الليبيدات (الدهون والزيوت): (Lipids) Fats and Oils

تدعى الدهون باسم " اللبيدات" Lipids وهي كلمة مشتقة من اللفظ Lipos ومعناها الدهن، تُعرف الدهون عادة بانها مركبات عضوية تحتوي على عناصر الكربون والهيدروجين والأوكسجين، تلك المكونات تذوب في المذيبات العضوية مثل الأيثر والكلوروفورم والهكسان، لكنها عديمة الذوبان في الماء وتشمل هذه المواد الكليسيريدات الثلاثية والثنائية والاحادية والاحماض الدهنية الحرة والفوسفولبيدات والستيرولات والكاروتينات وفيتامين A و D (Beare-Roger *et al*., 2001).

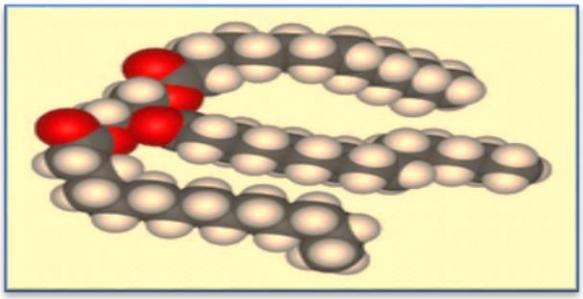
يطلق مصطلح الدهن على المركبات التي توجد طبيعياً على شكل أسترات قابلة للتصبن إلى أحماض دهنية طويلة السلسلة، وهي تتميز بتنوعها الكبير عن باقي المركبات الحيوية الأخرى، وتعتبر من أكثر المواد الغذائية إنتاجاً للسعرات الحرارية.

ترجع معرفة أول معلومات عن التركيب الكيميائي للزيوت والدهون إلى عام 1823 م حين أعلن العالم Chevreul أنها تتكون من الكحول الثلاثي القاعدة (الكليسرول مع الاحماض الدهنية) وقد توصل Schule في العام 1779 م إلى فصل الكليسرول من زيت الزيتون بعملية تصبن الا أنه لم يدرك علاقة الكليسرول المنفصل بتركيب الدهون.

وقد تبين بالتحليل الكيميائي أن الدهون عبارة عن استرات من بعض الأحماض الدهنية مع الكليسرول وتعرف باسم الكليسريدات، وقد تكون هذه الأحماض مشبعة أو غير مشبعة، ويغلب أن تتكون الدهون التي نأكلها من سلاسل من الكربون تحتوي على أربع ذرات منها أو على عشرين ذرة على الأكثر. وعادة ما تكون الكليسريدات الناتجة من اتحاد أحماض دهنية غير مشبعة أو بها عدد قليل من ذرات الكربون، على هيئة زيوت في درجات الحرارة العالية. وبصفة عامة يغلب أن تكون الدهون الحيوانية مشبعة لذلك فهي أصعب في الهضم من الزيوت النباتية.

تتفاوت الاحماض الدهنية الداخلة في تركيب الزيوت والدهون من حيث طول السلسلة الكاربونية ودرجة عدم التشبع وموقع الآصرة المزدوجة على جزيئة الكليسرول (Thiele, 1979; Shahidi and Wanasundara ,1998).

وتُعد الكليسيريدات الثلاثية المكون الاساسي لاغلب دهون الاغذية وبشكل خاص فهي تشكل اكثر من 99 – 95 % من الدهون الكلية وهي استرات لثلاث احماض دهنية مع جزيئة كليسرول واحدة (Tomasino, 1992).



شكل (1): جزيئة كليسريد ثلاثي

لكل نوع من الدهون والزيوت خصائص او صفات مختلفة اعتماداً على نوع البلورات الدهنية Fat crystal او الاحماض الدهنية الداخلة في تركيبه وبالتالي تعكس الطبيعة الدقيقة لخصائصه الفيزيائية والتغذوية، اذ تلعب الدهون دوراً رئيساً في تقرير الخصائص الطبيعية مثل (النكهة، القوام، المذاق (الاحساس بالفـــم) والمظهر) في كـــــثير من الاغذية التي تدخل في تركيبها (Tomasino, 1992).

