

## مقایسه اثر روغن مخصوص سرخ کردنی و روغن گیاهی هیدروژنه بر

### شاخصهای لیپیدی در موش صحرایی

صدیقه قدرت<sup>۱</sup>، شیوا مهران<sup>۲</sup>، محمدرضا وفا<sup>۳</sup>، ایرج گایینی<sup>۴</sup>، آتوساسعید پور<sup>۵</sup>

۱- نویسنده مسئول: کارشناس ارشد علوم و صنایع غذایی، پست الکترونیکی: www.ghodrat\_58yahoo.com

۲- استادیار گروه تغذیه انسانی، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

۳- استادیار پژوهشی (پژوهشگر) دفتر بهبود تغذیه جامعه، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

۴- مربی گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

۵- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

تاریخ دریافت: ۸۵/۴/۲۰

تاریخ پذیرش: ۸۵/۷/۳۰

### چکیده

**سابقه و هدف:** بیماریهای قلبی عروقی ناشی از افزایش لیپیدهای خون، مشکل بسیار شایعی است که منجر به مرگ و میر بسیاری می شود. مطالعات نشان می دهند که تغییر در عادات زندگی مانند محتوای رژیم غذایی، ورزش، اجتناب از سیگار می تواند از بروز این بیماریها پیشگیری کند. استفاده از روغن در سرخ کردن مواد غذایی، یکی از مهمترین روشهای آماده سازی غذاست، اما حرارت دادن روغنهای سرخ کردنی می تواند اجزای نامطلوبی تولید کند که نه تنها کیفیت غذا را تحت تاثیر قرار می دهد، بلکه خطرات بالقوه‌ای را برای سلامتی و تغذیه انسان ایجاد می کند. اگر چه مطالعات فراوانی، اثر حرارت را روی روغن‌ها و شاخصهای چربی خون مورد مطالعه قرار داده اند، ولی بررسی اثر مقایسه‌ای حرارت روی روغنهای مختلف و تغییرات ناشی از آنها و تاثیر آنها روی شاخصهای چربی خون، تاکنون مطالعه نشده است. پژوهش با هدف بررسی مقایسه‌ای اثر روغن مخصوص سرخ کردنی "A" و روغن هیدروژنه "B" بر شاخصهای چربی خون در موش صحرایی انجام شد.

**مواد و روشها:** این مطالعه روی ۳۶ موش صحرایی نر از نژاد ویستار که از انستیتو پاستور خریداری شدند، انجام گرفت. همه موشها به مدت یک هفته تحت رژیم AIN-93G بودند. بعد از یک هفته، موشها به سه گروه تقسیم شدند، به طوری که در هر گروه ۱۲ موش به طور تصادفی قرار گرفتند. گروه اول، رژیم پایه در نظر گرفته شد که حاوی روغن ذرت بود. برای گروه دوم و سوم به جای روغن ذرت، به ترتیب از مقادیر مشابه روغن هیدروژنه "B" و روغن مخصوص سرخ کردنی "A" استفاده شد. بعد از ۲۸ روز تغذیه با رژیمهای فوق، حیوانات ۱۲ ساعت ناشتا نگه داشته شدند، از آنها خون گیری به عمل آمد و شاخصهای چربی خون آنها اندازه گیری شد. به منظور تجزیه و تحلیل داده ها از آزمونهای آماری آنالیز واریانس دو طرفه به روش تکرار (ANOVA Two-way Measure) Repeated و آنالیز کوواریانس (ANCOVA) و نرم افزار آماری SPSS11.5 استفاده شد.

**یافته ها:** میزان TG، TC و LDL-C سرم در گروهی که روغن مخصوص سرخ کردنی دریافت کردند، در مقایسه با گروهی که روغن ذرت و روغن هیدروژنه دریافت کردند، کاهش معنی داری را نشان داد (به ترتیب  $p < 0.02$  و  $p < 0.05$ ). برعکس، روغن هیدروژنه، شاخصهای چربی مورد بررسی را به طور معنی داری در حیوانات مورد مطالعه افزایش داد. روغنهای استفاده شده، اثر معنی داری بر غلظت HDL-C نداشتند.

**نتیجه گیری:** این مطالعه پیشنهاد می کند که مصرف روغن سرخ کردنی در مقایسه با روغن ذرت و روغن هیدروژنه، شاخصهای چربی را به میزان کمتری افزایش می دهد.

