مقاله کامل علمی-پژوهشی

نشریه فرآوری و نگهداری مواد غذایی
جلد سیزدهم، شماره اول، ۱۴۰۰
۸۹-۱۰۱
http://ejfpp.gau.ac.ir

DOI: 10.22069/EJFPP.2021.16355.1535

بررسی ویژگی‌های فیزیکی– شیمیایی و آنتی‌اکسیدانی روغن سیاه دانه ایرانی استخراجی با پرس سرد و سوکسله

شیوا ودائی*، اعظم اعرابی

گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهرضا، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرضا، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۰۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۱۰

چکیده

سابقه و هدف: سیاه‌دانه به‌عنوان دانه روغنی نقش رژیم غذایی مکمل را در بسیاری از نقاط جهان ایفا می‌کند. روغن سیاه‌دانه به‌دلیل وجود اسیدهای چرب ضروری و ترکیبات زیست‌فعال و نقش مهم در تغذیه و سلامتی در میان جدیدترین منابع روغن‌های خوراکی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. این روغن دارای مقادیر قابل ملاحظه‌ای از ترکیبات آنتی اکسیدانی و ضدسرطانی است. بتا سیتوسترول، استیگماسترول و کمپسترول سه ترکیب استرول عمده در روغن سیاه‌دانه می‌باشند. در این پژوهش اثر نوع روش استخراج شامل پرس سرد و سوکسله (با سه حلال پترولیوم اتر، دی‌اتیل اتر و هگزان به‌منظور تعیین بیشترین بازده) بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، آنتی‌اکسیدانی و ترکیب اسیدهای چرب روغن سیاه دانه بررسی شد.

مواد و روش‌ها: ترکیب اسیدهای چرب روغن بوسیله کروماتوگرافی گازی تعیین گردید. ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی روغن‌ها از جمله اسیدیته، عدد پراکسید، عدد یدی و عدد صابونی محاسبه شدند. به‌منظور اندازه‌گیری ویژگی آنتی‌اکسیدانی، ترکیبات فنول کل به‌روش فولین سیوکالتو و مهار رادیکال آزاد به‌روش ۲،۲ دی فنیل-۱-پیکریل هیدرازیل (DPPH) در طول موج ۵۱۷ نانومتر تعیین شد. اندازه‌گیری مقدار کل ترکیبات فنولی عصاره با استفاده از منحنی استاندارد گالیک‌اسید در دامنه صفر تا ۱۰۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر محاسبه شد. نتایج بر اساس میلی‌گرم هم‌ارز گالیک‌اسید در گرم وزن خشک بیان شد. کلیه‌ی آزمایشات در سه تکرار انجام شدند.

یافته‌ها: دانه سیاه دانه مورد استفاده در پژوهش حاضر دارای ۳/۲۵ درصد رطوبت، ۱۸/۷۱ درصد پروتئین، ۵/۱۶ درصد خاکستر و ۳۷/۵۳ درصد چربی بود. براساس نتایج به‌دست‌آمده استخراج روغن با حلال پترولیوم اتر بیشترین راندمان استخراج و پایین‌ترین ویژگی آنتی‌اکسیدانی را نشان داد ($P<0/05$). میزان ترکیبات فنولی کل در روش پرس سرد ۱۱۴/۵۰ و در روش حلال ۲۶/۱۶ میلی‌گرم معادل گالیک‌اسید در کیلوگرم روغن تعیین شد. میزان مهار رادیکال آزاد در روش پرس سرد وسوکسله به‌ترتیب ۷۴/۴ و ۴۴/۴۲ درصد اندازه‌گیری شد. بر اساس نتایج بدست آمده در پژوهش حاضر روغن سیاه دانه در هر دو روش استخراج حاوی مقدار قابل‌توجهی از اسیدهای چرب اشباع نشده از جمله اسید لینولئیک و اسید اولئیک بود.

نتیجه‌گیری: بطورکلی راندمان استخراج روغن سیاه دانه با روش سوکسله بیشتر از پرس سرد بود. روغن استخراجی به روش پرس سرد از ویژگی‌های تغذیه‌ای و کیفی بالاتری برخوردار بود.

واژه‌های کلیدی: روغن سیاه دانه، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، ترکیب اسیدهای چرب، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی

*مسئول مکاتبه: shiva.vedaei@gmail.com

مقدمه

سیاه دانه[1] یکی از دانه‌های روغنی محبوب متعلق به خانواده‌ی آلالگان[2] است که نقش رژیم غذایی مکمل را در بسیاری از نقاط جهان ایفا می‌کند. همچنین به‌دلیل نقش مهم این روغن در تغذیه و سلامتی انسان و شرایط مناسب ایران برای کشت این دانه بسیار مورد توجه قرار گرفته است (۳۰). سیاه دانه حاوی ۳۰ تا ۴۰ درصد روغن و غنی از لینولئیک‌اسید[3] (۵۵/۶ درصد)، اولئیک‌اسید[4] (۲۳/۴ درصد) و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی از جمله فنول‌ها وتیموکینون‌ها[5] است (۲۹). ترکیبات تیموکینون دارای ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی و کاهندگی چربی خون و ضدسرطانی است (۵). بتا-سیتوسترول، استیگماسترول و کمپسترول سه ترکیب استرول عمده در روغن سیاه دانه است (۱۸). پایداری اکسایشی روغن‌ها در طی نگهداری و فرآیند از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. پایداری اکسایشی روغن سیاه دانه بسیار بالاتر از اغلب روغن‌های گیاهی و قابل مقایسه با انواع روغن زیتون و روغن هسته‌ی خرما است (۱۳). در روش پرس سرد برای استخراج روغن از دانه هیچ عملیات حرارتی و یا حلال استفاده نمی‌شود (۲۹). اگرچه استخراج با سوکسله و حلال نسبتاً ارزان قیمت و کارآمد است، اما خطرات بیشتر و زمان استخراج طولانی‌تری نسبت به پرس سرد دارد (۱۵). بیگ محمدی و همکاران (۲۰۰۹) با مقایسه‌ی میزان اسیدیته و عدد پراکسیدروغن کلزا حاصل از پرس سرد و پرس گرم اعلام کردند روغن پرس سرد دارای پایداری مناسب‌تر و میزان بالاتری از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی بود (۱۲). در پژوهش جوهامی و اسکان (۲۰۱۷) پیرامون تأثیر روش‌های استخراج بر کیفیت روغن هسته‌ی انگور، روغن استخراجی با پرس سرد به‌دلیل محتوی بالاتر اسیدهای چرب و ترکیبات زیست فعال نسبت به روش استخراج با سوکسله و حلال به‌عنوان روغن ایمن معرفی شد (۶). با توجه به ارزش تغذیه‌ای و ویژگی‌های مطلوب روغن سیاه دانه و امکان کاشت و توسعه‌ی آن در کشور در سال‌های اخیر، در این پژوهش تأثیر روش استخراج بر ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی، فیزیکی-شیمیایی و تغییرات ترکیب اسیدهای چرب روغن سیاه دانه با هر دو روش پرس سرد و سوکسله بررسی شد.

