoic acid	0.04±0.02 a	0.1±0.01 a		
Linoleic acid (18:2)	32.72±0.29 a	30.72±0.19 b		
α-Linolenic acid (18:3(9,12,15))	0.45±0.03 a	0.36±0.04 b		
γ-linolenic acid (18:3 (6, 9, 12))	0.29±0.04 a	0.32±0.03 a		
Gadoleic acid (20:1)	0.14±0.03 a	0.16±0.02 a		
Arachidic acid (20:0)	-	0.16±0.03		

Mean ± SD within a row with the same letters for each type of oil are not significantly different at P<0.05.

سایر ترکیبات دیگر نسبت داده شد [۱۹، ۲۰]. به نظر می‌رسد که در روغن مغز بنه، ترکیبات توکوفروولی غیرآزاد وجود دارد که پس از انجام مراحل تصفیه و فرایند حرارتی آزاد می‌شوند و مقدار این ترکیبات افزایش می‌یابد.

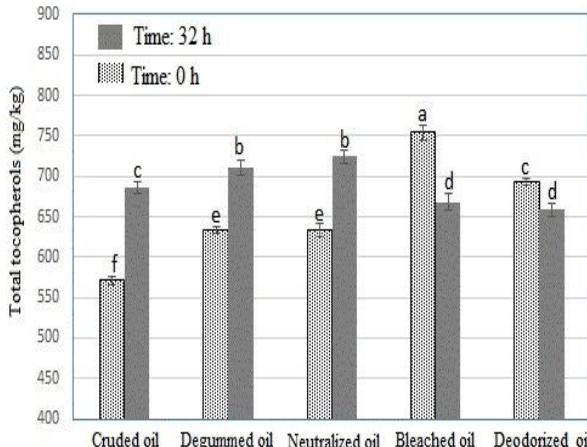


Fig 1 Effect of refining process on thermal stability of tocopherol compounds of Bene kernel oil during 32 hours of heating process at 170 °C. Mean \pm SD within a column with the same letters are not significantly different at $P < 0.05$.

بررسی تغییرات ترکیبات استرولی نمونه‌های روغن مغز بنه طی ۳۲ ساعت فرایند حرارتی در شکل ۲ آورده شده است. همانگونه که مشخص است میزان ترکیبات استرولی کل روغن مغز بنه (۷۵۶-۷۹۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در انتهای فرایند تصفیه اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشتند. همچنین مشخص شد که میزان ترکیبات استرولی طی فرایند حرارتی حالت کاهشی داشت به طوریکه میزان این ترکیبات پس از فرایند حرارتی در روغن‌های خام، صمغ‌گیری شده، ختنی‌سازی شده، رنگبری شده و بوگیری شده مغز بنه به ترتیب ۲۷، ۱۲/۱، ۷/۹ و ۲۹/۲ درصد کاهش یافت. توکلی و همکاران در تحقیقی گزارش کردند که میزان ترکیبات استرولی روغن‌های خام مغز *Amygdalus reuteri* و *Amygdalus scoparia* پس از ۸ ساعت فرایند حرارتی نسبت به لحظه صفر به ترتیب ۱۹/۳ و ۳۳/۸ درصد کاهش یافت که مشابه تحقیق حاضر حالت کاهشی داشت [۱۲]. بر اساس بسیاری از تحقیقات گذشته، انتظار هست که طی فرایند حرارتی و طی فرایند تصفیه روغن‌های خوراکی میزان ترکیبات استرولی کاهش یابد [۹، ۱۰، ۱۲، ۱۸]، اگرچه افزایش ترکیبات استرولی طی در برخی مطالعات دیگر نیز مشاهده شد. لیکن و همکاران در تحقیقی گزارش کردند که میزان ترکیبات

با توجه به اینکه در این تحقیق، میزان اسید چرب ترانس کمتر از ۱ درصد است و پس از ۳۲ ساعت فرایند حرارتی مشاهده شده و این روغن‌ها قادر هر گونه آنتی اکسیدان سنتزی بودند، نتیجه قابل قبول می‌باشد.

لیو و همکاران در تحقیقی، به بررسی اثر فرایند تصفیه بر ساختارشیمیایی روغن سبوس برنج پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که فرایند تصفیه اثر معنی‌داری بر ساختار اسید چربی روغن مغز سبوس برنج نداشت [۸]. نتایج مشابه‌ای نیز در تحقیقی دیگر در مورد روغن evening primrose گزارش شد [۱۸] که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی داشت.

