



كلية العلوم

القسم : الكيمياء

السنة : الثالثة

المادة : حيوية

المحاضرة : الثالثة / نظري / د. سلمان

{{ مكتبة A to Z }}

مكتبة A to Z Facebook Group :

كلية العلوم

10

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

## الليبيدات (Lipids)

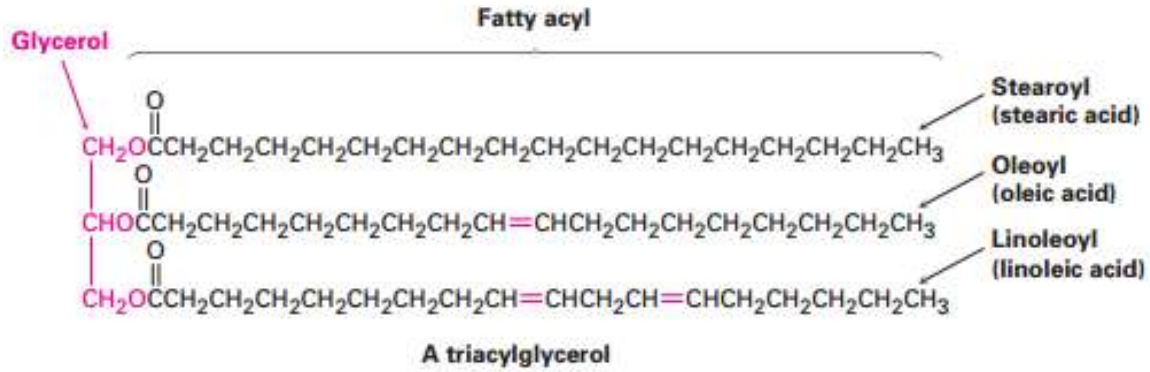
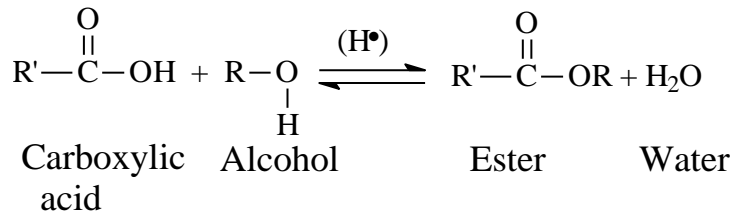
وندرس بها :

- ✓ الشحوم البسيطة ( الحموض الدسمة ، الغليسروول ، الأغوال الأمينية ، الشموع ، خصائص الدسم ) .
- ✓ الشحوم المركبة ( الشحوم السكرية ، الشحوم الفوسفورية )
- ✓ الشحوم المشتقة أو الشبيهة ( الستيروئيدات ، الكارتيينات )

## 1 - تعريف الليبيدات ( الشحوم ) وأهميتها:

يطلق الاسم العلمي لليبيدات على مجموعه المركبات للمعروفة باسم الزيوت والدهون والتي تتميز بعدم ذوبانها في الماء وقدرتها على الذوبان في المذيبات العضوية مثل الكلوروفورم والايتر والبنزن وتتكون الليبيدات من الكربون والهيدروجين والاكسجين ويحتوي بعضها على الفسفور والنيتروجين وتتميز عن الكربوهيدرات في ارتفاع النسبة بين الكربون والهيدروجين الى الاكسجين وتعطي ناتج اكبر من الطاقه ( 1 غرام دهون يعطي 9 كالوري) ولهذا فان الوظيفة الاساسيه للدهون انها مصدر للطاقة لجميع خلايا الجسم فيما عدا خلايا الجهاز العصبي وكرات الدم الحمراء والتي تعتمد في الحصول على الطاقة من الغليكويز .

تُعدّ الليبيدات من الناحية الكيميائية إسترات مؤلفة من حموض دسمة وأغوال أحادية أو عديدة الهيدروكسيلاات ما عدا الستيروئيدات.



تتم أهمية الليبيدات في استخدامها من قبل الجسم الحي في مجالات عدة، فهي: 1- مصدر فعال للطاقة ، 2- مذيبة لمجموعة الفيتامينات الذوابة في الدسم ، 3- كما أنها مواد عازلة وواقية بتوافرها في النسيج تحت الجلد وحول بعض الأعضاء الهامة، 4- ينتج من اتحاد الليبيدات مع البروتينات مركبات (Lipoproteins) المعروفة بأهميتها البالغة في الخلية الحية لتشكيلها الجزء الأعظم من الغلاف الحيوي ودخولها في تركيب المتقدّرات ( Mitochondria ) أو المصورات الحيوية إذ يتم عبرها نقل الدسم في الدم).

**2- المصادر الطبيعية:** تنتشر الليبيدات في الطبيعة انتشاراً كبيراً، إذ توجد في المملكة النباتية، والمملكة الحيوانية معاً، وهناك نباتات تمتاز باحتوائها على الزيوت بوفرة مثل السمسم وبذرة القطن وفستق العبيد والكتان.... الخ. أما في المملكة الحيوانية فإن الدهون تكاد توجد في كل خلية من خلايا الجسم، وهي تعدّ المادة الأساسية التي تخزنها النسيج العضلية للحصول على الطاقة عند الحاجة، كما هي الحال عند استقلاب المركبات الكربوهيدراتية.

## 3- تقسيم الليبيدات ( الشحوم ) :

تضم الليبيدات الدسم المعتدلة والمواد الشبيهة بالدسم وتقسم عادةً إلى:

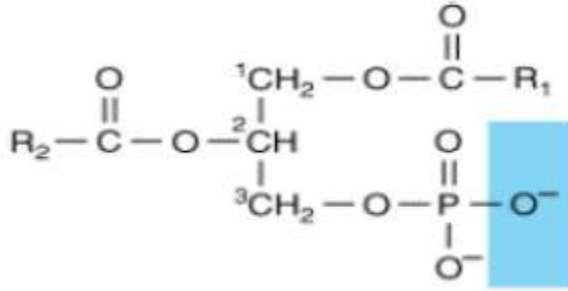
أولاً- ليبيدات بسيطة وتضم كلاً من:

- 1- الدسم (الدهون والزيوت) وتسمى بالدهون الحقيقية.
- 2- الشموع.

ثانياً - ليبيدات مركبة وتضم كلاً من:

- 1- الفوسفوليبيدات ( الشحوم الفوسفورية ) .
  - 2- الغليكوليبيدات ( الشحوم السكرية ) .
- ثالثاً- ليبيدات مشتقة أو شبيهة وتضم:

- 1- الستيروئيدات. 2- الكاروتينات أو الليبيدات الملونة.



Phosphatidic acid

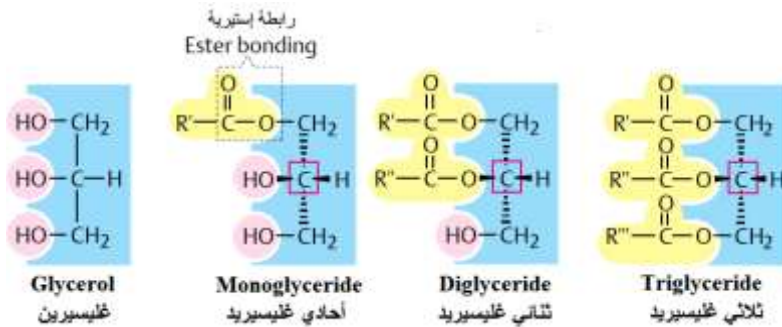
### 1-3. الليبيدات البسيطة:

الليبيدات البسيطة هي إسترات تتشكل من اتحاد غول (غليسرين في حالة الدهون والزيوت أو غولاً مرتفع الوزن الجزيئي أحادي الهيدروكسيل كما في حالة الشموع)، مع حموض دهنية مرتفعة الوزن الجزيئي، أي أن الاختلاف بين الدهون الحقيقية والشموع ينحصر فقط في الغول الداخل في التركيب، كما قد تختلف في نوع الحموض الدهنية. ، وبذلك يكون التركيب الكيميائي أو المكونات الأساسية لليبيدات البسيطة، هي أسترات ، وتبعاً لنوعية الغول المرتبط بالحمض الدسم تقسم الليبيدات إلى:

- 1- الدسم أو الدهون الحقيقية : تحوي غولاً ثلاثي الهيدروكسيل (غليسرين).
- 2- الشموع: تحوي غولاً أحادي الهيدروكسيل.

### 3-1-1. الدسم أو الدهون الحقيقية:

الدسم عبارة عن إسترات تعرف بالجليسيريدات (Glycerides) ، إذ أنها تنتج من اتحاد حموض دسمة مع الغليسرين، وبما أن الغليسرين يحوي ثلاث مجموعات هيدروكسيلية فبإمكانه أن يتحد مع :



- حمض دسم واحد معطياً أحادي غليسيريد (Monoglyceride)
- أو مع حمضين دسمين معطياً ثنائي غليسيريد (Diglyceride)
- أو مع ثلاث حموض دسمة مشكلاً ثلاثي غليسيريد (Triglyceride) كما في الصيغ المقابلة

تحوي ثلاثيات الغليسيريد في أكثر الأحيان حمضين أو ثلاثة حموض مختلفة عن بعضها البعض، ويمكن تقسيم

الجليسيريدات إلى:

### 3-1-1-1.1-1-3. جليسيريدات بسيطة:

تكون في هذه الحالة الحموض الدسمة الداخلة في تركيب المادة الدسمة من نوع واحد ومثال على ذلك الشمعين الذي يتكون من غليسرين مع ثلاث جزيئات من حمض الستياريك (الشمع) ،،،

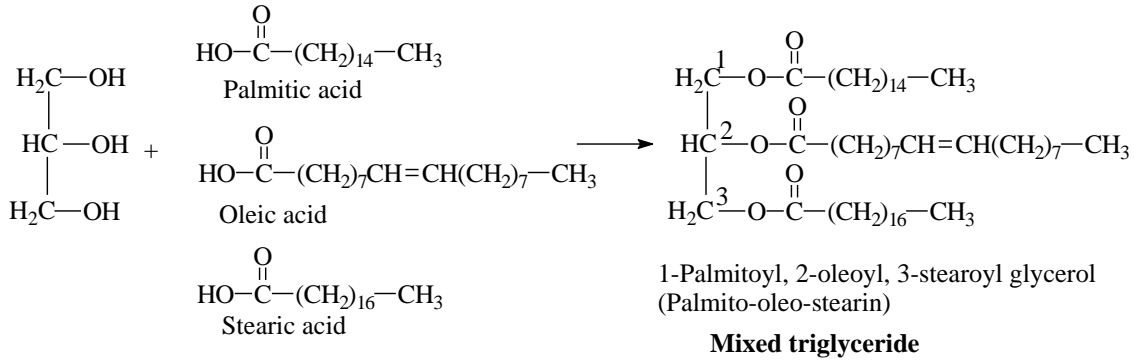


Stearic acid

اكتب صيغة الشمعين

3-1-1-2. **جليسيريدات مختلطة:**

تكون الحموض الدسمة الداخلة في تركيب الإستر مختلفة مثل: بالميتو - أوليو - ستيارين (Palmito-oleo-stearin) الغليسيرين ، الذي يحتوي على الحموض الدسمة: بالميتيك (حمض النخيل) وأولييك (حمض الزيت) وستياريك (حمض الشمع) كما تبين المعادلة التالية:



توجد معظم الدسم الموجودة في الطبيعة (في البذور وثمار كثير من النباتات) على شكل جليسيريدات مختلطة.