مواد و روش‌ها

مواد اولیه مصرفی: سیاه دانه ایرانی از فروشگاه‌های روغن‌گیری به‌روش پرس سرد تهیه گردید و سپس به‌منظورخروج ذرات خارجی بوجاری و تمیز شد. مواد شیمیایی مورد استفاده در این پژوهش اسید سولفوریک، هیدروکسید سدیم، اتانول با خلوص ۹۶ درصد، پترولیوم اتر، دی‌اتیل‌اتر، هگزان، اسید بوریک، تیوسولفات سدیم، معرف چسب نشاسته، متیل رد، فنل فتالئین، اسید کلریدریک، یدید پتاسیم، اسید استیک، کلروفرم، متانول، فولین سیوکالتیو، گالیک‌اسید، DPPH، قرص هضم کلدال و ید هانوس که از نمایندگی شرکت‌های مرک آلمان و سیگمای آمریکا تهیه شدند.

ترکیب شیمیایی تقریبی سیاه دانه: به‌منظور تعیین مقدار رطوبت از روش AOAC (۱۹۹۰) شماره ۹۲۵/۰۹، خاکستر از روش AOAC (۱۹۹۸) شماره ۹۶۸/۰۸ و چربی از روش استاندارد ملی ایران به شماره ۷۵۹۳ استفاده شد (۲، ۳، ۲۰). همچنین میزان پروتئین با استفاده از روش AACC شماره ی ۴۶-۱۳ تعیین شد (۱). برای اندازه‌گیری پروتئین، ضریب تبدیل نیتروژن ۶/۲۵ در نظر گرفته شد. برای اندازه

1. *Nigella sativa* L. seed
2. Ranunculaceae
3. Linoleic
4. Oleic
5. Thymoquinine

گیری محتوای روغن از سوکسله و حلال پترولیوم اتر استفاده شد.

استخراج روغن از سیاه دانه: تهیه روغن به هر دو روش سوکسله و پرس سرد انجام شد. پرس سرد مطابق با استاندارد ملی ایران با استفاده از دستگاه استخراج مکانیکی (Kern Kraft ساخت آلمان) و افزودن یک کیلوگرم دانه کامل به دستگاه و بدون استفاده از حرارت انجام شد (۲۲). به‌منظور روغن‌گیری با سوکسله ابتدا بالن در آون (مارک بهداد، مدل ۱۶۰) با دمای ۲± ۱۰۳ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت قرار گرفت و سپس توزین شد. حدود ۵ گرم از ماده غذایی خشک و آسیاب شده در کاغذ صافی تمیز و عاری از چربی به دقت وزن شد. سپس کاغذ در داخل کارتوش یا تیمبل گذاشته شد و در قسمت استخراج‌کننده دستگاه سوکسله قرار گرفت. بعد از سوار کردن دستگاه، حلال از قسمت استخراج‌کننده اضافه شد و به مدت ۶ ساعت حرارت حرارت‌دهی شد. پس از این مدت، محتوی حلال و چربی به دستگاه تبخیرکننده چرخشی در خلأ (ایکا، مدل RV8) متصل شد. سپس جهت تبخیر باقیمانده حلال و رسیدن به وزن ثابت، بالن درآون با دمای ۲ ±۱۰۳ درجه‌ی سانتی‌گراد حرارت داده شد و پس از سرد کردن در دسیکاتور توزین شد. برای اندازه‌گیری میزان چربی از روش استاندارد ملی ایران به شماره ۷۵۹۳ استفاده شد (۲۱). به‌منظور تعیین بهترین حلال با بالاترین راندمان استخراج از سه مختلف (پترولیوم اتر، هگزان و دی اتیل اتر) استفاده شد. درصد راندمان از حاصل تقسیم وزن روغن استخراجی از دانه بر وزن دانه بر حسب درصد گزارش شد (۱۱).

ترکیب شیمیایی روغن سیاه دانه

اسیدیته: مقدار اسید چرب آزاد مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۸۶۱۷ اندازه گیری شد. نمونه در مخلوطی از دی اتیل اتر و اتانول ۹۵ درصد حل شده و درحضور معرف فنل فتالئین ۱ درصد با سود ۰/۱ مولار استاندارد شده همراه با هم‌زدن شدید تیتر گردید تا رنگ صورتی کمرنگ و پایدار به‌مدت یک دقیقه در محیط ایجاد شد. در این تحقیق درصد اسید چرب آزاد بر حسب اولئیک‌اسید بیان شد (۲۲).

عدد پراکسید: اندازه‌گیری عدد پراکسید مطابق با روش AOCS به‌شماره Cd 8b-90 انجام شد (۸). ۵ گرم نمونه روغن به ۳۰ میلی‌لیتر محلول اسید استیک- کلروفرم (نسبت حجمی ۳ به ۲) افزوده و مخلوط تا انحلال روغن در آن هم‌زده شد. پس از افزودن ۰/۵ میلی‌لیتر محلول یدید پتاسیم اشباع شده و بعد از یک دقیقه نگهداری در مکان تاریک ۳۰ میلی‌لیتر آب مقطر به محلول فوق اضافه گردید. محلول به‌آرامی با تیوسولفات سدیم ۰/۰۱ نرمال تیتر شد. بعد از زدوده شدن رنگ زرد، تقریباً ۰/۵ میلی‌لیتر شناساگر نشاسته یک درصد اضافه و تیتراسیون تا از بین رفتن رنگ آبی ادامه یافت. عدد پراکسید روغن (میلی‌اکی والان پر اکسید در هر کیلوگرم روغن) محاسبه گردید.

عدد یدی: اندازه‌گیری عدد یدی مطابق با روش AOCS شماره Cd 1c-85 انجام شد (۸). مقدار ۰/۵ گرم روغن جامد یا ۰/۲گرم روغن مایع به دقت توزین، سپس ۱۰ میلی‌لیتر کلروفرم به آن افزوده و روغن در آن حل گردید. ۲۵ میلی‌لیتر محلول ید هانوس به آرامی به فلاسک اضافه شد. پس از گذاشتن چوب پنبه شیشه‌ای فلاسک به‌آرامی هم زده شد و به‌مدت نیم ساعت در تاریکی قرار گرفت. بعد از ۳۰ دقیقه در پوش فلاسک برداشته شد و درون فلاسک ابتدا با ۲۰ میلی‌لیتر محلول یدید پتاسیم و سپس با ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر شستشو داده شد. محلول به‌سرعت با تیوسولفات سدیم تیتر شد تا رنگ زرد ظاهر شود. سپس ۲ میلی‌لیتر شناساگر نشاسته به آن افزوده و تیتراسیون تا از بین رفتن رنگ آبی ادامه داده شد.

