كلية العلوم

القسم :الكيمياء

السنة : الثالثة

المادة : كيمياء حيوية

المحاضرة : الرابعة /نظري/

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

10

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

الليبيدات (Lipids)

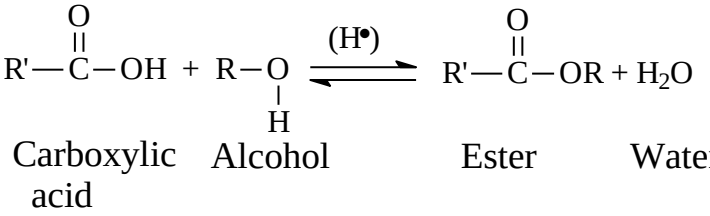
وندرس بها :

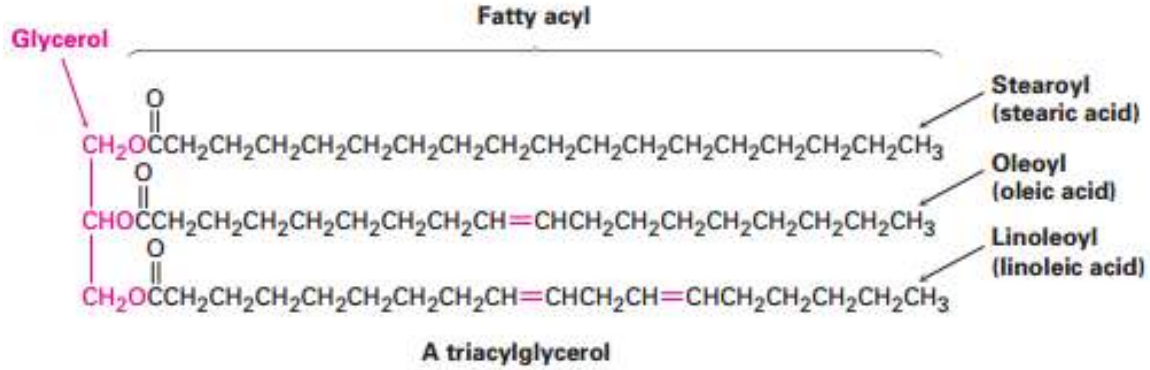
- ✓ **الشحوم البسيطة (الحموض الدسمة ، الغلسيرول ، الأغوال الأمينية ، الشموع ، خصائص الدسم) .**
- ✓ **الشحوم المركبة (الشحوم السكرية ، الشحوم الفوسفورية)**
- ✓ **الشحوم المشتقة أو الشبيهة (الستيروئيدات ، الكارتينات)**

1 – تعريف الليبيدات (الشحوم) وأهميتها:

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

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





تكمن 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 النسج 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 اذ 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 تختزنها النسج 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:

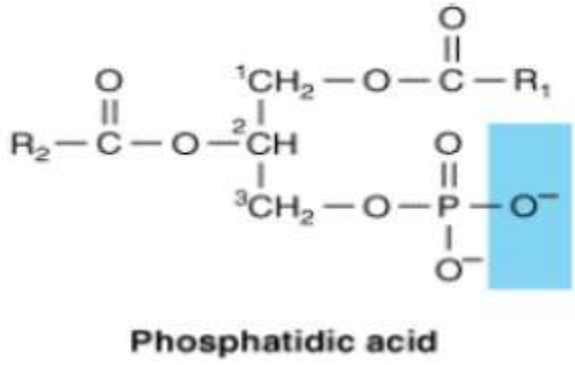
1- الدسم (الدهون والزيوت) وتسمى بالدهون الحقيقية.

2- الشموع.

ثانياً – ليبيدات مركبة وتضم كلاً من:

1- الفوسفوليبيدات (الشحوم الفوسفورية) .

2- الغليكوليبيدات (الشحوم السكرية).



Phosphatidic acid

ثالثاً- ليبيدات مشتقة أو شبيهة وتضم:

1- الستيروئيدات. 2- الكاروتينات أو الليبيدات الملونة.

3-1. الليبيدات البسيطة:

الليبيدات البسيطة هي إسترات تتشكل من اتحاد غول (غلسيرين 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:

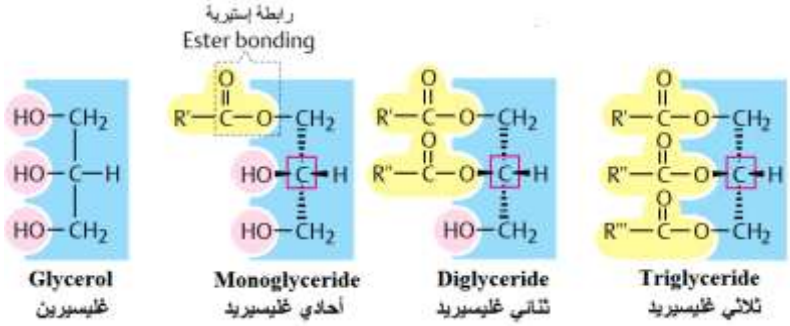
1- الدسم أو الدهون الحقيقية : تحوي غولاً ثلاثي الهيدروكسيل (غليسيرين).

2- الشموع: تحوي غولاً أحادي الهيدروكسيل.

3- 1-1. الدسم أو الدهون الحقيقية:

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

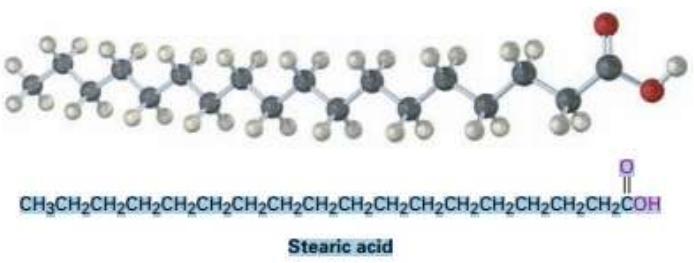
- حمض دسم واحد معطياً أحادي غليسيريد (Monoglyceride)
- أو مع حمضين دسمين معطياً ثنائي غليسيريد (Diglyceride)
- أو مع ثلاث حموض دسمة مشكلاً ثلاثي غليسيريد (Triglyceride) كما في الصيغ المقابلة



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

3-1-1-1. غليسيريدات بسيطة:

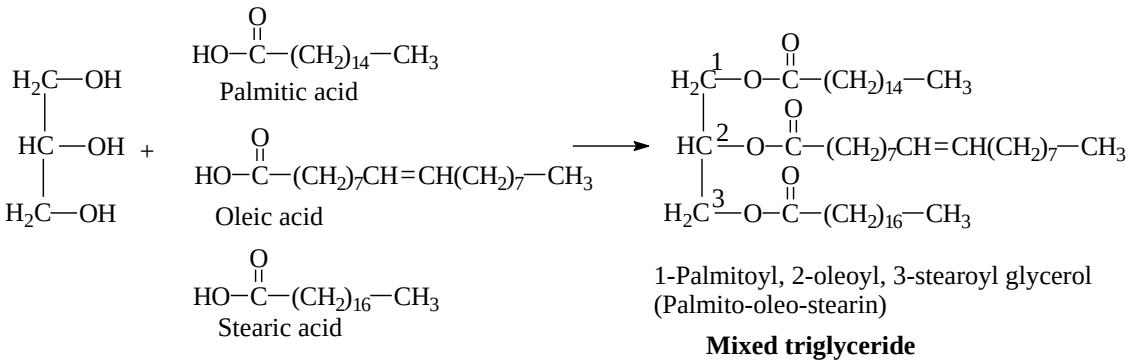
تكون في هذه الحالة الحموض الدسمة الداخلة في تركيب المادة الدسمة من نوع واحد ومثال على ذلك الشمعين الذي يتكوّن من غليسيرين مع ثلاث جزيئات من حمض الستياريك (الشمع) ،،،،



اكتب صيغة الشمعين

3-1-1-2. غليسريدات مختلطة:

تكون الحموض الدسمة الداخلة في تركيب الإستر مختلفة مثل: بالميتو – أوليو– ستيارين (Palmito-oleo-stearin) الغلسيرين ، 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 غليسيريدات مختلطة.