۲-۳ - ترکیبات توکوفروولی، استرولی و پلی‌فنلی

نحوه تغییرات ترکیبات توکوفروولی نمونه‌های مختلف روغن مغز بنه طی فرایند حرارتی به مدت ۳۲ ساعت در دمای ۱۷۰ درجه‌ساندیگراد در شکل ۱ آورده شده است. همانگونه که مشخص است میزان ترکیبات توکوفروولی کل در روغن‌های خام، صمغ‌گیری شده، ختنی‌سازی شده، رنگبری شده و بوگیری شده مغز بنه به ترتیب ۵۷۲، ۶۳۴، ۶۳۳ و ۷۵۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم تعیین شد. نتایج نشان داد که میزان ترکیبات توکوفروولی تا مرحله رنگبری افزایش (٪۲۲) یافت و تنها در مرحله بوگیری کاهش این ترکیبات مشاهده شد. همچنین مشخص شد که پس از ۳۲ ساعت فرایند حرارتی در ۱۷۰ درجه‌ساندیگراد، میزان ترکیبات توکوفروولی روغن‌های خام، صمغ‌گیری شده و ختنی‌سازی شده مغز بنه نسبت به لحظه صفر به ترتیب ۲۰، ۱۲/۱ و ۱۴/۴ درصد افزایش داشت، این در حالی بود که در روغن‌های رنگبری شده و بوگیری شده میزان این ترکیبات به ترتیب ۱۱/۴ و ۵/۱ درصد کاهش یافت. معمولاً انتظار هست که طی فرایند تصفیه یا فرایند حرارتی میزان ترکیبات توکوفروولی در روغن‌های خوراکی کاهش یابد [۱۸، ۱۹]، اما نتایج تحقیقات حاضر با مطالعات دیگر متفاوت بود. افزایش ترکیبات توکوفروولی در برخی تحقیقات گزارش شده است. روسی و همکاران و گاپتور و همکاران در تحقیقات خود به بررسی اثر فرایند بر ترکیبات توکوفروولی روغن پالم پرداختند که نتایج آنها بیانگر افزایش این ترکیبات بود. علت افزایش ترکیبات توکوفروولی به باز تولید آنها، از طریق شکسته شدن پیوندهای دیمری بین توکوفرولها یا شکسته شدن پیوند استری توکوفرولها و

است ترکیبات فنلی پیچیده در اثر دما شکسته شوند و به چندین ترکیبات فنلی ساده تر تبدیل شوند و در نتیجه میزان این ترکیبات افزایش یابد. میزانی رودکی و همکاران در تحقیقی به بررسی اثر فرایند حرارتی بر ویژگیهای روغن زیتون پرداختند. نتایج نشان داد که میزان ترکیبات فنلی روغن بکر و تصفیه شده زیتون طی فرایند حرارتی در دمای ۱۸۰ درجه سانتیگراد به ترتیب ۳۹ و ۴۲ درصد افزایش یافت [۲۴].

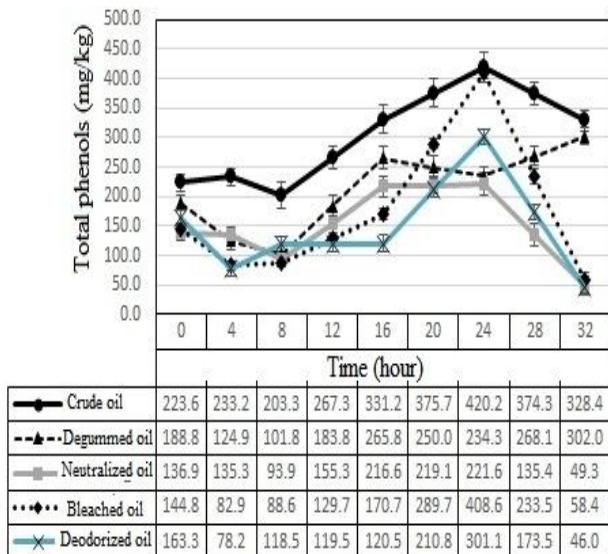


Fig 3 Effect of refining process on thermal stability of phenol compounds of Bene kernel oil during 32 hours of heating process at 170 °C.

۳-۳- پایداری اکسایشی (عدد اسیدی، عدد دیان مزدوج، اندیس آنیزیدین)

اثر فرایند تصفیه بر مقاومت روغن بکر طی ۳۲ ساعت فرایند حرارتی در تشکیل اسیدهای چرب آزاد در شکل ۴ نشان داده شده است. همانگونه که مشخص است طی فرایند حرارتی دو حالت افزایش و کاهش عدد اسیدی مشاهده شد. میزان عدد اسیدی پس از فرایند حرارتی در روغن‌های خام و رنگبری شده به ترتیب ۱۸/۷ و ۱۹/۵ درصد کاهش و در روغن‌های صمع‌گیری شده، خشی سازی شده و بوگیری شده به ترتیب ۴۷/۱ و ۳۶/۵ درصد افزایش یافت. افزایش عدد اسیدی طی فرایند حرارتی در اکثر تحقیقات گذشته گزارش شده است [۳، ۴]. گرچه کاهش عدد اسیدی نیز در برخی تحقیقات مشاهده شده است. توکلی و همکاران در تحقیقی گزارش کردند که عدد اسیدی روغن پوست کاخونگ خام طی فرایند حرارتی با افزایش همراه بود که علت آن تبخیر اسیدهای

استروولی روغن سبوس برج طی مرحله صمع‌گیری افزایش و در سایر مراحل تصفیه کاهش یافت [۸].