محاسبه عدد صابونی: اندازه‌گیری عدد صابونی مطابق با روش AOCS شماره cd 3-25 انجام شد (۸). به‌این منظور ۵ گرم از روغن به ۵۰ میلی‌لیتر محلول هیدروکسید پتاسیم الکلی ۰/۵ نرمال اضافه شد. افزودن پتاس به‌آرامی از بدنه و در مدت ۱۵ ثانیه انجام گرفت. فلاسک به کندانسور وصل و روی بخار آب (حمام آب جوش) به مدت ۳۰ دقیقه حرارت دهی شد. یک میلی‌لیتر شناساگر فنل فتالئین به فلاسک سرد شده افزوده و هیدروکسید پتاسیم اضافی موجود در محیط که در عمل صابونی شرکت نداشته با محلول اسید کلریدریک ۰/۵ نرمال تیتر شد.

تعیین ترکیب اسیدهای چرب در روغن: از دستگاه کروماتوگرافی گازی-طیف سنجی جرمی[1] (Agilent مدل6890N، ساخت آمریکا) به‌منظور تعیین ترکیب اسیدهای چرب موجود در روغن استفاده شد. برای تزریق نمونه روغن به دستگاه کروماتوگرافی گازی لازم است نمونه متیله شود؛ بدین منظور ۶۰ میلی‌گرم روغن و ۳ میلی‌لیتر هگزان با ۰/۳ میلی‌لیتر از پتاسیم هیدروکسید متانولی ۲ نرمال به مدت ۲۵ دقیقه در دمای اتاق به‌صورت مداوم به‌وسیله‌ی شیکر لوله LABO (مدل MX-F) هم‌زده شد (۱۶). سپس نمونه به داخل اپندورف ریخته شد و درون سانتریفیوژ (مارک سیگما[2]، مدل 2-16P) با سرعت ۱۵۰۰۰ دور بر دقیقه به‌مدت ۱۲ دقیقه قرار گرفت. سپس لایه شفاف رویی برداشته شد و به دستگاه GC-mass تزریق گردید. ستون مورد استفاده HP-5 به طول ۳۰ متر بود. از گاز هلیم به‌عنوان گاز حامل با جریان ۱ میلی‌لیتر بر دقیقه استفاده شد. آشکارساز دستگاه از نوع FID[3] تزریق به‌صورت تقسیم شده در حجم ۱ میکرولیتر انجام شد. دمای اولیه و نهایی ستون به‌ترتیب ۱۷۰و ۲۳۰ درجه سانتی‌گراد بود و افزایش دما با سرعت ۴ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه انجام شد. دمای آشکار ساز و تزریق کننده ۲۳۰ درجه سانتی‌گراد بود. نتایج به صورت درصد نسبی در نمونه بیان شدند (۱۸).

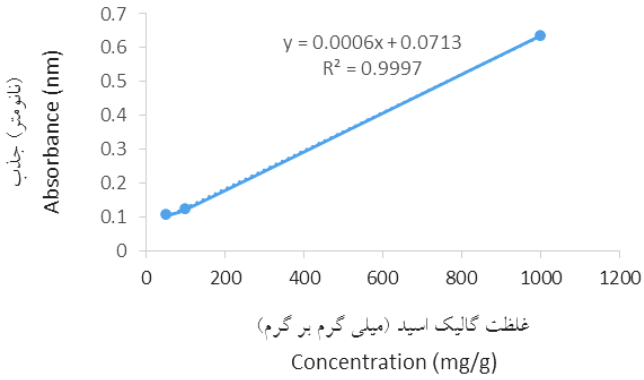
اندازه‌گیری میزان فنول و فعالیت آنتی اکسیدانی: جهت اندازه‌گیری مقدار فنول و فعالیت آنتی‌اکسیدانی لازم است استخراج این ترکیبات از روغن انجام گیرد. به‌این منظور ۲/۵ گرم از روغن با ۲/۵ میلی‌لیتر n–هگزان رقیق شده و با سانتریفیوژ به‌مدت ۵ دقیقه استخراج انجام گرفت. لایه شفاف رویی به‌عنوان عصاره به‌دست آمده در آزمایش تعیین فنول کل و تعیین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مورد استفاده قرار گرفت (۱۱).

اندازه‌گیری ترکیبات فنول کل: قدار ترکیبات فنولی با روش فولین سیو کالتیو اندازه‌گیری شد. برای این منظور مقدار ۰/۴ گرم گالیک‌اسید خشک در ۱۰ میلی‌لیتر اتانول ۹۶ درصد حل شده و در نهایت با آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. به این ترتیب، محلول مادر تهیه گردید، که برای رسم منحنی کالیبراسیون مقادیر ۰، ۰/۵، ۱، ۲، ۳، ۵، ۱۰ و ۲۰ میلی‌لیتر از محلول مذکور به بالن‌های ژوژه ۱۰۰ میلی‌لیتری منتقل و هر یک با آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. این محلول‌ها به ترتیب دارای غلظت‌های ۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر گالیک اسید بودند.

در این آزمایش ۲۰ میکرولیتر از عصاره با ۱/۱۶ میلی لیتر آب مقطر و ۱۰۰ میکرولیتر معرف فولین سیوکالتیو ۱۰ درصد مخلوط شده و پس از یک دقیقه، ۳۰۰ میکرولیتر محلول کربنات کلسیم ۲۰ درصد به آن اضافه گردید. در ادامه مخلوط به مدت ۳ دقیقه در بن‌ماری ۴۰ درجه سانتی‌گراد (شرکت ممرت، مدل ONE10 آلمان) قرار گرفت و در نهایت جذب در

1. GC-Mass
2. Sigma
3. Flame-ionization detector

طول موج ۷۶۰ نانومتر با استفاده از دستگاه طیف سنج نوری (مارک ریلی، مدل UV-9200) اندازه‌گیری شد. مقدار کل ترکیبات فنولی عصاره با استفاده از منحنی استاندارد گالیک‌اسید (شکل ۱) محاسبه شد و نتایج بر اساس میلی‌گرم هم ارز گالیک‌اسید برگرم بیان شد (۱۱).



شکل ۱- منحنی استاندارد گالیک اسید

Figure 1. Gallic acid standard curve

اندازه‌گیری ویژگی آنتی‌اکسیدانی به روش مهار رادیکال DPPH: به‌این منظور ۰/۲ میلی‌لیتر از عصاره به ۴ میلی‌لیتر از محلول متانولی ۰/۰۶ میلی‌مولار رادیکال آزاد DPPH اضافه شده و پس از هم زدن، به مدت ۶۰ دقیقه در محلی تاریک و در دمای محیط نگهداری شد. سپس جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر طی ۳ تکرار با استفاده از دستگاه طیف سنج نوری خوانده شد. یک نمونه از محلول متانولی ۰/۰۶ میلی‌مولار DPPH به‌عنوان نمونه کنترل و حلال متانول برای صفر کردن دستگاه مورد استفاده قرار گرفت. درصد مهار رادیکال‌های DPPH با استفاده از رابطه ۱ محاسبه گردید (۱۱)، که در این رابطه A_c میزان جذب شاهد، A_s میزان جذب نمونه و RSC[1] درصد مهار رادیکال آزاد DDPH است.

$$RSC\,(\%) = \frac{A_C - A_s}{A_C} \times 100$$ رابطه ۱.