3-1-1-3. مكونات الدسم:

I– الغليسيرين (أو الغلسيرول) (Glycerine (Glycerol: الربوبانتريول –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 غيرهما من مذيبات الدسم.

يُستعمل الغليسيرين أحيانا في تحضير مادة النتروغليسيرين، التي تُستعمل أحياناً في الطب لخفض ضغط الدم المرتفع في حالات خاصة (مثل الذبحة الصدرية).

طرق التحضير: يُحضر الغليسيرين 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 + غليسيرين

II – الحموض الدسمة Fatty Acids:

يتم الحصول على الحموض الدسمة من دهون معظم الحيوانات والنباتات، وتشترك 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 مشبعة أو غير مشبعة أي حاوية على رابطة مضاعفة أو أكثر والتي تكون بشكل مقرون *Cis*.

يغلب وجود حمض البالميتيك (النخيل) $CH_3(CH_2)_{14}COOH$ وحمض الستياريك (الشمع) $CH_3(CH_2)_{16}COOH$ (من الحموض الدسمة المشبعة) في الدهون وبكميات أقل الحموض الدسمة المشبعة الأخرى الواردة في الجدول (1).

الحموض الدسمة لا تنحل في الماء، وتنحل في المُحلات اللاقطبية. و تُشكل الحموض الدسمة أملاحاً عند تفاعلها مع القلويات ، وإسترات عند تفاعلها مع الأغوال. وتتفاعل الحموض الدسمة غير المشبعة (بسبب وجود روابط مضاعفة) مع البروم أو اليود ، وأيضاً الهيدروجين بوجود وسيط.

يغلب وجود حمض الأولييك الأكثر وفرة في الطبيعة بالإضافة لحمض اللينوليك وحمض اللينولينيك في المواد النباتية، وهي من الحموض الدسمة غير المشبعة.

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

التسمية		الصيغة
الحموض الدسمة المشبعة		
حمض البيوتيريك (الزبدة)	butyric acid	$CH_3 – (CH_2)_2 – COOH$
حمض الكابروئيك	Caproic acid	$CH_3 – (CH_2)_4 – COOH$
حمض الكابريليك	Caprylic acid	$CH_3 – (CH_2)_6 – COOH$
حمض الكابريك	Capric acid	$CH_3 – (CH_2)_8 – COOH$
حمض اللوريك (الغار)	Lauric acid	$CH_3 – (CH_2)_{10} – COOH$
حمض الميريستيك	Myristic acid	$CH_3 – (CH_2)_{12} – COOH$
حمض البالميتيك (النخيل)	Palmitic acid	$CH_3 – (CH_2)_{14} – COOH$
حمض الستياريك (الشمع)	Stearic acid	$CH_3 – (CH_2)_{16} – COOH$
حمض الأراشيديك	Arachidic acid	$CH_3 – (CH_2)_{18} – COOH$
حمض البيهينيك	Behenic acid	$CH_3 – (CH_2)_{20} – COOH$
حمض الليغنوسيريك	Lignoceric acid	$CH_3 – (CH_2)_{22} – COOH$

التسمية		الصيغة
الحموض الدسمة غير المشبعة		
حمض البالميتوليك	Palmitolic acid	$CH_3-(CH_2)_5-CH = CH – (CH_2)_7 - COOH$
حمض الأوليك	Oleic acid	$CH_3-(CH_2)_7-CH = CH – (CH_2)_7 - COOH$
حمض الإيروسيك	Erucic acid	$CH_3-(CH_2)_7-CH = CH – (CH_2)_{11} - COOH$
حمض النيرفونيك	Nervonic acid	$CH_3-(CH_2)_7-CH = CH – (CH_2)_{13} - COOH$
حمض اللينولييك	**Linoleic acid**	$CH_3-(CH_2)_3-(CH_2 - CH= CH)_2– (CH_2)_7 - COOH$
حمض االلينولينيك	**Linolenic acid**	$CH_3 - (CH_2 - CH= CH)_3– (CH_2)_7 - COOH$
حمض الأراشيدونيك	**Arachidonic acid**	$CH_3-(CH_2)_4-(CH= CH – CH_2)_4– (CH_2)_2 - COOH$

تتميز الحموض الدسمة التي تدخل في تركيب الدهون أو الزيوت باحتوائها على عدد زوجي من ذرات الكربون، ويُمكن 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 الطيّارة،

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 كالدهون في مُحلات الدهون، كما أنها عديمة التطاير، ويُمكن تقسيمها إلى:

حموض دسمة مشبعة:

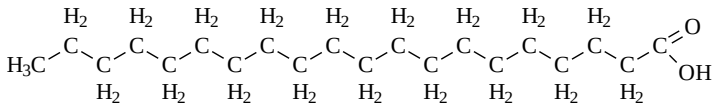
هي لا تحتوي على روابط مضاعفة ولها الرمز العام $C_nH_{2n+1}COOH$ ومنها : (راجع الجدول 1–)

– **حمض اللوريك (الغار) Lauric acid:** ويوجد في زيت فستق العبيد:

– **حمض الميريستيك Myristic acid:** ويوجد في جوز الهند:

– **حمض البالميتيك (النخيل) Palmitic acid:** ويوجد في زيت النخيل والدهن الحيواني:

– **حمض الأراشيديك Arachidic acid:** ويوجد في زيت فستق العبيد:



$C_{19}H_{39}COOH$

Arachidic acid (20:0)

تعبر (0 : 20) على أن هذا الحمض يتألف من 20 ذرة كربون ولا يوجد به اية رابطة مضاعفة (الرقم صفر)

إن جميع الحموض الدسمة المشبعة لا تقبل إضافة الهيدروجين أو اليود **لعدم وجود روابط المضاعفة** في بنيته وجميع ذرات الكربون فيها مشبعة. هي لا تذوب في الماء ولكنها تذوب في مذيبات الدهون.

يتكون الصابون عند تعادل الحموض الدهنية بالقلويات وبعض أنواع الصابون يذوب في الماء (الصابون الصوديومي والبوتاسيومي)، أما بعضه الآخر لا يذوب أبداً في الماء (صابون الكالسيومي و المنغنيزيومي).