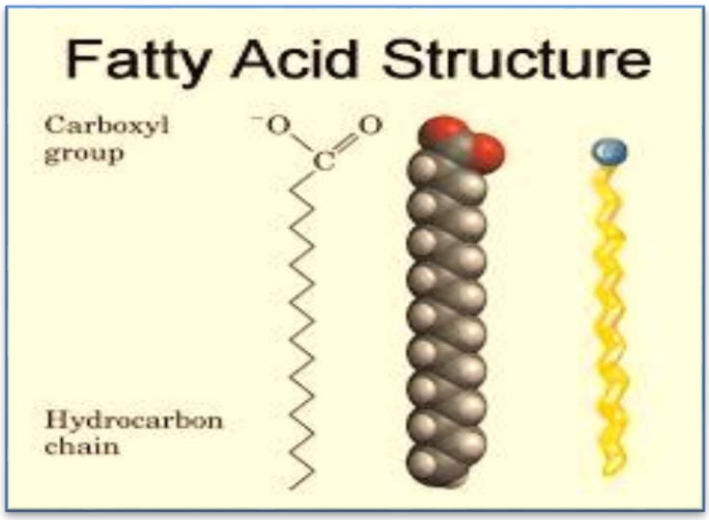
لا تذوب الدهون عادة في الماء، ولكنها تنتشر في بروتوبلازم الخلايا على هيئة قطرات صغيرة جداً، وقد يذوب بعضها في سوائل الخلية عند اتحاده بجزيئات أخرى تربطها بالماء، والدهون تحمل كذلك بعض الفيتامينات التي تذوب فيها، وهي تسهل امتصاصها في الجسم وتعتبر الدهون مصدراً هاماً من مصادر الطاقة في الجسم أكثر من الكربوهيدرات والبروتينات، فالغرام الواحد منها يعطي عند احتراقه تسعة سعرات على حين أن الغرام الواحد من الكربوهيدرات أو البروتينات يعطي أربعة سعرات فقط، ولكن الكربوهيدرات أسهل منها في الاحتراق.

تكون الزيوت عادة سائلة بشكل عام عند درجة حرارة 20 م، أما الدهون فتتحول عند الدرجة 40 م من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة.

هذا ولا يمكن تحديد الكمية اللازمة للأشخاص بصورة صحيحة ولكنه يمكن القول بأن الشخص السليم البالغ يلزمه من الدهون على الوجه التقريبي من 15-35 غراماً أو أكثر في اليوم الواحد، وذلك بحسب الطاقة التي يحرقها الجسم نتيجة الجهد من الحركات الجسمانية، وأما الذين في دور النقاهة والأطفال فيلزمهم استهلاك مواد دهنية زيادة عن غيرهم.

الأحماض الدهنية: Fatty acids

تُعد المكونات الاساسية للزيوت والدهون وهي أحماض أحادية الكاربوكسيل ذات سلاسل مستقيمة والتي يمكن أن تكون مشبعة أو غير مشبعة، وتختلف نسبها باختلاف نوع الزيت ونوع المادة الخام المستخلص منها الزيت. ان الاحماض الدهنية الموجودة في الاغذية والمشتقة من الدهون هي احماض احادية الكاربوكسيل غير متفرعة بصيغة عامة R-COOH، وتتفاوت في الطول ودرجة التشبع وعدم التشبع.



شكل (2): تركيب الحامض الدهني

قد تكون الأحماض الكربوكسيلية ذات سلسلة قصيرة مثل حامض البيوتيريك (حامض الزبدة) (4 ذرات كربون)، في حين أن الأحماض الدهنية المشتقة من الدهون والزيوت الطبيعية تحوي غالباً على الأقل 8 ذرات كربون، مثل حامض الكابريليك (حامض الأوكتانويك). وهناك عدد كبير من الاحماض الدهنية تتدرج تحت اسم الدهون يصل عدد ذرات الكاربون في السلسلة الكاربونية للاحماض الدهنية فيها الى 28 ذرة (Whittle and Howgate ,2000). تتكون أغلب الأحماض الدهنية الطبيعية من عدد زوجي من ذرات الكربون، لأن الاصطناع الحيوي لها يتضمن أسيتيل التميم أ Acetyl-CoA الذي هو عبارة عن مرافق انزيمي Coenzyme يحمل مجموعة (زمرة) لها ذرتي كربون.

