

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

روغن های خوراکی؛ باورهای مردم و انتخاب هوشمندانه/ مولفین سپیده دولتی... [و دیگران]؛ زیر نظر احمد اسماعیل زاده، علی رضا رئیسی. مشخصات نشر: قم: اندیشه ماندگار، ۱۴۰۵. مشخصات ظاهری: ۲۴۷ ص. مصور. شابک: ۲-۴۶-۵۴۴۷-۶۲۲-۹۷۸ وضعیت فهرست نویسی: فیبا یادداشت: مولفین سپیده دولتی، امیرحسین نجفی، یاسمن واحدی مزدآبادی، مزدا کاظم زاده، زهرا محمدنژاد داوری. موضوع: روغن های خوراکی / Oils and fats, Edible -- Iran -- روغن های خوراکی -- صنعت و تجارت / Oils and fats, Edible -- Industry and trade / روغن های خوراکی -- فساد / Oils and fats, Edible -- Deterioration / روغن و چربی و Oils and fats / لیپیدها در تغذیه انسان / Lipids in human nutrition / سرخ کردن -- جنبه های بهداشتی / Frying -- Health aspects / سلامتی -- تاثیر تغذیه / Health -- Nutritional aspects / روغن های خوراکی -- پرسش ها و پاسخ ها / Oils and fats, Edible -- Questions and answers شناسه افزوده: دولتی، سپیده، ۱۳۶۵ - اسمعیل زاده، احمد، ۱۳۵۴ - رئیسی، علیرضا، ۱۳۵۱ -

رده بندی کنگره: TP۶۷۰

رده بندی دیویی: ۳/۶۶۴

شماره کتابشناسی ملی: ۱۰۴۸۰۰۷۶

اطلاعات رکورد کتابشناسی: فیبا

روغن های خوراکی؛ باورهای مردم و انتخاب هوشمندانه

مولفین: دکتر سپیده دولتی، امیرحسین نجفی، یاسمن واحدی مزدآبادی، مزدا کاظم زاده، زهرا محمدنژاد داوری

زیر نظر: دکتر احمد اسمعیل زاده، دکتر علی رضا رئیسی

با تشکر از: دکتر لیلا آزاد بخت (عضو هیات علمی دانشکده تغذیه دانشگاه علوم پزشکی تهران)، مهندس احسان جواهریان (دبیر انجمن کره گیاهی ایران)، مهندس محمد حسین نائلی (مدیر تضمین کیفیت و تحقیق و توسعه شرکت نوین گستر مشکلات و روغن نباتی پارس)، مهندس محمد صفری (معاونت تضمین کیفیت و تحقیق و توسعه شرکت مارگارین)، مهندس طاهر کرمی (مدیر تحقیق و توسعه صنعت غذایی کوروش)، مهندس مصطفی درخشان (مدیر ارشد آزمایشگاه گروه طبیعت)

ناشر: اندیشه ماندگار

نوبت چاپ: اول - بهار ۱۴۰۵

تیراژ: ۱۰۰ نسخه

شابک: ۲-۴۶-۵۴۴۷-۶۲۲-۹۷۸



انتشارات اندیشه ماندگار

قم. خیابان فاطمی (دور شهر). کوچه ۱۸. پلاک ۱۰۶

همراه: ۰۹۱۲۵۲۶۲۱۳

تلفن: ۰۲۵/۳۷۷۳۶۱۶۵-۳۷۷۴۲۱۴۲



روغن‌های خوراکی؛
باورهای مردم و
انتخاب هوشمندانه

فهرست

۶	پیشگفتار
۷	فصل اول: وضعیت تولید، واردات و مصرف روغن در دنیا و ایران
۲۷	فصل دوم: آشنایی با ساختار شیمیایی لیپید و انواع اسیدهای چرب
۲۸	چربی چیست؟
۲۸	ویژگی های چربی ها
۲۹	اسید چرب
۲۹	انواع اسید چرب
۲۹	اسیدهای چرب اشباع شده (SFAs)
۳۰	اسیدهای چرب غیراشباع (UFAs)
۳۱	پیکربندی سیس (Cis)
۳۱	پیکربندی ترانس (Trans)
۳۱	اسیدهای چرب تک غیراشباع (MUFAs)
۳۱	اسیدهای چرب چند غیراشباع (PUFAs)
۳۲	اسیدهای چرب ضروری و غیر ضروری
۳۲	اسید چرب ترانس (TFA)
۳۳	منابع دریافت اسید چرب ترانس (TFA)
۳۳	وضعیت دریافت اسید چرب ترانس (TFA)
۳۴	مضرات مصرف اسید چرب ترانس
۴۳	مروری بر نتایج مطالعات در خصوص میزان اسید چرب ترانس مواد غذایی در ایران
۴۹	اقدامات کشورها برای کاهش یا حذف اسید چرب ترانس
۵۰	چگونه مصرف چربی ترانس را کاهش دهیم؟
۵۱	امگا-۳ (n-3)
۶۰	اسیدهای چرب امگا-۶ (n-6)
۶۴	اسیدهای چرب امگا-۹ (n-9)
۶۸	تری گلیسرید
۶۸	کلسترول
۶۹	انواع کلسترول HDL، LDL و VLDL چیست؟
۸۳	فصل سوم: نقش چربی ها و روغن ها در رژیم غذایی روزانه
۸۴	وظایف چربی در بدن
۸۵	میزان نیاز به دریافت روغن و اسیدهای چرب
۸۸	سطح بالای مصرف (UL)
۹۱	فصل چهارم: نحوه تولید روغن های مایع، نیمه جامد و شورتنینگ
۹۲	ترکیبات شیمیایی و آلاینده های روغن های گیاهی

۹۵	تصفیه شیمیایی روغن
۱۰۳	روغن های نیمه جامد
۱۰۷	سلکتیویته (انتخاب پذیری)
۱۱۳	فصل پنجم: آنتی اکسیدانهای مورد استفاده در روغن های خوراکی
۱۱۴	۱. آنتی اکسیدان های مصنوعی
۱۱۵	۲. آنتی اکسیدان های طبیعی
۱۱۷	فصل ششم: انواع روغن های خوراکی و اثرات آن بر سلامت
۱۱۸	روغن آفتابگردان (Sunflower Oil)
۱۲۲	روغن آووکادو (Avocado oil)
۱۲۷	روغن پالم (Palm oil)
۱۳۶	روغن بنبه دانه (Cottonseed Oil)
۱۳۹	روغن پیه (Tallow oil)
۱۴۵	روغن حیوانی (Animal fats)
۱۴۹	روغن ذرت (Corn Oil)
۱۵۳	روغن زیتون (Olive oil)
۱۶۲	روغن سرخ کردنی (Frying oil)
۱۶۶	روغن سویا (Soybean Oil)
۱۷۰	روغن کاملینا (Camelina oil)
۱۷۲	روغن کانولا (Canola oil)
۱۷۶	روغن کنجد (Sesame Oil)
۱۸۰	روغن گلرنگ (Safflower oil)
۱۸۵	روغن های مخلوط (blend oil)
۱۸۶	مارگارین (Margarine butter)
۱۹۱	روغن نباتی نیمه جامد
۱۹۲	روغن نارگیل (Coconut oil)
۱۹۸	روغن هسته انگور (Grapeseed Oil)
۲۰۲	کره حیوانی (butter)
۲۱۷	فصل هفتم: تاثیرات سرخ کردن بر روغن و ترکیبات مواد غذایی
۲۲۷	فصل هشتم: نحوه انتخاب، نگهداری و پسماند روغن خوراکی مصرفی
۲۲۸	نحوه انتخاب روغن
۲۲۸	نگهداری روغن
۲۲۹	چگونگی دفع پسماند روغن
۲۳۱	فصل نهم: باورهای نادرست در حوزه چربی و روغن های خوراکی

پیشگفتار

در عصر حاضر، با توجه به اهمیت فزاینده سلامت عمومی و جایگاه تغذیه در ارتقای کیفیت زندگی، انتخاب آگاهانه‌ی مواد غذایی به یکی از مباحث محوری در بین جوامع تبدیل شده است. در این میان، روغن‌های خوراکی به عنوان یکی از ارکان بنیادین رژیم غذایی انسانی، نقش بی‌بدیلی در سلامت و کارکردهای حیاتی بدن ایفا می‌کنند.

با وجود حضور پررنگ روغن‌ها در سفره‌های ایرانی، متأسفانه اطلاعات دقیق و مبتنی بر شواهد علمی در زمینه ویژگی‌ها، کاربردها و تأثیرات سلامتی این ماده غذایی، میان عموم مردم کمتر تبیین شده است. این عدم آگاهی منجر به پدید آمدن باورهای نادرست و مصرف‌های ناصحیحی شده است که پیامدهای آنها می‌تواند در درازمدت برای سلامت فرد و جامعه پرمغز باشد.

هدف از تألیف این کتاب، ارائه‌ی مروری علمی و کاربردی بر روغن‌های خوراکی است. در صفحات پیش‌رو، تلاش شده است تا به بررسی علمی انواع روغن‌ها، ساختار شیمیایی آن‌ها، نقاط تمایز، تأثیرات زیستی هر یک بر بدن انسان و پاسخ به باورها و سوالات رایج در خصوص روغن‌ها بپردازیم. همچنین معیارهای انتخاب روغن مناسب برای کاربردهای گوناگون آشپزی-از مصارف خام تا پخت با حرارت بالا-در این کتاب مورد واکاوی قرار گرفته است.

امید است این اثر، گامی در جهت ارتقای سواد تغذیه‌ای و کمک به تصمیم‌گیری‌های صحیح در زمینه‌ی انتخاب و مصرف روغن‌های خوراکی و آغازی باشد برای تغییرات کوچک اما تأثیرگذار در سبک زندگی شما. به یاد داشته باشید: همیشه بهترین غذاها، سالم‌ترین انتخاب‌ها را در خود دارند.



فصل اول

وضعیت تولید

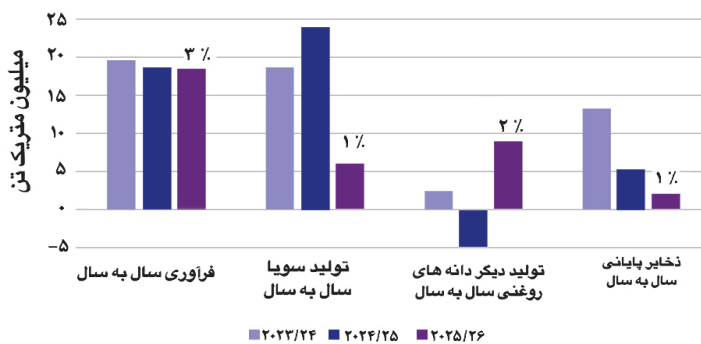
واردات و مصرف روغن

در دنیا و ایران

دانه‌ها و میوه‌های روغنی نقش حیاتی در سلامت و رفاه انسان و همچنین محیط زیست ایفا می‌کنند. این دسته از محصولات کشاورزی با پوشش بخش قابل توجهی از سطح زمین جهت کشت، حدود ۵۴۳ میلیون هکتار را اشغال می‌کند که ۳۷٪ از کل زمین‌های اختصاص داده شده به تولید محصولات کشاورزی در سطح جهان است (۱). نکته قابل توجه این است که گسترش زمین‌های اختصاص داده شده به دانه‌های روغنی از سایر محصولات پیشی گرفته است. ارزش سالانه تولید فعلی روغن نباتی بیش از ۲۶۵ میلیارد دلار تخمین زده می‌شود. دانه‌ها و میوه‌های روغنی کاربرد گسترده‌ای در تولید طیف وسیعی از کالاها از جمله روغن‌های پخت و پز، لوازم آرایشی، سورفاکتانت‌ها، سوخت‌های زیستی و خوراک دام دارند (۱).

چشم‌انداز جهانی دانه‌های روغنی در ۲۰۲۵/۲۶

تولید جهانی دانه‌های روغنی در سال ۲۰۲۴/۲۵ به طور تقریبی، ۶۷۸ میلیون تن بوده است (۲). تخمین زده می‌شود که این رقم در سال ۲۰۲۵/۲۶ به رکورد ۶۹۲ میلیون تن برسد که ۲٪ بیشتر از سال گذشته آن است. رشد تولید عمدتاً ناشی از افزایش تولید سویا در آمریکای جنوبی است، اگرچه این رشد نسبت به سال‌های اخیر با نرخ پایین‌تری رخ می‌دهد. پس از خشکسالی سال ۲۰۲۴/۲۵ که باعث کاهش عملکرد در سراسر اروپا شد، انتظار می‌رود که بازیابی قابل توجهی در تولید کلزا و دانه آفتابگردان صورت گیرد. پیش‌بینی می‌شود تولید جهانی سویا که در سال ۲۰۲۴/۲۵ به طور تقریبی عدد ۴۲۱ میلیون تن بود، عمدتاً به دلیل برداشت بیشتر محصول مذکور در برزیل (با وجود پیش‌بینی کاهش برداشت آن در کشورهای ایالت متحده آمریکا، کانادا و آرژانتین)، نزدیک به ۶ میلیون تن افزایش یابد و به عدد حدودی ۴۲۷ میلیون تن برسد (۲). انتظار می‌رود که تولید جهانی کلزا بیش از ۵٪ افزایش یابد که علت آن بهبود چشمگیر تولید در اتحادیه اروپا، کانادا و روسیه است که به طرز قابل توجهی کاهش‌ها در ایالات متحده آمریکا، بریتانیا و اوکراین را جبران می‌کند. تخمین زده می‌شود برداشت دانه آفتابگردان ۴ میلیون تن رشد داشته باشد که به دلیل بهبود قابل توجه کشت آن در اتحادیه اروپا، اوکراین و روسیه است. انتظار می‌رود که دیگر دانه‌های روغنی شامل بادام زمینی و هسته پالم نیز اندکی رشد کنند (۲).



نمودار شماره ۱-۱- تغییرات جهانی دانه‌های روغنی از سال ۲۰۲۳/۲۴ تا سال ۲۰۲۵/۲۶

مصرف جهانی

تخمین زده می شود که مصرف جهانی روغن های گیاهی در سال ۲۰۲۵/۲۶ به میزان ۳ درصد افزایش یابد؛ که این افزایش ناشی از رشد مصرف سویا، کلزا، بادام زمینی و دانه آفتابگردان برای فرآوری می باشد (۲). پیش بینی می شود که عمدتاً به دلیل افزایش اسفاده از سویا و بهبود فرآوری دانه آفتابگردان و کلزا، فرآوری جهانی دانه های روغنی به رکورد ۵۸۰ میلیون تن برسد (۲). انتظار می رود فرآوری سویا در چین، ایالات متحده آمریکا، برزیل، آرژانتین و همچنین کشورهای وارد کننده ای مثل مصر، بنگلادش و پاکستان رشد کند. پیش بینی می شود که فرآوری کلزا نزدیک به ۲٪ افزایش یابد، زیرا فرآوری در سراسر جهان به ویژه در اتحادیه اروپا، کانادا و هند افزایش می یابد (۲).

ذخایر نهایی جهانی دانه های روغنی

پیش بینی می شود که دانه های روغنی با افزایش حدود ۲ میلیون تن از عدد ۱۴۱ میلیون تن در سال ۲۰۲۴/۲۵، به ۱۴۳ میلیون تن در سال ۲۰۲۵/۲۶ برسد. ذخایر نهایی سویا در ایالات متحده آمریکا کاهش خواهد یافت، در حالی که ذخایر سویا در آرژانتین و برزیل به طور متوسط افزایش می یابد. همچنین رشد ملایمی در ذخایر عمده واردکنندگان سویا مشاهده خواهد شد. انتظار می رود ذخایر سویا در چین در همان سطح گذشته باقی بماند (۲).

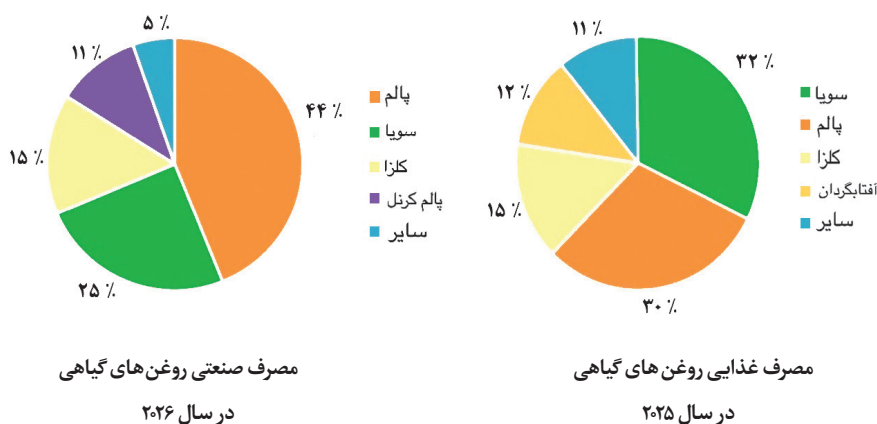
پیش بینی تولید جهانی روغن های گیاهی در سال ۲۰۲۵/۲۶

تخمین زده می شود که تولید جهانی روغن های گیاهی در سال پیش رو با رشد ۳ درصدی از عدد ۲۲۷ میلیون تن به نزدیک ۲۳۵ میلیون تن برسد. پیش بینی می شود که تولید روغن پالم با افزایش ۳ درصدی از عدد تقریبی ۷۸ میلیون تن در سال گذشته به ۸۰ میلیون برسد که عمدتاً ناشی از افزایش تولید در اندونزی و بهبود تولید در مالزی است (۲). تولید روغن سویا نیز به رکورد جدیدی نزدیک می شود و از حدود ۶۸ میلیون تن به حدود ۷۱ میلیون تن می رسد، زیرا چین، ایالات متحده آمریکا، آرژانتین و برزیل فرآوری سویا را افزایش می دهند. تولید روغن آفتابگردان با رشد ۹ درصدی نسبت به سال جاری از عدد تقریبی ۲۰ میلیون تن به ۲۲ میلیون تن پیش بینی شده است که دلیل آن بهبود فرآوری در اوکراین و اتحادیه اروپا است. در مقابل، تولید روغن زیتون کاهش خواهد یافت (۲).

پیش بینی مصرف جهانی روغن های گیاهی در سال پیش رو

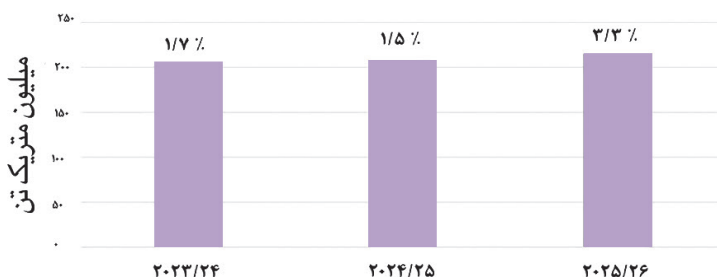
مصرف جهانی روغن های گیاهی در سال ۲۰۲۵/۲۶ با رشد ۲ درصدی تخمین زده شده است. انتظار می رود رشد مصرف خوراکی از رشد کم مصرف صنعتی که در سال گذشته میزان ۲۲۴ میلیون تن بود، پیشی بگیرد. مصرف خوراکی روغن های گیاهی در سطح جهانی به دلیل افزایش مصرف روغن سویا، آفتابگردان و پالم رشد خواهد کرد. چین و هند پیشتاز رشد مصرف خوراکی هستند، در حالی که ایالات متحده آمریکا از طریق

مصرف روغن سویا، بیشترین سهم را در رشد مصرف صنعتی دارد (۲).



پیش بینی تجارت جهانی روغن های گیاهی در سال ۲۰۲۵/۲۶

تجارت جهانی روغن های گیاهی در سال ۲۰۲۵/۲۶ با رشد ۳ درصدی (افزایش از عدد تقریبی ۸۵ میلیون تن به ۸۷ میلیون تن) همراه است، چرا که بهبود در تجارت روغن پالم و روغن آفتابگردان، کاهش در تجارت روغن سویا را جبران می کند (۲). افزایش تولید روغن پالم در اندونزی و پیش بینی افزایش رقابت پذیری قیمتی آن در مقایسه با روغن سویا، منجر به رشد ۱/۸ میلیون تنی (از ۴۳/۸ میلیون تن به ۴۵/۶ میلیون تن) صادرات روغن پالم خواهد شد. از سوی دیگر صادرات روغن سویا به طور جزئی کاهش یافته و از ۱۴/۱ میلیون تن به ۱۳/۷ میلیون تن خواهد رسید که ناشی از کاهش صادرات از ایالات متحده آمریکا و چین است. موجودی پایانی جهانی روغن های گیاهی بدون تغییر در سطح ۲۹ میلیون تن باقی می ماند (۲).



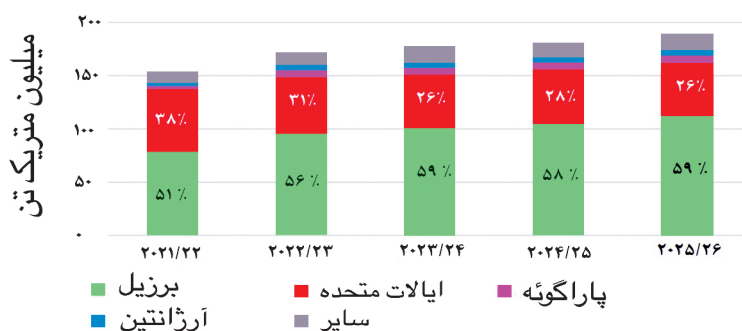
نمودار شماره ۱-۲- صادرات جهانی دانه های روغنی و رشد سالانه

در ادامه به بررسی پیش بینی وضعیت تولید، ذخایر، مصرف و تجارت انواع دانه های روغنی پرداخته می شود.

سویا

پیش بینی تولید جهانی سویا در سال ۲۰۲۵/۲۶

رکورد جدیدی برای تولید جهانی سویا در سال ۲۰۲۵/۲۶ پیش بینی می شود که عمدتاً ناشی از برداشت بی سابقه در برزیل است (۲). تخمین زده می شود که این عدد از ۴۲۰ میلیون تن به ۴۲۶ میلیون تن برسد. این در حالی است که تولید در آمریکای شمالی کاهش خواهد یافت و واردات سویا نیز رکورد خواهد زد. بهبود مستمر در بخش فرآوری دانه های روغنی در پاکستان، مصر و بنگلادش، همراه با افزایش فرآوری سویا در کشورهای واردکننده، به رشد بیشتر واردات جهانی دامن زده است. پیش بینی می شود صادرات سویای برزیل با حمایت از برداشت فراوان آن، رکورد جدیدی بزند. واردات آرژانتین نیز به دلیل عرضه بیشتر در پاراگوئه افزایش خواهد یافت (۲).



نمودار شماره ۳-۱- صادرات جهانی سویا و سهم بازار صادرات

ذخایر جهانی سویا

انتظار می رود ذخایر جهانی سویا اندکی افزایش یابد و از عدد ۱۲۳ میلیون تن به ۱۲۴ میلیون تن برسد (۲). پیش بینی می شود چین ذخایر خود را در سطحی مشابه سال قبل نگه دارد. ذخایر پایانی ایالت متحده به دلیل کاهش تولید و افزایش استفاده در فرآوری، به ۸ میلیون تن کاهش خواهد یافت. آرژانتین و برزیل احتمالاً ذخایر پایانی خود را در سال ۲۰۲۵/۲۶ در مقایسه با سال قبل اندکی افزایش دهند (۲).

مصرف جهانی سویا

مصرف جهانی سویا در تمام بازارهای عمده به جز اتحادیه اروپا، به دلیل رشد تقاضای خوراک دام و قیمت های رقابتی کنجاله سویا، افزایش خواهد یافت (۲). افزایش تجارت سویا باعث افزایش مصرف داخلی نخواهد شد؛ بلکه افزایش فرآوری آن باعث این امر خواهد بود. پیش بینی می شود تجارت کنجاله سویا به رکورد جدیدی ثبت کند، اما رشد آن در مقایسه با سال های اخیر کندتر خواهد بود. احتمالاً آرژانتین به عنوان بزرگترین صادرکننده کنجاله سویا، صادرات خود را به طور متوسط افزایش دهد و از ایالت متحده

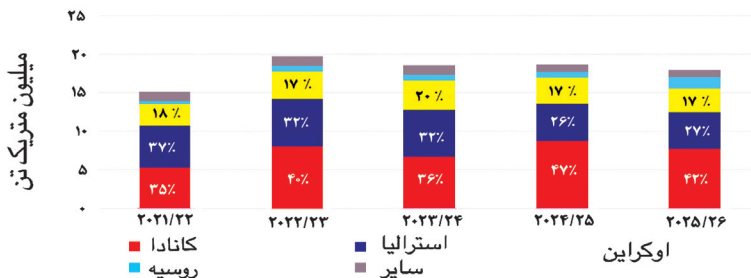
آمریکا نیز رشد مشابهی انتظار می‌رود.

پیش‌بینی تولید و تجارت روغن سویا در سال ۲۰۲۵/۲۶

تولید جهانی روغن سویا در سال ۲۰۲۵/۲۶ رکورد جدیدی خواهد زد، اما تخمین زده می‌شود صادرات در مقایسه با سال قبل کاهش یابد. تولیدات بیشتر در برزیل و ایالات متحده آمریکا عمدتاً برای مصارف داخلی استفاده خواهد شد. با وجود کاهش تجارت روغن سویا، ذخایر این روغن به دلیل فرآوری در کشورهای واردکننده عمده، اندکی رشد خواهد کرد (۲).

پیش‌بینی جهانی تولید کلزا ۲۰۲۵/۲۶

پیش‌بینی می‌شود سطح تولید جهانی کلزا در سال ۲۰۲۵/۲۶ نزدیک به رکورد باشد (تقریباً ۴۲۶ میلیون تن) که ناشی از بالاترین سطح زیر کشت ثبت شده تا کنون است، هر چند این موضوع تا حدودی با عملکرد متوسط محصول خنثی خواهد شد (۲). انتظار می‌رود کانادا همچنان به عنوان بزرگترین تولیدکننده باقی بماند و اتحادیه اروپا با فاصله کمی در رتبه دوم قرار گیرد (۲). احتمالاً صادرات کلزا کاهش خواهد یافت که عمدتاً به دلیل کاهش صادرات کانادا ناشی از موجودی اولیه کمتر است. افزایش اخیر خریدهای کلزا توسط چین در واکنش به تعرفه‌های اعمال شده بر محصولات کلزای کانادایی، به کاهش موجودی اولیه جهانی در سال ۲۰۲۵/۲۶ کمک کرده است (۲). پیش‌بینی می‌شود فرآوری کلزا رکورد جدیدی بزند (تقریباً ۳۶۶ میلیون تن) که دلیل آن افزایش مصرف کلزا در اتحادیه اروپا و افزایش فرآوری در کانادا و هند است. ذخایر پایانی در جهان تقریباً بدون تغییر باقی می‌مانند (۱۲۳ میلیون تن)، چرا که تولید بیشتر در سال ۲۰۲۵/۲۶، کاهش ذخایر مشاهده شده در سال ۲۰۲۴/۲۵ را متوقف خواهد کرد (۲).



نمودار شماره ۱-۴- صادرات جهانی کلزا و سهم بازار صادرات

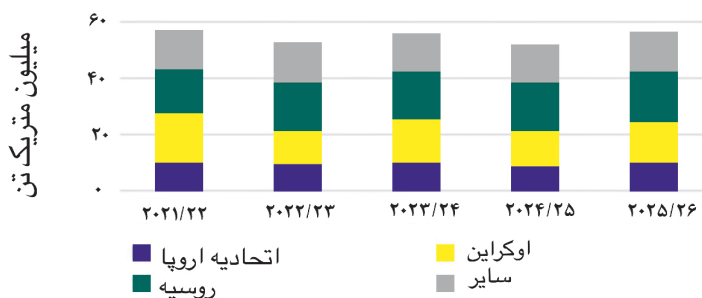
تجارت جهانی کنجاله و روغن کلزا

علیرغم فرآوری بی سابقه، پیش‌بینی نمی‌شود که تجارت کنجاله کلزا در سال ۲۰۲۵/۲۶ رشد داشته باشد. روند واردات کنجاله کلزا توسط چین در سال ۲۰۲۵/۲۶ همچنان روند کاهشی خواهد داشت؛ چرا که این کشور

به دنبال جایگزین های کم هزینه تر برای کنجاله کلزای کانادایی است. به همین ترتیب صادرات روغن کلزا در مقایسه با سال قبل بدون تغییر پیش بینی می شود و انتظار می رود کانادا در این سال مقدار کمتری صادرات انجام دهد. تخمین زده می شود که تولید کنجاله و روغن کلزا در کانادا همچنان با سرعت کمتر رشد داشته باشد. پیش بینی می شود که علیرغم اعلام افزایش ظرفیت فرآوری در کانادا به دلیل صادرات کمتر کنجاله کلزا به چین و عدم قطعیت در سیاست های زیستی آمریکا، استفاده از این ظرفیت ها را محدود کند (۲).

پیش بینی تولید جهانی دانه آفتابگردان در سال ۲۰۲۵/۲۶

انتظار می رود تولید جهانی دانه آفتابگردان با بهبود عملکرد در اروپای قاره ای احیا شود و از عدد تقریبی ۵۲ میلیون تن در سال گذشته به عدد تقریبی ۵۶ میلیون تن در سال جدید برسد که اتحادیه اروپا و اوکراین پیش از این احیا هستند؛ در حالی که روسیه و ترکیه نیز تولید خود را افزایش خواهند داد. تخمین زده می شود که مطابق با افزایش تولید، فرآوری دانه آفتابگردان در کشورهای مذکور افزایش یابد (۲).



نمودار شماره ۵-۱- تولید جهانی دانه آفتابگردان

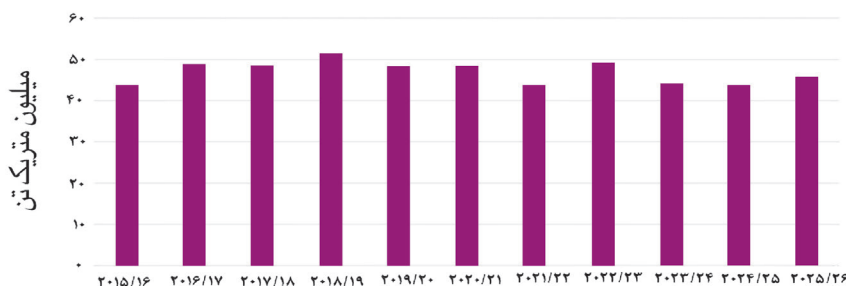
محصولات دانه آفتابگردان

احیا در فرآوری دانه آفتابگردان موجب بازگشت تولید محصولات جانبی آن از پایین ترین سطح ۳ ساله ثبت شده در ۲۰۲۴/۲۵ خواهد شد. انتظار می رود واردات روغن آفتابگردان در چین و هند به طور قابل توجهی افزایش یابد که عمدتاً برای مصارف خوراکی خواهد بود. همچنین پیش بینی می شود چین واردات کنجاله دانه آفتابگردان را نیز گسترش دهد، زیرا به دنبال جایگزین هایی برای کنجاله کلزا است (۲).

پیش بینی تولید جهانی روغن پالم در سال ۲۰۲۵/۲۶

تخمین زده می شود که تولید جهانی روغن پالم در سال ۲۰۲۵/۲۶ افزایش یابد و از رقم تقریبی ۷۸ میلیون تن به ۸۰ میلیون تن برسد، زیرا تولید اندونزی با کاشت بیشتر به رکورد جدیدی می رسد و تولید مالزی با بهبود شرایط آب و هوایی احیا خواهد شد. پیش بینی می شود که تجارت روغن پالم پس از کاهش سالانه

در ۲۵/۲۴ رشد کند. با احیای عرضه روغن پالم، رقابت پذیری قیمتی آن در مقایسه با سایر روغن های گیاهی افزایش یافته و تقاضای واردات را تحریک خواهد کرد (۲). پیش بینی می شود که مصرف داخلی روغن پالم با افزایش مصرف خوراکی در چین، هند، اندونزی و سراسر آفریقا بیشتر شود. مصرف صنعتی آن نیز به دلیل افزایش استفاده اندونزی از این روغن در ترکیب سوخت های زیستی، رکورد جدیدی خواهد زد. ذخایر پایانی پالم در سال ۲۵/۲۶ نیز تقریباً بدون تغییر خواهد ماند (۲).



نمودار شماره ۶-۱- صادرات جهانی روغن پالم به عنوان درصدی از تولید

چشم انداز تولید جهانی دانه های روغنی در سال ۲۵/۲۶

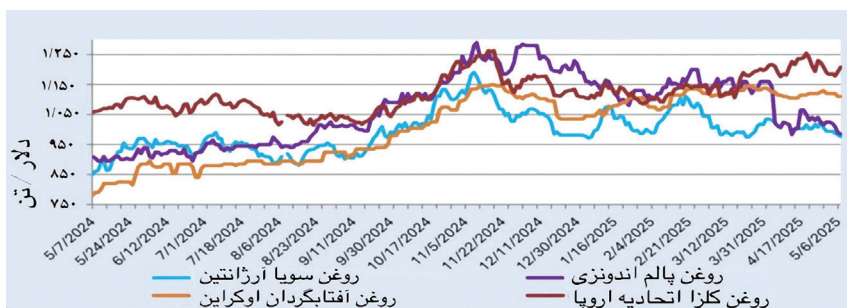
پیش بینی می شود که روند تولید جهانی دانه های روغنی در سال ۲۵/۲۶ افزایش داشته باشد (افزایش از میزان تقریبی ۶۷۷ میلیون تن در سال گذشته به ۶۹۲ میلیون تن در سال جدید) که ناشی از رشد تولید سویا در برزیل، کلزا در اتحادیه اروپا، کانادا و روسیه، و همچنین دانه آفتابگردان در اتحادیه اروپا و اوکراین است (۲). بر این اساس فرآوری، تجارت و ذخایر پایانی همگی روند صعودی خواهند داشت. فرآوری بیشتر به دلیل برداشت سویا در چین، ایالات متحده، آرژانتین و برزیل است. دانه آفتابگردان اوکراین و اتحادیه اروپا نیز سهمی در این رشد دارند. تجارت دانه های روغنی عمدتاً با افزایش صادرات سویای برزیل رشد خواهد کرد (۲). ذخایر جهانی دانه های روغنی به دلیل افزایش موجودی پایانی سویا، بادام زمینی، تخم پنبه، وکلزاکمی بیشتر خواهد شد، در حالی که انتظار می رود ذخایر سویا در ایالات متحده کاهش یابد (۲). تجارت جهانی کنجاله به دلیل افزایش صادرات کنجاله سویا از ایالات متحده و آرژانتین رشد خواهد کرد. تولید جهانی روغن های گیاهی نیز با افزایش روغن سویا در چین و آمریکا، روغن پالم در اندونزی و مالزی، و روغن آفتابگردان در اوکراین و اتحادیه اروپا بیشتر خواهد شد. به طور کلی، تجارت روغن های گیاهی با افزایش صادرات روغن پالم اندونزی و مالزی و روغن آفتابگردان اوکراین روند صعودی دارد (۲).

تولید جهانی دانه های روغنی با اصلاحات افزایشی برای بادام زمینی جمهوری آفریقای مرکزی و سویای زامبیا و اوروگوئه جبران نشده است. تجارت دانه های روغنی به دلیل کاهش محموله های صادراتی سویا از برزیل، پاراگوئه، اوکراین و آرژانتین کاهش یافته، هر چند صادرات آمریکا افزایش داشته است. فرآوری جهانی

دانه‌های روغنی به دلیل پردازش کمتر سویا در چین و کره جنوبی و دانه آفتابگردان در اوکراین کاهش یافته است. ذخایر جهانی دانه‌های روغنی عمدتاً به دلیل افزایش موجودی سویا در برزیل و کلزا در چین بیشتر شده است (۲).

قیمت‌های صادراتی

قیمت‌های سویا پس از کاهش کوتاه مدت در ابتدای آوریل به دنبال اعلام تعرفه‌ها، بهبود یافته‌اند. قیمت سویا در برزیل و آمریکا به نسبت ثابت مانده، در حالی که قیمت سویای آرژانتین از اواسط آوریل به دنبال کاهش ارزش در آرژانتین، کاهش یافته است. قیمت کنجاله سویا عموماً همسو با قیمت سویا حرکت کرده و نسبتاً ثابت باقی مانده است. قیمت روغن سویا برزیل و آرژانتین با قیمت بالاتری به فروش می‌رسد. احتمالاً این افزایش قیمت ناشی از تقاضای قوی داخلی و صادراتی است. قیمت روغن کلزا اتحادیه اروپا به دلیل محدودیت عرضه همچنان بالا باقی مانده است. قیمت روغن پالم اندونزی و مالزی در طول ماه آوریل به دلیل بهبود تولید و محدودیت ذخایر در هر دو کشور به آرامی کاهش یافته است (۲).



نمودار شماره ۷-۱- قیمت صادرات روغن‌های گیاهی

تولید داخلی^۱

ایران سالانه حدود ۲ میلیون تن روغن خوراکی تولید می‌کند که تنها ۷ تا ۱۰ درصد از تولید داخلی تامین می‌شود. بیشترین تولید داخلی مربوط به روغن‌های آفتابگردان، سویا و کلزا است. با این حال، ایران برای تامین ۹۰٪ از نیاز خود به واردات روغن خام و دانه‌های روغنی وابسته است. کلزا یکی از مهم‌ترین دانه‌های روغنی تولیدی در ایران است که بیشتر در استان‌های گلستان، مازندران و خوزستان کشت می‌شود. دولت ایران در سال‌های اخیر برنامه‌هایی برای افزایش تولید کلزا اجرا کرده است. دانه آفتابگردان نیز در برخی مناطق ایران مانند استان‌های آذربایجان شرقی و غربی کشت می‌شود اما تولید آن محدود است. ایران در تولید زیتون و روغن زیتون نیز فعالیت دارد و استان‌های شمالی مانند گیلان و مازندران از مناطق اصلی تولید زیتون هستند.

۱. منبع: به گزارش انجمن صنایع روغن‌کشی برگرفته از اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی

نوسانات تولید دانه‌های روغنی و تجارت دانه و روغن‌های گیاهی در کشور^۱

در دهه اخیر، تولید دانه‌های روغنی در ایران نوسانات زیادی داشته است و در سال ۹۳-۹۴ به کمترین میزان خود ۱۹۶ هزار تن کاهش یافته است. پس از آن با سیاست‌های حمایتی، تولید در سال‌های ۹۶-۹۷ به اوج خود، یعنی مقدار ۵۴۶ هزار تن رسید. از سال ۹۸-۹۹ و بعد از آن مجدداً کاهش یافته و در سال ۱۴۰۲-۱۴۰۳ به مقدار ۱۶۵ هزار تن رسیده که پایین‌ترین میزان طی ۱۰ سال اخیر است. به دلیل وجود این نوسانات در تولید دانه‌های روغنی در کشور، بخش بزرگی از نیاز ایران به روغن‌های نباتی از طریق واردات تامین می‌شود. در جداول زیر میزان واردات دانه‌های روغنی و روغن‌های خام به تفکیک اقلام متنوع، آورده شده است.

نام کالا	جمع سال ۱۳۹۴	جمع سال ۱۳۹۵	جمع سال ۱۳۹۶	جمع سال ۱۳۹۷	جمع سال ۱۳۹۸	جمع سال ۱۳۹۹	جمع سال ۱۴۰۰	جمع سال ۱۴۰۱	جمع سال ۱۴۰۲
آفتابگردان	۲۶۹,۰۶۶	۲۸۳,۱۹۵	۵۱۹,۴۳۴	۶۴۱,۹۵۶	۶۹۵,۹۶۹	۵۷۰,۳۳۶	۸۹۳,۶۴۰	۶۴۴,۶۴۶	۸۰۰,۵۴۴
پالم	۲۸۸,۱۳۳	۴۲۲,۷۶۹	۴۸۱,۷۲۲	۴۳۴,۸۰۶	۵۱۳,۸۱۱	۴۰۱,۱۵۱	۴۸۰,۴۶۷	۴۹۳,۱۳۴	۵۱۹,۷۲۷
سویا	۴۱۰,۸۱۴	۳۱۷,۰۶۶	۲۷۳,۱۴۷	۱۵۴,۹۰۶	۳۱۳,۱۰۰	۲۴۶,۱۶۶	۵۳۳,۵۸۰	۲۵۲,۱۷۰	۲۴۶,۱۸۰
ذرت	۸,۸۶۶	۷,۶۸۱	۱۰,۲۱۴	۱۰,۶۸۹	۳,۰۰۴	۱۴۲	۲,۹۵۹	۱,۰۳۶	۱,۱۴۵
زیتون بکر	۰	۵,۸۸۰	۶,۳۰۰	۳,۳۷۹	۳,۳۹۷	۱,۳۵۱	۳,۶۱۴	۱,۸۹۲	۳۱۹
کنجد	۴۶۲	۶۸۳	۱,۳۸۶	۲,۳۹۸	۱,۳۹۱	۱,۳۷۳	۳۳۳	۷۱۳	۵۳۱
نارگیل	۳,۰۹۵	۱,۵۳۹	۱۰۶	۷۶	۰	۰	۰	۰	۴۱
کلزا	۵۵	۱۹,۰۰۰	۱,۷۷۶	۴۷۳	۲,۵۰۲	۲,۹۸۰	۲,۰۵۲	۱۹,۱۰۹	۴۰,۸۷۱
جمع	۹۸۰,۴۹۱	۹۵۷,۸۱۳	۱,۲۹۴,۰۸۵	۱,۲۴۸,۴۸۳	۱,۵۳۳,۱۷۴	۱,۲۲۳,۳۹۹	۱,۹۱۵,۶۴۶	۱,۴۱۲,۷۰۰	۱,۶۰۹,۳۵۸

جدول شماره ۱-۱- میزان واردات روغن خام به کشور^۲

نام کالا	جمع سال ۱۳۹۴	جمع سال ۱۳۹۵	جمع سال ۱۳۹۶	جمع سال ۱۳۹۷	جمع سال ۱۳۹۸	جمع سال ۱۳۹۹	جمع سال ۱۴۰۰	جمع سال ۱۴۰۱	جمع سال ۱۴۰۲
آفتابگردان	۱۱۳	۲۹	۵۰	۲۱	۰	۴	۰	۰	۰
سایر مشتقات پالم	۱۳۴,۴۹۹	۳۴,۰۵۳	۵۲,۰۵۰	۳۳,۲۶۵	۵۱,۱۵۱	۳۳,۵۰۹	۴۰,۱۵۶	۳۷,۱۶۸	۴۱,۸۶۳
هیدروژنه	۸۴	۱,۷۵۶	۴۳۴	۵۹۹	۴۰	۱۱۸	۲۴۰	۲۶۹	۱۹۲
سویا	۱۵۹	۱۸۴	۱۶۳	۱	۰	۰	۰	۰	۰
کلزا یا کانولا	۲۷۳	۲۵۳	۱۶۶	۴۲	۰	۰	۰	۰	۰
ذرت	۴۷۹۳	۵,۰۰۶	۳,۵۲۵	۳۴۵	۰	۰	۰	۰	۰
جمع	۱۲۹,۹۲۱	۴۱,۲۸۱	۵۶,۳۸۸	۳۴,۲۷۳	۵۱,۱۹۱	۳۳,۶۳۱	۴۰,۳۹۶	۳۷,۴۳۷	۴۲,۰۵۵

جدول شماره ۱-۲- میزان واردات روغن ساخته شده به کشور

۱. منبع: انجمن صنایع روغن نباتی ایران
۲. منبع: گمرک جمهوری اسلامی ایران

نام کالا	جمع سال ۱۳۹۴ وزن/تن	جمع سال ۱۳۹۵ وزن/تن	جمع سال ۱۳۹۶ وزن/تن	جمع سال ۱۳۹۷ وزن/تن	جمع سال ۱۳۹۸ وزن/تن	جمع سال ۱۳۹۹ وزن/تن	جمع سال ۱۴۰۰ وزن/تن	جمع سال ۱۴۰۱ وزن/تن	جمع سال ۱۴۰۲ وزن/تن
سويا	۱,۶۶۷,۲۷۵	۲,۰۸۳,۷۵۵	۲,۱۷۴,۸۶۳	۲,۵۴۸,۵۰۵	۲,۱۵۱,۰۱۰	۲,۱۲۳,۸۷۲	۲,۲۰۳,۷۶۰	۲,۵۴۰,۵۷۴	۲,۷۱۲,۹۹۷
آفتابگردان	۸۰,۳۲۹	۱۰۰,۳۷۸	۲۸,۵۲۹	۲۹,۶۱۷	۱,۲۴۱	۰	۰	۰	۰
کنجد	۶۰,۳۸۴	۷۹,۷۸۴	۸۶,۷۱۹	۶۲,۸۳۱	۶۴,۵۹۱	۵۱,۹۳۶	۵۹,۰۲۴	۶۸,۶۰۵	۶۵,۰۶۹
کلزا	۵,۹۵۹	۸۳,۰۰۶	۹۴,۲۱۵	۴۸,۰۲۱	۹۰,۸۲۱	۱۶۰,۰۲۶	۶,۸۲۷	۰	۱۷,۷۳۷
پنبه دانه	۲۰	۱۰۰	۸۰	۲۶۰	۳۴۶	۸۸۲	۷۱۲	۷۸۲	۷۳۰
جمع	۱,۸۱۳,۸۶۷	۲,۲۴۶,۹۲۳	۲,۳۸۴,۴۰۶	۲,۶۸۹,۲۲۴	۲,۳۰۸,۰۰۹	۲,۳۲۵,۷۱۶	۲,۲۷۰,۲۲۳	۲,۶۰۹,۹۶۱	۲,۷۹۶,۵۳۳

جدول شماره ۳-۱- میزان واردات دانه های روغنی به کشور

همانطور که در جداول بالا مشاهده می شود، میزان واردات روغن خام در سال های مورد بررسی، همواره از میزان واردات روغن ساخته شده بیشتر بوده است. به طور کلی، روند واردات روغن های خام آفتابگردان، پالم و کلزا افزایشی، روغن های خام زیتون و نارگیل کاهش و روغن های خام ذرت و سویا دارای نوسان بوده است؛ اما به طور میانگین واردات روغن خام در بازه ی زمانی مورد بررسی در جداول بالا (از سال ۱۳۹۴ تا ۱۴۰۲) افزایش داشته است.

بررسی میزان واردات دانه های روغنی نیز نشان می دهد دانه سویا در صدر جدول، دارای بالاترین میزان واردات و پنبه دانه دارای کمترین میزان آن است. مقدار واردات دانه کلزا افزایش، دانه آفتابگردان کاهش و دانه کنجد دارای نوسان بوده است. به طور کلی میزان واردات دانه های روغنی در بازه ی زمانی مورد بررسی افزایش داشته است.

وضعیت مصرف روغن ها در دنیا و ایران

وضعیت مصرف روغن در دنیا

در دهه های اخیر، دریافت کالری از غذاهای سرشار از فیبر، مانند غلات کامل، حبوبات و سبزیجات کاهش یافته در حالی که دریافت کالری از روغن ها و چربی ها افزایش یافته است. افزایش درآمد و استانداردهای زندگی، عامل این شتاب رشد است (۳).

افزایش عرضه چربی در رژیم غذایی در سراسر جهان از افزایش عرضه پروتئین در رژیم غذایی پیشی گرفته است. میانگین عرضه جهانی چربی از سال ۱۹۶۷-۱۹۶۹ به میزان ۲۰ گرم در روز به ازای هر نفر افزایش یافته است. این افزایش در دسترس بودن، بیشتر در قاره آمریکا، شرق آسیا و جامعه اروپا مشهود بوده است. سهم انرژی حاصل از چربی های غذایی در مناطق صنعتی بیش از ۳۰ درصد است و تقریباً در تمام مناطق دیگر این سهم در حال افزایش است (۴).

افزایش کمیت و کیفیت چربی های مصرفی در رژیم غذایی، یکی از ویژگی های مهم گذار تغذیه ای است که در رژیم های غذایی ملی کشورها منعکس می شود. در مناطق مختلف جهان، تفاوت های زیادی در میزان کل چربی ها (یعنی چربی های موجود در غذاها، به علاوه چربی ها و روغن های اضافه شده) موجود برای مصرف انسان وجود دارد. کمترین میزان مصرف در آفریقا ثبت شده است، در حالی که بیشترین میزان مصرف

در بخش‌هایی از آمریکای شمالی و اروپا رخ می‌دهد. در سه دهه گذشته افزایش قابل توجهی در مصرف چربی‌های غذایی وجود داشته است و این افزایش عملاً در همه جا به جز آفریقا، جایی که سطح مصرف ثابت مانده است، رخ داده است. سرانه مصرف چربی از غذاهای حیوانی به ترتیب ۱۴ و ۴ گرم در کشورهای در حال توسعه و صنعتی افزایش یافته است، در حالی که در کشورهای در حال گذار ۹ گرم کاهش یافته است (۴). نسبت چربی به انرژی (FER)^۱ به عنوان درصد انرژی حاصل از چربی در کل عرضه انرژی (بر حسب کیلوکالری) تعریف می‌شود. تجزیه و تحلیل داده‌های FAO^۲ برای سال‌های ۱۹۸۸-۱۹۹۰ در هر کشور، محدوده‌ای بین ۷ تا ۴۶ درصد را برای FER نشان داد. در مجموع ۱۹ کشور از حداقل توصیه ۱۵ درصد تأمین انرژی غذایی از چربی پایین‌تر بودند که اکثر آنها در کشورهای جنوب صحرای آفریقا و بقیه در جنوب آسیا بودند. در مقابل، ۲۴ کشور بالاتر از حداکثر توصیه ۳۵ درصد بودند که اکثر این کشورها در آمریکای شمالی و اروپای غربی قرار دارند. شایان ذکر است که محدودیت‌های داده‌های ترازنامه غذایی ممکن است در بسیاری از این تغییرات در FER بین کشورها نقش داشته باشد. به عنوان مثال، در کشورهایی مانند مالزی که روغن‌های گیاهی با قیمت پایین به وفور در دسترس هستند، داده‌های ترازنامه غذایی ممکن است مصرف واقعی را در سطح خانوار منعکس نکنند.

افزایش درآمد در کشورهای در حال توسعه نیز منجر به افزایش در دسترس بودن و مصرف رژیم‌های غذایی پرچرب و پرانرژی شده است (۵). در سال‌های ۱۹۶۱-۱۹۶۳، رژیم غذایی که ۲۰ درصد انرژی را از چربی تأمین می‌کرد، فقط با کشورهایی مرتبط بود که حداقل سرانه تولید ناخالص ملی ۱۴۷۵ دلار آمریکا داشتند. با این حال، تا سال ۱۹۹۰، حتی کشورهای فقیری که سرانه تولید ناخالص ملی آنها تنها ۷۵۰ دلار آمریکا بود، رژیم غذایی به طور مشابه ۲۰ درصد انرژی را از چربی تشکیل می‌داد. این تغییر عمدتاً نتیجه افزایش مصرف چربی‌های گیاهی توسط کشورهای فقیر بود، و افزایش کمتری در کشورهای با درآمد متوسط و پردرآمد رخ داد. تا سال ۱۹۹۰، چربی‌های گیاهی نسبت به چربی‌های حیوانی، سهم بیشتری از انرژی غذایی را برای کشورهایی که در پایین‌ترین رده درآمد سرانه قرار داشتند، تشکیل می‌دادند. تغییرات در عرضه روغن نباتی خوراکی، در قیمت‌ها و در مصرف، به طور مساوی بر کشورهای ثروتمند و فقیر تأثیر گذاشت، اگرچه تأثیر خالص در کشورهای کم‌درآمد نسبتاً بسیار بیشتر بود. تغییر به همان اندازه بزرگ و مهم در نسبت انرژی حاصل از قندهای افزوده در رژیم‌های غذایی کشورهای کم‌درآمد نیز از ویژگی‌های گذار تغذیه‌ای بود (۵). بخش متغیری از این کالری‌های چربی توسط اسیدهای چرب اشباع تأمین می‌شود. باید توجه داشت که، تنها در دو منطقه با بالاترین سطح رفاه یعنی بخش‌هایی از آمریکای شمالی و اروپا، میزان مصرف چربی اشباع در سطح یا بالاتر از ۱۰ درصد از سطح انرژی دریافتی است. در سایر مناطق کمتر که سطح رفاه کمتری دارند، نسبت انرژی غذایی حاصل از اسیدهای چرب اشباع کمتر است و بین ۵ تا ۸ درصد متغیر است و عموماً در طول زمان تغییر چندانی نمی‌کند. بررسی‌های ملی رژیم غذایی که در برخی کشورها انجام شده

۱. Fat-to-energy ratio

۲. Food and Agriculture Organization

است، این داده‌ها را تأیید می‌کند. نسبت چربی غذایی از منابع حیوانی به کل چربی یک شاخص کلیدی است، زیرا غذاهای حاصل از منابع حیوانی سرشار از چربی اشباع هستند. مجموعه داده‌هایی که برای محاسبه FERهای خاص هر کشور استفاده می‌شوند، می‌توانند برای محاسبه نسبت چربی حیوانی به کل چربی نیز استفاده شوند. چنین تحلیلی نشان داد که نسبت چربی حیوانی به کل چربی در برخی کشورها مانند جمهوری دموکراتیک کنگو، موزامبیک، نیجریه، سائوتومه و پرنسیپ و سیرالئون کمتر از ۱۰ درصد است، در حالی که در برخی دیگر از کشورها مانند دانمارک، فنلاند، مجارستان، مغولستان، لهستان و اروگوئه این میزان بالای ۷۵ درصد است. این یافته‌ها دقیقاً بر اساس سطح اقتصادی تقسیم بندی نشده‌اند، زیرا سطح رفاه این کشورها، متفاوت است. به طور عمده، دسترسی به مواد غذایی خاص هر کشور و ترجیحات و هنجارهای غذایی فرهنگی تا حدودی این الگوها را تعیین می‌کنند (۵).

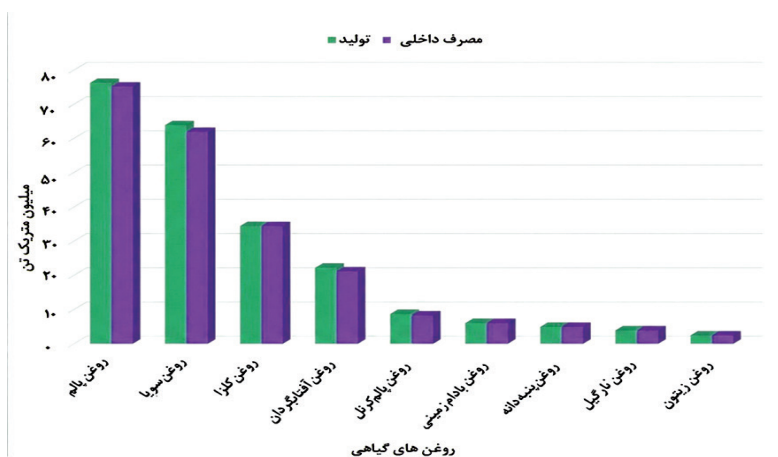
۱۹ روغن‌های گیاهی به دلیل کیفیت بالای خود، بیشتر مورد مصرف قرار می‌گیرند. چین یکی از بزرگترین تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان روغن‌های گیاهی در جهان و مصرف‌کننده اصلی روغن‌های گیاهی خوراکی است (۶). تحقیقات انجام شده در چین نشان می‌دهد که در دهه گذشته تغییرات عمیقی در شیوه‌های خرید در رابطه با درآمد رخ داده است. این تحلیل‌ها نشان می‌دهند که چگونه درآمد اضافی در چین به شیوه‌ای متفاوت بر افراد فقیر و ثروتمند تأثیر می‌گذارد و مصرف چربی افراد فقیر را بیشتر از افراد ثروتمند افزایش داده است (۵). مصرف داخلی جهانی روغن‌های گیاهی اصلی در سال ۲۰۲۴ از ۲۱۸ میلیون تن متریک فراتر رفته است. روغن پالم، روغن سویا، روغن کلزا و روغن آفتابگردان محبوب‌ترین روغن‌ها هستند. در سال‌های ۲۰۲۴/۲۰۲۳ مصرف داخلی روغن زیتون در آمریکا ۲/۴۶ میلیون تن متریک بوده است. به طور خاص، ارزش جهانی روغن‌های پرس سرد در سال ۲۰۱۸، ۲۴/۶۲ میلیارد دلار بود و تخمین زده می‌شود که تا سال ۲۰۲۶ به ۳۶/۴۰ میلیارد دلار برسد. مصرف روغن‌های پرس سرد به دلیل ترکیبات مفید آنها برای سلامتی، همچنان رو به افزایش است زیرا روغن پرس سرد به طور کلی خواص طبیعی خود را بهتر از سایر انواع روغن‌های فرآوری شده با حرارت حفظ می‌کند. روغن پالم خام محصول اصلی درخت پالم است که حدود یک چهارم مصرف روغن نباتی جهان را تأمین می‌کند و حدود ۳۶ درصد از تولید روغن نباتی جهان را تشکیل می‌دهد. مصرف روغن نباتی بین سال‌های ۲۰۲۱ تا ۲۰۲۳، ۱۵/۹۱ کیلوگرم به ازای هر نفر بود و مصرف آن در کشورهای کمتر توسعه یافته ۶/۶۱ کیلوگرم به ازای هر نفر بود (۶).

از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷، مصرف سرانه جهانی روغن خوراکی از ۱۸/۹۵ به ۲۵ کیلوگرم در سال افزایش یافته است. در هند نیز از ۱۱/۱ به ۱۷ کیلوگرم در سال افزایش یافته است. هند سالانه بیش از ۲۴ میلیون تن روغن خوراکی مصرف می‌کند. پس از ایالات متحده، چین و برزیل، هند چهارمین بازار بزرگ روغن خوراکی در جهان را دارد. تقاضا برای روغن خوراکی در هند به دلیل عواملی مانند افزایش جمعیت، افزایش نرخ مصرف و افزایش درآمد سرانه در حال افزایش است (۳).

تخمین‌ها از ارزش بازار جهانی روغن گیاهی متفاوت است. یک تخمین از بازار جهانی در سال ۲۰۲۲ فقط

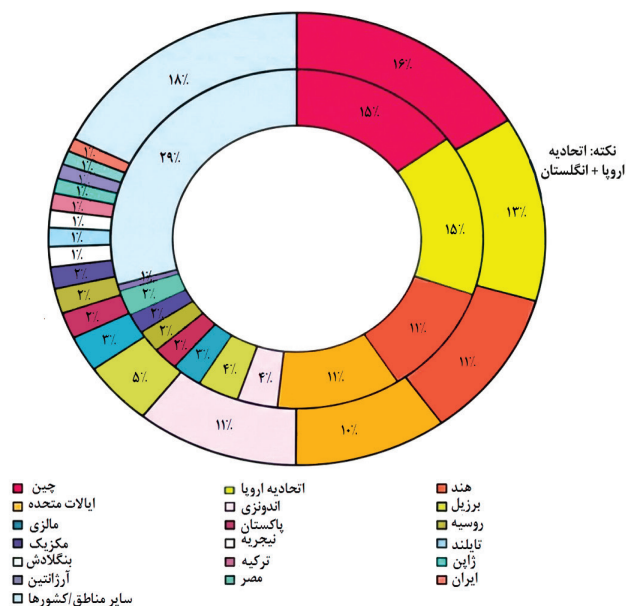
برای روغن‌های خوراکی ۲۱۷/۷ میلیارد دلار آمریکا بود و انتظار می‌رفت اندازه بازار جهانی روغن خوراکی در سال ۲۰۲۴ به حدود ۲۱۸ میلیارد دلار برسد. ارزش روغن پالم در سال ۲۰۲۰ در سراسر جهان ۲۸۲ میلیارد دلار بود. میانگین مصرف جهانی روغن‌های گیاهی بیش از چهار برابر بیشتر از چربی‌های حیوانی است و روند ترجیح چربی‌های گیاهی همچنان ادامه دارد (۶). روغن پالم در حال حاضر تقریباً ۴۰ درصد از تقاضای جهانی برای روغن گیاهی را تشکیل می‌دهد (۶). روغن کنجد گران‌تر است و میانگین هزینه تولید آن ۲۴۵۴ دلار آمریکا در هر تن است. به طور متوسط، روغن کنجد ۱۲ برابر گران‌تر از روغن پالم است زیرا روغن پالم به دلیل عملکرد بالای آن در واحد سطح ارزان است. تولید کنجد گران است، در حالی که فرآیندهای مربوط به استخراج روغن حتی پرهزینه‌تر هستند. میانگین مصرف جهانی روغن‌های گیاهی بیش از چهار برابر بیشتر از چربی‌های حیوانی است و روند ترجیح چربی‌های گیاهی همچنان ادامه دارد (۶).

روغن پالم، روغن سویا و روغن کلزا سه نوع اصلی روغن‌های گیاهی هستند که به دلیل عملکرد بالا، نرخ بالای تولید روغن و پایداری خوب، بر تولید و مصرف بیشترین سهم را در بازار جهانی دارند. روغن‌های پالم، سویا، کلزا و آفتابگردان بیش از ۹۰ درصد از تولید جهانی را تشکیل می‌دهند و محصولاتی مانند روغن سویا و روغن پالم نیز در حال گسترش هستند. تولید روغن‌های گیاهی اصلی شامل نارگیل، پنبه دانه، زیتون، پالم، هسته پالم، بادام زمینی، کلزا، سویا و تخمه آفتابگردان در سال تجاری ۲۰۲۳-۲۰۲۴ به حدود ۲۲۲/۶۹ میلیون تن در سراسر جهان و ۲۱۸/۱۵ میلیون تن برای مصرف داخلی رسید. تولید روغن سویا و روغن پالم به ترتیب ۶۰ درصد و ۳۰ درصد از کل تولید روغن خوراکی جهان را تشکیل می‌دهند. مصرف روغن پالم در چند دهه گذشته، به ویژه در هند و چین، به سرعت افزایش یافته است (۴).



نمودار ۱-۸- روغن‌های گیاهی عمده تولید و مصرف شده در جهان (به میلیون تن متریک) در سال‌های ۲۴/۲۰۲۳ (USDA، ۲۰۲۵). داده‌ها از USDA، مارس ۲۰۲۵ تهیه شده است. اینها ۹ روغن گیاهی هستند که بیشترین تولید و مصرف را دارند. در میان این روغن‌های گیاهی، روغن پالم، روغن کلزا و روغن سویا بیشترین تولید و مصرف را در جهان دارند.

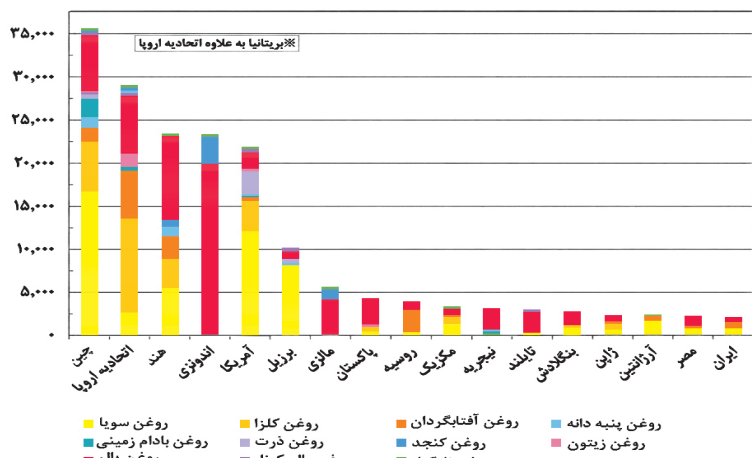
شکل زیر مربوط به روغن گیاهی است که عمدتاً به عنوان روغن خوراکی استفاده می‌شود. بر این اساس، میزان مصرف کل تقریباً با همان سرعت جمعیت افزایش می‌یابد. در چین، هند و سایر کشورهایی که جمعیت زیادی دارند، حتی افزایش اندک در میزان تولید سرانه به وضوح منجر به افزایش چشمگیر در میزان مصرف کلی آن کشور می‌شود. توجه داشته باشید که با وجود جمعیت کم، مالزی از نظر مصرف در بین کشورهای برتر قرار دارد. دلیل این امر این است که میزان مصرف شامل مقادیر مورد استفاده در صنعت فرآوری روغن پالم نیز می‌شود (۷).



نمودار ۹-۱- تغییرات در نسبت مصرف روغن نباتی بر اساس کشور/ منطقه (دایره داخلی: ۲۰۰۱-۲۰۰۲؛ دایره خارجی: ۲۰۲۲-۲۰۲۳)

شکل زیر انواع روغن نباتی مصرف شده در این کشورها/مناطق اصلی را نشان می‌دهد. همانطور که می‌بینید، کشورهایی که دانه‌های روغنی تولید می‌کنند، بیشترین میزان روغن نباتی را نیز از انواعی که از دانه‌های روغنی تولید شده در آن کشور به دست می‌آیند، مصرف می‌کنند. به طور خاص، روغن سویا پرمصرف‌ترین روغن در ایالات متحده، برزیل و آرژانتین است. روغن کلزا، روغن آفتابگردان و روغن زیتون در اتحادیه اروپا و روغن پالم در مالزی و اندونزی پرمصرف‌ترین روغن در این مناطق هستند. در مقابل، چین انواع مختلفی از روغن را مصرف می‌کند که شامل مواد اولیه و روغن‌های تولید داخل و وارداتی است. انواع مختلفی از روغن نیز در ژاپن و مکزیک، کشورهایی که به شدت به واردات وابسته هستند، مصرف می‌شود. در آرژانتین، که به عنوان بزرگترین تولیدکننده آفتابگردان با روسیه رقابت می‌کند، پرمصرف‌ترین

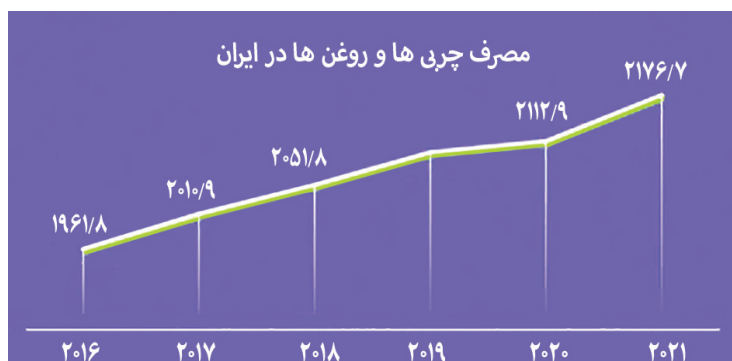
روغن نباتی در سال‌های ۲۰۰۹-۲۰۰۲ روغن آفتابگردان بود. با این حال، همزمان با افزایش تولید سویا، اخیراً مقدار بیشتری روغن سویا در آرژانتین مصرف می‌شود که منجر به تغییرات عمده‌ای در ساختار مصرف روغن شده است (۷).



نمودار ۱-۱۰- میزان مصرف بر اساس نوع روغن در کشورهای اصلی (۲۰۲۲-۲۰۲۳) (واحد: ۱۰۰۰ تن)

وضعیت مصرف روغن در ایران

بازار روغن‌ها و چربی‌های ایران یک بازار صادراتی مهم است که پس از ترکیه، دومین کشور بزرگ مصرف‌کننده روغن‌ها و چربی‌ها در منطقه خاورمیانه محسوب می‌شود. در سال ۲۰۲۱، ایران ۲/۱۷ میلیون تن روغن و چربی مصرف کرد و تخمین زده می‌شود که در سال ۲۰۲۲ از ۲/۲ میلیون تن فراتر رود. ۲۵/۶ کیلوگرم نسبتاً بالا ثبت شده است. با توجه به جمعیت بالای ۸۴ میلیون نفری، ایران پتانسیل خوبی به عنوان یک بازار صادراتی در منطقه دارد (۸).



نمودار ۱۱-۱- مصرف روغن‌ها و چربی‌ها در ایران (واحد: میلیون تن)

مطالعات استانی مختلفی هم در خصوص بررسی میزان مصرف روغن ها در طول سالهای مختلف انجام شده است. به طوریکه نتایج مطالعه ای در شیراز در سال ۲۰۲۱ نشان داد میانگین مصرف روغن در خانوارها برابر با $40/34 \pm 32/88$ کیلوگرم در سال یا $110/5$ گرم در روز بود. روغن های سرخ کردنی ($78/6$ درصد)، آفتابگردان ($60/70$ درصد) و زیتون ($37/5$ درصد) بیشترین روغن های مصرفی بودند. در مقایسه با سال گذشته، به ترتیب $53/8$ درصد، $46/8$ درصد و $55/5$ درصد از خانوارهای مورد بررسی کاهش در مصرف روغن های مایع، جامد و سرخ کردنی را گزارش کردند. پروفایل اسیدهای چرب در اکثر برندهای مورد مطالعه در محدوده استاندارد قرار داشت. سطوح $C18:2$ ، $C18:1$ ، $C16:1$ و $C18:3$ در سومین روغن زیتون رایج، و $C14:0$ و اسیدهای چرب اشباع در سومین روغن سرخ کردنی رایج، خارج از محدوده ای استاندارد قرار داشتند (۹). مطالعه دیگری شیوع مصرف انواع روغن ها را در جوامع شهری و روستایی با تحصیلات مختلف در نواحی مرکزی ایران شامل سه شهر اصفهان، نجف آباد و اراک در سال ۲۰۱۰ مورد بررسی قرارداد. نتایج نشان داد در اصفهان مصرف روغن مایع و زیتون در همه گروه های تحصیلی و در هر دو جنس در جامعه شهری بیش از جامعه روستایی بود و مصرف روغن حیوانی و دنبه در روستاییان بیشتر از افراد شهری بود. در گروه های تحصیلی بالاتر از دیپلم مصرف انواع روغن ها در شهر و روستا و در دو جنس تفاوتی نداشت. در اراک نیز در افراد با تحصیلات بالاتر تفاوتی از نظر مصرف انواع روغن ها در جمعیت شهری و روستایی وجود نداشت ولی در افراد با تحصیلات پایین مصرف روغن مایع و زیتون در شهری ها بیشتر، و مصرف روغن حیوانی، دنبه و کره در مردان روستایی بیشتر از شهری ها بود. در نجف آباد در دو جنس در هیچ یک از گروه های تحصیلی تفاوتی از نظر مصرف انواع روغن ها به چشم نخورد و تنها مصرف روغن حیوانی در روستاییان زیر دیپلم بیش از شهری ها بود (۱۰).

همچنین مطالعه ای دیگر بر روی خانوارهای شهر کرمانشاه در سال ۲۰۱۱ نشان داد میانگین مصرف روزانه روغن های خوراکی در هر یک از افراد خانوار $69/75 \pm 3/8$ گرم بود و بیش از نصف این مقدار از روغن های جامد ($34/7 \pm 2/2$) تأمین می شد. سهم انرژی از کل روغن ها $31/4$ درصد کالری روزانه بود که $15/6$ درصد آن از روغن های جامد تأمین شده بود. این میزان به طور معنی داری از استاندارد توصیه شده (حداکثر 10 درصد) بالاتر می باشد. بهبود وضعیت اقتصادی-اجتماعی با افزایش مصرف روغن مایع ارتباط مستقیم داشت (۱۱). نتایج مطالعه دیگری در سال ۱۳۹۸ در مشهد نشان داد که متغیرهای اهمیت به سلامتی، تحصیلات، آگاهی از وجود پالم و تعداد اعضای خانوار بر نوع روغن مصرفی اثرگذار است. با توجه به نتایج تحقیق، سهم روغن مایع از کل روغن مصرفی خانوار 41 درصد بوده و سهم مصرف روغن های محلی در رژیم غذایی خانوار به دلیل قیمت بالای آن 24 درصد برآورد شده است. روغن های غیرصنعتی تنها حدود 24 درصد از کل مصرف روغن خانوارها را تشکیل می داد (۱۲).

مطالعه مقطعی-توصیفی دیگری در سال ۱۳۹۳ بر روی خانوارهای شهری در مراکز شش استان شامل آذربایجان غربی، فارس، خوزستان، لرستان، سمنان و خراسان جنوبی صورت گرفت. نتایج نشان داد

روغن‌های غالب مصرفی در شش استان عبارت از روغن نیمه هیدروژنه/خانوار، مایع و مخصوص سرخ کردنی بودند. این روغن‌ها بیش از ۷۰ درصد از کل روغن دریافتی را تشکیل می‌دادند. میانگین کل دریافت انواع روغن و چربی‌های در استان‌ها به ترتیب کاهشی عبارت از آذربایجان غربی، خوزستان، لرستان، خراسان جنوبی، سمنان و فارس بودند. دامنه دریافت اسیدهای چرب ترانس از ۳۲/۰ در فارس تا ۶۷/۰ گرم/نفر/روز در آذربایجان غربی متفاوت بودند. میزان اسیدهای چرب ترانس در روغن نیمه هیدروژنه/خانوار در مقایسه با دهه گذشته ۹۵ درصد کاهش یافته و سهم مصرف روغن خانوار حدود ۴۵ درصد کمتر شده است (۱۳). همچنین مطالعه مقطعی، توصیفی-تحلیلی دیگری در سال ۱۳۹۷ در شهر سمنان انجام شد. نتایج مطالعه نشان داد که در بین خانوارها، ۱۹/۵ درصد از روغن‌های جامد، ۱۶/۲۵ درصد از روغن‌های مایع، ۵۲ درصد از هر دو روغن جامد و مایع، ۱۰/۵ درصد از روغن‌های گیاهی مانند روغن زیتون و روغن کنجد و ۱/۷۵ درصد از روغن‌های حیوانی استفاده می‌کردند. میانگین مصرف روغن به ازای هر خانوار ۱۴۹/۲۹۲۵ گرم در روز و میانگین مصرف روزانه به ازای هر نفر ۳۹/۶۹۲۷ گرم بود. علاوه بر این، ۷۷/۷۵ درصد از خانوارها روغن پخت و پز استفاده شده را دور می‌ریختند و روغن را ذخیره یا دوباره استفاده نمی‌کردند. از سوی دیگر، ۳۴/۵ درصد از خانوارها دو بار در هفته فست فود مصرف می‌کردند. روغن‌های جامد و مایع بازار، بالاترین میزان مصرف را در خانوارهای مورد بررسی به خود اختصاص دادند، در حالی که روغن‌های حیوانی کمترین میزان مصرف را تشکیل می‌دادند (۱۴).

با وجود نتایج مطالعات فوق، طبق آمار اعلام شده توسط انجمن صنفی روغن نباتی سرانه مصرف روغن گیاهی ۲۳ کیلوگرم در سال برای هر نفر طی سال‌های ۲۰۲۱-۲۰۲۲ بوده است. از سوی دیگر با توجه به اینکه میزان سرانه پیشنهادی روغن‌های گیاهی مایع طبق سبد غذایی مطلوب جامعه ایرانی ۳۵ گرم در روز اعلام شده است میزان سرانه مصرف طبق بررسی خانوار در سال ۱۳۹۷-۱۳۹۸ که در جدول زیر آمده است نشان می‌دهد میزان مصرف در سال ۱۳۹۸ نسبت به میزان پیشنهادی سبد مطلوب کمتر شده است که این امر نشان دهنده کاهش دسترسی اقتصادی یعنی افزایش قیمت و کاهش توان خرید مردم می‌باشد.

۴-۱- میزان سرانه روغن مصرفی خانوار براساس گرم در روز

سال بررسی	نوع ماده غذایی	مناطق شهری	روستایی	حاشیه شهر	کل
۱۳۹۸-۱۳۹۷	چربی و روغن‌ها	۲۶/۹	۳۰/۱۲	۳۵/۲۳	۲۷/۹۱
	روغن نباتی نیمه جامد	۶/۲۲	۱۰/۲۹	۱۰/۹۸	۷/۵۳
	روغن مایع	۱۵/۱۹	۱۳/۷۷	۱۷/۹۴	۱۴/۴۸
	کره	۲/۷۶	۲/۹۰	۳/۷۲	۲/۸۳
	خامه و سرشیر	۱/۲۳	۱/۰۳	۱/۲۸	۱/۱۸
	سایر چربی‌ها	۱/۲۹	۲/۱۳	۱/۳۱	۱/۵۴

1. Meijaard E, Virah-Sawmy M, Newing H, Ingram V, Holle M, Pasmans T, et al. Exploring the future of vegetable oils: oil crop implications: fats, forests, forecasts, and futures: International Union for Conservation of Nature and Natural Resources; 2024.
2. USDA F. Oilseeds: world markets and trade. United States Department of Agriculture–Foreign Agricultural Service. 2019.
3. Saoji A, Saoji P, Hajare S, Dharmadhikari P. Pattern of edible oil consumption and practice of reuse: A health concern. *Journal of Family Medicine and Primary Care*. 2025;14(1):322–6.
4. Global and regional food consumption patterns and trends [Available from: <https://www.fao.org/4/ac911e/ac911e05.htm>.
5. Vasileška A, Rechkoska G. Global and regional food consumption patterns and trends. *Procedia–Social and Behavioral Sciences*. 2012;44(1):363–9.
6. Zio S, Tarnagda B, Sankara S, Tapsoba F, Zongo C, Savadogo A. Nutritional and therapeutic interest of most widely produced and consumed plant oils by human: A review. *Applied Food Research*. 2025:101093.
7. [Available from: https://www.researchgate.net/figure/Annual-consumption-of-fats-and-oils-g-capita-in-different-countries-Data-for-the_fig8_351257023.
8. Iran 2023 Oils and Fats Demand and Malaysian Palm Oil Export Opportunities [Available from: <https://www.mpoc.org.my/iran-2023-oils-and-fats-demand-and-malaysian-palm-oil-export-opportunities/>.
9. Aalipanah E, Berizi E, Khamoushi A, Zare M, Sohrabi Z. Edible oils consumption and the fatty acids profile of the most common consumed brands in Shiraz, Iran. *Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology*. 2021;15(1):1052–61.
10. saiedi m, akhavan tabib a, golshadi i, alikhasi h. a study of the prevalence of the use of different types of oil and fat in urban and rural iranian communities according to education. *arya atherosclerosis journal*. 2010;2(1).
11. Pasdary Y, Rezaei M, Darbandi M, Niazi P, Faramani RS. Consumption pattern of lipids and the factors affecting their selection among families in Kermanshah (2011). *Journal of Kermanshah University of Medical Sciences*. 2014;18(1).
12. Mohammadi M, Mohammadi H, Javid S. Investigating the factors affecting the type and amount of edible oil consumed by households in Mashhad county of Iran. 2023.
13. Esmaili M, Abdollahi M, Abdollahi Z, Salehi F, Ajami M, Houshiarrad A. Effects of trans fatty acid decreasing policy on its consumption by households in six provinces of Iran. *Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology*. 2021;16(2):13–23.
14. Salehzadeh H, Soori MM, Sadeghi S, Shahsawari S, Mohammadi S, Saifi M, et al. The type and amount of household oil consumption and the influential factors in Sanandaj city, Iran. *Journal of Advances in Environmental Health Research*. 2019;7(1):1–7.



فصل دوم
آشنایی با
ساختار شیمیایی لیپید
و انواع اسیدهای چرب

چربی چیست؟

لیپیدها نام‌های عمومی هستند که به گروهی از ترکیبات محلول در چربی موجود در بافت‌های گیاهان و جانوران اطلاق می‌شوند و به طور کلی به عنوان: چربی‌ها، فسفولیپیدها، اسفنگومیلین‌ها، موم‌ها و استرول‌ها طبقه‌بندی می‌شوند.

الف) چربی‌ها: زیرمجموعه‌ای از دسته‌ای از مواد مغذی به نام لیپیدها هستند که شامل فسفولیپیدها و استرول‌ها نیز می‌شود. معمولاً وقتی مردم به چربی‌ها و روغن‌ها اشاره می‌کنند، از تری‌گلیسیرید صحبت می‌کنند که رایج‌ترین شکل چربی در رژیم غذایی است. تری‌گلیسیریدها در اندازه‌ها و انواع مختلفی وجود دارند، اما همه آنها یک ساختار مشترک دارند: یک گلیسرول که سه اسید چرب به آن متصل است (۱).

ب) فسفولیپیدها: استرهای اسیدهای چرب و اسید فسفاتیدیک هستند. آنها لیپیدهای اصلی غشاءهای سلولی هستند که به سطوح غشاء اجازه می‌دهند بسته به جهت‌گیری ترکیبات لیپیدی به فضاهای درون یا خارج سلولی آبدوست یا آبگریز باشند.

ج) اسفنگومیلین‌ها: استرهای اسید چرب اسفنگوزین هستند و در ترکیبات مغز و بافت عصبی وجود دارند.

د) موم‌ها: استرهای اسیدهای چرب الکل‌های با زنجیره بلند هستند. این ترکیبات می‌توانند برای انرژی متابولیزه شوند و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی را از طریق لیپیدهای ذخیره شده برخی از ترکیبات گیاهی و حیوانی (موم عسل) ایجاد کنند.

ه) استرول‌ها: الکل‌های چند حلقه‌ای و با زنجیره بلند هستند و به عنوان اجزای چندین سیستم هورمونی به ویژه در بلوغ جنسی و عملکردهای فیزیولوژیکی مرتبط با جنسی عمل می‌کنند. لیپیدها منابع مهم انرژی متابولیک (ATP)^۱ هستند. در واقع، لیپیدها در بین تمام کلاس‌های مواد مغذی دارای بیشترین انرژی هستند.

ویژگی‌های چربی‌ها

- نامحلول بودن چربی‌ها در آب سبب می‌شود این ترکیبات فرآیندهای خاصی برای هضم، جذب، انتقال و ذخیره و استفاده در بدن داشته باشند و همین امر آنها را از سایر درشت مغذی‌ها تا حدودی متمایز می‌سازد.
- چربی‌ها به ازای هر گرم، ۹ کیلوکالری (۳۸ کیلو ژول) انرژی تولید می‌کنند و حدود ۳۴٪ انرژی غذایی روزانه را تأمین می‌نمایند. چربی غذایی در سلول‌های آدیپوز (به سلول‌های چربی، آدیپوز می‌گویند) ذخیره شده و همین توانایی ذخیره کردن و استفاده از مقادیر زیادی چربی به همراه غنی بودن این ترکیبات از انرژی، انسان را قادر می‌سازد هفته‌ها و گاهی ماه‌ها بدون غذا زنده بماند.

۱. Adenosine triphosphate (ATP)

اسید چرب

اسیدهای چرب به ندرت به صورت آزاد در طبیعت یافت می‌شوند و به صورت زنجیره‌های هیدروکربنی بدون شاخه با تعداد زوج کربن هستند. عوامل مؤثر در طبقه‌بندی اسیدهای چرب عبارتند:

(۱) تعداد کربن، (۲) تعداد پیوند دوگانه، (۳) موقعیت اولین پیوند دوگانه در زنجیره.

طول زنجیره و میزان اشباع، دمای ذوب را تعیین می‌کند. هرچه طول زنجیره کوتاه‌تر و تعداد پیوند دوگانه بیشتر باشد، نقطه ذوب پایین‌تر و لیپید در دمای اتاق مایع می‌باشد و برعکس، چربی‌های اشباع به خصوص آن‌هایی که زنجیره طولانی‌تر دارند در دمای اتاق جامد می‌باشند. روغن نارگیل با وجود درجه اشباع بالا در دمای اتاق نیمه مایع می‌باشد؛ این امر به دلیل وجود تعداد زیاد اسید چرب با طول زنجیره ۸-۱۴ کربن در روغن نارگیل می‌باشد.

تقسیم بندی اسیدهای چرب براساس طول زنجیره

- اسیدهای چرب با زنجیره کوتاه (SCFAs): حاوی ۶-۴ اتم کربن
- اسیدهای چرب با زنجیره متوسط (MCFAs): حاوی ۱۴-۸ کربن
- اسیدهای چرب با زنجیره بلند (LCFAs): حاوی ۲۰-۱۶ و یا تعداد بیشتر اتم کربن

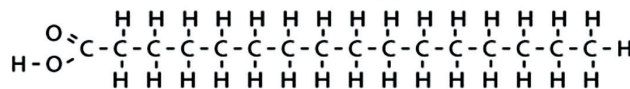
انواع اسید چرب

دو نوع اسید چرب واحدهای شیمیایی اساسی در چربی را تشکیل می‌دهند: اشباع و غیراشباع. تمام تری‌گلیسریدهای رژیم غذایی از مخلوطی از این انواع اسیدهای چرب ساخته شده‌اند (۱).

اسیدهای چرب اشباع شده (SFAs)^۴

اسیدهای چرب اشباع شده دارای پیوند دوگانه در ساختارشان نیستند. این‌ها در چربی‌های گوشت و محصولات لبنی متمرکز شده‌اند. اسیدهای چرب اشباع شده همچنین در اسیدهای چرب با زنجیره متوسط مانند روغن‌های استوایی مانند روغن نارگیل و پالم یافت می‌شوند. چربی‌هایی که دارای اسیدهای چرب اشباع بالایی هستند، عموماً در دمای اتاق جامد هستند.

اسید چرب اشباع شده



شکل ۱-۲: ساختار اسید چرب اشباع شده

اسیدهای چرب اشباع به مقدار زیادی در لبنیات پرچرب (کره حیوانی، خامه، سرشیر و شیر پرچرب) و انواع چربی حیوانی (پیه و دنبه) وجود دارند. در روغن‌های گیاهی (مانند هسته پالم، نارگیل، کره کاکائو، پنبه دانه) نیز اسیدهای چرب اشباع به میزان کمتر یافت می‌شوند. این اسیدهای چرب براساس تعداد کربن تقسیم شده‌اند که انواع آن در جدول زیر آمده است:

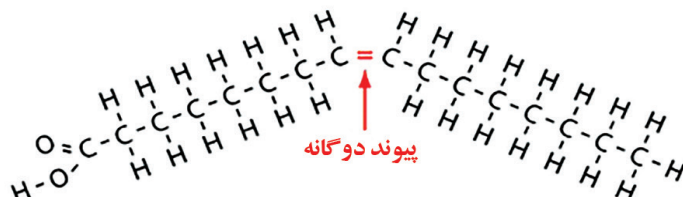
جدول ۱-۲: اسیدهای چرب اشباع شده

نام اسید چرب	تعداد کربن	منابع غذایی
اسید بوتیریک	۴:۰	کره و چربی لبنیات
اسید کاپروئیک	۶:۰	پالم کرنل، نارگیل
اسید کاپریلیک	۸:۰	پالم کرنل، نارگیل
اسید کاپریک	۱۰:۰	پالم کرنل، نارگیل
اسید لوریک	۱۲:۰	پالم کرنل، نارگیل
اسید میریستیک	۱۴:۰	پالم کرنل، نارگیل
اسید پالمیتیک	۱۶:۰	پنبه دانه، پالم
اسید استئاریک	۱۸:۰	دنبه، کره کاکائو
آراشیدیک	۲۰:۰	بادام زمینی
بهنیک	۲۲:۰	بادام زمینی

اسیدهای چرب غیراشباع (UFAs)^۱

اسیدهای چرب غیراشباع دارای یک یا چند پیوند دوگانه کربن-کربن در ساختار خود هستند. این نوع از پیوندها، اساس ایزومرهای سیس (Cis) و ترانس (Trans) هستند. آنها معمولاً در دمای اتاق مایع هستند (۱).

اسید چرب اشباع نشده



شکل ۲-۲: ساختار اسید چرب اشباع نشده

براساس موقعیت اولین پیوند دوگانه، اسیدهای چرب چند غیراشباع می‌توانند اسیدهای چرب امگا-۶

۱. Unsaturated fatty acids (UFAs)

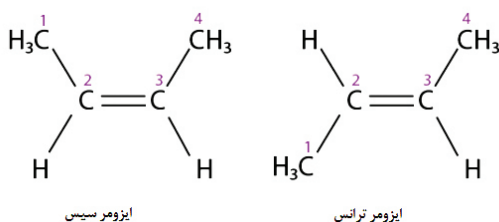
یا امگا-۳ باشند. منابع اسیدهای چرب امگا-۶ شامل آجیل و روغن‌های گیاهی مایع مانند سویا، ذرت و روغن گلرنگ است. منابع اسیدهای چرب امگا-۳ عبارتند از ماهی، گردو، دانه کتان، روغن سویا و روغن کانولا. اسیدهای چرب غیراشباع به دو دسته تک غیراشباع و چند غیراشباع تقسیم می‌شوند.

پیکربندی سیس (Cis)

پیکربندی سیس به این معناست که اتم‌های هیدروژن مجاور در یک طرف پیوند دوگانه هستند. سختی پیوند دوگانه، ترکیبش را منجمد می‌کند و در مورد ایزومر سیس باعث می‌شود زنجیره خم شود و آزادی ترکیب اسید چرب را سخت‌تر کند. هرچه زنجیره، پیوند دوگانه بیشتری داشته باشد در ترکیب سیس انعطاف‌پذیری کمتری خواهد داشت.

پیکربندی ترانس (Trans)

زمانی که دو اتم هیدروژن در طرف مقابل پیوند دوگانه قرار بگیرند، پیکربندی ترانس گفته می‌شود. ایزومر ترانس یک اسید چرب، غیرعادی است و در مقایسه با ایزومر سیس دارای نقطه ذوب بالاتر، قابلیت انحلال کمتر و واکنش‌پذیری کندتری است.



شکل ۳-۲: ساختار ایزومر سیس و ترانس

اسیدهای چرب تک غیراشباع (MUFAs)

اسیدهای چرب تک غیراشباع دارای یک پیوند دوگانه در ساختار خود هستند. این اسید چرب را می‌توان در منابع گیاهی مانند آجیل و روغن‌های گیاهی مانند روغن زیتون، کانولا و آفتابگردان یافت و آنها در دمای اتاق مایع هستند.

اسیدهای چرب چند غیراشباع (PUFAs)

گونه‌ای از اسیدهای چرب هستند که دارای ۲ یا چند پیوند دوگانه کربن-کربن در ساختار شیمیایی و زنجیره اسید چرب خود هستند.

۱. Monounsaturated fatty acids (MUFAs)

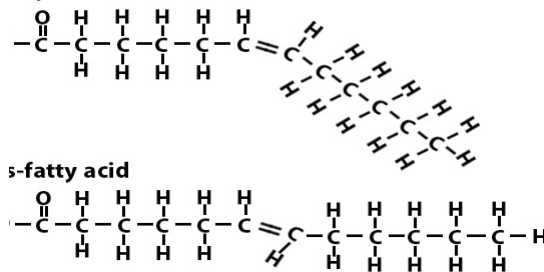
۲. Polyunsaturated fatty acids (PUFAs)

اسیدهای چرب ضروری و غیر ضروری

- موقعیت اولین پیوند دوگانه از انتهای متیل، ضروری بودن یا نبودن اسیدهای چرب را برای انسان مشخص می‌کند. آنزیم‌های موجود در بدن انسان می‌توانند در سنتز دنوو، پیوند دوگانه را در موقعیت n-9 و بیشتر ایجاد کنند ولی نمی‌توانند این پیوند را در موقعیت نزدیک‌تر در انتهای متیل به وجود آورند. بنابراین اسیدهای چرب n-3 و n-6 ضروری محسوب می‌شوند و این اسیدهای چرب باید از طریق گیاهان یا ارگانسیم‌هایی که آنزیم‌های لازم برای سنتز آن را دارند، وارد بدن شوند. به طور کلی در بافت‌های پستانداران ۴ گروه PUFA شامل n-3، n-6، n-7 و n-9 وجود دارد.
- بدن انسان تنها قادر به سنتز اسیدهای چرب امگا-۳ و امگا-۶ (اسیدهای چرب ضروری) نبوده ولی مابقی اسیدهای چرب در بدن سنتز می‌گردند.
- اسید لینولئیک و اسید آلفا-لینولنیک دو اسید چرب ضروری برای بدن می‌باشند.

اسید چرب ترانس (TFA)^۱

به صورت کلی، چربی ترانس نوعی چربی غیراشباع است. اسیدهای چرب غیراشباع براساس شکل فضایی خود، دارای دو فرم سیس (Cis) و ترانس (Trans) هستند. بیشتر اسیدهای چرب ترانس، در طبیعت یافت نمی‌شوند و توسط انسان در فرآیندهایی همچون هیدروژنه کردن تولید می‌شوند.



شکل ۴-۲: ساختار اسید چرب سیس و ترانس

در طبیعت، اسیدهای چرب غیراشباع به طور کلی دارای ساختار سیس هستند که اسیدهای چرب غیراشباع در انواع روغن‌ها و یا چربی‌ها (در مواد غذایی و یا در بدن انسان) دارای شکل طبیعی مولکولی سیس می‌باشند. اما هیدروژناسیون جزئی چربی غیراشباع، برخی از پیوندهای دوگانه سیس را با واکنش ایزومریزاسیون با کاتالیزور به پیوندهای دوگانه ترانس تبدیل می‌کند که چربی ترانس تولید می‌کند. این نکته را توجه کنید که فقط چربی‌های غیراشباع می‌توانند چربی ترانس یا سیس داشته باشند؛ زیرا فقط

۱. Trans fatty acid (TFA)

یک پیوند دوگانه می تواند به این حالت ها جهت گیری کند. اسیدهای چرب اشباع شده هرگز چربی ترانس یا سیس نامیده نمی شوند؛ زیرا هیچ پیوند دوگانه ای در آنها وجود ندارند. بنابراین، تمام پیوندهای آنها آزادانه قابل چرخش هستند.

منابع دریافت اسید چرب ترانس (TFA)

به طور کلی، چهار منبع اصلی TFA در رژیم غذایی انسان وجود دارد. TFA های تولید شده صنعتی با هیدروژناسیون جزئی روغن های گیاهی، TFA های تولید شده در طی فرآیندهای حرارتی (علاوه بر این، TFA ها در طی پخت تجاری و سرخ کردن عمیق به میزان ۱-۲٪ تشکیل می شوند)، TFA هایی که به طور طبیعی در منابع نشخوارکنندگان وجود دارند، و همچنین TFA های سنتز شده برای استفاده به عنوان مکمل های غذایی (۲). TFA ها براساس دو منبع اصلی طبقه بندی می شوند، «صنعتی» و «طبیعی». TFA های صنعتی یا مصنوعی از هیدروژناسیون جزئی چربی غیراشباع، که برخی از پیوندهای دوگانه سیس را با واکنش ایزومریزاسیون با کاتالیزور به پیوندهای دوگانه ترانس تبدیل می کند، تولید می شود (۳، ۴). TFA های صنعتی حاوی ایزومرهای ترانس اولئیک اسید (C18:1 cis-9) هستند که مهم ترین آنها الایدیک اسید (C18:1 trans-9) است. البته باید توجه داشت اسید چرب ترانس بسیار کمی در مرحله بوزدایی روغن های گیاهی مایع نیز تولید می شود (۵).

TFA های مصنوعی در نهایت در مواد غذایی همچون مارگارین، چربی های پخت و پز برای سرخ کردن عمیق، خامه قنادی، غذاهای فست فودی، روغن های آردی قنادی (روغن مورد استفاده در پخت کیک و شیرینی)، برخی از غذاهای فرآوری شده و منجمد محبوب مانند ذرت بوداده در مایکروویو، بیتزای منجمد و غذاهای میان وعده مثل انواع پای میوه ها، کیک، بیسکویت، کراکر، کوکی، دونات و پاپ کورن صنعتی وجود دارد (۶).

از سوی دیگر، TFA های طبیعی در شکمبه حیوانات نشخوارکننده مانند گاو، گوسفند و بز با تبدیل باکتریایی اسیدهای چرب غیراشباع حاصل از خوراک خورده شده تولید می شوند. TFA نشخوارکننده در شیر و گوشت عمدتاً از اسید واکسنیک (C18:1 trans-11) غالب ترین اسید چرب ترانس و اسید لینولئیک مزدوج (CLA یا cis-9, trans-11 C18:2) هستند که در محصولات حیوانی مانند شیر، کره، پنیر و گوشت آنها یافت می شوند. شیر، محصولات لبنی و گوشت نشخوارکنندگان حاوی ۱۰-۲٪ اسیدهای چرب ترانس هستند (۵، ۷).

وضعیت دریافت اسید چرب ترانس (TFA)

توصیه سازمان جهانی بهداشت (WHO) این است که مصرف چربی ترانس را به کمتر از ۱٪ کل انرژی دریافتی محدود کنند که برای یک رژیم غذایی ۲۰۰۰ کالری کمتر از ۲/۲ گرم در روز است (۸). محتویات TFA از یک ماده غذایی به ماده دیگر متفاوت است، محاسبه مصرف آنها در کشورهای مختلف دشوار است.

در منطقه قاره آمریکا، میانگین دریافت TFA در بزرگسالان ۲۵ سال و بالاتر ۰/۹۸٪ از کل انرژی دریافتی در روز بدون تفاوت بین مردان و زنان در سال ۲۰۱۹ برآورد شد. این تخمین در مناطق فرعی از ۰/۲٪ از کل انرژی دریافتی در روز در کارائیب غیرلاتین تا ۱/۱۷٪ در آمریکای شمالی متفاوت است. میانگین مصرف TFA در بزرگسالان در کشورها و قلمروهای قاره آمریکا متفاوت بوده و از ۱/۷ درصد کل انرژی در روز در ایالات متحده آمریکا تا ۰/۲۱٪ درصد در جمهوری دومینیکن متغیر است. دو کشور منطقه، ایالات متحده آمریکا و کانادا، میانگین دریافت TFA بیش از ۱٪ از کل انرژی دریافتی در روز را داشتند که به طور متوسط نشان دهنده خطر بالای حوادث ایسکمیک قلبی و مرگ و میر است (۹).

به صورت منطقه‌ای، روند میانگین مصرف TFA با سه بخش زمانی مختلف مشخص می‌شود. ابتدا، اندکی از ۱/۳٪ کل انرژی در روز در سال ۱۹۹۰ به ۱/۲٪ در سال ۲۰۰۵ کاهش یافت، پس از یک دهه (۲۰۰۶-۲۰۱۵) به شدت کاهش یافت و به ۱٪ در سال ۲۰۱۵ رسید، و سپس دوره‌ای (۲۰۱۶-۲۰۱۹) که در حدود ۱۱٪ درصد انرژی در روز راکد شد. پیش‌بینی می‌شود که میانگین TFA منطقه‌ای در دهه آینده (۲۰۲۰-۲۰۳۰) اندکی افزایش یابد. در آمریکای شمالی، از جمله کانادا و ایالات متحده، منطقه‌ای با بالاترین میانگین مصرف TFA (۱/۷) درصد از کل انرژی در روز در سال ۲۰۱۹، پیش‌بینی می‌شود که میانگین مصرف TFA تا سال ۲۰۳۰ به تقریباً ۱/۳٪ درصد افزایش یابد.

بیان شده است که در ایالات متحده آمریکا میزان دریافت اسید چرب ترانس ۲-۳٪ انرژی محاسبه می‌شود، درحالی‌که برخی از کشورهای خاورمیانه و جنوب آسیا می‌تواند به اندازه ۷٪ انرژی باشد (۱۰). در منطقه جنوب آسیا، روغن نباتی جامد (Vanaspati ghee) منبع اصلی TFA است. به عنوان مثال، در هند، روغن نباتی جامد حاوی ۴۰-۵۰٪ TFA بود (۱۱). در ایران، ۳۳٪ اسیدهای چرب موجود در روغن‌های نیمه هیدروژنه ۱۳۸۴، اسیدهای چرب ترانس (TFA) بودند (۱۲). با تلاش‌های وزارت بهداشت و سازمان استاندارد و همکاری صنعت روغن میزان ترانس روغن‌های نیمه هیدروژنه طی یک برنامه رزی به صورت پلکانی کاهش یافت و در حال حاضر ترانس در این نوع روغن‌ها به زیر ۲ درصد رسیده است.

مضرات مصرف اسید چرب ترانس

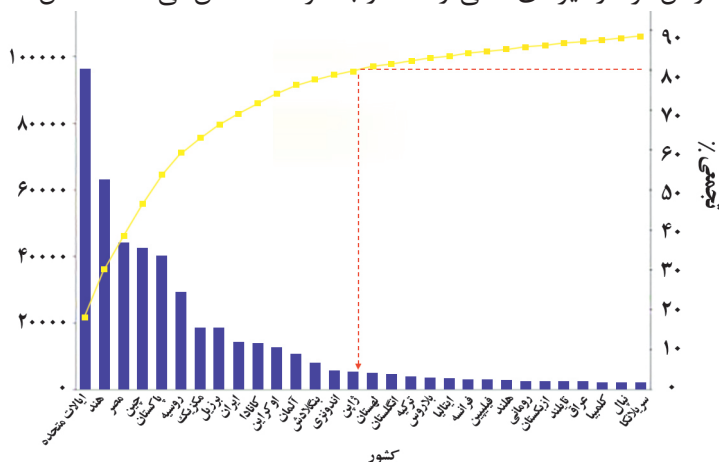
۱) افزایش مرگ و میر و بیماری‌های قلبی و عروقی

رژیم غذایی مملو از چربی‌های ترانس، خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی را افزایش می‌دهد که قاتل اصلی بزرگسالان است. هر چه چربی‌های ترانس بیشتر مصرف شود، خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی و عروقی بیشتر می‌شود هر سال، بیش از نیم میلیون مرگ و میر ناشی از بیماری عروق کرونر (CHD)^۱ در سراسر جهان ممکن است ناشی از مصرف بالای TFAها باشد (به عنوان < ۵٪ از کل انرژی دریافتی). بیشتر این مرگ و میرها در کشورهای با درآمد کم و متوسط (LMICs)^۲ رخ می‌دهد (۱۳). براساس داده‌های منتشر

۱. Coronary heart disease (CHD)

۲. Low- and Middle-Income Countries (LMICs)

شده توسط گروه متخصص تغذیه و بیماری های مزمن بار جهانی بیماری ها و به کارگیری اصل پارتو، ۱۵ کشور تقریباً ۸۰٪ از کل مرگ و میرهای ناشی از CHD را به خود اختصاص می دهند (شکل ۵-۲) (۱۴، ۱۵).



۳۵

شکل ۵-۲: تجزیه و تحلیل پارتو در مورد تعداد تخمینی مرگ و میر ناشی از بیماری عروق کرونر قلب متناسب به دریافت زیاد TFAs (تعریف شده به عنوان < ۰.۵٪ از کل انرژی دریافتی)، ۳۰ کشور برتر. نمودارهای پارتو برای توصیف کشورها به ترتیب نزولی از تعداد کل تخمینی مرگ و میرهای CHD در سراسر جهان استفاده می شود. در این نمودار، میله ها تعداد تخمینی مرگ های ناشی از CHD را نشان می دهند که به دریافت TFA بالا نسبت داده می شود. خط منحنی درصد تجمعی را نشان می دهد، و خط چین نشان دهنده ۱۵ کشوری است که ۸۰٪ از کل مرگ های CHD متناسب به دریافت TFA بالا در سراسر جهان را براساس اصل پارتو (قانون ۸۰/۲۰) تشکیل می دهند.

براساس آمار WHO بیش از ۲۷۸۰۰۰ مرگ سالانه در سطح جهان را می توان به مصرف چربی ترانس تولید صنعتی نسبت داد (۸). مصرف زیاد چربی ترانس خطر مرگ به هر دلیلی را تا ۳۴٪، مرگ ناشی از بیماری عروق کرونر قلب را تا ۲۸٪ و بیماری عروق کرونر قلب را تا ۲۱٪ افزایش می دهد (۱۴). افزایش غیر قابل توجه، ۷٪ برای سکنه مغزی ایسکمیک و ۱۰٪ برای دیابت نیز مشاهده شد. همچنین WHO گزارش می دهد که ۲٪ افزایش انرژی ناشی از چربی های ترانس منجر به ۲۵٪ افزایش در خطر مرگ ناشی از بیماری های قلبی-عروقی (CVDs)^۱ می شود (۱۶).

در سطح جهانی، بهترین برآورد موجود با استفاده از یک رویکرد تحلیلی جامع نشان می دهد که در سال ۲۰۱۰، ۵۳۷۰۰۰ مرگ ناشی از CHD به مصرف TFA نسبت داده می شود. از این تعداد، ۱۶۰۰۰۰ مورد در منطقه قاره آمریکا رخ داده است که ۴۵٪ آن پیش از موعد است (۱۷). گزارش وضعیت جدید WHO نشان می دهد که پنج میلیارد نفر در سراسر جهان از چربی های ترانس مضر محافظت نشده اند که خطر ابتلا به بیماری های قلبی و مرگ را افزایش می دهند (۱۸).