. حموض دسمة غير مشبعة:

تتميز هذه الحموض باحتوائها على روابط مضاعفة (واحدة أو أكثر) ، ويكون التشكيل الفراغي لهذه الروابط المضاعفة في معظم الحموض الغير مشبعة **من التشكيل المقروق *Cis*** يُمكن ذكر أهمها فيما يلي:

آ– **حمض الأوليك او حمض الزيت** ويحتوي 18 ذرة كربون وعلى رابطة مضاعفة واحدة وتكون الرابطة المضاعفة بين ذرتي الكربون 9-10 ، ويعبر عنه بالتالي **$C_{17}H_{33}COOH(18 : 1 \ \Delta \ 9)$ Oleic acid** ، ومن الملاحظ أن الرمز Δ يدل على موقع ذرة الكربون التي تظهر عندها الرابطة المضاعفة

ب – حمض اللينولييك أو الكتان (Linoleic acid): ويحتوي على رابطتين مضاعفتين (زيت القطن وفستق العبيد) وتكون إحداهما بين (9-10) والأخرى بين (12-13):

$$CH_3(CH_2)_4\text{-}CH{=}CH\text{-}CH_2\text{-}CH{=}CH\text{-}(CH_2)_7\text{-}COOH$$

ويكتب وفق التالي　$18 : 2 \quad \Delta \ 9, 12$

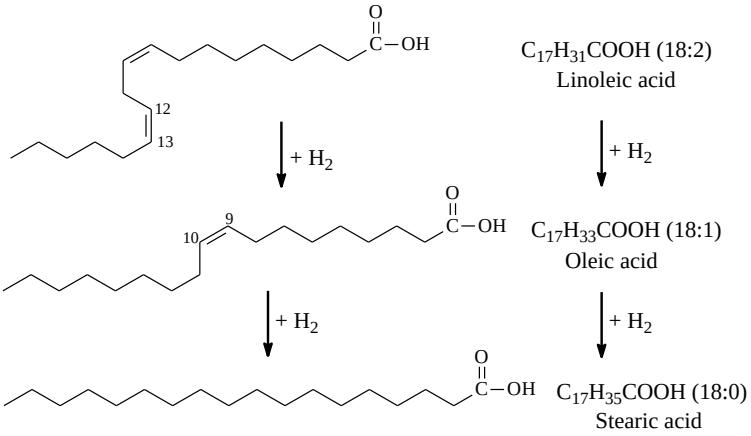
حـ – حمض اللينولينيك أو القنب (Linolenic acid): ويحتوي على ثلاثة روابط مضاعفة (زيت القنب والكتان)، وتكون بين (9-10) و(12-13) و(15-16):

د – حمض الأراشيدونيك (Arachidonic acid): ويحتوي على أربع روابط مضاعفة وتكون بين (5-6) و (8-9) و (11-12) و (14-15): ويكتب **$C_{19}H_{31}COOH(20 : 4 \ \Delta \ 5, 8, 11, 14)$ Arachidonic acid**

3–1–1–4– تحويل الزيوت إلى دهون صلبة (هدرجة الزيوت):

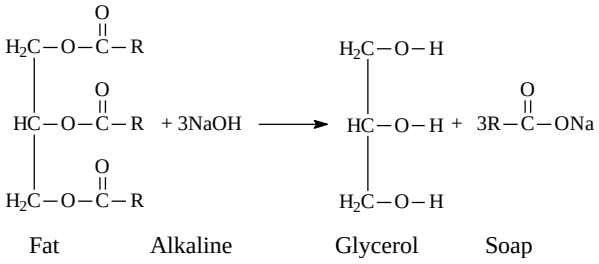
يرجع السبب في سيولة الزيوت في درجة حرارة الغرفة إلى أنها تحتوي على حموض دسمة غالبيتها من النوع غير المشبع، كما تكون الدهون صلبة في درجة حرارة الغرفة إذا كان معظم الحموض الدسمة بها من النوع المشبع، وعلى هذا فإنه في الإمكان تحويل الزيت من حالة السيولة إلى حالة الصلابة بتشبيع الحموض الدسمة غير المشبعة التي توجد فيها بإضافة الهيدروجين بوجود عوامل مساعدة خاصة مثل النيكل في درجة حرارة 150-190ºC، وتحت ضغط محدد، حيث أن هذه هي الفكرة الأساسية لصناعة السمن النباتي المعروف باسم المارغرين من الزيوت النباتية.

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 التشبّع يحدث أولاً للرابطة الأكثر بعداً عن مجموعة الكربوكسيل:



3-1-1-5- التصبن وصناعة الصابون:

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



بالمقارنة بين أنواع الصابون المستخدمة، وُجد أن الحموض المشبعة مثل الكابريك واللوريك والميريستيك التي تحتوي على 10, 12, 14 ذرة كربون على التوالي تُنتج 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 والتصبّن واليود والأكسدة. وهذه القرائن لا تتغيّر بالنسبة للنوع الواحد من المادة الدهنية، وأي تغيّر 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 لتصبّن غرام واحد من الزيت أو الدهن.

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

3- الرقم اليودي أو قرينة اليود: يقصد بالرقم اليودي عدد غرامات اليود التي يضمها 100 g 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 **اربع** حريرات فقط عند احتراقه، لهذا السبب تزداد كمية الدهون بالطعام عندما يراد الحصول على طاقة كبيرة.

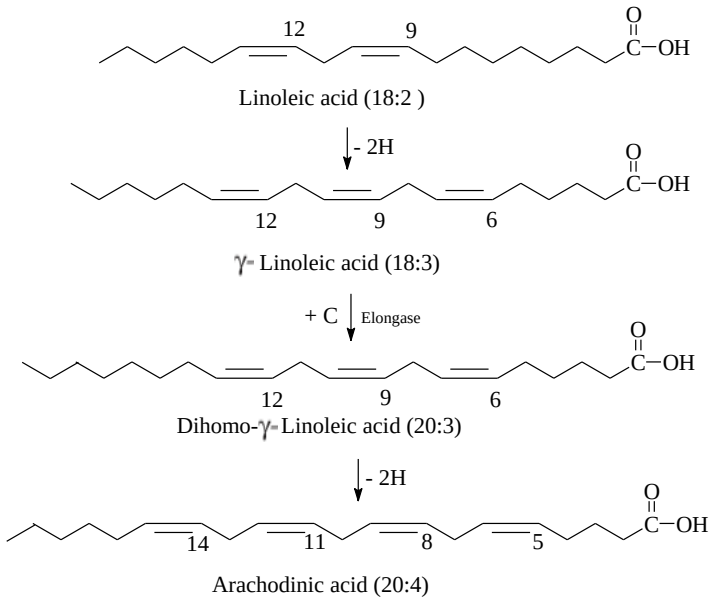
2- الحموض الدسمة التي تدخل في تركيب الدهون يطلق عليها اسم الحموض الدسمة الأساسية لأنها ضرورية للحياة الطبيعية ولا يمكن صنعها في **الجسم ويؤدي نقصها في الطعام إلى ظهور أمراض خاصة، وهي ثلاثة حموض:**

- **حمض اللينولييك،**
- **حمض اللينولينيك،**
- **حمض الأراشيدونيك**

(راجع الجدول –1)،

والمصدر الرئيس للحموض الدسمة الأساسية هو الزيوت النباتية.

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



3– تكوّن الدهون طبقة عازلة تحت الجلد تُساعد على منع فقدان كميات كبيرة من حرارة الجسم في الجو البارد.

4– يُحيط 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 A, D, K, E, F. و لا تُوجد هذه الفيتامينات أبداً في وسط مائي بل تُوجد دائماً مختلطة مع الدهون والزيوت. لا تعمل الدهون فقط على إذابة هذه الفيتامينات بل تساعد أيضاً على امتصاصها في الأمعاء.