تجزیه و تحلیل آماری: آنالیز نتایج بدست آمده با استفاده از روش فاکتوریل بر مبنای طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار با سطح اطمینان ۹۵ درصد و با کمک نرم‌افزار اس پی اس اس[2] نسخه ۱۸ (IBM، USA) انجام شد.

نتایج و بحث

ویژگی شیمیایی سیاه دانه: ترکیبات سیاه دانه شامل ۳/۲۵ درصد رطوبت، ۱۸/۷۱ درصد پروتئین، ۵/۱۶ درصد خاکستر و ۳۷/۵۳ درصد چربی تعیین شد (جدول ۱). میزان بالای رطوبت، فعالیت میکروبی و آنزیمی را در ماده غذایی افزایش داده و منجر به تخریب یا کاهش ارزش تغذیه‌ای آن می‌شود. مقدار رطوبت پایین در سیاه‌دانه ایرانی می‌تواند به‌عنوان یک فاکتور مثبت نسبت به سیاه دانه در سایر کشورها برای نگهداری طولانی مدت آن مورد توجه قرار گیرد. در مطالعاتی که توسط تاکوری و همکاران[3] (۱۹۹۸) و آتا[4] (۲۰۰۳) انجام شد، دامنه‌ی

1. Radical scavenging capacity percentage values

2. SPSS
3. Takouri
4. Atta

رطوبت سیاه دانه بین ۳/۸ الی ۷ درصد گزارش شد (۹، ۳۳). در پژوهش انجام شده توسط شیخ روحو و همکاران (۲۰۰۷) میزان رطوبت سیاه دانه ایرانی ۴/۰۸ درصد و رطوبت سیاه دانه تونسی ۸/۶۵ درصد گزارش شد (۱۴). مقدار خاکستر در سیاه دانه ایرانی در این پژوهش (۵/۱۶ درصد) نزدیک به نظر تاکوری و همکاران (۱۹۹۸) در محدوده ۳/۷ الی ۴/۷ درصد می‌باشد (۳۳). در این تحقیق میزان پروتئین سیاه دانه ایرانی با ضریب تبدیل ۶/۲۵، ۲۰/۸۰ درصد برآورد شد.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکوشمیایی سیاه دانه.

Table 1. Physicochemical properties of *Nigella sativa*.

خاکستر Ash	پروتئین protein	چربی Oil (%)	رطوبت (بر پایه وزن مرطوب) Moisture (w.b)	منابع Reference
5.16±0.47[a]	18.71±0.48[b]	37.53±0.73[b]	3.25±0.28[b]	پژوهش حاضر This study
4.41±0.01[a]	22.60±0.24[a]	40.35±0.16[a]	4.08±0.70[b]	Cheikh-Rouhou et al. (2007) (۸) (Iranian variety)
3.70±0.70[a]	20.80±1.10[ab]	34.80±1.90[c]	7.00±0.50[b]	Atta. (2003) (۵)(Egypt variety)

مقادیر محاسبه شده حاصل از میانگین سه تکرار می‌باشد.

The calculated values are means of triplicate.

جدول ۲- درصد استخراج روغن با حلال‌های مختلف و پرس سرد.

Table 2. Oil extraction yield as affected by solvent extraction method and cold press systems (%).

حلال Solvents			روغن پرس سرد Cold press oil	
Diethyl ether	Petroleum ether	Hexane		
29.5±0.5[b]	37.81±0.72[a]	35.33±0.42[a]	22.33±0.58[c]	بازده روغن Oil extraction yield

مقادیر محاسبه شده حاصل از میانگین سه تکرار می‌باشد.

The calculated values are means of triplicate.

بررسی راندمان استخراج روغن: نتایج راندمان استخراج روغن به وسیله پرس سرد (به صورت صاف شده بدون هیچ گونه ذره خارجی) و حلال‌های مختلف (هگزان، پترولیوم اتر، دی اتیل اتر) در جدول ۲ نشان داده شده است. در پژهش حاضر راندمان استخراج به روش پرس سرد (به صورت کاملاً شفاف شده بدون هیچ ذره خارجی) ۲۲/۳۳ درصد و در روش سوکسله با سه حلال پترولیوم اتر با بیشترین مقدار ۳۷/۸۱ درصد، هگزان با ۳۵/۳۳ درصد و دی اتیل اتر با ۲۹/۵۰ درصد ارزیابی شد. طبق نظر سایر محققین میزان روغن در سیاه دانه از۲۲ تا ۴۰/۳۵ درصد متغیر است (۹، ۳۳). در طی تحقیقات سلطان[1] و همکاران (۲۰۰۹) میزان راندمان استخراج روغن با هگزان ۳۱/۱۶ درصد (۳۲) و در پژوهشی دیگر توسط خدامی و همکاران (۲۰۱۱) راندمان استخراج روغن با سوکسله و حلال پترولیوم اتر ۳۳/۳۷ درصد گزارش شد (۲۴). در استخراج ترکیبات لیپیدی عمدتاً از حلال‌های آلی با قطبیت پایین استفاده می‌شود (۲۷). تفاوت‌های جزئی در نظر محققین ناشی از عوامل

1. Sultan

محیطی مانند آب و هوا و یا محل کشت می‌باشد. همچنین تفاوت در آرایش ژنتیکی می‌تواند سبب تغییر در ترکیبات سیاه دانه گردد. گاهی اوقات حوادث در طول رشد گیاه مانند استرس آبی، شرایط شوری و در نهایت کاهش درجه حرارت می‌تواند راندمان استخراج روغن را به ۲۳-۱۳ درصد کاهش دهد (۷).

