

جلسه هفتم و هشتم

دکتر ثنا تقی یار

لیپیدها

لیپیدها ترکیبات ناهمگنی هستند که در آب حل نشده ولی در حلال های غیر آلی نظیر اتر و کلروفرم قابل حل هستند .

لیپیدها از دو جز اصلی اسید چرب و الکل تشکیل می شوند.

لیپیدها عمدتاً در سه بخش در بدن یافت می شوند: پلاسما، بافت چربی و غشای بیولوژیکی.

در این بخش بر ساختار اسیدهای چرب (ساده ترین شکل لیپیدها که عمدتاً در پلاسما یافت می شود)، تری گلیسیریدها (شکل ذخیره لیپیدها که عمدتاً در بافت چربی یافت می شود) و فسفولیپیدها (کلاس اصلی لیپیدهای غشایی در همه سلول ها) تمرکز دارد.

Fatty acids

اسیدهای چرب به صورت آزاد و به عنوان اجزای لیپیدهای پیچیده تر وجود دارند.

فرمول کلی اسیدهای چرب $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_n-\text{COOH}$ است که n می تواند از صفر تا ۴۰ متغیر باشد.

اسیدهای چرب ممکن است اشباع یا غیر اشباع باشند، که در فرم غیر اشباع، حاوی یک تا پنج پیوند دوگانه است که همگی در هندسه سیس هستند.

اسیدهای چرب با یک پیوند دوگانه منفرد به عنوان اسیدهای چرب تک غیر اشباع monounsaturated و آنهایی که دارای دو یا چند پیوند دوگانه هستند به عنوان اسیدهای چرب چند غیر اشباع polyunsaturated fatty acids توصیف می شوند.

دسته بندی اسید های چرب بر اساس **تعداد کربن**

نوع اسید چرب	خلاصه نام	تعداد کربن
Short-chain fatty acids	(SCFA)	2-5 carbon (C) atoms
Medium-Chain Fatty Acids	(MCFA)	contain 6-12 carbon (C) atoms
Long-Chain Fatty Acids	(LCFA)	contain 13-22 carbon (C) atoms
Very Long-Chain Fatty Acids	(VLCFA)	have 23 or more carbon (C) atoms

نامگذاری اسیدهای چرب

برای این منظور معمولاً نام هیدروکربن مربوطه را با پسوند (Oic) تکمیل می نمایند.

اگر اسید چرب اشباع شده باشد از پسوند آنوئیک (anoic-) استفاده می شود. مانند اسید اکتانوئیک، و اگر اسید چرب غیر اشباع باشد پسوند انوئیک (enoic-) را به کار می برند مانند آکتادسنوئیک که همان اسید اولئیک است.

برای شماره گذاری کربن ها، شماره گذاری از کربن عامل کربوکسیلیک (کربن شماره ۱) آغاز میشود.

کربن شماره ۲ مجاور عامل کربوکسیلیک، کربن α و کربن های شماره ۳ و ۴ به کربن β و γ ، کربن انتهایی یا کربن ریشه متیل نیز به کربن ω معروف اند. در ساده ترین روش، این ترکیبات بر اساس طول و تعداد پیوند های دو گانه ای مشخص می گردند که توسط دو نقطه از یکدیگر جدا شده اند.

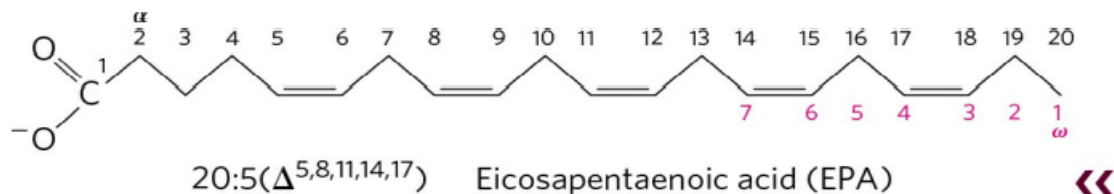
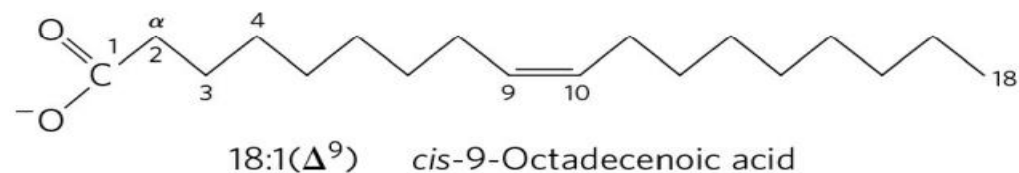
PUFAs with a double bond between C-3 and C-4 are called omega-3 (ω -3) fatty acids, and those with a double bond between C-6 and C-7 are omega-6 (ω -6) fatty acids.

نامگذاری اسیدهای چرب

اسیدهای چرب را می توان با فرمول خاصی نمایش داد. برای مثال، اسید پالمیتیک ۱۶ کربنه اشباع با علامت ω : ۱۶، اسید اولئیک ۱۸ کربنه غیر اشباع با یک پیوند دو گانه با علامت ۱۸:۱ مشخص می شود (عدد بعد از دوقطه نشان دهنده تعداد پیوند دوگانه است). موقعیت هر پیوند دو گانه توسط اعداد بالا نگاشته بعد از Δ (دلتا) نمایش داده می شوند.

✓ در روش دلتا شمارش از سمت کربوکسیل است مثلاً اسید اولئیک با یک پیوند دوگانه بین کربن ۹ و ۱۰ بدین صورت نمایش داده می شود: 18:1;9 or Δ^9 18:1.

✓ در روش دیگر اگر از سمت کربن متیل شماره گذاری انجام شود بدین صورت نمایش داده می شود، ω 9-c18:1 or n-9-18:1



ساختار و نقطه ذوب اسیدهای چرب طبیعی در بدن

Carbon atoms	Chemical formula	Systematic name	Common name	Melting point (°C)
Saturated fatty acids				
12 12:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	<i>n</i> -dodecanoic	Lauric	44
14 14:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	<i>n</i> -tetradecanoic	Myristic	54
16 16:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	<i>n</i> -hexadecanoic	Palmitic	63
18 18:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	<i>n</i> -octadecanoic	Stearic	70
20 20:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$	<i>n</i> -eicosanoic	Arachidic	77
Unsaturated fatty acids				
16 16:1; ω -7, Δ^9	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$		Palmitoleic	-0.5
18 18:1; ω -9, Δ^9	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$		Oleic	13
18 18:2; ω -6, $\Delta^{9,12}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$		Linoleic	-5
18 18:3; ω -3, $\Delta^{9,12,15}$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$		Linolenic	-11
20 20:4; ω -6, $\Delta^{5,8,11,14}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$		Arachidonic	-50

BUTTER OR MARGARINE

کره سرشار از کلسترول و تری گلیسیریدهای حاوی اسیدهای چرب اشباع است که هر دو از عوامل خطر آترواسکلروز در رژیم غذایی هستند.

