Archive of SID

تاثیر فرآیند سرخ کردن عمیق بر ترکیب اسیدهای چرب و استرول‌های تشکیل دهنده روغن هسته انگور

سحر غلام سقائی[a]، زهرا پیراوی ونک[b] *

[a] *دانش آموخته کارشناسی‌ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران*
[b] *دانشیار پژوهشکده صنایع غذایی و فرآورده های کشاورزی، پژوهشگاه استاندارد، کرج، ایران*

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۰۲/۳۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۰۱/۲۴

چکیده

مقدمه: روغن هسته انگور از ویژگی های ظاهری، ارزش تغذیه‌ای و ترکیبات سلامت بخش مناسبی برخوردار است و از این رو در سالیان اخیر مصرف آن در رژیم غذایی گسترش یافته است. یکی از کاربردهای متداول روغن های گیاهی، سرخ کردن مواد غذایی است که معمولا چندین بار مورد استفاده قرار می‌گیرند. استفاده طولانی مدت از روغن منجر به کاهش مقبولیت و ارزش تغذیه‌ای محصولات سرخ شده می‌شود که این امر ناشی از اثرات تخریبی واکنش‌های اکسیداتیو (کاهش اسیدهای چرب غیر اشباع)، هیدرولیتیک و حرارتی ایجاد شده در روغن است. بنابراین کنترل دقیق و بررسی تغییرات روغن‌های مختلف در طی فرایند سرخ کردن امری ضروری به نظر می‌رسد.

مواد و روش: در این بررسی تاثیر فرایند سرخ کردن عمیق در دمای ۱۸۰ درجه سلسیوس (به مدت زمان ۲۴ و ۴۸ ساعت) بر روی ویژگی‌های روغن هسته انگور ارزیابی شد. بعد از انجام فرایند سرخ کردن عمیق، نمونه‌ها با استفاده از تکنیک کروماتوگرافی از نظر تغییرات ایجاد شده در ترکیب اسیدهای چرب و فیتواسترول‌ها مورد بررسی قرار گرفتند.

یافته‌ها: بر اساس نتایج بدست آمده، بیشترین اسید چرب موجود، اسید لینولئیک بود و افزایش زمان سرخ کردن باعث کاهش اسیدهای چرب غیراشباع ضروری مانند اسید لینولئیک به علت اکسید شدن و متعاقب آن افزایش نسبت اسیدهای چرب اشباع شد. بررسی فیتواسترول‌ها نشان داد، بالاترین میزان فیتواسترول مربوط به بتاسیتوسترول بوده است و فرایند سرخ کردن عمیق تغییری بر ترکیب فیتواسترول‌های روغن هسته انگور ایجاد نکرد.

نتیجه گیری: با توجه به مقادیر بالای اسید چرب لینولئیک و بتا اسیتواسترول در روغن هسته انگور می‌توان بیان کرد که این روغن دارای ارزش تغذیه‌ای بالایی است اما با توجه به تغییرات اسیدهای چرب این روغن در حین سرخ کردن عمیق به نظر می‌رسد روغن مناسبی برای سرخ کردن نمی‌باشد.

واژه‌های کلیدی: *اسید چرب، روغن هسته انگور، فیتواسترول، کروماتوگرافی گازی*

* نویسنده مسئول مکاتبات email: zpiravi@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

بر اساس آمار سازمان جهانی بهداشت در مورد بیماری‌های غیرواگیردار، بیماری‌های قلبی عروقی اولین عامل مرگ و میر در سراسر دنیا محسوب می‌شوند. طبق آمار WHO میزان مرگ و میر ناشی از بیماری‌های قلبی عروقی در سال ۲۰۱۲ حدود ۱۷/۵ میلیون نفر بوده و تخمین زده می‌شود که در سال ۲۰۲۰ تا ۲۳/۳ میلیون نفر افزایش یابد (WHO, 2015). رژیم‌های غذایی ناسالم به ویژه آن‌هایی که دارای مقادیر بالایی اسیدهای چرب اشباع و اسیدهای چرب ترانس هستند یکی از مهمترین عوامل ایجاد بیماری‌های قلبی عروقی محسوب می‌شوند. افزایش مصرف اسیدهای چرب اشباع موجب افزایش بیش از حد مصرف کالری و بروز چاقی که یکی از پیش زمینه‌های بیماری‌های قلبی عروقی است، می‌گردد. اسیدهای چرب ترانس هم تولید کلسترول بیشتر را در بدن تحریک می‌کنند و افزایش کلسترول هم باعث ایجاد بیماری‌های قلبی و عروقی می‌گردند (Ascherio and Willett, 1997). بنابراین حذف مصرف اسیدهای چرب ترانس و کاهش مصرف چربی‌های اشباع و جایگزینی آن با چربی‌های مفید و غیر اشباع در رژیم غذایی می‌تواند تا حد زیادی از بروز بیماری‌های قلبی عروقی جلوگیری نماید.

با وجود مباحث زیادی که در مورد زیان‌بار بودن مواد غذایی سرخ شده و خطرات آن برای سلامتی به عمل آمده است، مواد غذایی سرخ شده هنوز هم از جمله محبوب‌ترین مواد غذایی نزد مشتریان در سرتاسر دنیا محسوب می‌شوند. اما روغن‌های سرخ کردنی معمولا چندین بار مورد استفاده قرار می‌گیرند. استفاده طولانی مدت از روغن منجر به کاهش مقبولیت و ارزش تغذیه‌ای محصولات سرخ شده می‌شود که این امر ناشی از اثرات تخریبی واکنش‌های اکسیداتیو، هیدرولیتیک و حرارتی ایجاد شده در روغن است (Gupta *et al*., 2004). در دماهای سرخ کردن ترکیبات مختلفی در روغن تشکیل می‌شوند که نه تنها باعث افت ارزش تغذیه آن می‌شوند بلکه ممکن است دارای اثرات زیان‌بار بر روی سلامت مصرف کننده نیز باشند. بنابراین کنترل دقیق و بررسی تغییرات روغن‌های مختلف در طی فرایند سرخ کردن امری ضروری به نظر می‌رسد.

روغن هسته انگور از ضایعات کارخانجات تولید آب انگور تهیه می‌شود بنابراین تولید روغن از دانه‌های انگور برای کارخانجات مربوطه یک ارزش افزوده محسوب می‌شود. همچنین این امر به کاهش تولید پساب‌های این کارخانجات هم کمک می‌کند (Lutterodt *et al*., 2011). روغن هسته انگور با کیفیت، دارای رنگی روشن و طعم و بوی میوه‌ای، نقطه دود بالا (۲۱۶ درجه سانتی گراد)، هضم‌پذیری بالا می‌باشد (Pardo *et al*., 2009). روغن هسته انگور دارای مقادیر بالایی اسیدهای چرب چند غیر اشباعی بوده که مهمترین آنها اسید لینولئیک (C18:2) است. اسید لینولئیک از نظر سنتز پروستاگلاندین و تاثیر آن بر روی تجمع پلاکت‌ها و فرایندهای التهابی دارای اهمیت است (Shinagawa *et al*., 2015; Demirtas *et al*., 2013). از ویژگی‌های دیگر روغن هسته انگور وجود توکوفرول‌ها و مقادیر کم کلسترول است که برای جلوگیری از بیماری‌های قلبی و عروقی مهم است. ترکیبات شیمیایی دیگری هم در روغن هسته انگور وجود دارند که دارای اهمیت زیستی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی هستند. از میان آنها می‌توان به فیتواسترول‌ها، توکوتری انول‌ها، فلاونوئیدها، اسیدهای فنولیک و کاروتنوئیدها اشاره کرد. استرول‌ها از اجزای کم مقدار ولی مهم در روغن‌ها و چربی‌ها هستند. این ترکیبات از نظر زیستی فعال بوده و بر روی پایداری و عملکرد یک روغن در دماهای بالا تاثیر می‌گذارند. فیتواسترول‌های موجود در روغن‌های گیاهی دارای اثرات سلامتی بخشی در رژیم غذایی انسان هستند. استرول‌های دارای گروه اتیلیدن[1] در زنجیره جانبی در به تاخیر انداختن پلیمریزاسیون در دماهای سرخ کردن عمیق مهم هستند. در دماهای بالا و حضور اکسیژن محصولات اکسیداسیون از استرول‌ها تولید شده و باعث افزایش نرخ اکسیداسیون چربی‌ها می‌شوند. محصولات عمده اکسیداسیون فیتواسترول‌های مهم شامل بتاسیتواسترول و استیگما استرول شامل هیدروکربن‌ها، ترکیبات اپوکسی، دی ال‌ها و غیره می‌باشند (Boskou, 1998). فیتواسترول‌ها ۲/۵۸ تا ۱۱/۲۵ میلی‌گرم از هر گرم روغن هسته انگور را تشکیل می‌دهند (Rubio *et al*., 2009; Pardo *et al*., 2009). بتا اسیتواسترول مهمترین استرول موجود در روغن هسته

[1] Ethylidene

www.SID.ir

Archive of SID

انگور است و مقدار آن در این روغن حدود ۶۷ تا ۷۰٪ می‌باشد. استرول‌های گیاهی بر روی جذب کلسترول‌های رژیمی و داخلی بدن تاثیر می‌گذارند همچنین از رشد تومورها جلوگیری کرده و خطر سرطان روده بزرگ را کاهش می‌دهند (Boskou, 1998). با وجود این تاثیرات مهم در بدن، در صورت اکسید شدن این ترکیبات ممکن است اثرات زیان باری در سلامتی به وجود آورند.

