



ویژگی‌های کیفی روغن استخراج شده با پرس سرد از دانه بزرک همراه با برگ زیتون آنزیم‌بری شده

رامین تیموری اوخچلار^۱، افشین جوادی^{۲*}، صدیف آزادمرد دمیرچی^۳، محمدعلی تربتی^۴

۱- دانشجوی دکتری، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد ممقان، دانشگاه آزاد اسلامی، ممقان، ایران.

۲- دانشیار، گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، علوم پزشکی تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.

۳- استاد، گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

۴- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده تغذیه و علوم غذایی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی تبریز، تبریز، ایران.

چکیده

اطلاعات مقاله

تاریخ‌های مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۱۸

روغن بزرک بخاطر داشتن مقدار بالایی از اسیدهای چرب چند غیراشباعی حساس به اکسیداسیون می‌باشد. یک راهکار می‌تواند استفاده از منابع آنتی‌اکسیدانی طبیعی همچون همچون برگ زیتون باشد. برگ زیتون حاوی آنزیم‌های لیپاز و لیپواکسیژناز است که نیاز است قبل از استفاده آنزیم‌بری شوند. بنابراین، هدف از این پژوهش، بررسی استخراج روغن با پرس سرد از دانه‌های بزرک همراه با برگ‌های آنزیم‌بری شده با بخار در سطوح (صفر (نمونه کنترل)، ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰٪ وزنی/وزنی) می‌باشد. اسیدیته، عدد پراکسید، محتوای فنلی، ترکیب اسیدهای چرب، مقدار کلروفیل، مقدار کاروتنوئید و پایداری اکسیداسیونی روغن بزرک استخراج شده در مدت زمان نگهداری مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزودن سطوح مختلف برگ‌های زیتون آنزیم‌بری شده اسیدیته و عدد پراکسید کاهش و مقدار کاروتنوئید، کلروفیل، محتوای ترکیبات فنلی و پایداری اکسیداسیونی نمونه‌های روغن در سطوح مختلف برگ زیتون آنزیم‌بری شده نسبت به نمونه کنترل به طور معنادار افزایش یافت ($P < 0.05$). از طرفی طی نگهداری در نمونه‌های تیمار شده اسیدیته و عدد پراکسید به طور معنادار ($P < 0.05$) افزایش یافت، هرچند نسبت به نمونه کنترل افزایش کمتر داشتند. همچنین ترکیب اسیدهای چرب نشان داد که با افزودن برگ زیتون آنزیم‌بری شده اسید لینولنیک در طی نگهداری بیشتر حفظ شد. با توجه به نتایج بدست آمده با افزودن برگ زیتون آنزیم‌بری شده، ترکیبات فنلی و پایداری اکسیداتیو روغن تولیدی افزایش و ترکیبات سودمند همچون اسید لینولنیک و کاروتنوئیدها بیشتر حفظ شدند و می‌توان روغنی با پایداری مناسب تولید و به بازار مصرف عرضه کرد.

کلمات کلیدی:

آنتی‌اکسیدان،

برگ زیتون،

پایداری اکسیداسیونی،

دانه بزرک.

DOI: 10.22034/FSCT.19.127.125

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.7.0

* مسئول مکاتبات:

javadi@iaut.ac.ir

۱- مقدمه

از مهمترین اجزای تشکیل دهنده‌ی غذای انسان، روغن‌ها و چربی‌ها می‌باشند. این ترکیبات نقش مهمی در تامین انرژی مورد نیاز بدن، ویتامین‌های محلول در چربی و اسیدهای چرب ضروری دارند. این ترکیبات از منابع حیوانی، گیاهی و دانه‌های متفاوتی به دست می‌آیند که هر یک ویژگی‌های خاص فیزیکی، شیمیایی و متابولیکی دارند [۱].

بزرک یا کتان (*Linum Usitatissimum*) گیاهی یکساله از تیره کتان است که دارای ویژگی‌های تغذیه‌ای و منبع غنی از اسیدلینولیک (اسید چرب ضروری امگا ۳)، فیبرهای محلول و نامحلول، لیگنان‌ها، پروتئین‌ها و آنتی‌اکسیدان‌ها هستند [۲ و ۳]. دانه‌های بزرک همچنین حاوی مقدار بالایی از روغن (۳۵-۴۵ درصد) است. این روغن به طور طبیعی حاوی مقادیر بالای آنتی‌اکسیدان‌ها مانند توکوفرول‌ها و بتا کاروتن است، اما روغن بزرک بعد از استخراج و تصفیه بخاطر مقادیر بالایی از اسید لینولیک (۶۰-۴۵ درصد) به آسانی اکسید می‌گردد و نسبت به نور، دما و اکسیژن حساسیت زیادی دارد [۴].

اکسیداسیون از مهمترین واکنش‌های شیمیایی در روغن و چربی می‌باشد که سبب کاهش عمر نگهداری محصولات غذایی و کاهش کیفیت آن‌ها نیز می‌گردد [۵]. استفاده از آنتی‌اکسیدان‌ها یکی از روش‌های رایج برای بهبود پایداری اکسیداتیو روغن‌ها می‌باشد. امروزه انتخاب آنتی‌اکسیدانهای طبیعی برای جلوگیری از اکسیداسیون لیپیدها بسیار مورد توجه قرار گرفته و این نوع آنتی‌اکسیدان‌ها به عوامل متعددی مانند ترکیب اسیدهای چرب روغن، اجزای جزئی موجود در روغن و ساختار و عملکرد خود آنتی‌اکسیدانها و غیره بستگی دارد و همچنین آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی در دمای پایین مورد استفاده قرار می‌گیرد [۶ و ۷].

برگ‌زیتون حاوی ترکیبات فنلی، تریپنی و ترکیبات محلول در چربی، کربوهیدرات‌ها، اسیدهای آمینه، ویتامین‌ها و مواد معدنی است. عصاره برگ زیتون به علت دارا بودن خواص آنتی‌اکسیدانی و فعالیت ضد میکروبی در صنایع غذایی استفاده می‌گردد [۸]. پنج گروه از ترکیبات فنولیک شامل اولئوروپنوزیدها، فلاون‌ها، فلاونول‌ها، فلاوان-۳-ال‌ها و فنل‌های جایگزین (تیروزول، هیدروکسی تیروزول، وانیلیک اسید، وانیلین و کافئیک

اسید) در برگ زیتون یافت می‌شوند [۹]. از طرفی وجود برخی آنزیم‌های طبیعی در برگ زیتون منجر به اکسیداسیون و واکنش‌های آنزیمی در محصول تولیدی می‌شود [۱۰].

هدف اصلی در طی فرایند استخراج روغن، تولید روغن خالص و سالم با بازده تولید بالا است. برای استخراج روغن از دانه‌های گیاهی نیاز پیش‌تیمارهای مختلف همچون خرد کردن، پرک کردن و استفاده از حرارت یا رطوبت می‌باشد [۱۱]. استخراج روغن با پرس سرد برای روغن‌های گیاهی حساس به حرارت همچون بزرک مناسب است. دما در این روش پرس سرد کمتر از ۴۰ °C است. زیرا دمای بالا می‌تواند سبب ایجاد تاثیر مخرب بر عطر، طعم و دیگر ویژگی‌های کیفی روغن شود. همچنین مقادیر ترکیبات زیست فعال و سودمند در روغن تولیدی به روش پرس سرد بالاتر از سایر روش‌های تولیدی روغن است [۱۲-۱۴].

