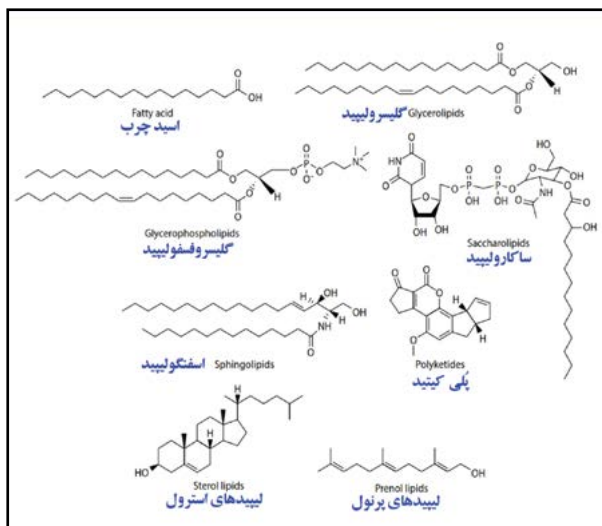


اندکی درباره بیوشیمی اسیدهای چرب



شکل ۱ - هشت دسته چربی

وظایف مهم اسیدهای چرب (و گلیسریدها)، نقشی است که به عنوان خزانه انرژی به عهده دارند. گیاهان انرژی را به صورت نشاسته و حیوانات، انرژی را به صورت چربی ذخیره می کنند؛ البته جانوران مقداری انرژی هم به صورت کربوهیدرات (گلیکوژن) در خود ذخیره دارند. بیش از ۵۰۰ نوع اسید چرب مختلف در یاخته ها و بافت ها یافته اند. بخش عمده آن در چربی های طبیعی بدن ادغام شده اند، معمولاً به صورت پیوند با گلیسرول (تریگلیسرید) هستند. مقدار کمی به صورت اسیدهای چرب آزاد در خون وجود دارند و در بخش های مختلف بدن جابجا می شوند و در یاخته ها - غشاء و درون یاخته - اسید چرب آزادی تقریباً وجود ندارد. تعداد کربن های تقریباً همه اسیدهای چرب، زوج و معمولاً

تذکر لازم:

شماره گذاری کربن های اسیدهای چرب به چند طریق انجام می شود. در یک طریق (IUPAC)، کربن عامل اسیدی را شماره یک می نامند و در طریق دیگر، کربن سر دیگر اسید چرب (همان کربن ω، به معنی آخرین کربن) را شماره یک حساب می کنند.

IUPAC = The International Union of Pure and Applied Chemistry

لیپیدها که با کمی اغماض می توان آنها را معادل چربی دانست، دسته ای از مواد هستند که در آب حل نمی شوند، ولی در حلال های غیر قطبی و در حلال های دارای قطبیت اندک، محلولند. متنوع ترین دسته مواد هستند. کارها و وظایف متنوعی هم به عهده دارند و در بسیاری از نواحی مختلف بدن موجودات، چه تک یاخته ای یا پُریاخته ای های گیاهی و جانوری وجود دارند. چربی ها را از نظر ساختمانی، به هشت دسته تقسیم می کنند (شکل ۱).

معمولاً آن ها را بر مبنای کار و وظایفی که به عهده دارند، هم دسته بندی میکنند. در بدن انسان دارای سه نقش زیرند:

- ۱- خزانه انرژی درون یاخته ای هستند؛
- ۲- جز مهم غشاء یاخته و غشاء اندامک های درون یاخته هستند؛ با همین غشاء است که در محیط آبی پیرامون، یاخته از یاخته های دیگر و اندامک ها از یکدیگر جدا هستند؛
- ۳- در صدور و اجرای دستورات زیستی، پیامبرشیمیایی اند. در اینجا به اسیدهای چرب اشاره می شود. یکی از

