

ارزیابی پروفایل اسید چرب، ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی و آنتی‌اکسیدانی ترکیب روغن‌های هسته انگور و کنجد

مریم خاکباز حشمتی^{۱*}، علیرضا باستانی^۲، اکرم پزشکی^۱ و مریم جعفرزاده مقدم^۳

تاریخ دریافت: ۹۷/۷/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۷/۹/۱۳

^۱ استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز

^۳ دکترای تکنولوژی مواد غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

* مسئول مکاتبه: Email: m.khakbazheshmati@tabrizu.ac.ir

چکیده

زمینه مطالعاتی: روغن هسته انگور حاوی مقادیر بالای اسید لینولئیک (۶۸-۷۶٪) است که اسید چرب ضروری بدن انسان بوده و وجود آن در رژیم غذایی از نظر نقش عملکردی آن برای بافت‌ها، ضروری می‌باشد. در بین روغن‌های نباتی معمول، روغن کنجد پایدارترین روغن در مقابل اکسیداسیون بوده و این پایداری به خاطر وجود درصد نسبتاً بالای مواد ضد اکسیداسیونی فنولی است. هدف: روش‌های مختلفی برای بهبود پایداری حرارتی روغن استفاده می‌شود که مخلوط کردن روغن با روغن‌های دارای پایداری اکسیداتیو بالاتر، یکی از بهترین روش‌های افزایش پایداری روغن می‌باشد که از نظر اقتصادی نیز قابل قبول می‌باشد. روش کار: در این پژوهش نمونه‌های حاصل از اختلاط نسبت‌های متفاوت روغن کنجد (۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰٪) با روغن هسته انگور (۱۰۰، ۷۵، ۵۰، ۲۵ و ۰٪) تهیه و از نظر پروفایل اسید چرب، ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی و آنتی‌اکسیدانی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج: نتایج نشان داد که اسید لینولئیک، اسید چرب غالب روغن کنجد (۴۲/۵۲٪) و هسته انگور (۶۲/۵۰٪) بوده و با افزایش نسبت روغن کنجد از ۲۵٪ به ۷۵٪، میزان اسید لینولئیک نمونه‌ها کاهش یافت؛ در حالی که میزان اسیدهای چرب اولئیک، پالمیتیک و استئاریک در نمونه‌های ترکیبی افزایش یافت. افزایش نسبت روغن کنجد در مخلوط، سبب کاهش عدد یدی و اندیس پراکسید نمونه‌ها شد. محتوای ترکیبات فنولی و قدرت آنتی‌اکسیدانی روغن کنجد (۲۰۵/۴۳ میلی‌گرم بر لیتر) بیشتر از روغن هسته انگور (۱۰۱/۲۳ میلی‌گرم بر لیتر) بود و افزودن آن در نسبت‌های مختلف به روغن هسته انگور سبب افزایش میزان ترکیبات فنولی و قدرت آنتی‌اکسیدانی و در نتیجه پایداری اکسیداتیو نمونه‌های مخلوط شد. نتیجه گیری نهایی: با توجه به قیمت محصول و اهمیت کیفیت تغذیه‌ای و پایداری روغن، فرمولاسیون ۲۵٪ روغن هسته انگور + ۷۵٪ روغن کنجد دارای بهترین کیفیت تغذیه‌ای و قیمت کمتر نسبت به فرمول روغن کنجد خالص می‌باشد.

واژگان کلیدی: پایداری اکسیداتیو، روغن، کنجد، هسته انگور

مقدمه

روغن هسته انگور حاوی مقادیر بالای اسید لینولئیک (۶۸٪-۷۶٪) است که اسید چرب ضروری بدن انسان بوده و وجود آن در رژیم غذایی از نظر نقش عملکرد آن برای بافت‌ها و حفظ و نگهداری بدن ضروری است؛ در عین حال غیر اشباعیت بالای این روغن و پایداری اکسیداتیو پایین آن می‌تواند سبب محدودیت در استفاده از آن شود (موحد و قوامی ۱۳۸۴). در بین روغن‌های نباتی معمولی، روغن کنجد پایدارترین روغن در مقابل اکسیداسیون بوده و این پایداری به خاطر وجود درصد نسبتاً بالایی از مواد ضد اکسیداسیونی فنولی در آن است. این مواد شامل استرول‌ها، تری‌ترین‌ها و الکل‌های تری‌ترین، توکوفرول‌ها، سزامین و سزامولین (که به جزء کنجد در هیچ یک از روغن‌های نباتی خوراکی یافت نمی‌شود) است (اسدالهی ۱۳۸۷؛ مالک ۱۳۸۹). روش‌های مختلفی برای بهبود پایداری حرارتی روغن استفاده شده است که مخلوط کردن روغن با روغن‌های با پایداری اکسیداتیو بالاتر، یکی از بهترین روش‌های افزایش پایداری روغن می‌باشد که از نظر اقتصادی نیز قابل قبول می‌باشد. پاک ترمنی و همکاران (۱۳۹۴) پایداری حرارتی روغن کنجد بکر و روغن هسته انگور را مورد بررسی قرار دادند. این محققین نشان دادند که حرارت دادن روغن‌ها باعث تغییرات وسیعی در شاخص‌های شیمیایی هر دو روغن می‌گردد، به طوری که در طول زمان حرارت دهی، اندیس اسیدی هر دو روغن افزایش یافت و اندیس پراکسید روغن هسته انگور (به جز در ساعات دوم و ششم حرارت‌دهی) و اندیس پراکسید روغن کنجد (به جز در ساعات سوم و چهارم حرارت‌دهی) در تمامی ساعات حرارت‌دهی روند افزایشی داشت. و به طور کلی روغن هسته انگور نسبت به روغن کنجد در برابر حرارت، مقاومت بیشتری از خود نشان داد. محمدی و همکاران (۱۳۹۳) مخلوط‌هایی از نسبت‌های متفاوت روغن کنجد

(۲۰، ۳۰، ۵۰ و ۶۰٪) با روغن کانولا را از نظر پارامترهای عدد پراکسید، یدی، اسیدی و پایداری اکسیداتیو و مقدار فنول کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل آن‌ها مورد بررسی قرار دادند. نتایج این محققین نشان داد که هر چه نسبت روغن کنجد در مخلوط روغن بیشتر شود، مقدار اسید چرب لینولئیک در روغن مخلوط بیشتر شده و اسیدهای چرب اولئیک و لینولئیک کاهش می‌یابد. با افزایش درصد روغن کنجد، فعالیت آنتی‌اکسیدانی مخلوط بیشتر شد. بالاترین مقدار معنی‌دار فنول کل و پایداری اکسیداتیو، در روغن کنجد مشاهده شد و روغن‌های دیگر مقادیر کمتری را نشان دادند، به طوری که با افزایش نسبت روغن کنجد در مخلوط، مقدار فنول کل آن‌ها افزایش یافت. با توجه به این که ترکیب روغن دانه کنجد با برخی از روغن‌های خوراکی سبب بهبود ارزش تغذیه‌ای و ثبات بیشتر روغن در طی سرخ کردن و پخت و پز می‌شود و در نظر گرفتن این امر که ترکیب روغن‌ها به صرفه‌ترین فرایند برای اصلاح روغن می‌باشد لذا در این پژوهش مخلوط روغن کنجد با روغن هسته انگور در نسبت‌های متفاوت تهیه و از لحاظ ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی، ترکیب اسید چرب و قدرت آنتی‌اکسیدانی آن مورد بررسی قرار گرفت، تا ضمن افزایش ارزش تغذیه‌ای، بتوان به ترکیبی با بهترین مقاومت به فساد اکسیداتیو و مقاومت حرارتی دست پیدا کرد.

مواد و روش‌ها

مواد

روغن بکر کنجد که با روش پرس سرد استخراج شده بود، از کارخانه روغن کنجد سمن تهران خریداری شد. هسته انگور نوع (هسته انگور رشه سیاه) از تفاله خریداری شده از کارخانجات تولید آب انگور شهر ارومیه جداسازی شد و روغن هسته انگور در آزمایشگاه

مجهز به آشکارساز یونیزاسیون شعله طبق روش AOAC شماره ۹۶۳/۲۲ انجام شد (AOAC، ۲۰۰۳). اندازه‌گیری مقدار فنول کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل طبق روش جانان و همکاران (۲۰۱۰) انجام شد. بررسی فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل طبق روش ارزیابی توان آنتی‌اکسیدانی احیائی آهن توصیف شده توسط بنیز و استراین (۱۹۹۶) انجام شد و جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۹۳ نانومتر، به وسیله دستگاه اسپکتروفوتومتر فرابنفش مدل Shimadzu ساخت کشور ژاپن اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری ترکیبات فنولی کل نمونه‌ها براساس روش رنگ سنجی فولین-سیوکالتیو توصیف شده توسط ویوگلو و همکاران (۱۹۹۸) انجام گرفت.