روش‌های مختلفی برای پایدارسازی روغن استخراجی از دانه‌های روغنی با روغن حساس به اکسیداسیون با روش پرس سرد استفاده شده است. گزارش شده است که استفاده از مخلوطی از دانه‌های آفتابگردان و سیاه دانه در طی استخراج روغن با پرس سرد موجب شد که روغنی غنی از ترکیبات زیست فعال و با پایداری بالا حاصل شود [۱۴]. همچنین در مطالعه‌ای دیگر، در طی استخراج روغن با پرس سرد از سیاه دانه از برگ رزماری بعنوان منبع غنی از آنتی‌اکسیدان استفاده شده است که موجب می‌شود روغن استخراجی دارای ترکیبات فنلی بیشتر و همچنین پایداری بالا باشد [۱۵]. با توجه به پایداری اکسیداسیونی پایین روغن استخراجی از دانه بزرک، هدف از این پژوهش نیز، ارزیابی امکان استفاده از برگ آنزیم بری شده زیتون بعنوان منبع غنی از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی همراه با دانه بزرک، و بررسی کیفیت روغن استخراج شده از آن به روش پرس سرد بود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

در این پژوهش، برگ زیتون از باغات شمال کشور جمع آوری شد. دانه بزرک نیز از بازار محلی (ممقان، آذربایجان شرقی) خریداری و بعد از تمیز و بوجاری کردن تا زمان آزمون در دمای محیط نگهداری شدند. همچنین کلیه مواد شیمیایی مورد استفاده

در این تحقیق از شرکت مرک (آلمان) تهیه گردیدند.

۲-۲-۲ روش‌ها

۱-۲-۲ تیمار برگ زیتون

فرایند آنزیم‌بری برگ زیتون با روش آنزیم‌بری با بخار انجام شد؛ که به منظور آنزیم‌بری با بخار، ابتدا برگ‌های زیتون در معرض بخار برای مدت زمان ۱۰ دقیقه قرار گرفتند. سپس با آب سرد با دمای ۱۷ °C سرد شدند و آب اضافی روی برگ‌های زیتون آنزیم‌بری شده توسط کاغذ جذب و حذف شد تا در طی استخراج مشکل ساز نباشند.

۲-۲-۲-۲ افزودن برگ زیتون تیمار شده به روغن بزرک

برگ‌های زیتون توسط آسیاب مکانیکی به قطعات ریز و پودری تبدیل شدند و سپس درصدهای مختلفی از برگ‌های زیتون آنزیم‌بری شده پودری (صفر (نمونه کنترل)، ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰٪ (وزنی/وزنی)) به دانه روغنی بزرک افزوده و سپس فرایند استخراج روغن با استفاده از پرس (پرس حلزونی مدل ۸۵ mm آلمان) انجام گردید. روغن‌های استخراجی در ظروف شیشه‌ای به مدت ۹۰ روز در تاریکی نگهداری شدند؛ و در روز تولید، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ آزمون‌های مورد نظر بر روی روغن‌های استخراجی انجام گردید [۱۶].

۲-۲-۳ ارزیابی ویژگی‌های روغن بزرک تولیدی

۲-۳-۲-۱ اندازه گیری اسیدیته

به منظور اندازه‌گیری اسیدیته روغن استخراجی، از روش Blasi و همکاران (۲۰۱۸) با کمی تغییرات انجام گرفت. بدین منظور ۵۰ میلی‌لیتر کلروفرم را با ۵۰ میلی‌لیتر اتانول مخلوط و ۳-۴ قطره فنل فتالین به منظور خنثی سازی به مخلوط حاصله افزوده، سپس ۲۰ گرم از نمونه به مخلوط اتانول-کلروفرم حاصله (۱۰۰ میلی‌لیتر) اضافه و حل گردید و دوباره ۳-۴ قطره فنل فتالین افزوده شد و در نهایت با هیدروکسید پتاسیم ۰/۱ نرمال تا ظهور رنگ صورتی تیترا گردید؛ بطوریکه این رنگ حداقل ۳۰ ثانیه باید پایدار باشد و میزان اسیدیته با رابطه زیر محاسبه شد [۱۷].

$$\text{اسیدیته بر حسب اسید اولئیک} = \frac{282 \times N \times 100 \times V}{1000 \times W}$$

V = حجم KOH (mL) مصرف شده، N KOH =

نرمال، W = وزن (گرم) روغن، ۲۸۲ = وزن معادل اسید اولئیک

۲-۲-۳-۲ اندازه گیری عدد پراکسید

به منظور اندازه‌گیری پراکسید نمونه‌ی روغن تولیدی، ۲ گرم از نمونه به همراه ۳۰ میلی‌لیتر اسید استیک و کلروفرم به نسبت ۳:۲ حجمی/حجمی و ۰/۵ میلی‌لیتر محلول اشباع یدید پتاسیم مخلوط و سپس محلول تولیدی به مدت ۱ دقیقه در یک مکان تاریک نگهداری شد. سپس ۳۰ میلی‌لیتر آب مقطر به همراه چند قطره معرف نشاسته ۱٪ به محلول اضافه و با تیوسولفات سدیم ۰/۰۱ تا بی‌رنگ شدن محلول تیترا گردید. مقدار پراکسید با توجه به رابطه زیر محاسبه شد [۱۸].

$$\text{عدد پراکسید} = \frac{N \times V}{W} \times 1000$$

N = تیوسولفات سدیم نرمال، V = حجم مصرفی تیوسولفات

سدیم، W = وزن روغن

۲-۲-۳-۲ اندازه گیری محتوای ترکیبات فنولیک

بررسی محتوای ترکیبات فنولی نمونه‌های روغن استخراجی با روش فولین سیوکالتیو انجام گرفت. بدین منظور ابتدا عصاره متانولی از نمونه‌ها به این صورت تهیه گردید که ۲ گرم از نمونه‌ی روغن با ۱ میلی‌لیتر هگزان و ۲ میلی‌لیتر محلول آب-متانول (به نسبت ۴۰:۶۰ حجمی/حجمی) مخلوط و به مدت ۱۰ دقیقه با دور بالا سانتریفوژ گردید و سپس از ۱۰۰ میکرولیتر عصاره متانولی با غلظت ۱ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر به ۵۰۰ میکرولیتر از معرف فولینسیوکالتیو اضافه و پس از گذشت ۱ دقیقه، ۱/۵ میلی‌لیتر از سدیم بی‌کربنات ۲۰٪ افزوده و سپس مخلوط گردید و به مدت ۱۲۰ دقیقه در دمای اتاق انکوبه گردید. در نهایت جذب نمونه‌ها در طول موج ۷۶۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروسکوپی قرائت شد. منحنی کالیبراسیون استاندارد گالیک اسید در محدوده ۱۰۰۰-۱۰ میلی‌گرم بر لیتر برای گزارش میزان فنل در نمونه‌ها استفاده شد و مقدار ترکیبات فنلی به صورت معادل اسید گالیک (mgGA/kg) گزارش گردید [۱۷].

۲-۲-۳-۲ اندازه گیری کاروتنوئید

محتوای کاروتنوئید نمونه‌های تولیدی به روش اسپکتروفوتومتری که توسط Corbu و همکاران (۲۰۲۰)، تعیین گردید. بدین منظور ۷/۵ گرم از هر نمونه با ۲۵ میلی‌لیتر سیکلو هگزان به حجم رسانیده و سپس جذب محلول حاصله با استفاده از

حمام آب ۶۰ درجه نگهداری گردید، و سپس ۲ میلی‌لیتر محلول نمک کلرید سدیم ۲۰٪ و ۱ میلی‌لیتر هگزان تحت جریان آب سرد به نمونه اضافه شد. در نهایت مخلوط حاصله سانتریفوژ و لایه هگزانی حاوی متیل استر اسیدهای چرب جداسازیو برای آنالیز به دستگاه کروماتوگرافی گازی منتقل گردید [۲۲].

