ارزیابی شیمیایی روغن استخراج شده از سه نمونه دانه چیا

یاسمن ایمانی مطلق[a]، مریم قراچورلو[*b]

[a] *دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی ، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران*
[b] *دانشیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران*

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۰۹/۲۸ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۱۰/۲۴

چکیده

مقدمه: روغن‌ها و چربی‌ها نقش مهمی را در تغذیه انسان ایفا می‌کنند. روغن چیا به علت برخورداری از ترکیبات ویژه و مهم، قادر است تا در صنعت غذا و دارو مورد استفاده قرار گیرد. هدف از این پژوهش ارزیابی خصوصیات شیمیایی روغن استخراج شده از دانه چیا است.

مواد و روش‌ها: سه نمونه مختلف دانه چیا (سیاه، سفید، سیاه–سفید) از بازار محلی خریداری شد و تحت استخراج حلال سرد قرار گرفت. ترکیب اسیدهای چرب، اندیس یدی، اندیس صابونی، درصد ترکیبات غیر صابونی شونده، استرول‌ها، توکوفرول‌ها و غلظت فسفر و فسفولیپید هر یک از نمونه‌ها تعیین شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که دانه‌های چیا حاوی حدود ۳۴–۳۱ درصد روغن هستند. اسید لینولنیک، اسید چرب غالب (۶۶٪) روغن چیا است و پس از آن به ترتیب اسید لینولئیک، اسید پالمتیک، اسید اولئیک و اسید استئاریک قرار دارند. بتاسیتوسترول و گاما توکوفرول به ترتیب استرول و توکوفرول غالب روغن چیا را تشکیل داد. بهترین واریته از لحاظ درصد روغن واریته Black و از لحاظ کیفیت روغن به علت دارا بودن بیشترین درصد ترکیبات غیرصابونی شونده (توکوفرول و استرول ها) واریته White-Black شناسایی شد. همچنین واریته White دارای بیشترین میزان فسفولیپیدها بود.

نتیجه گیری: دانه چیا به علت محتوای بالای اسید آلفا–لینولنیک در تغذیه و سلامت بدن انسان نقش مهمی دارد. اگرچه روغن این دانه *حساس به فساد اکسیداتیو می‌باشد، با این حال* می‌توان از آن به عنوان مکمل‌های غذایی در صنعت غذا و دارو استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: *ترکیب اسید چرب، ترکیب غیر صاوبنی شونده، دانه چیا، روغن، فسفولیپید*

[*] نویسنده مسئول مکاتبات email: m_gharachorlo@srbiau.ac.ir

مقدمه

در سال‌های اخیر با توجه به افزایش سطح آگاهی، تمایل مصرف‌کنندگان جهت استفاده از رژیم‌های تغذیه‌ای مناسب روند رو به رشدی داشته است. به سبب همین امر نیاز به منابع جدید غذایی بخصوص پروتئین‌ها و چربی‌های گیاهی بیشتر احساس می‌شود (Jnawali *et al*., 2016). دانه چیا یکی از منابع گیاهی جدید با ارزش تغذیه‌ای بالا است که به علت دارا بودن محتوای بالای امگا-۳ مورد توجه اکثر کشورهای جهان قرار گرفته است (Marineli *et al*., 2014) و امروزه در ایران نیز وارد شده و مورد توجه اکثر مردم قرار گرفته است. چیا گیاهی علفی و یکساله از جنس مریم گلی (Salvia) و از تیره نعناعیان (Lamiaceae) با نام علمی (Salvia hispanica) بوده و در زمره مهم‌ترین گونه‌های زراعی جنس Salvia قرار دارد. *موطن آن مکزیک* جنوبی و گواتمالای شمالی است (Martínez *et al*., 2014) و اخیراً به صورت صنعتی در کشورهای آرژانتین، استرالیا، شیلی، بولیوی، اکوادور، نیکاراگوئه و پاراگوئه کشت می‌شود (Timilsena *et al*., 2017). دانه‌های این گیاه سرشار از پروتئین، روغن، فیبرهای رژیمی، ویتامین ب، مواد معدنی چون کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز، فسفر، روی و آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی می‌باشد و علاوه بر کمک به تغذیه انسان در سلامت بدن نیز نقش دارند (Marineli *et al*., *2014*).

Bushway و همکاران در سال ۱۹۸۱، با هدف معرفی دانه‌های چیا به عنوان منبع خوب تغذیه‌ای، محتویات این دانه‌ها را مورد بررسی قرار دادند و مقدار پروتئین و روغن دانه را به ترتیب ۲۳/۴٪ و ۳۰٪ گزارش کردند. آن‌ها به کمک هیدرولیز اسیدی و با استفاده از روش گاز کروماتوگرافی، زایلوز و آرابینوز را از اجزای مهم پلی ساکاریدها شناسایی کرده و با استفاده از تجزیه اسپکتروشیمیایی حضور مقادیر قابل توجهی از کلسیم، پتاسیم، فسفر، تیامین، ریبوفلاوین و نیاسین را گزارش کردند.

Timilsena و همکاران در سال ۲۰۱۷، در زمینه خصوصیات فیزیکوشیمیایی و پایداری حرارتی روغن چیا استرالیا، تحقیقاتی را انجام دادند و بر اساس داده‌های حاصل از تجزیه و تحلیل GC-MS[1]، FT-IR[2] و NMR[3] مشاهده کردند که روغن چیا حاوی بیش از ۸۰٪ اسیدهای چرب ضروری بدن است که به ترتیب فراوانی شامل اسید آلفا-لینولنیک و اسید لینولئیک (به نسبت ۳ به ۱) می باشند. همچنین روغن استخراج شده تا درجه حرارت ۳۰۰ درجه سانتی گراد با میزان تخریب جزئی پایدار باقی ماند و به دلیل این خواص فیزیکی و شیمیایی نتیجه گرفته شد که از این روغن می توان جهت سرخ کردن و یا به عنوان سس سالاد استفاده نمود.