تجزیه و تحلیل آماری

تمام آزمون‌ها در سه تکرار انجام شد و در قالب یک طرح "کاملاً تصادفی" و با استفاده از نرم افزار SAS (نسخه ۹/۲، امریکا) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. برای مقایسه میانگین ویژگی‌های مختلف از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۹۵٪ استفاده شد.

نتایج و بحث

ترکیب اسیدهای چرب

پروفایل اسید چرب نمونه‌های روغن کنجد، روغن هسته انگور و فرمول‌های تهیه شده با نسبت‌های مختلف از آن‌ها در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که بیشترین درصد اسید چرب در نمونه‌های مختلف (روغن کنجد، روغن هسته انگور و مخلوط نسبت‌های مختلف این روغن‌ها) مربوط به لینولئیک اسید و پس از آن اولئیک اسید، پالمیتیک اسید و استئاریک اسید است. نتایج این تحقیق مطابق با یافته‌های اولاسونکانمی و همکاران (۲۰۱۷) است که گزارش کردند لینولئیک اسید، اولئیک اسید و پالمیتیک اسید به ترتیب بیشترین میزان اسید چرب در روغن کنجد را تشکیل می‌دهند. در پژوهشی

از هسته انگور استخراج شد. برای استخراج روغن هسته انگور، هسته‌ها به مدت ۲ ساعت در ۵۰ درجه سانتیگراد تا رطوبت ۶-۷٪ خشک شده سپس آسیاب شدند. استخراج روغن هسته انگور با روش سوکسله و با استفاده از حلال پترولیوم اتر در دمای ۶۰°C به مدت ۶ ساعت انجام شد.

تهیه تیمارهای آزمایشی

به منظور تهیه ۵ نمونه مختلف (۱۰۰٪ روغن کنجد، ۱۰۰٪ روغن هسته انگور، ۵۰٪ روغن کنجد و ۵۰٪ روغن هسته انگور، ۲۵٪ روغن کنجد و ۷۵٪ روغن هسته انگور، ۷۵٪ روغن کنجد و ۲۵٪ روغن هسته انگور)، روغن‌های کنجد و هسته انگور به میزان ۲۰۰ گرم و با نسبت‌های وزنی/وزنی در بشر آزمایشگاهی ریخته شد و به طور کامل با استفاده از همزن مغناطیسی (در دمای محیط) همگن شد.

روش‌ها

روغن کنجد و هسته انگور هر دو همزمان در یک روز استخراج شدند. تمامی آزمون‌ها یک هفته پس از استخراج هر دو روغن (کنجد و هسته انگور) انجام شد. عدد یدی طبق روش استاندارد ملی ایران شماره ۴۸۸۶ (روش اندازه‌گیری عدد یدی به روش هانسون در روغن‌ها و چربی‌های خوراکی) انجام شد (استاندار ملی ایران ۱۳۷۹). محاسبه عدد پراکسید طبق روش AOCs شماره Cd ۸-۵۳ انجام شد. برای تعیین پایداری نمونه‌های روغن تهیه شده از دستگاه رنسیمت مدل Metrohm ساخت کشور سوئیس استفاده شد (فرهوش و موسوی ۲۰۰۷). برای تعیین ترکیب اسیدهای چرب ابتدا متیل استر اسیدهای چرب نمونه‌ها طبق روش استاندارد ملی ایران شماره ۴۰۹۰ تهیه شد (استاندارد ملی ایران، ۱۳۷۶). سپس آنالیز اسیدهای چرب نمونه‌ها با دستگاه گاز کروماتوگراف مدل Techcomp ساخت کشور چین و

در پژوهش‌های مختلف، نتایج مشابه با نتایج این تحقیق در زمینه پروفایل اسیدهای چرب روغن هسته انگور گزارش شده است. در یکی از این پژوهش‌ها پارادو و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی ترکیب اسید چرب روغن هسته انگور بدست آمده از ۵ واریته مختلف انگور اسپانیا گزارش کردند که بیشترین درصد اسید چرب مربوط به لینولئیک اسید (۶۹/۱۶-۶۰/۹۴٪)، اولئیک اسید (۲۴/۸۸-۱۸/۴۰٪) و پالمیتیک اسید (۹/۱۹-۷/۸۶٪) است.

دیگر غربی و همکاران (۲۰۱۷) در بررسی روغن استخراج شده از دانه کنجد به دست آمده از کشورهای مراکش، سودان، کونگو، ترکیه و مصر نتایج مشابهی در ارتباط با بیشترین درصد اسیدهای چرب موجود در پروفایل اسیدهای چرب این روغن‌ها گزارش کردند. همچنین گویویا و همکاران (۲۰۱۷) نیز گزارش کردند که اسید لینولئیک (۴۷/۶۲٪)، اسید اولئیک (۳۵/۳۲٪) و اسید پالمیتیک (۱۱/۴۹٪) به ترتیب بیشترین درصد از پروفایل اسید چرب روغن کنجد را به خود اختصاص داده است.

جدول ۱- ترکیب اسید چرب (٪) روغن‌های اولیه (کنجد و هسته انگور) و روغن‌های مخلوط فرموله شده

Table 1-Fatty acid profile (%) of initial oils (Grape seed Oil and Sesame Oil) and Formulated mixed oils

Fatty acid composition	Sesame Oil	Grape seed Oil	Formulated mixed oils		
			A	B	C
Myristic acid (14:0)	0.05±0.00 ^b	0.09±0.01 ^a	0.07±0.01 ^{ab}	0.06 ±0.01 ^b	0.06±0.01 ^b
Palmitic acid (16:0)	11.59±0.06 ^a	8.64±0.05 ^d	8.81±0.04 ^d	9.45±0.14 ^c	10.52±0.19 ^b
Palmitoleic acid (16:1)	0.16±0.01 ^b	0.32±0.03 ^a	0.30±0.02 ^a	0.29±0.01 ^a	0.18±0.02 ^b
margaric acid (17:0)	0.04±0.00 ^b	0.11±0.02 ^a	0.10±0.02 ^a	0.05±0.01 ^b	0.06±0.02 ^b
Stearic acid (18:0)	2.66±0.01 ^c	4.08±0.04 ^a	3.82±0.09 ^a	3.18±0.14 ^b	3.12±0.09 ^b
Oleic acid (18:1)	40.23±0.16 ^a	21.88±0.26 ^e	26.94±0.21 ^d	30.21±0.26 ^c	34.57±0.15 ^b
Linoleic acid (18:2)	42.52±0.17 ^e	62.50±0.28 ^a	57.71±0.33 ^b	51.61±0.36 ^c	48.58±0.25 ^d
Linolenic acid (18:3)	1.27±0.04 ^a	0.88±0.06 ^c	0.93±0.04 ^c	1.18±0.04 ^b	1.27±0.03 ^a
Arachidonic acid (20:0)	0.51±0.01 ^a	0.23±0.02 ^c	0.21±0.02 ^c	0.47±0.04 ^b	0.54±0.01 ^a
Eicosaenoic acid (20:1)	0.24±0.02 ^b	0.21±0.03 ^{bc}	0.20±0.01 ^c	0.28±0.02 ^a	0.25±0.03 ^{ab}
Behenic acid (22:0)	0.21±0.01 ^d	0.88±0.07 ^a	0.61±0.03 ^b	0.45±0.07 ^c	0.40±0.01 ^c
Lignoceric acid (24:0)	0.23±0.01 ^a	0.05±0.01 ^c	0.10±0.01 ^b	0.11±0.01 ^b	0.15±0.01 ^b
SFA	15.29±0.15 ^a	14.07±0.21 ^c	13.72±0.21 ^c	13.76±0.11 ^c	14.84±0.22 ^b
MUFA	40.63±0.45 ^a	22.41±0.39 ^e	27.44±0.38 ^d	30.77±0.37 ^c	35.00±0.31 ^b
PUFA	43.79±0.74 ^e	63.38±0.88 ^a	58.58±0.71 ^b	52.54±0.69 ^c	49.76±0.49 ^d
PUFA/SFA	2.86±0.11 ^e	4.50±0.13 ^a	0.07±0.01 ^{ab}	0.06 ±0.01 ^b	0.06±0.01 ^b

SFA: Saturated Fatty Acids, MUFA: Mono Unsaturated Fatty Acids, PUFA: Polyunsaturated Fatty Acids.