Tekin و همکاران (۲۰۰۹) تغییرات فیزیکوشیمیایی را در طی سرخ کردن بعضی از روغن‌های نباتی از جمله روغن هسته انگور مورد بررسی قرار دادند. این محققان در فواصل ۵ ساعته در طی ۵ روز روغن ها را تا ۱۷۵ درجه سانتی گراد حرارت دادند و در فواصل ذکر شده، نمونه برداری انجام شد. بالاترین میزان اسیدیته آزاد، دی ان‌های کنژوگه، مواد قطبی کل و ویسکوزیته مربوط به روغن هسته انگور بود. آنها اعلام کردند که روغن هسته انگور در طی ساعات اولیه فرایند بسیار ویسکوز می‌شود و بنابراین برای سرخ کردن مناسب نمی‌باشد. در تحقیق دیگری، Lutterodt و همکاران (۲۰۱۱) بررسی بر روی ترکیب اسیدهای چرب و سایر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی روغن دانه انگور استحصال شده به روش پرس سرد انجام دادند و نتایج آنها نشان داد که فراوان‌ترین اسید چرب موجود در این دانه، اسید لینولئیک است که بین واریته های مختلف انگور از ۶۶ تا ۷۵/۳ گرم در هر صد گرم اسید چرب کل متفاوت است.

Marinova و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی پایداری اکسیداتیو روغن‌های آفتابگردان، انگور، سویا، زیتون و ذرت طی مدت سرخ کردن پرداختند. یافته‌ها حاکی از آن بود که در بین روغن‌ها، روغن زیتون پایداری اکسیداتیو بالاتری نسبت به سایر روغن های غیر اشباع دارد.

با توجه به اهمیت استرول‌ها و اسیدهای چرب در روغن‌های گیاهی، در این تحقیق به بررسی تغییرات ایجاد شده در ویژگی‌های ترکیبی روغن هسته انگور در طی فرایند سرخ کردن عمیق پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

- آزمون سرخ کردن

نمونه روغن زرین تالیا (پخت و پز و و سالاد- ساخت کشور ایتالیا) از فروشگاه‌های محلی در سطح شهر تهران تهیه شد. مقدار ۱/۵ لیتر روغن به دستگاه سرخ‌کن خانگی ۲/۵ لیتری (تفال ۱۲۵۰، پاریس، فرانسه) اضافه و دمای سرخ‌کن به ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد رسانده شد. سپس این فرآیند به مدت ۲۴ ساعت (سه روز متوالی، روزی ۸ ساعت) و ۴۸ ساعت (شش روز متوالی، روزی ۸ ساعت) ادامه یافت (در این مدت تغییری در حجم روغن مشاهده نشد). نمونه شاهد (نمونه حرارت ندیده) به همراه نمونه‌های دیگر بعد از خنک شدن تا زمان انجام سایر آزمون‌ها در ظروف تیره دربسته قرار داده شد.

- تعیین ترکیب اسیدهای چرب

جهت تعیین مقدار و ترکیب اسیدهای چرب از روش استاندارد AOAC به شماره ۹۶۹/۳۳ استفاده شد. مطابق این روش ابتدا با استفاده از سدیم متوکسید ۰/۵ نرمال ۰/۵ گرم از هر نمونه روغن متیله گردید (موحد و قوامی، ۱۳۸۶). سپس متیل استرها بوسیله دستگاه کروماتوگرافی گازی (Younglin ساخت کره جنوبی مدل ۶۱۰۰) مجهز به آشکار کننده شعله‌ای (FID) و ستون موئین BPX70 ۶۰ متری با قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر پر شده جهت شناسایی اسیدهای چرب تشکیل دهنده هر نمونه استفاده شد. دمای محل تزریق ۲۵۰ درجه سلسیوس، درجه حرارت ابتدایی ستون ۱۵۰ درجه سلسیوس بود که با شیب ۵ °C/min به دمای ۱۹۰°C رسید و به مدت ۲۰ دقیقه در این دما نگه داشته شد. درجه حرارت آشکار کننده ۲۸۰ درجه سلسیوس بود و هیدروژن به عنوان گاز حامل مورد استفاده قرار گرفت. شدت جریان گاز حامل یک میلی‌لیتر بر دقیقه بود و نمونه به میزان ۰/۲ میکرولیتر با نسبت شکاف ۱:۸۰ تزریق گردید (Board, 2011).

- اندازه گیری استرول‌ها

ترکیبات غیر صابونی شونده مطابق استاندارد AOAC به شماره ۹۳۳/۰۸ از طریق صابونی کردن روغن با پتاس الکلی و سپس استخراج با دی اتیل اتر به دست آمد (Firestone, 1997). پس از استخراج ترکیبات غیر صابونی شونده تفکیک این ترکیبات که شامل تری‌ترپن الکل‌ها، تری ترپن دیول‌ها ، استرول‌ها، ۴- متیل استرول‌ها، توکوفرول‌ها، هیدروکربن‌ها، کاروتنوئیدها و غیره می‌باشد به وسیله کروماتوگرافی لایه نازک صورت پذیرفت.

www.SID.ir

Archive of SID

پس از اسپری کردن محلول رودامین 6G روی صفحه TLC و آشکارسازی باندهای ترکیبات غیر صابونی شونده و شناسایی آن‌ها، باند استرولی با استفاده از اسکالپر (تیغ آزمایشگاهی) از روی صفحه TLC تراشیده و با دقت به لوله آزمایش منتقل شد. محتویات لوله آزمایش را پس از افزودن مقداری سولفات سدیم بدون آب (جهت آبگیری) و دی اتیل اتر با شیکر خوب مخلوط کرده و پس از ۱۵ دقیقه با قیف و کاغذ صافی صاف گردید. فاز اتری به دست آمده حاوی ترکیبات استرولی روغن بوده است. جهت شناسایی و تعیین درصد ترکیبات استرولی روغن از روش کروماتوگرافی گازی استفاده شد. بدین منظور نمونه مجهول و استانداردهای ترکیبات استرولی به طور جداگانه و تحت شرایط یکسان به دستگاه کروماتوگرافی گازی تزریق شد. شناسایی پیک‌های استرولی از طریق مقایسه زمان ماند نسبی نمونه مجهول با زمان ماند نسبی استانداردهای ترکیبات استرولی انجام شد و با محاسبه سطح زیر هر پیک مقدار ترکیبات استرولی مشخص شد. برای مشخص شدن تغییرات درصد ترکیبات استرولی روغن از استاندارد داخلی استفاده شد. بدین منظور مقدار مشخصی از استاندارد داخلی خالص به مقدار مشخصی نمونه مجهول اضافه می‌شود (قوامی و همکاران، ۱۳۸۷). پس از شناسایی استرول‌ها از طریق مقایسه با پیک‌های استاندارد و بر اساس زمان ماند پیک‌ها، میلی گرم ترکیب استرولی مورد نظر در ۱۰۰ گرم روغن از طریق رابطه (۱) محاسبه شد:

$$\left(\frac{mg}{100g}\right) \text{ استرول خالص} = \frac{W_B \times A_S \times 100}{W_0 \times K \times A_B} \qquad (۱)$$

که در آن:

W_B : وزن استرول استاندارد (میلی‌گرم)

W_0: وزن نمونه روغن (گرم)

A_S: سطح زیر پیک استرول شاخص

A_B: سطح زیر پیک استرول استاندارد

K: فاکتور واکنش که با استفاده از رابطه (۲) تعیین می‌گردد.

$$K = \frac{W_B \times A_S}{W_S \times A_B} \qquad (۲)$$

که در آن:

W_B : وزن استرول استاندارد (میلی گرم)

W_S: وزن استرول شاخص (میلی‌گرم)

A_S: سطح زیر پیک استرول شاخص

A_B: سطح زیر پیک استرول استاندارد (قوامی و همکاران، ۱۳۸۷).

برای شناسایی استرول‌ها نیز از دستگاه کروماتوگرافی مشابه اسیدهای چرب استفاده شد. طول لوله موئین ۶۰ متر با قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و دمای آون ۲۸۵ درجه سلسیوس بود. درجه حرارت محل تزریق ۳۰۰ درجه سلسیوس، درجه حرارت آشکار کننده ۳۲۰ درجه سلسیوس، میزان تزریق ۰/۵ میکرولیتر و سرعت جریان گاز حامل (هیدروژن) ۰/۶ میلی لیتر بر دقیقه بود. شناسایی اجزای موجود در کروماتوگرام‌ها به کمک زمان بازداری اجزای مختلف با استفاده از داده‌های تزریق فیتواسترول‌های استاندارد، تحت شرایط یکسان با تزریق نمونه‌ها محاسبه گردید و از آلفا کلستانول به عنوان استاندارد داخلی برای سنجش‌های کمی استفاده شد (Damirchi *et al.*, 2005).

- تجزیه و تحلیل آماری

آزمایش‌ها در سه تکرار و در قالب طرح کاملا تصادفی انجام گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS 18 انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن با سطح احتمال خطای ۵٪ انجام شد. نتایج به صورت میانگین سه تکرار همراه با انحراف معیار بیان گردید. رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Microsoft Excel 2013 انجام پذیرفت.