ویژگی‌های روغن سیاه دانه

عدد صابونی: عدد صابونی میلی‌گرم هیدروکسید پتاسیم است که توسط یک گرم روغن جذب می‌شود و به عنوان پارامتری برای بررسی وزن مولکولی یا طول زنجیره اسیدهای چرب موجود در چربی‌ها و لیپیدها استفاده می‌شود. بالا بودن این میزان نشان‌دهنده اسیدهای چرب کوتاه زنجیر و پایین بودن این پارامتر نشان دهنده‌ی اسید چرب بلند زنجیر است. این پارامتر متناسب با شرایط اقلیمی و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک مناطق کشت و تغییرات پیوندها طی نگهداری روغن تغییر می‌کند (۲۵). همان طور که در جدول (۳) مشاهده می‌شود، در تحقیق حاضر مقدار عدد صابونی در روش پرس سرد (۲۰۴/۷۶ میلی‌گرم پتاس بر گرم روغن) تفاوت معنی‌داری با مقدار آن در روش حلال (۲۰۷/۵۷ میلی‌گرم پتاس بر گرم روغن) دارد (P<۰/۰۵). میزان عدد صابونی در روش پرس سرد قابل مقایسه با عدد صابونی در روغن تخم کدو ۱۹۷-۲۰۵ (مطابق استاندارد ملی ایران ۱۳۳۹۲) است (۲۳). درتحقیقات شیخ روحو و همکاران (۲۰۰۷) میزان عدد صابونی سیاه دانه ایرانی در روش حلال هگزان ۲۱۸ میلی‌گرم پتاس بر گرم روغن گزارش شد (۱۴)؛ درحالی‌که در این تحقیق روغن حاصل از حلال پترولیوم اتر میران کمتری را نشان می‌دهد.

عدد یدی: به‌طورکلی می‌توان گفت مقدار عدد یدی به میزان اسیدهای چرب غیراشباع روغن وابسته است. روغن‌های با عدد یدی بالاتر ارزش تغذیه‌ای بالاتری خواهند داشت؛ درحالی‌که پایداری اکسایشی و مدت ماندگاری آنها کمتر از انواع با عدد یدی پایین‌تر است (۱۷). عدد یدی به‌طور معمول در بین روغن‌های گیاهی بین ۱۵ تا ۱۵۰ گرم ید در ۱۰۰ گرم روغن است (۳۲). همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، در تحقیق حاضر مقدار عدد یدی برای روغن حاصل از پرس سرد ۱۱۹/۲۷ گرم ید در ۱۰۰ گرم روغن بدون تفاوت معنی‌دار با روش حلال (۱۱۸/۲۷گرم ید در ۱۰۰ گرم روغن) است. این نتیجه توسط غربی[1] و همکاران (۲۰۱۵) تأیید شده است (۱۸). در تحقیقات آنها عدد یدی در استخراج با سوکسله و پرس سرد به ترتیب ۱۲۶ و ۱۲۸ گرم ید در ۱۰۰ گرم روغن گزارش شد. در تحقیقات لوستیه و همکاران (۲۰۰۲) نشان داده شد با افزایش دمای استخراج روغن با حلال عدد یدی کاهش می‌یابد (۲۸). بر طبق استاندارد ایران به شماره ۱۳۳۹۲ مقدار عدد یدی روغن‌های کنجد (۱۰۴-۱۲۰)، آفتابگردان (۱۱۸-۱۴۱) و ذرت (۱۰۳-۱۳۵) گرم ید در ۱۰۰ گرم روغن می‌باشد. در نتیجه روغن سیاه‌دانه از لحاظ عدد یدی مشابه با روغن کنجد، آفتابگردان و ذرت است (۲۳).

عدد پراکسید: همان طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود بین عدد پراکسید در دو روش تفاوت معنی‌داری وجود دارد. در تحقیق حاضر میزان پراکسید حاصل از پرس سرد ۹/۵۶ میلی‌اکی‌والان اکسیژن بر کیلوگرم روغن و پراکسید حاصل از استخراج با سوکسله ۱۵/۸۷ (میلی‌اکی‌والان اکسیژن بر کیلوگرم روغن) است. علت بالاتر بودن میزان پراکسید در روش سوکسله تأثیر حرارت بر واکنش‌های اکسایشی است (۱۴). غربی و همکاران (۲۰۱۵) میزان پراکسید روغن استخراج شده با حلال از سیاه دانه مراکشی را ۱۱/۴۰ میلی‌اکی‌والان اکسیژن

1. Gharby

بر کیلوگرم روغن و میزان پراکسید روغن حاصل از پرس سرد را ۳/۴۰ میلی‌اکی‌والان اکسیژن بر کیلوگرم روغن بیان کرد (۱۸). پرس سرد یک راه شناخته شده برای حفاظت از اجزای روغن است، بنابراین محتمل است مشاهده پراکسید بالا در آن ناشی از فرآیند استخراج و یا حفاظت ناکافی بعد از استخراج بوده باشد. بالاتر بودن میزان پراکسید روغن استخراجی با حلال نسبت به پرس سرد (جدول ۳) حاکی از کیفیت بهتر روغن استخراجی با پرس سرد می‌باشد.

جدول ۳- ویژگی‌های شیمیایی روغن سیاه دانه استخراجی با حلال پترولیوم اتر و پرس سرد.

Table 3. Chemical properties of Nigella sativa oil produced by petroleum ether solvent extraction method and cold press systems.

	عدد صابونی Saponification number (mg of KOH/g of oil)	عدد یدی Iodine value (I_2/100 g)	پراکسید Peroxide value (m.eq O_2/Kg lipid)	اسیدهای چرب آزاد FFA (as oleic acid %)
حلال Solvent	207.57±4.94[a]	118.27±9.89[a]	15.87±0.61[a]	14.90±0.33[a]
پرس سرد Cold press	204.76±10.66[b]	119.27±5.97[a]	9.56±0.43[b]	8.24±0.30[b]

حروف غیر مشابه یک ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار (P<۰/۰۵) بین آنهاست.

The different letters in a column represent significant difference (P<0.05).

مقادیر محاسبه شده حاصل از میانگین سه تکرار می‌باشد.

The calculated values are means of triplicate.

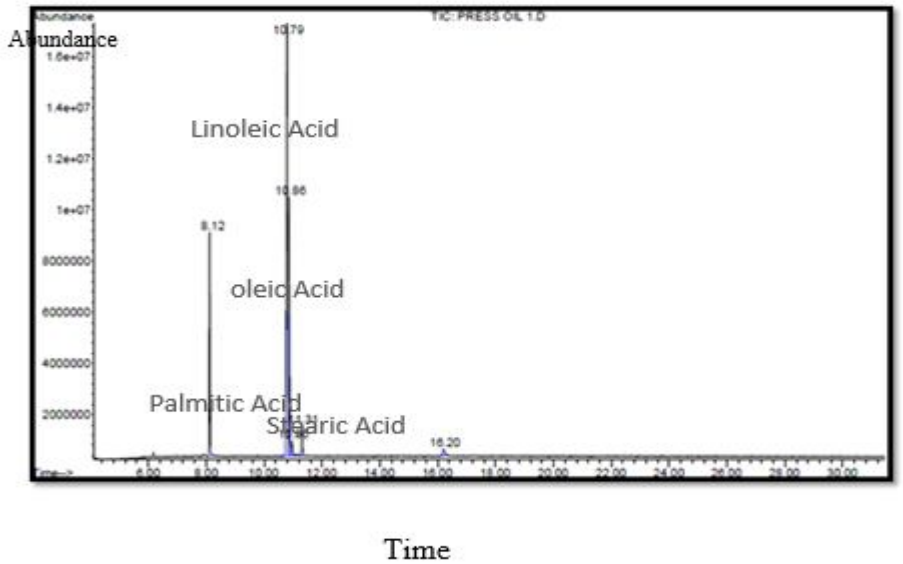
اسیدیته: ترکیب لیپیدهای طبیعی[1] (NL) یکی از عوامل سطح بالای اسید چرب آزاد در روغن‌های گیاهی است. ترکیب عمده‌ی لیپیدهای طبیعی، تری آسیل گلیسرول (TAG)[2] است. دو دلیل برای سطح بالای مخلوط TAG طبیعی اشباع نشده وجود دارد: ۱- تعداد زیاد از انواع اسید چرب دی‌انوئیک و تری‌انوئیک به طور مساوی و ۲- دامنه گسترده‌ای از TAG . همچنین عمده اسید چرب (NL) شامل اسید لینولئیک و اولئیک است که در این سطح مقداری اسید چرب اشباع طبیعی به خصوص پالمتیک اسید وجود دارد (۳۰).