برای آنالیز متیل استر اسیدهای چرب، از دستگاه کروماتوگرافی گازی مجهز به ستون مویینی سیلیکائی (مدل 7820A GC، ایالات متحده آمریکا) با طول ۵۰ متر، قطر لوله ۰/۳۲ میلی‌متر و ضخامت ۰/۲۵ میکرومتر استفاده شد. دمای شروع ۵۰ درجه و پس از توقف به مدت ۳ دقیقه در این دما، با سرعت ۱۰ درجه سانتی‌گراد در هر دقیقه به دمای ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد رسید و در این دما ۸ دقیقه نگهداری شد. دمای دریچه تزریق ۲۳۰ درجه و دمای آشکار ساز ۳۰۰ درجه تنظیم گردید و سرعت جریان گاز حامل هلیوم در ابتدای ستون برابر با ۳۰ میلی بر دقیقه بود. همچنین روش تزریق به GC به صورت Split صورت گرفت [۲۳].

۲-۲-۴- تجزیه و تحلیل آماری

در این تحقیق از طرح آماری بر پایه طرح کاملاً تصادفی در قالب طرح فاکتوریل استفاده شد. همه آزمون‌ها در سه تکرار انجام گرفت. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ انجام شد. جهت مقایسه آماری از تجزیه واریانس دو طرفه (Two-Way-ANOVA) استفاده شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده گردید و مقایسه‌های آماری در سطح اطمینان ۹۵٪ انجام گرفت.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- اسیدیته

با استفاده از اندازه‌گیری اسیدیته مقدار اسیدهای چرب آزاد موجود در روغن مشخص می‌شوند و در واقع بیانگر هیدرولیز تری‌آسیل‌گلیسرول‌ها است که در نتیجه تجزیه روغن در طی نگهداری در شرایط نامناسب و کاهش آن اتفاق می‌افتد؛ بنابراین تعیین اسیدیته بر تشخیص عمر نگهداری روغن خوراکی می‌تواند مورد استفاده قرار بگیرد [۲۴]. با افزودن سطوح مختلف برگ‌های زیتون آنزیم بری شده با بخار، در میزان اسیدیته کاهش جزئی

اسپکتروفتومتر (مدل UV-2100، Unico، ساخت ایالات متحده آمریکا) در طول موج ۴۷۰ نانومتر در سلول کوارتز ۱ سانتی‌متری اندازه‌گیری شد. منحنی کالیبراسیون محلول‌های استاندارد کارتونوئید در سیکلو هگزان برای تعیین محتوای کارتونوئید نمونه‌های روغن استفاده شد. نتایج نهایی به صورت میلی‌گرم کارتونوئید به ازای هر کیلوگرم روغن بیان شد [۱۹].

۲-۲-۵- اندازه‌گیری کلروفیل

بررسی مقدار کلروفیل نمونه‌های روغن با روش اسپکتروفتومتر انجام پذیرفت. برای این منظور ۷/۵ گرم از هر نمونه با ۲۵ میلی‌لیتر سیکلو هگزان به حجم رسانیده و سپس جذب نمونه‌ها در سه طول موج ۶۳۰، ۶۷۰، و ۷۱۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. در نهایت مقدار کلروفیل (mg/kg oil) با توجه به رابطه زیر محاسبه گردید [۲۰].

$$\text{مقدار کلروفیل} = \frac{345}{L} \times \left(A_{670} - \frac{0}{5} \right) \times \left(A_{630} - \frac{0}{5} \right) \times (A_{710})$$

A= جذب در طول موجهای مختلف، L= ضخامت سل اسپکتروفتومتر (۱ cm)

۲-۲-۶- رنسیمت

پایداری نمونه‌های روغن در برابر اکسیداسیون به وسیله دستگاه رنسیمت (مدل Metrohm 743، ساخت سوئیس) اندازه‌گیری شد. بدین منظور ۱۰ گرم نمونه در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و سرعت جریان ۲۰ لیتر در ساعت به صورت مداوم از نمونه‌های روغن حرارت دیده عبور کرد. گازهایی که در طول فرآیند اکسید شدن همراه با هوا آزاد می‌شوند، از یک ظرف حاوی آب دیونیزه عبور داده و الکتروود موجود در این ظرف، برای اندازه‌گیری هدایت ویژه استفاده گردید. پایان زمان پایداری هنگامی است که هدایت ویژه نسبت به زمان شروع، افزایش سریع پیدا می‌کند. زمان پایداری روغن برحسب ساعت در ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد گزارش شد [۲۱].

۲-۲-۷- ترکیب اسید چرب

برای تهیه متیل استر اسیدهای چرب، ۱۰ میلی‌گرم روغن با ۰/۵ میلی‌لیتر هگزان، دو میلی‌لیتر سوسود ۰/۱ نرمال در متانول خشک مخلوط و در حمام آب ۶۰ درجه به مدت ۱۰ دقیقه نگهداری و سپس ۳ میلی‌لیتر معرف BF3 اضافه و ۱۰ دقیقه دیگر نیز در

نمونه‌های حاوی برگ زیتون تیمار شده با بخار می‌تواند ناشی از کاهش فعالیت آنزیم لیپاز در اثر آنزیم بری باشد [۲۶]. بنابراین، برگ آنزیم بری شده همراه با روش پرس سرد می‌تواند روغنی با کیفیت بهتر و اسیدیته کمتر تولید شود [۲۷]. مطالعات نشان داده است که برگ‌های آنزیمی بری نشده می‌تواند موجب افزایش اسیدیته شود. برای مثال، نتایج حاصل شده در یافته‌های Afkhami Sarai و همکاران (۲۰۲۱) گزارش کردند که روغن سیاه دانه استخراج شده همراه با برگ گیاه رزماری در مدت زمان نگهداری و هم در درصد‌های بالای برگ رزماری منجر به افزایش اسیدیته گردید [۱۵].

نسبت به نمونه کنترل مشاهده گردید و در روز اول پس از نگهداری تفاوت معناداری با افزایش درصد برگ‌های زیتون مشاهده نشد ($P>0.05$). بیشترین کاهش اسیدیته در نمونه حاوی ۵٪ برگ زیتون آنزیم بری شده مشاهده شد. به علاوه مطابق نتایج با گذشت زمان در همه نمونه‌های حاوی سطوح مختلف برگ‌های زیتون تیمار شده با بخار میزان اسیدیته به طور معناداری افزایش یافت ($P<0.05$) ولی این افزایش نسبت به نمونه کنترل کمتر بود (جدول ۱). محتوای بالای اسیدیته و اسیدهای چرب آزاد روغن‌ها، آن‌ها را مستعد اکسیداسیون کرده و همچنین نقطه دود را کاهش می‌دهد [۲۵]. کاهش اسیدیته در

Table 1 Changes in the acidity of oil extracted by cold pressing of flaxseed containing different levels of blanched olive leaves during storage

| Time(Day) | | | | Sample |
|-----------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------|
| 90 | 60 | 30 | 1 | |
| 3.0±0.3 ^{dC} | 2.5±0.2 ^{dD} | 1.7±0.1 ^{bBC} | 1.2±0.1 ^{aC} | control |
| 2.3±0.1 ^{dD} | 2.0±0.2 ^{eE} | 1.7±0.2 ^{bBC} | 1.2±0.2 ^{aC} | 2.5% Olive leaf |
| 2.1±0.3 ^{dD} | 1.8±0.1 ^{eF} | 1.4±0.1 ^{bCD} | 1.1±0.1 ^{aC} | 5% Olive leaf |
| 2.3±0.1 ^{dD} | 1.9±0.3 ^{eEF} | 1.6±0.2 ^{bC} | 1.1±0.2 ^{aC} | 7.5% Olive leaf |
| 2.4±0.2 ^{dD} | 2.0±0.2 ^{eE} | 1.7±0.2 ^{bBC} | 1.3±0.2 ^{aC} | 10% Olive leaf |