3-1-1-3. **مكونات الدسم:**I - **الجليسيرين (أو الغليسيرول) (Glycerine (Glycerol): البروبانترينول - 1,2,3**

هو غول ثلاثي الهيدروكسيل، ويتصف بأنه لزج شفاف وعديم اللون والرائحة وله طعم حلو، يذوب بسهولة في الماء والغول، ولكنه لا يذوب في البنزن أو الإيتر أو غيرها من مذيبات الدسم. يُستعمل الجليسيرين أحيانا في تحضير مادة النتروجلليسيرين، التي تُستعمل أحيانا في الطب لخفض ضغط الدم المرتفع في حالات خاصة (مثل الذبحة الصدرية). **طرق التحضير:** يُحضر الجليسيرين صناعياً بأخذ أحد النواتج التي يمكن الحصول عليها من صناعة الصابون، الذي يحضر بتفاعل ماءات الصوديوم أو ماءات البوتاسيوم مع الشحوم :  
دهن أو زيت + ماءات الصوديوم ← صابون + جليسيرين

II - **الحموض الدسمة Fatty Acids:**

يتم الحصول على الحموض الدسمة من دهون معظم الحيوانات والنباتات، وتتشرك جميعها بالخواص التالية:

- 1- حموض أحادية الكربوكسيل RCOOH،
- 2- المجموعة - R - سلسلة غير متشعبة،
- 3- عدد ذرات الكربون غالباً مزدوجاً،
- 4- المجموعة R- يمكن أن تكون **مشعبة** أو **غير مشعبة** أي حاوية على رابطة مضاعفة أو أكثر والتي تكون بشكل مقرون Cis.

يغلب وجود حمض البالميتيك (النخيل)  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$  وحمض الستياريك (الشمع)  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$  من الحموض الدسمة المشعبة) في الدهون وبكميات أقل الحموض الدسمة المشعبة الأخرى الواردة في الجدول (1).

الحموض الدسمة لا تتحلل في الماء، وتتحلل في المحلات اللاقطبية. وتُشكل الحموض الدسمة أملاحاً عند تفاعلها مع القلويات ، وإسترات عند تفاعلها مع الأغوال. وتتفاعل الحموض الدسمة غير المشعبة (بسبب وجود روابط مضاعفة) مع البروم أو اليود ، وأيضاً الهيدروجين بوجود وسيط.

يغلب وجود **حمض الأولييك** الأكثر وفرة في الطبيعة بالإضافة ل**حمض اللينولييك وحمض اللينولينيك** في المواد النباتية، وهي من الحموض الدسمة غير المشعبة.

جدول (1): الحموض الدسمة المشبعة وغير المشبعة الشائعة:

الصيغة	التسمية	
	الحموض الدسمة المشبعة	
$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_2 - \text{COOH}$	butyric acid	حمض البيوتيريك (الزبدة)
$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_4 - \text{COOH}$	Caproic acid	حمض الكابرونيك
$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_6 - \text{COOH}$	Caprylic acid	حمض الكابريليك
$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_8 - \text{COOH}$	Capric acid	حمض الكابريك
$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{10} - \text{COOH}$	Lauric acid	حمض اللوريك (الغار)
$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{12} - \text{COOH}$	Myristic acid	حمض الميريستيك
$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{14} - \text{COOH}$	Palmitic acid	حمض البالميستيك (النخيل)
$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{16} - \text{COOH}$	Stearic acid	حمض الستياريك (الشمع)
$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{18} - \text{COOH}$	Arachidic acid	حمض الأراشيديك
$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{20} - \text{COOH}$	Behenic acid	حمض البيهنيك
$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{22} - \text{COOH}$	Lignoceric acid	حمض الليغنوسيريك

الصيغة	التسمية	
	الحموض الدسمة غير المشبعة	
$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_5 - \text{CH} = \text{CH} - (\text{CH}_2)_7 - \text{COOH}$	Palmitolic acid	حمض البالميستيك
$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_7 - \text{CH} = \text{CH} - (\text{CH}_2)_7 - \text{COOH}$	Oleic acid	حمض الأوليك
$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_7 - \text{CH} = \text{CH} - (\text{CH}_2)_{11} - \text{COOH}$	Erucic acid	حمض الإبروسيك
$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_7 - \text{CH} = \text{CH} - (\text{CH}_2)_{13} - \text{COOH}$	Nervonic acid	حمض النيرفونيك
$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_3 - (\text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH})_2 - (\text{CH}_2)_7 - \text{COOH}$	Linoleic acid	حمض اللينولييك
$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH})_3 - (\text{CH}_2)_7 - \text{COOH}$	Linolenic acid	حمض اللينولينيك
$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_4 - (\text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2)_4 - (\text{CH}_2)_2 - \text{COOH}$	Arachidonic acid	حمض الأراشيدونيك

تتميز الحموض الدسمة التي تدخل في تركيب الدهون أو الزيوت باحتوائها على عدد زوجي من ذرات الكربون، ويمكن تقسيم الحموض الدسمة أيضاً إلى:

### 1- حموض دسمة ذات وزن جزيئي منخفض:

وتتميز بأنها تحتوي على عدد من ذرات الكربون يتراوح بين 4-10 (راجع الجدول -1) :

- حمض البيوتيريك (الزبدة): ويحتوي على 4 ذرات كربون ويوجد في الزبدة:

- حمض الكابريليك: ويحتوي على 8 ذرات كربون ويوجد في زيت النخيل وزيت فستق العبيد:

- حمض الكابريك Capric acid: ويحتوي على 10 ذرات كربون ويوجد في الزبدة:

بشكل عام: تذوب هذه الحموض في الماء وأنها تتطاير مع بخار الماء، ولذلك تسمى بالحموض الدسمة الطيارة،

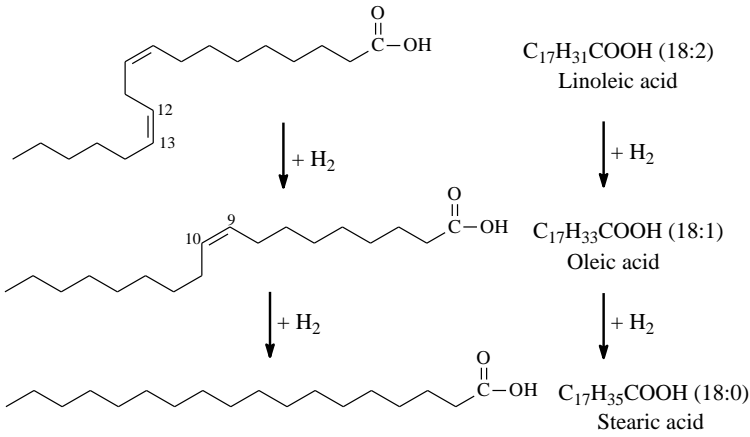
### 2 - حموض دسمة ذات وزن جزيئي مرتفع:

يقصد بالحموض الدسمة العليا، تلك الحموض الدسمة التي تحوي عدداً كبيراً من ذرات الكربون، وتتميز الحموض الدسمة العليا التي تدخل في تركيب الدهون والزيوت بأنها تحوي على عدد زوجي من ذرات الكربون وهي تكون غالبية الحموض الدسمة الداخلة في تركيب الدهون والزيوت.

تتصف الحموض الدسمة العليا عموماً بأنها لا تذوب في الماء ولكنها تذوب كالدون في محلات الدهون، كما أنها

عديمة التطاير، ويمكن تقسيمها إلى:

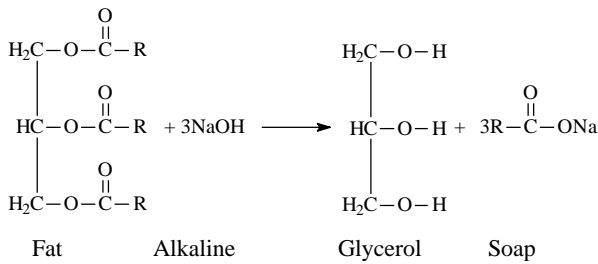




تحدث إضافة الهيدروجين إلى الروابط المضاعفة التي توجد في الحموض الدسمة غير المشبعة غالباً بطرق اختبارية، فقد وجد أنه في حالة وجود أكثر من رابطة مضاعفة في الحمض فإن التشبع يحدث أولاً للرابطة الأكثر بعداً عن مجموعة الكربوكسيل:

### 3-1-1-5- التصبن وصناعة الصابون:

يقصد بالتصبن تحلل الزيوت أو الدهون مائياً بواسطة القلويات مع انفصال الغليسيرين وتشكيل الأملاح المعدنية للحموض الدسمة (مثل ستيرات الصوديوم أو أوليات الصوديوم... الخ) والتي تعرف بالصابون، لهذا السبب يطلق على هذه العملية اسم عملية التصبن:



بالمقارنة بين أنواع الصابون المستخدمة، وجد أن الحموض المشبعة مثل الكابريك واللوريك والميريستيك التي تحتوي على 10، 12، 14 ذرة كربون على التوالي تنتج أحسن أنواع الصابون، وصابون حمض اللوريك (الغار) هو أفخر أنواع الصابون، وبذلك الدهون التي تحتوي على هذا الحمض مثل زيت النخيل وجوز الهند تنتج أنواع الصابون الفاخرة.