لقد بدأ البحث والكشف عن الاحماض الدهنية منذ عام 1950 باستعمال جهاز كروموتوغرافي الغاز GC فاتحاً الطريق لمعرفة تركيب الاحماض الدهنية لكليسريدات الدهون

المختلفة مع اختلاف نسبة هذه الاحماض وتُعد الاحماض الدهنية التالية مهمة وذات نسبة تفوق الاحماض الاخرى اذ تصل نسبها الى90 % وهي البالمتيك والستياريك والبالمتواوليك واللينوليك واللينولنيك والجادوليك والستيرواوليك والايكوسابنتانويك والدوكوساهكسانويك (Ackman,1994).

من المفيد ذكره ان النسب العالية من الاحماض الدهنية غير المشبعة الى الاحماض الدهنية المشبعة في الزيوت والدهون تجعل الزيت صالحاً للاستهلاك ويقلل ارتباط الاحماض الدهنية المشبعة بالكولستيرول في الدم والذي يؤدي الى حدوث امراض القلب (Putt *et al*.,1969).

حسب المواصفة القياسية يجب ان تكون نسبة الاحماض الدهنية المشبعة وغير المشبعة بحدود 20% و40% على التوالي في الدهون الصالحة للأكل (AVA, 2005).

تصنيف الاحماض الدهنية:

تصنف اعتماداً على:

1- العدد الكلي لذرات الكاربون إلى:

أ- **سلسلة زوجية** : تمتلك أعداد زوجية من ذرات الكاربون مثل البيوتانويك.

ب- **سلسلة فردية** : تمتلك أعداد فردية من ذرات الكاربون مثل البروبانويك.

2- طول السلسلة الهايدروكاربونية إلى:

أ- **سلسلة قصيرة** التي تمتلك 2-6 ذرات كاربون مثل البيوتانويك.

ب- **سلسلة متوسطة** التي تمتلك 8- 14 ذرات كاربون مثل الديكانويك.

ج- **سلسلة طويلة** التي تمتلك اكثر من24 ذرات كاربون مثل اللينولنيك.

3- تقسم الزيوت الغذائية بحسب نوعية الاحماض الدهنية التي تدخل في تركيبها الى:

أ- **الزيوت الجافة Drying oils:** تحتوي هذه الزيوت على الاحماض الدهنية ذات الاصرتين المزدوجتين او التي تحتوي ثلاث اواصر مزدوجة وكمية قليلة من الاحماض الدهنية احادية الاصرة المزدوجة، وتتكون اساساً من كليسيريدات حامض اللينوليك وحامض اللينولينيك حيث تجف طبقة رقيقة من الزيت لتشكل غشاءاً صلباً مرناً نتيجة الاكسدة باوكسجين الهواء الجوي

ويترتب عن ذلك زيادة وزن الزيت بنسبة مئوية حوالي 11 – 18 % من وزنه وبهذا تملك هذه الزيوت رقماً يودياً اعلى من 145 ومن انواعها زيت القنب وزيت الكتان وزيت الجوز وزيت الحيوانات البحرية.

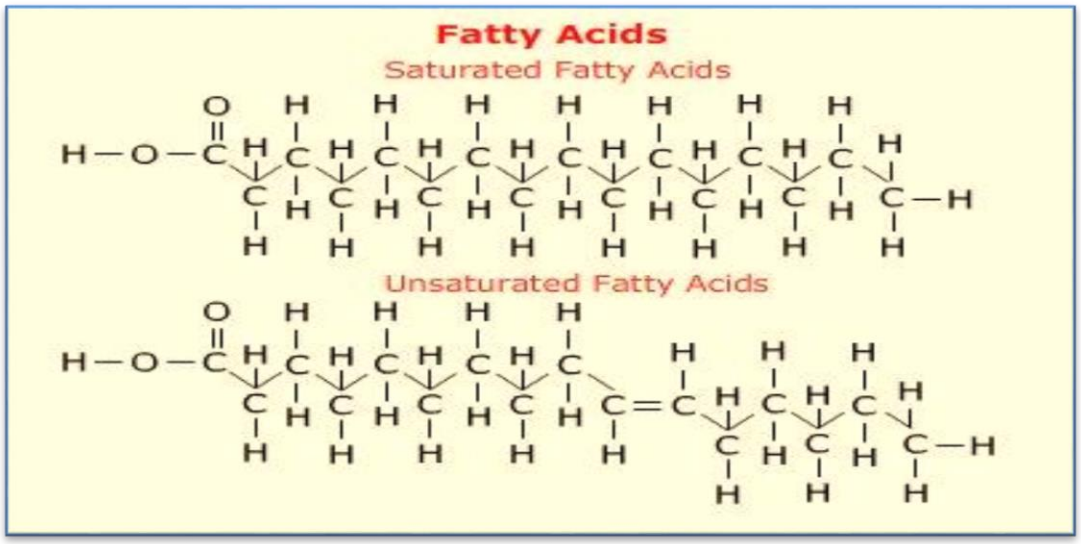
ب- الزيوت شبه الجافة Semi Drying oils: تتميز هذه الزيوت بمحتـواها العـالي من حامض اللينوليك وتمتلك رقم يودي بحدود 110 – 145 من امثلتها زيت بذور القطن وزيت الذرة وزيت السمسم وزيت فول الصويا وزيت زهرة الشمس.