در سال ۲۰۱۴، Marineli و همکاران ترکیب اسیدهای چرب روغن چیا را از طریق کروماتوگرافی گازی مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفته شد که روغن چیا حاوی ۱۱/۲٪ اسیدهای چرب اشباع شده، ۷/۲۹ ٪ اسیدهای چرب تک غیر اشباع و ۸۱/۵۹٪ اسیدهای چرب چند غیر اشباع است که اصلی ترین آن اسید آلفا-لینولنیک (امگا۳-) بوده که در حدود ۶۲/۸٪ اسیدهای چرب آن را تشکیل می‌دهد. پس از آن اسید لینولئیک (۱۸/۲۳٪)، اسید پالمتیک (۷/۰۷٪) و اسید استئاریک (۳/۳۶٪) قرار دارند.

روغن چیا منبع نسبتاً خوبی از توکوفرول‌ها بوده که مجموع غلظت آن مشابه غلظت توکوفرول‌های موجود در روغن بادام زمینی(۳۹۸/۶ میلی گرم بر کیلوگرم)، اما کمتر از مقادیر گزارش شده در روغن‌های دانه‌های کتان (۵۸۸/۵ میلی گرم بر کیلوگرم)، آفتابگردان (۶۳۴/۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و سویا (۱۷۹۷/۶ میلی گرم بر کیلوگرم) می‌باشد (Tuberoso *et al*., 2007).

Ixtaina و همکاران در سال۲۰۱۱ با استفاده از HPLC[4] توکوفرول‌های روغن چیا را شناسایی و غلظت آن را حدود mg/kg ۴۲۷-۲۳۸ گزارش کردند. نتایج این پژوهش حاکی از آن بود که توکوفرول غالب در روغن چیا، گاما توکوفرول بوده که دارای بیشترین اثر آنتی‌اکسیدانی است و بیش از ۸۵٪ از کل محتوای آن‌ها را شامل می‌شود و میزان آلفا توکوفرول و دلتا توکوفرول یافت شده در روغن چیا در حدود mg/kg ۹/۹-۰/۴ متغیر بود.

استرول‌ها مهمترین ترکیبات روغن چیا بوده که مقدار آن بر حسب نوع استخراج (سوکسله، پرس و سیال فوق بحرانی CO_2) از ۴۷۹۴/۴ – ۵۵۵۴/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم متغیر می‌باشد. استرول غالب در این روغن بتاسیتوسترول

[1] Gas Chromatography
[2] Fourier Transform Infrared Spectroscopy
[3] Nuclear Magnetic Resonance
[4] High Performance Liquid Chromatography

است که در حدود ۶۱٪ از کل محتوای استرول‌ها را شامل می‌شود. دیگر استرول‌های موجود در روغن چیا کامپسترول (۱۷٪)، Δ^5–اونا استرول(۱۲٪)، استیگماسترول (۷٪) و سایر استرول‌ها (۳٪) می باشد (Dąbrowski *et al*., 2016).

Ixtaina و همکاران در سال ۲۰۱۱، با استفاده از روش اسپکتروفتومتری غلظت فسفر را اندازه گیری و میزان آن را بین ppm ۲۲۵–۴۶ گزارش کردند. همچنین نتیجه‌گیری شد که میزان فسفر و فسفولیپید در روغن خام بستگی به روش استخراج دارد.

در سال ۲۰۱۴، Seguara-Capmpos و همکاران با استفاده از روش کروماتوگرافی لایه نازک فسفولیپیدهای موجود در روغن چیا تصفیه شده را تجزیه کرده و مقدار آن را ppm ۱۱۸ گزارش کردند که کمتر از مقادیر گزارش شده در روغن‌های سویا (۹۷۵–۳۴۹ ppm)، آفتابگردان (۶۵۷–۳۴۲ ppm) و کلزا (۱۲۰/۵ ppm) توسط Yang و همکاران در سال ۲۰۰۶، بود

با توجه به اینکه دانه‌های چیا و و فراورده‌های حاصل از آن، در ایران کم‌تر شناخته شده هستند و تاکنون شواهدی مبنی بر وجود تحقیقاتی در زمینه استخراج روغن چیا و مصارف خوراکی آن در ایران وجود نداشته است، در این پژوهش سعی بر آن است تا با ارزیابی خصوصیات شیمیایی روغن استخراج شده از دانه چیا بتوانیم گامی نو در جهت توسعه صنعت غذا و روغن‌های خوراکی ضمن حفظ سلامت مصرف کننده برداریم.

مواد و روش‌ها

- تهیه و آماده سازی نمونه

سه نمونه دانه چیا محصول کشور پرو (دانه چیا سیاه–سفید)، اکوادور (دانه چیا سفید) و نیکاراگوئه (دانه چیا سیاه) از بازار خریداری شد. دانه‌های چیا توسط دستگاه آسیاب خرد و روغن هر نمونه به طور جداگانه به شیوه حلال سرد (غوطه وری) به مدت ۴۸ ساعت استخراج گردید. روغن به دست آمده در فالکون‌های مجزا در دمای یخچال نگهداری شد (Ghavami *et al*., 2008).

- آزمون‌های شیمیایی

تعیین درصد روغن دانه‌ها به روش سوکسله و با حلال n– هگزان در سه تکرار انجام شد (Ghavami *et al*., 2008). جهت تعیین ترکیب اسید چرب آماده سازی نمونه به صورت مشتق متیل استر براساس استاندارد AOAC با شماره ۹۶۹/۳۳ صورت گرفت (Ghavami *et al*., 2008) و سپس از دستگاه کروماتوگرافی گازی مدل Shimadzu 2010 Plus مجهز به آشکارساز شعله‌ای(FID) و ستون موئین ۳۰ متری (Wax) با قطر داخلی ۰/۲۵ میلی متر استفاده گردید. به‌طوری که درجه حرارت محل تزریق نمونه۲۴۰ درجه‌سانتی‌گراد، درجه حرارت ستون ۲۳۰ درجه سانتی‌گراد، درجه حرارت دتکتور ۲۴۰ درجه سانتی‌گراد، سرعت جریان گاز حامل (نیتروژن) ۱۰ میلی متر بر دقیقه و مقدار تزریق نمونه ۱ میکرولیتر بود (Ghavami *et al*., 2008).

اندیس یدی نمونه ها مستقیماً از روی درصد اسیدهای چرب به دست آمده از طریق گاز کروماتوگرافی و بوسیله فرمول ریاضی ارائه شده در استاندارد AOCS به شماره Cd 1c-85 محاسبه شد (Ghavami *et al*., 2008).