Different superscripts within the same line represent significant difference at P<0.05

Formulated mixed oils A: %75 Grape seed Oil +%25 Sesame Oil

Formulated mixed oils B: %50 Grape seed Oil +%50 Sesame Oil

Formulated mixed oils C: %25 Grape seed Oil +%75 Sesame Oil

به صورت معنی‌داری بیشتر از روغن هسته انگور است، در حالی که اسید لینولئیک در پروفایل اسید چرب روغن

مقایسه پروفایل اسید چرب روغن کنجد با روغن هسته انگور نشان می‌دهد که درصد اسید اولئیک نمونه کنجد

لینولئیک در روغن مخلوط بیشتر شده و اسیدهای چرب اولئیک و لینولینیک و همچنین اندیس پلی‌ان کاهش می‌یابد.

عدد پراکسید

بررسی عدد پراکسید به عنوان شاخص حضور محصولات اولیه اکسیداسیون برای تضمین پایداری اکسیداتیو روغن از کاربرد ویژه‌ای برخوردار است. بنابراین هر چه اندیس پراکسید کمتر باشد، کیفیت روغن بهتر است (گویویا و همکاران ۲۰۱۷). نتایج حاصل از بررسی اندیس پراکسید نمونه‌های روغن کنجد، روغن هسته انگور و مخلوط حاصل از آن‌ها با نسبت‌های مختلف یک هفته پس از استخراج در شکل ۱ نشان داده شده است. بیشترین و کمترین اندیس پراکسید به ترتیب مربوط به روغن هسته انگور (۷/۲۱ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم) و روغن کنجد (۲/۳۴ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم) بود و با افزایش نسبت روغن کنجد در مخلوط روغن، اندیس پراکسید به صورت معنی‌داری ($p \leq 0.05$) کاهش پیدا کرد. اندیس پراکسید روغن کنجد، مخلوط ۲۵٪ روغن هسته انگور و ۷۵٪ روغن کنجد و مخلوط ۵۰٪ روغن هسته انگور + ۵۰٪ روغن کنجد در حدود قابل قبول استاندارد ملی ایران (حداکثر میزان قابل قبول عدد پراکسید برای روغن‌های خوراکی و روغن‌های مخلوط، ۵ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم می‌باشد). قرار داشتند. همچنین اندیس پراکسید مخلوط ۲۵٪ روغن کنجد و ۷۵٪ روغن هسته انگور (۵/۷۷ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم) نیز نزدیک به حدود استاندارد (استاندارد ملی ایران شماره ۹۱۳۱ و استاندارد ملی ایران شماره ۵۹۵۰) بود. همان‌گونه که در شکل ۱ نیز نشان داده شده است مخلوط کردن روغن کنجد به میزان ۵۰٪ و ۷۵٪ با روغن هسته انگور موجب کاهش عدد پراکسید به میزان قابل قبول استاندارد ملی ایران شد. در نتیجه می‌توان گفت استفاده از روغن کنجد در مقادیر ذکر شده می‌تواند پایداری اکسیداتیو مخلوط روغن کنجد و هسته انگور را تضمین کند. از سوی دیگر مقایسه عدد پراکسید نمونه‌های پژوهش حاضر با استاندارد کدکس گویای این مطلب بود

هسته انگور به مراتب سهم بیشتری را نسبت به روغن کنجد به خود اختصاص می‌دهد (جدول ۱). بررسی پژوهش‌های مختلف در ارتباط با بررسی پروفایل اسید چرب روغن هسته انگور و روغن کنجد حکایت از آن دارد که در تمامی پژوهش‌ها درصد اسید لینولئیک روغن هسته انگور به مراتب بیشتر از روغن کنجد گزارش شده است، در حالی که درصد اسید اولئیک روغن کنجد به صورت معنی‌داری بیشتر از روغن هسته انگور بوده است (غربی و همکاران ۲۰۱۷؛ گویویا و همکاران ۲۰۱۷؛ پارذو و همکاران ۲۰۰۹؛ یوسفی و همکاران ۲۰۱۳). طبق نتایج جدول ۱، میزان اسید چرب اشباع در روغن کنجد به صورت معنی‌داری ($p \leq 0.05$) بیشتر از روغن هسته انگور بود، که این امر به دلیل مقدار بیشتر اسید پالمیتیک در روغن کنجد می‌باشد. همچنین به دلیل بالاتر بودن مقدار اسید اولئیک نمونه‌های روغن کنجد، مقدار اسید چرب تک غیر ر این نمونه روغن به صورت معنی‌داری ($p \leq 0.05$) بیشتر از روغن هسته انگور بود، در حالی که به دلیل بیشتر بودن اسید لینولئیک در روغن هسته انگور سهم اسیدهای چرب چند غیر اشباعی در آن بیشتر از روغن کنجد بود. طبق نتایج جدول ۱ افزایش نسبت روغن کنجد در مخلوط روغن موجب کاهش اسید لینولئیک شد، در حالی که سهم اسید چرب اولئیک و پالمیتیک افزایش ولی اسید استئاریک کاهش یافت. همچنین با افزایش نسبت روغن کنجد در مخلوط روغن، اندیس پلی‌ان کاهش پیدا کرد؛ هرچند این کاهش سبب افت کیفیت روغن ترکیبی به کمتر از مقدار مورد قبول سازمان بهداشت جهانی و یا سازمان غذا و دارو نشد. در پژوهش‌های مختلفی ترکیب کردن روغن‌ها جهت اصلاح پروفایل اسید چرب و اندیس پلی‌ان آن‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. محمدی و همکاران (۱۳۹۳) پروفایل اسیدهای چرب مخلوط‌هایی از نسبت‌های متفاوت روغن کنجد (۲۰٪، ۳۰٪، ۵۰٪ و ۶۰٪) با روغن کانولا را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این محققین نشان داد که هر چه نسبت روغن کنجد در روغن مخلوط بیشتر شود، مقدار اسید چرب

پراکسید روغن کنجد خام ۸/۹۹ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم می‌باشد.