مارگارین (کره گیاهی و هیدروژنه فاقد هر گونه لبنیات است و به جای آن از ماده امولسیون کننده استفاده شده) **فاقد کلسترول** است و سرشار از اسیدهای چرب **غیر اشباع** است. با این حال، اسیدهای چرب غیر اشباع موجود در مارگارین عمدتاً اسیدهای چرب **ترانس** غیر طبیعی هستند که در طی هیدروژناسیون جزئی روغن های گیاهی تشکیل می شوند.

مانند اسیدهای چرب اشباع، اسیدهای چرب ترانس آتروژن هستند، که نشان می دهد خطرات مشابهی با مصرف کره یا مارگارین وجود دارد. اما روغن های نیمه هیدروژنه شده (Partially hydrogenated oils) در طول گرمایش پایدارتر از روغن های طبیعی هستند.

Fatty acids

اسیدهای چرب **چند غیراشباع** معمولاً به دو گروه اسیدهای چرب ω -3 و ω -6 طبقه بندی می شوند، بسته به اینکه اولین پیوند دوگانه سه یا شش کربن از گروه متیل انتهایی ظاهر شود.

نقطه ذوب:

نقطه ذوب اسیدهای چرب و همچنین لیپیدهای پیچیده تر، با طول زنجیره اسید چرب افزایش می یابد اما با تعداد پیوندهای دوگانه کاهش می یابد.

از خواص فیزیکوشیمیایی اسیدهای چرب :

- 1. صابونی شدن :** لیپیدها دارای پیوند استری هستند با قلیاها (**سود و پتاس**) در اثر حرارت ایجاد صابون می کنند .
- 2. واکنش با هالوژن ها:** اسید چرب غیر اشباع به علت دارا بودن پیوند دوگانه به راحتی و به سرعت می توانند با هالوژن ها در حرارت معمولی ترکیب شده و مشتقات هالوژنه تولید نمایند.

انواع لیپیدها

1. لیپیدهای ساده :

- شامل آسیل گلیسرول (گلیسریدها) و
- موم ها

2. لیپیدهای کمپلکس :

- فسفولیپیدها
- گلیکولیپیدها : اسفنگوگلیکولیپیدها مانند سربروزیدها ، گانگلووزیدها ، سولفاتیدها، گلوبوزیدها
- لیپوپروتئینها : شیلومیکرون ها ، HDL، LDL، VLDL

3. مشتقات لیپیدی:

- استروئیدها و
- ترپن ها

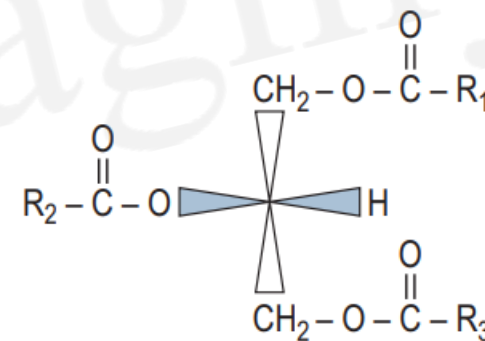
Triacylglycerols (triglycerides)

تری گلیسیریدها شکل ذخیره لیپیدها در بافت چربی هستند.

در انسان، تری گلیسیرید به شکل جامد در بافت چربی به عنوان چربی ذخیره می شود.

آنها در پاسخ به سیگنال‌های هورمونی به گلیسرول و اسیدهای چرب تجزیه می‌شوند و سپس برای متابولیسم در سایر بافت‌ها، عمدتاً ماهیچه‌ها و کبد، در پلاسما آزاد می‌شوند.

پیوند استری تری گلیسیریدها نیز به آسانی در شرایط آزمایشگاهی توسط یک باز قوی مانند NaOH هیدرولیز می‌شود و گلیسرول و اسیدهای چرب آزاد را تشکیل می‌دهد.



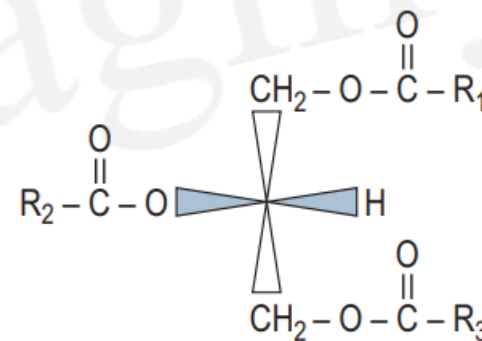
Triglyceride

Triacylglycerol (triglycerides)

تری گلیسیریدهای جدا شده از منابع طبیعی ترکیبات خالص نیستند، بلکه مخلوطی از مولکول‌ها با ترکیب اسیدهای چرب متفاوت هستند، مانند

1-palmitoyl, 2-oleyl, 3-linoleoyl-L-glycerol

که در آن توزیع و نوع اسیدهای چرب از مولکولی به مولکول دیگر متفاوت است. بنابراین چربی‌ها مخلوطی از تری گلیسیریدهای مختلف هستند.



Triglyceride

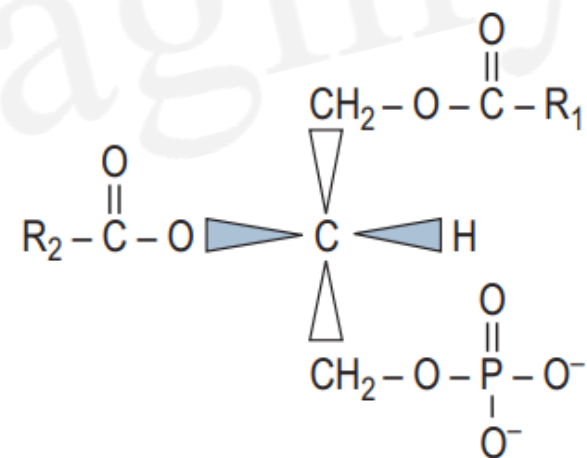
phospholipids

فسفولیپیدها لیپیدهای اصلی غشاهای بیولوژیکی هستند.

فسفولیپیدها لیپیدهای قطبی هستند که از اسید فسفاتیدیک به دست می آیند.

مانند تری گلیسیریدها، گلیسروفسفولیپیدها حاوی طیفی از اسیدهای چرب در موقعیت های sn-1 و sn-2 هستند، اما موقعیت sn-3 توسط فسفات استریفیه به یک ترکیب آمینو متصل شده است.