اندیس صابونی نمونه‌ها مستقیماً از روی فرمول ریاضی ارائه شده مطابق استاندارد AOCS به شماره *Cd 3a-94* محاسبه شد (Ghavami *et al*., 2008).

درصد ترکیبات غیر صابونی شونده طبق استاندارد AOAC با شماره ۹۳۳/۰۸ از طریق صابونی کردن روغن با پتاس الکلی و سپس استخراج با دی اتیل اتر برای هر نمونه در سه تکرار انجام شد (Ghavami *et al*., 2008).

جهت شناسایی ترکیبات غیر صابونی شونده، لکه‌گذاری این ترکیبات بر روی صفحه کروماتوگرافی لایه نازک (TLC) و اسپری کردن شناساگر رودامین 6G به غلظت ۰/۰۱ درصد در اتانول، انجام گرفت و اجزای آن از یکدیگر تفکیک گردید.

باندهای استرولی جداشده از روی صفحه کروماتوگرافی لایه نازک با دی اتیل اتر استخراج گردید. شناسایی استرول‌های استخراج گشته از روغن بر اساس استاندارد AOAC با شماره ۹۷۰/۵۱ با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی مدلYoung Lin 6500 مجهز به آشکار کننده شعله‌ای و ستون موئین-Equity 5(SUPELCO) به طول۳۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و دمای ستون ۳۰۵ درجه سانتی‌گراد انجام شد. به طوری که درجه حرارت محل تزریق نمونه و آشکارساز به ترتیب ۳۰۰ و ۳۱۰ درجه سانتی گراد، سرعت جریان گاز

حامل (هیدروژن) ۱/۵ میلی لیتر بر دقیقه و مقدار تزریق ۱ میکرولیتر بود (Ghavami *et al*., 2008).

شناسایی و تعیین مقدار توکوفرول‌های روغن مطابق استاندارد AOCS با شماره C_e 8-89 به وسیله کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) مدل Young Lin Acme 9000 مجهز به ستون RStech Hector-M Silica به طول ۱۵۰mm با قطر داخلی ۴/۶ mm که با ذراتی به ابعاد ۰/۵ µm پر شده، آشکار ساز فلورسانس مدل Jasco FP-4025، فاز متحرک ایزوپروپانول در هگزان (۵: ۵/۹۹ حجمی: حجمی) و سرعت جریان ۵ میلی‌لیتر بر دقیقه انجام شد (Ghavami *et al*., 2008).

مقدار فسفر بر اساس استاندارد IUPAC با شماره IID.16,20 از طریق خاکستر کردن روغن، تهیه خاکستر محلول در اسید، تعیین میزان جذب به وسیله دستگاه اسپکتروفوتومتر مرئی–فرابنفش مدل Cary (UV-Vis) 100 در طول موج ۷۲۰ نانومتر و مقایسه با نمونه‌های استاندارد اندازه گیری شد (Paquot, 1970).

در این آزمایشات از مواد شیمیایی ساخت شرکت مرک[1] آلمان و دارای درجه خلوص بالا و مخصوص آزمون‌های تجزیه‌ای[2] استفاده گردید.

– – تجزیه و تحلیل آماری

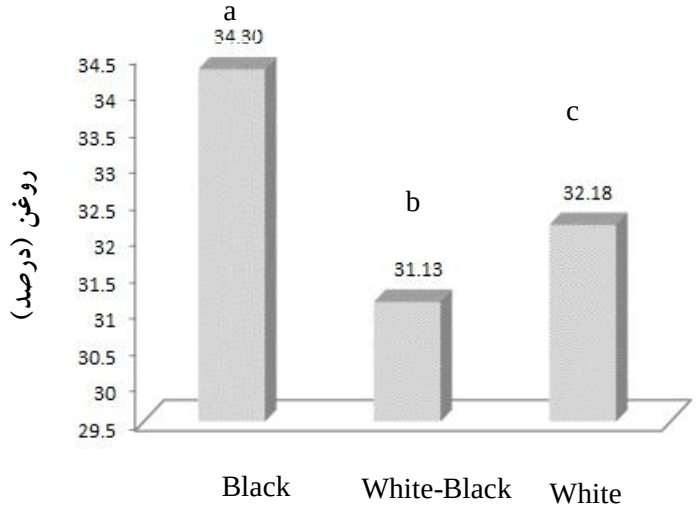
در این پژوهش، آزمایشات در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. میانگین داده‌ها به کمک روش مقایسه میانگین چند دامنه‌ای دانکن انجام شد. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین به کمک نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۲۴ صورت گرفت.

یافته‌ها

با توجه به نمودار ۱، نمونه‌ها حاوی ۳۴/۳۰ – ۳۱/۱۳ درصد روغن هستند. نتایج آزمون دانکن نشان داد که بین نمونه‌ها از نظر درصد روغن اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد ($P < ۰/۰۵$) و بیشترین میزان روغن مربوط به واریته Black با میانگین ۳۴/۳۰ درصد و کمترین میزان روغن مربوط به واریته white-Black با میانگین ۳۱/۱۳ درصد می‌باشد.

مقادیر و ترکیب اسیدهای چرب روغن نمونه‌های مختلف دانه چیا در جدول ۱ نشان داده شده است. اسید آلفا–لینولنیک، اسیدچرب اصلی روغن چیا است که بیش از ۶۰ درصد از اسیدهای چرب آن را تشکیل می‌دهد و بعد از آن اسید لینولئیک قرار دارد.

اندیس یدی، میزان غیر اشباعیت یک روغن را مشخص می‌کند و نمودار ۲ اندیس یدی روغن واریته‌های مختلف دانه چیا را نشان می‌دهد. بیشترین عدد یدی مربوط به واریته White-Black با مقدار ۲۱۰/۲۴ و کمترین آن متعلق به واریته White با مقدار ۲۰۳/۳۸ می‌باشد.