Different small letters in each row indicate a significant difference between days. Different capital letters in each column indicate significant differences for treatments

جذب بیشتر اکسیژن توسط اسیدهای چرب غیراشباع در طول مدت زمان نگهداری نسبت داد [۳۰]. نتایج نشان داد که برگ زیتون در درصد‌های پایین‌تر اثر محافظتی بیشتری داشت و موجب شد که عدد پراکسید افزایش کمتری نسبت به نمونه کنترل داشته باشد. اما در درصد‌های بالاتر برگ زیتون، عدد پراکسید افزایش بیشتری نشان داد. مطالعات نشان داده است که ترکیبات فنلی در درصد‌های پایین اثر آنتی‌اکسیدانی دارند و در مقادیر بالاتر می‌توانند به صورت پراکسیدان عمل کنند [۳۱]. نتایج این بخش با نتایج Izadi و همکاران (۲۰۲۱)، که بیان داشتند استفاده از سطوح پایین ترکیبات آنتیاکسیدانی استخراج شده از برگ چغندر قند به روش فراصوت در روغن سویا منجر به کاهش میزان پراکسید نمونه‌ها و با افزایش بیشتر غلظت آنتی‌اکسیدان میزان پراکسید نمونه‌ها افزایش می‌یابد، مطابقت داشت [۳۲]. همچنین نتایج مشابهی در این خصوص توسط Fadavi و همکاران (۲۰۱۶)، با افزودن عصاره برگ تمشک سیاه در روغن سویا گزارش شده است [۲۳].

۳-۲- اندازه‌گیری عدد پراکسید

پراکسیدها در اثر اکسیداسیون ترکیبات لیپیدی تشکیل می‌شوند که ماندگاری روغن و پذیرش مصرف کننده را کاهش می‌دهند و پروکسیدان‌ها موجب تقویت روند اکسیداسیون و آنتی‌اکسیدان‌ها موجب جلوگیری و کاهش اکسیداسیون می‌شوند [۲۹]. همانطور که ملاحظه می‌گردد، با گذشت زمان نگهداری، میزان عدد پراکسید نمونه‌ها به طور معناداری ($P<0.05$) افزایش یافت (جدول ۲)؛ که این افزایش در نمونه کنترل بالاتر بود. از طرفی نتایج حاصل از افزودن سطوح مختلف برگ‌های زیتون آنزیم بری شده بیانگر این بود که میزان عدد پراکسید نمونه‌های روغن بزرک در روز اول، تفاوت معناداری ($P>0.05$) با نمونه کنترل نداشت، ولی از روز ۳۰ به بعد در نمونه‌های حاوی ۲/۵ و ۵٪ برگ زیتون عدد پراکسید نسبت به نمونه شاهد کاهش و در درصد‌های بالا (۷/۵ و ۱۰٪) به طور معنادار افزایش یافت ($P<0.05$). علت افزایش عدد پراکسید با گذشت زمان را می‌توان به اکسیداسیون و

Table 2 Changes in the peroxide value (meqO₂/kg oil) of oil extracted by cold press from flaxseed with blanched olive leaves during storage

| Time(Day) | | | | Sample |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------|-----------------|
| 90 | 60 | 30 | 1 | |
| 4.8± 0.2 ^{dB} | 2.25± 0.2 ^{cC} | 1.40±0.2 ^{bC} | 0.75± 0.2 ^{*aB**} | control |
| 1.75± 0.4 ^{aE} | 1.42± 0.4 ^{cE} | 1.0± ^{bC} 0.3 | 0.73± 0.3 ^{aB} | 2.5% Olive leaf |
| 1.65± 0.3 ^{aE} | 1.44± 0.3 ^{cE} | 1.20± ^{bC} 0.2 | 0.75± 0.2 ^{aB} | 5% Olive leaf |
| 3.71± 0.3 ^{cC} | 2.3± 0.2 ^{cC} | 1.90± 0.2 ^{bB} | 0.72± 0.3 ^{aB} | 7.5% Olive leaf |
| 4.0± 0.4 ^{dB} | 2.8± 0.4 ^{cB} | 1.95± ^{bAB} 0.1 | 0.74± 0.1 ^{aB} | 10% Olive leaf |

* Data are mean± standard deviation. **Different small letters in each row indicate a significant difference between days. Different capital letters in each column indicate significant differences for treatments.

پایداری اکسیداتیو روغن گردید [۳۷]. در طی نگهداری نیز، ابتدا ترکیبات فنلی روند کاهشی نشان دادند ولی مقدار ترکیبات فنلی بعد از ۶۰ روز نگهداری روند افزایشی داشتند (جدول ۳). مطالعات نشان داده است که با گذشت زمان، ترکیبات فنلی کمپلکس تجزیه شده و ترکیبات فنلی ساده‌تر تشکیل می‌شود که قابل اندازه‌گیری با روش فولین سیوکالتیو است. همین موضوع موجب شده است که در طی نگهداری افزایشی در میزان ترکیبات فنلی مشاهده شود [۳۸]. نتایج مشابهی توسط Karimpour و Golsephidi و Azadmard-Damirchi (۲۰۲۱) در خصوص کاهش ترکیبات فنلی با افزایش مدت زمان نگهداری در روغن دانه کلزای حاوی برگ زیتون گزارش شده است [۳۹]. همچنین Krichene و همکاران (2015) عنوان کردند که با گذشت زمان در روغن زیتون‌بکر در طی مدت زمان نگهداری (۱۸ ماه) در دمای ۵۰-۵۰ درجه سانتی‌گراد، افزایش و پایداری ترکیبات فنلی به دلیل بالا بودن ترکیبات فنلی ساده‌تر مشاهده شد [۳۸].

۳-۲-۱- اندازه‌گیری محتوای ترکیبات فنلی

ترکیبات فنلی جز متابولیت‌های ثانویه گیاهی بوده و می‌توانند رادیکال‌های آزاد و پراکسیدان‌های فلزی را از طریق اهداء الکترون مهار کنند [۳۴]. مطابق نتایج بدست آمده، با افزودن سطوح مختلف برگ زیتون، محتوای ترکیبات فنلی به طور معنادار ($P < 0.05$) افزایش یافت (جدول ۳). افزایش محتوای ترکیبات فنلی با افزودن برگ‌زیتون به دلیل وجود ترکیبات فنولیک در ساختار آن می‌باشد همچنین وجود گروه‌های هیدروکسیل در ساختار ترکیبات فنولیک منجر به مهار رادیکال‌های آزاد می‌شود [۳۵]. نتایج مشابهی در این خصوص با افزودن عصاره پوست انار به روغن هسته انار توسط Drinic و همکاران (۲۰۲۰) گزارش شد که بیان کردند با افزایش سطح عصاره به روغن هسته انار محتوای ترکیبات فنلی افزایش یافت [۳۶]. همچنین Hosseinialhashemi و همکاران (۲۰۲۱)، از عصاره Pistacia khinjuk در روغن آفتابگردان استفاده کردند و بیان کردند که استفاده از عصاره منجر به افزایش محتوای فنولیک و