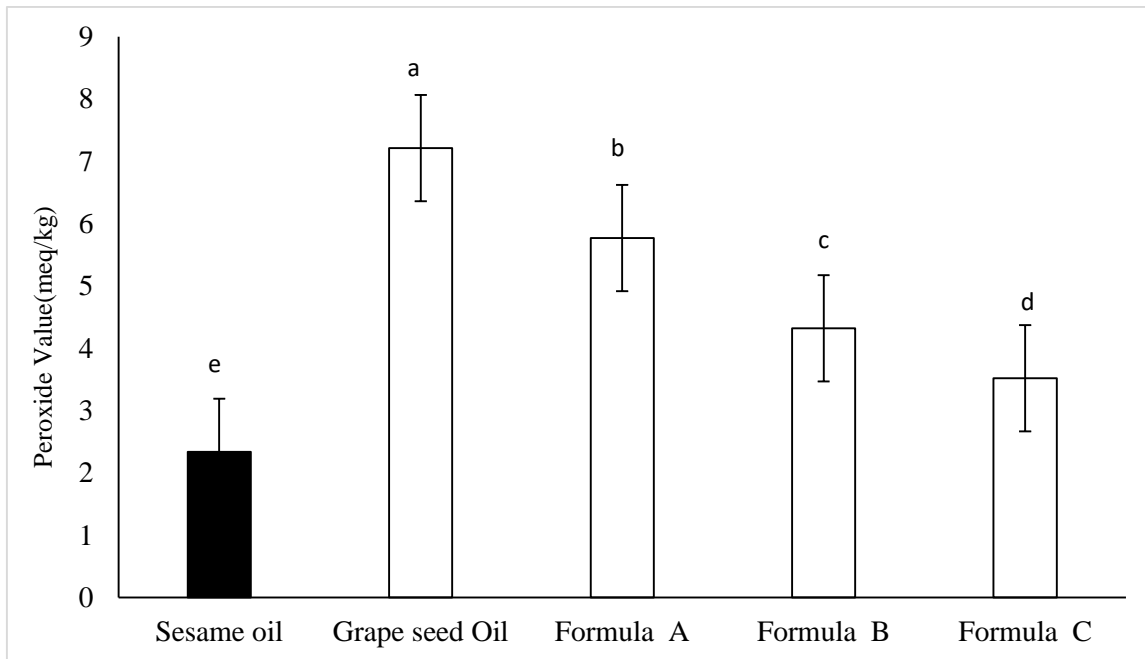
عدد یدی

روغن با عدد یدی بالا حاوی تعداد زیادی پیوند دوگانه است و معمولاً پایداری اکسیداتیو پایینی دارد (غربی و همکاران ۲۰۱۵). نتایج حاصل از بررسی عدد یدی روغن کنجد، روغن هسته انگور و مخلوط آن‌ها در شکل ۲ نشان داده شده است. اندیس یدی روغن کنجد و روغن هسته انگور به ترتیب ۱۰۲ گرم و ۱۲۸ گرم می‌باشد. مشابه با نتایج این پژوهش یوسف و همکاران (۲۰۱۳)، غربی و همکاران (۲۰۱۷) و اولسونکامی و همکاران (۲۰۱۷) میزان عدد یدی روغن کنجد را به ترتیب ۱۰۳ گرم، ۱۱۷ گرم و ۱۲۱/۲۱ گرم گزارش کردند. همچنین تونده-اکینتونده و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که عدد یدی روغن کنجد به ترتیب ۱۰۱/۵۲ گرم و ۱۱۴/۸۵ گرم می‌باشد. در پژوهشی دیگر یوسفی و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که عدد یدی روغن هسته انگور لال شاهرودی و عسگری شاهرودی به ترتیب ۱۲۳/۵۵ گرم و ۱۲۶/۱۳ گرم است. افزودن روغن کنجد به روغن هسته انگور در نسبت‌های ۲۵، ۵۰ و ۷۵٪ منجر به کاهش اندیس یدی به مقادیر ۱۱۸/۴۱ گرم، ۱۱۳/۲۹ گرم و ۱۰۶/۱۹ گرم شد (شکل ۲). خصوصیت غیر اشباعیت روغن هسته انگور با افزایش نسبت روغن کنجد کاهش یافت. اندیس یدی به عنوان معیاری از غیر اشباعیت روغن در نظر گرفته می‌شود و برای روغن‌های خالص و مخلوط بررسی شده در این مطالعه همبستگی خوبی با اندیس پلی‌ان‌ها داشت. علیزاده و همکاران (۲۰۱۶) ویژگی‌های روغن هسته انگور حاصل از ضایعات کارخانجات آب انگور در شمال غرب ایران را بررسی نموده و درجه غیر اشباعیت روغن هسته انگور را ۸۵/۷۸٪ گزارش نمودند. محمدی و همکاران (۱۳۹۳) نیز گزارش کردند که اندیس یدی روغن کانولا و کنجد به ترتیب ۱۱۷ گرم و ۱۱۱/۵ گرم می‌باشد و افزودن روغن کنجد به کانولا در نسبت‌های ۲۰٪، ۳۰٪، ۵۰٪ و ۶۰٪ منجر به

که عدد پراکسید تمامی نمونه‌ها در حدود مورد قبول استاندارد کدکس می‌باشد (بر طبق این استاندارد حداکثر اندیس پراکسید قابل قبول روغن ۱۰ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم می‌باشد). بنابراین طبق نتایج بدست آمده، افزودن روغن کنجد به روغن هسته انگور موجب بهبود پایداری اکسیداتیو این روغن می‌شود. پارو و همکاران (۲۰۰۹) نیز در بررسی اندیس پراکسید روغن هسته انگور واریته‌های مختلف پنج روز پس از استخراج گزارش کردند که عدد پراکسید اکثر نمونه‌ها کمتر از بیشترین میزان عدد پراکسید مورد قبول برای روغن‌های گیاهی خوراکی (۱۰ میلی‌اکی‌والان بر کیلوگرم) بود. تفاوت‌های مشاهده شده در میزان عدد پراکسید گزارش شده برای روغن هسته انگور در پژوهش‌های مختلف با این پژوهش را می‌توان به نوع واریته انگور مورد استفاده نسبت داد. همچنین شرایط و نوع عملیاتی که روی دانه‌های انگور انجام می‌گیرد نیز می‌تواند در تغییر عدد پراکسید مؤثر باشد. به عنوان مثال روغن استخراج شده با پرس سرد پراکسید پایین‌تری نسبت به روغن استخراج شده با استفاده از حلال دارد (موحد و همکاران ۱۳۸۴). اولسونکامی و همکاران (۲۰۱۷) نیز گزارش کردند که اندیس پراکسید میزان هیدروپراکسیدها را در روغن اندازه‌گیری می‌کند و میزان پایین آن نشان دهنده کارایی روش استخراج به منظور محدود کردن اکسیداسیون اسیدهای چرب چند غیر اشباع است که به دلیل حضور برخی آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی در آن می‌باشد. این محققین میزان اندیس پراکسید روغن کنجد را ۶ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم تعیین کردند. بر طبق یافته‌های گولا و واگرای (۲۰۱۱)، روغن‌های تازه معمولاً اندیس پراکسید پایین‌تر از ۱۰ میلی‌اکی‌والان بر گرم دارند. همچنین تونده-اکینتونده و همکاران (۲۰۱۲) نیز اندیس پراکسید روغن کنجد را در بازه ۱۵/۰۷-۲/۲۲ میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم گزارش نمودند. در همین راستا گویویا و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که اندیس

خصوصیت غیر اشباعیت روغن کانولا به ترتیب ۰/۹٪،
 ۱٪/۷، ۲/۱، ۳/۴٪ کاهش می‌یابد.

کاهش عدد یدی آن به ترتیب به مقادیر ۱۱۶ گرم، ۱۱۵
 گرم، ۱۱۴/۵ گرم و ۱۱۳ گرم می‌شود. در نتیجه



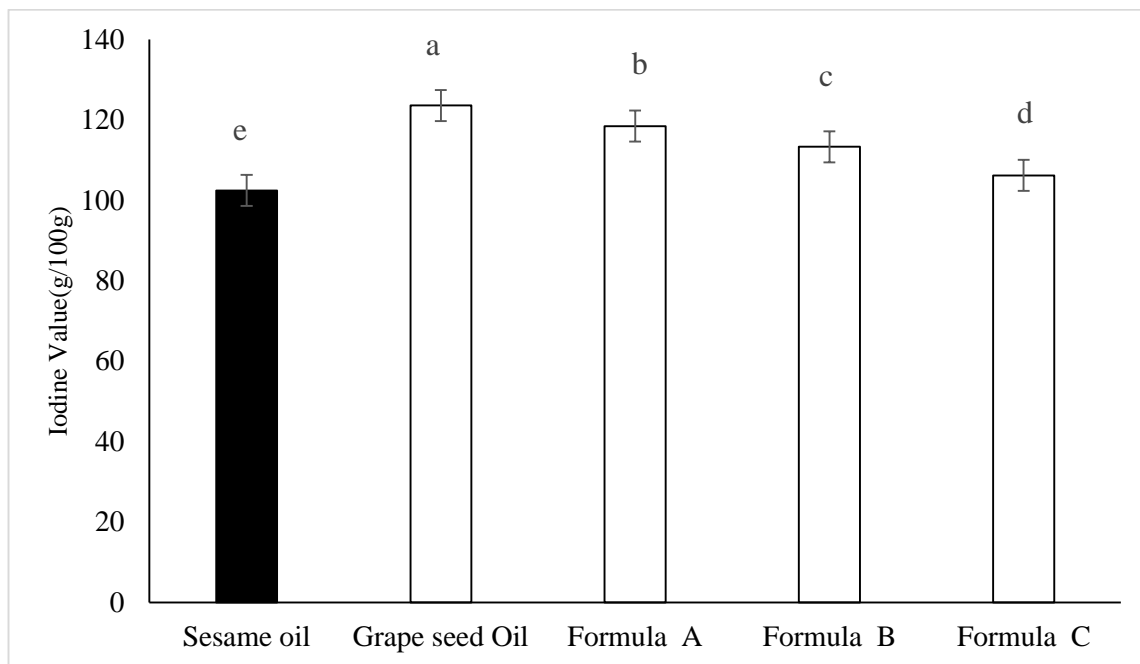
شکل ۱- عدد پراکسید روغن‌های اولیه (روغن کنجد و روغن هسته انگور) و فرمول‌های حاصل از مخلوط کردن آن‌ها

حروف انگلیسی متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آماری در سطح ۹۵٪ می‌باشد. فرمول A: ۷۵٪ روغن هسته دانه انگور + ۲۵٪ روغن کنجد، فرمول B: ۵۰٪ روغن هسته انگور + ۵۰٪ روغن کنجد، فرمول C: ۲۵٪ روغن هسته انگور + ۷۵٪ روغن کنجد.