نمودار ۱– میزان روغن واریته‌های مختلف دانه چیا

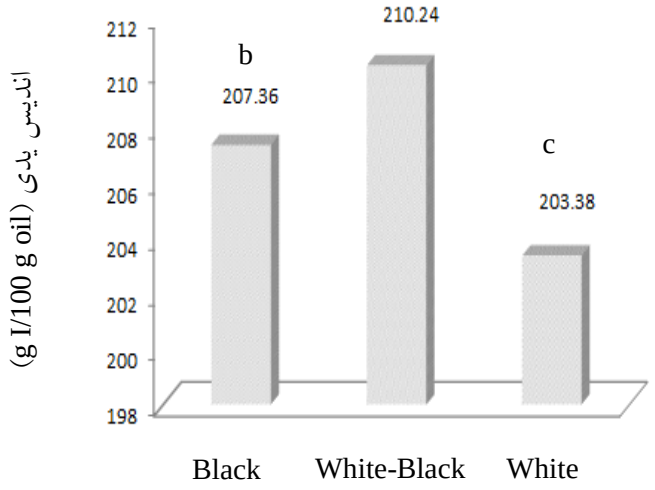
حروف متفاوت نشاندهنده اختلاف آماری معنی دار می باشد ($P<0.05$)

[1] Merck

[2] Analytical Grade

جدول ۱- ترکیب اسیدهای چرب روغن واریته‌های مختلف دانه چیا (درصد)

Sample/Fatty Acid	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	$\frac{\omega_6}{\omega_3}$
White-black	۶/۸۷	۲/۲۹	۴/۸۸	۱۸/۸۰	۶۶/۳۲	۰/۲۸
White	۷/۰۲	۳/۵۷	۷/۳۰	۱۷/۸۸	۶۳/۵۱	۰/۲۸
Black	۶/۸۸	۳/۰۲	۶/۸۲	۱۶/۴۰	۶۶/۱۷	۰/۲۴



نمودار ۲- اندیس یدی واریته‌های مختلف دانه چیا

حروف متفاوت نشاندهنده اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشد (P<0.05)

نمودار ۳ اندیس صابونی روغن واریته‌های مختلف دانه چیا را نشان می‌دهد که بیشترین اندیس صابونی مربوط به White-Black با مقدار ۱۹۴/۸۰ و کمترین آن متعلق به واریته White با مقدار ۱۹۴/۵۰می‌باشد.

نمودار ۴ میزان ترکیبات غیر صابونی شونده را بر حسب گرم در ۱۰۰ گرم روغن نمونه‌های مورد آزمایش نشان می‌دهد. با توجه به آزمون دانکن، بین درصد ترکیبات غیر صابونی شونده تمامی واریته‌ها، اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد (P <۰/۰۵) که بیشترین میزان درصد مواد غیر صابونی شونده مربوط به روغن واریته White-Black با میانگین ۱/۷۵٪ و کمترین آن متعلق به واریته White می‌باشد.

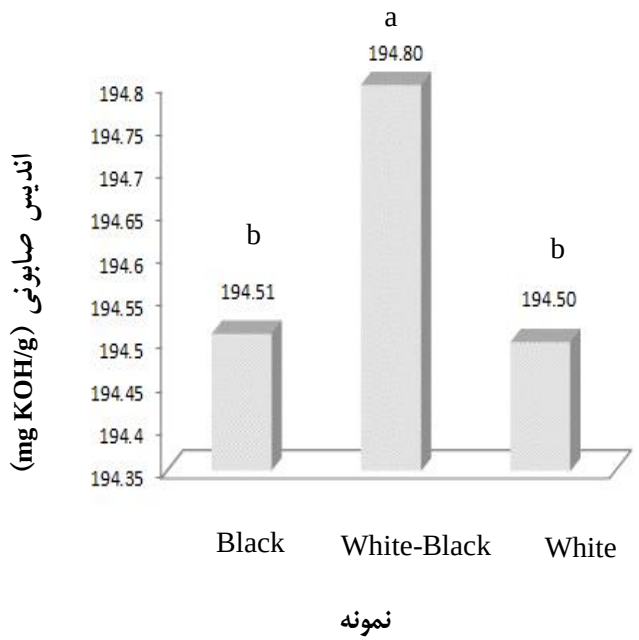
شناسایی اجزا تشکیل دهنده ترکیبات غیر صابونی شونده توسط کروماتوگرافی لایه نازک و بر اساس قطبیت این ترکیبات انجام گرفت. سیلیکاژل که به عنوان فاز ثابت در این نوع کروماتوگرافی به کار می‌رود قطبی و فاز متحرک (دی اتیل اتر: هگزان به نسبت یک به چهار) غیر قطبی است. بدین ترتیب حلال ترکیبات غیر قطبی را با خود به سمت بالای صفحه برده و ترکیبات قطبی‌تر در پایین صفحه باقی می‌مانند. شکل۱ باندهای ایجاد شده یکی از واریته‌های چیا را روی صفحه TLC نشان می دهد.

جدول ۲ ترکیب و درصد استرولی روغن واریته White-Black را نشان می‌دهد.

در روغن چیا هر سه نوع توکوفرول آلفا، گاما و دلتا وجود دارد و مهم‌ترین و بیشترین توکوفرول در این روغن گاما توکوفرول است و بعد از آن دلتا توکوفرول و سپس آلفا توکوفرول به مقدار ناچیز می‌باشد. نمودار ۵ ترکیب و مقدار توکوفرول‌ها را در روغن واریته White-Black نشان می‌دهد.

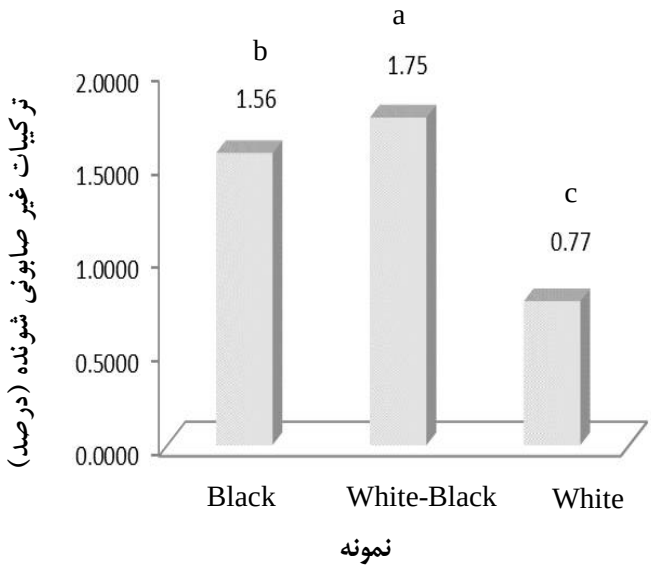
نمودار ۶ مقدار فسفر و فسفولیپید را در واریته‌های مختلف دانه چیا نشان می‌دهد. با توجه به آزمون دانکن انجام شده، بین واریته‌ها از نظر میزان فسفر و فسفولیپید

اختلاف آماری معنی داری وجود دارد (P<۰/۰۵). از بین نمونه‌ها بیشترین میزان فسفر و فسفولیپید مربوط به واریته White به میزان به ترتیب ۴۰۷ mg/kg و ۱۲۲۱۰و کمترین میزان آن متعلق به واریته White-Black به میزان به ترتیب ۳۹۶ mg/kg و ۱۱۸۸۰ mg/kg می‌باشد.