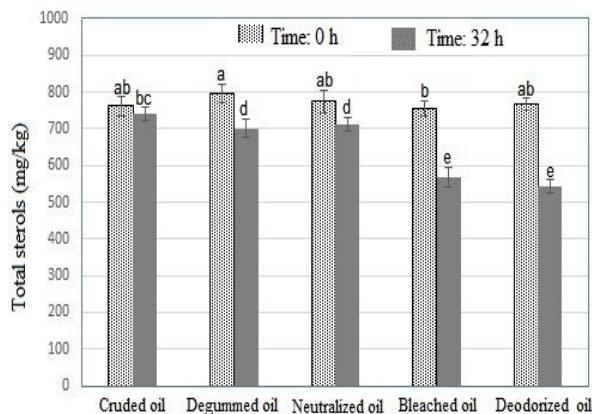


Fig 2 Effect of refining process on thermal stability of sterol compounds of Bene kernel oil during 32 hours of heating process at 170 °C. Mean \pm SD within a column with the same letters are not significantly different at $P<0.05$.

بررسی اثر تغییرات ترکیبات فنلی نمونه‌های مختلف روغن مغز بنه طی ۳۲ ساعت فرایند در شکل ۳ آورده شده است. میزان ترکیبات فنلی روغن‌های خام، صمع‌گیری شده، خشی سازی شده، رنگبری شده و بوگیری شده بنه طی ترتیب ۲۲۴، ۲۲۳، ۱۸۹، ۱۳۷، ۱۴۵ و ۱۶۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم تعیین شد. همان‌گونه که مشخص است میزان این ترکیبات طی فرایند صمع‌گیری و خشی سازی کاهش و طی فرایند رنگبری ثابت و در مرحله بوگیری افزایش یافت. در اکثر تحقیقات گذشته، گزارش شده است که طی فرایند تصفیه میزان ترکیبات فنلی روغن‌های خوراکی کاهش می‌یابد [۲۲، ۲۱، ۱۰]. اما در مطالعاتی نیز مشاهده شده است که میزان ترکیبات فنلی افزایش یافت [۸] همچنین طی فرایند حرارتی روند سینوسی (افزایش و کاهش) تغییرات ترکیبات فنلی مشاهده شد به طوریکه پس از فرایند حرارتی میزان ترکیبات فنلی در روغن‌های خام و صمع‌گیری شده به ترتیب ۴۷/۹ و ۵۹/۹ افزایش و در روغن‌های خشی سازی شده، رنگبری شده و بوگیری شده به ترتیب ۶۴، ۵۹/۶ و ۷۱/۸ کاهش یافت. ترکیبات فنلی از ملکول‌های ساده تا شامل رنج گسترده‌ای از ترکیبات از پلیمرهای پیچیده هستند. همچنین این ترکیبات به دو شکل آزاد و باند شده با ترکیبات دیگر وجود دارند [۲۳]. علت افزایش این ترکیبات می‌تواند به این دلیل باشد که طی فرایند حرارتی ممکن است، ترکیبات فنلی باند شده با ترکیبات دیگر آزاد شوند و میزان این ترکیبات افزایش یابد. همچنین ممکن

طی ۳۲ ساعت فرایند حرارتی در ۱۷۰ درجه سانتیگراد میزان افزایش عدد دیانزدوج نسبت به لحظه صفر در روغن‌های خام، صمغگیری شده، خشی‌سازی شده، رنگبری شده و بوگیری شده به ترتیب ۱۷۵، ۱۷۳، ۲۲۱، ۴۴۳ و ۳۲۱ درصد تعیین شد. نتایج بیانگر این بود با پیشرفت فرایند تصفیه، نمونه‌های روغن حاصل با تشکیل بیشتر هیدروپروکسیدهای دیانزدوج همراه بودند.

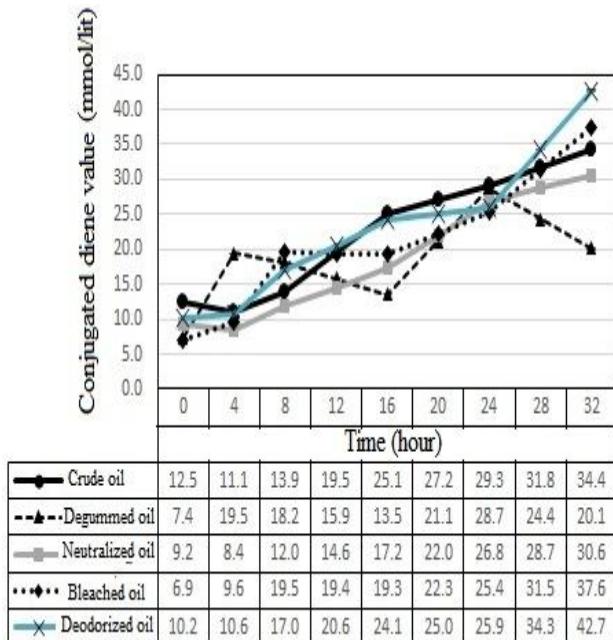


Fig 5 Effect of refining process on the trend of conjugated diene value changes of Bene kernel oil during 32 hours of heating process at 170 °C.