اوستون[3] و همکاران (۱۹۹۰) مقدار اسید چرب آزاد را در روغن سیاه دانه‌ی ترکی در روش پرس سرد ۹/۲۸ درصد و در روش حلال ۲۱/۲۲ درصد ذکر کردند (۳۴). این محققان نشان دادند در نمونه روغن اولیه حاصل از پرس سرد میزان اسید چرب آزاد کم بود اما در طول استخراج با پرس گرم مقدار اسید چرب آزاد افزایش یافت. آنها معتقد بودند اعمال حرارت مقدمانی[4] به دانه‌های مرطوب قبل از استخراج یا پرس ممکن است تا حد زیادی فعالیت آنزیم‌ها را از بین برد (۳۴). هیدرولیز آنزیمی TAG و واکنش صابونی شدن مسئول تشکیل اسیدهای چرب آزاد در روغن‌های گیاهی هستند (۱۸). برای جلوگیری از هیدرولیز آنزیمی در دانه در طول برداشت و فرآیند باید دانه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد ذخیره گردد. همچنین در استخراج روغن نباید از حرارت استفاده کرد زیرا سبب پیشرفت واکنش به سمت صابونی شدن می‌شود. میزان اسید چرب حاصل از پرس در تحقیقات غربی و همکاران بر روی سیاه دانه ی مراکشی ۲/۳ درصد (۱۸) و در تحقیقات کیرالان[5] و

1. Neutral lipid
2. Triacylglycerol
3. Ustun
4. Preheating
5. Kiralan

همکاران (۲۰۱۴) میزان اسید چرب آزاد حاصل از پرس سرد حاصل از سیاهدانه ترکی ۷/۴۹ درصد (بر حسب اسیدلینولئیک) و میزان اسید چرب حاصل از استخراج با حلال ۹/۲۸ درصد گزارش شد (۲۶). همان طورکه در جدول ۳ مشاهده می‌شود، در این مطالعه تفاوت معنی‌داری در میزان اسید چرب آزاد در روش پرس ۸/۲۴ درصد و در سوکسله ۱۴/۹۰ درصد وجود دارد. بالاتر بودن میزان اسیدهای چرب آزاد در این تحقیق نشان دهنده تفاوت در پروفایل لیپیدهای طبیعی است.

ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی: ترکیبات فنولی به سبب ویژگی آنتی‌اکسیدانی خود می‌توانند به‌طور مستقیم بر روی عدد پراکسید روغن موثر باشند. شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد ترکیبات فنولی می‌توانند تا ۳۰ درصد پایداری روغن را بهبود بخشند. واریته، نحوه استخراج روغن، شرایط فرآوری و نگهداری فاکتور اساسی درمیزان ترکیبات فنولی است (۲۹). در این پژوهش میزان فنول کل در روش پرس سرد ۱۱۴/۵۰ میلی‌گرم گالیک‌اسید در کیلوگرم روغن و در روش استخراج با حلال ۲۶/۱۶ میلی‌گرم گالیک‌اسید در کیلوگرم روغن بود. کاهش شدید ترکیبات فنولی در طی استخراج با سوکسله در پژوهش حاضر به تأثیر حرارت بر کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدانی مرتبط است که با نتایج حاصل از تحقیقات مشابه همخوانی داشت (۱۴، ۲۹). در تحقیقات سلطان و همکاران (۲۰۰۹) میزان ترکیبات فنولی ۳۱۰/۲۶ میلی‌گرم گالیک اسید در کیلوگرم روغن گزارش شد (۳۱). لوتردیت و همکاران (۲۰۱۰) میزان مهار رادیکال آزاد را در روغن پرس بین ۷۶/۴۰ تا ۸۳/۵۰ میکرومول DDPH مهار شده بر ۱۰۰ میکرو مول متغیر دانستند (۲۹).



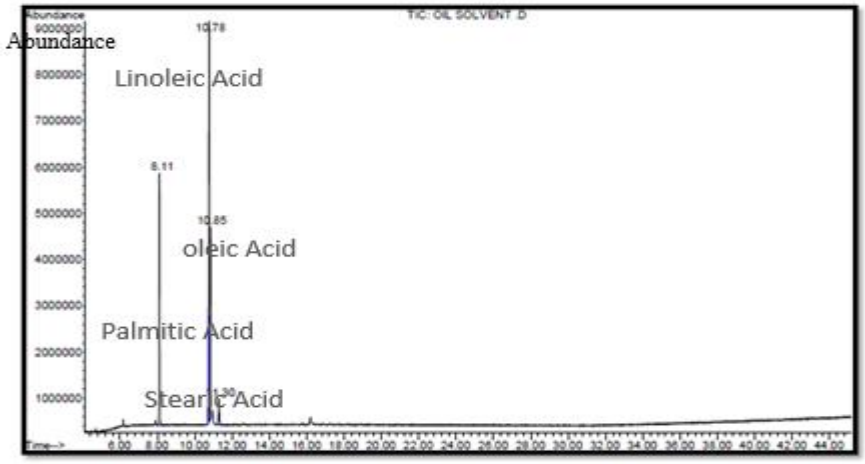
شکل ۲- ترکیب اسیدهای چرب روغن سیاه دانه حاصل از پرس سرد.

Figure 2. Fatty acid compositions of cold press *Nigella Sativa* oil

در این پژوهش میزان مهار رادیکال آزاد در روغن پرس ۷۴/۴۰ درصد و در روغن حاصل از سوکسله ۴۴/۴۲ درصد بود. کرالان و همکاران (۲۰۱۴) این میزان را برای روغن پرس ۷۸/۴۵ درصد و برای روغن حاصل از سوکسله ۶۵/۵۸ درصد بیان کردند (۲۶). همان طور که در بالا ذکر شد، این اختلاف در اعداد ممکن است به‌سبب تفاوت واریته، شرایط رشد،

ذخیره‌سازی دانه، فرآیند تولید و شرایط نگهداری روغن باشد.