### 3-1-1-6- الصفات الفيزيائية للدهون:

وهي تشمل درجة الانصهار والكثافة النوعية والقرائن المختلفة، مثل قرينة الحموضة والتصبن واليود والأوكسدة. وهذه القرائن لا تتغير بالنسبة للنوع الواحد من المادة الدهنية، وأي تغير في قيمتها يدل على عدم مقاومتها.

**1- قرينة الحموضة:** تعرف قرينة الحموضة بعدد المليغرامات من البوتاس الكاوي اللازمة لتعديل الحموض الدسمة الحرة التي توجد في غرام واحد من الدهن أو الزيت.

**2- قرينة التصبن:** قرينة التصبن لمادة دهنية ما، هو عدد المليغرامات من البوتاس الكاوي اللازمة لتصبن غرام واحد من الزيت أو الدهن.

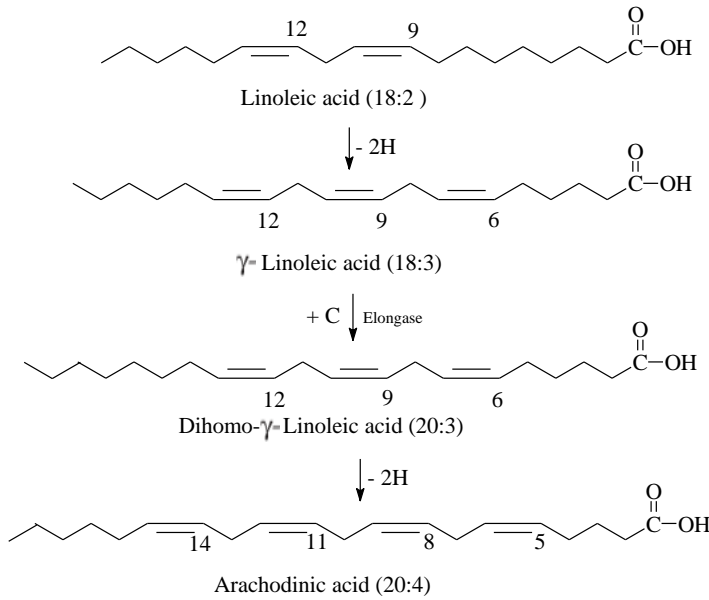
**في هذا الاختبار:** تتحلل المادة الدهنية أثناء عملية التصبن أولاً إلى غليسيرين وحموض دسمة، تتفاعل الحموض الدسمة الناتجة تفاعلاً كيميائياً مع القلويات حيث إن كل حمض يتحد مع جزيء من البوتاس الكاوي، وبذلك تكون العلاقة بين رقم التصبن والوزن الجزيئي للحموض الدسمة الداخلة في تركيب المادة الدهنية علاقة عكسية (أمثلة: رقم التصبن للزبدة 201-230، زيت بذرة القطن 156-194).

**3- الرقم اليودي أو قرينة اليود:** يقصد بالرقم اليودي عدد غرامات اليود التي يضمها g 100 من الدهن أو الزيت لإشباع الروابط المضاعفة الموجودة بهذه الكمية من المادة الدهنية.

### 3-1-1-7- فوائد الدهون:

1- تعدّ الدهون مصدراً هاماً للحصول على الطاقة، لأن احتراق الغرام الواحد منها ينتج عنه طاقة قدرها تسع حريرات. أما في حالة المواد الكربوهيدراتية فإن الغرام الواحد منها يعطي أربع حريرات فقط عند احتراقه، لهذا السبب تزداد كمية الدهون بالطعام عندما يراد الحصول على طاقة كبيرة.

2- الحموض الدسمة التي تدخل في تركيب الدهون يطلق عليها اسم الحموض الدسمة الأساسية لأنها ضرورية للحياة الطبيعية ولا يمكن صنعها في الجسم ويؤدي نقصها في الطعام إلى ظهور أمراض خاصة، وهي ثلاثة حموض:



- حمض اللينولييك،
- حمض اللينولينيك،
- حمض الأراشيدونيك

(راجع الجدول -1 )،

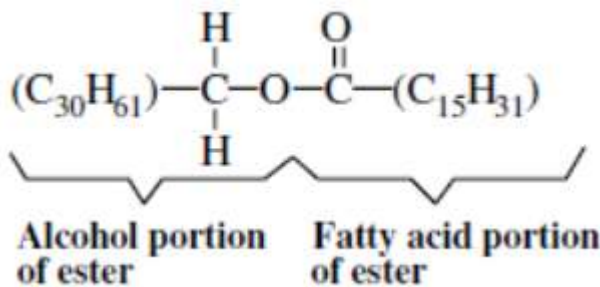
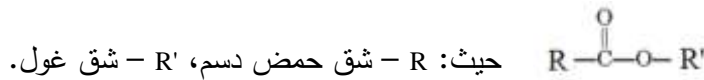
والمصدر الرئيس للحموض الدسمة الأساسية هو الزيوت النباتية.

يعد حمض اللينولينيك من أهم الحموض الدسمة الأساسية لأنه واسع الانتشار في الزيوت النباتية وبكميات جيدة ولكنه يتحول أنزيمياً إلى سلسلة من الحموض الدسمة الأساسية الأخرى وفق المقابل :

- 3- تكون الدهون طبقة عازلة تحت الجلد تساعد على منع فقدان كميات كبيرة من حرارة الجسم في الجو البارد.
- 4- يحيط الدهن ببعض الأعضاء الداخلية الرقيقة كالكليتين ليحميهما من المؤثرات الخارجية ويثبتها في مكانها.
- 5- تفرز الغدد الدهنية الموجودة في الجلد مادة دهنية هي (إسترات الكوليستيرول) تقوم بامتصاص جزء من بخار الماء الموجود في الهواء وبذلك تمنع جفاف الجلد وتكسبه نعومة خاصة.
- 6- وجود الدهن في الطعام يعطي شعوراً بالشبع لارتفاع قيمته الحرارية وبطء هضمه، كما أنه يزيد أيضاً من استساغة الطعام وتحسين نوعه وطعمه.
- 7- تذوب في الدهون أنواع خاصة من الفيتامينات تسمى بالفيتامينات الذائبة في الدهون وهي فيتامينات F, E, K, D, A. و لا توجد هذه الفيتامينات أبداً في وسط مائي بل توجد دائماً مختلطة مع الدهون والزيوت. لا تعمل الدهون فقط على إذابة هذه الفيتامينات بل تساعد أيضاً على امتصاصها في الأمعاء.
- 8- يقوم الجسم بتحويل مركب الكوليستيرول، وهو أحد الليبيدات، إلى مركبات لها أهمية في الحياة مثل أملاح الصفراء والهرمونات الجنسية وهرمونات قشرة الأدرينالين.
- 9- تؤدي مادة السيفالين (Cephalin)، وهي من الليبيدات المركبة، دوراً كبيراً في تجلط الدم.
- 10- تدخل الدهون في تركيب خلايا الجسم وخاصة الخلايا العصبية.

### 3-1-2- الشموع:

الشموع هي إسترات لحموض دسمة عليا، وهي في هذا تشبه الدهون والزيوت، ولكنها تختلف عنها في أنها تحتوي على أغوال أحادية الذرة وأحياناً ثنائية بدلاً من الغليسيرين ولها الصيغة العامة التالية:



تحتوي الشموع الطبيعية أيضاً على بعض الكميات من الحموض الدسمة والأغوال مرتفعة الوزن الجزيئي وكذلك على هيدروكربونات من السلسلة البارافينية.

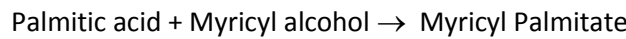
توجد الشموع (المواد الشمعية) بشكل طبقات لحماية الجلد ، الريش وعلى أوراق فواكه النباتات الراقية لحماية النباتات من فقدان الرطوبة وتقليل حدوث الإصابة بالأمراض كما ان الشمعيات تدخل في تركيب القشرة الخارجية لعدة أنواع من الحشرات.

يدخل في تركيب الشموع بالإضافة إلى الحموض الدسمة المعروفة (البالميتيك، الستياريك، الأوليك) أيضاً حموض دسمة أخرى مميزة للشموع وذات وزن جزيئي مرتفع مثل حمض الكارناوبيك Carnaubic acid  $C_{24}H_{48}O_2$  وحمض السيروتيك  $C_{27}H_{54}O_2$  وحمض المونتانيك Montanic acid  $C_{29}H_{58}O_2$  وغيرها.  
بينما الأغوال المرتفعة الوزن الجزيئي والداخلة في تركيب الشموع والتي درست بشكل جيد ما يلي:  
 $n CH_3(CH_2)_{28}CH_2OH$  تري أكتانول،  $CH_3(CH_2)_{14}CH_2OH$  غول السيتيل،  $n CH_3(CH_2)_{26}CH_2OH$  أوكتاكوزانول،  $n CH_3(CH_2)_{24}CH_2OH$  هيكساكوزانول.

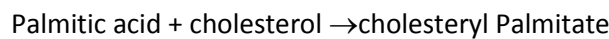
يُعدّ شمع النحل الأكثر أهمية بين الشموع الحيوانية المنتشرة وكذلك الشمع الموجود في صوف الضأن والمسمى لانولين. تُستخدم أنواع مختلفة من الشموع على نطاق واسع في صناعة أحمر الشفاه والصابون ومختلف المعاجين.