به طور کلی، شواهد گسترده ای وجود دارد که نشان می دهد تمام اسیدهای چرب سیس و ترانس در

۱. Cardiovascular diseases (CVDs)

چربی‌های نشخوارکنندگان و روغن‌های گیاهی نیمه‌هیدروژنه به طور مؤثر جذب و در شیلومیکرون‌ها گنجانده می‌شوند، به استثناء اسیدهای چرب با پیوند دوگانه در موقعیت‌های ۲ تا ۷. هنگامی که آنها به کبد می‌رسند، تری‌آسیل‌گلیسرول باقی‌مانده شیلومیکرون گرفته می‌شود، دوباره بسته‌بندی می‌شود و به شکل لیپوپروتئین‌های با چگالی کم به گردش خون وارد می‌شوند (۱۹). پس از ادغام در بخش‌های لیپوپروتئین، تری‌آسیل‌گلیسرول به بافت‌های محیطی منتقل می‌شود، جایی که آنها توسط آنزیم لیپوپروتئین لیپاز هیدرولیز می‌شوند و به سلول‌ها منتقل می‌شوند. نشان داده شده است که مصرف چربی‌های ترانس با افزایش سطح لیپوپروتئین با چگالی کم (LDL)^۱ که به عنوان «کلسترول بد» شناخته می‌شود، کاهش سطح لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL)^۲ که به عنوان «کلسترول خوب» شناخته می‌شود، و افزایش تری‌گلیسریدها همراه هستند (۲۰).

بیماری عروق کرونر (CHD) با ایجاد پلاک در شریان‌ها آغاز می‌شود که اکسیژن و خون‌رسانی به قلب را کاهش می‌دهد. ایجاد پلاک در شریان‌ها نتیجه عوامل خطر فراوان از جمله عفونت، دیابت، سیگار کشیدن، فعالیت بدنی، افزایش شاخص توده بدنی (BMI)^۳ و سطوح بالای تری‌گلیسرید است (۲۱). مطالعات اپیدمیولوژیک مختلف یک پایداری قطعی قوی بین مصرف TFA و خطر CHD را نشان داده‌اند (۲۲). به نظر می‌رسد چربی‌های ترانس از طریق مسیرهای مختلفی بر متابولیسم لیپید تأثیر می‌گذارند. در شرایط آزمایشگاهی، اسیدهای چرب ترانس ترشح، ترکیب چربی و اندازه ذرات آپولیپوپروتئین B-100^۴ تولید شده توسط سلول‌های کبدی را تغییر می‌دهند (۲۳، ۲۴). اسیدهای چرب ترانس همچنین تجمع سلولی و ترشح کلسترول آزاد و استرهای کلسترول توسط سلول‌های کبدی را در شرایط آزمایشگاهی افزایش می‌دهند (۲۳). این افزایش فعالیت ممکن است کاهش سطح HDL-کلسترول و افزایش سطح LDL-کلسترول و لیپوپروتئین با چگالی بسیار پایین (VLDL)^۵ که با مصرف اسیدهای چرب ترانس مشاهده می‌شود را توضیح دهد (۲۵، ۲۶).

طبق نتایج مطالعات مصرف TFA توانایی بدن برای متابولیسم اسیدهای چرب ضروری (از جمله اسیدهای چرب امگا-۳) را مختل می‌کند که منجر به تغییر در ترکیب اسیدهای چرب فسفولیپید در آئورت می‌شود و در نتیجه خطر CVD را افزایش می‌دهد (۲۷). براساس یک مطالعه شامل بیماران مبتلا به CVD، ثابت شده است که تغییرات در ترکیب فسفولیپیدها و اسیدهای چرب لیپیدهای غشایی تا حد زیادی باعث ایجاد CVD می‌شود (۲۸). مطالعات دیگر تأیید کرده‌اند که برخی از اسیدهای چرب فسفولیپید پلازما مانند اسیدهای پالمیتیک (۱۶:۰) و استئاریک (۱۸:۰) خطر ابتلا به بیماری عروق کرونر قلب را افزایش می‌دهند (۲۹، ۳۰).

۱. Low-density lipoprotein (LDL)

۲. High-density lipoprotein (HDL)

۳. Body mass index (BMI)

۴. Apolipoprotein B100- (ApoB100-)

۵. Very-low-density lipoprotein (VLDL)

با این حال، باید توجه داشت که مصرف TFA ها از منابع نشخوارکنندگان با خطر ابتلا به بیماری عروق کرونر قلب همراه نبوده و با ارتباط منفی داشته است. مطالعات نشان داده‌اند که اسید واکسنیک می‌تواند در برابر CVD مفید باشد. محققان یک بررسی سعی کردند مکانیسم اثر ضد آتروژنیک اسید واکسنیک را توضیح دهند و در مطالعه آزمایشگاهی خود دریافتند که برخلاف اسید الایدیک، اسید واکسنیک و اسید لینولئیک مزدوج (CLA) باعث تکثیر و مهاجرت سلول‌های عضله صاف عروق نمی‌شوند، مراحلی که معمولاً در طول تشکیل پلاک آترواسکلروتیک اتفاق می‌افتد (۳۱). علاوه بر این، برخی از فعالیت‌های ضد التهابی در رابطه با CLA و اسید واکسنیک یافت شد. در ابتدا این فعالیت‌ها فقط به CLA یا cis-9, trans-11 C18:2 یا CLA نسبت داده می‌شد که مشخص شد رونویسی فاکتور نکروزدهنده تومور آلفا (TNF- α)^۲، اینترلوکین-۱۲ (IL-12)^۳، و اینترلوکین-۱۶ (IL-16)^۴ و تولید IL-12 را تعدیل می‌کند (۳۲). در نهایت، براساس نتایج یک متآنالیز هم‌مکمل‌های CLA و هم‌غذاهای غنی شده با CLA باعث کاهش قابل توجهی در سطح LDL-کلسترول^{۳۷} در جمعیت بالغ سالم شدند. غذاهای غنی شده با CLA، در مقایسه با مکمل CLA، تأثیر مفیدی بر کل پروفایل لیپیدی داشتند، اگرچه تنها تأثیر آن بر سطح LDL-کلسترول از نظر آماری معنی‌دار بود (۳۳). با وجود همه این تفاسیر WHO در بیانیه ۲۰۲۴ خود اعلام کرده است هم چربی ترانس تولید شده به صورت صنعتی و هم چربی ترانس طبیعی به یک اندازه مضر هستند (۸).

۲) مقاومت به انسولین

برخی شواهد نشان می‌دهد که مصرف زیاد TFA ها می‌تواند منجر به افزایش مقاومت به انسولین شود. مطالعات اخیر بر روی حیوانات نشان می‌دهد که TFA سیالیت غشاء سلول چربی و حساسیت به انسولین را مختل می‌کند، اما TFA همچنین ممکن است گیرنده-۷ فعال شده با تکثیر پراکسی زوم (PPAR γ)^۵ را در بافت چربی کاهش دهد (۳۴).

کارآزمایی‌های بالینی شامل افراد سالم و دارای اضافه وزن یا افراد دیابتی نشان داد که TFA ها مقاومت به انسولین را در افراد دارای اضافه وزن یا دیابتی (آن‌هایی که از قبل مقاومت به انسولین داشتند) بدتر می‌کنند، اما ممکن است اثرات کمتری در افراد لاغر جوان داشته باشند. آن‌هایی که از قبل مقاومت به انسولین داشتند، در مقایسه با رژیم‌های غذایی کانولا یا روغن سویا، در مورد رژیم‌های غذایی روغن پالم و روغن سویا نیمه هیدروژنه شده، هم مقاومت به انسولین نداشت و هم مقاومت به انسولین بالاتری داشتند (۳۵). در مطالعه‌ای، دو گروه ژاپنی از ژاپنی‌های آمریکایی و ژاپنی‌های بومی در رابطه با غلظت الایدیک سرم و ارتباط آن با مقاومت به انسولین مقایسه شدند. غلظت اسید الایدیک سرم در آمریکایی‌های ژاپنی

۱. Conjugated linoleic acid (CLA)

۲. Tumor Necrosis Factor alpha (TNF- α)

۳. Interleukin ۱۲ (IL۱۲-)

۴. Interleukin ۱۶ (IL۱۶-)

۵. Peroxisome proliferator-activated receptor gamma (PPAR γ)

به طور قابل توجهی بالاتر از گروه بومی بود. در ژاپنی‌های بومی، غلظت سرمی اسید الایدیک گروه مبتلا به دیابت در مقایسه با گروه‌های تحمل گلوکز طبیعی و تحمل گلوکز مختل (به ترتیب ۱۶ میکرومول در لیتر، ۱۰/۸ میکرومول در لیتر و ۱۱/۷ میکرومول در لیتر) به طور قابل توجهی بالاتر بود (۳۶). مطالعه‌ای شامل ۱۸۳ نفر (۱۲۷ فرد بدون مقاومت به انسولین و ۵۶ نفر با مقاومت به انسولین) نشان داد که مصرف چربی ترانس حساسیت انسولین را مختل می‌کند و بر سیگنال دهی انسولین از طریق کینازهای درون سلولی تأثیر می‌گذارد، که بسترهای گیرنده انسولین را تغییر می‌دهد (۳۷). بسیاری از شواهد دیگر نشان می‌دهد که اسید واکسنیک می‌تواند تأثیر مثبتی بر مقاومت به انسولین داشته باشد. اخیراً، سطوح بالای پلاسمایی اسید واکسنیک پیش ساز CLA با مقاومت به انسولین ارتباط معکوس دارد. به طور خاص، ۱۷، ۳۲ و ۳۹ درصد خطر ابتلا به دیابت نوع ۲ در جمعیت سیاه‌پوست، اسپانیایی، و چینی آمریکایی مرتبط بود. در مقابل، اسید پالمیتولئیک به طور مثبت با خطر بیشتر (۲۱٪) بروز دیابت نوع ۲ مرتبط است (۳۸). علاوه بر این، مکمل CLA منجر به تفاوت قابل توجهی در اثرات نامطلوب گزارش شده با شاخص‌های مقاومت به انسولین نشد (۳۹).

۳) چاقی

شناخته شده است که رژیم غذایی با محتوای چربی بالا می‌تواند منجر به چاقی شود، به ویژه در رژیم‌های غذایی غنی از اسیدهای چرب اشباع. برعکس، اثرات TFAها بر القاء چاقی بحث برانگیز است. اثرات کاهش توده چربی بدن (BFM)^۱ توسط CLA در مقالات مختلف یافت می‌شود. به طور خاص، یک مطالعه گزارش کرده که مخلوط CLA (۸۰٪ ایزومرهای trans-10, cis-12 و cis-9, trans-11) به طور قابل توجهی BFM را در میان بزرگسالان دارای اضافه وزن سالم کاهش می‌دهد (۴۰). یک مطالعه گزارش کردند که ۳/۴ گرم در روز CLA (نسبت ۵۰:۵۰ ایزومرهای trans-10, cis-12 و cis-9, trans-11) که به مدت ۱۲ هفته به افراد دارای اضافه وزن و چاق داده می‌شود، به طور قابل توجهی BFM را کاهش می‌دهد، اما شاخص توده بدن را کاهش نمی‌دهد (۴۱). مطالعه مشابه دیگری شامل همان مخلوط ایزومرهای CLA در میان افراد چینی دارای اضافه وزن و چاقی درجه یک انجام شد. CLA (نسبت ۵۰:۵۰ ایزومرهای cis-9, trans-11 و trans-10, cis-12) مکمل ۳/۴ گرم در روز به مدت ۱۲ هفته منجر به کاهش وزن بدن، شاخص توده بدن، توده چربی بدن، توده چربی زیر جلدی، درصد چربی بدن و نسبت دور کمر به باسن شد. با این حال، پس از مصرف مکمل CLA به مدت ۱۲ هفته، تغییری در توده بدون چربی بدن مشاهده نشد (۴۲).

براساس مطالعه دیگری بر روی ۱۲۲ فرد چاق بدون بیماری‌های همراه، پس از ۱ سال مصرف مکمل CLA، تفاوت معنی‌داری در وزن بدن یا بازیابی چربی بدن مشاهده نشد. آزمودنی‌ها در معرض ۳/۴ گرم در روز

۱. Body fat mass (BFM)

مکمل CLA قرار گرفتند (شامل ۳۹٪ ایزومرهای cis-9, trans-11 و ۴۱٪ ایزومرهای trans-10, cis-12 به عنوان تری گلیسرول؛ ۲۰٪ باقی مانده محتوای چربی شامل تری گلیسرول بود). اثرات مشابهی بر سلامتی در رابطه با اسید واکسنیک پیش ساز CLA نیز یافت شد، حتی اگر بیشتر در مطالعات مدل حیوانی باشد. در اولین مطالعه وانگ و همکارانش، مکمل ۱/۵ درصد واکسنیک اسید ۳ هفته‌ای در موش‌های چاق و مقاوم به انسولین JCR:LA-cp کاهش ۴۰٪ غلظت تری گلیسیرید ناشتا را تعیین کرد (۴۳). مطالعه بعدی روی همان مدل حیوانی که با ۱٪ اسید واکسنیک به مدت ۸ هفته تکمیل شده بود، توزیع مجدد بافت چربی تحریک شده، کاهش چربی کل بدن و کاهش اندازه سلول‌های چربی را در مقایسه با کنترل بدون مکمل اسید واکسنیک نشان داد، بنابراین ویژگی‌های سندرم متابولیک را کاهش داد (۴۴). در یک کارآزمایی متقاطع دوسوکور دیگر، ۲۷ فرد دارای اضافه وزن و کلسترول مرزی در معرض مکمل CLA قرار گرفتند. شرکت کنندگان ۳/۵ گرم در روز روغن آفتابگردان (نسبت ۵۰:۵۰ ایزومرهای trans-10, cis-12, cis-9, trans-11، و Clarinol G-80) مصرف کردند. مداخله CLA بر تغییرات وزن بدن، ترکیب بدن یا لیپیدهای خون تأثیری نداشت (۴۵).

از سوی دیگر با توجه به اینکه رسوب چربی شکم یک عامل خطر ثابت شده برای بیماری‌های قلبی-عروقی است و شواهد در حال حاضر نشان می‌دهد که چربی کبد نیز باید در نظر گرفته شود، نتایج مطالعات نشان می‌دهد مصرف TFA به طور مثبت با افزایش متوسط دور کمر در طی ۹ سال پیگیری، حتی پس از تنظیم شاخص توده بدن، و با تغییر وزن در طی ۸ سال پیگیری در مطالعه سلامت پرستاران همراه بود، و مطالعات روی جوندگان نشان داده است که مصرف TFA زیاد ممکن است منجر به افزایش رسوب چربی در کبد شود (۴۶).

۴ سرطان

سرطان دومین عامل مرگ و میر در سراسر جهان است که حدود ۹/۶ میلیون مرگ را به خود اختصاص داده است. سرطان‌های ریه، پروستات، کولورکتال، معده و کبد شایع‌ترین انواع در مردان هستند. سرطان پستان، کولورکتال، ریه، دهانه رحم و تیروئید شایع‌ترین سرطان در زنان است. سرطان زمانی شروع می‌شود که سلول‌ها خارج از کنترل رشد می‌کنند و در سراسر بدن پخش می‌شوند. طبق نتایج یک بررسی رابطه مثبتی بین مصرف TFA و بروز سرطان پستان و روده بزرگ وجود دارد (۴۷). به طور مشابه، اخیراً آردیسون کورات و همکاران یک رابطه مثبت بین سطوح TFA در غشاء گلبول قرمز و خطر لنفوم سلول B بزرگ، به ویژه برای اسید الایدیک و اسید واکسنیک پیدا کردند (۴۸). در تحقیقات آینده نگر اروپایی در مورد سرطان و تغذیه (EPIC)^۱، ارتباط مثبتی بین سرطان تخمدان و مصرف اسید ترانس الایدیک صنعتی پیشنهاد شد (۴۹). در همان مطالعه TFA، EPIC، رژیم غذایی، به ویژه اسید الایدیک، ارتباط مثبتی با سرطان رکتوم داشتند (۵۰). فرض بر این است که TFA ها بر خطر سرطان پستان تأثیر می‌گذارند. با این حال، مطالعات

۱. European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC)

آینده نگر نسبتاً کمی این رابطه را بررسی کرده‌اند. یک مطالعه از این فرضیه حمایت می‌کند که مصرف بیشتر TFA های صنعتی در رژیم غذایی، به ویژه اسید الایدیک، با افزایش خطر ابتلا به سرطان پستان مرتبط است (۵۱). اثرات الایدیک اسید بر سرطان کولون بحث برانگیز است. غلظت پلاسمایی اسید الایدیک در بیماران مبتلا به آدنوم کولون بیشتر از افراد سالم است (۵۲). یک مطالعه نشان داد که اسید الایدیک ممکن است پتانسیل متاستاتیکی را برای سلول‌های سرطانی کولورکتال فراهم کند (۵۳). جالب است که در مطالعه کوهورت هلند در مورد رژیم غذایی و سرطان، یک رابطه مثبت ضعیف بین مصرف CLA و بروز سرطان پستان مشاهده شد (برای CLA، در مجموع ایزومرهای cis-9, trans-11 و trans-9, cis-11 استفاده شد). (۵۴). علاوه بر این، طبق نتایج یک مطالعه، اثرات منفی CLA ها می‌تواند شامل القاء سرطان کولون نیز باشد (۵۵). با این وجود، در مورد تکثیر سلولی کنترل نشده، عملکرد TFA در داده‌های مطالعات به طور شفاف وجود ندارد. علاوه بر این، نقش اسید واکسنیک بحث برانگیز است، که هم وابسته و هم مستقل از تبدیل آن به CLA تلقی می‌شود. در واقع، مطالعات حیوانی (in vivo) در موش‌ها نشان داد که فعالیت‌های ضد سرطان زایی اسید واکسنیک در برابر سرطان زایی پستان‌ها به تبدیل آن به CLA cis-9, trans-11 توسط Δ9-دساجوراز بستگی دارد (۵۶-۵۸). در یک مطالعه اولیه آزمایشگاهی، بیان شد که اسید واکسنیک در مقایسه با CLA cis-9, trans-11 که تمایز سلولی را در سلول‌های Caco-2 تعیین می‌کند، هیچ اثر ضد تکثیری نشان نداد (۵۹). مطالعات بعدی اثر ضد سرطانی اسید واکسنیک را مستقل از ایزومرهای CLA در سلول‌های سرطان پستان تأیید کردند که همبستگی‌هایی با مسیر آپوپتوز (مرگ برنامه‌ریزی شده سلول) با واسطه میتوکندری پیدا کردند (۶۰-۶۲). اسید واکسنیک از تکثیر و القاء آپوپتوز سلول‌های سرطانی نازوفارنکس انسانی جلوگیری می‌کند (۶۲).

مصرف CLA از لبنیات، سرطان پستان و روده بزرگ را کاهش می‌دهد. یک مطالعه ۳ ساله بر روی بیش از ۶۰۰۰۰ زن نشان می‌دهد که مصرف زیاد غذاهای لبنی پرچرب و CLA ممکن است خطر ابتلا به سرطان کولورکتال، سومین سرطان شایع در سراسر جهان را کاهش دهد (۶۳). مطالعه دیگری که روی بیش از ۵۰۰۰۰ نفر (۴۹۹۲ مورد سرطان کولورکتال) از آمریکا و ایالات متحده انجام شد، نشان می‌دهد که مصرف بیشتر شیر و کلسیم با خطر ابتلا به سرطان کولورکتال ارتباط معکوس دارد (۶۴). طبق نتایج یک بررسی که براساس یک مطالعه تصادفی، دوسوکور، شامل ۳۴ بیمار مبتلا به سرطان رکتوم، که ۳ گرم در روز CLA به مدت ۶ هفته دریافت کرده‌اند، مکمل CLA باعث بهبود فاکتورهای التهابی، ماتریکس متالوپروتیناز-۲ و ماتریکس متالوپروتیناز-۹ به عنوان بیومارکرهای بیومارکرهای آنژیوژن تومور شد (۶۵). چندین مطالعه کوهورت دیگر نیز نشان می‌دهد که افزایش مصرف کل محصولات لبنی و غذاهای غنی از CLA، خطر ابتلا به سرطان پستان را کاهش می‌دهد (۶۶، ۶۷). با این حال، توجه به این نکته مهم است که مکانیسم مربوط به اثرات CLA بر سرطان از مطالعه‌ای به مطالعه دیگر متفاوت است. طبق مطالعات دیگر، CLA ها ممکن است منجر به سرطان روده بزرگ و سینه شوند (۵۴، ۵۵). همچنین این پیشنهاد مطرح شده

است که مصرف لبنیات (به ویژه پنیر) ممکن است عامل پیشگیرانه‌ای در برابر ابتلا به سرطان پستان باشد که گمان می‌رود این اثر ناشی از CLA به تنهایی یا در ترکیب با سایر مواد مؤثر باشد. در مقابل، مصرف زیاد گوشت فرآوری شده نشخوارکننده، که در افزایش نسبت اسید آراشیدونیک در اسیدهای چرب سرم منعکس می‌شود، ممکن است خطر ابتلا به سرطان پستان را افزایش دهد. همچنین باید تأکید شود که هنگام مطالعه اثرات رژیم غذایی غنی شده با CLA بر سرطان، ارزیابی اثرات مستقل CLA اغلب غیرممکن است (۵۸). بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که شواهد کافی برای تعیین این‌که آیا مصرف CLA تأثیر قابل توجهی بر سرطان دارد، وجود ندارد (۶۸) و مکانیسم‌های اثر آن باید به طور کامل بررسی شود. نتایج یک مرور ساختاریافته و متاآنالیز در سال ۲۰۱۹ نشان داده خطر ابتلا به سرطان پروستات و کولورکتال با مصرف زیاد اسیدهای چرب ترانس بیشتر بود (۶۹). نتایج یک مرور سیستماتیک دیگر در سال ۲۰۱۸ نیز، اثرات مضر بالقوه مصرف زیاد اسیدهای چرب ترانس را از طریق افزایش خطر ابتلا به سرطان نشان می‌دهد، و بیشتر شواهد موجود برای لنفوم غیرهوچکین و سرطان دهان / حلق / مری است (۷۰). ۴۱

۵) التهاب

ثابت شده است که مصرف TFA بر عوامل خطر متعدد از جمله افزایش التهاب سیستمیک تأثیر می‌گذارد (۷۱، ۷۲). مطالعات روی انسان‌ها معمولاً رابطه بین TFA صنعتی و سطوح بالاتر نشانگرهای التهابی را نشان می‌دهد. به طور دقیق‌تر، براساس یک مطالعه تغذیه کنترل شده که در بین مردان انجام شد، مصرف TFA ها، اسید استئاریک و LMP (مجموع اسیدهای لوریک (L)، میریستیک (M) و اسیدهای پالمیتیک (P) باعث افزایش غلظت نشانگرهای التهابی، مانند پروتئین واکنش گر (CRP)، فیبرینوژن و اینترلوکین-۶ شد. علاوه بر این، اسید استئاریک از طریق افزایش غلظت فیبرینوژن، خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی را افزایش می‌دهد (۳).

مطالعه دیگری که در میان بیماران سرپایی مبتلا به نارسایی مزمن قلبی انجام شد، نشان داد که برخلاف اسید پالمیتولئیک، ایزومرهای ترانس اسیدهای اولئیک و لینولئیک با غلظت نشانگرهای التهابی بالاتری مرتبط هستند (۷۳). در یک مطالعه مشابه شامل افراد چاق بدون بیماری‌های همراه، مکمل CLA (نسبت ۱:۱ ایزومرهای cis-9, trans-11 و cis-12, trans-10) ۶/۴ گرم در روز به مدت ۱۲ هفته باعث افزایش توده بدون چربی بدن و همچنین نشانگرهای التهاب، مانند CRP و اینترلوکین-۶ شد. با این حال، مکمل CLA توده چربی بدن، وزن، شاخص توده بدن، مصرف انرژی در حالت استراحت، یا بهره تنفسی را تغییر نداد (۷۴). یک مطالعه متفاوت در شرایط آزمایشگاهی اثر منفی بالقوه TFA ها بر پارامترهای التهابی را تأیید کرد. در واقع، پژوهشگران این مطالعه نشان دادند که اسید الایدیک، اسید لینولئیک و اسید واکسنیک (اما نه ایزومرهای cis مربوط به آن‌ها)، آپوپتوز خارج سلولی ناشی از ATP را افزایش داده و مسیر 1-p38-ASK1 را فعال می‌کنند که منجر به التهاب و مرگ سلولی معمول آترواسکلروز مرتبط با TFA می‌شود (۷۵). مصرف بیشتر TFA ها یک عامل خطر برای چندین بیماری التهابی از جمله بیماری التهابی روده است.

گزارش شده است که TFA ها با ترویج آپوپتوز و التهاب سلول های اندوتلیال عروقی، بیماری های عروقی را ترویج می کنند. یک مطالعه اثرات اسید الایدیک و اسید واکسنیک بر عملکرد سلول اندوتلیال ورید ناف انسان (HUVEC)^۱ را بررسی کردند که نتایج نشان داد که هم اسید الایدیک و هم اسید واکسنیک باعث کاهش زنده ماندن HUVEC، آسیب به غشاء سلولی و افزایش نفوذپذیری غشاء می شوند. با این حال، آسیب توسط الایدیک اسید به طور قابل توجهی قوی تر از اسید واکسنیک بود. بیان مولکول چسبندگی داخل سلولی ۱ (ICAM-1)^۲، پروتئین چسبندگی سلول های عروقی ۱ (VCAM-1)^۳ و اینترلوکین-۶ (IL-6) و ترشح پروستاگلاندین افزایش یافته و اثر الایدیک اسید به طور قابل توجهی بیشتر از اسید واکسنیک بود (۷۶). برخلاف یافته های فوق، برخی از مطالعات گزارش کرده اند که TFA ها نشانگرهای التهاب را افزایش نمی دهند (۷۷، ۷۸). یک مطالعه تصادفی شامل ۶۱ بزرگسال سالم نشان داد که مصرف زیاد TFA های صنعتی و اسید لینولئیک مزدوج به طور قابل توجهی بر غلظت پلاسمایی نشانگرهای التهابی تأثیر نمی گذارد (۷۷). یک مطالعه تصادفی روی ۱۰۶ بزرگسال سالم نشان داد که هیچ اثری از TFA ها، صرف نظر از منبع، بر التهاب و چسبندگی سلولی وجود ندارد. نه اسید واکسنیک و نه TFA های صنعتی تأثیری بر التهاب و چسبندگی سلولی نداشتند (۷۸). علاوه بر این، متعاقباً برخی از فعالیت های ضدالتهابی برای اسید واکسنیک جدا یافت شد. در واقع، یک مطالعه عنوان کرد که غلظت های فیزیولوژیکی اسید واکسنیک تولید اینترلوکین-۱۰ (IL-10) را افزایش داده و TNF- α را در موش ها پس از درمان لیپوپلی ساکارید (LPS) سرکوب می کند (۷۹). علاوه بر این، اسید واکسنیک و اسید پالمیتوئیک برای کاهش بیان ژن التهابی VCAM-1، TNF و سوپراکسید دیس موتاز ۲ (SOD2) در سلول های اندوتلیال ورید ناف و سلول های کارسینوم کبدی انسان یافت شد (۸۰). به طور مشابه، نتایج یک مطالعه دیگر نشان داد که اسید واکسنیک و پالمیتوئیک باعث کاهش ترشح پروستاگلاندین های التهابی ناشی از TNF- α در سلول های اندوتلیال عروقی می شوند، اما به طور همزمان نشانگرهای استرس اکسیداتیو F2-isoprostanes را افزایش می دهند (۸۱). با این وجود، هنوز هم امروزه شواهد موجود در متون بحث برانگیز است که آیا می توان اثر ضدالتهابی اسید واکسنیک را به خودش نسبت داد یا به تبدیل جزئی درون زا آن به CLA cis-9, trans-11. نتایج یک مطالعه، از طریق تجزیه و تحلیل مشخصات اسیدهای چرب قبل و بعد از درمان با اسید واکسنیک، نشان دادند که مقدار CLA cis-9, trans-11 بدون تغییر باقی می ماند، و این نشان می دهد که اثر ضد التهابی اسید واکسنیک مستقل از CLA cis-9, trans-11 است (۸۲). با این حال، یک مطالعه اخیر عنوان کرد که وقتی تبدیل اسید واکسنیک در CLA cis-9, trans-11 توسط لپتین مهار شد، یک تنظیم مثبت VCAM-1، ICAM-1 و IL-6 التهابی رخ داد. برعکس بدون لپتین، نرخ تبدیل زیستی اسید واکسنیک در CLA cis-9, trans-11، ۲۳٪ بود و کاهش قابل توجهی در VCAM-1، ICAM-1 و IL-6 رخ داد (۸۳). در نهایت، کار اپیدمیولوژیک

۱. Human Umbilical Vein Endothelial Cells (HUVEC)

۲. Intercellular Adhesion Molecule ۱ (ICAM-۱)

۳. Vascular cell adhesion protein ۱ (VCAM-۱)

اخیر به طور مقطعی با سطوح گردشی اسید ترانس و اکسنیک در انسان با چاقی کمتر، خطر دیابت و التهاب سیستمیک مرتبط است (۸۴).

مروری بر نتایج مطالعات در خصوص میزان اسید چرب ترانس مواد غذایی در ایران

• مطالعه‌ای به منظور تعیین درصد چربی و میزان اسیدهای چرب، به ویژه اسیدهای چرب ترانس موجود در شیرینی‌های دانمارکی در شهر تهران در سال ۱۳۹۲ صورت گرفت. نمونه‌های شیرینی دانمارکی از ۳۰ فروشگاه قنادی، در شهر تهران که به طور کاملاً تصادفی انتخاب شده بودند تهیه شد. نتایج این بررسی حاکی از این بود که به طور میانگین $29/5 \pm 0/5$ درصد از وزن شیرینی‌های دانمارکی تولیدشده در شهر تهران را چربی تشکیل می‌دادند. همچنین به طور میانگین $22/3 \pm 0/75$ درصد از چربی استخراج شده از نمونه‌های شیرینی دانمارکی را اسیدهای چرب ترانس تشکیل می‌دادند و میانگین اسیدهای چرب اشباع در نمونه‌ها نیز $34/2 \pm 0/78$ درصد بود. با توجه به این که هر عدد شیرینی دانمارکی حدود ۶۰ گرم وزن می‌دادند، میزان کل چربی آن برابر ۱۸ گرم که ۴ گرم از این مقدار را اسیدهای چرب ترانس تشکیل می‌دادند. در نتیجه دریافت اسیدهای چرب ترانس در اثر مصرف شیرینی‌های دانمارکی حدود دو برابر حد مجاز توصیه‌شده برای دریافت روزانه آنها از کل رژیم غذایی بود (۸۵).

• یک مطالعه در سال ۱۳۹۹ با هدف بررسی میزان اسیدهای چرب اشباع و ترانس در فست‌فودهای شهر تهران انجام شد. شهر تهران به پنج منطقه شمال، جنوب، غرب، شرق و مرکزی دسته‌بندی شد و از هر منطقه سه نوع فست‌فود شامل پیتزا مخلوط، فلافل و ناگت مرغ و از هر فست‌فود سه نمونه (در مجموع ۴۵ نمونه از ۴۵ غذافروشی مختلف به طور تصادفی) انتخاب شدند. نتایج نشان داد میانگین اسیدهای چرب اشباع در فست‌فودهای فلافل، پیتزای مخلوط و ناگت مرغ به ترتیب $18/0$ ، $36/35$ و $19/11$ گرم/۱۰۰ گرم بود. میانگین اسیدهای ترانس فست‌فودهای ناگت مرغ، پیتزای مخلوط و فلافل به ترتیب $0/36$ ، $0/71$ و $0/06$ گرم/۱۰۰ گرم بود. اختلاف بین مناطق مختلف تهران از نقطه نظر محتوی اسیدهای چرب اشباع و ترانس معنادار نبود ($P > 0/05$). وضعیت مصرف اسیدهای چرب ترانس از طریق فست‌فود در تهران در مقایسه با استانداردهای جهانی مناسب می‌باشد. کمتر بودن فاکتورهای خطر نسبت به استانداردهای جهانی در این مطالعه به علت کم بودن سرانه مصرف فست‌فود در ایران می‌باشد ($IR = 4 \text{ g/d}$) (۸۶).

• نتایج یک مطالعه در سال ۱۳۹۳ که با هدف تعیین میزان اسیدهای چرب با تأکید بر اسیدهای چرب ترانس و اشباع از روغن حیوانی و دنبه (۱۰ نمونه روغن حیوانی و ۵ نمونه دنبه) در لرستان انجام شده است، نشان داد مجموع درصد اسیدهای چرب ترانس در روغن‌های حیوانی $2/5 \pm 4/3$ و مجموع درصد اسیدهای چرب اشباع $47/7 \pm 47/6$ و در روغن دنبه مجموع درصد اسیدهای چرب ترانس $0/1 \pm 0/3$ و مجموع درصد اسیدهای چرب اشباع $6/4 \pm 40/7$ به دست آمد. در نهایت می‌توان نتیجه‌گیری کرد روغن

حیوانی و دنبه گوسفند شامل درصد بالایی از اسیدهای چرب ترانس و اشباع هستند؛ بنابراین ریسک بیماری های قلبی-عروقی در افراد مصرف کننده بالا می رود (۸۷).

• مطالعه ای، با هدف تعیین انواع و میزان اسیدهای چرب به خصوص TFA ها، مقایسه آن با استاندارد ملی و نیز بررسی تاثیر استفاده از برچسب گذاری بر کاهش مقدار TFA ها در شیرینی های سنتی اصفهان در سال ۱۳۹۸ انجام شد. در کل ۳۶۹ نمونه از شیرینی های سنتی ایرانی از برندها و فروشگاه های مختلف شهر اصفهان خریداری و محتوای TFA های آنها با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی اندازه گیری شد. نتایج نشان داد میانگین کل TFA ها در نمونه ها، $1/6\%$ ($7/9 - 0/4\%$) در چربی کل بود. شیرینی های نان خرمایی، کیک یزدی و شیرینی گردویی به دلیل میزان کمتری از TFA ها و میزان بیشتری از اسیدهای چرب غیراشباع، سالم تر از سایر شیرینی ها ارزیابی شدند. $78/1\%$ از نمونه ها کمتر از 2% از چربی کل آنها از TFA ها بود. در برخی محصولات (باقلاوا، نان برنجی) برچسب گذاری به طور معنی داری با کاهش مقدار TFA ها محصول همراه بود ($P < 0/001$). در کل، نمونه های با بسته بندی میانگین کمتری نسبت به انواع بدون بسته بندی داشتند؛ اما از لحاظ آماری این اختلاف معنادار نبود. در کل $4/18\%$ از محصولات کمتر از یک درصد محتوای چربی کل آنها از TFA ها بود که با استاندارد ملی ایران همخوانی داشت. در برخی از محصولات مانند کیک کشمش و کلوچه میزان TFA ها بیشتر از حد مجاز 1% در چربی کل محصول بود (۸۸).

• یک مطالعه در سال ۱۳۹۳ میزان اسیدهای چرب ترانس در روغن های خوراکی و فرآورده های غذایی حاوی چربی مصرفی در ایران را مورد بررسی قرار داد. در مجموع، ۴۶ نمونه به طور تصادفی انتخاب و به صورت بسته بندی شده از فروشگاه های مختلف در ایران جمع آوری شدند. نتایج نشان داد در مجموع، بیشترین میزان اسیدهای چرب ترانس در گروه کره ها و پس از آن در گروه پفک و اسنک مشاهده شد (۸۹).

• یک بررسی با هدف تعیین میزان اسیدهای چرب موجود در غذاهای آماده پروتئینی و کباب های رستورانی عرضه شده در کرمانشاه در سال ۱۳۹۲ انجام شد. برای تعیین درصد اسیدهای چرب از ۱۴ نوع ماده غذایی پروتئینی و کباب های رستورانی عرضه شده در کرمانشاه ۶۹ نمونه به طور تصادفی مورد آزمایش قرار گرفت که نتایج نشان داد بیشترین میزان اسیدهای چرب ترانس در کباب لقمه ($2/30\%$) و کمترین در میگو سوخاری ($0/1\%$) و شنسیل مرغ ($0/13\%$) مشاهده شد. اسید پالمیتیک ($16:0$) بیشترین اسیدهای چرب اشباع موجود در کباب های رستورانی بوده و در بین غذاهای آماده در کباب لقمه از همه بالاتر بود. اسید چرب غیراشباع در کباب های رستورانی کمتر از بقیه نمونه ها بوده ($39/8 - 49/44\%$) و در غذاهای آماده از $49/99\%$ در کباب لقمه تا $76/11\%$ در کالباس یافت شد. بیشترین میزان اسید چرب غیراشباع موجود در نمونه ها اسید اولئیک ($18:1$) و اسید لینولئیک ($18:2$) بود (۹۰).

• در یک مطالعه مقطعی، ۶۰ نمونه از پرفروش ترین برندهای کره و روغن حیوانی، به طور تصادفی از پنج فروشگاه زنجیره ای مواد غذایی در تهران سال ۱۴۰۳ انتخاب شدند. میانگین $\pm$ انحراف معیار کل اسیدهای

چرب در کره و روغن حیوانی به ترتیب، $94/07 \pm 0/17$ و $94/49 \pm 0/61$ ، کل اسید چرب اشباع $66/69 \pm 0/39$ و $64/26 \pm 0/63$ ، اسید چرب ترانس $2/43 \pm 0/09$ و $3/60 \pm 0/39$ گرم در 100 گرم چربی بود. اسیدهای چرب ترانس غالب در کره و روغن حیوانی، اسید واکسنیک (منبع حیوانی) بود. همچنین، یافته‌های نقاط قدرت، ضعف، فرصت و تهدید (SWOT) نشان داد که قرار داشتن اسیدهای چرب ترانس در محدوده قابل قبول (به عنوان نقطه قوت اصلی)، سوء مدیریت (نقاط ضعف)، کاهش مالیات براساس محتوای اسیدهای چرب ترانس کمتر (فرصت) و تحریم‌ها (به عنوان تهدید اصلی) مهم‌ترین معیارهای مؤثر بر انتخاب چربی در سبد غذایی ایرانیان بودند. این مطالعه نشان داد که کره و روغن حیوانی حاوی سطوح نسبتاً پایینی از اسیدهای چرب ترانس هستند. با این حال، کره و روغن حیوانی سرشار از اسیدهای چرب مفید هستند که نشان داده شده است دارای خواص محافظتی برای سلامت هستند. سیاست‌گذاران می‌توانند استراتژی‌ها و فرصت‌های پیشنهادی از تحلیل SWOT را برای انتخاب چربی و روغن سالم‌تر به منظور ارتقای سلامت عمومی اجرا کنند (۹۱).

۴۵

- مطالعه‌ای در سال ۱۳۸۷ با هدف تعیین میزان اسیدهای چرب رایج در فست فودهای ایران و به ویژه TFA انجام شد. در این مطالعه، چهار نوع فست فود رایج شامل سوسیس (ترکیبی از گوشت قرمز، شیر خشک، پروتئین سویا و روغن)، کالباس (ترکیبی از گوشت قرمز، پروتئین سویا و روغن)، همبرگر (ترکیبی از گوشت قرمز، پروتئین سویا و روغن) و پیتزا (شامل سوسیس، کالباس، پنیر، گوشت قرمز و گوجه فرنگی) به طور تصادفی از محصولات موجود در سوپرمارکت‌ها و رستوران‌ها انتخاب شدند. از هر نمونه، به میزان 10 گرم برداشت و برای تجزیه و تحلیل اسیدهای چرب آماده گردید. در میان اسیدهای چرب اشباع، اسید استئاریک (C18:0) غالباً با درصدی بین 14 تا $20/9$ درصد مشاهده شد؛ به طوری که میزان این اسید در کالباس به طور چشمگیری از سایر گروه‌ها بالاتر بود. اسیدهای چرب ترانس نیز تقریباً $23/6$ تا $30/6$ درصد از کل اسیدهای چرب محصولات را تشکیل دادند؛ در این بین، اسید الئیدیک (C18:1 9t) به عنوان رایج‌ترین نوع شناسایی گردید. میزان کل اسیدهای چرب غیراشباع سوسیس در فست فودهای مورد آزمایش از $25/3$ (در سوسیس) تا $46/8$ درصد (در کالباس) متغیر بود؛ به طوری که اسید اولئیک (C18:1 9c) بیشترین سهم را داشت و پس از آن، اسید لینولئیک (C18:2) به عنوان مهم‌ترین چربی غیراشباع مشاهده شد. یافته‌های مطالعه نشان داد که درصد چربی ترانس در فست فودها از 24% (در کالباس) تا 31% (در همبرگر) متغیر است و در کل، میزان TFA موجود در محصولات بازار از توصیه‌های موجود در دستورالعمل‌های غذایی ایران فراتر رفته است (۹۲).

- بررسی‌ای با هدف تعیین میزان اسیدهای چرب شایع موجود در چند نمونه روغن تجاری در بازار ایران در سال 2009 انجام شد. برای این منظور، برندهای پرکاربرد روغن‌های گیاهی به طور تصادفی از سوپرمارکت‌ها انتخاب شده و از هر نمونه مخلوط، 10 گرم برداشته و مورد آنالیز قرار گرفت. نتایج نشان داد که اسید پالمیتیک (C16:0) و اسید استئاریک (C18:0) به صورت مشترک تقریباً 21 درصد از کل اسیدهای

چرب موجود در روغن های گیاهی نیمه هیدروژنه (PHVOs)^۱ را تشکیل می دهند. بیش از یک سوم کل اسیدهای چرب موجود در این روغن ها به صورت ترانس یافت شد. همچنین، TFA ها به ترتیب تقریباً یک و سه درصد از کل اسیدهای چرب موجود در روغن های پخت و پز و سرخ کردنی محلی را شامل می شوند. در مجموع، این مطالعه نشان داد که میزان اسیدهای چرب ترانس در روغن های گیاهی موجود از ۰/۹ تا ۳۵/۲ درصد متغیر بوده و بالاترین غلظت آنها در روغن های گیاهی نیمه هیدروژنه مشاهده شده است (۹۳). البته با توجه به بازنگری استاندارد روغن های نیمه هیدروژنه میزان ترانس به کمتر از ۲ درصد در هر ۱۰۰ گرم رسیده است.

- مطالعه ای در سال ۱۳۹۰ با هدف بررسی میزان و نوع اسیدهای چرب موجود در محصولات لبنی و نانوائی در بازار ایران پرداخته است. نمونه هایی از برندهای رایج این محصولات به طور تصادفی از سوپرمارکت های مختلف در ایران جمع آوری شدند. از هر نمونه، ۱۰ گرم برداشته و به تعیین محتوای اسیدهای چرب پرداخته شد. نتیجه این بررسی به شرح زیر است. شایع ترین اسیدهای چرب اشباع در تمامی گروه ها، اسید پالمیتیک (C۱۶:۰) و اسید استئاریک (C۱۸:۰) بودند. در غذاهای ناسالم و محصولات نانوائی، اسید ترانس غالب، به شکل اسید الاییدیک (C18:1 9t) با مقادیر بین ۲/۴ تا ۱۸/۵ درصد مشاهده شد. در محصولات لبنی، بالاترین سطح TFA از اسید واکسنیک (C18:1 11t) ثبت گردید (۲/۱ تا ۱۱/۵). این مطالعه نشان می دهد که سطح اسیدهای چرب ترانس در محصولات ناسالم و نانوائی، به ویژه در کیک ها، بالا است. همچنین، در محصولات لبنی، مارگارین ها دارای بیشترین میزان TFA می باشند. لذا، کنترل کیفیت دقیق تر در مورد نوع و مقدار چربی در این محصولات ضروری است (۹۴).
- این مطالعه با هدف ارزیابی میزان چربی کل، SFAs و TFAs در غذاهای سرخ شده صنعتی (برندهای شرکت های بزرگ مواد غذایی) و صنفی (تولید شده با روش های سنتی) موجود در ایران و مقایسه آنها با استانداردهای ملی انجام شد. در این تحقیق، ۱۴۲ نمونه از محصولات سرخ شده (شامل سیب زمینی، پیاز، سیر و...) از مناطق مختلف کشور در دو سال متوالی جمع آوری شد؛ نمونه های صنعتی توسط برندهای بزرگ از سوپرمارکت ها و نمونه های صنفی به روش های سنتی در فروشگاه های محلی تولید شده بودند. در چپس سیب زمینی، میانگین چربی کل نمونه های صنعتی در سال ۱۳۹۶ برابر ۴۱/۳ و در سال ۱۳۹۷ برابر ۳۸/۸۳ بوده که هر دو مقدار بالاتر از حد مجاز (۳۸٪) تعیین شده است. همچنین، جداول آماری تفاوت های معناداری در SFA و TFA بین سال ها و بین چپس های صنعتی و صنفی نشان می دهند. در نمونه های سیب زمینی نیم پز، تغییرات معنی داری در SFA بین سال های ۲۰۱۷ و ۲۰۱۹ مشاهده شد؛ اما در سیب زمینی های سرخ شده صنفی تفاوت آماری وجود نداشت. در سال ۲۰۱۹، میزان TFA در فاز روغنی پیاز سرخ شده صنعتی (۲/۲۳) و سیر سرخ شده صنفی (۲/۴۱) از حد مجاز تعیین شده (۲٪) فراتر رفته است. مصرف سرانه (با فرض اندازه وعده های ۲۸ گرم برای چپس و ۲۰ گرم برای

پیار) نیز مقادیر متفاوتی را نشان می دهد. از سوی دیگر، برای سیر سرخ شده استاندارد ملی حداقل ۵٪ چربی را در نظر گرفته است؛ اگرچه نمونه های سیر صنفی از این مورد پیروی کرده اند، اما میانگین TFA فاز روغنی سیر صنفی در سال ۲۰۱۹ (۲/۴۱) بالا گزارش شده است. این یافته ها حاکی از آن است که در برخی محصولات سرخ شده - به ویژه در چیپس صنعتی سال ۲۰۱۹ و در محاسبه TFA در پیاز و سیر سرخ شده - مقادیر مشاهده شده از استانداردهای ملی فراتر رفته اند. از این رو، آگاهی مصرف کنندگان از تفاوت های موجود بین محصولات صنعتی و صنفی و تأثیر نوع روغن های به کار رفته در تولید، می تواند به انتخاب آگاهانه تر و بهبود کیفیت تغذیه کمک کند (۹۵).

- یک مطالعه در سال ۱۳۹۱ به منظور تعیین میزان TFA در نمونه های روغن خوراکی مصرف شده در تهران، انجام شد. میانگین کلی TFA در روغن های سرخ کردنی مایع برابر با ۰/۴۵٪ (با دامنه ای از ۰/۱۱ تا ۱/۶۱٪) و در روغن های جامد برابر با ۲/۹۲٪ (دامنه ۰/۴۶ تا ۵/۴۰٪) گزارش شد. در هر دو گروه، اسید الاییدیک به ویژه در روغن های جامد به عنوان اسید چرب ترانس اصلی شناسایی گردید. همچنین، بیشترین میزان کل SFA در روغن های جامد مشاهده شد که میانگین آن به ۲۳/۰۷٪ می رسید و اسید پالمیتیک اصلی ترین SFA در بین چهار گروه بود. از سوی دیگر، اسید لینولئیک و اسید لینولنیک به عنوان مهم ترین PUFA برجسته شدند. تفاوت درصد TFA در روغن های خوراکی احتمالاً ناشی از تفاوت در نوع روغن، کیفیت، دمای حرارت دهی، روش فرآوری و شرایط نگهداری است (۹۶).
- در یک بررسی در سال ۲۰۱۸، ۹ نمونه از روغن ها و چربی های خوراکی (شامل انواع روغن های مایع و چربی های جامد فرآوری شده و غیرفرآوری شده) موجود در بازار ایران با استفاده از کروماتوگرافی گازی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که میزان اسیدهای چرب ترانس بین ۳۳٪ تا ۵۲/۸٪ متغیر بوده و بیشترین میزان آن در روغن حیوانی مشاهده شده است. علی رغم عدم تفاوت آماری معنی دار (۰/۰۵ > P) میان نمونه ها، اسید ترانس غالب در روغن ها به صورت ۶ C۱۸:۲ ترانس (ترانس-۶-لینولئیک اسید) و در برخی مانند مارگارین و روغن نیمه هیدروژنه به صورت ۹ C۱۸:۱ ترانس (الاییدیک) تشخیص داده شده است. گزارش ها همچنین نشان داد که مصرف روزانه ۲/۸ تا ۱۰ گرم از این ترکیبات می تواند خطر بیماری های قلبی-عروقی را تا ۲۲٪ افزایش دهد. در مجموع، یافته های این تحقیق بر ضرورت کاهش مصرف محصولات حاوی اسیدهای چرب ترانس و رعایت استانداردهای جهانی تأکید می کند (۹۷).

- مطالعه ای با هدف تعیین میزان اسیدهای چرب در میان وعده ها (تنقلات و snacks) و لبنیات مصرفی در کرمانشاه، ایران، در سال ۲۰۱۶ انجام شد. برای این منظور، نوزده ماده غذایی مختلف از جمله کیک، شیرینی و محصولات لبنی به طور تصادفی از هر پنج منطقه شهر جمع آوری گردید. نتایج نشان داد که در میان وعده ها، محصولاتی مانند کافی میت (پودر سفید مصرفی به جای شیر در کنار کافی)، بیسکویت و کیک دارای بالاترین میزان اسیدهای چرب ترانس بودند؛ درصدهای گزارش شده از ۶/۹۵ تا ۱۳/۹۴

متغیر است. در میان محصولات لبنی، میزان اسیدهای چرب ترانس در نمونه‌های بستنی به ویژه قابل توجه بود. همچنین، بیشترین میزان اسیدهای چرب اشباع در کافی‌میت، شکلات و شیر مشاهده شد و کمترین میزان اسیدهای چرب زنجیره کوتاه به ترتیب در بستنی و ماست ثبت گردید. در نتیجه، یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که میزان اسیدهای چرب ترانس در این محصولات نسبتاً بالاست، که احتمالاً ناشی از استفاده از روغن‌های هیدروژنه در تهیه غذا می‌باشد (۹۸).

- بررسی با هدف ارزیابی خواص فیزیکی و شیمیایی و میزان TFA روغن‌های قنادی تولید شده در سال ۲۰۱۶ انجام شد. نمونه‌هایی از ۱۵ برند روغن قنادی تولید شده در ایران جمع‌آوری و از نظر خواص فیزیکی و شیمیایی بررسی شدند. روغن‌های قنادی ایرانی حاوی ۱۵/۵۴ تا ۲۱٪ TFA و ۴۰/۰۸ تا ۵۹/۵۴٪ اسیدهای چرب اشباع بودند. در مقایسه با استاندارد ملی برای مشخصات روغن قنادی، ۲۰ درصد از نمونه‌ها دارای محتوای TFA بیش از سطح استاندارد (۵ درصد) بودند. علاوه بر این، ۱۳/۳٪ از نمونه‌ها محدودیت‌های استاندارد برای محتوای اسید لوریک را رعایت نکردند، ۴۶/۷٪ محتوای اسید چرب آزاد بالاتر از سطح استاندارد داشتند. بنابراین، پروتکل‌های کنترلی مؤثر باید توسط مقامات ایجاد شوند تا تولید روغن‌های جامد با خواص استاندارد تضمین شود (۹۹).

- مطالعه‌ای در سال ۲۰۲۲ با هدف تعیین ترکیب اسیدهای چرب خامه‌های شیرینی‌پزی فروخته شده در بازار ایران انجام شد. به کمک کروماتوگرافی گازی، ۱۰۲ نمونه از دو گروه برندهای تجاری (تعداد نمونه = ۳۴) و شیرینی‌های خامه‌ای (تعداد نمونه = ۶۸) به طور تصادفی جمع‌آوری و آنالیز شدند. نتایج نشان داد که ۱۴ نمونه از برندهای تجاری و ۱۳ نمونه از شیرینی‌های خامه‌ای، سطح TFA بیش از ۲٪ (حد ملی تعیین شده) داشتند. ارزیابی ایزومرهای TFA نشان داد که ایزومر ترانس ۱:۱ C۱۸ در تمامی نمونه‌ها به مراتب رایج‌تر از ایزومرهای ترانس ۲:۲ C۱۸ و ۳:۳ C۱۸ است. علاوه بر این، میانگین سطح اسیدهای چرب اشباع (SFA) در نمونه‌ها از حد ملی ۶۰٪ فراتر رفت؛ این امر نشان می‌دهد که تلاش‌ها برای کاهش TFA منجر به افزایش SFA شده است، که ممکن است به دلیل جایگزینی چربی‌های نیمه هیدروژنه با روغن پالم و روغن هسته پالم در فرمولاسیون‌ها باشد. به طور کلی، سطح بالای TFA و SFA در خامه‌های شیرینی‌پزی، خطری جدی برای سلامتی محسوب می‌شود. بررسی ۳۴ برند تجاری و ۶۸ شیرینی خامه‌ای نشان داد که در ۴۱٪ از برندهای تجاری و ۱۹٪ از شیرینی‌های پر از خامه، سطح TFA به ۲ درصد رسیده و در ۷۳٪ از برندهای تجاری و ۶۳٪ از شیرینی‌های خامه‌ای، SFA از ۶۰٪ فراتر رفته است. لذا نظارت منظم بر این محصولات و اقدامات لازم برای کاهش این چربی‌های مضر از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۱۰۰).

- مطالعه‌ای در سال ۱۳۹۹ با هدف تحلیل میزان چربی کل، پروفایل اسید چرب و محتوای نمک در غذاهای رستورانی و شناسایی استراتژی‌های کاهش آنها (با استفاده از تحلیل SWOT) انجام شد. برای این منظور، ۷۰ نمونه از پنج نوع غذای رایج از رستوران‌های تهران جمع‌آوری و مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمایشگاهی نشان داد که بیشترین مقدار چربی کل در سبوسه (۶/۲۷٪ ± ۱۶/۹۲٪) مشاهده شد؛

درحالی که بالاترین میزان SFA و TFA به ترتیب در کباب کوبیده با برنج ($۵/۰۷ \pm ۴۴/۴۲$ و $۰/۶۴ \pm ۲/۸۶$) یافت شد. همچنین، ساندویچ فلافل دارای بالاترین میزان نمک بود که در اکثر محصولات تقریباً دو برابر سطح توصیه شده توسط WHO گزارش شد. تحلیل SWOT نیز نشان داد که فقدان دستورالعمل‌های استاندارد برای اندازه‌گیری دقیق چربی و نمک ضعف اصلی است؛ از سوی دیگر، برچسب‌گذاری مواد غذایی در منوها به عنوان یک فرصت مهم شناسایی شد (۱۰۱).

اقدامات کشورها برای کاهش یا حذف اسید چرب ترانس

دانمارک به عنوان یکی از اولین کشورهایی است که TFAهای صنعتی را به عنوان یک تهدید عمده برای سلامت عمومی به رسمیت شناخت، در سال ۲۰۰۴ حداکثر ۲ گرم TFA به ازای هر ۱۰۰ گرم کل چربی موجود در غذاها را تعیین کرد. این سیاست با موفقیت میزان TFAهای صنعتی موجود در مواد غذایی را کاهش داد، درحالی که در نتیجه این اقدام، میزان مرگ و میر قلبی-عروقی نیز به شدت کاهش یافت (۱۰۲).

در سال ۲۰۱۵، سازمان غذا و داروی ایالات متحده (FDA)^۱ اعلام کرد که چربی‌های ترانس مصنوعی حاصل از روغن‌های نیمه‌هیدروژنه (PHOs)^۲ به طور کلی به عنوان ایمن (GRAS)^۳ شناخته نمی‌شوند، و استفاده از این روغن‌ها و چربی‌های ترانس باید محدود شود یا از غذاهای تولید شده حذف شود. کشورهای متعددی، از جمله اتحادیه اروپا، کانادا و استرالیا/نیوزیلند، محدودیت‌های ممنوعیت‌هایی را برای استفاده از روغن‌های نیمه‌هیدروژنه و چربی‌های ترانس در تولید مواد غذایی اعمال کردند (۸).

تا پایان سال ۲۰۱۸، قوانین مشابهی در ۲۲ کشور دیگر از جمله سوئیس، اتریش، ایسلند، مجارستان و نروژ معرفی شد (۱۰۳، ۱۰۴). در اسلوانی، ممنوعیت TFAها در مارس ۲۰۱۸ با دوره انتقالی یک ساله معرفی شد (۱۰۵)، اگرچه استفاده از PHOs در عرضه مواد غذایی اسلوانی بین سال‌های ۲۰۱۵ و ۲۰۱۷ به طور قابل توجهی کاهش یافته بود. در این دوره، TFAها موضوع گزارش رسانه‌های متعددی بود که بر صنایع غذایی فشار آورد تا محصولات حاوی PHOs را فرموله مجدد کند. در سال ۲۰۱۷، تنها دسته‌های باقی‌مانده از غذاهای از پیش بسته‌بندی شده با نسبت قابل توجهی از اقلام حاوی PHOs کیک، کلوچه، شیرینی و بیسکویت بودند. بنابراین، مصرف مورد انتظار TFAهای صنعتی در جمعیت عمومی کم بود، به جز برای گروه‌های جمعیتی خاص، مانند مصرف‌کنندگان معمولی کیک، کلوچه، شیرینی و بیسکویت‌های مارک‌های خاص که دارای TFAهای صنعتی بالایی بودند (۱۰۶).

برای کنترل سطح TFA در مواد غذایی و برای محافظت از سلامت و نجات جان انسان‌ها، در طول سال‌ها، رویکردهای مختلفی برای کاهش مقادیر TFA در غذاها به کار گرفته شده است. محدودیت‌هایی در محتوای TFA صنعتی در چندین کشور مانند دانمارک، اتریش، سوئیس، ایسلند، نروژ، مجارستان، سوئد،

۱. Food and Drug Administration (FDA)

۲. Partially hydrogenated oils (PHOs)

۳. Generally Recognized as Safe (GRAS)

لتونی و گرجستان ایجاد شده است. به عنوان مثال، ایالات متحده آمریکا، برزیل برچسب زدن اجباری را در دستور کار خود قرار دادند. سال به سال آخرین توصیه‌های ملی و بین‌المللی نشان می‌دهد که مصرف رژیم غذایی TFA باید تا حد امکان کم باشد (۱۰۷). براساس نظر سازمان ایمنی غذای اروپا (EFSA)^۱، در اتحادیه اروپا، غذاهایی که برای مصرف، مصرف‌کننده در نظر گرفته می‌شوند، باید کمتر از ۲ گرم TFA صنعتی در هر ۱۰۰ گرم چربی داشته باشند. مقررات کمیسیون (EU) ۶۴۹/۲۰۱۹ بیان می‌کند که چربی ترانس غیر از چربی ترانس که به طور طبیعی در چربی با منشأ حیوانی وجود دارد، باید حداکثر ۲ گرم در هر ۱۰۰ گرم چربی در مواد غذایی در نظر گرفته شده برای مصرف‌کننده نهایی و مواد غذایی در نظر گرفته شده برای عرضه به خرده‌فروشی باشد (۱۰۸). در چندین کشور، مانند انگلستان و فرانسه، حد TFA نیز ۲٪ از کل انرژی تعیین شده است (۱۰۷، ۱۰۹). در ایالات متحده اگر یک غذا کمتر از ۵/۰ گرم چربی ترانس در یک وعده داشته باشد، برچسب غذا می‌تواند ۰ گرم چربی ترانس را نشان دهد (۱۱۰).

تجربیات در چندین کشور نشان می‌دهد که چربی ترانس تولیدشده صنعتی می‌تواند با روغن‌های سالم‌تر جایگزین شود. بنابراین، WHO حذف چربی ترانس را به عنوان یک مداخله مقرون به صرفه برای کشورهای با درآمد کم و متوسط توصیه می‌کند. دولت‌ها می‌توانند با سرمایه‌گذاری کم هزینه عامل ۷٪ بیماری‌های قلبی-عروقی را در سطح جهان از بین ببرند (۸).

تجربیات در چندین کشور نشان می‌دهد که رویکردهای اجباری بسیار مؤثرتر از رویکردهای داوطلبانه برای کاهش چربی ترانس در عرضه غذا و در جمعیت است. WHO دو روش زیر را به عنوان بهترین روش‌های جایگزین توصیه می‌کند:

- محدودیت ملی اجباری ۲ گرم چربی ترانس تولیدشده صنعتی به ازای هر ۱۰۰ گرم چربی کل در همه غذاها
- ممنوعیت ملی اجباری تولید یا استفاده از روغن‌های نیمه‌هیدروژنه (منبع اصلی چربی ترانس) به عنوان یک ماده در همه غذاها

روغن‌های هیدروژنه در غذاها را می‌توان با روغن‌های غنی از PUFA و MUFA جایگزین کرد. انتخاب چربی‌ها و روغن‌های مورد استفاده در بسیاری از کشورها تحت تأثیر در دسترس بودن، هزینه جایگزین‌ها و ظرفیت صنعت روغن برای نوآوری است (۸).

چگونه مصرف چربی ترانس را کاهش دهیم؟

- اگرچه مسئولیت اصلی محافظت از شهروندان در برابر اثرات مضر چربی ترانس تولیدشده به صورت صنعتی بر عهده دولت‌ها است، اما اقداماتی وجود دارد که افراد می‌توانند برای کاهش مصرف ترانس انجام دهند:
- اجتناب از PHOs موجود در غذاهای سرخ‌شده و پخته‌شده (اگر روی محصول غذایی برچسب زده شده باشد)

۱. European Food Safety Authority (EFSA)

• کاهش میزان گوشت و غذاهای لبنی حیوانات نشخوارکننده (مانند گاو، گوسفند، بز) (۸).

در ماه می ۲۰۱۸، WHO بسته اقدامی را برای حمایت از دولت‌ها برای حذف TFA تولیدشده در صنعت در عرضه جهانی غذا تا سال ۲۰۲۳ معرفی کرد. بسته اقدام توصیه می‌کند که میانگین مصرف چربی‌های ترانس باید کمتر از ۱٪ کل انرژی باشد. علاوه بر این، WHO خواستار جایگزینی TFA با روغن‌ها و چربی‌های سالم‌تر شد تا از طریق سیاست‌گذاری و مقررات، ضمن ایجاد سیستم‌های نظارتی و ایجاد آگاهی در بین سیاست‌گذاران، صنعت و عموم مردم، محقق شود. بسته اقدام REPLACE، نقشه راهی برای کشورها که توسط WHO برای کمک به تسریع اقدامات تهیه شده است، شش گام عملی را برای ارتقای استفاده و مصرف چربی‌ها و روغن‌های سالم‌تر و حذف چربی‌های ترانس تولید شده صنعتی ارائه می‌دهد که از طریق اقدامات نظارتی و در عین حال ایجاد سیستم‌های نظارت مستحکم و ایجاد آگاهی در بین سیاست‌گذاران، تولیدکنندگان، تامین‌کنندگان و عموم مردم انجام می‌شود. این پروتکل توسط یک پروتکل جهانی برای اندازه‌گیری پروفایل اسیدهای چرب غذاها، با تأکید بر نظارت بر اسیدهای چرب ترانس که از روغن‌های نیمه‌هیدروژنه نشأت می‌گیرند، پشتیبانی می‌شود، که برای تقویت ظرفیت‌های آزمایشگاهی توسعه یافته است (۱۱۱). سازمان جهانی بهداشت هدفی را تعیین کرده بود که تا پایان سال ۲۰۲۳، جهان را از چربی ترانس تولیدشده صنعتی پاک کند. این هدف محقق نشد و WHO هدف دیگری را در سال ۲۰۲۴ اعلام کرد: «اقدامات شتاب‌دهی شده تا سال ۲۰۲۵ برای تکمیل این تلاش» حذف جهانی TFA‌های صنعتی در ۲۵ سال آینده جان ۱۷/۵ میلیون نفر را نجات خواهد داد و از رنج قابل اجتناب جلوگیری می‌کند (۱۱۲).

امگا-۳ (n-3)^۱

اسیدهای چرب امگا-۳، اسیدهای چرب چند غیراشباع ضروری هستند که به دلیل اولین پیوند دوگانه آنها در سومین اتم کربن در انتهای گروه متیل نامگذاری شده است. امگا-۳ گاهی اوقات به عنوان n-3 شناخته می‌شود. اسیدهای چرب امگا-۳ عمدتاً شامل آلفا لینولنیک اسید (ALA)^۲، ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA)^۳ و دوکوزاهگزانوئیک اسید (DHA)^۴ هستند. ALA حاوی ۱۸ اتم کربن است و از گیاهان مشتق می‌شود، در حالی که EPA و DHA امگا-۳ با زنجیره بلند در نظر گرفته می‌شوند؛ زیرا EPA حاوی ۲۰ کربن و DHA حاوی ۲۲ کربن است و از منابع دریایی مشتق می‌شود (۱۱۳، ۱۱۴).

بدن انسان فقط می‌تواند پیوندهای دوگانه کربن-کربن را بعد از کربن نهم از انتهای متیل یک اسید چرب تشکیل دهد (۱۱۵). بنابراین، ALA و اسید لینولئیک (LA)^۵ به عنوان اسیدهای چرب ضروری در نظر گرفته می‌شوند، به این معنی که باید از رژیم غذایی به دست آیند (۱۱۶). ALA می‌تواند به EPA و سپس به DHA

۱. Omega۳- (n-۳)

۲. Alpha-linolenic acid (ALA)

۳. Eicosapentaenoic acid (EPA)

۴. Docosahexaenoic acid (DHA)

۵. Linoleic acid (LA)

تبدیل شود، اما این تبدیل (که عمدتاً در کبد رخ می دهد) بسیار محدود است و میزان گزارش شده آن کمتر از ۱۵٪ است (۱۱۷). بنابراین مصرف EPA و DHA به طور مستقیم از غذاها و/یا مکمل های غذایی تنها راه عملی برای افزایش سطح این اسیدهای چرب در بدن است (۱۱۸).

منابع غذایی

EPA و DHA عمدتاً از ماهی های آب های سرد به نام امگا-۳ دریایی تهیه می شوند. EPA/DHA در ماهی، روغن ماهی و روغن کرپل وجود دارند، اما آنها در اصل توسط ریزجلبک ها در پایه زنجیره غذایی دریایی نه توسط ماهی سنتز می شوند. همانطور که ریزجلبک ها در زنجیره غذایی به سمت بالا حرکت می کنند، ماهی ها، امگا-۳ را به دست می آورند و آنها را در بافت های خود جمع می کنند. ماهی سالمون، ماهی خال مخالی، ماهی تن، شاه ماهی و ساردین حاوی مقادیر بالایی از EPA/DHA هستند (۱۱۷، ۱۱۹).

سطوح اسیدهای چرب امگا-۳ (n3-FAs)^۱ به طور گسترده ای در بین گونه های ماهی بسته به رژیم غذایی و متابولیسم آنها متفاوت است. گونه های دریایی مانند ماهی خال مخالی یا سالمون در مقایسه با ماهی سفید (کمتر روغنی است)، تا ۴ گرم در هر وعده دارند. به عنوان مثال، تیلاپیا دارای سطوح بافتی n3-FAs ده برابر کمتر است در حالی که در عوض با اسیدهای چرب امگا-۶ (n6-FAs)^۲ غنی شده است (۱۲۰). پس ماهی مناسبی برای مصرف نیست. حتی در ماهی هایی که معمولاً غنی از n3-FA هستند، اگر منابع طبیعی جلبک ها با منابع غذایی تجاری از جمله غلات گیاهی که حاوی n6-FA هستند (مانند LA) جایگزین شوند، این سطوح کاهش می یابد (۱۲۱، ۱۲۲). بنابراین، مصرف ماهی به تنهایی ممکن است محتوای کافی n3-FA را برای به دست آوردن فواید برای سلامت قلبی-عروقی فراهم نکند. یکی دیگر از گزینه های محبوب برای افزایش مصرف n3-FA برای بیماران، مکمل های غذایی روغن ماهی (FODS)^۳ و مکمل های روغن کرپل است (۱۲۳). این ها حاوی منابع n3-FAs عمدتاً به شکل تری گلیسرید هستند که در بافت بیشتر گونه های دریایی یافت می شوند، در حالی که در کرپل مقدار نامتناسبی از EPA و DHA با فسفولیپیدها (۳۰-۶۵٪) وجود دارد (۱۲۴).

ALA از گیاهان مشتق می شود و در روغن های گیاهی (به ویژه کانولا، سویا و کتان)، آجیل (به ویژه گردو)، دانه های چیا و کتان، سبزیجات برگ دار یافت می شود (۱۱۶، ۱۱۷). میزان مقادیر EPA، ALA و DHA در برخی از ماهی ها، روغن ها و مغز دانه ها در جداول ۲-۲ و ۲-۳ آمده است.

۱. Omega۳- fatty acids (n-۳FAs)

۲. Omega۶- fatty acids (n-۶FAs)

۳. Fish Oil Dietary Supplement (FODS)

جدول ۲-۲: میزان امگا-۳ در برخی از مغزیجات و دانه‌های روغنی (۱۲۵)

ماده غذایی	مقدار ALA (گرم / ۱ قاشق مرباخوری)
روغن زیتون	۰/۱
گردو انگلیسی	۰/۷
روغن سویا	۰/۹
روغن کانولا	۱/۳
روغن گردو	۱/۴
تخم کتان	۲/۲
روغن کتان	۸/۵

جدول ۲-۳: مقدار EPA و DHA در برخی از ماهی‌ها (۱۲۶)

انواع ماهی	EPA + DHA (میلی‌گرم / ۱۰۰ گرم)	EPA (میلی‌گرم / ۱۰۰ گرم)	DHA (میلی‌گرم / ۱۰۰ گرم)
کاد	۲۴۰	۸۰	۱۶۰
سالمون	۱۸۰	۵۰	۱۳۰
ماهی تن	۱۱۷۰	۲۸۰	۰/۸۹
روغن کبد ماهی	۱۹۰۰۰	۱۱۸۰۰	۸۲۰۰

نقش امگا-۳ در بدن

امگا-۳ نقش مهمی در بدن به عنوان اجزاء فسفولیپیدها ایفا می‌کند که ساختار غشاء سلولی را تشکیل می‌دهند (۲۰). DHA مخصوصاً در شبکه، مغز و اسپرم زیاد است (۲۰، ۱۱۷، ۱۲۷). امگا-۳ (همراه با امگا-۶) علاوه بر نقش ساختاری در غشاء سلولی، انرژی بدن را تأمین می‌کند و برای تشکیل ایکوزانوئیدها استفاده می‌شود. ایکوزانوئیدها مولکول‌های سیگنال‌دهی هستند که ساختار شیمیایی مشابهی با اسیدهای چرب دارند که از آنها مشتق شده‌اند. آنها عملکردهای گسترده‌ای در سیستم‌های قلبی-عروقی، ریوی، ایمنی و غدد درون‌ریز بدن دارند (۱۱۵، ۱۱۶).

ایکوزانوئیدهای ساخته شده از امگا-۶ به طور کلی واسطه‌های قوی‌تری برای التهاب، انقباض عروق و تجمع پلاکتی نسبت به آن‌هایی هستند که از امگا-۳ ساخته می‌شوند، اگرچه استثنائیهایی نیز وجود دارد (۱۱۷، ۱۱۸). از آنجایی که هر دو دسته از اسیدهای چرب برای آنزیم‌های غیراشباع یکسان با هم رقابت می‌کنند، ALA یک بازدارنده رقابتی متابولیسم اسید لینولئیک است (۱۲۹). به طور مشابه، EPA و DHA می‌توانند با اسید آراشیدونیک برای سنتز ایکوزانوئیدها رقابت کنند. بنابراین، غلظت‌های بالاتر EPA و DHA نسبت به اسید آراشیدونیک، تعادل ایکوزانوئید را به سمت فعالیت التهابی کمتر هدایت می‌کند (۱۳۰).

کمبود امگا-۳

کمبود اسیدهای چرب ضروری (اعم از امگا-۳ یا امگا-۶) می تواند باعث ایجاد پوست خشن و پوسته پوسته و درماتیت شود (۲۰). هنگامی که کمبود اسید چرب امگا-۳ وجود داشته باشد، غلظت DHA پلاسما و بافت کاهش می یابد. با این حال، هیچ غلظت قطعی شناخته شده ای از DHA یا EPA وجود ندارد که در زیر آن نقاط پایانی عملکردی، مانند موارد مربوط به عملکرد بینایی یا عصبی یا پاسخ ایمنی، مختل شود.

اثرات امگا-۳ برای سلامتی

مکانیسم های احتمالی اسیدهای چرب امگا-۳ ممکن است بر قلب تأثیر بگذارد (۱۳۱):

- کاهش سطح تری گلیسیرید، افزایش HDL-کلسترول
- کاهش فشار خون در حالت استراحت
- کاهش تجمع پلاکتی و جلوگیری از انسداد عروق کرونر
- کاهش خطر آریتمی (ریتم غیرطبیعی قلب)
- افزایش انطباق شریان ها
- کاهش آترواسکلروز
- کاهش نشانگرهای التهابی

سکته قلبی و مغزی

چندین مطالعه نشان داده است افرادی که چند بار در هفته ماهی های چرب مصرف می کنند، امگا-۳ موجود در این ماهی ها تقریباً یک دوم خطر مرگ ناشی از بیماری عروق کرونر قلب و تقریباً یک سوم خطر مرگ ناشی از حمله قلبی را در مقایسه با افرادی که ماهی مصرف نمی کنند، کاهش داده است (۱۳۲). بیش از ۳۰ سال پیش، مطالعه DART^۱ نشان داد که مصرف منظم ماهی یا کپسول روغن ماهی در بیماران مبتلا به انفارکتوس میوکارد اخیر میزان مرگ و میر ناشی از همه علل را تا ۲۹٪ کاهش داد (۱۳۳). مطالعه GISSI-P، اولین مطالعه تصادفی همراه با گروه کنترل بزرگ اسیدهای چرب امگا-۳، نشان داد که اسیدهای چرب امگا-۳ (EPA/DHA=1:2) به طور قابل توجهی انفارکتوس میوکارد و سکته مغزی غیرکشنده را ۱۵٪ در بیماران مبتلا به سکته قلبی کاهش می دهد (۱۳۴).

فشار خون

براساس مطالعات انجام شده قلبی، روغن ماهی رژیمی با دوز بالا (حاوی ۱۵ گرم اسیدهای چرب امگا-۳) در کاهش فشار خون در بیماران مبتلا به فشار خون خفیف در مقایسه با روغن های گیاهی مؤثر است (۱۳۵، ۱۳۶). چندین مطالعه کوهورت و مطالعات تصادفی همراه با گروه کنترل کوتاه مدت تأیید کرده اند که

۱. diet and reinfarction trial (DART)

افزایش مصرف اسید چرب امگا-۳ با کاهش فشار خون در بیماران مبتلا به فشار خون بالا مرتبط است، اما شواهد در افراد با فشار خون طبیعی کافی نیست (۱۳۷). یک متآنالیز بر روی ۷۰ مطالعه تصادفی همراه با گروه کنترل نشان داد که اسیدهای چرب امگا-۳ فشار خون را ۱۱ میلی متر جیوه در مقایسه با دارونما کاهش می دهند (۱۳۸). متآنالیز دیگری روی ۷۱ مطالعه تصادفی سازی شده همراه با گروه کنترل شامل ۴۹۷۳ بیمار که رابطه بین دوز اسید چرب امگا-۳ و اثر ضد فشار خون را ارزیابی کردند، نشان داد که دوز بهینه اسیدهای چرب امگا-۳ برای کاهش فشار خون از ۲ گرم در روز متغیر است (۱۳۹).

همچنین نتایج یک متآنالیز دوز-پاسخ نشان می دهد که مصرف ترکیبی بهینه اسیدهای چرب امگا-۳ برای کاهش فشار خون احتمالاً بین ۲ و ۳ گرم در روز است. دوزهای دریافتی اسید چرب امگا-۳ بیش از ۳ گرم در روز توصیه شده، ممکن است با مزایای بیشتری در کاهش فشار خون در میان گروه‌های در معرض خطر بالای بیماری‌های قلبی-عروقی همراه باشد (۱۴۰).

۵۵

با این حال، یک متآنالیز روی ۲۰ مطالعه شامل ۶۸۶۸۰ بیمار به این نتیجه رسید که اسیدهای چرب امگا-۳ مرگ ناگهانی قلبی یا مرگ ناگهانی را کاهش نمی دهند. تجزیه و تحلیل بیشتر نشان داد که مزایای اسیدهای چرب امگا-۳ در مرگ ناگهانی قلبی ممکن است به درمان پس‌زمینه، سطح اسید چرب امگا-۳ در گردش/بافت و سایر عوامل مرتبط باشد (۱۴۱).

کبد چرب

بیماری استئاتوتیک کبدی مرتبط با اختلال متابولیک (MASLD)^۱ که پیش‌تر با نام کبد چرب غیرالکی (NAFLD)^۲ شناخته می‌شد و بیماری کبد الکلی (ALD)^۳ دو مورد از شایع‌ترین بیماری‌های کبدی در سراسر جهان هستند که میلیون‌ها نفر را در سراسر جهان تحت تأثیر قرار می‌دهند (۱۴۲-۱۴۴). علی‌رغم شیوع بالای آنها و پتانسیل عوارض جدی، در حال حاضر هیچ درمان تأییدشده توسط FDA برای هر دو بیماری وجود ندارد (۱۴۵). تحقیقات اخیر بر مزایای بالقوه اصلاح شیوه زندگی، از جمله مداخلات غذایی هدفمند و مکمل‌ها، برای پیشگیری و درمان آنها متمرکز شده است (۱۴۶-۱۴۹). تحقیقات نشان داده شده است که اسیدهای چرب امگا-۳ دارای مزایای سلامتی مختلفی از جمله کاهش التهاب و بهبود سلامت قلب و عروق هستند. مطالعات اخیر نشان داده است که مکمل با DHA می‌تواند چربی کبد و احشایی را در کودکان مبتلا به NAFLD بهبود بخشد و مکمل با DHA و EPA می‌تواند چربی کبد را کاهش دهد (۱۴۶، ۱۴۷).

پروفایل‌های لیپیدی

یک مطالعه متآنالیز شامل ۹۰ کارآزمایی تصادفی سازی شده و کنترل شده دوز-پاسخ نشان می‌دهد که مصرف

۱. Metabolic Dysfunction-Associated Steatotic Liver Disease (MASLD)

۲. Non-alcoholic liver disease (NAFLD)

۳. Alcoholic liver disease (ALD)

ترکیبی اسیدهای چرب امگا-۳ تقریباً به طور خطی تری گلیسیرید و کلسترول لیپوپروتئین غیرچگالی بالا را کاهش می دهد. اثرات کاهش دهنده تری گلیسیرید ممکن است شواهد حمایتی برای دریافت اسید چرب امگا-۳ برای جلوگیری از حوادث قلبی - عروقی فراهم کند. به نظر می رسد مصرف اسیدهای چرب امگا-۳ بیش از ۲ گرم در روز با کاهش تری گلیسیرید و کلسترول لیپوپروتئین غیرچگالی ارتباطی تقریباً خطی دارد (۱۵۰).

تأثیرات دیگر امگا-۳

مطالعات نشان داده اند که اسیدهای چرب امگا-۳، با افزایش انعطاف پذیری سیناپسی و نوروزن، عملکردهای شناختی را در افراد مسن بهبود می بخشد و اثرات محافظت کننده عصبی قابل توجهی از خود نشان می دهند (۱۵۱). اسیدهای چرب امگا-۳ همچنین تأثیر مثبتی بر حفظ میزان متابولیک و ترکیب بدن سالم دارند، مطالعات نشان می دهد که مکمل های امگا-۳ برای افزایش میزان متابولیسم در هنگام استراحت و در حین ورزش و کاهش محتوای چربی بدن، مقابله با کاهش رایج مرتبط با افزایش سن در توده عضلانی و کند شدن متابولیسم نیز تأثیر دارد (۱۵۲). برخی مطالعات نشان داده اند که مکمل امگا-۳ به کاهش علائم افسردگی در سالمندان کمک می کند، که ممکن است به طور غیرمستقیم تأثیر مثبت آن را بر سلامت شناختی منعکس کند (۱۵۳). به طور کلی، اسیدهای چرب امگا-۳ طیف گسترده ای از مزایای بالقوه را در به تأخیر انداختن پیری و بیماری های مرتبط نشان داده اند.

امگا-۳ ممکن است در پیشگیری از برخی سرطان ها نقش داشته باشند و به عنوان درمان کمکی در شیمی درمانی، ایمونوتراپی یا پرتو درمانی عمل کنند (۱۵۴). n-3 LC-PUFA دارای اثرات پلیوتروپیک است و آپوپتوز سلول های سرطانی را افزایش می دهد، مسیرهای ایکوزانوئید مختلف را که منجر به کاهش التهاب می شود، تعدیل می کند، مانند سرکوب سنتز سیکلواکسیژناز-۲ (COX-2) و مهار ایکوزانوئیدهای مشتق شده از اسید آراشیدونیک (۱۵۵). نکته مهم این است که فعالیت ضد نفوپلاستیک n-3 LC-PUFA ممکن است از ادغام آنها در غشاء سلولی برای بهینه سازی عملکرد گیرنده و مسیرهای سیگنالینگ، از جمله مهار مسیر Ras/ERK و سیگنال دهی فسفوئینوزیتید (به عنوان مثال، غیرفعال سازی AKT ناشی شود) که ممکن است رشد سلول های سرطانی را متوقف کند (۱۵۶، ۱۵۷). توانایی آنها برای افزایش استرس اکسیداتیو درون سلولی (۱۵۸) و اتصال به گیرنده های هسته ای برای تعدیل مسیرهای بیان ژن آپوپتوز (۱۵۹) نیز مکانیسم های بالقوه ضد سرطانی هستند. مطالعات حیوانی و مطالعات مشاهده ای انسانی نشان داده اند که n-3 LC-PUFA ممکن است خطر سرطان هایی مانند پستان، روده بزرگ و پروستات را کاهش دهد (۱۵۵، ۱۵۷، ۱۶۰). با این حال، اثرات n-3 LC-PUFA ممکن است توسط ژن های خاص یا انواع ژنتیکی فنوتیپ های سرطان تعدیل شود که منجر به تغییرات در پاسخ درمانی می شود (۱۶۱). برای مثال، مطالعه مورد شاهدهی نشان داده است که مصرف بیشتر n-3 LC-PUFA به طور قابل توجهی با خطر کمتر سرطان

پروستات در افرادی که دارای پلی مورفیسم تک نوکلئوتیدی (COX-2، rs4648310) SNP هستند مرتبط است (۱۶۲). درحالی که برخی از مطالعات دیگر اثرات مثبت مشابه LC-PUFA n-3 را بر روی گونه های ژنتیکی خاص سرطان نشان داده اند (۱۶۳، ۱۵۸). مطالعات دیگر نتایج خنثی یا متفاوتی داشته اند (۱۶۴، ۱۶۵) و بسیاری از مطالعات چنین ژنوتیپی را بررسی نکرده اند.

امگا-۳ ممکن است به کاهش درد قاعدگی کمک کند. مطالعات مکرراً نشان می دهد که افرادی که بیشترین امگا ۳ را مصرف می کنند ممکن است درد خفیف قاعدگی داشته باشند. یک مطالعه در سال ۲۰۱۱ حتی نشان داد که مکمل امگا ۳ در درمان درد شدید در طول قاعدگی موثرتر از ایبوپروفن است (۱۶۶).

میزان نیاز

۵۷

طبق گزارش گروه غذا و تغذیه موسسه پزشکی ایالات متحده، میزان نیاز امگا-۳ ALA در روز ۵/۰ گرم برای نوزادان یک روز تا یک سال، ۷/۰ گرم برای یک تا ۳ سال، ۹/۰ گرم برای ۴ تا ۸ سال، ۱۲/۰ و ۱ گرم به ترتیب برای پسران و دختران ۹ تا ۱۳ سال، ۱۶/۰ گرم برای مردان بالغ و ۱۱/۰ گرم برای زنان بالغ ۱۹ سال و بزرگتر، برای مادر باردار ۱۴/۰ گرم و مادر شیرده ۱۳/۰ گرم است (۲۰).

میزان توصیه شده

انجمن قلب آمریکا (AHA)^۱ خوردن یک تا دو وعده غذای دریایی در هفته را برای کاهش خطر ابتلا به برخی از مشکلات قلبی توصیه می کند، به خصوص اگر غذاهای دریایی را به جای غذاهای کمتر سالم مصرف کنید (۱۶۷). برای افراد مبتلا به بیماری قلبی، AHA مصرف حدود ۱ گرم EPA به اضافه DHA را در روز توصیه می کند، ترجیحاً از ماهی های روغنی. AHA مکمل های امگا-۳ را برای افرادی که در معرض خطر بالای بیماری های قلبی - عروقی نیستند، توصیه نمی کند (۱۶۸). انجمن قلب آمریکا توصیه می کند که بزرگسالان حداقل ۲۵۰ تا ۵۰۰ میلی گرم EPA و DHA روزانه برای حمایت از سلامت قلب و عروق مصرف کنند (۱۶۹).

جدول ۴-۲: توصیه های رژیم غذایی (۱۲۵)

اسید چرب امگا-۳	انجمن تغذیه و رژیم درمانی	انجمن قلب آمریکا
اسید آلفا لینولنیک (گرم/۲۰۰ کالری)	۲/۷ - ۱/۳ گرم	-----
EPA+DHA (میلی گرم/روز)	۵۰۰ میلی گرم	۲ واحد ماهی در هفته* (معادل حدود ۵۰۰ میلی گرم/روز)

*یک واحد ۴ اونس در نظر گرفته شده است.

جدول ۵-۲: مقدار توصیه شده برای جمعیت های مختلف (۱۲۵)

جمعیت	توصیه انجمن قلب آمریکا
افراد بدون هیچ گونه زمینه بیماری های قلبی-عروقی	خوردن ماهی های متنوع-روغن ها و غذاهای غنی از ALA (روغن بذر کتان، کانولا؛ بذر کتان و گردو) را در رژیم غذایی خود بگنجانند.
افراد با بیماری های قلبی-عروقی	مصرف ۱ گرم EPA + DHA در روز، ترجیحاً از ماهی - مصرف مکمل با نظر پزشک
افرادی که نیاز به کاهش تری گلیسرید دارند.	مکمل حاوی ۲-۴ گرم EPA + DHA در روز با نظر پزشک

در دوران بارداری و شیردهی، خوردن ۸ تا ۱۲ اونس در هفته ماهی و سایر غذاهای دریایی ممکن است سلامت کودک شما را بهبود بخشد. با این حال، مهم است که ماهی هایی را انتخاب کنید که EPA و DHA بالاتر و جیوه کمتری دارند. به عنوان مثال می توان به ماهی قزل آلا، شاه ماهی و ساردین اشاره کرد (۱۷۰). آکادمی اطفال آمریکا توصیه های مشابهی برای زنان شیرده دارد و مصرف روزانه ۲۰۰ تا ۳۰۰ میلی گرم DHA را از طریق مصرف یک تا دو وعده ماهی در هفته پیشنهاد می کند تا مقدار کافی از این ماده مغذی در شیر مادر تأمین شود (۱۷۱). بیشتر شیر خشک های موجود در ایالات متحده حاوی DHA و اسید آراشیدونیک (ARA) هستند. با این حال، شواهد برای توصیه به استفاده از شیر خشک های غنی شده برای تأمین این اسیدهای چرب کافی نیست (۱۷۲-۱۷۴).

حداکثر دوز دریافت امگا-۳

مؤسسه پزشکی آمریکا (IOM)^۲ برای اکثر درشت مغذی ها، محدوده توزیع قابل قبول (AMDR)^۳ تعیین کرده که دامنه ای مجاز برای دریافت آنها را پیشنهاد می دهد. به عنوان مثال، AMDR برای چربی کل براساس عوارض جانبی ناشی از رژیم های غذایی بسیار کم چرب یا بسیار پرچرب تعیین شده است. این مؤسسه برای امگا-۳ (در قالب ALA)، محدوده AMDR معادل ۶٪ تا ۱۲٪ درصد از کل انرژی دریافتی را برای کودکان و بزرگسالان یک سال به بالا تعریف کرده است. IOM همچنین اشاره کرده که حدود ۱۰٪ از این محدوده می تواند به صورت EPA و/یا DHA مصرف شود (۲۰).

IOM بالاترین حد آستانه (UL)^۴ برای امگا-۳ تعیین نکرد، اگرچه اشاره کرد که دوزهای بالای EPA و/یا DHA ۹۰۰ میلی گرم در روز ممکن است عملکرد سیستم ایمنی را کاهش دهد. سرکوب پاسخ های التهابی دوزهای ۱۵-۲ گرم در روز EPA و/یا DHA نیز ممکن است با کاهش تجمع پلاکتی، زمان خون ریزی را افزایش دهند (۲۰). با این حال، طبق گفته سازمان ایمنی غذای اروپا، مصرف طولانی مدت مکمل های EPA و

۱. Arachidonic acid (ARA)

۲. Institute of Medicine (IOM)

۳. Acceptable Macronutrient Distribution Range (AMDR)

۴. Upper limit (UL)

DHA در دوزهای ترکیبی تا حدود ۵ گرم در روز بی خطر به نظر می‌رسد (۱۷۵). همچنین نشان داده نشده است که این دوزها باعث مشکلات خون‌ریزی یا تأثیر بر عملکرد ایمنی، هومئوستاز گلوکز یا پراکسیداسیون لیپید می‌شوند. به طور مشابه، سازمان غذا و داروی ایالات متحده مصرف بیش از ۵ گرم در روز EPA و DHA را از مکمل‌های غذایی توصیه نمی‌کند (۱۷۶). دو کارآزمایی بالینی بزرگ که پس از این ارزیابی‌ها تکمیل شد نشان دادن که مصرف ۴ گرم در روز مکمل‌های امگا-۳ برای چندین سال خطر فیبریلاسیون دهلیزی را در افراد مبتلا به CVD یا در معرض خطر بالای CVD افزایش می‌دهد (۱۷۷، ۱۷۸). هرگونه عوارض جانبی ناشی از مصرف مکمل‌های امگا-۳ معمولاً خفیف است. آنها شامل طعم ناخوشایند در دهان، بوی بد دهان، سوزش سر دل، حالت تهوع، ناراحتی معده، اسهال، سردرد و عرق بدبو هستند (۱۷۹، ۱۸۰).

مکمل‌های امگا-۳

مکمل‌های غذایی می‌توانند حاوی چندین شکل مختلف از امگا-۳ باشند، از جمله تری‌گلیسیریدهای طبیعی، اسیدهای چرب آزاد، اتیل استرها، تری‌گلیسیریدهای مجدد استری‌شده و فسفولیپیدها (۱۸۱-۱۸۳). تری‌گلیسیرید طبیعی شکلی است که به طور طبیعی در روغن ماهی وجود دارد، درحالی‌که اتیل استرها از تری‌گلیسیرید طبیعی با جایگزینی مولکول گلیسرول تری‌گلیسیرید با اتانول سنتز می‌شوند. تری‌گلیسیریدهای مجدد استری‌شده از تبدیل اتیل استرها به تری‌گلیسیرید تشکیل می‌شوند. امگا-۳ به عنوان تری‌گلیسیریدهای مجدد استری‌شده، تری‌گلیسیریدهای طبیعی و اسیدهای چرب آزاد تا حدودی زیست‌فراهمی بالاتری نسبت به اتیل استرها دارند، اما مصرف همه اشکال به طور قابل توجهی سطوح EPA و DHA پلاسما را افزایش می‌دهد (۱۸۲، ۱۸۴). روغن کریل حاوی امگا-۳ عمدتاً به عنوان فسفولیپید است. برخی از مطالعات نشان داده‌اند که این فسفولیپیدها تا حدودی زیست‌فراهمی بالاتری نسبت به امگا-۳ موجود در روغن ماهی دارند، درحالی‌که مطالعات دیگر چنین چیزی را نشان نداده‌اند (۱۸۳، ۱۸۵-۱۹۱). منابع گیاهی امگا-۳ از روغن جلبک معمولاً حدود ۱۰۰ تا ۳۰۰ میلی‌گرم DHA را فراهم می‌کنند. برخی از آنها حاوی EPA نیز هستند. این مکمل‌ها معمولاً حاوی امگا-۳ به شکل تری‌گلیسیرید هستند (۱۸۱). براساس یک مطالعه کوچک، زیست‌فراهمی DHA از روغن جلبک برابر با ماهی سالمون پخته شده است (۱۹۲). فرمولاسیون مکمل‌های غذایی امگا-۳ بسیار متفاوت است، بنابراین بررسی برچسب‌های محصولات برای تعیین انواع و مقادیر امگا-۳ در این محصولات مهم است (۱۰۵).

تداخل مکمل امگا-۳ با داروها

مکمل‌های غذایی امگا-۳ ممکن است با داروهایی که مصرف می‌کنید تداخل داشته باشند. به عنوان مثال، دوزهای بالای امگا-۳ ممکن است باعث مشکلات خون‌ریزی در هنگام مصرف با وارفارین (کومادین) یا سایر داروهای ضد انعقاد شود. با پزشک یا متخصص تغذیه خود در مورد تداخل احتمالی بین مکمل‌های امگا-۳ و داروهای خود صحبت کنید.

روغن ماهی ممکن است زمان انعقاد خون را طولانی‌تر کند که با افزایش نسبت نرمال شده بین‌المللی (INR)^۱ نشان داده می‌شود، به ویژه وقتی همراه با وارفارین مصرف شود (۱۹۳). اما بیشتر پژوهش‌ها حاکی از آن است که مقادیر ۳ تا ۶ گرم در روز روغن ماهی، تأثیر قابل توجهی بر وضعیت ضدانعقادی بیماران تحت درمان با وارفارین ندارد (۱۹۴). نویسندگان در یک مرور سیستماتیک در سال ۲۰۱۴ به این نتیجه رسیدند که امگا-۳‌ها تأثیری بر خطر خون‌ریزی بالینی معنادار ندارند (۱۹۵). برچسب دارویی محصولات امگا-۳ تأیید شده توسط FDA نیز تصریح می‌کند که مطالعات مربوط به امگا-۳‌ها منجر به «رخداد خون‌ریزی‌های بالینی معنادار» نشده است (۱۹۶). با این حال، این برچسب‌های دارویی هشدار می‌دهند که بیماران مصرف‌کننده همزمان این فرآورده‌ها با داروهای ضدانعقاد، باید به طور دوره‌ای از نظر تغییرات INR پایش شوند.

اسیدهای چرب امگا-۶ (n-6)^۲

در اسیدهای چرب امگا-۶ اولین پیوند دوگانه بین اتم‌های کربن ۶ و ۷ است. اسیدهای چرب امگا-۶ و امگا-۳ ضروری هستند؛ زیرا انسان مانند همه پستانداران نمی‌تواند آنها را بسازد و باید آنها را از رژیم غذایی خود به دست آورد (۱۲۹).

LA اسید چرب چند غیراشباع اصلی در اکثر رژیم‌های غذایی غربی است. LA در طبیعت فراوان است و در دانه‌های اکثر گیاهان یافت می‌شود. منابع غذایی غنی LA شامل بسیاری از روغن‌های گیاهی، آجیل، دانه‌ها و محصولات ساخته شده از روغن‌های گیاهی مانند مارگارین است. ارزیابی اخیر از دریافت PUFA امگا-۶ در میان بزرگسالان ۱۹ تا ۶۴ ساله در بریتانیا ۱۰/۹ گرم در روز بود که حداقل ۰/۹ آن از LA خواهد بود و معادل حدود ۵٪ از انرژی حاصل از اسیدهای چرب امگا-۶، عمدتاً به عنوان LA است. سهم تخمینی LA در دریافت انرژی در بین بزرگسالان در ایالات متحده حدود ۷٪ است (۱۹۷، ۱۹۸).

LA می‌تواند به سایر اسیدهای چرب امگا-۶ تبدیل شود. در صورت متابولیسم و غیراشباع شدن گاما لینولنیک اسید (GLA؛ 18:3 n-6)^۳ تشکیل می‌شود، سپس با طول شدن تشکیل دی هومو-گاما-لینولنیک اسید (DGLA؛ 20:3 n-6)^۴ داده و سپس در صورت غیراشباع بیشتر تشکیل ARA می‌دهد. GLA، DGLA و ARA در رژیم غذایی نسبتاً نادر هستند. GLA در روغن‌های خاصی یافت می‌شود که به عنوان مکمل‌های غذایی از جمله روغن گل گاوزیان (که گاهی به آن روغن ستاره‌گل نیز گفته می‌شود)، روغن دانه انگور سیاه و روغن گل مغربی وجود دارد. ARA در گوشت (هر دو قرمز و سفید از جمله ماهی)، گوشت اعضاء بدن (مانند کبد، کلیه، مغز) و تخم‌مرغ یافت می‌شود (۱۹۷). شیر مادر نیز حاوی ARA است (۱۹۹). رژیم‌های غذایی مبتنی بر غلات و دام منابع رایج اسیدهای چرب امگا-۶ هستند. اسیدهای چرب

۱. International Normalized Ratio (INR)

۲. Omega-6 - (n-6)

۳. Gamma-linolenic acid (GLA)

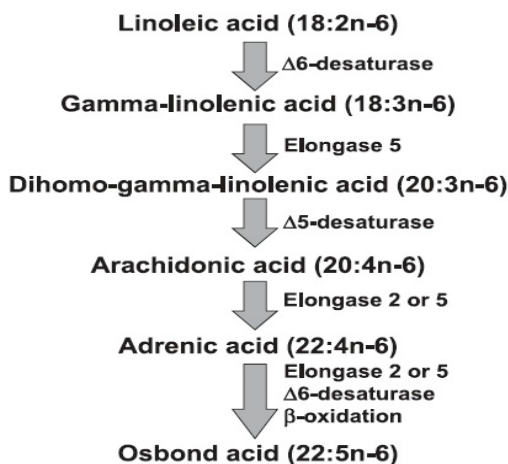
۴. Dihomo-gamma-linolenic acid (DGLA)

امگا-۶ نقش مهمی در سلامت انسان دارد، اما زمانی که در سطوح بالا مصرف شود، به طور بالقوه مضر است. تحقیقات نشان می‌دهد که مصرف فعلی اسیدهای چرب امگا-۶ توسط جوامع به دلیل انتخاب وعده‌های غذایی و نوع غذای عرضه شده حاوی اسیدهای چرب امگا-۶ بالا است (۲۰۰).



شکل ۶-۲: ساختار اسید چرب چند غیراشباع لینولئیک اسید

التهاب یک فرآیند طبیعی است که بخشی از دفاع میزبان و بهبود بافت است. با این حال، التهاب بیش از حد می‌تواند منجر به آسیب بافتی کنترل نشده، آسیب‌شناسی و بیماری شود. در انسان‌هایی که از رژیم غذایی غربی استفاده می‌کنند، اسید چرب غیراشباع امگا-۶ ARA سهم قابل توجهی در اسیدهای چرب موجود در فسفولیپیدهای غشایی سلول‌های درگیر در التهاب دارد. ARA پیش‌ساز تعدادی از واسطه‌های پیش‌التهابی قوی از جمله پروستاگلندین‌ها و لکوترین‌ها است که به توسعه داروهای ضدالتهابی منجر شده است که مسیر ARA را برای کنترل موفقیت‌آمیز التهاب هدف قرار می‌دهد. از این رو، معمولاً اعتقاد بر این است که افزایش مصرف رژیم غذایی اسیدهای چرب امگا-۶ ARA یا LA (پیش‌ساز آن) التهاب را افزایش می‌دهد (۱۹۷، ۲۰۱، ۲۰۲).



شکل ۷-۲: اثرات آنزیم‌های دسچوراز و لانگاز بر روی اسیدهای چرب امگا ۶

اگرچه واسطه‌های ایکوزانوئیدی تولید شده از اسیدهای چرب امگا-۶ ARA عمدتاً جنبه التهابی دارند، و اثر آنها در بیماری‌های التهابی نشان داده شده است اما باید دانست که ARA، مشابه DHA، در رشد مغز و عملکرد شناختی مهم است و به طور گسترده پذیرفته شده است که نسبت بهینه اسیدهای چرب امگا-۶

و امگا-۳ در یک رژیم غذایی سالم به طور مثبت بر التهاب و سایر فرآیندهای بیولوژیکی تأثیر می‌گذارد و از ایجاد بیماری‌های التهابی جلوگیری می‌کند (۲۰۳).

منابع غذایی

انواع مختلفی از اسیدهای چرب امگا-۶ وجود دارد و بیشتر از روغن‌های گیاهی، اسید لینولئیک به دست می‌آیند. اسید لینولئیک در بدن به GLA تبدیل می‌شود. منابع اسید لینولئیک شامل روغن سویا، روغن ذرت، روغن گلرنگ، روغن آفتابگردان، روغن بادام زمینی، روغن پنبه دانه و روغن سبوس برنج می‌باشد. منابع ARA شامل روغن بادام زمینی، گوشت، تخم مرغ، محصولات لبنی است و بیشتر در منابع حیوانی یافت می‌شود. منابع GLA شامل دانه‌های شاه‌دانه، اسپیرولینا، روغن پامچال شب، روغن گل گاوزبان و روغن دانه انگور سیاه می‌باشد.

اثرات اسیدهای چرب امگا-۶

امروزه، رژیم‌های غذایی غربی با دریافت اسیدهای چرب امگا-۶ بیشتر و اسیدهای چرب امگا-۳ کمتر مشخص می‌شوند. تعادل آنها یک عامل تعیین‌کننده مهم برای رشد مغز و در کاهش خطر ابتلا به CHD، فشار خون بالا، سرطان، دیابت، آرتریت روماتوئید و سایر بیماری‌های خود ایمنی و احتمالاً نورودژنراتیو است. اسیدهای چرب امگا-۶ و امگا-۳ هر دو بر بیان ژن تأثیر می‌گذارند. به دلیل وجود پلی‌مورفیسم‌های تک نوکلئوتیدی در مسیرهای متابولیکی آنها، سطح اسیدهای چرب امگا-۶ و امگا-۳ در خون توسط متابولیسم درون‌زا و دریافت رژیم غذایی تعیین می‌شود و نیاز به دریافت متعادل رژیم غذایی برای سلامتی و پیشگیری از بیماری ضروری است. به نظر می‌رسد هدف نسبت اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۳، ۱ تا ۱ به ۲ با مطالعات روی جنبه‌های تکاملی رژیم غذایی، رشد عصبی و ژنتیک مطابقت دارد. نسبت متعادل اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۳ برای سلامتی و پیشگیری از CHD و احتمالاً سایر بیماری‌های مزمن مهم است (۲۰۴، ۲۰۵).

رژیم غذایی غنی از اسیدهای چرب امگا-۶، منجر به ایجاد وضعیت فیزیولوژیکی پروترومبوتیک و پیش التهابی می‌کند که با افزایش ویسکوزیته خون، اسپاسم عروقی و انقباض عروق و کاهش زمان خونریزی همراه است. زمان خونریزی در گروه‌هایی از بیماران مبتلا به هایپرکلسترولمی، هیپرلیپوپروتئینمی، انفارکتوس میوکارد، سایر اشکال بیماری آترواسکلروتیک و دیابت (چاقی و هیپرتری‌گلیسیریدمی) کاهش می‌یابد. به غیر از تفاوت‌های نژادی که در زمان خونریزی وجود دارد، به نظر می‌رسد تفاوت در رژیم غذایی نیز در میزان زمان خونریزی موثر است (۲۰۶، ۲۰۷). در واقع، نسبت اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۳ (نسبت ۳-۶/۳-۶) در رژیم غذایی انسان در طول زمان تکامل تقریباً ۱:۱ بوده است، اما مداخلات مستقیم و تغییرات آب و هوایی منجر به تغییر نسبت نزدیک‌تر به ۱:۲۰ شده است. این موضوع نگران‌کننده است؛ زیرا توصیه‌های موجود توصیه می‌کنند که رژیم غذایی انسان باید دارای نسبت اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۳، ۱-۴ به

۱ باشد تا به حفظ یک زندگی متعادل و سالم کمک کند. همچنین، در مطالعات دیده شده که نسبت ۲-۳ به ۱ اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۳ التهاب را در بیماران مبتلا به آرتریت روماتوئید سرکوب کرده، و نسبت ۵ به ۱ تأثیر مفیدی بر بیماران مبتلا به آسم داشت، در حالی که نسبت ۱۰ به ۱ پیامدهای نامطلوب داشت. نسبت کمتر اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۳ در کاهش خطر ابتلا به بسیاری از بیماری‌های مزمن با شیوع بالا در جوامع غربی و همچنین در کشورهای در حال توسعه مطلوب‌تر است (۲۰۸).

بیماری‌های قلبی-عروقی

در مطالعه کوهورت قند و لیپید در ایران بر روی ۱۷۱۳ فرد بزرگسال با ۷/۶ سال پیگیری نشان داده شد که هر یک واحد افزایش در نسبت لینولئیک اسید به آلفا لینولنیک اسید رژیم غذایی با ۳ درصد افزایش خطر ابتلا به سندروم متابولیک همراه بود (۲۰۹).