پروفایل اسیدهای چرب: ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و تغذیه‌ای هر دانه روغنی، تحت تأثیر ترکیب اسید چرب آن قرار می‌گیرد (۲۰). در پژوهش حاضر مقدار اسیدهای چرب در روش حلال و پرس سرد در جدول ۴ و کروماتوگرام آنها در شکل ۲ و ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳- ترکیب اسیدهای چرب روغن سیاه دانه حاصل از حلال پترولیوم اتر.

Figure 3. Fatty acid compositions of petroleum ether solvent-extracted *Nigella Sativa* oil

جدول ٤- ترکیب اسیدهای چرب روغن سیاه دانه حاصل از استخراج با حلال و پرس سرد.

Table 4. Fatty acid compositions of *Nigella Sativa* oil by solvent extraction and cold press systems (%).

Linoleic	Oleic	Palmitic	Stearic	Myristic	
49.70±0.12[a]	27.03±0.27[a]	16.43±0.43[b]	3.44±0.05[a]	Tr	روغن پرس سرد (cold press oil)
52.28±0.66[a]	22.99±0.35[b]	20.90±0.09[a]	3.84±0.08[a]	Tr	روغن با حلال پترولیوم اتر petrol ether solvent – extracted oil

مقادیر محاسبه شده حاصل از میانگین سه تکرار می‌باشد.

The calculated values are means of triplicate.

Tr= **میزان** ناچیز Trace

در طی تحقیقات لوتردیت و همکاران (۲۰۱۰) بر روی ترکیب اسید چرب حاصل از پرس سرد بر روی ۶ واریته مختلف میزان سه اسید چرب شاخص اسید لینولئیک[1] (۶۱/۲۰-۵۸/۸۰)، اسید اولئیک[2] (۲۲/۶۰-۲۴/۵۰) و اسید پالمتیک[3] (۱۳/۳۰-۱۳/۰) گرم بر ۱۰۰ گرم اسید چرب گزارش گردید (۲۹).

همچنین نتایج تحقیقات پیشین نشان داده است که اسیدهای چرب لینولئیک، اولئیک و پالمتیک در روغن حاصل از روش حلال از سیاه دانه تونسی ۷۳ درصد از اسیدهای چرب کل و در روغن سیاه دانه ایرانی ۷۶ درصد از اسیدهای چرب کل را تشکیل می دهد (۱۵). برای روغن سیاه دانه تونسی و ایرانی به‌ترتیب میزان اسید لینولئیک (۵۰/۳۱-۴۹/۱)، اسید اولئیک (۲۵- ۲۳/۷۰) و اسید پالمتیک (۱۷/۲۰-۱۸/۴۰) گرم

1. Linoleic acid
2. Oleic acid
3. Palmitic acid

بر ۱۰۰ گرم اسید چرب گزارش شد (۲۲). می‌توان دریافت در روش حلال اسیدهای چرب اشباع بیشتری استخراج می‌گردد. اسید لینولئیک به‌عنوان یک ماده‌ی مغذی مطلوب حدود ۵۰ درصد از روغن سیاه دانه را تشکیل می‌دهد (۱۱).

نتیجه‌گیری

نتایج مربوط به استخراج روغن نشان داد، بیشترین راندمان استخراج روغن مربوط به سوکسله با حلال پترولیوم اتر بود، اما روغن پرس سرد دارای کیفیت بهتری از نظر اسید چرب آزاد و عدد پراکسید بود. نتایج عدد یدی و صابونی مطابق با سایر محققین و روغن پرس قابل مقایسه با سایر روغن‌های پرس خوراکی بود. روغن سیاه دانه دارای ارزش تغذیه‌ای می‌باشد. نتایج حاکی از کاهش شدید مقدار ترکیبات فنولی و همچنین قدرت مهار رادیکال‌های آزاد DPPH در روش حلال نسبت به پرس می‌باشد. این موضوع از تأثیر حرارت بر ترکیبات فنولی و تخریب آنها ناشی می‌شود.

منابع

1. AACC. 2000. Approved Methods. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA. Methods 46-13
2. AOAC. 1998. Official Methods of Analysis. 16th Edition, Official Association of Official Analytical Chemists, Maryland, USA. Method 968.08.
3. AOAC. 1990. In D. Firestone (Ed.). Official methods of analysis of the Association of the Official Analytical Chemists. VA. USA: Association of the Official Analytical Chemists, Inc.
4. Abdel-All, E.S.M. 1993. Characterization of black cumin (*Nigella sativa*) seeds. 2- Proteins. Alex. Sci. Exch. 14: 483-496.
5. Ahmad, S., and Beg, Z.H. 2013. Hypolipidemic and antioxidant activities of thymoquinone and limonene in atherogenic suspension fed rat. J. Food Chemistry. 138: 1116-1124.
6. Al Juhaimi, F., and Ozcan, M.M. 2017. Effect of cold press and soxhlet extraction systems on fatty acid, tocopherol contents, and phenolic compounds of various grape seed oils. J. Food Processing and Preservation. https://doi.org/10.1111/jfpp.13417
7. Al-Kayssi, A.W., Shihab, R.M., and Mustafa, S.H. 2011. Impact of soil water stress on nigellone oil content of black cumin seeds grown in calcareous-gypsifereous soils. J. Agriculture and Water Management. 100: 46–57.
8. AOCS. 1998. Official Methods and Practices of the AOCS, fifth ed. AOCS Press, Champaign, USA.
9. Atta, M.B. 2003. Some characteristics of nigella (*Nigella sativa* L.) seed cultivated in Egypt and its lipid profile. J. Food Chemistry. 83: 63-68.
10. Aurand, L.W., Woods, A.E., and Wells, M.R. 1987. Food composition and analysis. AVI. Van Nostrand Reinhold Co, New York. Classification UNAM TX531 A87.
11. Aziznia, H. 2016. Antimicrobial, antioxidant and technological effects of (*Prosopis Farcta*) root extract on hydroxypropyl methyl cellulose biodegradeable film, thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science, Isfahan University of technology. (In Persian)
12. Beigmohammadi, Z., Maghsoudlou, Y., Sadeghi Mahoonak, A.R., and Safafar, H. 2009. Effect of pretreatment and oil extraction methods on oxidative stability of canola oil during storage. J. Food Processing and Preservation. 1: 1. 63-72.
13. Besbes, S., Blecker, C., Deroanne, C., Lognay, G., Drira, N.E., and Attia, H. 2005. Heating effects on some quality characteristics of date seed oil. J. Food Chemistry. 91: 469-476.
14. Cheikh-Rouhou, S., Besbes, S., Hentati, B., Blecker, C., Deroanne, C., and Attia, H. 2007. *Nigella sativa* L.: Chemical