### 3-1-2-1- أنواع الشموع:

1- شمع النحل Bee's Wax: وهو خليط من الإسترات أهمها بالميتات الميريسيل، وهو إستر ينتج من اتحاد حمض البالميتيك مع غول الميريسيل ( $C_{30}H_{63}OH$ ):



2- شموع جسم الإنسان والحيوان: وهي تختلف عما سبق ذكره في أن الغول الموجود فيها هو غول معقد التركيب يسمى الكوليستيرول مثل شمع (الكوليستيرول)



### 3-2-1-3 - خواص الشموع و أهميتها وانتشارها:

- 1- تنتشر الشموع بكثرة في النبات والحيوان، وهي توجد غالباً على السطوح الخارجية للنبات والحيوان وهي تعمل كغلاف للوقاية وللمنع تبخر الرطوبة الداخلية، كما تساعد على حفظ ريش الطيور والصوف وشعر الحيوانات ناعماً.
- 2- الشموع عادة مواد صلبة في درجة حرارة الغرفة، وتتراوح درجة انصهارها بين  $50-80^\circ C$ ، وهي لا تذوب في الماء، كما أنها رديئة التوصيل للحرارة، والشموع تقاوم عملية التصبن مقاومة شديدة.
- 3- لا تتأثر الشموع بالبكتيريا أو بالضوء أو بالهواء، لهذا فالشموع ذات قيمة لحماية سطح النبات والحيوان.
- 4- تذوب الشموع مثل الدهون في مذيبات الدهون.

### 3-2- الليبيدات المركبة

الليبيدات المركبة هي إسترات لحموض دسمة تحوي مجموعة لا تمت للدهون بأي صلة، وهي ما تسمى بالمجموعة الملحقة Prosthetic group، وطبقاً لهذه المجموعة يمكن تقسيم الليبيدات المركبة إلى:

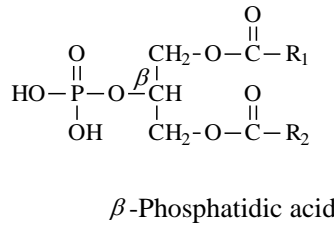
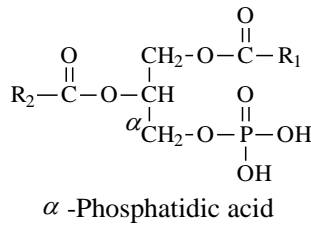
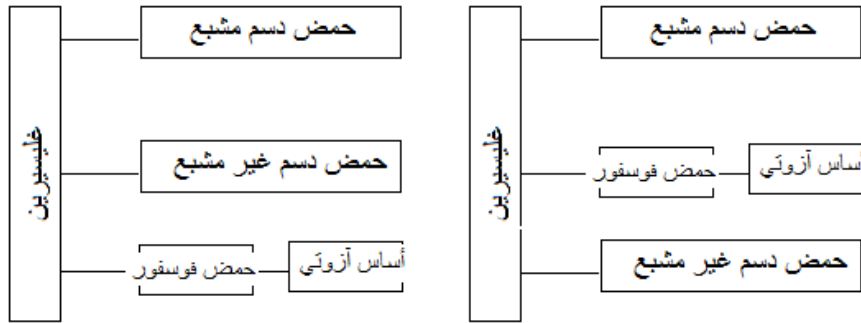
## 1- الليبيدات الفوسفورية أو الفوسفوليبيدات (Phospholipids)

الفوسفوليبيدات هي المكون الأساسي في تركيب الأغشية الخلوية

## 2- الغليكوليبيدات أو السفينغوزيدات (Sphingolipids)

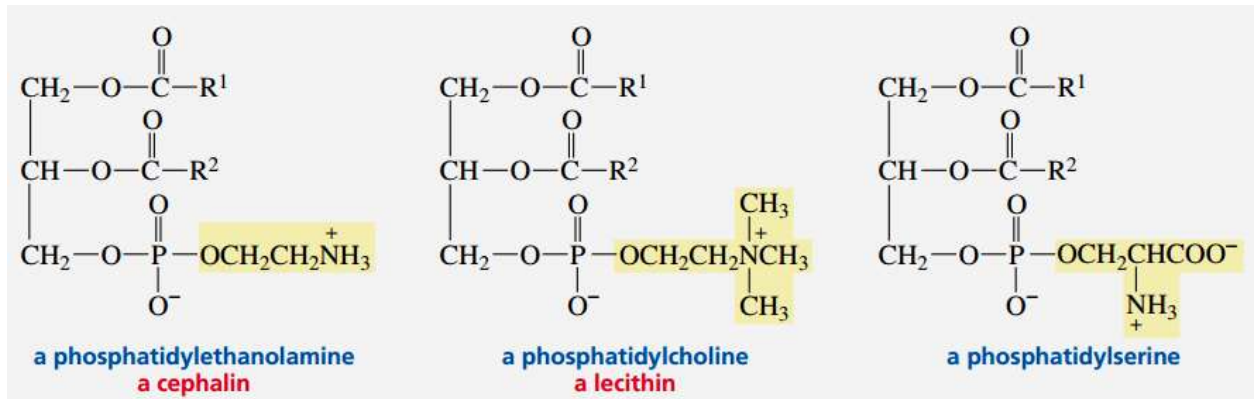
## 3-2-1- الفوسفوليبيدات أو الغليسيريديتات الفوسفاتية:

تسمى هذه المجموعة بالفوسفوليبيدات، وهي مواد دهنية تحتوي على كل من الفوسفور والآزوت إضافة إلى الكربون والهيدروجين والأكسجين، وعند تحللها تحللاً مائياً تعطي غليسيريناً وحموضاً دسمة وحمض الفوسفور وأساساً آزوتياً مثل (كولين، كولامين، سيرين) والفوسفوليبيدات ما هي إلا غليسيريدات يحل فيها حمض الفوسفور والأساس الأزوتي محل أحد الحموض الدسمة في الليبيدات البسيطة كما مبين في الشكل التالي:



ويمكن عدّ الفوسفوليبيدات أيضاً مشتقة من حمض الفوسفاتيديك Phosphatidic acid الذي يوجد على شكل الفا  $\alpha$  وبيتا  $\beta$  ويتألف من حمض الفوسفور وحمضين دسامين أحدهما مشبع والآخر غير مشبع، متحدّ مع أساس آزوتي مثل الكولين أو الكولامين أو السيرين.

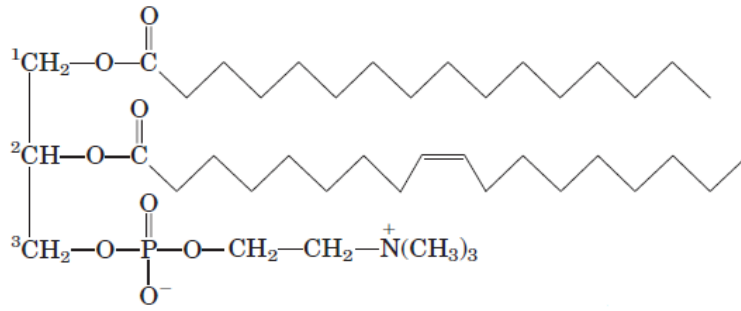
يعبّر عن حمض الفوسفور بالرمز المختصر HO-P في المركبات الحيوية.



وأهم أنواع الفوسفوليبيدات هي الليسيثينات Lecithins والسيفالينات Cephalins.

## 3-2-1-1- الليسيثينات Lecithins: وهي فوسفوليبيدات أحادية الأمين وتعدّ كيميائياً (فوسفاتيديل كولين)

Phosphatidylcholine وقد اكتشف هذا المركب في صفار البيض وعرف باسم ليسيثين وهو مشتق من اللغة اليونانية Lecithos والتي تعني صفار البيض أو اللون الأصفر، وأما من الناحية الكيميائية فهو إستر مركب من الغليسيرين وحموض دسمة ومجموعة فوسفوكولين، التي تعطي عند حلمتها حمض الفوسفور وأساساً رابعياً هو الكولين كما مبين في الشكل التالي:

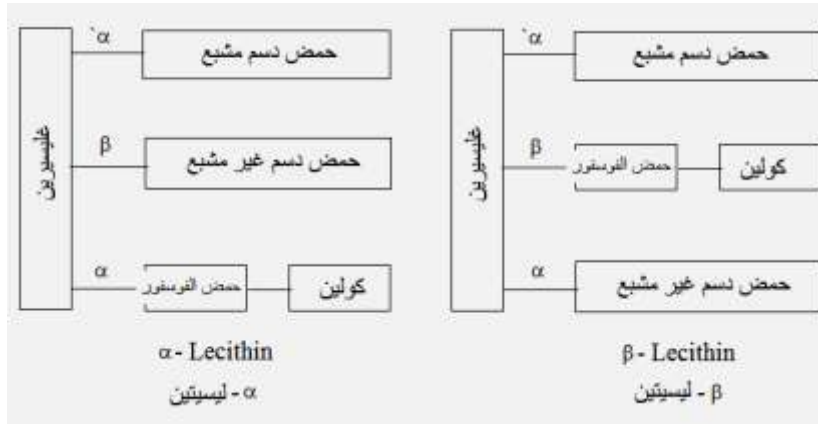


### Phosphatidylcholine (Lecithin)

فوسفاتيديل كولين (ليسيثين)

عند تحلل الليسيثين تحليلاً كاملاً ينفصل كلٌّ من الأساس الأزوتي (الكولين) وحمض الفوسفور والجليسيرين وجزئتين من الحموض الدسمة، حيث أن أحد مكونات الليسيثين هو مركب الكولين.

- أنواع الليسيثين **Lecithin**: يوجد نوعان من الليسيثين، أحدهما  $\alpha$ -ليسيثين والآخر  $\beta$ -ليسيثين، ويمكن بيان الفرق بينهما بالشكل التالي:



إن أهم الحموض الدسمة التي تدخل في تركيب الليسيثينات هي حمض البالميتيك (النخيل) والأولييك (الزيت) واللينولييك (الكتان) والأراشيدونيك.

وعموماً فإنه يمكن التعبير عن الليسيثينات بأنها مجموعة من المركبات المتشابهة في التركيب والتي تختلف فقط في الحموض الدسمة التي تدخل في تركيب جزئتها وارتباط حمض الفوسفور والأساس الأزوتي في ذرة الكربون الأولية أو الثانوية لمركب الجليسيرول.