۶۳

به همین ترتیب، در یک مطالعه متآنالیز بر روی ۱۳ مطالعه کارآزمایی بالینی ارتباط بین اسیدهای چرب امگا-۶ در گردش خون و رژیم غذایی و سندروم متابولیک یافت شد. به این صورت مصرف بیشتر اسیدهای چرب امگا-۶ با افزایش خطر سندروم متابولیک همراه بود (۲۱۰). در همین راستا، مطالعه کوهورت مبتنی بر جمعیت که در Biobank انگلستان انجام شد، ارتباط قوی بین نسبت اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۳ در گردش و خطر مرگ و میر به صورت کلی، سرطان و بیماری‌های قلبی-عروقی را نشان داد و با افزایش این نسبت خطر مرگ و میر افزایش یافت (۲۱۱).

دیگر مطالعه متآنالیز بر روی ۹ مطالعه کارآزمایی بالینی نشان داد سطوح بالاتر ARA ممکن است به طور قابل توجهی خطر CHD، سکته قلبی (MI)^۱، سکته شریان بزرگ و همچنین سطوح FBG و LDL-C را افزایش دهد (۲۱۲).

وزن بدن

نشان داده شده که اسیدهای چرب امگا-۶ و امگا-۳ از طریق مکانیسم‌های چربی‌زایی و آدیپوژنز، قهوه‌ای شدن بافت چربی، هومئوستاز چربی، محور مغز-روده- بافت چربی و مهم‌تر از همه التهاب سیستمیک، اثرات متفاوتی بر افزایش چربی بدن ایجاد می‌کنند. چنانچه، سطح اسیدهای چرب امگا-۶ و نسبت امگا-۶ به امگا-۳ در فسفولیپیدهای غشاء گلبول قرمز (RBC)^۲ افزایش یابد، خطر چاقی افزایش می‌یابد. درحالی که افزایش سطح اسیدهای چرب امگا-۳ در فسفولیپیدهای غشاء RBC، خطر چاقی را کاهش می‌دهد. همچنین، علاوه بر مقادیر دریافت اسیدهای چرب امگا-۶ و امگا-۳، نسبت اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۳ نقش مهمی در افزایش چاقی از طریق متابولیت‌های ایکوزانوئید ARA و افزایش فعالیت سیستم کانابینوئید ایفا می‌کند، که می‌تواند با افزایش مصرف EPA و DHA خطر چاقی را کاهش دهد. از آن گذشته

۱. Myocardial infarction (MI)

۲. Red blood cell (RBC)

نسبت متعادل اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۳ برای سلامتی و پیشگیری و مدیریت چاقی مهم است (۲۱۳).

سرطان

اسیدهای چرب امگا-۶ می‌توانند باعث رشد سرطان شود. اصلی‌ترین اثرات کارسینوژنیک و سرطان‌زایی اسیدهای چرب امگا-۶، تولید انتخابی ایکوزانوئیدهای پیش‌التهابی است. بنابراین، نسبت کم نسبت امگا-۶ به امگا-۳ رژیمی با کاهش خطر ابتلا به چندین نوع سرطان همراه است (۱۱۳).

التهاب

براساس نتایج مطالعات، نسبت بالاتر اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۳ با احتمال بالاتر عفونت هلیکوباکتر پیلوری مرتبط است (۲۱۴). از آن گذشته با توجه به یافته‌های یک مطالعه، اگرچه سطح اسیدهای چرب در فسفولیپیدهای کل سرم به نظر نمی‌رسد با بروز آندومتريوز ارتباط داشته باشد، اما نسبت اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۳ عامل مرتبطی بود که شدت بیماری آندومتريوز را نشان می‌داد و با آن مرتبط بود (۲۱۵).

دیابت

در مطالعه کوهورت قند و لیپید تهران بر روی ۲۴۵۱ فرد بزرگسال با ۵/۸ سال پیگیری نتایج نشان داد نسبت اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۳ با دیابت نوع دوم ارتباط مثبتی داشت و با افزایش این نسبت خطر ابتلا به دیابت نوع دوم افزایش یافت (۲۱۶).

باروری

مشاهده شده که نسبت اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۳ سرم در افراد نابارور به طور معنی‌داری بیشتر از افراد بارور بود و همچنین، سطح سرمی ARA در افراد نابارور به طور معنی‌داری بالاتر بود (۲۱۷).

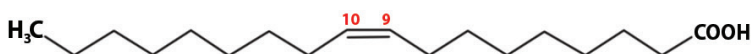
مقدار توصیه شده برای مصرف

مصرف تنها یک درصد انرژی غذایی از اسیدهای چرب امگا-۶ و لینولئیک اسید برای جلوگیری از کمبود اسیدهای چرب ضروری مورد نیاز است و سازمان جهانی بهداشت حداکثر ۹٪ انرژی غذایی به صورت LA یعنی حدود ۲۰ گرم در روز برای زنان و ۲۵ گرم در روز برای مردان را پیشنهاد می‌کند (۲۱۸).

اسیدهای چرب امگا-۹ (n-9)

اسیدهای چرب امگا-۹ به نام اسیدهای چرب تک غیراشباع شناخته می‌شود و یکی از اصلی‌ترین مثال‌های این نوع اسید چرب، اسید اولئیک است، که می‌تواند توسط همه پستانداران از جمله انسان سنتز شود. در اسیدهای چرب امگا-۹ پیوند دوگانه آن بین نهمین و دهمین اتم کربن است (۲۱۹).

اسیدهای چرب تک غیراشباع امگا-۹ (n-9 MUFAs)، تنها پیوند دوگانه غیراشباع در نهمین اتم کربن انتهای متیل اسید چرب است و به دلیل نشان دادن خواص بیولوژیکی فراوان توجه گسترده‌ای را به خود جلب کرده است. منبع اسیدهای چرب MUFA اصلی امگا-۹ روغن‌ها و چربی‌های طبیعی است. اگرچه انواع مختلفی از اسیدهای چرب تک غیراشباع امگا-۹ وجود دارد، اما عمده‌ترین اسیدهای چرب امگا-۹ شامل اولئیک اسید (OA: 18:1 n-9)^۱، گاندوئیک اسید (GA: 20:1 n-9)^۲، اروسیک اسید (EA: 22:1 n-9)^۳، نرونیک اسید (NA: 24:1 n-9)^۴، زیمینیک اسید (XA: 26:1 n-9)^۵ و لومگوئیک اسید (LA: 30:1 n-9) به دلیل فراوانی و ارزش طبیعی نسبتاً زیاد آنها می‌باشند. در شرایط کمبود و محرومیت شدید از اسیدهای چرب ضروری (EFA)^۶، پستانداران اسید اولئیک را طولانی و غیراشباع می‌کنند تا مید (Mead) اسید (MA: 20:3 n-9) بسازند. Mead یکی از اسیدهای چرب واسطه که وقتی کمبود اسیدهای چرب ضروری هست از امگا-۹ ساخته می‌شود. معمولاً این اسیدهای چرب در موجودات طبیعی مختلف مانند گیاهان، حیوانات و میکروارگانیسم‌ها یافت می‌شود. براساس تحقیقات موجود، اسیدهای چرب امگا-۹ هر کدام منابع متفاوتی دارند. به طور خاص، محتوای غنی اسید اولئیک عمدتاً از منابع گیاهی و حیوانی به دست می‌آید، درحالی‌که گوندولیک اسید و اروسیک اسید به ترتیب در منابع حیوانی و گیاهی فراوان هستند. اسیدهای چرب امگا-۹ اسید چرب غیرضروری هستند که می‌توان به طور طبیعی به صورت درون‌زا در بدن در حضور مقدار کافی اسیدهای چرب امگا-۳ و امگا-۶ اما در مقادیر محدود سنتز کرد، بنابراین منبع تقاضا همچنان مصرف آن از طریق رژیم غذایی است. به صورت کلی در غیاب اسیدهای چرب امگا-۳ و امگا-۶، امگا-۹ باید از رژیم غذایی مصرف شود (۲۲۱، ۲۲۰).



شکل ۸-۲: ساختار اسید چرب تک غیراشباع اولئیک اسید

منابع غذایی

انواع مختلفی از اسیدهای چرب امگا-۹ وجود دارد. اسیدهای چرب امگا-۹ به طور گسترده‌ای در روغن‌ها و چربی‌های طبیعی مختلف توزیع شده‌اند. منابع اسیدهای چرب امگا-۹ به طور عمده به منابع گیاهی، منابع حیوانی و منابع میکروبی تقسیم شده‌اند. برخی از اسیدهای چرب امگا-۹ اجزاء رایج در چربی‌های

۱. Oleic acid (OA)
۲. Gondoic acid (GA)
۳. Erucic acid (EA)
۴. Nervonic acid (NA)
۵. Ximenic acid (XA)
۶. Essential fatty acids (EFA)

حیوانی و روغن گیاهی هستند. دواسید چرب امگا-۹ مهم در صنعت عبارتند از اولئیک اسید که جزء اصلی روغن زیتون، روغن ماکادامیا و سایر چربی‌های غیراشباع است و اروسیک اسید که در دانه‌های کلزا و دانه خردل یافت می‌شود. اروسیک اسید در مقادیر بالایی در دانه‌های خانواده شب بویان یا چلیپاییان یافت می‌شود. در مقایسه با گیاهان، منابع اسیدهای چرب امگا-۹ در حیوانات نسبتاً کم است و بیشتر آنها از دام و حیوانات دریایی مشتق می‌شوند. گزارش شده است که اولئیک اسید در چربی‌های حیوانی، مانند چربی خوک، گاو و بز یافت می‌شود.

اثرات اسیدهای چرب امگا-۹

بسیاری از مطالعات نشان داده‌اند که اسیدهای چرب امگا-۹ سهم بسیار خوبی در سلامتی در بیماری‌های قلبی - عروقی، بیماری‌های عصبی و ضد التهابی دارند. علاوه بر این، جایگزینی برخی از اسیدهای چرب اشباع شده با اسیدهای چرب امگا-۹ در رژیم غذایی ممکن است مزایای بالقوه‌ای برای متابولیسم سالم داشته باشد.

بیماری‌های قلبی-عروقی

به طور گسترده نشان داده شده است که اسیدهای چرب امگا-۹ به حفظ سلامت قلب و عروق، چه به شکل آزاد، چه به صورت تری‌گلیسیرید و چه به شکل اسید چرب خالص مانند اولئیک اسید، کمک می‌کنند. به عنوان مثال، اگرچه منبع انرژی چربی رژیم غذایی ساکنان مدیترانه به ۴۰٪ کل انرژی دریافتی می‌رسد، لیپیدهای خون و میزان بروز بیماری‌های قلبی-عروقی آنها به مراتب کمتر از اروپا و ایالات متحده است که توسط محققان به اسید چرب تک غیراشباع اولئیک اسید در روغن زیتون نسبت داده می‌شود. در همین حال، ثابت شده است که اولئیک اسید (شکل اسید چرب خالص) مقاومت به انسولین و آپوپتوز سلول‌های عضلات صاف عروق را در سطح سلولی کاهش می‌دهد، که ممکن است به بهبود فرآیند آترواسکلروتیک و ثبات پلاک کمک کند (۲۲۲). به دنبال مصرف رژیم غذایی حاوی اسیدهای چرب امگا-۹، متابولیسم لیپید در کبد تغییر می‌کند، که می‌تواند بر سطح کلسترول اولئات (یک استر کلسترول مربوط به غلظت اسید اولئیک) در بدن تأثیر بگذارد. احتباس و تجمع LDL اکسید شده در دیواره شریان یکی از علل آترواسکلروز است. مصرف اسیدهای چرب امگا-۹ بالا به شکل تری‌گلیسیرید منجر به افزایش غلظت کلسترول اولئات در ذرات LDL می‌شود. در مقایسه با استرهای اسیدهای چرب اشباع نشده کلسترول، کلسترول اولئات با اتصال ضعیف به پروتئوگلیکان‌ها متصل می‌شود که زمان ماندن ذرات LDL را در دیواره شریانی کاهش داده و پیشرفت آترواسکلروز را کاهش می‌دهد (۲۲۳، ۲۲۴).

سیستم عصبی مرکزی

اسیدهای چرب امگا-۹، مانند اولئیک اسید (OA) و اسید ۲-هیدروکسی اولئیک (2-OHOA) نیز اثرات

درمانی در مدل‌های آسیب عصبی نشان می‌دهند. این اسیدهای چرب هیپرپرفلکسی مضر و رفتارهای اضطرابی مرتبط با درد را به دنبال آسیب عصب محیطی کاهش می‌دهد و عملکرد حسی حرکتی را به دنبال آسیب نخاعی (SCI) از جمله تسهیل ضد دردی مهاري نزولي بهبود می‌بخشد (۲۲۵). در همین راستا، مشاهده شده اسیدهای چرب امگا-۹ طبیعی با مهار کانال‌های وانیلوئید در انتهای اعصاب درد سبب کاهش درد و خارش می‌شود. کانال یونی وانیلوئید (TRPV1) عمدتاً در انتهای اعصاب درد یافت می‌شود و فعالیت آنها با شرایط بیماری از جمله درد، خارش و التهاب مرتبط است (۲۲۶).

التهاب

التهاب ریشه و اساس فرآیندهای مختلف فیزیولوژیکی و پاتولوژیک است. شواهد قابل توجهی وجود دارد که نشان می‌دهد اسیدهای چرب امگا-۹ به اشکال آزاد، فرم تری‌گلیسیرید و شکل اسید چرب خالص با طول زنجیره‌ای مختلف اثرات ضدالتهابی عالی دارند. به عنوان مثال، اولئیک اسید فراوان‌ترین اسید چرب تک غیراشباع در رژیم غذایی انسان، به طور کلی به عنوان یک مولکول ضدالتهاب در نظر گرفته می‌شود، اگرچه در مورد این خاصیت اختلاف نظر وجود دارد. به طور خاص، بیشتر گزارش‌ها اثرات ضدالتهابی اولئیک اسید را از طریق مهار سایتوکین‌های پیش‌التهابی، مانند نیتریک اکساید (NO)، پروستاگلاندین E₂ (PGE₂)، نیتریک اکسید سنتاز القایی (iNOS)^۱، سیکلواکسیژناز-۲ (COX-2)، اینترلوکین-۶ (IL-6) و اینترلوکین-۱β (IL-1β) توصیف می‌کنند. در همین حال، اولئیک اسید فاکتور هسته‌ای کاپا بتا (NF-κB) را غیرفعال می‌کند و مسیر PERK^۲ را برای جلوگیری از التهاب سلولی مهار می‌کند، بنابراین یک اثر محافظتی کبد، به ویژه در بیماری کبد چرب غیرالکلی اعمال می‌کند. اما نشان داده شده اولئیک اسید به شکل آزاد با تولید گونه‌های فعال اکسیژن و فعال کردن پروتئین‌های کینازهای فعال شده با میتوزن (MAPKs)^۳ اثرات پیش‌التهابی دارد. در عین حال، تعامل نزدیک و پیچیده بین تغذیه رژیم غذایی و ایمونولوژی مستلزم تعادل مؤثر بین اثر پیش‌التهابی برای حفظ سلامت بدن و اثر ضدالتهابی برای پیشگیری از بیماری است. همانطور که ذکر شد، اسیدهای چرب امگا-۹ به طور قابل توجهی پاسخ التهاب ایجاد شده در بیماری را کاهش می‌دهند که با مهار سایتوکاین‌های پیش‌التهابی و فعال کردن سایتوکاین‌های ضدالتهابی ایجاد می‌شود (۲۲۷-۲۳۲). مشاهده شده اولئیک اسید سبب سرکوب مهاجرت و تکثیر سلول‌های سرطان پستان شده و همچنین سبب تحریک ژن‌های سرکوبگر تومور می‌شود. به همین ترتیب مشاهده شده اسیدهای چرب امگا-۹ از طریق کاهش چرخش لکوسیت و هجوم لکوسیت، متعادل کردن تولید سیتوکین و کنترل رشد باکتری احتمالاً از طریق مکانیسم وابسته به بیان PPARγ نقش ضدالتهابی در سپسیس ایفا می‌کند (۲۳۳).

۱. Inducible nitric oxide synthase (iNOS)

۲. Protein kinase RNA-like ER kinase (PERK)

۳. Mitogen-activated protein kinases (MAPKs)

سلامت استخوان

اسیده‌های چرب امگا-۹ اثرات قابل توجهی در حفظ استحکام و کشش استخوان نشان دادند. همچنین، نشان داده شده که علاوه بر تقویت بازسازی استخوان، اسیده‌های چرب امگا-۹ اثر مهاري قابل توجهی بر تحلیل استخوان دارند (۲۳۴).

تولید مثل

مطالعه حیوانی نشان داد که اسیده‌های چرب امگا-۹ جنسیت فرزندان را به ماده تغییر داد و جنسیت فرزندان را به سمت ماده بیشتر متمایل کرد (۲۳۵).

مقدار توصیه شده برای مصرف

دریافت رژیم غذایی توصیه شده برای اسیده‌های چرب امگا-۹، ۱۰٪ کل انرژی دریافتی (TEI)^۱ است، در حالی که مرکز سلامت عمومی انگلستان معتقد است که دریافت اسیده‌های چرب امگا-۹ باید ۱۳٪ باشد. در همان زمان، وزارت کشاورزی، غذا و جنگل داری ایتالیا و فدراسیون غذا، تغذیه و رژیم‌های غذایی اسپانیا به ترتیب توصیه‌هایی بین ۱۰ تا ۱۵ و ۲۰ تا ۲۵ درصد برای دریافت اسیده‌های چرب امگا-۹ ارائه کردند. به طور کلی، محدوده کمی توصیه شده برای دریافت اسیده‌های چرب امگا-۹، ۱۰ تا ۲۵ درصد کل انرژی دریافتی است. از دیدگاه بهداشت عمومی، اسیده‌های چرب امگا-۹ را می‌توان به راحتی از منابع غذایی به دست آورد (۲۳۶).

عوارض ناخواسته

در یک مطالعه کوهورت بر روی ۳۲۵۹ فرد بزرگسال با متوسط ۱۰ سال پیگیری مشاهده شد اسیده‌های چرب امگا-۹ و اولئیک اسید یک رابطه U شکل با مرگ و میر بیماری‌های قلبی-عروقی داشته و در غلظت تقریباً ۱۴٪ ارتباط بین اولئیک اسید و مرگ و میر به نظر می‌رسد کمترین میزان باشد و در غلظت کمتر و بیشتر، خطر بیماری‌های قلبی-عروقی و مرگ و میر ناشی از بیماری‌های قلبی-عروقی افزایش می‌یابد (۲۳۷).

تری‌گلیسرید

تری‌گلیسیریدها (TGs) یا تری‌آسیل‌گلیسرول‌ها (TAG)، بیشترین مقدار لیپید را در رژیم غذایی انسان تشکیل می‌دهند. تری‌گلیسیریدها در نتیجه پیوند گروه هیدروکسیل سه مولکول اسید چرب به گروه هیدروکسیل یک مولکول گلیسرول، آزاد شدن آب و ایجاد پیوند استری تشکیل می‌شوند. این امر تولید اسیده‌های چرب را خنثی و غیرفعال نموده و تری‌گلیسیریدها را به مولکولی آب‌گریز و نامحلول در آب تبدیل می‌کند. این چربی‌های خنثی می‌توانند بدون هیچ خطری در خون حمل شده و در سلول‌های چربی (آدیپوسیت) به عنوان ذخیره انرژی، انباشته شوند. بیش از ۹۵٪ لیپیدها در غذا به صورت تری‌گلیسیرید هستند.

۱. Total Energy Intake (TEI)

کلسترول

کلسترول ماده‌ای است از جنس چربی و مومی شکل که در تمام سلول‌های بدن وجود دارد و برای ادامه زندگی ماده‌ای حیاتی و ضروری است. اعمال کلسترول در بدن عبارتند از (۲۳۸):

- کلسترول در غشاء تمام سلول‌ها در ساخت دیواره سلولی شرکت می‌کند. ۲۵٪ کل کلسترول بدن در غشاء سلول‌های عصبی بوده و مهم‌ترین پوششی است که اعصاب را عایق می‌کند.
- کلسترول ماده اصلی برای ساخت بسیاری از هورمون‌های استروئیدی است (هورمون‌های جنسی مثل استرادیول و تستوسترون)، هورمون‌های استروئیدی که توسط غدد فوق کلیوی ساخته می‌شوند (مثل کورتیزول) و پیش‌ساز ویتامین‌ها (مثل D-۷ دهیدروکلسترول) نقش مهمی را ایفا می‌کند.
- کلسترول پیش‌ساز اصلی اسیدهای صفراوی است که برای هضم چربی‌ها ضروری می‌باشد.

اما باید توجه داشت رسوب همین ماده حیاتی در جدار سرخرگ‌ها و تشکیل پلاک آترواسکلروتیک موجب تنگی عروق می‌شود که اگر رسوب کلسترول در جدار عروق کرونری باشد، موجب آنژین قلبی و بیماری قلبی و عروقی می‌شود. قسمت اعظم کلسترول در داخل بدن و توسط کبد ساخته می‌شود و بقیه آن با مصرف غذاهای پرکلسترول و پُرچرب وارد بدن می‌شود. بدن یک فرد بالغ ۱۵۰ گرم کلسترول دارد.

انواع کلسترول HDL، LDL و VLDL چیست؟

چربی‌ها در خون آزاد نبوده و عموماً با اتصال به پروتئین‌های خاصی به نام لیپوپروتئین‌ها در بدن حرکت می‌کنند. لیپوپروتئین‌ها با چربی‌ها ترکیب می‌شوند و نقش آنها در متابولیسم بدن پیچیده است.

- VLDL-کلسترول: این نوع کلسترول مولکول‌های چربی را از کبد به دیگر قسمت‌های بدن حمل می‌کند و بعد از انتقال چربی به بافت‌ها تبدیل به LDL-کلسترول می‌گردد.

- LDL-کلسترول: بیشتر کلسترول موجود در خون (۷۰٪ آن) توسط LDL حمل می‌شود. LDL-کلسترول را از کبد می‌گیرد و به بافت‌های بدن می‌برد. این نوع کلسترول به بافت‌های بدن خاصیت چسبندگی داشته و به راحتی به جدار داخلی دیواره رگ‌ها می‌چسبد و باعث باریک شدن و در نهایت انسداد مجرای داخلی رگ‌ها می‌گردد. از این رو به کلسترول بد معروف است. افزایش LDL خون باعث افزایش خطر CVD می‌شود.

- HDL-کلسترول: کلسترول باقی‌مانده توسط HDL حمل می‌شود که باعث مصرف کلسترول و کاهش خطر CHD می‌شود. HDL در کبد و روده‌ها ساخته می‌شود. قسمت اعظم آن پروتئین (۵۰٪) و قسمت کمتر آن را کلسترول و تری‌گلسیرید تشکیل می‌دهد و کار عمده آن انتقال کلسترول از بافت‌ها و هدایت آن به سمت کبد است. این نوع کلسترول، LDL-کلسترول‌های موجود در طول دیواره رگ‌ها را پیدا کرده و به آنها می‌چسبد و آنها را از جدار رگ‌ها پاک می‌کند و از باریک شدن و انسداد رگ‌ها جلوگیری می‌نماید. به همین جهت به کلسترول خوب معروف است. به طور کلی این نوع چربی مفید در خانم‌ها

بیشتر از آقایان و در ورزشکاران بیشتر از افراد غیر ورزشکار است. در بیماران با کاهش HDL، معمولاً افزایش مقاومت به انسولین دیده می‌شود که ممکن است ناشی از عدم فعالیت فیزیکی و یا چاقی باشد.

منابع کلسترول بدن

اگرچه تقریباً تمام بافت‌های بدن می‌توانند کلسترول را بسازند، قسمت اعظم کلسترول توسط کبد و کمتر روده ساخته می‌شود. پس این ماده به طور طبیعی و بدون توجه به دریافت کلسترول موجود در غذا، در خون وجود دارد؛ زیرا کبد مقدار مشخصی کلسترول تولید می‌کند که برای ادامه زندگی ماده‌ای حیاتی و ضروری است. بدن یک فرد بالغ در هر روز ۵٪ تا ۱ گرم کلسترول می‌سازد که بیشتر از مقداری است که از طریق غذا جذب بدن می‌شود.

بقیه آن با مصرف غذاها وارد بدن می‌شود. مثل مصرف غذاهای پر کلسترول (شامل تخم‌مرغ، کره، خامه، دل و جگر و قلوه) و همچنین مصرف غذاهای غنی از چربی‌های اشباع (گوشت قرمز، کره، خامه و لبنیات پرچرب و روغن نباتی جامد). در گذشته تصور می‌شد که فقط غذاهای دارای کلسترول فراوان در افزایش کلسترول خون مؤثرند، اما امروزه ثابت شده، مقدار چربی اشباع غذا بیشتر از خود کلسترول، در افزایش کلسترول خون مؤثر است.

مواد غذایی افزایش‌دهنده کلسترول

- غذاهای سرخ شده
 - چربی‌های اشباع شده مانند روغن‌های حیوانی و روغن نباتی جامد و کره
 - امعاء و احشاء حیوانی مانند دل، جگر، قلوه، سیرابی و مغز - میگو و گوشت‌های پُرچرب
 - غذاهای آماده مانند سوسیس، کالباس و پیتزا
 - لبنیات پُرچرب - دسرهای چرب
 - انواع کلوچه، کیک، شیرینی‌ها مخصوصاً شیرینی تر
 - روغن نارگیل - انواع سس‌های مایونز سالاد
 - انواع شکلات، چیپس و پفک‌های حاوی روغن ترانس
 - زرده تخم‌مرغ (بیش از یک زرده در روز)
- در محدوده دریافت طبیعی کلسترول، تغییر در محتوای کلسترول رژیم غذایی تغییر اندکی در سطوح کلسترول یا متابولیسم آن ایجاد می‌کند. به طور کلی پاسخ افراد برای افزایش کلسترول خون نسبت به میزان کلسترول رژیم غذایی متفاوت است.

میزان بیوسنتز کلسترول در انسان به فاکتورهای غذایی خاصی وابسته می‌باشد. افزودن کلسترول به رژیم غذایی منجر به افزایش متوسطی در سطوح کلسترول در گردش خون می‌شود. انتخاب نوع چربی مصرفی در رژیم غذایی اثر بارزی بر سنتز کلسترول در بدن دارد. تفاوت در ترکیب اسید چرب و سطوح مقدار

استرول‌های گیاهی از عوامل اثرگذار بر سنتز کلسترول در بدن محسوب می‌شوند. افزایش تعداد وعده‌های غذایی، میزان بیوسنتز کلسترول را در انسان کاهش می‌دهد. به عبارت دیگر افزایش تعداد وعده‌های غذایی در حجم کم مانع از افزایش سنتز کلسترول در بدن خواهد شد. مکانیسم آن بدین ترتیب است که زمانی که تعداد وعده غذایی کم و حجم آن زیاد باشد انسولین در بدن بیشتر ترشح می‌شود. همین امر سبب افزایش سنتز کلسترول می‌شود. از میان عوامل غذایی که سنتز کلسترول را تحت تأثیر قرار می‌دهند، محدودیت انرژی بیشترین اثر را در کاهش ساخت کلسترول در بدن نشان می‌دهد به طوری که در افرادی که به مدت ۲۴ ساعت ناشتا هستند سنتز کلسترول به صفر می‌رسد.

سنتز کلسترول به صورت غیرفعال و فعال با سطوح کلسترول در گردش ارتباط دارد، سطوح کلسترول در گردش خون نیز وابسته به تغییرات رژیم غذایی است. کبد به صورت غیر فعال به سطوح بالای کلسترول غذایی از طریق مهار سنتز آن با واسطه رسپتور LDL-کلسترول، پاسخ می‌دهد. جانشین کردن سایر چربی‌ها با PUFAs منجر به کاهش نسبت کلسترول آزاد داخل سلولی به کلسترول استریفیه می‌شود، همین مساله منجر به افزایش در تعداد رسپتور LDL-کلسترول و افزایش در سنتز کلسترول در بدن خواهد شد. سنتز غیرکبدی کلسترول نسبت به سطح کلسترول موجود در رژیم غذایی و نوع چربی کمتر حساس می‌باشد. این در حالی است که سنتز کبدی بیشتر به مسیر سنتز سوبسترای در دسترس پاسخ می‌دهد. در این ارتباط چندین عامل غذایی به صورت فعال، سنتز کلسترول و سطوح آن را تغییر می‌دهند.

برخلاف توصیه‌های گذشته مبنی بر کاهش مصرف کلسترول به منظور کاهش سطح LDL-کلسترول و بیماری‌های قلبی-عروقی ناشی از آترواسکلروزیس توصیه‌های جدید (ACC/AHA)^۱ سال ۲۰۱۳ توصیه‌ای مبنی بر این محدودیت نداشته و معتقد است کلسترول غذایی منجر به افزایش سطح LDL-کلسترول نمی‌شود. این تغییر در توصیه‌های غذایی سال ۲۰۱۵ نیز دیده می‌شود، با این حال یادآوری این امر مهم می‌باشد که غذاهای غنی از کلسترول اغلب غنی از اسیدهای چرب اشباع نیز می‌باشند و زیاده‌روی در مصرف آنها منجر به افزایش LDL-کلسترول خواهد شد.

1. Nutrition & Health Info Sheets for Health Professionals – Fat [Available from: <https://nutrition.ucdavis.edu/outreach/nutr-health-info-sheets/pro-fat>.
2. Aldai N, de Renobales M, Barron LJR, Kramer JK. What are the trans fatty acids issues in foods after discontinuation of industrially produced trans fats? Ruminant products, vegetable oils, and synthetic supplements. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2013;115(12):1378–401.
3. Valenzuela CA, Baker EJ, Miles EA, Calder PC. Eighteen-carbon trans fatty acids and inflammation in the context of atherosclerosis. *Progress in lipid research*. 2019;76:101009.
4. Puligundla P, Variyar PS, Ko S, Obulam VSR. Emerging trends in modification of dietary oils and fats, and health implications—A review. *Sains Malaysiana*. 2012;41(7):871–7.
5. Dhaka V, Gulia N, Ahlawat KS, Khatkar BS. Trans fats—sources, health risks and alternative approach—A review. *Journal of food science and technology*. 2011;48:534–41.
6. Huang L, Federico E, Jones A, Wu JH. Presence of trans fatty acids containing ingredients in pre-packaged foods in Australia in 2018. *Australian and New Zealand Journal of Public Health*. 2020;44(5):419–20.
7. Looor JJ, Lin X, Herbein JH. Effects of dietary cis 9, trans 11–18:2, trans 10, cis 12–18:2, or vaccenic acid (trans 11–18:1) during lactation on body composition, tissue fatty acid profiles, and litter growth in mice. *British Journal of Nutrition*. 2003;90(6):103948–.
8. Trans fat [Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/trans-fat/>.
9. Trans-fatty Acids intake in adults population [Available from: <https://www.paho.org/en/enlace/trans-fatty-acids-intake-adults-population>.
10. Basiron Y, Sundram K. TransFatty Acids–Nutritional Considerations and Labelling: an Update and Implications for Palm Oil. *Palm Oil Development*. 2002;37:14–8.
11. Ghafoorunissa G. Role of trans fatty acids in health and challenges to their reduction in Indian foods. *Asia Pacific journal of clinical nutrition*. 2008;17:212–5.
12. Mozaffarian D, Abdollahi M, Campos H, Houshiarrad A, Willett W. Consumption of trans fats and estimated effects on coronary heart disease in Iran. *European journal of clinical nutrition*. 2007;61(8):1004–10.
13. Wang Q, Afshin A, Yakoob MY, Singh GM, Rehm CD, Khatibzadeh S, et al. Impact of nonoptimal intakes of saturated, polyunsaturated, and trans fat on global burdens of coronary heart disease. *Journal of the American Heart Association*. 2016;5(1):e002891.
14. Li C, Cobb LK, Vesper HW, Asma S. Global Surveillance of trans-Fatty Acids. *Prev Chronic Dis*. 2019;16:E147.
15. Harvey HB, Sotardi ST. The Pareto Principle. *J Am Coll Radiol*. 2018;15(6):931.
16. Pipoyan D, Beglaryan M, Stepanyan S, Merendino N. Trans-Fatty Acids in Fast-Food and Intake Assessment for Yerevan's Population, Armenia. *Foods*. 2022;11(9).
17. Trans-fatty Acids [Available from: <https://www.paho.org/en/topics/trans-fatty-acids>.
18. Five billion people unprotected from trans fat leading to heart disease [Available from: <https://www.who.int/news/item/23-01-2023-five-billion-people-unprotected-from-trans-fat-leading-to-heart-disease>.
19. Destailats F, Sebedio J-L, Dionisi F, Chardigny J-M. Trans fatty acids in human nutrition: Second edition 2009. 1418–p.
20. Intakes of SCoTSEoDR, Interpretation So, Intakes of UoDR, Nutrients SoURLo, Fiber PotDoD, Macronutrients Po. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids: National Academies Press; 2005.
21. Wilson PW, D'Agostino RB, Levy D, Belanger AM, Silbershatz H, Kannel WB. Prediction of coronary heart disease using risk factor categories. *Circulation*. 1998;97(18):1837–47.
22. Oh K, Hu FB, Manson JE, Stampfer MJ, Willett WC. Dietary fat intake and risk of coronary heart disease in women: 20 years of follow-up of the nurses' health study. *American journal of epidemiology*. 2005;161(7):672–9.
23. Dashti N, Feng Q, Freeman MR, Gandhi M, Franklin FA. Trans polyunsaturated fatty acids have more adverse effects than saturated fatty acids on the concentration and composition of lipoproteins secreted by human hepatoma HepG2 cells. *The Journal of nutrition*. 2002;132(9):2651–9.
24. Mitmesser SH, Carr TP. Trans fatty acids alter the lipid composition and size of apoB-100-containing lipoproteins secreted by HepG2 cells. *The Journal of Nutritional Biochemistry*. 2005;16(3):178–83.

25. Mensink RP, Zock PL, Kester AD, Katan MB. Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: a meta-analysis of 60 controlled trials. *The American journal of clinical nutrition*. 2003;77(5):1146–55.
26. Ascherio A, Katan MB, Zock PL, Stampfer MJ, Willett WC. Trans fatty acids and coronary heart disease. *Mass Medical Soc*; 1999. p. 1994–8.
27. Kummerow FA, Zhou Q, Mahfouz MM, Smiricky MR, Grieshop CM, Schaeffer DJ. Trans fatty acids in hydrogenated fat inhibited the synthesis of the polyunsaturated fatty acids in the phospholipid of arterial cells. *Life sciences*. 2004;74(22):2707–23.
28. Revin VV, Gromova NV, Revina ES, Martynova MI, Seikina AI, Revina NV, et al. Role of Membrane Lipids in the Regulation of Erythrocytic Oxygen-Transport Function in Cardiovascular Diseases. *BioMed Research International*. 2016;2016(1):3429604.
29. Khaw K-T, Friesen MD, Riboli E, Luben R, Wareham N. Plasma phospholipid fatty acid concentration and incident coronary heart disease in men and women: the EPIC–Norfolk prospective study. *PLoS medicine*. 2012;9(7):e1001255.
30. Flock MR, Kris-Etherton PM. Diverse physiological effects of long-chain saturated fatty acids: implications for cardiovascular disease. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*. 2013;16(2):133–40.
31. Kim H, Jeong CH, Lee HG, Han SG. Comparison of trans-fatty acids on proliferation and migration of vascular smooth muscle cells. *Food science and biotechnology*. 2017;26:501–5.
32. Reynolds CM, Loscher CE, Moloney AP, Roche HM. Cis-9, trans-11-conjugated linoleic acid but not its precursor trans-vaccenic acid attenuate inflammatory markers in the human colonic epithelial cell line Caco-2. *British journal of nutrition*. 2008;100(1):13–7.
33. Derakhshande-Rishehri S-M, Mansourian M, Kelishadi R, Heidari-Beni M. Association of foods enriched in conjugated linoleic acid (CLA) and CLA supplements with lipid profile in human studies: a systematic review and meta-analysis. *Public Health Nutrition*. 2015;18(11):2041–54.
34. Riserus U. Trans fatty acids and insulin resistance. *Atheroscler Suppl*. 2006;7(2):37–9.
35. Mozaffarian D, Aro A, Willett WC. Health effects of trans-fatty acids: experimental and observational evidence. *European journal of clinical nutrition*. 2009;63(2):S5–S21.
36. Itcho K, Yoshii Y, Ohno H, Oki K, Shinohara M, Irino Y, et al. Association between Serum Elaidic Acid Concentration and Insulin Resistance in Two Japanese Cohorts with Different Lifestyles. *J Atheroscler Thromb*. 2017;24(12):1206–14.
37. Angelieri C, Barros CRD, Siqueira-Catania A, Ferreira SRG. Trans fatty acid intake is associated with insulin sensitivity but independently of inflammation. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. 2012;45:625–31.
38. Weir NL, Steffen BT, Guan W, Johnson LM, Djousse L, Mukamal KJ, et al. Circulating omega-7 fatty acids are differentially related to metabolic dysfunction and incident type II diabetes: The Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA). *Diabetes & metabolism*. 2020;46(4):319–25.
39. Larsen TM, Toubro S, Gudmundsen O, Astrup A. Conjugated linoleic acid supplementation for 1 y does not prevent weight or body fat regain. *The American journal of clinical nutrition*. 2006;83(3):606–12.
40. Gaullier J-M, Halse J, Høye K, Kristiansen K, Fagertun H, Vik H, et al. Conjugated linoleic acid supplementation for 1 y reduces body fat mass in healthy overweight humans. *The American journal of clinical nutrition*. 2004;79(6):1118–25.
41. Gudmundsen O, Blankson H, Stakkestad JA, Fagertun H, Thom E, Wadstein J. Conjugated linoleic acid reduces body fat mass in overweight and obese humans. *The Journal of nutrition*. 2000;130(12):2943–8.
42. Chen S-C, Lin Y-H, Huang H-P, Hsu W-L, Hwang J-Y, Huang C-K. Effect of conjugated linoleic acid supplementation on weight loss and body fat composition in a Chinese population. *Nutrition*. 2012;28(5):559–65.
43. Wang Y, Lu J, Ruth MR, Goruk SD, Reaney MJ, Glimm DR, et al. Trans-11 vaccenic acid dietary supplementation induces hypolipidemic effects in JCR: LA-cp rats. *The Journal of nutrition*. 2008;138(11):2117–22.
44. Jacome-Sosa MM, Borthwick F, Mangat R, Uwiera R, Reaney MJ, Shen J, et al. Diets enriched in trans-11 vaccenic acid alleviate ectopic lipid accumulation in a rat model of NAFLD and metabolic syndrome. *The Journal of nutritional biochemistry*. 2014;25(7):692–701.
45. Joseph SV, Jacques H, Plourde M, Mitchell PL, McLeod RS, Jones PJ. Conjugated linoleic acid supplementation for 8 weeks does not affect body composition, lipid profile, or safety biomarkers in overweight, hyperlipidemic men. *The Journal of nutrition*. 2011;141(7):1286–91.
46. Bendsen NT, Chabanova E, Thomsen HS, Larsen TM, Newman JW, Stender S, et al. Effect of trans fatty acid intake on abdominal and liver fat deposition and blood lipids: a randomized trial in overweight postmenopausal women. *Nutr Diabetes*. 2011;1(1):e4.

47. Stender S, Dyerberg J. Influence of trans fatty acids on health. *Annals of nutrition and metabolism*. 2004;48(2):61–6.
48. Korat AVA, Chiu Y-H, Bertrand KA, Zhang S, Epstein MM, Rosner BA, et al. Red blood cell membrane trans fatty acid levels and risk of non-Hodgkin lymphoma: a prospective nested case-control study. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2020;112(6):1576–83.
49. Yammine S, Huybrechts I, Biessy C, Dossus L, Aglago EK, Naudin S, et al. Dietary and circulating fatty acids and ovarian cancer risk in the European prospective investigation into cancer and nutrition. *Cancer epidemiology, biomarkers & prevention*. 2020;29(9):1739–49.
50. Aglago EK, Murphy N, Huybrechts I, Nicolas G, Casagrande C, Fedirko V, et al. Dietary intake and plasma phospholipid concentrations of saturated, monounsaturated and trans fatty acids and colorectal cancer risk in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition cohort. *International journal of cancer*. 2021;149(4):865–82.
51. Matta M, Huybrechts I, Biessy C, Casagrande C, Yammine S, Fournier A, et al. Dietary intake of trans fatty acids and breast cancer risk in 9 European countries. *BMC medicine*. 2021;19:1–11.
52. Pickens CA, Lane-Elliott A, Comstock SS, Fenton JI. Altered saturated and monounsaturated plasma phospholipid fatty acid profiles in adult males with colon adenomas. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention*. 2016;25(3):498–506.
53. Ohmori H, Fujii K, Kadochi Y, Mori S, Nishiguchi Y, Fujiwara R, et al. Elaidic acid, a trans-fatty acid, enhances the metastasis of colorectal cancer cells. *Pathobiology*. 2017;84(3):144–51.
54. Voorrips LE, Brants HA, Kardinaal AF, Hiddink GJ, van den Brandt PA, Goldbohm RA. Intake of conjugated linoleic acid, fat, and other fatty acids in relation to postmenopausal breast cancer: the Netherlands Cohort Study on Diet and Cancer. *The American journal of clinical nutrition*. 2002;76(4):873–82.
55. Benjamin S, Spener F. Conjugated linoleic acids as functional food: an insight into their health benefits. *Nutrition & Metabolism*. 2009;6:1–13.
56. Corl BA, Barbano DM, Bauman DE, Ip C. cis-9, trans-11 CLA derived endogenously from trans-11 18: 1 reduces cancer risk in rats. *The Journal of Nutrition*. 2003;133(9):2893900–.
57. Lock AL, Corl BA, Barbano DM, Bauman DE, Ip C. The anticarcinogenic effect of trans-11 18: 1 is dependent on its conversion to cis-9, trans-11 CLA by -9-desaturase in rats. *The Journal of nutrition*. 2004;134(10):2698–704.
58. Banni S, Angioni E, Murru E, Carta G, Paola Melis M, Bauman D, et al. Vaccenic acid feeding increases tissue levels of conjugated linoleic acid and suppresses development of premalignant lesions in rat mammary gland. *Nutrition and cancer*. 2001;41(1–2):91–7.
59. Lampen A, Leifheit M, Voss J, Nau H. Molecular and cellular effects of cis-9, trans-11-conjugated linoleic acid in enterocytes: effects on proliferation, differentiation, and gene expression. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)–Molecular and Cell Biology of Lipids*. 2005;1735(1):30–40.
60. Oh J-J, Lee J-S, Lim J-N, Wang T, Kim S-H, Lee H-G. Trans vaccenic acid (trans-11 18: 1), a precursor of cis-9, trans-11-conjugated linoleic acid, exerts a direct anti-carcinogenic function in T47D breast carcinoma cells. *Food science and biotechnology*. 2014;23:641–6.
61. Lim J-N, Oh J-J, Wang T, Lee J-S, Kim S-H, Kim Y-J, et al. Trans-11 18: 1 vaccenic acid (TVA) has a direct anti-carcinogenic effect on MCF-7 human mammary adenocarcinoma cells. *Nutrients*. 2014;6(2):627–36.
62. Song J, Wang Y, Fan X, Wu H, Han J, Yang M, et al. Trans-vaccenic acid inhibits proliferation and induces apoptosis of human nasopharyngeal carcinoma cells via a mitochondrial-mediated apoptosis pathway. *Lipids in health and disease*. 2019;18:19–.
63. Worldwide cancer data [Available from: <https://www.wcrf.org/preventing-cancer/cancer-statistics/worldwide-cancer-data/>].
64. Cho E, Smith-Warner SA, Spiegelman D, Beeson WL, van den Brandt PA, Colditz GA, et al. Dairy foods, calcium, and colorectal cancer: a pooled analysis of 10 cohort studies. *Journal of the National Cancer Institute*. 2004;96(13):1015–22.
65. Mohammadzadeh M, Faramarzi E, Mahdavi R, Nasirimotlagh B, Asghari Jafarabadi M. Effect of conjugated linoleic acid supplementation on inflammatory factors and matrix metalloproteinase enzymes in rectal cancer patients undergoing chemoradiotherapy. *Integrative cancer therapies*. 2013;12(6):496–502.
66. Aro A, Männistö S, Salminen I, Ovaskainen M-L, Kataja V, Uusitupa M. Inverse association between dietary and serum conjugated linoleic acid and risk of breast cancer in postmenopausal women. *Nutrition and cancer*. 2000;38(2):151–7.
67. Dong J-Y, Zhang L, He K, Qin L-Q. Dairy consumption and risk of breast cancer: a meta-analysis of prospective cohort studies. *Breast cancer research and treatment*. 2011;127:23–31.
68. den Hartigh LJ. Conjugated linoleic acid effects on cancer, obesity, and atherosclerosis: A review of pre-clinical and human trials

with current perspectives. *Nutrients*. 2019;11(2):370.

69. Michels N, Specht IO, Heitmann BL, Chajès V, Huybrechts I. Dietary trans-fatty acid intake in relation to cancer risk: a systematic review and meta-analysis. *Nutrition reviews*. 2021;79(7):758–76.
70. Michels N, Van der Meulen K, Huybrechts I. Dietary trans fatty acid intake in relation to cancer risk: a systematic review. *American Society of Clinical Oncology*; 2018.
71. Han SN, Leka LS, Lichtenstein AH, Ausman LM, Schaefer EJ, Meydani SN. Effect of hydrogenated and saturated, relative to polyunsaturated, fat on immune and inflammatory responses of adults with moderate hypercholesterolemia. *Journal of lipid research*. 2002;43(3):445–52.
72. Lopez-Plaza B, Bermejo LM, Koester Weber T, Parra P, Serra F, Hernández M, et al. Efecto de una suplementación láctea con ácido linoleico conjugado sobre el control de peso y la composición corporal de personas sanas con sobrepeso. *Nutrición Hospitalaria*. 2013;28(6):2090–8.
73. Mozaffarian D, Rimm EB, King IB, Lawler RL, McDonald GB, Levy WC. Trans fatty acids and systemic inflammation in heart failure. *The American journal of clinical nutrition*. 2004;80(6):1521–5.
74. Steck SE, Chalecki AM, Miller P, Conway J, Austin GL, Hardin JW, et al. Conjugated linoleic acid supplementation for twelve weeks increases lean body mass in obese humans. *The Journal of nutrition*. 2007;137(5):1188–93.
75. Hirata Y, Takahashi M, Kudoh Y, Kano K, Kawana H, Makide K, et al. trans-Fatty acids promote proinflammatory signaling and cell death by stimulating the apoptosis signal-regulating kinase 1 (ASK1)-p38 pathway. *Journal of Biological Chemistry*. 2017;292(20):8174–85.
76. Hu SB, Zou Q, Lv X, Zhou RL, Niu X, Weng C, et al. 9t18:1 and 11t18:1 activate the MAPK pathway to regulate the expression of PLA2 and cause inflammation in HUVECs. *Food Funct*. 2020;11(1):649–61.
77. Smit LA, Katan MB, Wanders AJ, Basu S. A high intake of trans fatty acids has little effect on markers of inflammation and oxidative stress in humans. *The Journal of nutrition*. 2011;141(9):1673–8.
78. Gebauer SK, Destailats F, Dionisi F, Krauss RM, Baer DJ. Vaccenic acid and trans fatty acid isomers from partially hydrogenated oil both adversely affect LDL cholesterol: a double-blind, randomized controlled trial. *The American journal of clinical nutrition*. 2015;102(6):1339–46.
79. Lee J-S, Lim J-N, Wang T, Lee S-B, Hwang J-H, Jung US, et al. Physiological concentrations of trans-11 18:1 vaccenic acid suppress pro-inflammatory markers under acute inflammation in isolated ICR mice splenocytes. *Food Science and Biotechnology*. 2016;25(1):275–81.
80. Da Silva MS, Julien P, Bilodeau J-F, Barbier O, Rudkowska I. Trans fatty acids suppress TNF- α -induced inflammatory gene expression in endothelial (HUVEC) and hepatocellular carcinoma (HepG2) cells. *Lipids*. 2017;52:315–25.
81. Da Silva MS, Bilodeau J-F, Larose J, Greffard K, Julien P, Barbier O, et al. Modulation of the biomarkers of inflammation and oxidative stress by ruminant trans fatty acids and dairy proteins in vascular endothelial cells (HUVEC). *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*. 2017;126:64–71.
82. Jaudszus A, Jahreis G, Schlörmann W, Fischer J, Kramer R, Degen C, et al. Vaccenic acid-mediated reduction in cytokine production is independent of c9, t11-CLA in human peripheral blood mononuclear cells. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular and Cell Biology of Lipids*. 2012;1821(10):1316–22.
83. Li J, Hu SB, He YM, Zhuo CF, Zhou RL, Chen F, et al. 9c11tCLA modulates 11t18:1 and 9t18:1 induced inflammations differently in human umbilical vein endothelial cells. *Sci Rep*. 2018;8(1):1535.
84. Pranger IG, Muskiet FA, Kema IP, Singh-Povel C, Bakker SJ. Potential biomarkers for fat from dairy and fish and their association with cardiovascular risk factors: cross-sectional data from the LifeLines Biobank and Cohort Study. *Nutrients*. 2019;11(5):1099.
85. Determination of fat content and fatty acid composition of Danish pastries with emphasis on trans fatty acid. *Journal of food science and technology(Iran)*. 2013;10(38):81–8.
86. Hosseinabadi S, Azizi MH, Mooraki N. Investigation of saturated and trans fatty acids in fast foods in Tehran. *Journal of food science and technology(Iran)*. 2021;18(118):181–8.
87. Hedayatifar R. Evaluation the rate of trans fatty acids isomers in ghee and tail sheep consumption in Lorestan. *scientific magazine yafte*. 2017;19(2):1–8.
88. Ghazavi N, Rahimi E, Esfandiari Z, Amir. Evaluation of trans fatty acid levels in traditional Iranian pastries distributed in Isfahan city. *Health and Development Journal*. 2020;9(1):106–23.

89. تیموری م، نجفی م، اسکندریون م، پرتو ف. بررسی میزان اسیدهای چرب ترانس در فراورده‌های غذایی ایران. فناوری‌های جدید در صنعت غذا. 100-93:(1)2;2014.
90. Pasdar. Determining the fatty acid content of the most common meat products in Kermanshah, Iran. *Jorjani Biomedicine Journal*. 2013;1(1):42-51.
91. Mohammadi-Nasrabadi F, Rashidimehr A, Khoshtinat K, Alhouei B, Massomian A, Rashidian M, et al. A Comparative Analysis of Butter, Ghee, and Margarine and Its Implications for Healthier Fat and Oil Group Choices: SWOT Analysis. *Food Sci Nutr*. 2024;12(12):10123-35.
92. Asgary S, Nazari B, Sarrafzadegan N, Parkhideh S, Saberi S, Esmailzadeh A, et al. Evaluation of fatty acid content of some Iranian fast foods with emphasis on trans fatty acids. *Asia Pac J Clin Nutr*. 2009;18(2):187-92.
93. Asgary S, Nazari B, Sarrafzadegan N, Saberi S, Azadbakht L, Esmailzadeh A. Fatty acid composition of commercially available Iranian edible oils. *J Res Med Sci*. 2009;14(4):211-5.
94. Nazari B, Asgary S, Azadbakht L. Fatty acid analysis of Iranian junk food, dairy, and bakery products: Special attention to trans-fats. *J Res Med Sci*. 2012;17(10):952-7.
95. Khanniri E, Khoshtinat K, Sohrabvandi S, Khosravi Darani K, Mohammadi M. Comparative Study of Total Fat, Trans and Saturated Fatty acids Contents of the Industrial and Guild-fried Foods in Iran. *Nutrition and food in health and disease*. 2023;10(4):11-8.
96. Mannan H, Sarvenaz A, Marzieh N, Ghazaleh M, Naficeh S, Mohammad Reza O, et al. Trans fatty acid content of Iranian edible oils. *Food and Nutrition Sciences*. 2013;2013.
97. Chaharmahali NV, Asadollahi S, Hosseini E. Measurement and comparison of trans fatty acids amount in some of the vegetable oils, frying oils and animal and vegetable fats in Iran. *Int J Bio-Inorg Hybr Nanomater*. 2018;7:59-64.
98. Pasdar Y, Bahrami G, Alghasi S, Darbandi M, Azandaryani AH, Bahrami S, et al. Trans fatty acids contents among selected foods in Western Iran. *International Journal of Health and Life Sciences*. 2016;2(1).
99. Farmani J, Azadbakht M, Esfahanizadeh MH, Babaei Z, Naeli MH, Mardani M. Physicochemical Properties and Trans Fatty Acids Content of Commercial Shortenings Produced in Iran. *Nutrition And Food In Health And Disease*. 2022;9(2):318-.
100. Torabi P, Moraffah F, Amini M, Pourjabar Z, Kargar S, Hajimahmoodi M. Fatty acid composition of Iranian sweetened confectionery creams, with an emphasis on trans fatty acids. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2021;105:104153.
101. Mohammadi-Nasrabadi F, Zargaraan A, Salmani Y, Abedi A, Shoaie E, Esfarjani F. Analysis of fat, fatty acid profile, and salt content of Iranian restaurant foods during the COVID-19 pandemic: Strengths, weaknesses, opportunities, and threats analysis. *Food Sci Nutr*. 2021;9(11):6120-30.
102. Zupanic N, Hribar M, Hristov H, Lavrisa Z, Kusar A, Gregoric M, et al. Dietary Intake of trans Fatty Acids in the Slovenian Population. *Nutrients*. 2021;13(1).
103. Organization WH. Eliminating trans fats in Europe: a policy brief. *Eliminating trans fats in Europe: a policy brief* 2015.
104. Zuchowska-Grzywacz M, Kowalska M. Trans fatty acids in food-current legal regulations as protections for consumers and food manufacturers. *Acta Alimentaria*. 2019;48(1):105-14.
105. [Available from: <http://www.dslid.nlm.nih.gov/dslid/>].
106. Zupanic N, Hribar M, Pivk Kupirovic U, Kusar A, Zmitek K, Pravst I. Limiting trans fats in foods: use of partially hydrogenated vegetable oils in prepacked foods in Slovenia. *Nutrients*. 2018;10(3):355.
107. Authority EFS. Scientific and technical assistance on trans fatty acids. *Wiley Online Library*; 2018. Report No.: 2397-8325.
108. Commission Regulation (EU) 2019649/ of 24 April 2019 amending Annex III to Regulation (EC) No 19252006/ of the European Parliament and of the Council as regards trans fat, other than trans fat naturally occurring in fat of animal origin (Text with EEA relevance.) [Available from: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2019649/oj/eng>].
109. Wu J, Downs S, Catterall E. Levels of Trans Fats in the Food Supply and Consumption in Australia. *The Sax Institute for The National Heart Foundation of Australia: Glebe, Australia*. 2017.
110. Small Entity Compliance Guide: Trans Fatty Acids in Nutrition Labeling, Nutrient Content Claims, and Health Claims [Available from: <https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/small-entity-compliance-guide-trans-fatty-acids-nutrition-labeling-nutrient-content-claims-and>].
111. Organization WH. REPLACE trans fat: an action package to eliminate industrially-produced trans-fatty acids. 2019.
112. Trans Fats Elimination [Available from: <https://ncdalliance.org/why-ncds/risk-factors-prevention/trans-fats-elimination>].
113. Saini RK, Keum Y-S. Omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids: Dietary sources, metabolism, and significance-A

review. Life sciences. 2018;203:255–67.

114. Barry AR, Dixon DL. Omega-3 fatty acids for the prevention of atherosclerotic cardiovascular disease. *Pharmacotherapy: The Journal of Human Pharmacology and Drug Therapy*. 2021;41(12):1056–65.
115. Ross AC. *Modern Nutrition in Health and Disease*: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins; 2014.
116. Erdman JW, MacDonald IA, Zeisel SH. *Present Knowledge in Nutrition*: Wiley; 2012.
117. Coates PM, Betz JM, Blackman MR, Cragg GM, Levine M, Moss J, et al. *Encyclopedia of Dietary Supplements*: CRC Press; 2010.
118. Omega-3 Fatty Acids [Available from: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Omega3FattyAcids-HealthProfessional/>].
119. Miller MR, Nichols PD, Carter CG. n-3 Oil sources for use in aquaculture--alternatives to the unsustainable harvest of wild fish. *Nutr Res Rev*. 2008;21(2):85–96.
120. Bergé J-P, Barnathan G. Fatty acids from lipids of marine organisms: molecular biodiversity, roles as biomarkers, biologically active compounds, and economical aspects. *Marine biotechnology I*. 2005;49–125.
121. Rørå AMB, Ruyter B, Skorve J, Berge RK, Slinning K-E. Influence of high content of dietary soybean oil on quality of large fresh, smoked and frozen Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture International*. 2005;13:217–31.
122. Torstensen BE, Bell JG, Rosenlund G, Henderson RJ, Graff IE, Tocher DR, et al. Tailoring of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) flesh lipid composition and sensory quality by replacing fish oil with a vegetable oil blend. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2005;53(26):10166–78.
123. PM B. Complementary and alternative medicine use among adults and children: United States, 2007. *Natl Health Stat Rep*. 2008;1–23.
124. Schuchardt JP, Hahn A. Bioavailability of long-chain omega-3 fatty acids. Prostaglandins, leukotrienes and essential fatty acids. 2013;89(1):1–8.
125. Kris-Etherton PM, Harris WS, Appel LJ. Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. *Circulation*. 2002;106(21):2747–57.
126. Nutrition & Health Info Sheets for Consumers – Omega-3 Fatty Acids [Available from: <https://nutrition.ucdavis.edu/outreach/nutr-health-info-sheets/consumer-omega3>].
127. SanGiovanni JP, Chew EY. The role of omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acids in health and disease of the retina. *Prog Retin Eye Res*. 2005;24(1):87–138.
128. Gabbs M, Leng S, Devassy JG, Monirujjaman M, Aukema HM. Advances in Our Understanding of Oxylipins Derived from Dietary PUFAs. *Adv Nutr*. 2015;6(5):513–40.
129. Simopoulos AP. The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Exp Biol Med (Maywood)*. 2008;233(6):674–88.
130. James M, Proudman S, Cleland L. Fish oil and rheumatoid arthritis: past, present and future. *Proc Nutr Soc*. 2010;69(3):316–23.
131. Kris-Etherton PM, Harris WS, Appel LJ. Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. *Circulation*. 2002;106(21):2747–57.
132. Stone NJ. Fish consumption, fish oil, lipids, and coronary heart disease. *Circulation*. 1996;94(9):2337–40.
133. Burr ML, Fehily AM, Gilbert JF, Rogers S, Holliday RM, Sweetnam PM, et al. Effects of changes in fat, fish, and fibre intakes on death and myocardial reinfarction: diet and reinfarction trial (DART). *Lancet*. 1989;2(8666):757–61.
134. Dietary supplementation with n-3 polyunsaturated fatty acids and vitamin E after myocardial infarction: results of the GISSI-Prevenzione trial. Gruppo Italiano per lo Studio della Sopravvivenza nell'Infarto miocardico. *Lancet*. 1999;354(9177):447–55.
135. Knapp HR, FitzGerald GA. The antihypertensive effects of fish oil. *New England Journal of Medicine*. 1989;320(16):1037–43.
136. Levinson PD, Iosiphidis AH, Saritelli AL, Herbert PN, Steiner M. Effects of n-3 fatty acids in essential hypertension. *American Journal of Hypertension*. 1990;3(10 Pt 1):75460–.
137. Bercea CI, Cottrell GS, Tamagnini F, McNeish AJ. Omega-3 polyunsaturated fatty acids and hypertension: A review of vasodilatory mechanisms of docosahexaenoic acid and eicosapentaenoic acid. *British Journal of Pharmacology*. 2021;178(4):860–77.
138. Miller PE, Van Elslyk M, Alexander DD. Long-chain omega-3 fatty acids eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid and blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *American journal of hypertension*. 2014;27(7):885–96.
139. Zhang X, Ritonja JA, Zhou N, Chen BE, Li X. Omega-3 polyunsaturated fatty acids intake and blood pressure: a dose-response meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of the American Heart Association*. 2022;11(11):e025071.
140. Zhang X, Ritonja JA, Zhou N, Chen BE, Li X. Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids Intake and Blood Pressure: A Dose-

- Response Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Am Heart Assoc.* 2022;11(11):e025071.
141. Rizos EC, Ntzani EE, Bika E, Kostapanos MS, Elisaf MS. Association between omega-3 fatty acid supplementation and risk of major cardiovascular disease events: a systematic review and meta-analysis. *Jama.* 2012;308(10):1024–33.
 142. Byrne CD, Targher G. NAFLD: a multisystem disease. *Journal of hepatology.* 2015;62(1):S47–S64.
 143. Ratziu V, Bellentani S, Cortez-Pinto H, Day C, Marchesini G. A position statement on NAFLD/NASH based on the EASL 2009 special conference. *Journal of hepatology.* 2010;53(2):372–84.
 144. Sahasrabudhe VV, Gunja MZ, Graubard BI, Trabert B, Schwartz LM, Park Y, et al. Nonsteroidal anti-inflammatory drug use, chronic liver disease, and hepatocellular carcinoma. *JNCI: Journal of the National Cancer Institute.* 2012;104(23):1808–14.
 145. Nouredin M, Vipani A, Bressee C, Todo T, Kim IK, Alkhouri N, et al. NASH leading cause of liver transplant in women: updated analysis of indications for liver transplant and ethnic and gender variances. *Official journal of the American College of Gastroenterology | ACG.* 2018;113(11):1649–59.
 146. Pacifico L, Bonci E, Di Martino M, Versacci P, Andreoli G, Silvestri L, et al. A double-blind, placebo-controlled randomized trial to evaluate the efficacy of docosahexaenoic acid supplementation on hepatic fat and associated cardiovascular risk factors in overweight children with nonalcoholic fatty liver disease. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases.* 2015;25(8):734–41.
 147. Scorletti E, Bhatia L, McCormick KG, Clough GF, Nash K, Hodson L, et al. Effects of purified eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids in nonalcoholic fatty liver disease: results from the Welcome* study. *Hepatology.* 2014;60(4):1211–21.
 148. Parker HM, Cohn JS, O'Connor HT, Garg ML, Caterson ID, George J, et al. Effect of fish oil supplementation on hepatic and visceral fat in overweight men: a randomized controlled trial. *Nutrients.* 2019;11(2):475.
 149. Lee C-H, Fu Y, Yang S-J, Chi C-C. Effects of omega-3 polyunsaturated fatty acid supplementation on non-alcoholic fatty liver: a systematic review and meta-analysis. *Nutrients.* 2020;12(9):2769.
 150. Wang T, Zhang X, Zhou N, Shen Y, Li B, Chen BE, et al. Association Between Omega-3 Fatty Acid Intake and Dyslipidemia: A Continuous Dose-Response Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Am Heart Assoc.* 2023;12(11):e029512.
 151. Cutuli D. Functional and structural benefits induced by omega-3 polyunsaturated fatty acids during aging. *Current neuropharmacology.* 2017;15(4):534–42.
 152. Logan SL, Spriet LL. Omega-3 fatty acid supplementation for 12 weeks increases resting and exercise metabolic rate in healthy community-dwelling older females. *PloS one.* 2015;10(12):e0144828.
 153. Bai Z-G, Bo A, Wu S-J, Gai Q-Y, Chi I. Omega-3 polyunsaturated fatty acids and reduction of depressive symptoms in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Journal of affective disorders.* 2018;241:241–8.
 154. Triff K, Kim E, Chapkin RS. Chemoprotective epigenetic mechanisms in a colorectal cancer model: modulation by n-3 PUFA in combination with fermentable fiber. *Current pharmacology reports.* 2015;1(1):11–20.
 155. Mauermann J, Pouliot F, Fradet V. Dietary omega-3 fatty acids, genetic variation and risk of breast and prostate cancers. *World review of nutrition and dietetics.* 2011;102:156–71.
 156. Serini S, Calviello G. Modulation of Ras/ERK and phosphoinositide signaling by long-chain n-3 PUFA in breast cancer and their potential complementary role in combination with targeted drugs. *Nutrients.* 2017;9(3):185.
 157. Yang B, Wang F-L, Ren X-L, Li D. Biospecimen long-chain N-3 PUFA and risk of colorectal cancer: a meta-analysis of data from 60,627 individuals. *PLoS One.* 2014;9(11):e110574.
 158. Gago-Dominguez M, Castelao JE, Sun C-L, Van Den Berg D, Koh W-P, Lee H-P, et al. Marine n-3 fatty acid intake, glutathione S-transferase polymorphisms and breast cancer risk in post-menopausal Chinese women in Singapore. *Carcinogenesis.* 2004;25(11):2143–7.
 159. Newell M, Brun M, Field CJ. Treatment with DHA modifies the response of MDA-MB-231 breast cancer cells and tumors from nu/nu mice to doxorubicin through apoptosis and cell cycle arrest. *The Journal of Nutrition.* 2019;149(1):46–56.
 160. VanderSluis L, Mazurak VC, Damaraju S, Field CJ. Determination of the relative efficacy of eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid for anti-cancer effects in human breast cancer models. *International journal of molecular sciences.* 2017;18(12):2607.
 161. Corella D, Ordovas JM. Interactions between dietary n-3 fatty acids and genetic variants and risk of disease. *British journal of nutrition.* 2012;107(S2):S271–S83.
 162. Fradet V, Cheng I, Casey G, Witte JS. Dietary omega-3 fatty acids, cyclooxygenase-2 genetic variation, and aggressive prostate cancer risk. *Clinical Cancer Research.* 2009;15(7):2559–66.

163. Hedelin M, Chang ET, Wiklund F, Belloc R, Klint A, Adolfsson J, et al. Association of frequent consumption of fatty fish with prostate cancer risk is modified by COX-2 polymorphism. *Int J Cancer*. 2007;120(2):398–405.
164. Khankari NK, Bradshaw PT, Steck SE, He K, Olshan AF, Ahn J, et al. Interaction between polyunsaturated fatty acids and genetic variants in relation to breast cancer incidence. *J Cancer Epidemiol Prev (iMedPub)*. 2016;1(1).
165. Stern MC, Siegmund KD, Corral R, Haile RW. XRCC1 and XRCC3 polymorphisms and their role as effect modifiers of unsaturated fatty acids and antioxidant intake on colorectal adenomas risk. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. 2005;14(3):609–15.
166. Zafari M, Behmanesh F, Mohammadi AA. Comparison of the effect of fish oil and ibuprofen on treatment of severe pain in primary dysmenorrhea. *Caspian journal of internal medicine*. 2011;2(3):279.
167. Rimm EB, Appel LJ, Chiuve SE, Djoussé L, Engler MB, Kris-Etherton PM, et al. Seafood Long-Chain n-3 Polyunsaturated Fatty Acids and Cardiovascular Disease: A Science Advisory From the American Heart Association. *Circulation*. 2018;138(1):e35–e47.
168. Siscovick DS, Barringer TA, Fretts AM, Wu JH, Lichtenstein AH, Costello RB, et al. Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acid (Fish Oil) Supplementation and the Prevention of Clinical Cardiovascular Disease: A Science Advisory From the American Heart Association. *Circulation*. 2017;135(15):e867–e84.
169. Mozaffarian D, Wu JH. (n-3) fatty acids and cardiovascular health: are effects of EPA and DHA shared or complementary? *J Nutr*. 2012;142(3):614s–25s.
170. Dietary guidelines for Americans, 2020–2025: U.S. Department of Agriculture & U.S. Department of Health and Human Services; 2020 [9th:[Available from: <https://www.dietaryguidelines.gov/>.
171. Breastfeeding and the use of human milk. *Pediatrics*. 2012;129(3):e827–41.
172. O'Connor NR. Infant formula. *Am Fam Physician*. 2009;79(7):565–70.
173. Simmer K, Patole SK, Rao SC. Long-chain polyunsaturated fatty acid supplementation in infants born at term. *Cochrane Database Syst Rev*. 2011(12):Cd000376.
174. Schulzke SM, Patole SK, Simmer K. Long-chain polyunsaturated fatty acid supplementation in preterm infants. *Cochrane Database Syst Rev*. 2011(2):Cd000375.
175. EFSA Panel on Dietetic Products N, Allergies. Scientific Opinion on the Tolerable Upper Intake Level of eicosapentaenoic acid (EPA), docosahexaenoic acid (DHA) and docosapentaenoic acid (DPA). *EFSA Journal*. 2012;10(7):2815.
176. Qualified health claims: letters of enforcement discretion [Available from: <https://www.fda.gov/media/128043/download>.
177. Bhatt DL, Steg PG, Miller M, Brinton EA, Jacobson TA, Ketchum SB, et al. Cardiovascular Risk Reduction with Icosapent Ethyl for Hypertriglyceridemia. *N Engl J Med*. 2019;380(1):11–22.
178. Nicholls SJ, Lincoff AM, Garcia M, Bash D, Ballantyne CM, Barter PJ, et al. Effect of High-Dose Omega-3 Fatty Acids vs Corn Oil on Major Adverse Cardiovascular Events in Patients at High Cardiovascular Risk: The STRENGTH Randomized Clinical Trial. *Jama*. 2020;324(22):2268–80.
179. Lev-Tzion R, Griffiths AM, Leder O, Turner D. Omega 3 fatty acids (fish oil) for maintenance of remission in Crohn's disease. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014;2014(2):Cd006320.
180. Mazereeuw G, Lanctôt KL, Chau SA, Swardfager W, Herrmann N. Effects of -3 fatty acids on cognitive performance: a meta-analysis. *Neurobiol Aging*. 2012;33(7):1482.e17–29.
181. Fish Oil, Krill Oil, and Algal Oil Omega-3 (DHA & EPA) Supplements Review [Available from: <https://www.consumerlab.com/reviews/fish-oil-supplements-review/omega3/>.
182. Dyerberg J, Madsen P, Møller JM, Aardestrup I, Schmidt EB. Bioavailability of marine n-3 fatty acid formulations. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids*. 2010;83(3):137–41.
183. Cunningham E. Are krill oil supplements a better source of n-3 fatty acids than fish oil supplements? *J Acad Nutr Diet*. 2012;112(2):344.
184. Davidson MH, Kling D, Maki KC. Novel developments in omega-3 fatty acid-based strategies. *Curr Opin Lipidol*. 2011;22(6):437–44.
185. Schuchardt JP, Schneider I, Meyer H, Neubronner J, von Schacky C, Hahn A. Incorporation of EPA and DHA into plasma phospholipids in response to different omega-3 fatty acid formulations—a comparative bioavailability study of fish oil vs. krill oil. *Lipids Health Dis*. 2011;10:145.
186. Ulven SM, Holven KB. Comparison of bioavailability of krill oil versus fish oil and health effect. *Vasc Health Risk Manag*. 2015;11:511–24.

187. Ramprasath VR, Eyal I, Zchut S, Jones PJ. Enhanced increase of omega-3 index in healthy individuals with response to 4-week n-3 fatty acid supplementation from krill oil versus fish oil. *Lipids Health Dis.* 2013;12:178.
188. Ulven SM, Kirkhus B, Lamglait A, Basu S, Elind E, Haider T, et al. Metabolic effects of krill oil are essentially similar to those of fish oil but at lower dose of EPA and DHA, in healthy volunteers. *Lipids.* 2011;46(1):37–46.
189. Salem N, Jr., Kuratko CN. A reexamination of krill oil bioavailability studies. *Lipids Health Dis.* 2014;13:137.
190. Yurko-Mauro K, Kralovec J, Bailey-Hall E, Smeberg V, Stark JG, Salem N, Jr. Similar eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid plasma levels achieved with fish oil or krill oil in a randomized double-blind four-week bioavailability study. *Lipids Health Dis.* 2015;14:99.
191. Köhler A, Sarkkinen E, Tapola N, Niskanen T, Bruheim I. Bioavailability of fatty acids from krill oil, krill meal and fish oil in healthy subjects—a randomized, single-dose, cross-over trial. *Lipids Health Dis.* 2015;14:19.
192. Arterburn LM, Oken HA, Bailey Hall E, Hamersley J, Kuratko CN, Hoffman JP. Algal-oil capsules and cooked salmon: nutritionally equivalent sources of docosahexaenoic acid. *J Am Diet Assoc.* 2008;108(7):1204–9.
193. Buckley MS, Goff AD, Knapp WE. Fish oil interaction with warfarin. *Ann Pharmacother.* 2004;38(1):50–2.
194. Bender NK, Kraynak MA, Chiquette E, Linn WD, Clark GM, Bussey HI. Effects of Marine Fish Oils on the Anticoagulation Status of Patients Receiving Chronic Warfarin Therapy. *J Thromb Thrombolysis.* 1998;5(3):257–61.
195. Wachira JK, Larson MK, Harris WS. n-3 Fatty acids affect haemostasis but do not increase the risk of bleeding: clinical observations and mechanistic insights. *Br J Nutr.* 2014;111(9):1652–62.
196. LOVAZA (omega-3-acid ethyl esters) Capsules [Available from: https://www.accessdata.fda.gov/drugsatfda_docs/label/2009021654/s0231b1.pdf.
197. Innes JK, Calder PC. Omega-6 fatty acids and inflammation. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids.* 2018;132:41–8.
198. Blasbalg TL, Hibbeln JR, Ramsden CE, Majchrzak SF, Rawlings RR. Changes in consumption of omega-3 and omega-6 fatty acids in the United States during the 20th century. *Am J Clin Nutr.* 2011;93(5):950–62.
199. Brenna JT, Varamini B, Jensen RG, Diersen-Schade DA, Boettcher JA, Arterburn LM. Docosahexaenoic and arachidonic acid concentrations in human breast milk worldwide. *Am J Clin Nutr.* 2007;85(6):1457–64.
200. Ponnampalam EN, Sinclair AJ, Holman BWB. The Sources, Synthesis and Biological Actions of Omega-3 and Omega-6 Fatty Acids in Red Meat: An Overview. *Foods.* 2021;10(6).
201. Calder PC, Albers R, Antoine JM, Blum S, Bourdet-Sicard R, Ferns GA, et al. Inflammatory disease processes and interactions with nutrition. *Br J Nutr.* 2009;101 Suppl 1:S145–.
202. Calder PC, Ahluwalia N, Albers R, Bosco N, Bourdet-Sicard R, Haller D, et al. A consideration of biomarkers to be used for evaluation of inflammation in human nutritional studies. *Br J Nutr.* 2013;109 Suppl 1:S1–34.
203. Djuricic I, Calder PC. Beneficial Outcomes of Omega-6 and Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids on Human Health: An Update for 2021. *Nutrients.* 2021;13(7).
204. Simopoulos A. The omega-6/omega-3 fatty acid ratio: Health implications. *OCL – Oleagineux Corps Gras Lipides.* 2010;17:267–75.
205. Simopoulos AP. Omega-3 fatty acids in wild plants, nuts and seeds. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition.* 2002;11:S163–S73.
206. Brox JH, Killie JE, Osterud B, Holme S, Nordøy A. Effects of cod liver oil on platelets and coagulation in familial hypercholesterolemia (type IIa). *Acta Med Scand.* 1983;213(2):137–44.
207. Joist JH, Baker RK, Schonfeld G. Increased in vivo and in vitro platelet function in type II- and type IV-hyperlipoproteinemia. *Thromb Res.* 1979;15(1-2):95108–.
208. Simopoulos AP. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomed Pharmacother.* 2002;56(8):365–79.
209. Gaeini Z, Mirmiran P, Azizi F. Association of Dietary Fat Quality Indices and the Risk of Metabolic Syndrome: Tehran Lipid and Glucose Study. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism.* 2023;25(2):110–9.
210. Jang H, Park K. Omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids and metabolic syndrome: A systematic review and meta-analysis. *Clin Nutr.* 2020;39(3):765–73.
211. Zhang Y, Sun Y, Yu Q, Song S, Brenna JT, Shen Y, et al. Higher ratio of plasma omega-6/omega-3 fatty acids is associated with greater risk of all-cause, cancer, and cardiovascular mortality: A population-based cohort study in UK Biobank. *Elife.* 2024;12.
212. Mazidi M, Shekoobi N, Katsiki N, Banach M. Omega-6 fatty acids and the risk of cardiovascular disease: insights from a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials and a Mendelian randomization study. *Arch Med Sci.*



2022;18(2):466–79.

213. Simopoulos AP. An Increase in the Omega-6/Omega-3 Fatty Acid Ratio Increases the Risk for Obesity. *Nutrients*. 2016;8(3):128.
214. Sikaroudi MK, Ebrahimi Z, Darzi M, Shateri Z, Nouri M, Masoodi M, et al. Does a High Ratio of Dietary Omega-6/Omega-3 Fatty Acids Increase the Risk of Helicobacter pylori Infection? A Case–Control Study. *Clinical Nutrition Research*. 2024;13(3):176.
215. Khanaki K, Nouri M, Ardekani AM, Ghassemzadeh A, Shahnazi V, Sadeghi MR, et al. Evaluation of the relationship between endometriosis and omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids. *Iranian Biomedical Journal*. 2012;16(1):38.
216. Mirmiran P, Esfandyari S, Moghadam SK, Bahadoran Z, Azizi F. Fatty acid quality and quantity of diet and risk of type 2 diabetes in adults: Tehran Lipid and Glucose Study. *Journal of Diabetes and its Complications*. 2018;32(7):655–9.
217. Safarinejad MR, Hosseini SY, Dadkhah F, Asgari MA. Relationship of omega-3 and omega-6 fatty acids with semen characteristics, and anti-oxidant status of seminal plasma: a comparison between fertile and infertile men. *Clinical nutrition*. 2010;29(1):100–5.
218. Sanders TA. Omega-6 Fatty Acids and Cardiovascular Disease: Are We Getting Closer to the Truth?: Lippincott Williams & Wilkins Hagerstown, MD; 2019. p. 2437–9.
219. Retterstøl K, Rosqvist F. Fat and fatty acids – a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. *Food Nutr Res*. 2024;68.
220. Elbossaty WF. Clinical influence of triple omega fatty acids (Omega-3, 6, 9). *Omega*. 2018;3(6):9.
221. Wang Y, Jin J, Wu G, Wei W, Jin Q, Wang X. Omega-9 monounsaturated fatty acids: a review of current scientific evidence of sources, metabolism, benefits, recommended intake, and edible safety. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2025;65(10):1857–77.
222. Perdomo L, Beneit N, Otero YF, Escribano Ó, Díaz-Castroverde S, Gomez-Hernández A, et al. Protective role of oleic acid against cardiovascular insulin resistance and in the early and late cellular atherosclerotic process. *Cardiovasc Diabetol*. 2015;14:75.
223. .Pasteur-Rousseau A, Tedgui A. ATHEROSCLEROSIS and LDL-cholesterol: Another Brick In The Wall. *Annales de Cardiologie et d'Angéiologie*. 2022;71.
224. Jones PJ, MacKay DS, Senanayake VK, Pu S, Jenkins DJ, Connelly PW, et al. High-oleic canola oil consumption enriches LDL particle cholesteryl oleate content and reduces LDL proteoglycan binding in humans. *Atherosclerosis*. 2015;238(2):231–8.
225. Galán-Arriero I, Serrano-Muñoz D, Gomez-Soriano J, Goicoechea C, Taylor J, Velasco A, et al. The role of Omega-3 and Omega-9 fatty acids for the treatment of neuropathic pain after neurotrauma. *Biochim Biophys Acta Biomembr*. 2017;1859(9 Pt B):1629–35.
226. Morales-Lázaro SL, Llorente I, Sierra-Ramírez F, Lopez-Romero AE, Ortiz-Rentería M, Serrano-Flores B, et al. Inhibition of TRPV1 channels by a naturally occurring omega-9 fatty acid reduces pain and itch. *Nat Commun*. 2016;7:13092.
227. Soto-Alarcon SA, Valenzuela R, Valenzuela A, Videla LA. Liver Protective Effects of Extra Virgin Olive Oil: Interaction between Its Chemical Composition and the Cell-signaling Pathways Involved in Protection. *Endocr Metab Immune Disord Drug Targets*. 2018;18(1):75–84.
228. Liang X, Huang Y, Pan X, Hao Y, Chen X, Jiang H, et al. Erucic acid from *Isatis indigotica* Fort. suppresses influenza A virus replication and inflammation in vitro and in vivo through modulation of NF-κB and p38 MAPK pathway. *J Pharm Anal*. 2020;10(2):130–46.
229. Valenzuela R, Videla LA. Impact of the Co-Administration of N-3 Fatty Acids and Olive Oil Components in Preclinical Nonalcoholic Fatty Liver Disease Models: A Mechanistic View. *Nutrients*. 2020;12(2).
230. Valenzuela R, Videla LA. Crosstalk mechanisms in hepatoprotection: Thyroid hormone-docosahexaenoic acid (DHA) and DHA-extra virgin olive oil combined protocols. *Pharmacol Res*. 2018;132:168–75.
231. Fan G, Li Y, Liu Y, Suo X, Jia Y, Yang X. Gondoic acid alleviates LPS-induced Kupffer cells inflammation by inhibiting ROS production and PKC/ERK/STAT3 signaling pathway. *Int Immunopharmacol*. 2022;111:109171.
232. Farag MA, Gad MZ. Omega-9 fatty acids: potential roles in inflammation and cancer management. *J Genet Eng Biotechnol*. 2022;20(1):48.
233. Medeiros-de-Moraes IM, Gonçalves-de-Albuquerque CF, Kurz AR, Oliveira FMdJ, Abreu VHPd, Torres RC, et al. Omega-9 oleic acid, the main compound of olive oil, mitigates inflammation during experimental sepsis. *Oxidative Medicine and Cellular*

- Longevity. 2018;2018(1):6053492.
234. Huang Y-X, Lin Y-C, Lin C-K, Huang H-M. -9 monounsaturated fatty acids in *Sapindus mukorossi* seed oil enhance calcium deposition expression of Wharton's jelly mesenchymal stem cells. *Tissue and Cell*. 2024;91:102595.
235. Mousavi SN, Koohdani F, Shidfar F, Shafiei-Neek L. Effects of Diets Enriched in Omega-9 or Omega-6 Fatty Acids on Reproductive Process. *J Family Reprod Health*. 2016;10(2):85-91.
236. Joint F, Consultation WE. Fats and fatty acids in human nutrition. Report of an expert consultation. 2008;10(14):155-83.
237. Delgado GE, Krämer BK, Lorkowski S, März W, von Schacky C, Kleber ME. Individual omega-9 monounsaturated fatty acids and mortality-The Ludwigshafen Risk and Cardiovascular Health Study. *J Clin Lipidol*. 2017;11(1):12635-.e5.
238. Cholesterol [Available from: <https://medlineplus.gov/cholesterol.html>].



فصل سوم

نقش چربی‌ها و روغن‌ها
در رژیم غذایی روزانه

.....

وظایف چربی در بدن

از نقطه نظر تغذیه، چربی‌های غذایی برای چندین جنبه مرتبط با سلامتی و برای عملکرد بهینه بدن انسان مهم هستند. چربی‌های غذایی فقط منبع انرژی نیستند. آنها به عنوان بلوک‌های ساختمانی بدن عمل می‌کنند، ویتامین‌های محلول در چربی را حمل می‌کنند، در فرآیندهای فیزیولوژیکی حیاتی در بدن نقش دارند و برای تعدادی از عملکردهای مهم بیولوژیکی از جمله رشد و تکامل ضروری هستند که در وظایف چربی برای حفظ و سلامت بدن به شرح زیر می‌باشد.

۱. تامین انرژی

چربی‌ها به همراه کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها، منبع انرژی در رژیم غذایی انسان هستند. چربی منبع تامین کننده ۹ کیلوکالری در هر گرم مصرفی است که بیش از دو برابر محتوای انرژی پروتئین یا کربوهیدرات (۴ کیلوکالری در گرم) و بیش از چهار برابر محتوای انرژی فیبر (۲ کیلوکالری در گرم) است. چربی می‌تواند در بافت چربی بدن ذخیره شود، که در صورت نیاز به انرژی، اسیدهای چرب آزاد می‌کند. تری‌گلیسیریدها نوع اصلی چربی ذخیره در بدن ما هستند. آنها از غذاهای چرب مانند کره و روغن که مصرف می‌کنیم به دست می‌آیند و بدن ما نیز آنها را از گلوکز یا کربوهیدرات‌های اضافی در رژیم غذایی ما می‌سازد. از آنجا که آنها از سه اسید چرب و یک گلیسرول ساخته شده‌اند، به ویژه برای ذخیره انرژی مناسب هستند - آنها بیش از دو برابر کربوهیدرات‌ها یا پروتئین‌ها انرژی دارند. بدن ما مقداری از چربی را که مصرف می‌کنیم بلافاصله به عنوان انرژی استفاده می‌کند، اما بقیه را از طریق جریان خون برای ذخیره در سلول‌های چربی به بیرون می‌فرستد (۱).

۲. جزء ساختاری

غشاهای اطراف سلول‌ها در بدن ما به طور فیزیکی داخل سلول را از بیرون جدا می‌کنند و حرکت مواد را به داخل و خارج سلول کنترل می‌کنند. آنها عمدتاً از فسفولیپیدها، تری‌گلیسیریدها و کلسترول ساخته شده‌اند. هم طول و هم اشباع اسیدهای چرب از فسفولیپیدها و تری‌گلیسیریدها بر آرایش غشا و در نتیجه سیالیت آن تأثیر می‌گذارد. اسیدهای چرب با زنجیره کوتاه‌تر و اسیدهای چرب غیراشباع، سفتی و چسبناکی کمتری دارند و باعث انعطاف پذیری غشاها می‌شوند. این بر طیفی از عملکردهای بیولوژیکی مهم مانند فرآیند آندوسیتوز تأثیر می‌گذارد که در آن یک سلول خود را به دور یک ذره می‌پیچد تا امکان جذب آن را فراهم کند. مغز بسیار غنی از چربی (۶۰٪) است و دارای ترکیب اسیدهای چرب منحصر به فرد است. اسید دوکوزاهگزانوئیک (DHA) اصلی‌ترین اسید چرب مغز است. لیپیدهای شبکه‌ای نیز حاوی غلظت بسیار بالایی از DHA هستند (۱).

۳. حامل ویتامین ها

در رژیم غذایی، چربی حامل ویتامین های محلول در چربی A، D، E و K است و از جذب آنها در روده پشتیبانی می کند. بنابراین مصرف مقادیر کافی از غذاهای چرب حاوی این ویتامین ها برای دریافت کافی این ریزمغذی ها ضروری است.

۴. عایق و محافظت کننده

میانگین چربی بدن برای مردان ۱۸ تا ۲۴ درصد و برای زنان ۲۵ تا ۳۱ درصد است. مقداری از این چربی در حفره شکمی ذخیره می شود که به آن چربی احشایی می گویند و مقداری نیز درست در زیر پوست ذخیره می شود که به آن چربی زیر جلدی می گویند. چربی احشایی از اندام های حیاتی مانند قلب، کلیه ها و کبد محافظت می کند. لایه پوششی چربی زیر جلدی بدن را در برابر دمای شدید عایق می کند و به کنترل آب و هوای داخلی کمک می کند. دست ها و لگن ما را می پوشاند و از اصطکاک جلوگیری می کند، زیرا این نواحی اغلب با سطوح سخت در تماس هستند.

۵. تولید هورمون ها

چربی ها به بدن در تولید و تنظیم هورمون ها کمک می کنند. به عنوان مثال، بافت چربی هورمون لپتین را ترشح می کند که وضعیت انرژی بدن را نشان می دهد و به تنظیم اشتها کمک می کند. چربی همچنین برای سلامت باروری لازم است. زنی که مقدار کافی چربی نداشته باشد ممکن است قاعدگی نداشته باشد و تا زمانی که بدنش نتواند انرژی بیشتری را به عنوان چربی ذخیره کند قادر به باردار شدن نباشد.

میزان نیاز به دریافت روغن و اسیدهای چرب

WHO دستورالعمل خود را در مورد چربی کل، چربی اشباع شده و ترانس و کربوهیدرات ها بر اساس آخرین شواهد علمی به روز کرده است (۲).

سه دستورالعمل جدید، دریافت اسیدهای چرب اشباع و اسیدهای چرب ترانس برای بزرگسالان و کودکان، دریافت کل چربی برای جلوگیری از افزایش وزن ناسالم در بزرگسالان و کودکان و دریافت کربوهیدرات برای بزرگسالان و کودکان، حاوی توصیه هایی است که هدف آنها کاهش خطر است. WHO با راهنمایی خود در مورد چربی رژیم غذایی اشاره می کند که هم کمیت و هم کیفیت برای سلامتی مهم هستند. سازمان جهانی بهداشت مجدداً تأیید می کند که بزرگسالان باید مصرف کل چربی را به ۳۰٪ از کل انرژی دریافتی یا کمتر محدود کنند. چربی مصرف شده توسط افراد ۲ سال و بالاتر باید عمدتاً اسیدهای چرب غیراشباع باشد، به طوری که بیش از ۱۰٪ از کل انرژی دریافتی از اسیدهای چرب اشباع شده و بیش از ۱٪ از کل انرژی دریافتی از اسیدهای چرب ترانس از هر دو منبع حیوانی و گیاهی تامین نشود. البته انجمن قلب آمریکا بیش از ۶٪ منبع قابل اعتماد کالری روزانه شما را از چربی های اشباع توصیه نمی کند (۳).

اسیدهای چرب اشباع و ترانس در رژیم غذایی را می‌توان با سایر مواد مغذی مانند اسیدهای چرب چند غیراشباع، اسیدهای چرب تک غیراشباع از منابع گیاهی، یا کربوهیدرات‌های موجود در غذاهای حاوی فیبر غذایی طبیعی، مانند غلات کامل، سبزیجات، میوه‌ها و حبوبات جایگزین کرد. اسیدهای چرب اشباع شده را می‌توان در گوشت‌های چرب، غذاهای لبنی و چربی‌ها و روغن‌های سفت مانند کره، روغن نیمه جامد، روغن پالم و روغن نارگیل و اسیدهای چرب ترانس در غذاهای پخته و سرخ‌شده، تنقلات از پیش بسته‌بندی شده، غذاهای لبنی از حیوانات نشخوارکننده مانند گاو یا گوسفند و... یافت.

جدول ۱-۳- میزان نیاز به چربی و اسیدهای چرب مختلف برای نوزادان (۴)

سن	دریافت کافی (AI)
۰-۶ ماه	چربی کل: ۳۱ گرم در روز
	اسیدهای چرب چند غیراشباع امگا-۶: ۴/۴ گرم در روز
	اسیدهای چرب چند غیراشباع امگا-۳: ۵/۵ گرم در روز
۷-۱۲ ماه	چربی کل: ۳۰ گرم در روز
	اسیدهای چرب چند غیراشباع امگا-۶: ۴/۴ گرم در روز
	اسیدهای چرب چند غیراشباع امگا-۳: ۵/۵ گرم در روز

مقدار کافی برای دریافت در ۶-۰ ماه اول، بر اساس ضرب میانگین مصرف شیر مادر (۷۸٪ لیتر در روز) در میانگین غلظت چربی و اسیدهای چرب امگا-۶ و امگا-۳ در شیر مادر (به ترتیب ۴۰، ۵/۶ و ۶۳٪ گرم در لیتر) توسط انجمن غذا و تغذیه (FNB) تنظیم شده است. برای ۷ تا ۱۲ ماه، مقدار کافی بر اساس ضرب میانگین دریافت شیر مادر (۶/۶ لیتر در روز) در میانگین غلظت چربی و اسیدهای چرب ۶-۳n یا ۳-۳n در شیر مادر (به ترتیب ۴۰، ۵/۶ و ۶۳٪ گرم در لیتر) و اضافه کردن مقدار دریافت غذایی (به ترتیب ۱۱٪ گرم در روز) تنظیم شده است.

جدول ۲-۳- میزان نیاز به چربی و اسیدهای چرب مختلف برای کودکان، نوجوانان و بزرگسالان (۴)

سن	دریافت کافی (AI)		
	لینولئیک اسید	آلفا-لینولئیک اسید	کل اسیدهای بلند زنجیر امگا-۳ (DPA, DHA, EPA)
پسران و دختران			
۱ تا ۳ سال	۵ گرم در روز	۵٪ گرم در روز	۴۰ میلی گرم در روز
۴ تا ۸ سال	۸ گرم در روز	۸٪ گرم در روز	۵۵ میلی گرم در روز
پسران			
۹ تا ۱۳ سال	۱۰ گرم در روز	۱ گرم در روز	۷۰ میلی گرم در روز
۱۴ تا ۱۸ سال	۱۲ گرم در روز	۱/۲ گرم در روز	۱۲۵ میلی گرم در روز
دختران			
۹ تا ۱۳ سال	۸ گرم در روز	۸٪ گرم در روز	۷۰ میلی گرم در روز
۱۴ تا ۱۸ سال	۸ گرم در روز	۸٪ گرم در روز	۸۵ میلی گرم در روز
بزرگسالان بالای ۱۹ سال			
مرد	۱۳ گرم در روز	۳٪ گرم در روز	۱۶۰ میلی گرم در روز
زن	۸ گرم در روز	۸٪ گرم در روز	۹۰ میلی گرم در روز

مقدار کافی برای لینولئیک اسید و آلفا-لینولئیک اسید براساس بالاترین میانگین دریافت این مواد در هر یک از گروه‌های سنی مرتبط با جنسیت تعیین شده است و برای اسیدهای بلند زنجیر امگا-۳، به منظور غلبه بر نابرابری جنسیتی ناشی از مصرف نسبی بالاتر در مردان بالغ جوان، مقدار کافی بر اساس مصرف متوسط تمام بزرگسالان تنظیم شد. این مقادیر الزاماً بازتاب‌دهنده مصرف بهینه نیستند، بلکه نشان‌دهنده مصرفی هستند که در جمعیتی بدون کمبود آشکار اسیدهای چرب ضروری مشاهده می‌شود. همچنین، مقادیر هدف پیشنهادی مرتبط با پیشگیری از بیماری‌های مزمن شامل مقادیری است که می‌توانند به بهبود وضعیت تغذیه‌ای کمک کنند.

جدول ۳-۳- میزان نیاز به چربی و اسیدهای چرب مختلف در دوران بارداری (۴)

سن	دریافت کافی (AI)		
	لینولئیک اسید	آلفا-لینولئیک اسید	کل اسیدهای بلند زنجیر امگا-۳ (DPA, DHA, EPA)
۱۴ تا ۱۸ سال	۱۰ گرم در روز	۱ گرم در روز	۱۱۰ میلی گرم در روز
۱۹ تا ۵۰ سال	۱۰ گرم در روز	اگرم در روز	۱۱۵ میلی گرم در روز

تقاضای اسیدهای چرب امگا-۶ و امگا-۳ برای رشد بافت‌های جفت و جنین باید از ذخایر مادر یا افزایش مصرف رژیم غذایی تأمین شود. با این حال، اطلاعات کافی برای ارزیابی نیازهای اضافی در دوران بارداری وجود ندارد. به همین دلیل، مقدار کافی دریافت برای دوران بارداری براساس میزان دریافت مناسب برای زنان غیر باردار تنظیم شده است و مقدار اضافی نیز با توجه به افزایش میانگین وزن بدن در دوران بارداری (ضرب در ۱/۲۵) لحاظ شده است.

جدول ۴-۳- میزان نیاز به چربی و اسیدهای چرب مختلف در دوران شیردهی

سن	دریافت کافی (AI)		
	لینولئیک اسید	آلفا-لینولئیک اسید	کل اسیدهای بلند زنجیر امگا ۳ (DPA, DHA, EPA)
۱۴ تا ۱۸ سال	۱۲ گرم در روز	۱/۲ گرم در روز	۱۴۰ میلی‌گرم در روز
۱۹ تا ۵۰ سال	۱۲ گرم در روز	۱/۲ گرم در روز	۱۴۵ میلی‌گرم در روز

به دلیل کمبود اطلاعات مرتبط با نیازهای دوران بارداری، مقدار کافی دریافت براساس داده‌های زنان غیر باردار و غیر شیرده، به همراه داده‌های مربوط به نوزادان تنظیم شده است. از آنجا که توصیه مربوط به نوزاد تنها شامل یک مقدار برای کل امگا-۳ بر اساس غلظت شیر مادر است، این مقدار به همان نسبت میان آلفا-لینولئیک اسید و اسیدهای بلند زنجیر امگا-۳ که در مقدار مناسب مادر هنگام ارزیابی نیاز اضافی اعمال شده، تقسیم شده است.

سطح بالای مصرف (UL)

- اسید لینولئیک: هیچ سطح بالای مصرف (UL) تعیین نشده است؛ زیرا اطلاعاتی مبنی بر وجود عوارض جانبی در سطوح بالا موجود نیست.
- آلفا-لینولئیک اسید: برای این ماده نیز UL تنظیم نشده است؛ زیرا سطوحی که ممکن است عوارض جانبی ایجاد کند، شناخته نشده‌اند. اسیدهای چرب زنجیره بلندتر مانند EPA، DHA و DPA، که از آلفا-لینولئیک اسید مشتق می‌شوند، از نظر بیولوژیکی فعال‌تر از آن هستند.
- اسیدهای چرب بلند زنجیر امگا-۳ (DPA و DHA، EPA)
 - نوزادان (۰-۱۲ ماهگی): تعیین سطح بالای مصرف امکان‌پذیر نیست.
 - کودکان، نوجوانان و بزرگسالان: ۳۰۰۰ میلی‌گرم در روز

شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد مصرف بالای این اسیدهای چرب ممکن است بر پاسخ ایمنی اثر گذاشته و زمان خونریزی را طولانی‌تر کند. با این حال، این آزمایش‌ها در شرایط آزمایشگاهی انجام شده‌اند و مشخص نیست که نتایج به شرایط واقعی بدن انسان چگونه منتقل می‌شوند. مواردی از زمان‌های

خونریزی طولانی مدت در برخی جمعیت‌ها مشاهده شده است، اما ارتباط آن با مصرف بالا امگا-۳ بلندزنجیر قطعی نیست. سازمان غذا و داروی ایالات متحده سطح مصرف ۳۰۰۰ میلی‌گرم در روز را به عنوان حد ایمن برای اسیدهای چرب امگا-۳ بلندزنجیر تعیین کرده است، که در اینجا به عنوان سطح بالای مصرف برای کودکان، نوجوانان و بزرگسالان پذیرفته شده است. همچنین، دستیابی به این سطح مصرف تنها از طریق غذاهای دریایی بعید است؛ در صورت مصرف چنین مقدار، باید اثرات سموم احتمالی مانند جیوه در نظر گرفته شود. تعیین سطح بالای مصرف برای نوزادان امکان پذیر نیست.

منابع

1. The Functions of Fats [Available from
2. :<https://openoregon.pressbooks.pub/nutritionscience2e/chapter/5a-function-of-fats/>.
3. WHO updates guidelines on fats and carbohydrates 17 July 2023 [Available from: <https://www.who.int/news/item/17-07-2023-who-updates-guidelines-on-fats-and-carbohydrates>.
4. How Many Grams of Fat Should You Eat Per Day? November 16, 2024 [Available from: <https://www.healthline.com/nutrition/how-much-fat-to-eat>.
5. Fats: Total fat & fatty acids [Available from: <https://www.eatforhealth.gov.au/nutrient-reference-values/nutrients/fats-total-fat-fatty-acids>.



فصل چهارم
نحوه تولید
روغن های مایع،
نیمه جامد و شورتینگ



ترکیبات شیمیایی و آلاینده‌های روغن‌های گیاهی

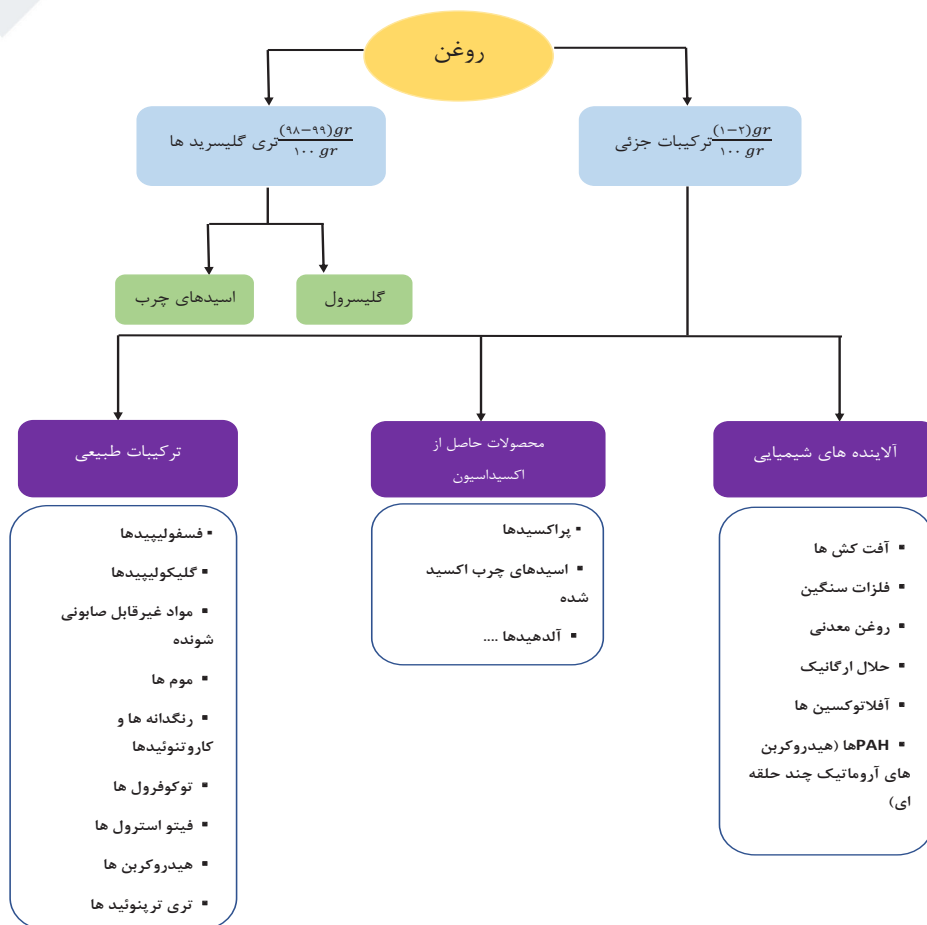
روغن‌ها و چربی‌های گیاهی از جمله مواد غذایی مهم و ضروری هستند که عموماً حدود ۹۸ درصد از آن‌ها را تری‌گلیسیریدها تشکیل می‌دهند که حاصل واکنش بین گلیسرول و اسیدهای چرب است و بقیه ترکیبات شامل ترکیباتی از جمله فیتواسترول‌ها، توکوفرول‌ها و پلی‌فنل‌ها می‌باشند که دارای فواید مهمی برای سلامتی انسان هستند (۱-۳).

روغن‌های استخراج شده از دانه‌ها و میوه‌های روغنی حاوی ترکیبات دیگری از جمله اسیدهای چرب آزاد، موم‌ها، محصولات حاصل از اکسیداسیون از جمله پراکسیدها، آلدئیدها و اسیدهای چرب اکسید شده نیز هستند که حضور آنها نامطلوب است و بر پایداری و خصوصیات کیفی روغن‌ها تأثیرات نامطلوب می‌گذارند و به طور مثال باعث ایجاد طعم و بوی نامطبوع و تأثیر بر ویژگی‌های عملکردی روغن‌ها می‌شوند (۴، ۵). شایان ذکر است که روغن‌های گیاهی می‌توانند حاوی برخی آلاینده‌ها از جمله آفت‌کش‌ها، فلزات سنگین، هیدروکربن‌های آروماتیک، روغن معدنی (MOAH)^۱، آفلاتوکسین‌ها، دیوکسین‌ها^۲، هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای (PAH)^۳ و بقایای حلال آلی باشند (۶، ۷). منشأ این آلاینده‌ها می‌تواند مزرعه‌ای که محل کشت فرآورده‌های روغنی بوده است، سیستم حمل و نقل و نگهداری دانه‌ها، کارخانه روغن‌کشی و محل ذخیره و انتقال روغن خام باشد (۸). فرآیندی که ترکیبات نامطلوب و سمی را از روغن خام جدا می‌کند، تصفیه (Refining) نامیده می‌شود (۴). شکل زیر نمایی کلی از ترکیبات شیمیایی و آلاینده‌های روغن‌های گیاهی است.

۱. MOAH: Mineral oil aromatic hydrocarbons

۲. دی‌اکسین‌ها: دی‌اکسین‌ها گروهی از ترکیبات آلی هستند و یکی از آلاینده‌های زیست بوم به شمار می‌آیند.