composition and physicochemical characteristics of lipid fraction. J. Food Chemistry. 673-681.
15. Da Porto, C., Decorti, D., and Tubaro, F. 2012. Fatty acid composition and oxidation stability of hemp (*Cannabis sativa* L.) seed oil extracted by supercritical carbondioxide. J. Industrial Crops and Products. 36: 401-404.
16. EEC/2598. 2003. Commission of the European Communities. Regulation 2568/91 on the characteristics of olive oil and olive-residues and on relevant methods of analysis. J. European Communication. L248: 1-109.
17. Fazli Aghdaei, M. 2013. The effect of roasting process on total phenolic compounds and antioxidant activity of two domestic and wild varieties pistachio oil, thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science, Isfahan University of technology. (In Persian)
18. Gharby, S., Harhar, H., Guillaume, D., and Roudani, A. 2015. Chemical investigation of *Nigella sativa* L. seed oil produced in Morocco. J. of the Saudi Society of Agricultural Sciences. 14: 172–177.
19. Ghasemi dehkordi, N. 2002. Iranian herbal pharmacopoeia, Tehran: Ministry of Health and Medical Education, Food and Drug Administration, 466-475. (in Persian)
20. Hagerman. A.E., Riedl, K.M., Jones. G.A., Sovik. K.N., Ritchard. N.T., Hartzfeld. P.W., and Riechel Thomas, L. 1998. High Molecular Weight Plant Polyphenolics (Tannins) as Biological Antioxidants, J. Agriculture and Food Chemistry. 46: 5.1887-1892.
21. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, number 7593. Oilseeds- Determination of oil content (Reference method). (in Persian)
22. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. number 8617, Oilseeds – Determination of acidity of oils – Test method. (In Persian)
23. Iranian National Standardization Organization, number 13392. Edible cold pressed oils – Specifications &Test methods. 1st. Revision 2015. (In Persian)
24. Khoddami, A., Ghazali, H.M., Yassoralipour, A., Ramakrishnan, Y., and Ganjloo, A. 2011. Physicochemical Characteristics of Nigella Seed (*Nigella sativa* L.) Oil as Affected by Different Extraction Methods. J. American oil chemists' society. 88: 533-540.
25. Khraisha. Y.H. 2000. Retorting of Oil Shale Followed by Solvent Extraction of Spent Shale: Experiment and Kinetic Analysis. J. Energy Sources. 22: 347-55.
26. Kiralan, M., Özkan, G., Bayrak, A., and Ramadan, M.F. 2014. Physicochemical properties and stability of black cumin (*Nigella sativa*) seed oil as affected by different extraction methods. J. Industrial Crops and Products. 57: 52-58.
27. Ladanyia, M. 2008. Citrus Fruit: Biology, Technology and Evaluation, Academic Press; San Diego. pp. 126-139.
28. Lostie, M., Peczalski, R., Andrieu, J., and Laurent, M. 2002. Study of sponge cake batter baking process. Part I: Experimental data. 51: 2.131-137.
29. Lutterodt, H., Luther, M., Slavin, M., Yin, J.J., Parry, J., Gao, J.M., and Yu, L. 2010. Fatty acid profile, thymoquinone content, oxidative stability, and antioxidant properties of cold-pressed black cumin seed oils. LWT - Food Science and Technology. 43: 1409-1413.
30. Ramadan Hassanien, M.F. 2002. Neutral lipid classes of black cumin (*Nigella sativa* L.) seed oils, J. European Food Research and Technology. 214: 202–206.
31. Singh, B.H. 2002. Extraction of phenolic compounds from red grape marce for using as food lipid antioxidant. J. Food chemistry. 66: 209-15.
32. Sultan, T.M., Butt. S.M., Anjum, F.M., Jamil, A., Akhtar, S., and Nasir, M. 2009. Nutritional Profile of Indigenous cultivar of Black cumin seeds and antioxidant potential of its fixed and essential oil. Pakistan J. of Botany. 41: 3.1321-1330.
33. Takruri, H.R.H. and Dameh, M.A.F. 1998. Study of the nutritional value of black cumin seeds (*Nigella sativa* L.). J. Science and Food Agriculture. 76: 404-410.
34. Ustun, G., Kent, L. and Cekin, N. 1990. Investigation of the technological properties of *Nigella sativa* (Black cumin)

EJFPP, Vol. 13 (1): 87-101
http://ejfpp.gau.ac.ir

Effect of cold press and soxhlet methods on physicochemical and antioxidant properties of Iranian black seed oil

Sh. Vedaie*, A. Aarabi
Department of food science and technology, Islamic Azad University, Shahreza Branch, Esfahan, Iran
Received: 2019/02/26; Accepted: 2019/12/01

Abstract

Background and objectives: Seeds of *Nigella sativa* L. (black cumin or black seeds) are widely used for different purpose worldwide as one of the oilseeds, which plays the role of a complementary diet due to the presence of essential fatty acids and bioactive compounds. This edible oil contains significant amounts of antioxidant agents, anti-cancer compounds, and three major sterol compounds including β-sitosterol, stigma sterol and compesterol. In this study, the effects of extraction methods (cold press and soxhlet) on physicochemical, antioxidant capacity and fatty acid profile of black cumin seed oil were evaluated. Different types of solvent (petroleum ether, diethyl ether and hexane) in soxhlet method were used to determine the maximum extraction efficiency of black seed oil.

Material and methods: The fatty acid composition of the black seed oil was determined by gas chromatography. Physicochemical properties of the oils including acidity, peroxide number, iodine number, and saponification value were calculated. In order to measure the antioxidant properties, total phenolic content (TPC) were determined by the Folin–Ciocalteu assay and free radical scavenging capacity by 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) methods at 517 nm. The total amount of TPC in the extract was calculated using the standard gallic acid curve in the range 0-1000 µg/ml. Results were expressed as mg equivalent of gallic acid per grams of dry weight. All experiments were performed in triplicate.

Results: Proximate analysis of black cumin (*Nigella sativa* L.) seeds showed a mean composition of 18.71% protein, 37.53% fat, 3.25% moisture, and 5.16% ash. According to the results, oil extraction with petroleum ether solvent showed the highest extraction efficiency and at the same time the lowest antioxidant properties ($P<0.05$). Also, the amount of total phenolic compounds in cold press and solvent methods were 114.50 and 26.16 mg GAE per kg of oil, respectively. Free radical scavenging capacity in cold press and soxhlet methods were determined to be 74.4% and 44.42%, respectively. According to the results, black seed oil in both extraction methods contained a significant amount of unsaturated fatty acids, including linoleic acid (18: 2n-6) and oleic acid (18: 1n-9).

Conclusion: The results showed that the extraction efficiency of black seed oil in soxhlet method was higher than cold press. However, the oil extracted by cold press method had higher nutritional properties and better quality.

Keywords: Black seed oil, Antioxidant activity, Fatty acid profile, Physico-chemical properties

* Corresponding author: shiva.vedaei@gmail.com