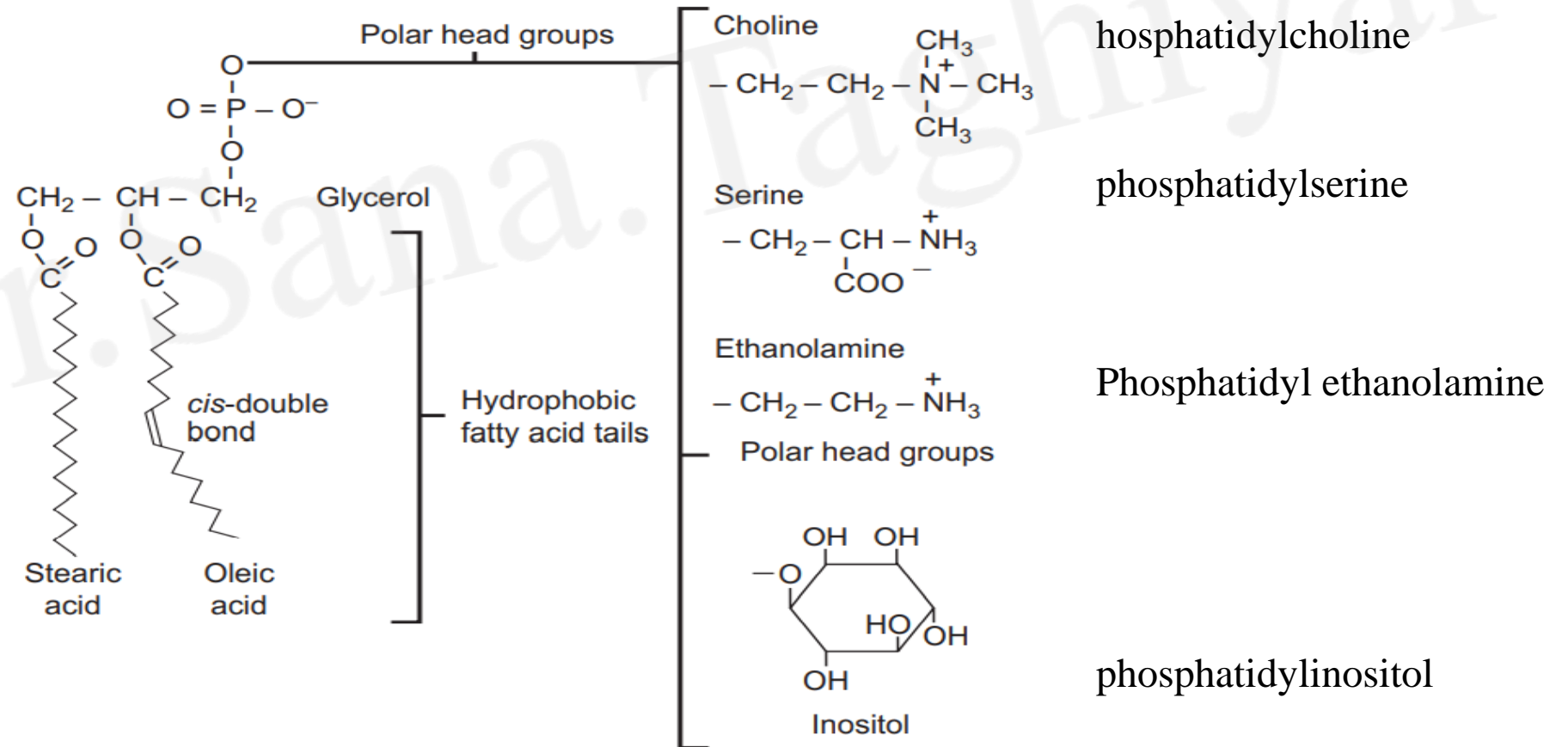
فسفات به عنوان یک پل دی استر عمل می کند و دی اسیل گلیسرید را به یک ترکیب قطبی و نیتروژن دار، اغلب کولین، اتانول آمین یا سرین مرتبط می کند.



Phosphatidic acid

1,2-diacyl-glycerol-3-phosphate

Structure of the major phospholipids of animal cell membranes.

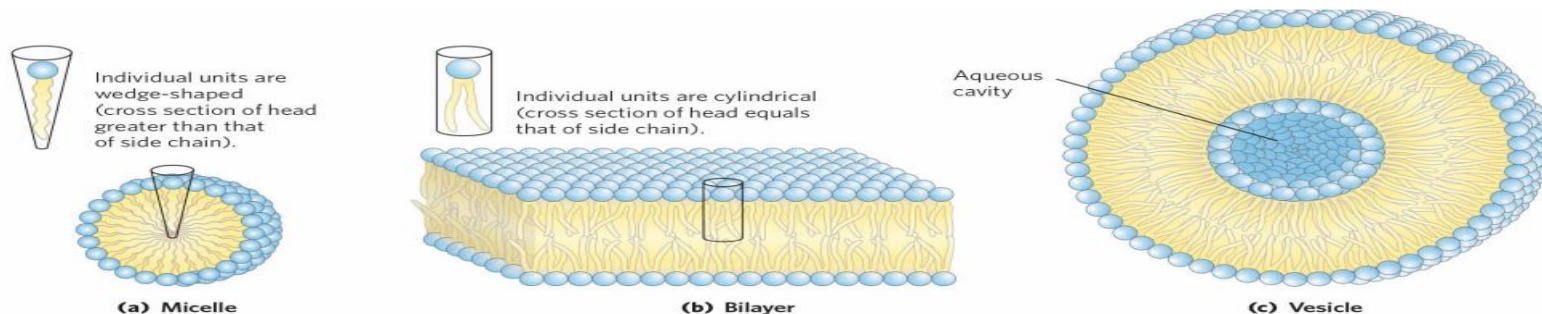


phospholipids

فسفاتیدیل کولین (لسیتین)، معمولاً حاوی اسید پالمیتیک یا اسید استئاریک در موقعیت **sn-1** و یک اسید چرب غیراشباع ۱۸ کربنی (مثلاً اولئیک، لینولئیک یا لینولنیک) در موقعیت **sn-2** خود است. فسفاتیدیل اتانول آمین (سفالین) معمولاً دارای یک اسید چرب غیراشباع با زنجیره بلندتر در موقعیت **sn-2** است، مانند اسید آراشیدونیک.

این لیپیدهای پیچیده به غشاهای بیولوژیکی بار می دهند. فسفاتیدیل سرین و فسفاتیدیل اینوزیتول آنیون هستند، در حالی که فسفاتیدیل کولین و فسفاتیدیل اتانول آمین در pH فیزیولوژیک zwitterionic هستند و بار خالص ندارند.

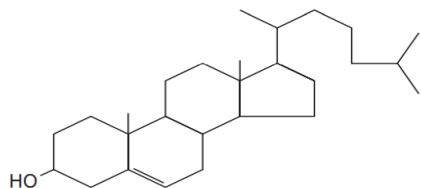
هنگامی که فسفولیپیدها در محلول آبی پراکنده می شوند، به طور خود به خود ساختارهای لایه ای را تشکیل می دهند و تحت شرایط مناسب، به ساختارهای دولایه گسترده سازماندهی می شوند، نه تنها ساختارهای لایه ای، بلکه به صورت ساختارهای وزیکولی بسته که لیپوزوم نامیده می شوند، نیز سازماندهی می شوند.



phospholipids

لیپوزوم مدلی برای ساختار یک غشای بیولوژیکی است، «لیپوزوم‌ها» (Liposome) ساختارهایی **دو یا چند لایه** هستند که از صفحات فسفولیپیدی محکم تشکیل شده‌اند. این ساختارها اولین بار در اواسط دهه ۱۹۶۰ معرفی شدند. این مولکول‌ها دارای **دم آبگریز** و ناحیه **سر آب دوست** هستند. هنگامی که دو غشای منفرد به هم نزدیک می‌شوند، دم‌های آبگریز به یکدیگر جذب می‌شوند، در حالی که سر آب دوست هر دو غشا به سمت آب قرار می‌گیرند. این فرایند، لایه مضاعف یا دو تایی **کروی** از مولکول‌های فسفولیپید را تشکیل می‌دهد.