Table 3 Changes in phenolic compounds of oil extracted by cold pressing of flaxseed containing different levels of blanched olive leaves during storage

| Time(Day) | | | | Sample |
|------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------|
| 90 | 60 | 30 | 1 | |
| 8.2± 6 ^{bK} | 8.9± 7 ^{abK} | 9.1±6 ^{bl} | 10.4± 5 ^{*aI**} | control |
| 268.2± 6 ^{aD} | 261.7± 6 ^{aD} | 250.1± ^{bC} 6 | 256.2± 10 ^{aC} | 2.5% Olive leaf |
| 280.9± 5 ^{aC} | 280.3± 5 ^{bC} | 274.9± ^{bB} 6 | 287.0± 5 ^{aB} | 5% Olive leaf |
| 287.5± 7 ^{cB} | 288.2± 10 ^{bB} | 290.4± 5 ^{aA} | 295.7± 6 ^{aA} | 7.5% Olive leaf |
| 294.1± 6 ^{aA} | 290.8± 6 ^{aA} | 294.6± ^{aA} 5 | 297.1± 8 ^{aA} | 10% Olive leaf |

* Data are mean± standard deviation. **Different small letters in each row indicate a significant difference between days. Different capital letters in each column indicate significant differences for treatments

اکسیداسیون چربی‌ها جلوگیری می‌کنند مورد استفاده قرار می‌گیرند [۴۰]. براساس نتایج حاصله، با گذشت زمان مقدار کاروتنوئید تمامی نمونه‌ها به طور معناداری ($P < 0.05$) کاهش

۳-۲-۲- کاروتنوئیدها

کاروتنوئیدها رنگدانه‌های گیاهی محلول در چربی هستند، همچنین به عنوان ترکیبات آنتی‌اکسیدان و ترکیباتی که از

(۲۰۲۱) بود که مقدار کاروتنوئید با افزودن برگ زمازی به روغن سیاه دانه افزایش یافت [۱۵]. همچنین Salami و همکاران (۲۰۲۰)، بیان کردند که استفاده از عصاره پوست کدو تنبل منجر به تاخیر انداختن اکسیداسیون افزایش محتوای کاروتنوئیدی روغن کانولا می‌شود [۴۱].

یافت (جدول ۴). به علاوه مطابق نتایج در همه نمونه‌های حاوی سطوح مختلف برگ‌های زیتون تیمار شده مقدار کاروتنوئید به طور معناداری افزایش یافت ($P < 0.05$). افزایش محتوای کاروتنوئید در روغن بزرک با افزایش سطوح برگ زیتون، به دلیل بالا بودن محتوای کاروتنوئید در برگ زیتون می‌باشد [۲۲]. نتایج حاصل شده در توافق با یافته‌های Afkhami Sarai و همکاران

Table 4 Changes in Carotenoid content of oil extracted by cold pressing of flaxseed containing different levels of blanched olive leaves during storage

| Time(Day) | | | | |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------|
| 90 | 60 | 30 | 1 | Sample |
| 12.0± 0.3 ^{CH} | 13.2± 0.2 ^{BH} | 14.8± 0.1 ^{BG} | 15.4± 0.1 ^{al} | control |
| 22.1± 0.1 ^{dD} | 23.3± 0.2 ^{cD} | 25.17± 0.2 ^{bC} | 28.0± 0.5 ^{aD} | 2.5% Olive leaf |
| 27.0± 0.3 ^{cD} | 28.1± 0.1 ^{cC} | 30.0± 0.1 ^{bB} | 32.7± 0.1 ^{aC} | 5% Olive leaf |
| 29.3± 0.1 ^{cB} | 31.0± 0.3 ^{bB} | 31.7± 0.2 ^{bB} | 34.5± 0.2 ^{aB} | 7.5% Olive leaf |
| 31.7± 0.2 ^{cA} | 33.1± 0.2 ^{bA} | 34.5± 0.2 ^{bA} | 38.9± 0.2 ^{aA} | 10% Olive leaf |

Different small letters in each row indicate a significant difference between days. Different capital letters in each column indicate significant differences for treatments

کلروفیل افزایش یافت ($P < 0.05$). افزایش محتوای کلروفیل در نمونه‌های روغن بزرک با افزایش سطوح برگ زیتون، به دلیل غنی بودن برگ زیتون از کلروفیل می‌باشد [۴۲]. نتایج حاصل شده در توافق با یافته‌های Şahin و همکاران (۲۰۱۷) بود که عنوان کردند استفاده از عصاره زیتون در روغن زیتون بکر منجر به بهبود محتوای کلروفیل گردید [۴۳].

۳-۲-۳- اندازه گیری کلروفیل

کلروفیل‌ها به عنوان آنتی اکسیدان یا به عنوان پرواکسیدان در مواجهه با نور عمل می‌کنند همچنین با پایداری اکسیداتیو تداخل دارند [۱۹]. براساس نتایج، با گذشت زمان میزان کلروفیل تمامی نمونه‌ها در مدت زمان نگهداری به طور معناداری ($P < 0.05$) کاهش یافت (جدول ۵). به علاوه مطابق نتایج در همه نمونه‌های حاوی سطوح مختلف برگ‌های زیتون آنزیم بری شده محتوای

Table 5 Changes in Chlorophyll content(mg/kg oil) of oil extracted by cold pressing of flaxseed containing different levels of blanched olive leaves during storage

| Time(Day) | | | | |
|-------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------|
| 90 | 60 | 30 | 1 | Sample |
| 0.75± 0.3 ^{cJ} | 0.91± 0.4 ^{bJ} | 1.14± 0.1 ^{bJ} | 1.19± 0.3 ^{*al**} | control |
| 12.8± 0.1 ^{cH} | 13.1± 0.2 ^{cH} | 14.7± 0.2 ^{bG} | 19.14± 0.2 ^{aG} | 2.5% Olive leaf |
| 25.0± 0.3 ^{dD} | 27.4± 0.1 ^{cD} | 29.0± 0.4 ^{bC} | 35.80± 0.3 ^{aC} | 5% Olive leaf |
| 28.9± 0.1 ^{dC} | 30.1± 0.3 ^{bEC} | 32.7± 0.2 ^{bB} | 38.41± 0.2 ^{aB} | 7.5% Olive leaf |
| 32.1± 0.2 ^{dA} | 33.0± 0.4 ^{cA} | 34.6± 0.2 ^{bA} | 40.14± 0.2 ^{aA} | 10% Olive leaf |

* Data are mean± standard deviation. **Different small letters in each row indicate a significant difference between days. Different capital letters in each column indicate significant differences for treatments

نمونه شاهد به طور معنادار افزایش مشاهده گردید ($P < 0.05$). اکسیداسیون لیپید با روش‌هایی نظیر غیرفعال کردن آنزیم‌های کاتالیزور اکسیداسیون و افزودن آنتی اکسیدان‌های طبیعی همچون برگ زیتون مهار می‌شود، بطوریکه افزودن ترکیبات آنتی اکسیدانی به روغن‌ها از اسیدهای چرب غیراشباع محافظت می‌کنند و پایداری آن‌ها را در برابر تخریب حرارتی افزایش

۳-۲-۴- تعیین پایداری اکسیداسیون

ترکیب اسیدهای چرب در رابطه با پایداری روغن‌ها در مقابل اکسیداسیون مهم است؛ بطوریکه اسیدهای چرب غیراشباع بیشتر در روغن موجب تسریع واکنش اکسیداسیون می‌شود [۴۴]. براساس نتایج حاصل در جدول ۶ با افزودن برگ‌های زیتون تیمار شده، در میزان پایداری به اکسیداسیون نمونه‌ها نسبت به

منجر به افزایش پایداری به اکسیداسیون شد [۴۸].