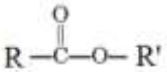
8– يقوم الجسم بتحويل مركب الكوليستيرول، وهو أحد الليبيدات، إلى مركبات لها أهمية في الحياة مثل أملاح الصفراء والهرمونات الجنسية وهرمونات قشرة الأدرينالين.

9– تؤدي مادة السيفالين (Cephalin)، وهي من الليبيدات المركبة، دوراً كبيراً في تجلط الدم.

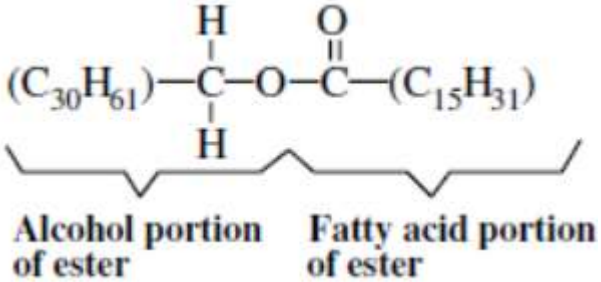
10– تدخل الدهون في تركيب خلايا الجسم وخاصة الخلايا العصبية.

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:



حيث: R – شق حمض دسم، R' – شق غول.



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، الأوليبك) أيضاً حموض دسمة أخرى مميزة للشموع وذات وزن جزيئي مرتفع مثل حمض الكارناوبيك Carnaubic acid $C_{24}H_{48}O_2$ وحمض السيروتيك $C_{27}H_{24}O_2$ 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 $CH_3(CH_2)_{26}CH_2OH$ – أوكتاكوزانول، $CH_3(CH_2)_{14}CH_2OH$ غول السيتيل، *n* $CH_3(CH_2)_{28}CH_2OH$ تري أكوتانول،

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 ($C_{30}H_{63}OH$):

Palmitic acid + Myricyl alcohol → Myricyl Palmitate

$$CH_3-(CH_2)_{14}-COOCH_2-(CH_2)_{28}-CH_3$$

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

Palmitic acid + cholesterol →cholesteryl Palmitate

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

1- تنتشر الشموع بكثرة في النبات والحيوان، وهي توجد غالباً على السطوح الخارجية للنبات والحيوان وهي تعمل كغلاف للوقاية ولمنع 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 50-80ºC، 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:

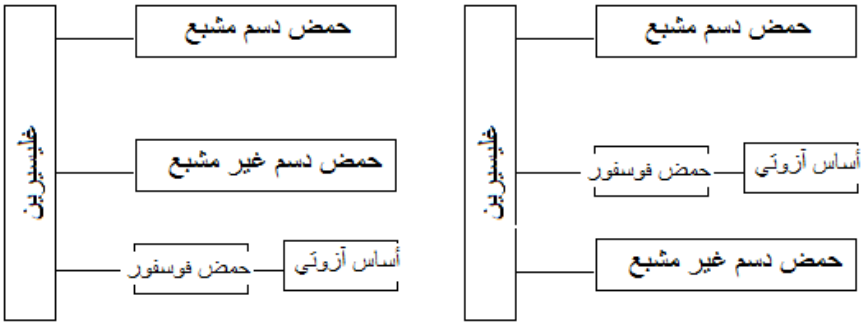
1- الليبيدات الفوسفورية أو الفوسفوليبيدات (Phospholipids)

الفوسفوليبيدات هي المكون الأساسي في تركيب الأغشية الخلوية

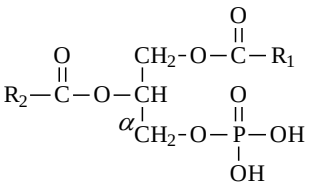
2- الغليكوليبيدات أو السفينغوزيدات (Sphingolipids)

3-2-1- الفوسفوليبيدات أو الغليسيريدات الفوسفاتية:

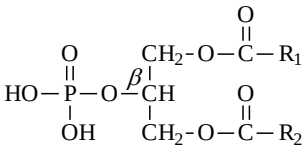
تسمى هذه المجموعة بالفوسفوليبيدات، وهي مواد دهنية تحتوي على كل من الفوسفور والآزوت إضافة الى الكربون والهيدروجين والأوكسجين، وعند تحللها تحللا مائياً تعطي غليسيسريناً وحموضاً دسمة وحمض الفوسفور وأساساً آزوتياً مثل (كولين، كولامين، سيرين) والفوسفوليبيدات ما هي إلا غليسيريدات يحل فيها حمض الفوسفور والأساس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



ويمكن عدُّ الفوسفوليبيدات أيضاً مشتقة من حمض الفوسفاتيديك Phosphatidic acid الذي يوجد على شكل الفا α وبيتا β ويتألف من حمض الفوسفور وحمضين دسمين أحدهما مشبع والآخر غير مشبع، متحدّ مع أساس أزوتي مثل الكولين أوالكولامين أوالسيرين.

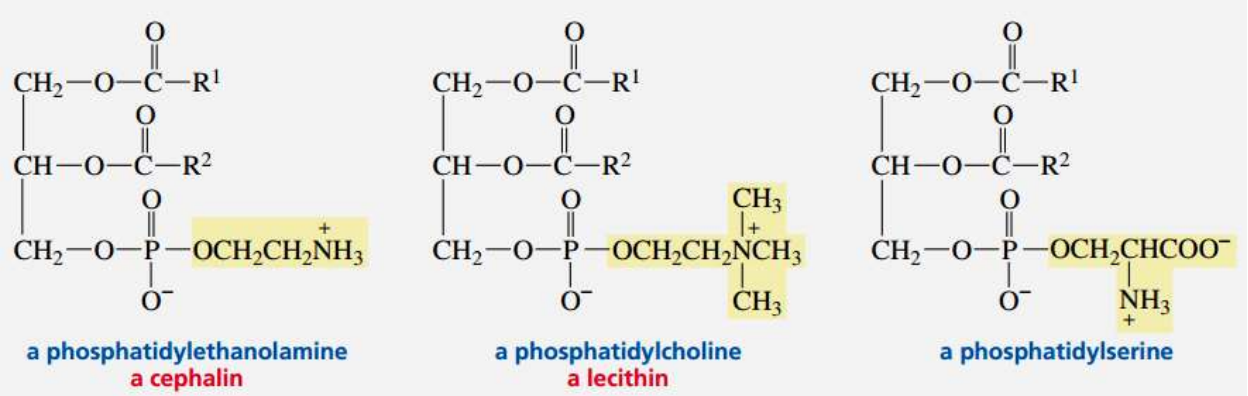


α -Phosphatidic acid



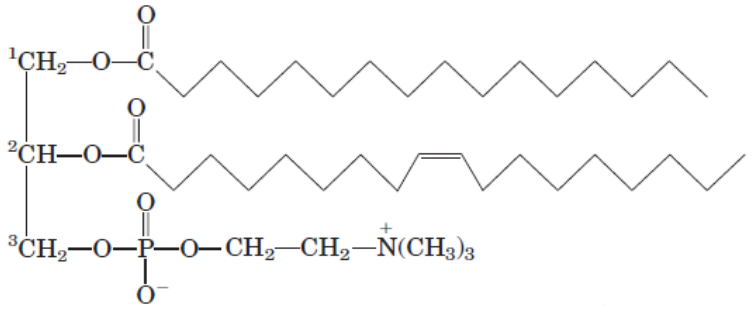
β-Phosphatidic acid

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



وأهم أنواع الفوسفوليبيدات هي الليسيتينات Lecithins والسيفالينات Cephalins.