البته در مرحله رنگبری، افزایش بیشتر این شاخص نسبت به مرحله بوگیری مشاهده شد. همچنین مشخص شد تغییرات عدد دیانزدوج با تغییرات ترکیبات استرولی همخوانی داشت. با کاهش این ترکیبات، عدد دیانزدوج افزایش یافت. فرهوش و همکاران گزارش کردند که عدد دیانزدوج روغن مغز خام به طی فرایند حرارتی در ۱۷۰ درجه سانتیگراد به میزان ۲۳۴ درصد افزایش یافت [۲]. همچنین در تحقیق دیگر نیز گزارش شد که این شاخص در روغن مغز کلخونگ (نژدیکترین گونه به بنه) پس از فرایند حرارتی در ۱۷۰ درجه سانتیگراد ۵۹ درصد افزایش یافت [۲۶]. اثر فرایند تصفیه روغن مغز بنه در روند تغییرات ان迪س آنیزیدین طی ۳۲ ساعت فرایند حرارتی در شکل ۶ نشان داده شده است.

چرب آزاد طی فرایند حرارتی و همچنین اتصال این اسیدها به ترکیبات دیگر طی پلیمریزاسیون گزارش شد [۲۵]. در روغن‌های خام با توجه به اینکه تصفیه شده نیستند و ترکیبات مختلفی در آن وجود دارد، امکان اتصال اسیدهای چرب آزاد با سایر ترکیبات وجود دارد. بر اساس استاندارد کدکس ۱۹۹۹-۲۱۰ میزان عدد اسیدی روغن‌های حرارت ندیده خوراکی باید کمتر از ۰/۶ باشد [۸]. با توجه به اینکه عدد اسیدی نمونه‌های مختلف مغز بنه پس از ۳۲ ساعت فرایند حرارتی بین ۰/۸ تا ۱/۵ بود، دارای شرایط مناسب تشخیص داده شد.

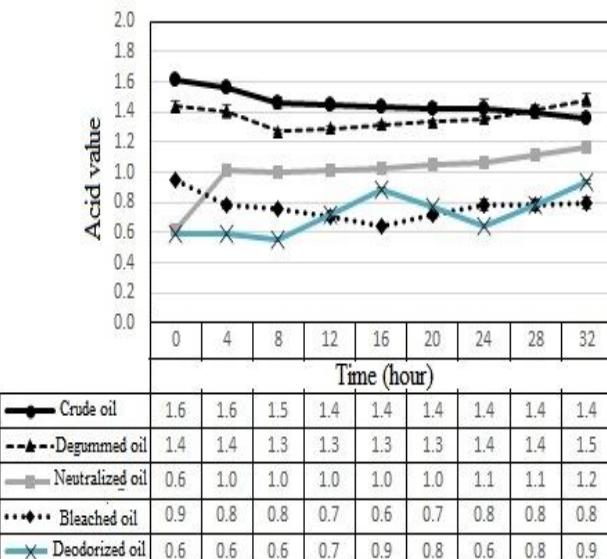


Fig 4 Effect of refining process on the trend of acid value changes of Bene kernel oil during 32 hours of heating process at 170 °C.

عدد دیانزدوج، شاخص مناسبی برای نشان دادن میزان اکسایش لیپیدی است و میزان آن با جذب اکسیژن و تشکیل پراکسیدهای لیپیدی افزایش می‌یابد [۲]. دیانزدوج در روغن چندغیراشباع به سرعت تشکیل و انباشته می‌شود. این ترکیبات می‌توانند با اکسیژن برای تشکیل هیدروپراکسیدهای مزدوج واکنش دهند. اندازه‌گیری عدد دیانزدوج نشانگر خوبی از اکسایش اولیه نمونه‌های روغنی می‌باشد. افزایش جذب در طول موج ۲۳۴ نانومتر با افزایش مصرف اکسیژن و تشکیل هیدروپراکسیدها در طول مراحل اولیه اکسایش مناسب می‌باشد [۲، ۳]. روند تغییرات عدد دیانزدوج نمونه‌های مختلف روغن مغز بنه در شکل ۵ نشان داده شده است. میزان این شاخص در روغن‌های ذکر شده حالت صعودی داشت که