۳-۲-۵- اندازه‌گیری اسیدهای چرب

روغن بزرک در روز اول متشکل از ۵۵/۹٪ لینولینیک اسید، ۱۷/۱٪ لینولئیک اسید، ۱۵٪ اولئیک اسید، ۳/۱٪ استتاریک اسید و ۵/۷٪ پالمیتیک اسید بود (جدول ۷). این ترکیبات بیانگر این هستند که روغن بزرک به عنوان روغنی مغذی با محتوای بالای اسیدهای چرب غیراشباع و غنی از اسید چرب ضروری امگا ۳ تلقی می‌شود [۴۹]. با توجه به نتایج حاصله با گذشت ۹۰ روز میزان اسیدهای چرب لینولینیک اسید و لینولئیک اسید نسبت به روز اول در روغن بزرک (نمونه کنترل) کاهش و مابقی حفظ شدند. براساس نتایج با افزودن سطوح مختلف برگ زیتون آنزیم بری شده به روغن بزرک (در روز اول) ترکیب اسیدهای چرب تغییرات قابل توجهی نداشتند. ولی با گذشت زمان، میزان اسیدهای چرب غیر اشباع در همه نمونه‌ها کاهش و اسیدهای چرب اشباع افزایش یافتند. البته در طی نگهداری، کاهش اسیدهای چرب غیراشباع در نمونه کنترل بیشتر اتفاق افتاده بود (جدول ۷).

می‌دهند [۴۵]. از طرفی آنزیم بری با بخار به دلیل حفاظت بیشتر از ترکیبات آنتی اکسیدانی و بالا بودن بازدارندگی آنزیم لیپاز، منجر به بهبود میزان پایداری اکسیداتیو می‌شود [۴۶].

Table 6 Stability of oil extracted by cold pressing from flaxseed containing different levels of blanched olive leaves on the extraction day

| Stability (hour) | Sample |
|--------------------------|-----------------|
| 7.2± 0.2 ^{*J**} | Control |
| 10.5± 0.3 ^F | 2.5% Olive leaf |
| 12.7± 0.2 ^C | 5% Olive leaf |
| 14.8± 0.4 ^A | 7.5% Olive leaf |
| 14.0± 0.2 ^B | 10% Olive leaf |

* Data are mean± standard deviation. *Different letters in the column indicate significant differences for different treatments

نتایج حاصل شده در توافق با یافته‌های Şahin و همکاران (۲۰۱۷b) بود که بیان کردند که افزودن عصاره برگ‌زیتون و بادرنجبویه به روغن، میزان پایداری اکسیداتیو را در حدود ۱۸٪ افزایش داد [۴۷]. همچنین Estakhr و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند که پایداری اکسیداتیو نمونه‌های روغن حاوی عصاره *Ferula persica* در روغن سویا در دو حالت آزاد و انکپسوله

Table 7 Changes in the fatty acids composition (%) of oil extracted by cold press from flaxseed containing different levels of blanched olive leaves during storage

| Day | | | | | | | | | | Fatty acids |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|-----------------|
| 90 | 1 | 90 | 1 | 90 | 1 | 90 | 1 | 90 | 1 | |
| 18:3 | 18:3 | 18:2 | 18:2 | 18:1 | 18:1 | 18:0 | 18:0 | 16:0 | 16:0 | Control |
| 51.2bB | 55.9aA | 15.0bB | 17.1aA | 16.2aA | 15.0bA | 5.4aA | 3.1bB | 7.8aA | 5.5bA* | Control |
| 52.8bB | 56.2aA | 16.2bA | 17.0aA | 16.3aA | 14.2bA | 5.8aA | 4.0bA | 6.4aB | 5.3bB | 2.5% Olive leaf |
| 52.5bB | 56.9aA | 15.9bA | 16.8aA | 15.9aA | 15.0bA | 6.2aA | 3.9bA | 6.0aB | 5.2bB | 5% Olive leaf |
| 54.7bA | 56.7aA | 16.0bA | 16.9aA | 16.9aA | 15.0bA | 5.7aA | 3.7bA | 5.8aB | 5.3bB | 7.5% Olive leaf |
| 55.0bA | 56.2aA | 16.5bA | 17.5aA | 15.8aA | 14.9bA | 5.9aA | 4.0bA | 5.9aB | 5.0bB | 10% Olive leaf |

*Different small letters in each row indicate a significant difference between days. Different capital letters in each column indicate significant differences for treatments

نامطلوبی بر کیفیت و پایداری روغن مصرفی دارند [۲۸]. Yazdanpanah و همکاران (۲۰۲۱) در بررسی ترکیب اسیدهای چرب روغن کنجد و اثر حرارت بر آنها بیان کردند که اسید پالمیتیک، اسید استتاریک، اسید اولئیک، اسید لینولئیک و اسید لینولینیک اسیدهای چرب غالب در روغن کنجد می‌باشند و استفاده از ترکیبات آنتی اکسیدانی طبیعی موجب افزایش پایداری اسیدهای چرب غیراشباع می‌شود [۳۵]. همچنین نتایج مشابهی توسط Moczowska و همکاران (۲۰۲۰) با

کاهش درصد اسید لینولینیک در نمونه کنترل در طی نگهداری به مدت ۹۰ روز بیش از ۴ درصد بود که در مورد نمونه بزرک با ۱۰ درصد برگ زیتون، این کاهش حدود یک درصد بود، بنابراین استفاده از برگ زیتون آنزیم بری شده همراه با دانه بزرک در طی استخراج روغن با پرس سرد می‌تواند در حفظ اسیدهای چرب چند غیراشباعی و حفظ کیفیت روغن موثر باشد. غلظت بالای اسیدهای چرب چند غیراشباعی به دلیل فرآیندهای اکسیداسیون، در طی مدت زمان نگهداری روغن کاهش می‌یابند و تأثیر

Tissue Reparative Processes: A Mini Review. *Journal of Biomedical and Clinical Sciences*, 5(1), 1-7.

- [5] Popa, G., Cornea, C. P., Luta, G., Gherghina, E., Israel-Roming, F., Bubueanu, C., & Toma, R. (2016). Antioxidant and antimicrobial properties of *Laetiporus sulphurous* (Bull.) Murrill. *AgroLife Scientific Journal*, 5(1), 168-173.
- [6] Mohanan, A., Nickerson, M. T., & Ghosh, S. (2018). Oxidative stability of flaxseed oil: Effect of hydrophilic, hydrophobic and intermediate polarity antioxidants. *Food Chemistry*, 266, 524-533.
- [7] Hashempour-Baltork, F., Torbati, M., Azadmard-Damirchi, S., & Savage, G. P. (2016). Vegetable oil blending: A review of physicochemical, nutritional and health effects. *Trends in Food Science & Technology*, 57, 52-58.
- [8] Espeso, J., Isaza, A., Lee, J. Y., Sörensen, P. M., Jurado, P., Avena-Bustillos, R. D. J., and Arbolea, J. C. (2021). Olive Leaf Waste Management. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 162-164.
- [9] Cavaca, L. A., López-Coca, I. M., Silvero, G., & Afonso, C. A. (2020). The olive-tree leaves as a source of high-added value molecules: Oleuropein. In *Studies in Natural Products Chemistry* (Vol. 64, pp. 131-180). Elsevier.
- [10] Xanthakis, E., Gogou, E., Taoukis, P., & Ahmé, L. (2018). Effect of microwave assisted blanching on the ascorbic acid oxidase inactivation and vitamin C degradation in frozen mangoes. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 48, 248-257.
- [11] Baskar, G., Kalavathy, G., Aiswarya, R., & Selvakumari, I. A. (2018). 7 Advances in bio-oil extraction from nonedible oil seeds and algal. *Advances in Eco-Fuels for a Sustainable Environment*, 187-190.
- [12] Cakaloglu, B., Ozyurt, V. H., & Otles, S. (2018). Cold press in oil extraction. A review. *Ukrainian food journal*, (7, Issue 4), 640-654.
- [13] Mazaheri, Y., Torbati, M., Azadmard-Damirchi, S., & Savage, G. P. (2019). A comprehensive review of the physicochemical, quality and nutritional properties of *Nigella*

افزودن عصاره رزماری به روغن شاهدانه گزارش شده است [۲۸].