ج- الزيوت غير الجافة Non Drying oils: لا تحتوي سلاسل هذه الزيوت على اواصر مزدوجة مثل كليسيريدات حامض البالمتيك وكليسيريدات حامض الستياريك او انها تحتوي اصرة مزدوجة واحدة ككليسيريدات حامض الاوليك وربما تحتوي على كميات صغيرة من حامض اللينوليك وبالتالي فان تفاعل الاكسدة الذاتية معدوم او بطيء جداً. وتملك هذه الزيوت رقم يودي اقل من 110 ومن انواعها زيت النخيل وزيت جوز الهند وزيت الزيتون وزيت الخروع وزيت الفول السوداني.

4- طبيعة السلسلة الهايدروكاربونية إلى:

أ – **أحماض دهنية مشبعة:** هي أحماض دهنية تكون فيها جميع ذرات الكربون مشبعة بالهايدروجين مثل حامض ايثانويك وتكون صيغتها العامة هي nCOOH(2CH)3CH عندما تكون n محصورة بين 2 و10 فيكون الحامض الدهني من الأحماض الدهنية ذات السلسلة القصيرة وعندما تكون n أكبر من 11 فيكون الحامض الدهني من الأحماض الدهنية ذات السلسلة الطويلة، ومن أهمها : مثل حامض الزبدة أو حامض البيوتيريك وهو حامض يحتوي على أربع ذرات كربون ويوجد أساساً في الزبدة وصيغته هي 2CH-2CH-3CH-COOHوحامض زيت النخيل أو حامض البالميتيك وهو حامض يحتوي على 16 ذرة من الكربون ويوجد في دهون الخضروات والحيوانات وصيغته هي COOH-14(2CH)-3CH وحامض الشمع أو حامض الستياريك وهو حامض يحتوي على 18 ذرة من الكربون ويوجد في الدهون الحيـوانية والنباتية وصـيغته هي COOH-16(2CH)-3CH.

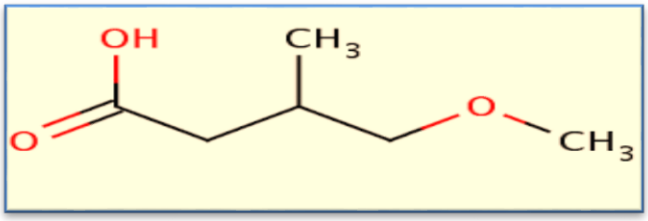
ب – الأحماض الدهنية غير المشبعة: هي أحماض دهنية تحتوي على اصرة مزدوجة واحدة وتدعى بالاحماض الدهنية غير مشبعة الاحادية أو تحتوي على أصرتين أو أكثر وتدعى بالاحماض الدهنية الغير مشبعة المتعددة مثل الاوليك.



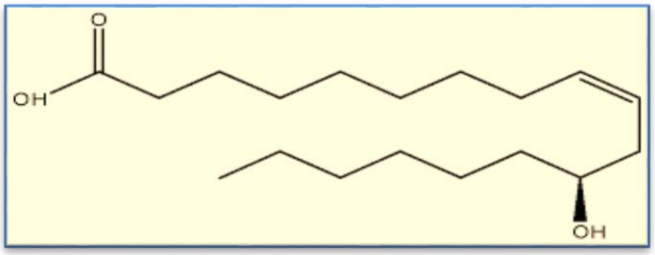
شكل (3): الاحماض الدهنية المشبعة وغير المشبعة