غشاهای بیولوژیکی همچنین حاوی یک لیپید آمفی پاتیک مهم دیگر هستند: **کلسترول**، یک مولکول آبگریز صاف و سفت و سخت با یک گروه هیدروکسیل قطبی. کلسترول در تمام غشاهای زیستی یافت می‌شود و به عنوان **تعدیل کننده سیالیت** غشاء عمل می‌کند. در دماهای پایین تر، با زنجیره اسیدهای چرب تداخل می‌کند و سیالیت را افزایش می‌دهد، اما در دماهای بالاتر، تمایل به محدود کردن بی نظمی و کاهش سیالیت دارد.



Cholesterol

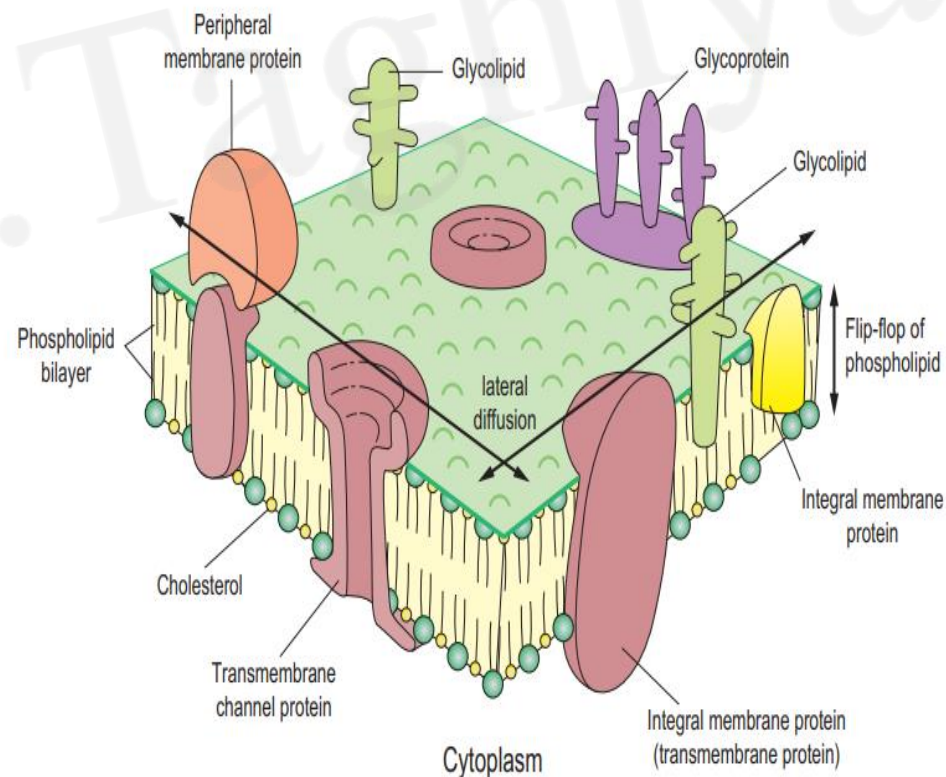
غشاهای بیولوژیک

مدل موزاییک سیال:

این مدل غشاء را به عنوان یک دولایه فسفولیپیدی سیال نشان می دهد که در آن سایر چربی ها و پروتئین ها تعبیه شده اند.

همانند لیپوزوم ها، گروه های سر قطبی فسفولیپیدها در سطوح خارجی غشاء قرار می گیرند و زنجیره های آسیل چربی به سمت داخل غشاء جهت گیری می کنند.

لیپیدها و پروتئین های غشایی به راحتی روی سطح غشاء حرکت می کنند (lateral diffusion)، حرکت "فلیپ فلاپ" لیپیدها بین برگچه های دولایه بیرونی و داخلی به ندرت بدون کمک آنزیم فلیپاز غشایی رخ می دهد.

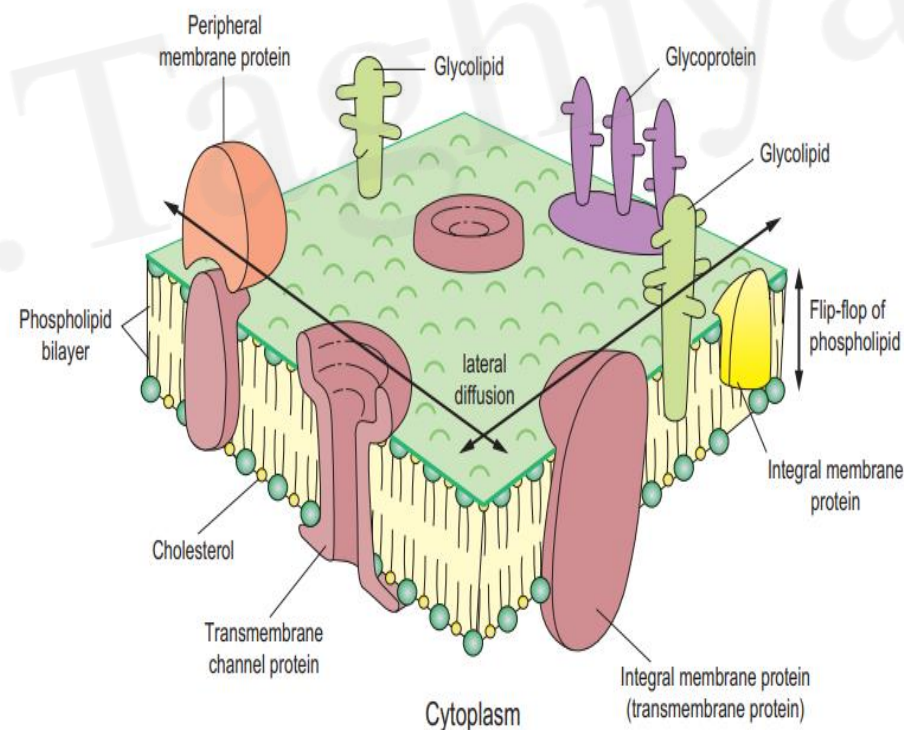


غشاهای بیولوژیک

پروتئین های غشایی به عنوان پروتئین های غشایی اینتگرال integral یا محیطی peripheral طبقه بندی می شوند.

پروتئین های غشای محیطی به لیپیدهای غشاء و یا پروتئین های غشایی اینتگرال متصل می شوند. آنها را می توان با عوامل دنا توره کننده ملایم مانند اوره یا مواد شوینده ملایم بدون از بین بردن یکپارچگی غشاء از غشا جدا کرد.

در مقابل، پروتئین های اینتگرال و transmembrane را می توان تنها با روشهایی که لیپیدهای غشا را حل کرده و یکپارچگی غشاء را از بین می برد و آنها را از غشا حذف کرد.



غشاهای بیولوژیک

غشاها، یکپارچگی ساختاری، فرآیندهای شناسایی سلولی و عملکردهای انتقال سلول را حفظ می کنند.