۴- نتیجه گیری کلی

امروزه، به علت افزایش نگرانی در مورد اکسیداسیون روغن‌ها، استفاده از ترکیبات آنتی اکسیدان طبیعی بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند؛ از این رو در این پژوهش، به بررسی اثر افزودن برگ زیتون آنزیم‌بری شده با بخار در طی استخراج روغن با پرس سرد بر کیفیت روغن دانه بزرک در طی مدت زمان نگهداری مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصله نشان داد که با افزودن برگ زیتون آنزیم بری شده، اسیدیته و عدد پراکسید کاهش و میزان کاروتنوئید، کلروفیل، محتوای ترکیبات فنلی و پایداری به اکسیداسیون نمونه‌ها افزایش یافت. همچنین اسیدلینولیک بعنوان اسید چربی ضروری امگا ۳ در نمونه‌های روغن بزرک استخراجی همراه با برگ زیتون آنزیم بری شده بهتر حفظ شدند. بنابراین، استفاده از برگ آنزیم بری شده زیتون همراه با دانه‌های بزرک در استخراج روغن با روش پرس امکانپذیر است و می‌تواند موجب تولید روغنی با پایداری اکسیداسیونی بالا شود.

۵- منابع

- [1] Iran Nezhad, H., & Hoseini Mazinani, S. (2017). Investigating the effects of planting date on the performance of three varieties of oil Flax seed in Varamin. *Journal of Agricultural Science*, 11(4), 10.
- [2] Saleem, M. H., Kamran, M., Zhou, Y., Parveen, A., Rehman, M., Ahmar, S., ... & Liu, L. (2020). Appraising growth, oxidative stress and copper phytoextraction potential of flax (*Linum usitatissimum* L.) grown in soil differentially spiked with copper. *Journal of Environmental Management*, 257, 109994.
- [3] Bekhit, A. E. D. A., Shavandi, A., Jodjaja, T., Birch, J., Teh, S., Ahmed, I. A. M., ... & Bekhit, A. A. (2018). Flaxseed: Composition, detoxification, utilization, and opportunities. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 13, 129-152.
- [4] Shaban, S. N., Mokhtar, K. I., Ichwan, S. J. A., & Al-Ahmad, B. E. M. (2020). Potential Effects of Flaxseed (*Linum usitatissimum*) in

- 795.
- [21] Hojjati, M. (2021). The qualitative characteristics of the oils prepared in the extraction oil stores in the presence of the customer. *Journal of food science and technology (Iran)*, 17(108), 1-15.
- [22] Bajaniya, V. K., Kandoliya, U. K., Bodar, N. H., Bhadja, N. V., & Golakiya, B. A. (2015). Fatty acid profile and phytochemical characterization of bael seed (*Aegle marmelos* L.) oil. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 4(2), 97-102.
- [23] Nurseitova, M. A., Amutova, F. B., Zhakupbekova, A. A., Omarova, A. S., Kondybayev, A. B., Bayandy, G. A., ... & Konuspayeva, G. S. (2019). Comparative study of fatty acid and sterol profiles for the investigation of potential milk fat adulteration. *Journal of dairy science*, 102(9), 7723-7733.
- [24] Song, J., Kim, M. J., Kim, Y. J., & Lee, J. (2017). Monitoring changes in acid value, total polar material, and antioxidant capacity of oils used for frying chicken. *Food Chemistry*, 220, 306-312.
- [25] Hashempour-Baltork, F., Torbati, M., Azadmard-Damirchi, S., & Savage, G. P. (2018). Chemical, rheological and nutritional characteristics of sesame and olive oils blended with linseed oil. *Advanced pharmaceutical bulletin*, 8(1), 107.
- [26] Tarchoune, I., Sgherri, C., Eddouzi, J., Zinnai, A., Quartacci, M. F., & Zarrouk, M. (2019). Olive leaf addition increases olive oil nutraceutical properties. *Molecules*, 24(3), 545.
- [27] Ribeiroi, P. P. C., Silva, D. M. D. L., Dantas, M. M., Ribeiro, K. D. D. S., Dimenstein, R., & Damasceno, K. S. F. D. S. C. (2019). Determination of tocopherols and physicochemical properties of faveleira (*Cnidocolus quercifolius*) seed oil extracted using different methods. *Food Science and Technology*, 39, 280-285.
- [28] Moczowska, M., Karp, S., Horbanczuk, O. K., Hanula, M., Wyrwicz, J., & Kurek, M. A. (2020). Effect of rosemary extract addition on oxidative stability and quality of hemp seed oil. *Food and Bioproducts Processing*, 124, 33-47.
- sativa oil. *Food Reviews International*, 35(4), 342-362.
- [14] Mazaheri, Y., Torbati, M., Azadmard - Damirchi, S., & Savage, G. P. (2019). Oil extraction from blends of sunflower and black cumin seeds by cold press and evaluation of its physicochemical properties. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(10), e14154.
- [15] Afkhani Sarai, E., & Azadmard-Damirchi, S. (2021). Oil extraction from black cumin seeds incorporated with rosemary leaf by cold screw press and evaluation of some of its qualitative properties. *Food Science and Technology*, 18(113), 225-232.
- [16] Mazaheri, Y., Torbati, M., Azadmard - Damirchi, S., & Savage, G. P. (2019). Oil extraction from blends of sunflower and black cumin seeds by cold press and evaluation of its physicochemical properties. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(10), e14154.
- [17] Blasi, F., Rocchetti, G., Montesano, D., Lucini, L., Chioldelli, G., Ghisoni, S., ... & Cossignani, L. (2018). Changes in extra-virgin olive oil added with *Lycium barbarum* L. carotenoids during frying: Chemical analyses and metabolomic approach. *Food Research International*, 105, 507-516.
- [18] Kehili, M., Choura, S., Zammel, A., Allouche, N., & Sayadi, S. (2018). Oxidative stability of refined olive and sunflower oils supplemented with lycopene-rich oleoresin from tomato peels industrial by-product, during accelerated shelf-life storage. *Food Chemistry*, 246, 295-304.
- [19] Corbu, A. R., Rotaru, A., & Nour, V. (2020). Edible vegetable oils enriched with carotenoids extracted from by-products of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* ssp. *sinensis*): The investigation of some characteristic properties, oxidative stability and the effect on thermal behaviour. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 142(2), 735-747.
- [20] Wen, X., Zhu, X., Yu, R., Xiong, J., Gao, D., Jiang, Y., & Yang, G. (2019). Visualization of Chlorophyll Content Distribution in Apple Leaves Based on Hyperspectral Imaging Technology. *Agricultural Sciences*, 10(6), 783-