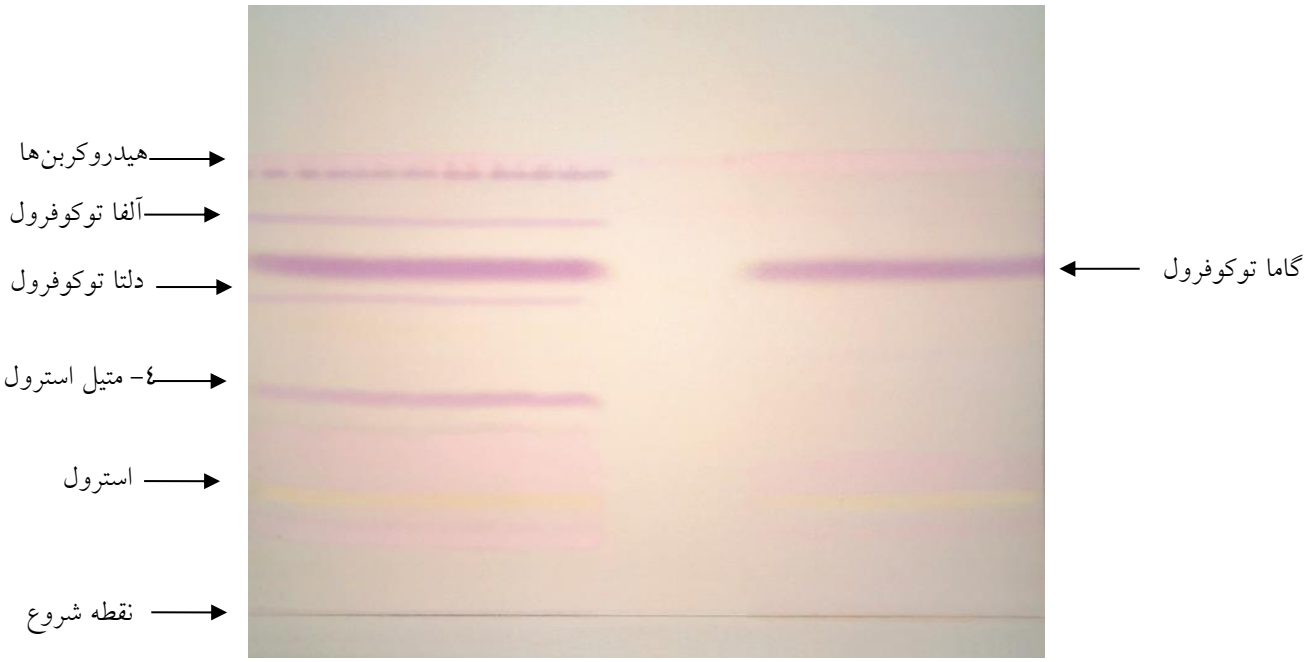
نمودار ۳- اندیس صابونی واریته‌های مختلف دانه چیا

حروف متفاوت نشاندهنده اختلاف آماری معنی دار می باشد (P<0.05)



نمودار ٤- میزان ترکیبات غیرصابونی شونده نمونه‌های مختلف روغن دانه چیا

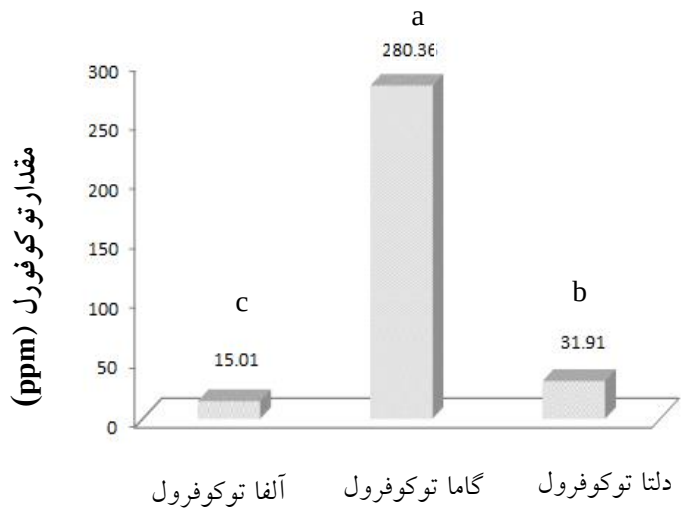
حروف متفاوت نشاندهنده اختلاف آماری معنی دار می باشد (P<0.05)



شکل ۱- باندهای ایجاد شده بر روی صفحه TLC در روغن چیا، واریته White

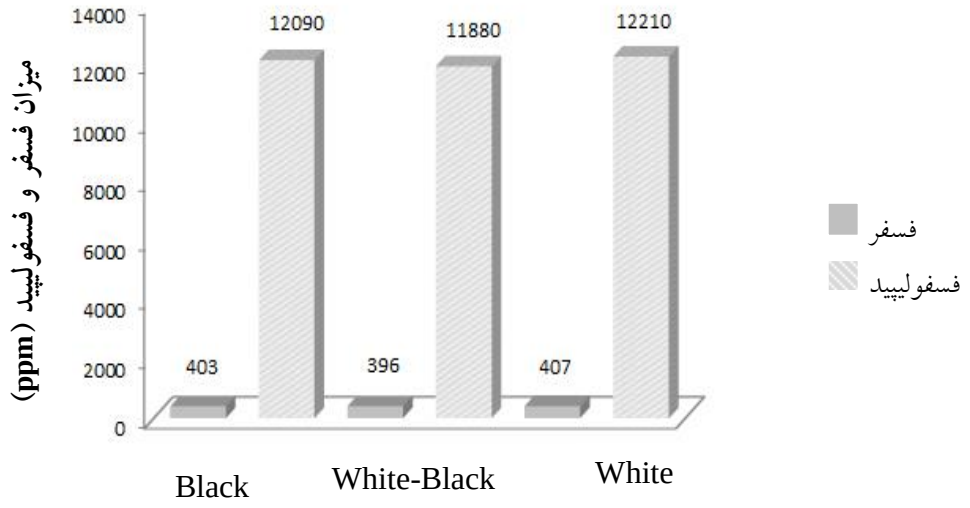
جدول ۲- ترکیب و درصد استرولی روغن چیا، واریته White-Black