- **أحماض دهنية وحيدة اللاإشباع:** وهي أحماض دهنية تحتوي على رابطة ثنائية وحيدة توجد غالباً بين الكربون 9 و 10 صيغتها العامة هي n-1COOH2CnH. ونعطي كمثال حامض البالميتوليك (حامض زيت النخيل غير مشبع) وصيغته هي COOH-7(2CH=CH-(CH-5(2CH)-3CH وحامض زيت الزيتون أو حامض الأولييك وصيغته هي COOH-7(2CH=CH-(CH-7(2CH)-3CH.
- **أحماض دهنية عديدة اللاإشباع:** وهي أحماض دهنية تحتوي على رابطتين ثنائيتين على الأقل حيث تكون الأولى غالباً بين الكربون 9 و 10 صيغتها العامة هي n-(2k+12CnH) COOH (حيث تكون k>1). كل الأحماض الدهنية الأساسية تنتمي لهذه الفئة ومن أهم الأحماض الدهنية العديدة اللا إشباع نجد: حامض زيت زهرة الشمس أو حامض اللينولييك (COOH-7(2CH=CH-(CH-2CH=CH-CH-4(2CH)-3CH) وحامض زيت الكتان أو حامض اللينولينيك (CH=CH--2CH=CH-CH-2CH=CH-CH-2CH-3CH) COOH-7)2(CH=CH—2CH=CH–CH–2CH=CH–CH–4(2CH)–3CH) وحامض الأراكيدونيك (COOH–3 (CH=CH–(CH2–2CH.

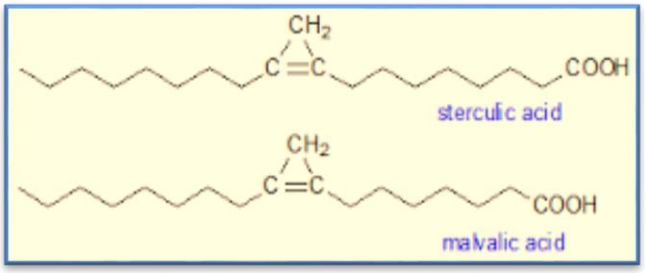
ج – الأحماض الدهنية المتفرعة مثل 3- مثيل بيوتانويك.

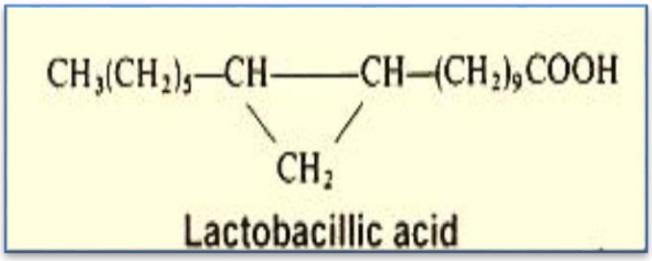


د – الأحماض الدهنية الهايدروكسية مثل ريسنوليك.



و– الاحماض الدهنية الحلقية مثل الستيريوليك والمالفايك واللاكتوباسليك.





5– وتقسم حسب مصادرها للإنسان إلى :

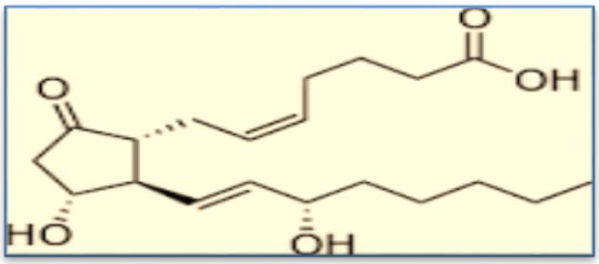
أ– **الأحماض الدهنية غير أساسية** : وهي التي يستطيع الجسم أن يصنعها (لا يحتاجها من مصدر خارجي).

ب– **الأحماض الدهنية الأساسية:** هذه الاحماض لايستطيع الجسم تكوينها ويجب ان تتوفر للجسم من مصدر خارجي. ويطلق على الأحماض الدهنية الأساسية اسم " القوة الكامنة " في الدهون

وهي تسمية حقيقية لأنه لهذه الدهون أهمية فائقة في حياة وصحة الإنسان وتضم حامض الاوليك واللينوليك والارجدونيك.