Figure 1- Peroxide value of initial oils (sesame oil and grape seed oil) and Formulated mixed oils

Different English letters in each row indicate a statistically significant difference of 95%.

Formula A: 75% grape seed oil + 25% sesame oil, Formula B: 50% grape seed oil + 50% sesame oil, Formula C: 25% grape seed oil + 75% sesame oil.



شکل ۲- عدد یدی روغن‌های اولیه (روغن کنجد و روغن هسته انگور) و فرمول‌های حاصل از مخلوط کردن آن‌ها

حروف انگلیسی متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آماری در سطح ۹۵٪ می‌باشد. فرمول A: ۷۵٪ روغن هسته دانه انگور + ۲۵٪ روغن کنجد، فرمول B: ۵۰٪ روغن هسته انگور + ۵۰٪ روغن کنجد، فرمول C: ۲۵٪ روغن هسته انگور + ۷۵٪ روغن کنجد.

Figure 2- Iodine value of initial oils (sesame oil and grape seed oil) and Formulated mixed oils

Different English letters in each row indicate a statistically significant difference of 95%.
 Formula A: 75% grape seed oil + 25% sesame oil, Formula B: 50% grape seed oil + 50% sesame oil, Formula C: 25% grape seed oil + 75% sesame oil.

پایداری به روش رنسیمت

اندازه‌گیری پایداری اکسیداتیو روغن برای روغن‌های مختلف، امکان مقایسه درجه تخریب این روغن‌ها در طی حرارت‌دهی فراهم می‌کند (فرهوش و همکاران ۲۰۰۹). نقطه عطف منحنی اکسیداسیون به عنوان دروه القاء تعریف شده و طول این نقطه به عنوان پایداری اکسیداتیو روغن به روش رنسیمت در نظر گرفته می‌شود (عبدالرزاق و همکاران ۲۰۱۱). نتایج اندازه‌گیری حساسیت روغن‌های خالص و مخلوط آن‌ها به اکسایش یک هفته پس از استخراج، به وسیله تست رنسیمت در شکل ۳ ارائه شده است. نتایج نشان داد که بیشترین و کمترین میزان پایداری به ترتیب مربوط به روغن کنجد و روغن هسته انگور بود. با افزایش نسبت روغن کنجد در مخلوط روغن، میزان پایداری به صورت معنی‌داری افزایش پیدا کرد ($p \leq 0.05$). طبق استاندارد ملی ایران

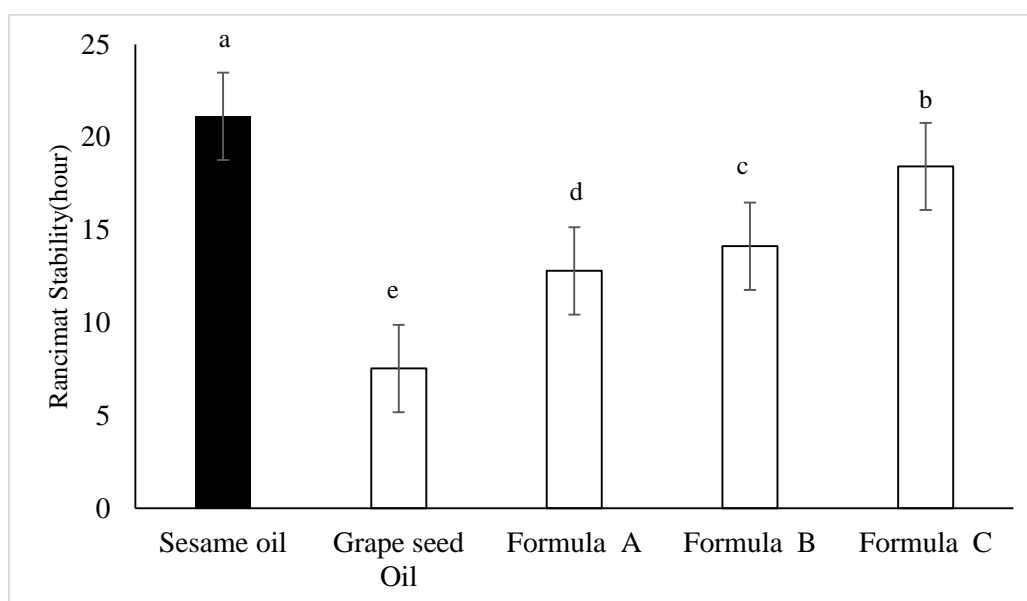
شماره ۵۹۵۰ حداقل مقدار پایداری (رنسیمت در $110^{\circ}C$) ۱۲ ساعت می‌باشد، بدین ترتیب میزان پایداری روغن کنجد (۲۱/۱۲ ساعت) و مخلوط‌های روغن هسته انگور و روغن کنجد (۱۲/۷۹ - ۱۸/۴۲ ساعت) در محدوده قابل قبول استاندارد ملی ایران بود در حالی که پایداری روغن هسته انگور (۷/۵۳ ساعت) به مراتب کمتر از میزان مورد تأیید استاندارد بود. جالب توجه این است که در مطالعاتی که اخیراً انجام گرفته، گزارش شده است که اگر پایداری روغن حرارت دیده بیشتر از ۲/۳ ساعت باشد، این روغن هنوز ایمن بوده و از لحاظ خصوصیات طعمی قابل قبول در نظر گرفته می‌شود (فرهوش و موسوی، ۲۰۰۷) که بر این اساس تمامی روغن‌های مورد بررسی در این تحقیق پایداری بسیار مطلوبی از خود نشان داده‌اند. تا به امروز اکثر محققان پایداری اکسیداتیو قابل توجه روغن کنجد را به وجود مواد غیر صابونی شونده لیگناتی در آن نسبت

کردند که افزودن عصاره متانولی کنجاله کنجد به روغن سویا، آفتاب گردان و گلرنگ موجب افزایش پایداری اکسیداتیو شد.

ترکیبات فنولی کل

فنول‌ها ترکیبات آنتی‌اکسیدانی می‌باشند که با واکنش با رادیکال‌های آزاد لیپید از شروع فرآیند اکسیواسیون جلوگیری یا سرعت آن را کاهش می‌دهند (حسنین و همکاران ۲۰۱۲)، در نتیجه حضور این ترکیبات در روغن بسیار مهم است. نتایج بررسی میزان فنول کل نمونه‌های مختلف روغن در شکل ۴ ارائه شده است. بررسی نتایج نشان داد که بالاترین میزان فنول کل در نمونه روغن کنجد (۲۰۵/۴۳ میلی‌گرم بر لیتر) مشاهده شده و روغن‌های دیگر مقادیر کمتری را دارا بودند؛ به طوری که با افزایش نسبت روغن کنجد میزان فنول کل افزایش پیدا کرد ($p \leq 0.05$). در تطابق با نتایج این پژوهش حسنین و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که روغن کنجد حاوی میزان بالای ترکیبات فنولیک (۲۵۵ میلی‌گرم بر لیتر) می‌باشد و افزودن آن به روغن آفتابگردان و سویا موجب افزایش میزان ترکیبات فنولیک کل این روغن‌ها شد و از این طریق موجب جلوگیری از اکسیداسیون روغن شد، به طوری که نتایج بررسی اندیس پراکسید با نتایج میزان محتوای فنولیک به دست آمده در پژوهش آن‌ها مطابقت داشت. در پژوهشی دیگر محمدی و همکاران (۱۳۹۳) گزارش کردند که میزان ترکیبات فنولیک کل موجود در روغن کنجد ۲۱۹/۹۴ میلی‌گرم بر لیتر بوده و با افزودن نسبت‌های مختلف آن به روغن کانولا میزان ترکیبات فنولیک افزایش پیدا کرد. در پژوهشی دیگر پارو و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که میزان ترکیبات فنولیک موجود در روغن هسته انگور بر حسب وارسته آن در محدوده ۱۰/۶۸-۳۴/۴۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد، که با پایداری روغن‌های گیاهی ارتباط مستقیمی داشته و با افزایش میزان آن پایداری اکسیداتیو افزایش یافت.