یافته‌ها

- تاثیر فرایند سرخ کردن برترکیب اسیدهای چرب روغن هسته انگور

کروماتوگرافی گازی برای شناسایی ترکیب اسیدهای چرب موجود در روغن هسته انگور شاهد (بدون سرخ کردن) و نمونه‌های سرخ شده عمیق (۲۴ و ۴۸ ساعت) انجام شد. ترکیب اسیدهای چرب شناسایی شده در کروماتوگرافی گازی در جدول ۱ نشان داده شده است. با توجه به نتایج، بیشترین درصد اسید چرب در روغن هسته انگور مربوط به اسید لینولئیک با دو باند غیر اشباع می‌باشد. در نمونه‌های سرخ شده عمیق به مدت ۲۴ ساعت و ۴۸ ساعت هم بیشترین اسید

www.SID.ir

Archive of SID

چرب اسید لینولئیک است و بعد از آن به ترتیب اسید اولئیک، اسید پالمتیک و اسید استئاریک دارای بالاترین مقادیر هستند. با توجه به نتایج مقادیر اسید پالمیتیک و اسید اولئیک با افزایش زمان سرخ کردن افزایش یافت و در مقابل میزان اسید لینولئیک با افزایش زمان سرخ کردن کاهش پیدا کرد.

نمودار ۱ تغییرات اسیدهای چرب اشباع روغن هسته انگور در طی زمان سرخ کردن عمیق است. همانطور که در این نمودار مشخص است با افزایش زمان سرخ کردن عمیق از ۲۴ تا ۴۸ ساعت مجموع میزان اسیدهای چرب اشباع به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) افزایش پیدا کرده است (از ۱۳/۰۳ درصد در نمونه شاهد تا ۱۷/۵۵ و ۲۲/۷۸ درصد به ترتیب در نمونه‌های ۲۴ و ۴۸ ساعت سرخ شده عمیق). رابطه بین افزایش زمان سرخ کردن و تغییرات اسیدهای چرب اشباع روغن هسته انگور به صورت یک رابطه خطی در این نمودار نشان داده شده است. همانطور که مشخص است ضریب خطی سازی در این رابطه ۰/۹۹۸۲ است که نشان دهنده وجود رابطه خطی بسیار مناسب بین این پارامتر و افزایش زمان سرخ کردن عمیق است.

نمودار ۲ تغییرات اسیدهای چرب تک غیر اشباع روغن هسته انگور در طی زمان سرخ کردن عمیق را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود اسیدهای چرب تک غیر اشباع در روغن هسته انگور با افزایش زمان سرخ کردن عمیق به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) افزایش یافته است (از ۱۹/۶ درصد در نمونه شاهد تا ۲۳/۱۳ و ۲۵/۳ درصد به ترتیب در نمونه‌های ۲۴ و ۴۸ ساعت سرخ شده عمیق). افزایش اسیدهای چرب تک غیر اشباع روغن هسته انگور هم با یک رابطه خطی در نمودار ۲ نمایش داده شده است. همان‌طور که مشخص است رابطه فوق دارای ضریب همبستگی ۰/۹۸۲۶ است که نشان دهنده همبستگی بالای داده‌های به دست آمده است.

نمودار ۳ تغییرات اسیدهای چرب چند غیر اشباع روغن هسته انگور در طی زمان سرخ کردن است. همان‌طور که در نمودار مشخص است با افزایش زمان سرخ کردن عمیق اسیدهای چرب چند غیراشباعی در روغن هسته انگور به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) کاهش یافته است (۵۶/۴۷ و ۴۷/۲۸ درصد به ترتیب برای نمونه های ۲۴ و ۴۸ ساعت سرخ شده عمیق).

در نمودار ۴ روند مشابهی برای تغییرات اسیدهای چرب غیر اشباع روغن هسته انگور در طی زمان سرخ کردن

جدول ۱- ترکیب اسیدهای چرب موجود در تیمارهای مختلف روغن هسته انگور (در صد)

نام اسید چرب	تعداد کربن	نمونه شاهد	۲۴ ساعت سرخ کردن	۴۸ ساعت سرخ کردن
میریستیک اسید	C14:0	۰/۰۶ ±۰/۰۱ ^{b*}	۰/۰۹±۰/۰۲ ^{b}	۰/۱۵±۰/۰۲ ^{a}
پالمیتیک اسید	C16:0	۸/۶۹ ±۰/۹۱ ^{c}	۱۲/۰۱±۱/۰۱ ^{b}	۱۶/۱۴±۱/۷۳ ^{a}
پالمیتولئیک اسید	C16:1	۰/۱۸±۰/۰۱ ^{b}	۰/۳۳±۰/۰۳ ^{a}	۰/۲۸±۰/۰۳ ^{a}
مارگاریک اسید	C17:0	۰/۰۸±۰/۰۲ ^{b}	۰/۰۶±۰/۰۱ ^{b}	۰/۲۱±۰/۰۴ ^{a}
هپتادسنوئیک اسید	C17:1	۰/۰۵±۰/۰۱ ^{a}	۰/۰۶±۰/۰۱ ^{a}	۰/۰۸±۰/۰۲ ^{a}
استئاریک اسید	C18:0	۳/۹۱±۰/۳۱ ^{b}	۴/۹۶±۰/۵۵ ^{a}	۵/۸۷±۰/۶۲ ^{a}
اولئیک اسید	C18:1c	۱۹/۱۳±۱/۰۱ ^{c}	۲۲/۲۹±۱/۰۸ ^{b}	۲۴/۸۹±۰/۹۵ ^{a}
لینولئیک اسید	C18:2c	۶۶/۲۳±۲/۱۳ ^{a}	۵۶/۱۴±۱/۸۵ ^{b}	۴۷/۰۹±۲/۱۶ ^{c}
لینولنیک اسید	C18:3c	۰/۴۲±۰/۰۲ ^{a}	۰/۳۳±۰/۰۱ ^{b}	۰/۱۹±۰/۰۱ ^{c}
آراشیدیک اسید	C20:0	۰/۲۱±۰/۰۱ ^{b}	۰/۳±۰/۰۲ ^{a}	۰/۳۱±۰/۰۲ ^{a}
گادولئیک اسید	C20:1	۰/۲۷±۰/۰۳ ^{a}	۰/۴۵±۰/۰۵ ^{b}	۰/۰۳±۰/۰۱ ^{c}
بهنیک اسید	C22:0	۰/۰۴±۰/۰۱ ^{a}	۰/۰۴±۰/۰۱ ^{a}	۰/۰۶±۰/۰۲ ^{a}
اروسیک اسید	C22:1	۰/۰۳±۰/۰۰ ^{a}	Nd ^{**a}	۰/۰۲±۰/۰۱ ^{a}
لیگنوسریک اسید	C24:0	۰/۰۴±۰/۰۲ ^{a}	۰/۰۹±۰/۰۳ ^{a}	۰/۰۴±۰/۰۲ ^{a}
سایر اسیدهای چرب	–	۰/۶۶±۰/۱۶ ^{c}	۲/۸۵±۰/۷۲ ^{b}	۴/۶۴±۰/۹۵ ^{a}

* حروف متفاوت در هر سطر از جدول نشانه وجود اختلاف معنی‌دار آماری در سطح ۵٪ می‌باشد.