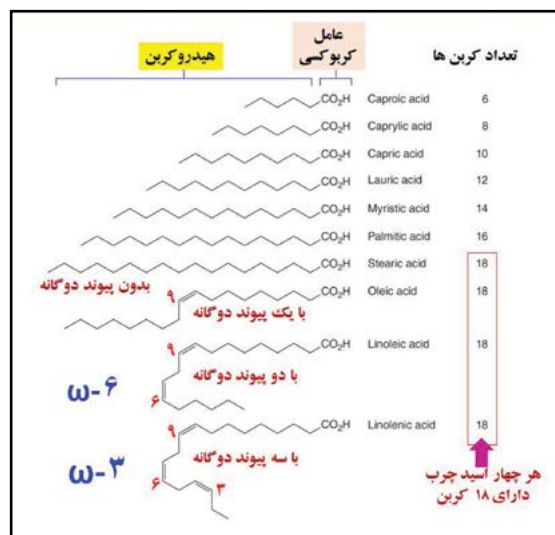
هیدروژن دارد. به عبارت دیگر آن اسید چرب از هیدروژن اشباع نشده است. بر همین مبنای اسیدهای چرب را به اسیدهای چرب اشباع و نااشباع دسته بندی می کنند (جدول-۲).

Saturated Fatty Acid
Unsaturated Fatty Acid
Monounsaturated Fatty Acids (MUFAs)
Polyunsaturated Fatty Acids (PUFAs)
Eicosanoids
Prostanoids,
Prostaglandins (PGs)
Prostacyclins (PGIs)
Thromboxanes (TXs)
Leukotrienes (LTs)
Lipoxins (LXs)

جدول ۲ - دسته بندی اسیدهای چرب

اسیدهای چرب اشباع، به صورت یک رشته "مستقیم" هستند. در واقع در دمای عادی، آرایش اتم های کربن آن، به صورت زیگزاگ است. از روی آرایش اتم های هیدروژن دو کربن دو طرف پیوند دوگانه (C = C)، اسیدهای چرب، شکل فضائی منحصر به فردی پیدا می کنند. به صورت دو ایزومر سیس (cis) و ترانس (trans) درمی آیند.

هرگاه دو اتم هیدروژن در یک جهت قرار بگیرند، آن اسید چرب را ایزومر cis می نامند. قرار گرفتن آن دو اتم هیدروژن در دو جهت مقابل، ایزومر trans را می سازد. ایزومر trans به صورت خطی زیگزاگ باقی می ماند (شکل ۳)، ولی اسیدهای چرب نااشباع cis در هر پیوند دوگانه، یک زاویه (نزدیک به ۱۲۰ درجه) پیدا می کنند و به صورت خطی شکسته (V مانند)، در می آیند. زاویه دار شدن مکرر اسیدهای چرب دارای پیوندهای بیشتر، آنها را به صورت U در می آورد. جهت این زاویه هم پُر اهمیت است. این دو ایزومر اسید چرب، از جهات مختلفی با هم تفاوت دارند. اسیدهای چرب موجود در گیاهان و جانوران تقریباً همه از ایزومر cis هستند.



شکل ۲ - اسیدهای چرب اشباع و نااشباع مختلف. هر یک با خواص فیزیکیوشیمیائی و فیزیولوژیک متفاوت.

بین ۱۲ الی ۲۰ کربن است (شکل ۲ و جدول ۱). فراوان ترین اسیدهای چرب در طبیعت عبارتند از acid Palmitic، Oleic acid و Stearic acid.