انتقال مولکول های قطبی بزرگ تر، مانند اسیدهای آمینه یا قندها، به داخل یک سلول، نیازمند دخالت پروتئین های غشایی است که به نام های انتقال دهنده **transporters** شناخته می شوند، همچنین به نام های زیر شناخته می شوند.

porters, permeases, translocases, or carrier proteins.

انتقال دهنده ها به اندازه آنزیم ها برای سوبستراها ، خاص هستند و با یکی از دو مکانیسم کار می کنند: **انتشار تسهیل شده** facilitated diffusion یا **انتقال فعال** active transport .

انتشار براساس اختلاف غلظت و از غلظت بالا به غلظت پایین رخ می دهد. در غشاء سلول، پروتئین هایی به نام، پروتئین حمل کننده وجود دارند که مولکول های خاصی می توانند به آن ها متصل و جابه جا شوند. در این انتقال مواد در جهت شیب غلظت حرکت کرده، به این صورت که مولکول مورد نظربه پروتئین ناقل carrier متصل می شود و شکل پروتئین تغییر کرده و یک حفره در میان غشاء باز شده و ماده به طرف دیگر سلول انتقال می یابد.

انتقال فعال: در این انتقال مواد با مصرف انرژی ATP برخلاف شیب غلظت جابه جا می شوند، یعنی از غلظت کم به غلظت زیاد و از طریق پروتئین های ناقل جابه جا می شوند. به دو دسته تقسیم می شود. انتقال فعال اولیه و ثانویه

Transport systems of biomembranes

سیستم های حمل و نقل بیوممبران ها

Type	Example	
Passive transport or diffusion	Simple diffusion	
	Facilitated diffusion	
	Transporter	GLUT-1~5
	Channel	H ₂ O, Na ⁺ , K ⁺ , Ca ²⁺ , Cl ⁻
Active transport	Primary	Proton pumps
	Secondary	ABC transporters
	Symporter	SGLT-1, 2, neutral amino acids
	Antiporter	Cl ⁻ /HCO ₃ ⁻ , Na ⁺ /Ca ²⁺ , Na ⁺ /H ⁺
	Uniporter	Glutamate

متابولیسم لیپیدها

اسیدهای چرب به عنوان اجزا ساختمانی در ترکیبات لیپیدی متعددی نظیر تری آسیل گلیسرول ، فسفولیپیدها و گلیکولیپیدها یافت می شود . بیوسنتز اسیدهای چرب اهمیت خاصی در تولید اجزا لیپیدی دارد .

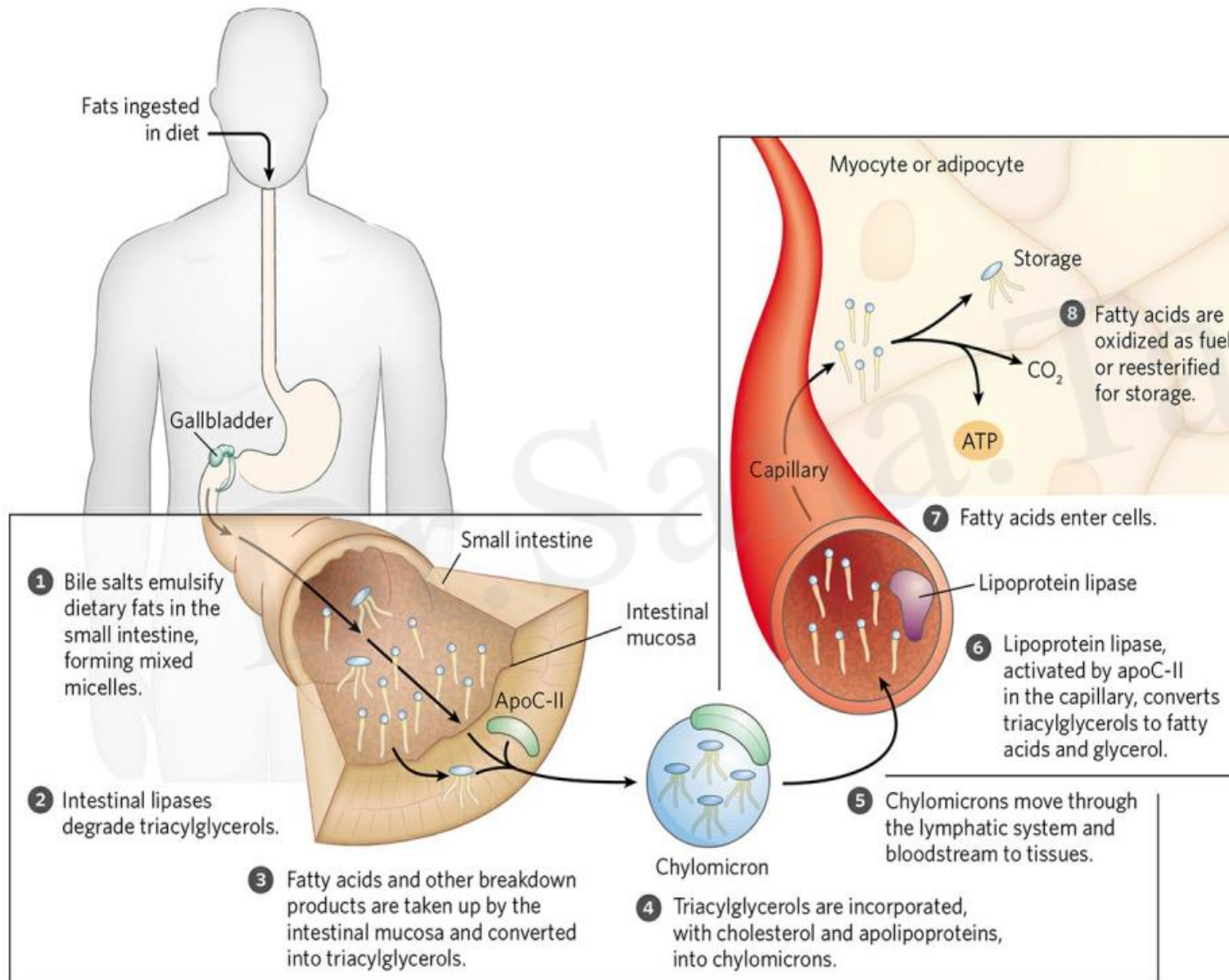
تولید اسیدهای چرب راهی برای ذخیره سازی سوخت به شکل تری آسیل گلیسرول در بافت چربی است . در مواقع ضروری ، به دنبال تجزیه تری آسیل گلیسرول ها ، اسیدهای چرب از بافت چربی به حرکت در آمده و در اختیار بافت های مختلف قرار می گیرند .

در این حالت بافت هایی نظیر عضلات از اکسیداسیون اسیدهای چرب به عنوان تامین انرژی استفاده می کنند. در حالی که بافت کبد مولکولهای بزرگ اسید چرب را به مولکولهای کوچکتر اجسام کتون^ی تبدیل نموده تا به عنوان سوخت ساده تر در اختیار بافت های مختلف نظیر عضلات و سیستم عصبی قرار گیرند .