Non detectable **

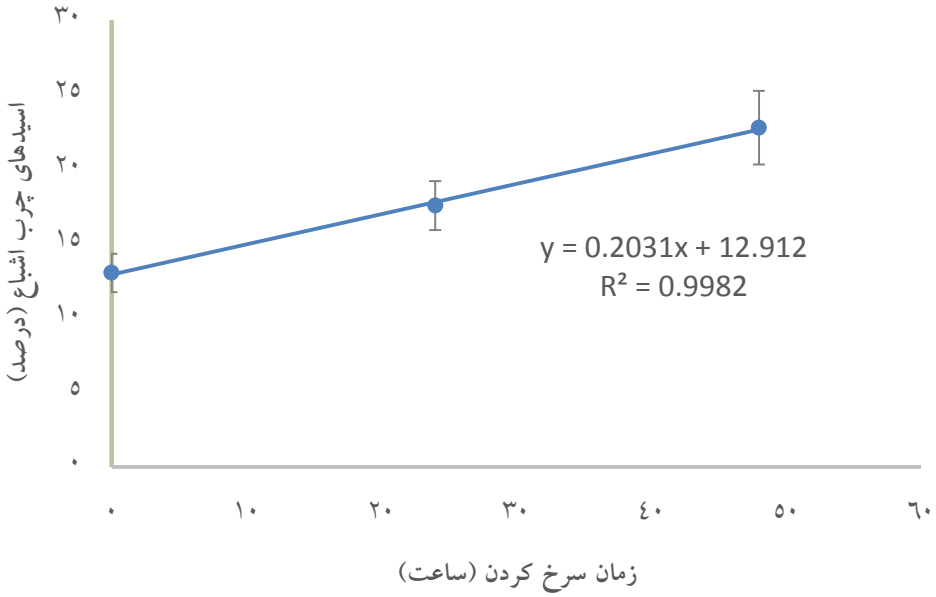
www.SID.ir

Archive of SID

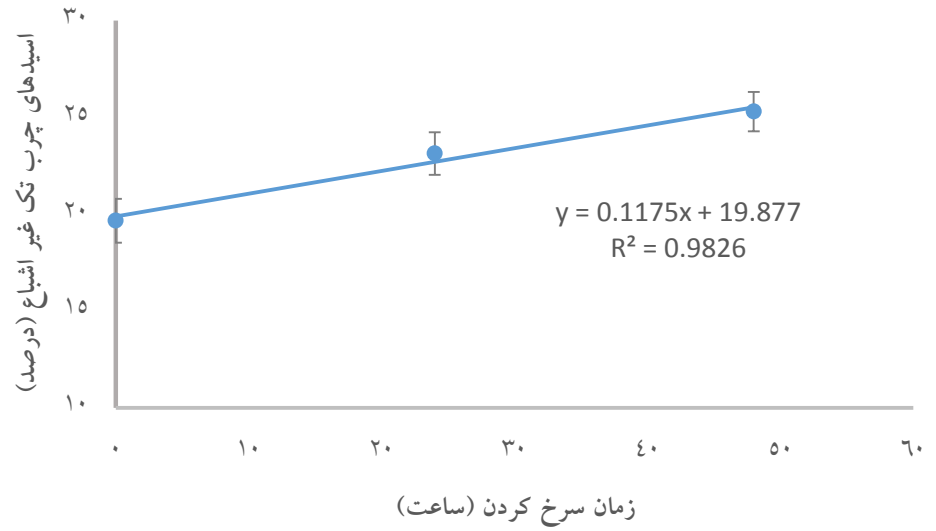
مشاهده می‌شود. مقدار اسیدهای چرب غیر اشباع کل در نمونه شاهد ۸۶/۳۱ درصد بود که با افزایش زمان سرخ کردن تا ۲۴ و ۴۸ ساعت به ترتیب این مقدار تا ۷۹/۶ و ۷۲/۵۸ درصد به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) کاهش یافت.

نمودار ۵ تغییرات نسبت اسیدهای چرب غیراشباع به اسیدهای چرب اشباع روغن هسته انگور در طی زمان سرخ کردن عمیق را نشان می‌دهد. این نسبت در نمونه شاهد ۶/۶۲ درصد بود. همانطور که مشخص است این نسبت با افزایش زمان سرخ کردن به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) کاهش می‌یابد که نشان دهنده افت کیفی روغن هسته انگور در طی فرایند سرخ کردن عمیق می‌باشد. این نسبت در نمونه‌های ۲۴ ساعت و ۴۸ ساعت سرخ شده عمیق به ترتیب ۴/۵۳ و ۳/۱۸ درصد بود.

نمودار ۶ تغییرات نسبت اسید لینولئیک به اسید لینولنیک روغن هسته انگور در طی زمان سرخ کردن عمیق نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود این نسبت در طی سرخ کردن عمیق به طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) افزایش یافت (از ۱۵۷/۷ درصد در نمونه شاهد تا ۱۷۰/۱۲ و ۲۴۷/۸۴ درصد به ترتیب در نمونه‌های ۲۴ و ۴۸ ساعت سرخ شده عمیق).



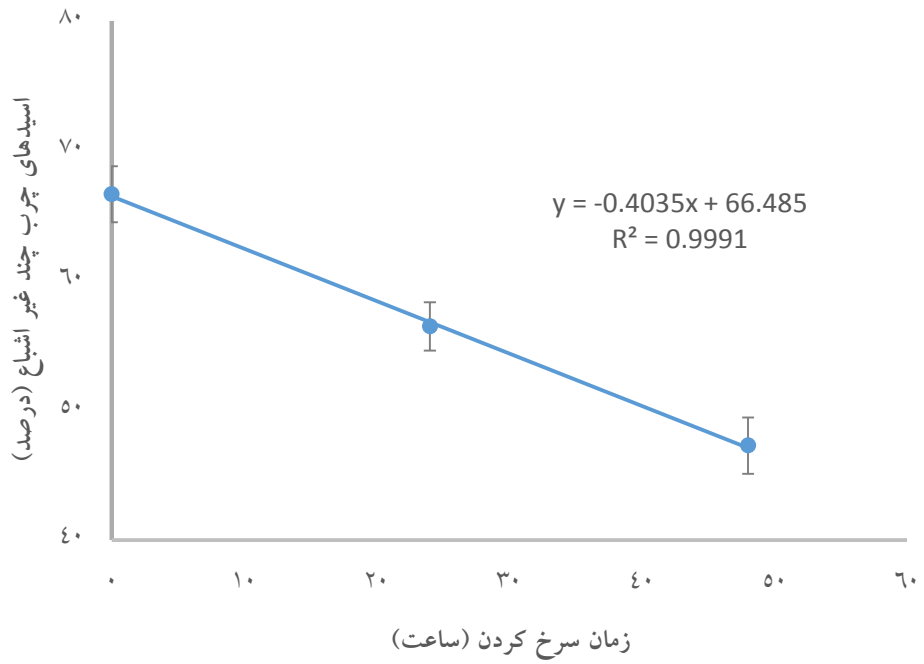
نمودار ۱- تغییرات اسیدهای چرب اشباع در طی زمان سرخ کردن عمیق روغن هسته انگور (درصد)



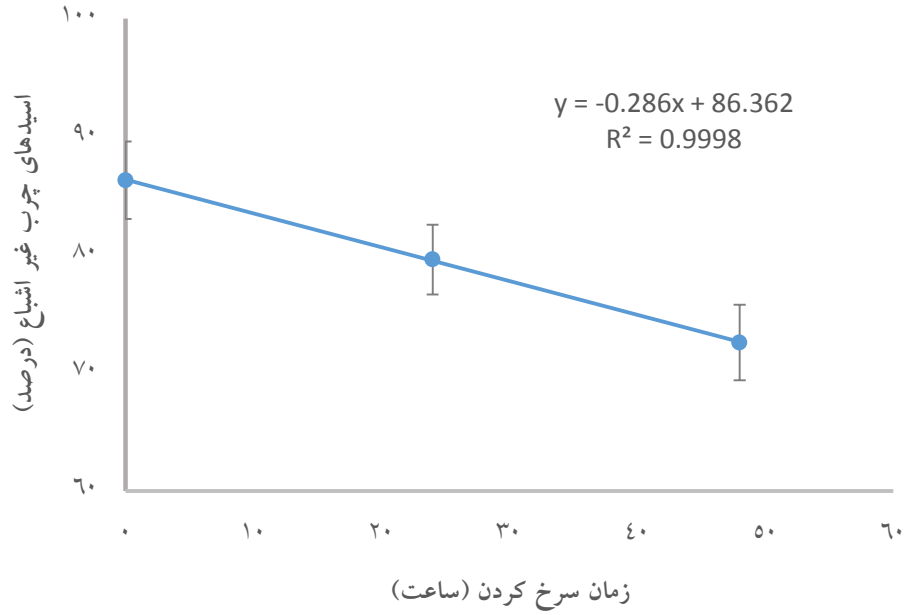
نمودار ۲- تغییرات اسیدهای چرب تک غیر اشباع در طی زمان سرخ کردن عمیق روغن هسته انگور (درصد)

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۳- تغییرات اسیدهای چرب چند غیر اشباع در طی زمان سرخ کردن عمیق روغن هسته انگور (درصد)



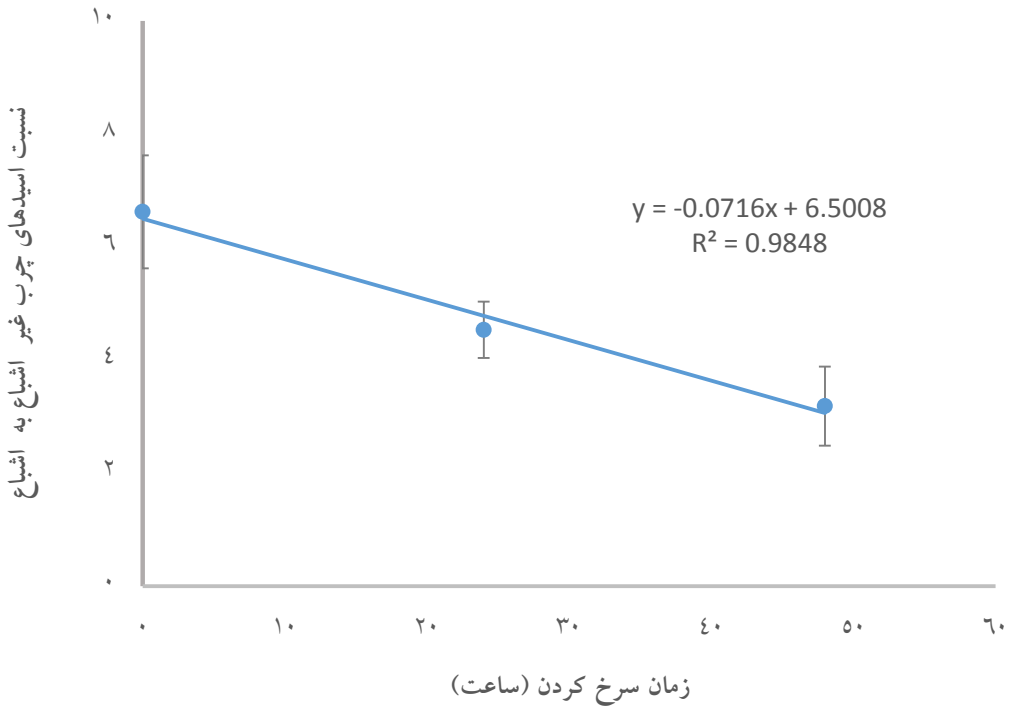
نمودار ٤- تغییرات اسیدهای چرب غیر اشباع در طی زمان سرخ کردن عمیق روغن هسته انگور (درصد)