**واژگان کلیدی:** روغنهای خوراکی، موش صحرایی، شاخصهای لیپیدی، روغن مخصوص سرخ کردنی، روغن هیدروژنه

### • مقدمه

شایعی است که منجر به مرگ و میر بسیاری شده است. موسسه قلب آمریکا اعلام کرده است که CVD هر ۳۳

بیماریهای قلبی عروقی Cardiovascular Diseases (CVD) ناشی از افزایش لیپیدهای خون، مشکل بسیار

ثانیه یک نفر را از زندگی محروم می‌کند (۱). مطالعات نشان می‌دهند که تغییر در عادات زندگی مانند محتوای رژیم غذایی، ورزش و اجتناب از سیگار می‌تواند از بروز این بیماریها پیشگیری کند (۲).

استفاده از روغن برای سرخ کردن، یکی از مهمترین روشهای آماده‌سازی مواد غذایی است، اما اثر حرارت بر روغنهای سرخ کردنی می‌تواند اجزای نامطلوبی تولید کند که نه تنها کیفیت غذا را تحت تاثیر قرار می‌دهد، بلکه خطرات بالقوه‌ای را برای سلامتی و تغذیه انسان ایجاد می‌کند (۳). سرخ کردن غذا یکی از رایجترین روشهای زندگی امروزی شده است؛ زیرا یک روش سریع برای آماده سازی غذا بارنگ، بو و طعم عالی مطلوب می‌شود که مورد علاقه و توجه مصرف کنندگان است. اما این نگرش مثبت مصرف کنندگان با برخی تغییرات نامطلوب در اثر سرخ کردن همراه است.

اکسیداسیون لیپید که در اثر حرارت اتفاق می‌افتد، هم کیفیت غذا را بشدت تحت تاثیر قرار می‌دهد و هم مدت ماندگاری آنها را محدود می‌کند. روغنهای گیاهی، به درجات متفاوتی مستعد تجزیه اکسیداتیو هستند، زیرا اسیدهای چرب غیراشباع آنها و نوع و محتوای آنتی‌اکسیدانی آنها متفاوت است. بنابراین، استفاده از روغنهای مختلف برای طبخ غذا منجر به اثرات اکسیداتیوی متفاوت محصولات ایجاد شده در آنها بویژه تحت شرایط خانگی می‌شود (۴). گرم کردن روغن در درجه حرارت بالا و در حضور اکسیژن منجر به ایجاد اثرات مضر اکسیداتیو در آنها می‌شود. اکسیژن موجود در اتمسفر و رطوبت موجود در غذای در حال سرخ شدن با یکدیگر مخلوط شده و میزان اکسیداسیون روغن را تشدید می‌کند (۵). بنابراین، باید درصدد بود تا اثرات مضر ایجاد شده در اثر واکنشهای شیمیایی ناشی از هیدرولیز، اکسیداسیون و پلیمریزاسیون مولکولهای تری‌آسیل‌گلیسرول را به حداقل رساند (۳).

ویژگیهای فیزیکی چربیها و روغنهای طبیعی برحسب نوع اسیدهای چرب تشکیل دهنده تغییر می‌کند. دلیل این امر، اختلاف در نقطه ذوب، ساختمان بلوری تری‌گلیسیریدها، تفاوت در طول زنجیر کربنی و درجه

اشباع اسیدهای چرب تشکیل دهنده آنهاست. پژوهشهای جدید نشان داده‌اند که مصرف اسیدهای چرب ترانس موجود در روغنهای نباتی هیدروژنه در مقایسه با مصرف روغنهای نباتی غیر هیدروژنه ممکن است کلسترول خون را افزایش دهد. مصرف اسیدهای چرب ترانس سبب افزایش LDL-C و کاهش HDL-C می‌شود که در نتیجه، خطر بروز بیماریهای قلبی عروقی افزایش می‌یابد (۶).