### - خواص الليسيثين ووظائفه:

أ- الليسيثين مادة شمعية صفراء لزجة القوام، لا تذوب في الأسيتون ولكنها تذوب في الغول والإيتر والكلوروفورم وثاني كبريت الكربون، وهي تُشكّل محلولاً غروباً مع الماء،

ب- يوجد الليسيثين بكميات كبيرة في المخ والقلب والبيض والدم وفي بعض البذور النباتية، كما يوجد في الخلايا النباتية والحيوانية بنسب متفاوتة،

ج- يتحول الليسيثين إلى اللون الأسمر بعد تعرضه للهواء بفترة وجيزة،

د- الليسيثين من المواد الحيوية الهامة فهو ينظم عملية النفوذية في أغشية الخلايا، كما يعدّ من العوامل المستحلبة الهامة، ولهذه الصفة يعود تفسير وظيفته في حمل المواد الدهنية في السوائل المائية داخل الجسم، ويظهر أيضاً أنه يؤدي دوراً هاماً في المحافظة على بناء البروتوبلازما، هذا بالإضافة إلى أنه يكون مركبات معقدة مع البروتينات.

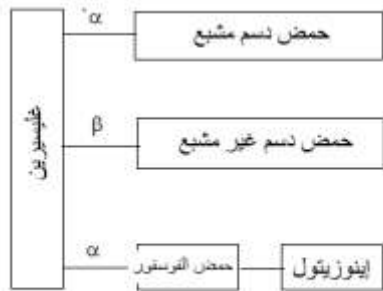
ه- يتحلل الليسيثين بأنزيم الليسيثيناز، وهناك عدة أنواع من هذا الأنزيم.

## 3-2-1-2-3- السيفالين:

كان يظن أن السيفالين له التركيب الكيميائي الخاص بالليسيثين نفسه مع استبدال الكولين بمركب الكولامين (الإيتانول أمين)، ولكن لوحظ أن نسبة كبيرة من الآزوت الموجودة في سيفالين الرئة والمخ وغيرها من الأنسجة تحتوي على الحمض الأميني سيرين أو المركب الحلقي إينوزيتول (سداسي هيدروكسي حلقي الهكسان)، بدلاً من مركب الكولامين، وعلى ذلك يعدّ السيفالين فوسفاتيديل كولامين حين يرتبط بجزيئة كولامين، أو فوسفاتيديل سيرين حين يرتبط بجزيئة سيرين، وفوسفاتيديل إينوزيتول حين يرتبط بإينوزيتول:

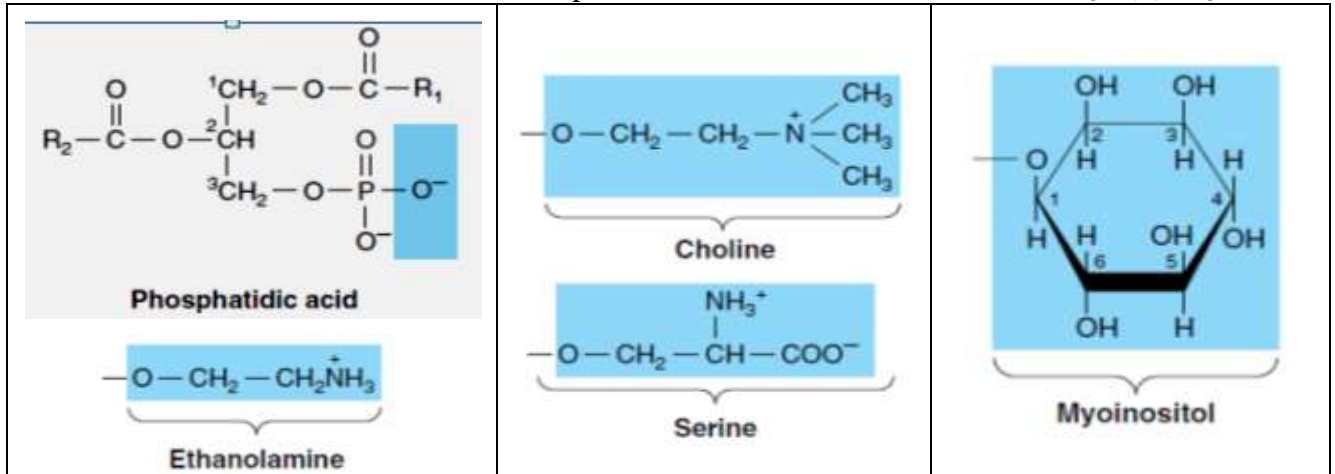
## خواص السيفالينات:

- 1- يذوب السيفالين في الإيتر والكلوروفورم ويشكّل مع الماء محلولاً هلامياً.
- 2- الحمض الدسم المشبع الوحيد الذي يدخل في تركيب السيفالين هو حمض الستياريك (حمض الشمع).
- 3- يوجد السيفالين حيث يوجد الليسيثين في نسج كثيرة وخصوصاً في نسج المخ.
- 4- ينحل السيفالين بواسطة بعض الأنزيمات التي توجد في سم الثعابين، ويتحول إلى ليزوسيفالين وحمض دسم غير مشبع. والليزوسيفالين مثل الليزوليبيثين يمكنه أن يحلل كريات الدم الحمراء، وهذا ما يُفسّر خطورة سم الثعابين.
- 6- يدخل السيفالين في تركيب أنزيم الترومبوكيناز الموجود في الدم والذي يؤدي دوراً هاماً في تجلّط الدم.



α - فوسفاتيديل إينوزيتول

ويمكن القول أن أهم أنواع الفوسفوليبيدات (هي الليسيثينات Lecithins والسيفالينات Cephalins)، وذلك من خلال حمض الفوسفاتيديك ومشتقاته. Phosphatidic acid and its derivatives.



(A) 3-phosphatidylcholine (Lecithins)

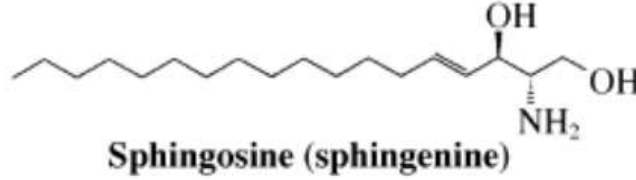
(B) 3-phosphatidylethanolamine (Cephalins)

(C) 3-phosphatidylserine (Lecithins)

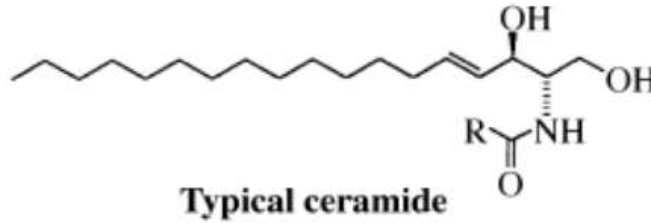
(D) 3-phosphatidylinositol (Lecithins)

الدهون السفنكولية (الاسفنجية)Sphingolipids

وهي من الدهون المركبة وتوجد بكميات كبيرة في الدماغ والنسيج العصبي وهي لا تحتوي على الغليسيرول ، في تركيبها وقد سميت هذه الدهون بالسفنكولية (الاسفنجية) لاحتوائها على مركب الـ Sphingosine (بدل الغليسيرول) .

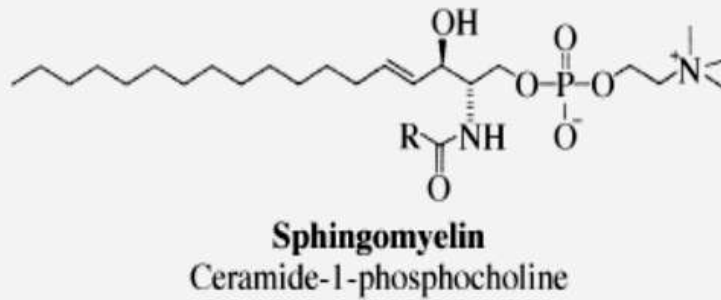


وعند ارتباط ذرة النتروجين بحامض شحمي على شكل acyl يتكون مركب السيراميد Ceramide



من الملاحظ الغليسيرين لا يدخل في التركيب الكيميائي للشحوم السكرية بل يحل محله الغول الأميني (سفينغوزين Sphingosine) الذي يحتوي على مجموعة أمينية وعلى حمض دسم مشبع (حمض الليغنوسيريك Lignoceric acid)  $C_{24}H_{48}O_2$ ، كما أنه يحوي حمض الفوسفور والأساس الأزوتي الكولين ويمكن توضيح رمزه الكيميائي فيما يلي:

يعتبر السيراميد مركب وسطي لتكوين دهون أسفنجية أخرى مثل السفنكومالين Sphingomyelin الذي يعد من المكونات الأساسية لبروتوبلازم الخلية. حيث يوجد في معظم الاغشية وهو من المكونات المهمة لغلاف النخاعين المحيط بالالياف العصبية