داده‌اند. با این وجود کنسولا و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که وقتی سزامول به تنهایی با روغن‌های نباتی ترکیب شد، پایداری روغن حاصله به طور جزئی افزایش یافت. اما این پایداری خیلی کمتر از میزان پایداری بود که با افزودن عصاره استخراج شده از روغن کنجد حاوی همان میزان سزامول به دست آمد. این نتایج نشان داد که عصاره کنجد حاوی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی دیگری علاوه بر سزامول هستند که در پایداری روغن‌ها شرکت می‌کنند. در پژوهش‌های پیشین که در زمینه روغن هسته انگور انجام شده‌اند ثابت شده است که این روغن حاوی ترکیب‌های پروآنتوسیانیدین (از گروه آنتی‌اکسیدان‌های بیوفلاونوئیدی می‌باشد) و همچنین حاوی ۶۰ تا ۱۲۰ میلی‌گرم ویتامین E است که یکی از مؤثرترین آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی می‌باشد. روغن هسته انگور نظیر برخی روغن‌های نباتی مثل روغن پالم و نارگیل، حاوی منابع طبیعی توکوترینول‌ها است. این ترکیب‌ها به طور کلی در مقایسه با توکوفرول‌ها از قدرت آنتی‌اکسیدانی بسیار بالاتری برخوردارند، بنابراین علی‌رغم درجه غیر اشباعیت بالا، به دلیل برخورداری از ترکیب‌های پایدار کننده فوق می‌بایست پایداری نسبتاً خوبی در مقابل فساد اکسیداتیو از خود نشان دهند (پارو و همکاران ۲۰۰۹). با این وجود بررسی پایداری روغن هسته انگور در این پژوهش نشان داد که میزان پایداری این روغن کمتر از حد مورد قبول استاندارد ملی ایران است. با افزودن روغن کنجد به روغن هسته انگور پایداری آن به گونه بسیار مطلوبی افزایش پیدا کرد که نشان دهنده پتانسیل مناسب روغن کنجد در بهبود پایداری روغن هسته انگور می‌باشد. در تطابق با نتایج این پژوهش عبدالعظیم و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که افزودن عصاره کنجاله کنجد موجب افزایش پایداری اکسیداتیو روغن آفتاب گردان و سویا می‌شود. محمدی و همکاران (۱۳۹۳) نیز گزارش کردند که افزودن روغن کنجد به روغن کانولا موجب افزایش پایداری اکسیداتیو آن می‌شود. همچنین سوچا و همکاران (۲۰۰۴) گزارش

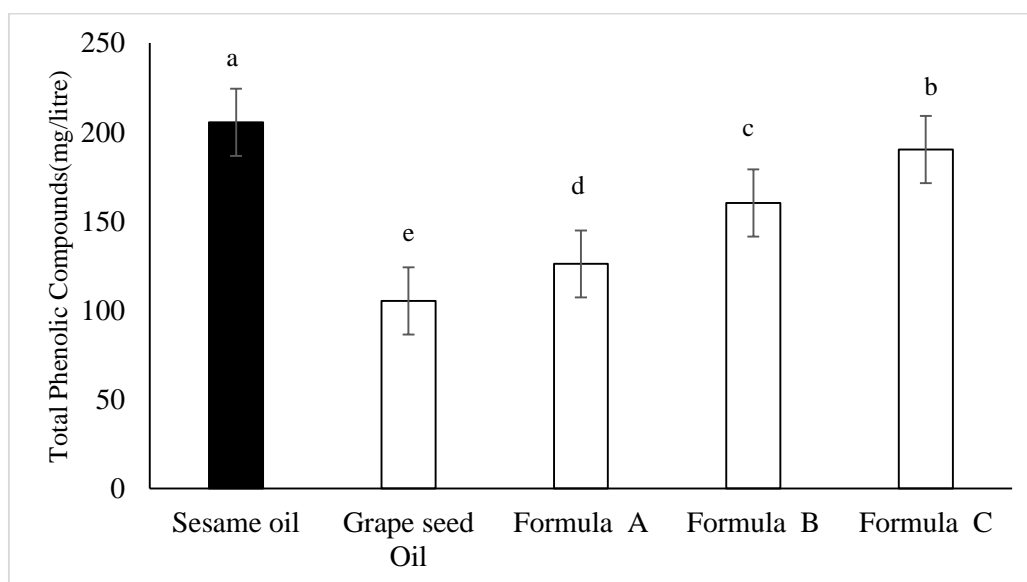


شکل ۳- پایداری به روش رنسیمت روغن‌های اولیه (روغن کنجد و روغن هسته انگور) و فرمول‌های حاصل از مخلوط کردن آن‌ها حروف انگلیسی متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آماری در سطح ۹۵٪ می‌باشد. فرمول A: ۷۵٪ روغن هسته دانه انگور + ۲۵٪ روغن کنجد، فرمول B: ۵۰٪ روغن هسته انگور + ۵۰٪ روغن کنجد، فرمول C: ۲۵٪ روغن هسته انگور + ۷۵٪ روغن کنجد.

Figure 3- Rancimat stability of initial oils (sesame oil and grape seed oil) and Formulated mixed oils

Different English letters in each row indicate a statistically significant difference of 95%.

Formula A: 75% grape seed oil + 25% sesame oil, Formula B: 50% grape seed oil + 50% sesame oil, Formula C: 25% grape seed oil + 75% sesame oil.



شکل ۴- میزان ترکیبات فنولی روغن‌های اولیه (روغن کنجد و روغن هسته انگور) و فرمول‌های حاصل از مخلوط کردن آن‌ها حروف انگلیسی متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آماری در سطح ۹۵٪ می‌باشد. فرمول A: ۷۵٪ روغن هسته دانه انگور + ۲۵٪ روغن کنجد، فرمول B: ۵۰٪ روغن هسته انگور + ۵۰٪ روغن کنجد، فرمول C: ۲۵٪ روغن هسته انگور + ۷۵٪ روغن کنجد.

Figure 4 -Total phenolic compounds of initial oils (sesame oil and grape seed oil) and Formulated mixed oils

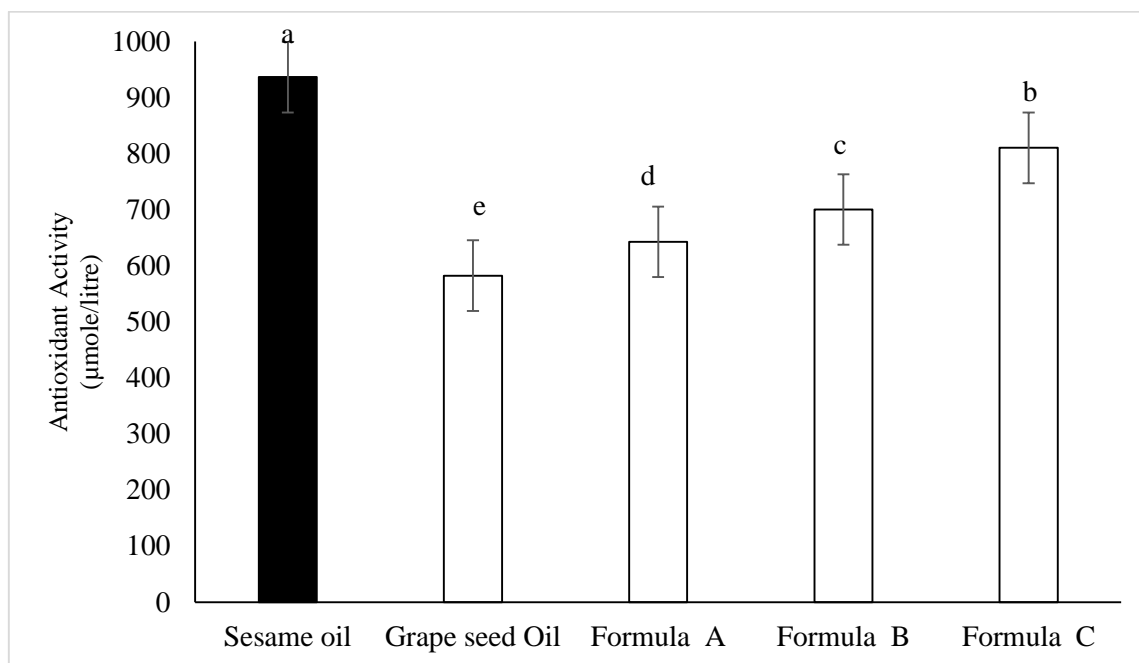
Different English letters in each row indicate a statistically significant difference of 95%.

Formula A: 75% grape seed oil + 25% sesame oil, Formula B: 50% grape seed oil + 50% sesame oil, Formula C: 25% grape seed oil + 75% sesame oil.

فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل

نتایج حاصل از بررسی فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌های مختلف روغن در شکل ۵ ارائه شده است. نگاهی به نتایج نشان می‌دهد که فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌های مختلف روغن با میزان ترکیبات فنولی آن‌ها هماهنگی داشته است. بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی مربوط به روغن کنجد بود و با افزایش نسبت روغن کنجد در مخلوط روغن‌ها میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی به طور معنی‌داری ($p \leq 0.05$) افزایش پیدا کرد. بالا رفتن میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی روغن هسته انگور به وسیله ترکیب کردن آن با روغن کنجد، علاوه بر افزایش پایداری اکسیداتیو روغن مخلوط حاصله و جنبه تکنولوژیکی، از جنبه بیولوژیکی و تغذیه‌ای نیز حائز اهمیت می‌باشد. گونه‌های فعال اکسیژن و نیتروژن دائماً در شرایط فیزیولوژیکی و در نتیجه استرس اکسیداتیو تولید می‌شوند. استرس اکسیداتیو در بسیاری از پروسه‌های پاتولوژیکی نقش دارد. برای حفظ مولکول‌های بیولوژیکی مانند DNA، لیپید و پروتئین‌ها از آسیب‌های احتمالی، همه ارگانسیم‌های مصرف‌کننده اکسیژن دارای یک سیستم آنتی‌اکسیدانی جامع، شامل ترکیبات آنزیمی و غیر آنزیمی هستند. علیرغم وجود چنین آنتی‌اکسیدانی در

پلاسما، سیستم دفاعی بدن به تنهایی قادر به از بین بردن رادیکال‌های آزاد ایجاد شده در بدن نیست، به همین جهت نیاز به تأمین آنتی‌اکسیدان از منابع خارجی دارد که از طریق منابع غذایی تأمین می‌شود (محمدی و همکاران ۱۳۹۳). با توجه به فعالیت آنتی‌اکسیدانی طبیعی بالایی که در روغن مخلوط فرموله شده با نسبت‌های معین روغن کنجد وجود دارد، استفاده از چنین روغنی در رژیم غذایی می‌تواند اثرات نامطلوب ناشی از تغییرات اکسیداتیو در سیستم بیولوژیک بدن را کاهش دهد. در تطابق با نتایج این پژوهش حسنین و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی افزودن نسبت‌های مختلف روغن کنجد به روغن آفتاب‌گردان و سویا گزارش کردند که فعالیت آنتی‌اکسیدانی در نتیجه افزودن روغن کنجد افزایش می‌یابد. این محققین بیان کردند که دلایل زیادی مانند ترکیب اسید چرب می‌تواند در افزایش پایداری اکسیداتیو ناشی از افزودن روغن کنجد نقش داشته باشد، اما نقش اصلی را محتوای لیگنان روغن ایفا می‌کند. در ادامه این پژوهشگران دلیل فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالاتر روغن سویا یا آفتاب‌گردان را در نتیجه افزودن روغن کنجد به اثر سینرژیستی بین لیگنان‌های کنجد و ترکیبات غیر گلیسریدی روغن سویا یا آفتاب‌گردان نسبت دادند.



شکل ۵- فعالیت آنتی‌اکسیدانی روغن‌های اولیه (روغن کنجد و روغن هسته انگور) و فرمول‌های حاصل از مخلوط کردن آن‌ها
 حروف انگلیسی متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آماری در سطح ۹۵٪ می‌باشد. فرمول A: ۷۵٪ روغن هسته انگور + ۲۵٪ روغن کنجد، فرمول B: ۵۰٪ روغن هسته انگور + ۵۰٪ روغن کنجد، فرمول C: ۲۵٪ روغن هسته انگور + ۷۵٪ روغن کنجد.

Figure 5- Antioxidant activity of initial oils (sesame oil and grape seed oil) and Formulated mixed oils

Different English letters in each row indicate a statistically significant difference of 95%.

Formula A: 75% grape seed oil + 25% sesame oil, Formula B: 50% grape seed oil + 50% sesame oil, Formula C: 25% grape seed oil + 75% sesame oil.

نتیجه‌گیری کلی

در این پژوهش مخلوط روغن کنجد با روغن هسته انگور در نسبت‌های متفاوت تهیه و از لحاظ ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی، ترکیب اسید چرب و قدرت آنتی‌اکسیدانی مورد بررسی قرار گرفتند، تا ضمن افزایش ارزش تغذیه‌ای، به ترکیبی با بهترین مقاومت به فساد اکسیداتیو و مقاومت حرارتی دست پیدا کرد. بررسی نتایج آزمون‌های فیزیکی-شیمیایی گویای این بود که افزودن روغن کنجد موجب افزایش پایداری و ارتقاء کیفیت تغذیه‌ای روغن هسته انگور شده است. افزودن نسبت‌های بالای روغن کنجد به وضوح تأثیر بیشتری در افزایش پایداری و قدرت آنتی‌اکسیدانی روغن هسته انگور داشت اما نظر به قیمت بالای روغن کنجد با افزایش

نسبت آن، قیمت مخلوط روغن حاصله نیز افزایش پیدا می‌کند. از سوی دیگر روغن هسته انگور از ضایعات به دست آمده از کارخانجات تولید آب انگور استخراج می‌گردد و قیمت آن به نسبت پایین می‌باشد. با توجه به اینکه قیمت تمام شده محصول یکی از پارامترهای مهم در جلب نظر مصرف‌کنندگان می‌باشد و نظر به اهمیت کیفیت تغذیه‌ای و پایداری روغن، می‌توان اظهار داشت که فرمولاسیون ترکیبی ۷۵٪ روغن هسته انگور و ۲۵٪ روغن کنجد بهترین کیفیت تغذیه‌ای و کمترین قیمت را نسبت به سایر فرمول‌های روغن دارا بود.

قدردانی

این مقاله مستخرج از گزارش نهایی طرح پژوهشی "تولید فرمولاسیون جدید روغن (مقاوم در برابر اکسیداسیون)،

حاصل از ترکیب روغن‌های هسته انگور و کنجد، با استفاده از طرح مخلوط و ارزیابی خواص فیزیکی‌شیمیایی و آنتی‌اکسیدانی آن می‌باشد و از محل اعتبارات پژوهشی دانشگاه تبریز اجرا گردیده است.

منابع مورد استفاده

- اسدالهی س، ۱۳۸۷. شیمی روغن‌ها و چربی‌ها، انتشارات مرز دانش، تهران.
- رئیزی س، اسمعیلی م و هاشمی س م ب، ۱۳۹۶. تأثیر دامنه فراصوت پالسی و دما بر بازده، سینتیک و ترمودینامیک استخراج با حلال روغن هسته انگور (رقم سیاه سردشت)، نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، دوره ۲۷، شماره ۲، صفحات ۴۱-۵۰.
- مالک م، ۱۳۸۹. چربی‌ها و روغن‌های نباتی خوراکی ویژگی‌های و فرآوری، انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، تهران.
- پاک ترمینی م، قجر بیگی پ و مولودی ف، ۱۳۹۴. مقایسه پایداری حرارتی روغن کنجد بکر و روغن هسته انگور، مجله دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، شماره ۱۹، صفحات ۲۶۸-۲۶۱.
- محمدی ت، حاتمی م، میرزایی ی، هوشیاری ع و نجاتیان م، ۱۳۹۳. فرمولاسیون روغن مایع مخلوط حاوی روغن‌های کانولا و کنجد بدون آنتی‌اکسیدان سنتزی، مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، شماره ۹، صفحات ۹۲-۸۳.
- موحد س، و قوامی م، ۱۳۸۴. مقایسه و تعیین ترکیب اسیدهای چرب روغن هسته انگور ایرانی و وارداتی، مجله پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، شماره ۷۵، صفحات ۱۶-۹.
- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۷۶. روش اندازه‌گیری و تهیه متیل استرهای اسیدهای چرب، استاندارد ملی ایران، ۴۰۹۰.
- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۷۹. روش اندازه‌گیری عدد یدی به روش هانسون در روغن‌ها و چربی‌های خوراکی، استاندارد ملی ایران، ۴۸۸۶.
- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۷. روغن‌ها و چربی‌های گیاهی و حیوانی اندازه‌گیری مقدار پراکسید به روش یدومتری-تعیین نقطه پایانی به طریق چشمی، استاندارد ملی ایران، ۴۱۷۹.
- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۹۲. روغن مایع مخلوط- ویژگی‌ها، استاندارد ملی ایران، ۵۹۹۰.
- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۹۴. روغن خوراکی مصرفی خانوار- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون، استاندارد ملی ایران، ۹۱۳۱.
- Alizadeh A, Rofehgarinejad L, Darabi Amin M, Hosseinzadeh Moghbeli A H, 2016. Fatty acid Phytosterol and toopherol content of grape seed oil from juicer by-products. *Minerva biotecnologica* 28(1): 7-11.
- Abdelazim A A, Mahmoud A and Ramadan-Hassanien M F, 2013. Oxidative stability of vegetable oils as affected by sesame extracts during accelerated oxidative storage. *Journal of Food Science and Technology* 50(5): 868-878.
- Abdel-Razek A G, El-Shami S M, El-Mallah M H and Hassanien M, 2011. Blending of virgin olive oil with less stable edible oils to strengthen their antioxidative potencies. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 5(10): 312-318.
- AOAC. 2003. Official Methods of Analysis (No.963.22). Association of Official Agricultural Chemists. Washington, D.C.
- Benzie I F and Strain J J, 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical Biochemistry* 239(1): 70-76.
- Farhoosh R and Moosavi S M R, 2007. Rancimat test for the assessment of used frying oils quality. *Journal of Food Lipids* 14(3): 263-271.
- Farhoosh R, Kenari R E and Poorazrang H, 2009. Frying stability of canola oil blended with palm olein, olive, and corn oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 86(1): 71-76.