مقدار زیادی از کلسترول در سرم خون به صورت استر اسیدهای چرب غیر اشباع وجود دارد. این استرها به آسانی متابولیزه می‌شوند و بسیار محلول‌تر از استر اسیدهای چرب اشباع هستند. نتایج آزمایشگاهی نشان می‌دهد که اسید لینولئیک به طور بارزی از سنتز کلسترول، جلوگیری می‌کند. این ارتباط در زمانی که انسانها تری‌گلیسیرید سنتتیک را به عنوان تنها منبع چربی رژیمی دریافت کردند به وضوح، نشان داده شد. به این ترتیب که دریافت ۲ گرم در روز لینولئیک اسید سطوح کلسترول پلاسما را کاهش داد، اما روغن نارگیل هیدروژنه افزایش چشمگیری در سطوح کلسترول ایجاد کرد (۷).

اسیدهای چرب غیر اشباع در اثر حرارت، مستعد تجزیه اکسیداتیو هستند. رادیکالهای تولید شده در اثر این عمل، خود یک عامل آتروژن و منجر شونده به بیماریهای قلبی عروقی هستند (۴).

بنابراین، بررسی حاضر جهت تعیین اثر حرارت بر روغن در زمان سرخ کردن مواد غذایی و تاثیر متعاقب آن بر شاخصهای چربی خون انجام گرفت.

#### • مواد و روشها

این پژوهش یک مطالعه تجربی (Experimental study) بود که پس از بررسی و مطالعات اولیه و تعیین متغیرهای مداخله‌گر و کنترل آنها روی ۳۶ سر موش صحرایی نر ۲۱ روزه از نژاد Wistar انجام شد. دمای اتاق در حدود  $24^{\circ}\text{C}$  و رطوبت در حدود ۳۶٪ نگه داشته شد و چرخه ۱۲ ساعته (۱۰ صبح تا ۱۰ شب) روشنایی و تاریکی در طول مدت مطالعه برقرار بود. تمام موشهای صحرایی به طور انفرادی در

هفته‌ای دو بار و مقدار غذای خورده شده، باقیمانده و هدر رفته دو روز در میان توزین می‌شد.

#### جدول ۲- ترکیبات روغن مخصوص سرخ کردن

مقدار	نوع ترکیب
۱۶-۱۵٪	اسیدپالمیتیک
۵-۴٪	اسید استئاریک
۴۰-۳۵٪	اسید اولئیک
۳۵-۳۰٪	اسید لینولئیک
۱٪	اسید لینولنیک
۱/۲	اندیس پراکسید mEq/kg (قبل از حرارت)
۶/۵	اندیس پراکسید mEq/kg (بعد از حرارت)

در مرحله آخر، پس از اتمام مدت مطالعه (۲۸ روز) نمونه‌ها به مدت ۱۲ ساعت، ناشتا نگه داشته شدند و سپس نمونه خون آنها به روش Decapitation جمع آوری شد. نمونه خون به مدت ۱۵ دقیقه در سرعت ۳۰۰۰ دور سانتریفوژ شد و سرم به دست آمده، مورد آزمایشهای لیپیدی قرار گرفت. برای این منظور از کیت‌های شرکت "پارس‌آزمون" استفاده شد. سطوح کلسترول تام پلاسما با روش Mcdougald و Loeffler اندازه‌گیری شد. سطوح کلسترول HDL با روش رسوب دادن لیپوپروتئین‌های حاوی آپولیپوپروتئین B یا هپارین- منگنز و اندازه‌گیری کلسترول مایع رویی با روش Burstien و همکاران ارزیابی شد. همچنین در ارزیابی TG از روش Rosenberg و Gottfried استفاده شد. سپس LDL با فرمول Friedwald محاسبه شد.

برای بررسی روند تغییرات وزن طی ۴ هفته بین گروههای مداخله از روش آماری آنالیزواریانس دوطرفه به روش تکرار (Two-way Repeated Measure ANOVA) استفاده شد.

برای مقایسه شاخصهای چربی خون بین سه گروه مداخله از آنالیز کوواریانس (ANCOVA) با توجه به تعدیل تغییرات وزن استفاده شد. کلیه محاسبات فوق با استفاده از نرم افزار SPSS11.5 انجام شد.

قفس بودند و آب و غذا به طور آزادانه در اختیار داشتند. حیوانات به مدت ۷ روز با رژیم پایه (دارای روغن ذرت) مطابق با جدول ۱ تغذیه شدند (دوره خوگیری) و پس از این دوره، موشها به صورت تصادفی در سه گروه ۱۲ تایی قرار گرفتند.

