الدهون

تعريف الدهون :

الدهون من مركبات الكيمياء الحياتية التي تمتاز بعدم ذوبانها في الماء او المذيبات القطبية وتذوب في المذيبات اللاقطبية العضوية مثل البنزين والكلوروفورم . وتتكون من الكاربون والهيدروجين والاوكسجين وتحتوي بعضها على الفسفور والنتروجين .

تصنيف الدهون Classification of lipids

تصنف الدهون بشكل عام الى :

I- الدهون البسيطة Simple lipids

II- الدهون المركبة (المقترنة) Conjugated lipids

III- الدهون المشتقة Derived lipids

I- الدهون البسيطة وتشمل:

أ- الدهون المتعادلة Neutral lipids

ب- الشمعيات Waxes

2-الدهون المقترنة

من ضمنها البروتينات الدهنية :

تصنف البروتينات الدهنية أستناداً إلى الكثافة إلى:

1- الكيلومايكرونات Chylomicrones.

2- البروتينات الدهنية واطئة الكثافة جداً Very low density lipoproteins VLDL

3- البروتينات الدهنية متوسطة الكثافة Intermediate density lipoproteins (IDL)

4- البروتينات الدهنية واطئة الكثافة Low density lipoproteins (LDL)

5- البروتينات الدهنية عالية الكثافة High density lipoproteins (HDL)

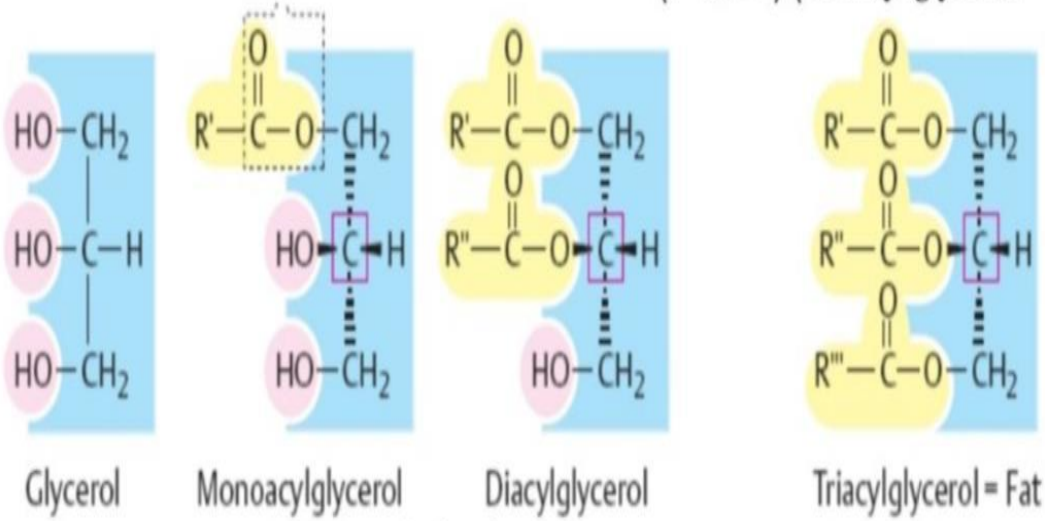
I- الدهون البسيطة

وهي إسترات Esters لأحماض دهنية مع الكحول التي بدورها تنقسم إلى:

أ- الدهون المتعادلة Neutral lipids

ب- الشمعيات Waxes.

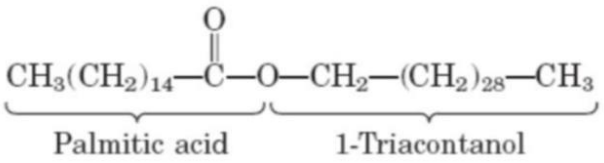
أ- الدهون المتعادلة : وتتكون من إسترات للأحماض الدهنية مع كحول ثلاثي هو الكلسيرول Glycerol اذ ينتج ما يسمى بالكلسيريدات Glycerides. وتنقسم هذه الكلسيريدات استناداً الى عدد الأحماض الدهنية المتصلة بالكلسيرول إلى كلسيريدات أحادية Monoglycerides (او تسمى **كلسيرول أحادية الأسيل Monoacyl glycerol**) وكلسيريدات ثنائية Diglycerides (او تسمى **كلسيرول ثنائية الأسيل Diacyl glycerol**) وكلسيريدات ثلاثية Triglycerides (**او تسمى كلسيرول ثلاثية الأسيل Triacyl glycerol**) (**الشكل1-7**).