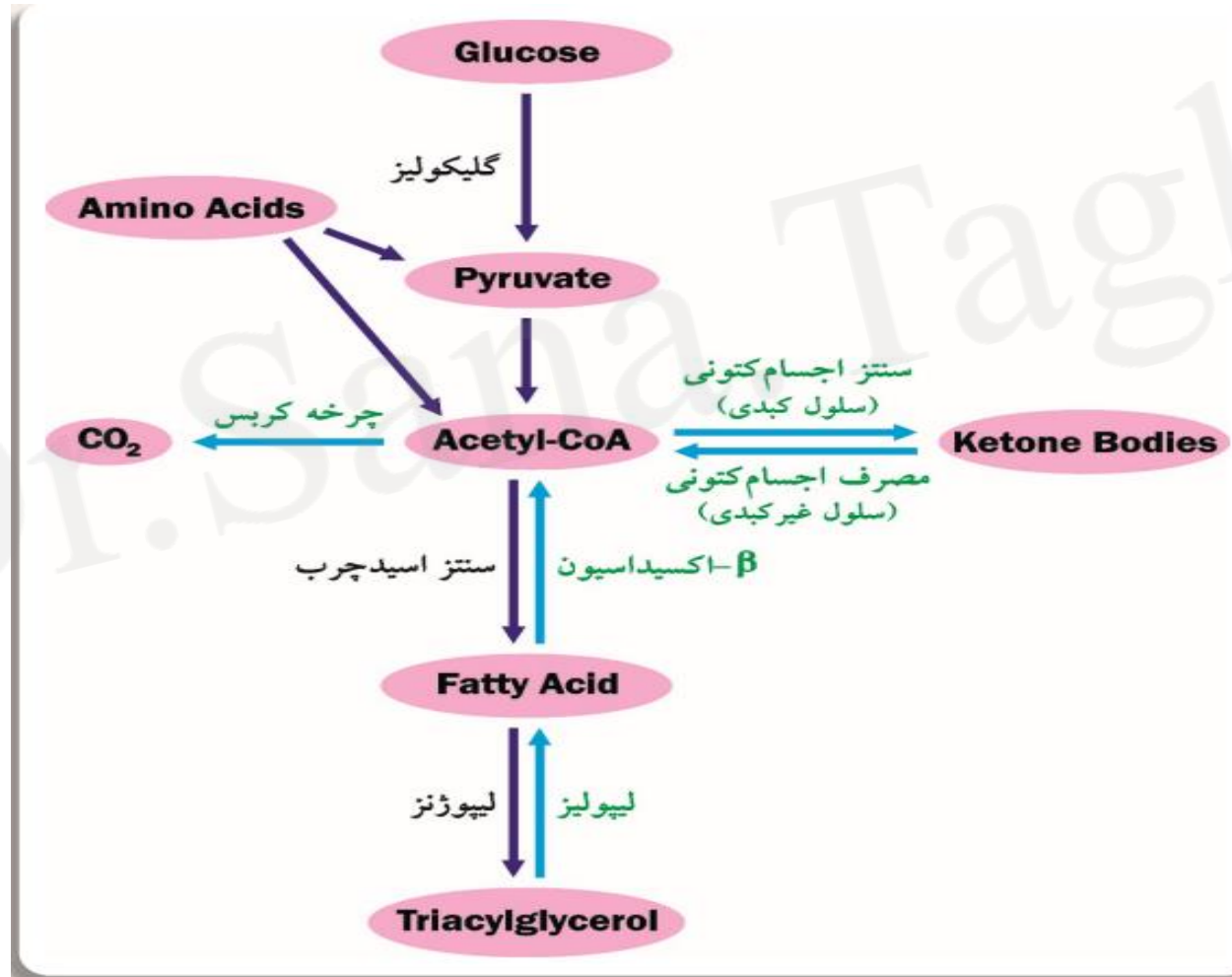
هضم و جذب لیپیدهای غذا

حدود ۹۰ درصد از لیپیدهای غذا را تری گلیسریدها تشکیل می دهند که توسط لیپازها (پانکراسی و زبانی - معدی) هضم می شوند.

فسفولیپیدها و کلسترول استر غذا توسط فسفولیپاز A2 و کلسترول استر هیدرولاز پانکراس هضم می شوند.