مراحل مختلف تحقیق به شرح زیر است:

مرحله ۱- تهیه ترکیبات رژیمی مربوط به هر گروه در جدول ۱ آورده شده است. برای گروه کنترل، رژیم غذایی حاوی روغن ذرت در نظر گرفته شد. در گروه روغن هیدروژنه (H.O)، به جای روغن ذرت از روغن هیدروژنه استفاده شد که ابتدا تا  $180^{\circ}\text{C}$  حرارت دیده و به مدت ۶ دقیقه در آن سیب زمینی سرخ شد. روغن هیدروژنه از کارخانجات روغن نباتی "B" تهیه شد که ترکیبات آن در جدول ۱ نشان داده شده است.

#### جدول ۱- ترکیبات روغن گیاهی هیدروژنه

مقدار	نوع ترکیب
۲۶٪	اسیدهای چرب اشباع
۷۵٪	اسیدهای چرب غیراشباع
۹٪	اسیدهای چرب چند پیوندی
۶۶٪	اسیدهای چرب یک پیوندی
۰	اندیس پراکسید mEq/kg (قبل از حرارت)
۹/۶	اندیس پراکسید mEq/kg (بعد از حرارت)

در گروه روغن مخصوص سرخ کردن (F.O) تمام اجزای رژیم، مشابه گروه کنترل بود، با این تفاوت که به جای روغن مخصوص سرخ کردن از روغن ذرت استفاده شد.

روغن مخصوص سرخ کردن از کارخانجات روغن نباتی "A" تهیه شد که ترکیبات آن در جدول ۲ نشان داده شده است.

مرحله ۲ - نمونه‌ها پس از طی دوران خوگیری به محیط آزمایشگاه، به مدت ۲۸ روز، رژیم غذایی مربوط را آزادانه و در ظروف مخصوص دریافت می‌کردند. نمونه‌ها

جدول ۳- جدول ترکیبات رژیم‌های غذایی

گروهها			ترکیبات (گرم)
کنترل	روغن هیدروژنه	روغن مخصوص سرخ کردنی	
۵۲۹/۴۶۸	۵۲۹/۴۶۸	۵۲۹/۴۶۸	نشاسته ذرت
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	ساکارز
۷۰	-	-	روغن ذرت
-	-	۷۰	روغن مخصوص سرخ کردنی
-	۷۰	-	روغن هیدروژنه
۵۰	۵۰	۵۰	سلولز
۳۵	۳۵	۳۵	Min Mix
۱۰	۱۰	۱۰	Vit Mix
۲/۵	۲/۵	۲/۵	کولین کلراید
۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	کازئین

## • یافته ها

دریافت کرده بودند، به طور معنی داری از دو گروه دیگر کمتر بود ( $P < 0.02$ ). سطح TG در گروهی که روغن ذرت دریافت کرده بودند، از گروهی که روغن هیدروژنه دریافت کرده بودند، کمتر و از گروهی که روغن مخصوص سرخ کردنی دریافت کرده بودند، بیشتر بود ( $P < 0.05$ ). اختلاف سطح کلسترول نیز بین گروهها معنی دار بود، به طوری که میزان آن در گروهی که روغن مخصوص سرخ کردنی دریافت کرده بودند، از دو گروه دیگر کمتر بود و همچنین میزان آن در گروهی که روغن ذرت دریافت کرده بودند، از گروهی که روغن هیدروژنه دریافت کرده بودند، کمتر بود ( $P < 0.01$ ).

وزن گیری حیوانات و دریافت غذایی آنها در جدول ۴ نشان داده شده است. موشهای صحرایی همگی کاهش وزن و کاهش دریافت مواد غذایی را نشان دادند که البته این کاهش، معنی دار نبود.

روغنهای رژیمی مذکور هیچ تاثیر معنی داری بر سطح HDL-C سرم در گروههای مورد مطالعه نداشتند (جدول ۵). میزان LDL-C در گروهی که روغن ذرت دریافت کرده بودند، به طور معنی داری از گروهی که روغن هیدروژنه دریافت کرده بودند، کمتر بود. همچنین میزان LDL-C در گروهی که روغن مخصوص سرخ کردنی

جدول ۴ - تاثیر روغنهای مورد مطالعه بر میانگین و انحراف معیار دریافت غذایی و وزن در موشهای صحرایی