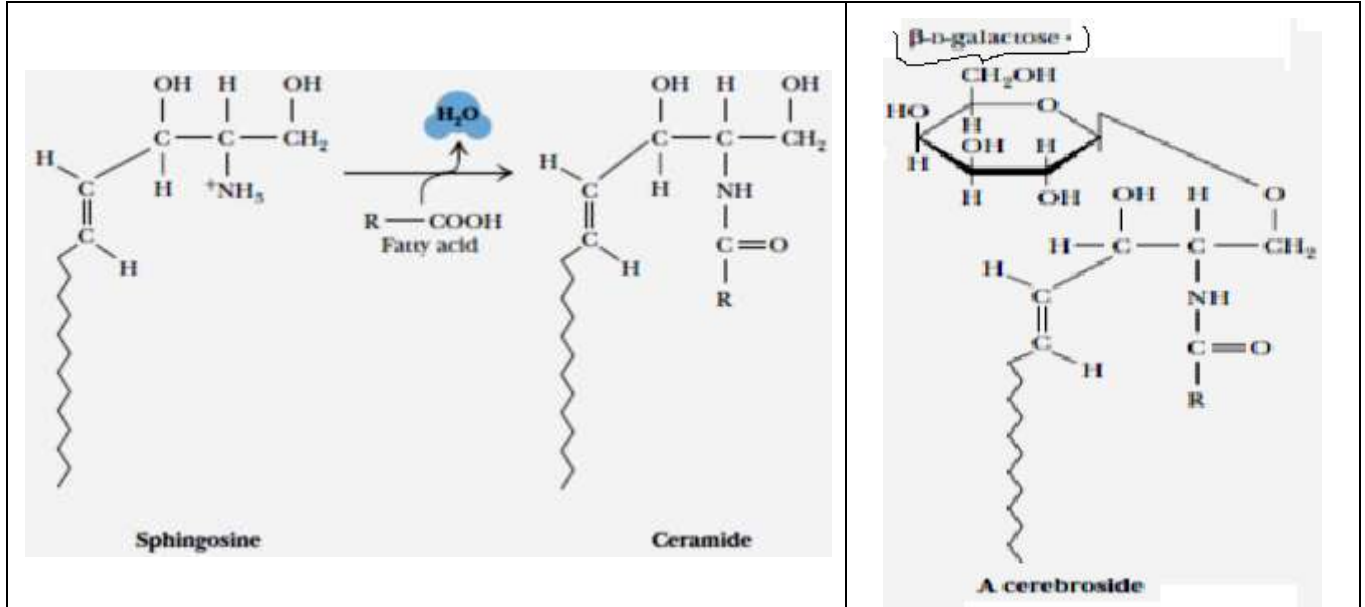
- يوجد السفينغومايلين بكثرة في النسيج العصبية وخاصة المخ وقد حضر لأول مرة من الغمد النخاعي Myelin Sheath لهذا السبب أطلق عليه اسم Sphingomyelin.

2- لا يحتوي السفينغومايلين على الغليسيرين بل يحتوي على الغول الأميني سفينغوزين.

3- الحموض الدسمة التي تدخل في تركيب السفينغومايلين هي حمض الستياريك وحمض النيرفونيك والبالميتيك والليغنوسيريك.

## 3-2-2- السفينغوليبيدات:

وتسمى الغالاكتوليبيدات إذا ارتبطت جزيئة السفينغوزين مباشرة مع جزيئة الغالاكتوز بدلاً من الأساس الآزوتي ودون حمض الفوسفور. ويمكن توضيح رمزه:



## - خواص السفينغوغالاكتوليبيدات وانتشارها:

- 1- توجد السفينغوغالاكتوليبيدات بكميات كبيرة في نسيج المخ وخاصة في مادته البيضاء كما توجد في الكبد والكلية وفي البيض وكريات الدم الحمراء والرئة.
- 2- لا تحتوي هذه المركبات على الفوسفور.
- 3- السفينغوغالاكتوليبيدات حلقة اتصال بين المواد الكربوهيدراتية والمواد الدهنية إذ أنها تحتوي على الغالاكتوز والحموض الدسمة في آن معاً، كما أنها تحتوي على الآزوت الذي يوجد في المواد البروتينية.
- 4- تتحلل السفينغو غالاكتوليبيدات تحللاً مائياً بغليها مع الحموض ولكنها تقاوم القلوبات ولا تتحلل بالخمائر.

## 3-3 - الليبيدات المشتقة أو الشبيهة

تقسم الليبيدات المشتقة أو الشبيهة إلى كل من:

- 1- الستيروئيدات،
- 2- الكاروتينات.

## 3-3-1- الستيروئيدات Steroids: ربما مصطلح الكوليسترول هو الأكثر شيوعاً و معرفة بين المركبات

الستيروئيدية بسبب ارتباطه بمرض تصلب الشرياني العصيدي atherosclerosis .

وهناك عدد كبير من الستيروئيدات المهمة ومنها الأحماض الصفراوية ، هرمونات قشر الكظر، الهرمونات الجنسية، والفيتامينات D vitamins ، الغليكوزيدات القلبية، الستيرولات النباتية.

إذا يُنسب إلى هذه المجموعة الهامة من النواتج الطبيعية كل من المركبات التالية:

- 1- الستيرينات Sterins أو الستيرولات Sterols،

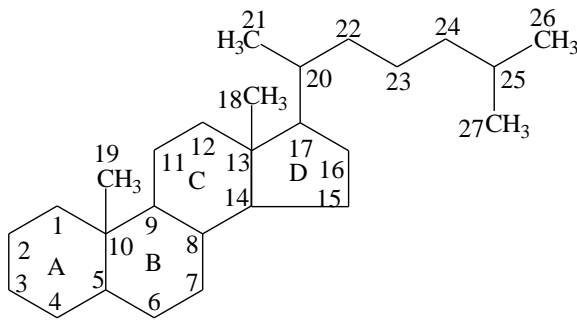
- 2- الحموض الصفراوية،

## 3- الفيتامينات الستيرويدية Steroid Vitamins،

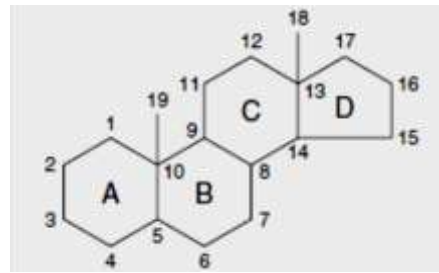
## 4- الهرمونات الستيرويدية Steroid Hormones

إن الهيكل البنائي لجميع هذه المركبات مشتقة من مركب يتألف من أربع حلقات مشبعة ومتكاثفة، ثلاث منها سداسية الشكل والرابعة خماسية، ويسمى هذا الهيكل البنائي ستيران Steran ( النواة الستيرويدية ) أو غونان Gonan :

انطلاقاً من هذا المركب ذي الحلقات الأربع المشبعة A, B, C, D يمكننا أن نستحصل على جميع الستيرويدات بعد إجراء تفاعلات الاستبدال بمجموعات وظيفية مختلفة، ومن خلال معرفتنا لأحد مشتقات الغونان وهو مركب الكوليستان Cholestane (C<sub>27</sub>H<sub>48</sub>) ومعرفة صيغته البنوية، يسهل علينا التعرف إلى جميع المركبات الستيرويدية. الكوليستان مركب رباعي الحلقات أيضاً، استبدلت فيه ذرة الهيدروجين بمجموعة ميثيلية في الموقع C<sub>10</sub> وبمجموعة ميثيلية أخرى في الموقع C<sub>18</sub> وبسلسلة كربونية مشبعة ومتفرعة تحمل 8 ذرات كربون في الموقع C<sub>17</sub>:



Cholestane



The steroid nucleus ( Steran )

النواة الستيرويدية

## 3-3-1-1-1 الستيروولات Sterols أو الستيرينات Sterines:

الستيروولات أو الستيرينات هي مجموعة من الأغوال الصلبة عديدة الحلقات وأحادية الهيدروكسيل ، وهي مشتقة من كلمة إغريقية هي (ستيروس = صلب)، وتضم هذه المركبات أربع حلقات هيدروكربونية كما أشرنا، ثلاث منها سداسية والرابعة خماسية دون أن تحمل صفات أروماتية. وأهم ما ينسب لهذه المجموعة من المركبات كل من:

1- كوليستيرون Cholesterol، 2- إرغوستيرون Ergosterol.

1- الكوليستيرون Cholesterol (C<sub>27</sub>H<sub>45</sub>OH):

هو أول مركب عرف من الستيروولات ويشكل القسم الأكبر من مركبات الحصى الصفراوية، تعني كلمة كوليستيرون باللغة اللاتينية الصفراء الصلبة (Chole = صفراء) و(Sterus = صلب). يوجد الكوليستيرون نسبياً وعلى شكل إسترات في جميع أعضاء جسم الإنسان تقريباً وبكميات كبيرة وخاصة في الدماغ والعمود الفقري والغدة الكظرية.

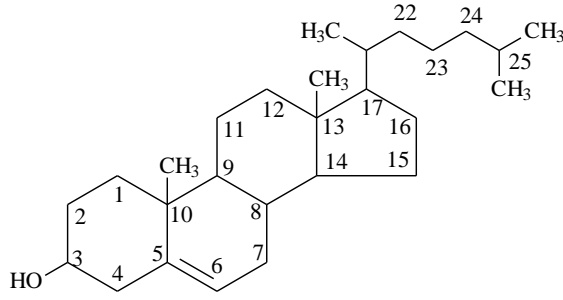
يتوضع الكوليستيرون في غشاء الخلية بشكل مواز لسلاسل الحموض الدسمة في الفوسفوليبيدات أما الرأس القطبي (الزمرة الهيدروكسيلية) فيتداخل مع الرؤوس القطبية للفوسفوليبيدات المجاورة، كما يشكل الكوليستيرون 25% من ليبيدات غشاء بعض الخلايا العصبية ويكون غائبا تقريبا في بعض الأغشية داخل الخلايا

يؤدي الكوليستيرون دوراً هاماً في حياة الإنسان لامتلاكه القدرة على ربط مركب السابونين Saponin وإبطال دوره السام في حل الكريات الحمراء.

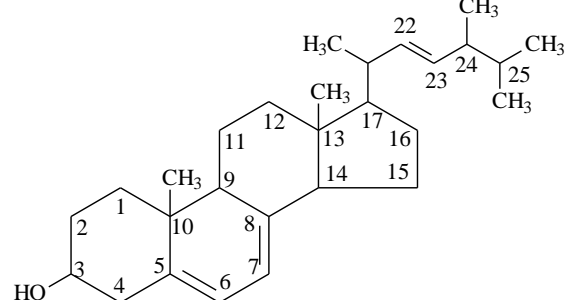
يوجد الكوليستيرون في غشاء الخلية لمعظم الحيوانات. كما يشكل الكوليستيرون 25% من ليبيدات غشاء بعض الخلايا العصبية ويكون غائبا تقريبا في بعض الأغشية داخل الخلايا

## 2- إرغوستيرول Ergosterol:

من أمثلة الستيرويدات مركب الإرغوستيرول ( $C_{28}H_{43}OH$ ) الذي يوجد في القمح ويتبلور على شكل إبر لامعة، وينصهر عند  $168^{\circ}C$  ، وهو مركب فعال ضوئياً أيضاً لاحتوائه على عدد من ذرات الكربون غير المتناظرة. يحوي الإرغوستيرول على ثلاث روابط مضاعفة، منها اثنتان في الحلقة B والثالثة توجد في السلسلة الجانبية بين ذرات الكربون  $C_{22} - C_{23}$  إضافة إلى ذلك تحمل ذرة الكربون في الموقع  $C_{24}$  مجموعة ميثيلية إضافة إلى المجموعة الهيدروكسيلية في الموقع  $C_3$ .