الشكل(1-7): الكلسيرول Glycerol وكلسيرول أحادية الأسيل Monoacyl glycerol وكلسيرول ثنائية الأسيل Diacyl glycerol وكلسيرول ثلاثية الأسيل Triacyl glycerol (الشحوم Fat).

ب ــ الشموع Waxes

الشموع عبارة عن أسترات أحماض دهنية مع كحولات ذات أوزان جزئية عالية وهي مكونات الطبقة المغلفة لجسم الحيوانات كالجلد والفرو والريش وتغطي أوراق النباتات الشمعية والثمار وكذلك شمع النحل الذي يتكون من إسترات حامض البالمتيك مع كحول طويل السلسلة الهيدروكاربونية على سبيل المثال تركيب ثلاثي أكونتانول بالماتيت Triacontanoyl palmitate (وهو المكون الرئيس لشمع النحل) **(الشكل 2-7)**.



الشكل(2-7): شمع إستر بالماتيك.

2.الدهون المقترنة :

1- الكيلومايكرونات Chylomicrones: وهي اكبر الجزيئات (قطرها يتراوح بين 180-500 نانوميتر) الحاوية على ثلاثي الكلسيرايد (80-99%) والتي مصدرها خارج الجسم Exogenous بعد عملية الهضم وتمتلك أقل كثافة (أقل من 0.94 غم/سم^3) وبذلك فهي تحتوي على نسبة قليلة جداً من البروتين. تعمل على نقل الكلسيريدات الثلاثية والكوليستيرول من الأمعاء إلى الأنسجة.

2- البروتينات الدهنية واطئة الكثافة جداً Very low density lipoproteins (VLDL): وهي جزيئات متوسطة الحجم وتحتوي على كلسيريدات ثلاثية بشكل أساسي إذ تنقل كميات كبيرة من الكلسيريدات الثلاثية نحو 60-80% ومصدرها داخلي Endogenous وتتكون في الكبد من الدهون الداخلية وتنقل الدهون إلى الخلايا والأنسجة الدهنية والتي يمكن حساب كميتها في المصل من خلال استخدام المعادلة الآتية:

$$\text{VLDL-Cholesterol} = \frac{\text{Triglyceride}}{5} \quad \text{mg / dl}$$

استخدم الرقم خمسة لكون تركيز VLDL في المصل هو خمس تركيز الكلسيريدات الثلاثية.

3- البروتينات الدهنية متوسطة الكثافة Intermediate density lipoproteins (IDL): تتكون هذه المركبات أثناء تحول جزيئات البروتين الدهني واطئ الكثافة جداً (VLDL) إلى البروتين الدهني واطئة الكثافة (LDL) وتحتوي على نحو 30% كوليستيرول، اذ تختفي بسرعة من جهاز الدوران في الأشخاص الطبيعيين ولهذا فان هناك كميات قليلة جداً في أجسامهم.

4- البروتينات الدهنية واطئة الكثافة Low density lipoproteins :(LDL): هي بروتينات غنية بالكوليستيرول اذ تحتوي تقريباً 45-50% منه وبهذا فإنها تكوّن تقريباً ثلثي الكوليستيرول الموجود في الدم، وتنتج من البروتينات الدهنية متوسطة الكثافة وذلك بإزالة المزيد من ثلاثي الكلسيريدات والأيبوبروتين. وتتكون في الكبد وتنقل الكوليستيرول من الكبد إلى الخلايا والأنسجة ولهذا فان لها دوراً في تكوين وتطور أمراض تصلب الشرايين Atherosclerosis أي إنها تزيد من فرص الإصابة فيه. ويمكن حساب قيمة LDL في المصل من خلال استخدام **المعادلة الآتية:**

$$\textbf{LDL-Cholesterol} = \textbf{Total Cholesterol} - (\textbf{HDL-Cholesterol} + \textbf{VLDL- Cholesterol})$$

اذ قيمة الكوليستيرول الكلي في المصل هو حاصل جمع:

$$\textbf{Total Cholesterol} = \textbf{LDL-Cholesterol} + \textbf{HDL-Cholesterol} + \textbf{VLDL-Cholesterol}$$

ان الدهون البروتينية IDL ، VLDL ،LDL جميعها تشارك في عملية نقل الكلسيريدات الثلاثية والكوليستيرول المتكونة داخل الجسم في الكبد الى الأنسجة المختلفة.

5- البروتينات الدهنية عالية الكثافة High density lipoproteins (HDL): هي أصغر جزيئات البروتينات الدهنية والأكثر كثافة باحتوائها على نسبة عالية من البروتين وتحتوي على كميات متكافئة من الدهون المفسفرة والكوليستيرول ولكن محتواها من ثلاثي الكلسيريدات قليل جداً. وتتكون في الكبد وتنقل الكوليسيترول والدهون من الخلايا والأنسجة إلى الكبد اذ يتم تقويضها وبالتالي فهي من البروتينات الدهنية المفيدة من ناحية تقليل فرص الإصابة بأمراض تصلب الشرايين.