رژیم (گرم)			شاخص	گروههای مطالعه
روغن مخصوص سرخ کردن (F.O) n=12	روغن هیدروژنه (H.O) n=12	روغن ذرت (C.O) n=12		
۸/۱	۸/۷	۷/۸	$\bar{X}$	• دریافت غذا
۱/۱۹	۳/۳۱	۱/۴۵	SD	طی ۲۸ روز
۳۶/۱۶	۳۴/۵۸	۳۵/۵۸	$\bar{X}$	• وزن موش در
۴/۳۹	۵/۰۷	۴/۸۳	SD	ابتدای مطالعه
۲۴	۲۴/۲۴	۲۳/۲۳	$\bar{X}$	• وزن موش در
۱/۷۹	۳/۸۵	۲/۴۲	SD	انتهای مطالعه

\*اعداد یک ردیف تفاوت معنی دار ندارند.

## جدول ۵- میانگین وانحراف معیار لیپیدهای سرم در

## گروههای مختلف مورد مطالعه

شاخص	روغن ذرت (C.O)	روغن هیدروژنه (H.O)	روغن مخصوص سرخ کردنی (F.O)
	n=12	n=12	n=12
• کلسترول تام mg/dl	$\bar{X}$ ۹۰/۱۶ <sup>a</sup>	$\bar{X}$ ۱۱۰/۳۸ <sup>b</sup>	$\bar{X}$ ۷۵/۴۴ <sup>c</sup>
	SD ۲۱/۴	SD ۱۸/۹	SD ۱۱/۸
• کلسترول LDL mg/dl	$\bar{X}$ ۴۳/۷ <sup>a</sup>	$\bar{X}$ ۷۲/۵ <sup>b</sup>	$\bar{X}$ ۳۴/۵ <sup>c</sup>
	SD ۶/۶	SD ۶/۲	SD ۶
• کلسترول HDL mg/dl	$\bar{X}$ ۳۰/۲ <sup>a</sup>	$\bar{X}$ ۲۶ <sup>a</sup>	$\bar{X}$ ۲۴ <sup>a</sup>
	SD ۵/۵	SD ۵/۲	SD ۵
• تری گلیسرید mg/dl	$\bar{X}$ ۸۸ <sup>a</sup>	$\bar{X}$ ۱۰۳ <sup>b</sup>	$\bar{X}$ ۵۸/۱ <sup>c</sup>
	SD ۸/۱	SD ۷/۱	SD ۷/۲

a, b, c اعداد با نمایه بالای متفاوت در یک ردیف، تفاوت معنی دار دارند (p<0.05)

## • بحث

وجود اسیدهای چرب اشباع که در اثر حرارت، اکسیداسیون آنها تشدید می شود، دیده شده بود (۱۰). کاهش میزان LDL-C در گروه F.O می تواند به دلیل دریافت بیشتر اسیدهای چرب غیر اشباع مانند اسیدلینولئیک و لینولئیک یا دریافت بیشتر اسیدهای چرب سیس باشد که در مطالعات گذشته هم ثابت شده بود (۱۱). علت افزایش LDL-C سرم، وجود ایزومرهای ترانس موجود در روغنهای هیدروژنه است که اثری مشابه اسیدهای چرب اشباع دارند (۱۲).

در مطالعه حاضر، تغییرات HDL-C بین گروهها معنی دار نبود، هر چند که میزان آن در گروه C.O از دو گروه دیگر بیشتر بود. نتایج این مطالعه، با مطالعات گذشته قابل انطباق است (۱۳، ۱۴). در این مطالعات، روغن گلرنگ، نارگیل و بادام زمینی پس از حرارت دیدن اثر معنی داری روی HDL-C سرم نداشتند، همچنین مصرف روغن لوبیای سویای هیدروژنه (حاوی اسید چرب ترانس) یا روغن زیتون (حاوی چربی سیس) پس از ۹ هفته مطالعه، اثر معنی داری روی HDL-C سرم نداشت.

مصرف روغن هیدروژنه، سرعت تجزیه جزء Apo-A-I را افزایش و سرعت کاتابولیسم apo-B<sub>100</sub> را کاهش

رژیم غذایی در کاهش خطر بیماریهای قلبی عروقی نقش عمده ای بازی می کند و تحقیقات فراوانی روی غذاهای خاص و اجزای غذایی نشان داده اند که با بهبود شاخصهای لیپیدی سرم می توان بروز این بیماری را کاهش داد (۷).