Carbon Atoms: Double Bonds*	Structure	Common Name	Melting Point (°C)
Saturated Fatty Acids			
12:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₀ COOH	lauric acid	44
14:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₂ COOH	myristic acid	58
16:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₄ COOH	palmitic acid	63
18:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₆ COOH	stearic acid	70
20:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₈ COOH	arachidic acid	77
Unsaturated Fatty Acids			
16:1	CH ₃ (CH ₂) ₇ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH	palmitoleic acid	1
18:1	CH ₃ (CH ₂) ₇ CH=CH(CH ₂) ₉ COOH	oleic acid	16
18:2	CH ₃ (CH ₂) ₄ CH=CHCH ₂ CH=CH(CH ₂) ₉ COOH	linoleic acid	-5
18:3	CH ₃ CH ₂ CH=CHCH ₂ CH=CH(CH ₂) ₉ COOH	linolenic acid	-11
20:4	CH ₃ (CH ₂) ₄ CH=CHCH ₂ CH=CHCH ₂ CH=CH(CH ₂) ₉ COOH	arachidonic acid	-49

جدول ۱) فراوان ترین اسیدهای چرب در چربی های حیوانی، روغن های گیاهی و غشاهای بیولوژیک.

اعداد ستون سمت چپ، تعداد کربن و تعداد پیوند دوگانه را نشان می دهد و اعداد ستون راست دمائی را نشان می دهد که آن اسید چرب مایع است یا به صورت مایع در می آید.

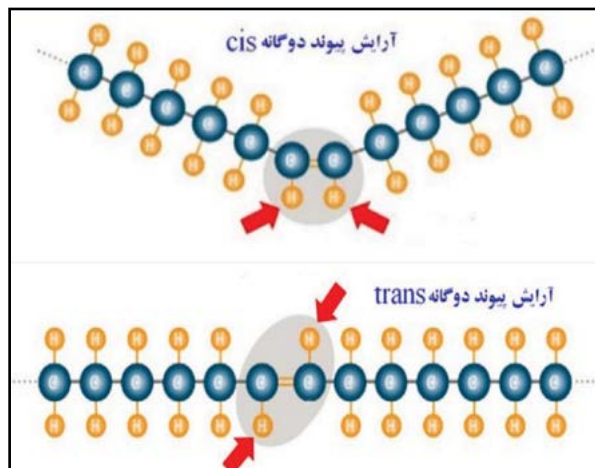
اسیدهای چرب به طریق دیگری هم دسته بندی می شود. آیا تمام کربن های آن، از هیدروژن اشباع شده اند؟ هر اتم کربن دارای چهار ظرفیت چسبندگی است. از دو طرف به کربن مجاور و از دو طرف دیگر، به دو اتم هیدروژن می چسبند. گاهی پیوند دو اتم کربن با یکدیگر، پیوندی دوگانه است، لذا تنها جا برای یک اتم

بخورد؛ این اسیدهای چرب را اسیدهای چرب اساسی می نامند.

از سه طریق، اسیدهای چرب ترانس ساخته می شود. از یک طریق، برخی از باکتری ها برای استفاده خود، ایزومر ترانس می سازند و در ساختمان غشاء خود ادغام می کنند. طریق دیگر، تولید ایزومرهای ترانس در معده اول نشخوارکنندگان است. در اینجا هم باکتریها نقش عمده دارند. سومین طریق، صناعی است و در کارخانه های روغن سازی، برای تولید روغن نباتی بی بو، جامد و یا مارگارین، استفاده می شود.

برای حذف بوی طبیعی روغن گیاهی، تغییراتی در آن چربی و روغن رخ می دهد که مقدار زیادی انواع مختلف ایزومرهای ترانس به وجود می آید. برای تولید روغن جامد (در دمای عادی خمیری است) یا مارگارین، به مولکول های روغن گیاهی، اتم هیدروژن اضافه می کنند (Hydrogenation). با این کارها هم، مقدار زیادی ایزومر ترانس تولید می شود. افزودن هیدروژن به مولکول اسیدهای چرب موجود در روغن گیاهی برای آن است که چربی وضعیت باثبات تری پیدا کند و نگهداری آنها در زمان های که یخچال و فریزر در اختیار همه نبود، آسانتر باشد و از فساد (اکسیده شدن) آنها در دمای اطاق جلوگیری کند. با این کار ایزومرهای مختلفی ساخته می شود.