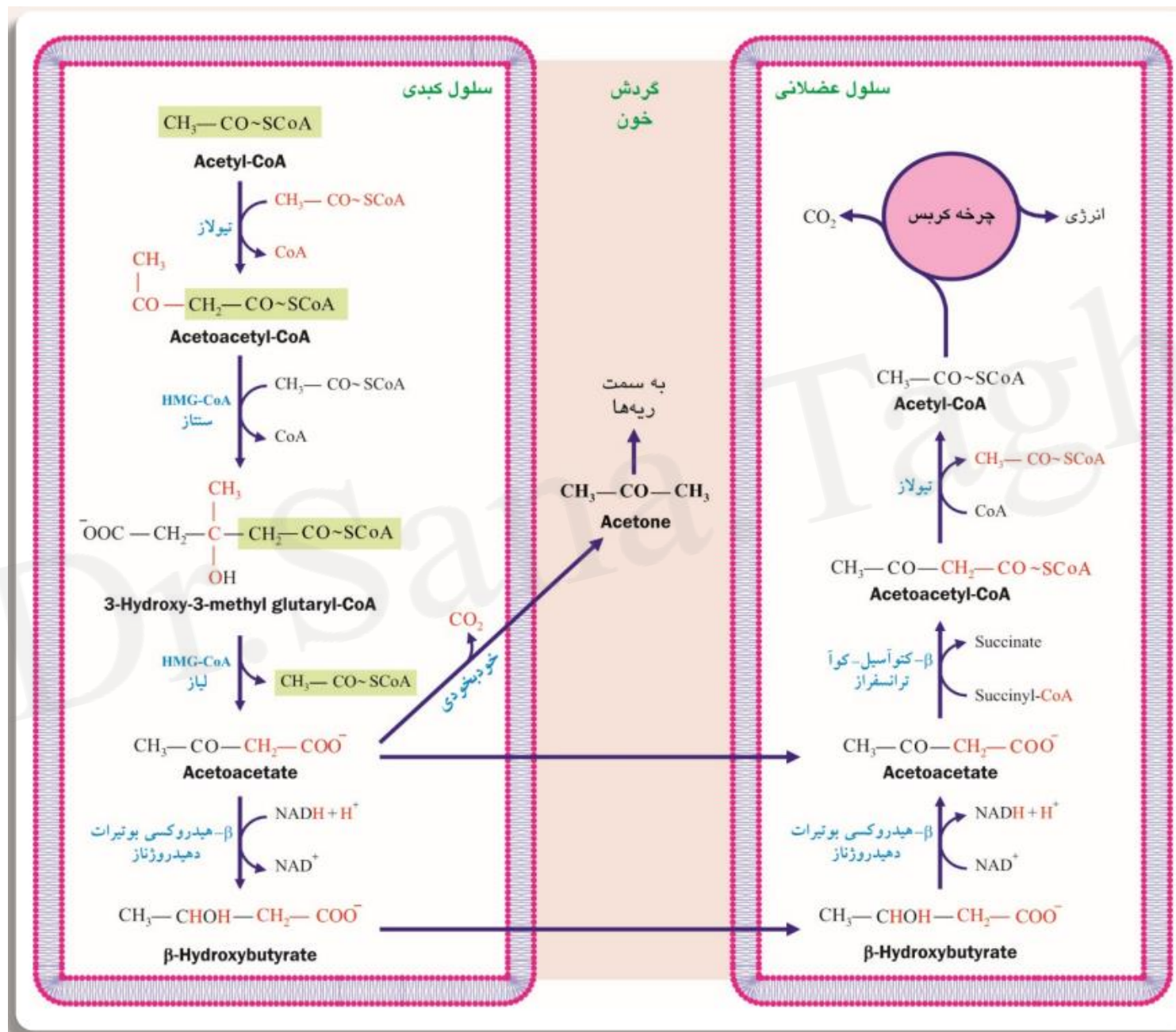
طرح کلی متابولیسم سوخت‌های لیپیدی



سنتز اجسام کتونی

در گرسنگی های طولانی مدت ، دریافت رژیم های غذایی پرچرب ، بیماری های خاص نظیر دیابت شیرین نوع ۱ کنترل نشده که سلولهای بدن با کمبود گلوکز مواجه هستن از سوختن اسیدهای چرب در میتوکندری هیپاتوسیت ها اجسام کتونی تولید می شود .

دلیل سنتز اجسام کتونی عدم توانایی سلولهای مغز در استفاده از اسیدهای چرب می باشد. اجسام کتونی شامل : استون ، استواستات و بتا هیدروکسی بوتیرات است . تمام بافتهای بدن به جز کبد و گلبول قرمز می توانند از اجسام کتونی به عنوان منبع انرژی استفاده کنند .



بیوسنتز کلسترول

در انسان **کلسترول** یک ترکیب لیپیدی حیاتی است. **کلسترول** به عنوان **عامل اصلی** ایجاد تنگی شریانی در فرایند آتروژنز و بروز بیماری های قلبی – عروقی مورد توجه زیادی قرار دارد.

کلسترول از اجزا اصلی غشا سلول ، پیش ساز هورمونهای استروئیدی ، پیش ساز اسیدهای صفراوی و ویتامین **D** می باشد. بیشترین ظرفیت سنتز آن در کبد و روده، قسمت قشری غده فوق کلیه ، بیضه ، تخمدان و جفت دارد و سنتز آن در **سیتوزول و شبکه آندوپلاسمی** صورت می گیرد .