3-2-1-1 – الليسيتينات Lecithins: وهي فوسفوليبيدات أحادية الأمين وتعدّ كيميائياً (فوسفاتيديل كولين) Phosphatidylcholine وقد اكتشف هذا المركب في صفار البيض وعرف باسم ليسيتين 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 حلمهتها حمض الفوسفور وأساساً رابعياً هو الكولين كما مبين في الشكل التالي:

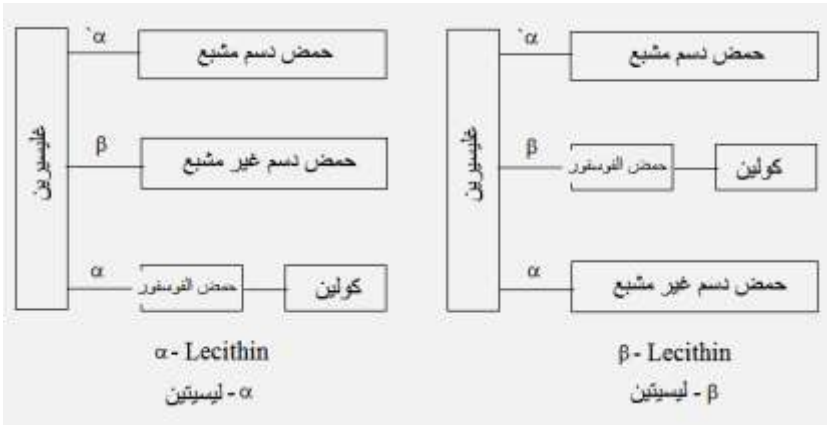


Phosphatidylcholine (Lecithin)

فوسفاتيديل كولين (ليسيتين)

عند تحلل الليسيتين تحليلاً كاملاً ينفصل كلّ من الأساس الآزوتي (الكولين)وحمض الفوسفور والغليسيرين وجزيئتين من الحموض الدسمة، حيث أن أحد مكونات الليسيتين هو مركب الكولين.

– **أنواع الليسيتين Lecithin:** يوجد نوعان من الليسيتين، أحدهما α– ليسيتين والآخر β– ليسيتين، ويمكن بيان الفرق بينهما بالشكل التالي:



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

وعموماً فإنه يمكن التعبير عن الليسيتينات بأنها مجموعة من المركبات المتشابهة في التركيب والتي تختلف فقط في الحموض الدسمة التي تدخل في تركيب جزيئتها وارتباط حمض الفوسفور والأساس الآزوتي في ذرة الكربون الأولية أو الثانوية لمركب الغليسيرول.

– خواص الليسيتين ووظائفه:

آ– الليسيتين مادة شمعية صفراء لزجة القوام، لا تذوب في الأسيتون ولكنها تذوب في الغول والإيتر والكلوروفورم وثاني كبريت الكربون، وهي تُشكّل محلولاً غروياً مع الماء،

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

ج– يتحول الليسيتين إلى اللون الأسمر بعد تعرضه للهواء بفترة وجيزة،

د– الليسيتين 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.

هـ– يتحلل الليسيتين بأنزيم الليسيتيناز، وهناك عدة أنواع من هذا الأنزيم.

3-2-1-2- السيفالين:

كان يظن أن السيفالين له التركيب الكيميائي الخاص بالليسيتين 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:

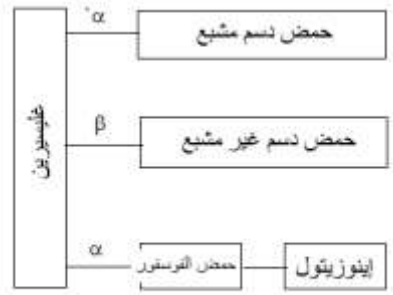
1- يذوب السيفالين في الإيتر والكلوروفورم ويُشكّل مع الماء محلولاً هلامياً.

2- الحمض الدسم المشبع الوحيد الذي يدخل في تركيب السيفالين هو حمض الستياريك (حمض الشمع).

3- يوجد السيفالين حيث يوجد الليسيتين في نسج كثيرة وخصوصاً في نسج المخ.

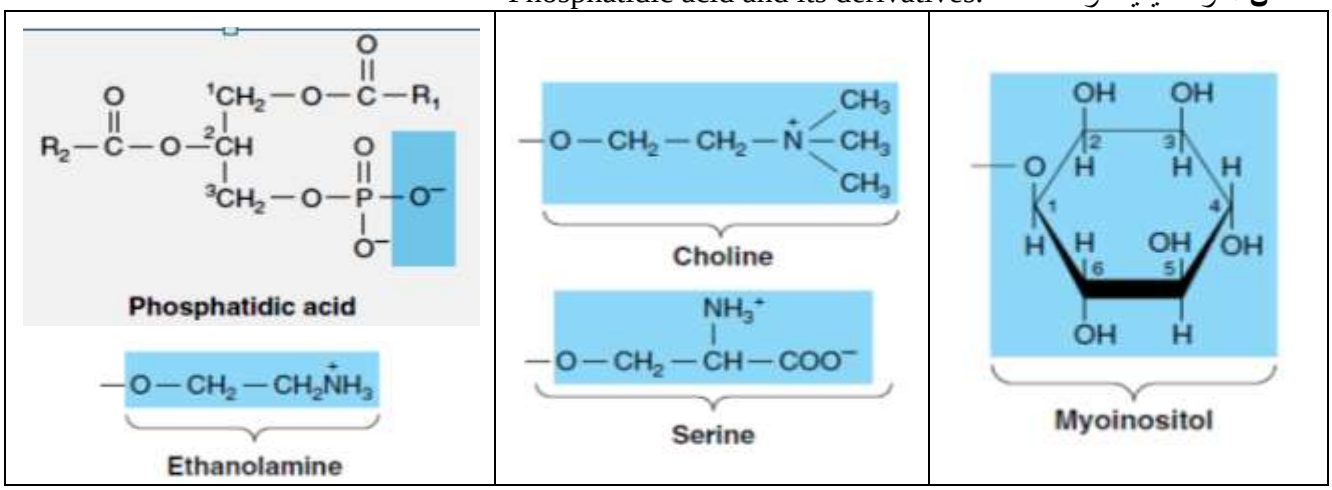
4- ينحل السيفالين بواسطة بعض الأنزيمات التي توجد في سم الثعابين، ويتحول إلى ليزوسيفالين وحمض دسم غير مشبع. والليزوسيفالين مثل الليزوليسيتين يُمكنه أن يحلل كريات الدم الحمراء، وهذا ما يُفسّر خطورة سم الثعابين.

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 الليسيتينات Lecithins والسيفالينات Cephalins)، وذلك من خلال **حمض** الفوسفاتيديك ومشتقاته Phosphatidic acid and its derivatives.