Cholesterol



Ergosterol

عندما يتعرض الإرغوستيرول لأشعة ما فوق البنفسجية، تتشطر الحلقة السادسة B في جزيئته لتكون بعد ذلك مادة تشبه بنائيتها الفيتامين  $D_2$  والمانع للكساح الموجود في زيت كبد الحوت.

## 3-1-2- الحموض الصفراوية:

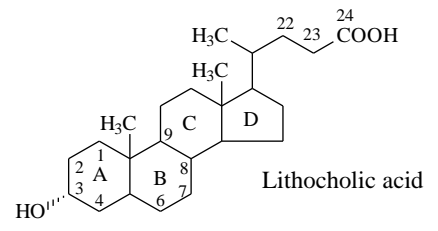
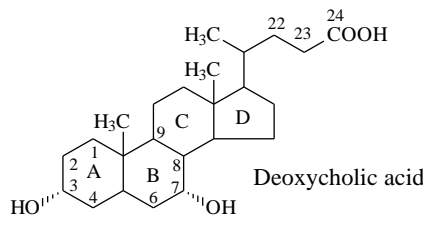
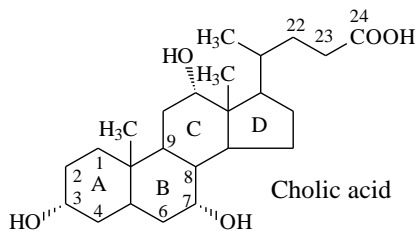
الحموض الصفراوية هي مشتقات لمركبات الكوليستان وتوجد في صفراء الإنسان بشكل مرتبط، وأنها تكون مرتبطة بعدد كبير من الحموض الأمينية بروابط بيتيدية **حمض الكوليك** الذي يرتبط بالجليسين، ويمكن فصل الحموض الأمينية عن طريق عملية الحلمة والحصول على الحموض الصفراوية بشكل حر، ينتجها الكبد وتؤدي دوراً هاماً في عملية الهضم.

من هذه الحموض نذكر أهم ثلاثة منها والتي تؤدي دوراً هاماً في عمليات الاستقلاب:

1- **حمض الكوليك Cholic acid** أو: ( $3\alpha, 7\alpha, 12\alpha, \text{Trihydroxy- } 5\beta\text{-cholanolic acid}$ )

2- **حمض ثنائي هيدروكسي كوليك Deoxycholic acid** (حمض الكوليك منقوص الأوكسجين) ( $3\alpha, 12\alpha\text{-Dihydroxy- } 5\beta\text{-cholanolic acid}$ )

3- **حمض الليثوكوليك Lithocholic acid** ( $3\alpha\text{-hydroxy- } 5\beta\text{-Cholanolic acid}$ )



تمتلك الحموض الصفراوية القدرة على استحلاب الدهون في الجسم الحي، ومما يستحق الذكر هو اتحاد حمضي الكوليك ودي أوكسي كوليك مع مختلف المواد (كالحموض الدسمة العليا مثل ستيريك والبالميتيك وكيونات عليا) بنسبة 1:8 معطية مركبات قابلة للتبلور وتسمى بـ **حموض الكوليك (Cholic acids)** تتوافر في الصفراء وتذيب أملاحها في الماء.

## 3-3-2- الكاروتينويدات Carotenoides:

تشمل مجموعة من الصبغات ذات اللون الأصفر والبرتقالي والأحمر البرتقالي، وهي غير ذوابة في الماء، ويمكن استخلاصها من الأنسجة النباتية باستخدام المحلات العضوية المناسبة (مذيبات الدهون).

تُوجد الكاروتينويدات في الأوراق الخضراء مع الكلوروفيل، كما توجد في بعض الثمار مثل الخوخ و البندورة والفليفلة والجزر والأزهار الحمراء وغيرها، وكذلك في بعض المنتجات حيوانية المنشأ كالحليب وصفار البيض

تُعدّ الكاروتينويدات من الناحية الكيميائية مركبات عضوية تتكوّن من هيدروكربونات أو مشتقات أوكسجينية للهيدروكربونات، يدخل في تركيبها بشكل أساسي وحدة الإيزوبرين، ولذلك فهي تحتوي على عدد كبير من الروابط المضاعفة، حيث إنها سلسلة كربونية غير مشبعة فيها روابط مضاعفة متبادلة مع روابط أحادية وينتهي أحد أطراف السلسلة أوكلاهما بحلقة من اليونون (Ionone ring).

يعود لون هذه الصبغات إلى وجود الروابط المضاعفة المتبادلة وكذلك إلى سهولة قابليتها للأكسدة، وهي لا تحتوي على عنصر الآزوت، إلا أن بعضها يحتوي على الأوكسجين الذي يوجد ضمن مجموعات الهيدروكسيل OH - أو كيتون، كما يوجد بعضها مرتبطاً مع أحماض عضوية برابطة إستيرية.

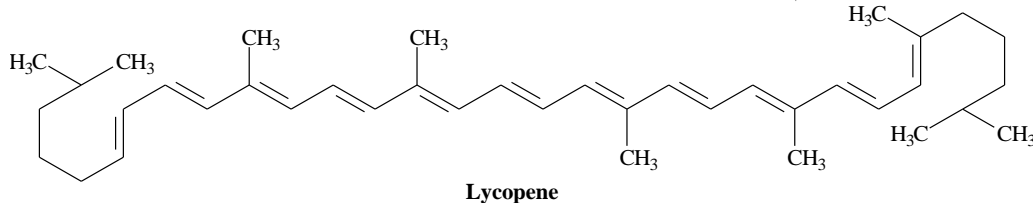
تُقسم الكاروتينويدات وفقاً لاحتوائها على الأوكسجين إلى مجموعتين:

1- الكاروتينات Carotenes وهي لا تحتوي على الأوكسجين في تركيبها.

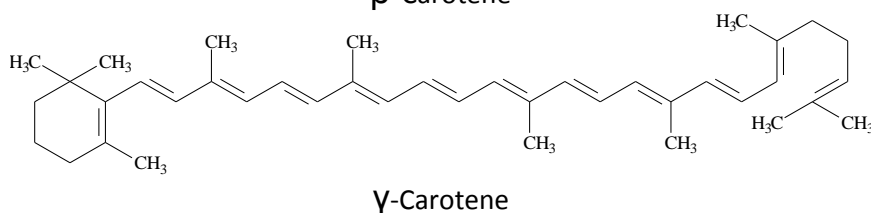
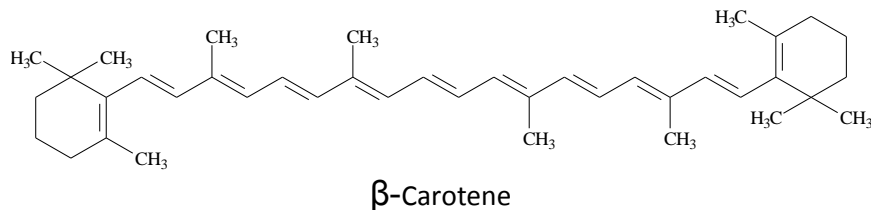
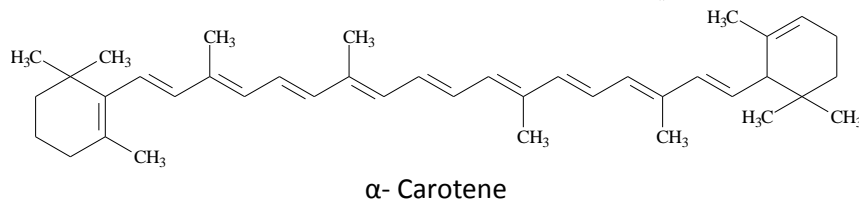
2- الكسانتوفيللات Xanthophylls وهي تحتوي على الأوكسجين في تركيبها.

## 3-3-2-1= الكاروتينات:

تشمل المركبات الخالية من عنصر الأوكسجين، ولذلك تُعدّ هيدروكربونات غير مشبعة لها الصيغة العامة  $C_{40}H_{56}$  و اللون الأحمر في الطماطم ناتج عن وجود مركب (ليكوبين) Lycopene وكذلك اللون الأصفر للجزر ناتج عن وجود مشتقات الليكوبين  $C_{40}H_{56}$  وتُوجد بثلاثة أشكال  $\alpha$  و  $\beta$  و  $\gamma$  - كاروتين. يمكن أن تتحلل المركبات الكاروتينية في الليبيدات بسبب وجود سلسلة طويلة من الفحوم الهيدروجينية فيها.



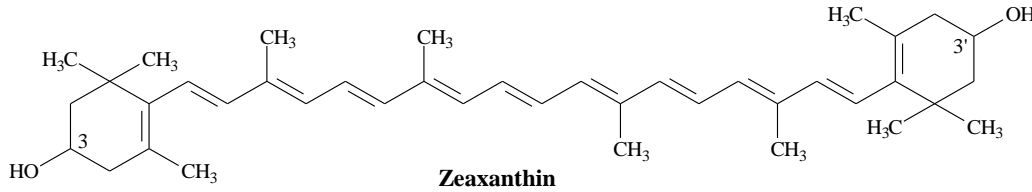
فمن الليكوبين وبطريقة تشكيل الحلقات في طرف أو طرفين من جزيئة الليكوبين يتشكل كل من  $\alpha$  و  $\beta$  و  $\gamma$  - كاروتين:



من خلال مقارنة الصيغ نلاحظ أن  $\alpha$  - كاروتين يختلف عن  $\beta$  - كاروتين بتوضع الرابطة الثنائية في إحدى الحلقات المتوضعة في نهايتي الجزيئة، أما  $\gamma$  - كاروتين فتختلف عن كل من  $\alpha$  و  $\beta$  - كاروتين باحتواء جزيئتها على حلقة واحدة فقط. وبما أن بنية الليكوبين لا تحتوي على حلقة بيتا يونون ( $\beta$ -ionone) لذلك لا تعد مصدراً للفيتامين A.