- Gharby S, H Harhar, Z A Bouzoubaa, A Asdadi, El Yadini and Z Charrouf, 2017. Chemical characterization and oxidative stability of seeds and oil of sesame grown in Morocco. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* 16(2): 105-111.
- Gulla S and Waghray K, 2011. Effect of storage on physico-chemical characteristics and fatty acid composition of selected oil blends. *Journal of Life Sciences* 3(1): 35-46.
- Jannat B, Oveisi M R, Sadeghi N, Hajimahmoodi M, Behzad M, Choopankari E. and Behfar A A, 2010. Effects of roasting temperature and time on healthy nutraceuticals of antioxidants and total phenolic content in Iranian sesame seeds (*Sesamum indicum* L.). *Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering* 7(1):97-102.
- Konsoula Z and Liakopoulou-Kyriakides M, 2010. Effect of endogenous antioxidants of sesame seeds and sesame oil to the thermal stability of edible vegetable oils. *LWT-Food Science and Technology* 43(9): 1379-1386.
- Gouveia L, Zago L and Moreira A, 2017. Physical-Chemical Characterization and Nutritional Quality of Sesame Oil (*Sesamum indicum* L.). *Journal of Nutritional Health & Food Science* 5(3):1-7.
- Hassanien M M and Abdel-Razek A G, 2012. Improving the stability of edible oils by blending with roasted sesame seed oil as a source of natural antioxidants. *Journal of Applied Sciences Research* 8(8): 4074-4083.
- Olasunkanmi G S, Omolayo F T and Olusegun O T, 2017. Fatty acid profile, physico-chemical and functional properties of oil and protein isolate simultaneously extracted from sesame (*Sesamum indicum*) seed. *Annals. Food Science and Technology* 18(1): 1-10.
- Pardo J E, Fernández E, Rubio M, Alvarruiz A and Alonso G L, 2009. Characterization of grape seed oil from different grape varieties (*Vitis vinifera*). *European Journal of Lipid Science and Technology* 111(2): 188-193.
- Suja K P, Abraham J T, Thamizh S N, Jayalekshmy A and Arumughan C, 2004. Antioxidant efficacy of sesame cake extract in vegetable oil protection. *Food Chemistry* 84(3): 393-400.
- Tunde-Akintunde T Y, Oke M O and Akintunde B O, 2012. Sesame seed, oilseeds. In *Tech*. ISBN. 978-953.
- Velioglu, Y S, Mazza G, Gao L and Oomah B D, 1998. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 46(10): 4113-4117.
- Yousefi M, Nateghi L and Gholamian M, 2013. Physico-chemical properties of two types of shahrodi grape seed oil (Lal and Khalili). *European Journal of Experimental Biology* 3(5): 115-118.
- Youssef M K E, Eshak N S, and Hana R S, 2013. Physicochemical characteristics, nutrient content and fatty acid composition of *Nigella sativa* oil and sesame oil. *Food and Public Health* 3(6): 309-314.

Evaluation of fatty acid profile, physicochemical properties and antioxidant activity of grape seed and sesame oil combinations

M Khakbaz Heshmati^{1*}, A Bastani², A Pezeshki¹ and M Jafarzadeh Moghaddam³

Received October 9, 2018 Accepted: December 4, 2018

¹Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

²MSc Student Department of food science and technology, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran

³PhD, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

*Corresponding author: Email: m.khakbazheshmati@tabrizu.ac.ir

Introduction: Grape seed oil includes high contents of linoleic acid (68-76 %) which is essential fatty acid for human and necessary for body textures. Despite being rich in essential fatty acids, grape seed oil has low oxidative stability which can be increased by using different methods such as mixing with the other oils that have high oxidative stability. Between vegetable oils, sesame oil is one of the most stable one against oxidation. This can be because of high percent of antioxidant phenolic compounds. The aim of this study is mixing grape seed oil with sesame oil for increasing the oxidative stability.

Material and methods: In this study, samples of different proportions of sesame oil (0, 25, 50, 75 and 100 %) were mixed with grape seed oil (100, 75, 50, 25 and 0 %). The samples were evaluated for fatty acid profile, physicochemical properties and antioxidant activity. The iodine number was measured by Hanson method in edible oils and fats. The calculation of peroxide number was carried out according to AOCS No. 53-8 Cd method. The oxidative stability was evaluated applying the Rancimat method. In order to determine the composition of fatty acids, the methyl ester of fatty acids was prepared according to National Iranian Standard No. 4090. Then, analysis of fatty acids was carried out with a Gas Chromatography (China Techcomp Model) equipped with flame ionization detector according to AOAC No. 22/963. Total phenol and total antioxidant activity were measured according to Jannat et al. (2010) method. The total antioxidant activity was evaluated according to the iron oxidation antioxidant capacity assessment method described by Benzie and Strain (1996) and the absorbance of the samples at 593 nm was measured by Japan's Shimadzu Spectrophotometer. Measurement of phenolic compounds of all samples was performed on the basis of the Folin-Cyclotomol colorimetric method described by Velioglu et al. (1998). All tests were performed in three replications and analyzed in a completely randomized design using SAS software (version 9.29). To compare the mean of different characteristics, Duncan's multiple range test was used at 95% probability level.

Results and discussion: The results show that the highest percentage of fatty acid in various samples (sesame oil, grape seed oil and mixed ratios of these oils) is related to linoleic acid, followed by oleic acid, palmitic acid and stearic acid. In general, linoleic acid was the dominant component of sesame oil (42.52 %) and grape seed oil (62.50 %). By increasing the proportion of sesame oil from 25 to 75 %, the linoleic acid content of the samples decreased. While oleic, palmitic and stearic fatty acids increased in combined samples. The highest and lowest index of peroxide was related to grape seed oil (7.21 mg/kg) and sesame oil (2.34 mg/kg), and with increasing the proportion of sesame oil in the oil mixture, the peroxide index significantly decreased ($p \leq 0.05$).

The amount of iodine number of pure sesame oil samples (102.41 g/100 g) was less than grape seed oil (128.53 g/100 g) and increasing the proportion of sesame oil in the oil mixture reduced the iodine number of the samples. The content of phenolic compounds and the antioxidant power of sesame oil (204.43 mg/l) was higher than grape seed oil (231.01 mg/l). The results of sensitivity measurement of pure oils and their mixture to oxidation one week after extraction, by Rancimat test showed that the

highest and lowest stability was related to sesame oil and grape seed oil. With increasing the proportion of sesame oil in the oil mixture, the stability level increased significantly ($p \leq 0.05$). According to the National Iranian Standard No. 5950, the minimum stability value (in 110°C) is 12 hours. Thus, the stability of sesame oil (21.21 h) and the mixture of grape seed oil and sesame oil (12.79-18.42 hours) was acceptable within the national standard of Iran, while the stability of grape seed oil (7.33 h) was far less than the level approved by standard.

Conclusion: The addition of sesame oil to grape seed oil increased the number of phenolic compounds, antioxidant strength and oxidative stability of the mixed oil samples. Considering the price of the product and the importance of the nutritional quality and stability of the oil, combining 75 % sesame oil and 25 % grape seed oil has the best nutritional quality and lower cost than pure sesame oil formula.

Keywords: Grape seed, oil, Oxidative stability, Sesame