هناك علاقة طردية بين تركيز LDL بالدم وأمراض القلب وعلاقة عكسية بين تركيز HDL وأمراض القلب. وان النسبة بين LDL الى HDL تسمى بعامل الخطورة Atherogenic index:

$$\textbf{Atherogenic index} = \frac{\textbf{LDL}}{\textbf{HDL}}$$

إن هذه النسبة تعطي مؤشراً لحدوث أو عدم حدوث الأمراض القلبية. فإذا زادت النسبة عن 5 فهذا مؤشر لحدوث المرض (أي زيادة LDL) والحالة غير طبيعية أما إذا قلت النسبة عن 3 (أي زيادة HDL) فمعنى ذلك مؤشر على عدم حدوث المرض وتعّد الحالة طبيعية.

III- الدهون المشتقة Derives lipids

الدهون المشتقة عبارة عن مركبات مشتقة من المجاميع السابقة الذكر بعملية التحلل المائي Hydrolysis وتشمل أحماضاً دهنية مشبعة وغير مشبعة وكوليستيرول وستيرويدات Steroids والكحولات فضلاً عن الكلسيرول والستيرولات Sterols، وكذلك ألديهايدات دهنية Fatty aldehydes وأجسام كيتونية Ketone bodies والكاروتينويدات Carotenoids.

1- الأحماض الدهنية Fatty acids

الأحماض الدهنية مركبات عضوية مكونة من سلسلة هيدروكاربونية مختلفة الطول تنتهي بمجموعة كاربوكسيلية (-COOH) وعادة تتكون من عدد زوجي من ذرات الكاربون تتراوح بين 12-30 ذرة كاربون والتي تكون صلبة في درجة حرارة الغرفة وذات ملمس دهني وغير ذائبة في الماء. **توجد الأحماض الدهنية في جميع الكائنات الحية وبأشكال مختلفة وهي:**

أ- **مشبعة** Saturated مثل حامض البالمتيك $CH_3(CH_2)_{14}COOH$.

ب- **غير مشبعة** Unsaturated مثل حامض الأوليك $CH_3(CH_2)_7CH=CH(CH_2)_7COOH$.

جـ- **الأحماض الدهنية الهيدروكسيلية** مثل حامض السيربرونيك Cerebronic acid .

د- **متشعبة (متفرعة)** Branched مثل حامض ايزوفاليريك Isovaleric acid .

هـ- **حلقية** Cyclic مثل حامض كولموجيرك Chaulmogric acid .

يدخل عاملان مهمان لتحديد درجة صلابة الدهن أو الزيت في ذلك، وهذان العاملان هما طول السلسلة الهيدروكاربونية المكونة منها الحامض الدهني وعدد الأواصر المزدوجة التي يحويها الحامض الدهني (درجة التشبع Degree of Saturation). فكلما زاد طول السلسلة الهيدروكاربونية (خاصة أكثر من أثنا عشر ذرة كاربون) ازدادت صلابة الدهن في درجة حرارة الغرفة. وعند ازدياد عدد الأواصر المزدوجة في السلسلة الهيدروكاربونية في الأحماض الدهنية يجعل من الدهن سائلاً وبالتالي يعرف بالزيت Oil وهو سائل في درجة حرارة الغرفة

تزنخ أو أكسدة الدهون Rancidity or oxidation of lipids

إن الزيوت والدهون النقية مواد عديمة اللون والطعم والرائحة أما غير النقية فهي ذات روائح ولون وطعم اذ تتغير الصفات الفيزيائية والكيميائية نتيجة تعرض الدهون لمؤشرات مختلفة يصحبها ظهور طعم ورائحة مميزة نتيجة لتكوين مركبات ألديهايدية وكذلك كيتونية بسبب حدوث أنواع من التزنخ، فالأول يسمى بتزنخ التحليل المائي الذي يحدث بوساطة الإنزيمات والثاني يطلق عليه بالتزنخ الكيتوني بسبب وجود بعض الفطريات المسببة للأكسدة من نوع بيتا، وتزنخ الأكسدة يعود إلى أوكسجين الهواء يصاحبها زيادة كثافة ولزوجة الزيت أو الدهن فضلاً عن حدوث نكهة غير مرغوب فيها وتغير الطعم.

إن المصدر الرئيس للتزنخ في الأغذية هو الأكسدة الذاتية للدهون Auto-oxidation عند وجود الأوكسجين.