نوع استرول	درصد
کلسترول	۰/۰۴
کامپسترول	۱۴/۰۹
استیگما استرول	۴/۶۴
بتا سیتوسترول	۶۶/۸۰
Δ^5-آونا استرول	۱۱/۶۶
سایر استرول‌ها	۲/۷۷
استرول تام	–



نمودار ۵- نوع و میزان توکوفرول های روغن چیا، واریته White-Black

حروف متفاوت نشاندهنده اختلاف آماری معنی دار می باشد ($P<0.05$)



نمودار ٦- غلظت فسفر و فسفولیپید روغن واریته‌های مختلف دانه چیا

بحث

با توجه به نتایج بدست آمده در نمودار ۱، میزان روغن دانه‌ها بین ۳۴/۳۰-۳۱/۱۳ درصد می‌باشد. در این رابطه Marineli و همکاران در سال ۲۰۱۴، دانه چیا شیلی را مورد ارزیابی قرار دادند و مقدار روغن آن را ۳۰/۲۲٪ گزارش کردند که کمتر از مقادیر گزارش شده در این پژوهش می‌باشد (Marineli *et al*., 2014). میزان روغن به واریته‌های گیاهی، موقعیت مکان، حاصلخیزی خاک، روش آسیاب کردن دانه، کهنه یا تازه بودن دانه‌ها، روش استخراج روغن و نوع حلال بستگی دارد (Timilsena *et al*., 2017). به عنوان مثال در تحقیقی که محققین در سال ۲۰۱۱ انجام دادند، میزان روغن استخراج شده از دانه چیا را به دو روش پرس و سوکسله بررسی کردند و مقدار آن را بر حسب نوع روش استخراج بین ۳۳/۶-۲۰/۳ درصد گزارش کردند. آن‌ها دریافتند که راندمان استخراج روغن به روش سوکسله ۳۰٪ بیشتر از روش پرس می‌باشد (Ixtaina *et al*., 2011). در پژوهشی دیگر در سال ۲۰۱۱، مطالعاتی در زمینه تأثیر محل رشد چیا بر روی محتوای محتوای پروتئینی و روغنی و ترکیب اسیدهای چرب روغن انجام شد. در این پژوهش Ayerza و Coates دانه‌های چیا سه ناحیه با شرایط آب و هوایی (دما، ارتفاع، نوع آبیاری و میزان بارش سالانه) متفاوت را مورد بررسی قرار دادند و میزان روغن را در نواحی مختلف بین ۳۳/۵- ۲۹/۹۸ درصد گزارش کردند که تا حدودی با نتایج حاصل در این پژوهش مطابقت دارد. همچنین نتایج نشان داد که محل رشد بذر بر روی محتوای پروتئینی و روغنی آن تأثیر دارد. بدین صورت که با افزایش ارتفاع و کاهش دما محتوای پروتئینی و میزان اشباعیت روغن کاهش می‌یابد (Ayerza & Coates, 2011). از آنجا که در این تحقیق روش آسیاب کردن دانه، روش استخراج روغن و نوع حلال در تمامی واریته‌های مورد بررسی یکسان بوده است لذا این سه عامل دلیل اختلاف درصد روغن نمونه‌های مورد بررسی نمی‌باشد و می‌توان این اختلاف را به شرایط محیطی و محل کشت بذر نسبت داد. در میان عوامل محیطی دما مهم ترین عامل در کیفیت روغن محسوب می‌شود که تا حدود زیادی می تواند در تعیین نوع اسیدهای چرب روغن مؤثر باشد (Velasco & Fernandez-Martinez, 2002).

با توجه به جدول۱ به طور میانگین ترکیب اسیدهای چرب روغن نمونه‌ها را ۹/۹٪ اسیدهای چرب اشباع، ۶/۳۹٪ اسیدهای چرب تک غیر اشباع و ۸۲/۹۷٪ اسیدهای چرب چند غیر اشباع تشکیل داده است. در این رابطه Marineli و همکاران در سال ۲۰۱۴، درصد ترکیب اسیدهای چرب روغن چیا شیلی را حدود ۸۱/۵۹٪ اسیدهای چرب چند غیر اشباع که عمده ترین آن‌ها اسید آلفا-لینولنیک (۶۲/۸٪) و بعد از آن اسید لینولئیک (۱۸/۲۳٪) است، ۱۱/۱۲٪ اسیدهای چرب اشباع و ۷/۲۹٪ اسیدهای چرب تک غیر اشباع که عمده ترین آن‌ها اسید اولئیک (۷/۰۳٪) اسید است گزارش کردند که با

نتایج به دست آمده در این پژوهش مطابقت می‌کند. با این تفاوت که میزان اسید آلفا–لینولنیک نمونه‌های مورد بررسی در این تحقیق کمی بالاتر است (Marineli *et al*., 2014).

مقدار اسیدهای چرب اشباع نشده (اسید آلفا لینولنیک و اسید لینوئیک) تحت تأثیر عوامل محیطی در طول رشد بذر قرار دارد. به گونه‌ای که با افزایش دمای محیط در مراحل اولیه رشد بذر تا زمان رسیدگی دانه‌ها، میزان آلفا–لینولنیک اسید ۲۳٪ کاهش یافته و به موجب آن لینولئیک اسید و محتوای لگنین زیاد می‌شود. در این رابطه Peiretti و Gai در سال ۲۰۰۹ ترکیب اسیدهای چرب دانه چیا ایتالیا را در پنج مرحله رویش گیاه مورد ارزیابی قرار دادند و مشاهده کردند که با افزایش دما میزان اسید آلفا–لینولنیک و اسید لینولئیک به ترتیب در مرحله رویش اولیه گیاه ۶۴/۹ و ۱۰/۳، در مرحله رشد ثانویه ۶۰/۹ و ۱۰، در مرحله رشد نهایی ۵۶/۵ و ۱۱/۸، در مرحله جوانه زنی ۵۰/۴ و ۱۲/۲ و در مرحله شکوفه کردن ۴۹/۹ و ۱۲/۴ درصد می‌باشد.همچنین محققین در این پژوهش ترکیب اسیدهای چرب روغن چیا را به ترتیب فراوانی اسید آلفا–لینولنیک (۶۴/۱٪)، اسید لینولئیک (۱۸/۸٪)، اسید پالمتیک (۷/۱٪)، اسید اولئیک (۶٪) و اسید استئاریک (۳/۳٪) گزارش کردند که با نتایج دیگر پژوهش‌ها و نتایج بدست آمده در این پژوهش مطابقت دارد (Peiretti & Gai, 2009).