در مطالعه حاضر، موشهای صحرایی تغذیه شده با رژیمهای تجربی، دچار کاهش دریافت مواد غذایی و وزن شدند که البته این کاهش در تمام گروهها اتفاق افتاد و تفاوت بین گروهها معنی دار آماری نبود. در مطالعات انجام شده در گذشته نیز نتایج مشابهی مشاهده شد. (۸، ۹) در این مطالعات، توضیح احتمالی برای این امر را بو و طعم ایجاد شده در روغنها در اثر اکسیداسیون آنها عنوان کردند که منجر به کاهش رشد، سوء جذب و کاهش ویتامینهای محلول در چربی رژیم شده است (۹). مطالعه حاضر برای اولین بار در آزمایشگاه حیوانات انستیتو تحقیقات تغذیه ای و صنایع غذایی کشور انجام شد که شرایط محیطی موجود در آزمایشگاه نیز می تواند در این امر تأثیر گذار باشد.

کاهش معنی دار سطح LDL-C سرم در گروه F.O نسبت به دو گروه دیگر نیز دور از انتظار نیست. در مطالعات گذشته، اثرات افزایش دهنده LDL-C به دلیل

انجام می‌شوند که شامل هیدرولیز، اکسیداسیون و پلیمریزاسیون مولکول‌های تری‌آسیل‌گلیسرول است. هر قدر مدت زمان حرارت دادن و تعداد دفعات استفاده از روغن، بیشتر باشد، میزان وقوع این واکنش‌های شیمیایی افزایش می‌یابد و منجر به افزایش اندیس پراکسید می‌شود (۳).

از مطالعه حاضر نتیجه گرفته می‌شود که هر قدر میزان دریافت اسیدهای چرب اشباع چند پیوندی، بالاتر و اسیدهای چرب اشباع، پایین‌تر باشد و هر قدر میزان و زمان حرارت دیدن روی روغن‌ها کمتر باشد، خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی کاهش بیشتری می‌یابد. اسیدهای چرب غیر اشباع در اثر حرارت، مستعد تجزیه اکسیداتیو هستند که رادیکال‌های تولید شده در اثر این عمل، خود یک عامل آتروژن و منجر شونده به بیماری‌های قلبی عروقی است.

#### • منابع

1. Hasler, MC. The cardiovascular of soy products. J. cardio. nurs 2002; 16.p50.
2. Ludwig, DS., Pererita, MA., Kroneke, CH., Jacobac, DR. Dietary fiber, weight gain and cardiovascular disease risk factor in young adults. JAMA 1999; 282(15): 1539- 49.
3. Tokeoka, GR., Full, GH., and Dao, LT. Effects of heating on the characteristics and chemical composition of selected frying oils and fats. J. Agric. food chem. 1997; 45.3244-3249.
4. Al-saghir, S., Turner, K., Wagner, KH., Frisch, G., Luf, W., Razzazi-fazel, E., et al. Effects of different cooking procedures on lipid quality and cholesterol oxidation of farmed salmon fish. J. Agric. food chem. 2004; 5290-5296.
5. Ammu, K., Raghunath, MR., Sankar, TV., Lalitha, KV., and Devadsan K. Repeated use of oil for frying fish. Effects of feeding the fried fish to rats. Nahrung. 2000; 44(5).368-7.
- ۶- مالک، فرشته، چربی‌ها و روغن‌های نباتی خوراکی، فرهنگ و قلم، ۱۳۷۹، ۲۰-۱۷.
7. Pathmann, DM. Vegetables oil in nutrition. 1955; p(33-35).
8. Rerchoff, DA.,Brouns, F.,Hornstera, G., and Mensink ,RP.2002. Effect of human serum lipoprotein profile of B-Glogan soy protein and isoflavones, plant sterol and stanol , garlic and tocotrinols. J. Nutr . 132.2429-2505.

می‌دهد. بنابراین، در گروهی که روغن هیدروژنه مصرف کردند، میزان HDL-C نسبت به دو گروه دیگر، بیشتر کاهش یافت (۱۵).