اهمية الاحماض الدهنية الاساسية:

- الأحماض الدهنية الأساسية تدعم عملية إنتاج الأحماض الدهنية السداسية التي تحمل اسم بروستاغلاندينز المناهضة للالتهابات وتقلل من خطر التفاعلات الذاتية المنشطة في الجسم (تفاعلات تهاجم فيها الخلايا المناعية الأنسجة السليمة من الجسم). وتعين في الوقاية من الأمراض السرطانية وكذلك في علاجها وأمراض القلب ونقص المناعة والعدوى من التهاب المفاصل وكذلك الشفاء منه.



شكل (4): البروستاغلاندينز

- الأحماض الدهنية الأساسية تعين الإنسان في الخروج من كآبته وحالة الإعياء التي يعاني منها وتحسن مظهر ولون الوجه، والاهم من كل ذلك، وما يخص الكثير من الناس، أنها تبطئ عملية تقدم العمر.
- تدخل في تكوين جدران الخلايا، اذ يحتاج الإنسان إلى الأحماض الدهنية الأساسية لصناعة جدران الخلايا والأحماض الدهنية السداسية بروستاغلاندينز وهما عاملان هامان يقرران مدى صحة الإنسان ومناعته وتتعذر بدونهما عملية تجديد الخلايا وحماية الجسم من الأمراض. وكي تؤدي جدران الخلايا وظائفها المذكورة فإنها بحاجة دائمة إلى وقود نسميه الأحماض الدهنية الأساسية. من ناحية أخرى فان تناول الأحماض الدهنية بشكل كاف يضمن ليس بناء الخلايا المناعية بشكل متين وإنما عملها بفعالية أكبر أيضاً.
- تساهم في إنتاج بروستاغلاندينز: ويكون جسم الإنسان عادة بحاجة إلى الأحماض الدهنية الأساسية بهدف إنتاج مواد كيميائية شبيهة بالهرمونات اسمها البروستاغلاندينز. وهي مواد تشبه في تركيبتها الأحماض الدهنية إلى حد كبير عدا عن " عقدة " من ذرات الكربون تشكل عمودها الفقري. ولهذه البروستاغلاندينز (تسمى أيضا ايكوسانويد) أهمية فائقة وتأثير كبير

على العديد من الوظائف الفيزيائية الهامة مثل: نبض القلب وضغط الدم وتخثر الدم وغيرها. والبروستاغلانديز مهمة في مجالي تعزيز عملية تجديد الخلايا وفي الكفاح ضد الأمراض لأنها تنظم عملية الالتهاب. والالتهاب هو القاسم المشترك الأعظم لكافة الاضطرابات المناعية سواء كانت عدوى او حساسية أو مناعة ذاتية. وعلى هذا الأساس فهناك بروستاغلاندين موجب يعزز الالتهابات الصحية (التئام الجروح كمثل) وبروستاغلاندين سلبي يمنع الاستجابة الالتهابية من الانفلات.

خواص الأحماض الدهنية:

ان الأحماض الدهنية الموجودة في الطبيعة لها الخواص التالية:

1 - توجد في سلاسل مستقيمة.

2 - تحتوي على أعداد زوجية من ذرة الكربون.

3 - **ذوبانيتها** تعتمد على عدد ذرات الكربون للحامض الدهني. لو كان الحامض الدهني يحتوي على 2 إلى 6 ذرات كربون فإنه يذوب في الماء. وإذا زاد عدد ذرات الكربون في الحامض الدهني عن 6 ذرات، فإنه لا يذوب في الماء ولكن يذوب في مذيبات الدهون مثل الإيثر. كما ان أملاح الصوديوم أو البوتاسيوم للأحماض الدهنية (الصابون) تذوب في الماء.

4 - **درجة الانصهار:**

الأحماض الدهنية المشبعة تكون صلبة عند درجة حرارة الغرفة. اما الأحماض الدهنية غير المشبعة تكون سائلة على درجة حرارة الغرفة (أي درجة انصهارها أصغر).

5 - **التقطير مع البخار :**

الأحماض الدهنية قصيرة السلسلة (من 2 - 6 ذرات كربون) يمكن أن تقطر أو تتطاير مع البخار (أي متطايرة). اما الأحماض الدهنية طويلة السلسلة لا يحدث لها تقطير مع البخار (غير متطايرة).

6 - يمكنها أن تكون استرات مع الكحول.