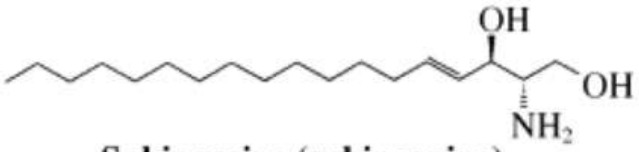


(A) 3-phosphatidylcholine (Lecithins) **(B)** 3-phosphatidylethanolamine (Cephalins)

(C) 3-phosphatidylserine (Lecithins) **(D)** 3-phosphatidylinositol (Lecithins)

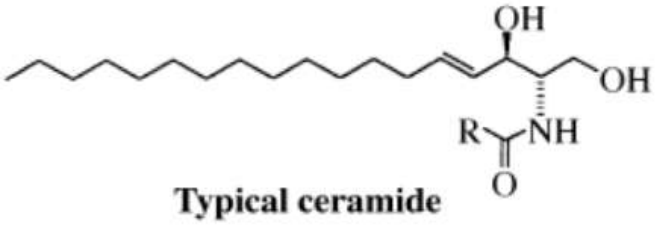
الدهون السفنكولية (الاسفنجية) SphingoLipids

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



Sphingosine (sphingenine)

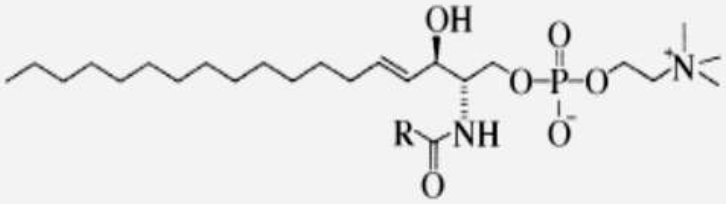
وعند ارتباط ذرة النتروجين بحامض شحمي على شكل acyl يتكون مركب السيراميد Ceramide



Typical 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 الآزوتي الكولين ويمكن توضيح رمزه الكيميائي فيما يلي:

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



Sphingomyelin

Ceramide-1-phosphocholine

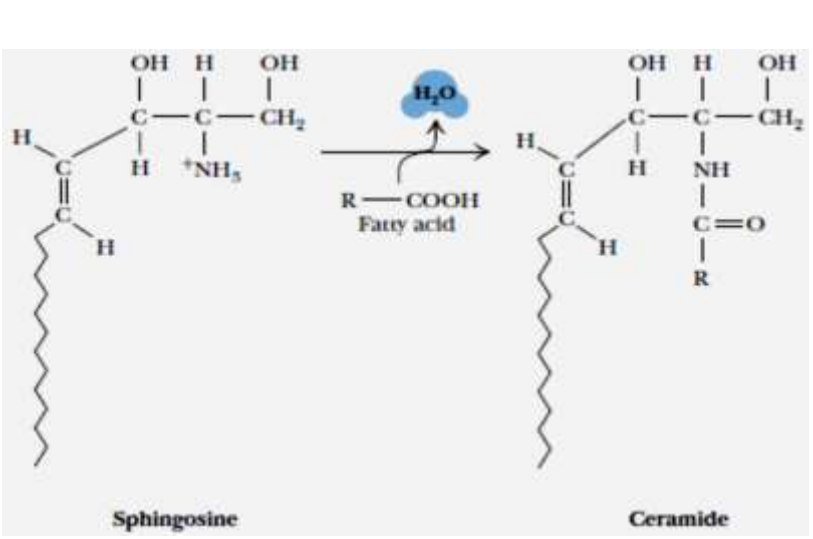
- يوجد السفينغومايلين بكثرة في النسج العصبية وخاصة المخ وقد حُضّر لأول مرة من الغمد النخاعي Myelin Sheath لهذا السبب أطلق عليه اسم Sphingomyelin.

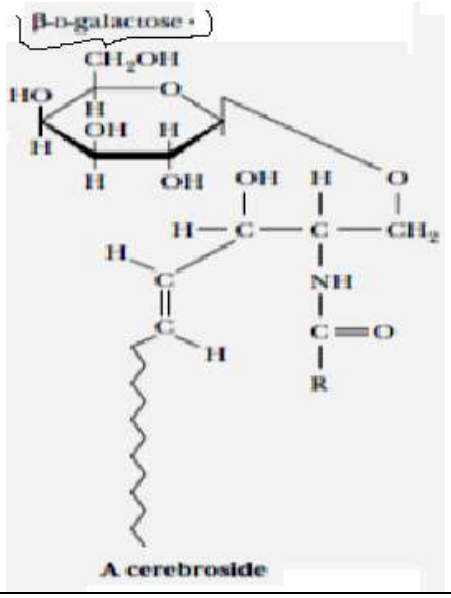
2- لا يحتوي السفينغومايلين على الغليسيرين بل يحتوي على الغول الأميني سفينغوزين.

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

3-2-2- السفينغوغليكوليبيدات:

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 نسج 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 غالاكتو ليبيدات تحللاً مائياً بغليها مع الحموض ولكنها تقاوم القلويات 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 الاكثر شيوعا و معرفة بين المركبات الستيروئيدية بسبب ارتباطه بمرض التصلب الشرياني العصيدي atherosclerosis .

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

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

1- الستيرينات Sterins أو الستيرولات Sterols،

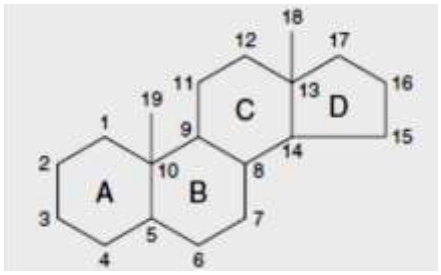
2- الحموض الصفراوية،

3- الفيتامينات الستيروئيدية Steroid Vitamins،

4- الهرمونات الستيروئيدية Steroid Hormones

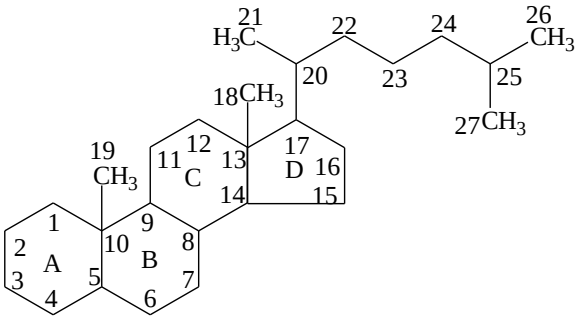
إن الهيكل البنائي لجميع هذه المركبات مشتقة من مركب يتألف من أربع حلقات مشبعة ومتكاثفة، ثلاث منها سداسية الشكل والرابعة خماسية، ويسمى هذا الهيكل البنائي ستيران Steran (النواة الستيرويدية) أو غونان Gonan :

انطلاقاً من هذا المركب ذي الحلقات الأربع المشبعة A, B, C, D يُمكننا أن نستحصل على جميع الستيروئيدات بعد إجراء تفاعلات الاستبدال بمجموعات وظائفية مختلفة، ومن خلال معرفتنا لأحد مشتقات الغونان وهو مركب **الكوليستان** Cholestane ($C_{27}H_{48}$) ومعرفة صيغته البنيوية، يسهل علينا التعرف إلى جميع المركبات الستيروئيدية. الكوليستان مركب رباعي الحلقات أيضاً، استبدلت فيه ذرة الهيدروجين بمجموعة ميثيلية في الموقع C_{10} وبمجموعة ميثيلية أخرى في الموقع C_{18} وبسلسلة كربونية مشبعة ومتفرعة تحمل 8 ذرات كربون في الموقع C_{17}:



The steroid nucleus (Steran)

النواة الستيرويدية



Cholestane

3-3-1-1- الستيرولات Sterols أو الستيرينات Sterines:

الستيرولات 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 آروماتية. وأهم ما ينسب لهذه المجموعة من المركبات كل من:

1- كوليستيرول Cholesterol، 2- إرغوستيرول Ergosterol.