بسته به ماهیت و مقدار کاتالیست، شدت افزودن هیدروژن، و چند عامل دیگر، مقدار ایزومرها و نوع آنها متفاوت است. در کارخانه های روغن سازی دقت می کنند هیدروژیناسیون کامل نباشد، زیرا روغن حاصله، بسیار جامد می شود؛ به همین دلیل تنها بخشی از اسیدهای چرب را هیدروژنه می کنند (هیدروژیناسیون نسبی است). در این جریان، ایزومرهایی که ساخته می شوند ملغمه ای از اسیدهای چرب هستند که جایگاه پیوند دوگانه و شکل فضائیشان با هم فرق دارد. بیشترین ایزومر آنها، از نوع ترانس است. دو نوع اول ایزومرهای ترانس (ناشی از باکتریها و نشخوار) طبیعی هستند. در معده نشخوارکنندگان اسیدچرب ترانسی که ساخته

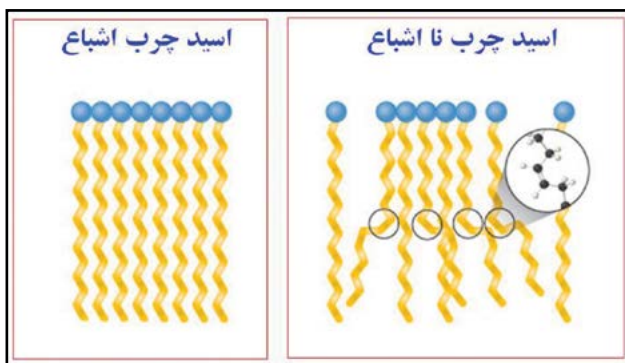


شکل ۳- دو آرایش اتمهای هیدروژن (روی دو کربن یک پیوند دوگانه اسید چرب. دو ایزومر سیس (cis) و ترانس (trans))

نوع چربی	اشباع				نااشباع		
	Lauric	Myristic	Palmitic	Stearic	Oleic	Linoleic	Linolenic
چربی حیوانی							
پیه	—	6.3	27.4	14.1	49.6	2.5	—
کره	2.5	11.1	29.0	9.2	26.7	3.6	—
انسان	—	2.7	24.0	8.4	46.9	10.2	—
چربی خوک	—	1.3	28.3	11.9	47.5	6.0	—
روغن گیاهی							
نارگیل	45.4	18.0	10.5	2.3	7.5	—	16.3
ذرت	—	1.4	10.2	3.0	49.6	34.3	1.5
تخم پنبه	—	1.4	23.4	1.1	22.9	47.8	3.4
تخم کتان	—	—	6.3	2.5	19.0	24.1	47.4
زیتون	—	—	6.9	2.3	84.4	4.6	—
بادام زمینی	—	—	8.3	3.1	56.0	26.0	—
گلرنگ	—	—	6.8	—	18.6	70.1	3.4
سویا	0.2	0.1	9.8	2.4	28.9	52.3	3.6
آفتابگردان	—	—	6.1	2.6	25.1	66.2	—

جدول ۳- میانگین نسبت اسیدهای چرب مختلف در چربی ها و روغن ها

جایگاه پیوند دو گانه و تعداد آن بستگی به یاخته و آنزیمی دارد که در سنتز آن دخالت دارند. بعضی جانوران و گیاهان و برخی از یاخته ها، توانایی ویژه ای در تولید این یا آن اسید چرب دارند. به همین دلیل مقدار کلی و نسبت انواع مختلف اسیدهای چرب در موجودات گیاهی و جانوری مختلف با یکدیگر فرق دارد (جدول ۳). مثلاً انسان قادر به تولید تعدادی از اسیدهای چرب نیست و لازم است با غذا، خود آن اسیدچرب یا ماده پیشتاز آن را