- تاثیر فرایند سرخ کردن بر روی استرول‌های روغن هسته انگور

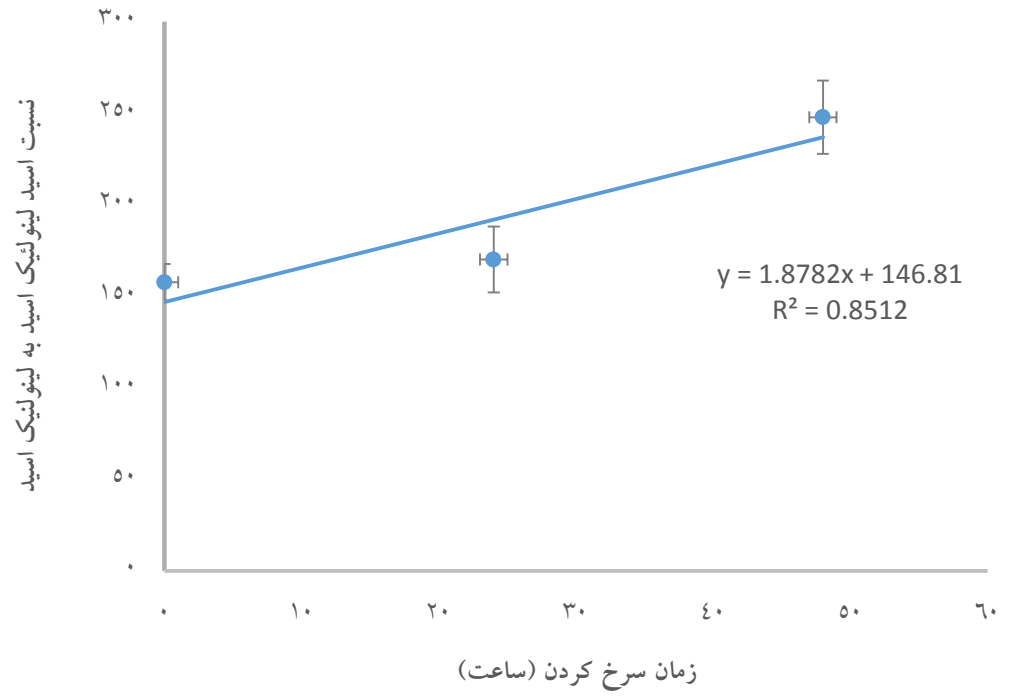
همانطور که در جدول ۲ مشخص است بالاترین میزان فیتواسترول‌های موجود در روغن هسته انگور مربوط به بتاسیتواسترول بوده است و بعد از آن به ترتیب کمپسترول و استیگما استرول قرار دارد. در نمونه‌های سرخ شده عمیق هم روند تغییرات مشابه نمونه شاهد بود. تغییرات مشاهده شده از نظر آماری معنی‌دار نبود ($p>0/05$).

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۵- تغییرات نسبت اسیدهای چرب غیر اشباع به اسیدهای چرب اشباع در طی زمان سرخ کردن عمیق روغن هسته انگور (درصد)



نمودار ٦- تغییرات نسبت اسید لینولئیک به اسید لینولنیک در طی زمان سرخ کردن عمیق روغن هسته انگور (درصد)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- ترکیب استرول‌های موجود در تیمارهای مختلف روغن هسته انگور (درصد)

نام استرول	نمونه شاهد	۲۴ ساعت سرخ کردن	۴۸ ساعت سرخ کردن
کلسترول	۰/۳۹± ۰/۱۵^{a*}	۰/۰۶± ۰/۰۴^{b}	۰/۴۸± ۰/۱۷^{a}
براسیکااسترول	۰/۲± ۰/۱۴^{a}	۰/۰۴± ۰/۰۲^{a}	۰/۱± ۰/۰۴^{a}
کمپسترول	۱۴± ۱/۳۵^{a}	۱۴/۲± ۱/۱۶^{a}	۱۴/۵۹± ۱/۳۳^{a}
استیگما استرول	۸/۵۶± ۱/۱۱^{a}	۸/۳± ۱/۳۷^{a}	۸/۵۳± ۱/۲۱^{a}
بتاسیتو استرول	۷۲/۴۷± ۲/۳۳^{a}	۷۲/۰۴± ۳/۰۱^{a}	۷۱/۹± ۳/۱۴^{a}
دلتا-۵- آوناسترول	۱/۵۲± ۰/۲۳^{a}	۱/۴۳± ۰/۳۸^{a}	۱/۰۷± ۰/۵۱^{a}
دلتا - ۷- استیگما استنول	۱/۶± ۰/۵۴^{a}	۲/۴۸± ۰/۳۵^{a}	۲/۲۲± ۰/۲۸^{a}
دلتا- ۷- آواناسترول	۰/۵۴± ۰/۰۹^{a}	۰/۵۷± ۰/۰۸^{a}	۰/۵۴± ۰/۱۰^{a}
سایر استرول‌ها	۱/۱۱± ۰/۰۷^{a}	۰/۹۴± ۰/۱۱^{a}	۱/۰۵± ۰/۱۵^{a}
استرول تام (میلی گرم/ صد گرم)	۵۶۸/۷۸۹±۷۵/۹^{a}	۵۹۵/۳۳۲± ۵۱/۶۳^{a}	۶۳۱/۵۸۹±۳۴/۱۲^{a}

* حروف متفاوت در هر سطر از جدول نشانه وجود اختلاف معنی‌دار آماری در سطح ۵٪ می‌باشد.

بحث

- تاثیر فرایند سرخ کردن بر اسیدهای چرب روغن هسته انگور

ترکیب اسیدهای چرب در روغن‌های سرخ کردنی یک عامل بسیار مهم است که بر روی طعم ماده غذایی سرخ شده و پایداری آن تاثیر بسزایی دارد. تغییر کیفیت در طی سرخ کردن دارای اهمیت ویژه ای است، زیرا ماده غذایی در روغن غوطه‌ور شده و این روغن وارد رژیم غذایی انسان می‌شود. با توجه به تحقیقات به عمل آمده محققان اعلام کرده‌اند که بررسی ترکیب اسیدهای چرب یکی از بهترین شاخص‌های بررسی کیفیت روغن می‌باشد. نتایج بررسی حاضر نشان داد در تمامی نمونه‌ها بیشترین اسید چرب، اسید لینولئیک است و بعد از آن به ترتیب اسید اولئیک، اسید پالمیتیک و اسید استئاریک دارای بالاترین مقادیر هستند. این نتایج در تطابق با تحقیقات قبلی می‌باشد (Matthäus, 2008; Lutterodt *et al*., 2011; Mattick and Rice, 1976). موحد و قوامی (۱۳۸۶) فراوان ترین اسیدهای چرب در روغن هسته انگور ایرانی و وارداتی را اسیدلینولئیک و بعد از آن اسید چرب اولئیک اعلام نمودند. در تحقیق دیگری اعلام شد که فراوان‌ترین اسید چرب در روغن هسته انگور اسید لینولئیک است که میزان آن از ۷۲/۹۸٪ در روغن حاصل از دانه انگور سبز تا ۶۷/۶۱٪ در نمونه‌های به دست آمده از انگورهای کاملا رسیده متفاوت بوده است (Rubio *et al*., 2009). میزان اسید لینولئیک در روغن هسته انگور شاهد در این تحقیق، برابر با ۶۶/۲۳٪ بود که این مقدار بالاتر از میزان اسید لینولئیک گزارش شده در روغن سویا و گردو می‌باشد (Oomah *et al*., 2002). مقدار اسید لینولئیک موجود در روغن آفتابگردان حدود ۶۰٪، روغن ذرت حدود ۵۲٪ و در روغن سویا حدود ۵۰٪ است (Tangolar *et al*., 2009). با توجه به بالا بودن میزان اسید لینولئیک و اسید اولئیک در روغن هسته انگور و کم بودن میزان اسید لینولنیک آن این روغن در دسته روغن های گیاهی اولئیک- لینولئیک قرار می گیرد و با عنایت به ویژگی های مناسب اسید اولئیک و لینولئیک از نظر تغذیه‌ای برای بدن انسان و میزان قابل توجه آن در روغن هسته انگور می‌توان بیان کرد که این روغن دارای ارزش تغذیه‌ای مناسبی است. در این رابطه، اسید لینولئیک می‌تواند به سلامت قلب و عروق کمک کند. این اسید چرب عملکرد خود را از طریق تنظیم کلسترول لیپوپروتئین با چگالی پایین (LDL) انجام می‌دهد (*Kim et al*., 2010).