1- الكوليستيرول Cholesterol ($C_{27}H_{45}OH$):

هو أول مركب عرف من الستيرولات ويشكل القسم الأكبر من مركبات الحصى الصفراوية، تعني كلمة كوليستيرول باللغة اللاتينية الصفراء الصلبة (صفراء = Chole) و(صلب = Sterus).

يوجد الكوليستيرول نسبياً وعلى شكل إسترات في جميع أعضاء جسم الإنسان تقريباً وبكميات كبيرة وخاصة في الدماغ والعمود الفقري والغدة الكظرية.

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

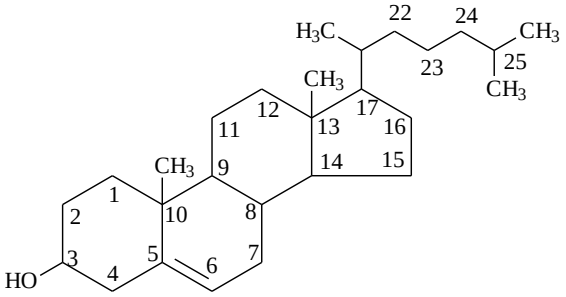
يؤدي الكوليستيرول دوراً هاماً في حياة الإنسان لامتلاكه القدرة على ربط مركب السابونين Saponin وإبطال دوره السام في حل الكريات الحمراء.

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

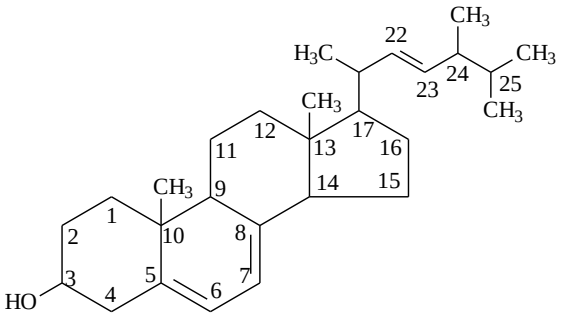
2- إرغوستيرول Ergosterol:

من أمثلة الستيرولات مركب الإرغوستيرول ($C_{28}H_{43}OH$) الذي يُوجد في القمح ويتبلور على شكل إبر لماعة، وينصهر عند 168ºC ، 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، تنشطر الحلقة السداسية B في جزيئته لتكوّن بعد ذلك مادة تشبه بتأثيراتها الفيتامين D_2 والمانع للكساح الموجود في زيت كبد الحوت.

3-3-1-2- الحموض الصفراوية:

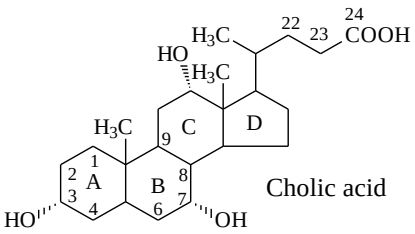
الحموض الصفراوية هي مشتقات لمركبات الكوليستان وتوجد في صفراء الإنسان بشكل مرتبط، وأنها تكون مرتبطة بعدد كبير من الحموض الأمينية بروابط بيتيدية **كحمض الكوليك** الذي يرتبط بالغليسين، ويمكن فصل الحموض الأمينية عن طريق عملية الحلمهة والحصول على الحموض الصفراوية بشكل حرّ، ينتجها الكبد وتؤدي دوراً هاماً في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

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

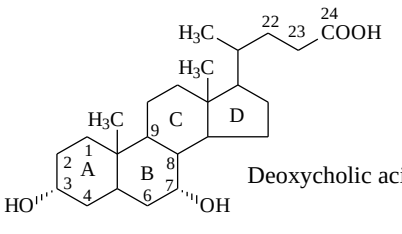
1- **حمض الكوليك** Cholic acid أو: (3α, 7α, 12α, Trihydroxy- 5 β-cholanic acid)

2- **حمض ثنائي هيدروكسي كوليك** Deoxycholic acid (حمض الكوليك منقوص الأوكسجين) (3α, 12α- Dihydroxy- 5β- cholanic acid)

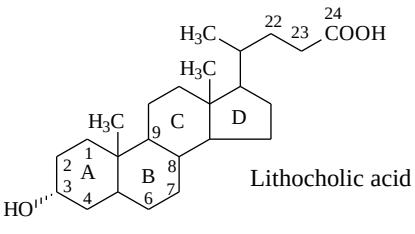
3- **حمض الليثوكوليك** Lithocholic acid (3 α- hydroxy - 5 β- Cholanic acid)



Cholic acid



Deoxycholic acid



Lithocholic 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 ستياريك والبالميتيك وكيتونات عليا) بنسبة 1:8 معطية مركبات قابلة للتبلور وتسمى بحموض الكولييك (Choleic 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 ذوّابة في الماء، ويمكن استخلاصها من الأنسجة النباتية باستخدام المحلّات 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 ، وكذالك في بعض المنتجات حيوانية المنشأ كالدم والحليب وصفار البيض

تُعدّ الكاروتينويدات من الناحية الكيميائية مركبات عضوية تتكوّن من هيدروكربونات أو مشتقات أوكسجنية 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.

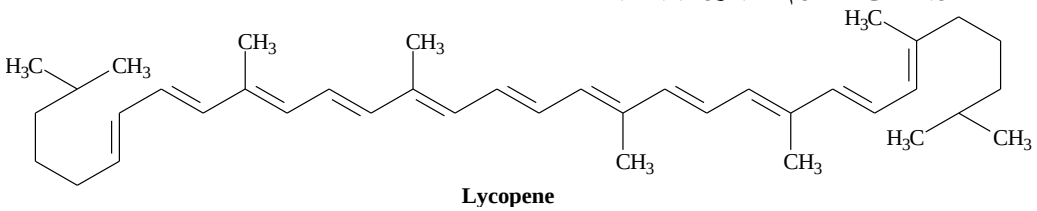
تُقسم الكاروتينويدات وفقاً لاحتوائها على الأوكسجين إلى مجموعتين:

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

2- الكسانتوفيللات Xanthophylls وهي تحتوي على الأوكسجين في تركيبها.

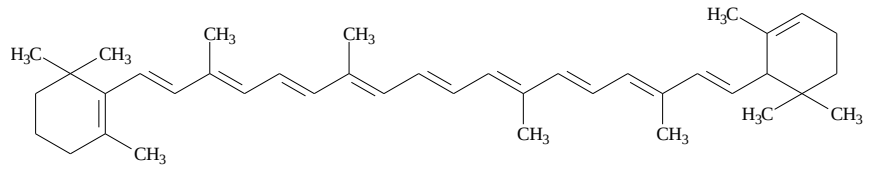
3-3-2-1= الكاروتينات:

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 α وβ وγ – كاروتين. يمكن أن تتحل المركبات الكاروتينية في اللبيبيدات بسبب وجود سلسلة طويلة من الفحوم الهيدروجينية فيها.