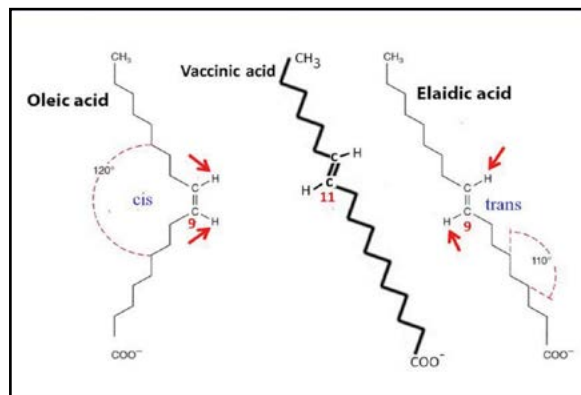
شکل ۵ - به هم پیوستگی اسیدهای چرب اشباع و اسیدهای چرب نا اشباع.

مولکول‌ها یکدیگر را جذب یا دفع می‌کنند. بر مبنای همین نیروها، مواد به صورت گاز فرار تا جامد سخت در می‌آیند. یکی از نیروهای جذب که در سطح وضعیت الکترون‌های هر اتم عمل میکند، نیروی پراکندگی لاندن نامیده می‌شود.

با دقت در شکل ۵ متوجه تاثیر این نیرو می‌شوید. هرگاه اسیدهای چرب اشباع، فراوان تر باشند، این نیرو افزون تر است، زیرا مولکول‌های آسانتر در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند و نقطه ذوب آنها بالاتر است و برای جدا نگهداشتن مولکول‌ها به نیروی بیشتری نیاز هست. آن ماده در دمای عادی، به صورت جامد در می‌آید و هرگاه اسیدهای چرب نا اشباع فراوان تر باشند، به خاطر شکل فضایی خود، از هم فاصله دارند و نیروی لاندن آن، برای نگهداری مولکول‌ها در کنار هم، کافی نیست، و آن ماده در دمای عادی به صورت مایع (روغن) در می‌آید.

اسیدهای چرب ترانس طبیعی و صناعی از نظر تاثیر بر تندرستی انسان باهم تفاوت دارند. معتقدند اسیدهای چرب ترانس که در معده نشخوارکنندگان تولید می‌شود و در چربی و لبنیات آنها وجود دارد، تاثیر نامطلوبی بر بدن انسان ندارد، ولی اسیدهای چرب ترانس که در اثر بو زدایی و هیدروژیناسیون نسبی روغن‌های گیاهی به وجود می‌آید، یکی از عوامل ایجاد آترواسکلروز است. روغن نباتی جامد که در اثر هیدروژیناسیون نسبی روغن نباتی تهیه می‌شود و سرشار از اسیدهای چرب ترانس است. زمانی چربی پرمصرف خانوارهای ایران بود.

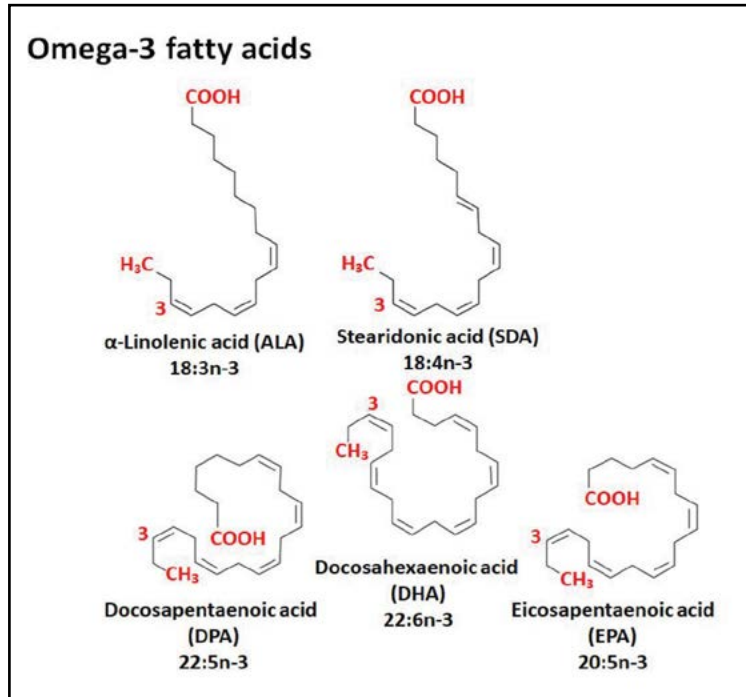
می‌شود دارای پیوند دوگانه روی کربن ۹ است و Elaidic acid نامیده می‌شود؛ و اسید چرب ترانس که در کارخانه روغن سازی ساخته می‌شود، روی کربن ۱۱ دارای پیوند دوگانه است و Vaccinic acid نام دارد (شکل ۴). این دو از جهات مختلف، حتی از نظر تاثیر بر تندرستی انسانها، تفاوت فراوانی با هم دارند.