پایین بودن میزان اسید لینولئیک در این روغن (۰/۴۲٪ در نمونه شاهد) پایداری این روغن را در برابر اکسایش افزایش می‌دهد. بر اساس تحقیقات برای ترکیب اسیدهای چرب روغن هسته انگور مقادیر مختلفی بیان شده است. این امر ممکن است مربوط به نوع واریته مورد استفاده برای تولید روغن باشد. همچنین عوامل دیگری مانند روش استخراج نیز بر ترکیب اسیدهای چرب تاثیرگذار است (Lutterodt *et al*., 2011).

www.SID.ir

Archive of SID

همان‌طور که در جدول ۱ مشخص است میزان اسید پالمیتیک در نمونه شاهد ۸/۶۹٪ بود و با افزایش زمان سرخ کردن از ۲۴ تا ۴۸ ساعت مقدار این اسید چرب از ۱۲/۰۱ به ۱۶/۱۴٪ رسید. افزایش این اسید چرب اشباع احتمالا به علت انجام واکنش‌های مختلف اکسیداسیون در اسیدهای چرب با طول زنجیر بالاتر و دارای باندهای غیر اشباع و کاهش نسبت آن‌ها در ترکیب کلی اسیدهای چرب و در نتیجه افزایش نسبت اسیدهای چرب اشباع می‌باشد. طبق منابع مختلف اسیدهای چرب اشباع از پایداری بیشتری نسبت به اسیدهای چرب غیر اشباع در برابر فرایند حرارتی برخوردار هستند (Tyagi and Vasishtha, 1996; Soriguer *et al*., 2003).

میزان اسید اولئیک بدست آمده در نمونه شاهد ۱۹/۱۳٪ بود و با افزایش زمان سرخ کردن از ۲۴ تا ۴۸ ساعت میزان این اسید چرب این میزان از ۲۲/۲۹ تا ۲۴/۸۹٪ افزایش یافت. علت افزایش این اسید چرب با یک باند دوگانه به علت تخریب حرارتی اسید لینولئیک و اسید لینولنیک به ترتیب با دو و سه باند غیر اشباع و افزایش نسبت اسید اولئیک در ترکیب روغن می‌باشد.

اسیدهای چرب غیر اشباع لینولئیک و لینولنیک مهم‌ترین ترکیباتی هستند که تحت تاثیر واکنش‌های شیمیایی ایجاد شده در طی سرخ کردن قرار می‌گیرند. تغییرات ذکر شده در میزان و ساختار این اسیدهای چرب با افزایش زمان سرخ کردن و دمای آن نسبت مستقیم دارد (Warner, 2004). میزان اسید لینولئیک در طی فرایند سرخ کردن به مدت ۲۴ و ۴۸ ساعت به ترتیب ۱۵/۲ و ۲۸/۹٪ نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت (Rubio *et al*., 2009). این کاهش همان‌طور که قبلا ذکر شد احتمالا به علت تخریب باندهای غیر اشباع دوگانه در اثر فرایند سرخ کردن عمیق و تبدیل آن به محصولات ناشی از اکسیداسیون و در نتیجه کاهش میزان اسیدهای چرب غیر اشباع و افزایش نسبت اسیدهای چرب اشباع است. همچنین میزان اسید لینولنیک هم به ترتیب ۲۱/۴ و ۵۴/۷ ٪ کاهش یافت. علت مشابهی را می‌توان برای کاهش این اسید چرب که دارای سه باند غیراشباع است بیان نمود. White و Armstrong (۱۹۸۶) نیز اعلام کردند که در طی فرایند سرخ کردن روغن سویا در دمای ۱۸۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۰ ساعت، میزان اسید لینولئیک ۱۱/۵–۷ ٪ و میزان اسید لینولنیک ۴۶–۲۷٪ کاهش می‌یابد. همان‌طور که مشاهده می‌شود مطابق تحقیقات گذشته، میزان کاهش اسید لینولئیک با سه باند غیر اشباع بیشتر از اسید لینولنیک با دو باند غیر اشباع می‌باشد. که این موضوع نشان دهنده حساسیت بالای اسید لینولنیک نسبت به اکسیداسیون است، بنابراین روغن‌هایی که دارای مقدار بالایی اسیدهای چرب چند غیر اشباعی باشند برای سرخ کردن مناسب نمی‌باشند. این روغن ها پس از سرخ کردن به علت تولید محصولات فرار ناشی از اکسیداسیون، باعث ایجاد بوهای نامطبوع در مواد غذایی سرخ شده، می شوند این موضوع نشان می‌دهد که به عنوان مثال چرا روغن ذرت که دارای اسیدهای چرب غیراشباع کمتری است برای سرخ کردن نسبت به روغن‌هایی مانند سویا، گلرنگ و روغن هسته انگور، مناسب‌تر است (Choe and Min, 2007).

بررسی تغییرات اسیدهای چرب اشباع در طی سرخ کردن عمیق یکی از شاخص‌های بررسی این فرایند می‌باشد. مجموع اسیدهای چرب اشباع در نمونه شاهد ۱۳/۰۳ بود. Lutterodt و همکاران (۲۰۱۱) نیز اعلام کردند که میزان اسیدهای چرب اشباع در روغن هسته انگور حدود ۱۳٪ است (Lutterodt *et al*., 2011). مقدار زیاد اسیدهای چرب اشباع در رژیم غذایی انسان سبب آسیب به سیستم قلبی عروقی می‌شود. این مقدار اسیدهای چرب اشباع موجود در روغن هسته انگور با روغن‌هایی مانند سویا، ذرت، زیتون و کنجد قابل مقایسه است اما نسبت به محتوی اسیدهای چرب اشباع در روغن پالم، نارگیل و بادام زمینی کمتر است (Yousefi *et al*., 2012; Foster *et al*., 2009). در مطالعه حاضر با افزایش زمان سرخ کردن مقادیر اسیدهای چرب اشباع افزایش یافت. احتمال می‌رود که افزایش اسیدهای چرب اشباع در طی فرایند سرخ کردن به علت وجود واکنش‌های اکسیداتیو حرارتی در روغن هسته انگور باشد که باعث تخریب باندهای دوگانه غیر اشباع اسیدهای چرب شده و در نهایت نسبت اسیدهای چرب اشباع در ترکیب افزایش می‌یابد. دمای بالای سرخ کردن همچنین باعث افزایش اکسیداسیون حرارتی و پلیمریزاسیون و درجه غیراشباعیت روغن‌ها می‌شود (Choe and Min, 2007).

مقدار کل اسیدهای چرب تک غیر اشباع در روغن هسته انگور ۱۹/۶۶ ٪ بود. در تحقیق دیگری مقدار

www.SID.ir

Archive of SID

اسیدهای چرب تک غیر اشباع در روغن هسته انگور واریته‌های بومی ترکیه بین ۱۶/۷۲ تا ۲۹/۶۳ ٪ اعلام شد (Demirtas *et al*., 2013). همانطور که در نمودار ۲ مشاهده می‌شود اسیدهای چرب تک غیر اشباع در روغن هسته انگور با افزایش زمان سرخ کردن عمیق افزایش می‌یابد. حضور این دسته از اسیدهای چرب در رژیم غذایی با خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی- عروقی ارتباط مستقیم دارد. یکی از راه‌های کاهش ابتلا به این بیماری‌ها، عدم افزایش نسبت اسیدهای چرب غیر اشباع به اسیدهای چرب اشباع در رژیم غذایی می‌باشد (Simopoulos, 2004). میزان کل اسیدهای چرب چند غیر اشباعی در نمونه شاهد ۶۶/۶۵٪ بود که مقدار بسیار خوبی می باشد. Lutterodt و همکاران (۲۰۱۱) نیز اعلام کردند که میزان اسیدهای چرب چند غیر اشباعی در روغن هسته انگور حدود ۷۵/۸٪ است (Lutterodt *et al*., 2011). در تحقیق دیگری این مقدار برای واریته بومی ترکیه بین ۵۶/۶۵ تا ۶۸/۹۷٪ گزارش شد که با نتایج این تحقیق کاملا هماهنگ است (Demirtas *et al*., 2013). همان‌طور که در نمودار ۳ مشاهده می‌شود، با افزایش زمان سرخ کردن عمیق اسیدهای چرب چند غیراشباعی در روغن هسته انگور کاهش یافته است. Casal و همکاران (۲۰۱۰) نیز اعلام کردند که با فرایند سرخ کردن میزان اسیدهای چرب غیر اشباع روغن زیتون کاهش و متعاقب آن میزان اسیدهای چرب اشباع افزایش می‌یابد.

در نمودار ۴ روند مشابهی برای تغییرات اسیدهای چرب غیر اشباع در طی زمان سرخ کردن ایجاد شده است. Fernandes و همکاران (۲۰۱۳) نیز میزان اسیدهای چرب غیر اشباع موجود در روغن هسته انگور را بین ۸۵ تا ۹۰٪ اعلام کردند. که از میان آن‌ها اسید چرب امگا ۶ لینولئیک دارای بیشترین مقدار بود. کاهش اسیدهای چرب چند غیر اشباع در طی فرایند سرخ کردن ناشی از تخریب باندهای غبر اشباع دوگانه در اثر فرایند سرخ کردن می‌باشد.

یکی دیگر از شاخص‌های کیفی روغن نسبت اسیدهای چرب اشباع به اسیدهای چرب غیر اشباع است که در واقع رابطه بین این دو گروه اسید چرب را نشان می‌دهد. هر چه نسبت اسیدهای چرب اشباع به اسیدهای چرب غیر اشباع کوچک‌تر باشد، ارزش تغذیه‌ای روغن بالاتر است. نمودار ۵ تغییرات اسیدهای چرب غیر اشباع به اشباع در طی زمان سرخ کردن است. این نسبت در نمونه شاهد ۶/۶۲٪ بود. همانطور که مشخص است این نسبت با افزایش زمان سرخ کردن کاهش می‌یابد که نشان دهنده افت کیفی روغن در طی فرایند سرخ کردن عمیق می‌باشد. این نسبت در نمونه‌های ۲۴ ساعت و ۴۸ ساعت سرخ شده عمیق به ترتیب ۴/۵۳ و ۳/۱۸ بدست آمد. تغییر ترکیب اسیدهای چرب در طی سرخ کردن، به ویژه کاهش اسیدهای چرب چند غیر اشباعی (لینولئیک و لینولنیک) و افزایش درصد اسیدهای چرب اشباع (به ویژه اسید پالمیتیک) و متعاقب آن کاهش نسبت اسید لینولئیک به اسید پالمیتیک شاخص مناسبی برای کاهش کیفیت روغن محسوب می‌شود (Sanibal and Mancini Filho, 2004; Moreno *et al*., 1999).