۴-۳- فعالیت آنتی اکسیدانی

اثر فرایند تصفیه روغن مغز بنه در روند تغییرات قدرت مهارکنندگی رادیکال آزاد DPPH طی ۳۲ ساعت فرایند حرارتی در شکل ۷ نشان داده شده است. همانگونه که مشخص است میزان قدرت مهارکنندگی رادیکالهای آزاد اولیه روغنها خام، صمغگیری شده، ختنی سازی شده، رنگبری شده و بوگیری شده مغز بنه به ترتیب ۸۰/۴ ۸۱/۲ ۸۲/۲ ۹۰/۵ و ۷۸/۷ درصد تعیین شد. روند تغییرات مهارکنندگی رادیکال آزاد تا مرحله رنگبری حالت صعودی بود که بیشترین میزان افزایش در مرحله رنگبری مشاهده شد و سپس در مرحله بوگیری این فاکتور کاهش یافت. در بسیاری از تحقیقات گذشته تایید شده است که قدرت مهارکنندگی رادیکال آزاد روغنها خوراکی، طی فرایند تصفیه حالت نزوی دارد که به کاهش ترکیبات آنتی اکسیدانی طی فرایند مربوط می شود [۲۷، ۹، ۸]. همچنین در برخی تحقیقات دیگر افزایش قدرت مهارکنندگی رادیکال آزاد در برخی مراحل تصفیه مشاهده شد. چيو و همکاران گزارش کردند میزان قدرت مهارکنندگی رادیکال آزاد روغن کناف، طی فرایند تصفیه ۸۴ درصد افزایش یافت که علت آن، افزایش ترکیبات توکوفولی این روغن طی فرایند تصفیه بود [۲۸]. همچنین در تحقیقی دیگر به بررسی اثر فرایند تصفیه بر ظرفیت آنتی اکسیدانی روغن پالم پرداخته شد که نتایج نشان داد که میزان مهارکنندگی رادیکال آزاد، طی فرایند تصفیه ابتدا افزایش و سپس کاهش یافت که با تغییرات ترکیبات فنلی همخوانی داشت [۲۹]. در تحقیق حاضر نیز نحوه تغییرات مهارکنندگی رادیکال آزاد طی فرایند تصفیه روغن مغز بنه با تغییرات مجموع ترکیبات توکوفولی کل همخوانی داشت (شکل ۴). میزان ترکیبات توکوفولی و استرولی تا مرحله رنگبری افزایش یافتند و در مرحله بوگیری کاهش یافتند که مشابه تغییرات مهارکنندگی رادیکال آزاد بود. همچنین بررسی تغییرات فعالیت آنتی اکسیدانی طی ۳۲ ساعت فرایند حرارتی نشان داد که در روغنها خام، صمغگیری شده و ختنی سازی شده مغز بنه ابتدا افزایش مهارکنندگی رادیکال آزاد مشاهده شد و سپس کاهش این شاخص اتفاق افتاد اما در دو روغن رنگبری شده و بوگیری شده، روند تغییرات فعالیت آنتی اکسیدانی طی فرایند حرارتی ابتدا حالت کاهشی و در انتهای حالت افزایشی داشت. بررسی تغییرات مهارکنندگی رادیکال آزاد نشان داد که میزان

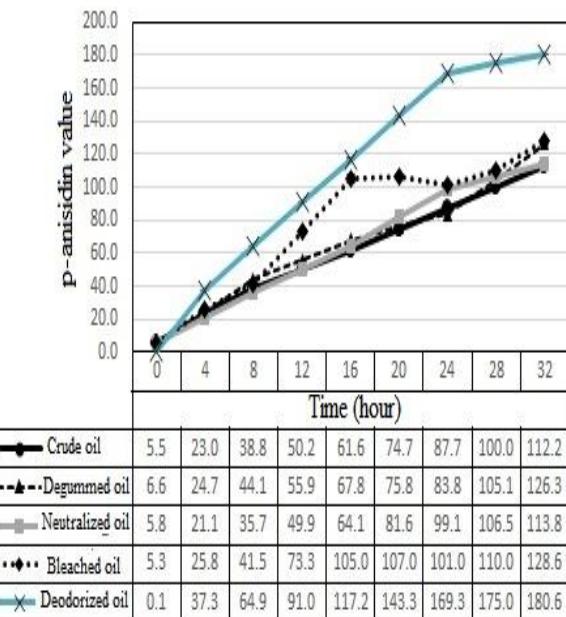


Fig 6 Effect of refining process on the trend of anisidine value changes of Bene kernel oil during 32 hours of heating process at 170 °C.

بررسی تغییرات ان迪س آنیزیدین طی فرایند تصفیه نشان داد که در مرحله صمغ گیری میزان این ان迪س از ۵,۵ به ۶,۵۵ افزایش یافت و در مرحله بعدی روند کاهشی یافت، به طوریکه ان迪س آنیزیدین در روغنها ختنی سازی شده، رنگبری شده و بوگیری شده به ترتیب ۵,۲۹، ۵,۸۳ و ۰,۱۱ تعیین شد. نکته قابل توجه، اثر بسیار معنی دار مرحله بوگیری بر کاهش (%) ۹۸ این ان迪س نسبت به مرحله قبل بود. علت این نتیجه را می توان به فرار بودن ترکیبات آلدوئیدی و ایجاد خلا در مرحله بوگیری نسبت داد. ژو و همکاران در مطالعه ای گزارش کردند که طی فرایند تصفیه روغن بادام زمینی، میزان ان迪س آنیزیدین تا مرحله رنگبری افزایش یافت و بعد از آن در مرحله بوگیری میزان این ترکیبات کاهش یافت [۱۹]. همچنین تغییرات ان迪س آنیزیدین نمونه های مختلف روغن مغز بنه نشان داد که طی فرایند حرارتی روند تغییرات این شاخص افزایشی بود، به طوریکه پس از ۳۲ ساعت فرایند حرارتی میزان افزایش ان迪س آنیزیدین در روغن های خام، صمغگیری شده، ختنی سازی شده، رنگبری شده و بوگیری شده به ترتیب ۱۹۴۳، ۱۸۲۸، ۱۸۵۱، ۲۲۳۱ و ۱۶۴۵ درصد تعیین شد. همانگونه که مشخص است، با پیشرفت فرایند تصفیه، مقاومت به ان迪س آنیزیدین طی فرایند حرارتی کاهش می یابد، اما در روغن بوگیری شده بیشترین مقاومت به تشکیل این شاخص مشاهده شد که دلیل آن به کاهش شدید این ترکیبات در مرحله بوگیری مربوط بود.