۳. PAH: Polycyclic aromatic hydrocarbons



نمودار ۱-۴- ترکیبات شیمیایی و آلاینده های روغن های گیاهی

جدول ۱-۴- منشا و اثرات اجزاء موجود در روغن های گیاهی

جزء	منشاء	اثرات
اسیدهای چرب آزاد	تجزیه تری گلیسریدها	۱) طعم نامطلوب، دود کردن در اثر حرارت دیدن ۲) هیدرولیز
فسفاتیدها	ترکیبات طبیعی	۱) حالت کدر (نمای ابری) ۲) ایجاد عطر و طعم نامطلوب در روغن ۳) تیره شدن رنگ در اثر حرارت دیدن
محصولات حاصل از اکسیداسیون	اکسیداسیون اسیدهای چرب غیر اشباع	۱) طعم نامطلوب ۲) کاهش پایداری ۳) ایجاد رنگ نامطلوب و کاهش ارزش تغذیه ای
طعم ها	ترکیبات طبیعی دانه ها، اثر اکسیداسیون	۱) ترکیبات حاوی بو نامطبوع ۲) عطر و طعم نامطلوب
موم ها و رنگدانه ها	ترکیبات طبیعی دانه ها	۱) ترکیبات حاوی بوی نامطبوع ۲) عطر و طعم نامطلوب
فلزات (آهن و مس)، آلودگی های شیمیایی فلزات سنگین، آفت کش ها، هیدروکربن های آروماتیک، مایکوتوکسین ها، دی اکسین ها	آلودگی های حاصل از انبارش، حمل و نقل و فرآیند تصفیه	۱) سرعت بخشی به اکسید شدن روغن ۲) کاهش پایداری ۳) کاهش ایمنی در برابر سمیت

روغن نباتی از دو منبع اصلی تامین و تولید می شود: دانه های روغنی و روغن های خام وارداتی. در بخش نخست، دانه های روغنی مانند سویا، کلزا و آفتابگردان در داخل کشور کشت و پس از برداشت، در کارخانه های روغن کشی استخراج و تصفیه می شوند تا به روغن خوراکی تبدیل شوند. در بخش دوم، به منظور تامین نیاز بازار و جبران کمبود تولید داخلی، روغن خام از سایر کشورها وارد شده و پس از انجام مراحل تصفیه به عنوان روغن نباتی در دسترس قرار می گیرد.

تصفیه روغن های گیاهی به دو روش شیمیایی و فیزیکی انجام می شود. در تصفیه شیمیایی اسیدهای چرب آزاد از طریق خنثی شدن با سود (NaOH) حذف می شوند اما در تصفیه فیزیکی این ترکیبات از طریق تقطیر با خلا بالا و تزریق بخار از روغن حذف می شوند (۵).

تصفیه شیمیایی روغن

تصفیه شیمیایی روشی است که از زمان‌های قدیم استفاده می‌شده است و هر مرحله از آن برای حذف ترکیبات خاصی از روغن‌های گیاهی طراحی شده است. تصفیه شیمیایی دارای شش مرحله است:

۱. صمغ‌گیری (Degumming): هدف آن حذف فسفولیپیدها و صمغ‌های موسیلاژی است (۹).
۲. خنثی‌سازی (Neutralization): هدف آن حذف اسیدهای چرب آزاد (FFA)، فسفولیپیدها، فلزات سنگین و کلروفیل هاست (۱۰، ۱۱).
۳. شستشو و خشک کردن: حذف باقیمانده صابون‌ها و آب هدف این مرحله است.
۴. رنگبری: هدف حذف رنگدانه‌ها، پراکسید، باقیمانده صابون، باقیمانده اسیدهای چرب و نمک‌ها و فلزات می‌باشد (۹، ۱۱).

۹۵

۵. موم‌گیری: هدف حذف موم‌ها در روغن‌هایی است که غنی از موم هستند (۱۲).
 ۶. بی‌بو کردن: مرحله آخر فرآیند شیمیایی حذف مواد فرار، آفت کش و سموم قارچی، کاربونتوئیدها و اسیدهای چرب آزاد و کاهش ترکیبات حاصل از اکسیداسیون روغن است (۱۳-۱۶).
- مراحل فوق به طور کلی به بهبود کیفیت روغن و افزایش ماندگاری آن کمک می‌کند اما باید توجه داشت که برخی ترکیبات مفید مانند توکوفرول‌ها طی فرآیند تصفیه کاهش پیدا می‌کنند.

۱. صمغ‌گیری Degumming

صمغ‌گیری مرحله‌ای حیاتی در فرآیند تصفیه روغن‌های گیاهی است. این مرحله امکان حذف صمغ‌ها یا موسیلاژ را فراهم می‌کند که عمدتاً از فسفولیپیدها تشکیل شده‌اند و همچنین ترکیباتی مانند کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و مقادیر کمی از فلزات را از روغن خام جدا می‌کند (۴، ۱۷).

فسفولیپیدها یا فسفاتیدها به طور طبیعی در روغن‌ها وجود دارند. این ترکیبات واسطه‌های بیوشیمیایی مهمی در رشد و عملکرد سلول‌های گیاهی هستند (۱۸).

فسفاتیدیل کولین (PC)، فسفاتیدیل اتانول آمین (PE)، فسفاتیدیل سرین (PS) و فسفاتیدیل اینوزیتول (PI) از انواع اصلی فسفولیپیدها هستند (۱۳).

به طور کلی روغن‌های گیاهی حاوی دو نوع فسفولیپید هستند: هیدراته شونده و غیرهیدراته شونده (۱۸-۲۰). این ترکیبات می‌توانند یون‌های فلزی (مس و آهن) را به دام انداخته و از فعالیت کاتالیزوری آن‌ها در تولید رادیکال‌های آزاد در روغن‌های خام جلوگیری کنند (۲۱). در عین حال، حضور این ترکیبات در روغن‌های خام مشکلات زیادی را برای ذخیره‌سازی و تصفیه ایجاد می‌کنند. فسفولیپیدها اغلب با فلزات سنگین همراه هستند که به عنوان کاتالیزور در واکنش‌های اکسیداسیون عمل می‌کنند و گاهی اوقات می‌توانند به عنوان پرواکسیدان در روغن‌های گیاهی عمل کنند (۲۲).

حذف ناقص ترکیبات غنی از فسفر در طی مرحله خنثی‌سازی قلیایی، مشکلاتی را در مراحل بعدی پالایش

ایجاد می‌کند که منجر به تشکیل رنگ تیره در طول ذخیره سازی می‌شود (۲۳). با توجه به مطالب ذکر شده حذف این ترکیبات از روغن های خام ضروری است. در واقع مرحله صمغ گیری شامل حذف تمام ترکیباتی است که ممکن است از طریق هیدراته شدن نامحلول شوند (فسفولیپیدها، گلیکولیپیدها، پروتئین ها و غیره) (۲۱). صمغ گیری به چهار روش انجام می‌گیرد: صمغ گیری با آب، صمغ گیری با اسید، صمغ گیری خشک و صمغ گیری آنزیمی. تصفیه شیمیایی معمولاً با مرحله صمغ گیری آغاز می‌شود. آماده سازی قبل از صمغ گیری شامل مخلوط کردن روغن با مقدار کمی اسید (مانند اسید فسفریک یا سیتریک) برای جداسازی فسفولیپیدهای غیر هیدراته شونده است (۱۷).

برای برخی روغن ها صمغ گیری اولیه با آب می‌تواند به منظور حذف فسفولیپیدهای هیدراته شونده انجام شود (۲۱، ۵). صمغ های بازیافتی به عنوان لسیتین خام استفاده می‌شوند (۵).

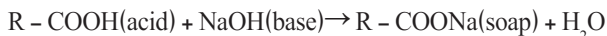
فرآیند صمغ گیری خشک (Dry degumming process) برای روغن هایی با محتوای فسفولیپید کم توصیه می‌شود. این تکنیک از یک اسید غلیظ (فسفریک یا سیتریک) همراه با خاک رنگبر (۱ تا ۳ درصد) استفاده می‌کند. اسید (۵٪ تا ۱۲ درصد) در روغن در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد پخش می‌شود. در واقع این اسید فسفاتیدهای غیر هیدراته شونده را به اسید فسفاتیدیک تبدیل کرده و سپس از طریق سانتریفیوژ حذف می‌کند. مقدار باقی مانده نیز توسط خاک رنگبر جذب می‌شود. صمغ گیری خشک برای روغن هایی مانند روغن پالم، هسته پالم و نارگیل که حاوی مقادیر کمی فسفولیپید هستند، توسعه یافته است.

این فرآیند، مرحله صمغ گیری با اسید را با فرآیند رنگ بری ترکیب می‌کند و بنابراین نیاز به افزودن آب و سانتریفیوژ صمغ ها را حذف می‌کند. این تکنیک در دمای ۱۲۰ تا ۱۴۰ درجه سانتی گراد و تحت فشار کاهش یافته انجام می‌شود. مزیت اصلی آن عدم تولید پساب های آبی است، مگر اینکه در سیستم خلا از آب استفاده شود. جدیدترین فرآیند در صمغ گیری، صمغ گیری آنزیمی است که مزایای زیادی دارد. فرآیند آنزیمی و یا تصفیه آنزیمی نوعی فرآیند بیوتکنولوژیکی است که در آن یک فسفولیپاز، به ویژه فسفولیپاز C، فسفولیپیدهای غیرهیدراته شونده را به ایزوفسفولیپیدها تبدیل می‌کند (۴، ۲۴). این ترکیبات در روغن نامحلول هستند و باید از طریق سانتریفیوژ حذف شوند (۲۵). صمغ گیری آنزیمی یک فناوری نسبتاً جدید است که در ۲۰ سال گذشته ظهور کرده است.

۲. خنثی سازی Neutralization

میزان اسیدهای چرب آزاد (FFA) معمولاً بر حسب گرم در ۱۰۰ گرم روغن و بر مبنای اسید اولئیک بیان می‌شود که البته استثنائاتی نیز وجود دارد. اسیدیته روغن پالم بر حسب گرم در ۱۰۰ گرم روغن اسید پالمیتیک و روغن نارگیل و هسته پالم بر حسب گرم در ۱۰۰ گرم اسید لوریک محاسبه می‌شود. میزان اسیدیته به ماهیت روغن بستگی دارد که این خود به عوامل جغرافیایی، شرایط برداشت، خرد کردن دانه ها و مدت زمان ذخیره سازی وابسته است (۲۶).

اسیدهای چرب آزاد بر کیفیت شیمیایی و ناپایداری ارگانولپتیک روغن تاثیر می‌گذارند (۲). روش‌های متعددی برای حذف اسیدهای چرب آزاد وجود دارد که برخی از آن‌ها شامل فرآیند شیمیایی توسط خنثی کردن با استفاده از سود سوزآور و پالایش فیزیکی بر پایه تقطیر با بخار می‌باشد. در تصفیه شیمیایی روغن با یک محلول قلیایی (سود سوزآور) مخلوط می‌شود (۲۷، ۲۸). که با اسیدهای چرب آزاد (FFA) واکنش داده و آن‌ها را به صابون تبدیل می‌کند (۲، ۲۹).



ضمناً هنگامی که خنثی سازی به درستی انجام نشود، سود سوزآور ممکن است نه تنها اسیدهای چرب را خنثی کند (که هدف اصلی است)، بلکه به روغن خنثی نیز حمله کرده و بازده را کاهش دهد که در فرمول معادله زیر قابل رویت می‌باشد. این اتفاق به ویژه زمانی که اسیدیته روغن خام کم باشد باید بیشتر مورد توجه قرار گیرد. بنابراین غلظت و میزان سود مصرفی باید بر اساس میزان اسیدهای چرب آزاد (FFA) در روغن صمغ گیری شده محاسبه شود تا خنثی سازی بهینه انجام شود.



از نظر اقتصادی خنثی سازی با سود سوزآور برای روغن‌هایی که درصد اسیدهای چرب آزاد آن‌ها بیشتر از ۱۵ گرم در ۱۰۰ گرم است قابل اجرا نیست زیرا تلفات روغن خنثی در صابون‌ها بسیار قابل توجه می‌شود (۲۷). طی مرحله خنثی سازی ترکیبات دیگری نیز ممکن است حذف شوند. این ترکیبات شامل اسید فسفریک اضافی، پروتئین‌های باقی مانده، صمغ‌های باقی مانده، کربوهیدرات‌ها، محصولات اکسیداسیون ناشی از اسیدهای چرب آزاد با فلزات سنگین و رنگدانه‌ها هستند که در واقع فرآیند بی رنگ سازی و بی بو کردن را تسهیل می‌کنند (۳۰). البته بخشی از توکوفرول‌ها و پلی فنول‌ها نیز که می‌توانند به عنوان آنتی اکسیدان عمل کنند نیز حذف می‌شود. صابون تشکیل شده عموماً در روغن نامحلول است. بنابراین می‌توان آن را به راحتی به صورت مکانیکی از روغن جدا کرد، زیرا تفاوت چگالی خاصی بین صابون و روغن وجود دارد. روغن جدا شده در ادامه با آب شسته می‌شود تا صابون، محلول قلیایی و سایر ناخالصی‌ها حذف شوند و روغن برای فرآیند رنگ بری یا بی بو کردن آماده شود (۳۰).

خمیر صابون تولید شده (soap stocks) بسیار قلیایی است (PH: 10-11) (۳۱) و حاوی صابون سدیم و سود سوزآور هستند. ضمناً شامل آب، نمک، فسفات‌های سدیم، صمغ‌ها، روغن خنثی، رنگ دهنده‌ها، محصولات جانبی اکسیداسیون و آلاینده‌های مختلف نیز هستند. خمیر صابون دارای کاربردهای متعددی است. این کاربردها شامل استفاده در لیپوشیمی (Lipochemistry) (۳۲، ۳۷). به عنوان ماده اولیه جایگزین برای تولید بیو دیزل می‌باشد (۳۳).

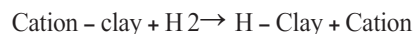
۳. شستشو و خشک کردن

در این مرحله مواد قلیایی موجود در روغن (سود سوزآور و صابون اضافی) خارج می‌شوند. همچنین آخرین

بخش ها از فلزات، فسفولیپیدها و سایر ناخالصی ها حذف می شوند. روغن باید به خوبی آماده سازی شود، در غیر این صورت امولوسیون های بزرگی تشکیل شده و بخشی از صابون ممکن است حذف نشود. آب شستشو باید تا حد امکان داغ باشد (۸۵ تا ۹۰ درجه سانتی گراد) و میزان آن باید ۵ تا ۱۵ درصد روغن تیمار شده را تشکیل دهد، بسته به اینکه عملیات در یک یا دو مرحله انجام شود. روغنی که عاری از صمغ، بقایای صابون و سایر ناخالصی ها از طریق یک مبدل حرارتی صفحه ای پمپ می شود و به میکسر سانتریفیوژی رفته تا با آب ترکیب شده و در سانتریفیوژ شسته شود. سپس روغن شسته شده با آب در یک خشک کن تحت خلا خشک می شود تا میزان رطوبت روغن به کمتر از ۰/۱ درصد برسد. این مرحله قبل از رنگبری انجام می شود.

۴. رنگ بری (Bleaching)

رنگ بری یک مرحله حیاتی در فرآیند تصفیه روغن هاست (۳۴، ۳۵) و معمولاً پس از صمغ گیری، خنثی سازی و خشک کردن انجام می شود. رنگ بری یک فرآیند فیزیکی و شیمیایی پیچیده است که در تصفیه روغن های گیاهی استفاده می شود. هدف از رنگ بری کاهش سطح رنگدانه ها (مانند کاروتنوئیدها و کلروفیل ها) است. ضمناً در این مرحله نیز بقایای فسفاتیدها، صابون، آلانیدها فسفولیپیدی، محصولات حاصل از پراکسید چربی ها و سایر ناخالصی ها را حذف می کند (۳۶، ۳۷). برای انجام رنگ بری از خاک های رنگبر، کربن فعال، سیلیکای ویژه و یا ترکیبی از این مواد استفاده می شود (۳۵). خاک رنگبر پر کاربرد ترین جاذب برای رنگبری روغن های گیاهی می باشد. خاک رنگ بر به دلیل هزینه کم و ظرفیت جذب نسبتاً بالا نسبت به سایر جاذب ها مانند محصولات مبتنی بر سیلیکا و کربن فعال ترجیح داده می شود. بنتونیت (bentonite) پر کاربردترین خاک رنگبر در صنعت روغن است (۳۴، ۳۵، ۳۸). به طور کلی خاک های فعال شده در حالت طبیعی خود خاصیت رنگبری ندارند و ترکیب شیمیایی آنها نشان دهنده ی آن که بتوانند فعال شوند نیست. در واقع فعال سازی تبدیل سیلیکات ها به سیلیکای کلوئیدی است که دارای قابلیت جذب مهمی هستند. فعال سازی، یک واکنش شیمیایی با اسیدهای معدنی قوی (سولفوریک اسید یا هیدروکلریک اسید) در دمای بین ۸۰ تا ۱۳۰ درجه سانتی گراد است. تیمار شیمیایی به طور قابل توجهی ویژگی بافتی آنها را تغییر می دهد و اسیدهای قوی با جایگزینی پروتون ها به جای کاتیون ها عمل کرده و سطح جذب را به طور قابل توجهی افزایش می دهند (۳۹). کیفیت خاک به میزان و نوع اسید استفاده شده، زمان تماس و دما بستگی دارد. میزان رنگ بری به سطح جایگزینی کاتیون ها توسط یون های هیدروژن اسید در ساختار خاک رس بستگی دارد. همانطور که در معادله زیر نشان داده شده است (۴۰).



اسیدهای سولفوریک و هیدروکلریک استفاده می شوند اما شواهد نشان می دهد که از اسیدهای دیگر

عمدتاً فسفریک، استیک و اگزالیک) نیز می‌توان برای فعال سازی خاک رس بنتونیت برای حذف رنگ‌های آلی و فلزات سنگین استفاده نمود (۴۱).

کربن فعال، جاذب مهم دیگری است که به صورت پودر یا گرانول در فرآیند رنگ بری استفاده می‌شود. کربن فعال جاذب ایده آلی برای حذف رنگ‌های ناخواسته یا سایر آلاینده‌های آلی مانند هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای (PAHS)، بنزو (a) پیرن، بنزوآلفا آنتراسن، بنزو بتا فلوئورانتن و کریزن است (۴۲، ۴۳). هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای (PAHS) دسته‌ای از آلاینده‌های شیمیایی جهانی در روغن‌های گیاهی هستند. از سوی دیگر، کربن فعال همچنین بقایای برخی هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای روغن‌های معدنی و سایر محصولات را حذف می‌کند (۳۵).

آماده سازی کربن فعال شامل دو مرحله اصلی است:

- کربنیزاسیون (Carbonization): تجزیه حرارتی (دمای حدود ۸۰ درجه سانتی گراد) مواد اولیه در یک اتمسفر بی اثر
- فعال سازی محصولات کربنیزه شده: این فعال سازی می‌تواند به صورت فیزیکی و یا شیمیایی انجام شود و هدف ایجاد و گسترش قطر منافذ کوچک و همچنین منافذ جدید است (۴۴-۴۶).

استفاده از مخلوط کربن فعال و خاک رنگ بر

برای دستیابی به ظرفیت جذب بالا در رنگ بری برخی روغن‌ها از مخلوط کربن فعال و خاک رنگ بر استفاده می‌شود. به طور کلی مقدار کربن فعال باید در محدوده تا ۵ گرم در ۱۰۰ گرم خاک رنگ بر باشد (۴۷).

روش معمول رنگ بری

هنگامی که یک جاذب با روغن تماس پیدا می‌کند، جاذب رنگدانه‌ها و سایر ترکیباتی که باید حذف شوند را به سطح خود جذب می‌کند. این جذب باعث می‌شود مولکول‌ها متراکم شده و یک پوشش تشکیل دهند که در داخل آن غلظت ماده جذب شده در روغن با غلظت اولیه متفاوت است. هنگامی تعادل که برقرار می‌شود، جاذب دیگر بر روی روغن تاثیری ندارد و فقط باعث بی رنگ شدن آن می‌شود. فرآیند رنگ بری در محدوده دمائی ۸۰ تا ۱۲۰ درجه سانتی گراد، تحت خلا به مدت ۲۰ تا ۴۰ دقیقه انجام می‌شود (۴۰). معمولاً این فرآیند تحت خلا جزئی انجام می‌شود تا از اکسیداسیون ناشی از پراکندگی روغن روی ذرات خاک جلوگیری شود. مقدار جاذب استفاده شده بین ۱ تا ۳ گرم در ۱۰۰ گرم، بسته به کیفیت روغن متغیر است. گرچه ممکن است از مواد بی رنگ کننده با درصد بالاتر برای رسیدن به کیفیت نهایی مطلوب استفاده شود (۴۰). همانطور که گفته شد روغن تا دمای حداکثر ۱۱۰ درجه سانتی گراد تحت خلا گرم شده و سپس در دستگاه رنگ بر با جاذب خاک رنگبر و یا کربن فعال است مخلوط و بعد از ۲۰ تا ۴۰ دقیقه مخلوط روغن-جاذب فیلتر می‌شود. فقط از فیلترها برای جداسازی روغن از مواد جاذب استفاده می‌شود زیرا فرآیند سانتریفیوژ، برای این جداسازی مناسب نیست.

۵. موم زایی یا زمستانه کردن (Dewaxing or Winterization)

موم ها استرهای الکل های زنجیره بلند و اسیدهای چرب بلند زنجیره هستند. این استرها حلالیت کمی در روغن ها دارند، نقطه ذوب بالایی دارند و معمولاً در فصل زمستان در دمای پایین و دمای اتاق کریستاله می شوند. موم باعث ایجاد ظاهر ابری به ویژه در فصل زمستان می شود (۴۱). این فرآیند مربوط به چند نوع روغن غنی از موم است مانند روغن سبوس برنج، کلزا، جوانه ذرت و آفتابگردان (۱۲).

فرآیند موم زدایی شامل سه مرحله اصلی است:

- در مرحله اول روغن بی رنگ شده تا ۵۵ درجه سانتی گراد گرم می شود تا اطمینان حاصل شود که روغن کاملاً مایع است.
- سپس روغن به صورت مرحله ای سرد می شود تا کریستال های قابل جداسازی تشکیل گردند و از تشکیل کریستال های ریز جلوگیری شود. ابتدا سردسازی طی چندین مرحله تا حدود ۷-۱۰ درجه صورت می گیرد و پس از تشکیل کریستال های مناسب جهت روان سازی و سهولت در جداسازی موم ها دما ۲ تا ۳ درجه قبل از فیلتراسیون افزایش می یابد.
- در مرحله سوم پس از اتمام کریستال سازی، روغن خنک شده به بخش فیلتر پمپ می شود تا موم از روغن گیاهی جدا شود. فیلتراسیون یک روغن شفاف و موم هایی که فرآورده فرعی به حساب می آیند، حاصل می شود.

۶. بی بو کردن (Deodorization)

آخرین مرحله در فرآیند تصفیه روغن، مرحله ی بی بو کردن است. بی بو کردن عملاً یک فرآیند تقطیر ساده است (۱۵) و محصول حاصله فاقد هر گونه طعم و حتی طعم های مطبوع است. این فرآیند امکان حذف اسیدهای چرب آزاد و از بین بردن بوها، طعم نامطلوب، آلاینده ها (آفت کش ها، هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای سبک و سایر ترکیبات فرار را فراهم می کند (۱۴، ۱۶) و بر جداسازی ترکیبات حاصل از اکسیداسیون اولیه و تا حدودی، اکسیداسیون ثانویه تاثیر دارد. بی بو کردن همچنین بقایای هیدروکربن های اشباع شده روغن معدنی (MOSH) و هیدروکربن های آروماتیک روغن معدنی (MOAH) را حذف می کند (۴۸).

از سوی دیگر، بی بو کردن اثرات منفی هم دارد. از جمله اینکه برخی از ترکیبات مفید مثل توکوفرول ها، اسکوالن، استرول ها و پلی فنول ها تحت تاثیر این فرآیند قرار گرفته و کاهش پیدا می کنند (۱۶). مهم ترین اثرات منفی، واکنش های جانبی نامطلوب مانند تبدیل پیوندهای دوگانه از سیس به ترانس، مزدوج شدن و پلیمریزاسیون است. اجرای دقیق و صحیح این فرآیند باعث پایداری و بهبود رنگ روغن نیز می گردد. بی بو کردن یک تقطیر با بخار تحت خلا است. این فرآیند شامل عبور بخار از لایه های روغن

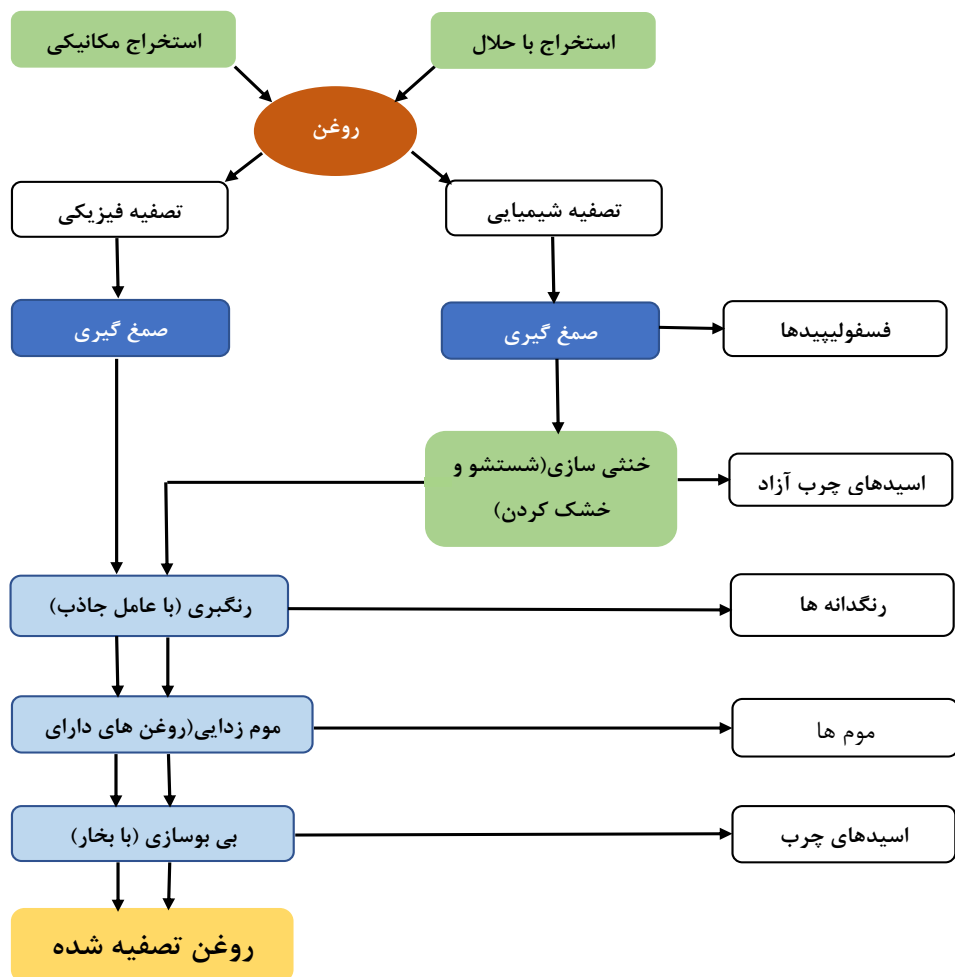
در سینی‌ها و گرم کردن تا دمای بالا (۱۸۰ تا ۲۴۰ درجه سانتی‌گراد) در یک دیگ بخار فشار قوی است. با استفاده از خلا بسیار بالا (بین ۲ تا ۸ میلی‌متر جیوه)، این فرآیند بوهای نامطلوب ناشی از آلدئیدها، کتون‌ها، الکل‌ها، اسیدهای چرب کوتاه زنجیر و رنگدانه‌های حساس به حرارت را حذف می‌کند (۱۵).

پالایش فیزیکی

فرآیند تصفیه فیزیکی شامل مراحل مشابهی با تصفیه شیمیایی است و تنها فاقد مرحله خنثی‌سازی با قلیا است (۱۶). تصفیه شیمیایی شامل حذف اسیدهای چرب آزاد با افزودن سود سوزآور و جداسازی صابون توسط سانتریفیوژ است (۳۲) در حالیکه تصفیه فیزیکی در مرحله آخر، اسیدهای چرب آزاد و سایر ترکیبات را از طریق تقطیر با بخار حذف می‌کند. این فرآیند به عنوان تصفیه با بخار نیز شناخته می‌شود (۱۲، ۱۴-۱۶).

تصفیه فیزیکی به نوعی فرآیندی دوست‌دار محیط زیست به حساب می‌آید و تولید پساب‌های مایع را به حداقل می‌رساند (۱۲، ۱۶). ضمناً نسبت به تصفیه شیمیایی در مواردی از نظر اقتصادی مقرون به صرفه‌تر است (به عنوان مثال، استفاده کمتر از مواد شیمیایی، مصرف انرژی کمتر و بازده بهبود یافته) (۱۴، ۱۶) اما در عین حال این فرآیند برای همه انواع روغن‌ها مناسب نیست، زیرا به کیفیت روغن خام بسیار حساس است (۱۴-۱۶).

تصفیه فیزیکی برای روغن‌های با اسیدیته بالا استفاده می‌شود (۴۹). تصفیه فیزیکی شامل سه مرحله اصلی صمغ‌گیری برای حذف فسفاتیدها، رنگ‌بری و فیلتراسیون برای حذف رنگدانه‌ها و بی‌بو کردن برای حذف اسیدهای چرب آزاد و سایر ترکیبات فرار می‌باشد. گاهی اوقات مرحله موم‌گیری برای روغن‌های حاوی موم بالا مثل روغن ذرت، سبوس برنج، کلزا و آفتابگردان می‌شود (۴۷).



تفاوت های فرآیندهای تصفیه روغن های گیاهی (فیزیکی و شیمیایی) در جدول ذیل آورده شده است.

جدول ۲-۴- مزایا و معایب تصفیه فیزیکی و شیمیایی

تصفیه شیمیایی	تصفیه فیزیکی	
(۱) دارای فرآیند ساده تر (۲) دارای فرآیند موثر جهت حذف اسیدهای چرب آزاد	(۱) نیازمند هزینه کمتر (۲) تولید کمتر محصولات جانبی (۳) مصرف کمتر انرژی (۴) احتیاج به مصرف کمتر مواد شیمیایی (۵) آسیب کمتر به محیط زیست (۶) بهبود عملکرد روغن (۷) حذف آفت کش ها و سموم قارچی	مزایا
(۱) تولید محصولات جانبی (۲) بالا بودن هزینه فرآیند (۳) از بین بردن درصد زیادی از روغن (۴) توانایی ایجاد ترکیبات بلا استفاده	(۱) نامناسب برای بعضی روغن ها (۲) نیازمند فشار بالا و خلاء (۳) توانایی ایجاد ترکیبات بلا استفاده	معایب

۱۰۳

روغن های نیمه جامد

روغن های مایع گیاهی از طریق فرآیند صنعتی هیدروژناسیون جزئی به روغن نیمه جامد تبدیل می شوند. در این فرآیند، با افزودن اتم های هیدروژن به مولکول های روغن در حضور کاتالیزور، پیوندهای دوگانه شکسته شده و روغن اشباع تر می شود که نقطه ذوب بالاتری دارد و در نتیجه در دمای اتاق به حالت نیمه جامد در می آید. به دلیل تولید چربی های ترانس مضر در روش هیدروژناسیون، امروزه اغلب از مخلوط کردن روغن مایع با روغن پالم (که به طور طبیعی نیمه جامد است) استفاده می شود تا محصولی بدون چربی ترانس و ایمن تر برای سلامت قلب تولید شود.

شورتینگ ها و مارگارین ها

در سال ۱۸۶۹ یک شیمی دان فرانسوی بنام آقای موریس، به درخواست ناپلئون، توانست اولین جایگزین چربی کره حیوانی را با استفاده از پیه گاو و فرآیندی خاص تولید کند که هم بافت خوبی داشت و هم به دلیل سرعت ذوب مناسب هنگام مصرف، حس بهتری برای مصرف کننده ایجاد می کرد. بعد از این ابداع، دانشمندان زیادی، محصولات دیگری را با انجام تغییراتی در ابداع فوق تولید نمودند (۵۰). در سال ۱۸۷۳ یک شرکت تولیدکننده فرآورده های لبنی در آمریکا شروع به تولید شورتینگ نمودند. در سال ۱۹۱۱، شورتینگ کریسکو (Crisco) که اولین شورتینگ هیدروژنه بود، تولید شد. تا سال ۱۹۴۰ مارگارین یک جایگزین ارزان برای کره به حساب می آمدند اما غذا و داروی آمریکا (FDA) در سال ۱۹۴۱ با تدوین یک استاندارد به مارگارین هویت داد و بعنوان یک ماده غذایی مستقل شناخته شد.

اصطلاح شورتینینگ (که مخلوطی از انواع مختلف روغن های گیاهی می باشد) از تاثیری که این محصول بر بافت فرآورده های غذایی می گذارد گرفته شده است. شورتینینگ ها با ایجاد «کوتاهی» در بافت سبب می شوند تا محصولات غذایی مانند کیک ها، بیسکوئیت ها و خمیرها ترد، نرم و غیرکشسان شوند. در واقع این ویژگی به دلیل جلوگیری از تشکیل شبکه گلوتن در خمیر و ایجاد بافتی لطیف و قابل برش است (۵۰). در محصولات نانوائی بدون وجود شورتینینگ، ذرات گلوتن و نشاسته به یکدیگر می چسبند و باعث ایجاد حس سفتی هنگام جویدن می شوند و حضور شورتینینگ پیوستگی ساختار پروتئین و نشاسته را از بین می برد و این امر باعث تولید محصولات نانوائی نرم و هوادهی شده می گردد. شورتینینگ ها عملکردهای مطلوب متعددی در فرآورده های نانوائی ایجاد می کنند که نرمی و بافت مناسب، حس دهانی خوب، یکپارچگی ساختاری، ورود و توزیع خوب هوا، انتقال حرارت مطلوب و افزایش ماندگاری از آن جمله می باشد (۵۰).

شورتینینگ ها بر اساس کاربرد نهایی دارای دسته بندی خاصی هستند و میزان محتوی چربی جامد (SFC)^۱ عامل مهمی در این طبقه می باشد. به طور مثال شورتینینگ های همه کاره که ممکن است از طریق هیدروژنه کردن جزئی یک روغن پایه و مخلوط کردن با روغن های متفاوت تولید شوند می بایست دارای دمای ذوب پایین تر از دمای بدن باشند تا از ایجاد حس چرب بودن در دهان جلوگیری شود و البته استفاده از امولسیفایر های مجاز به این مهم کمک می کنند. از جمله شورتینینگ های دیگر می توان به شورتینینگ های کیک اشاره نمود که از مونو و دی گلیسریدها به عنوان امولسیفایر استفاده می کنند که دارای گروه های آب دوست (هیدروفیل) و روغن دوست (لیپوفیل) هستند و البته استفاده از مونوگلیسریدهای اشباع برای تولید کیک ترجیح داده می شوند که منجر به نرم تر شدن بافت کیک و افزایش ماندگاری آن می شود (۵۰). همانطور که اشاره شد شورتینینگ ها دارای انواع مختلفی هستند مثلاً یک نوع شورتینینگ که در تولید ویفر استفاده می شود دارای SFC بالا در دمای پایین و تنها چند درصد در دمای حدود ۳۵ درجه سانتی گراد است تا در دهان طعمی بسیار سبک و روان داشته باشد و به راحتی در دهان ذوب شود. ضمن اینکه ساختار کریستالی آن سبب می شود تا هوادهی زیادی داشته باشد و دانسیته کرم نهایی کم شود. برخی از انواع شورتینینگ ها دارای حدود ۲۰ درصد SFC در دمای ۳۵ درجه سانتی گراد هستند که باعث می شود کریستال های مقاومی تشکیل شده و از مهاجرت روغن در فصل های گرم جلوگیری کند.

از جمله انواع دیگر شورتینینگ ها می توان به انواعی که در تولید شیرینی های خشک و بیسکوئیت های سخت اشاره نمود که دارای SFC یا درصد چربی جامد بیشتری در دمای بالا هستند تا بافت محصول حفظ شود. بعضی دیگر از انواع شورتینینگ ها که به طور مثال در تولید محصولاتی خاص مانند مینارین استفاده می شوند. علاوه بر اینکه حتما دارای ساختار کریستالی بتا پریم^۲ هستند که قوام بسیار خوبی در خامه گیاهی

۱. SFD: Solid fat content

۲. ساختار بتا پریم دارای آرایش منظم و فشرده ای از مولکول های تری آسیل گلیسرول است که منجر به تشکیل کریستال های کوچک و یکنواخت می شود.

تولید می‌کنند. در دمای ۱۰ تا ۱۵ درجه سانتی گراد دارای SFC بالا و حدود ۷۰ درصد هستند تا پف خامه برای مدت زمان طولانی تری قوام داشته باشد (۵۰).

برخی دیگر از انواع شورتینگ ها که به طور مثال در تولید تافی کاربرد دارند دارای نقطه ذوب پایین حدود ۳۰ درجه سانتی گراد هستند که به راحتی در دهان ذوب شده و احساس دهانی خوشایندی ایجاد می‌کند و البته درصد جامدات SFC حدود ۵۰ درصدی در دمای ۱۰ درجه سانتی گراد باعث استحکام لازم در محصول نهایی می‌گردد. آنچه در مورد انواع مختلف شورتینگ مهم است نوآوری، تفاوت و انواع مختلف در کارخانجات مختلف است که به چند نوع آنها در بالا اشاره گردید. در ادامه به بررسی مفاهیم کلیدی در صنعت تولید شورتینگ از جمله چندشکلی، کریستالیزاسیون و... می‌پردازیم.

روغن قنادی و آردی

۱۰۵

یکی از شورتینگ‌های پر کاربرد در صنعت مواد غذایی مثل کیک، بیسکویت و صنف مثل قنادی در ایران استفاده می‌شود روغن قنادی و آردی است که طبق استاندارد شماره ۱-۱۵۶ روغن قنادی و آردی به روغنی اطلاق می‌شود که از یک یا دو یا چند نوع روغن گیاهی همگن و یکنواخت است که برای بهبود مشخصات فیزیکی و شیمیایی لازم برای فرآورده‌های حاوی انواع روغن قنادی و آردی (شامل فرآورده‌های آردی نانوائی، قنادی و غیر حرارتی) تولید می‌شود. طبق جدول شیمیایی این نوع روغن میزان اسید چرب اشباع آن حداکثر ۶۵ درصد، اسید چرب ترانس حداکثر ۲ درصد و اسید لوریک حداکثر ۰/۷ است.

چند شکلی (Polymorphism)

دانشمندان از دهه ۱۸۲۰ از وجود دو یا چند فرم کریستالی متفاوت در یک ماده اطلاع داشتند. هنگامیکه یک مجموعه از مولکول‌ها بتوانند بسته به شرایط فرآیند در آرایش‌های مختلفی در هنگام کریستالی شدن قرار بگیرند، آن ماده، چند شکلی (پلی مورفیسم) را نشان داده است. حالت‌های مختلف پلی مورفیک یک ماده دارای خواص فیزیکی متفاوت مانند رفتار ذوبی می‌باشد. در طول سال‌ها، بسیاری از محققان از اصطلاحات مختلفی برای توصیف انواع فرم‌های چند شکلی استفاده کرده‌اند (۵۰). بر اساس مشاهدات سه فرم پلی مورفیک اصلی در تری گلیسیریدها عبارتند از آلفا، بتا پریم و بتا که به ترتیب افزایش پایداری ترمودینامیکی و کاهش انرژی آزاد را دارند.

فرم بتا پریم کاربردی ترین فرم در محصولات چربی است که اندازه کوچک کریستال‌های آن (حدود ۱ میکرومتر) و مورفولوژی سوزنی شکل و نازک آن تاثیر زیادی بر خصوصیات فیزیکی و بافتی محصولات مربوطه دارد.

جدول ۳-۴- طبقه بندی روغن ها و چربی ها بر اساس شکل کریستالی آن ها

نوع بتا	نوع بتا پریم	آلفا
سویا	پنبه دانه	استوگلیسریدها
گلرنگ	پالم	
آفتابگردان	پیه	
کنجد	شاه ماهی	
بادام زمینی	کلزا	
ذرت	چربی شیر (کره)	
زیتون	چربی خوک فرآوری شده	
نارگیل	چربی ماهی ساردین	
پالم کرنل		
چربی خوک		
کره کاکائو		

کریستالیزاسیون

کریستال سازی فرآیندی است که در آن مولکول ها از حالت مایع به حالت جامد تبدیل می شوند و به صورت منظم در یک شبکه کریستالی قرار می گیرند. این فرآیند شامل هسته زایی (Nucleation)، رشد کریستال (Crystal Growth) و رسیدن کریستال (Crystal Ripening) می باشد (۵۰).

در شبکه های کریستال چربی، مولکول تری آسیل گلیسرول به دلیل نیروهای واندروالسی به هم نزدیک می شوند و ساختارهای کریستالی مختلفی را تشکیل می دهند. این ساختارها می توانند به شکل های مختلف پلی مورفیک (مانند آلفا، بتا پریم و بتا) وجود داشته باشند (۵۰).

فرم های مختلف کریستال های چربی ها تاثیر زیادی بر خواص فیزیکی محصولات از جمله سختی، نقطه ذوب و بافت دارد. فرم بتا پریم بدلیل اندازه کوچک کریستال ها و شکل سوزنی آن برای محصولاتی مانند مارگارین و شورتینگ مطلوب است. روغن پالم به دلیل تنوع اسیدهای چرب تمایل به تشکیل کریستال های بتا پریم دارد و می تواند به تثبیت این فرم در مخلوط های چربی کمک کند. فرآیند کریستال سازی چربی ها، فرآیندی پیچیده و تحت تاثیر عوامل مختلفی مانند دما و ترکیب چربی ها می باشد.

فرآیند (Processing)

عملکرد فیزیکی ماکروسکوپی سیستم های چربی شورتینگ و مارگارین به عوامل زیر بستگی دارند:

- درصد نسبی چربی ها و روغن های موجود در فرمولاسیون

- شرایط فرآیند مانند سرعت و میزان خنک کردن، عملیات مکانیکی و دمای نهایی محصول
- وجود امولسیفایرها به عنوان افزودنی

در کنار فرآیند عوامل فوق و تاثیر آنها بر کیفیت انواع شورتنینگ ها و مارگارین ها فرآیندهای کلیدی و مهمی در تولید این محصولات تاثیرگذار هستند که از جمله مهم ترین آنها می توان به هیدروژناسیون، اینتراستریفیکاسیون و فرکشنه کردن اشاره نمود که با توجه به اهمیت و حساسیت های مرتبط با سلامتی در ذیل به نکات کلیدی و مهمی در فرآیند هیدروژناسیون اشاره می گردد:

فرآیند هیدروژناسیون

هیدروژناسیون کامل و جزئی: در هیدروژناسیون کامل تمام پیوندهای دوگانه اشباع می شوند در حالیکه در هیدروژناسیون جزئی فقط برخی از پیوندهای دوگانه هیدروژنه می گردند.

عوامل موثر در فرآیند هیدروژناسیون: دما، فشار گاز هیدروژن، فعالیت کاتالیزور، مخلوط کردن و مدت زمان فرآیند می باشند که علاوه بر آنها سلکتیویته از اهمیت بالایی برخوردار است که در ادامه به آن پرداخته شده است.

سلکتیویته (انتخاب پذیری)

سلکتیویته به معنای ترجیح هیدروژناسیون اسیدهای چرب دارای گروه های متیلن فعال است. این انتخاب پذیری می تواند ترکیب نهایی تری آسیل گلیسرول ها و پروفایل ذوب محصول نهایی را تحت تاثیر قرار دهد. به طور معمول هیدروژناسیون تحت شرایط سلکتیو کم (Less selective) انجام می شود. در هیدروژناسیون غیر سلکتیو، از دمای حرارتی پایین و فشار هیدروژن بالاتر در حضور نیکل به عنوان کاتالیزور استفاده می شود. پروفایل SFC در روغن های هیدروژنه شده بصورت سلکتیو دارای شیب تندتری^۱ نسبت به روغن های فرآیند شده با همان میزان هیدروژناسیون یا عدد یدی مشابه تحت شرایط غیرسلکتیو هستند. میزان سلکتیویته در هیدروژناسیون پایداری کریستال ها در چربی پایانی را نیز تحت تاثیر قرار می دهد. آنچه مهم است دستیابی به محصولی با SFC مناسب برای محصولات مختلف است که این امر تنها با یک روش هیدروژناسیون قابل نیست و مجموعه ای از عوامل مختلف در این مورد می بایست در نظر گرفته شوند.

۱. منظور از شیب تند کاهش سریعتر فاز جامد شورتنینگ مصرفی در دمای دهان می باشد و یا به عبارت دیگر شورتنینگ سریعتر در دهان ذوب می گردد.

جدول ۴-۴- تاثیر هیدروژناسیون بر پارامترهای مختلف در فرآیند

هیدروژناسیون		
تاثیر آن بر شرایط فرآیند		
افزایش در	پارامتر تحت تاثیر	
	درجه انتخاب پذیری	تشکیل ایزومر ترانس
فشار هیدروژن	کاهش	کاهش
دما	افزایش	افزایش
مخلوط کردن	کاهش	کاهش

جدول ۵-۴- فاکتورهای موثر بر انتخاب پذیری در فرآیند هیدروژناسیون

پارامتر واکنش	هیدروژناسیون سلکتیو	هیدروژناسیون غیر سلکتیو
دما	بالا	پایین
گاز هیدروژن	پایین	بالا
مخلوط کردن	پایین	بالا
غلظت کاتالیزور	بالا	پایین
تشکیل ایزومر ترانس	حجم زیاد	حجم کم
شکل منحنی SFC	شیب تند	خط صاف
پایداری کریستال	بتا پریم یا مخلوطی از بتا پریم و بتا	فقط بتا

در جدول فوق تاثیر پارامترهای مختلف بر هیدروژناسیون سلکتیو و غیرسلکتیو آورده شده است. از جمله عوامل موثر در تولید شورتینینگ یا مارگارین با کیفیت مطلوب می توان به تیمار دمائی، سرد کردن و پلی مورفیسم اشاره نمود. فرمولاسیون و شرایط فرآیند، نحوه تشکیل کریستال ها را تعیین می کنند که تاثیر مستقیمی بر بافت و خصوصیات نهایی محصول خصوصاً SFC می گذارد.

سرد کردن سریع و کمک به تبلور که با آزاد سازی گرما همراه می باشد به بافت مطلوب محصول خواهد انجامید. طول زمان لازم برای تبلور بسته به ترکیبات چربی مورد استفاده در فرمولاسیون متفاوت است و با کنترل مناسب فرآیند از جمله سرعت خنک سازی و همزدن می توان به تشکیل کریستال های کوچک و تبدیل آنها به توده های بزرگ کمک نمود (۵۰). با انجام عملیات تمپرینگ (که بعد از آغاز تبلور و نگهداری شورتینینگ یا مارگارین در دمای کنترل شده به مدت ۱ تا ۱۰ روز می باشد) کریستال ها به فرم چند شکلی (پلی موفیک) مطلوب (معمولاً بتا پریم) تبدیل و بهبود عملکرد محصول صورت می پذیرد:

امولسیفایرها نیز از جمله افزودنی هائی هستند که توانایی کنترل چند شکلی و اصلاح ویژگی های تبلور چربی ها را دارند.

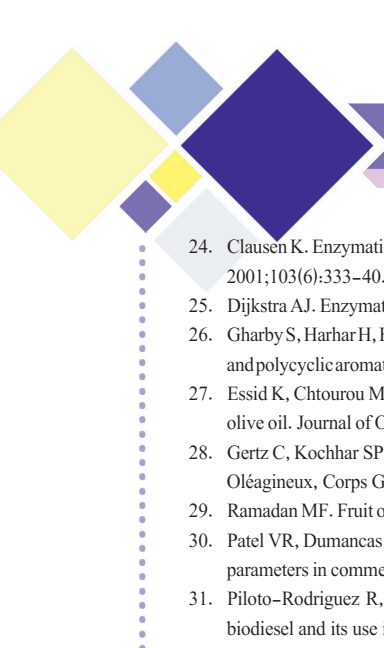
اینتراستریفیکاسیون (Interesterification)

اینتراستریفیکاسیون یک واکنش شیمیایی یا آنزیمی است که در آن اسیدهای چرب بین تری آسیل گلیسرول ها بازاریابی می شوند. در نوع شیمیایی از کاتالیزورهای شیمیایی استفاده می شود و در نوع آنزیمی از آنزیم هایی مانند لیپازهای میکروبی استفاده می شود (۵۰). اینتراستریفیکاسیون شیمیایی دارای انواع تصادفی و هدایت شده است. در نوع تصادفی (Random IE)، اسیدهای چرب به صورت تصادفی درون و بین تری آسیل گلیسرول ها بازاریابی می شوند اما در نوع هدایت شده (Directed IE) با کنترل دما، تری آسیل گلیسرول های با نقطه ذوب بالا جدا شده و واکنش به سمت تشکیل جزءهایی با نقطه ذوب بالاتر هدایت می شود.

جزء به جزء کردن (Fractionation)

جزء به جزء کردن یک فرآیند فیزیکی است که در آن روغن به اجزای مختلف و بر اساس تفاوت در نقطه ذوب تری گلیسریدها تقسیم می شود. در این فرآیند ابتدا روغن ذوب می شود و در ادامه با برنامه ریزی مشخص با توجه به مشخصات روغن به آرامی سرد می شود تا بلورهای جامد تشکیل شوند. دمای سرد کردن به نوع روغن و جزء مورد نظر بستگی دارد (معمولاً بین ۱۰ تا ۳۰ درجه سانتی گراد). تری گلیسریدهای با نقطه ذوب بالا (معمولاً اشباع) به صورت بلورهای جامد تشکیل می شوند و تری گلیسریدهای با نقطه ذوب پایین (معمولاً غیر اشباع) در فاز مایع باقی می مانند. در ادامه جداسازی اجزا با استفاده از فیلتراسیون یا سانتریفیوژ انجام می شود. اجزا حاصله در فرمولاسیون انواع فرآورده های روغنی از جمله شورتینگ ها و مارگارین ها به کار می روند (۵۰).

1. Chew S-C, Tan C-P, Long K, Nyam K-L. Effect of chemical refining on the quality of kenaf (*Hibiscus cannabinus*) seed oil. *Industrial Crops and Products*. 2016;89:59–65.
2. Gharby S, Guillaume D, Elibrahimi M, Charrouf Z. Physico-chemical properties and sensory analysis of deodorized argan oil. *ACS Food Science & Technology*. 2021;1(2):275–81.
3. Qian Y, Rudzinska M, Grygier A, Przybylski R. Determination of triacylglycerols by HTGC-FID as a sensitive tool for the identification of rapeseed and olive oil adulteration. *Molecules*. 2020;25(17):3881.
4. Lamas DL, Constenla DT, Raab D. Effect of degumming process on physicochemical properties of sunflower oil. *Biocatalysis and agricultural biotechnology*. 2016;6:138–43.
5. Vaisali C, Charanyaa S, Belur PD, Regupathi I. Refining of edible oils: a critical appraisal of current and potential technologies. *International Journal of Food Science and Technology*. 2015;50(1):13–23.
6. Sánchez-Arévalo CM, Olmo-García L, Fernández-Sánchez JF, Carrasco-Pancorbo A. Polycyclic aromatic hydrocarbons in edible oils: An overview on sample preparation, determination strategies, and relative abundance of prevalent compounds. *Comprehensive reviews in food science and food safety*. 2020;19(6):3528–73.
7. Zio S, Cisse H, Zongo O, Guira F, Tapsoba F, Siourime Somda N, et al. The oils refining process and contaminants in edible oils: A review. *Journal of Food Technology Research*. 2020;7(1):9–47.
8. Lacoste F. Undesirable substances in vegetable oils: anything to declare? *Ocl*. 2014;21(1):A103.
9. Ortega-García J, Gámez-Meza N, Noriega-Rodríguez JA, Dennis-Quiñonez O, García-Galindo HS, Angulo-Guerrero JO, et al. Refining of high oleic safflower oil: effect on the sterols and tocopherols content. *European Food Research and Technology*. 2006;223(6):775–9.
10. Gharby S, Hajib A, Iboukri M, Sakar EH, Nounah I, Moudden HE, et al. Induced changes in olive oil subjected to various chemical refining steps: A comparative study of quality indices, fatty acids, bioactive minor components, and oxidation stability kinetic parameters. *Chemical Data Collections*. 2021;33:100702.
11. Ghazani SM, Marangoni AG. Minor components in canola oil and effects of refining on these constituents: A review. *Journal of the American Oil Chemists Society*. 2013;90(7):923–32.
12. Manjula S, Subramanian R. Membrane technology in degumming, dewaxing, deacidifying, and decolorizing edible oils. *Critical reviews in food science and nutrition*. 2006;46(7):569–92.
13. Delgado A, Al-Hamimi S, Ramadan MF, Wit MD, Durazzo A, Nyam KL, et al. Contribution of tocopherols to food sensorial properties, stability, and overall quality. *Journal of Food Quality*. 2020;2020(1):8885865.
14. Dumont M-J, Narine SS. Soapstock and deodorizer distillates from North American vegetable oils: Review on their characterization, extraction and utilization. *Food Research International*. 2007;40(8):957–74.
15. Sherazi STH, Mahesar SA. Vegetable oil deodorizer distillate: a rich source of the natural bioactive components. *Journal of oleo science*. 2016;65(12):957–66.
16. Tasan M, Demirci M. Total and individual tocopherol contents of sunflower oil at different steps of refining. *European Food Research and Technology*. 2005;220(3):251–4.
17. Sharma H, Giriprasad R, Goswami M. Animal fat-processing and its quality control. *J Food Process Technol*. 2013;4(8):1000252.
18. van Nieuwenhuyzen W, Tomás MC. Update on vegetable lecithin and phospholipid technologies. *European journal of lipid science and technology*. 2008;110(5):472–86.
19. Dijkstra AJ. About water degumming and the hydration of non-hydratable phosphatides. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2017;119(9):1600496.
20. Wibisono Y, Nugroho WA, Chung T-W. Dry degumming of corn-oil for biodiesel using a tubular ceramic membrane. *Procedia Chemistry*. 2014;9:210–9.
21. Zufarov O, Schmidt, Sekretár S. Degumming of rapeseed and sunflower oils. *Acta Chimica Slovaca*. 2008;1(1):321–8.
22. Chew SC, Ali MA. Recent advances in ultrasound technology applications of vegetable oil refining. *Trends in Food Science & Technology*. 2021;116:468–79.
23. De BK. Effect of different degumming processes and some nontraditional neutralizing agent on refining of RBO. *Journal of Oleo Science*. 2010;59(3):121–5.

- 
24. Clausen K. Enzymatic oil–degumming by a novel microbial phospholipase. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2001;103(6):333–40.
 25. Dijkstra AJ. Enzymatic degumming. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2010;112(11):1178–89.
 26. Gharby S, Harhar H, Farssi M, Ait Taleb A, Guillaume D, Laknifli A. Influence of roasting olive fruit on the chemical composition and polycyclic aromatic hydrocarbon content of olive oil. *Ocl*. 2018;25(3):A303.
 27. Essid K, Chtourou M, Trabelsi M, Frikha MH. Influence of the neutralization step on the oxidative and thermal stability of acid olive oil. *Journal of Oleo Science*. 2009;58(7):339–46.
 28. Gertz C, Kochhar SP. A new method to determine oxidative stability of vegetable fats and oils at simulated frying temperature. *Oléagineux, Corps Gras, Lipides*. 2001;8(1):82–8.
 29. Ramadan MF. *Fruit oils: chemistry and functionality*: Springer; 2019.
 30. Patel VR, Dumancas GG, Viswanath LCK, Maples R, Subong BJJ. Castor oil: properties, uses, and optimization of processing parameters in commercial production. *Lipid insights*. 2016;9:LPI. S40233.
 31. Piloto-Rodríguez R, Melo E, Goyos-Pérez L, Verhelst S. Conversion of by-products from the vegetable oil industry into biodiesel and its use in internal combustion engines: a review. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*. 2014;31:287–301.
 32. Yang J-G, Wang Y-H, Yang B, Guo Y. Degumming of vegetable oil by a new microbial lipase. *Food technology & biotechnology*. 2006;44(1).
 33. Luxem FJ, Mirous BK. Biodiesel from acidulated soapstock (Acid Oil). *Biocatalysis and Bioenergy*. 2008;115–29.
 34. Liu Y, Huang J, Wang X. Adsorption isotherms for bleaching soybean oil with activated attapulgite. *Journal of the American Oil Chemists Society*. 2008;85(10):979–84.
 35. Monte ML, Monte ML, Pohndorf RS, Crexi VT, Pinto LA. Bleaching with blends of bleaching earth and activated carbon reduces color and oxidation products of carp oil. *European journal of lipid science and technology*. 2015;117(6):82936–.
 36. Gotor AA, Rhazi L. Effects of refining process on sunflower oil minor components: a review. *OCL Oilseeds and fats crops and lipids*. 2016;23(2):D207.
 37. Zschau W. Bleaching of edible fats and oils. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2001;103(8):505–51.
 38. Sabah E, Cinar M, Çelik M. Decolorization of vegetable oils: Adsorption mechanism of β -carotene on acid-activated sepiolite. *Food Chemistry*. 2007;100(4):1661–8.
 39. Amari A, Gannouni H, Khan MI, Almesfer MK, Elkhaleefa AM, Gannouni A. Effect of structure and chemical activation on the adsorption properties of green clay minerals for the removal of cationic dye. *Applied Sciences*. 2018;8(11):2302.
 40. Usman M, Ekwueme V, Alaje T, Mohammed A. Characterization, acid activation, and bleaching performance of Ibeshe clay, Lagos, Nigeria. *International Scholarly Research Notices*. 2012;2012(1):658508.
 41. Javed SH, Zahir A, Khan A, Afzal S, Mansha M. Adsorption of Mordant Red 73 dye on acid activated bentonite: Kinetics and thermodynamic study. *Journal of Molecular Liquids*. 2018;254:398–405.
 42. Gong Z, Alef K, Wilke B-M, Li P. Activated carbon adsorption of PAHs from vegetable oil used in soil remediation. *Journal of hazardous materials*. 2007;143(1–2):372–8.
 43. Ma Y, Shi L, Liu Y, Lu Q. Effects of neutralization, decoloration, and deodorization on polycyclic aromatic hydrocarbons during laboratory-scale oil refining process. *Journal of Chemistry*. 2017;2017(1):7824761.
 44. Hossain MA, Salehuddin S. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in edible oils by gas chromatography coupled with mass spectroscopy. *Arabian Journal of Chemistry*. 2012;5(3):391–6.
 45. Tongpoothorn W, Sriuttha M, Homchan P, Chanthai S, Ruangviriyachai C. Preparation of activated carbon derived from *Jatropha curcas* fruit shell by simple thermo-chemical activation and characterization of their physico-chemical properties. *Chemical engineering research and design*. 2011;89(3):335–40.
 46. Vargas JE, Gutierrez LG, Moreno-Piraján JC. Preparation of activated carbons from seeds of *Mucuna mutisiana* by physical activation with steam. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*. 2010;89(2):307–12.
 47. Mohamed AR, Mohammadi M, Darzi GN. Preparation of carbon molecular sieve from lignocellulosic biomass: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2010;14(6):1591–9.
 48. Siragakis G, Antonopoulos K, Valet N, Spiratos D. Olive oil and pomace olive oil processing. *Grasas y Aceites (España)*. 2006.
 49. Di Giovacchino L, Mucciarella MR, Costantini N, Ferrante ML, Surricchio G. Use of nitrogen to improve stability of virgin olive oil during storage. *Journal of the American Oil Chemists Society*. 2002 Apr;79(4):339–44.
 50. Ghotra BS, Dyal SD, Narine SS. Lipid shortenings: a review. *Food research international*. 2002 Jan 1;35(10):1015–48.



فصل پنجم
آنتی اکسیدان های
مورد استفاده در
روغن های خوراکی



اکسیداسیون لیپید یکی از مهمترین عوامل مؤثر بر ماندگاری و ویژگی‌های کیفی روغن است. اکسیداسیون لیپید باعث تغییرات نامطلوب در طعم، بو، بافت و ظاهر غذاها می‌شود و همچنین ویتامین‌های محلول در چربی را از بین می‌برد. میزان اکسیداسیون لیپید به عوامل داخلی روغن مانند درجه اشباع نشدن، وجود ترکیبات آنتی اکسیدانی یا فلزاتی مانند مس و آهن و عوامل خارجی روغن مانند در دسترس بودن اکسیژن و دما بستگی دارد. تماس روغن‌ها با اکسیژن منجر به واکنش‌های زنجیره‌ای می‌شود که با دماهای بالاتر و همچنین با افزایش درجه اشباع نشدن لیپیدها سریعتر پیشرفت می‌کند (۱).

علاوه بر این، تخریب اکسیداتیو لیپیدها می‌تواند به غشاهای بیولوژیکی، آنزیم‌ها و پروتئین‌ها آسیب برساند که ممکن است تهدیدی مستقیم برای سلامت انسان باشد. روغن‌های گیاهی خوراکی خام حاوی مقادیر مختلفی از آنتی اکسیدان‌های طبیعی مانند توکوفرول‌ها، توکوترینول‌ها، کاروتنوئیدها، ترکیبات فنلی و استرول‌ها هستند. با این حال، این ترکیبات تا حدی در طول فرآیند پالایش تجزیه می‌شوند (۱).

برخی از روغن‌ها (مانند روغن زیتون) به طور طبیعی با محتوای بالای آنتی اکسیدان‌های درون‌زا (پلی فنل‌ها و توکوفرول‌ها) محافظت می‌شوند، در حالی که برخی دیگر (مانند روغن سویا، آفتابگردان و بادام زمینی) به دلیل فرآیند تصفیه‌ای که تحت آن قرار می‌گیرند نیاز به غنی‌سازی با آنتی اکسیدان‌های بیشتری دارند (۲). بنابراین، آنتی اکسیدان‌ها معمولاً به روغن نباتی اضافه می‌شوند تا از اکسیداسیون لیپیدها جلوگیری کنند. آنتی اکسیدان‌ها اغلب برای بهبود پایداری اکسیداتیو روغن‌های خوراکی استفاده می‌شوند. بسته به اینکه در کدام قسمت از مسیر اکسیداسیون لیپید تداخل داشته باشند، آنها به روش‌های مختلفی عمل می‌کنند. آنتی اکسیدان‌ها به طور کلی به عنوان آنتی اکسیدان‌های اولیه، آنتی اکسیدان‌های ثانویه، شلاتورها، خاموش‌کننده‌ها، حذف‌کننده‌های اکسیژن یا بازسازی‌کننده‌های آنتی اکسیدانی طبقه‌بندی می‌شوند. آنتی اکسیدان‌ها نیز با توجه به منبعی که از آن به دست می‌آیند به دو گروه مصنوعی و طبیعی تقسیم می‌شوند. آنتی اکسیدان‌های مصنوعی به دلیل هزینه کم، سهولت تولید و عملکرد بالا در به تعویق انداختن اکسیداسیون لیپیدها به طور گسترده در سراسر جهان مورد استفاده قرار می‌گیرند (۲).

۱. آنتی اکسیدان‌های مصنوعی

آنتی اکسیدان‌های مصنوعی مانند هیدروکسی تولوئن بوتیل (BHT)، هیدروکسی آنیزول بوتیل (BHA) و ترتیل بوتیل هیدروکینون سوم (TBHQ) اغلب برای افزایش پایداری اکسیداتیو روغن‌ها استفاده می‌شوند (۳).

• **BHT (بوتیل هیدروکسی تولوئن):** یک آنتی اکسیدان مصنوعی است که معمولاً در فرآورده‌های غذایی حاوی چربی و روغن به کار می‌رود. این ماده از اکسیداسیون چربی جلوگیری کرده و به حفظ ماندگاری کمک می‌کند.

• **BHA (بوتیل هیدروکسی آنیزول):** این آنتی اکسیدان نیز مانند BHT از چربی‌ها در برابر اکسیداسیون محافظت می‌کند و به ویژه در روغن‌های صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

• **TBHQ (ترتیل بوتیل هیدروکینون):** این آنتی اکسیدان از اسیدهای چرب غیراشباع و روغن های گیاهی در برابر اکسیداسیون محافظت می کند و معمولاً در فرآورده های غذایی صنعتی به کار می رود.

• **Propyl Gallate:** این ترکیب به طور معمول به همراه BHA و BHT استفاده می شود تا اثرات آنتی اکسیدانی آن ها را تقویت کند.

BHT، پرمصرف ترین آنتی اکسیدان مصنوعی در سراسر جهان، نگرانی عمومی را ایجاد کرده است. قرار گرفتن در معرض آن علاوه بر تشخیص در آب و فاضلاب رودخانه می تواند مضر باشد. اگرچه BHT در غلظت های تایید شده توسط نهادهای ذی صلاح بی خطر تلقی می شود، اما ممکن است با ایجاد سرطان، آسم و مشکلات رفتاری در کودکان مرتبط باشد. BHA با آسیب و جهش DNA همراه بوده و ممکن است مسئول ایجاد نئوپلازی باشد (۴).

۱۱۵ گزارش شده است که BHT و BHA دارای اثرات سمی و سرطان زا هستند (۲). با این حال، علیرغم فعالیت آنتی اکسیدانی بالای TBHQ، استفاده از آن در برخی کشورها مانند ژاپن و کانادا ممنوع شده است (۳).

۲. آنتی اکسیدان های طبیعی

این نوع آنتی اکسیدان ها از منابع طبیعی استخراج می شوند و به دلیل خواص سالم تر و طبیعی بودن، در صنایع غذایی محبوبیت بالایی دارند.

• **ویتامین E (توکوفرول ها):** ویتامین E یکی از قوی ترین آنتی اکسیدان های طبیعی است که به طور گسترده در روغن ها یافت می شود. این ترکیب نه تنها به عنوان یک آنتی اکسیدان عمل می کند، بلکه ارزش تغذیه ای نیز دارد.

• **ویتامین C (اسید آسکوربیک):** ویتامین C با کاهش اکسیژن محلول در روغن، از اکسیداسیون جلوگیری می کند. این ویتامین معمولاً در ترکیب با سایر آنتی اکسیدان ها به کار می رود.

• **کاروتنوئیدها:** این ترکیبات که در برخی از روغن ها به طور طبیعی وجود دارند، می توانند به عنوان آنتی اکسیدان عمل کنند و از فرآیند اکسیداسیون جلوگیری کنند.

• **فنولیک ها:** ترکیبات فنولی که در برخی از گیاهان و عصاره های طبیعی مانند چای سبز و روغن زیتون یافت می شوند، دارای خواص آنتی اکسیدانی قوی هستند.

• **اسانس رزماری:** عصاره رزماری (*Rosmarinus officinalis* L) به دلیل ظرفیت آنتی اکسیدانی قوی و خاصیت محلول در چربی، به عنوان یک آنتی اکسیدان طبیعی محبوب است و به طور رسمی در مقررات اروپایی پذیرفته شده است. عصاره رزماری به عنوان یک آنتی اکسیدان طبیعی ظرفیت آنتی اکسیدانی بهتری نسبت به BHT و BHA دارد. ظرفیت آنتی اکسیدانی عصاره رزماری به حضور دی ترپن های فنلی نسبت داده شد که اکسیژن آزاد، رادیکال های هیدروکسیل و رادیکال های لیپید پراکسیل را از بین می برد و در نتیجه از اکسیداسیون لیپیدها جلوگیری می کند. سه نوع دی ترپن فنلی در عصاره رزماری یافت

می‌شود: اسید کارنوزیک، کارنوسول و روزمانول. اسید کارنوزیک به عنوان دی‌ترین اصلی فنلی موجود است و فعال‌ترین جزء آنتی‌اکسیدانی در عصاره رزماری است. در ایران نیز استفاده از این آنتی‌اکسیدان در روغن‌ها مجاز شمرده شده است (۵).

• **عصاره چای سبز:** مهمترین ترکیب آنتی‌اکسیدانی چای سبز کاتچین است که همراه با اپی‌کاتچین، اپی‌کاتچین گالات، اپی‌گالوکاتچین و اپی‌گالوکاتچین گالات و سایر فلاونوئیدها، عصاره چای سبز را به عنوان مخلوطی مناسب از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی با رادیکال‌های اکسیژن‌زا و فعالیت یون‌های فلزی مبارزه می‌کند (۶).

منابع

1. Fadda A, Sanna D, Sakar EH, Gharby S, Mulas M, Medda S, et al. Innovative and sustainable technologies to enhance the oxidative stability of vegetable oils. *Sustainability*. 2022;14(2):849.
2. Bastürk A, Yavas B. Improving sunflower oil stability with propolis: A study on antioxidative effects of Turkish propolis during accelerated oxidation. *Journal of Food Science*. 2024;89(12):8910–29.
3. Delfanian M, Esmailzadeh Kenari R, Sahari MA. Frying stability of sunflower oil blended with jujube (*Ziziphus mauritiana* Lam.) leaf extract. *Food Science & Nutrition*. 2015;3(6):548–56.
4. Bohn VF, Schappo FB, Alves ASB, Ribeiro CDF, Nunes IL. Polyphenol antioxidants in vegetable oils: A scientific and technological prospecting. *Studies in Natural Products Chemistry*. 2024;80:407–36.
5. Yang Y, Song X, Sui X, Qi B, Wang Z, Li Y, et al. Rosemary extract can be used as a synthetic antioxidant to improve vegetable oil oxidative stability. *Industrial Crops and Products*. 2016;80:141–7.
6. Taghvaei M, Jafari SM. Application and stability of natural antioxidants in edible oils in order to substitute synthetic additives. *Journal of food science and technology*. 2015;52(3):1272–82.



فصل ششم
انواع روغن های خوراکی
و اثرات آن بر سلامت

روغن آفتابگردان (Sunflower Oil)

روغن آفتابگردان یکی از محبوب‌ترین و پرکاربردترین روغن‌های گیاهی در جهان است که از دانه‌های گل آفتابگردان (*Helianthus annuus*) استخراج می‌شود. این روغن به دلیل طعم ملایم، نقطه دود بالا و خواص تغذیه‌ای مطلوب، در صنایع غذایی و غیرغذایی کاربرد گسترده‌ای دارد. روغن آفتابگردان به عنوان یک منبع غنی از اسیدهای چرب ضروری، به ویژه اسید لینولئیک (امگا-۶) و ویتامین E، نقش مهمی در رژیم‌های غذایی سالم ایفا می‌کند. با افزایش تقاضا برای روغن‌های گیاهی سالم، روغن آفتابگردان به عنوان یک گزینه اقتصادی و پایدار، جایگاه ویژه‌ای در بازار جهانی پیدا کرده است (۱).

گل آفتابگردان بومی قاره آمریکا است و برای اولین بار (۳۰۰۰ سال قبل از میلاد) توسط بومیان این منطقه کشت شد. با این حال، استخراج روغن از دانه‌های آفتابگردان در سال ۱۸۳۰ میلادی در روسیه و با پیشرفت فناوری‌های صنعتی آغاز شد (۲). امروزه، کشورهایی مانند روسیه، اوکراین و آرژانتین از جمله تولیدکنندگان اصلی روغن آفتابگردان هستند (۳). این روغن به دلیل تطبیق پذیری بالا و کاربردهای متنوع، به یکی از مهم‌ترین محصولات کشاورزی جهان تبدیل شده است (۴).



ترکیب شیمیایی و ویژگی‌ها

سه نوع مختلف از روغن آفتابگردان موجود است که عبارت‌اند از: روغن آفتابگردان با لینولئیک بالا (حاوی ۶۸٪ اسید لینولئیک)، روغن آفتابگردان با اولئیک متوسط (حاوی ۶۵٪ اسید اولئیک)، روغن آفتابگردان با اولئیک بالا (حاوی ۸۲٪ اسید اولئیک). تمامی این روغن‌ها از دانه‌های آفتابگردانی تهیه می‌شوند که برای تولید ترکیبات مختلف اسیدهای چرب پرورش یافته‌اند (۵).

همان‌طور که از نام آن‌ها مشخص است، برخی از روغن‌های آفتابگردان دارای مقادیر بیشتری از اسید لینولئیک یا اسید اولئیک هستند. اسید لینولئیک که معمولاً به عنوان امگا-۶ شناخته می‌شود، یک اسید چرب چند غیراشباع با دو پیوند دوگانه در زنجیره کربنی خود است. در مقابل، اسید اولئیک یا امگا-۹، یک اسید چرب تک غیراشباع با یک پیوند دوگانه است. این خصوصیات سبب می‌شوند که هر دو در دمای اتاق مایع باشند (۶). اسید لینولئیک و اسید اولئیک هر دو منبع خوبی از انرژی برای بدن هستند و نقش مهمی در استحکام سلول‌ها و بافت‌ها دارند (۷، ۸). با این حال، این دو اسید چرب به روش‌های مختلفی به گرما در طول پخت و پز واکنش نشان می‌دهند، بنابراین ممکن است اثرات متفاوتی بر سلامت شما داشته باشند (۹). روغن آفتابگردان با اولئیک بالا دارای محتوای اسید اولئیک بالاتری است که پایداری اکسیداتیو آن را افزایش می‌دهد و آن را برای محصولات نیمه جامد مانند مارگارین ایده‌آل می‌کند (۱۰). روغن آفتابگردان با لینولئیک بالا سرشار از اسیدهای چرب امگا-۳ است که آن را به انتخاب سالم‌تری برای روغن‌های مایع

مورد استفاده در سس‌ها و پخت و پز تبدیل می‌کند. روغن بالینولنیک بالا درحالی‌که پایداری اکسیداتیو کمتری در مقایسه با روغن اولئیک بالا دارد، همچنان برای کاربردهای کوتاه مدت سرخ‌کردنی و پخت سرد مناسب است (۱۱).

روغن آفتابگردان با استئاریک بالا/اولئیک بالا همچنین حاوی اسید استئاریک است که یک اسید چرب اشباع شده و در دمای اتاق جامد است و کاربردهای متنوعی در آشپزی دارد. این نوع روغن آفتابگردان برای پخت و پز خانگی مناسب نیست و به جای آن می‌توان از آن در غذاهای بسته‌بندی شده، بستنی‌ها، شکلات‌ها و سرخ‌کردنی‌های صنعتی استفاده کرد (۱۲).
میزان مواد مغذی موجود در ۱ قاشق غذاخوری (۱۴ گرم) از سه روغن آفتابگردان مورد استفاده در آشپزی خانگی، به شرح زیر است.

جدول ۱-۶- میزان مواد مغذی موجود در ۱ قاشق غذاخوری (۱۴ گرم) از سه روغن آفتابگردان^۱

کیلوکالری	لینولئیک بالا (۱۳)	اولئیک متوسط (۱۴)	اولئیک بالا (۱۵)
۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰
کربوهیدرات	۰	۰	۰
پروتئین	۰	۰	۰
چربی کل	۱۳/۶ گرم	۱۳/۶ گرم	۱۳/۶ گرم
اسید چرب اشباع	۱/۴ گرم	۱/۲۲ گرم	۱/۳۴ گرم
اسید چرب تک غیراشباع	۲/۶۵ گرم	۷/۷۹ گرم	۱۱/۳۶ گرم
اسید چرب چند غیراشباع	۸/۹۴ گرم	۳/۹۴ گرم	۰/۵۲ گرم
کلسترول	۰	۰	۰
ویتامین E	۵/۵۹ میلی‌گرم	۵/۵۹ میلی‌گرم	۵/۵۹ میلی‌گرم
ویتامین K	۰/۷۳۴ میکروگرم	۰/۷۳۴ میکروگرم	۰/۷۳۴ میکروگرم
سدیم	۰	۰	۰
پتاسیم	۰	۰	۰

فواید ناشی از مصرف روغن آفتابگردان

تمام ادعاهای مطرح‌شده در مورد مزایای روغن آفتابگردان، مربوط به روغن آفتابگردان با اولئیک بالا (حاوی ۸۲٪ اسید اولئیک) با نقطه دود نسبتاً بالای ۲۳۱ درجه سانتی‌گراد است (۱۶). برخی تحقیقات نشان می‌دهند که رژیم غذایی غنی از اسیدهای چرب تک غیراشباع مانند اسید اولئیک ممکن است به کاهش سطح کلسترول بالا و در نتیجه کاهش خطر بیماری‌های قلبی-عروقی کمک کند. یک مطالعه بر روی

۱. میزان مقادیر مندرج در جدول ترکیبات شیمیایی روغن‌ها با توجه به منشأ روغن، روش استخراج، فصل برداشت و نوع بذرو... می‌تواند متفاوت باشد.

۱۵ فرد سالم نشان داد که افرادی که به مدت ۱۰ هفته رژیم غذایی غنی از روغن آفتابگردان با اولئیک بالا مصرف کردند، به طور معنی داری سطح خون LDL-C و تری گلیسرید کمتری داشتند، در مقایسه با افرادی که رژیم غذایی مشابهی با مقدار مشابه چربی اشباع مصرف کرده بودند (۱۷).

مطالعه دیگری بر روی ۲۴ فرد با سطح بالای لیپیدهای خون نشان داد که مصرف رژیم غذایی حاوی روغن آفتابگردان با اولئیک بالا به مدت ۸ هفته منجر به افزایش معنی دار HDL-C در مقایسه با رژیم غذایی بدون روغن آفتابگردان شد (۱۸).

مطالعات دیگر نیز نتایج مشابهی را نشان می دهند که به همین دلیل سازمان غذا و دارو (FDA) را بر آن داشت تا یک ادعای سلامت واجد شرایط را برای روغن آفتابگردان با اولئیک بالا و محصولات با ترکیب اسیدهای چرب مشابه تأیید کند. این اجازه می دهد تا روغن آفتابگردان با اولئیک بالا به عنوان غذایی که ممکن است به کاهش خطر بیماری های قلبی کمک کند، در صورت استفاده به جای چربی های اشباع شده، برچسب گذاری شود (۱۹). با این حال، شواهدی که از فواید احتمالی روغن آفتابگردان برای سلامت قلب حمایت می کند، قطعی نیست و تحقیقات بیشتری در این زمینه لازم است.

یک مرور ساختاریافته و متا-آنالیز روی مطالعات کارآزمایی بالینی، نشان داد که مصرف روغن کانولا در مقایسه با روغن آفتابگردان سطح LDL-C و LDL/HDL را از لحاظ آماری به شکل معنی داری پایین بیاورد ولی برای Apo B، FBS، SBP، DBP، ۸-TG، TC، HDL-C، TC/HDL، VLDL، Apo A اثر معنی داری مشاهده نشد (۲۰). همچنین یک مرور ساختاریافته و متا-آنالیز روی مطالعات کارآزمایی بالینی نشان داد که دریافت روغن کانولا در مقایسه با دریافت روغن آفتابگردان هیچ گونه اثر معنی داری روی وزن بدن، BMI، دور کمر و نسبت دور کمر به دور باسن ندارد (۲۱).

یک کارآزمایی بالینی دو ساله که روی ۲۰۰ نفر از افراد مبتلا به بیماری ایسکمی قلب پایدار انجام شد، نشان داد که مصرف ۱۵ درصد از انرژی روزانه از طریق روغن نارگیل در مقایسه با مصرف ۱۵ درصد از انرژی روزانه از طریق روغن آفتابگردان، به طور آماری هیچ گونه تأثیر معنی داری بر عوامل تن سنجی و بیوشیمیایی، عملکرد عروقی و بروز بیماری های قلبی-عروقی ندارد (۲۲).

یک کارآزمایی بالینی متقاطع که بر روی ۵۲ فرد سالم انجام شد، نشان داد که مصرف ۲۰٪ از انرژی روزانه از روغن آفتابگردان در مقایسه با مصرف ۲۰٪ از انرژی روزانه از روغن پالم یا روغن پالم استریفیه شده از لحاظ آماری به طور معنی داری بر سطح Apo B و TC، LDL-C، TC/HDL-C اثر کاهشی دارد (۲۳).

معایب ناشی از مصرف روغن آفتابگردان

انواع روغن آفتابگردان که اولئیک بالایی ندارند، حاوی مقادیر بیشتری اسید لینولئیک (معروف به امگا ۶) هستند. روغن آفتابگردان اولئیک متوسط، حاوی ۳۵-۱۵٪ اسید لینولئیک است. اگرچه امگا-۶ یک اسید چرب ضروری است که باید از طریق رژیم غذایی دریافت شود، اما نگرانی هایی وجود دارد که مصرف بیش

از حد آن می‌تواند منجر به التهاب و مشکلات مربوط به سلامتی شود. این به این دلیل است که اسید لینولئیک به اسید آراشیدونیک تبدیل می‌شود که می‌تواند ترکیبات التهابی ایجاد کند (۲۴). مصرف بیش از حد اسید لینولئیک از روغن‌های گیاهی، همراه با کاهش مصرف اسیدهای چرب امگا ۳ ضد التهابی - عدم تعادلی که معمولاً در رژیم غذایی آمریکایی دیده می‌شود - ممکن است منجر به اثرات منفی بر سلامتی شود (۲۵).

به طور خاص، مطالعات حیوانی نشان می‌دهند که اسید آراشیدونیک تولید شده از امگا ۶ در بدن ممکن است نشانگرهای التهابی و ترکیبات سیگنالی را افزایش دهد که باعث افزایش وزن و چاقی می‌شوند (۲۶-۲۸). یکی دیگر از جنبه‌های منفی روغن آفتابگردان، انتشار ترکیبات بالقوه سمی آن پس از حرارت‌دهی مکرر به دمای ۳۵۶ درجه فارنهایت (۱۸۰ درجه سانتی‌گراد) در کاربردهای سرخ‌کردنی است (۲۹). روغن آفتابگردان اغلب در پخت و پز با حرارت بالا استفاده می‌شود؛ زیرا نقطه دود بالایی دارد، یعنی دمایی که در آن شروع به دود شدن و تجزیه می‌کند. با این حال، مطالعات نشان می‌دهند که نقطه دود بالا با پایداری روغن تحت حرارت مطابقت ندارد. یک مطالعه نشان داد که روغن آفتابگردان در مقایسه با سایر روغن‌های گیاهی در سه نوع روش سرخ‌کردنی، بیشترین مقدار آلدئید را در بخار پخت و پز آزاد می‌کند (۳۰).

آلدئیدها ترکیبات سمی هستند که می‌توانند به DNA^۱ و سلول‌ها آسیب برسانند و در نتیجه به بیماری‌هایی مانند بیماری قلبی و آلزایمر کمک کنند (۳۱). هر چه روغن آفتابگردان مدت زمان طولانی‌تری در معرض گرما باشد، آلدئیدهای بیشتری منتشر می‌کند. بنابراین، روش‌های طبخ ملایم و کم‌حرارت مانند سرخ کردن با هم زدن ممکن است استفاده مطمئن‌تری از روغن آفتابگردان باشد (۲۹).

از بین انواع مختلف، روغن آفتابگردان اولئیک بالا احتمالاً پایدارترین نوع برای استفاده در سرخ کردن و پخت و پز با حرارت بالا است. بر اساس تحقیقات موجود، مصرف مقادیر کم روغن آفتابگردان اولئیک بالا ممکن است فواید حاشیه‌ای برای سلامت قلب داشته باشد. روغن آفتابگردان لینولئیک بالا یا روغن متوسط اولئیک احتمالاً فواید مشابهی ندارد و همچنین ممکن است در طی سرخ کردن عمیق در دمای بالا ترکیبات خطرناکی تولید کند (۹). از سوی دیگر، روغن‌های زیتون و آووکادو نیز غنی از اسید اولئیک تک غیراشباع هستند و در صورت حرارت دادن ترکیبات سمی کمتری تولید می‌کنند (۳۲، ۳۳). علاوه بر این، روغن‌هایی که اسیدهای چرب چند غیراشباع کمی دارند، مانند روغن آفتابگردان اولئیک بالا، کانولا و روغن پالم، در مقایسه با روغن آفتابگردان لینولئیک بالا، در طول پخت و پز پایدارتر هستند (۳۰). بنابراین، درحالی‌که روغن آفتابگردان ممکن است در مقادیر کم مناسب باشد، چندین روغن دیگر ممکن است مزایای بیشتری داشته باشند و در طول پخت با حرارت بالا عملکرد بهتری ارائه دهند.

۱٫ دئوکسی‌ریبونوکلئیک اسید (به انگلیسی: Deoxyribonucleic acid) و به اختصار دی‌ان‌ای (DNA) گونه‌ای اسید نوکلئیک است که دارای دستورالعمل‌های ژنتیکی است که برای کارکرد و توسعه زیستی جانداران و ویروس‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. نقش اصلی مولکول دی‌ان‌ای ذخیره‌سازی طولانی مدت اطلاعات ژنتیکی موجودات است.

نتیجه‌گیری

روغن آفتابگردان به دلیل ترکیب شیمیایی غنی از اسیدهای چرب ضروری و ویتامین E، یکی از پرمصرف‌ترین روغن‌های گیاهی در جهان محسوب می‌شود. انواع مختلف آن، به ویژه روغن آفتابگردان با اولئیک بالا، به خاطر پایداری اکسیداتیو بیشتر و فواید احتمالی برای سلامت قلب، جایگاه ویژه‌ای در رژیم‌های غذایی و صنایع غذایی یافته‌اند. با این حال، مصرف بیش از حد انواع غنی از اسید لینولئیک می‌تواند منجر به عوارضی مانند افزایش التهاب و ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی شود. در مجموع، روغن آفتابگردان یک گزینه اقتصادی و پایدار است، اما انتخاب نوع مناسب آن و استفاده صحیح نقش کلیدی در بهره‌مندی از مزایای سلامتی آن ایفا می‌کند.

روغن آووکادو (Avocado oil)

آووکادو با نام علمی *Persea Americana*، از خانواده (Lauraceae) میوه‌ای بومی آمریکای مرکزی است که در آب و هوای معتدل گرم و نیمه گرمسیری در سراسر جهان رشد می‌کند. آووکادو از ارزش اقتصادی بالایی برخوردار است، بنابراین فرآورده‌های مختلف آووکادو به وجود آمده است که یکی از آنها روغن آووکادو است. از نظر تشریحی، میوه آووکادو را می‌توان به سه بخش تقسیم کرد: درونی‌ترین قسمت هسته است که ۲۰ درصد میوه را تشکیل می‌دهد، پالپ یا گوشت میوه قسمت اصلی (۶۵ درصد) بوده و پوست (۱۵ درصد) بیرونی‌ترین قسمت می‌باشد. این میوه که به عنوان «کره گیاهی» یا «گلایی کره‌ای» شناخته می‌شود، حاوی مقدار قابل توجهی تری گلیسیرید (TGs) همراه با محتوای بالایی از اسیدهای چرب غیراشباع است. همچنین سرشار از بسیاری از فیتوکمیکال‌های زیست فعال دیگر مانند کاروتنوئیدها، توکوفرول‌ها، فیتواسترول‌ها، الکل‌های آلیفاتیک و هیدروکربن‌ها است. قسمت گوشتی یا پالپ میوه آووکادو حاوی حدود ۶۰ درصد روغن، پوست ۷ درصد روغن و دانه تقریباً ۲ درصد روغن دارد.



تولیدکنندگان اصلی روغن آووکادو (AO) در جهان نیوزلند، مکزیک، ایالات متحده، آفریقای جنوبی و شیلی هستند. امروزه علاقه به AO در تغذیه انسان، صنایع غذایی و لوازم آرایشی گسترش یافته است. برخلاف روغن استخراج شده از سایر میوه‌ها، روغن میوه آووکادو اغلب از گوشت میوه بالغ استخراج می‌شود و محتوای لیپید آن به عنوان بالاترین میزان در بین تمام انواع میوه و سبزیجات شناخته شده گزارش شده است. روغن آووکادو کاربردهای زیادی مانند روغن آشپزی و به عنوان یک عنصر در محصولات بهداشتی، آرایشی، دارویی و مواد غذایی دارد. مصرف روغن آووکادو به دلیل ارزش غذایی بالا و فواید بالقوه آن برای سلامتی انسان رایج شده است (۳۴، ۳۵).

در سال ۲۰۰۶ مرکز تجارت بین المللی (ITC) گزارش داد که تجارت جهانی روغن آووکادو در سال ۲۰۰۵ به طور

متوسط ۱۳ درصد از نظر حجم و ۸ درصد از نظر ارزش رشد داشته است، با ارقام وارداتی ۳۷۱۰۰۰ تن، چین با ارزش صادرات ۱۴ میلیون دلار و هند با ارزش صادرات ۹ میلیون دلار عرضه کننده اصلی به بازارهای بین المللی بوده‌اند، درحالی‌که ایالات متحده، مالزی و آلمان به ترتیب ۲۴ درصد و ۸ درصد و ۷ درصد مصرف کنندگان اصلی بودند (۳۶). گزارش شده است که بزرگترین منطقه بازار روغن آووکادو در سال ۲۰۱۶، قاره آمریکا با ۶۰۰۰۰۰ تن (۶۸/۸ درصد)، پس از آن آسیا با ۴۳۲۰۰۰ تن (۲۲/۶ درصد) و اروپا با ۱۹۳۰۰۰ تن ۸/۶ درصد بوده است (۳۷). در یک نوع دسته‌بندی، طبقه‌بندی روغن آووکادو براساس روش استخراج آن و کیفیت میوه به دسته‌های زیر تقسیم می‌شوند (۳۸، ۳۹).

روغن آووکادوی فوق بکر (Extra virgin avocado oil (EVAO)

۱۳۳ روغن آووکادوی فوق بکر دسته برتری از روغن است که مستقیماً از آووکادو با فرایندهای مکانیکی یا فیزیکی دیگر به دست می‌آید و تنها با روش‌های مکانیکی، با دمای زیر ۵۰ درجه سانتی‌گراد و بدون استفاده از حلال‌های شیمیایی استخراج می‌شود. روغن آووکادوی فوق بکر خواصی مشابه با آووکادو دارد، بنابراین رنگ سبز تیره، کره‌ای، طعم چرب و نقطه دود آن در حدود ۴۸۲ درجه فارنهایت است. رنگ سبز از کلروفیل‌های موجود در گوشت و پوست میوه ایجاد می‌شود. به همین دلیل، نگهداری روغن به دور از نور ضروری است، زیرا وجود کلروفیل می‌تواند باعث اکسیداسیون شود و احتمال فاسد شدن را افزایش دهد.

روغن آووکادوی بکر (virgin avocado oil)

روغن آووکادوی بکر با میوه‌ای با کیفیت پایین‌تر (با نواحی کوچک پوسیدگی و تغییرات فیزیکی)، استخراج شده با روش‌های مکانیکی، در دمای زیر ۵۰ درجه سانتی‌گراد و بدون استفاده از حلال‌های شیمیایی تولید می‌شود. روغن آووکادوی بکر محتوی غلظت بالایی اولئیک اسید (بیشتر از ۵۹ درصد) می‌باشد. روغن آووکادوی بکر سرشار از اجزای زیست فعال مانند توکوفرول‌ها، فیتواسترول‌ها و کاروتنوئیدها است. این اجزا با ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در ارتباط هستند. همبستگی مثبت قوی بین توکوفرول (آلفا و گاما) و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی اندازه‌گیری شده توسط BBA^۱، FRAP^۲ و TEAC^۳ مشاهده شد. همچنین، ترکیباتی مانند بتا سیتوسترول، کمپسترول، دلتا-۵-آوناسترول و کاروتنوئیدها با FRAP همبستگی مثبت داشتند.

روغن آووکادوی خالص (Pure avocado oil)

روغن آووکادوی خالص نوعی روغن است که برای تولید آن کیفیت میوه مهم نیست. این یک روغن سفید شده و خوشبو شده است که با طعم طبیعی گیاهان یا میوه‌ها تزریق می‌شود.

۱. 2-[4-(Dibutylamino)-2-hydroxybenzoyl] benzoic acid

۲. Fluorescence recovery after photobleaching

۳. Trolox Equivalent Antioxidant Capacity

روغن آووکادوی مخلوط (Mixed avocado oil)

در نهایت، روغن آووکادوی مخلوط با روغن های زیتون، ماکادمیا و سایر روغن ها ترکیب می شود.

اسیدیته و ترکیب روغن آووکادو

برای طبقه بندی انواع روغن آووکادو و ویژگی های آنها، درجه اسیدیته و کیفیت ارگانولپتیک باید در نظر گرفته شود. این مجموعه ای از حواس است که توسط حواس بویایی و طعم روغن آووکادوی مانند تند، تلخ و میوه ای ایجاد می شود. میزان اسیدیته روغن آووکادو بر اساس واریته های میوه آووکادو به صورت زیر می باشد. در روغن های تجاری آووکادو اسیدیته از ۱ درصد تجاوز نمی کند.

جدول ۲-۶- میزان اسیدیته روغن آووکادو بر اساس واریته های میوه آووکادو در ۱۰۰ گرم

نوع روغن آووکادو	میزان اسیدیته در ۱۰۰ گرم
روغن آووکادو اتینگر	اسیدیته از ۲٪ تجاوز نمی کند
روغن آووکادو فوئرت	اسیدیته از ۳٪ تجاوز نمی کند
روغن آووکادو هاس	اسیدیته بیشتر از ۲٪ تجاوز نمی کند
روغن آووکادو رید	اسیدیته از ۳٪ تجاوز نمی کند

ترکیبات روغن آووکادو

آووکادو حاوی روغن (۱۵-۳۰ گرم در ۱۰۰ گرم میوه) است که بیشتر آن MUFA معادل ۵۸/۶ درصد از کل مقدار اسیدهای چرب را تشکیل می دهد. همچنین حاوی ۸ گرم چربی کل در هر واحد آووکادو هستند که تقریباً یک سوم آووکادوی متوسط، با وزن ۵۰ گرم می باشد. روغن آووکادو حاوی اسیدهای چرب تک غیراشباع (MUFA) و اسیدهای چرب چند غیراشباع (PUFA) است که اسید چرب اصلی آن اسید اولئیک با ۴۶/۵۹-۶۷/۶۹ درصد است. همچنین، حاوی بتا سیتوسترول به عنوان فیتواسترول اصلی ترین ترکیب موجود در روغن آووکادو می باشد. روغن آووکادو این مزیت را دارد که MUFA بالایی دارد، بنابراین در برابر فرآیندهای اکسیداسیون هم در دماهای بالا و هم در حین نگهداری از پایداری خوبی برخوردار است و می تواند جایگزینی به عنوان روغن پخت و پز باشد که در مقایسه با روغن های دیگر برای سلامتی مفید است. روغن آووکادو همچنین حاوی سطوح پایین تری از PUFA نسبت به MUFA است، بنابراین به کاهش سطح لیپید کمک می کند (۳۵، ۴۰).

آب و هوا و کشور مبدا می تواند بر کیفیت میوه و در نتیجه روغن تأثیر بگذارد. بنابراین، روغن میوه گونه هاس، که از محصولات مکزیک، استرالیا، ایالات متحده و نیوزیلند منشأ می گیرد، با محتوای بالای ۶۲ درصد لیپید مشخص می شود که از این میان لیپیدهای اولئیک (۴۲-۵۱ درصد) و پالمیتیک (۲۵-۳۰ درصد) به نسبت بیشتری وجود دارند. روغن آووکادو محتوای بالایی از اسیدهای چرب تک غیراشباع (۶۹/۴ درصد) و مقدار

کمتری از اسیدهای چرب چند غیراشباع ۱۶/۶ درصد و اشباع ۱۴ درصد را نشان داد. روغن حاصل از گونه هاس می تواند تا ۷۱ درصد MUFA، ۱۳ درصد PUFA و ۱۶ درصد اسیدهای چرب اشباع (SFA) داشته باشد. تفاوت در محتوای اسید اولئیک در مقایسه انواع مختلف روغن آووکادو که از واریته های مختلف به دست آمده اند ولی با استفاده از روش مشابه استخراج شده اند، مشاهده می شود. میوه آووکادو حاوی مقادیر قابل توجهی رنگدانه از جمله کلروفیل ها و کاروتنوئیدها است که ظاهری سبز تیره به روغن آووکادو می بخشد. روغن آووکادوی بکر حاوی سطوح بالایی از کلروفیل است. اگر چه کلروفیل می تواند اثر منفی بر پایداری اکسیداتیو روغن از طریق فتوکسید شدن روغن در مواجهه با نور داشته باشد. شکل آلفا توکوفرول مهم ترین شکل فعال ویتامین E است. توکوفرول ها در روغن آووکادو با تنوع غلظت بالا (از ۰/۳۴٪ تا ۲۵۶ میکروگرم در گرم روغن) یافت شده اند و مصرف این ترکیبات با کاهش بروز CVD همراه بوده است. روغن آووکادو بکر حاوی اپی ژنین ۷ گلوکوزید، لوتئولین، کافئیک اسید و پارا هیدروکسی بنزوئیک اسید می باشد (۳۶، ۳۸). ۱۲۵

میزان مواد مغذی موجود در قاشق غذاخوری (۱۴ گرم) روغن آووکادو نیز به شرح زیر می باشد (۴۱):

جدول ۳-۶- میزان مواد مغذی موجود در قاشق غذاخوری (۱۴ گرم) روغن آووکادو

ترکیبات	میزان	ترکیبات	میزان
کالری	۱۲۰ کیلو کالری	ویتامین K	۰
چربی کل	۷ گرم	ویتامین E	۰
اسید چرب اشباع	۵/۰ گرم	کربوهیدرات	۱
اسید چرب تک غیراشباع	۴ گرم	سدیم	۰
اسید چرب چند غیراشباع	۲ گرم	پتاسیم	۰
کلسترول	۵ میلی گرم	پروتئین	۰/۲

فواید روغن آووکادو

محتوای روغن آووکادو فواید زیادی برای بدن دارد، از جمله اینکه می تواند سطح لیپید را با پیشگیری و محافظت از بدن در برابر بیماری های قلبی، کاهش دهد و به عنوان یک عامل محافظ کبد عمل کند.

بیماری های قلبی و عروقی

بیماری های قلبی عروقی (CVD) عامل اصلی مرگ و میر هستند که سالانه بیش از ۱۷ میلیون مرگ را شامل می شود. در یک متاآنالیز از کارآزمایی های تصادفی سازی شده کنترل شده، گزارش شد که مصرف آووکادو و روغن آووکادو سبب افزایش کلسترول لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL) می شود. اما بر سایر نشانگرهای خطر بیماری های قلبی عروقی مانند فشار خون، تری گلیسیرید و کلسترول اثری نداشت (۴۲).

بیماری‌های مرتبط با اختلالات سیستم مرکزی

یک میوه آووکادوی متوسط، پروفایل چربی تقریباً مشابه روغن زیتون به اضافه ۱۶ درصد ارزش روزانه (DV)^۱ نیاسین و ریبوفلاوین، ۲۴ درصد ویتامین B_۶، ۳۲ درصد فولات، ۴۴ درصد اسید پانتوتیک، ۴۰۸ میکروگرم از لوتئین کاروتنوئید و ۳۶ درصد فیبر را فراهم می‌کند. نشان داده شده است که اجزای منفرد غذایی (single food components) (درشت مغذی‌ها و ریز مغذی‌ها) با پروفایل اسیدهای چرب مشابه آووکادو، مانند روغن زیتون فوق بکر و آجیل، با شناخت ارتباط دارند. نتایج حاصل از مجموع ۲۸۸۶ شرکت‌کننده در نظرسنجی ملی سلامت و تغذیه (NHANES) ۲۰۱۱-۲۰۱۴ با سن ۶۰ سال یا بیشتر، معیارهای واجد شرایط بودن را داشتند و در مطالعه مقطعی نشان داد مصرف کنندگان آووکادو نمرات شناختی قابل توجهی در تمام تست‌های شناختی و نمره شناخت جهانی داشتند (۴۳).

استئوآرتریت

در یک مطالعه متا-آنالیز بر روی ۵ مطالعه کارآزمایی بالینی گزارش شده است که ماده غیر صابونی آووکادو/سویا (ASU)^۲ یک ماده مغذی است که از عصاره‌های گیاهی طبیعی از روغن آووکادو و سویا به دست آمده، اثرات مفیدی در درمان استئوآرتریت (OA)^۳ علامت‌دار زانو نشان داده است اما در OA لگن اثری نداشته است. در این مطالعه ASU سبب کاهش قابل توجهی در درد با ارزیابی VAS^۴ شد. یک تحلیل فرعی بر اساس نوع OA نشان داد که ASU به طور قابل توجهی هر دو شاخص مقیاس آنالوگ بصری درد (VAS) و Lequesne Index (ترکیبی از درد، عملکرد و ناتوانی) را در OA زانو کاهش داد اما اثری بر OA لگن نداشت (۴۴).

التهاب

عملکرد طبیعی سیستم ایمنی برای سلامتی یک فرد حیاتی است. درحالی‌که عوامل مختلفی بر سلامت سیستم ایمنی تأثیر می‌گذارد، تغذیه نقش مهمی ایفا می‌کند. درحالی‌که التهاب بخشی از یک پاسخ ایمنی سالم و ترمیم مناسب زخم است، التهاب مزمن که اغلب با واسطه‌هایی مانند افزایش پروتئین واکنشی (CRP)، اینترلوکین ۲ (IL-2)، اینترلوکین ۶ (IL-6)، هموسیستئین، فیبرینوژن و فاکتور نکروز تومور (TNF-a) مشخص می‌شود، نشانه‌ای از اختلال تنظیم سیستم ایمنی در بدن است. ترکیب اسیدهای چرب روغن آووکادو مشابه روغن زیتون می‌باشد. به همین دلیل، مانند روغن زیتون، روغن آووکادو در چهار مطالعه مختلف، از یک مطالعه کوتاه مدت تا یک کارآزمایی تصادفی شده کنترل شده شش ماهه، منجر به نشانگرهای التهابی بالاتری نشد و اثرات ضد التهابی نشان داد (۴۰).

۱. daily value

۲. Avocado and soybean unsaponifiables

۳. Osteoarthritis

۴. Visual analogue scale

اثرات آنتی اکسیدانی

براساس مطالعات مختلف آزمایشگاهی و حیوانی صورت گرفته بر روی روغن آووکادو این روغن به دلیل وجود آلفا توکوفرول و سایر ترکیبات مانند اپی ژنین، کاتچین ها (به ویژه اپی گالوکاتچین گالات) و کامپفرول اثرات آنتی اکسیدانی را نشان داده است و سبب کاهش سطوح گونه های اکسیژن فعال (ROS)^۱، یون سوپراکسید و پراکسیداسیون لیپیدی تولید شده توسط روتنون (نوعی ایزوفلاوون کریستالی بی رنگ و بی بو است که به عنوان حشره کش و آفت کش استفاده می شود) گردیده است (۴۵، ۴۶).

نتیجه گیری

روغن آووکادو عمدتاً یک روغن تک غیراشباع و حاوی امگا-۹ با نسبت کافی اسیدهای چرب چند غیراشباع است که ترکیبی مشابه روغن زیتون دارد. علاوه بر این، حاوی سایر ترکیبات زیست فعال مانند توکوفرول ها، پلی فنل ها و نسبت قابل توجهی از فیتواسترول ها است. همچنین، نشان داده شده است که این روغن در دماهای بالا عملکرد خوبی دارد. همه این ویژگی ها نشان می دهد که روغن آووکادو دارای خواص تغذیه ای مطلوبی است که اثرات مفیدی بر سلامت داشته و اخیراً بسیار مورد استقبال مردم قرار گرفته است. روغن آووکادو نسبت PUFA/SFA بالاتری نسبت به روغن زیتون داشته و با توجه به محتوای فنل کل، پایداری روغن آووکادو مشابه روغن زیتون است. با این حال، در افرادی که به آووکادو آلرژی دارند مصرف آن توصیه نمی شود. به طور کلی، روغن آووکادو به دلیل شباهت به روغن زیتون گزینه ای مفید برای رژیم غذایی است، اما مصرف متعادل و همراه با منابع دیگر چربی های سالم توصیه می شود.

روغن پالم (Palm oil)

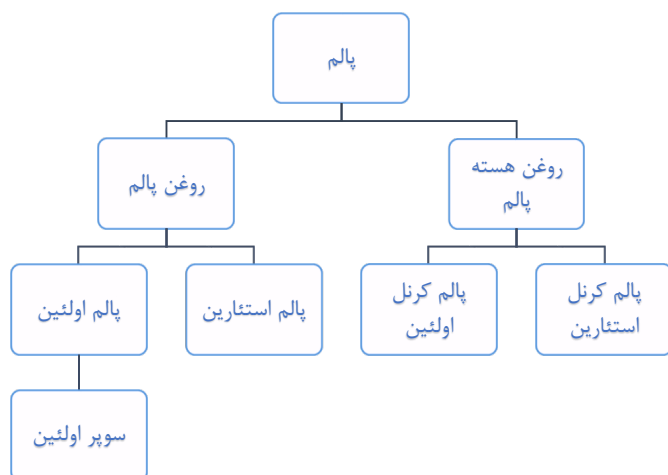


روغن پالم از میوه درخت نخل روغنی از قسمت گوشتی آن (Elaeis guineensis) تولید می شود. این درخت به صورت خوشه ای میوه می دهد و میوه آن شبیه خرما درشت و دانه های آن به رنگ نارنجی یا متمایل به قهوه ای می باشد. روغن پالم، در حالت خام به رنگ نارنجی تیره می باشد (به علت مقدار بالای بتاکاروتن،

قرمز است) که بعد از تصفیه روغن، به رنگ زرد روشن بوده و هیچ گونه بویی ندارد (۴۷).