اختلاف سطح TG در مطالعه حاضر در بین گروه‌ها معنی‌دار بود، به طوری که میزان TG در گروه C.O از گروه H.O کمتر و از گروه F.O بیشتر بود. اگر چه مکانیسم اصلی کاهش TG شناخته شده نیست، اما حدس زده می‌شود که نسبت پایین اسیدهای چرب غیر اشباع به اسیدهای چرب اشباع (P/S) و افزایش انرژی دریافتی از طریق اسیدهای چرب اشباع، به عنوان فاکتورهای تعدیل کننده این موضوع به شمار می‌روند. از آنجا که در گروه F.O دریافت اسیدهای چرب غیر اشباع بیشتر بود، انتظار می‌رود که میزان TG در این گروه، کمتر باشد (۱۶).

در این مطالعه، میزان T.C هم به طور معنی‌داری در گروه F.O از دو گروه دیگر، پایین‌تر بود. دلیل این اثر، وجود اسیدهای چرب ترانس بیشتر در روغن‌های هیدروژنه است که منجر به کاهش گیرنده‌های LDL-C کبدی می‌شوند و میزان T.C را در سرم، افزایش می‌دهند. روغن‌های هیدروژنه، متابولیسم و انتقال کلسترول را هم تغییر می‌دهند و منجر به تجمع کلسترول در کبد و افزایش دفع کلسترول و استروئیدهای اسیدی می‌شوند (۱۳).

در مطالعه‌ای هم که در گذشته انجام شد، میزان کلسترول در گروهی که روغن حرارت دیده مصرف کرده بودند، افزایش یافته بود که این موضوع به دلیل کاهش میزان PUFA در اثر حرارت نسبت به روغن تازه است (۱۶).

میزان بالاتر اسیدهای چرب اشباع در روغن‌ها و اکسیداسیون حرارتی آنها، میزان کلسترول پلازما را افزایش می‌دهد، در حالی که میزان بالاتر اسید لینولئیک در روغن‌ها اثر کاهش دهنده‌گی کلسترول پلازما را افزایش می‌دهد (۱۰).

میزان پراکسید روغن‌ها قبل و بعد از حرارت دادن اندازه‌گیری شد. طی فرایند سرخ کردن، روغنی که در معرض هوا حرارت می‌بیند، واکنش‌های شیمیایی مختلفی

9. Sathithan adam, S., Chanderbhan, R., Khrroubi, AT., Clavert, RJ., Klurfeld, D., Tepper, SA., et al. Effects of sesame oil on serum and liver lipid profiles in the rat. *Int. J. Vitam. Nutr. Res* 1996; 66(4).386-92.
10. Srinivasan, KN., Pugalendi, KV. Effects of thermally oxidized sesame oil in lipids, lipid peroxidation and antioxidants status in rats. *Indian J. Exp. Biol* 2000; 38(8).777-80.
11. Garido-polonio, C., Garcia Linares, MC., Garcia-Arias, MT., Lopez-Varela, S., Garcia-Fernandez, MC., Terp Star, AH., et al. Thermally oxidized sunflower-seed oil increases liver and serum peroxidation and modifies lipoprotein composition in rats. *J. Nutr* 2004; 22.256-257.
12. Morgado, N., Sanhueza, J., Gallguillos, A., Garrido, A., Nieto, S., Valenzuela, A. Effect of dietary hydrogenated oil on the plasma lipoprotein profile and on the fatty acid composition of different tissue on the rats. *Ann. Nutr. Metab* 1999; 43(5).310-8.
13. Chiang, MT., Lu, YS. Variation of plasma cholesterol levels in rats fed trans fatty acids or cis fatty acids. *Intenat. J. Vit. Nutr. Res* 1996; 66.263-269.
14. Jethmalani, SM., Viswanathan, G., Bandyopadhyay, C., Noronha M. Effects of ingestion of thermally oxidized edible oils on plasma lipids, lipoprotein and postheparin lipolytic activity of rats. *Indian J. Exp. Biol* 1989; 27(2).1052-5.
15. Matthan, NR., Welthy, FK., Barret, PH., Harauscz, C., Dolmikowski, GG., Parks, JS., et al. Dietary hydrogenated fat increases high-density lipoprotein A-I catabolism and decrease low-density lipoprotein apo B-100 Catabolism in hypercholesterolemic women. *Atheroscler. Thromb. Vasc. Biol* 2004; 24(6).1092-7.
16. Narasimhamurthy, K. and Raina, PL. Long-term feeding effects of heated and fried oils on lipids and lipoproteins in rats. *Moll. Cell. Biochem* 1999; 195(1-2).143-53.