حرارتی نسبت به لحظه صفر تا حد زیادی با تغییرات توکوفرولی هماهنگی داشت. بررسی آزمون‌های پایداری اکسایشی (عدد دی ان مزدوج و اندیس آنیزیدین) نیز نشان داد که روغن خام مغز بنه پایدارترین نمونه بود و بعد از آن به ترتیب روغن صمغ‌گیری شده، خشی‌سازی شده، بوگیری شده و رنگبری شده قرار داشتند. علت اینکه مرحله رنگبری باعث پایین‌ترین پایداری اکسایشی در روغن مغز بنه شد، می‌تواند به بیشترین کاهش در میزان ترکیبات توکوفرولی در این نمونه روغن نسبت به لحظه صفر نسبت داد. با توجه به اینکه توکوفرول‌ها مهمترین آنتی‌اکسیدان روغن مغز بنه هستند. همچنین نحوه تغییرات فعالیت آنتی‌اکسیدانی هماهنگی داشت. با تغییرات ترکیبات آنتی‌اکسیدانی هماهنگی داشت.

۵- منابع

- [1] Tavakoli, J., Hajpour Soq, Kh., Yousefi, A.R., Estakhr, P., Dalvi, M., Mousavi Khaneghah, A., 2019. Antioxidant activity of *Pistacia atlantica* var *mutica* kernel oil and its unsaponifiable matters. *Food Science and Technology*. 56: 5336–5345.
- [2] Farhoosh, R., Tavakoli, J., Haddad Khodaparast, M.H., 2008. Chemical composition of kernel oils from two current subspecies of *Pistacia atlantica* in Iran. *American Oil Chemists' Society*, 85: 723–729.
- [3] Sharayei, P., Farhoosh, R., Poorazarang, H., Haddad Khodaparast, M.H., 2011. Effect of Bene Kernel Oil on the Frying Stability of Canola Oil. *American Oil Chemists' Society*, 88: 648-654.
- [4] Sharayei, P., Farhoosh, R., Poorazarang, H., Haddad Khodaparast, M.H., 2011. Improvement of canola oil frying stability by Bene kernel oil's unsaponifiable matter. *American Oil Chemists' Society*, 88: 993-1000.
- [5] Pestana, V.R., Zambiasi, R.C., Mendonça, C.R.B., Bruscatto, M.H., Lerma-García, M.J., Ramis-Ramos, G., 2008. Quality changes and tocopherols and γ -orizanol concentrations in rice bran oil during the refining process. *American Oil Chemists' Society*, 85: 1013–1019.
- [6] Zhu, M., Wen, X., Zhao, J., Liu, F., Ni, Y., Ma, L., Li, J. 2016., Effect of Industrial Chemical Refining on the Physicochemical Properties and the Bioactive Minor Components of Peanut Oil. *American Oil*

کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدانی نسبت به لحظه صفر در روغن‌های خام، صمغ‌گیری شده، خشی‌سازی شده، بوگیری شده و بوگیری شده پس از ۲۴ ساعت از فرایند حرارتی به ترتیب ۵/۲، ۴۰/۱، ۲۰/۸، ۵۱/۸ و ۵۰/۴ درصد و پس از ۳۲ ساعت ۴۱/۵، ۳۵/۷، ۳۲/۹، ۴۱/۵ و ۳۵/۵ درصد تغییر نشود. با توجه به اینکه ترکیبات توکوفرولی و پلی‌فنلی طی فرایند حرارتی هر دو حالت افزایش و کاهش در آنها مشاهده شد، انتظار چنین رفتاری در تغییرات فعالیت آنتی‌اکسیدانی در طی فرایند حرارتی وجود داشت.

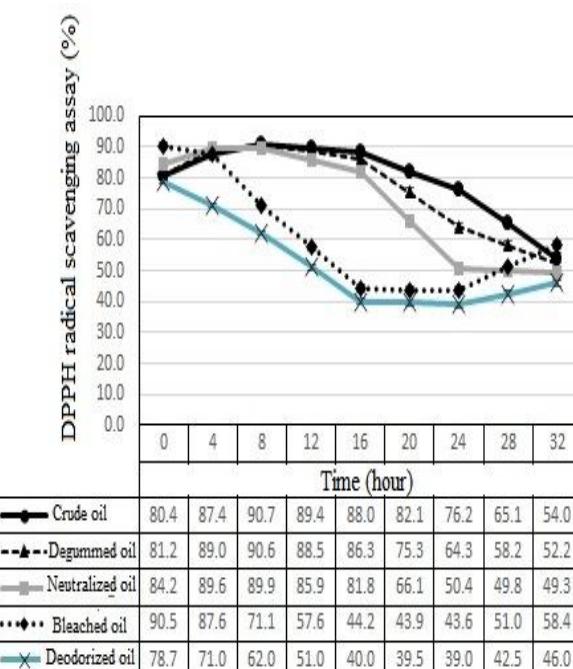


Fig 7 Effect of refining process on the trend of DPPH radical scavenging changes of Bene kernel oil during 32 hours of heating process at 170 °C.