روغن هسته پالم، palm kernel oil که اصطلاحاً به آن پالم کرنل می گویند نیز از مغز هسته های میوه پالم استخراج و از نظر ترکیب و خصوصیات فیزیکی با روغن پالم متفاوت و مصارف و بازار جداگانه ای دارد. از نظر ظاهر به زحمت می توان آنرا از روغن نارگیل تمیز داد و از نظر ترکیب اسید چرب نیز به آن شباهت زیاد دارد. روغن خام هسته پالم دارای رنگ سفید است و درجه اشباعیت کمتری نسبت به روغن نارگیل دارد. از روغن پالم و روغن هسته پالم مشتقاتی تولید می شود که در نمودار زیر به تصویر کشیده شده است.

۱. Reactive oxygen species



نمودار ۱-۶- مشتقات تولید شده از روغن پالم و روغن هسته پالم

این گیاه از مناطق گرمسیری آفریقا سرچشمه گرفته و اکنون در بیشتر نقاط جهان گسترش یافته است. RPO یک محصول مهم از روغن پالم در آسیای جنوب شرقی، غرب آفریقا و آمریکای جنوبی است. در طول تاریخ، RPO به عنوان منبع اصلی چربی رژیم غذایی بوده است. خواص تغذیه‌ای و درمانی آن برای نسل‌ها شناخته شده است. تا قبل از ورود پزشکی مدرن، RPO درمان انتخابی برای چندین بیماری در بسیاری از مناطق آفریقا بود (۴۸).

اولین شواهد مبنی بر مصرف روغن پالم در رژیم غذایی انسان به ۳۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح با سابقه طولانی استفاده در غرب آفریقا برمی‌گردد. درختان پالم در قرن پانزدهم توسط پرتغالی‌ها به غرب (برزیل، هند غربی) و توسط هلندی‌ها به شرق (اندونزی) معرفی شدند. در قرن ۱۹ در ابتدا به عنوان درختان زینتی استفاده می‌شد اما، پرورش پالم و تولید روغن پالم، یک تلاش نسبتاً جدید در قرن بیستم محسوب می‌شود. از بین گیاهان روغن دار، *E. guineensis* با میانگین بین ۴ تا ۱۰ تن روغن در هکتار در سال، بالاترین تولید روغن را دارد. درختان پالم روغنی در بیشتر ماه‌های سال محصول دارند و درآمد جذاب و ثابتی برای کشورهای آفریقایی یا آسیایی محسوب می‌شوند. هر میوه درخت پالم ۳۵ درصد روغن تولید می‌کند و با این احتساب از یک درخت نخل، می‌توان سالانه ۴۰ کیلوگرم روغن به دست آورد.

روغن پالم که حدود ۳۰ درصد از کل تولید روغن‌ها و چربی‌ها در جهان را تشکیل می‌دهد، سهم خود را از تولید در ۱۰ سال گذشته به طور چشمگیری افزایش داده و طبق گزارش وزارت کشاورزی ایالات متحده، در سال ۲۰۲۰، تولید جهانی روغن پالم ۷۵ میلیون تن بود که از تولید روغن سویا، آفتابگردان و کانولا پیشی گرفت و یک سوم تولید روغن نباتی را به خود اختصاص داد.

در حال حاضر این روغن پرمصرف‌ترین روغن در جهان است زیرا نزدیک به ۳۵ درصد از مصرف کل روغن‌های گیاهی را نشان می‌دهد و همچنین از نظر تولید روغن در جهان اولین است. در سرتاسر جهان، ۹۰ درصد

روغن پالم برای مصرف رژیم غذایی مصرف می‌شود، که اکثریت تولید و مصرف روغن پالم در مناطق استوایی آسیای جنوب شرقی است. پنج کشور اول تولیدکننده روغن پالم در جهان عبارتند از اندونزی، مالزی، تایلند، کلمبیا و نیجریه. بیش از ۸۵ درصد از تولید OP جهان توسط اندونزی و مالزی تأمین می‌شود که به ترتیب اولین و دومین تولیدکنندگان جهان هستند.

انواع روغن‌های مشتق شده از روغن پالم

۱. روغن پالم اولئین

به بخش مایع روغن پالم، پالم اولئین می‌گویند که در طی فرآیند فیلتراسیون و تبلور تحت دمای کنترل شده، به دست می‌آید. در پالم اولئین مقادیر اسید لینولئیک و اولئیک به نسبت پالم معمولی بیشتر بوده و منبع خوبی از آنتی‌اکسیدان و ویتامین E است. روغن پالم اولئین پایداری حرارتی بالایی دارد و می‌توان از آن برای پخت و پز استفاده نمود بدون آنکه روغن تجزیه شود. اولئین که نقطه ذوب پایینی دارد. همچنین هیچگونه بو و طعمی ندارد و برای استفاده در صنایع غذایی انتخاب مناسبی است. روغن پالم مایع پرمصرف‌ترین روغن برای سرخ کردن در جهان است.

۲. روغن پالم استئارین

در اولین مرحله جداسازی روغن، فاز مایع از فاز جامد جدا می‌شود و به بخش جامد روغن، روغن پالم استئارین می‌گویند. پالم استئارین، مراحل تصفیه را رد می‌کند و شامل اسیدهای چرب اشباع از دو نوع دیگر می‌شود. استئارین که نقطه ذوب بالایی دارد.

ترکیبات روغن پالم

ترکیبات اصلی روغن پالم تری اسیل گلیسرول (TG) است. مولکول گلیسرول با سه اسید چرب استری شده است. در طی فرآیند استخراج روغن پالم از قسمت گوشتی میوه، تری اسیل گلیسرول‌ها سایر اجزای سلولی محلول در چربی را جذب می‌کنند. اینها شامل فسفاتیدها، استرول‌ها، رنگدانه‌ها، توکوفرول‌ها، توکوترینول‌ها، مونوگلیسرول‌ها، دی گلیسرول و اسیدهای چرب آزاد (FFAs) می‌باشند (۴۹) روغن پالم تازه حاوی توکوفرول‌ها و توکوترینول‌هایی است که آنتی‌اکسیدان هستند و اثر آنتی‌اکسیدانی توکوترینول‌ها ۴۰ تا ۶۰ برابر بیشتر از توکوفرول‌ها است (۵۰). اسیدهای چرب اسیدهای آلیفاتیک مانند اسید میریستیک، پالمیتیک، استئاریک، لینولئیک اسید هستند. روغن پالم همچنین حاوی ویتامین‌ها، آنتی‌اکسیدان‌ها و سایر مواد مغذی گیاهی است. روغن پالم دارای مقادیر تقریباً مساوی اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع است. روغن پالم با نسبت ۱:۱ اسیدهای چرب اشباع به غیراشباع، در دمای اتاق در حالت نیمه جامد باقی می‌ماند. اسید میریستیک (۱٪)، اسید استئاریک (۵٪) و اسید پالمیتیک (۴۴٪) علاوه بر اسید اولئیک تک غیراشباع (۳۹٪) و اسید لینولئیک چند غیراشباع (۱۱٪) جزء اسیدهای چرب اشباع شده را تشکیل

می‌دهند (۴۹). یک قاشق غذاخوری (۱۴ گرم) روغن پالم تصفیه شده دارای ۱۲۰ کیلو کالری انرژی دارد و مشخصات ترکیبی آن شامل موارد زیر است (۵۱).

جدول ۴-۶- میزان مواد مغذی موجود در ۱ قاشق غذاخوری (۱۴ گرم) روغن پالم

ترکیبات	میزان	ترکیبات	میزان
چربی کل	۱۴ گرم	اسید چرب چند غیراشباع	۱ گرم
اسید چرب اشباع	۷ گرم	ویتامین E	(معادل ۱۴٪ RDI)
اسید چرب تک غیراشباع	۵ گرم	ویتامین K	-----

پالم استئارین عمدتاً از گلیسرید تری پالمیتات تشکیل شده است، و بیشتر بقیه چربی آن گلیسرید پالمیتات مونولات است. از نظر ترکیب اسیدهای چرب، یک استئارین معمولی نرم ممکن است حاوی تقریباً ۵۰٪ اسید پالمیتیک و ۳۵٪ اسید اولئیک باشد. ترکیبات اسیدهای چرب پالم اولئین و پالم استئارین نیز در جدول زیر آمده است (۵۲).

جدول ۵-۶- ترکیبات اسیدهای چرب پالم اولئین و پالم استئارین

اسید چرب (اختصار)	پالم اولئین		پالم استئارین	
	جرم (درصد)	مول (درصد)	جرم (درصد)	مول (درصد)
(Co) C ۶:۰	۰/۱۳	۰/۳۰	۰/۱۳	۰/۳۰
(Cp) C ۸:۰	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۱۱
(C) C ۱۰:۰	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۹
(L) C ۱۲:۰	۰/۵۰	۰/۶۸	۰/۸۷	۱/۱۶
(M) C ۱۴:۰	۰/۹۲	۱/۰۹	۱/۲۲	۱/۴۳
(P) C ۱۶:۰	۳۶/۸۴	۳۸/۸۷	۴۶/۱۴	۴۸/۱۴
(Po) C ۱۶:۱	۰/۱۶	۰/۱۷	۰/۱۳	۰/۱۴
(S) C ۱۸:۰	۴/۷۷	۴/۵۳	۵/۰۷	۴/۷۶
(O) C ۱۸:۱	۴۴/۵۱	۴۲/۶۴	۳۶/۰۳	۳۴/۱۲
(Li) C ۱۸:۲	۱۱/۱۲	۱۰/۷۳	۹/۴۱	۸/۹۸
(Ln) C ۱۸:۳	۰/۲۴	۰/۲۳	۰/۲۰	۰/۱۹
(A) C ۲۰:۰	۰/۳۹	۰/۳۴	۰/۳۸	۰/۳۳
(G) C ۲۰:۱	۰/۱۶	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۱۰
(Be) C ۲۲:۰	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۹	۰/۰۷
(Lg) C ۲۴:۰	۰/۱۰	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۰۷

روغن پالم کرنل

روغن استخراج شده از هسته پالم دارای اسیدهای چرب با زنجیره متوسط (MCFAs) و اسیدهای چرب اشباع ۸۰٪ (SFAs) با بالاترین غلظت اسید لوریک (C۱۲:۰) ۴۶/۶٪ و اسید میریستیک (C۱۴:۰) ۱۶٪ است. از سوی دیگر، روغن هسته پالم (PKO) از هسته میوه پالم استخراج می شود (۵۳). در جدول زیر به تفکیک تمام اسیدهای چرب این روغن آمده است (۵۴).

جدول ۶-۶- ترکیبات اسیدهای چرب روغن هسته پالم به تفکیک

ردیف	اجزاء	ترکیب (درصد)
۱	کاپروئیک اسید (C ۶:۰)	۰/۲۹۸
۲	کاپریلیک اسید (C ۸:۰)	۴/۶۸۳
۳	کاپریک اسید (C ۱۰:۰)	۴/۲۸۱
۴	لوریک اسید (C ۱۲:۰)	۵۲/۴۶۵
۵	میریستیک اسید (C ۱۴:۰)	۱۵/۶۴۵
۶	پالمیتیک اسید (C ۱۶:۰)	۷/۵۳۶
۷	استئاریک اسید (C ۱۸:۰)	۲/۰۹۸
۸	اولئیک اسید (C ۱۸:۱)	۱۱/۲۸۴
۹	لینولئیک اسید (C ۱۸:۲)	۱/۵۴۵
۱۰	آراشیدونیک اسید (C ۲۰:۰)	۰/۰۹۷
۱۱	ایکوزونئیک اسید (C ۲۰:۱)	۰/۰۶۸

تأثیرات روغن پالم بر سلامت

بیماری های قلبی و عروقی

روغن پالم دارای مقادیر تقریباً مساوی اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع است. نگرانی در مورد روغن پالم عمدتاً به این دلیل است که حاوی اسید پالمیتیک است که یک اسید چرب اشباع شده است و مصرف چربی های اشباع شده در رژیم غذایی باعث افزایش کلسترول سرم می شود، با این حال، اسیدهای چرب اشباع اصلی رژیم غذایی (اسیدهای پالمیتیک، استئاریک، لوریک و میریستیک) اثرات متفاوتی بر کلسترول سرم دارند. اسیدهای چرب اشباع شده با ۱۲ و ۱۴ اتم کربن (اسیدهای لوریک و میریستیک) همه فراکسیون های کلسترول را بیشتر از اسید پالمیتیک افزایش می دهند و اسید پالمیتیک تمام فراکسیون های کلسترول را بیشتر از اسید استئاریک افزایش می دهد. درحالی که اسید استئاریک (C۱۸:۰) هیچ تأثیری ندارد.

از سوی دیگر، اسیدهای اولئیک و لینولئیک که اسیدهای چرب غیراشباع هستند، اثر نامطلوبی بر کلسترول سرم ندارند. علاوه بر این، روغن پالم همچنین حاوی ویتامین E، کاروتنوئیدها و آنتی اکسیدان هایی است که حداقل از نظر تئوری از قلب محافظت می کنند و همچنین از سرطان جلوگیری می کنند. روغن پالم از نظر علمی نشان داده شده است که از قلب و عروق خونی در برابر پلاک ها و آسیب های ایسکمیک محافظت می کند. روغن پالم که به عنوان یک چربی غذایی به عنوان بخشی از یک رژیم غذایی متعادل سالم مصرف می شود، خطر افزایشی برای بیماری های قلبی عروقی ندارد. با جایگزینی آن با سایر روغن های غنی از اسیدهای چرب مونو یا چند غیراشباع، فواید اضافی کمی یا بدون آن به دست می آید (۴۹).

در یک مطالعه تأثیر رژیم غذایی حاوی روغن پالم را بر پروفایل لیپیدی پلاسمای موش صحرایی مورد مطالعه قرار گرفت. به حیوانات آزمایشی یک رژیم غذایی حاوی ۲۰ درصد روغن پالم به مدت ۱۲ هفته داده شد و در مقایسه با گروه کنترلی که با غذای استاندارد موش تغذیه شده بودند مقایسه شدند. آنها سطح سرمی کلسترول تام (TC، LDL، TG) و لیوپروتئین با چگالی بالا (HDL) را در فواصل ۰، ۴، ۸ و ۱۲ هفته تخمین زدند. آنها نشان دادند که اگرچه در کوتاه مدت (۴ هفته) سطوح LDL و TC افزایش یافت، مصرف مداوم رژیم غذایی روغن پالم منجر به کاهش قابل توجه سطوح TC، TG و LDL سرم در مقایسه با رژیم کنترل تا ۱۲ هفته شد. رژیم غذایی روغن پالم تأثیر معنی داری بر HDL نداشت. نویسندگان بیشتر این اثرات مفید را به محتوای بالای آنتی اکسیدان ها و ویتامین A و E در روغن پالم مورد استفاده نسبت می دهند. توکوترینول و توکوفرول به ترتیب ۷۰٪ و ۳٪ ویتامین E موجود در روغن پالم قرمز را تشکیل می دهند توکوترینول ها برای مهار فعالیت آنزیم HMG CoA ردوکتاز^۱ و در نتیجه تنظیم سطح کلسترول سرم پیشنهاد شده اند (۵۵).

در یک مطالعه دیگر موش های صحرایی نر را با روغن پالم تغذیه کردند و تأثیر آن را بر پراکسیداسیون لیپیدها و فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز در کبد آنها مطالعه کردند. نتایج نشان دادند که در مقایسه با موش هایی که با رژیم غذایی کلسترول ۵ درصد بدون روغن پالم تغذیه شده بودند، موش هایی که مکمل روغن پالم داشتند، میزان پراکسیداسیون لیپیدی در کبد به میزان قابل توجهی کاهش یافت. علاوه بر این، فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز به طور قابل توجهی در کبد موش هایی که از رژیم غذایی مکمل تغذیه می کردند، افزایش یافت. آنها بر این باورند که در پلاک های آتروماتوز، آسیب اکسیداتیو ناشی از لیپیدها می تواند با رژیم های غذایی حاوی روغن پالم جلوگیری شود (۵۶). یک مطالعه دیگر لیپیدها و آلیپروتئین های سرم را در ۵۴۲ بزرگسال ساکن در نیجریه اندازه گیری کردند. آزمودنی ها از روغن پالم منحصراً به عنوان منبع روغن پخت و پز خود استفاده می کردند. محققان گزارش دادند که افراد در مقایسه با مقادیر بدست آمده از آمریکایی های سیاه و سفید در آن زمان، سطح کلسترول پایین تری داشتند (۵۷).

اما نتایج مطالعات با هم متفاوت است و مطالعاتی هم نشان داده اند که روغن پالم منجر به افزایش

۱. آنزیمی است که در سلول تبدیل HMG-CoA را به مولونات کاتالیز می کند و در مسیر سوخت و ساز مولونات یک مسیر متابولیکی بسیار مهم در است که نهایتاً به تولید بسیاری از ترکیبات مهم مانند کلسترول و آیزوپروئیدها (ترین ها مانند لیکوپن، کاروتن) می انجامد.

کلسترول می شود به عنوان مثال یک بررسی سیستماتیک نشان داد که مصرف روغن پالم سطوح خونی کلسترول لیپوپروتئین با چگالی کم آتروژنیک را افزایش می دهد (۵۸).

یک بررسی سیستماتیک مصرف روغن پالم و خطر بیماری قلبی عروقی در سال ۲۰۱۸ گزارش کرد. با توجه به فراوانی روغن پالم در بازار، تعیین کمیت ارتباط واقعی آن با نتایج CVD چالش برانگیز است. این بررسی نتوانست شواهد قوی برای یا علیه مصرف روغن پالم در رابطه با خطر بیماری های قلبی عروقی و مرگ و میر خاص بیماری های قلبی عروقی ایجاد کند (۵۹).

یک استدلال این است اگرچه روغن پالم و چربی حیوانی محتوای چربی اشباع مشابهی دارند، اما توزیع موضعی FA در TGها متفاوت است: ۷۰ درصد از اسید پالمیتیک موجود در روغن پالم در موقعیت های sn-1 و sn-3 TGs قرار دارد، درحالی که اکثر اسید پالمیتیک در چربی حیوانی در موقعیت sn-2 قرار دارد.

۱۳۳ اسیدهای چرب (FA) در موقعیت sn-2 ممکن است جذب افزایش یافته ای داشته باشند و بنابراین برخی از محققان پیشنهاد کرده اند که اسید پالمیتیک موجود در روغن پالم ممکن است نسبت به چربی حیوانی هیپرکلسترولمیک و آتروژنیک کمتری داشته باشد. یک مطالعه جدیدتر نشان داد که اسید پالمیتیک در موقعیت sn-2 می تواند لیپیدی می پس از غذا را در انسان کاهش دهد. تأثیر بر جذب TG اسید پالمیتیک پس از غذا با ساختارهای تری گلیسرول تغییر یافته هنوز به طور کامل ثابت نشده است (۵۸).

با این حال، طبق گفته سازمان جهانی بهداشت خوردن یک رژیم غذایی غنی از PO به صورت روزانه ممکن است خطر ابتلا به بیماری های قلبی عروقی را افزایش دهد (۶۰).

اگرچه آنها شواهدی برای فواید روغن پالم ارائه می دهند، اما شواهدی از اثرات نامطلوب استفاده از روغن پالم که به طور مکرر حرارت داده شده است بر پروفایل لیپیدی سرم و تعادل اکسیدان-آنتی اکسیدان وجود دارد. به خوبی شناخته شده است که در مناطقی از جهان که از روغن پالم برای پخت و پز خانگی استفاده می شود، چندین بار گرم می شود، به ویژه هنگامی که به عنوان روغن سرخ کردنی استفاده می شود. یک مطالعه تأثیر روغن پالم را که به طور مکرر (پنج بار) حرارت داده شده بود بر روی سطوح لیپید و هموسیستئین سرم و همچنین پراکسیداسیون لیپیدها در موش ها مطالعه کردند. آنها دریافتند که موش هایی که با روغن پالم گرم شده تغذیه شده بودند، پراکسیداسیون لیپیدی، کلسترول تام و TBARS^۱ را در مقایسه با گروه کنترل به طور قابل توجهی افزایش دادند (۶۱).

یک مطالعه دیگر که با هدف بررسی میزان خطر ابتلا به تصلب شرایین به دلیل مصرف مجدد روغن بر روی ۲۴ موش صحرایی به مدت شش ماه انجام شده است. موش ها به گروه های کنترل، روغن تازه، ۵ بار روغن گرم شده و ۱۰ بار با روغن گرم شده تقسیم شدند. نتایج نشان داد ضخامت در آئورت در گروه تغذیه شده با روغن گرم شده ۱۰ باره، به طور قابل توجهی افزایش یافت ($P < 0.05$) که نشان دهنده یک پلاک

۱. Thiobarbituric acid reactive substances:

به عنوان یک محصول جانبی پراکسیداسیون لیپید (یعنی به عنوان محصولات تجزیه چربی ها) تشکیل می شود که می تواند توسط سنجش TBARS با استفاده از اسید تیوباربتوریک به عنوان یک معرف شناسایی شود.

آترواسکلروتیک بزرگ با نکرز مرکزی است که در مجرای عروق بیرون زده است. روغن گرم شده نیز تغییرات آترواسکلروتیک از جمله نفوذ سلول‌های تک هسته‌ای، ضخیم شدن لایه زیر اندوتلیال، مختل شدن لایه الاستیک داخلی و تکه تکه شدن سلول‌های عضلانی صاف در محیط تونیکای آئورت را نشان دادند. در کل روغن گرم شده چند باره، عامل مستعد کننده تصلب شرایین است که منجر به بیماری‌های قلبی عروقی می‌شود (۵۰). همچنین قبلاً نیز نتایج مطالعات ثابت کرده‌اند که مصرف مکرر روغن پالم چندین بار گرم شده باعث افزایش قابل توجه فشار خون می‌شود.

دیابت

درحالی‌که برخی از محققان بر این باورند که مصرف چربی‌های اشباع شده باعث دیابت نوع ۲ می‌شود، ارتباط بین مصرف PO و خطر دیابت هنوز ناشناخته است. اسیدهای چرب اشباع (SFAs) مقاومت به انسولین را در سلول‌های عضلانی در شرایط آزمایشگاهی افزایش می‌دهد، درحالی‌که اسیدهای چرب غیراشباع حساسیت به انسولین را بهبود می‌بخشند. با این حال، این نتیجه‌گیری سازگار نیست. اثرات مکمل روغن پالم و روغن زیتون را بر روی ۱۰ دانش آموز پسر سالم مطالعه کرد و دریافت که نوع چربی رژیم غذایی هیچ تاثیری بر سطح گلوکز و انسولین پلازما ندارد. از آنجایی که روغن پالم با ترشح انسولین تداخلی ندارد، کاهش ۲۰ درصدی در گلوکز خون ناشتا در مقایسه با چربی استریف شده مشاهده کردند. متعاقباً، روغن پالم پلی پپتید انسولینوتروپیک وابسته به گلوکز را به دلیل بهبود قابلیت هضم و افزایش میل ترکیبی لیپوپروتئین لیپاز برای TAGs با اسید پالمیتیک در موقعیت sn-2 به جای sn-1 کاهش داد.

علاوه بر این، اثر ضد دیابتی روغن پالم تصفیه شده توسط دو مکانیسم انجام می‌شود: اثر توکوفرول و افزایش سطح اینکرتین. روغن پالم باعث افزایش سطح اینکرتین در گردش می‌شود، که هورمونی است که توسط روده برای القای ترشح انسولین تولید می‌شود. مکانیسم روغن پالم برای کاهش خطر دیابت با سایر روغن‌های گیاهی مانند روغن کانولا متفاوت است. مطالعه سالار و همکاران (۲۰۱۶) نشان داده است که مصرف روغن کانولا به طور قابل توجهی سطح کلسترول تام و LDL-C را در ۷۵ زن یائسه مبتلا به دیابت نوع ۲ کاهش داد. روغن نارگیل، از سوی دیگر، با متعادل کردن سطح قند خون، اثر ضد دیابتی دارد. بنابراین، روغن پالم و سایر روغن‌های خوراکی ممکن است به عنوان پایه خوبی برای فرمولاسیون داروهای ضد دیابت برای افزایش زیست فراهمی و انتشار سریع استفاده شوند (۶۲).

فعالیت ضد التهابی

علیرغم کمبود مطالعه در مورد تأثیر احتمالی PO بر بروز سرطان، برخی از یافته‌های تحقیقاتی نشان می‌دهد که روغن پالم ممکن است یک عامل خطر به دلیل ایجاد آکریل آمید از طریق تجزیه گلیسرول در هنگام گرم شدن روغن پالم در بالاتر از نقطه دود، به ویژه هنگامی که به عنوان روغن پخت و پز استفاده می‌شود باشد، اما یک مطالعه دیگر گزارش داد که هیچ تأثیر مرتبطی از مصرف روغن پالم بر خطر سرطان وجود

ندارد. همچنین نتایج یک مطالعه نشان داد که مکمل روغن پالم به مدیریت سرطان روده بزرگ با کاهش تعداد کانون‌های نابجای کریپت و به حداقل رساندن اثرات نامطلوب شیمی درمانی کمک می‌کند (۶۲). خواص ضد التهابی روغن پالم نیز به عملکرد ویتامین E نسبت داده می‌شود. ویتامین E در روغن پالم به صورت ۳۰ درصد توکوفرول و ۷۰ درصد توکوترینول توزیع می‌شود که ۵۰ تا ۶۵ درصد از کل محتوای ویتامین E پس از تصفیه حفظ می‌شود. در سلول‌های مونوسیتی انسانی، که بخش غنی از توکوترینول (TRF)^۱ روغن پالم با مهار تولید واسطه‌های التهابی مانند نیتریک اکسید سنتاز و سیکلواکسیژناز-۲ از التهاب جلوگیری می‌کند (۶۲).

کاربردهای انواع روغن پالم

۱- روغن پالم

در حدود ۴۱ درصد روغن پالم و محصولات آن مصرف غذایی داشته و در تولید روغن‌های نباتی جامد صاف، شورتینگ، مارگارین، روغن نباتی هیدروژنه برای سرخ کردن عمیق، در تهیه خمیرها، کره بادام زمینی، چیپس، ساخت صابون، پودرهای شستشو و به عنوان یک سوخت زیستی برای ساخت بیودیزل‌ها به کار می‌رود. علاوه بر این، گاهی اوقات روغن پالم را به کره بادام زمینی و سایر کره‌های آجیل به عنوان تثبیت کننده اضافه می‌کنند تا از جدا شدن و نشست روغن در بالای شیشه جلوگیری شود. اغلب روغن‌های سرخ کردنی و پخت و پز نیز حاوی مقادیر متفاوتی از پالم هستند، زیرا این روغن گیاهی نقطه دود بالایی در حدود ۴۵۰ درجه فارنهایت (۲۳۲ درجه سانتی‌گراد) داشته و در حرارت بالا پایدار می‌ماند و نمی‌سوزد. روغن‌های پالم تصفیه شده و پالم اولئین روغن‌های عالی برای پخت و پز و سرخ کردنی هستند که به دلیل داشتن اسید اولئیک بالا و آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی، پایداری اکسیداتیو استثنایی دارند. روغن پالم تصفیه شده روغن مورد علاقه برای پخت و پز، کباب کردن و سرخ کردنی در بین مشتریان است زیرا پایداریترین روغن در سرخ کردن صنعتی است.

۲- روغن پالم کرنل

مصرف عمده روغن هسته پالم در محصولات غذایی نظیر مارگارین و کره قنادی و همچنین در صابون سازی است. همچنین مانند روغن نارگیل به علت درجه ذوب پایین و انقباض سریع در روکش بستنی و روکش برخی از شیرینی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

مشتقات روغن پالم کرنل

• CBS^۲ قالبی: روغن جانشین کره کاکائوی قالبی از هیدروژنه کردن بخش جامد (Stearin) روغن پالم کرنل به دست می‌آید که بسیار ترد بوده بهترین نوع CBS است. CBS روکشی متوسط: روغن جانشین کره

۱. Tocotrienol rich fraction

۲. Cocoa Butter Substitute: جایگزین کره کاکائو

کاکائوی روکشی متوسط از هیدروژنه کردن روغن پالم کرنل به دست می آید.

- CBS روکشی بسیار نرم: این نوع روغن جانشین کره کاکائوی روکشی از هیدروژنه کردن بخش مایع (Olein) روغن پالم کرنل به دست می آید که این نوع CBS بسیار نرم و ارزاترین نوع CBS می باشد.

نتیجه گیری

روغن پالم پرمصرف ترین روغن برای سرخ کردن در جهان است که از میوه درخت نخل روغنی استخراج می شود و خواص تغذیه ای متعددی دارد. این روغن ترکیبی متعادل از اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع است و به دلیل دارا بودن ویتامین ها و آنتی اکسیدان ها، تأثیرات مفیدی بر سلامت قلب و عروق دارد. با این حال، مصرف مکرر روغن پالم به ویژه در حالت گرم شده، می تواند خطر ابتلا به بیماری های قلبی و سایر مشکلات سلامتی را افزایش دهد. تحقیقات درباره اثرات دقیق این روغن همچنان ادامه دارد و نتایج مختلفی گزارش شده است. به طور کلی، مصرف معتدل و آگاهانه روغن پالم در چارچوب یک رژیم غذایی متعادل توصیه می شود.

روغن پنبه دانه (Cottonseed Oil)

روغن پنبه دانه که منبعی ارزشمند به عنوان روغن خوراکی محسوب می شود، یکی از فرآورده های مهم صنعت کشاورزی است که عمدتاً از دانه های *Gossypium hirsutum* (آمریکایی) یا *Gossypium barbadense* (مصری) استخراج می شود و دارای طعمی قوی و رنگ



تیره قهوه ای مایل به قرمز است. این روغن به دلیل کاربردهای گسترده در صنایع غذایی و غیر غذایی، جایگاه ویژه ای در اقتصاد جهانی دارد. با وجود آنکه پنبه عمدتاً برای تولید الیاف طبیعی کشت می شود، دانه های آن منبع ارزشمندی برای استخراج روغن محسوب می شوند که پس از فرآوری، به عنوان یک روغن گیاهی با کیفیت مورد استفاده قرار می گیرد. کیفیت روغن به شرایط آب و هوایی حاکم در طول زمانی که پنبه پس از بلوغ در مزرعه می ماند، وابسته است و ممکن است از یک مکان به مکان دیگر و از یک فصل به فصل دیگر متفاوت باشد. به طور کلی، کیفیت روغن در فصول خشک بالاتر و در رطوبت بالا پایین تر است. روغن خام پنبه دانه به دلیل وجود ماده ای به نام گوسیپول از ثبات بیشتری برخوردار است (۶۳-۶۵).

پنبه یکی از قدیمی ترین محصولات کشاورزی جهان است که حدود ۴۰۰۰ سال پیش در هند کشت می شد. پنبه دانه، محصول جانبی تولید پنبه است و به تقاضا برای الیاف پنبه بستگی دارد. روغن پنبه دانه از اولین دانه هایی بود که برای تولید روغن استفاده می شد. پیش از جنگ جهانی دوم و همزمان با پیشرفت های فناوری امکان استخراج ایمن و کارآمد این روغن فراهم شد و به دلیل عرضه فراوان، قیمت پایین و ترجیح تولیدکنندگان مواد غذایی، روغن پنبه دانه بر بازار روغن های خوراکی جهان تسلط داشت. با این حال،

کمبود پنبه دانه و افزایش تقاضا برای روغن های خوراکی، باعث شد که روغن پنبه دانه موقعیت برتر خود را از دست بدهد. باوجوداین، به دلیل طعم، ثبات و ساختار مناسب، این روغن همچنان مورد تقاضای صنایع غذایی است (۶۳). درحال حاضر کشورهای چین، هند و برزیل بیشترین تولید روغن پنبه دانه را دارند (۶۶).

ترکیب شیمیایی و ویژگی ها

روغن پنبه دانه تصفیه نشده حاوی سمی به نام گوسپیپول (gossypol) است که می تواند با ناباروری و آسیب کبدی ارتباط داشته باشد. این سم طبیعی به روغن فرآوری نشده رنگ زرد می دهد و از گیاه در برابر حشرات محافظت می کند. روغن پنبه دانه تصفیه نشده گاهی اوقات به عنوان آفت کش استفاده می شود. برای تولید روغن نهایی، سه مرحله کلیدی تصفیه (refining)، سفید کردن (bleaching) و بی بو کردن (deodorizing) انجام می شود تا گوسپیپول از بین برود (۶۷، ۶۸). این روغن دارای محتوای بالایی از اسیدهای چرب چند غیراشباع (PUFA)، به ویژه لینولئیک اسید (۴۶/۷-۵۸/۲٪)، همراه با مقادیر متوسطی از اسیدهای چرب اشباع (SFA)، عمدتاً اسید پالمیتیک (۲۱/۴-۲۶/۴٪) و اسیدهای چرب تک غیراشباع (MUFA)، عمدتاً اولئیک اسید (۱۴/۷-۲۱/۷٪) است (۶۹).

در مورد اجزای جزئی آن، این روغن حاوی استرول ها و ویتامین E، به ویژه گاما و آلفا توکوفرول، می باشد. میزان مواد مغذی موجود در ۱ قاشق غذاخوری (۱۴ گرم) روغن پنبه دانه، به شرح زیر است (۷۰).

جدول ۶-۷- میزان مواد مغذی موجود در ۱ قاشق غذاخوری (۱۴ گرم) روغن پنبه دانه

ترکیبات	میزان	ترکیبات	میزان
کیلوکالری	۱۲۰ کیلوکالری	اسید چرب چند غیر اشباع	۷/۰۶ گرم
کربوهیدرات	۰	کلسترول	۰
پروتئین	۰	ویتامین E	۴/۸
چربی کل	۱۳/۶ گرم	ویتامین K	۳/۳۶ میکروگرم
اسید چرب اشباع	۳/۵۲ گرم	سدیم	۰
اسید چرب تک غیراشباع	۲/۴۲ گرم	پتاسیم	۰

کاربردهای اصلی روغن پنبه دانه مربوط به مواد غذایی است. این روغن با نقطه دود نسبتاً بالایی که دارد (۲۲۰ درجه سانتی گراد)، به عنوان روغن برای سرخ کردن، در تولید مارگارین و همچنین در تولید روغن های صاف (Shortening oil) که در کیک و بیسکویت استفاده می شود، کاربرد دارد (۷۱، ۷۲). روغن پنبه دانه اصلاح شده ژنتیکی با استفاده از مهندسی ژنتیک و تکنیک های اصلاح نباتات به منظور افزایش ارزش غذایی و خواص عملکردی آن بهبود یافته است. به طور خاص، دانشمندان روغن های پنبه

دانه‌ای را با سطوح بالاتر از اسیدهای اولئیک و استئاریک و کاهش محتوای اسید پالمیتیک تولید کرده‌اند که روغن را برای پخت و پز پایدارتر کرده و نیاز به هیدروژنه شدن را کاهش می‌دهد. این تغییرات با خاموش کردن ژن‌های خاص مسئول ترکیب اسیدهای چرب به دست آمده‌اند، که در نتیجه، روغن پنبه دانه سالم‌تر و برای کاربردهای صنایع غذایی مناسب‌تر شده است (۷۱).

فواید ناشی از مصرف روغن پنبه دانه

یک مرور ساختار یافته روی دو کارآزمایی بالینی (یکی به مدت ۵ روز و یکی به مدت ۵۶ روز) اثر روغن پنبه دانه را در مقایسه با روغن زیتون بر روی ریسک بیماری‌های قلبی-عروقی بررسی کرد. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که روغن پنبه دانه ممکن است غلظت لیپید/لیپوپروتئین‌ها را در مقایسه با روغن زیتون بهبود ببخشد. (۷۳)

در یک کارآزمایی بالینی غلظت‌های TG و LDL-C ناشتا، پس از ۵ روز مصرف رژیم غنی شده با روغن پنبه دانه در مقایسه با روغن زیتون، تقریباً ۸/۸ کاهش یافت (۷۴). در کارآزمایی بالینی دیگری که رژیم غذایی غنی شده با روغن پنبه دانه را با رژیم غذایی غنی شده با روغن زیتون به مدت ۸ هفته مقایسه کرد، تفاوت کاهشی قابل توجهی نسبت به مقادیر پایه در غلظت‌های TC (۷/۳۸ - در مقابل ۰/۹۶ -٪)، LDL-C (۱۲/۱۶ - در مقابل ۳/۵۴ -٪)، non-HDL-C (۱۱/۹ - در مقابل ۳/۹۳ -٪) و آپولیپوپروتئین-B (۱۰/۵ - در مقابل ۲/۷۹ -٪) نشان داده شد (۷۵). با وجود شواهد محدود، نتایج هر دو مطالعه نشان می‌دهد که مصرف روغن پنبه دانه ممکن است لیپیدها/لیپوپروتئین‌ها را در مقایسه با روغن زیتون بهبود ببخشد. نتایج مطالعات مرور شده با نتایج مطالعات قبلی که اثر اسیدهای چرب رژیمی بر لیپیدها/لیپوپروتئین‌ها را ارزیابی کرده‌اند، هم‌خوانی دارد.

کارآزمایی‌های بالینی که روی انسان و حیوانات انجام شده است، پتانسیل روغن پنبه دانه را برای حمایت از سلامت متابولیک قلبی در صورت گنجاندن در رژیم غذایی روزانه نشان می‌دهند. نشان داده شده است که روغن پنبه دانه برای لیپیدهای خون ناشتا و پس از غذا و ANGPTL۱ها مفید است، معیارهای اشتها، فیزیولوژیکی را بهبود می‌بخشد و در یک نمونه، مصرف انرژی گزارش شده توسط خود را کاهش می‌دهد. این یافته‌ها در زمینه مصرف رژیم غذایی با چربی بالا هستند و هیچ شواهدی مبنی بر افزایش نشانگرهای التهاب یا پتانسیل انعقادی نشان ندادند (۷۶).

روغن پنبه دانه اصلاح شده ژنتیکی به دلیل وجود گوسیپول که سلول‌های سرطانی را هدف قرار می‌دهد، دارای خواص ضد سرطانی قوی به ویژه در برابر سرطان سینه است. مطالعات نشان داده‌اند که روغن پنبه دانه اصلاح شده با سطوح بالاتر اسیدهای اولئیک و استئاریک می‌تواند چاقی، که یک عامل خطر کلیدی برای سرطان سینه است، را کاهش دهد و از رشد سلول‌های سرطانی جلوگیری کند. علاوه بر این، این روغن نیازی به هیدروژناسیون ندارد و گزینه‌ای سالم‌تر برای تهیه غذا محسوب می‌شود (۷۱). مطالعات حیوانی

نیز اثرات مثبت گوسیپول بر سرطان پروستات را نشان داده‌اند (۷۷).

برخی تحقیقات روی حیوانات نشان داده‌اند که روغن پنبه دانه ممکن است به کاهش التهاب کمک کند. به طور خاص، موش‌هایی که روغن پنبه دانه به آن‌ها تزریق شده بود، پس از یک آسیب مغزی شبیه به سکت، نشانگرهای التهابی کمتری داشتند (۷۸). روغن پنبه دانه حاوی مقادیر زیادی ویتامین E است که یک آنتی‌اکسیدان با فواید اثبات شده بسیاری برای پوست، از جمله بهبود سریع‌تر زخم‌ها، می‌باشد (۷۹).

معایب ناشی از مصرف روغن پنبه دانه

روغن پنبه دانه تصفیه نشده حاوی سمی به نام گوسیپول است که دارای چندین اثر جانبی منفی می‌باشد، از جمله: ناباروری و کاهش تعداد و تحرک اسپرم، مشکلات بارداری از جمله تأثیر بر رشد اولیه جنین، آسیب کبدی، دیسترس تنفسی و از دست دادن اشتها. با این حال، روغن پنبه دانه برای استفاده در پخت و پز تصفیه می‌شود و در این فرآیند سم گوسیپول حذف می‌گردد (۶۷، ۶۸).

آلرژی به روغن پنبه دانه نادر است، اما ممکن است رخ دهد. بر اساس مطالعات قدیمی‌تر بر روی بیمارانی که به کلینیک‌های آلرژی مراجعه می‌کنند، بین ۱ تا ۶ درصد از افراد مورد ارزیابی، آزمایش پوستی مثبت نسبت به عصاره‌های پنبه دانه گزارش کرده‌اند (۸۰).

نتیجه‌گیری

روغن پنبه دانه، یکی از فرآورده‌های مهم صنعت کشاورزی، به دلیل کاربردهای گسترده در صنایع غذایی و غیرغذایی، جایگاه ویژه‌ای در اقتصاد جهانی دارد. این روغن با محتوای بالای اسیدهای چرب چند غیراشباع و ویتامین E، دارای فواید تغذیه‌ای متعدد از جمله بهبود پروفایل لیپیدی و کاهش خطر بیماری‌های قلبی-عروقی است. با این حال، وجود سم گوسیپول در روغن تصفیه نشده، که ممکن است خطرات سلامتی از جمله ناباروری و آسیب کبدی را افزایش دهد، نیاز به فرآیندهای تصفیه برای استفاده ایمن از این روغن را ضروری می‌کند. به طور کلی، روغن پنبه دانه با مزایا و معایب خاص خود، همچنان مورد توجه صنایع مختلف قرار دارد.



روغن پیه (Tallow oil)

روغن پیه یا (Tallow) یک مایع روغنی نامحلول در آب و با چگالی کمتر از آب می‌باشد. به همین دلیل روی آب شناور می‌شود. روغن پیه گاوی همانند سایر روغن‌ها و چربی‌ها دارای ساختمان تری

گلیسریدی است. ترکیب دقیق به گونه و رژیم غذایی حیوانی که چربی از آن تولید می‌شود بستگی دارد. پیه خوراکی محصولی است که از سالم سازی بافت‌های چربی تمیز، سالم، عضله و استخوان‌های گاو (Bos Taurus) و یا گوسفند (Ovis aries) در زمان کشتار و مناسب برای مصرف انسانی به دست می‌آید. پیه

تولیدی بیشتر از گوشت گاو یا گوشت گوسفند است که در دمای اتاق جامد است. منظور از پیه صنعتی، پیه به عنوان چربی است که از حیوانات به دست می‌آید. پیه (چربی حیوانی) از چربی گوشت گاو یا گوسفند تهیه می‌شود و از سوت (بافت چربی اطراف کمر و کلیه‌های گوسفند، گاو و غیره) فرآوری می‌شود. طبق تعریف، پیه چربی حیوانی با تیتراژ بیشتر از ۴۰ درجه سانتی‌گراد است. این بدان معناست که با سرد شدن نمونه چربی ذوب شده، دمایی که در آن دوباره جامد می‌شود ۴۰ درجه سانتی‌گراد یا بیشتر است. بنابراین پیه در دمای اتاق جامد یا نیمه جامد است و دارای رنگ سفید تا زرد کم رنگ می‌باشد.

پیه با فرآیند رندرینگ که چربی را از استخوان‌ها و پروتئین‌های گوشت جدا می‌کند، از بافت‌های چربی حیوان جدا می‌شوند. ذوب مرطوب (با استفاده از دماهای پایین‌تر) یا رندر خشک (با استفاده از دماهای بالاتر)، یا سیستم‌های ترکیبی برای جداسازی چربی انجام می‌شود. در عمل رندر یا سفید کردن از تجهیزات گرمایشی به عنوان یک فرآیند پیوسته یا به صورت دسته‌ای استفاده می‌کند. این فرآیند بافت‌های زائد حیوانات را به سایر محصولات پایدار و قابل استفاده مانند پیه تبدیل می‌کند. فرآیند رندر یا روغن‌گیری که برای مواد خام پرچرب اعمال می‌شود معمولاً باعث کاهش اندازه ذرات می‌شود. اعمال عملیات حرارتی و فشار، محصولات فرعی مانند کیک پرس غنی از پروتئین و چربی خام حیوانی را ایجاد می‌کند. چربی‌های به دست آمده از حیوانات دارای گستره مناسبی برای فرآوری و کاربرد در تولید تنقلات گوشتی هستند. با این حال، در دسترس بودن فراوان آنها و طعم نامطلوب در برخی نمونه‌ها محدودیت است. پیه اگر از هوا و اکسیژن محافظت شود ماندگاری خوبی دارد. اگرچه چربی‌های حیوانی بیشتر برای مقاصد غیر غذایی استفاده می‌شوند، اما کاربردهای غذایی متعددی در کشورهای مختلف شامل تهیه سوسیس، شیرینی، پمیکان (یک میان‌وعده سنتی با پروتئین بالا و انرژی بالا) و شیرین کردن دارد. پیه همچنین به منظور سرخ کردن و به عنوان یک ماده در فرمولاسیون تنقلات استفاده می‌شود. چربی‌های حیوانی برای نرم کردن محصولات گوشتی فرآوری شده و ایجاد طعم جذاب به آن اضافه می‌شود (۸۱-۸۳). در یک نوع دسته‌بندی، انواع روغن پیه به دسته‌های زیر تقسیم می‌شوند (۸۴).

روغن پیه گاو (Beef tallow oil)

پیه گوشت گاو بافت سفت‌تری دارد و طعم قوی و رنگ مایل به زرد دارد (۸۱). انتخاب چربی گوشت گاو برای تهیه پیه به امکانات کارخانه تولید روغن اولئو بستگی دارد. تمام بافت‌های حاوی چربی خوراکی برای پیه تولید می‌شوند. برخی از بهترین‌ها برای اهداف خوراکی خاصی استفاده می‌شوند، درحالی‌که بقیه برای اهداف فنی از جمله تولید صابون استفاده می‌شود. اگرچه استفاده از پیه برای مصارف خوراکی به طور قابل توجهی در سال‌های اخیر کاهش یافته است.

روغن پیه گوسفند (Sheep tallow oil)

پیه گوسفند دارای نقطه ذوب بالاتری است و برای استفاده به عنوان یک عامل سخت‌کننده کاربرد

دارد. از نظر خوش طعم بودن، مطلوبیت کمتری دارد. از آنجایی که بخش عمده گوشت بره و گوسفند از بسته بندی های گوشت به صورت لاشه کامل حمل می شود، مقدار پیه تولید شده توسط آنها زیاد نیست. پیه های حاصل از کشتار گوسفند عمدتاً چربی های گرفته شده از حفره های بدن را در هنگام کشتار از بین می برند. در تجارت، اصطلاح پیه به پیه تولید شده از چربی گاو اشاره دارد، درحالی که پیه حاصل از چربی گوسفند همیشه به عنوان پیه گوسفند شناخته می شود. برخی از موارد، چربی گوسفند را به مقدار پنج تا ده درصد با چربی گاو ترکیب می کنند و آنها را تبدیل به پیه مخلوط می کنند. هرچند استفاده از پیه گوسفندی تا حد زیادی برای اهداف فنی از جمله صابون سازی است.

ترکیبات روغن پیه

چربی های حیوانی عمدتاً حاوی گلیسریدهای اسیدهای اولئیک و استئاریک است. قسمت اعظم اسیدهای چرب موجود در ساختار تالو را اسیدهای چرب اشباع نظیر اسید پالمیتیک و اسید استئاریک تشکیل می دهند. ضمناً در بین اسیدهای چرب غیراشباع درصد اسید چرب تک غیراشباعی یعنی اسید اولئیک بیش از بقیه اسیدهای چرب غیراشباع می باشد، که با توجه به بالا بودن درصد اسید اولئیک و نیز درصد اسید استئاریک که پیش ساز اسید اولئیک می باشند از نظر تغذیه ای حائز اهمیت و می تواند نقش مفید و موثری در سلامتی داشته باشد ولی وجود مقادیر زیادی کلسترول (در ۱۰۰ میلی گرم) و نقش آن در شیوع بیماری های قلبی - عروقی موجب استفاده کمتر تغذیه ای شده است. روغن پیه گاوی بسته به نژاد، تغذیه، شرایط رشد و سن حیوان دارای ۸۵-۹۵٪ چربی، ۱۲/۳-۳/۳٪ رطوبت و طعم و بوی خاصی می باشد (۸۵). به صورت کلی، ترکیب پیه گاو شامل میریستیک (C۱۴:۰) ۳ درصد، پالمیتیک (C۱۶:۰) ۲۶ درصد، استئاریک (C۱۸:۰) ۲۰ درصد، پالمیتولئیک (C۱۶:۱) ۴ درصد، اولئیک (C۱۸:۱) ۴۰ درصد، لینولئیک (C۱۸:۲) ۵ درصد، لینولنیک (C۱۸:۳) ۳۰ درصد، SFA ۴۹ درصد، MUFA ۴۴ درصد، PUFA ۵ درصد، امگا ۳ ۳۰ درصد می باشد. همچنین، ترکیب پیه گوسفند شامل میریستیک (C۱۴:۰) ۲ درصد، پالمیتیک (C۱۶:۰) ۲۱ درصد، استئاریک (C۱۸:۰) ۲۸ درصد، پالمیتولئیک (C۱۶:۱) ۳ درصد، اولئیک (C۱۸:۱) ۳۷ درصد، لینولئیک (C۱۸:۲) ۴ درصد، لینولنیک (C۱۸:۳) ۳۰ درصد، SFA ۵۱ درصد، MUFA ۴۰ درصد، PUFA ۴ درصد، امگا ۳ ۳۰ درصد می باشد (۸۶). بر این اساس در مطالعه ای که جهت ارزیابی کیفیت روغن پیه یا تالو انجام شد بررسی ترکیبات استرولی نشان داد که علاوه بر کلسترول که به میزان ۳۳۰ میلی گرم در ۱۰۰ گرم در تالو وجود دارد این چربی حاوی درصد ناچیزی فیتوسترول می باشد. بررسی ترکیب اسیدهای چرب نیز مشخص نمود که اسید پالمیتیک و اسید اولئیک قسمت اعظم اسیدهای چرب تالو را تشکیل می دهند. با توجه به اینکه نقطه ذوب و درجه اشباعیت این چربی بسیار مشابه روغن های هیدروژنه می باشد و در مقایسه با این روغن ها فاقد ایزومری ترانس و ترکیبات مزدوج است می تواند به عنوان جایگزین روغن هیدروژنه در محصولات مختلف مصرف گردد و یا پس از کاهش کلسترول و فرآیند فرکشنه کردن به عنوان جایگزین روغن های

متداول در صنایع غذایی مورد استفاده قرار گیرد (۸۷). میزان مواد مغذی موجود در ۱ قاشق غذاخوری (۱۴) گرم روغن پیه نیز به شرح زیر می باشد. (۸۸)

جدول ۸-۶- میزان مواد مغذی موجود در یک قاشق غذاخوری (۱۴ گرم) روغن پیه

ترکیبات	میزان	ترکیبات	میزان
کالری	۱۳۰ کیلو کالری	ویتامین K	۰
چربی کل	۱۴ گرم	ویتامین E	۰
اسید چرب اشباع	۶ گرم	کربوهیدرات	۰
اسید چرب تک غیراشباع	۰	سدیم	۰
اسید چرب چند غیراشباع	۰	پتاسیم	۰
کلسترول	۱۰ میلی گرم	پروتئین	۰

اثرات روغن پیه

روغن پیه در مطالعات مختلف اثرات منفی بر سلامت را نشان داده اند.

بیماری های قلبی و عروقی

براساس آمار، بیماری های قلبی و عروقی (CVD) در سال ۲۰۲۱، باعث ۱۹ میلیون مرگ در سراسر جهان شد و سبب از دست رفتن ۴۳۸ میلیون سال زندگی در اثر ایجاد ناتوانی در افراد شد (۸۹). مصرف رژیم غذایی پرچرب (HFD)^۱ ارتباط نزدیکی با افزایش خطر ابتلا به سندرم های متابولیک (MetS)^۲، مانند چاقی، دیابت نوع ۲ و بیماری های قلبی عروقی (CVDs) دارد. بنابراین، مصرف اسیدهای چرب جایگزین و کاربردی برای جایگزینی اسیدهای چرب اشباع و/یا اسیدهای چرب ترانس با اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه به یک استراتژی غذایی مهم برای پیشگیری از متابولیک تبدیل شده است. در مطالعه حیوانی، اثرات جایگزینی جزئی رژیم غذایی پرچرب با پیه گاو (BT)^۳ بر سطح چربی خون و اختلال چربی خون بررسی شد. به این منظور حیوانات رژیم غذایی معمولی، رژیم پرچرب با پیه گاو معمولی و رژیم پرچرب با پیه گاو حاوی اسید چرب امگا-۶ تغذیه شدند.

نتایج نشان داد پیه گاو حاوی اسید چرب امگا-۶ به طور قابل توجهی سطوح کلسترول تام سرم و کلسترول لیپوپروتئین با چگالی بالا (non-HDL) را بیش از رژیم پرچرب با پیه گاو معمولی کاهش داد و سطح تری گلیسیرید در بافت چربی اپیدیدیم (EAT)^۴ نیز به طور قابل توجهی کاهش یافت. همچنین، پیه گاو حاوی

۱. High fat diet: رژیم غذایی پر چرب، رژیم غذایی که حداقل ۲۵٪ از کل کالری آن از چربی ها، چه اشباع نشده و چه اشباع شده، تأمین شود.
۲. Metabolic syndrome: مجموعه ای از ناهنجاری های متابولیک شامل فشار خون بالا، چاقی مرکزی، مقاومت به انسولین و دیس لیپیدمی آتروژنیک.

۳. Beef tallow

۴. Epididymal adipose tissue

اسید چرب امگا-۶ بیان پروتئین پروتئین کیناز فعال شده با فسفو-AMPK (p-AMP) را افزایش دادند و از این طریق باعث فعال کردن جذب گلوکز و اسیدهای چرب و اکسیداسیون و سوخت و ساز آنها زمانی که انرژی سلولی کم است، می شود. علاوه بر این، پیه گاو حاوی اسید چرب امگا-۶ به طور موثر استرس اکسیداتیو را در کبد و در بافت چربی اپیدیدیم (EAT) مهار کرد. پیه گاو حاوی اسید چرب امگا-۶ به طور قابل ملاحظه ای دیس لیپیدمی و استرس اکسیداتیو را در کبد را کاهش داد، درحالی که مسیر p-AMPK و اکسیداسیون و سوخت و ساز را فعال کرد (۹۰).

همچنین، مطالعه حیوانی دیگری نشان داد جایگزینی جزئی رژیم غذایی پرچرب با پیه گاو حاوی اسید چرب امگا-۳ به طور قابل توجهی سطوح تری گلیسیرید کبدی (TG)، کلسترول تام (TC) و سطوح TG را در بافت چربی اپیدیدیم را کاهش دادند. علاوه بر این، جایگزینی پیه گاو به طور قابل توجهی سبب کاهش استرس اکسیداتیو کبد می شود (۹۱).

در دیگر مطالعه حیوانی پیه گاو منجر به افزایش قابل توجه وزن بدن و تعداد گلبول های سفید خون شد، درحالی که تعداد گلبول های قرمز، هموگلوبین و هماتوکریت در مقایسه با رژیم های استاندارد و روغن آفتابگردان به طور قابل توجهی کاهش یافت. همچنین، پیه گاو باعث افزایش معنی داری در سطوح آلکالین فسفاتاز (ALP)^۲، آلانین آمینوترانسفراز (ALT)^۳ و آسپاراتات آمینوترانسفراز (AST)^۴ شد. کلسترول سرم، TG، لیپوپروتئین با چگالی کم (LDL)، لیپوپروتئین با چگالی بسیار کم (VLDL) به طور قابل توجهی افزایش یافت، درحالی که لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL) در موش هایی که با پیه گاو تغذیه شده بودند، به طور قابل توجهی کاهش یافت. علاوه بر این، پیه گاو باعث تغییرات هیستوپاتولوژیک در بافت کبد موش در مقایسه با جیره استاندارد و روغن آفتابگردان شد. همچنین، پیه گاو اثرات منفی بر پارامترهای متابولیک دارد که نشان دهنده فعالیت هیپرلیپیدمیک آن است. به این ترتیب پیه گاو ممکن است خطر ابتلا به برخی از اختلالات مرتبط با چاقی را به دلیل تأثیر آن بر افزایش وزن در مقایسه با رژیم غذایی غنی از روغن آفتابگردان افزایش دهد (۹۲).

وزن بدن

چاقی یک عامل خطر اصلی برای شرایط مختلف سلامت از جمله بیماری های کبدی است. مطالعات قبلی نشان می دهد که نوع و مقدار چربی رژیم غذایی می تواند در بروز چنین بیماری هایی نقش داشته باشد. نتایج مطالعه حیوانی نشان داد که پیه گوسفند می تواند به طور قابل توجهی وزن بدن را در مقایسه با حیواناتی که با رژیم غذایی استاندارد و روغن زیتون تغذیه می شوند، افزایش دهد. همچنین، سطح

۱. Phospho-AMP-activated protein kinase

۲. Alkaline phosphatase

۳. Alanine aminotransferase

۴. Aspartate transaminase

آنزیم‌های کبدی در موش‌های تغذیه شده با پیه گوسفند به طور قابل ملاحظه‌ای بالا بود که نشان دهنده فعالیت هیپرلیپیدمیک پیه گوسفند و اثرات مضر آن بر بافت کبد بود (۹۳).

مطالعات دیگر نشان داد که مصرف پیه حیوانی فعالیت سمپاتیک را در بافت چربی قهوه‌ای مهار می‌کند که منجر به گرم‌زایی کمتر ناشی از رژیم غذایی و سپس تجمع بیشتر چربی بدن می‌شود. سیستم عصبی سمپاتیک نقش مهمی در تنظیم هموستاز قلبی عروقی و متابولیک دارد. به صورتی که فعالیت کم سیستم عصبی سمپاتیک به عنوان یک عامل خطر اصلی برای ایجاد چاقی و افزایش وزن در نظر گرفته می‌شود (۹۰).

اثرات اکسیدانی

در مطالعه حیوانی پیه خوراکی در دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد در سرخ‌کن اکسید شد. به این منظور خرگوش‌ها با پیه اکسید شده (OT)^۱ و پیه اکسید نشده به همراه ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در روز الاجیک اسید (EA) به مدت سه هفته تغذیه شدند. نتایج نشان داد که مقدار پراکسید (PV) و مواد واکنش دهنده اسید تیوباربیتوریک (TBARS) به طور قابل توجهی افزایش یافت، درحالی‌که فعالیت مهار رادیکال (RSA) پیه به طور قابل توجهی با اکسیداسیون کاهش یافت. یک مطالعه حیوانی دیگر نشان داد که پیه اکسید شده (OT) سبب تغییر قابل توجه در وزن بدن، اثرات قابل توجهی بر ساختار و عملکرد کبد، تغییرات در قلب، تغییر پارامترهای بیوشیمیایی سرم و تست‌های عملکرد کلیوی گردید که مکمل الاجیک اسید سبب بهبود اثرات مخرب پیه اکسید شده بر وزن، کبد، قبل و کلیه شد. این نتایج نشان داد که مکمل الاجیک اسید در برابر استرس اکسیداتیو ناشی از پیه اکسید شده مفید است و ممکن است اضافه کردن آن به غذاهای حاوی لیپیدهای اکسید شده برای بهبود سلامت غذا در نظر گرفته شود (۹۴).

در همین راستا مطالعه دیگری تاثیر عصاره چای سبز و لسیتین به عنوان یک منبع آنتی‌اکسیدانی در جهت جلوگیری از اکسایش روغن پیه گاوی را مورد بررسی قرار داد. نتایج این مطالعه نشان داد که عصاره چای سبز و لسیتین بصورت ترکیبی اندیس پراکسید، اسیدی و صابونی را نسبت به نمونه‌های شاهد کاهش داد و شاخص پایداری اکسایش و قدرت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌های روغن پیه گاوی را نیز افزایش داد. به این ترتیب، استفاده از ترکیب عصاره چای سبز و لسیتین به عنوان یک منبع آنتی‌اکسیدانی طبیعی در بهبود پایداری اکسیداتیو روغن پیه منجر به تولید محصولی با ویژگی‌های مطلوب برای مصرف کنندگان خواهد شد (۸۵).

کبد چرب

حیوانات با غذای استاندارد همراه با روغن زیتون و پیه گوسفند به مدت یک ماه تغذیه شدند. در این مدت فعالیت آنزیم‌های کبدی، پروفایل لیپیدی و هیستوپاتولوژی کبدی مورد بررسی قرار گرفت. یافته‌های فعلی نشان دادند که چربی حاصل از منابع حیوانی وزن نهایی بدن را افزایش می‌دهد که نشان دهنده بروز چاقی با تغذیه مداوم با چربی منابع حیوانی است. به این ترتیب رژیم غذایی حاوی پیه گوسفند بر سطوح

۱. Oxidized tallow

لیپید و آنزیم‌های کبدی تأثیر منفی گذاشت و تغییرات هیستوپاتولوژیک کبد را به عنوان یک بیماری کبد چرب غیر الکلی القا کرد (۹۵).

نتیجه‌گیری

روغن پیه عمدتاً دارای روغن اشباع می‌باشد که تقریباً نیمی از اسیدهای چرب آن را تشکیل می‌دهد. نتایج حاصل از مصرف روغن پیه در مطالعات نشان دهنده اثرات منفی این روغن بر پارامترهای سلامتی است. به طوری‌که در مطالعات سبب بروز اثراتی مانند افزایش وزن، افزایش آنزیم‌های کبدی و افزایش کلسترول و پروفایل لیپیدی شد و ایجاد اثرات اکسیدانی گردید. پیه گوسفند می‌تواند بر پروفایل لیپیدی و آنزیم‌های کبدی تأثیر منفی بگذارد و به NAFLD^۱ تبدیل شود. از این رو مصرف آن باید محدود شود و در صورت مصرف از میزان توصیه شده برای اسیدهای چرب اشباع فراتر نرود. در افرادی که به اختلال پروفایل لیپیدی، کبد چرب و بیماری‌های قلبی مبتلا هستند نباید روغن پیه مصرف کنند و باید از مصرف آن خودداری کنند.

۱۴۵



روغن حیوانی (Animal fats)

چربی‌های حیوانی لیپیدهای مشتق شده از حیوانات هستند که برای بسیاری از اهداف غذایی، بهداشتی و آرایشی استفاده می‌شوند. از نظر شیمیایی، چربی‌ها و روغن‌ها هر دو از تری گلیسیرید تشکیل شده‌اند. اگرچه از بسیاری از قسمت‌های چربی بدن حیوان ممکن است روغن تهیه شود، اما در عمل تجاری،

روغن عمدتاً از چربی‌های بافتی تولید شده از حیوانات دام مانند گوسفند، بز و گاو استخراج می‌شود. از محصولات لبنی می‌توان روغن حیوانی مانند روغن گی و محصولاتانی مانند کره استخراج کرد (۹۶، ۹۷). از این گذشته بسیاری از چربی‌ها و روغن‌های حیوانی به صورت مستقیم یا غیرمستقیم به عنوان مواد غذایی مصرف می‌شوند. چربی‌های حیوانی معمولاً به عنوان بخشی از یک رژیم غذایی غربی به شکل نیمه جامد به صورت شیر، کره، خامه و روغن شناخته می‌شود. اگرچه برخی از چربی‌ها، مانند چربی غاز، نقطه دود بالاتری نسبت به سایر چربی‌های حیوانی دارند، اما همچنان نقطه دود آنها از بسیاری از روغن‌های گیاهی مانند زیتون یا آووکادو کمتر است. کمتر از ۵ درصد از چربی‌های حیوانی که به صورت تجاری تولید می‌شوند برای مصرف انسان استفاده می‌شود و عمده کاربرد این روغن‌های حیوانی تجاری تولید شده برای سوخت، خوراک دام، صابون، مواد آلتوشیمیایی یا چربی‌های حیوانی و غذای حیوانات خانگی است. انواع مختلفی از چربی‌های حیوانی وجود دارد. یکی از این چربی‌های حیوانی که کاربرد گسترده‌ای در پخت و پز دارد روغن گی یا روغن زرد است که به نام روغن کرمانشاهی هم شناخته می‌شود (۸۶، ۹۸). میزان بازار روغن حیوانی گی در هند ۱۰۰۰۰ کرور روپیه یا ۱/۵ میلیارد دلار در سال ۲۰۱۶ است. هند بزرگترین تولیدکننده

۱. Non-alcoholic fatty liver disease: نوعی از کبد چرب است که در نتیجه تجمع چربی به دلایلی غیر از مصرف زیاد الکل در کبد بروز می‌کند

شیر گاومیش و گاو در جهان و در نتیجه بزرگترین تولیدکننده و مصرف کننده روغن حیوانی گی است.

روغن حیوانی گی یا قی یا کرمانشاهی (Ghee) (Kermanshahi oil)

روغن گی معمولاً با جوشاندن کره تهیه می شود که با کوبیدن خامه، پاک کردن هرگونه ناخالصی از سطح، سپس ریختن و حفظ چربی مایع شفاف درحالی که باقیمانده جامد که در ته نشست می شود را دور می ریزند. بافت، رنگ و طعم به کیفیت کره، شیر استفاده شده در فرآیند و مدت زمان جوش بستگی دارد. روغن گی انواع مختلفی دارد و می تواند از شیر گوسفند، بز، گاو یا گاومیش تهیه شود. روغن حیوانی یا گی یک چربی ایده آل برای سرخ کردن عمیق است زیرا نقطه دود آن (جایی که مولکول های آن شروع به تجزیه می کنند) ۲۵۰ درجه سانتی گراد (۴۸۲ درجه فارنهایت) است که بسیار بالاتر از دمای معمولی پخت و پز حدود ۲۰۰ درجه سانتی گراد (۳۹۲ درجه فارنهایت) و بالاتر از دمای اکثر روغن های گیاهی است (۹۹).

ترکیبات روغن حیوانی

اسیدهای چرب شاخه دار (BCFAs)^۱ سبب ایجاد «طعم گوشت گوسفند» و عطر گوشت گوسفند پخته شده می شود و هرچه حیوانات مسن تر باشد اسیدهای چرب شاخه دار بیشتری داشته و عطر و طعم آن بیشتر می شود. سه اسید چرب BCFA، اسیدهای ۴-متیلوکتانوییک (MOA)، ۴-اتیلوکتانوییک (EOA) و ۴-متیل نونانوییک (MNA) به عنوان ترکیبات اصلی مسئول «طعم گوشت گوسفند» محسوب می شوند. ازسوی دیگر اسید چرب دیگری با نام اسید هپتادکانوییک (FA ۱۷:۰ C) نیز در چربی گوسفند وجود دارد، که گزارش شده است با افزایش سن حیوان در گوسفند افزایش می یابد. به طور معمول، FA ۱۷:۰ C در چربی گوسفند در غلظت های بالاتر در مقایسه با (۱-۱۰۱ μg) BCFAs وجود دارد (۱۰۰). اجزای اصلی طعم دهنده روغن گی، کربنیل ها، اسیدهای چرب آزاد، لاکتون ها و الکل ها هستند. در کنار طعم چربی شیر، رسیده شدن کره و دمایی که در آن شفاف می شود نیز بر طعم آن تأثیر می گذارد. به عنوان مثال، روغنی که در دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد (۲۱۲ درجه فارنهایت) یا کمتر تولید می شود، طعم ملایم تری دارد، درحالی که ۱۲۰ درجه سانتی گراد (۲۴۸ درجه فارنهایت) طعمی قوی دارد. روغن حیوانی گی ممکن است از شیر حیوانات اهلی مختلف مانند گاو، گاومیش و گوسفند تهیه شود. ترکیب گی بسته به حیوانی که شیر مصرف شده متفاوت است. محتوای ویتامین A بین ۳۱۵ تا ۳۷۵ میکروگرم در هر ۱۰۰ گرم متغیر است. اسید پالمیتیک و اسید اولئیک دو مورد از اسیدهای چرب اصلی هستند که در روغن گاو و گوسفند یافت می شوند. به صورت کلی، پروفایل اسیدهای چرب اشباع ۵۳/۹ تا ۶۶/۸ درصد، اسیدهای چرب غیراشباع ۲۲/۸ تا ۳۸ درصد و سایر اسیدهای چرب ۳/۵ تا ۱۰/۴ درصد است. مقادیر کلسترول از ۲۵۲ تا ۲۸۴ میلی گرم در ۱۰۰ گرم متغیر است (۱۰۱). به صورت کلی، روغن حیوانی گی بدون در نظر گرفتن منبع حیوانی از ۹۸/۹ درصد چربی تشکیل شده است. در میان اسیدهای چرب اشباع با زنجیره کوتاه و متوسط، همه نمونه ها حاوی بوتیریک (C4:0)، کاپرویک

(C۶:۰)، کاپریلیک (C۸:۰) و اسید کاپریک (C۱۰:۰) هستند. روغن مادیان و روغن بز علاوه بر این حاوی اسید آندکانوئیک (C۱۱:۰) هستند. اسیدهای چرب اصلی عبارتند از میریستیک اسید (C۱۴:۰)، اسید پالمیتیک (C۱۶:۰)، اسید استئاریک (C۱۸:۰)، و اسید چرب تک غیراشباع اولئیک اسید (C۱۸:۱ cis ۹) است. روغن شتر و مادیان دارای بالاترین مقادیر اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه هستند. در مورد مواد معدنی، میانگین سطوح کلسیم ۵/۴۸ میلی گرم در ۱۰۰ گرم، پتاسیم ۵/۰۴ میلی گرم در ۱۰۰ گرم و فسفر ۲۳/۶ میلی گرم در ۱۰۰ گرم است. روغن حیوانی گی همچنین دارای بتاکاروتن به طور متوسط ۳۹۲ میکروگرم در ۱۰۰ گرم، ویتامین A با ۶۰۶ میکروگرم در ۱۰۰ گرم و ویتامین E به میزان ۱۶۵۰ میکروگرم در ۱۰۰ گرم است (۱۰۲). میزان مواد مغذی موجود در ۱ قاشق غذاخوری (۱۴ گرم) روغن حیوانی نیز به شرح زیر می باشد (۱۰۳):

جدول ۹-۶- میزان مواد مغذی موجود در ۱ قاشق غذاخوری (۱۴ گرم) روغن حیوانی

ترکیبات	میزان	ترکیبات	میزان
کالری	۱۰۸ کیلو کالری	ویتامین K	۰
چربی کل	۱۱/۸ گرم	ویتامین E	۰
اسید چرب اشباع	۴/۵۵ گرم	کربوهیدرات	۰
اسید چرب تک غیراشباع	۵/۲۸ گرم	سدیم	۷۷ میلی گرم
اسید چرب چند غیر اشباع	۱/۲۸ گرم	پتاسیم	۳ میلی گرم
کلسترول	۱۲ میلی گرم	پروتئین	۰/۲۹ گرم

اثرات روغن حیوانی

روغن های حیوانی غنی از اسیدهای چرب اشباع هستند و همواره بر کاهش مصرف آنها تاکید می شود. مطالعات مشاهده ای و سایر مطالعات اخیرا اثرات متفاوتی را نشان داده اند.

بیماری های قلبی و عروقی

در مطالعه حیوانی اثرات کره مارگارین، روغن زیتون و روغن حیوانی به میزان ۱۰ درصد از رژیم غذایی بر پروفایل لیپیدی و سلامت مردان بررسی شد. کره مارگارین سبب افزایش قابل توجه تری گلیسیرید (TAG)، لیپوپروتئین با چگالی کم (LDL) و کلسترول، با کاهش سطح لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL) در مقایسه با روغن زیتون و روغن حیوانی شد. علاوه بر این، روغن زیتون و روغن حیوانی باعث واکنش ایمنی قوی گیرنده های آندروژن، LH، FSH^۱ و کاسپاز ۳^۲ شدند. همچنین، بررسی هیستوپاتولوژیک بافتی نشان داد

۱. Luteinizing hormone هورمونی است که در تولید مثل و سلامت اندام های جنسی مانند بیضه ها و تخمدان ها نقش مهمی دارد.

۲. Follicle Stimulating Hormone هورمون محرک فولیکول، هورمونی است که غده هیپوفیز شما تولید و آزاد می کند و در رشد جنسی و تولید مثل نقش دارد. ۳، ۲ نوعی آنزیم از دسته کاسپازهاست، آنزیم مرگ دائماً فعال، که در مرگ سلول ها در یک الگوی استثنایی یا الگوی خاص محرک مرگ سلول بسیار مهم است.

روغن زیتون و روغن حیوانی بر سلامتی بهتر از مارگارین بر پارامترهای باروری مردان است (۱۰۴). اگرچه در مطالعه حیوانی مصرف روغن حیوانی گی ۱۰ درصد رژیم غذایی به مدت ۴ هفته تأثیر معنی داری بر سطح کلسترول تام سرم نداشت، اما سطح تری گلیسیرید را در موش های صحرایی فیشر افزایش داد. همچنین، مصرف روغن حیوانی گی ۱۰ درصد رژیم غذایی، میزان پراکسیداسیون لیپید کبد یا سطح پراکسید لیپید در کبد را افزایش نداد. مطالعات حیوانی بسیاری از اثرات مفید روغن حیوانی گی، از جمله کاهش کلسترول تام سرم به صورت وابسته به دوز، LDL، لیپوپروتئین با چگالی بسیار کم (VLDL)، تری گلیسیرید، استرهای کلسترول و سطح پایین تری از پراکسیداسیون لیپیدی را نشان داده اند. یک مطالعه بر روی جمعیت روستایی در هند نشان داد که شیوع بیماری عروق کرونر قلب به میزان قابل توجهی در مردانی که مقادیر بیشتری از روغن حیوانی گی مصرف می کردند کمتر است (۱۰۵).

در همین راستا در مطالعه کوهورت بر روی ۹۹۹۶ فرد اثرات مصرف روغن حیوانی گی یا روغن کرمانشاهی، کره، روغن هیدروژنه، جزئی هیدروژنه و غیرهیدروژنه بر روی شاخص آتروژنیک پلاسما (AIP) بررسی شد. شاخص آتروژنیک پلاسما (AIP) پیش بینی کننده بهتر عوامل خطر CVD نسبت به لیپیدها به تنهایی است. اگرچه شاخص AIP با افزایش مصرف روغن حیوانی گی یا روغن کرمانشاهی کاهش یافت و با روغن هیدروژنه یا جزئی هیدروژنه از نظر آماری کاهش معنی داری نداشت اما با روغن غیرهیدروژنه شاخص آتروژنیک پلاسما افزایش یافت (۱۰۶).

همچنین، در مطالعه کوهورت ارتباط مصرف چربی های غذایی با خطر ۱۳ ساله بیماری قلبی عروقی (CVD) در جمعیت ایرانی بررسی شد. در مجموع ۵۴۳۲ شرکت کننده در مطالعه کوهورت اصفهان (ICS) با سن بالاتر و مساوی ۳۵ سال در مطالعه حاضر وارد شدند. اثرات روغن های رژیمی شامل روغن های گیاهی هیدروژنه (HVO)^۲، روغن های گیاهی غیرهیدروژنه (nHVO)^۳، روغن زیتون، روغن حیوانی گی و چربی های حیوانی ارزیابی شد. افرادی که مصرف بیشتر HVO داشتند بیشتر در معرض خطر انفارکتوس میوکارد بودند. هیچ ارتباطی برای سایر منابع چربی رژیم غذایی با بیماری ایسکمیک قلبی، سکته مغزی، مرگ و میر ناشی از همه علل و CVD پس از تنظیم برای همه عوامل مخدوش کننده بالقوه یافت نشد. مصرف بیشتر HVO با افزایش خطر انفارکتوس میوکارد همراه بود (۱۰۷).

مقدار توصیه شده برای مصرف

وزارت کشاورزی ایالات متحده (USDA) توصیه می کند که مصرف روزانه چربی های اشباع شده نباید از ۱۰ درصد کل کالری بیشتر باشد. با توجه به اینکه مشخصات اسیدهای چرب روغن حیوانی از اسیدهای چرب اشباع تشکیل شده است، مصرف این چربی در حد تعیین شده ۱۰ درصد در یک رژیم غذایی ۲۰۰۰ کیلوکالری

۴. plasma به کلسترول لیپوپروتئین (TG) یک شاخص لیپیدی ترکیبی است که با تبدیل لگاریتمی نسبت تری گلیسیرید نشان داده می شود (HDL-C) با چگالی بالا

۲. Hydrotreated vegetable oil

۳. Non-Hydrotreated vegetable oil

به این معنی است که فرد مقدار تقریباً ۲۴ گرم چربی اشباع شده را در روز مصرف می‌کند (۱۰۸).

نتیجه‌گیری

روغن حیوانی به علت داشتن اسیدهای چرب اشباع و ترانس به عنوان عامل ایجاد کننده بیماری قلبی عروقی و بیماری‌های متابولیک در نظر گرفته می‌شود. اگرچه برخی پژوهش‌های اخیر بخصوص مطالعات مشاهده‌ای حاکی از ارتباط کم یا بدون ارتباط بودن مصرف کره و روغن حیوانی گی با مرگ و میر همه علل، CVD و دیابت نوع ۲ است، بلعکس برخی از مطالعات اثرات مفید مصرف روغن حیوانی گی بر برخی شاخص‌ها مانند شاخص آتروژنیک پلاسما را گزارش کردند. همچنین، هیچ ارتباطی بین مصرف روغن حیوانی گی در رژیم غذایی با بیماری ایسکمیک قلبی و سکنه مغزی نیافتند و روغن‌های گیاهی هیدروژنه سبب افزایش مرگ و میر و بیماری‌های قلبی عروقی شدند. اگرچه مصرف متعادل توصیه می‌شود و مصرف روزانه چربی‌های اشباع شده نباید از ۱۰ درصد کل کالری بیشتر باشد. در افرادی که به اختلال پروفایل لیپیدی، کبد چرب و بیماری‌های قلبی مبتلا هستند احتیاط در مصرف یا خودداری از مصرف روغن حیوانی توصیه می‌شود. مطالعات بیشتر و بزرگتر برای بررسی اثرات مصرف آن بر بیماری‌های التهابی و سایر بیماری‌ها توصیه می‌شود.



روغن ذرت (Corn Oil)

روغن ذرت یکی از پرکاربردترین روغن‌های گیاهی در جهان است که از جوانه دانه ذرت (Zea mays) استخراج می‌شود. این روغن به دلیل طعم ملایم، نقطه دود بالا و خواص تغذیه‌ای، در صنایع غذایی و غیرغذایی کاربرد گسترده‌ای دارد. روغن ذرت به عنوان یک منبع غنی از اسیدهای چرب ضروری و ویتامین E، نقش مهمی در رژیم‌های غذایی سالم ایفا می‌کند. با افزایش تقاضا برای روغن‌های گیاهی سالم، روغن ذرت به عنوان یک گزینه اقتصادی و در دسترس، جایگاه ویژه‌ای در بازار جهانی پیدا کرده است (۱۰۹).

استفاده از ذرت به عنوان یک منبع غذایی به هزاران سال پیش بازمی‌گردد، اما فرآیند استخراج روغن از جوانه ذرت در قرن نوزدهم توسعه یافت. با پیشرفت فناوری‌های استخراج و تصفیه، روغن ذرت به عنوان یک محصول باکیفیت و ایمن برای مصرف انسانی شناخته شد (۱۱۰). امروزه، ایالات متحده آمریکا، چین و برزیل از جمله تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان اصلی روغن ذرت هستند (۱۱۱).

ترکیب شیمیایی و ویژگی‌ها

روغن ذرت سرشار از اسیدهای چرب غیراشباع شامل ۵۰-۶۰٪ اسید لینولئیک و ۳۰-۴۰٪ اسید اولئیک و ۱۵-۱۰٪ از ترکیب این روغن را اسیدهای چرب اشباع پالمیتیک و استئاریک اسید تشکیل داده‌اند.

اسیدهای چرب غیراشباع چندقاننه (PUFAs) شامل اسیدهای چرب امگا-۶ و امگا-۳ هستند، که در آن امگا-۳ به دلیل خواص ضد التهابی و نقش مؤثر در ارتقای سلامت، به ویژه در نسبت ایده آل ۱:۴ (امگا-۶ به امگا-۳)، اهمیت ویژه‌ای دارد؛ با این حال، رژیم غذایی اغلب افراد حاوی مقادیر بالایی از اسیدهای چرب امگا-۶ التهابی و مقادیر ناکافی از اسیدهای چرب امگا-۳ ضدالتهابی است، و روغن ذرت با نسبت نامتعادل ۱:۴۶ (امگا-۶ به امگا-۳) می‌تواند به تشدید این عدم تعادل کمک کند (۱۱۲، ۱۱۳). در طی فرآیند استخراج روغن ذرت، بسیاری از ویتامین‌ها و مواد معدنی از بین می‌روند. با این حال، این روغن همچنین حاوی مقادیر قابل توجهی از ویتامین E (توکوفرول) و فیتواسترول‌ها است که به عنوان آنتی‌اکسیدان‌های قوی عمل می‌کنند (۱۱۴).

آنتی‌اکسیدان‌ها ترکیباتی هستند که مولکول‌هایی به نام رادیکال‌های آزاد را خنثی می‌کنند، که می‌توانند خطر ابتلا به بیماری‌هایی مانند بیماری‌های قلبی-عروقی، دیابت نوع ۲ و برخی سرطان‌ها را در صورت افزایش تعدادشان افزایش دهند (۱۱۵-۱۱۷). میزان مواد مغذی موجود در ۱ قاشق غذاخوری (۱۴ گرم) روغن ذرت، به شرح زیر است (۱۱۸).

جدول ۱۰-۶- میزان مواد مغذی موجود در ۱ قاشق غذاخوری (۱۴ گرم) روغن ذرت

ترکیبات	میزان	ترکیبات	میزان
کیلوکالری	۱۲۲ کیلوکالری	اسیدچرب چند غیراشباع	۷/۴۴ گرم
کربوهیدرات	۰	کلسترول	۰
پروتئین	۰	ویتامین E	۱/۹۴ میلی‌گرم
چربی کل	۱۳/۶ گرم	ویتامین K	۰/۲۵۸ میکروگرم
اسیدچرب اشباع	۱/۷۵ گرم	سدیم	۰
اسیدچرب تک غیراشباع	۳/۷۵ گرم	پتاسیم	۰

روغن ذرت را بیشتر به عنوان روغن سرخ کردنی می‌شناسند؛ زیرا وجود نقطه دود بسیار بالای حدود ۴۵۰ درجه فارنهایت (۲۳۲ درجه سانتی‌گراد) آن را برای سرخ‌کردن عمیق و پخت و پز گزینه‌ای مناسب می‌سازد (۱۱۹). با این حال از روغن ذرت به طور گسترده در صنایع غذایی (در تهیه سس‌های سالاد، مارگارین، کیک، نان، تنقلات و سایر محصولات پخته‌شده)، صنایع آرایشی-بهداشتی و دامداری (در خوراک دام) استفاده می‌شود (۱۲۰، ۱۲۱).

فواید روغن ذرت

روغن ذرت حاوی مقدار قابل توجهی از ترکیبات مفید برای سلامت قلب مانند ویتامین E، اسید لینولئیک و فیتواسترول است. فیتواسترول‌ها (ترکیبات گیاهی با ساختاری مشابه کلسترول موجود در حیوانات) به طور

بالقوه ضد التهاب هستند و خوردن یک رژیم غذایی غنی از غذاهای ضد التهاب ممکن است خطر ابتلا به برخی بیماری‌ها مانند بیماری‌های قلبی - عروقی، دیابت نوع ۲ و برخی سرطان‌ها را کاهش دهد (۱۲۲، ۱۲۳). روغن ذرت در مقایسه با سایر روغن‌های پخت و پز مانند روغن بادام‌زمینی، زیتون و کانولا دارای محتوای بالای فیتواسترول به ویژه بتا-سیتواسترول است (۱۲۴). مطالعات آزمایشگاهی نشان داده‌اند که بتا-سیتواسترول ممکن است خواص ضدتوموری داشته باشد. یک مطالعه نشان داد که بتا-سیتواسترول با کند شدن رشد سلول‌های سرطانی ریه به طور معنی‌داری ارتباط مستقیم دارد، درحالی‌که با سلول‌های سالم ریه ارتباط معنی‌داری نداشت (۱۲۵-۱۲۷). با این حال، تحقیقات بیشتری بر روی انسان‌ها برای درک خواص ضد سرطانی بالقوه بتا-سیتواسترول مورد نیاز است. علاوه بر این، فیتواسترول‌ها به جلوگیری از جذب کلسترول در بدن نقش دارند. بنابراین، ممکن است به کاهش سطح کلسترول بالا که یک عامل خطر برای بیماری‌های قلبی است، کمک کنند (۱۲۸). ویتامین E ۱۵۱ یک آنتی‌اکسیدان قوی است، بنابراین یک رژیم غذایی سرشار از این ماده مغذی ممکن است از آسیب اکسیداتیو به قلب و عروق خونی ناشی از رادیکال‌های آزاد اضافی جلوگیری کند (۱۲۹). علاوه بر این، یک مرور ساختاریافته و متاآنالیز با جمعیت بیش از ۳۰۰۰۰۰ نفر که روی مطالعات هم‌گروهی انجام شد، نشان داد که تغییر ۵٪ از کل کالری دریافتی از چربی اشباع‌شده به اسید لینولئیک، با کاهش ۹٪ خطر حمله قلبی و کاهش ۱۳٪ خطر مرگ ناشی از قلب از لحاظ آماری ارتباط معنی‌داری دارد (۱۳۰). یک مطالعه کارآزمایی بالینی در دوره‌های ۴ هفته‌ای که بر روی ۲۵ بزرگسال انجام شد، نشان داد مصرف روزانه ۴ قاشق غذاخوری (۵۴ گرم) روغن ذرت در مقایسه با همین میزان روغن نارگیل، می‌تواند به طور معنی‌داری سطح تری‌گلیسرید (TG)، کلسترول تام (TC) و LDL-C را کاهش دهد (۱۳۱).

معایب ناشی از مصرف روغن ذرت

روغن ذرت سرشار از اسید لینولئیک (یک اسید چرب امگا-۶) است که برخی مطالعات نشان داده‌اند که با بهبود سلامتی مرتبط است (۱۳۰، ۱۳۲). با این حال، مصرف بیش از حد چربی‌های امگا-۶ می‌تواند مضر باشد. همان‌طور که پیش‌تر ذکر شد، نسبت مطلوب امگا-۶ به امگا-۳ را در حدود ۱:۴ بایستی باشد. در بیشتر افراد این نسبت با توجه به رژیم غذایی روتین جامعه به نسبت ۱:۲۰ رسیده است و این نسبت در روغن ذرت ۱:۴۶ است (۱۱۲). این عدم تعادل می‌تواند با بیماری‌های قلبی - عروقی، چاقی، اختلال در عملکرد مغز و افسردگی همراه باشد (۱۱۳، ۱۳۳-۱۳۵). تعادل مطلوب این چربی‌ها مهم است؛ زیرا اسیدهای چرب امگا-۶ به خصوص زمانی که اسیدهای چرب امگا-۳ در بدن وجود نداشته باشند، می‌توانند التهاب‌زا باشند (۱۳۶). محدود کردن روغن ذرت و سایر غذاهای غنی از اسیدهای چرب امگا-۶ و افزایش مصرف غذاهای غنی از اسیدهای چرب امگا-۳ مانند مغزیجات، ماهی‌های چرب و دانه‌های چیا، ممکن است به کاهش التهاب و ارتقای سلامت کلی کمک کند (۱۳۷، ۱۳۸). یک مرور ساختاریافته و متاآنالیز که روی ۱۶ کارآزمایی بالینی انجام شد، نشان داد که مصرف مکمل روغن ماهی در مقایسه با روغن ذرت سطوح HDL-C و TG را

از لحاظ آماری به طور معنی داری به ترتیب کاهش و افزایش می دهد، اما روی TC و LDL-C اثر معنی داری مشاهده نشد (۱۳۹).

GMO^۱ (موجود دستکاری شده ژنتیکی) به موجودات زنده ای مانند گیاهان، حیوانات یا میکروارگانیسم ها گفته می شود که ماده ژنتیکی (DNA) آن ها با استفاده از مهندسی ژنتیک تغییر یافته است، فرآیندی که شامل انتقال DNA خاص از یک موجود به موجود دیگر می باشد. غذاهای GMO پیش از عرضه به بازار به دقت بررسی می شوند تا اطمینان حاصل شود که ایمن بوده و هیچ تفاوتی در تأثیر بر بدن نسبت به غذاهای غیر-GMO ندارند. این غذاها به همان اندازه سالم و ایمن هستند و برخی از آن ها حتی برای بهبود ارزش تغذیه ای، مانند سوباهای GMO با روغن های سالم تر که جایگزین چربی های ترانس می شوند، طراحی شده اند. تحقیقات از دهه ۱۹۹۰ نشان داده است که غذاهای GMO برای انسان و حیوان به اندازه غذاهای غیر-GMO ایمن هستند، و مصرف گیاهان GMO توسط حیوانات خوراکی هیچ خطری ندارد (۱۴۰). بیشتر روغن های ذرت با استفاده از ذرت های اصلاح ژنتیکی شده (GMO) یا تراریخته تولید می شوند. در سال ۲۰۱۰، حدود ۹۰ درصد ذرت های کشت شده در ایالات متحده آمریکا GMO بوده اند. بیشتر این ذرت ها به منظور مقاومت در برابر حشرات و برخی علف کش ها مانند گلیفوسیت اصلاح شده اند (۱۴۱). بسیاری از افراد نگران اثرات تجمع گلیفوسیت در بدن هستند که از خوردن غذاهای GMO مقاوم به گلیفوسیت که با مقادیر زیادی از این علف کش مورد استفاده قرار گرفته اند، ناشی می شود. در سال ۲۰۱۵، سازمان جهانی بهداشت (WHO) گلیفوسیت را به عنوان یک «سرطان زا احتمالی» طبقه بندی کرد. با این حال، بسیاری از شواهد موجود از مطالعات آزمایشگاهی و حیوانی این موضوع را تأیید نمی کنند (۱۴۲-۱۴۴). بسیاری از مردم نیز گمان می کنند که غذاهای GMO و گلیفوسیت ممکن است در افزایش سریع میزان آلرژی ها و عدم تحمل غذا نقش داشته باشند (۱۴۵-۱۴۷). در حالی که چندین مطالعه کوتاه مدت نتیجه گیری کرده اند که غذاهای GMO ایمن هستند، اما با توجه به این که ذرت GMO از سال ۱۹۹۶ در دسترس بوده است. بنابراین، تأثیر بلندمدت آن بر سلامت کلی ناشناخته است (۱۴۸).

روغن ذرت یک محصول بسیار تصفیه شده است؛ زیرا برای استخراج و قابل خوردن کردن آن، باید فرآیند گسترده ای طی شود. این فرآیند باعث می شود روغن ذرت بیشتر مستعد اکسید شدن باشد؛ یعنی در سطح مولکولی شروع به از دست دادن الکترون ها می کند و ناپایدار می شود (۱۴۹). مقادیر بالای ترکیبات اکسید شده در بدن می تواند خطر برخی بیماری ها مثل دیابت و بیماری های قلبی - عروقی را افزایش دهد (۱۱۶، ۱۱۷). در واقع، بتا-سیستوسترول موجود در روغن ذرت وقتی به مدت طولانی گرم می شود (مانند در سرخ کردن عمیق)، اکسید می شود. با این حال، ویتامین E به عنوان یک آنتی اکسیدان کمک می کند تا این فرآیند کندتر انجام شود (۱۵۰). همچنین گرم کردن طولانی روغن ذرت با تولید یک ترکیب بسیار واکنش پذیر به نام آکریل آمید همراه است که می تواند با مشکلات عملکردی در عصب ها، عضلات و هورمون ها همراه

باشد. آکريل آميد توسط سازمان بين المللى تحقيقاتى سرطان (IARC) به عنوان يك «سرطان زا احتمالى» طبقه بندى شده است (۱۵۱، ۱۵۲).

نتيجه‌گيرى

تمام محتوای روغن ذرت چربی است و بیشتر محتوای آن از اسیدهای چرب چند غیر اشباع امگا-۶ تشکیل شده است. همچنین حاوی مقداری ویتامین E است و هر قاشق غذاخوری (۱۴ گرم) از آن ۱۲۲ کیلوکالری انرژی دارد. روغن ذرت طی فرآیند تصفیه گسترده‌ای از ذرت استخراج می‌شود. این روغن به دلیل نقطه دود بسیار بالا، به طور معمول به عنوان روغن سرخ‌کردنی استفاده می‌شود، اما همچنین کاربردهای صنعتی متنوعی نیز دارد. روغن ذرت سرشار از فیتواسترول‌های ضد التهابی و سایر ترکیباتی است که ممکن است به کاهش عوامل خطر بیماری‌های قلبی - عروقی مانند TC و LDL-C کمک کنند. روغن ذرت از ذرت‌های تراریخته یا GMO تولید می‌شود و در خصوص سلامت محصولات تراریخته بحث‌های زیاد علمی وجود دارد.



روغن زیتون (Olive oil)

Oleaceae (Olea europaea)، که معمولاً به عنوان درخت زیتون شناخته می‌شود، یکی از قدیمی ترین گونه‌های درختان در منطقه مدیترانه است. روغن زیتون (OO) از زیتون - میوه‌های

درخت زیتون استخراج می‌شود. نقش حیاتی OO در قرن هفتم قبل از میلاد مورد بررسی قرار گرفت. برخی از دانشمندان باستانی استفاده از OO را در چندین بیماری مربوط به معده و پوست توصیه کرده‌اند. در حالی که کشورهای مدیترانه‌ای حدود ۷۰ درصد از OO را در جهان تولید می‌کنند، استرالیا و ایالات متحده نیز مقادیر قابل توجهی از OO را تولید می‌کنند. با این حال، تنوع و کیفیت OO در بین این کشورها متفاوت است (۱۵۳).

امروزه کشت آن به مناطقی از تمام قاره‌ها (به استثنای قطب جنوب) گسترش یافته است. با این حال، کشورهای مدیترانه‌ای همچنان تولیدکنندگان اصلی زیتون هستند که در راس آنها اسپانیا، ایتالیا و یونان قرار دارند. در نتیجه، اتحادیه اروپا مسئول ۷۰ درصد از تولید جهانی زیتون است که به ارزش ۷۰۰ میلیون یورو را در هر سال تولید می‌کند و به یک عامل کلیدی برای توسعه بخش کشاورزی و صنعت برای مناطق جنوبی اتحادیه اروپا تبدیل شده است (۱۵۴). در یک نوع دسته‌بندی، انواع روغن زیتون به دسته‌های زیر تقسیم می‌شوند (۱۵۵).

روغن زیتون فوق بکر (Extra virgin olive oil (EVOO)

روغن زیتون فوق بکر دسته برتری از روغن است که مستقیماً از زیتون با فرآیندهای مکانیکی یا فیزیکی دیگر

به دست می‌آید. بنابراین، این آب زیتون است که هیچ ماده‌ای به آن اضافه نشده است و در نتیجه تغییری در روغن ایجاد نمی‌کند و آن را به یک محصول کاملاً طبیعی تبدیل می‌کند. در این مورد خاص، کیفیت مواد اولیه و شرایط تولید برای به دست آوردن بهترین روغن زیتون با خواص عالی بسیار مهم است. دارای طعم غنی، اسیدیته کم و رنگ سبز پر رنگ است. به دلیل عطر و طعم قوی برای ریختن روی غذاهای پخته شده و سالاد بسیار مناسب است. به دلیل نقطه دود کم، برای روش‌های پخت با حرارت کم تا متوسط مانند تفت دادن با مدت زمان کم بسیار مناسب است.

روغن زیتون بکر (Virgin olive oil)

مشابه نوع روغن زیتون فوق بکر، این روغن مستقیماً با روش‌های مکانیکی به طور مستقیم از زیتون استخراج می‌شود. در واقع روغن زیتون بکر مانند انواع بکر، بدون استفاده از مواد شیمیایی استخراج می‌شود اما ممکن است سطح اسیدیته کمی بالاتری داشته باشد. با این حال، هنگامی که کیفیت به دلیل نقص در زیتون یا فرآیند تولید از بین می‌رود، کلمه Extra را از دست می‌دهد.

بنابراین، این نوع روغن زیتون دارای عیوب طعمی است و اسیدیته آن متفاوت است. معمولاً در هفته‌های آخر برداشت با زیتون بسیار رسیده که شرایط نامطلوبی را متحمل شده است تولید می‌شوند. طعم ملایم‌تری نسبت به طعم فوق بکر دارد. این نوع خاص از روغن زیتون برای فرآورده‌های سرخ کردنی یا برای تهیه سس‌های خاص ایده‌آل است. از روغن زیتون بکر می‌توان برای تفت دادن سبزیجات روی حرارت متوسط، پختن و ترشی کردن غذاها استفاده کرد.

روغن زیتون تصفیه شده (Refined olive oil)

فرآیند تصفیه روغن زیتون باعث حذف آلودگی‌ها و کاهش اسیدیته می‌شود. در مقایسه با روغن‌های زیتون فرابکر و بکر، این عطر و طعم خنثی‌تر و نقطه دود بالاتری دارد. روغن زیتون تصفیه شده را می‌توان برای سرخ کردن عمیق، سرخ کردن و سایر روش‌های پخت با حرارت بالا استفاده کرد زیرا می‌تواند دماهای بالاتر را تحمل کند. این یک جایگزین فوق العاده برای دستورالعمل‌ها است، زمانی که نمی‌خواهید طعم روغن زیتون غالب شود، مانند برخی از محصولات پخته شده.

روغن زیتون خالص (Pure olive oil)

روغن زیتون خالص که اغلب به عنوان روغن زیتون سبک یا کلاسیک شناخته می‌شود، ترکیبی از روغن زیتون تصفیه شده و مقدار کمی روغن زیتون فوق بکر یا بکر است. این مخلوط به دنبال ایجاد تعادل بین طعم ملایم‌تر و نقطه دود بیشتر است. این یک انتخاب همه کاره برای پخت و پز معمولی است، مانند کباب کردن، برشته کردن و سرخ کردنی که در آن طعم روغن زیتون بر غذا غلبه نمی‌کند. اما به خاطر داشته باشید که روش تصفیه مورد استفاده برای تولید این روغن ممکن است به طور بالقوه تخریب آنتی‌اکسیدان‌ها و

سایر مواد سالم موجود در روغن زیتون را تسریع بخشد. بنابراین نسبت به روغن زیتون فرابکر سالم تر است.

روغن تفاله زیتون (Olive pomace oil)

از تفاله زیتون که محصول جانبی حاصل از تولید روغن زیتون است به دست می آید. بنابراین، پس از استخراج روغن زیتون به روش مکانیکی، باقیمانده زیتون این تفاله به کارخانه هایی منتقل می شود که از طریق فرایندهای خشک کردن و استخراج با حلال، روغن خامی به نام روغن تفاله به دست می آید. این روغن برای مصرف مناسب نیست و نیاز به فرآیند تصفیه از طریق فرایندهای شیمیایی-فیزیکی بسیار تهاجمی و شدید دارد تا تمامی اجزای ناخواسته از بین برود و به روغن تفاله تصفیه شده تبدیل شود.

اسیدیته و ترکیب روغن زیتون

۱۵۵ برای طبقه بندی انواع روغن زیتون و ویژگی های آنها، درجه اسیدیته و کیفیت ارگانولپتیک باید در نظر گرفته شود. این مجموعه ای از حواس است که توسط حواس بویایی و طعم روغن زیتون فوق بکر مانند تند، تلخ و میوه ای ایجاد می شود.

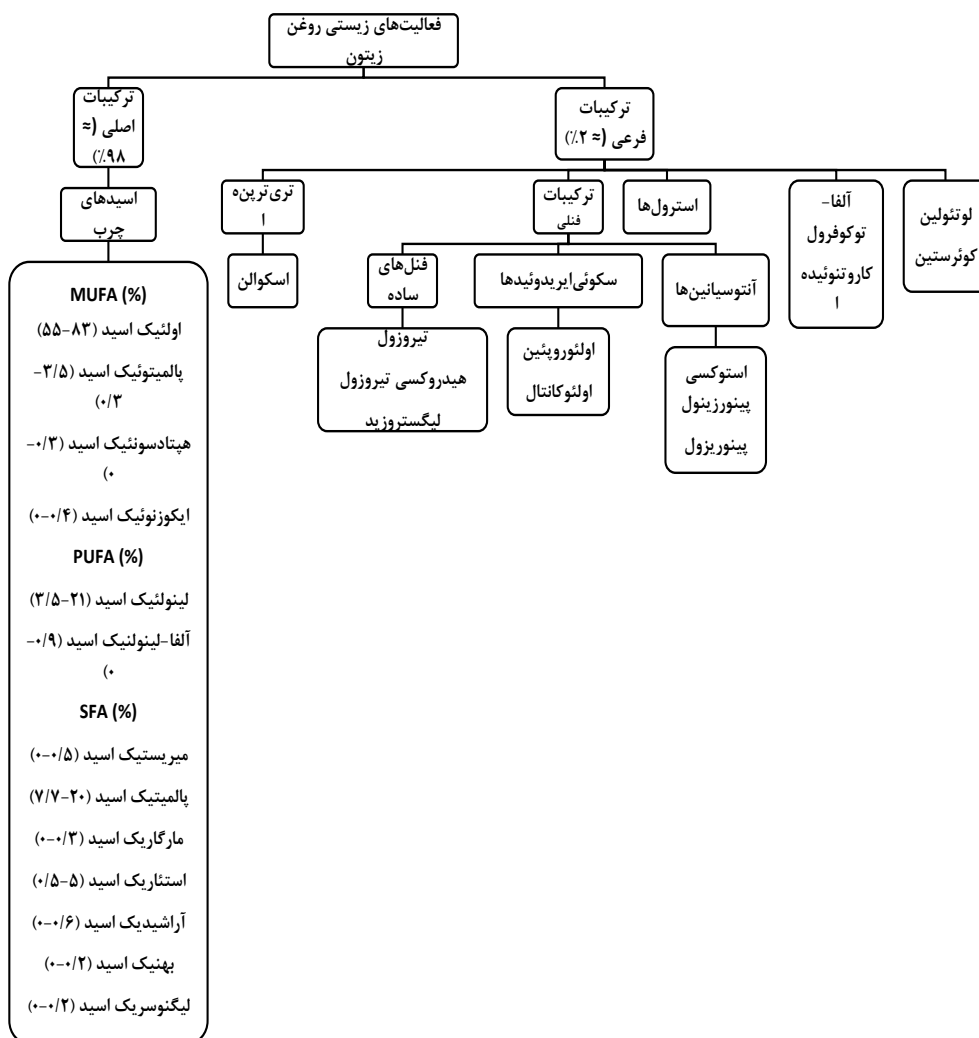
جدول ۱۱-۶- میزان اسیدیته انواع روغن زیتون در ۱۰۰ گرم

نوع روغن زیتون	میزان اسیدیته در ۱۰۰ گرم
روغن زیتون فوق بکر	اسیدیته از ۰/۸٪ تجاوز نمی کند
روغن زیتون بکر	اسیدیته از ۲٪ تجاوز نمی کند
روغن زیتون تصفیه شده	اسیدیته بیشتر از ۳٪ تجاوز نمی کند

ترکیبات روغن زیتون

ترکیب روغن زیتون عمدتاً از تری گلیسیرید و انواع مختلفی از ترکیبات در مقادیر کم تشکیل می شود. روغن زیتون دارای محتوای بالایی از اسیدهای چرب و به ویژه نسبت بالایی از اسیدهای چرب تک غیراشباع اسید اولئیک تک غیراشباع (MUFA) است. اسیدهای غیراشباع تا ۸۵ درصد از ترکیب آن را تشکیل می دهند، اسید اولئیک (C۱۸:۱)، که ممکن است بین ۷۰ تا ۸۵ درصد و مابقی سایر اسیدهای چرب مانند اسید لینولئیک یا پالمیتولئیک متغیر باشد. در مورد چربی های اشباع، حدود ۱۴ درصد از ترکیب روغن را شامل می شود که اساساً به دلیل اسیدهای پالمیتیک و استئاریک است. با توجه به ترکیبات جزئی، آنها کمتر از ۲٪ ترکیب روغن زیتون را نشان می دهند و بهترین نماینده این گروه ترکیبات فنلی هستند، اگرچه این گروه فرعی شامل برخی از ترکیبات چربی دوست مانند α -توکوفرول (ویتامین E) نیز می باشد. به همین ترتیب، چندین ترکیب فنلی آبدوست وجود دارد که در میان آنها فنل شامل هیدروکسی تیروزول (۴-۳-دی هیدروکسی فنیل ترول) و تیروزول (۴-۴-هیدروکسی فنیل ترول) و مشتقات آنها، مانند سکونیریدوئیدهای

اولئوروپین (۳،۴-دی هیدروکسی فیل ترول النولیک اسید، و اولئونولیکال اسید) و اولئوناتیل و پلی فنل‌ها (به عنوان مثال، لیگنان‌ها و فلانول‌ها) و استرول‌ها و اسکوالن اشاره کرد. علاوه بر این، روغن زیتون همچنین منبع رنگدانه‌هایی مانند کاروتنوئیدها است. ترکیبات فنلی به دلیل خواص بیولوژیکی خود شناخته شده‌اند. به طور خاص، این ترکیبات روغن زیتون دارای پتانسیل به عنوان عوامل آنتی اکسیدانی، ضد التهابی و ضد میکروبی هستند. اما غلظت آنها به عوامل مختلفی مربوط می‌شود: انواع زیتون، عوامل محیطی، زمان برداشت و استخراج و شرایط نگهداری (۱۰۰).