ترکیبات غیر صابونی شونده روغن‌ها شامل استرول‌ها، ۴–متیل استرول‌ها، الکل‌های ترپنیک، توکوفرول‌ها و هیدروکربن‌ها می‌باشد. با توجه به نمودار ۴، درصد ترکیبات غیر صابونی شونده بین ۱/۷۵–۰/۷۷٪ متغیر است. آزمون دانکن انجام شده بر روی نمونه‌ها نشان می‌دهد که بین درصد ترکیبات غیر صابونی شونده تمامی واریته‌ها، اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد ($P < ۰/۰۵$). بیشترین میزان درصد مواد غیر صابونی شونده مربوط به روغن واریته White-Black کمترین آن متعلق به واریته White می‌باشد. از آن‌جا که این ترکیبات حاوی ترکیبات محافظ روغن چون استرول‌ها و توکوفرول‌ها می‌باشند لذا حضور آن‌ها در روغن باعث ارزش تغذیه‌ای آن می‌شود. از این رو واریته White-Black نسبت به دیگر واریته‌ها برتری دارد.

در بین استرول‌های موجود در روغن چیا، بتاسیتواسترول بیشترین مقدار را به خود اختصاص می‌دهد و بعد از آن به ترتیب کامپسترول و Δ^5–اونااسترول می‌باشند. در این رابطه Dąbrowski و همکاران در سال ۲۰۱۶، تأثیر روش‌های استخراج با سوکسله (حلال هگزان و استن)، پرس (سرد و گرم) و سیال فوق بحرانی($70^{\circ}C$ و$90^{\circ}C$) را بر ترکیبات و پایداری اکسیداتیو روغن دانه چیا بررسی کردند و فیتواسترول-های اصلی روغن چیا را بتاسیتوسترول، کامپسترول، Δ^5–اونا استرول و استیگماسترول گزارش کردند که با نتایج بدست آمده در این پژوهش مطابقت می‌کند. طبق نتایج آن‌ها نوع روش استخراج بر غلظت ترکیبات تأثیر دارد.

در رابطه با توکوفرول‌ها، Ixtaina و همکاران در سال ۲۰۱۱ با استفاده از سیستم کروماتوگرافی با کارایی بالا میزان توکوفرول‌ها را در روغن چیا mg/kg ۴۲۷–۲۳۸ گزارش کردند. همچنین Ciftci و همکاران در سال ۲۰۱۲، با استفاده از سیستم HPLC مجهز به دتکتور فلئورسنس میزان آلفاتوکوفرول، گاماتوکوفرول و دلتاتوکوفرول‌های روغن چیا را به ترتیب ۸ ، ۴۲۲ و ۱۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم بدست آوردند. که با توجه به نمودار ۵ مشاهده می‌شود مقدار برازش شده مجموع توکوفرول‌ها در این پژوهش با نتایج مطالعات محققین در سال ۲۰۱۱، مطابقت دارد اما میزان آلفا، گاما و دلتا توکوفرول‌ها در این پژوهش کمی متفاوت از نتایج مطالعات محققین در سال ۲۰۱۲ است. این امر می‌تواند ناشی از تفاوت در واریته نمونه ها باشد.

غلظت فسفر موجود در نمونه‌های روغن شاخصی جهت تعیین غلظت فسفولیپیدها می‌باشد. در این رابطه Ixtaina و همکاران در سال ۲۰۱۱، تأثیر روش‌های استخراج (سوکسله و پرس) را بر میزان ترکیبات روغن چیا بررسی و غلظت فسفر موجود در آن را برحسب نوع روش استخراج ppm ۲۲۵–۴۶ گزارش کردند که با توجه به نمودار ۶ کمتر از مقادیرگزارش شده در این پژوهش می‌باشد. علت این امر را می‌توان در متفاوت بودن نوع روش استخراج روغن در این پژوهش (حلال سرد) دانست. وجود فسفولیپیدها یا همان فسفاتیدها در روغن، به علت دارا بودن بخش آبدوست و چربی دوست باعث پایداری آب در روغن می‌شود. همچنین به علت اینکه دارای گروه های آمینی می‌باشند در حرارت بالای فرایند در واکنشی شبیه میلارد شرکت کرده و باعث تیرگی محصول و بوی نامطلوب می‌شوند (Eshratabadi *et al*., 2007). از این رو بخش عمده فسفولیپیدها در هنگام فرایند تصفیه روغن و در مرحله صمغ گیری حذف می‌شوند. در این رابطه Seguara-Capmpos و همکاران در سال ۲۰۱۴، با استفاده از روش کروماتوگرافی لایه نازک فسفولیپیدهای موجود در روغن چیا

تصفیه شده را تجزیه و تحلیل کرده و مقدار آن را ۱۱۸ ppm گزارش کردند که کمتر از مقادیر گزارش شده در روغن‌های سویا (۹۷۵–۳۴۹ ppm)، آفتابگردان (۶۵۷–۳۴۲ ppm) و کلزا (۱۲۰٫۵ ppm) توسط Yang و همکاران در سال ۲۰۰۶، بود (Seguara-Capmpos *et al*., 2014).