نسبت تغییرات اسید لینولئیک به اسید لینولنیک نیز یکی از شاخص‌های کیفی مهم روغن است. مقدار اسید لینولئیک معمولا به عنوان شاخصی از درجه تخریب روغن به شمار می‌رود زیرا زنجیره لینولئیل چند غیراشباعی نسبت به اکسیداسیون بسیار حساس است. Marinova و همکاران (۲۰۱۲) نیز اعلام کردند که نسبت اسید لینولئیک به اسید لینولنیک در طی فرایند سرخ کردن در روغن آفتابگردان، هسته انگور، سویا، ذرت و زیتون افزایش می‌یابد. در مطالعه حاضر نسبت اسید لینولئیک به اسید لینولنیک در طی سرخ کردن عمیق افزایش یافت به طوری که از ۱۵۷/۷ در نمونه شاهد تا ۱۷۰/۱۲ و ۲۴۷/۸۴ به ترتیب در نمونه‌های ۲۴ و ۴۸ ساعت سرخ شده عمیق این نسبت تغییر کرد.

- تاثیر فرایند سرخ کردن بر استرول های روغن هسته انگور

بررسی میزان استرول‌های روغن هسته انگور در طی فرایند سرخ کردن عمیق با استفاده از روش کروماتوگرافی گازی صورت گرفت. با توجه به مرور منابع مشاهده شد که تحقیقات بسیار کمی در زمینه تاثیر فرایند سرخ کردن عمیق بر روی تغییرات فیتواسترول‌های روغن هسته انگور وجود دارد. میزان استرول کل در روغن هسته انگور شاهد در مطالعه حاضر ۵۶۸/۷۸۹ میلی‌گرم در هر ۱۰۰ گرم بود. میزان استرول‌های کل در غلاتی مانند جو، جودوسر، چاودار و گندم و مغزهایی مانند گردو، فندق، بادام و بادام زمینی در

www.SID.ir

Archive of SID

حدود ۹۹/۱۲– ۲۰۷/۱۷ میلی‌گرم در هر ۱۰۰ گرم است، که در روغن هسته انگور میزان فیتواسترول بالایی مشاهده می‌شود. بنابراین این روغن می‌تواند به عنوان منبعی از این استرول‌ها در صنایع غذایی و دارویی مورد استفاده قرار گیرد. استرول‌ها از اجزای چربی دوست غشا هستند و نقش اساسی در سیالیت آن داشته و برای عملکردهای مختلف سلولی ضروری می‌باشند (Boutté and Grebe, 2009). استرول‌ها دارای فعالیت‌های پادالتهابی، پادسرطانی، پاداکسایشی و پادباکتریایی نیز هستند (Fernandes and Cabral, 2007). منابع مختلفی اعلام کرده‌اند که فیتواسترول‌ها می‌توانند باعث کاهش جذب کلسترول در دستگاه گوارش و در نهایت کاهش سطح کلسترول خون شود (Shinagawa *et al*., 2015). با توجه به نتایج می‌توان روغن هسته انگور را به عنوان تامین کننده عالی فیتواسترول‌ها در رژیم غذایی انسان گنجاند. نتایج تحقیقی نشان داده است که میزان فیتواسترول‌های موجود در روغن هسته انگور در واریته‌های مختلف بین ۲۵۸ تا ۱۱۲۵ گرم در هر ۱۰۰ گرم متفاوت است و بیشترین استرول‌های موجود در روغن هسته انگور شامل بتاسیتواسترول، استیگما استرول و کمپسترول است(Rubio *et al*., 2009). در مطالعه حاضر بالاترین میزان فیتواسترول‌های موجود در روغن هسته انگور مربوط به بتاسیتواسترول بوده است و بعد از آن به ترتیب کمپسترول و استیگما استرول قرار دارد. بتاسیتو استرول استرول گیاهی غالب در غلات، مغزها و بخش‌های مختلف گیاهان مختلف می‌باشد (Lagarda *et al*., 2006). مقدار این استرول در روغن پالم ۲۴، روغن نارگیل و سویا ۱۱۸ میلی‌گرم در هر ۱۰۰ گرم می‌باشد. در نمونه های سرخ شده عمیق هم روند تغییرات مشابه نمونه شاهد بود. Navas (۲۰۰۹) نیز اعلام کرد که بیشترین استرول موجود در روغن هسته انگور بتاسیتوسترول است. Crew و همکاران (۲۰۰۶) نیز در بررسی روغن‌های هسته انگور فرانسوی، ایتالیایی و اسپانیایی نتایج مشابهی را گزارش کردند. در تحقیقات مشابهی اعلام شد که بالاترین میزان فیتواسترول در روغن هسته انگور مربوط به بتاسیتواسترول است. این مقدار در واریته‌های مختلف بین ۶۴/۱۹ تا ۷۱/۶۲ ٪ گزارش شده است (Demirtas *et al*.,

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود میزان کلسترول روغن هسته انگور در تمامی شرایط زیر ۰/۵ ٪ است. طبق استانداردهای جهانی این میزان برای روغن هسته انگور قابل قبول می‌باشد (Pardo *et al*., 2009). جالب توجه است که در بسیاری از تحقیقات اکسیداسیون فیتواسترول‌ها در طی حرارت دهی گزارش شده است. به عنوان مثال در تحقیقی بیان شده است که سیتوسترول وقتی به مدت یک ساعت در دمای ۱۵۰ درجه سلسیوس حرارت داده شود مقادیری از ترکیبات ناشی از اکسیداسیون در آن مشاهده می‌شود (Dutta *et al*., 2006; Dutta and Savage, 2002). اما در تحقیق حاضر چنین اثری مشاهده نشد و تفاوت معنی‌داری بین میزان فیتواسترول‌های نمونه شاهد با نمونه‌های حرارت دیده مشاهده نشد ($p.> ۰/۰۵$). این امر را می‌توان اینگونه توجیه کرد که روغن هسته انگور اولا دارای مقادیر بالایی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی است که می‌تواند از پیشرفت واکنش‌های اکسیداسیون جلوگیری کند. ثانیا روغن مورد استفاده در این تحقیق از بازار تهیه شده بود و امکان کاربرد آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی در آن وجود دارد. بنابراین احتمالا وجود این آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی در فرمولاسیون روغن باعث جلوگیری از اکسیداسیون فیتواسترول‌های موجود در روغن در دماها و زمان‌های مورد مطالعه شده است و در نتیجه میزان فیتواسترول‌های روغن از نظر آماری تفاوت معنی‌داری را نشان نداده است. همانطور که ذکر شد، طبق جدول ۲ تفاوت معنی داری بین میزان فیتواسترول‌ها وجود ندارد و افزایش مشاهده شده در اعداد به دست آمده با وجود افزایش مشاهده شده در مقادیر میانگین، معنی‌دار نیست. از سوی دیگر، برای اندازه گیری استرول در این تحقیق از کروماتوگرافی لایه نازک استفاده شده است این بخش می‌تواند باعث کاهش بازیابی[1] استرول‌ها گردیده و تکرارپذیری آن را نسبت به سایر روش‌های مورد اندازه گیری با کروماتوگرافی گازی مانند اسید چرب کاهش دهد. این موضوع نیز می‌تواند دلیل افزایش جزیی مقدار فیتواسترول باشد، که همانطور که بیان گردید این اختلاف معنی‌دار نیست.

[1] Recovery

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه گیری

روغن‌ها و چربی‌ها بخش مهمی از رژیم غذایی انسان تشکیل می‌دهند. این ترکیبات منبع مهمی از انرژی بوده و به عنوان حامل مواد غیر محلول در آب در بدن مانند ویتامین‌های محلول در آب، فیتواسترول‌ها، بتاکاروتن، لوتئین و بسیاری از ترکیبات دیگر عمل می‌کنند. ترکیب اسیدهای چرب در روغن‌های سرخ کردنی یک عامل بسیار مهم است که بر روی طعم ماده غذایی سرخ شده و پایداری آن تاثیر بسزایی دارد. روغن هسته انگور دارای طعم و عطر بسیار مطبوع و همچنین ارزش تغذیه‌ای و سلامتی بخش بالایی می‌باشد، در این مطالعه، تغییر ترکیب اسیدهای چرب و فیتواسترول‌های روغن هسته انگور طی فرایند سرخ کردن عمیق در زمان‌های ۰، ۲۴ و ۴۸ بررسی شد. نتایج نشان داد در تمامی نمونه‌ها بیشترین اسید چرب اسید لینولئیک است و بعد از آن به ترتیب اسید اولئیک، اسید پالمیتیک و اسید استئاریک دارای بیشترین مقدار هستند. با افزایش زمان سرخ کردن عمیق از ۲۴ تا ۴۸ ساعت مجموع میزان اسیدهای چرب اشباع، اسیدهای چرب تک غیر اشباع و نسبت اسید لینولئیک به اسید لینولنیک افزایش پیدا کرد اما میزان اسیدهای چرب چند غیراشباعی و اسیدهای چرب غیر اشباع کل، نسبت اسیدهای چرب غیر اشباع به اشباع و میزان اسیدهای چرب غیر اشباع (تک غیر اشباعی و چند غیر اشباعی) کاهش یافت. این تغییرات نشان دهنده واکنش‌های اکسیداتیو حرارتی و نابود شدن اسیدهای چرب غیر اشباع می باشد. در بررسی حاضر بالاترین میزان فیتواسترول‌های موجود در روغن هسته انگور مربوط به بتاسیتواسترول بوده است و بعد از آن به ترتیب کمپسترول و استیگما استرول قرار دارد. با توجه به ارزیابی آماری، فرآیند سرخ کردن عمیق تاثیر بر روی ترکیب و میزان فیتواسترول‌های روغن هسته انگور نداشت.