میزان مواد مغذی موجود در ۱ قاشق غذاخوری (۱۴ گرم) روغن زیتون نیز به شرح زیر می باشد (۱۵۶):

جدول ۱۲-۶- میزان مواد مغذی موجود در ۱ قاشق غذاخوری (۱۴ گرم) روغن زیتون

ترکیبات	میزان	ترکیبات	میزان
کالری	۱۲۰ کیلو کالری	ویتامین K	۸ میکروگرم
چربی کل	۳/۵ گرم	ویتامین E	۲ میلی گرم
اسید چرب اشباع	۱/۸۶ گرم	کربوهیدرات	۰
اسید چرب تک غیر اشباع	۱۰ گرم	سدیم	۰
اسید چرب چند غیر اشباع	۱ گرم	پتاسیم	۰
کلسترول	۰	پروتئین	۰

۱۵۷

فواید روغن زیتون

روغن زیتون به دلیل خواص سلامتی که از ترکیب منحصر به فرد آن به دست می آید، به عنوان یک ابر غذا در نظر گرفته می شود. این مشخصات لیپیدی و محتوای ترکیبات فعال زیستی آن است. علاوه بر این، ترکیب منحصر به فرد آن چنان توجه زیادی را به خود جلب کرده است که روغن زیتون به عنوان منبعی از این ترکیبات زیست فعال مورد مطالعه قرار گرفته است. یکی از رژیم غذایی که به عنوان بهترین رژیم غذایی دنیا شناخته می شود رژیم مدیترانه است. رژیم غذایی مدیترانه (MedDiet) شامل مصرف زیاد حبوبات، غلات، میوه ها و سبزیجات، مصرف متوسط ماهی و شراب؛ و مصرف کم گوشت قرمز است. MedDiet همچنین شامل مصرف ۲۵ تا ۵۰ میلی لیتر در روز روغن زیتون فوق بکر (EVOO) است که مواد غذایی این رژیم منجر به کاهش ریسک ابتلا به بسیاری از بیماری ها می شود.

بیماری های قلبی و عروقی

بیماری های قلبی عروقی (CVD) عامل اصلی مرگ و میر هستند که سالانه بیش از ۱۷ میلیون مرگ را شامل می شود. در یک متآنالیز از کارآزمایی های تصادفی سازی شده کنترل شده، مورد-شاهدی و مطالعات کوهورت آینده نگر که شامل ۴۰۰۰۰ مورد سکته مغزی و ۱۰۰۰۰۰ مورد بیماری عروق کرونر قلب (CHD)، بود گزارش شد که به ازای هر افزایش ۲۵ گرمی مصرف روغن زیتون، خطر سکته مغزی و CHD به ترتیب ۲۶٪ و ۴٪ کاهش یافت. هنگامی که سکته مغزی و CHD ترکیب شد، مصرف روغن زیتون نیز اثرات پیشگیرانه ای را نشان داد و خطر یک رویداد CVD را تقریباً ۱۸٪ کاهش داد (۱۵۴). طبق بررسی های انجام شده یک رژیم غذایی مدیترانه ای همراه با روغن زیتون فوق بکر می تواند خطر ابتلا به بیماری کلی قلبی عروقی (CVD) را تا ۳۱ درصد در مقایسه با رژیم غذایی کنترل کاهش دهد (۱۵۷).

نقش پیشگیرانه پلی فنول های EVOO در برابر CVD نیز در یک متآنالیز از کارآزمایی های کنترل شده

که اثر روغن زیتون با پلی فنول کم در مقابل پلی فنل بالا را بر نشانگرهای خطر CVD ارزیابی می‌کرد، ثبت شد. مصرف روغن زیتون بین ۲۵ تا ۷۵ میلی لیتر در روز متغیر بود. اثر ضد آتروژنیک روغن زیتون به عملکرد هم افزایی اجزای ریز آن، عمدتاً لیپیدهای قطبی که به عنوان مهارکننده های PAF، پلی فنول های خاص و α -توکوفرول عمل می‌کنند، نسبت داده می‌شود که فعالیت ضد PAF (عامل فعال کننده پلاکتی) را نیز اعمال می‌کنند.

روغن زیتون با پلی فنل بالا به طور قابل توجهی نشانگرهای خطر CVD، مالون دی آلدئید، LDL اکسید شده، کلسترول تام، کلسترول لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL) و همچنین برخی از شاخص های التهابی مانند پروتئین واکنشی (CRP) یا اینترلوکین-۶ (IL-6) را کاهش می‌دهد.

فشار خون

با بررسی ۱۹ مطالعه منتخب که به طور خاص به نقش روغن در شرایط بیماری های سالم و عروقی، از جمله افراد مبتلا به فشار خون و دیابت می‌پردازند، مشاهده کردیم که مصرف روغن زیتون به صورت روزانه، به ویژه اگر بین ۱۰ تا ۶۰ میلی لیتر مصرف روزانه EVOO باشد، به طور مداوم SBP^۱ و به میزان کمتری DBP^۲ را کاهش داد. با این حال، میزان کاهش فشار خون نسبتاً متغیر بود و بین ۱۰- و ۱۰- میلی متر جیوه برای SBP و DBP متغیر بود. بنابراین یک انتخاب خوب برای مبارزه با فشار خون بالا باید شامل استفاده منظم از یک EVOO که حاوی حداقل ۵ میلی گرم فنل های فعال زیستی باشد. ۲۰ گرم روغن روزانه (۲ قاشق پر) (۱۰۰).

کاهش وزن

چندین مطالعه مشاهده ای نیز استفاده از روغن زیتون را با BMI پایین تر، مستقل از رژیم غذایی مرتبط دانسته اند. طبق یک بررسی سیستماتیک، رژیم غذایی غنی شده با روغن زیتون وزن را بیش از رژیم های کنترل کاهش داد: ۰/۹۲- کیلوگرم و BMI به میزان ۰/۹۰-، کاهش یافت. این فواید زمانی مشاهده شد که روغن زیتون به عنوان بخشی از الگوی کلی رژیم غذایی نه به صورت مکمل بود (۹۳).

بیماری های مرتبط با اختلالات سیستم عصبی مرکزی

گزارش شده است که روغن زیتون تأثیر مثبتی بر بیماری پارکینسون دارد زیرا پلی فنول های موجود در روغن زیتون می‌توانند مکانیسم سلولی متفاوتی را که در شروع و توسعه بیماری دخیل است را تغییر دهند. حیاتی ترین و فعال ترین جزء روغن زیتون اولئوروپین است که نشان داده است آسیب سلولی، آپوپتوز و استرس اکسیداتیو را در سلول های رده سلولی فتوکروموسیتوم (PC۱۲) ناشی از OHDA^۳ در مدل آزمایشگاهی بیماری پارکینسون کاهش می‌دهد. علاوه بر این، عصاره زیتون (۴۰۰ و ۶۰۰ میکروگرم بر

۱. Systolic Blood Pressure: فشار در شریان ها هنگام انقباض قلب

۲. Diastolic blood pressure: نیروی خون در برابر دیواره های شریان ها هنگام استراحت قلب

۳. Oxidopamine, or -6hydroxydopamine

میلی لیتر) یا اولئوروپین (۲۰ و ۲۵ میکروگرم در میلی لیتر) اثرات محافظتی عصبی روی سلول های PC۱۲ تحت تأثیر ۱۵۰ میکرومولار OHDA-6 نشان دادند. به طور مشابه، هیدروکسی تیروزول که از اجزای فعال روغن زیتون است که نشان داده است سطوح S-5-سیستینیل-دوپامین ناشی از مهارکننده های مونوآمین اکسیداز را کاهش می دهد، که از درمان بالینی بیماری پارکینسون حمایت می کند. همچنین روغن زیتون به عنوان یک ابزار قدرتمند برای درمان و درمان اختلالات ام اس در بیماران پیشنهاد می شود (۱۵۸).

التهاب

التهاب یک عامل مهم در شروع و پیشرفت مراحل تحت بالینی و همچنین در وقوع رویدادهای بالینی در چندین بیماری از جمله CVD، پوکی استخوان سرطان، اختلالات عصبی و بیماری آلزایمر است. ترکیبات فنلی موجود در روغن زیتون ظرفیت ضدالتهابی خوبی را نشان داده اند و مطالعات بالینی تایید کننده هستند. مشخص شده است که خواص ضد التهابی MedDiet حداقل تا حدی به دلیل روغن زیتون است. علاوه بر این، یک مطالعه بر روی افراد پرخطر قلبی - عروقی نشان داد که مصرف بیشتر روغن زیتون و آجیل با کاهش چندین نشانگر التهابی مرتبط است، همان طور که پروتئین واکنش دهنده C، اینترلوکین-۶ و مولکول های چسبنده خاص نمونه ای از آن هستند (۱۵۹).

در خصوص بیماری آرتریت روماتوئید (RA) نیز مصرف روغن زیتون فرایکر تأثیر بسیار خوبی دارد چرا که این بیماری یک فرآیند چند مرحله ای و پیچیده طولانی مدت است که منجر به التهاب ایمنی می شود که مفاصل متعددی را درگیر می کند و باعث تورم دردناک و سفتی مفاصل می شود که با آسیب غضروف و فرسایش استخوان همراه است و در نهایت منجر به تخریب مفصل می شود. مطالعات پیش بالینی همچنین تایید کرده اند که فنل های EVOO (پلی) ایزوله مانند HT، اولئوروپین (OL) و اولئوکانتال دارای خواص ضد التهابی و ضد آرتریت هستند و مصرف این روغن منجر به کاهش ادم مفاصل و کاهش تخریب غضروف می شود که این اثرات با کاهش ترشح سیتوکین های پیش التهابی مانند IL-6، IL-1 β ، TNF- α و IL-17 انجام می شود (۹۳).

اثرات آنتی اکسیدانی

همچنین اطلاعات فراوانی در مورد اثرات آنتی اکسیدانی روغن زیتون وجود دارد که با استفاده از مدل های تجربی مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. MUFA اصلی در روغن زیتون، اسید اولئیک، است که نسبت به PUFA ها در برابر اکسیداسیون مقاوم تر است. ترکیبات فنلی همچنین ظرفیت آنتی اکسیدانی قابل توجهی را نشان می دهند، مانند مورد هیدروکسی تیروزول، که پتانسیل آنتی اکسیدانی قابل توجهی را در آزمایشات آزمایشگاهی و حیوانی نشان داده است. پتانسیل مهار رادیکال های آزاد هیدروکسی تیروزول توسط سازمان ایمنی مواد غذایی اروپا به رسمیت شناخته شده است. همچنین پتانسیل آنتی اکسیدانی و ضد التهابی قابل توجهی نیز توسط اولئوکانتال، یک ترکیب فنلی که مسئول احساس سوزش در پشت گلو

هنگام مصرف EVOO، و سایر ترکیبات فنلی است ایجاد می شود (۱۵۹).

دیابت

یک مطالعه از کارآزمایی PREDIMED، پس از یک پیگیری متوسط ۴ ساله، کاهش ۵۱ درصدی در میزان دیابت نوع ۲ (T2D) در افرادی که رژیم غذایی غنی شده با EVOO را دنبال کردند در مقایسه با رژیم غذایی کم چرب، نشان داد که نقش احتمالی EVOO در پیشگیری از دیابت وجود دارد. MedDiet غنی شده با EVOO افزودن داروهای کاهش دهنده گلوکز جدید را به تاخیر انداخت و نرخ شروع انسولین را در بیماران مبتلا به T2D^۱ تا ۱۲٪ کاهش داد. علاوه بر این، جایگزینی کربوهیدرات ها با MUFA به عنوان یک الگوی غذایی اصلی در بیماران مبتلا به T2D، پروفایل متابولیک آنها را با کاهش گلوکز پلاسمای ناشتا بهبود بخشید (۱۶۰). اولئوروپین یکی از فراوان ترین پلی فنول ها در EVOO است که ترشح انسولین سلول های بتا را تقویت می کند و سمیت سلولی تولید شده توسط آمیلوئیدهای آمیلین را سرکوب می کند، که تجمع آن با اختلال عملکرد سلول های β مرتبط است.

یکی دیگر از ترکیبات فنلی شناخته شده، تیروزول است که مانع آپوپتوز ناشی از استرس شبکه اندوپلاسمی در سلول های بتا، با تداخل با مسیر سیگنالینگ Jun N ترمینال کیناز (JNK) شد. علاوه بر این، پلی فنول ها مانع از استرس اکسیداتیو و آپوپتوز ناشی از سیتوکین در سلول های بتا شدند و در نتیجه هموستاز ردوکس را حفظ کردند. مارانو و همکاران اولین کسانی بودند که نشان دادند که پلی فنول های روغن زیتون و به طور خاص هیدروکسی تیروزول، تیروسول و آپیتین با تحریک تکثیر و بیوسنتز انسولین و با افزایش ترشح انسولین تحریک شده با گلوکز (GSIS) بهزیستی سلول های بتا را ارتقا می دهند. ترکیبات فنولی EVOO علاوه بر اثر خود بر سلول های بتا پانکراس، به مهار α -آمیلاز و α -گلوکوزیداز و در نتیجه کنترل هیپرگلیسمی پس از غذا کمک می کنند زیرا جذب کربوهیدرات را به تاخیر می اندازد (۱۶۰).

نقش محافظتی EVOO تنها به توسعه و کنترل DM محدود نمی شود، بلکه به پیشگیری از عوارض آن نیز محدود می شود. تجزیه و تحلیل تعقیبی گروهی از بیماران مبتلا به T2D شرکت کننده در مطالعه PREDIMED نشان داد که MedDiet مکمل با EVOO می تواند بروز رتینوپاتی دیابتی را کاهش دهد در حالی که بروز نفروپاتی دیابتی به طور قابل توجهی کاهش می یابد.

از سوی دیگر، یک کارآزمایی تصادفی سازی و کنترل شده اخیر ثابت کرد که MedDiet مکمل شده با EVOO از کاهش تخمینی نرخ فیلتراسیون گلومرولی (eGFR)^۲ جلوگیری می کند و عملکرد کلیه را در مقایسه با رژیم کم چرب در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو و بیماری عروق کرونر قلب (CHD) حفظ می کند. به طور قابل توجهی، به نظر می رسد بیماران مبتلا به اختلال خفیف eGFR از MedDiet بهره بیشتری می برند. در یک مدل تجربی که در موش ها انجام شد، ۳، ۴-دی هیدروکسی فنیل گلیکول، یک ترکیب فنلی EVOO، بر

۱. دیابت نوع ۲ Type 2 diabetes

۲. Estimated Glomerular Filtration Rate: میزان فیلتراسیون گلومرولی تخمینی، توانایی کلیه ها را در فیلتر کردن سموم از خون اندازه گیری می کند.

اساس خواص آنتی اکسیدانی آن، اثر محافظتی نفرو با کاهش دفع پروتئین ادراری و تغییرات مورفولوژیکی گلومرولی نشان داد. ۳، ۴- دی هیدروکسی فنیل گلیکول، علاوه بر نقش محافظتی نفرو، از شبکه و برش های مغز موش ها در برابر هیپوکسی - اکسیژن رسانی مجدد در یک مدل تجربی مشابه محافظت می کند (۱۶۰).

کبد چرب

پاتوژنز NASH شامل مقاومت به انسولین، افزایش التهاب، فاکتور نکروز تومور α -(TNF)، اینترلوکین (IL-6) و افزایش استرس اکسیداتیو است. مطالعات انجام شده بر روی انسان، ارتباط معکوس بین سطوح داخل کبدی با اجزای خاص موجود در روغن زیتون فرا بکر (EVOO)، مانند سیتوسترول، و درجه استئاتوز و التهاب لوبولار را نشان داده است که توسط بیوپسی کبد ثبت شده است. اثر مفید EVOO در برابر NAFLD را می توان با محافظت از میتوکندری توضیح داد که از کاهش سطح اسیدهای چرب نیترا شده ناشی از رژیم غذایی پرچرب جلوگیری می کند. این توانایی محافظتی مستقیماً با محتوای فنلی مرتبط است. اعتقاد بر این است که روغن زیتون به طور مستقل تجمع چربی در کبد را احتمالاً با بهبود فرآیند اکسیداسیون اسیدهای چرب کاهش می دهد. علاوه بر توانایی آن در کاهش اکسیداسیون لیپوپروتئین با چگالی کم (LDL)، همچنین عنوان می شود که اثرات مفید روغن زیتون بر NAFLD شامل کاهش فعال سازی NF- κ B و بهبود مقاومت به انسولین است (۱۶۱). البته تمام این تاثیرات در اثر مصرف روغن زیتون فرابکر که بخشی از رژیم مدیترانه است ایجاد شده است.

مقدار توصیه شده برای مصرف

مقدار توصیه شده روزانه روغن بسته به سن، جنس و سطح فعالیت متفاوت است. دستورالعمل های غذایی ۲۰۲۰-۲۰۲۵ برای آمریکایی ها ۲۷ گرم (فقط کمتر از ۲ قاشق غذاخوری) از هر نوع روغن اضافه شده در روز را برای یک رژیم غذایی ۲۰۰۰ کالری توصیه می کند.

شرایط نگهداری

روغن زیتون یک آب میوه تازه است و به اکسیژن، گرما و نور حساس است. بنابراین، نگهداری و جابجایی روغن، از زمان برداشت تا میز آشپزخانه، برای حفظ کیفیت و تازگی آن بسیار مهم است. برای انتخاب و مصرف یک روغن زیتون خوب و سرشار از مواد مغذی به نکات زیر حتماً باید توجه شود:

- **زمان:** مانند بسیاری از جنبه های زندگی، زمان نقش کلیدی در کیفیت روغن زیتون به خصوص از نوع فرابکر دارد. به طور کلی، ماندگاری EVOO بین ۹ تا ۱۸ ماه است که بستگی به سایر عوامل همراه مانند دما یا ترکیب شیمیایی دارد، زیرا زمانی که در دمای ۳ درجه سانتی گراد یا دمای اتاق نگهداری می شود، تخریب کمتری نسبت به دمای ۴۰ درجه سانتی گراد در طول مدت مشاهده می شود. به همین ترتیب، یک مطالعه طولانی تر در زمان، که در آن ۱۴ نوع EVOO تجاری در طی ۲۲ ماه نگهداری در غیاب نور و

در دمای اتاق مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت، نشان داد که مقادیر پراکسید متناسب با زمان نگهداری افزایش می‌یابد، بنابراین توصیه می‌شود که مصرف تا حد امکان نزدیک به فرآیند تولید رخ می‌دهد.

● **ظرف نگهداری:** در نهایت، یکی دیگر از عوامل خارجی که بر کیفیت روغن به خصوص روغن زیتون EVOO در طول زمان تأثیر می‌گذارد، ظرف بسته بندی آن است. برخی از مواد انتخابی برای این منظور عبارتند از شیشه رنگی، پلی اتیلن ترفتالات (PET)، ورق قلع، آلومینیوم، آجر تترا یا بسته‌های کیسه‌ای در جعبه. مطالعات مختلف شیشه را به عنوان یکی از موادی که EVOO را به بهترین نحو حفظ می‌کند، معرفی می‌کنند، زیرا یک ماده بی اثر است و با رنگی بودن، عبور نور را کاهش می‌دهد. یک بطری تیره که به رنگ سبز یا سیاه است، از روغن در برابر اکسیداسیون و فاسد شدن محافظت می‌کند. از سوی دیگر، پلی پروپیلن و پلی اتیلن موادی هستند که نفوذپذیری اکسیژن بالایی از خود نشان می‌دهند، بنابراین هنگام حفظ خواص EVOO برای مدت طولانی توصیه نمی‌شوند. به نظر می‌رسد استفاده از بسته‌های کیسه‌ای در جعبه در محیط خانه بین ۲۲ تا ۳۷ درجه سانتی‌گراد برای حفظ و افزایش ماندگاری EVOO مفید باشد. درب قوطی یا شیشه روغن زیتون باید بعد از هر بار استفاده محکم بسته شود تا از اکسیداسیون جلوگیری شود. اکسیداسیون می‌تواند بر طعم روغن تأثیر بگذارد و روند فساد آن را به سمت ترشیدگی افزایش دهد.

● **مکان نگهداری:** روغن زیتون باید در جای خشک و خنک و دور از نور و گرما نگهداری شود. به همین دلیل، توصیه اکید می‌شود هرگز روغن زیتون را نزدیک پنجره یا مستقیماً در کنار اجاق گاز نگذارید. هرگز روغن زیتون را برای مدت طولانی بدون پوشش نگذارید. قرار دادن روغن زیتون در معرض هوای آزاد منجر به اکسیداسیون شود. هنگامی که روغن زیتون با اکسیژن تماس پیدا می‌کند، تحت یک واکنش شیمیایی به نام اکسیداسیون لیپیدی قرار می‌گیرد که روغن را تجزیه می‌کند و منجر به ترش می‌شود. نکته‌ای که نشان می‌دهد آیا روغن زیتون خوبی دارید یا نه، این است که وقتی سرد و در یخچال است سفت شود. این امر به ساختار شیمیایی اسیدهای چرب مربوط می‌شود. می‌توانید روغن زیتون را در یخچال بگذارید در این صورت باید کدر و غلیظ شود اگر مایع باقی بماند، نشان می‌دهد که روغن بکر خالص نیست.

روغن سرخ‌کردنی (Frying oil)

امروزه با افزایش مصرف غذاهای سرخ شده، استفاده از روغن‌های مخصوص سرخ کردن کاربرد گسترده‌ای پیدا کرده است. از آنجا که در فرآیند سرخ کردن روغن تحت شرایط حاد حرارتی قرار

می‌گیرد، بنابراین روغن‌های مخصوص سرخ کردن می‌بایست از پایداری حرارتی قابل قبولی برخوردار باشند چرا که مقاومت پایین این روغن‌ها منجر به انجام واکنش‌های نامطلوبی نظیر هیدرولیز، اکسیداسیون و پلیمریزاسیون خواهد شد. واکنش‌های نامطلوب ذکر شده با تولید مواد ناسالم و سمی همراه بوده که می‌تواند سلامت مصرف



کننده را با خطر مواجه کند. روغن سرخ کردنی به روغنی اطلاق می‌گردد که نسبت به سایر روغن‌های خوراکی که به منظور پخت و پز و یا سالاد مصرف می‌شوند در مجموع حاوی مقادیر اسیدهای چرب اشباع و تک غیر اشباع بالاتری بوده و از پایداری حرارتی قابل قبولی برخوردار باشد (۱۶۲).

روغن مناسب برای سرخ کردن باید نسبت به دمای بالا مقاوم باشد و برای اطمینان از سلامت روغن در دماهای بالای ۲۲۰ درجه سانتیگراد، ضمن برخورداری از طعم ملایم، نقطه دود و اشتعال آن باید به ترتیب بالاتر از ۲۲۰ و ۳۱۵ درجه سانتیگراد باشد (۱۶۳).

نقطه دود دمایی است که در آن روغن شروع به دود شدن می‌کند و ترکیبات مضر تولید می‌کند. مشخصات آنتی اکسیدانی بالا در روغن باعث می‌شود که در برابر ایجاد آن ترکیبات مضر مقاومت بیشتری داشته باشد. روغن‌هایی با محتوای اسیدهای چرب تک غیر اشباع بیشتر و اسیدهای چرب چند غیر اشباع کمتر برای سرخ کردن ترجیح داده می‌شوند. فرآیند سرخ کردن PUFA را می‌تواند به چربی‌های ترانس و سایر ترکیبات مضر همانند ترکیبات پلی مری و قطبی تبدیل کند. هنگام انتخاب روغن سرخ کردنی فاکتورهایی همانند پایداری حرارتی بالا، نقطه دود بالا، کف پایین، نقطه ذوب پایین، بدون طعم و مزه، ارزش غذایی بالا اهمیت بالایی دارند.

در حال حاضر از روش‌های مناسب برای پایداری کردن روغن‌های سرخ کردنی، مخلوط کردن آنها با روغن‌هایی است که ترکیبات طبیعی ضد اکسایشی بالایی دارند، مثل روغن‌های کنجد و سبوس برنج که به طور وسیعی برای این منظور به کار میرود، یا مخلوط کردن آنها با روغن‌هایی است که ترکیبات غیر اشباع کمتری در ترکیب اسیدهای چرب آنها وجود دارد. یعنی مقادیر اسید لینولنیک و اسید لینولنیک در ترکیب اسیدهای چرب آنها کم باشد (۱۶۴).

مخلوط کردن انواع مختلف روغن‌های گیاهی با یکدیگر، سطح لیپیدهای زیست فعال و ضد اکسایش را در مخلوط روغنی افزایش می‌دهد و باعث افزایش کیفیت آنها می‌شود. گزارش شده است که مخلوط کردن روغن‌ها، ترکیب اسید چرب و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی روغن‌ها را بدون هیچ گونه فرآیند شیمیایی و بیولوژیکی، تغییر می‌دهد. مخلوط کردن روغن‌ها سبب به دست آوردن نسبت مناسب ترکیب اسیدهای چرب در مخلوط و نیز خواص ضد اکسایشی بهتر با هزینه کمتر می‌گردد.

از محبوب‌ترین روغن‌های مورد استفاده برای سرخ کردن می‌توان به روغن پالم و فرکشن‌های آن، روغن‌های حاوی اسید چرب اولئیک بالا همانند آفتابگردان با اولئیک بالا، کلزا (کانولا) اولئیک بالا و روغن سویای اولئیک بالا اشاره کرد. به عنوان مثال، پالم اولئین ارزان‌تر از روغن کلزا است، اما محتوای اسیدهای چرب اشباع بالاتر و آنتی اکسیدان کمتری دارد. بنابراین، جایگزین‌هایی با ترکیب اسیدهای چرب متعادل‌تر، توکوفرول‌های بیشتر و کاروتنوئیدهای بیشتری مورد نیاز است (۱۶۵). یکی از راهکارهای مهم برای بالا بردن مقاومت حرارتی روغن‌های سرخ کردنی استفاده از آنتی اکسیدان‌های طبیعی همچون توکوفرول، عصاره رزماری، آنتی اکسیدان طبیعی کنجد (سزامین و سزامولین) و سبوس برنج (اریزانول) می‌باشد.

روغن‌هایی که در ترکیبات روغن‌های سرخ کردنی استفاده می‌شود:

۱. روغن‌های خانواده پالم

یکی از منابع نباتی خوراکی که به صورت گسترده در فرمولاسیون روغن‌های مخصوص سرخ کردن استفاده می‌گردد روغن پالم اولئین و پالم سوپر اولئین می‌باشند. این روغن‌ها حائز شرایط استفاده در روغن‌های مخصوص سرخ کردن می‌باشند. میزان اسیدهای چرب اشباع روغن پالم بیشتر از سایر روغن‌ها بوده و نسبت دو نوع اسید چرب اشباع و غیر اشباع تقریباً یکسان (۵۰ درصد اسید چرب غیر اشباع بدون داشتن ترکیبات ترانس) و ۵۰ درصد اسیدهای چرب اشباع است. هر چند روغن‌های جدا سازی شده از روغن پالم همانند پالم اولئین و پالم سوپر اولئین حاوی میزان بالاتری اسیدهای چرب غیر اشباع و اشباع کمتری نسبت به پالم می‌باشند و به همین دلیل برای سرخ کردن مناسب تر می‌باشند. به دلیل مقدار اندک اسیدهای چرب چند غیر اشباع، که اکسایش و ایجاد طعم و بوی نامطبوع در روغن را به آنها نسبت می‌دهند در این روغن کم است، این روغن برای سرخ کردن مناسب است. همچنین پالم اندیس یدی پایینی دارد (اندیس یدی گرم ید جذب شده توسط ۱۰۰ گرم نمونه روغن یا چربی است که در واقع نشان دهنده این است که روغن یا چربی چقدر غیر اشباع است و تعداد پیوند دوگانه بیشتری دارد. از آنجایی که روغن‌های با اندیس یدی بالا، تعداد پیوند دوگانه بیشتری دارند برای رسیدن به حالت اشباع با اکسیژن پیوند تشکیل می‌دهند و در نتیجه مستعد فساد اکسیداسیونی هستند) و این روغن پایداری مناسبی در برابر تغییرات ناشی از اکسیداسیون داشته و در صنعت برای سرخ کردن عمیق مورد استفاده قرار می‌گیرد چرا که به سرعت پلیمریزه نمی‌شود. عمر نگهداری طولانی روغن پالم و تمایل کمتر نسبت به دود کردن (به دلیل دارا نبودن اسیدهای چرب کوتاه زنجیر و اسیدهای چرب چند غیر اشباع که دلیل دود کردن روغن هستند) و پلیمریزه شدن، این روغن را در مقایسه با روغن سویا و آفتابگردان روغن مناسبتری برای سرخ کردن کرده است. یکی از راههای مرسوم برای افزایش پایداری اکسایشی چنین روغن‌هایی مخلوط کردن آنها با روغن‌هایی است که ترکیبات غیر اشباع کمتری دارند. روغن‌های خانواده پالم از جمله روغن‌های مناسب برای مخلوط کردن با روغن‌های غیر مقاوم به حرارت به شمار می‌رود. این روغن با مشکل دود کردن که ناشی از حضور اسیدهای چرب کوتاه زنجیره که غیر اشباع بالا است مواجه نیست اما وجود مقدار اسیدهای چرب اشباع (بیش از ۴۵ درصد) کیفیت تغذیه ای این محصول را با چالش روبه‌رو می‌کند (۱۶۲). بنابراین مخلوط کردن این روغن با سایر روغن‌های مایع همچون آفتابگردان و آفتابگردان اولئیک بالا، سویا و سویای اولئیک بالا، کانونالی معمولی و اولئیک بالا؛ ذرت و... کاربرد بالایی دارد.

۲. روغن نارگیل

روغن نارگیل ممکن است انتخاب خوبی باشد. مطالعات نشان داده اند که حتی پس از ۸ ساعت سرخ کردن عمیق مداوم در دمای ۳۶۵ درجه فارنهایت (۱۸۰ درجه سانتیگراد)، کیفیت آن همچنان قابل قبول

است. بیش از ۹۰ درصد از اسیدهای چرب موجود در روغن نارگیل اشباع شده است و آن را در برابر حرارت مقاوم می‌کند. روغن نارگیل سرشار از چربی‌های اشباع شده است، به این معنی که پایدار است و به نظر نمی‌رسد کیفیت آن در طول سرخ کردن عمیق تغییر کند. این ممکن است روغن نارگیل را به انتخاب خوبی برای سرخ کردن تبدیل کند (۱۶۶).

اگر چه به علت وجود اسیدهای چرب کوتاه زنجیر، میزان بالای اسیدهای چرب اشباع و تمایل به هیدرولیز در حین سرخ کردن و قیمت بالا در اکثر کشورها مورد استفاده قرار نمی‌گیرد.

۳. روغن زیتون

روغن زیتون فرابکر یکی از سالم‌ترین روغن‌هاست. در برابر گرما مقاوم است، زیرا مانند چربی‌های حیوانی، سرشار از اسیدهای چرب تک غیراشباع است. این روغن فقط یک پیوند دوگانه دارند که آنها را نسبتاً پایدار می‌کند. روغن زیتون فرابکر و بکر بدلیل وجود اسید چرب آزاد بالا معمولاً در فرایند سرخ کردن مورد استفاده قرار نمی‌گیرند و برای سرخ کردن می‌توان از روغن زیتون بی‌بو شده یا روغن زیتون که اسید چرب آزاد کمتری دارد استفاده کرد. در یک مطالعه، محققان روغن زیتون را قبل از اکسید شدن بیش از حد (بیش از ۲۴ ساعت) در سرخ‌کن عمیق استفاده کردند. از نظر تئوری، این باعث می‌شود که یک انتخاب عالی برای سرخ کردن عمیق باشد. با این حال، طعم و عطر روغن زیتون ممکن است با حرارت دادن طولانی مدت بدتر شود (۱۶۷).

۴. روغن سویا

روغن سویا بدلیل وجود اسیدهای چرب غیر اشباع بالا همانند اسید چرب تک غیر اشباع (لینولئیک اسید) و اسید چرب چند غیر اشباع (لینولنیک اسید) بصورت خالص در سرخ کردن مورد استفاده قرار نمی‌گیرد اما می‌توان از مخلوط کردن آن با روغن‌هایی همانند پالم یا فرمولاسیون مناسب استفاده نمود. اما روغن سویای اولئیک بالا و لینولنیک پایین در بسیاری از کشورهای برای سرخ کردن مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۵. روغن کنجد

روغن کنجد بکر دارای آنتی اکسیدان طبیعی بالا می‌باشد اما بدلیل وجود اسیدهای چرب آزاد بالا در فرایند سرخ کردن مورد استفاده قرار نمی‌گیرد اما روغن کنجد تصفیه شده حاوی آنتی اکسیدان طبیعی کمتری نسبت به کنجد فرابکر می‌باشد و بصورت مخلوط با سایر روغن‌ها در فرموله کردن روغن‌های سرخ‌کردنی استفاده قرار می‌گیرد. عصاره آنتی اکسیدانی روغن کنجد بعنوان آنتی اکسیدان طبیعی در فرمولاسیون بسیاری از آنتی اکسیدان‌های تجاری جهت روغن‌های سرخ‌کردنی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

روغن‌هایی که برای سرخ کردن باید اجتناب کنید

ترکیب اسیدهای چرب روغن با قرار گرفتن در معرض گرما تغییر می‌کند. سرخ کردن باعث کاهش محتوای PUFA و افزایش اسیدهای چرب اشباع و ترانس می‌شود. بنابراین روغن‌هایی با محتوای PUFA بالا برای

سرخ کردن مناسب نیستند.

روغن های PUFA بالا عبارتند از:

- روغن ذرت: ۵۲/۹٪ PUFA، ۱۳/۴٪ چربی های اشباع شده
 - روغن آفتابگردان: ۶۲/۴٪ PUFA، ۹/۴٪ چربی های اشباع شده
 - روغن کنجد: ۴۱/۲٪ PUFA، ۱۶/۹٪ چربی های اشباع شده
 - روغن سویا: ۵۷/۶٪ PUFA، ۱۴/۹٪ چربی های اشباع شده
 - روغن گلرنگ: ۷۹/۱٪ PUFA، ۹/۳٪ چربی های اشباع شده
 - روغن هسته انگور: ۷۴/۹٪ PUFA، ۱۰/۴٪ چربی های اشباع شده
- مقادیر روغن زیتون و کانولا و آفتابگردان اولئیک بالا و روغن پالم اولئین و سوپر اولئین هم ذکر شود

روغن سویا (Soybean Oil)

روغن سویا یکی از پرکاربردترین و مهم ترین روغن های گیاهی در جهان است که از دانه های سویا (*Glycine max*) استخراج می شود. این روغن به دلیل قیمت مناسب، دسترسی آسان و خواص تغذیه ای مطلوب، در صنایع غذایی و غیرغذایی کاربرد گسترده ای دارد. روغن سویا به عنوان یک منبع غنی از اسیدهای چرب ضروری، به ویژه اسید لینولئیک (امگا-۶) و اسید آلفا-لینولنیک (امگا-۳)، نقش



مهمی در رژیم های غذایی سالم ایفا می کند. با افزایش تقاضا برای روغن های گیاهی سالم، روغن سویا به عنوان یک گزینه اقتصادی و پایدار، جایگاه ویژه ای در بازار جهانی پیدا کرده است (۱۶۸، ۱۶۹). روغن سویا تاریخچه ای طولانی دارد که ریشه های آن به شرق آسیا بازمی گردد. سویا برای اولین بار در قرن یازدهم قبل از میلاد در شمال شرقی چین بومی شد اما اولین استفاده مستند از روغن سویا به سال ۱۹۸۰ میلادی مربوط می شود. در قرن های ۱۸ و ۱۹، سویا و روغن آن به اروپا و قاره آمریکا معرفی شدند و در ابتدا به عنوان علوفه کشت می شدند. با پیشرفت فناوری های صنعتی در اوایل قرن بیستم، استخراج روغن سویا از طریق روش های مکانیکی و حلال های شیمیایی امکان پذیر شد (۱۷۰). بین سال های ۲۰۲۱ تا ۲۰۲۲، حدود ۶۲ میلیون تن روغن سویا در سراسر جهان تولید شد که آن را به پرمصرف ترین روغن خوراکی در دنیا تبدیل کرده است (۱۷۱، ۱۷۲). کشورهای چین، ایالات متحده آمریکا، برزیل و آرژانتین از جمله تولیدکنندگان اصلی روغن سویا در جهان می باشند (۱۷۳).

ترکیب شیمیایی و ویژگی ها

به طور کلی، روغن سویا در مقایسه با روغن های گیاهی دیگر دارای مزایای متعددی است. در ترکیب اصلی لیپیدی، روغن سویا غنی از اسیدهای چرب غیر اشباع (PUFA)، به ویژه اسید لینولئیک (۴۸-۵۹٪)

است و همچنین دارای مقادیر نسبتاً بالایی از اسید لینولنیک (۴/۵-۱۱٪) می باشد. روغن سویا همچنین حاوی اسیدهای چرب تک غیراشباع (MUFA)، عمدتاً اسید اولئیک (۳۰-۱۷٪) و مقادیر بسیار پایین تر اسیدهای چرب اشباع (SFA) (۲۱-۱۰۱ درصد) است (۶۹). به دلیل محتوای بالای اسید لینولنیک، برای بهبود پایداری اکسیداتیو در طول سرخ کردن، روغن های سویا با اولئیک بالا و تا حدی هیدروژنه تولید شده اند. از اجزای جزئی آن می توان به استرول ها و نسبت های بالای ویتامین E (عمدتاً گاما توکوفرول و همچنین توکوترینول ها) اشاره کرد (۱۷۴-۱۷۶). طبق گفته سازمان ایمنی غذای اروپا (EFSA)، در طول این فرآیند تصفیه، حضور پروتئین های آلرژی زا نیز به میزان قابل توجهی کاهش می یابد و بنابراین بعید است که روغن سویا کاملاً تصفیه شده باعث واکنش های آلرژیک در اکثر افراد مبتلا به آلرژی به سویا شود (۱۷۷). چندین نوع روغن سویا با پروفایل های اسیدهای چرب متفاوت از طریق اصلاح ژنتیکی جهت بهبود پایداری و مزایای سلامتی آن تولید شده اند. مهم ترین آن ها شامل روغن سویا با اولئیک بالا (High-oleic soybean oil) ۷۵-۸۲ درصد اسید اولئیک است و موجب بهبود پایداری اکسیداتیو می شود و مناسب جهت سرخ کردن و پخت و پز است. به دلیل چربی های تک غیراشباع بالاتر ممکن است برای سلامت قلبی-عروقی نیز مفید باشد. این روغن به طور فزاینده ای در غذاهای اسنکی، سرخ کردن و محصولات با ماندگاری بالا مورد استفاده قرار می گیرد. روغن سویا با لینولنیک پایین (Low-linolenic soybean oil) با محتوای کمتر از ۲ درصد اسید لینولنیک ماندگاری و پایداری بیشتری دارد و به عنوان جایگزینی برای چربی های ترانس معرفی شده است. روغن سویا با استئاریک بالا (High-stearic soybean oil) به عنوان جایگزینی بدون اسید چرب ترانس برای روغن های هیدروژنه طراحی شده و برای مارگارین و محصولات پخت و پز مناسب است. در حالی که این روغن های تولید شده مزایای زیادی دارند، همچنان بحث های جاری درباره تأثیرات طولانی مدت سلامتی روغن های اصلاح شده ژنتیکی در مقابل روغن سویای رایج وجود دارد (۱۷۴، ۱۷۸، ۱۷۹). میزان مواد مغذی موجود در ۱ قاشق غذاخوری (۱۴ گرم) روغن سویا، به شرح زیر است (۱۸۰).

جدول ۱۳-۶- میزان مواد مغذی موجود در ۱ قاشق غذاخوری (۱۴ گرم) روغن سویا

ترکیبات	میزان	ترکیبات	میزان
کیلوکالری	۱۲۰ کیلوکالری	اسید چرب چند غیراشباع	۷/۸۵ گرم
کربوهیدرات	۰	کلسترول	۰
پروتئین	۰	ویتامین E	۱/۱۱ میلی گرم
چربی کل	۱۳/۶ گرم	ویتامین K	۲۵ میکروگرم
اسید چرب اشباع	۲/۱۲ گرم	سدیم	۰
اسید چرب تک غیراشباع	۳/۱ گرم	پتاسیم	۰

روغن سویا دارای نقطه دود نسبتاً بالایی در حدود ۴۵۰ درجه فارنهایت (۲۳۰ درجه سانتیگراد) است. این ویژگی باعث می‌شود روغن سویا گزینه‌ی خوبی برای روش‌های پخت با حرارت بالا مانند برشته کردن، پختن و تفت دادن باشد، زیرا می‌تواند در دمای بالا بدون تجزیه شدن مقاومت کند (۱۸۱، ۱۸۲).

فواید ناشی از مصرف روغن سویا

روغن سویا عمدتاً از اسیدهای چرب چند غیر اشباع تشکیل شده است که نوعی چربی سالم برای قلب هستند و با فواید متعددی همراه‌اند. مطالعات نشان می‌دهند که جایگزینی چربی‌های اشباع شده با چربی‌های چند غیر اشباع در رژیم غذایی می‌تواند با کاهش خطر بیماری قلبی مرتبط باشد. یک مرور ساختاریافته و متاآنالیز از ۸ کارآزمایی بالینی نشان داد که وقتی شرکت‌کنندگان ۵٪ از کل کالری روزانه خود را از چربی اشباع شده به چربی غیر اشباع چندگانه تغییر دادند، ۱۰٪ خطر ابتلا به بیماری قلبی کاهش یافت. جایگزینی چربی‌های اشباع شده با چربی‌های غیر اشباع چندگانه ممکن است سطح کلسترول بد (LDL) را کاهش دهد که عامل خطر اصلی بیماری قلبی است (۱۸۳-۱۸۵).

فقط یک قاشق غذاخوری (۱۴ گرم) روغن سویا حاوی ۲۵ میکروگرم ویتامین K است که حدود ۲۰ درصد از ارزش روزانه توصیه شده (DV) را تأمین می‌کند. در حالی که ویتامین K بیشتر به دلیل تأثیر آن بر لخته شدن خون شناخته شده است، اما نقش حیاتی در تنظیم متابولیسم استخوان ایفا می‌کند. تحقیقات نشان می‌دهد که ویتامین K برای سنتز پروتئین‌های خاصی که برای حفظ توده استخوانی حیاتی هستند، مانند استئوکالسین، ضروری است. برخی تحقیقات نشان می‌دهند که رژیم‌های غذایی غنی از چربی‌های اشباع نشده ممکن است به محافظت در برابر از دست دادن استخوان مرتبط با افزایش سن کمک کنند (۱۸۶، ۱۸۷). با این حال، تحقیقات محدود است و مطالعات بیشتری برای تأیید این اثر بالقوه مورد نیاز است. روغن سویا حاوی مقدار زیادی اسیدهای چرب امگا-۳ است که با فواید سلامتی متعددی همراه هستند و نقش مهمی در سلامت قلب، رشد جنین، عملکرد مغز و ایمنی دارند. افزایش مصرف اسیدهای چرب امگا-۳ می‌تواند به کاهش التهاب کمک کند، که تصور می‌شود در ایجاد شرایط مزمن مانند بیماری قلبی، سرطان و دیابت نقش دارد. اگرچه روغن سویا حاوی اسید چرب امگا ۳ آلفا-لینولنیک اسید (ALA) است، اما تبدیل ALA به اسیدهای چرب ضروری DHA و EPA بسیار ناکارآمد است. تحقیقات نشان می‌دهند که تنها کمتر از ۷/۹-۰/۱ درصد از ALA به EPA و کمتر از ۳/۸-۰/۱ از ALA به DHA تبدیل می‌شود. به همین دلیل، روغن سویا منبع مطمئنی از DHA و EPA نیست که چربی‌های ضروری برای عملکرد سلولی هستند. علاوه بر این، اگرچه روغن سویا حاوی مقداری چربی امگا ۳ است، اما اسیدهای چرب امگا ۶ بیشتری دارد. در حالی که افراد به هر دو نوع نیاز دارند، اکثر افراد در رژیم غذایی خود اسیدهای چرب امگا ۶ زیادی دریافت می‌کنند و امگا ۳ کافی ندارند. این عدم تعادل می‌تواند منجر به التهاب و بیماری‌های مزمن شود (۱۲۳، ۱۸۸-۱۹۱).

معایب ناشی از مصرف روغن سویا

برخی از مطالعات به طور خاص روغن سویا را با پیامدهای منفی سلامت مرتبط می‌دانند. با این حال، بیشتر تحقیقات در مورد اثرات منفی بالقوه روغن سویا بر سلامت در حیوانات انجام شده است. مطالعه‌ای روی موش‌ها نشان داد که رژیم غذایی سرشار از روغن سویا منجر به تغییرات متابولیکی نامطلوب، از جمله افزایش چربی بدن، قند خون بالا و کبد چرب در مقایسه با رژیم‌های حاوی روغن نارگیل یا فروتوز (نوعی قند) می‌شود (۱۹۲).

علاوه بر این، مطالعات حیوانی نشان داده‌اند که روغن سویا استریفیه شده، که در محصولات مانند مارگارین استفاده می‌شود، کنترل قند خون را مختل کرده و منجر به تجمع چربی در ناحیه شکم می‌شود (۱۹۳).

مطالعات قبلی بیان می‌کنند که چاقی خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی را افزایش می‌دهد. همراه با

تجمع چربی، روغن سویا ممکن است خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی را به دلایل زیر افزایش دهد: ۱۶۹

- پراکسیداسیون لیپیدی: لیپیدهای اکسید شده تولید شده حین سرخ کردن اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه (PUFA) مانند روغن سویا، که باعث تصلب شرایین می‌شود (سخت شدن شریان‌ها به دلیل رسوب چربی در دیواره رگ‌ها) (۱۹۴).

- مصرف زیاد اسیدهای چرب امگا-۶: مصرف زیاد چربی امگا-۶ باعث افزایش التهاب می‌شود که یک عامل خطر اصلی برای بیماری‌های قلبی-عروقی است (۱۹۵).

- کاهش کلسترول لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL): رژیم غذایی با روغن سویا بالا، کلسترول HDL (کلسترول خوب) را کاهش می‌دهد که ممکن است به اختلال در انتقال کلسترول منجر شود (۱۹۶).

اگرچه تحقیقات انسانی با کیفیت بالا برای مطالعه اثرات طولانی مدت رژیم غذایی غنی از سویا بر سلامتی مورد نیاز است، اما بهتر است مصرف روغن‌های غنی از امگا ۶ مانند روغن سویا را محدود کرد و به روغن سویا به عنوان تنها منبع چربی خود متکی نبود.

نتیجه‌گیری

روغن سویا به عنوان یکی از پرکاربردترین روغن‌های گیاهی در جهان، به دلیل قیمت مناسب، دسترسی آسان و خواص تغذیه‌ای مطلوب، جایگاه ویژه‌ای در صنایع غذایی و غیرغذایی دارد. این روغن غنی از اسیدهای چرب ضروری مانند امگا-۶ و امگا-۳ است و به عنوان جایگزینی سالم برای چربی‌های اشباع و ترانس معرفی شده است. همچنین، روغن‌های سویای اصلاح شده ژنتیکی مانند روغن سویای اولئیک بالا و لینولنیک پایین، پایداری و مزایای سلامتی بیشتری دارند، اما تأثیرات طولانی مدت آن‌ها نیاز به بررسی‌های بیشتر دارد. به طور کلی، روغن سویا گزینه‌ای مفید برای رژیم غذایی است، اما مصرف متعادل و همراه با منابع دیگر چربی‌های سالم توصیه می‌شود.

روغن کاملینا (Camelina oil)



روغن کاملینا که از دانه‌های گیاه کاملینا (*Camelina sativa*) استخراج می‌شود، یک روغن گیاهی با ارزش غذایی بالا و خواص منحصر به فرد است که در سال‌های اخیر به عنوان یک جایگزین پایدار و سالم برای روغن‌های رایج مورد توجه قرار گرفته است. این روغن به دلیل محتوای بالای اسیدهای چرب امگا-۳، آنتی‌اکسیدان‌ها و تطبیق‌پذیری با شرایط آب و هوایی سخت، به عنوان یک محصول

کشاورزی مقاوم شناخته می‌شود. کاملینا به عنوان یک گیاه باستانی که قرن‌ها در اروپا و آسیا کشت می‌شد، امروزه به دلیل مزایای زیست محیطی و تغذیه‌ای، احیاء شده و در صنایع غذایی، آرایشی-بهداشتی و سوخت‌های زیستی کاربرد گسترده‌ای یافته است (۱۹۷-۱۹۹). روغن کاملینا در طیف گسترده‌ای از رنگ‌ها، از طلایی تا قهوه‌ای مایل به قرمز یافت می‌شود. رنگ روغن به تنوع گیاه کاملینا (بهار در مقابل زمستان) و روش حرارت دهی بذر بستگی دارد (۲۰۰). روغن کاملینا با طعم پیاز یا خردل و همچنین عطر قوی و متمایز مشخص می‌شود. این روغن در مقایسه با روغن‌هایی که ترکیب و نسبت اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع (SFAs/UFAs) مشابه دارند، ماندگاری طولانی‌تری دارد که به محتوای بالای آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی مانند توکوفرول‌ها، اسیدهای فنولیک و فلاونوئیدها مرتبط است (۲۰۱، ۲۰۲).

کاملینا یکی از قدیمی‌ترین گیاهان روغنی است که قدمت کشت آن به عصر برنز (حدود ۱۵۰۰ سال قبل از میلاد) بازمی‌گردد. این گیاه در اروپای مرکزی و شمالی به طور گسترده کشت می‌شد و از روغن آن برای مصارف غذایی، روشنایی و درمان‌های سنتی استفاده می‌شد. با گسترش روغن‌های رقیب مانند کلزا و آفتابگردان در قرن بیستم، کشت کاملینا کاهش یافت. اما در دو دهه اخیر، به دلیل نیاز به منابع پایدار روغن‌های گیاهی با محتوای امگا-۳ بالا، کشت این گیاه احیاء شده است. کشورهایی مانند کانادا، ایالات متحده آمریکا و برخی کشورهای اروپایی از پیشگامان تولید روغن کاملینا هستند (۲۰۳-۲۰۵).

ترکیب شیمیایی و ویژگی‌ها

روغن کاملینا به دلیل ترکیبات متعادل اسیدهای چرب معادل ۳۵-۴۵٪ آلفا-لینولنیک اسید (بالاترین میزان امگا-۳ در میان روغن‌های گیاهی رایج)، ۱۵-۲۵٪ اسید لینولنیک، ۲۰-۱۵٪ اسید اولئیک و ۱۵-۱۰٪ اسیدهای چرب اشباع (پالمیتیک و استئاریک اسید) و مواد مغذی، یک روغن استثنایی محسوب می‌شود. این روغن همچنین حاوی مقادیر قابل توجهی ویتامین E (توکوفرول) و پلی‌فنول‌ها است که خاصیت آنتی‌اکسیدانی قوی دارند. نقطه دود بالا (۲۴۵° سانتیگراد) آن را برای پخت و پز و سرخ کردن سطحی مناسب می‌سازد (۲۰۶-۲۰۸). میزان مواد مغذی موجود در ۱ قاشق غذاخوری (۱۴ گرم) روغن کاملینا، به شرح زیر است (۲۰۹، ۲۱۰).

جدول ۱۴-۶- میزان مواد مغذی موجود در ۱ قاشق غذاخوری (۱۴ گرم) روغن کاملینا

میزان	ترکیبات	میزان	ترکیبات
۴/۲۱ گرم	اسیدچرب تک غیراشباع	۱۲۰ کیلو کالری	کیلوکالری
۶/۹۷ گرم	اسیدچرب چند غیراشباع	۰	کربوهیدرات
۰	کلسترول	۰	پروتئین
۰	سدیم	۱۳/۶ گرم	چربی کل
۰	پتاسیم	۰/۹۷ گرم	اسیدچرب اشباع

فواید ناشی از مصرف روغن کاملینا

- سلامت قلب: محتوای بالای امگا-۳ به کاهش تری‌گلیسرید و بهبود تعادل کلسترول (کاهش LDL و افزایش HDL) کمک می‌کند (۲۱۱).
 - خواص ضدالتهابی: ترکیب متعادل امگا-۳ و امگا-۶ در روغن کاملینا ممکن است التهاب مزمن را کاهش دهد (۲۱۲).
 - حفاظت از سلول‌ها: آنتی‌اکسیدان‌های موجود در روغن کاملینا می‌توانند از آسیب اکسیداتیو DNA جلوگیری می‌کنند (۲۰۶).
- با این حال، مصرف بیش از حد امگا-۳ ممکن است با داروهای رقیق‌کننده خون تداخل ایجاد کند؛ بنابراین مشورت با پزشک ضروری است. یافته‌های یک مرور ساختاریافته و متا-آنالیز بر روی مطالعات مداخله‌ای نشان داد که مصرف مکمل روغن کاملینا با دوز روزانه کمتر از ۳۰ گرم به مدت بیش از ۸ هفته می‌تواند میزان کلسترول تام (TC) را به میزان ۱۱/۶۴ mg/dl کاهش دهد (۲۱۳).
- یک مطالعه کارآزمایی بالینی دوسوکور تصادفی‌سازی شده که بر روی ۸۱ بیمار دارای پُر فشاری خون و مبتلا به سندروم متابولیک به مدت ۶ ماه انجام شد، نشان داد که مصرف روغن کاملینا در مقایسه با پلاسبو عملکرد عروق را بهبود نمی‌بخشد (۲۱۴). همچنین یک کارآزمایی بالینی به مدت ۶ هفته روی ۶۰ زن یائسه اثر مصرف روزانه ۳۰ گرم روغن کاملینا و ۳۰ گرم روغن کانولا را بررسی کرد که نتایج این مطالعه کاهش معنادار در دور کمر، نسبت دور کمر به باسن، LDL-C، TC و Non-HDL-C برای افراد مصرف‌کننده روغن کاملینا نشان داد. در گروه مصرف‌کننده روغن کانولا نیز کاهش معنادار در دور کمر، TC، LDL-C، TG و Non-HDL-C مشاهده شد اما در هیچ‌کدام از گروه‌ها نیز تغییر معناداری در BMI، درصد چربی بدن، SBP، DBP و HDL-C دیده نشد.
- اسید آلفا-لینولنیک (ALA) در بدن انسان ساخته نمی‌شود و کمبود آن می‌تواند علائمی همچون اختلالات عصبی و رشد ناکافی به همراه داشته باشد؛ بنابراین، باید در رژیم غذایی گنجانده شود. ALA می‌تواند به اسیدهای EPA و DHA تبدیل شود که محصولات متابولیکی آن‌ها اثرات مفیدی دارند و به پیشگیری از

بیماری های قلبی، آرتمی و ترومبوز کمک می کنند. مصرف روغن کاملیا که سرشار از ALA است، می تواند سلامت عمومی افراد را بهبود بخشد. این روغن در بازسازی سلول ها، افزایش الاستیسیته پوست و بازیابی تناسب اندام مؤثر است. اثرات پیشگیری کننده و درمانی این روغن عمدتاً به تقویت سیستم ایمنی نسبت داده شده است. فرآیندهای زیست شیمیایی شامل اسید لینولئیک، ALA، توکوفرول ها و فیتواسترول ها در این عملکرد ایمنی مؤثرند. اسیدهای لینولئیک و آلفا-لینولنیک پیش ساز اسیدهای چرب غیراشباع (PUFA) و هورمون های مهم با کارکردهای مختلف در بدن هستند (۲۱۵).

مطالعه ای با هدف بررسی اینکه آیا اضافه کردن روغن و دانه های کاملینا به عنوان مواد تشکیل دهنده کلوچه (Muffin) به منظور افزایش ارزش سلامتی با حفظ ویژگی های ارگانولپتیکی توسط مصرف کنندگان مطلوب در نظر گرفته می شود، در سال ۲۰۲۴ به چاپ رسید. نتایج این مطالعه نشان داد که جایگزینی روغن کلزا با روغن کاملینا منجر به تشکیل مقادیر کمتری از اسیدهای چرب اشباع شد و همچنین تأثیر منفی بر بیشتر ویژگی های ارگانولپتیکی کلوچه ها نداشت. علاوه بر این، به لطف محتوای بیشتر کاروتنوئیدها، روغن کاملینا تأثیر مفیدی بر بهبود رنگ داشت و در نتیجه مطلوبیت کلی آن را افزایش داد (۲۱۶).

نتیجه گیری

روغن کاملینا با ترکیبات بینظیرش، نه تنها یک گزینه سالم برای رژیم غذایی مدرن است، بلکه به دلیل نیاز کم به آب و مقاومت در برابر آفات، به عنوان یک محصول پایدار در کشاورزی شناخته می شود. با این حال، تحقیقات بیشتری برای شناخت دقیق تأثیرات بلندمدت آن بر سلامت انسان و محیط زیست مورد نیاز است.

روغن کانولا (Canola oil)

روغن کانولا نوعی روغن گیاهی است که یک روغن رایج در رژیم های غذایی در سراسر جهان است. روغن های گیاهی، مانند روغن کانولا، در حال حاضر حدود ۱۰ درصد کالری دریافتی در رژیم غذایی متوسط ایالات متحده را تشکیل می دهند. روغن کانولا از دانه روغنی کلزا بدست می آید. کلزا یک گیاه درخشان و زردگل از خانواده Brassicaceae است. این خانواده شامل سه گونه مختلف است:



B. juncea و Brassica napus، B. rapa

B. napus که در اصل از منطقه مدیترانه و شمال اروپا است، معمولاً به عنوان کلزا شناخته می شود. کلزا در سال ۲۰۰۰ قبل از میلاد به عنوان یک محصول با اسید اروسیک بالا شناسایی شد که حاوی بیش از ۴۰٪ اسید اروسیک در روغن بود. به دلیل نگرانی در مورد محتوای اسید اروسیک، روغن کلزا با اسید اروسیک بالا در آمریکای شمالی صرفاً در مقادیر کم برای مصارف صنعتی و غیرغذایی تولید می شد با این حال، در سال ۱۹۷۶، دانشمندان کانادایی توانستند کیفیت ارقام قبلی کلزا را از طریق اصلاح نباتات سنتی بهبود

بخشند که منجر به تبدیل به ارقام کلزای قابل مصرف تجاری شد. در سال ۱۹۷۹، کانادا کلمه «کانولا» را برای توصیف دانه جدیدی به نام روغن ثبت کرد که دارای اسید اروسیک کم و گلوکوزینولات کم بود. طبق تعریف، کلزا دارای حد خاصی از اسید اروسیک ($>2\%$) و گلوکوزینولات ها ($>30\text{g/umol}$) برای مصرف انسان و حیوان است. در سال ۱۹۸۵، سازمان غذا و داروی ایالات متحده به روغن کانولا نشان «به طور کلی ایمن شناخته شده» (GRAS) به عنوان یک جزء رژیمی اعطا کرد (۲۱۷).

در طول ۴۰ سال گذشته، کلزا به یکی از مهم‌ترین محصولات دانه‌های روغنی در سراسر جهان تبدیل شده است. امروزه، روغن کانولا از نظر حجم، سومین روغن نباتی بزرگ بعد از روغن پالم و سویا است. تولید جهانی روغن کانولا در سال‌های ۲۰۱۱/۲۰۱۰، ۳۸ میلیون تن بود، که اروپا ۶۳ درصد و کانادا ۳۱ درصد سهم از این روغن را در سطح جهان به خود اختصاص داده‌اند. در ایالات متحده، روغن کانولا یکی از پرمصرف‌ترین روغن‌ها است و پس از روغن سویا در رتبه دوم قرار دارد (۲۱۸).

۱۷۳

یکی از دلایل محبوبیت روغن کانولا در ایالات متحده این است که یک روغن پخت و پز مقرون به صرفه است. در مقایسه با روغن‌هایی مانند روغن زیتون و روغن آووکادو که با چندین فواید سلامتی همراه هستند، روغن کانولا بسیار ارزان‌تر است و در اندازه‌های فله موجود است. علاوه بر قیمت مقرون به صرفه، روغن کانولا طعم ملایم و نقطه دود بالایی در حدود ۴۰۰ درجه فارنهایت (۲۰۴ درجه سانتیگراد) دارد، به این معنی که در دماهای بالای حرارت پایدار است (۲۱۸).

به همین دلیل است که روغن کانولا معمولاً در سرخ کردن‌های عمیق و تولید مواد غذایی فوق فرآوری شده استفاده می‌شود. در حالی که روغن کانولا نقطه دود بالایی دارد، حرارت دادن مکرر آن تادمای بالا منجر به تولید ترکیبات مضر مانند رادیکال‌های آزاد و چربی‌های ترانس می‌شود. نتایج یک مطالعه نشان داده که حرارت دادن مکرر روغن کانولا باعث افزایش ۲۳۳ درصدی چربی ترانس در روغن شد (۲۱۹).

ترکیب شیمیایی و ویژگی‌ها

روغن کانولا با موارد زیر مشخص می‌شود:

مقدار کم (۷٪) اسیدهای چرب اشباع (SFAs)، مقادیر قابل توجهی اسیدهای چرب تک غیراشباع (MUFA) و اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه (PUFAs)، از جمله اسید اولئیک ۶۱٪، اسید لینولئیک ۲۱٪ و اسید آلفا لینولئیک (۱۱٪). استرول‌های گیاهی (۵۳-۰/۹۷٪) و توکوفرول‌ها (۷۰۰-۱۲۰۰ PPM) که همگی دارای اطلاعاتی هستند که نشان می‌دهد مواد محافظ قلب هستند (۲۱۷). میزان مواد مغذی موجود در ۱ قاشق غذاخوری (۱۴ گرم) روغن کانولا، به شرح زیر است.

جدول ۱۵-۶- میزان مواد مغذی موجود در ۱ قاشق غذاخوری (۱۴ گرم) روغن کانولا

ترکیبات	میزان	ترکیبات	میزان
چربی کل	۱۴ گرم	اسید چرب چندغیر اشباع (PUFA)	۴ گرم
اسید چرب اشباع	۱,۰۳ گرم	ویتامین E	۲,۴۴ (معادل ۱۶٪ RDI)
اسید چرب تک غیر اشباع (MUFA)	۸,۸۶ گرم	ویتامین K	۱۶,۶ (معادل ۹ درصد RDI)

روغن کانولا همچنین حاوی نسبت مطلوب ۲:۱ اسیدهای چرب امگا ۶ به امگا ۳ است. تعداد زیادی از تحقیقات نقش مصرف زیاد امگا ۶ را در التهاب بررسی کرده اند. مصرف بیش از حد امگا ۶ زمانی مشکل ساز می شود که دریافت امگا ۳ کم باشد. به خاطر داشته باشید که هر دو نوع چربی های اشباع نشده دارای عملکردهای مهم بدن هستند.

فواید ناشی از مصرف روغن کانولا

قلب و عروق: با توجه به محتوای بالای MUFA روغن کانولا، شواهدی از اثرات مثبت MUFAs در مقایسه با SFAs بر سلامت قلب و عروق از طریق تنظیم لیپیدها و لیپوپروتئین های پلازما و کاهش حساسیت اکسیداسیون لیپوپروتئین با چگالی کم (LDL) و بهبود حساسیت به انسولین نشان داده شده است. همچنین، برای درمان بیماری های قلبی عروقی موجود، روغن کانولا برای دستیابی به نیاز روزانه n-3 FA به میزان ۱ گرم در روز توصیه شده است. شواهد علمی محدود و نه قطعی نشان می دهد که خوردن حدود ۱ و نیم قاشق غذاخوری (۱۹ گرم) روغن کانولا در روز ممکن است خطر ابتلا به این بیماری را کاهش دهد. باید توجه داشت به طور کلی، مصرف SFA با افزایش LDL-C مرتبط است. جایگزینی SFAs با MUFAs می تواند سطح کلسترول گردش خون، به ویژه سطوح LDL-C را کاهش دهد و خطر تصلب شرایین و CHD را کاهش دهد. جایگزینی ۵٪ از SFAs با اسید اولئیک می تواند خطر CHD را تا ۴۰-۲۰٪ از طریق سرکوب سطح LDL-C کاهش دهد (۲۱۹).

نتایج یک مطالعه مداخله غذایی ۶ ماهه در بزرگسالان هیپرکلسترولمیک نشان داده است که سطح LDL-C در گروه کلزا (۳/۷٪) از سطح پایه کاهش یافته است. با این حال، تفاوت معنی داری در سطوح سرمی TC، LDL-C، HDL-C و TAG بین رژیم های غذایی مبتنی بر روغن کانولا و رژیم های غذایی با روغن های بالاتر در SFAs یافت نشد. این مطالعات نشان می دهد که روغن کانولا این پتانسیل را دارد که به مصرف کنندگان کمک کند تا توصیه های چربی رژیم غذایی را رعایت کنند و می توان آن را در رژیم غذایی طراحی شده برای تنظیم سطح کلسترول سرم به منظور بهبود وضعیت هیپرکلسترولمی گنجانند (۲۱۷). همچنین نتایج مطالعات مختلف در خصوص مصرف روغن کانولا نشان می دهد ممکن است به طور بالقوه سلامت سیستم ایمنی و قلبی عروقی را از طریق اثرات ضد ترومبیک و آنتی اکسیدانی خود تقویت کند.

اثر آنتی اکسیدانی: ویتامین E مانند بسیاری از روغن های گیاهی، روغن کانولا منبع خوبی از ویتامین E

است. ویتامین E چندین نقش حیاتی در سلامتی ایفا می‌کند. این به عنوان یک آنتی اکسیدان قوی عمل می‌کند، ترکیبات واکنشی به نام رادیکال‌های آزاد را خنثی می‌کند و از سلول‌ها در برابر آسیب اکسیداتیو محافظت می‌کند که در غیر این صورت ممکن است منجر به بیماری شود. ویتامین E همچنین برای عملکرد سیستم ایمنی مورد نیاز است و با مهار لخته شدن خون و جلوگیری از اکسیداسیون کلسترول LDL به سلامت قلب کمک می‌کند. کلسترول LDL نقش عمده‌ای در تصلب شرایین (تجمع پلاک بر روی دیواره شریان) ایفا می‌کند که عامل اصلی بیماری قلبی است. اکثر مردم ویتامین E کمتری مصرف می‌کنند. یافته‌های مطالعه نشان می‌دهد که حدود ۹۰ درصد از مردان و ۹۶ درصد از زنان در ایالات متحده ویتامین E دریافت نمی‌کنند (۲۲۰). علاوه بر این، برخی از مطالعات نشان دادند که مصرف باعث کاهش سطح گلوکز ناشتا و انسولین می‌شود، در حالی که برخی مطالعات دیگر نتوانسته‌اند نتایج مشابهی پیدا کنند (۲۲۱).

۱۷۵

نسبت امگا ۶ به امگا ۳

هیچ توافق قطعی در مورد نسبت ایده‌آل امگا ۶ به امگا ۳ وجود ندارد، اما دانشمندان و کارشناسان بهداشت پیشنهاد می‌کنند که این نسبت باید بین ۱:۱ و ۴:۱ باشد. تحقیقات نشان می‌دهد که رژیم‌های غذایی مدرن غربی تا ۲۰ برابر بیشتر از امگا ۳ حاوی امگا ۶ هستند. تصور می‌شود که این عدم تعادل باعث ایجاد یک محیط پیش التهابی در بدن می‌شود که می‌تواند خطر کلی بیماری را افزایش دهد. روغن‌های گیاهی، مانند روغن کانولا، نسبتاً سرشار از امگا ۶ و امگا ۳ کم هستند و می‌توانند به این تعادل اسید چرب ناسالم کمک کنند (۲۲۲).

روغن‌کشی و تصفیه روغن کانولا

روغن کانولا با حرارت دادن کم دانه‌های کلزای خرد شده حل شده در حلال هگزان یا به روش پرس سرد استخراج می‌شود. در نهایت، با استفاده از رسوب آب و اسید آلی برای حذف صمغ‌ها و اسیدهای چرب آزاد و فیلتر کردن برای حذف رنگ و بی بو کردن با استفاده از تقطیر با بخار انجام می‌شود. روش‌های تصفیه تا حد زیادی ویتامین E، کاروتنوئیدها و کلروفیل‌ها را در طی فرآیندهای رنگ زدایی و بی بو کردن حذف می‌کنند (۲۲۳). فرآیند تصفیه روغن کانولا ویژگی‌های خاصی مانند طعم، رنگ و ماندگاری را بهبود می‌بخشد. با این حال، این فرآیند روغن را از مواد مغذی محافظتی و ترکیباتی مانند ویتامین E و پلی فنول‌ها پاک می‌کند و باعث می‌شود که مواد مغذی کمتری داشته باشد. بعد از تصفیه با توجه به محتوای بالای اسیدهای چرب غیراشباع در روغن‌های مختلف نیمه جامد و مایع مثل کانولا، تثبیت این روغن در برابر اکسیداسیون اهمیت دارد. آنتی اکسیدان‌های مصنوعی مانند هیدروکسیل تولوئن بوتیل (BHT)، هیدروکسی آنیزول بوتیل (BHA) و ترت بوتیل هیدروکینون (TBHQ) اغلب به روغن‌ها اضافه می‌شوند تا تجزیه اکسیداتیو را در طی سرخ کردن به تأخیر بیندازند. با این حال، کاربرد BHA و BHT در سرخ کردن به دلیل تجزیه یا تبخیر شدن آن‌ها محدود است. علاوه بر این، آنتی اکسیدان‌های مصنوعی دارای اثرات سمی و سرطان‌زا

بر روی انسان هستند. آنتی اکسیدان های مصنوعی ممکن است باعث تورم کبد شوند و بر فعالیت آنزیم های کبدی تأثیر بگذارند. از این رو، تمایل به استفاده از آنتی اکسیدان های طبیعی برای جایگزینی این آنتی اکسیدان های مصنوعی وجود دارد (۲۲۴).

نگرانی ها در خصوص روغن کانولا

بطری های روغن کانولا، سویا و ذرت در سوپرمارکت با افتخار اعلام می کنند که «حاوی صفر گرم اسید چرب ترانس» است. صفر گرم اسید چرب ترانس در هر وعده، یعنی فقط یک قاشق غذاخوری یا حدود ۱۴ گرم روغن بیان شده است. FDA اجازه می دهد هر روغنی که کمتر از ۰/۵ گرم در هر وعده اسید چرب ترانس دارد به عنوان صفر گرم در لیست قرار گیرد. علی رغم این ادعا، تقریباً تمام روغن های گیاهی فروخته شده در سوپرمارکت ها حاوی مقادیر کمی (کمتر از ۰/۵) چربی ترانس هستند (۲۲۵).

احتیاط ها

آلرژی به روغن کانولا نادر است. با این حال، کانولا و خردل هر دو متعلق به خانواده Brassicaceae هستند، بنابراین اگر به خردل حساسیت دارید، بهتر است که از روغن کانولا اجتناب کنید.

روغن کنجد (Sesame Oil)

کنجد (*Sesamum indicum* L.) با نام های gingelly، bennissed، til و benne، sim-sim و نیز شناخته می شود. دانه های کنجد منبع بالقوه مواد مغذی هستند؛ زیرا حاوی ۵۷-۳۵٪ روغن، ۲۵-۲۰٪ پروتئین، ۲۵-۲۰٪ کربوهیدرات و ۶-۵٪ مواد معدنی هستند. روغن کنجد به عنوان یک محصول با قیمت بالا و با کیفیت در نظر گرفته می شود که حاوی تقریباً ۱۴٪ اسیدهای چرب اشباع، ۳۹٪ تک غیراشباع و



۴۶٪ اسیدهای چرب غیراشباع چندانگانه است. روغن کنجد در مقایسه با سایر روغن های گیاهی ماندگاری طولانی دارد، حتی زمانی که در دمای محیط نگهداری می شود، علی رغم درجه غیر اشباع بالای آن این امر به آنتی اکسیدان های درون زان نسبت داده می شود که عمدتاً شامل ۷-توکوفرول، لیگنان هایی مانند سزامول، سزامولین یا سزامین و سایر مشتقات فنلی و مواد معدنی مانند منیزیم، کلسیم، مس، آهن و روی است (۲۲۴). روغن کنجد به عنوان یک روغن سالم در کشورهای آسیایی استفاده می شود و منبع خوبی از MUFA و PUFA (۸۳-۹۰٪ اسیدهای چرب) است که حاوی ۵۴-۳۶٪ اسید اولئیک و ۴۹-۳۸٪ اسید لینولئیک است (۲۲۶). روغن کنجد با افزایش HDL-C و کاهش TG، LDL-C و اکسیداسیون چربی، پروفایل لیپیدی را بهبود می بخشد. MUFA ها Tg را با افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب کاهش می دهند. آنتی اکسیدان های طبیعی موجود در روغن کنجد منجر به کاهش فشار خون، هیپرلیپیدمی و

پراکسیداسیون لیپیدی می شود. سزامین موجود در روغن کنجد دارای خواص ضد آترواسکلروتیک است و ممکن است فشار خون را کنترل کند (۲۲۶).

سزامین، سزامولین و سزامول سه لیگنان آنتی اکسیدانی اصلی کنجد هستند. سزامولین یک ترکیب لیگنانی خاص با فعالیت فیزیولوژیکی در روغن کنجد است. میانگین کسر جرمی سزامولین در روغن کنجد ۲۷٪ درصد است، پس از سزامین (میانگین ۳۶٪ درصد) در رتبه دوم قرار دارد. این ترکیب دارای فعالیت های متعددی مانند فعالیت های آنتی اکسیدانی، ضد باکتریایی، محافظت کننده عصبی و ضد سرطانی است (۲۲۷).

سزامول

سزامول، یک ترکیب پایدار حرارتی است که از سزامولین در طی فرآوری روغن (برشته کردن و رنگ زدایی) در شرایط دما و رطوبت بالا به دست می آید. در واقع سزامول از هیدروکسیلاسیون سزامولین به دست می آید. واکنش هیدروکسیلاسیون است به طور کلی توسط اسید و گرما انجام می شود. سزامول یک لیگنان اصلی جدا شده از کنجد و روغن کنجد است که فعالیت های فعال زیستی عمده شامل فعالیت های آنتی اکسیدانی، کاهش دهنده چربی و ضد التهاب را نشان می دهد. مهم ترین فعالیت بیولوژیکی سزامول فعالیت آنتی اکسیدانی آن است. مطالعات نشان داده است که فعالیت آنتی اکسیدانی سزامول به طور قابل توجهی بالاتر از سزامین، سزامولین یا آلفا توکوفرول است و سزامول نقش آنتی اکسیدانی را در فرآیند اکسیداسیون نور در روغن به عنوان یک جاذب اکسیژن منفرد ایفا می کند (۲۲۷).

سزامین

در حال حاضر اثرات مثبت سزامین بر سلامت قلب و عروق ثابت شده است. یک متاآنالیز اخیر نشان داد که مصرف سزامین می تواند فشار خون را کاهش دهد. اثر کاهنده فشار خون سزامین ممکن است به مهار تولید ۲۰-هیدروکسیل ایکوزانوئیک اسید کاتالیز شده با CYP۴F۲ با واسطه سزامین مرتبط باشد. سزامین همچنین می تواند به طور موثر سطح چربی سرم و کبد را کاهش دهد. سزامین می تواند سرعت اکسیداسیون اسید های چرب میتوکندری و پراکسی زوم را در کبد حیوانات آزمایشگاهی افزایش دهد. سزامین همچنین می تواند به طور قابل توجهی فعالیت و بیان ژن اکسیداز اسید چرب کبد را بهبود بخشد و تأثیر خاصی بر کاهش چربی خون دارد. اثر هم افزایی فسفولیپید سویا و سزامین همچنین می تواند متابولیسم اسید های چرب کبد را بهبود بخشد. سزامین یک ترکیب طبیعی امیدوار کننده برای درمان هیپرکلسترولمی و پیشگیری از تصلب شرایین است زیرا سطح کلسترول سرم و سطح LDL-C (یک عامل خطر آترواسکلروز) را به ترتیب در انسان کاهش می دهد. مطالعات نشان داده اند که مصرف همزمان کنجد و آلفا توکوفرول می تواند غلظت کلسترول خون را در موش هایی که از رژیم غذایی با کلسترول بالا تغذیه می کنند با افزایش دفع کلسترول صفراوی و کاهش ترشح ApoB در خون کاهش دهد (۲۲۷).

یک مطالعه در یزد تاثیر روغن کنجد بر سطح قند خون و پروفایل لیپیدی سرم را بر روی ۲۵ بیمار دیابتی نوع

دو بررسی کرده است که نتایج این بررسی نشان داد که مصرف روغن کنجد بعد از ۶ هفته باعث کاهش معنی داری در میزان قند خون ناشتا، هموگلوبین گلیکوزیله، کلسترول تام و LDL در بیماران شد. همچنین مصرف آن سبب اختلاف معنی داری در کاهش سطح تری گلیسرید و افزایش LDL بیماران دیابتی نشد (۲۲۸).

سزامولین

سزامولین، یکی از اصلی ترین ترکیبات لیگنان کنجد، دارای فعالیت های آنتی اکسیدانی، محافظت کننده عصبی و ضد سرطانی است. سزامولین حساسیت به استرس اکسیداتیو را کاهش می دهد، پایداری اکسیداتیو روغن را افزایش می دهد و توانایی آنتی اکسیدانی دارد. سزامولین می تواند به طور موثری از پراکسیداسیون لیپیدی روغن ناشی از دمای بالا جلوگیری کرده و با افزایش مقادیر سزامولین توانایی آنتی اکسیدانی را افزایش دهد. اثر آنتی اکسیدانی سزامولین با هیدروکسی تولوئن بوتیل (BHT) در همان غلظت قابل مقایسه است و نسبت به ویتامین E برتر است. فعالیت آنتی اکسیدانی ترکیب سزامولین و اسید فسفریک به طور قابل توجهی بهتر از سزامولین به تنهایی است. با این حال، چون سزامولین حاوی هیدروکسیل فنولیک نیست، اثر آنتی اکسیدانی لیپیدی آن به خوبی سزامول، ترت-بوتیل هیدروکینون (TBHQ) و سایر آنتی اکسیدان ها نیست. تحت تأثیر اسید فسفریک، سزامولین به سزامول هیدرولیز می شود یا تا حدی به سزامینول بازآرایی می شود و سزامول و سزامینول هر دو فعالیت آنتی اکسیدانی بالایی از خود نشان می دهند (۲۲۷). سزامولین فعالیت ضد سرطانی خاصی دارد. سزامولین می تواند محیطی بهینه برای سلول های کشنده طبیعی (NK) ایجاد کند تا سلول های سرطانی را بکشند. سزامولین سلول های NK را با تنظیم تمایز و فعال سازی سلول های دندریتیک (DCs) فعال می کند، در نتیجه فعالیت کشتن و مهاجرت سلول های NK را افزایش می دهد. سزامولین می تواند سطح بیان لیگندهای NKG2D را بر روی سلول های راجی افزایش دهد و فعالیت ضد سرطانی از خود نشان دهد. سزامولین با سرکوب مسیرهای سیگنالینگ JAK2/STAT3 از تکثیر و آپوپتوز سلول های سرطان کولورکتال انسانی (HCT116) جلوگیری می کند. سزامولین این پتانسیل را دارد که به عنوان یک ماده درمانی مطمئن و موثر برای سرطان کولورکتال توسعه یابد (۲۲۷).

میزان ترکیبات روغن کنجد

میزان مواد مغذی موجود در ۱ قاشق غذاخوری (۱۴ گرم) روغن کنجد، به شرح زیر است.

جدول ۱۶-۶- میزان مواد مغذی موجود در ۱ قاشق غذاخوری (۱۴ گرم) روغن کنجد

میزان	ترکیبات	میزان	ترکیبات
۵/۵۶ گرم	اسید چرب تک اشباع MUFA	۱۲۰ کیلو کالری	کالری
۵/۸۴ گرم	اسید چرب چند غیر اشباع PUFA	۰	پروتئین
۰/۱۹۶ میلی گرم	ویتامین E	۱۴ گرم	چربی کل
۱/۹ میکروگرم	ویتامین K	۲ گرم	اسید چرب اشباع

پایداری روغن کنجد

روغن کنجد پایداری اکسیداتیو بالاتری نسبت به سایر روغن‌های گیاهی نشان می‌دهد. مطالعه این پایداری اکسیداتیو برتر عمدتاً بر روی لیگنان‌های کنجد متمرکز شده است که به مقدار کمی در روغن کنجد وجود دارد. سزامین و سزامولین لیگنان‌های اصلی موجود در دانه‌های کنجد هستند. هنگامی که دانه‌های کنجد در دمای بالا برشته می‌شوند، سزامولین به سزامول تجزیه می‌شود. گزارش شده است که سزامول در مقایسه با سزامین و سزامولین دارای فعالیت مهار رادیکال بالاتری است. پایداری قابل توجه روغن کنجد می‌تواند با تولید مداوم سزامول از تخریب سزامولین در طی اکسیداسیون حرارتی به جای محتوای آنتی اکسیدانی اولیه مرتبط باشد (۲۲۹).

لیگنان‌های کنجد می‌توانند به عنوان آنتی اکسیدان‌های طبیعی در روغن‌های خوراکی و صنایع غذایی کاربرد داشته باشند. مطالعات دیگر نشان می‌دهد که ترکیبات لیگنان موجود در روغن کنجد به دلیل پایداری و کارایی بالا، آنتی اکسیدان‌های مؤثری در سرخ‌کردن‌های عمیق هستند (۲۲۹).

۱۷۹

انواع روغن کنجد

- روغن کنجد
- روغن ارده کنجد

روغن کنجد

روغن کنجد یکی از سالم‌ترین انواع روغن‌هاست، به شرطی که تصفیه شده باشد یعنی صنعتی باشد؛ زیرا روغن کنجد بکر به دلیل عدم حذف آفت‌کش‌ها، میکروارگانیسم‌ها و سموم قارچی از آن، توسط متخصصین تغذیه توصیه نمی‌شود. روغن کنجد هم به صورت سنتی با پرس سرد در مغازه‌های سطح شهر و هم به صورت صنعتی توسط کارخانجات تولید روغن تولید می‌شود. روغنی که در خیابان‌های سطح شهر در حضور مشتری با پرس سرد گرفته می‌شود به دلیل حرارت ندیدن و بوجاری نکردن کنجدها، روغن حاصل از این روغن‌ها حاوی باکتری، قارچ و ترکیبات مضر برای سلامت انسان است. بنابراین از روغن کنجد صنعتی که تولید کارخانجات روغن است فقط برای مصرف استفاده کنید. در روش صنعتی به طور مستقیم از دانه کنجد در دو مرحله شامل پرس با پرس حلزونی و استخراج با حلال روغن استخراج می‌شود. در روش پرس سرد حرارت باید کمتر از ۴۵ درجه سانتی‌گراد باشد و دانه‌ها قبل از پرس شدن بوجاری می‌شوند (۲۳۰).

روغن ارده کنجد

روغن ارده از دانه‌های کنجد پوست‌گیری شده به دست می‌آید. پایداری اکسایشی روغن کنجد حاصل از دانه کنجد پوست‌کنده، نسبت به روغن حاصل از دانه کامل کنجد، کمتر است (۲۳۱). در روش سنتی به ازای ۱۰۰ کیلو گرم ارده، حدود ۲۲ لیتر آب نیم گرم به داخل مخلوط کن صنعتی بزرگ

اضافه می‌شود. بعد از یک ساعت اختلاط با جذب آب توسط پروتئین‌های کنجد سوسپانسیون جامد در آب ارده می‌شکند و روغن جدا می‌شود و با استفاده از پرس بیشتر روغن جداسازی می‌شود (۲۳۰). نتایج یک مطالعه که مقادیر عناصر معدنی روغن ارده کنجد و روغن کنجد را مورد بررسی قرار داد بود، نشان داد روغن‌کشی از دانه کنجد منجر به کاهش عناصر معدنی در روغن استحصال شده است. مقادیر مواد معدنی در دانه کنجد به صورت فسفر < کلسیم < پتاسیم < منیزیم < آهن < منگنز < کبالت < نیکل تخمین زده شد. دیده شد که به استثنای پتاسیم و کلسیم، میزان تمامی عناصر معدنی در روغن ارده بالاتر از روغن کنجد تصفیه شده تخمین زده شد. همچنین مقادیر آهن و نیکل در تمامی نمونه‌های مورد بررسی بالاتر از حد مجاز تخمین زده شد. از آنجایی که بیشتر کنگدهای ایران وارداتی است، به منظور حفظ سلامت مصرف‌کنندگان نظارت بر میزان مواد معدنی ضروری است (۲۳۲).

استخراج یا روغن‌کشی

یکی از روش‌های روغن‌کشی پرس سرد هستند. پرس سرد به این معنی نیست که روغن در دماهای بالاتر فرآوری را تحمل نمی‌کند، بلکه از دمای بالا برای حفظ ارزش‌های غذایی و اجزای زیست فعال بدون هیچ گونه تغییر کیفی در ماهیت روغن‌های تولید شده اجتناب می‌شود. عملیات پس از استخراج این روغن‌ها معمولاً با روش‌هایی مانند شستشو با آب، ته نشینی، فیلتر کردن و سانتریفیوژ در دمای کمتر از ۴۵ درجه سانتی‌گراد بدون استفاده از هیچ گونه مواد شیمیایی انجام می‌شود. اگرچه روش پرس سرد در مقایسه با سایر روش‌های استخراج روغن، بازده استخراج روغن کمتری را به همراه دارد، روغن استخراج شده سرد دارای ترکیبات طبیعی و مفیدی مانند توکوفرول‌ها، استرول‌ها، کاروتنوئیدها و فسفولیپیدها است که به خوبی و بیشتر حفظ می‌شوند.

روغن گلرنگ (Safflower oil)

گلرنگ با نام علمی *Carthamus tinctorius*، از خانواده (Asteraceae) یک محصول چند منظوره و دانه روغنی ارزشمند است که عموماً برای تولید روغن کشت می‌شود و هنوز به دلیل پتانسیل بیشتر آن برای تولید روغن و پروتئین مورد استفاده قرار می‌گیرد. از آنجا که هر دانه گلرنگ به طور متوسط ترکیبی از ۴۰ درصد چربی، ۱۵-۱۹ درصد پروتئین و ۲۰-۲۵ درصد فیبر تشکیل شده است، امروزه با



استفاده از روش‌هایی این پروتئین جداسازی شده و در صنایع غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. موثرترین قسمت‌های این گیاه گلچه‌ها، دانه‌ها و روغن دانه آن است. این گیاه چند هزار ساله و یکی از قدیمی‌ترین گیاهان شناخته شده از زمان مصر باستان است. منشأ آن اتیوپی، افغانستان، کشورهای عربی و ایران است. گلرنگ همچنین در قرن پنجم تا چهاردهم در ایتالیا، فرانسه، اسپانیا و ایالات متحده معرفی شد. روغن

گلرنگ در صنایع غذایی، آرایشی و بهداشتی، دارویی و غذایی کاربردهای فراوانی دارد. در آسیا، آمریکای شمالی و آمریکای جنوبی نیز کشت می‌شود. به دلیل توانایی آن در مقاومت در برابر خشکسالی، بادهای شدید، طوفان تگرگ و سیل، تقریباً در هر بخش از جهان در محیط‌های متنوع قابل رشد است. سیستم ریشه‌ای این گیاه آن را به یک محصول ایده آل برای زمین‌های کشاورزی خشک یا مناطقی که باران‌های فصلی دارند تبدیل می‌کند. طول بوته‌های گلرنگ متفاوت (۳۰ سانتی‌متر تا ۱/۵ متر) و با گل‌های کروی با سایه‌های رنگی متفاوت از زرد تا نارنجی و قرمز است. روند رو به رشدی برای توسعه واریته‌های جدید گلرنگ با محتوای روغن دانه بیشتر وجود دارد. پروفایل اسیدهای چرب سالم با سطح بالایی از اسیدهای چرب تک و چند غیراشباع یکی دیگر از تمرکزهای تحقیقاتی برای این گونه‌ها است (۲۳۳-۲۳۵).

روند افزایشی برای تولید گلرنگ طی چند سال گذشته مشاهده شده است که از افزایش زمین زراعی به میزان ۴/۹ درصد در سال مشهود است. متوسط کشت جهانی دانه گلرنگ از ۸۰۵ تا ۸۷۲ کیلوگرم در هکتار با نرخ رشد سالانه ۰/۹۷ درصد متغیر بوده است. علیرغم اینکه گلرنگ به عنوان یک محصول جزئی کشت می‌شود، تولید گلرنگ به صورت تجاری در سال ۲۰۱۴ به ۸۶۷۶۵۹ تن در سطح جهانی با نرخ افزایش ۵/۶ درصد در سال افزایش یافته است. گلرنگ در بیش از ۶۰ کشور کشت می‌شود، اما هند، قزاقستان، مکزیک، ایالات متحده آمریکا و آرژانتین کشورهای پیشرو در تولید آن هستند. مناطق عمده تولید این محصول آمریکا و آسیا با سهم ۹۳ درصدی تولید تجمعی هستند. پتانسیل زیادی در سایر مناطق برای رشد این محصول به ویژه اقیانوسیه و آفریقا وجود دارد (۲۳۴). در یک نوع دسته‌بندی، انواع روغن گلرنگ به دسته‌های زیر تقسیم می‌شوند (۲۳۶).

روغن گلرنگ لینولئیک بالا (high-linoleic safflower oil) EVOO

روغن گلرنگ بالینولئیک بالا سرشار از چربی‌های چند غیراشباع است. با این حال، مقدار اسید لینولئیک و اسید اولئیک در دانه‌های گلرنگ می‌تواند بسیار متفاوت باشد. برخی از واریته‌ها دارای اسید لینولئیک بسیار بالایی هستند و حاوی ۸۹ درصد اسید لینولئیک هستند.

روغن گلرنگ اولئیک بالا (high-oleic safflower oil)

روغن گلرنگ با اولئیک بالا حاوی چربی‌های تک غیراشباع بیشتری است. رایج‌ترین نوع روغن گلرنگ در بازار، روغن گلرنگ با اولئیک بالا است. این روغن به عنوان یک روغن پخت و پز پایدار در برابر حرارت، به ویژه برای غذاهای سرخ شده مانند سیب زمینی سرخ کرده و چیپس استفاده می‌شود چراکه روغن گلرنگ دارای نقطه دود بالایی در حدود 450°F (۲۳۲ درجه سانتیگراد) است. در واقع، روغن گلرنگ نقطه دود بالاتری نسبت به سایر روغن‌های معمولی مانند روغن کانولا دارد. برخی از انواع روغن گلرنگ دارای اسید اولئیک بسیار بالایی هستند و حاوی ۹۱ درصد اسید اولئیک هستند.

اسیدیته و ترکیب روغن گلرنگ

درجه اسیدیته و کیفیت ارگانولپتیک روغن گلرنگ در مطالعات گزارش شده که اسیدیته از ۶ درصد تجاوز نمی کند. این مجموعه ای از حواس است که توسط حواس بویایی و طعم روغن گلرنگ مانند تند، تلخ و میوه ای ایجاد می شود (۲۳۷). در مطالعه ای که در ایران انجام شده اسیدیته ارقام ایرانی از یک درصد تجاوز نمی کند (۲۳۸).

ترکیب شیمیایی و ویژگی ها

روغن گلرنگ حاوی نسبت بالایی از اسیدهای چرب چند غیراشباع مانند اسید لینولئیک و توکوفرول است که برای اهداف دارویی و همچنین رژیمی استفاده می شود. اسیدهای چرب غیراشباع اصلی لینولئیک و اسید اولئیک هستند که به ترتیب ۷۷/۹-۷۹/۵ درصد و ۹/۵-۱۱/۳ درصد از کل اسیدهای چرب را تشکیل می دهند. در حالی که، اسیدهای چرب اشباع به نسبت کمتری از ۹/۷ تا ۱۰/۸ درصد از کل اسیدهای چرب وجود دارند. اسیدهای چرب اشباع عمده پالمیتیک و اسیدهای استئاریک به ترتیب شامل ۷/۲-۶/۸ درصد و ۲/۴-۰/۲ درصد هستند. اسیدهای اولئیک، لینولئیک، استئاریک و پالمیتیک اسیدهای چرب اصلی هستند که ۹۶/۹۹ درصد از کل اسیدهای چرب را تشکیل می دهند. همچنین مقدار کمی اسید بهنیک، اکوسنوئیک و لیگنوسریک نیز در ارقام مختلف مشاهده شده است. صرف نظر از روش های استخراج، روغن دانه گلرنگ سرشار از آنتی اکسیدان های طبیعی مانند آلفا توکوفرول، بتا توکوفرول، و گاما توکوفرول است. فسفولیپیدها به عنوان افزودنی در مواد غذایی و کاربردهای غیر غذایی استفاده می شوند. این فسفولیپیدها به عنوان عوامل هیپوکلسترولمی نیز موثر هستند. گلرنگ خام حاوی ۵۰ درصد لیپیدهای خنثی است. گلرنگ حاوی استرول است، اما مقادیر آن ممکن است با توجه به انواع، شرایط رشد و پتانسیل ژنتیکی گونه های گلرنگ تغییر کند. ۱۳ ترکیب فنلی از چهار نوع مختلف روغن گلرنگ شناسایی شده است. اینها شامل دو اسید هیدروکسی بنزوئیک (اسیدهای سیرینگیک و اسید وانیلیک)، نارینجین، تیروزول، روتین، وانیلین، پینورزینول، ترانس کالکون و چهار اسید هیدروکسی سینامیک شامل اسید فرولیک، اسید سیناپیک، اسید سینامیک و اسید پی کوماریک می باشد. چهار نوع مختلف کاروتنوئید نیز در روغن گلرنگ گزارش شده است که شامل کاروتنوئیدهای آلفا، بتا و گاما و بتا کریپتوگزانتین می باشد (۲۳۴).

لیگنان ها و فلاونوئیدهای دانه گلرنگ نشان دهنده اثرات فیزیولوژیکی مشابه با استروژن هستند، از این رو فیتواستروژن نامیده می شوند. این فیتواستروژن ها دارای خواص ضد سرطانی، بهبود سلامت استخوان، فعالیت های آنتی اکسیدانی و تنظیم کلسترول سرم هستند. مطالعات حیوانی در موش نشان داده است که تجویز فیتواستروژن ها باعث کاهش دفع کلسیم از طریق ادرار شده و تأثیر زیادی بر کاهش تحلیل استخوان دارد. وجود لیگنان ها، فلاون ها و عصاره های سروتونین در گلرنگ به عنوان فیتواستروژن همراه با تنظیم متابولیسم تشکیل استخوان و محافظت از آن عمل می کند. به طور مشابه، این فیتواستروژن های

استخراج شده از روغن گلرنگ که چربی آن حذف شده، وضعیت چربی خون و دفع کلسترول را بطور قابل توجهی در مدل های حیوانی دارای کمبود استروژن بهبود می بخشد (۲۳۴). میزان مواد مغذی موجود در ۱ قاشق غذاخوری (۱۴ گرم) روغن گلرنگ نیز به شرح زیر می باشد (۲۳۹).

جدول ۱۷-۶- میزان مواد مغذی موجود در ۱ قاشق غذاخوری (۱۴ گرم) روغن گلرنگ

ترکیبات	میزان	ترکیبات	میزان
کالری	۱۲۰ کیلو کالری	ویتامین K	۰
چربی کل	۱۴ گرم	ویتامین E	۰
اسید چرب اشباع	۱ گرم	کربوهیدرات	۰
اسید چرب تک غیر اشباع	۱۱ گرم	سدیم	۰
اسید چرب چند غیر اشباع	۲ گرم	پتاسیم	۰
کلسترول	۰	پروتئین	۰

فواید ناشی از مصرف روغن گلرنگ

روغن گلرنگ در مطالعات اثرات متفاوتی را نشان داده اند. اگرچه ترکیبات موجود در روغن گلرنگ در مطالعات آزمایشگاهی اثرات آنتی اسیدانی نشان داده اند اما در مطالعات حیوانی و مشاهده ای اثرات متفاوتی نشان داده اند.

بیماری های قلبی و عروقی

سندرم بارت (BTHS) یک اختلال لیبیدی میتوکندریایی مرتبط با X است که در اثر جهش در TAFAZIN (TAZ) ایجاد می شود. کاردیومیوپاتی یک ویژگی بالینی اصلی در BTHS است که تاکنون هیچ درمانی برای BTHS وجود ندارد. نشان داد شده است که مکمل روغن گلرنگ لینولئیک بالا در رژیم غذایی می تواند پیشرفت کاردیومیوپاتی BTHS را در مراحل اولیه به تاخیر بیندازد و موجب کاهش کمتر کاردیولپیین در این بیماران می شود (۲۴۰).

سیستم عصبی مرکزی

در مطالعه حیوانی نشان داده شد که وقتی روغن گلرنگ توسط موش های ماده در دوران بارداری و شیردهی مصرف می شود، اثرات طولانی مدتی بر الکتروفیزیولوژی مغز و وضعیت اکسیداتیو قشر مغز در فرزندان آنها نشان می دهند. روغن گلرنگ سطوح گلو تاتینون، سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز را کاهش داد (۲۴۱). هرچند، در مطالعه حیوانی دیگری مشاهده شد مصرف روغن گلرنگ توسط مادر می تواند پارامترهای رفلکس نوزاد را تغییر دهد، باعث بهبود رشد شناختی در نوجوانی شود و دفاع آنتی اکسیدانی آنزیمی و غیر آنزیمی را در هیپوکامپ بهبود بخشد (۲۴۲).

دیابت

مطالعات نشان داده اند که مصرف روغن گلرنگ همراه با رژیم پر چرب غنی از ساکارز به دلیل افزایش نسبت PUFA امگا-۶ (n-6) به امگا-۳ (n-3) در فسفولیپیدهای کبدی سبب تغییرات میکروبیوتای روده شده و به ایجاد زودرس عدم تحمل گلوکز بدون علائم التهاب کمک می‌کند (۲۴۰).

اثرات آنتی اکسیدانی

گزارش شده است که دانه‌های گلرنگ حاوی مقدار کافی آنتی اکسیدان هستند. ماتایرینول و ۸-هیدروکسیارکتیژنین (لیگنان)، آکاستین و آکاستین O-۷-گلوکوزید (فلاون ها) و N-فرولویل سروتونین و N-p-کوماروئیل (مشتقات سروتونین) را از دانه‌های بو داده گلرنگ که فعالیت آنتی اکسیدانی قوی را در شرایط آزمایشگاهی نشان دادند، جدا کرده اند. علاوه بر این، مشتقات سروتونین فعالیت مهار رادیکال قوی و پراکسیداسیون لیپیدی را نسبت به آلفا توکوفرول، آکاستین و ماتایرینول نشان داده اند. هفت مشتقات آنتی اکسیدانی سروتونین را از دانه گلرنگ جدا کرده اند، اکثر آنها دارای اثر آنتی اکسیدانی نسبتاً قوی در بودند. به طور مشابه، N-p-کومارویل سروتونین دارای اثر آنتی اکسیدانی و ضد التهابی برای فیبروبلاست‌ها است و به تکثیر سلول‌های فیبروبلاست کمک می‌کند (۲۳۴).

عملکرد کبد

روغن گلرنگ در طب چینی به عنوان مکمل جهت کاهش وزن کاربرد دارد. اما گزارش شده است که مصرف دوز بالای این روغن در برخی افراد سبب آسیب کبدی گردیده است و موجب نیاز به پیوند کبد جهت درمان شده است (۲۴۳).

مقدار توصیه شده برای مصرف

مقدار توصیه شده روزانه روغن بسته به سن، جنس و سطح فعالیت متفاوت است. دستورالعمل‌های غذایی ۲۰۲۰-۲۰۲۵ برای آمریکایی‌ها ۲۷ گرم (فقط کمتر از ۲ قاشق غذاخوری) از هر نوع روغن اضافه شده در روز را برای یک رژیم غذایی ۲۰۰۰ کالری توصیه می‌کند.

نتیجه‌گیری

روغن گلرنگ دارای طیف گسترده‌ای از فعالیت‌های بیولوژیکی و عملکردی است که در مقالات مختلف گزارش شده است، با این حال همه این مطالعات در مدل‌های حیوانی انجام شده است و نیاز به ارزیابی زیست‌فراهمی و عملکرد روغن‌های دانه گلرنگ در ماتریس‌های انسانی وجود دارد. روغن گلرنگ به عنوان یکی از پرکاربردترین روغن‌های گیاهی در جهان، به دلیل قیمت مناسب و دسترسی آسان، جایگاه ویژه‌ای در صنایع غذایی و غیرغذایی دارد. این روغن غنی از اسیدهای چرب ضروری مانند امگا-۶ و یکی از

منابع گاما توکوفرول و به عنوان جایگزینی سالم برای چربی های اشباع و ترانس معرفی شده است. با این حال، مصرف زیاد آن به ویژه به دلیل محتوای بالای امگا-۶، ممکن است منجر به التهاب و افزایش خطر بیماری های قلبی-عروقی شود. به طور کلی، روغن گلرنگ گزینه ای مفید برای رژیم غذایی است، اما مصرف متعادل و همراه با منابع دیگر چربی های سالم توصیه می شود.

روغن های مخلوط (blend oil)

مصرف یک روغن گیاهی منفرد نمی تواند مقدار توصیه شده (FA) اسید چرب های مختلف را از FA اشباع (SFA)، FA تک غیراشباع (MUFA)، FA چند غیراشباع (PUFA)، W-3 PUFA و W-6 PUFA برآورده کند. طبق توصیه سازمان جهانی بهداشت (WHO) نسبت SFA، MUFA و PUFA در چربی های رژیم غذایی باید ۱:۱/۵:۱ باشد (۲۴۴).

۱۸۵



متخصصان تغذیه می گویند که ترکیب صحیح FA در تری آسیل گلیسرول (TAG) روغن ها و چربی ها همیشه نمی تواند بایک روغن به دست آید. در نتیجه، ترکیب انواع مختلف روغن ها بهترین گزینه برای تولید روغن های نباتی سالم است که می تواند به پیشگیری و کنترل بیماری های ناشی از عدم تعادل FA کمک کند. مصرف روغن های ترکیبی ممکن است به اصلاح عدم تعادل FA موجود

در رژیم های غذایی عصر جدید، که دارای نسبت های بسیار بالای W-6/W-3 FA و SFA هستند، کمک کند. مخلوط کردن روغن های خوراکی به عنوان یک روش مقرون به صرفه برای افزایش خواص ارگانولپتیکی و فیزیوشیمیایی و همچنین پایداری اکسیداتیو آن ها توسعه یافته است. مخلوط کردن روغن ها یک گزینه عالی برای تولید روغن های خوراکی با خواص مطلوب و تضمین کیفیت آن ها است. روغن های مخلوط به دلیل محتوای بالای W-9 در مقایسه با روغن های تک، طیف گسترده ای از کاربردها را نشان می دهند. آن ها رشد مغز را تقویت کرده و خطر بیماری های قلبی-عروقی را کاهش می دهند (۲۴۴).

ترکیب روغن های مختلف ممکن است باعث افزایش جزئی در هزینه محصول نهایی شود، اما نمی تواند با نتایج مقرون به صرفه تغذیه ای و بالینی رقابت کند.

روغن مخلوط در کشور ما هم توسط برندهای مختلفی تولید می شود و اکثراً ترکیبی از روغن های آفتابگردان، سویا و کانولا است. روغن های مخلوط از این جهت دارای ارزش تغذیه ای هستند که در فرمولاسیون آن ها روغن های حاوی امگا-۳ بالا مانند کلزا و سویا استفاده می گردد. بر همین اساس روغن های مخلوط ارزش تغذیه ای بالاتری دارند که در فرمولاسیون آن ها روغن کانولا با درصد بالایی استفاده شده باشد. در واقع پس از روغن کانولا که دارای ارزش تغذیه ای بالایی می باشد، استفاده از روغن های مخلوط نیز توصیه می گردد. این نکته را در نظر داشته باشید که عمده روغن های مخلوط با بیش از ۷۰ درصد آفتابگردان و ۳۰ درصد

سویا هستند، لذا همه روغن‌های مخلوط مناسب نیستند. برای مثال روغن مخلوط با ۶۰ درصد کانولا و ۴۰ درصد آفتابگردان بسیار ارزش تغذیه‌ای بالاتری دارد. اگرچه همچنان روغن کانولا دارای ارزش تغذیه‌ای بسیار بیشتر و مناسبی تر هم از لحاظ فیتو استرول‌های موجود، هم آنتی اکسیدان‌های طبیعی و هم نسبت مناسب امگا ۶ به امگا ۳ می باشد.