### 3-2-2 = الكسانتوفيلات:

هي الكاروتينات التي تحتوي على عنصر الأوكسجين، حيث يوجد فيها على شكل هيدروكسيل OH- أو كأوكسجين، وقد تم عزل الكثير منها من النباتات وتوجد عادة مترافقة مع الكاروتين في أوراق النباتات. تجدر الإشارة إلى أنه بإدخال مجموعتي هيدروكسيل إلى جزيئة  $\beta$ -كاروتين، يتشكل الكاروتينويد الموجود في الذرة الصفراء والمسمى زياكسانتين (zeaxanthin)  $C_{40}H_{56}O_2$  (3,3'-ثنائي هيدروكسي  $\beta$ -كاروتين):



### أهمية الكاروتينويدات:

تؤدي الكاروتينويدات دوراً هاماً عند الإنسان والحيوانات كمواد أولية لتشكيل فيتامينات المجموعة A، وانطلاقاً من البنية الكيميائية للكاروتينويدات الحاوية على كميات كبيرة من الروابط المضاعفة يمكن الافتراض أنها تقوم بنقل الأوكسجين النشط في النباتات وتشارك في عمليات الأكسدة والإرجاع، ويؤكد هذه الحقيقة الانتشار الواسع لمشتقات الكاروتينويدات الأوكسجينية في النباتات والمسماة إيبوكسيدات، التي تتخلى عن أكسجينها بسهولة. ومثالاً لمثل هذا المشتق الأوكسجيني يمكن أن يكون ثنائي إيبوكسيد  $\beta$ -كاروتين:



تُشكل الكاروتينويدات بسهولة البيروكسيدات، حيث تتحد فيها جزيئة الأوكسجين في مكان الرابطة المضاعفة، ويمكن بعدها أن تؤكد مختلف المواد. أي الكاروتينات تمنع فاعلية الجذور الكيميائية الضارة للجسم. وبذلك تعد الكاروتينات من مضادات الأكسدة .

### 3-3-3 البروتينات الشحمية الناقلة للكوليسترول والشحوم الثلاثية TAG:

ينتقل الكوليسترول والشحوم الثلاثية في سوائل الجسم بشكل جزيئات أو حويصلات ناقلة للشحم تدعى البروتينات الشحمية Lipoprotein ، تتألف هذه الجزيئات من قلب مكون من شحوم كارهة للماء، محاط بطبقة من شحوم أكثر قطبية وبروتينات تدعى بالصميم البروتيني Apoproteins . دور البروتينات الشحمية هو تأمين الانحلالية للشحوم الثلاثية والكوليسترول عبر بلاسما الدم إلى سائر أنحاء الجسم. تصنف البروتينات الشحمية :

\_ الدقائق الكيلوسية Chylomicrons و بقايا الدقائق الكيلوسية Chylomicrons remnants

\_ البروتينات الشحمية شديدة انخفاض الكثافة Very Low Density lipoproteins ( VLDL)

\_ البروتينات الشحمية متوسطة الكثافة Intermediate Density Lipoproteins (IDL)

\_ البروتينات الشحمية منخفضة الكثافة Low Density Lipoproteins ( LDL)

\_ البروتينات الشحمية عالية الكثافة High Density Lipoprotein (HDL)

يصطنع ويفرز الصميم البروتيني Apoproteins الداخل في تركيب البروتينات الشحمية في الكبد والأمعاء.

يتجلى دور الـ LDL بنقل الكوليسترول المصنع في الكبد إلى الأنسجة المحيطة التي هي بحاجة إليه ( على شكل كوليسترول مؤسّر بحمض الكتان Linoleic acid )، حيث تتعرف عليه الخلية بواسطة مستقبلات غشائية. كما ينظم الـ LDL الاصطناع الحيوي للكوليسترول .

يمكن أن يترسب LDL مع الكوليسترول المؤسّر على شكل صفائح على جدران الأوعية الدموية مسبب التصلب الشرياني لذلك يدعى الكوليسترول المرتبط بالبروتينات الشحمية المنخفضة الكثافة LDL بالكوليسترول الضار.

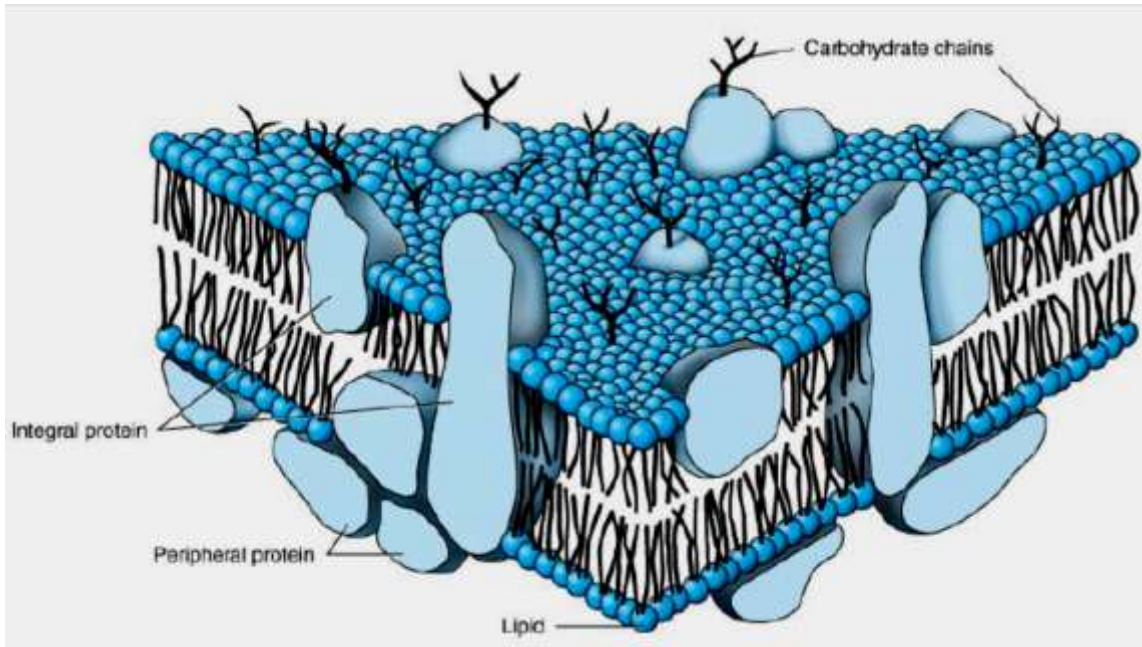
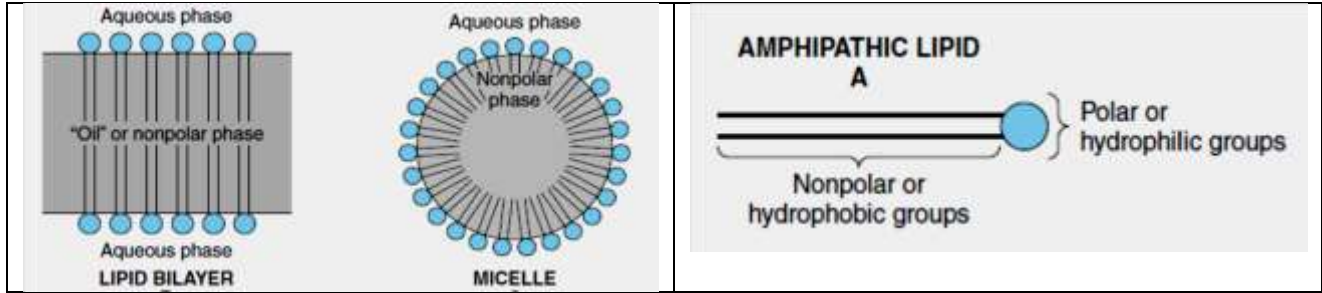
البروتينات الشحمية عالي الكثافة HDL تلتقط الكوليسترول المتحرر من الأنسجة المحيطة (الخلايا الميتة، والأغشية الخلوية) في البلازما وتؤسّره ثم تنقله إلى الكبد ليستقلب هناك، أو تنقله إلى النسيج التي هي بحاجة للكوليسترول لاصطناع الهرمونات الستيروئيدية. لذلك يدعى الكوليسترول الموجود في HDL بالكوليسترول الجيد. نسبة LDL إلى ال HDL (تستخدم كمعيار لتشخيص تطور الأمراض القلبية) عند الأصحاء تكون  $HDL / LDL = 3 / 5$

#### Adult reference ranges for lipids

Total cholesterol	140-200mg\dl
HDL cholesterol	40-75 mg\dl
LDL cholesterol	50-130mg\dl
TG	60-150m\dl

#### الشحوم: هي جزيئات مزدوجة (ثنائية) الألفة:

يمكن ان نستنتج من بنية الشحوم بأنواعها المختلفة، بأنها عبارة عن جزيئات تتسم بطبيعة مزدوجة الألفة Amphiphilic Molecules محبة للماء وكارهة للماء بأن واحد. حيث أن الجزء المحب للماء، يتمثل بالمجموعات المتشردة و ندعوها بالرأس القطبي و نرّمز له بشكل كروي. أما الجزء الكاره للماء فيتمثل بالسلاسل الهيدروكربونية و نرّمز لها عادة بذيل طويل.



**Figure .** The fluid mosaic model of membrane structure. The membrane consists of a bimolecular lipid layer with proteins inserted in it or bound to either surface. Integral membrane proteins are firmly embedded in the lipid layers. Some of these proteins completely span the bilayer and are called transmembrane proteins, while others are embedded in either the outer or inner leaflet of the lipid bilayer. Loosely bound to the outer or inner surface of the membrane are the peripheral proteins. Many of the proteins and lipids have externally exposed oligosaccharide chains.



مكتبة  
A to Z