۶- نتیجه‌گیری

در تحقیق حاضر به بررسی اثر فرایند تصفیه بر پایداری اکسایشی روغن مغز بنه طی ۳۲ ساعت فرایند حرارتی در ۱۷۰ درجه سانتیگراد پرداخته شد. بررسی ساختار اسیدچربی نشان داد که پس از فرایند حرارتی میزان اسید چرب ترانس بسیار ناچیز بود. بررسی ترکیبات توکوفرولی طی فرایند حرارتی نیز نشان داد که میزان این آنتی‌اکسیدان‌ها در پایان فرایند حرارتی در روغن‌های خام، صمغ‌گیری شده و خشی‌سازی شده افزایش و در روغن‌های رنگبری شده و بوگیری شده کاهش یافت. علت افزایش توکوفرول‌ها با فرایند باز تولید آنها مربوط بود. همچنین میزان ترکیبات پلی‌فنلی پس از فرایند

- Ferula persica* by Ultrasound waves using various ratios of ethanol-water solvent at different temperatures with Response Surface Methodology. *Journal of Food Science & Technology*, 16: 291-303.
- [16] Siger, A., Nogala-kalucka, M. & Lampart-Szczapa, E., 2007. The content and antioxidant activity of phenolic compounds in cold-pressed plant oils. *Journal of Food Lipids*, 15, 137-149.
- [17] Meremäe, K., Roasto, M., Kuusik, S., Ots, M., Henno, M., 2012. Trans fatty acid contents in selected dietary fats in the Estonian market. *Food Science*, 77: 163-168.
- [18] Pan, F., Li, Y., Luo, X., Wang, X., Wang, Ch., Wen, B., Guan, X., Xu, Y., Liu, B., 2020. Effect of the chemical refining process on composition and oxidative stability of evening primrose oil. *Food Processing and Preservation*, 44: 1-10.
- [19] Zhu, M., Wen, X., Zhao, J., Liu, F., Ni, Y., Ma, L., Li, J., 2016. Effect of Industrial Chemical Refining on the Physicochemical Properties and the Bioactive Minor Components of Peanut Oil. *American Oil Chemists' Society*, 93: 285-294.
- [20] Rossi, M., Gianazza, M., Alamprese, C., Stanga, F., 2001. The effect of bleaching and physical refining on color and minor components of palm oil. *American Oil Chemists' Society*, 78: 1051-1055.
- [21] Gapor, A.B., Top, M.D., Berger, K.G., Hashimoto, T., Kato, A., Tanabe, K., Mamuro, H., Yamaoka, M., 1983. Effects of Processing on the Content and Composition of Tocopherols and Tocotrienols in Palm Oil, in *Palm Oil Product Technology in the Eighties*, edited by E. Peshparajah and M. Rajadurai, I.S.P., Kuala Lumpur, pp. 145-156.
- [22] Ghazani, S.M., García-Llatas, G., Marangoni, A.G., 2013. Minor constituents in canola oil processed by traditional and minimal refining methods. *American Oil Chemists' Society*, 90: 743-756.
- [23] Pérez-Jiménez, J., Torres, J.L., 2011. Analysis of nonextractable phenolic compounds in foods: The current state of the art. *Agricultural and Food Chemistry*, 59: 12713-12724.
- [24] Mirrezaie Roodaki, M.S., Sahari, M.A., Ghiassi Tarzi, B., Barzegar, M., Gharachorloo, M., 2016. Effect of refining and thermal processes on olive Oil properties. *Agricultural Science and Chemists' Society*, 93: 285-294.
- [7] Kreps, F., Vrbikova, L., Schmidt, S. 2014., Influence of industrial physical refining on tocopherol, chlorophyll and beta-carotene content in sunflower and rapeseed oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 116: 1572-1582.
- [8] Liu, R., Liu, R., Shi, L., Zhang, Z., Zhang, T., Lu, M., Chang, M., Jin, X., Wang, X., 2019. Effect of refining process on physicochemical parameters, chemical compositions and in vitro antioxidant activities of rice bran oil. *LWT - Food Science and Technology*, 109: 26-32.
- [9] Pan, F., Wen, B., Luo, X., Wang, Ch., Wang , X., Guan, X., Xu, Y., Dang, W., Zhang, M., 2020. Influence of refining processes on the bioactive composition, in vitro antioxidant capacity, and their correlation of perilla seed oil. *Food Chemistry*, 85: 1160-1166.
- [10] Wu, Y., Zhou, R., Wang, Z., Wang, B., Yang, Y., Ju, X., He, R., 2019. The effect of refining process on the physicochemical properties and micronutrients of rapeseed oils. *PLOS ONE*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0212879>
- [11] Ozcan, M.M., Al-Juhaimi, F.Y., Mohamed Ahmed, I.A. Osman, M.A., Gassem, M.A., 2019. Effect of different microwave power setting on quality of Chia seed oil obtained in a cold press. *Food Chemistry*, 728: 190-196.
- [12] Tavakoli, J., Emadi, T., Hashemi, S.M.B., Mousavi Khaneghah, A., Munekata, P.E.S., Lorenzo, J.M., Brnčić, M., Barba, F.J., 2018. Chemical properties and oxidative stability of Arjan (*Amygdalus reuteri*) kernel oil as emerging edible oil. *Food Research International*, 107: 378-384.
- [13] Sfahlan, A. J., Mahmoodzadeh, A., Hasanzadeh, A., Heidari, R., Jamei, R., 2009. Antioxidants and antiradicals in almond hull and shell (*Amygdalus communis* L.) as a function of genotype. *Food Chemistry*, 115: 529-533.
- [14] Tavakoli, J., Haddad Khodaparast, M.H., 2013. Chemical properties of the oil from *P.khinjuk* fruits growing wild in Iran. *Journal of Chemistry of Natural Compounds*, 49: 803-810.
- [15] Estakhr, P., Tavakoli, J., Beigmohammadi, F., Alaee, Sh., 2019. Optimization of antioxidant activity of