تعادل اسیدهای چرب

به جز روغن کانولا که دارای ترکیب اسیدهای چرب بسیار ایده آلی برای استفاده بصورت خالص در پخت و پز و حتی فرمولاسیون روغن‌های سرخ‌کردنی می باشد، عمده روغن‌های گیاهی تعادل مناسبی از ترکیب اسیدهای چرب ندارند و مصرف بیش از حد هر یک از این اسیدهای چرب می‌تواند منجر به برهم خوردن تعادل اسیدهای چرب دریافتی شده و در نتیجه برای سلامتی مضر باشد. روغن‌های مخلوط با ترکیب اسیدهای چرب مختلف از روغن‌های گیاهی مختلف، می‌توانند تعادل مطلوب تری از این اسیدهای چرب را ارائه دهند.

افزایش ارزش تغذیه‌ای

روغن‌های مخلوط با دارا بودن طیف وسیع‌تری از ویتامین‌ها، مواد معدنی و آنتی‌اکسیدان‌ها در مقایسه با روغن‌های تک نوع، از نظر تغذیه‌ای غنی‌تر هستند. به عنوان مثال، مخلوطی از روغن آفتابگردان و سویا، می‌تواند منبع خوبی از ویتامین E و آنتی‌اکسیدان‌ها باشد. همچنین دارای نسبت مناسبی از اسیدهای چرب امگا-۳ و امگا-۶ هستند و مناسب جهت پخت و پز، سالاد و استفاده در انواع کیک و دسر هستند.

مارگارین (Margarine butter)

مارگارین (کره گیاهی) یک امولسیون غذایی آب در روغن است و بیشتر با روغن‌های گیاهی مانند آفتابگردان، کلزا، سویا و روغن زیتون فرموله می‌شود. در سال ۱۸۶۹، در طول جنگ فرانسه و روسیه، ناپلئون سوم برای سربازان و کارگران فرانسوی یک جایگزین ارزان برای کره درخواست کرد. در پاسخ، هیپولیت مگ موریس مارگارین را در فرانسه اختراع کرد. اولین مارگارین از شیر و پیه گاو ساخته شد که



در سال ۱۸۶۹ ثبت اختراع شد. نام «مارگارین» از واژه یونانی «مارگارون» به معنای «مروارید سفید» گرفته شده است. اولین شرکتی که مارگارین تولید کرد هلند یورگنس بود. از آن زمان تاکنون، مارگارین‌ها به منظور بهبود ویژگی‌های عملکردی و حسی خود، دستخوش تغییرات متعددی در توسعه خود شده‌اند که منجر به تنوع گسترده مارگارین‌های موجود در بازار شده است. مارگارین به دلیل محتوای چربی اشباع کمتر، منابع ویتامین‌های A و D، مقادیر کم ناچیز کلسترول و مقدار کم چربی ترانس نقش مهمی در رژیم غذایی افراد دارد. مارگارین‌ها را می‌توان به دلیل مکمل یاری با استرول‌های گیاهی یا استرول‌های استانول که سطح

کلسترول خون را کاهش می دهند، به عنوان غذاهای کاربردی طبقه بندی کرد. مارگارین، در بسیاری از کشورهای جهان به یک ماده اصلی ضروری تبدیل شده است. تخمین زده می شود که بازار مارگارین در سال ۲۰۲۴ به ۲۲/۶۷ میلیارد دلار برسد، با نرخ رشد مورد انتظار ۲/۴۲ درصد در دوره پیش بینی ۲۰۲۴-۲۰۲۹، که به ۲۵/۵۴ میلیارد دلار می رسد. دلیل این رشد را می توان به مقرون به صرفه بودن مارگارین نسبت داد که به طور فزاینده ای به عنوان یک جایگزین ارزان قیمت برای کره و سایر مواد مبتنی بر چربی استفاده می شود. مارگارین صنفی و صنعتی نیز به طور گسترده در صنایع غذایی و لبنی مورد استفاده قرار می گیرد و هزینه محصولات نهایی را در صنایع غذایی و لبنی کاهش می دهد، به ویژه در صنعت کیک و شیرینی، یک ماده ضروری در محصولاتمانند شیرینی هزار لایه ای، دونات و کلوچه است (۲۴۵-۲۴۷). طبق آمار در ایران حدود ۷۰۰۰۰ تن مارگارین در سال ۱۴۰۰ در ایران تولید شده است.

۱۸۷ براساس تعریف، مارگارین نوعی روغن ترد کننده است که عمدتاً از روغن های گیاهی مانند سویا، آفتابگردان، کلزا و روغن زیتون تهیه می شود. پس از افزودن یک پخش کننده، ترکیبی از روغن ها و چربی ها از منابع گیاهی و حیوانی امولسیون می شوند و امولسیون با فرآورده هایی مانند شکست، دو بار استریفیکاسیون یا هیدروژناسیون اصلاح می شود. محصول حاصل را می توان با نمک و اسید آلی تخمیر یا ترش کرد و سپس برای انجماد و بسته بندی سرد کرد. مارگارین بعنوان یک ماده غذایی سالم و مناسب در رژیم غذایی اکثر کشورهای پیشرفته و در حال رشد وجود دارد.

فرآیند تولید مارگارین در عملیات در مقیاس بزرگ بسیار مکانیزه است که می تواند چندین تن محصول در روز تحویل دهد. مارگارین به دلیل ویژگی های عملکردی مشابه و مقرون به صرفه بودن به عنوان جایگزینی برای کره استفاده می شود. همچنین، مارگارین با محتوای چربی متفاوت و میزان ویژگی های جامد در قفسه موجود است. اغلب به عنوان یک جایگزین مناسب برای کره توصیه می شود. مارگارین برای طعم دهی، پخت و پز و به عنوان مصرف روزانه استفاده می شود. همچنین، در تولید شیرینی کوکی، دونات، و کیک استفاده می شود (۸۱).

کیفیت مارگارین توسط خواص بافتی و سیالیت آن تعیین می شود که به طور چشمگیری بر پذیرش مصرف کننده تأثیر می گذارد. بر این اساس پخش پذیری و سختی از مهمترین ویژگی های بافتی است که میزان مطلوبیت مارگارین را مشخص می کند. در یک نوع دسته بندی، انواع کره مارگارین به دسته های زیر تقسیم می شوند (۲۴۶، ۲۴۷):

مارگارین نرم (Tub or Soft margarine butter)

مارگارین نرم پس از خارج کردن از یخچال در دمای ۵ تا ۱۰ درجه سانتیگراد قابل پخش است. بنابراین مارگارین های نرم نیازی به تغییرات عمده در فازهای لیپیدی خود ندارند، زیرا عمدتاً از روغن های گیاهی غنی از چربی غیراشباع تشکیل شده اند. مشکل اصلی مارگارین نرم سهولت اکسید شدن در دماهای بالا است.

مارگارین سخت (Packet (brick, stick) or Hard margarine butter)

نوع دیگر، مارگارین سخت در دمای محیط قابل پخش است. به دلیل این ویژگی مارگارین سخت، استفاده از آن را در آب و هوای گرمسیری با دمای حدود ۳۰ درجه سانتی گراد مناسب می‌کند. مارگارین سخت حاوی چربی جامد بالاتری نسبت به مارگارین نرم است. در مارگارین سخت، تغییراتی در ساختار نسبت به قبل داده شده که این تغییرات شامل استفاده از توسعه امولسیفایرهای مدرن (مونوآسیل گلیسرول و دی آسیل گلیسرول)، جایگزینی روغن نارگیل با دانه پنبه و روغن سویا، افزودن ویتامین A مصنوعی و افزودن بتاکاروتن است. لازم به ذکر است که هیدروژناسیون جزئی برای انجماد روغن مایع به چربی جامد برای تولید مارگارین با خواص بافتی مطلوب مورد نیاز است. این فرآیند فوق الذکر منجر به تشکیل اسیدهای چرب ترانس می‌شود که به عنوان نقطه ضعف اصلی مارگارین است.

هر چند، در تقسیم بندی دیگر مارگارین‌های نانوائی نیز به پنج نوع مانند مارگارین کیک، مارگارین نان، مارگارین شیرینی پف دار، مارگارین کروسان و خامه یا مارگارین پرکننده طبقه بندی می‌شوند. مارگارین پخت نیز به مارگارین سرخ کردنی و مارگارین پوششی تقسیم می‌شود. در تقسیم بندی دیگر طبق استاندارد انواع مارگارین به ۵ گروه زیر تقسیم بندی می‌شوند:

- مارگارین خانوار
 - مارگارین اسپرید (پخشینه)
 - مارگارین پخت و پز
 - مارگارین مایع
 - مارگارین صنفی و صنعتی
- در تقسیم بندی دیگری مارگارین خانوار به دو نوع نرم و سخت تقسیم می‌گردد که ملاک تقسیم بندی در این مورد نقطه ذوب و نوع بسته بندی آن می‌باشد.

ترکیبات مارگارین

به جهت اینکه مارگارین در کشورهای مختلف با روش‌های متعددی از جمله هیدروژناسیون، استریفیکاسیون و مخلوط کردن چند روغن گیاهی با هم دیگر و با اضافه کردن برخی از افزودنی‌ها تولید می‌گردند. لذا ترکیب اسیدهای چرب آنها و به تبع تاثیر این ماده غذایی بر پروفایل لیپیدی سرم متفاوت است. مارگارین به عنوان یک ماده غذایی با طعم امولسیون آب در روغن، شامل ۸۰ درصد فاز چربی و با ۱۵۰۰۰ واحد بین المللی در هر پوند ویتامین A غنی سازی می‌شود. کره لبنیات از چربی‌های شیر تهیه می‌شود در حالی که مارگارین معمولاً توسط مخلوطی از چربی‌ها و روغن‌های گیاهی انتخاب شده برای کاهش اسیدهای چرب ترانس (TFAs) تولید می‌شود. مارگارین از یک فاز لیپیدی پیوسته با قطرات چربی تشکیل شده است. چربی کریستالی و فاز آبی در سراسر آن پراکنده شده است. از آنجا که فاز چربی بیشتر شامل

ترکیبی از تری گلیسریدهای مایع و جامد، امولسیفایرها و آنتی اکسیدان ها است، سه امولسیفایر فعلی شامل مونوگلیسرید مقطر، دی گلیسرید مقطر و لسیتین به فاز چربی با عوامل طعم دهنده و رنگ اضافه شده است. بتاکاروتن معمولاً به عنوان یک عامل رنگ زرد با پایه فعالیت ویتامین A استفاده می شود. فاز آبی شامل آب، مواد نگهدارنده، نمک و اغلب غلیظ کننده ها و پروتئین های شیر است. از سوی دیگر، فاز چربی مارگارین باید به شکل β متبلور شود که منجر به بافتی دلپذیر و قابل قبول می شود. فرم کریستالی منجر به ایجاد حسی صاف و کرمی در دهان، ساختاری همگن و همچنین سختی مناسبی به محصول نهایی می دهد که به دلیل ساختار کروی، مقدار زیادی روغن مایع را به دام می اندازد. علاوه بر این، این مورفولوژی کریستالی به ذوب شدن کامل در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد به عنوان دمای بدن کمک می کند و باعث ایجاد حس خوب دهانی در هنگام مصرف می شود (۲۴۸، ۲۴۹).

مارگارین از اسیدهای چرب اشباع، تک غیر اشباع و چند غیر اشباع تشکیل شده است. ترکیب اسیدهای چرب اشباع کره مارگارین شامل اسید بوتیریک (C۴:۰) غیر قابل ارزیابی، اسید کاپروئیک (C۶:۰)، کاپریلیک اسید (C۸:۰)، اسید کاپریک (C۱۰:۰)، اسید لوریک (C۱۲:۰) ۰/۰۲، اسید میریستیک (C۱۴:۰) ۰/۰۴، اسید پالمیتیک (C۱۶:۰) ۱/۱۵، اسید استئاریک (C۱۸:۰) ۷/۹۰، اسید آراشیدیک (C۲۰:۰) ۰/۰۰، اسید بهنیک (C۲۲:۰) ۰/۱۴، اسیدهای چرب تک غیر اشباع کره مارگارین شامل میریستولئیک اسید (C۱۴:۱) غیر قابل ارزیابی، پالمیتولئیک اسید (C۱۶:۱) غیر قابل ارزیابی، ایزومرهای ترانس اولئیک اسید (واسنیک از منبع حیوانی و اسید الادیک از منبع گیاهی) (C۱۸:۱) ۰/۳۲، اسید اولئیک (C۱۸:۱) ۱/۸۱، گادولئیک اسید (C۲۰:۱) ۰/۰۴، اسیدهای چرب چند غیر اشباع کره مارگارین شامل ایزومر ترانس لینولئیک اسید (C۱۸:۲) ۰/۰۶، اسید لینولئیک (C۱۸:۲) ۱/۲۵، لینولئیک اسید (C۱۸:۳) ۰/۹۰، ایزومر ترانس لینولئیک اسید (C۱۸:۳) ۰/۰۴، مقدار کل اسیدهای چرب اشباع (TSFA) ۴۰/۳۶، و مقدار کل ترانس ۰/۱۵ گرم در ۱۰۰ گرم مارگارین می باشد (۲۴۹). میزان مواد مغذی موجود در ۱ قاشق غذاخوری (۱۴ گرم) مارگارین نیز به شرح زیر می باشد (۲۵۰).

عنوان جدول ۱۸-۶- میزان مواد مغذی موجود در ۱ قاشق غذاخوری (۱۴ گرم) مارگارین

ترکیبات	میزان	ترکیبات	میزان
کالری	۸۵ کیلو کالری	ویتامین K	۰
چربی کل	۱۰ گرم	ویتامین E	۲ میلی گرم
اسید چرب اشباع	۲ گرم	کربوهیدرات	۰
اسید چرب تک غیر اشباع	۳ گرم	سدیم	۰
اسید چرب چند غیر اشباع	۳ گرم	پتاسیم	۰
کلسترول	۰	پروتئین	۰

اثرات مارگارین

بیماری های قلبی و عروقی

در راستای بررسی اثر مارگارین، مطالعه ای آینده نگر ۷۱۴۱۰ زن ۵۰ تا ۷۹ ساله را مورد مطالعه قرار داد و خطر ابتلا به انفارکتوس بالینی میوکارد (MI)، بیماری کلی کرونری قلب (CHD)، سکته مغزی ایسکمیک و بیماری قلبی و عروقی (CVD) مرتبط با آترواسکلروز را با میانگین ۱۳/۲ سال پیگیری ارزیابی کرد. به این منظور یک قاشق چای خوری در روز از سه نوع مارگارین به جای همان مقدار کره استفاده شد. نتایج نشان داد که جایگزینی کره یا مارگارین سخت با مارگارین نرم با خطر کمتر MI همراه بود. آنالیزهای زیر گروهی، که این جایگزین ها را در میان شرکت کنندگان ارزیابی کردند، ارتباط قوی تر این جایگزین ها را با MI نشان دادند. نتایج CHD کل، سکته مغزی ایسکمیک و CVD مرتبط با آترواسکلروز، با وجود نشان دادن فواصل اطمینان زیاد اما روند مشابهی با نتایج MI داشتند و جایگزینی کره یا مارگارین سخت با مارگارین نرم با خطر کمتر CHD کل، سکته مغزی ایسکمیک و CVD مرتبط با آترواسکلروز همراه بود (۲۵۱).

در همین راستا، یک مطالعه کوهورت برای ارزیابی آینده نگر روابط روغن های پخت و پز با مرگ ناشی از CVD و دیابت و علل دیگر بر روی ۵۲۱۱۲۰ شرکت کننده ۵۰ تا ۷۱ ساله را از مؤسسه ملی سلامت-انجمن آمریکایی بازنشستگان رژیم غذایی و مطالعه سلامت انجام شد. پس از پیگیری متوسط ۱۶ ساله نشان داده شد مصرف کره و مارگارین با مرگ و میر کل بالاتر همراه بود در حالی که دریافت روغن کانولا و روغن زیتون با مرگ و میر کل کمتر مرتبط بود. پس از تعدیل چند متغیره برای عوامل خطر اصلی، مرگ و میر قلبی برای هر افزایش یک قاشق غذاخوری در روز ۱/۰۸ برای کره و ۱/۰۶ برای مارگارین به دست آمد. جایگزینی روغن ذرت، روغن کانولا یا روغن زیتون به جای مقادیر مساوی کره و مارگارین با کاهش مرگ و میر و مرگ و میر ناشی از علل خاص، از جمله CVD، دیابت، سرطان، بیماری های تنفسی و بیماری آلزایمر مرتبط بود (۲۵۲).

سیستم عصبی مرکزی

سلامت سیستم عصبی مرکزی تحت تاثیر دریافت های غذایی بخصوص چربی ها می باشد. در مطالعه حیوانی گزارش شده است که مصرف مارگارین با محتوای کم اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه (PUFA)، مارگارین با محتوای بالای PUFA، چربی گیاهی هیدروژنه و کره در دوران بارداری، غلظت مغزی دوکوزاهگزانوئیک اسید (C22:6 ω-3) (DHA) را در مرحله رشد مغزی در دوران جنینی را مقایسه با روغن سویا کاهش دادند. کمبود اسیدهای چرب DHA ممکن است آسیبهای مختلف سلامتی به ویژه بر عملکرد شناختی فرد داشته باشد و سبب کاهش شناخت و حافظه در بزرگسالی شوند (۲۵۳).

التهاب

التهاب یک عامل مهم در شروع و پیشرفت مراحل تحت بالینی و همچنین در وقوع رویدادهای بالینی در چندین بیماری از جمله CVD، پوکی استخوان، سرطان، اختلالات عصبی و بیماری آلزایمر است.

به منظور ارزیابی اثر مارگارین، مطالعه حیوانی اثرات مصرف غذای پرچرب حاوی کره مارگارین یا چربی خوک که منبع اصلی اسیدهای چرب ترانس (TFAs) و اسیدهای چرب اشباع (SFAs) هستند را بر ذخایر چربی سفید زیر جلدی بررسی کرد که نشان داد مصرف مارگارین به میزان زیاد سبب افزایش ترشح سیتوکین های پیش التهابی مانند اینترلوکین ۶ (IL-6)، پروتئین جذب کننده شیمیایی مونوسیت-۱ (MCP-1) و لنفوتاکتین (XCL1) و کاهش ماکروفاژهای ضد التهابی M2 بافت چربی (ATM2) می شود (۲۵۴).

کبد چرب

یک مطالعه کوهورت بر روی ۷۷۰۵۹ فرد میانسال تا مسن سوئدی با یک پیگیری متوسط ۲۴ ساله با هدف بررسی ارتباط بین جایگزینی SFA و غذاهای غنی از SFA با سایر درشت مغذی ها و غذاها و سیروز، بیماری کبد چرب غیرالکلی (NAFLD) و کارسینوم سلولی کبدی (HCC) انجام شد. به این منظور در این مطالعه کره با مارگارین و روغن های گیاهی، گوشت قرمز فرآوری نشده با ماهی، و شیر با شیر تخمیر شده جایگزین شد. نتایج مطالعه نشان داد که هیچ ارتباط واضحی بین جایگزینی کره با مارگارین و سیروز، NAFLD یا HCC مشاهده نشد. البته نتایج نیاز به تکرار در گروه های دیگر دارد (۲۵۵).

نتیجه گیری

با وجود مسائل تغذیه ای مربوط به مصرف مارگارین ها، مانند TFA که هنوز در فرمولاسیون ها و سطوح بالای SFA وجود دارد، این بازار در سراسر جهان در حال گسترش است. جدا از این مسائل، کشورها روی تحقیقاتی در خصوص مارگارین سرمایه گذاری کرده اند که سلامت بیشتری داشته باشند، زیرا مصرف کنندگان نگران مصرف مواد غذایی هستند که اثرات نامطلوبی بر سلامتی دارند. در دسترس بودن یک محصول ارزان قیمت مانند مارگارین باعث افزایش مصرف این محصول می شود که خواص عملکردی ایده آلی را مطابق با مسائل تغذیه ای مانند کاهش SFA، غنی سازی با فیتوسترول ها، کاهش محتوای لیپید و استفاده از ترکیبات فعال زیستی ارائه می دهد و باعث افزایش مصرف این محصول می شود. هر چند مصرف مارگارین در دوران بارداری با کاهش سطوح مغزی DHA و اختلال شناخت در فرزند در ارتباط بوده که اهمیت تحقیقات بیشتر و احتیاط در مصرف این محصول در دوران بارداری را در مورد مارگارین را نشان می دهد.

روغن نباتی نیمه جامد

روغن های جامد که از قدیم در بین مردم جامعه به عنوان روغن نباتی جامد شناخته شده است به روغن خانوار معروف است از دیر باز یکی از پر مصرف ترین روغن های خوراکی در کشورهای آسیایی همچون ایران، هند، پاکستان، مالزی، افغانستان، پاکستان، تاجیکستان، قرقیزستان، ترکمنستان، آذربایجان و کشورهای عربی و.... بوده است چرا که این روغن یکی از بهترین جایگزین روغن حیوانی بوده و هست و با توجه به وسعت کشور، شرایط حمل و نقل، انبار، نگهداری و شرایط آب و هوایی متفاوت کشور این روغن

یکی از مقاوم ترین روغن های گیاهی خوراکی با در نظر گرفتن خواص ظاهری، فیزیکی، نوع بسته بندی آن می باشد. روغن خانوار دارای بافتی نیمه جامد بوده و نفوذ اکسیژن در آن کمتر از روغن های مایع می باشد و دارای اسیدهای چرب اشباع نزدیک به روغن های مایع در مقایسه با روغن های جامد (روغن حیوانی) و نیمه جامد (روغن پالم) می باشد.

طبق استاندارد شماره ۹۱۳۱ این روغن از پایه روغن های پالایش شده گیاهی مجاز مانند روغن های سویا، آفتابگردان، کلزا، گلرنگ، پنبه دانه، انواع پالم به جز انواع روغن هسته پالم و پالم استئارین، بادام زمینی، ذرت، زیتون، کنجد و همانند آنها و با استفاده از تکنیکهای مختلف فرآیند از قبیل هیدروژنه کردن، استری کردن داخلی (اینتر استریفیکاسیون)، تفکیک جز به جز، مخلوط کردن و کریستالیزاسیون تهیه می شود. در تمامی کشورهای ذکر شده بجز ایران این محصول از روغن پالم با مخلوطی با پالم استئارین تولید می شود که اشباع این محصول حدود ۵۰٪ می باشد اما با توجه به محدودیت استاندارد ملی ایران که اشباع حداکثر ۲۵٪ و اسید چرب ترانس حداکثر ۲٪ می باشد حداکثر می توان ۱۵٪ روغن پالم به همراه روغن مایع استفاده کرد که این ترکیب، روغن جامدی ایجاد نمی کند لذا برای بهبود کریستالیزاسیون روغن می توان از روغن پالم استئارین و یا روغن فول هیدروژنه استفاده نمود ولی با توجه به استاندارد ملی ۹۱۳۱ که استفاده از روغن پالم استئارین ممنوع می باشد لذا تنها گزینه استفاده از روغن فول هیدروژنه می باشد. که روغن فول هیدروژنه دارای اسید چرب ترانس بسیار پایین می باشد. در حال حاضر ۳۰ درصد روغن تولیدی بازار، روغن نیمه جامد خانوار است که در حلب های ۹۰۰ گرمی، ۱ کیلو و ۸۰۰ گرمی، ۲ کیلو و ۷۰۰ گرمی، ۴ و ۵ کیلو بی تولید می شود. شایان ذکر است بیش از ۷ دهه قبل خط تولید روغن جامد در ایران راه اندازی شد که این روغن با ترانس ۳۵ تا ۴۰ درصد و اشباع ۳۰ درصد تولید می شد. در سال ۱۳۸۶ میزان ترانس این نوع روغن به ۱۰ درصد، سال ۱۳۸۹ به ۵ درصد، سال ۱۳۹۳ به ۲ درصد و اشباع به ۲۵ درصد کاهش پیدا کرد. این نوع روغن به دلیل اشباعیت بالا و مضرات اسیدهای چرب اشباع برای مصرف توصیه نمی شود. (این جمله را قبول ندارم زیرا به علت ترکیب چندین روغن خوراکی مختلف حاوی اسیدهای چرب مناسب تراز بسیاری روغن های مایع می باشد و بدلیل نیمه جامد بودن احتمال نفوذ اکسیژن در آن کمتر از روغن های مایع می باشد و از طرفی چون در ظروف کاملاً کدر (حلب یا ظروف پلیمری) پر می شود ماندگاری طولانی تری دارد).

روغن نارگیل (Coconut oil)

نخل نارگیل با نام علمی *Cocos nucifera* L، از خانواده (Arecaceae) منبع روغن نارگیل است که سرشار از اسید لوریک است. میوه های رسیده جمع آوری می شوند و پوسته فیبری و پوسته سخت آن جدا می شود. مغزهای به دست آمده به اندازه گوشت نارگیل تازه مصرف می شوند. هسته اغلب برای به دست آوردن مغز نارگیل خشک



می شود که به عنوان منبع روغن نارگیل (CO) با استفاده از فرآیند خشک یا مرطوب عمل می کند (۲۵۶).

تاریخچه

در اواخر قرن نوزدهم، تقاضا برای روغن های خوراکی در اروپا و ایالات متحده آمریکا رو به افزایش بود. در همان زمان، در کشورهای گرمسیری مانند هند، فیلیپین و مالزی، CO در طب سنتی و به عنوان روغن پخت و پز بسیار کاربرد داشت. هنگامی که اروپایی ها از فواید استفاده از CO و کاربردهای متعدد آن آگاه شدند، از دهه ۱۸۹۰ تا ۱۹۲۰ شروع به ایجاد مزارع نارگیل در کارائیب، آسیای جنوب شرقی و اقیانوس آرام جنوبی کردند. پس از آن، CO به یک روغن خوراکی بسیار محبوب در کشورهای اروپایی و در ایالات متحده تبدیل شد. این گیاه در بیش از ۹۰ کشور دنیا کشت می شود و در سال ۲۰۱۶ در مجموع ۵۹ میلیون تن تولید کرده اند. بیشترین میزان تولید نارگیل در آسیای می باشد، که مسئول ۸۳/۸ درصد از تولید نارگیل جهان در سال ۲۰۱۶ بود. در همین سال، اندونزی با ۱۶/۶ میلیون تن بزرگترین تولید کننده نارگیل بود، پس از آن، فیلیپین (۱۴/۱ میلیون تن)، هند (۹/۸ میلیون تن) و برزیل با ۲/۵ میلیون تن به ترتیب بیشترین میزان تولید روغن نارگیل را به خود اختصاص داده اند (۸۱، ۱۰۸). در یک نوع دسته بندی، انواع روغن نارگیل به دسته های زیر تقسیم می شوند (۲۵۷).

روغن نارگیل بکر (virgin coconut oil)

روغن نارگیل بکر ترکیبی مشابه روغن نارگیل تصفیه شده دارد. روغن نارگیل بکر، محتوای بیشتری از ترکیبات فعال زیستی مانند ویتامین E، استرول ها و پلی فنول ها را دارد زیرا فرایند تصفیه بخشی از این ترکیبات را حذف می کند.

روغن نارگیل تصفیه شده (Refined coconut oil)

روغن نارگیل تصفیه شده از تصفیه فیزیکی یا شیمیایی روغن نارگیل خام بدست می آید. این فرآیند برای حذف ناخالصی هایی است که باعث می شود محصول برای مصرف انسان مناسب نباشد و یا کیفیت و ماندگاری آن را کاهش دهد. موادی که در فرآیند پالایش حذف می شوند عبارتند از اسیدهای چرب آزاد، فسفاتیدها، آهن های فلزی، اجسام رنگی، محصولات اکسیداسیون، ذرات جامد و مواد فرار که باعث ایجاد طعم های نامطلوب می شوند. پس از تصفیه، روغن در دمای ۲۴-۲۴۵ درجه سانتیگراد سفید شده و خوشبو می شود. روغن نارگیل هیدروژنه تصفیه شده حاوی مقدار بیشتری اسید استئاریک و مقدار کمتری اسیدهای چرب تک غیراشباع است. روغن نارگیل تصفیه شده دارای نقطه دود ۲۰۴ درجه سانتیگراد بوده که برای پخت و پز مناسب تر است (۸۱).

روغن نارگیل خام (crude coconut oil)

روغن نارگیل خام ممکن است سطوح بالایی از اسیدهای چرب آزاد (FFAs) داشته باشد که سبب

محدودیت استفاده از آن می شود. بنابراین تصفیه روغن خام الزامی است. با این حال، روغن نارگیل تصفیه نشده دارای طعم معمولی نارگیل است که مورد علاقه بسیاری از افراد است. از کاربردهای روغن نارگیل، تولید روغن های نارگیل هیدروژنه به عنوان روغن پخت و پز، سرخ کردن برای کسانی که طعم روغن نارگیل را در برخی موارد ترجیح می دهند و تهیه خامه غیرلبنی و سایر محصولات قنادی است. همچنین، در تولید میان وعده ها و به عنوان جزئی از ترکیبات چربی، شکلات ها و محصولات روکش دار استفاده می شود. نقطه نسبتاً پایین دود کردن روغن نارگیل تصفیه نشده (۱۷۷ درجه سانتیگراد) یک محدودیت برای استفاده از آن به عنوان روغن سرخ کردنی است.

اسیدیته و ترکیب روغن نارگیل

درجه اسیدیته و کیفیت ارگانولپتیک روغن نارگیل بکر در مطالعات گزارش شده که اسیدیته از ۲ درصد تجاوز نمی کند (۲۵۸).

ترکیب شیمیایی و ویژگی ها

روغن نارگیل عمدتاً شامل اسیدهای چرب اشباع (SFA)، به ویژه اسیدهای لوریک با طول متوسط است. اگرچه استفاده از روغن نارگیل به دلیل مزایای ادعایی مربوط به اسید لوریک مورد توجه قرار گرفته است، اما با توجه به اینکه اسید لوریک ممکن است از نظر بیولوژیکی به عنوان تری گلیسیرید با زنجیره متوسط عمل نکند، همراه با حضور سایر SFA های زنجیره بلند در روغن نارگیل، این موارد بی نتیجه ماند. روغن نارگیل از اسیدهای چرب با زنجیره متوسط (MCFAs) تشکیل شده است. اسیدهای چرب MCFA به سرعت توسط ورید باب جذب می شوند و بنابراین ممکن است نقش مهم تری به عنوان منبع انرژی از طریق بتا اکسیداسیون نسبت به سنتز کلاسترول داشته باشند. با این حال، اسید لوریک (C۱۲:۰)، که حدود نیمی از کل اسیدهای چرب روغن نارگیل را شامل می شود و از نظر شیمیایی به عنوان MCFA طبقه بندی می شود، ممکن است از نظر بیولوژیکی مانند سایر MCFA عمل نکند. اسید لوریک تا حد زیادی توسط شیلومیکرون ها، مشابه اسیدهای چرب با زنجیره بلند، جذب و منتقل می شود. علاوه بر این، حدود ۲۵ درصد چربی نارگیل از اسیدهای چرب اشباع با زنجیره بلند اسید میریستیک (C۱۴:۰) و اسید پالمیتیک (C۱۶:۰) تشکیل شده است (۲۵۹، ۲۶۰). روغن نارگیل بکر حاوی مقدار بیشتری اسید فنولیک است. محتوای پلی فنول کل روغن نارگیل تصفیه شده و بکر به شرایط محیطی در طول رسیدن نارگیل، تکنیک های مورد استفاده برای استخراج روغن، و میزان پردازش و شرایط در طول حمل و نقل و ذخیره سازی بستگی دارد. فراآوری معمولاً با مقدار ترکیبات زیست فعال موجود در محصول نهایی رابطه معکوس دارد. اسیدهای فنولیک اصلی موجود در روغن نارگیل بکر، به ترتیب غلظت، اسید کافئیک، اسید سیرینگیک، اسید p-کوماریک، اسید وانیلیک و اسید فرولیک هستند. روغن نارگیل بکر همچنین حاوی مقادیر بیشتری از فلاونوئیدها، به ویژه فلاونون ها و دی هیدروفلانول ها، و همچنین ویتامین های A و E است (۲۵۷).

میزان مواد مغذی موجود در ۱ قاشق غذاخوری (۱۴ گرم) روغن نارگیل نیز به شرح زیر می باشد (۲۶۱).

جدول ۱۹-۶- میزان مواد مغذی موجود در ۱ قاشق غذاخوری (۱۴ گرم) روغن نارگیل

ترکیبات	میزان	ترکیبات	میزان
کالری	۱۲۰ کیلو کالری	ویتامین K	۱/۰ میکروگرم
چربی کل	۱۴ گرم	ویتامین E	۰
اسید چرب اشباع	۱۲ گرم	کربوهیدرات	۰
اسید چرب تک غیر اشباع	۱ گرم	سدیم	۰
اسید چرب چند غیر اشباع	۲/۰ گرم	پتاسیم	۰
کلسترول	۰	پروتئین	۰

۱۹۵

اثرات روغن نارگیل

با وجود آن، روغن نارگیل، که بیش از ۹۰ درصد SFA است، به طور گسترده ای در رسانه های اجتماعی برای مدیریت چاقی، دیابت و اختلالات چربی توصیه می شود و مصرف آن را در سراسر جهان گسترش می دهد. با افزایش تقاضا، مصرف تخمینی روغن نارگیل در ایالات متحده به ۴۰۰۰۰۰ تن در سال ۲۰۱۰ رسید. با این وجود، قبل از افزایش اخیر مصرف روغن نارگیل در کشورهای غربی، این روغن عمدتاً در رژیم غذایی برخی از جمعیت های آسیایی وجود داشت.

بیماری های قلبی و عروقی

بیماری های قلبی عروقی (CVD) عامل اصلی مرگ و میر هستند که سالانه بیش از ۱۷ میلیون مرگ را شامل می شود. روغن نارگیل یک روغن خوراکی رایج در برخی کشورها است و در مورد اثرات آن بر پروفایل لیپیدی و خطر بیماری های قلبی - عروقی اختلاف نظر وجود دارد. محتوای بالای SFA نگرانی هایی را ایجاد کرد که می تواند منجر به پروفایل های لیپیدی آرتروژن بیشتر شود. بنابراین، متخصصان بهداشت در دهه ۱۹۸۰ توصیه کردند که روغن نارگیل نباید استفاده شود. با این حال، دیده شد که کشورهایی که روغن های گرمسیری مصرف می کنند کمترین میزان ابتلا به بیماری های قلبی عروقی را دارند. اسیدهای چرب SFAs موجود در روغن نارگیل کلسترول HDL سرم را بیشتر از کلسترول LDL افزایش می دهد تا پروفایل لیپیدی مطلوب تری نسبت به کربوهیدرات های رژیم غذایی ایجاد کند (۲۶۲). شواهد اپیدمیولوژیک از جمعیت های بومی در مطالعه جزیره توکلائو، که مقادیر زیادی نارگیل را به شکل گوشت یا کرم نارگیل فشرده مصرف می کنند، نشان می دهد که چربی نارگیل با سلامت قلب و عروق ارتباط مضر ندارد. در عوض، انتقال این جمعیت های بومی به یک الگوی غذایی غربی تر منجر به افزایش چاقی و CVD شد. مطالعات مقطعی جمعیت های کیتاوا و ساموا، ارتباط مشابهی با مطالعات توکلاوایی هانشان داد. مطالعات

مشاهده‌ای همچنین در چندین کشور دیگر مانند اندونزی و هند انجام شده است و یافته‌ها هیچ ارتباطی بین مصرف روغن نارگیل و شیوع خطر بیماری عروق کرونر قلب نشان نمی‌دهد (۲۵۷). هرچند، طبق بررسی‌های انجام شده در یک مطالعه متاآنالیز که اثر مصرف روغن نارگیل بر نشانگرهای خطر بیماری‌های قلبی عروقی را بررسی کرد، مصرف روغن نارگیل کلسترول لیپوپروتئین با چگالی پایین (LDL) و کلسترول لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL) افزایش دهد. این نتیجه با این یافته مطابقت دارد که مصرف چربی‌های اشباع شده، به ویژه اسید لوریک که اسید چرب اصلی در روغن نارگیل است، کلسترول HDL را بیشتر از چربی‌های چند غیر اشباع، چربی‌های تک غیر اشباع و کربوهیدرات‌ها افزایش می‌دهد. غلظت کلسترول HDL بالاتر به طور مداوم با خطر بیماری‌های قلبی کمتر در مطالعات اپیدمیولوژیک مرتبط است. با این حال، یافته‌های پژوهشی اخیر، علیت این ارتباط را مورد تردید قرار داده است. درمان‌های دارویی که HDL را افزایش می‌دهند، مانند نیاسین یا فیبرات‌ها، خطر مرگ و میر بیماری‌های قلبی، انفارکتوس میوکارد یا سکته را کاهش ندادند. این نتایج این تصور را به چالش می‌کشد که افزایش HDL لزوماً به کاهش خطر حوادث قلبی عروقی منجر می‌شود و اثر محافظتی بر قلب دارند. بر خلاف HDL، نقش LDL در افزایش خطر بیماری‌های قلبی و آترواسکروتیک به طور مداوم بر اساس یافته‌های حاصل از مطالعات تصادفی سازی مندلی و درمان‌های مختلف کاهش دهنده کلسترول LDL نشان داده شده است (۲۶۰).

هر چند در یک متاآنالیز از کارآزمایی‌های کنترل شده نتایج نشان داد مصرف روغن نارگیل سبب افزایش HDL و کاهش LDL سرم می‌گردد. در این مطالعه پروفایل لیپیدی بهتری با فرم بکر روغن نارگیل نشان داده شد (۲۶۳). از سوی دیگر نتایج دیگر مطالعه متاآنالیز انجام شده به منظور بررسی اثر روغن نارگیل بر شاخص‌های خطر قلبی متابولیکی شامل شاخص‌های لیپیدی و شاخص‌های گلیسمی نشان داد که مصرف روغن نارگیل به طور قابل توجهی کلسترول تام (LDL)، TC و HDL را افزایش داد. همچنین، به طور قابل توجهی هموگلوبین گلیکوزیله (HbA1C) را کاهش داد (۲۶۴). در دیگر مطالعه متاآنالیز که بر روی هفت مطالعه کارآزمایی بالینی و ۵۱۵ شرکت کننده انجام شد نتایج نشان داد که مصرف روغن نارگیل به طور قابل توجهی وزن بدن، دور کمر و درصد چربی بدن، LDL-C و تری گلیسیرید TG را کاهش نداد. با این حال، مصرف روغن نارگیل با افزایش کمی در HDL-C همراه بود (۲۶۵).

یک مطالعه متاآنالیز چتری که اثرات سلامتی روغن‌های گیاهی خوراکی مختلف را بررسی کرد، نشان داد روغن نارگیل به طور قابل توجهی نشانگرهای خطر CVD، کلسترول لیپوپروتئین با چگالی پایین (LDL)، تری گلیسیرید، کلسترول لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL)، آپولیپوپروتئین A1 (APOA1) را افزایش می‌دهد و همچنین برخی از شاخص‌ها مانند HbA1C را کاهش می‌دهد (۲۵۹).

یک متاآنالیز از ۵۴ RCT اثرات ۱۳ روغن مختلف (گلرنگ، آفتابگردان، کانولا، بذر شاه‌دانه، بذر کتان، ذرت، زیتون، سویا، پالم، نارگیل) و چربی‌های جامد (چربی گوشت گاو و کره) را بر چربی‌های خون در شرکت‌کنندگانی به طور کلی در معرض خطر CVD بودند و در افراد سالم مقایسه کرد. برای LDL-C و تری

گلیسریدها، هیچ تفاوت واضحی بین روغن نارگیل و روغن‌های غنی اشباع نشده مشاهده نشد. با این حال، ۱۰ درصد تبادل ایزوکالریک کره با روغن نارگیل LDL-C را ۰/۲۳- میلی مول در لیتر، کلسترول تام را ۰/۱۸- میلی مول در لیتر کاهش داد. در مقابل، چندین روغن غنی غیراشباع مانند گلرنگ، آفتابگردان، کانولا و روغن ذرت باعث کاهش کلسترول کل در مقایسه با روغن نارگیل شدند (۲۶۶).

بیماری‌های مرتبط با اختلالات سیستم عصبی مرکزی

از آنجا که روغن نارگیل به میزان زیادی دارای اسیدهای چرب اشباع متوسط زنجیر می‌باشد این روغن در انواع رژیم‌های کتوژنیک (KD) جهت ایجاد و افزایش سطح اجسام کتون در بدن در اختلالات سیستم عصبی مرکزی مانند صرع کاربرد دارد. رژیم کتوژنیک اکنون یک درمان اثبات شده برای صرع مقاوم به دارو است (۲۶۷). در همین رابطه مطالعه‌ای اثر انواع رژیم‌های کتوژنیک از جمله رژیم مدیترانه‌ای همراه با روغن نارگیل را بر بیماری پارکینسون مورد ارزیابی قرار داد. نتایج نشان داد رژیم کتوژنیک بهبود قابل توجهی را در عملکرد حرکتی از طریق کیفیت صدا، راه رفتن، انجماد، لرزش و/یا تعادل ایجاد کرد. همچنین، رژیم مدیترانه‌ای همراه با روغن نارگیل بهبودی قابل توجهی را در برخی از اقدامات شناختی آنها، هرچند نه همه بوجود آورد (۲۶۸).

اخیراً مطالعه‌ای در بیماران اسکروز جانبی آمیوتروفیک (ALS) اثر رژیم غذایی مدیترانه‌ای (MeDi) همراه با نیکوتین آمید ریبوزید (NR)، پتروستیلین (یک پروموتور PTER، NAD⁺، که یک آنتی اکسیدان طبیعی است) و روغن نارگیل را بر متغیرهای تن سنجی در بیماران ALS ارزیابی کرد. اجسام کتون (KBs)، که از طریق رژیم MeDi با محتوای کربوهیدرات کمتر اما غنی شده با تری گلیسریدهای زنجیره متوسط ارائه می‌شوند، می‌توانند جایگزین درمانی برای بهبود تغییرات عصبی حرکتی مرتبط با بیماری ALS باشند. این مطالعه نشان داده شد که رژیم MeDi همراه با روغن نارگیل سطوح KBs در گردش را در بیماران ALS افزایش داد (۲۶۹).

دیابت

یک بررسی سیستماتیک و متاآنالیز برای تعیین اثرات روغن نارگیل در رژیم غذایی بر نشانگرهای کنترل کوتاه مدت و طولانی مدت قند خون انجام شد که نتایج نشان داد که روغن نارگیل در وعده‌های غذایی با کاهش پاسخ انسولین پس از غذا همراه است که منجر به افزایش ظرفیت در پاسخ گلیسمی پس از غذا می‌شود. اما به نظر می‌رسد مصرف طولانی مدت چربی نارگیل مقاومت به انسولین را افزایش می‌دهد و به نظر نمی‌رسد برای کنترل طولانی مدت قند خون مفید باشد. بنابراین، نتایج این ادعای رایج را که روغن نارگیل کنترل قند خون را بهبود می‌بخشد، رد می‌کند (۲۷۰).

مقدار توصیه شده برای مصرف

وزارت کشاورزی ایالات متحده (USDA) توصیه می‌کند که مصرف روزانه چربی‌های اشباع شده نباید از ۱۰

درصد کل کالری بیشتر باشد. با توجه به اینکه مشخصات اسیدهای چرب روغن نارگیل عمدتاً از اسیدهای چرب اشباع تشکیل شده است، مصرف این چربی در حد تعیین شده ۱۰ درصد در یک رژیم غذایی ۲۰۰۰ کیلوکالری به این معنی است که فرد مقدار تقریباً ۲۴ گرم چربی اشباع شده را در روز مصرف می‌کند (۱۰۸).

نتیجه‌گیری

تأثیر روغن نارگیل بر سلامتی هنوز نامشخص است و بسیاری از شواهد متناقض هستند. همچنین میزان جذب و متابولیسم محصول هنوز به طور کامل مشخص نشده است. تنها اطلاعات موجود این است که روغن نارگیل در بین تمام منابع چربی طبیعی، منبعی است که بالاترین میزان اسیدهای چرب اشباع را دارد. تا زمانی که تحقیقات جدید نتوانند ادعاهای سلامت مرتبط با این چربی را روشن کنند، روغن نارگیل نباید بالاتر از حد تعیین شده برای مصرف چربی اشباع شده مصرف شود. همچنین، در مطالعات مشاهده شده که مصرف روغن نارگیل به طور قابل توجهی HDL-C، LDL-C، TC، و Apo A1 را در مقایسه با سایر روغن‌ها و چربی‌ها افزایش می‌دهد و روغن نارگیل به دلیل افزایش قابل توجه TC و LDL-C در مقایسه با روغن ذرت، روغن پالم، روغن سویا و روغن گلرنگ اثرات منفی بر سلامت قلب و عروق دارد. علاوه بر این، این محصول زمانی چون نقطه دود پایینی دارد، نباید برای مصارف سرخ‌کردنی استفاده شود. تا به امروز، شواهد علمی کافی برای حمایت از مزایای سلامتی مورد استفاده برندهای روغن نارگیل برای تبلیغ محصول خود وجود ندارد. از بین دو نوع روغن نارگیل موجود، به نظر می‌رسد روغن نارگیل بکر بیشترین اثرات بر سلامتی را دارد، زیرا مقدار بیشتری پلی‌فنول‌ها و ویتامین E را در مقایسه با روغن نارگیل تصفیه شده دارا می‌باشد. با این حال، تحقیقات بیشتری، به ویژه آزمایش‌های انسانی، مورد نیاز است تا بررسی شود که چگونه چنین اجزایی می‌توانند بر سلامت تأثیر بگذارند و دوز لازم برای این اثرات را تعیین کنند.

روغن هسته انگور (Grapeseed Oil)

روغن هسته انگور یکی از روغن‌های گیاهی با ارزش غذایی بالا است که از دانه‌های انگور (*Vitis vinifera*) استخراج می‌شود. این روغن به دلیل ترکیبات منحصر به فرد و خواص سلامتی بخش، در سال‌های اخیر مورد توجه فراوان قرار گرفته است. روغن هسته انگور نه تنها در صنایع غذایی، بلکه در صنایع آرایشی و بهداشتی نیز کاربرد گسترده‌ای دارد. با افزایش آگاهی عمومی درباره فواید روغن‌های گیاهی، روغن هسته انگور به عنوان یک جایگزین سالم برای روغن‌های سنتی مانند روغن‌های حیوانی و برخی روغن‌های گیاهی اشباع شده، معرفی شده است (۲۷۱، ۲۷۲).



استفاده از روغن هسته انگور به قرن‌ها پیش بازمی‌گردد، اما فرآیند استخراج صنعتی آن در قرن بیستم توسعه یافت. با پیشرفت فناوریهای استخراج و تصفیه، این روغن به عنوان یک محصول باکیفیت و ایمن

برای مصرف انسانی شناخته شد. امروزه، کشورهای تولیدکننده انگور مانند فرانسه، ایتالیا و ایالات متحده آمریکا، از جمله تولیدکنندگان اصلی روغن هسته انگور هستند (۲۷۳). به دلیل وجود انواع مختلف انگور، درصد روغن استخراج شده از دانه‌های آن متفاوت است. این میزان بین ۲۰ درصد برای دانه‌های انگور سفید شیرین و ۶ درصد برای برخی از انواع انگور سیاه متغیر است (۲۷۲).

ترکیب شیمیایی و ویژگی‌ها

روغن هسته انگور حاوی مقادیر قابل توجهی از اسیدهای چرب غیراشباع (نظیر اسید لینولئیک) و ترکیبات زیست‌فعالی مانند پلی فنول‌ها، ویتامین E، فیتواسترول‌ها و روزراترول است. این ترکیبات عملکردهای آنتی‌اکسیدانی، ضدالتهابی و محافظت از سیستم قلبی-عروقی را دارند (۲۷۲، ۲۷۴). میزان مواد مغذی موجود در ۱ قاشق غذاخوری (۱۴ گرم) روغن هسته انگور، به شرح زیر است (۲۷۵).

جدول ۶-۲ - میزان مواد مغذی موجود در ۱ قاشق غذاخوری (۱۴ گرم) روغن هسته انگور

ترکیبات	میزان	ترکیبات	میزان
کیلوکالری	۱۲۰ کیلوکالری	اسیدچرب چند غیراشباع	۹/۵۱ گرم
کربوهیدرات	۰	کلسترول	۰
پروتئین	۰	ویتامین E	۳/۹۲ میلی‌گرم
اسیدچرب کل	۶/۱۳ گرم	ویتامین K	۰
اسیدچرب اشباع	۱/۳۱ گرم	سدیم	۰
اسیدچرب تک غیراشباع	۲/۱۹ گرم	پتاسیم	۰

روش‌های استحصال روغن هسته انگور

نخستین مرحله استخراج روغن دانه انگور، پیش‌فرآیند است. در این مرحله لازم است دانه‌ها به سرعت پس از فرآوری انگور به ویژه پس از پرس میوه، جدا و خشک شوند. نتیجه عمل فرآوری میوه انگور، آبمیوه و بقایای انگور (تفاله) است که مخلوطی از دانه یا هسته، ساقه و پوسته هست. از آنجایی که در استحصال روغن از این ضایعات فقط به هسته انگور نیاز است باید هسته را از سایر بخشهای پالپ جدا نمود و درواقع تفاله را بی دانه نمود که با استفاده از الک یا غربال با منافذ به قطر ۳ و ۵ میلی‌متر به مدت ۵ دقیقه عبور داده (برای نوع انگور سیاه سردشت) و پس با کاربرد روشهای پنوماتیکی به کمک هوا، آن را جداسازی و تمیز نمود. در این صورت بازده دانه ۲۲/۱ درصد خواهد بود. سپس میبایست دانه‌ها را به مدت ۲ ساعت در دمای ۵۰ درجه سانتیگراد خشک نمود تا رطوبت به ۷-۶ درصد برسد. متعاقباً دانه‌ها تا قطر ۱ میلی‌متر آسیاب شده و شرایط برای استخراج روغن با استفاده از حلال‌هایی چون هگزان نرمال و پترولیوم اتر آماده می‌گردد. بازده روغن استحصالی در این روش ۷۵-۶۵ درصد است و حدود ۶-۵ درصد روغن نیز در کنجاله

باقی می ماند. روش دیگر استخراج روغن انگور، استفاده از دستگاه پرس سرد و پرس گرم است. پرس سرد تنها با فشار و بدون استفاده از حرارت انجام می گیرد؛ اما پرس گرم فرآیندی است که علاوه بر فشار از گرما جهت افزایش راندمان استخراج استفاده می شود. در روش استخراج روغن با استفاده از پرس سرد، ترکیبات سودمندی چون اسیدهای چرب ضروری به ویژه امگا-۳ و آنتی اکسیدان های طبیعی مانند توکوفرول ها و استرول ها بیشتر حفظ می شوند و روغن حاصل دارای طعم، رنگ، بو و ارزش تغذیه ای بالاتری هست. با وجود اینکه در روش پرس سرد راندمان استخراج نسبت به روش استخراج با حلال پایین تر هست، به دلیل دمای پایین فرآیند و عدم استفاده از حلال در مرحله استخراج روغن، محصول به دست آمده با این روش سالم تر و مطلوب تر است (۲۷۶).

فواید ناشی از مصرف روغن هسته انگور

روغن هسته انگور به دلیل وجود ترکیبات فنولیک، ویتامین E و فیتواسترول ها خواص آنتی اکسیدانی، ضدالتهابی و محافظتی برای سیستم قلبی-عروقی دارد. ترکیبات فنولیک مانند اسید گالیک و پروآنتوسیانیدین ها به کاهش استرس اکسیداتیو و مهار فرآیندهای التهابی کمک می کنند. تحقیقات نشان داده اند که روغن هسته انگور می تواند تأثیر مثبتی بر کاهش سطح کلسترول، بهبود مقاومت به انسولین و کاهش نشانه های التهابی در بیماری های مزمن داشته باشد. همچنین اسید لینولئیک موجود در این روغن که یک اسید چرب ضروری است، برای حفظ سلامت قلب و به عنوان مکمل غذایی مفید شناخته شده است، اما نسبت مناسب اسیدهای چرب امگا-۶ به امگا-۳ باید رعایت شود تا از بروز التهاب جلوگیری شود. اگرچه نتایجی امیدوارکننده در مورد کاربرد روغن هسته انگور در بیماری های قلبی-عروقی و عصبی (مانند آلزایمر) مشاهده شده است، اما پژوهش های بیشتری برای تعیین دوز مناسب و بررسی اثرات آن بر مصرف انسانی لازم است (۲۷۲).

در یک مطالعه که بر روی ۵۶ مرد و زن با سطوح اولیه HDL کمتر از سطح نرمال انجام شد، شرکت کنندگان تا ۴۵ میلی لیتر روغن هسته انگور را به عنوان جایگزین روغن معمولی خود مصرف کردند. پس از سه هفته، تغییرات معناداری در کلسترول تام، تری گلیسرید یا وزن مشاهده نشد. با این حال، HDL به طور معناداری افزایش و LDL به طور معناداری کاهش پیدا کرد. این نتایج نشان می دهد که مصرف روغن هسته انگور در رژیم غذایی می تواند در کوتاه مدت HDL و LDL را در افراد با سطوح پایین HDL بهبود بخشد (۲۷۷). یک مرور ساختاریافته و متاآنالیز که روی ۱۶ کارآزمایی بالینی با جمعیت ۸۱۰ فرد مبتلا به پیش فشار خون (افراد مبتلا به پیش فشار خون (prehypertension) فشار خونی دارند که بالاتر از حد طبیعی است، اما هنوز به وضعیت فشار خون بالا نرسیده اند) انجام شد، نشان داد که مصرف ۱۰۰ تا ۲۰۰۰ میلی گرم عصاره هسته انگور در روز از لحاظ آماری به طور معناداری فشار خون سیستمیک و دیاستولیک را به ترتیب به طور متوسط ۶/۰۸ میلی متر جیوه و ۲/۸ میلی متر جیوه کاهش می دهد. بیشترین کاهش فشار خون در افراد زیر

۵۰ سال مبتلا به چاقی یا اختلالات متابولیک نشان داده شد. همچنین مصرف دوزهای ۸۰۰-۱۰۰۰ میلی گرم عصاره هسته انگور در روز به مدت ۸ تا ۱۶ هفته نسبت به مصرف ۸۰۰ میلی گرم یا بیشتر آن، اثر کاهشی بیشتری روی فشار خون نشان داد (۲۷۸). مطالعه دیگری بر روی ۲۹ بزرگسال مبتلا به فشار خون بالا نشان داد که مصرف ۳۰۰ میلی گرم عصاره هسته انگور در روز باعث کاهش ۵/۶ درصد در فشار خون سیستولیک و ۴/۷ درصد در فشار خون دیاستولیک پس از ۶ هفته می شود (۲۷۹).

یک کارآزمایی بالینی ۳ بازویی (۴۰۰ میلی گرم، ۲۰۰ میلی گرم و دارونما) که بر روی ۶۱ فرد بزرگسال سالم انجام شد، پس از مصرف ۴۰۰ میلی گرم عصاره هسته انگور به مدت ۱۲ هفته، نشان داد که LDL-اکسیدشده ۱۳/۹٪ کاهش پیدا می کند (۲۸۰). با این حال، مطالعه‌ی مشابه دیگر نتوانست این یافته را تکرار کند (۲۷۹). علاوه بر این، یک مطالعه بر روی ۸۷ نفر که تحت عمل جراحی قلب قرار گرفتند، نشان داد که مصرف ۴۰۰ میلی گرم عصاره هسته انگور یک روز قبل از عمل، به طور قابل توجهی استرس اکسیداتیو را کاهش می دهد. ۲۰۱ بنابراین، GSE احتمالاً از بیشتر آسیب های قلبی جلوگیری می کند (۲۸۱).

مطالعات حیوانی نشان داده اند که عصاره هسته انگور ممکن است با کاهش استرس اکسیداتیو و آسیب التهابی، آسیب کلیه را کاهش داده و عملکرد آن را بهبود بخشد (۲۸۲). در یک مطالعه، به ۲۳ نفر مبتلا به نارسایی مزمن کلیه، روزانه ۲ گرم عصاره هسته انگور به مدت ۶ ماه داده شد و سپس با گروه دارونما مقایسه شدند. نتایج نشان داد که پروتئین ادرار ۳٪ کاهش یافت و فیلتراسیون کلیه ۹٪ بهبود یافت. این به معنای آن است که کلیه های گروه مداخله نسبت به گروه دارونما به طور قابل توجهی بهتر می توانند ادرار را فیلتر کنند (۲۸۳). یک مطالعه دو ماهه بر روی ۴۴ زن دارای اضافه وزن یا چاق، اثرات سلامتی مصرف روزانه روغن هسته انگور و روغن آفتابگردان را مقایسه کرد. نتایج نشان داد که مصرف روغن هسته انگور در مقایسه با روغن آفتابگردان، مقاومت به انسولین را بهبود بخشید و سطح پروتئین واکنشی (CRP) که یک نشانگر التهابی رایج است، کاهش یافت (۲۸۴). همچنین به نظر می رسد که روغن هسته انگور دارای اثرات ضد پلاکتی است، به این معنی که تمایل خون به لخته شدن را کاهش می دهد (۲۸۵).

معایب ناشی از مصرف روغن هسته انگور

یک مطالعه قدیمی نشان می دهد که برخی از روغن های هسته انگور ممکن است حاوی سطوح بالقوه مضر هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای (PAHs) باشند که به عنوان عامل سرطان در حیوانات شناخته شده است. سایر روغن های گیاهی مانند روغن آفتابگردان نیز ممکن است به PAH آلوده باشند (۲۸۶، ۲۸۷). با این حال، مرکز ملی سلامت مکمل (National Center for Complementary and Integrative Health) توصیه به عدم مصرف روغن هسته انگور برای این شرایط یا افراد را دارد: افراد مبتلا به بیماری های خونی، کسانی که در قصد جراحی های مختلف دارند و افرادی که از داروهای رقیق کننده خون مانند وارفارین یا آسپرین استفاده می کنند (۲۸۸).

آیا روغن هسته انگور گزینه‌ی مناسبی برای پخت و پز است؟

روغن هسته انگور دارای نقطه دود نسبتاً بالایی (۲۶۸ درجه سانتی‌گراد) است و به همین دلیل به عنوان یک انتخاب خوب برای پخت و پز با حرارت بالا، مانند سرخ کردن، به حساب می‌آید (۲۷۲). با این حال، این ممکن است توصیه مناسبی نباشد؛ زیرا روغن هسته انگور نیز سرشار از اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه است. این چربی‌ها در حرارت بالا با اکسیژن واکنش می‌دهند و ترکیبات مضر و رادیکال‌های آزاد تشکیل می‌دهند. از آنجا که روغن هسته انگور دارای مقادیر بالای چربی‌های چند غیراشباع است، ممکن است یکی از بدترین انتخاب‌ها برای سرخ کردن باشد (۲۸۹، ۲۹۰). سالم‌ترین روغن‌ها برای پخت و پز با حرارت بالا، آن‌هایی هستند که عمدتاً حاوی چربی‌های اشباع شده یا چربی‌های تک غیراشباع، مانند روغن زیتون، هستند زیرا احتمال واکنش کمتری با اکسیژن در هنگام گرم شدن دارند. به همین دلیل، توصیه می‌شود از روغن هسته انگور برای سرخ کردن استفاده نشود. در عوض، می‌توان از آن به عنوان سس سالاد یا یک ماده در سس مایونز و محصولات پخته شده استفاده کرد (۲۹۱).

نتیجه‌گیری

روغن هسته انگور، به عنوان یکی از روغن‌های گیاهی ارزشمند، به دلیل ترکیبات غنی از آنتی‌اکسیدان‌ها، اسیدهای چرب غیراشباع، ویتامین E و پلی‌فنول‌ها، فواید متعددی برای سلامت قلب، بهبود مقاومت به انسولین، کاهش التهاب و محافظت از پوست ارائه می‌دهد. اگرچه این روغن به دلیل نقطه دود بالای خود گزینه‌ای مناسب برای پخت و پز با حرارت بالا به نظر می‌رسد، اما به دلیل محتوای بالای چربی‌های چند غیراشباع، استفاده از آن برای سرخ کردن توصیه نمی‌شود. با وجود برخی محدودیت‌ها، روغن هسته انگور به عنوان یک انتخاب سالم برای سس‌ها و کاربردهای سرد، جایگاه ویژه‌ای در رژیم‌های غذایی و صنایع آرایشی یافته است.

کره حیوانی

کره فرآورده‌ای به صورت امولسیون آب در چربی می‌باشد و چربی آن منحصراً از شیر و یا فرآورده‌های حاصل از آن مانند خامه به دست می‌آید. کره را معمولاً به دودسته تقسیم می‌شود:

- کره حاصل از خامه شیرین (بیشترین کره‌های تولیدی کشوری از این نوع کره می‌باشد)
- کره حاصل از خامه کشت داده شده یا خامه ترش

فرایند تولید

خامه مورد استفاده در کره سازی به عنوان مواد اولیه باید از کیفیت باکتریولوژی خوب برخوردار بوده و دارای مزه یا عطر و طعم طبیعی باشد. خامه در دمای ۹۵ درجه سانتیگراد پاستوریزه





می‌گردد و این عملیات شدید نه فقط باکتری‌های بیماری‌زا بلکه دیگر باکتری‌ها و آنزیم‌هایی را که می‌توانند بر روی کیفیت نگهداری خامه تاثیر نامطلوب گذارند از بین می‌برد و هر گونه مواد طعم دار نامناسب که دارای طبیعت فرار باشند توسط خلا از محصول حذف می‌گردد. پس از پاستوریزاسیون، چربی در داخل گویچه‌ها به شکل مایع می‌باشد با خنک شدن خامه، چربی شروع به بلورین شدن می‌نماید و کره‌گیری در محفظه کره‌گیری انجام می‌شود، سپس محصول بدست آمده در بسته بندی مناسب با استفاده از تجهیزات خط تولید بسته بندی و برای دستیابی به ظاهر و قوام مناسب در سردخانه در دمای ۵ درجه به مدت ۲۴ ساعت نگهداری و سپس به سردخانه زیر صفر با دمای منفی ۱۶ تا منفی ۱۸ منتقل می‌شود. معمولاً پس از شکل‌گیری کره، دوغی که از کره ایجاد شده (با توجه به ارزش غذایی مناسب) در تولید سایر محصولات همانند دوغ و بودر دوغ کره استفاده می‌شود.

۲۰۳ کره شامل ۸۲ درصد چربی است و بقیه آن از آب تشکیل شده است. درواقع در ساخت کره بخش چربی شیر از پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها جدا می‌شود. کره یکی از پیچیده ترین چربی‌های رژیم غذایی است. این ماده غذایی شامل ۴۰۰ اسید چرب متفاوت است. حدود ۷۰ درصد از این اسیدها شامل اسیدهای اشباع و ۲۵ درصد آن اسیدهای غیراشباع است. چربی‌های اشباع نشده در یک مقدار حداقل وجود دارند و حدود ۲/۳ درصد از محتوی کل چربی کره را تشکیل می‌دهند. انواع دیگری از چربی‌های موجود در این ماده غذایی شامل کلسترول و فسفولیپیدها است.

حدود ۱۱ درصد از اسیدهای چرب موجود در این ماده غذایی دارای زنجیره ی کوتاه هستند که رایج ترین آن‌ها اسید بوتیریک است. اسید بوتیریک جز منحصر به فرد چربی شیر بوده و در شیر حیوانات نشخوار کننده مانند گاو و بز و گوسفند دیده می‌شود. کره از درشت مغذی‌ها و ریز مغذی‌هایی مطابق با جدول زیر تشکیل شده است که ارزش غذایی آن را می‌سازند.

جدول ۲۱-۶- میزان مواد مغذی در کره حیوانی

مقدار در ۱۰۰ گرم	مقادیر تغذیه ای
۷۱۷ کیلو کالری	انرژی
۰/۰۶ گرم	کربوهیدرات
۸۵/۰ گرم	پروتئین
۸۱/۱۱ گرم	چربی
۸۷/۱۵ گرم	آب
۰	فیبر
۰	قند
۲۱۹ میلی گرم	کلسترول
۶۸۴/۰۰ میکروگرم	ویتامین A
۱/۵۰ میکروگرم	ویتامین D
۲/۲۳ میلی گرم	ویتامین E
۷/۰۰ میکروگرم	ویتامین K
۰	ویتامین C
۰/۱ میلی گرم	ویتامین B۱
۰/۳ میلی گرم	ویتامین B۲
۰/۴ میلی گرم	ویتامین B۳

منابع:

1. Gunstone F. Vegetable Oils in Food Technology: Composition, Properties and Uses: Wiley; 2011.
2. Putt ED. Early History of Sunflower. Sunflower Technology and Production 1997. p. 1-19.
3. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. #data/QCL [Available from: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>].
4. Gupta M. Sunflower oil and its applications. Lipid Technology. 2014;26.
5. List G. Sunflower Seed and Oil. Lipid Technology. 2017;29:1-6.
6. Liu AG, Ford NA, Hu FB, Zelman KM, Mozaffarian D, Kris-Etherton PM. A healthy approach to dietary fats: understanding the science and taking action to reduce consumer confusion. Nutrition Journal. 2017;16(1):53.
7. Whelan J, Fritsche K. Linoleic Acid. Advances in nutrition (Bethesda, Md). 2013;4:311-2.
8. Sales-Campos H, Souza PR, Peghini BC, da Silva JS, Cardoso CR. An overview of the modulatory effects of oleic acid in health and disease. Mini reviews in medicinal chemistry. 2013;13(2):201-10.
9. Sayyad R. Effects of deep-fat frying process on the oil quality during French fries preparation. Journal of food science and technology. 2017;54(8):2224-9.
10. Dubois V, Breton S, Linder M, Fanni J, Parmentier M. Fatty acid profiles of 80 vegetable oils with regard to their nutritional potential. European Journal of Lipid Science and Technology. 2007;109(7):710-32.

11. Nakonechna K, Ilko V, Beriková M, Vitoris V, Panovská Z, Doleal M. Nutritional, Utility, and Sensory Quality and Safety of Sunflower Oil on the Central European Market. *Agriculture*. 2024;14(4):536.
12. Anushree S, André M, Guillaume D, Frédéric F. Stearic sunflower oil as a sustainable and healthy alternative to palm oil. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 2017;37(3):18.
13. <https://fdc.nal.usda.gov/food-details/171025/nutrients>. 171025 [Available from: <https://fdc.nal.usda.gov/food-details/171025/nutrients>].
14. <https://fdc.nal.usda.gov/food-details/172357/nutrients>. 172357 [Available from: <https://fdc.nal.usda.gov/food-details/172357/nutrients>].
15. <https://fdc.nal.usda.gov/food-details/172338/nutrients>. 172338 [Available from: <https://fdc.nal.usda.gov/food-details/172338/nutrients>].
16. Bockisch M. *Fats and Oils Handbook (Nahrungsfette und Öle)*. Academic Press and AOCS Press; 1998.
17. Allman-Farinelli MA, Gomes K, Favaloro EJ, Petocz P. A Diet Rich in High-Oleic-Acid Sunflower Oil Favorably Alters Low-Density Lipoprotein Cholesterol, Triglycerides, and Factor VII Coagulant Activity. *Journal of the American Dietetic Association*. 2005;105(7):1071–9.
18. Jenkins DJ, Chiavaroli L, Wong JM, Kendall C, Lewis GF, Vidgen E, et al. Adding monounsaturated fatty acids to a dietary portfolio of cholesterol-lowering foods in hypercholesterolemia. *CMAJ: Canadian Medical Association journal = journal de l'Association medicale canadienne*. 2010;182(18):1961–7.
19. <https://www.fda.gov/food/hfp-constituent-updates/fda-completes-review-qualified-health-claim-petition-oleic-acid-and-risk-coronary-heart-disease>. claim [Available from: <https://www.fda.gov/food/hfp-constituent-updates/fda-completes-review-qualified-health-claim-petition-oleic-acid-and-risk-coronary-heart-disease>].
20. Amiri M, Raeisi-Dehkordi H, Sarrafzadegan N, Forbes SC, Salehi-Abargouei A. The effects of Canola oil on cardiovascular risk factors: A systematic review and meta-analysis with dose-response analysis of controlled clinical trials. *Nutrition, metabolism, and cardiovascular diseases: NMCD*. 2020;30(12):2133–45.
21. Raeisi-Dehkordi H, Amiri M, Humphries KH, Salehi-Abargouei A. The Effect of Canola Oil on Body Weight and Composition: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Clinical Trials. *Adv Nutr*. 2019;10(3):41932–.
22. Vijayakumar M, Vasudevan DM, Sundaram KR, Krishnan S, Vaidyanathan K, Nandakumar S, et al. A randomized study of coconut oil versus sunflower oil on cardiovascular risk factors in patients with stable coronary heart disease. *Indian heart journal*. 2016;68(4):498506–.
23. Filippou A, Teng KT, Berry SE, Sanders TA. Palmitic acid in the sn-2 position of dietary triacylglycerols does not affect insulin secretion or glucose homeostasis in healthy men and women. *European journal of clinical nutrition*. 2014;68(9):1036–41.
24. Jandacek RJ. Linoleic Acid: A Nutritional Quandary. *Healthcare (Basel, Switzerland)*. 2017;5(2).
25. Simopoulos AP. The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Experimental biology and medicine (Maywood, NJ)*. 2008;233(6):674–88.
26. Masi LN, Martins AR, Neto JCR, Amaral CLd, Crisma AR, Vinolo MAR, et al. Sunflower Oil Supplementation Has Proinflammatory Effects and Does Not Reverse Insulin Resistance in Obesity Induced by High-Fat Diet in C57BL/6 Mice. *BioMed Research International*. 2012;2012(1):945131.
27. Naughton SS, Mathai ML, Hryciw DH, McAinch AJ. Linoleic acid and the pathogenesis of obesity. *Prostaglandins & other lipid mediators*. 2016;125:909–.
28. Alveim AR, Malde MK, Osei-Hyiaman D, Lin YH, Pawlosky RJ, Madsen L, et al. Dietary linoleic acid elevates endogenous 2-AG and anandamide and induces obesity. *Obesity (Silver Spring, Md)*. 2012;20(10):1984–94.
29. Mountaz S, Percival BC, Parmar D, Grootveld KL, Jansson P, Grootveld M. Toxic aldehyde generation in and food uptake from culinary oils during frying practices: peroxidative resistance of a monounsaturated-rich algae oil. *Scientific Reports*. 2019;9(1):4125.
30. Peng C-Y, Lan C-H, Lin P-C, Kuo Y-C. Effects of cooking method, cooking oil, and food type on aldehyde emissions in cooking oil fumes. *Journal of Hazardous Materials*. 2017;324:160–7.
31. LoPachin RM, Gavin T. Molecular Mechanisms of Aldehyde Toxicity: A Chemical Perspective. *Chemical Research in Toxicology*. 2014;27(7):1081–91.
32. Flores M, Saravia C, Vergara CE, Avila F. Avocado Oil: Characteristics, Properties, and Applications. 2019;24(11).
33. Casal S, Malheiro R, Sendas A, Oliveira BP, Pereira JA. Olive oil stability under deep-frying conditions. *Food and chemical*

- toxicology: an international journal published for the British Industrial Biological Research Association. 2010;48(10):2972–9.
34. 34.Wang M, Yu P, Chittiboyina AG, Chen D, Zhao J, Avula B, et al. Characterization, Quantification and Quality Assessment of Avocado (*Persea americana* Mill.) Oils. 2020;25(6).
 35. 35.Sari EP WB. THE ROLE OF AVOCADO OIL AS ANTI-DYSLIPIDEMIA AND HEPATOPROTECTIV. InAl Insyirah International Scientific Conference on Health 2023 4(1):129–38.
 36. 36.Cervantes–Paz B, Yahia EM. Avocado oil: Production and market demand, bioactive components, implications in health, and tendencies and potential uses. 2021;20(4):4120–58.
 37. 37.2023 [Available from: <https://www.marketresearchreports.biz/food-and-beverages/avocado-oil-global-industry-analysis-market-researchreports>; <https://www.statista.com/statistics/global-avocado-oil-market-share-by-region/>.
 38. 38.Tan CX. Virgin avocado oil: An emerging source of functional fruit oil. Journal of Functional Foods. 2019;54:381–92.
 39. 39.2025 [Available from: <https://www.simplyrecipes.com/your-guide-to-avocado-oil-5196580>.
 40. 40.Cheng FW, Ford NA, Wood AC, Tracy R. Avocado consumption and markers of inflammation: results from the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA). European journal of nutrition. 2023;62(5):2105–13.
 41. 41.oil Hsa. 2025 [Available from: <https://www.eatthismuch.com/calories/avocado-oil-2094410>.
 42. 42.Mahmassani HA, Avendano EE, Raman G, Johnson EJ. Avocado consumption and risk factors for heart disease: a systematic review and meta-analysis. The American journal of clinical nutrition. 2018;107(4):523–36.
 43. 43.Cheng FW, Ford NA, Taylor MK. US Older Adults That Consume Avocado or Guacamole Have Better Cognition Than Non-consumers: National Health and Nutrition Examination Survey 20112014–. Frontiers in nutrition. 2021;8:746453.
 44. 44.Simental–Mendia M, Sánchez–García A, Acosta–Olivo CA, Vilchez–Cavazos F, Osuna–Garate J, Peña–Martínez VM, et al. Efficacy and safety of avocado–soybean unsaponifiables for the treatment of hip and knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis of randomized placebo–controlled trials. 2019;22(9):160715–.
 45. 45.Queiroz Junior NF, Steffani JA, Machado L, Longhi PJH, Montano MAE, Martins M, et al. Antioxidant and cytoprotective effects of avocado oil and extract (*Persea americana* Mill) against rotenone using monkey kidney epithelial cells (Vero). 2021;84(21):875–90.
 46. 46. Torres–Isidro O, González–Montoya M. Anti–Aging Potential of Avocado Oil via Its Antioxidant Effects. 2025;18(2).
 47. 47. Sen CK, Rink C, Khanna S. Palm oil–derived natural vitamin E alpha–tocotrienol in brain health and disease. Journal of the American College of Nutrition. 2010;29(3 Suppl):314s–23s.
 48. 48. Jegede AI, Offor U, Azu OO, Akinloye O. Red Palm Oil Attenuates Lead Acetate Induced Testicular Damage in Adult Male Sprague–Dawley Rats. Evidence–based complementary and alternative medicine: eCAM. 2015;2015:130261.
 49. 49. Odia OJ, Ofori S, Maduka O. Palm oil and the heart: A review. World journal of cardiology. 2015;7(3):144–9.
 50. 50. Xian TK, Omar NA, Ying LW, Hamzah A, Raj S, Jaarin K, et al. Reheated palm oil consumption and risk of atherosclerosis: evidence at ultrastructural level. Evidence–based complementary and alternative medicine: eCAM. 2012;2012:828170.
 51. 51. Spritzler. 2023 [Available from: https://www.healthline.com/nutrition/palm-oil#TOC_TITLE_HDR_4.
 52. 52. Sampaio K, Ceriani R, Monteiro e Silva S, Taham T, Meirelles A. Steam deacidification of palm oil. Food and Bioproducts Processing – FOOD BIOPROD PROCESS. 2011;89:383–90.
 53. 53. Dos Santos NJA, Bezerra LR. Effect of Dietary Palm Kernel Oil on the Quality, Fatty Acid Profile, and Sensorial Attributes of Young Bull Meat. 2022;11(4).
 54. 54. Tambun R, Ferani D, Afrina A, Tambun J, Tarigan I. Fatty Acid Direct Production from Palm Kernel Oil. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019;505:012115.
 55. 55. Onyeali EU, Onwuchekwa AC, Monago CC, Monanu M. Plasma lipid profile of Wistar albino rats fed palm oil–supplemented diets. International Journal of Biological and Chemical Sciences. 2011;4.
 56. 56. Tosaki A, Blasig IE, Pali T, Ebert B. Heart protection and radical trapping by DMPO during reperfusion in isolated working rat hearts. Free radical biology & medicine. 1990;8(4):363–72.
 57. 57. Kesteloot H, Oviasu VO, Obasohan AO, Olomu A, Cobbaert C, Lissens W. Serum lipid and apolipoprotein levels in a Nigerian population sample. Atherosclerosis. 1989;78(1):33–8.
 58. 58. Sun Y, Neelakantan N, Wu Y, Lote–Oke R, Pan A, van Dam RM. Palm Oil Consumption Increases LDL Cholesterol Compared with Vegetable Oils Low in Saturated Fat in a Meta–Analysis of Clinical Trials. The Journal of nutrition. 2015;145(7):1549–58.
 59. 59. Ismail SR, Maarof SK, Siedar Ali S, Ali A. Systematic review of palm oil consumption and the risk of cardiovascular disease. PloS one. 2018;13(2):e0193533.

60. Who J CF. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases... World Health Organ Tech Rep Ser. 2003;916((i-viii)):1-49.
61. Adam SK, Soelaiman IN, Umar NA, Mokhtar N, Mohamed N, Jaarin K. Effects of repeatedly heated palm oil on serum lipid profile, lipid peroxidation and homocysteine levels in a post-menopausal rat model. *McGill journal of medicine: MJM: an international forum for the advancement of medical sciences by students*. 2008;11(2):145-51.
62. Sulaiman NS, Sintang MD, Mantihal S, Zaini HM, Munsu E, Mamat H, et al. Balancing functional and health benefits of food products formulated with palm oil as oil sources. *Heliyon*. 2022;8(10):e11041.
63. RD. OB. Cottonseed oil. *Vegetable Oils in Food Technology: Composition, Properties and Uses*. 2002 36(7):203-31.
64. O'Brien RD WP. Cottonseed oil: processing and utilization. In *Proceedings World Conference and Exhibition on Oilseed Processing and Utilization 2001* 16.
65. Chandra Sekhar S, Rao VK. Cottonseed oil as health oil. 2011;34:17-24.
66. 2024 [Available from: <https://www.indexmundi.com/agriculture/?commodity=cottonseed-oil&graph=production>.
67. Randel R, Chase C, Wyse S. Effects of gossypol and cottonseed products on reproduction of mammals. *Journal of animal science*. 1992;70:1628-38.
68. Gadelha ICN, Fonseca NBS, Oloris SCS, Melo MM, Soto-Blanco B. Gossypol Toxicity from Cottonseed Products. *The Scientific World Journal*. 2014;2014(1):231635.
69. Abrante-Pascual S N-EB, Goicoechea-Oses E.. Vegetable oils and their use for frying: a review of their compositional differences and degradation. *Foods*. 2024 13(24):4186.
70. 2019.
71. Zia MA SS, Shoukat S, Hussain Z, Khan SU, Shafqat N. "Physicochemical features, functional characteristics, and health benefits of cottonseed oil: a review." *Brazilian journal of biology = Revista brasleira de biologia*. 2021;vol. 82
72. Bockish M. Composition, structure, physical data, and chemical reactions of fats and oils, their derivatives, and their associates. *Fats and oils handbook 1998*. 53120- p.
73. Hart TL, Petersen KS. The effect of cottonseed oil on lipids/lipoproteins: a systematic review and plasma cholesterol predictive equations estimations. 2024;82(8):1079-86.
74. Polley K, Oswell N, Pegg R, Paton C, Cooper J. A 5-day high-fat diet rich in cottonseed oil improves cholesterol profiles and triglycerides compared to olive oil in healthy men. *Nutrition Research*. 2018;60.
75. Prater MC, Scheurell AR, Paton CM, Cooper JA. Blood Lipid Responses to Diets Enriched with Cottonseed Oil Compared with Olive Oil in Adults with High Cholesterol in a Randomized Trial. *The Journal of nutrition*. 2022;152(9):2060-71.
76. Prater MC, Cooper JA. Is Cottonseed Oil the Next Healthy Oil? *Journal of Medicinal Food*. 2024;27(12):1141-4.
77. Huang YW, Wang LS, Chang HL, Ye W, Dowd MK, Wan PJ, et al. Molecular mechanisms of (-)-gossypol-induced apoptosis in human prostate cancer cells. *Anticancer research*. 2006;26(3a):1925-33.
78. Liu M, Xu Z, Wang L, Zhang L, Liu Y, Cao J, et al. Cottonseed oil alleviates ischemic stroke injury by inhibiting the inflammatory activation of microglia and astrocyte. 2020;17(1):270.
79. Riaz T, Iqbal M, Mahmood S, Yasmin I, Leghari A, Rehman A, et al. Cottonseed oil: A review of extraction techniques, physicochemical, functional, and nutritional properties. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2021;63:1-19.
80. 80. Atkins FM, Wilson M, Bock SA. Cottonseed hypersensitivity: new concerns over an old problem. *The Journal of allergy and clinical immunology*. 1988;82(2):242-50.
81. Bhattacharya S. *Snack Foods: Processing and Technology*: Elsevier Science; 2022.
82. Abdulkadir AGaJ, W.L.O.. Comparative Analysis of Physico-Chemical Properties of Extracted and Collected Palm Oil and Tallow.. *ChemSearch Journal*. 2013;4:44-54.
83. (MD) B. National Library of Medicine (US); 2025 [updated 02 Sep. Available from: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Tallow>.
84. Jica. 2025 [Available from: https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/11783636_04.pdf.
85. Ardahe M. SS. Improve Oxidative Stability of Beef-Tallow Oil Using Antioxidant Properties of Green tea and Lecithin.. *JOURNAL OF FOOD TECHNOLOGY AND NUTRITION*[Internet]. 2021;18(69):107-20.
86. Bowen-Forbes CS G-BA. *Fats Pharmacognosy*, Academic Press. 2024 471-89
87. Gharachourlou M, Ghavami, M. and Abroumand, P.. qualitative evaluation of iranian mutton tallow. as a source of edible fat. *Scientific Information Database* 2005:21-30.
88. Fatworks pure tallow, cooking oil 2025 [Available from: <https://www.eatthismuch.com/calories/pure-tallow-cooking->

oil-2269686.

89. Joseph P, Lanas F, Roth G, Lopez-Jaramillo P, Lonn E, Miller V, et al. Cardiovascular disease in the Americas: the epidemiology of cardiovascular disease and its risk factors. *Lancet regional health Americas*. 2025;42:100960.
90. Lee J, Lee JK, Lee JJ, Park S, Jung S, Lee HJ, et al. Partial Replacement of High-Fat Diet with Beef Tallow Attenuates Dyslipidemia and Endoplasmic Reticulum Stress in db/db Mice. 2022;25(6):660–74.
91. Zheng J, Lee J, Byun J, Yu D, Ha JH. Partial replacement of high-fat diet with n-3 PUFAs enhanced beef tallow attenuates dyslipidemia and endoplasmic reticulum stress in tunicamycin-injected rats. *Frontiers in nutrition*. 2023;10:1155436.
92. Alhayder M, Al-Mayyahi R, Abrar A-R. Effects of sunflower oils and beef tallow on serum parameters and liver histopathology in experimental rats. *Obesity Medicine*. 2020;18:100232.
93. Gaforio JJ, Visioli F, Alarc n-de-la-Lastra C, Castañer O, Delgado-Rodríguez M, Fit M, et al. Virgin Olive Oil and Health: Summary of the III International Conference on Virgin Olive Oil and Health Consensus Report, JAEN (Spain) 2018. *Nutrients*. 2019;11(9).
94. Zeb A, Akbar A. Ellagic Acid Suppresses the Oxidative Stress Induced by Dietary-Oxidized Tallow. *Oxidative medicine and cellular longevity*. 2018;2018:7408370.
95. Al-Mayyahi RS, Al-Hayder MN, Neamah NF. The Effect of Dietary Fat from Animal Sources on Prevalence of Obesity and Risk of Hepatic Diseases. *International Journal of Nutrition Sciences*. 2025;10(1):119–25.
96. Roy D. Triglycerides- Fats and Oils». 202324-03-. Retrieved 202420-11-. [Available from: https://chem.libretexts.org/Courses/American_River_College/CHEM_3093/A_Applied_Chemistry_for_the_Health_Sciences/113/A_Lipids_-_An_Introduction/11.033/A_Triglycerides_-_Fats_and_Oils.
97. Jadhav HB, Annapure US. Triglycerides of medium-chain fatty acids: a concise review. 2023;60(8):2143–52.
98. Meat Products with High Levels of Extenders and Fillers: Food and Agricultural Organization of the United States; archived from the original on 201907-02-, retrieved 201216-03-. [Available from: <https://www.scribd.com/document/178992932/Meat-Products-With-High-Levels-of-Extenders-and-Fillers>.
99. What are the advantages and disadvantages of butter and ghee when it comes to cooking?». Archived from the original on 4 April 2015. Retrieved 11 May 2015. [Available from: whfoods.com.
100. Massaro M, Scoditti E. Effects of Olive Oil on Blood Pressure: Epidemiological, Clinical, and Mechanistic Evidence. 2020;12(6).
101. Al-Khalifah A A-KH. Composition of ghee (Samn Barri)s from cows and sheep's milk.. *Food Chemistry* 1993;46(4):373–5.
102. Ulambayar N-E, Smanalieva J, Hellwig A, Iskakova J, Choijsilsuren N, Kalemshariv B, et al. Nutritional composition of ghee of various animal origins produced in some Silk Road countries. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2024;132:106251.
103. fatsecret. 2025: fatsecret.; [Available from: <https://www.fatsecret.com/calories-nutrition/generic/animal-fat-or-drippings?portionid=26142&portionamount=1.000>.
104. Ghamry HI, Zeweil MM. *Journal of animal physiology and animal nutrition*.
105. Sharma H, Zhang X, Dwivedi C. The effect of ghee (clarified butter) on serum lipid levels and microsomal lipid peroxidation. *Ayu*. 2010;31(2):134–40.
106. Moradinazar M, Sahargahi B, Najafi F, Darbandi M, Moludi J, Hamzeh B, et al. The Effect of The Oil Consumption Pattern on Atherogenic Index of Plasma: Evidence From a Cohort Study in West of Iran 2021.
107. Sadeghi M, Simani M. Longitudinal association of dietary fat intake with cardiovascular events in a prospective cohort study in Eastern Mediterranean region. 2021;72(8):1095–104.
108. Lima R, Block J. Coconut oil: What do we really know about it so far? *Food Quality and Safety*. 2019;3.
109. Rajendran A, D. Chaudhary, and V. Mahajan.. Corn oil research and improvement: a review. 2017:247–52.
110. N Harish SK, B Suneetha, M Sandhya and D Bhaskara Rao. Optimization of Process Parameters for Corn Germ Oil Extraction. Diss Acharya NG Ranga Agricultural University, Guntur, 2016. 2017;64 (3):677–82.
111. atlasbig. 2025 [Available from: <https://www.atlasbig.com/countries-by-corn-oil-production>.
112. Gomez Candela C, Bermejo Lopez LM, Loria Kohen V. Importance of a balanced omega 6/omega 3 ratio for the maintenance of health: nutritional recommendations. *Nutricion hospitalaria*. 2011;26(2):323–9.
113. Tortosa-Caparrós E, Navas-Carrillo D, Marín F, Orenes-Piñero E. Anti-inflammatory effects of omega 3 and omega 6 polyunsaturated fatty acids in cardiovascular disease and metabolic syndrome. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2017;57(16):3421–9.
114. Lampi A-M, Hicks K. Fatty Acid, Phytosterol, and Polyamine Conjugate Profiles of Edible Oils Extracted from Corn Germ,

- Corn Fiber, and Corn Kernels. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 2009;86.
115. Azzi A. Many tocopherols, one vitamin E. *Molecular Aspects of Medicine*. 2018;61:92–103.
 116. Singh R, Devi S, Gollen R. Role of free radical in atherosclerosis, diabetes and dyslipidaemia: larger-than-life. *Diabetes/ metabolism research and reviews*. 2015;31(2):113–26.
 117. Poprac P, Jomova K, Simunkova M, Kollar V, Rhodes CJ, Valko M. Targeting Free Radicals in Oxidative Stress-Related Human Diseases. *Trends in Pharmacological Sciences*. 2017;38(7):592–607.
 118. fdc. 171029 2025 [Available from: <https://fdc.nal.usda.gov/food-details/171029/nutrients>].
 119. Marcus J. *Lipids Basics: Fats and Oils in Foods and Health*. 2013. p. 231–77.
 120. Barrera-Arellano D, Badan-Ribeiro AP, Serna-Saldivar SO. Chapter 21 – Corn Oil: Composition, Processing, and Utilization. In: Serna-Saldivar SO, editor. *Corn* (Third Edition). Oxford: AACC International Press; 2019. p. 593–613.
 121. LENGKEY HA EP, WULANDARI E, PRATAMA A, GUMILAR J, SETYADI WP, SURYANINGSIH L, BALIA RL, PETROVIC VC.. «UTILIZING CORN OIL IN PROCESSING OF CULLED LAYER HENS SAUSAGES.». *AgroLife Scientific Journal* 2019;8 (1).
 122. Othman RA, Moghadasian MH. Beyond cholesterol-lowering effects of plant sterols: clinical and experimental evidence of anti-inflammatory properties. *Nutrition reviews*. 2011;69(7):371–82.
 123. Hunter P. The inflammation theory of disease. The growing realization that chronic inflammation is crucial in many diseases opens new avenues for treatment. *EMBO reports*. 2012;13(11):968–70.
 124. Mo S, Dong L, Hurst WJ, van Breemen RB. Quantitative analysis of phytosterols in edible oils using APCI liquid chromatography–tandem mass spectrometry. *Lipids*. 2013;48(9):949–56.
 125. Rajavel T, Packiyaraj P, Suryanarayanan V, Singh SK, Ruckmani K, Pandima Devi K. –Sitosterol targets Trx/Trx1 reductase to induce apoptosis in A549 cells via ROS mediated mitochondrial dysregulation and p53 activation. *Scientific Reports*. 2018;8(1):2071.
 126. Shi G, Liu J, Zhao W, Liu Y, Tian X. Separation and purification and in vitro anti-proliferative activity of leukemia cell K562 of Galium aparine L. petroleum ether phase. *Saudi pharmaceutical journal: SPJ: the official publication of the Saudi Pharmaceutical Society*. 2016;24(3):241–4.
 127. Mahaddalkar T, Suri C, Naik PK, Lopus M. Biochemical characterization and molecular dynamic simulation of –sitosterol as a tubulin-binding anticancer agent. *European journal of pharmacology*. 2015;760:15462–.
 128. Howell TJ, MacDougall DE, Jones PJH. Phytosterols partially explain differences in cholesterol metabolism caused by corn or olive oil feeding. *Journal of Lipid Research*. 1998;39(4):892–900.
 129. Saremi A, Arora R. Vitamin E and Cardiovascular Disease. *American journal of therapeutics*. 2009;17:e56–65.
 130. Farvid MS, Ding M, Pan A, Sun Q, Chiuve SE, Steffen LM, et al. Dietary linoleic acid and risk of coronary heart disease: a systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies. *Circulation*. 2014;130(18):1568–78.
 131. Maki KC, Hasse W, Dicklin MR, Bell M, Buggia MA, Cassens ME, et al. Corn Oil Lowers Plasma Cholesterol Compared with Coconut Oil in Adults with Above-Desirable Levels of Cholesterol in a Randomized Crossover Trial. *The Journal of nutrition*. 2018;148(10):1556–63.
 132. Belury MA, Cole RM, Snoke DB, Banh T, Angelotti A. Linoleic acid, glycemic control and Type 2 diabetes. Prostaglandins, leukotrienes, and essential fatty acids. 2018;132:30–3.
 133. Simopoulos AP. An Increase in the Omega-6/Omega-3 Fatty Acid Ratio Increases the Risk for Obesity. *Nutrients*. 2016;8(3):128.
 134. Loefer M, Walach H. The Omega-6/Omega-3 Ratio and Dementia or Cognitive Decline: A Systematic Review on Human Studies and Biological Evidence. *Journal of nutrition in gerontology and geriatrics*. 2013;32:1–23.
 135. Husted KS, Bouzinova EV. The importance of n-6/n-3 fatty acids ratio in the major depressive disorder. *Medicina (Kaunas, Lithuania)*. 2016;52(3):139–47.
 136. Saini RK, Keum YS. Omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids: Dietary sources, metabolism, and significance – A review. *Life sciences*. 2018;203:255–67.
 137. Mori TA. Marine OMEGA-3 fatty acids in the prevention of cardiovascular disease. *Fitoterapia*. 2017;123:51–8.
 138. Castej n N, Luna P, Señoráns F. Ultrasonic Removal of Mucilage for Pressurized Liquid Extraction of Omega-3 Rich Oil from Chia Seeds (*Salvia hispanica* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2017;65.
 139. Safaei P, Bayat G, Mohajer A. Comparison of fish oil supplements and corn oil effects on serum lipid profile: a systematic review

- and meta-analysis of randomized controlled trials. *Systematic Reviews*. 2024;13(1):54.
140. FEED YOUR MIND July 2024 –1 [Available from: <https://www.fda.gov/media/135280/download>.
 141. Dodson L. 2025 [Available from: <https://www.ers.usda.gov/data-products/adoption-of-genetically-engineered-crops-in-the-united-states/recent-trends-in-ge-adoption>.
 142. Van Bruggen AHC, He MM, Shin K, Mai V, Jeong KC, Finckh MR, et al. Environmental and health effects of the herbicide glyphosate. *The Science of the total environment*. 2018;616–617:255–68.
 143. Greim H, Saltmiras D, Mostert V, Strupp C. Evaluation of carcinogenic potential of the herbicide glyphosate, drawing on tumor incidence data from fourteen chronic/carcinogenicity rodent studies. *Critical reviews in toxicology*. 2015;45(3):185–208.
 144. Tarazona JV, Court-Marques D, Tiramani M, Reich H, Pfeil R, Istace F, et al. Glyphosate toxicity and carcinogenicity: a review of the scientific basis of the European Union assessment and its differences with IARC. *Archives of Toxicology*. 2017;91(8):2723–43.
 145. Gotua M, Lomidze N, Dolidze N, Gotua T. IgE-mediated food hypersensitivity disorders. *Georgian medical news*. 2008(157):39–44.
 146. Spök A, Gaugitsch H, Laffer S, Pauli G, Saito H, Sampson H, et al. Suggestions for the Assessment of the Allergenic Potential of Genetically Modified Organisms. *International archives of allergy and immunology*. 2005;137:167–80.
 147. Samsel A, Seneff S. Glyphosate, pathways to modern diseases II: Celiac sprue and gluten intolerance. *Interdisciplinary toxicology*. 2013;6(4):159–84.
 148. Baktavachalam G, Delaney B, Fisher T, Ladics G, Layton R, Locke M, et al. Transgenic maize event TC1507: Global status of food, feed, and environmental safety. *GM crops & food*. 2015;6.
 149. Wayne TF, Saha SP, Mukherjee D. Antioxidants in the Practice of Medicine; What Should the Clinician Know? *Cardiovascular & hematological disorders drug targets*. 2016;16(1):13–20.
 150. Xu G, Guan L, Sun J, Chen ZY. Oxidation of cholesterol and beta-sitosterol and prevention by natural antioxidants. *J Agric Food Chem*. 2009;57(19):9284–92.
 151. Ehling S, Hengel M, Shibamoto T. Formation of acrylamide from lipids. *Advances in experimental medicine and biology*. 2005;561:223–33.
 152. Semla M, Goc Z, Martiniaková M, Omelka R, Formicki G. Acrylamide: a common food toxin related to physiological functions and health. *Physiological research*. 2017;66(2):205–17.
 153. Ly TTG, Yun J, Lee DH, Chung JS, Kwon SM. Protective Effects and Benefits of Olive Oil and Its Extracts on Women's Health. *Nutrients*. 2021;13(12).
 154. Jimenez-Lopez C, Carpena M. Bioactive Compounds and Quality of Extra Virgin Olive Oil. 2020;9(8).
 155. Karadshah S. 2024 [26 Sep]. Available from: <https://www.themediterraneanandish.com/olive-oil-guide/#h-how-is-extra-virgin-olive-oil-different-from-regular-olive-oil>.
 156. Manaker L. 2024 [27 Dec]. Available from: <https://www.eatingwell.com/is-olive-oil-good-for-you-8766002>.
 157. Xia M, Zhong Y, Peng Y, Qian C. Olive oil consumption and risk of cardiovascular disease and all-cause mortality: A meta-analysis of prospective cohort studies. *Frontiers in nutrition*. 2022;9:1041203.
 158. Bilal RM, Liu C, Zhao H, Wang Y, Farag MR, Alagawany M, et al. Olive Oil: Nutritional Applications, Beneficial Health Aspects and its Prospective Application in Poultry Production. *Frontiers in pharmacology*. 2021;12:723040.
 159. Hidalgo-Mora JJ, Cortés-Sierra L, García-Pérez M. Diet to Reduce the Metabolic Syndrome Associated with Menopause. *The Logic for Olive Oil*. 2020;12(10).
 160. Tsimihodimos V, Psoma O. Extra Virgin Olive Oil and Metabolic Diseases. *International journal of molecular sciences*. 2024;25(15).
 161. Tsamos G, Kalopitas G, Evripidou K, Vasdeki D. The Effects of Olive Oil Consumption on Biochemical Parameters and Body Mass Index of People with Nonalcoholic Fatty Liver Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. 2024;16(6).
162. امیرسرداری ا، اسدالهی س، اسحاقی م. بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و پایداری اکسایشی روغن سرخ کردنی فاقد پالم در مقایسه با روغن سرخ کردنی حاوی پالم. *مجله علوم و صنایع غذایی ایران*. 2018;15(80):245–55.
 163. قربانی م. بررسی پایداری حرارتی روغن دانه کنجد و مخلوط آن با روغن های کانولا و اولیون پالم. *مجله علوم و صنایع غذایی ایران*. 2018;15(80):267–79.
 164. Mirzaei H, BOLDAJI F, Dokhani S. Changes in fatty acids content of two oils used for partially frying of potato. 2006.

165. Wroniak M, Raczek M, Kruszewski B, Symoniuk E, Dach D. Effect of deep frying of potatoes and tofu on thermo-oxidative changes of cold pressed rapeseed oil, cold pressed high oleic rapeseed oil and palm olein. *Antioxidants*. 2021;10(10):1637.
166. Srivastava Y, Semwal AD. A study on monitoring of frying performance and oxidative stability of virgin coconut oil (VCO) during continuous/prolonged deep fat frying process using chemical and FTIR spectroscopy. *Journal of food science and technology*. 2015;52(2):984–91.
167. Casal S, Malheiro R, Sendas A, Oliveira BP, Pereira JA. Olive oil stability under deep-frying conditions. *Food and chemical toxicology*. 2010;48(10):2972–9.
168. Duan Z, Li Q, Wang H, He X, Zhang M. Genetic regulatory networks of soybean seed size, oil and protein contents. *Frontiers in Plant Science*. 2023;14:1160418.
169. Yao Y, You Q, Duan G, Ren J, Chu S, Zhao J, et al. Quantitative trait loci analysis of seed oil content and composition of wild and cultivated soybean. *BMC plant biology*. 2020;20(1):51.
170. Shurtleff W, Aoyagi A. History of soybean crushing, soy oil, and soybean meal (980–2016). 2016.
171. World Soy Oil Production [Available from: <https://sopa.org/world-soy-oil-production/>].
172. Parcell J, Kojima Y, Roach A, Cain W. Global edible vegetable oil market trends. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*. 2018;2(1):2282–91.
173. [Available from: <https://www.fas.usda.gov/>].
174. Sakurai H, Pokorný J. The development and application of novel vegetable oils tailor made for specific human dietary needs. *European journal of lipid science and technology*. 2003;105(12):769–78.
175. Zambelli A. Current status of high oleic seed oils in food processing. *Journal of the American Oil Chemists Society*. 2021;98(2):129–37.
176. Warner K, Gupta M. Frying quality and stability of low and ultra low linolenic acid soybean oils. *Journal of the American Oil Chemists Society*. 2003;80(3):275–80.
177. Bresson J-L, Flynn A, Heinonen M, Hulshof K, Korhonen H, Lagiou P, et al. Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission related to a notification from WFA and AWRI on casein and potassium caseinate used in the manufacture of wine pursuant to Article 6 paragraph 11 of Directive 2000/13/EC—for permanent exemption from labelling. *EFSA Journal*. 2007;5(8 (531)).
178. Pham A-T, Shannon JG, Bilyeu KD. Combinations of mutant FAD2 and FAD3 genes to produce high oleic acid and low linolenic acid soybean oil. *Theoretical and applied genetics*. 2012;125(3):503–15.
179. Hudson K, Carrero Col n M. Four allele combinations for high oleic, low linolenic soybeans. *Journal of the American Oil Chemists Society*. 2025;102(4):765–70.
180. Oil, soybean, salad or cooking [Available from: <https://fdc.nal.usda.gov/food-details/171411/nutrients>].
181. Venkata RP, Subramanyam R. Evaluation of the deleterious health effects of consumption of repeatedly heated vegetable oil. *Toxicology reports*. 2016;3:636–43.
182. Vieira SA, McClements DJ, Decker EA. Challenges of Utilizing Healthy Fats in Foods1–3. *Advances in Nutrition*. 2015;6(3):309S–17S.
183. Ander BP, Dupasquier CM, Prociuk MA, Pierce GN. Polyunsaturated fatty acids and their effects on cardiovascular disease. *Experimental & Clinical Cardiology*. 2003;8(4):164.
184. Mozaffarian D, Micha R, Wallace S. Effects on coronary heart disease of increasing polyunsaturated fat in place of saturated fat: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *PLoS medicine*. 2010;7(3):e1000252.
185. Siri-Tarino PW, Sun Q, Hu FB, Krauss RM. Saturated fatty acids and risk of coronary heart disease: modulation by replacement nutrients. *Current atherosclerosis reports*. 2010;12(6):384–90.
186. Fusaro M, Mereu MC, Aghi A, Iervasi G, Galli M. Vitamin K and bone. *Clinical Cases in Mineral and Bone Metabolism*. 2017;14(2):200.
187. Mangano KM, Sahni S, Kerstetter JE, Kenny AM, Hannan MT. Polyunsaturated fatty acids and their relation with bone and muscle health in adults. *Current osteoporosis reports*. 2013;11(3):203–12.
188. Swanson D, Block R, Mousa SA. Omega-3 fatty acids EPA and DHA: health benefits throughout life. *Advances in nutrition*. 2012;3(1):1–7.
189. Calder PC. Omega-3 fatty acids and inflammatory processes: from molecules to man. *Biochemical Society Transactions*. 2017;45(5):1105–15.