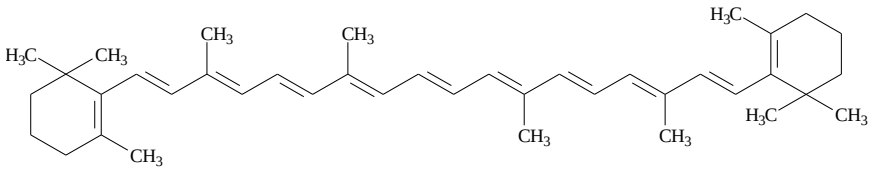


Lycopene

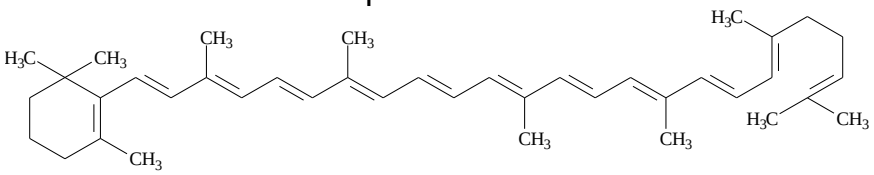
فمن الليكوبين وبطريقة تشكيل الحلقات في طرف أو طرفين من جزيئة الليكوبين يتشكل كل من α وβ وγ – كاروتين:



α- Carotene



β-Carotene

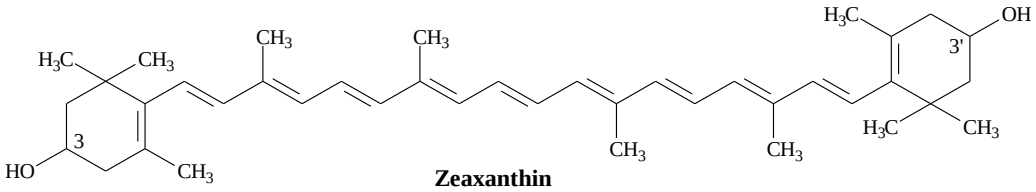


γ-Carotene

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

3-3-2-2= الكسانتوفيللات:

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



Zeaxanthin

أهمية الكاروتينويدات:

تُؤدي 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 وتشترك 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 β– كاروتن:

تُشكّل الكاروتينويدات بسهولة البيروكسيدات، حيث تتحد فيها جزيئة الأوكسجين في مكان الرابطة المضاعفة، ويُمكن بعدها أن تؤكسد 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 والكلسترول 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 مؤستر بحمض الكتان Linoleic acid)، حيث تتعرف عليه الخلية بواسطة مستقبلات غشائية. كما ينظم الـ LDL الاصطناع الحيوي للكوليسترول .

يمكن أن يترسب LDL مع الكوليسترول المؤستر على شكل صفيحات على جدران الأوعية الدموية مسبب التصلب الشرياني **لذلك يدعى الكوستيرول المرتبط بالبروتينات الشحمية المنخفضة الكثافة** LDL **بالكولسترول الضار.**

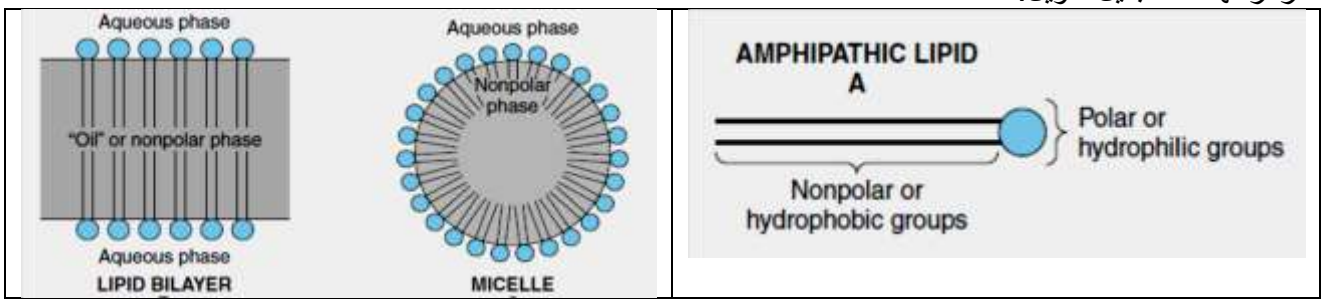
البروتينات الشحمية عالي الكثافة HDL تلتقط الكوليسترول المتحرر من الأنسجة المحيطة (الخلايا الميتة، والأغشية الخلوية) في البلازما وتؤستره ثم تنقله إلى الكبد ليستقلب هناك، أو تنقله إلى النسج التي هي بحاجة للكوليسترول لاصطناع الهرمونات الستيروئيدية. **لذلك يدعى الكوليسترول الموجود في HDL بالكوليسترول الجيد.** نسبة LDL إلى الـ 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 نرمز له بشكل كروي. أما الجزء الكاره للماء فيتمثل بالسلاسل الهيدروكربونية و نرمز لها عادة بذيل طويل.



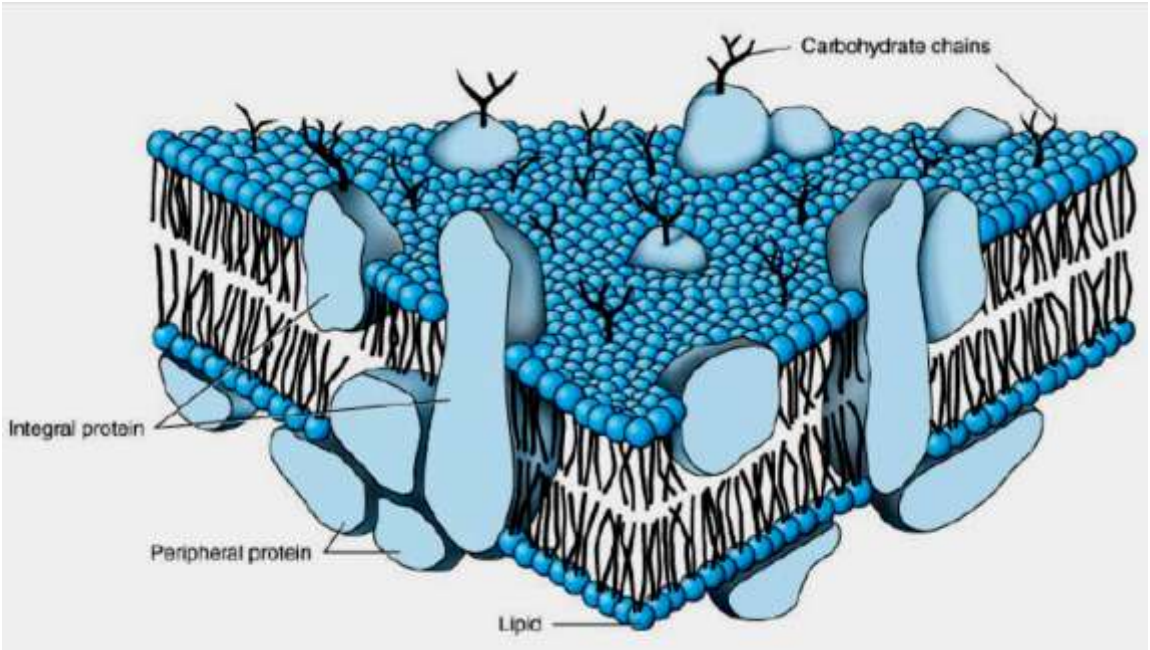


Figure . The fluid mosaic model of membrane structure. The membrane consists of a bimolecular lipid layer with proteins inserted in it or bound to either surface. Integral membrane proteins are firmly embedded in the lipid layers. Some of these proteins completely span the bilayer and are called transmembrane 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