- [37] Hosseinialhashemi, M., Tavakoli, J., Rafati, A., & Ahmadi, F. (2021). The application of Pistacia khinjuk extract nanoemulsion in a biopolymeric coating to improve the shelf life extension of sunflower oil. *Food Science & Nutrition*, 9(2), 920-928.
- [38] Krichene, D., Salvador, M. D., & Fregapane, G. (2015). Stability of virgin olive oil phenolic compounds during long-term storage (18 months) at temperatures of 5–50 C. *Journal of Agricultural And Food Chemistry*, 63(30), 6779-6786.
- [39] Karimpour Golsephidi, S., & Azadmard-Damirchi, S. (2021). Extraction of oil from canola seeds incorporated with olive leaves by cold press and evaluation of its qualitative properties. *Journal of Food Science and Technology (Iran)*, 17(107), 161-169.
- [40] Ribeiro, D., Freitas, M., Silva, A. M., Carvalho, F., & Fernandes, E. (2018). Antioxidant and pro-oxidant activities of carotenoids and their oxidation products. *Food and Chemical Toxicology*, 120, 681-699.
- [41] Salami, A., Asefi, N., Kenari, R. E., & Gharekhani, M. (2020). Addition of pumpkin peel extract obtained by supercritical fluid and subcritical water as an effective strategy to retard canola oil oxidation. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14, 2433-2442.
- [42] Markhali, F. S., Teixeira, J. A., & Rocha, C. M. (2020). Olive tree leaves—A source of valuable active compounds. *Processes*, 8(9), 1177-1181.
- [43] Şahin, S., Sayım, E., & Bilgin, M. (2017a). Effect of olive leaf extract rich in oleuropein on the quality of virgin olive oil. *Journal of food science and technology*, 54(6), 1721-1728.
- [44] Maszewska, M., Florowska, A., Dłużewska, E., Wroniak, M., Marciniak-Lukasiak, K., & Żbikowska, A. (2018). Oxidative stability of selected edible oils. *Molecules*, 23(7), 1746-1749.
- [45] Kozłowska, M., & Gruczyńska, E. (2018). Comparison of the oxidative stability of soybean and sunflower oils enriched with herbal plant extracts. *Chemical Papers*, 72(10), 2607-2615.
- [46] Chupeerach, C., Aursalung, A., Watcharachaisoponsiri, T., Whanmek, K., [29] Rodrigues, N., Dias, L. G., Veloso, A. C., Pereira, J. A., & Peres, A. M. (2016). Monitoring olive oils quality and oxidative resistance during storage using an electronic tongue. *LWT*, 73, 683-692.
- [30] Hussain, S. A., Hameed, A., Ajmal, I., Nosheen, S., Suleria, H. A. R., & Song, Y. (2018). Effects of sesame seed extract as a natural antioxidant on the oxidative stability of sunflower oil. *Journal of Food Science and Technology*, 55(10), 4099-4110.
- [31] Monowar, T., Rahman, M., Bhore, S. J., Raju, G., & Sathasivam, K. V. (2019). Secondary metabolites profiling of *Acinetobacter baumannii* associated with chili (*Capsicum annum* L.) leaves and concentration dependent antioxidant and prooxidant properties. *BioMed Research International*, 2019.
- [32] Izadi, S., Honarvar, M., & Mirzaei, H. (2021). Investigation of adding antioxidant compounds extracted from sugar beet leaves by ultrasonic method on oxidative stability of soybean oil. *Journal Of Food Science and Technology (Iran)*, 18(118), 285-296.
- [33] Fadavi, A., Kohsari, H., & Hoseini Ghaboos, H. (2016). Antioxidant and antimicrobial characteristics of black Raspberry (*Rubus occidentalis*) leaves extract and its effect on stability of soybean oil. *Journal of Food Science & Technology* (2008-8787), 13(51).
- [34] Fereidooni Noori, T., Fahim Danesh, M., & Sahari, M. A. (2015). Investigation extraction of rosemary leaves the phenolic compounds by ultrasonic technique and its effect on organoleptic properties, physicochemical and stability of virgin olive oil. *Food Science and Technology*, 13(53), 113-125.
- [35] Yazdanpanah, S., Mohammadi, S., & Elhamirad, A. H. (2021). The Effect of Aqueous Extract of White Tea on Heat Resistance of Sesame Oil Prepared by Cold Pressing. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*. (In press).
- [36] Drinić, Z., Mudrić, J., Zdunić, G., Bigović, D., Menković, N., & Šavikin, K. (2020). Effect of pomegranate peel extract on the oxidative stability of pomegranate seed oil. *Food Chemistry*, 333, 127501.

- (2020). Incorporation of the nanoencapsulated polyphenolic extract of *Ferula persica* into soybean oil: Assessment of oil oxidative stability. *Food Science & Nutrition*, 8(6), 2817-2826.
- [49] Sharil, A. T. M., Ezzat, M. B., Widya, L., Nurhakim, M. H. A., Hikmah, A. R. N., Zafira, Z. N., & Haris, M. S. (2022). Systematic review of flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) extract and formulation in wound healing. *Journal of Pharmacy & Pharmacognosy Research*, 10(1), 1-12.
- Thiyajai, P., Yosphan, K., ... & Suttisansanee, U. (2021). The effect of steaming and fermentation on nutritive values, antioxidant activities, and inhibitory properties of tea leaves. *Foods*, 10(1), 117-121.
- [47] Şahin, S., Bilgin, M., Sayım, E., & Güvenilir, B. (2017b). Effects of natural antioxidants in the improvement of corn oil quality: olive leaf vs. lemon balm. *International Journal of Food Science & Technology*, 52(2), 374-380.
- [48] Estakhr, P., Tavakoli, J., Beigmohammadi, F., Alaei, S., & Mousavi Khaneghah, A.



Qualitative properties of cold pressed oil extracted from flaxseed with blanched olive leaves

Teimouri Okhchlar, R. ¹, Javadi, A. ^{2*}, Azadmard-Damirchi, S. ³, Torbati, M. A. ⁴

1. PhD Student, Department of Food Science and Technology, Mamaghan Branch, Islamic Azad University, Mamaghan, Iran.
2. Associate Professor, Department of Food Hygiene, Faculty of Veterinary, Tabriz Medical Science, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.
3. Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
4. Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Nutrition and Food Science, Tabriz University of Medical Sciences. Tabriz, Iran.

ABSTRACT

Flaxseed oil is sensitive to oxidation due to its high content of polyunsaturated fatty acids. Antioxidant sources such as olive leaves can be used to stabilize vegetable oils. Olive leaves contain lipase and lipoxygenase enzymes that need to be inactivated before use. Therefore, the aim of this study was to investigate the extraction of oil by cold pressing of flax seeds with blanched leaves at levels (0 (control sample), 2.5, 5, 7.5 and 10% w/w). Acidity, peroxide value, phenolic content, fatty acid composition, chlorophyll content, carotenoid content and oxidative stability of extracted flaxseed oil were investigated during storage. The results showed that by adding different levels of blanched olive leaves, the acidity and peroxide value decreased and the amount of carotenoids, chlorophyll, phenolic compounds content and oxidative stability of oil samples in different levels of blanched olive leaves significantly increased compared to the control sample ($P < 0.05$). On the other hand, during the storage period in the treated samples, the acidity and peroxide value of the samples increased significantly ($P < 0.05$) but this increase was less for control sample. Also, fatty acid profiles showed that by adding blanched olive leaves, the linolenic acid (18: 3) was preserved better during storage. According to the obtained results, it can be concluded that with the addition of blanched olive leaves, phenolic compounds content and oxidative stability in the produced oil increased and beneficial compounds such as linolenic acid and carotenoids were well preserved and thus a useful oil can be produced and introduced to the market.

ARTICLE INFO

Article History:

Received 2022/ 01/ 09
Accepted 2022/ 03/ 09

Keywords:

Flaxseed,
Olive Leaf,
Blanching,
Phenolic Compounds.

DOI: 10.22034/FSCT.19.127.125
DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.127.7.0

*Corresponding Author E-Mail:
javadi@iaut.ac.ir