7 - **الهدرجة والهلجنة:**

وهذه إحدى خصائص الأحماض الدهنية غير المشبعة، حيث يضاف الهيدروجين أو الهالوجين من خلال الرابطة الزوجية للحمض الدهني غير المشبع.

$$R\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}COOH \xrightarrow{H_2} R\text{-}CH{=}CH\text{-}C00H \xrightarrow{Cl2} R\text{-}CH(Cl)\text{-}CH(Cl)\text{-}COOH$$

8- الأكسدة :

وهذه خاصة أيضا بالأحماض الدهنية غير المشبعة.

أ- تحدث الأكسدة على الرابطة الزوجية وينتج بذلك ألدهيد وكيتون:

$$R\text{-}CH{=}CH\text{-}COOH \xrightarrow{O_2} R\text{-}CHO \quad or \quad R\text{-}C(=O)\text{-}CH_2\text{-}COOH$$

ب- ويمكن أن تحدث الأكسدة بواسطة برمنجنات البوتاسيوم ($KMnO_4$)

9- اختزال المجموعة الكربوكسيلية :

يمكن للكائنات الحية أن تختزل المجموعة الكربوكسيلية بالحامض الدهني الذي يتحول إلى ألدهيد أو كحول أو حتى هيدروكربون.

وتوجد الألدهيدات الدهنية في المخ والكحوليات الدهنية في الشمع، كما توجد الكاروتينويدات بالنباتات والسكوالين بالكبد وهي عبارة عن هيدروكربونات طويلة السلسلة.

$$R\text{-}COOH \xrightarrow{(RED)} R\text{-}OH$$

$$R\text{-}COOH \xrightarrow{(RED)} R\text{-}CHO$$

$$R\text{-}COOH \xrightarrow{(RED)} R\text{-}CH_3$$

10- تكون الأحماض الدهنية استرات نتيجة تفاعل المجموعة الكربوكسيلية مع الكحول وتبعاً لنوع الكحول والحمض الدهني تتكون استرات عديدة مثل الدهون والزيوت والشموع وغيرها.

التسمية والترميز:

يحمل كل حامض دهني اسم متداول، واسم نظامي ورمز خاص به. يشتق الاسم المتداول عادة من اسم المكان الذي يتوفر على نسبة عالية من هذا الحامض وهي تسمية لا تخضع لأي شروط أو قوانين. أما بالنسبة للتسمية النظامية للحامض الدهني فهي تعتمد على عدد ذرات الكربون في الهيدروكربون المقابل للحامض (نفس عدد ذرات الكربون) وذلك باستبدال حرف e الأخير في اسم الهيدروكربون بالحرف - OIC- وهكذا فإن الأحماض الدهنية المشبعة تنتهي بـ (anoic-) فمثلاً حامض أوكتانويك (octanoic) (يحتوي على 8 ذرات كربون) والهيدروكربون المقابل هو الأوكتان (octane) لذا فالحامض المقابل هو أوكتانويك (octanoic).

أما الأحماض الدهنية غير المشبعة ذات الروابط الزوجية فإنها تنتهي بـ (إنويك) (enoic) مثل (حامض الأوكتاديكينويك) (octadecenoic acid) والذي يحتوي على (18) ذرة كربون ورابطة زوجية واحدة ومعظم الأحماض الدهنية المشهورة تُعرف باسمها المتداول وهو الأوسع انتشاراً فمثلاً: الحامض الدهني غير مشبع (octadecenoic) يعرف باسم حامض الأولييك (oleic acid). أما ترقيم الأحماض الدهنية فيبدأ عادة من ناحية المجموعة الكربوكسيلية (COOH...) حيث تعتبر هذه المجموعة هي ذرة الكربون رقم 1 وذرة الكربون الملاصقة لمجموعة الكربوكسيل تكون رقم 2 وتعرف أيضاً بذرة الكربون رقم ألفا (α) أما ذرة الكربون رقم 3 فتسمى بيتا (β) أما ذرة الكربون الطرفية (مجموعة الميثيل CH_3) تعرف بالأوميجا (ω).