منابع

قـوامی، م.، قراچورلـو، م. و غیـاثی طـرزی، ب. (۱۳۸۷). تکنیک‌های آزمایشگاهی روغن‌ها و چربی‌ها. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات.

موحد، س. و قوامی، م. (۱۳۸۶). مقایسـه و تعیـین ترکیـب اسیدهای چرب روغن هسته انگور ایرانی و وارداتی. پـژوهش و سازندگی در منابع طبیعی. ۷۵، ۹-۱۸.

AOAC. (1999). Official methods of analysis of the AOAC (15th ed.) Arlington, AOAC, USA: 10-12

Ascherio, A. & Willett, W. C. (1997). Health effects of trans fatty acids. The American journal of clinical nutrition, 66, 1006S-1010S.

Board, L. S. (2011). Animal and vegetable fats and oils-Gas chromatography of fatty acid methyl esters- Part 4: Determination by capillary gas chromatography. LST EN ISO, 12966-4.

Boskou, D. (1998). Frying temperatures and minor constituents of oils and fats. Grasas y aceites, 49, 326-330.

Boutté, Y. & Grebe, M. (2009). Cellular processes relying on sterol function in plants. Current opinion in plant biology, 12, 705-713.

Casal, S., Malheiro, R., Sendas, A., Oliveira, B. P. & Pereira, J. A. (2010). Olive oil stability under deep-frying conditions. Food and Chemical Toxicology, 48, 2972-2979.

Choe, E. & Min, D. (2007). Chemistry of deep-fat frying oils. Journal of Food Science, 72, R77-R86.

Damirchi, S. A., Savage, G. P. & Dutta, P. C. (2005). Sterol fractions in hazelnut and virgin olive oils and 4, 4′-dimethylsterols as possible markers for detection of adulteration of virgin olive oil. Journal of the American Oil Chemists' Society, 82, 717-725.

Demirtas, I., Pelvan, E., Özdemir, İ. S., Alasalvar, C. & Ertas, E. (2013). Lipid characteristics and phenolics of native grape seed oils grown in Turkey. European Journal of Lipid Science and Technology, 115, 641-647.

Dutta, P. C., Przybylski, R., Eskin, M., Appelqvist, L. & Erickson, M. (2006). Formation, analysis, and health effects of oxidized sterols in frying fat. Deep frying: chemistry, nutrition, and practical applications, 111-164.

Dutta, P. C. & Savage, G. (2002). Formation and content of phytosterol oxidation products in foods. Cholesterol and phytosterol oxidation products: analysis, occurrence, and biological effects, 319-334.

Fernandes, L., Casal, S., Cruz, R., Pereira, J. A. & Ramalhosa, E. (2013). Seed oils of ten traditional Portuguese grape varieties with interesting chemical and antioxidant properties. Food Research International, 50, 161-166.

Fernandes, P. & Cabral, J. (2007). Phytosterols: applications and recovery methods. Bioresource technology, 98, 2335-2350.

Firestone, D. (1997). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical

www.SID.ir

Archive of SID

Chemists, (17thed.), Arlington, USA.

Foster, R., Williamson, C. & Lunn, J. (2009). Briefing paper: Culinary oils and their health effects. Nutrition Bulletin, 34, 4-47.

Gupta, M. K., Warner, K. & White, P. (2004). The effect of oil processing on frying oil stability. Frying Technology and Practices, 76-90.

Kim, D. J., Jeon, G., Sung, J., Oh, S. K., Hong, H. C. & Lee, J. (2010). Effect of grape seed oil supplementation on plasma lipid profiles in rats. Food Sci Biotechnol, 19, 249–252.

Lagarda, M.J., Garcia-Llatas, G. & Farr, R. (2006). Analysis of phytosterols in foods. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 41, 1486–1496.

Lutterodt, H., Slavin, M., Whent, M., Turner, E. & Yu, L. L. (2011). Fatty acid composition, oxidative stability, antioxidant and antiproliferative properties of selected cold-pressed grape seed oils and flours. Food Chemistry, 128, 391-399.

Marinova, E. M., Seizova, K. A., Totseva, I. R., Svetlana S., Ilko, Svetlana, N. & Momchilova, M. (2012). Oxidative changes in some vegetable oils during heating at frying temperature. Bulgarian Chemical Communications, 44 (1), 57–63.

Marinova, E., Seizova, K., Totseva, I., Panayotova, S. S., Marekov, I. N. & Momchilova, S. M. (2012). Oxidative changes in some vegetable oils during heating at frying temperature. Bulgarian Chemical Communications, 44, 57-63.

Martin-Polvillo, M., Marquez-Ruiz, G. & Dobarganes, M. (2004). Oxidative stability of sunflower oils differing in unsaturation degree during long-term storage at room temperature. Journal of the American Oil Chemists' Society, 81, 577-583.

Matthäus, B. (2008). Virgin grape seed oil: Is it really a nutritional highlight? European Journal of Lipid Science and Technology, 110, 645-650.

Mattick, L. R., Rice, A. C. (1976) Fatty acid composition of grape seed oil from native american and hybrid grape varieties. Am J Enol Vitic, 27, 88-90

Moreno, M. M., Olivares, D. M., Lopez, F. A., Adelantado, J. G. & Reig, F. B. (1999). Determination of unsaturation grade and trans isomers generated during thermal oxidation of edible oils and fats by FTIR. Journal of Molecular Structure, 482, 551-556.

Navas, P. B. (2009). Chemical composition of the virgin oil obtained by mechanical pressing form several grape seed varieties (Vitis viníferaL.) with emphasis on minor constituents. Archivos Latinoamericanos de Nutricion, 59, 214-219.

Oomah, B. D., Busson, M., Godfrey, D. V. & Drover, J. C. (2002). Characteristics of hemp (Cannabis sativa L.) seed oil. Food Chemistry, 76, 33-43.

Pardo, J. E., Fernández, E., Rubio, M., Alvarruiz, A. & Alonso, G. L. (2009). Characterization of grape seed oil from different grape varieties (Vitis vinifera). European Journal of Lipid Science and Technology, 111, 188-193.

Rubio, M., Alvarez-Orti, M., Alvarruiz, A. s., Fernandez, E. & Pardo, J. E. (2009). Characterization of oil obtained from grape seeds collected during berry development. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 57, 2812-2815.

Sanibal, E. A. A. & Mancini Filho, J. (2004). Fatty acids trans profile of oil and hidrogenated soy fat in frying process. Food Science and Technology (Campinas), 24, 27-31.

Shinagawa, F. B., Santana, F. C. d., Torres, L. R. O. & Mancini-Filho, J. (2015). Grape seed oil: a potential functional food? Food Science and Technology (Campinas), 35, 399-406.

Simopoulos, A. P. (2004). Omega-6/omega-3 essential fatty acid ratio and chronic diseases. Food Reviews International, 20, 77-90.

Soriguer, F., Rojo-Martínez, G., Dobarganes, M. C., Almeida, J. M. G., Esteva, I., Beltrán, M., ... & González-Romero, S. (2003). Hypertension is related to the degradation of dietary frying oils. The American Journal of Clinical Nutrition, 78(6), 1092-1097.

Tangolar, S. G., özoğul, Y., Tangolar, S. & Torun, A. (2009). Evaluation of fatty acid profiles and mineral content of grape seed oil of some grape genotypes. International journal of Food Sciences and Nutrition, 60, 32-39.

Tekin, L., Aday, M. S. & Yilmaz, E. (2009). Physicochemical changes in hazelnut, olive pomace, grapeseed and sunflower oils heated at frying temperatures. Food Science and Technology Research, 15, 519-524.

Tyagi, V. K., & Vasishtha, A. K. (1996). Changes in the characteristics and composition of oils during deep-fat frying. Journal of the American Oil Chemists' Society, 73(4), 499-506.

White, P. J. & Armstrong, L. S. (1986). Effect of selected oat sterols on the deterioration of heated soybean oil. Journal of the American Oil Chemists Society, 63, 525– 529.

Warner, K. (2004). Chemical and physical reactions in oil during frying. Frying technology and practice. AOCS, Champaign, 16-28.

WHO. (2015). WHO Cardiovascular diseases (CVDs).

Yousefi, M., Nazeri, V., Moayedi, A. & Mirza, M. (2012). Chemical composition and Fatty acid profile of some wild populations of Salvia leriifolia Benht. Iranian Journal of Natural Resources Research, 1, 37-45.

www.SID.ir