نتیجه گیری

حضور مقادیر بالای اسید آلفا–لینولنیک (امگا۳–) در روغن چیا که از اسیدهای چرب ضروری به شمار آمده و بدن قادر به تولید آن‌ها به میزان کافی نمی‌باشد، می‌تواند ریسک ابتلا به بیماری‌های قلبی–عروقی، فشار خون بالا و بیماری‌های التهابی را کاهش دهد و نقش مؤثری در سلامت انسان ایفا کند. با این حال این روغن حساس به فساد اکسیداتیو بوده که در جهت بهینه سازی پایداری آن بایستی اقداماتی صورت گیرد. با توجه به این موارد می‌توان از این روغن به عنوان مکمل‌های غذایی در صنعت غذا و حتی صنایع دارویی استفاده نمود. در این پژوهش سه نمونه دانه چیا مورد بررسی قرار گرفت. بهترین واریته از لحاظ درصد روغن واریته Black و از لحاظ کیفیت روغن به علت دارا بودن بیشترین درصد ترکیبات غیرصابونی شونده (توکوفرول و استرول‌ها) واریته White-Black شناسایی شد. همچنین واریته White دارای بیشترین میزان فسفولیپیدها بود.

منابع

Ayerza, R. & Coates, W. (2011). Protein content, oil content and fatty acid profiles as potential criteria to determine the origin of commercially grown chia (Salvia hispanica L.). Industrial Crops and Products, (34), 1366– 1371

Bushway, A., Belyea, P. R. & Bushway, R. J. (1981). Chia Seed as a Source of Oil, Polysaccharide, and Protein. Journal of Food Science, (46), 1349-1350.

Ciftci, O. N., Przybylski, R. & Rudzińska, M. (2012). Lipid components of flax, perilla, and chia seeds. European Journal of Lipid Science and Technology, 114, 794–800.

Dąbrowski, G., Konopka1, I., Czaplicki, S. & Tańska, M. (2016). Composition and oxidative stability of oil from Salvia hispanica L. seeds in relation to extraction method. European Journal of Lipid Science and Technology, 1-26.

Eshratabadi, P., Fatemi, H. & Ghavami, M. (2007). Synergistic effect of soybean phospholipid in oils and fats. Journal of Food Technology & Nutrition, 4, (4). [In Persion]

Ghavami, M., Gharachorlo, M. & Ghiassi Tarzi, B. (2008). Laboratory Techniques Oils & Fats. Islamic Azad University Press, Research and Science Branch, Tehran [In Persion]

Ixtaina, V. Y., Martínez, M. L., Spotorno, V., Mateo, C. M., Maestri, D. M., Diehl, B. W. K., Nolasco, S.M. & Toma´s, M. C. (2011). Characterization of chia seed oils obtained by pressing and solvent extraction. Journal of Food Composition and Analysis, 24(2), 166–174.

Jnawali, P., Kumar, V. & Tanwar, B. (2016). CELIAC DISEASE: Overview and considerations for development of gluten-free food. Food Technology and Nutrition, School of Agriculture, Lovely Professional University, Phagwara, Punjab-144411, India. 1-33.

Marineli, R., Aguiar Moraes, É., Alves Lenquiste, S., Teixeira Godoy, A., Nogueira Eberlin, M. & Roberto Maróstica Jr, M. (2014). Chemical characterization and antioxidant potential of Chilean chia seeds and oil (Salvia hispanica L.). LWT - Food Science and Technology, 1-7.

Martínez-Cruz, O. & Paredes-López, O. (2014). Phytochemical profile and nutraceutical potential of chia seeds (Salvia hispanica L.) by ultrahigh performance liquid chromatography. Journal of Chromatography A, (1346), 43–48.

Paquot, C. (1970). International Union of Pure and Applied Chemistrt, Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives, 6th edn., Pergamon Press, U.K.

Peiretti, P. G. & Gai, F. (2009) "Fatty acid and nutritive quality of chia (Salvia hispanica L.) seeds and plant during growth," Animal Feed Science and Technology, 148(2–4), 267– 275.

Segura-Campos, M. R., Ciau-Solís, N., Rosado-Rubio, G., Chel-Guerrero, L. & Betancur-Ancona, D. (2014). Physicochemical characterization of chia (Salvia hispanica) seed oil from Yucatán, México. Agricultural Sciences, 5 (3), 220-226.

Timilsenaa, Y. P., Vongsvivut, J., Adhikaria, R. & Adhikari, B. (2017). Physicochemical and thermal characteristics of Australian chia seed oil. Food Chemistry, (228), 394–402.

Tuberoso, C., Kowalczyk, A., Sarritzu, E. & Cabras, P. (2007). Determination of antioxidant compounds and antioxidant activity in commercial oilseeds for food use. Food Chemistry, 103, 1494–1501.

Velasco, L. & Fernandez-Martinez, J. M. (2002). Breeding oilseed crops for improved oil quality. Journal of Crop Production, 5 (1–2), 309–344.

Yang, B., Wang, Y. & Yang, J. (2006). Optimization of enzymatic degumming process for rapeseed oil. Journal of the American Oil Chemists' Society, 83, 653-658.

Chemical Evaluation of Oil Extracted from Chia Seed (*Salvia hispanica L.*)

Y. Imani Motlagh[a], M. Gharachorloo[b*]

[a] M. Sc. Student of Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

[b] Associate Professor of the Department of Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Received: 19 December 2018 Accepted: 14 January 2019

Abstract

Introduction: Oils and fats play important roles in human nutrition. Due to its special and important compounds, chia oil might be employed in food and pharmaceutical industries. The aim of this investigation was to evaluate the chemical properties of the oil extracted from chia seed.

Materials and Methods: Three different varieties of chia seeds were obtained from local market and subjected to cold solvent extraction. The extracted oils were subjected to a series of chemical tests consisting of the determination of fatty acids composition, iodine and saponification values, identification and quantification of fractions present in the nonsaponifiable matter and measurement of phosphorus and phospholipid concentration.

Results: The results indicated that the seeds contained approximately 31-34% oil. Linolenic acid was the predominant fatty acid present (66%) followed by linoleic, palmitic, oleic and stearic acids in respective decreasing order. Beta-sitosterol and gama-tochopherol were the predominant sterol and tochopherol present.

Conclusion: Chia seed has become increasingly important for human health and nutrition because of its high content of α-linolenic acid. Although the oil might be susceptible to oxidative rancidity due to high content to linolenic acid, however it might be employed in food and pharmaceutical industries

Keywords: *Chia Seed, Fatty Acid Composition, Nonsaponifiable Matter, Oil, Phospholipid.*

* Corresponding Author: m_gharachorlo@srbiau.ac.ir