- Dianoczki, C., Recseg, K., Szlyk, E., 2008. Comparison of two Analytical methods for assessing antioxidant capacity of rapeseed and olive oils. *American Oil Chemists' Society*, 85: 141–149.
- [28] Chew, S.C., Tan, C.P., Long, L., Nyam, K.L., 2016. Effect of chemical refining on the quality of kenaf (*hibiscus cannabinus*) seed oil. *Industrial Crops and Products*, 89: 59–65.
- [29] Szydłowska-Czerniak, A., Trokowski, K., Karlovits, G., Szlyk, E., 2011. Effect of refining processes on antioxidant capacity, total contents of phenolics and carotenoids in palm oils. *Food Chemistry*, 129: 1187-1192.
- Technology, 18: 629-641.
- [25] Tavakoli, J., Haddad Khodaparast, M.H., Esmaeilzadeh Kenari, R., Aminlari, M., Sharif, A., 2013. Introducing Pistacia khinjuk (Kolkhoung) fruit hull oil as a vegetable oil with special chemical composition and unique oxidative stability. *Chemistry of Natural Compounds*, 5:803-810.
- [26] Tavakoli, J., Hamedani ,F., Haddad Khodaparast, M.H .,(2016) . Investigating Chemical Properties and Oxidative Stability of Kernel Oil from *Pistacia khinjuk* Growing Wild in Iran. *American Oil Chemists' Society*, 93: 681–687.
- [27] Szydłowska-Czerniak, A., Karlovits, G.,

Iranian Journal of Food Science and Technology

Homepage:www.fsct.modares.ir



Scientific Research

The effect of different stages of chemical refining process on the oxidative stability of Bene kernel oil during intense and long thermal process

Zarei Jelyani, A.¹, Lashkari, H.^{2*}, Tavakoli, J.^{3*}, Aminlari, M.⁴

1. Department of Food Science and Technology, Sarvestan Branch, Islamic Azad University, Sarvestan, Iran.
2. Department of Food Science and Technology, Zarin Dasht Branch, Islamic Azad University, Zarin Dasht, Iran.
3. Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Jahrom University, Jahrom, Fars, Iran.
4. Department of Biochemistry, School of Veterinary Medicine, Shiraz University, Shiraz, Iran.

ARTICIE INFO

ABSTRACT

Article History:

Received 2021/06/09

Accepted 2021/08/23

Keywords:

Bene kernel oil,
Refining,
Tocopherols,
Polyphenols,
Oxidative stability

DOI: [10.52547/fsct.18.119.231](https://doi.org/10.52547/fsct.18.119.231)

*Corresponding Author E-Mail:
h lashkari@gmail.com
javadtavakoli@jahromu.ac.ir

In the present study, the effect of chemical refining process on the oxidative stability of Bene kernel oil during 32 hours of thermal process at 170 °C was investigated. Examination of fatty acid structure showed that the amount of trans fatty acid was very small after the thermal process. The trend of changes in tocopherol and polyphenolic compounds during the heating process was different from other studies. The rate of tocopherol changes increased at the end of the thermal process in crude, degummed and neutralized oils and decreased in bleached and deodorized oils. The reason for the increase in tocopherols was related to their regeneration process. Also, the amount of polyphenolic compounds after the thermal process compared to the zero moment was largely in line with tocopherol changes. The reason for the increase in phenolic compounds was related to the breakdown of these compounds and their becoming simpler compounds. Examination of oxidation stability tests (conjugated diene value and p-anisidine value) also showed that crude kernel oil was the most stable sample, followed by degummed, neutralized, deodorized and bleached oils, respectively. The reason that the decolorization step caused the lowest oxidative stability in Bene kernel oil can be attributed to the greatest reduction in the amount of tocopherol compounds in this oil sample compared to the zero moment. Also, the trend of changes in antioxidant activity was largely consistent with changes in antioxidant compounds.