شکل ۴ - یک ایزومر سیس و دو ایزومر ترانس اسید چرب ۱۸ کربنی نا اشباع با یک پیوند دوگانه. هر یک با خواص فیزیولوژیکی متفاوت.

تفاوت اصلی چربی جانوری از چربی گیاهی، نسبت اسیدهای چرب اشباع و نا اشباع در آنهاست. چربی‌های گیاهی بیش از چربی‌های حیوانی، اسید چرب نا اشباع در خود دارند.

اسیدهای چرب اشباع، فشرده تر در کنار هم قرار می‌گیرند، لذا در دمای اتاق، سفت ترند و اسیدهای چرب نا اشباع به خاطر وضعیت فضایی مولکولها از هم فاصله می‌گیرند و آزادی بیشتری در حرکت دارند به همین دلیل در دمای پائین هم روان هستند (شکل ۵). اصطلاحاً، چربی‌های گیاهی را روغن و چربی‌های حیوانی را به نام هائی همچون "پیه"، "دُنبه"، و "کره" می‌نامند.



شکل ۶ - اسیدهای چرب امگا-۳

روغنی که برای سرخ کردن غذاها استفاده می شود، معمولاً از نوع روغن گیاهی نسبتاً هیدروژنه است، ل ذا حاوی مقدار زیادی اسیدهای چرب ترانس است و همین اسیدهای چرب ترانس وارد غذاها می شود. اغلب غذاهای آماده و نیمه آماده از شیرینی خامه ای تا چیپس و پودر کیک و هر سرخ کردنی دیگر، حاوی مقدار زیادی اسیدهای چرب ترانس هستند. به همین دلیل اسیدهای چرب ترانس را هم جزء مواد غذایی تحت کنترل در آورده اند. اداره دارو و غذای آمریکا (FDA) دستور داده است مقدار اسیدهای چرب ترانس، روی بسته غذاها ذکر شود تا مردم با آگاهی آن را انتخاب کنند.

چنین خطراتی برای تندرستی دیده نشده است. ولی روشن است که مصرف چربی بیش از اندازه از هر نوع و با هر غذایی که باشد، باعث چاقی می شود که به نوبه خود خطر بزرگی برای تندرستی است. در برخی از مطالعات معلوم شده که مصرف برخی از اسیدهای چرب چندناشباع، از آن نوعی که در ماهی ها وجود دارد، اثرات مفیدی دارد. این اسیدهای چرب مفید را اسیدهای چرب امگا - ۳ می نامند (شکل ۵) و شاخص ترین آنها عبارتند از:

- Alpha-linolenic acid (ALA)
- Eicosapentaenoic acid (EPA)
- Docosahexaenoic acid (DHA)



FDA توصیه کرده است غذاها باید اسیدهای چرب اشباع و ترانس، کمتری داشته باشند و انسان ها از غذاهای حاوی ماهی، غلات کامل، میوه ها و سبزیجات بیشتری استفاده کنند. در اکثر مطالعات با مصرف اسیدهای چرب تک نااشباع یا چند نااشباع سیس،

**نسخه آنلاین هر شماره را می توانید از لینک های زیر
دانلود کنید و ورق بزنید:**