190. Bowen KJ, Harris WS, Kris-Etherton PM. Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease: are there benefits? Current treatment options in cardiovascular medicine. 2016;18(11):69.
191. DiNicolantonio JJ, O'Keefe JH. Importance of maintaining a low omega 6/omega 3 ratio for reducing inflammation. *Open heart*. 2018;5(2).
192. Deol P, Evans JR, Dhahbi J, Chellappa K, Han DS, Spindler S, et al. Soybean oil is more obesogenic and diabetogenic than coconut oil and fructose in mouse: potential role for the liver. *PLoS one*. 2015;10(7):e0132672.
193. Miyamoto JÉ, Ferraz ACG, Portovedo M, Reginato A, Stahl MA, Ignacio-Souza LM, et al. Interesterified soybean oil promotes weight gain, impaired glucose tolerance and increased liver cellular stress markers. *The Journal of Nutritional Biochemistry*. 2018;59:153–9.
194. Esterbauer H, Wäg G, Puhl H. Lipid peroxidation and its role in atherosclerosis. *British medical bulletin*. 1993;49(3):566–76.
195. DiNicolantonio JJ, O'Keefe JH. Omega-6 vegetable oils as a driver of coronary heart disease: the oxidized linoleic acid hypothesis. *Open heart*. 2018;5(2).
196. Mensink RP, Katan MB. Effect of dietary fatty acids on serum lipids and lipoproteins. A meta-analysis of 27 trials. *Arteriosclerosis and thrombosis: a journal of vascular biology*. 1992;12(8):911–9.
197. Ghobadi R, Rostami Ahmadvandi H, Zeinodini A, Akbarabadi A. Nutritional properties and benefits of camelina oil and meal. *Agrotechniques in Industrial Crops*. 2021;1(2):71–6.
198. Arshad M, Shankar S, Mohanty AK, Todd J, Riddle R, Van Acker R, et al. Improving the barrier and mechanical properties of paper used for packing applications with renewable hydrophobic coatings derived from camelina oil. *ACS omega*. 2024;9(18):19786–95.
199. Arshad M, Mohanty AK, Van Acker R, Riddle R, Todd J, Khalil H, et al. Valorization of camelina oil to biobased materials and biofuels for new industrial uses: a review. *RSC advances*. 2022;12(42):27230–45.
200. Zanetti F, Alberghini B, Marjanovi Jeromela A, Grahovac N, Rajkovi D, Kiprovski B, et al. Camelina, an ancient oilseed crop actively contributing to the rural renaissance in Europe. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 2021;41(1):2.
201. Piravi-vanak Z, Azadmard-Damirchi S, Kahrizi D, Mooraki N, Ercisli S, Savage GP, et al. Physicochemical properties of oil extracted from camelina (*Camelina sativa*) seeds as a new source of vegetable oil in different regions of Iran. *Journal of Molecular Liquids*. 2022;345:117043.
202. Mondor M, Hernández Álvarez AJ. Camelina sativa composition, attributes, and applications: A review. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2022;124(3):2100035.
203. Haslam RP, Michaelson LV, Eastmond PJ, Napier JA. Born of frustration: the emergence of Camelina sativa as a platform for lipid biotechnology. *Plant Physiology*. 2025;197(2):kiaf009.
204. Ehrensing DT, Guy SO. Camelina. 2008.
205. WHAT IS CAMELINA SATIVA? [Available from: <https://www.camelina.it/en/camelina-sativa/>].
206. Abramovic H, Abram V. Physico-chemical properties, composition and oxidative stability of Camelina sativa oil. *Food technology biotechnol*. 2005;43(1):63–70.
207. Zubr J. Oil-seed crop: Camelina sativa. *Industrial crops and products*. 1997;6(2):113–9.
208. Matthäus B, Zubr J. Variability of specific components in Camelina sativa oilseed cakes. *Industrial crops and products*. 2000;12(1):9–18.
209. Camelina Oil [Available from: <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/food-nutrition/genetically-modified-foods-other-novel-foods/approved-products/camelina-oil-novel-food-information.html>].
210. ORGANIC CAMELINA OIL [Available from: <https://fdc.nal.usda.gov/food-details/1883059/nutrients>].
211. Gugel R, Falk K. Agronomic and seed quality evaluation of Camelina sativa in western Canada. *Canadian journal of plant science*. 2006;86(4):1047–58.
212. Zubr J, Matthäus B. Effects of growth conditions on fatty acids and tocopherols in Camelina sativa oil. *Industrial crops and products*. 2002;15(2):155–62.
213. Jalili C, Talebi S, Mehrabani S, Bagheri R, Wong A, Amirian P, et al. Effects of camelina oil supplementation on lipid profile and glycemic control: a systematic review and dose response meta-analysis of randomized clinical trials. *Lipids in Health and Disease*. 2022;21(1):132.
214. Bellien J, Bozec E, Bounoure F, Khettab H, Malloizel-Delaunay J, Skiba M, et al. The effect of camelina oil on vascular function in essential hypertensive patients with metabolic syndrome: a randomized, placebo-controlled, double-blind study. *The*

- American journal of clinical nutrition. 2022;115(3):694–704.
215. Ibrahim FM, El Habbasha S. Chemical composition, medicinal impacts and cultivation of camelina (*Camelina sativa*). International Journal of PharmTech Research. 2015;8(10):114–22.
 216. Bilska A, Kurasiak-Popowska D, Szablewski T, Radzimirska-Graczyk M, Stuper-Szablewska K. Camelina sativa seeds and oil as ingredients in model muffins in order to enhance their health-promoting value. Foods. 2024;13(13):2027.
 217. Lin L, Allemekinders H, Dansby A, Campbell L, Durance-Tod S, Berger A, et al. Evidence of health benefits of canola oil. Nutrition reviews. 2013;71(6):370–85.
 218. Potential Benefits and Risks of Canola Oil [Available from: <https://www.health.com/canola-oil-8666463>.
 219. Szabo Z, Marosvölgyi T, Szabo E, Koczka V, Verzar Z, Figler M, et al. Effects of repeated heating on fatty acid composition of plant-based cooking oils. Foods. 2022;11(2):192.
 220. Vitamin E [Available from: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/VitaminE-HealthProfessional/>.
 221. Amiri M, Ghanecian MT, Zare-Sakhvidi MJ, Rahmadian M, Nadjarzadeh A, Moghtaderi F, et al. The effect of canola oil compared with sesame and sesame-canola oil on cardio-metabolic biomarkers in patients with type 2 diabetes: Design and research protocol of a randomized, triple-blind, three-way, crossover clinical trial. ARYA atherosclerosis. 2019;15(4):168.
 222. DiNicolantonio JJ, O'Keefe J. The importance of maintaining a low omega-6/omega-3 ratio for reducing the risk of autoimmune diseases, asthma, and allergies. Missouri medicine. 2021;118(5):453.
 223. Saleem M, Ahmad N. Characterization of canola oil extracted by different methods using fluorescence spectroscopy. PloS one. 2018;13(12):e0208640.
 224. Asadi Y, Farahmandfar R. Frying stability of canola oil supplemented with ultrasound assisted extraction of *Teucrium polium*. Food science & nutrition. 2020;8(2):1187–96.
 225. Concerns about canola oil [Available from: <https://nutritionsource.hsph.harvard.edu/201513/04/ask-the-expert-concerns-about-canola-oil/>.
 226. Vahedi H, Atefi M, Entezari MH, Hassanzadeh A. The effect of sesame oil consumption compared to sunflower oil on lipid profile, blood pressure, and anthropometric indices in women with non-alcoholic fatty liver disease: a randomized double-blind controlled trial. Trials. 2022;23(1):551.
 227. Wan Y, Zhou Q, Zhao M, Hou T. Byproducts of sesame oil extraction: composition, function, and comprehensive utilization. Foods. 2023;12(12):2383.
 228. پوریزدی م، اقتصادی، شهریار، کاسب، اردکانی ا، حسینی. تأثیر مصرف روغن کنجد بر پروفایل لیپیدی و قند خون بیماران دیابتی نوع دو مراجعه کننده به مرکز تحقیقاتی-درمانی دیابت یزد. ماهنامه علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد. 2008;2(16):31–5.
 229. Ioannou ET, Gliatis KS, Zoidis E, Georgiou CA. Olive oil benefits from sesame oil blending while extra virgin olive oil resists oxidation during deep frying. Molecules. 2023;28(11):4290.
 ۲۳۰. عباسی، سامی، حسن زاده. مقایسه‌ی اثر ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی روغن کنجد تولید شده به روش‌های سنتی (روش ارده)، صنعتی و پرس سرد. مجله دانشکده پزشکی اصفهان. ۲۰۲۰;۳۸(۵۷۷):۳۵۴–۹.
 ۲۳۱. پورقنبری، اردکانی ص، ایرجی، آیدا. پایداری اکسایشی روغن ارده کنجد غنی شده با اسانس بادرنجبویه در دمای بالا و طی دوره نگهداری. نشریه فراوری و نگهداری مواد غذایی. ۲۰۲۱;۱۳(۲):۳۳–۴۶.
 ۲۳۲. رونیزی خ، مهاجری ا، بروجنی م، حمدالله، سنگ جب، کیانی، et al. بررسی میزان املاح معدنی در دانه کنجد و انتقال آن به روغن ارده و کنجد تصفیه. مجله پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران. ۲۰۲۳;۱۹(۴):۴۹۱–۹.
 233. Ruyvaran M, Zamani A, Mohamadian A, Zarshenas MM, Eftekhari MH, Pourahmad S, et al. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) oil could improve abdominal obesity, blood pressure, and insulin resistance in patients with metabolic syndrome: A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. Journal of ethnopharmacology. 2022;282:114590.
 234. Khalid N, Khan RS, Hussain MI, Farooq M, Ahmad A, Ahmed I. A comprehensive characterisation of safflower oil for its potential applications as a bioactive food ingredient-A review. Trends in food science & technology. 2017;66:176–86.
 235. Betschart A. Development of safflower protein. Journal of the American Oil Chemists Society. 1979;56(3Part3):454–7.
 236. safflower-oil-healthy-cooking-oil [Available from: <https://www.healthline.com/health/safflower-oil-healthy-cooking-oil>.
 237. Tultabaev M, Chomanov U, Tultabaeva T, Shoman A, Dodaev K, Azimov U, et al. Identifying patterns in the fatty-acid composition of safflower depending on agroclimatic conditions. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2022;2(11):116.
 238. Morovati E, Sahari M, Barzegar M. Physicochemical properties of Iranian varieties/lines of safflower oil and seed as a rich source of -6. 2010.

239. safflower oil [Available from: <https://www.eatthismuch.com/calories/safflower-oil-489741>.
240. Zhu S, Pang J, Nguyen A, Tan C, Tso A, Huynh T, et al. Temporal effects of safflower oil diet-based linoleic acid supplementation on Barth's syndrome cardiomyopathy. *Circulation*. 2024;149(10):790–3.
241. Danneskiold Samsøe NB, Andersen D, Radulescu ID, Normann Hansen A, Brejnrod A, Kragh M, et al. A safflower oil based high fat/high sucrose diet modulates the gut microbiota and liver phospholipid profiles associated with early glucose intolerance in the absence of tissue inflammation. *Molecular Nutrition & Food Research*. 2017;61(5):1600528.
242. de Souza MA, Gomes MSC, da Silva AE, da Costa Rangel R, Braz GRF, Pedroza AA, et al. Maternal safflower oil consumption improve reflex maturation, memory and reduces hippocampal oxidative stress in the offspring rats treated during pregnancy and lactation. *Journal of Affective Disorders*. 2022;318:33–9.
243. De Ataíde E, Perales SR, de Oliveira Peres M, da Costa LBE, Quarella F, Valerini F, et al., editors. Acute liver failure induced by *Carthamus tinctorius* oil: Case reports and literature review. *Transplantation Proceedings*; 2018: Elsevier.
244. Rabail R, Shabbir MA, Sahar A, Miecznikowski A, Kieliszek M, Aadil RM. An intricate review on nutritional and analytical profiling of coconut, flaxseed, olive, and sunflower oil blends. *Molecules*. 2021;26(23):7187.
245. Bihola A, Chaudhary M, Bumbadiya M, Suvera P, Adil S. Technological innovations in margarine production: Current trends and future perspectives on trans fat removal and saturated fat replacement. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2025;24(1):e70088.
246. Fallahasgari M, Barzegar F, Abolghasem D, Nayeibzadeh K. An overview focusing on modification of margarine rheological and textural properties for improving physical quality. *European Food Research and Technology*. 2023;249(9):2227–40.
247. Silva TJ, Barrera-Arellano D, Ribeiro APB. Margarines: Historical approach, technological aspects, nutritional profile, and global trends. *Food Research International*. 2021;147:110486.
248. asghar Vahidinia A. Effects of margarine and butter on lipid profile and serum fatty acid composition in rats. *Koomesh*. 2016;18(1):180–8.
249. Mohammadi Nasrabadi F, Rashidimehr A, Khoshtinat K, Alhouei B, Massomian A, Rashidian M, et al. A Comparative Analysis of Butter, Ghee, and Margarine and Its Implications for Healthier Fat and Oil Group Choices: SWOT Analysis. *Food Science & Nutrition*. 2024;12(12):10123–35.
250. margarine [Available from: <https://www.eatthismuch.com/calories/margarine-375>.
251. Liu Q, Rossouw JE, Roberts MB, Liu S, Johnson KC, Shikany JM, et al. Theoretical effects of substituting butter with margarine on risk of cardiovascular disease. *Epidemiology*. 2017;28(1):145–56.
252. Zhang Y, Zhuang P, Wu F, He W, Mao L, Jia W, et al. Cooking oil/fat consumption and deaths from cardiometabolic diseases and other causes: prospective analysis of 521,120 individuals. *BMC medicine*. 2021;19(1):92.
253. Angelis-Pereira MCD, Barcelos MdFP, Pereira JdAR, Pereira RC, Souza RVd. Effect of different commercial fat sources on brain, liver and blood lipid profiles of rats in growth phase. *Acta Cirurgica Brasileira*. 2017;32(12):1013–25.
254. Wang N, Guo J, Liu F, Wang M, Li C, Jia L, et al. Depot-specific inflammation with decreased expression of ATM2 in white adipose tissues induced by high-margarine/lard intake. *PloS one*. 2017;12(11):e0188007.
255. Fridén M, Lemming EW, Lind L, Vessby J, Rosqvist F, Risérus U. Substitutions of saturated fat intakes with other macronutrients and foods and risk of NAFLD cirrhosis and all-cause hepatocellular carcinoma: a prospective cohort study. *The American journal of clinical nutrition*. 2024;120(1):18795–.
256. Shankar P, Ahuja S, Tracchio A. Coconut oil: a review. *Agro Food Industry Hi-Tech*. 2013;24(5):62–4.
257. Schwingshackl L, Schlesinger S. Coconut oil and cardiovascular disease risk. *Current Atherosclerosis Reports*. 2023;25(5):231–6.
258. Suryani S, Sariani S, Earnestly F, Marganof M, Rahmawati R, Sevindrajuta S, et al. A comparative study of virgin coconut oil, coconut oil and palm oil in terms of their active ingredients. *Processes*. 2020;8(4):402.
259. Voon PT, Ng CM, Ng YT, Wong YJ, Yap SY, Leong SL, et al. Health Effects of Various Edible Vegetable Oils: An Umbrella Review. *Advances in Nutrition*. 2024;15(9):100276.
260. Neelakantan N, Seah JYH, van Dam RM. The effect of coconut oil consumption on cardiovascular risk factors: a systematic review and meta-analysis of clinical trials. *Circulation*. 2020;141(10):803–14.
261. coconut oil [Available from: <https://www.eatthismuch.com/calories/coconut-oil-265>.
262. Savva SC, Kafatos A. Vegetable oils: dietary importance. 2016.
263. Teng M, Zhao YJ, Khoo AL, Yeo TC, Yong QW, Lim BP. Impact of coconut oil consumption on cardiovascular health: a

systematic review and meta-analysis. *Nutrition reviews*. 2020;78(3):249–59.

264. Jayawardena R, Swarnamali H, Lanerolle P, Ranasinghe P. Effect of coconut oil on cardio-metabolic risk: A systematic review and meta-analysis of interventional studies. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*. 2020;14(6):2007–20.
265. Duarte AC, Spiazzi BF, Zingano CP, Merello EN, Wayerbacher LF, Teixeira PP, et al. The effects of coconut oil on the cardiometabolic profile: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Lipids in Health and Disease*. 2022;21(1):83.
266. Schwingshackl L, Bogensberger B, Ben i A, Knüppel S, Boeing H, Hoffmann G. Effects of oils and solid fats on blood lipids: a systematic review and network meta-analysis. *Journal of lipid research*. 2018;59(9):1771–82.
267. Stafstrom CE, Rho JM. Is the Ketogenic Diet the Cure for Multiple Diseases? *Sat*. 2013;21:37.
268. Price S, Ruppert TM. Ketogenic therapies in Parkinson's disease, Alzheimer's disease, and mild cognitive impairment: An integrative review. *Applied Nursing Research*. 2023;74:151745.
269. Carrera-Juliá S, Obrador E, Lopez-Blanch R, Oriol-Caballo M, Moreno-Murciano P, Estrela JM. Ketogenic effect of coconut oil in ALS patients. *Frontiers in nutrition*. 2024;11:1429498.
270. Dhanasekara CS, Nelson A, Spradley M, Wynn A, Robohm-Leavitt C, Shen C-L, et al. Effects of consumption of coconut oil or coconut on glycemic control and insulin sensitivity: A systematic review and meta-analysis of interventional trials. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. 2022;32(1):53–68.
271. Laqui-Estaña J, Obrique-Slier E, García-Nauto N, Saldaña E. Advances in grape seed oil extraction techniques and their applications in food products: A comprehensive review and bibliometric analysis. *Foods*. 2024;13(22):3561.
272. Martin ME, Grao-Cruces E, Millan-Linares MC, Montserrat-De la Paz S. Grape (*Vitis vinifera* L.) seed oil: A functional food from the winemaking industry. *Foods*. 2020;9(10):1360.
273. Sergheev L. The analysis of the chemical composition of the grape seed oil and peel. *Acta et commentationes (tiin e Exacte i ale Naturii)*. 2023;15(1):116–23.
274. Di Pietro Fernandes C, Santana LF, Dos Santos JR, Fernandes DS, Hiane PA, Pott A, et al. Nutraceutical potential of grape (*Vitis vinifera* L.) seed oil in oxidative stress, inflammation, obesity and metabolic alterations. *Molecules*. 2023;28(23):7811.
275. Oil, grapeseed [Available from: <https://fdc.nal.usda.gov/food-details/171028/nutrients>].
276. حمید اد. روغن هسته انگور؛ مروری بر فراوری و خواص. 2024.
277. Nash D, Nash S, Grant W. Grapeseed oil, a natural agent which raises serum HDL levels. *J Am Coll Cardiol*. 1993;21:318–20.
278. Zhang H, Liu S, Li L, Liu S, Liu S, Mi J, et al. The impact of grape seed extract treatment on blood pressure changes: A meta-analysis of 16 randomized controlled trials. *Medicine*. 2016;95(33):e4247.
279. Park E, Edirisinghe I, Choy YY, Waterhouse A, Burton-Freeman B. Effects of grape seed extract beverage on blood pressure and metabolic indices in individuals with pre-hypertension: a randomised, double-blinded, two-arm, parallel, placebo-controlled trial. *British Journal of Nutrition*. 2016;115(2):226–38.
280. Sano A, Uchida R, Saito M, Shioya N, Komori Y, Tho Y, et al. Beneficial effects of grape seed extract on malondialdehyde-modified LDL. *Journal of nutritional science and vitaminology*. 2007;53(2):174–82.
281. Safaei N, Babaei H, Azarfarin R, Jodati A-R, Yaghoubi A, Sheikhalizadeh M-A. Comparative effect of grape seed extract (*Vitis vinifera*) and ascorbic acid in oxidative stress induced by on-pump coronary artery bypass surgery. *Annals of cardiac anaesthesia*. 2017;20(1):45–51.
282. Ashtiyani SC, Najafi H, Firouzifard MR, Shafaat O. Grape seed extract for reduction of renal disturbances following reperfusion in rats. *Iranian journal of kidney diseases*. 2013;7(1):28.
283. Turki K, Charradi K, Boukhalfa H, Belhaj M, Limam F, Aouani E. Grape seed powder improves renal failure of chronic kidney disease patients. *EXCLI journal*. 2016;15:424.
284. Irandoost P, Ebrahimi-Mameghani M, Pirouzpanah S. Does grape seed oil improve inflammation and insulin resistance in overweight or obese women? *International journal of food sciences and nutrition*. 2013;64(6):706–10.
285. Bazán-Salinas IL, Matías-Pérez D, Pérez-Campos E, Mayoral LP-C, García-Montalvo IA. Reduction of platelet aggregation from ingestion of oleic and linoleic acids found in *Vitis vinifera* and *Arachis hypogaea* oils. *American Journal of Therapeutics*. 2016;23(6):e1315–e9.
286. Sampaio GR, Guizellini GM, da Silva SA, de Almeida AP, Pinaffi-Langley ACC, Rogero MM, et al. Polycyclic aromatic hydrocarbons in foods: biological effects, legislation, occurrence, analytical methods, and strategies to reduce their formation.

- International journal of molecular sciences. 2021;22(11):6010.
287. Ma J-K, Li K, Li X, Elbadry S, Raslan AA, Li Y, et al. Levels of polycyclic aromatic hydrocarbons in edible and fried vegetable oil: A health risk assessment study. *Environmental Science and Pollution Research*. 2021;28(42):59784–91.
288. grape-seed-extract [Available from: <https://www.nccih.nih.gov/health/grape-seed-extract>.
289. Grootveld M, Percival BC, Leenders J, Wilson PB. Potential adverse public health effects afforded by the ingestion of dietary lipid oxidation product toxins: Significance of fried food sources. *Nutrients*. 2020;12(4):974.
290. Maszewska M, Florowska A, D u ewska E, Wroniak M, Marciniak-Lukasiak K, bikowska A. Oxidative stability of selected edible oils. *Molecules*. 2018;23(7):1746.
291. Chiou A, Kalogeropoulos N. Virgin olive oil as frying oil. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2017;16(4):632–46.





فصل هفتم

تأثیرات سرخ کردن بر روغن
و ترکیبات مواد غذایی

فرآیند سرخ کردن

سرخ کردن های عمیق یکی از روش های رایج برای سرخ کردن غذاها در سراسر جهان است. در طی فرآیند سرخ کردن، غذا برای مدت زمان مورد نیاز در روغن داغ غوطه ور می شود تا زمانی که غذا بافتی ترد پیدا کند. از آنجایی که اکسیژن و آب در غذا وجود دارد، تری گلیسیریدها در دمای پخت بالا تحت واکنش های شیمیایی متعددی از جمله پلیمریزاسیون، اکسیداسیون، ایزومریزاسیون و هیدرولیز قرار می گیرند.

سرخ کردن تغییرات قابل توجهی در ترکیب غذا ایجاد می کند که عمدتاً شامل از دست دادن آب، جذب روغن و تشکیل آکريل آمید از طریق واکنش میلارد می شود. فرآیند سرخ کردن شامل همرفت و هم رسانایی برای انتقال گرما و جرم است. انتقال انبوه و تبادلات لیپید به عنوان دگرگونی های فیزیکی قابل توجهی که بر کیفیت کلی غذای سرخ شده تأثیر زیادی دارد، نقش مهمی در این فرآیند بازی می کند. این تغییرات بر جنبه های مختلفی مانند خوش طعم بودن، ترکیب و بافت محصول نهایی تأثیر می گذارد. مواد خام سرخ شده تحت دو نوع فرآیند انتقال جرم قرار می گیرند. اولین مورد شامل حرکت آب و اجزای محلول از داخل غذا به سمت پوسته سطحی است. دومین فرآیند انتقال جرم، تبخیر آب سطحی از محصولات سرخ شده، همراه با حرکت روغن به داخل محصولات است. همانطور که آب از سطح تبخیر می شود، حفره هایی ایجاد می کند که اجازه می دهد روغن در غذا نفوذ کند. بنابراین، میزان جذب روغن در حین سرخ کردن در درجه اول به مقدار آب موجود در مواد خام سرخ شده بستگی دارد (۱).

در طی سرخ کردن عمیق با روغن، غذا در معرض دمای بالاتری در حدود ۱۵۰ تا ۱۹۰ درجه سانتیگراد قرار می گیرد. فرآیند سرخ کردن عمیق فرآیند پیچیده ای است که در آن روغن تحت واکنش های متعددی قرار می گیرد که منجر به تخریب روغن و تجمع برخی مولکول های سمی ناشی از محصولات جانبی اکسیداسیون مانند هیدروپراکسیدها، آلدئیدها، کتونها و ترکیبات کربونیل می شود. آنها ترکیبات فرار و غیر فرار تولید می کنند. بیشتر ترکیبات فرار در جو با بخار تبخیر می شوند. این فرآیند همچنین منجر به تغییر ترکیب اسیدهای چرب و تولید بارهای اسیدهای چرب آزاد در محیط سرخ کردن می شود که در نتیجه ویسکوزیته روغن تغییر می کند. سرخ کردن با چربی عمیق به غذای سرخ شده بافت می دهد و خوش طعمی غذا را افزایش می دهد. با توجه به اینکه غذاهای سرخ شده در معرض درجه بالاتری از تجزیه اکسیداتیو قرار می گیرند، بنابراین کیفیت / ماندگاری غذای سرخ شده را در یک دوره زمانی کاهش می دهند (۲).

از مضرات غذای های سرخ شده مثل مرغ، ماهی، ناگت افزایش قابل توجه جذب روغن در هنگام سرخ کردن عمیق است. تحقیقات در مورد ماهی و مرغ سرخ شده افزایش قابل توجهی در محتوای چربی کل نشان داده است، به طوری که میزان چربی فیله ماهی سفید به ۱۰/۵٪ (از ۱٪) و مرغ به ۱۸٪ (از ۲٪) پس از سرخ کردن عمیق افزایش یافت. به طور مشابه، محتوای چربی سیب زمینی سرخ کرده می تواند از ۲/۰٪ به ۱۴٪ افزایش یابد، در حالی که در چیس سیب زمینی ممکن است تا ۴۰٪ برسد (۳).

حتی اگر از روغن سالم استفاده کنید، سرخ کردن عمیق کالری زیادی به غذا اضافه می کند، بنابراین بهتر

است زیاد از این روش استفاده نکنید. کالری اضافی معمولاً از پوشش‌هایی مانند خمیر و آرد به علاوه روغنی که پس از پخت به غذا می‌چسبد به دست می‌آید. بین مصرف بیش از حد چربی و افزایش شیوع بیماری‌های غیرواگیر مانند چاقی، بیماری قلبی و دیابت، که با پیچیدگی‌های پیرامون جذب روغن ترکیب شده است تأکید شده است.

عوامل موثر در جذب روغن

نوع روغن سرخ‌کردنی

نوع روغن سرخ‌کردنی و ترکیب آن می‌تواند تاثیر قابل توجهی بر جذب روغن در غذاهای سرخ شده با چربی داشته باشد. روغن‌های مختلف دارای خواص شیمیایی متمایز هستند، از جمله تفاوت در ترکیب اسیدهای چرب و نقطه دود، که نقش مهمی در تعامل آنها با غذا در طول فرآیند سرخ کردن ایفا می‌کند. اگرچه روغن‌های هیدروژنه به دلیل طعم و مزه مورد علاقه بسیاری از رستوران‌ها قرار گرفته‌اند، اما استفاده از آنها به دلیل نگرانی‌های بهداشتی مرتبط با چربی‌های ترانس کاهش یافته است. در نتیجه، روغن‌های غیر اشباع به انتخاب اصلی برای سرخ کردن تبدیل شده‌اند (۳).

تحقیقی انجام شد تا ببینند چگونه هشت روغن سرخ‌کردنی مختلف بر میزان جذب چربی سیب زمینی سرخ شده تأثیر می‌گذارند. نتایج نشان داد که اسیدهای چرب غیر اشباع روغن بیشتری را جذب می‌کنند، اما اسیدهای چرب اشباع در کاربردهای سرخ‌کردنی پایدارتر هستند. همچنین مقدار غیر اشباع در روغن‌های سرخ‌کردنی، سرعت اکسیداسیون را افزایش می‌دهد. علاوه بر این، ادعا شده است که مواد غذایی در روغن پالم بیشتر از روغن غیر اشباع پنبه دانه روغن جذب می‌کند. این ناهم‌آهنگی‌ها ممکن است ناشی از ویسکوزیته روغن باشد که ممکن است به میزان جذب چربی‌ها نیز مرتبط باشد. با این حال، استفاده از روغن‌های غیر اشباع ممکن است منجر به محصولات سرخ شده چرب با تردی کمتر و کاهش ماندگاری به دلیل اکسیداسیون شود. در نتیجه انتخاب روغن سرخ‌کردنی مناسب و درک رفتار آن می‌تواند به کنترل و کاهش جذب روغن در غذاهای سرخ شده کمک کند (۳).

اندازه، شکل، بافت و سطح محصول

مقدار روغنی که یک محصول در حین سرخ شدن جذب می‌کند به شدت تحت تأثیر اندازه و شکل آن است. از آنجایی که جذب روغن بیشتر یک رویداد سطحی است، ضخامت محصول با جذب روغن همبستگی منفی دارد زیرا بیشتر روغن سرخ‌کردنی روی سطح می‌ماند. طبق یک مطالعه، زمانی که ضخامت محصول کاهش یافت، جذب روغن به طور قابل توجهی افزایش یافت. به عنوان مثال، سیب زمینی سرخ کرده که نسبت سطح به حجم کمتری نسبت به چیپس سیب زمینی دارد، حاکی از رابطه خطی بین سطح محصول و محتوای روغن است. در نتیجه سیب زمینی سرخ کرده روغن کمتری نسبت به چیپس سیب زمینی جذب می‌کند. مقدار روغنی که می‌تواند وارد محصول شود فقط حدود ۱ میلی متر است. از آنجایی که

بیشتر روغن سرخ کردنی از طریق منافذ مویرگی پوسته وارد محصول می شود، ویژگی های ساختاری غذا نیز بر میزان جذب روغن تأثیر می گذارد. سلول هایی که در حین برش دچار اختلال می شوند بهترین مکان برای جذب روغن هستند. بافت همچنین یک عامل مهم درونی است که بر جذب روغن در غذاهای سرخ شده تأثیر می گذارد. بافت یک محصول غذایی، به ویژه زبری سطح و تخلخل آن، نقش مهمی در تعیین میزان جذب روغن در طی فرآیند سرخ کردن دارد. غذاهایی با بافت خشن و متخلخل سطح بیشتری در معرض روغن داغ دارند که احتمال نفوذ و جذب روغن را افزایش می دهد. این می تواند منجر به جذب روغن بیشتر شود و منجر به محصولی چرب تر و کمتر مطلوب شود. از سوی دیگر، غذاهایی با بافت صاف و فشرده ممکن است سطح کمتری برای جذب روغن داشته باشند که منجر به جذب کمتر روغن و بافت تردتر می شود. مقدار روغن جذب شده در نتیجه افزایش زبری سطح برش و تماس با روغن افزایش می یابد. بنابراین، استفاده از تیغه های باکیفیت برای برش می تواند زبری سطح را کاهش دهد که به نوبه خود جذب روغن را کاهش می دهد (۳).

ترکیب محصول

ترکیب اصلی محصول عامل مهم دیگری است که بر میزان جذب روغن در محصولات سرخ شده تأثیر می گذارد. رطوبت اولیه و محتوای جامد محصول بیشترین تأثیر را در جذب روغن در هنگام سرخ کردن دارد. محصولات با محتوای آب متوسط، از جمله سیب زمینی و همچنین محصولاتی که رطوبت اولیه بالایی دارند، هنگام سرخ شدن روغن بیشتری جذب می کنند. این ممکن است نتیجه رابطه بین مصرف روغن و از دست دادن آب باشد.

در خصوص گوشت قرمز طی فرآیند سرخ کردن، یک سری واکنش های شیمیایی در ساختار محصولات گوشتی سرخ شده مانند واکنش اکسیداسیون روغن، واکنش میلارد و پروتئین تخریب اکسیداتیو رخ می دهد. این واکنش های شیمیایی منجر به تولید مواد خطرناک در محصولات گوشت سرخ شده، مانند آمین های هتروسیکلیک (HCAs)، آکریل آمید (AA)، هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای (PAHs) و اسیدهای چرب ترانس (TFAs) می شود (۴).

آکریل آمید (AA) یک ترکیب آبدوست است که توسط آژانس بین المللی تحقیقات سرطان به عنوان سرطان زا کلاس ۲A فهرست شده است. مکانیسم کامل تشکیل آکریل آمید به طور کامل شناخته نشده است، اما تایید شده است که از طریق واکنش Maillard هنگامی که قندهای احیا کننده و آسپاراژین (اسید آمینه غیر ضروری) در معرض دمای بالاتر قرار می گیرند، ایجاد می شود.

اثرات روغن های سرخ کردنی مختلف (روغن پالم، روغن نارگیل، روغن کانولا، روغن سویا و غیره) بر غذاهای سرخ شده با محتوای نشاسته بالا و این نتیجه گیری که روغن سرخ کردنی بر تشکیل AA تأثیر می گذارد به طور کامل بررسی شده است. برخی از مطالعات نشان داده اند که AA همچنین می تواند در محصولات

گوشت سرخ شده تولید شود. شواهد نشان می دهد که اگرچه فاقد قندهای احیا کننده هستند، محصولات تجزیه اکسیداتیو لیپیدها مانند آلدئیدها و کتون ها نیز می توانند در تشکیل AA در صورت وجود کربونیل ها دخیل باشند. علاوه بر این، آسپاراژین می تواند AA را با محصولات اکسیداسیون روغن اکتانال، ۲-اکتانون، یا ۲،۳-بوتاندیون تشکیل دهد. علاوه بر این، ظرفیت اکسیداسیون روغن های سرخ کردنی به دلیل محتوای متفاوت اسیدهای چرب غیراشباع آنها متفاوت است. با این حال، تأثیر محتوای اسیدهای چرب غیراشباع در روغن های سرخ کردنی بر محتوای AA در محصولات گوشت سرخ شده به خوبی بررسی نشده است. PAH ها متعلق به آلکان های معطر هستند که در مولکول های خود بیش از دو حلقه بنزن دارند. PAH توسط IARC به عنوان سرطان زا های احتمالی (۲A) طبقه بندی می شوند. پروتئین ها، لیپیدها و قندهای موجود در محصولات گوشتی می توانند منجر به تولید PAH شوند، در حالی که روغن ها عامل کلیدی مؤثر بر تولید PAH در طی فرآیند سرخ کردن هستند.

۲۲۱

HCA ها دسته ای از ترکیبات آروماتیک چند حلقه ای جهش زا و سرطان زا هستند که به آسانی در گوشت با پروتئین بالا تشکیل می شوند و عمدتاً از طریق واکنش میلارد یا پیرولیز پروتئین ها (تجزیه حرارتی پروتئین ها در دماهای بالا) و اسیدهای آمینه تولید می شوند. علاوه بر این، شواهد نشان می دهد که اکسیداسیون روغن نیز می تواند بر تشکیل HCAs تأثیر بگذارد، که عمدتاً به این دلیل است که محصولات اکسیداسیون لیپید و ترکیبات اسید آمینه می توانند پیش ساز HCAs را تشکیل دهند و سپس تولید HCAs را ترویج دهند. با این حال، هیچ نتایج ثابتی در مورد همبستگی بین محتوای اسیدهای چرب غیراشباع روغن سرخ کردنی و تشکیل HCA وجود ندارد. طبق نتایج یک مطالعه روغن سرخ کردنی بسیار اشباع شده احتمال بیشتری برای تشکیل HCA دارد. همچنین نتایج یک مطالعه دیگر بیان کرده است که وقتی روغن حاوی اسیدهای چرب غیراشباع بیشتری باشد، اکسیده شدن و تشکیل HCA ها آسان تر است.

کیفیت روغن سرخ کردنی

محیط سرخ کردنی براساس هزینه، اثربخشی، طعم، حساسیت به اکسیداسیون و در دسترس بودن انتخاب می شود. محصولات سرخ شده با چربی عمیق بسته به ترکیب روغن، انواع مختلفی از محصولات جانبی و باقی مانده را جذب می کنند. اگرچه بین مدت زمان سرخ کردن و جذب و خراب شدن روغن همبستگی مثبت وجود دارد، اما این ارتباط خطی نیست. مشخص شد که روغن خارج شده از محصول سرخ شده حاوی پلیمرهای بیشتری نسبت به روغن موجود در سرخ کن است و وقتی میزان تخریب روغن افزایش یافت، کشش سطحی بین محصول و روغن سرخ کردنی کاهش یافت (۳).

دمای سرخ کردن

به منظور تضمین کیفیت بالای غذاهای سرخ شده، یکی از مهم ترین پارامترهایی که در هنگام سرخ کردن باید تنظیم شود، دمای سرخ کردن است. تفاوت در دمای سرخ کردن با خراب شدن روغن، به افزایش

تولید سورفکتانت، تغییر رنگ محصول و جذب روغن مرتبط است. با توجه به تأثیر دمای سرخ کردن بر جذب روغن، محققان به یافته‌های متناقضی دست یافته‌اند. طبق یک مطالعه، از دست دادن رطوبت و جذب روغن تحت تأثیر دمای سرخ کردن قرار نگرفت. از سوی دیگر، مطالعه دیگری نشان داد که جذب روغن در دمای پایین‌تر سرخ کردن بیشتر بود. این ممکن است به این دلیل باشد که در دمای پایین‌تر سرخ کردن، غذا برای مدت طولانی‌تری در ماهیتابه باقی می‌ماند و جذب روغن را افزایش می‌دهد. فرآیند کم آبی نیز با افزایش دمای سرخ کردن القا شد و ایجاد پوسته اولیه به عنوان مانعی برای جذب روغن عمل کرد و از خروج رطوبت محصول غذایی جلوگیری و مانع از جذب روغن گردید. علاوه بر این، نشان داده شد که در دمای سرخ کردن بین ۱۵۰ تا ۱۸۰ درجه سانتیگراد هیچ جذب روغن قابل تشخیصی وجود ندارد، اما افزایش دمای سرخ کردن باعث کاهش جذب روغن می‌شود (۳).

زمان سرخ کردن

هم زمان سرخ کردن و هم دما بر میزان حرارتی که به محصول می‌رسد تأثیر دارد، بنابراین به هم مرتبط هستند. هنگامی که مدت زمان سرخ کردن طولانی‌تر از حد ایده آل در دمای ثابت باشد، محصول معمولاً جذب روغن بیشتری دارد. همچنین مشخص شد که افزایش زمان سرخ کردن، تخلخل پوسته را افزایش می‌دهد، که منجر به جذب روغن بیشتر در حین سرخ کردن رشته فرنگی سرخ شده فوری می‌شود (۳).

تأثیر سرخ کردن بر ترکیبات مواد غذایی

تغییراتی که در ارزش غذایی غذای سرخ شده ایجاد می‌شود تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله ترکیب چربی سرخ کردنی و خود غذا و همچنین اندازه، شکل و بافت غذا است. علاوه بر این، شرایط سرخ کردن مانند زمان، دما و سایر پارامترهای پخت نقش مهمی در تعیین میزان این تغییرات دارند و ارزش غذایی نهایی غذای سرخ شده در مجموع تحت تأثیر این عوامل است (۵).

ویتامین‌ها

درجه حرارت بالا و اکسیداسیون آنزیمی در حین آماده سازی، یا سرخ کردن طولانی مدت دلایل اصلی از دست دادن ویتامین هستند. برخی از ویتامین‌ها در برابر اکسیداسیون و دمای بالا حساس هستند. در بیشتر موارد، هر دو روش سرخ کردن عمیق و سرخ کردن کم عمق، ویتامین‌های B₁، B₂، B₆ و C را در مقایسه با جوشاندن و بخارپز حفظ می‌کنند (۵).

در طی فرآیند سرخ کردن، حدود ۳۰ درصد از تیامین کاهش می‌یابد. محلول بودن ویتامین‌های B در آب می‌تواند دلیل از دست دادن آن باشد. هنگام سرخ کردن گوشت مرغ، ریبوفلاوین در مقایسه با تیامین، حفظ بهتری را نشان داد. در طی فرآیند سرخ کردن، افزایش قابل توجهی در محتوای ریبوفلاوین وجود

دارد که احتمالاً به دلیل تولید ریبوفلاوین از پیش سازهای ریبوفلاوین است. از سوی دیگر، نیاسین در حین سرخ کردن نسبتاً پایدار است، با این حال در سرخ کردن گوشت مرغ، گوشت گاو حدود ۴۵ درصد کاهش گزارش شده است. اما در بادام زمینی، سرخ کردن محتوای نیاسین را افزایش داد (۵). ویتامین C در مقایسه با روش‌هایی که شامل پخت و پز زیاد آب یا استفاده از مایکروویو می‌شود، در سرخ کردن بیشتر حفظ می‌شود. وقتی کلم بروکلی سرخ می‌شود ۷۶/۶ درصد از محتوای ویتامین C خود را حفظ می‌کند، در حالی که پختن با آب اضافی باید ۴۴/۸ درصد باقی بماند و استفاده از مایکروویو ۷۲/۲ درصد از ویتامین C را نشان می‌دهد. فرآیند حرارت دادن باعث اکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع می‌شود که منجر به از دست رفتن ویتامین E می‌شود. میزان جذب روغن سرخ کردنی در طی سرخ کردن عمیق تحت تأثیر کیفیت روغن پخت و پز مورد استفاده قرار می‌گیرد و بر دریافت ویتامین E تأثیر می‌گذارد (۵).

۲۲۳

مواد معدنی

به نظر می‌رسد در طول سرخ کردن غذا از دست دادن قابل توجهی در محتوای مواد معدنی وجود ندارد. با توجه به ویژگی‌های محلول در آب، دگرسانی اجزای معدنی عمدتاً در هنگام جوشاندن رخ می‌دهد. چندین مطالعه نشان داده‌اند که مواد معدنی زمانی که غذاها در دمای بالا در محدوده ۱۶۵ تا ۱۸۵ درجه سانتیگراد و برای مدت زمان پخت کوتاه سرخ می‌شوند، نسبتاً به خوبی حفظ می‌شوند. در غذاهای سرخ شده، از دست دادن مواد معدنی در سیب زمینی و گوشت گاو به ترتیب از ۱ و ۲۶ درصد متغیر بود. با این حال، این تلفات به طور قابل توجهی کمتر از موارد مشاهده شده در جوشش است. تلفات مواد معدنی در گوشت و ماهی بدون پوشش به طور قابل توجهی در مقایسه با نمونه‌های نان سرخ شده که در آنها از ۲ تا ۸ درصد متغیر بود، بیشتر بود. به نظر می‌رسد که پودر سوخاری موجود در روکش مواد معدنی حل شده در سس گوشت را جذب می‌کند. از سوی دیگر، پختن یا سرخ کردن ماهی‌های چرب ماهی خال مخالی منجر به تغییر در محتوای مواد معدنی آنها نمی‌شود (۵).

فرآوری ماهی، به ویژه سرخ کردن، منجر به افزایش جزئی در غلظت مواد معدنی شد. این افزایش احتمالاً به دلیل تأثیر غلظت در طی فرآیند سرخ کردن است. فیله‌های قزل‌آلا در طول سرخ کردن افزایش قابل توجهی در محتوای مواد معدنی نشان دادند. همچنین مشخص شد که سرخ کردن غذاهای دریایی منجمد به طور قابل توجهی باعث افزایش میزان عناصر ماکرو و همچنین ریز عناصر و فلزات سنگین می‌شود. با این حال، استثنائاتی برای محتوای پتاسیم (K) در صدف‌ها و محتوای منیزیم (Mg) در میگو وجود داشت که در طی سرخ کردن افزایش پیدا نکرد. فرآیند سرخ کردن به طور قابل توجهی محتوای عناصر ماکرو و میکرو را افزایش می‌دهد. اثر غلظت سرخ کردن می‌تواند دلیل افزایش مواد معدنی باشد (۵).

پروتئین

با توجه به اثر غلظت و این واقعیت که سرخ کردن یک عملیات آبدگیری است، سرخ کردن به طور کلی منجر به تراکم بیشتر پروتئین در ماده غذایی شود. قابلیت هضم پروتئین در غذاهای سرخ شده تحت تأثیر مواد مورد استفاده در تهیه غذا است. اگر مواد کاهنده مانند کربوهیدرات‌ها قبل از سرخ کردن به غذا وارد شود، قابلیت هضم پروتئین را می‌توان اندکی کاهش داد.

یافته‌های تحقیقاتی نشان داده‌اند که حفظ پروتئین در سیب‌زمینی، ماهی و گوشت سرخ شده بین ۹۶ تا ۱۰۰ درصد است. عملیات حرارتی پتانسیل تغییر ترکیب پروتئین در غذا را با از بین بردن اسیدهای آمینه خاص و کاهش محتوای کلی پروتئین دارد. تأثیر روی اسیدهای آمینه ضروری نامشخص است زیرا مقالات شواهدی در مورد از دست دادن آنها عنوان نکردند. با این وجود، باور عمومی بر این است که لیزین اولین اسید آمینه‌ای است که در واکنش میلارد نقش دارد و انتظار می‌رود در طی سرخ کردن از بین برود. مطالعات نشان داده‌اند که سرخ کردن با روغن به طور طولانی می‌تواند منجر به کاهش ۱۷ درصدی لیزین موجود در فیله‌های ماهی شود، و این درصد ممکن است به ۲۵ درصد افزایش یابد.

کربوهیدرات

روش سرخ کردن تأثیری بر این ماندگاری میزان کربوهیدرات ندارد. این مشاهدات در مورد مواد غذایی مختلف، از جمله گوشت و ماهی، و سیب زمینی و همچنین محصولات آن ثابت بود.

تغییرات در میزان چربی غذاها

یکی از مسائل اصلی مصرف غذاهای سرخ شده، افزایش مصرف کالری است. افزایش غلظت اکسیژن و دما ممکن است اکسیداسیون لیپیدهای خاص موجود در غذاهای سرخ شده را تسریع کند. اسیدهای چرب ترانس (TFAs) را می‌توان از طریق فرآیند سرخ کردن تولید کرد. سطح دریافتی این ترکیبات با خطر ابتلا به بیماری قلبی - عروقی (CVD) مرتبط است. انتخاب روغن سرخ کردنی مناسب نه تنها به دلیل ویژگی‌های تکنولوژیکی آن بلکه برای ویژگی‌های تغذیه‌ای آن بسیار مهم است. ترکیبات خطرناکی که در حال حاضر در روغن‌های سرخ کردنی که چندین بار مورد استفاده قرار گرفته‌اند و گرم شده‌اند، شامل مولکول‌هایی با پتانسیل ایجاد سرطان مانند ترکیبات کربونیل یا مونوآپوکسیدها و همچنین آلدئیدهای خاصی هستند که از تجزیه اسید لینولئیک به وجود می‌آیند. یک مثال خاص ۴-هیدروکسی-۲-ترانس‌نوناال است که نشان داده شده است که خواص سیتوتوکسیک دارد. هنگامی که در این روش از روغن‌ها یا چربی‌های استفاده شده، استفاده می‌شود، قابلیت هضم چربی نیز تغییر می‌کند. علیرغم وضع مقررات روغن سرخ کردنی، که محدودیت‌هایی را برای ترکیبات قطبی (تا ۲۵٪) و محتوای پلیمر (تا ۱۲٪) تعیین می‌کند، احتمال تشکیل ترکیبات سمی بالقوه در روغن وجود دارد. این ترکیبات می‌توانند خطراتی را برای سلامتی حتی با رعایت محدودیت‌های مشخص شده ایجاد کنند (۵).

تغییرات در نشاسته و الیاف

در فرآیند سرخ کردن عمیق، درصد نشاسته مقاوم افزایش قابل توجهی را تجربه می‌کند، در حالی که ترکیب کلی نشاسته بدون تأثیر باقی می‌ماند. نشاسته پلی ساکارید رایج موجود در مواد غذایی است. پس از گرم شدن، آمیلوز و آمیلوپکتین هر دو در آب حل می‌شوند و ساختار پلیمری ایجاد می‌کنند که منجر به ژلاتینه شدن نشاسته می‌شود. این فرآیند به دنبال دنا توره شدن پروتئین‌های کروی در دمای بالاتر صورت می‌گیرد و همچنین شامل پروتئین‌ها، آب، لیپیدها و کربوهیدرات‌ها می‌شود. تغییر شکل نشاسته یک عامل مهم در سرخ کردن محصولات سیب زمینی خام است. پس از قرار گرفتن در معرض روغن داغ، دانه‌های نشاسته به سرعت تحت ژلاتینه شدن قرار می‌گیرند. در نتیجه، ساختار سفت و سخت سیب زمینی خام در عرض ۱ تا ۲ دقیقه پس از سرخ شدن از بین می‌رود و منجر به بافت نرمی در چپیس سرخ شده می‌شود. با این حال، با حرارت دادن بیشتر، یک پوسته سفت و ترد روی ذرات سرخ شده ایجاد می‌شود که بسیار مورد علاقه مصرف کنندگان است. علاوه بر این، با شروع گرمایش، پلی ساکاریدها یک لایه متراکم روی سطح ایجاد می‌کنند که مانع از مهاجرت چربی به غذای سرخ شده می‌شود و به حفظ آب کمک می‌کند. تحقیقات بر روی محتوای فیبر رژیم غذایی نشان داد که پختن سیب زمینی سرخ شده منجمد در مقایسه با نمونه‌های تازه بر ترکیب نشاسته تأثیری ندارد (۵).

فیبرهای غذایی نقش مهمی در پیشگیری از بیماری‌های مختلف از جمله دیابت، بیماری‌های قلبی عروقی و سرطان روده بزرگ دارند. هنگام مقایسه سیب زمینی سرخ شده منجمد با نمونه‌های خام، فرآیند پخت تأثیر قابل توجهی بر ترکیب نشاسته ندارد، اما سرخ کردن عمیق منجر به افزایش قابل توجه درصد نشاسته مقاوم می‌شود. تشکیل کمپلکس‌های آمیلوز-لیپیدی می‌تواند تا حدی مسئول افزایش باشد (۵).

چه نوع روغنی برای سرخ کردن مناسب است؟

روغنی که نقطه دود بالاتری داشته باشد برای سرخ کردن بسیار مناسب است. روغن‌هایی که عمدتاً اشباع و تک غیراشباع هستند برای سرخ کردن مناسب هستند. با این حال، روغن‌های پخت و پز که حاوی مقادیر زیادی چربی غیراشباع چندگانه هستند، برای سرخ کردن مناسب نیستند. این به این دلیل است که چربی‌های چند غیر اشباع حاوی دو یا چند پیوند دوگانه در ساختار شیمیایی خود هستند. این پیوندهای دوگانه می‌توانند با اکسیژن واکنش دهند و در صورت قرار گرفتن در معرض حرارت زیاد، ترکیبات مضر تشکیل دهند.

بنابراین روغن‌هایی که عمدتاً از چربی‌های اشباع شده و تک غیراشباع تشکیل شده اند برای سرخ کردن عمیق بهترین هستند زیرا در حرارت بالا پایدارترین روغن‌ها هستند.

1. Al Faruq A, Khatun MHA, Azam SR, Sarker MSH, Mahomud MS, Jin X. Recent advances in frying processes for plant-based foods. *Food Chemistry Advances*. 2022;1:100086.
2. Sadawarte PD, Annapure US. Study of the behavior and properties of frying oil on repetitive deep frying. *Journal of Food Science and Technology*. 2023;60(10):2549–56.
3. Mahmud N, Islam J, Oyom W, Adrah K, Adegoke SC, Tahergorabi R. A review of different frying oils and oleogels as alternative frying media for fat-uptake reduction in deep-fat fried foods. *Heliyon*. 2023;9(11).
4. Sun M, Wang J, Dong J, Lu Y, Zhang Y, Dong L, et al. Effects of different frying oils composed of various fatty acids on the formation of multiple hazards in fried pork balls. *Foods*. 2023;12(22):4182.
5. Dangal A, Tahergorabi R, Acharya DR, Timsina P, Rai K, Dahal S, et al. Review on deep-fat fried foods: Physical and chemical attributes, and consequences of high consumption. *European Food Research and Technology*. 2024;250(6):1537–50.



فصل هشتم

نحوه انتخاب، نگهداری و
پسماند روغن خوراکی مصرفی

نحوه انتخاب روغن

هنگام خرید روغن مناسب باید به یک سری نکات توجه کرد که این نکات به شرح زیر است:

- وجود علامت استاندارد بر روی بطری روغن
- انتخاب روغن هایی که در فروشگاه از نور و حرارت دور بوده اند
- چربی اشباع کم
- ترانس کم حتی صفر البته روغن مایع ترانس ندارد (منظور مواد غذایی یا روغن نیمه جامد است)

انتخاب شما بستگی به نوع استفاده شما دارد برای مثال:

- اگر قصد سرخ کردن دارید حتماً از روغن هایی استفاده کنید که در برابر حرارت مقاوم هستند (روغن سرخ کردنی).
- حتماً در برنامه غذایی هفتگی خود از روغن های حاوی امگا ۳ استفاده کنیم (کانولا).
- از کره حیوانی برای سرخ کردن استفاده نکنید.
- از افزودن نمک یا ادویه به ماده غذایی در سرخ کردن خودداری کنید زیرا نمک و ادویه تجزیه و فساد روغن را سریع تر می کند.
- از روغن مخصوص سرخ کردن می توان حداکثر ۲ تا ۳ بار، با رعایت فواصل زمانی کوتاه بین دفعات سرخ کردن و به شرط رعایت نحوه نگهداری صحیح استفاده کرد. برای این کار بلافاصله پس از سرخ کردن، روغن را خنک نموده و سپس صاف کرده و در ظرفی متناسب با حجم روغن (به گونه ای که فضای خالی کم داشته باشد) در یخچال یا جای خشک، خنک و تاریک نگهداری نمایید.

نگهداری روغن

- برای نگه داری یک روغن خوب و سرشار از مواد مغذی به نکات زیر حتماً باید توجه شود:
 - زمان: روغن معمولاً ماندگاری طولانی دارد، اما هنوز هم بررسی تاریخ انقضا روی بطری ضروری است. استفاده از روغنی که تاریخ انقضای آن گذشته باشد می تواند منجر به کاهش کیفیت و طعم شود. هنگام خرید روغن، در صورت امکان، بطری با ماندگاری طولانی تری را انتخاب کنید، به خصوص اگر قصد استفاده مکرر از آن را ندارید.
 - ظرف نگهداری: وقتی صحبت از نگهداری روغن می شود، انتخاب ظرف اهمیت دارد. تولید ظروف بسته بندی روغن مایع باید مطابق با استانداردهای بین المللی در اندازه و حجم کوچک، رعایت گردد. ظروف کوچک اکسیژن کمتری در فضای خالی خود دارند و از فساد روغن جلوگیری می کنند. ظرف روغن مایع باید غیر شفاف باشد به طوریکه روغن درون آن به راحتی مشاهده نشود. البته برخی از بسته بندی های روغن شفاف هستند. این بسته بندی های شفاف از ترکیبات آنتی UV استفاده می شود و جنس ظرف هم پلی اتیلن ترفتالات (PET) است. در نتیجه هیچ خطری متوجه روغن و سلامت مصرف

کننده نیست. روغن های مایع در برابر تابش نور خورشید (به خصوص اشعه ماوراءبنفش) ناپایدار است. این اشعه می تواند باعث تجزیه مولکولهای روغن و ایجاد ترکیبات مضر شود. به همین دلیل، نگهداری در بطریهای تیره رنگ و دور از نور مستقیم خورشید توصیه می شود.

برای جلوگیری از ورود هوا به داخل ظرف و اکسید شدن روغن، پس از هر بار استفاده مطمئن شوید که درب آن محکم بسته شده باشد. اگر بطری درپوش پیچی دارد، آن را بچرخانید تا محکم شود. این عمل به حفظ تازگی روغن و جلوگیری از بد طعم شدن آن کمک می کند.

- مکان نگهداری: دما نقش مهمی در حفظ کیفیت روغن دارد. برای افزایش ماندگاری آن، روغن را در جای خنک و تاریک، به طور ایده آل در انبار یا کابینت نگهداری کنید. از قرار دادن آن در نزدیکی اجاق گاز یا هر منبع گرمایی دیگر خودداری کنید، زیرا گرما می تواند روند تجزیه روغن را تسریع کند. دمای ایده آل برای نگهداری روغن حدود ۵۰-۷۰ درجه فارنهایت (۱۰-۲۱ درجه سانتیگراد) است. اگر دمای اتاق در آشپزخانه شما به طور مداوم بالاتر است، روغن را در یخچال نگهداری کنید تا تازگی آن را طولانی تر کنید. آن را خنک نگه دارید. میزان بسیار کم و ناچیزی از رطوبت قادر است شرایط فساد روغن را فراهم آورد. باید دقت نمود بسته بندی روغن به گونه ای باشد که رطوبت از طریق درزها یا بدنه به درون آن ورود پیدا نکند.
- عدم نیاز به یخچال: آنجایی که روغن های مایع عمده تا از چربی های غیراشباع تشکیل شده است، روغن در دمای اتاق کاملاً پایدار است و می تواند بدون هیچ نگرانی در انباری یا کابینت آشپزخانه شما قرار بگیرد. با این حال، نکات مهمی وجود دارد که باید در نظر داشت.
- نشانه فساد روغن: اگر متوجه بوی تند یا زننده شدید، این یک نشانه قوی است که روغن خراب شده است. همچنین مراقب تغییر ظاهری غیرعادی مانند ابری به نظر رسیدن، داشتن مشخصات غیرمعمول یا رنگ عجیب باشید.

چگونگی دفع پسماند روغن

به هیچ عنوان روغن استفاده شده را از طریق سینک ظرفشویی بیرون نریزید. خطرناک ترین کار ممکن برای دفع روغن استفاده شده، ریختن آن داخل سینک است:

- موجب گرفتگی در سیستم لوله کشی خانه شما می شود.
- اثرات جبران ناپذیری بر محیط زیست می گذارد.
- وارد شدن به آب های زیرزمینی و آلوده کردن آنها
- روغن استفاده شده را در سطل زباله رها نکنید و در باغچه و یا خاک نریزید.

بهترین روش برای دور ریختن پسماند روغن:

- صبر کنید تا روغن کاملاً خنک شود.
- آن را در بطری دربسته بریزید.

- بطری را در سطل زباله بیندازید.
- و یا
- صبر کنید تا روغن کاملاً خنک شود.
- آن را منجمد کنید.
- در کیسه جداگانه بگذارید و در آن را محکم ببندید.
- کیسه را در سطل زباله بندازید.





فصل نهم

پاسخ به باورها و
سوالات رایج در حوزه چربی
و روغن های خوراکی

۱. آیا روغن های گیاهی زیتون یا کنجد کالری بالایی نداشته و تاثیری در افزایش وزن ندارند؟

پاسخ: خیر - روغن زیتون و روغن کنجد حاوی کالری هستند، اما اگر در حد متعادل به عنوان بخشی از یک رژیم غذایی متعادل مصرف شوند، لزوماً چاق کننده نیستند. با این حال، توجه به این نکته مهم است که روغن زیتون با وجود اینکه دارای خواص متعددی از جمله جلوگیری از سکت قلبی، رفع مشکلات گوارشی، و بهبود حافظه و سلامت سیستم مغزی می باشد یک غذای پرکالری است (هر قاشق غذاخوری حاوی ۱۲۰ کالری می باشد) و مصرف بیش از حد ممکن است منجر به عواقب نامطلوب شود. در حالی که غذاهای غنی از اسیدهای چرب تک غیراشباع، مانند روغن زیتون، سالم تر از غذاهای غنی از چربی های اشباع شده و ترانس هستند، استفاده بی رویه آنها می تواند منجر به اثرات نامطلوب بر سلامت شود. یک قاشق غذاخوری روغن کنجد حاوی حدود ۱۰۶ کالری است. در حالی که کالری بالایی دارد، چربی های غیراشباع زیادی نیز دارد که به عنوان آنتی اکسیدان، ضد التهاب و محافظت کننده از سلامت قلب و عروق می تواند مورد استفاده قرار گیرد. مانند زیتون، روغن کنجد نیز می تواند بخشی از یک رژیم غذایی سالم باشد که در حد اعتدال مورد استفاده قرار گیرد. توجه به این نکته مهم است که خوردن کالری بیشتر از نیاز بدن، صرف نظر از منبع، می تواند منجر به افزایش وزن شود. بنابراین در حالی که زیتون و روغن کنجد دارای فواید سلامتی هستند، باید به عنوان بخشی از یک رژیم غذایی متعادل مصرف شوند.

۲. آیا روغن مایع از روغن جامد انرژی کمتری دارد و باعث چاقی نمی شود؟

پاسخ: خیر - محتوای انرژی روغن، چه مایع و چه جامد، به ترکیب شیمیایی آن بستگی دارد و وضعیت فیزیکی آن تاثیری در میزان کالری ندارد. چاقی ناشی از مصرف روغن به صورت مایع یا جامد نیست، بلکه بیشتر ناشی از کالری دریافتی بیش از کالری مصرف شده است. هر قاشق غذاخوری روغن مایع آفتابگردان و روغن جامد نباتی به ترتیب حاوی ۱۲۰ و ۱۰۲ کالری میباشند. با این وجود باید توجه نمود که روغن های جامد به علت فرآیند هیدروژنه شدن و میزان بالای چربی های اشباع و ترانس می توانند خطر بروز بیماری های قلبی عروقی و سرطان را افزایش دهند. روغن های مایع به سرعت به حرارت بالا واکنش داده و خاصیت خود را از دست می دهند. به همین دلیل برای سرخ کردن مواد در حرارت بالا استفاده از روغن های مخصوص سرخ کردنی توصیه می شود.

۳. آیا اعتقاد اینکه روغن محلی باعث کاهش کلسترول می شود درست است؟

پاسخ: خیر - روغن ها بر دو نوع اشباع (دنبه و چربی های حیوانی) و غیراشباع (روغن های گیاهی) تقسیم می شوند. برای وزن بدن کالری مشخصی در نظر گرفته می شود و درصدی از کالری از روغن های اشباع و غیر اشباع باید تأمین شود. اگر از هر دسته روغن زیاده تر از حد توصیه استفاده شود نه تنها منجر به اضافه وزن شده بلکه بیماری هایی مثل گرفتگی عروق و سکت قلبی و مغزی را به دنبال دارد. چربی های اشباع علاوه بر دنبه در لبنیات پرچرب (شیر و پنیر) کره، خامه، تخم مرغ، کره کاکائو، روغن نارگیل، روغن پالم،

چربی های اطراف گوشت (پیه و دنبه) و در محصولات حیوانی گاو و گوسفند وجود دارند. میزان چربی اشباع در روغن های حیوانی تقریباً ۵۹ درصد است بنابراین وقتی به رژیم فرد روغن دنبه و حیوانی اضافه می کنیم، با افزایش کلسترول و LDL، ریسک بیماری های قلبی عروقی سکنه قلبی و مغزی بالا می رود. طبق توصیه انجمن قلب آمریکا میزان توصیه شده چربی های اشباع ۷ درصد از کل کالری روزانه فرد را شامل می شود که این مقدار از طریق چربی های مواد غذایی به بدن می رسد. براساس آخرین تحقیقات باید در رژیم غذایی سالم، چربی های غیر اشباع (در چربی های گیاهی، ماهی، آجیل، زیتون) را جایگزین چربی های اشباع کرد.

۴. آیا این اعتقاد که روغن دنبه طبیعی است و چربی خون را بالا نمی برد ولی روغن های گیاهی و کارخانه ای سرطان زا هستند درست است؟

روغن دنبه به عنوان یک روغن حیوانی بطور عمده حاوی چربی های اشباع می باشد. مصرف بیش از حد چربی های اشباع با افزایش سطح کلسترول بد خون، افزایش خطر بیماری های قلبی عروقی و افزایش خطر ابتلا به برخی سرطان ها و مرگ ناشی از آنها مرتبط دانسته شده است. بر اساس راهنمای تغذیه ای جدید آمریکا، مصرف چربی های اشباع باید محدود شود و کمتر از ده درصد انرژی دریافتی را تشکیل دهد (۷). روغن های گیاهی مایع بطور عمده از چربی های غیر اشباع تشکیل شده اند. چنانچه این روغن ها به درستی نگهداری و استفاده شوند و در حد تعادل مصرف شوند، می توانند برای سلامتی مفید باشند. حتی مصرف برخی از این روغن ها مانند روغن زیتون برای پیشگیری از سرطان توصیه شده است. نکته قابل توجه این است که اسیدهای چرب غیر اشباع موجود در این روغن ها مستعد اکسید شدن و تشکیل ترکیبات مضر برای سلامتی هستند. در کارخانجات تولید روغن های گیاهی، با اضافه کردن مواد آنتی اکسیدان مانند ویتامین ای، از این فرآیند جلوگیری می شود. در مورد مصرف خانگی نیز باید از حرارت دهی بیش از حد و طولانی مدت به این روغن ها پرهیز کرد، در غیر این صورت چربی های موجود در این روغن ها اکسید شده و تولید ترکیبات سرطان زا می کنند.

۵. آیا در روغن های گیاهی مایع از پارافین خوراکی استفاده می شود؟

پاسخ: خیر، متأسفانه این موضوع یک باور غلط عامیانه است. وجود هر گونه روغن معدنی مانند پارافین در روغن های خوراکی ممنوع می باشد و همواره توسط سازمان های نظارتی و شرکت های تولید کننده مورد کنترل قرار می گیرد. از طرفی به دلیل قیمت بالاتر پارافین به نسبت روغن خوراکی اضافه کردن آن توجیه اقتصادی ندارد.

۱. برخی از باورهایی این قسمت از کتاب زیر استخراج شده است که در کتاب حاضر پاسخ ها مورد بازنگری قرار گرفته است. بهمنی م، پیراوی ونک، زترابی پ، خلجی آ، خلیلی ا و دیگران، (۱۳۹۱). آنچه درباره چربی ها و روغن ها بدانیم. قم. اندیشه ماندگار.

۶. آیا واقعیت دارد که از پیه‌های مخصوص صابون سازی در تولید روغن نباتی استفاده می‌شود؟

پاسخ: چربی مخصوص صابون سازی شامل پیه و دنبه حیوانی، روغن هسته پالم می‌باشد که به دلیل عدم انطباق با ویژگی‌های مورد تایید روغن‌های خوراکی، در صنعت روغن نباتی کشور (انواع روغن‌های مایع و نیمه جامد) مورد استفاده قرار نمی‌گیرد.

۷. نظارت بر روغن‌های کارخانه‌ای چگونه و توسط کدام اداره است؟

پاسخ: نظارت به صورت مستمر توسط معاونت‌های غذا و دارو در دانشگاه‌های علوم پزشکی کشور و اداره استاندارد استان مربوطه به دو صورت خرید از بازار و بررسی کیفیت آن و بازدید و نمونه برداری از خط تولید انجام می‌شود.

۸. آیا نشان‌های (برندهای یا علامت‌های تجاری) مختلف تجاری روغن ارزش غذایی متفاوتی دارند؟

پاسخ: خیر. کلیه نشان‌ها (برندها یا علائم تجاری) مربوط به یک نوع روغن خاص، دارای یک ارزش غذایی یکسان می‌باشند، مگر اینکه نوع روغن متفاوت باشد. ولی می‌توانند از لحاظ کیفیت تصفیه و بسته بندی متفاوت باشند.

۹. آیا روغن‌هایی که روی آن‌ها عبارت بدون کلسترول نوشته شده واقعاً بدون کلسترول است؟

پاسخ: بله، اگر روغن‌های گیاهی باشد بدون کلسترول است. زیرا کلسترول فقط در منابع حیوانی وجود دارد.

۱۰. چه نوع روغن مایعی برای پخت غذا مناسب است؟

پاسخ: انواع روغن‌های مایع خوراکی خالص و مخلوط برای پخت و پز مناسب هستند. اما روغن‌هایی که دارای مقادیر و نسبت مناسب (امگا ۶ به امگا ۳، کمتر از ۳ به ۱) از اسیدهای چرب ضروری هستند از جنبه تغذیه‌ای ارجحیت دارد. مانند روغن کانولا و روغن مایع مخلوط مناسب.

۱۱. بهترین روش نگهداری روغن باز شده چیست؟

پاسخ: بهتر است در ظروف تیره، به دور نور و در محل خشک و خنک و با درب بسته قرار گیرد و تحت هیچ شرایطی نباید روغن مصرف شده به ظرف برگردانده شود.

۱۲. چرا بعضی از روغن‌های مایع ته نشین می‌شوند؟

پاسخ: ته نشینی روغن ناشی از وجود اسیدهای چرب اشباع است این اتفاق در روغن‌های سرخ کردنی حاوی پالم اولئین می‌افتد و ایراد محصول به حساب نمی‌آید. اما باید در نظر داشت که قبل از استفاده، کاملاً بطری را تکان دهید تا همگن گردد.

۱۳. چرا روغن مایع کم رنگ است؟

پاسخ: تفاوت رنگ به میزان رنگبری و مواد افزودنی هنگام بسته بندی، بستگی دارد. به روغن های پالایش شده که روغن رنگبری می شود قبل از بسته بندی بتاکاروتن (بتاکاروتن یک ترکیب پروویتامین A است که در بدن به رتینول یا ویتامین A تبدیل می شود و به رنگ قرمز- نارنجی است) اضافه می گردد. بعضا ویتامین E نیز اضافه می کنند که نارنجی- زرد است.

۱۴. مزه روغن ها و چربی ها تحت تاثیر چه عواملی است؟

پاسخ: هریک از روغن های خام (تصفیه نشده) دارای بو و طعم خاص خود می باشند که مربوط به ماهیت و ترکیبات معطر موجود در آنهاست. ولی روغن های گیاهی تصفیه و بی بو شده باید فاقد هرگونه بو یا طعم نامطبوع باشد.

۲۳۵

۱۵. چرا طعم روغن مایع با ذائقه افراد خانواده خصوصا سالمندان سازگاری ندارد و مورد پذیرش قرار نمی گیرد؟

پاسخ: ممکن است ذائقه آنها به بوی روغن حیوانی و ظاهر آن، عادت کرده باشد. یا به روغن های جامد هیدروژنه قدیمی که حاوی ترانس بالا و اسیدهای چرب اشباع بالا بودند عادت کرده باشند. این نوع روغن های جامد امروزه تولید نمی شوند و جای خود را به روغن نیمه جامد (مایع خوراکی مصرفی خانوار) داده اند که دانه بندی مشابه روغن حیوانی دارد و میزان اسید چرب اشباع در حد استاندارد ملی و اسید چرب ترانس پایین دارد.

۱۶. آیا روغنی که تاریخ مصرف آن گذشته باشد غیر قابل مصرف می باشد؟

پاسخ: بله، غیر قابل مصرف است. زیرا پس از تاریخ انقضاء مصرف، پارامترهای فساد در روغن از حدود مجاز تعیین شده در استاندارد بالاتر رفته و نباید مصرف شود.

۱۷. تعیین درصد مقاومت هر روغن در برابر حرارت (نقطه دود) چگونه انجام می شود و به چه منظوری است؟

پاسخ: نقطه دود طبق تعریف، دمایی است که دماسنج در هنگام خارج شدن یک دود مایل به آبی مداوم (براساس استاندارد ملی)، نشان می دهد. یکی از فاکتورهای تعیین کیفیت روغن است که برای آن استاندارد تعریف شده ملی وجود دارد و درجه فساد روغن را مشخص می کند. این آزمون به منظور تعیین مقاومت حرارتی انواع روغن های سرخ کردنی و مایع، جهت کنترل و تطبیق با استاندارد مربوط جهت بررسی کاربرد مجاز آن بکار می رود.

۱۸. علت چسبندگی زیاد روغن مایع بر سطح اجاق گاز و ظروف چیست؟

پاسخ: روغن های مایع (با چند پیوند غیر اشباع) به دلیل وجود اسیدهای چرب غیر اشباع در ترکیبشان در مقابل حرارت بالا و اکسیژن هوا ایجاد ترکیبات پلیمری می نمایند که این ترکیبات چسبنده بوده و به سطوح می چسبند. با توجه به اینکه دمای بدن ۳۷ درجه سانتیگراد است، در این دما فرآیند پلیمریزاسیون که باعث چسبندگی می شود اتفاق نمی افتد و لذا برای بدن بی ضرر است.

۱۹. روی برخی از بطری های روغن کنجد موجود در بازار نوشته روغن کنجد و برخی روغن ارده کنجد نوشته است. کدام نوع از این روغن ها برای مصرف بهتر است؟

پاسخ: تفاوت اولیه ی روغن کنجد و ارده کنجد، در نحوه استفاده از ماده خام اولیه است. برای تولید روغن کنجد از کنجد خام پرس شده استفاده می شود ولی برای تولید روغن ارده کنجد، از کنجد تفت داده شده استفاده می شود که روی طعم و بوی روغن حاصله موثر است. طبق تحقیقات انجام شده روغن ارده کنجد میزان تمامی عناصر به استثنای کلسیم و پتاسیم بیشتری نسبت به روغن کنجد دارد و تاثیرات بیشتری در کاهش کلسترول دارد.

۲۰. علائم فساد روغن چیست؟

پاسخ: اولین نشانه، بو و طعم نامطبوع است و سایر ویژگی های نشان دهنده فساد فقط با آزمایش مشخص می شود و هنگام مصرف، علاوه بر تغییر در بو و طعم، از دیگر نشانه های فساد، تغییرات محسوسی در رنگ، پلیمره شدن روغن، کف کردن و دود کردن می باشد.

۲۱. چرا رنگ روغن ها با هم فرق می کند؟

پاسخ: دارا بودن رنگدانه های متفاوت در روغن های خام، موجب تفاوت در رنگ محصول می گردد، ضمن اینکه میزان رنگ روغن در مرحله رنگبری، بسته به تقاضا و مشتریان قابل تغییر است. از طرفی در ساخت روغن ها گاهی از رنگ دهنده های مجاز خوراکی مانند بتاکاروتن به مقادیر متفاوت استفاده می شود.

۲۲. چرا میزان چرب بودن روغن مایع کمتر است و بیشتر باید استفاده شود؟

پاسخ: تمامی روغن ها (مایع، روغن حیوانی و نیمه جامد) از اسیدهای چرب تشکیل شده اند. ضمن اینکه عبارت چرب بودن از نظر علمی صحیح نیست و ماهیت روغن و ظاهر آن در دمای محیط، بستگی به نوع اسیدهای چرب آن دارد. روغن های مایع به دلیل داشتن اسیدهای چرب غیر اشباع نسبت به روغن های حیوانی و جامد، نقطه ذوب پایین تری دارند. لذا در دمای محیط بصورت مایع هستند.

۲۳. هنگام طبخ غذا روغن مایع به دلیل روان بودن بیشتر مصرف می شود. چه راه حلی پیشنهاد می شود؟

پاسخ: استفاده از ظرفی که خروجی باریکی برای روغن دارند. بعضی از کارخانجات تولیدی از دربهای مخصوصی که جریان مایع را بهنگام ریختن کنترل کند استفاده میکنند. اگر این نوع بسته بندی در دسترس نباشد، می توان با استفاده از قاشق مقدار مشخصی ریخت.

۲۴. آیا روغن هایی که روی آن ها نوشته شده (ترانس پایین)، خطرناک هستند؟

پاسخ: خیر، بلکه کم ترانس بودن از ویژگی های مثبت کیفی در روغن محسوب می شود. در حال حاضر تمام روغن های مایع تولید شده و موجود در کشور ایران (مایع خالص، مایع مخلوط، انواع روغن های سرخ کردنی) بدون ترانس هستند و برای سلامتی روغن های بدون ترانس بهترین گزینه است.

۳۳۷

۲۵. در برخی از مغازه های یک سری روغن ها به خصوص روغن کنجد با دستگاه در حضور مشتری از دانه ها استخراج می شوند و به فروش می رسند آیا این روغن ها برای مصرف مناسب هستند؟

پاسخ: تولید روغن کنجد در حضور مشتری به «روش سنتی» نیز شناخته می شود. این روش تولید روغن کنجد چند ایراد و مشکل دارد:

- هیچگونه نظارتی بر انتخاب دانه های کنجد وجود ندارد، این دانه ها می توانند حاوی مقادیر بالایی از آفت کش ها، سموم سرطان زای ناشی از رطوبت و کپک مانند آفلاتوکسین باشند.
- معمولاً از کیسه حاوی کنجد، دانه های کنجد بدون پاک کردن یا بوجاری و شستشو به دستگاه روغن کشی منتقل می شوند دمای روغن کشی در دستگاه پرس کنترل نمی شود، لذا آلودگی های قارچی یا میکروبی دانه ها مستقیماً وارد روغن شده و بیماری را هستند. در حالیکه در صنعت روغن، براساس استاندارد ملی ایران به شماره ۱۴۹۵۵ (آیین کار تولید بهداشتی روغن کنجد) تولید روغن کنجد انجام می شود. براین اساس بوجاری، پوست گیری به روش فیزیکی و شستشو انجام می شود.
- بسته بندی مناسب نگهداری طولانی مدت، ندارند و زودتر از روغن کنجد تصفیه شده کارخانه ای یا صنعتی فاسد می شود.

۲۶. عوامل موثر در جذب مواد غذایی در هنگام سرخ کردن کدام است؟

پاسخ: میزان جذب روغن به ماده غذایی در هنگام سرخ کردن فقط به نوع روغن بستگی ندارد، عوامل موثر بر میزان جذب روغن شامل:

- اندازه مواد غذایی، هرچه ابعاد ماده غذایی کوچکتر باشد، درصد جذب روغن بیشتر خواهد بود، به طور مثال مرغ سوخاری به علت آغشته بودن به پودر سوخاری جذب روغن بالایی دارد.
- سطح تماس ماده غذایی با روغن، به طور مثال ورقه های سیب زمینی در مقایسه با خلال سیب زمینی،

به علت سطح تماس بیشتر ورقه‌های سیب زمینی، چپیس تهیه شده روغن بیشتری در مقایسه با خلال سرخ شده جذب می‌کند.

- نوع سرخ کردن (عمیق، سطحی)، در سرخ کردن عمیق که ماده غذایی در روغن غوطه ور است میزان جذب روغن بیشتر می‌شود.
- مدت و درجه حرارت سرخ کردن، هرچه مدت سرخ کردن بیشتر باشد، میزان جذب روغن بیشتر خواهد بود.
- خنک کردن ماده غذایی پس از سرخ کردن، روغن جذب شده توسط ماده غذایی در سطح آن باقی می‌ماند که این مقدار هنگام خنک شدن بیشتر می‌شود. از این رو خنک کردن باید به سرعت انجام شود تا نفوذ روغن به داخل ماده غذایی کمتر شود، این کار را می‌توان با قرار دادن ماده غذایی سرخ شده در سبد و تکان دادن آن و یا استفاده از کاغذهای جاذب روغن انجام داد.

۲۷. روغن مخصوص سرخ کردن چه فرقی با روغن مایع پخت و پز دارد و از چه روغن‌هایی تشکیل شده است و آیا دارای مقادیری از روغن جامد با اسید چرب با ترانس پایین می‌باشد؟

پاسخ: روغن سرخ کردنی، روغنی است متشکل از یک، دو یا چند روغن مجاز خوراکی که از نظر ویژگی‌ها برای سرخ کردن سطحی و عمیق مناسب است و به دو دسته روغن سرخ کردنی خانوار و روغن سرخ کردنی صنایع غذایی و اصناف تقسیم بندی می‌شود.

- روغن سرخ کردنی خانوار: برای سرخ کردن در مصارف خانوار بکار می‌رود.
- روغن سرخ کردنی مصارف صنایع غذایی و اصناف: برای سرخ کردن مواد غذایی در صنایع غذایی و اصناف مرتبط مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- ویژگی‌های محصول نهایی باید مطابق استاندارد ملی روغن‌های سرخ کردنی باشد. در صورتیکه از مشتقات روغن پالم در تهیه فرمولاسیون آنها استفاده شود که اشباع بالاتر و مقاومت بالا برای سرخ کردن دارد، دارای مقادیری از روغن جامد با اسید چرب ترانس پایین است.

۲۸. در صورت در دسترس نبودن روغن مخصوص سرخ کردنی، برای سرخ کردن روغن مایع بهتر است یا نیمه جامد روغن خوراکی مصرفی خانوار؟

پاسخ: استفاده از سایر روغن‌ها برای سرخ کردن عمیق مانند فرنچ فرایز (سیب زمینی فرانسوی) و چپیس صنعتی، توصیه نمی‌شود. با این حال استفاده از روغن‌های مایع دارای مقاومت حرارتی بالا مانند روغن کانولا، ذرت و کنجد تصفیه شده و یا روغن نیمه جامد (خوراکی مصرفی خانوار) برای سرخ کردن سطحی و یکبار استفاده، بلامانع است.

۲۹. چرا برخی روغن های مخصوص سرخ کردن دارای رسوب حتی در هوای گرم می باشند؟

پاسخ: مربوط به نوع روغن مورد استفاده در ترکیب می باشد، زیرا در فرمولاسیون برخی از روغن های سرخ کردنی از مشتقات روغن پالم استفاده می شود که به مرور زمان، بخشی از آن به صورت نیمه جامد ته نشین می شود. در مواجهه با این حالت باید ظرف روغن را تکان داده تا روغن همگن و یکنواخت شده و پس از آن روغن را مصرف کرد.

۳۰. در چه صورت می توان از روغن مایع معمولی جهت سرخ کردن استفاده کرد؟

پاسخ: فقط از روغن سرخ کردنی برای سرخ کردن استفاده شود زیرا کنترل و سنجش دما و رطوبت موجود در غذایی که قرار است سرخ شود در منزل امکان پذیر نیست، لذا توصیه به استفاده از روغن های غیر سرخ کردنی برای سرخ کردن نمی شود. اما برای تفت دادن سطحی با شعله کم، می توان از دیگر روغن های مایع تصفیه شده و بسته بندی کارخانه ای استفاده نمود.

۳۳۹

۳۱. آیا روغن استفاده شده برای سرخ کردن را می توان برای غذاهای دیگر استفاده نمود؟

پاسخ: بطور کلی این عمل به هیچ عنوان توصیه نمی شود، زیرا بعد از سرخ کردن روغن ماهیت و کیفیت اولیه نخواهد داشت و همچنین بو و طعم ماده غذایی سرخ شده در آنرا جذب می کند.

۳۲. چه توصیه هایی برای مناسبترین نحوه استفاده و دفعات مصرف مجدد از روغن های سرخ کردنی می باشد؟

پاسخ: بهتر است از شعله کم برای سرخ کردن استفاده شود. اگر روغن در هنگام سرخ کردن دود نکند و تیره رنگ نشود می توان ۳ الی ۴ بار از آنها استفاده نمود. برای اینکار اول باید روغن را سرد کرد و سپس آن را از صافی عبور دهیم تا ذرات سوخته غذا از آن جدا شود و سپس در یخچال یا جای خشک، خنک و تاریک نگهداری نمود تا طول عمر روغن بیشتر شود و به طور کلی تعداد دفعات سرخ کردن مربوط به کیفیت روغن است. روغنی که بو، طعم یا رنگ آن تغییر کند یا دود نماید یعنی فاسد شده است و برای سرخ کردن مجدد مناسب نیست. در صورت استفاده از روغن به منظور سرخ کردن بصورت مستقیم و یا غیر مستقیم در سرخ کن، ضمن حفظ شرایط مذکور، حداکثر دو یا سه بار مشروط به رعایت نحوه نگهداری صحیح و در فواصل کوتاه زمانی مقدور بوده و ترجیحاً یکبار مصرف توصیه می شود.

۳۳. روغن مخصوص سرخ کردنی دارای چه ترکیبی است و چه تفاوتی با سایر روغن ها دارد؟

پاسخ: حتی الامکان از روغن هایی استفاده می شود که حداکثر مقاومت را در برابر اکسایش و حرارت داشته باشند. ترکیب درصد و فرمولاسیون روغن سرخ کردنی وابسته به میزان مقاومت روغن های مورد استفاده در ترکیب است و می تواند متشکل از تعدادی از روغن های زیر بصورت مخلوط، باشد: پالم اولئین،

سوپراولئین، کانولا، کنجد، زیتون، ذرت، سویا و روغن آفتابگردان اولئیک بالا، روغن آفتابگردان در حال حاضر دو نوع روغن سرخ کردنی حاوی پالم و بدون پالم در بازار وجود دارد که توصیه می شود از روغن های سرخ کردنی بدون پالم استفاده شود چرا که اکثریت روغن های بدون پالم از روغن های آفتابگردان های اولئیک بالا تولید می شود که مقاومت حرارتی بسیار بالا و اشباعیت کمتری هم نسبت به روغن پالم دارد. بنابراین گزینه بسیار بهتری رای انتخاب این نوع روغن است.

۳۴. روغن های قنادی چه ترکیبات و خواصی دارد؟

پاسخ: روغن های قنادی و آردی یک یا دو یا چند نوع روغن گیاهی همگن و یکنواخت است که برای تولید انواع فرآورده های آردی یا نانوائی (کیک و بیسکویت) قنادی (تافی) و غیرحرارتی (پاستیل) بکار میروند. این نوع روغن شامل: انواع چربی قنادی، شورتینگ های همه منظوره، مایع، کیک، بستنی، پرکننده، نان و شیرینی پزی می گردد.

در تهیه آنها از انواع روغن های گیاهی خوراکی استفاده می شود و استفاده از چربی حیوانی بجز چربی شیر در آنها ممنوع است. درصد اسید چرب اشباع آنها نسبت به روغن های مایع و نیمه جامد بالاتر است. لذا مقاومت آنها نیز از انواع روغن ها بالاتر است و افزودن هر نوع مواد طعم دهنده در آنها ممنوع است. به دلیل کاربری خاص، دارای نقطه ذوب بالا و مقدار مجاز استاندارد اسید چرب ترانس (پایین) می باشد که بتوانند خصوصیت لازم را در تهیه فرآورده ایجاد نمایند.

۳۵. آیا روغن گیاهی نیمه جامد از روغن گیاهی مایع ماندگاری بیشتری دارد و دیرتر فاسد می شود؟

پاسخ: با توجه به اینکه روغن گیاهی نیمه جامد (مصرفی خانوار) حاوی درصد بالاتری از اسیدهای چرب اشباع نسبت به روغن های مایع هستند لذا دیرتر فاسد می شوند. اما مصرف کننده باید به شرایط نگهداری و تاریخ انقضا درج شده روی برچسب مراجعه کند.

۳۶. چرا طعم روغن نیمه جامد (مصرفی خانوار) و مایع فرق می کند؟

پاسخ: روغن جامد بدلیل داشتن اسیدهای چرب اشباع بالاتر طعم متفاوتی نسبت به روغن مایع دارد. وجود ساختار کریستالی در روغن نیمه جامد مصرفی خانوار باعث می شود که بیشتر روی سطح برنج چسبیده و پخش شدگی و طعم بیشتری به غذا بدهد لذا با توجه به سلیقه های بودن طعم و مزه، برای بخشی از مردم جذابیت بیشتری دارد.

۳۷. اگر روغن جامد مضر است، چرا تولید می شود؟

پاسخ: برخلاف گذشته در حال حاضر روغن جامد برای مصرف خانوار در بازار ایران وجود ندارد و روغن فعلی که بصورت نیمه جامد تولید می گردد با حذف مخاطرات گذشته شامل ترانس بالا و کاهش اشباعیت، در پاسخ به تقاضای گروهی از جامعه، تولید و وارد بازار می گردد.

۳۸. بعضی وقتها روغن گیاهی نیمه جامد خریداری شده، به صورت دانه دانه (دان) می باشد. علت آن چیست؟

پاسخ: علت، نحوه تولید و سرد کردن روغن می باشد بطوریکه در مرحله سرد کردن کریستال ها به نحوی رشد می کنند که روغن ظاهر دان پیدا می کند. بدیهی است این شکل ظاهری وابسته به میزان رشد کریستال ها بوده و تفاوت به لحاظ کیفیت و ارزش تغذیه ای ایجاد نمی کند.

۳۹. آیا انرژی (کالری) روغن مایع کمتر از روغن جامد و یا کره است؟

پاسخ: خیر. تمامی روغن های مصرفی چه به صورت مایع چه جامد و نیمه جامد میزان انرژی یکسان هر گرم ۹ کیلو کالری انرژی دارند. اما کره چه حیوانی و چه گیاهی (مارگارین) به دلیل ۱۸ درصد رطوبت دارای کالری کمتری است.

۴۰. بین کره حیوانی و مارگارین (کره گیاهی) کدام برای سرخ کردن بهتر است؟

پاسخ: هیچکدام برای سرخ کردن عمیق به دلیل وجود ۱۸ تا ۲۰ درصد رطوبت، مناسب نیستند. اما برای تفت دادن و یا سرخ کردنی سطحی می توان از هر دو استفاده نمود.

۴۱. استفاده از کره روی برنج مناسب است یا خیر؟

پاسخ: کره، بدلیل طعم و بوی مطبوعی که به غذا می بخشد بعضی از مصرف کنندگان، از آن روی برنج استفاده می کنند اما باید در نظر داشت که استفاده از کره حیوانی به مقدار کم برای افراد سالم اشکالی ندارد، زیرا حاوی درصد بالاتری از روغن های اشباع نسبت به روغن های مایع هستند.

۴۲. چرا از اسانس های خوشبو که در کره استفاده می شود در روغن ها استفاده نمی کنند؟

پاسخ: افزودن اسانس به کره نیز مجاز نیست و بوی مطبوع موجود در کره متعلق به اسید بوتیریک موجود در آن است.

۴۳. آیا استفاده از روغن حیوانی به جای روغن گیاهی توصیه می شود؟

پاسخ: روغن حیوانی دارای کلسترول بوده، همچنین نسبت درصد اسید چرب اشباع به غیر اشباع در آنها در مقایسه با روغن های گیاهی بالاتر است. از طرفی به دلیل وجود اسید چرب اشباع کوتاه، سریعتر فاسد می گردد. لذا با توجه به شرایط سنی و جسمانی فرد مصرف کننده، به صورت محدود منعی ندارد اما به طور کلی توصیه نمی شود.

۴۴. چه فرقی بین روغن های حیوانی سنتی و روغن های حیوانی صنعتی و بسته بندی وجود دارد و آیا مصرف انواع بسته بندی مشکلی ندارد؟

پاسخ: روغن حیوانی شامل روغن کره (روغن حاصل از جدا کردن آب از کره)، چربی پیه و دنبه و روغن ماهی می شود. روغنی که با روش صنعتی تولید می شود به دلیل کنترل در حین تولید و پس از آن، دارای کیفیت بهتری است و توصیه می شود از روغن بسته بندی صنعتی با توجه به تاریخ تولید و انقضای آن استفاده نمود. روغن های حیوانی که در صنایع غذایی تولید می شوند با توجه به رعایت شرایط بهداشتی تولید و حذف کامل رطوبت و دیگر ترکیبات طبیعی بطور کامل یک روغن خالص حیوانی محسوب می شود. اما در تولید روغن حیوانی سنتی علاوه بر عدم کنترل کیفیت و فقدان تضمین کیفیت، امکان تقلبات بدلیل عدم نظارت، وجود دارد.

۴۵. **فرق روغن حیوانی (روغن کره) با روغن گیاهی چیست؟**

پاسخ: تفاوت در منشا تولید این دو نوع روغن است روغن حیوانی از ماست و دوغ حیواناتی مانند گاو، گوسفند، شتر و... تهیه شده و حاوی اسیدهای چرب اشباع زنجیره متوسط و کلسترول است. تولید روغن های گیاهی اغلب از دانه های روغنی و میوه های روغنی تهیه شده و سرشار از اسیدهای چرب غیراشباع و اسیدهای چرب ضروری است که بدن انسان قادر به ساخت آنها نیست. در روغن های گیاهی بجای کلسترول، استرول وجود دارد.

۴۶. **آیا روغن حیوانی باعث تقویت استخوان ها و اندام های بدن می شود؟**

پاسخ: خیر. زیرا در ترکیبات این روغن ها کلسیم در حد ۴ میلی گرم است و نیاز روزانه بدن به کلسیم را برآورده نمی کند. روغن حیوانی فاقد ریز مغذی های لازم روزانه جهت تقویت استخوانها هستند. از آنجائیکه این روغن ها حاوی چربی های اشباع هستند باید مصرف آنها را محدود نمود.

۴۷. **تفاوت روغن زرد حیوانی و کره حیوانی چیست ؟**

پاسخ: روغن زرد حیوانی (روغن کره) از حرارت دادن کره حیوانی تهیه می شود در این فرایند، آب از کره جدا شده و روغن حیوانی (روغن کره) که عامیانه روغن زرد حیوانی نامیده می شود، تولید می گردد.

۴۸. **آیا می توان از روغن زیتون و روغن هسته انگور جهت سرخ کردن مواد غذایی استفاده کرد و چند بار قابل استفاده است؟**

پاسخ: روغن هسته انگور بدلیل نوع اسیدهای چرب تشکیل دهنده و پایین بودن مقاومت در برابر اکسایش و نقطه دود پایین، برای سرخ کردن مناسب نمی باشد. روغن زیتون تصفیه شده به دلیل داشتن اسیدچرب اولئیک بالانسبت به سایر انواع روغن های زیتون، به شرط آنکه از حرارت پایین استفاده شود و زمان سرخ کردن تا حد امکان کوتاه باشد، برای یکبار سرخ کردن می تواند مورد استفاده قرار گیرد.

۴۹. آیا روغن مورد استفاده برای ته برنج زیاد حرارت نمی بیند؟ و آیا نباید از نوع سرخ کردنی و یا روغن های مقاوم به حرارت باشد؟

پاسخ: خیر زیاد حرارت نمی بیند. وجود رطوبت در ماده غذایی باعث می شود حرارت روغن خیلی بالا نرود بنابراین استفاده از یک روغن تازه غیرسرخ کردنی برای ته برنج کفایت می کند.

۵۰. آیا استفاده از دستگاه سرخ کن حتی با روغن تازه مضر است؟

پاسخ: خیر، مزیت هم دارد. چرا که با سرخ کن می توان دمای سرخ کردن را کنترل و از فاسد شدن سریع روغن جلوگیری کرد. همچنین سرخ کن ها دارای فیلتر بوده و بوی نامطبوع روغن را تا حدی جذب میکنند. نکته قابل توجه در سرخ کنها این است که مصرف کننده بایستی مکرراً روغن داخل سرخکن را به لحاظ کف کردن، بو، طعم و دود کردن کنترل نماید تا چنانچه روغن به مرحله دورریز (discard) رسید از مصرف مجدد آن اجتناب گردد. در صورت استفاده از روغن به منظور سرخ کردن بصورت مستقیم و یا غیر مستقیم در سرخ کن صرفاً استفاده از روغن مخصوص سرخ کردنی مجاز بوده و استفاده حداکثر دو یا سه بار مشروط به رعایت نحوه نگهداری صحیح و در فواصل کوتاه زمانی مقدور بوده و ترجیحاً یکبار مصرف توصیه می شود.

۵۱. چرا علیرغم اینکه روغن نارگیل دارای اسیدهای چرب با زنجیره متوسط می باشد، توصیه به کم مصرف کردن آن می شود؟

پاسخ: چون میزان اسیدهای چرب اشباع این نوع روغن بالا می باشد. بخش عمده روغن نارگیل دارای اسیدهای چرب لوریک و میریستیک است که طبق استاندارد ملی ایران مصرف آنها مجاز نیست. تمام اسیدهای چرب اشباع (SFA)، از جمله آنهایی که از منابع گیاهی (مانند روغن نارگیل و روغن پالم) و منابع حیوانی تهیه می شوند، با مطالعات دهه های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ به عنوان بزرگترین عوامل خطر CVD (بیماری های قلبی) شناخته می شدند. در پی این همبستگی های اولیه، دستورالعمل های غذایی افراد را ترغیب می کردند که مصرف اسیدهای چرب اشباع را به حداقل برسانند و دریافت اسیدهای چرب چند غیراشباعی (PUFA) را افزایش دهند.

اما مطالعات اخیر پیشنهاد کرده اند که دستورالعمل های تغذیه ای بر اساس منبع SFA، تجدید نظر شوند. زیرا منابعی مانند روغن نارگیل، به دلیل فراوانی تریگلیسیریدهای زنجیره متوسط (MTCs)، خطر ابتلا به بیماری های قلبی و عروقی، سکنه مغزی و دیابت را کاهش می دهند.

به طور متناقض، همچنین به خوبی ثابت شده است که کلسترول سرم تحت تأثیر اسید استئاریک قرار نمیگیرد. اسید لوریک، رایجترین اسید چرب موجود در روغن نارگیل، دارای خواص ضد میکروبی و ضد ویروسی قوی است و انواع پاتوژنهای غذایی را مهار می کند. این توانایی توسط مشتق اسید چرب، مونولورین، نشان داده می شود، که تحقیقات نشان داده است که از نوزادان در برابر عفونتهای ناشی از منابع ویروسی، باکتریایی و تک یاخته ای محافظت می کند. عمده مصرف روغن نارگیل، در تولید شکلات،

مارگارین و اسپری های کم کالری است.

۵۳. در بسته بندی روغن ها چه استانداردی رعایت می شود؟

پاسخ: در این صنعت از ظروفی استفاده می شود که دارای ضوابط بهداشتی و استانداردهای روز بین المللی و ملی هستند. بعنوان مثال، برای بطری های از جنس پلی اتیلن ترفتالات مطابق با استاندارد ملی ۱۱۶۱۰ استفاده می شوند.

- برای روغن های مایع، اغلب از ظروف پلیمری حاوی ترکیبات شفاف ضد ماورائ بنفش استفاده می شود تا از تاثیر امواج ماورای بنفش بر اکسایش روغن پیشگیری شود.
- برای روغن های مایع سرخ کردنی حاوی پالم از ظروف پلیمری غیرشفاف که بعضا زرد رنگ هستند استفاده می شود و برای روغن های سرخ کردنی بدون پالم از ظروف پلیمری شفاف استفاده می شود.
- برای بسته بندی روغن های نیمه جامد بیشتر از حلب استفاده می گردد که ویژگی های آن باید براساس استاندارد ملی ۱۸۸۱ باشد، اما استفاده از ظروف پلیمری نیز بلامانع است.

۵۳. نحوه نگهداری روغن در محل عرضه و محل مصرف (مراکز تولید و پخت غذا و آشپزخانه های منازل) به چه صورت باید باشد؟

پاسخ: روغن باید در محل خشک و خنک، دور از نور و داخل ظرف درب بسته نگهداری شود و هرگز نباید قاشق آغشته به رطوبت و مواد غذایی را داخل ظرف روغن فرو برد و یا اینکه روغنی که یکبار مصرف شده است را نباید مجدداً به ظرف روغن برگرداند.

۵۴. چه شرایطی برای استفاده مجدد از روغن در مراکز تولید و منازل را باید رعایت کرد؟

پاسخ: به شرط آنکه ذرات غذا وارد روغن استفاده شده نگردد و همچنین رنگ روغن عوض نشده باشد و همچنین مدت زمان زیادی از تاریخ تولید آن نگذشته باشد، می توان آنرا مجدداً استفاده نمود. پس از یکبار مصرف ذرات معلق آن را جدا و در ظرف تمیز خشک و سر بسته و در یخچال برای مصارف بعدی نگهداری گردد. برخی از روغن های مورد استفاده در صنف، با یک بار سرخ کردن مقاومت خود را از دست داده و روغن در حین مصرف، ممکن است فرآورده های پلیمریزاسیون در آن انجام شده و ترکیبات سمی (Toxic) در آن بوجود آید لذا روغن های با درجه غیراشباعی بالا برای استفاده مکرر مناسب نمی باشد.

۵۵. آیا روغن زیتونی که دارای ذرات جامد است (اصطلاحاً بسته است) قابل مصرف است ؟

اگر از خالص بودن روغن زیتون مطمئن باشید (کلیه استانداردهای زیتون را داشته باشد) بله مشکلی ندارد ولی در غیر اینصورت ممکن است اختلاط با روغن های دیگر وجود داشته باشد. بطور کلی روغن زیتون خالص به علت دارا بودن اسیدهای چرب اشباع بالاتر از روغن های مایع مانند افتابگردان، سویا، کانولا و

ذرت و... در دمای یخچال بعد از چند روز شروع به جامد شدن می‌کند و هیچ گونه تاثیری بر کیفیت آن ندارد و قابل مصرف است.

۵۶. آیا از روغن‌های پرس سرد می‌توان برای سرخ کردن عمیق استفاده کرد؟

از روغن‌های پرس سرد برای سرخ کردن نمی‌توان استفاده نمود زیرا ترکیبات بسیاری در آن وجود دارد که در اثر سرخ کردن باعث تخریب روغن می‌گردد.

۵۷. آیا روغن پومیس تصفیه شده برای مصرف انسان مناسب است؟

طبق استاندارد ملی ایران استفاده از روغن پومیس ممنوع می‌باشد چون این روغن بی‌کیفیت‌ترین نوع روغن زیتون می‌باشد ولی روغن پومیس پالایش شده، در بسیاری از کشورها استفاده می‌شود.

۵۸. روغن زیتون بدون بو آیا خاصیت روغن زیتون بودار را دارد؟

پاسخ: روغن زیتون بی بو نشده بهتر است زیرا برخی از ترکیبات مفید از جمله توکوفرول و استرول‌ها در حین عملیات پالایش، ریز مغذی‌ها و آنتی اکسیدان‌های آن کاهش می‌یابد.

۵۹. چرا روغن‌هایی که در ظروف پلاستیکی نگهداری می‌شوند بوی نامطبوع دارند؟

پاسخ: ظروف استاندارد جهت بسته‌بندی روغن مایع، ظروف از جنس پلیمر پلی اتیلن ترفتالات (PET) است که اگر تصفیه روغن بخوبی انجام شده و روغن به تاریخ انقضاء نرسیده باشد، خود ظرف هیچگونه بویی ندارد که به روغن انتقال بدهد. اما اگر روغن مایع غیرکارخانه‌ای خریداری شود و در ظروف پلاستیکی غیراستاندارد بسته‌بندی شود امکان انتقال بوی نامطبوع پلاستیک به روغن وجود دارد.

۶۰. آیا می‌شود روغن‌ها را با بعضی ویتامین‌های محلول در چربی مثل ویتامین A, D, E, K غنی کرد؟

پاسخ: بله، با توجه به اینکه این ویتامین‌ها محلول در چربی هستند می‌توان با رعایت قوانین وزارت بهداشت و ضوابط مربوطه، روغن‌ها را غنی کرد.

۶۱. آیا طعم روغن غنی شده با ویتامین نسبت به روغن‌هایی که غنی نشده اند متفاوت است؟

پاسخ: خیر. غنی‌سازی با ویتامین A, D, E باعث تغییر در طعم روغن نمی‌شود.

۶۲. چرا مواد غذایی که با روغن مایع تهیه می‌شوند پس از نگهداری در یخچال کیفیت خود را هنگام گرم کردن مجدداً از دست می‌دهد؟

پاسخ: چون روغن مایع نسبت به روغن جامد کمتر جذب غذا می‌شود، لذا پس از نگهداری در یخچال، فاز روغنی کاملاً از سطح غذا جدا شده و در گرم کردن مجدد، سطح غذا فاقد روغن است و روغن به انتهای ظرف غذا حرکت می‌کند.

۶۳. آیا می شود روغن ها را فریز کرد؟

پاسخ: بستگی به نوع روغن و دمای انجماد می توان فریزری نمود.

۶۴. به هنگام منجمد کردن ماده غذایی سرخ شده مثل بادمجان، روغن مایع منجمد نمی شود. آیا باعث فساد مواد غذایی می شود؟

پاسخ: خیر باعث فساد مواد غذایی نمی شود. برای سرخ کردن و نگهداری طولانی مدت در فریزر، بهتر است از روغن های سرخ کردنی استفاده شود.

۶۵. آیا به این دلیل که روغن مایع پاشیده به اطراف گاز، چسبنده است و به سختی پاک می شود، در رگ ها هم رسوب می کند؟ آیا روغن حیوانی که چسبندگی کمتری دارد درون رگ ها رسوب نمی کند؟

پاسخ: گرفتگی رگها ناشی از رسوب کلسترول خون می باشد و ارتباطی به نقطه ذوب آنها و روان بودن در دمای محیط ندارد.

چسبندگی روغن های مایع در ظروف، بدلیل تشکیل ترکیبات پلیمری حاصل اسیدهای چرب غیر اشباع و بعضا با چند پیوند دوگانه است که در دماهای بالا ایجاد می شوند. دمای بدن حداکثر در حالت عادی ۳۷ درجه سانتی گراد است که این واکنشهای شیمیایی که در زمان پخت با دمای ۶۰ تا ۷۰ اتفاق می افتد و منجر به تولیدات ترکیبات پلیمری می شود در بدن انجام نمی شود. اما روغن حیوانی بدلیل داشتن چربی های اشباع و کلسترول، موجب افزایش چربی خون می شود و باید مصرف آنها کنترل شده و محدود باشد.

۶۶. با مصرف چه نوع روغن و به چه میزان می توان اسیدهای چرب امگا-۳ مورد نیاز بدن را تامین کرد؟

پاسخ: علاوه بر تامین از منابع غذایی نظیر ماهی های چرب (سالمون، ساردین و قزل آلا) از طریق روغن کانولا نیز تامین می شود. مقادیر توصیه شده ۱ تا ۲ درصد از انرژی دریافتی است.

۶۷. آیا استفاده از عبارت (حاوی امگا ۳ یا حاوی امگا ۶) روی لیبل روغن های تصفیه شده، صحیح است؟

بله زیرا اکثر روغن های گیاهی مایع، حاوی امگا ۳ یا امگا ۶ هستند که در فرایند تصفیه حذف نشده و غالبا با نسبت اولیه حفظ می شوند.

۶۸. درب بطری بعضی از روغن ها دچار خمیدگی است. آیا روغن دچار فساد می شود یا بوتولیزم می شود؟ سبب خمیدگی درب بطری چیست؟

بوتولیزم در مواد غذایی دارای پروتئین ایجاد می شود پس تشکیل آن در روغن، غیرممکن است زیرا فاقد پروتئین است.

اما خمیدگی درب روغن، به دلایل زیر اتفاق می افتد:

• گشتاور یا تورچ بستن درب بطری

- تفاوت دمای پرشدن و انبارش
- عدم حمل و نقل مناسب

۶۹. آیا روغن کانولا کاملاً تراریخته شده است به نحوی که هیچ گونه عوارضی ندارد؟

کانولا در اصل با اصلاح نژاد گیاه کلزا به دست آمده است تا روغن حاصله اسید اروسیک پایینی داشته باشد. البته بین کانولای معمولی و کانولای اصلاح ژنتیکی شده تفاوت است. در نوع اصلاح ژنتیکی، که با مهندسی ژنتیک انجام می شود، هدف بالا بردن مقاومت گیاه در برابر علف کش ها و آفات بوده است. در هر حال مدرکی مبنی بر انتقال نوکلئوتیک اسیدها به روغن استخراجی وجود ندارد.