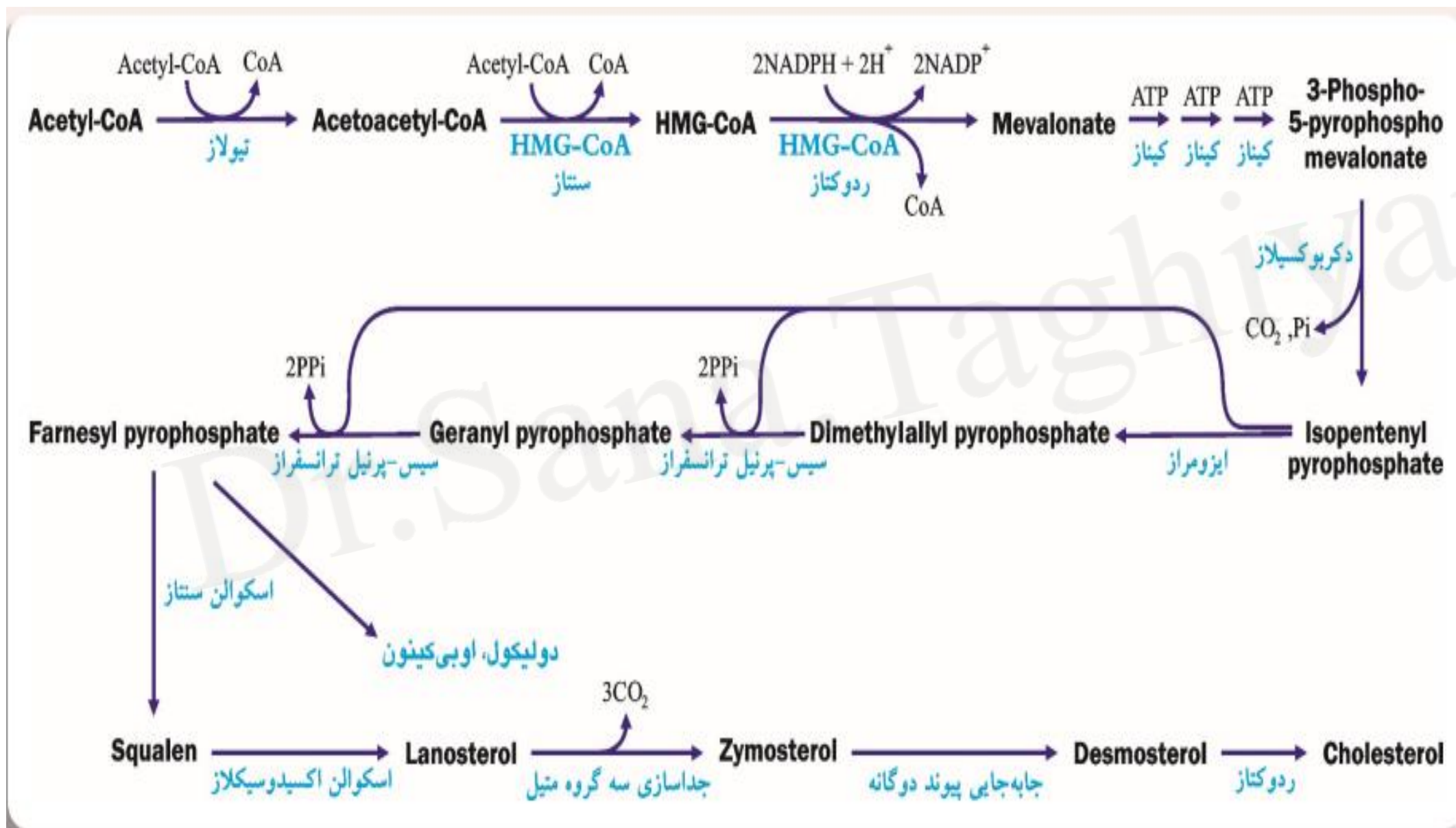
مرحله اول : تولید موالونات از استیل کوا

مرحله دوم : تشکیل واحدهای ایزوپرنوئید از موالونات

مرحله سوم : تشکیل اسکوالن با انتقالی متوالی واحدهای پرنیل

مرحله چهارم : حلقوی شدن اسکوالن به لانسترول

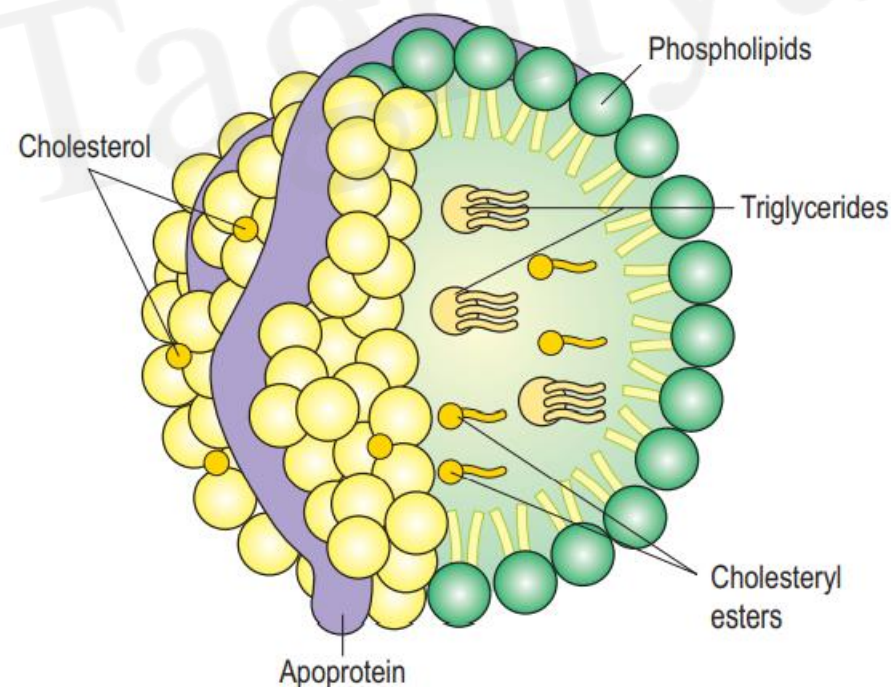
مرحله پنجم : تبدیل لانسترول به کلسترول



لیپوپروتئین ها

لیپوپروتئین ها کمپلکس های لیپید - پروتئین هستند که در انتقال و جا به جایی چربی ها در خون عمل می کنند .

ساختمان لیپو پروتئین ها از دو بخش مرکزی و محیطی تشکیل می شود: بخش مرکزی که ماهیت هیدروفوب دارد حاوی تری آسید گلیسرول و کلسترول استرified و بخش محیطی که در تماس با محیط آبی پلاسما است حاوی آپوپروتئین ها ، فسفولیپیدها و کلسترول آزاد می باشد.



Lipoprotein particle

انواع لیپوپروتئین ها

TABLE 20-1 Characteristics of the Major Classes of Lipoproteins in Human Plasma

	Chylomicrons	VLDL	IDL	LDL	HDL
Density ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	<0.95	<1.006	1.006–1.019	1.019–1.063	1.063–1.210
Particle diameter (Å)	750–12,000	300–800	250–350	180–250	50–120
Particle mass (kD)	400,000	10,000–80,000	5000–10,000	2300	175–360
% Protein ^a	1.5–2.5	5–10	15–20	20–25	40–55
% Phospholipids ^a	7–9	15–20	22	15–20	20–35
% Free cholesterol ^a	1–3	5–10	8	7–10	3–4
% Triacylglycerols ^b	84–89	50–65	22	7–10	3–5
% Cholesteryl esters ^b	3–5	10–15	30	35–40	12
Major apolipoproteins	A-I, A-II, B-48, C-I, C-II, C-III, E	B-100, C-I, C-II, C-III, E	B-100, C-I, C-II, C-III, E	B-100	A-I, A-II, C-I, C-II, C-III, D, E

^aSurface components.

^bCore lipids.

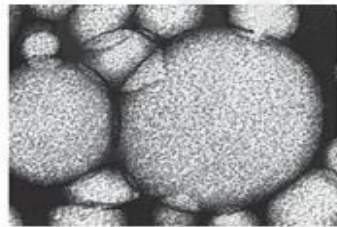
لیپوپروتئین ها

شیلومیکرون ها: انتقال **تری گلیسرید** غذا را از لوله گوارش به بافتهای مختلف برعهده دارد. نیمه عمر آن در پلاسما حدود ۵ دقیقه است. به طور طبیعی شیلومیکرونها به دنبال یک **ناشتایی شبانه** از پلاسما **ناپدید** می شوند.

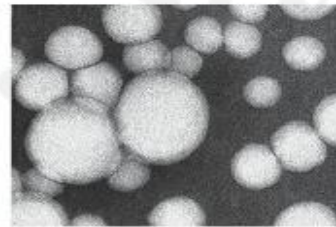
VLDL: انتقال **تری گلیسرید** و **کلسترول** را از **کبد** به بافتهای **محیطی** خارج کبدی را بر عهده دارد.

LDL: محصول **نهایی کاتابولیسم VLDL** است و عملکرد اصلی آن انتقال **کلسترول** به بافتهای **خارج کبدی** می باشد. تقریباً ۷۰ درصد کلسترول پلاسما در ذرات **LDL** یافت می شود.

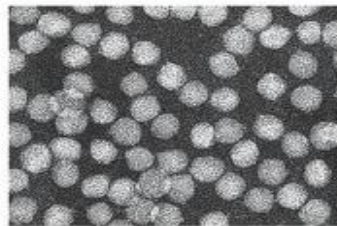
HDL: در انتقال **معکوس کلسترول** از بافتها به **کبد** نقش دارد.



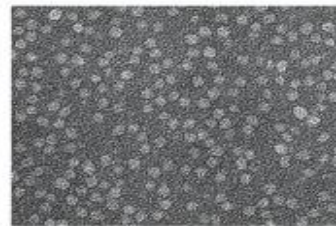
Chylomicrons (×60,000)



VLDL (×180,000)



LDL (×180,000)



HDL (×180,000)

Four classes of lipoproteins, visualized in the electron microscope after negative staining.

اختلالات لیپیدهای خون

نقص در متابولیسم لیپوپروتئین منجر به اختلالاتی به نام دیس لیپیدمی می شود که مترادف اما با دقت کمتری هیپرلیپیدمی نامیده می شود.

یک نوع از طبقه بندی آن ، نوع I تا V بر اساس رفتار الکتروفورتیک لیپوپروتئین ها است.

یکی دیگر از طبقه بندی های رایج مورد استفاده فنوتیپی است که به سادگی دیس لیپیدمی ها را به هیپرکلسترولمی، هیپرتری گلیسریدمی و دیس لیپیدمی مختلط تقسیم می کند.

Dyslipidemia type (Fredrickson)	Increased electrophoretic fraction (lipoprotein type)	Increased cholesterol	Increased triglycerides
I	Chylomicrons	Yes	Yes
IIa	Beta (LDL)	Yes	No
IIb	Pre-beta and beta (VLDL and LDL)	Yes	Yes
III	"Broad beta" band (IDL)	Yes	Yes
IV	Pre-beta (VLDL)	No	Yes
V	Pre-beta (VLDL) plus chylomicrons	Yes	Yes



کد را
اسکن
کنید



<https://iehe.ir/1091>

نسخه پیج برتر

بیش از ۸ ساعت ویدئوی آموزشی شامل مقدمات و تکنیک ها
جزوه های داروشناسی به همراه تکنیک های پیشرفته
جزوه ویژه و اختصاصی داروشناسی پلاس
بیش از ۲۰۰۰ نمونه نسخه داروخانه دارای راهنما و ...

کد بالا را اسکن و وارد سایت شوید و یا در واتساپ / تلگرام به ۰۹۲۱۱۰۵۴۲۴۵ پیام ارسال نمایید.