أما بالنسبة للترميز الذي يكون شاملاً لعدد ذرات الكربون وعدد الروابط الزوجية وموضعها فإننا نتبع الآتي : إذا كان الترتيب من ناحية مجموعة الكربوكسيل وهو الأوسع انتشاراً فإننا نكتب حرف (C) ونكتب على يمينه عدد ذرات الكربون ثم نقطتين (:) وبعدها نضع عدد الروابط الزوجية وإذا أردنا معرفة موضعهم فإننا نضع فاصلة بعد العدد ونكتب رقم أول ذرة كربون مكونة للرابطة الزوجية أو يكتب هذا الرقم فوق العدد فمثلاً: حامض الأوليك يكتب هكذا: $C18:1,9$ أما إذا كان الترقيم من ناحية مجموعة الميثيل (CH_3...) فإننا نكتب حرف ω قبل حرف C ويوضع بجوار ω موضع الروابط الزوجية إن وجدت.

ولمعرفة كون الحامض الدهني مشبعاً ام غير مشبع، نلاحظ عدد ذرات الهيدروجين في الصيغة الكيميائية للحامض الدهني، فاذا كان يساوي ضعف عدد ذرات الكاربون او اكثر يكون الحامض الدهني مشبعاً اما اذا كان عدد ذرات الهيدروجين في الصيغة الكيميائية للحامض الدهني يساوي او اقل من ضعف عدد ذرات الكاربون يكون الحامض الدهني غير مشبع.

أنظمة ترقيم ذرات الكاربون في الحوامض الدهنية:

هنالك انظمة رئيسة لترقيم ذرات الكاربون للحوامض الدهنية وهي:

1- نظام Δ

حيث تحسب ذرات الكاربون ابتداءاً من مجموعة الكاربوكيسل COOH – فمثلاً حامض اللينوليك Linoleic Acid يحتوي على 18 - C واصرتين مزدوجة في الموقعين 12,9

$CH_3(CH_2)_4$-CH=CH-CH_2-CH=CH-$(CH_2)_7$-COOH

فيكتب كما ياتي

18 : 2 Δ 9 , 12

عدد ذرات الكاربون — عدد الاواصر المزدوجة — موقع الاصرة المزدوجة الثانية — موقع الاصرة المزدوجة الاولى

اما حامض البالمتيك المشبع Palmitic Acid CH3(CH2)14 COOH

16 : O Δ O

حامض الستياريك Stearic Acid CH3(CH2)16COOH

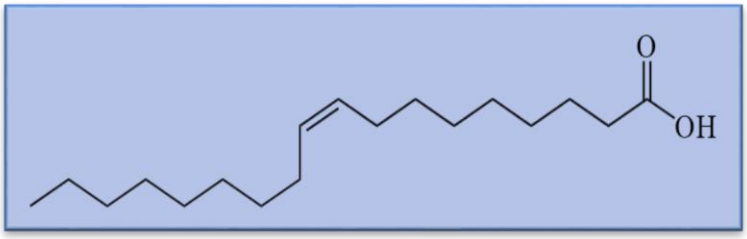
18 : O Δ O

حامض الاوليك Oleic Acid CH3(CH2)7-CH=CH-(CH)7-COOH

18 : 1 Δ

واحيانا "يستعاض عنΔ بـــ ( ) حيث يوضع بداخلهـــــما مواقع الاواصر المزدوجة، تعاني الحوامض الدهنية ذات الاصرة المزدوجة الواحدة من ظاهرة الايزوميرية الهندسية Cis - Trans وايزوميرات Cis هي الأكثر انتشاراً في الحوامض الدهنية.

شكل (5): حامض الاوليك صورة الاصرة المزدوجة Cis

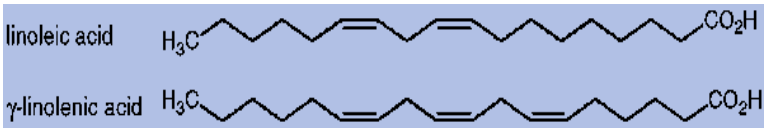


شكل (6): حامض الاوليك (الاليايديك) صورة الاصرة المزدوجة Trans

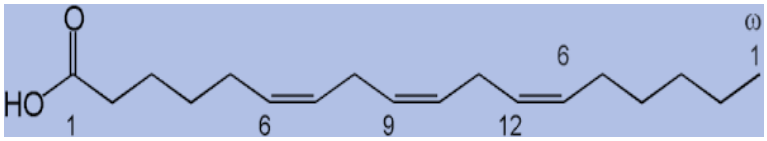
2- نظام الترقيم الثاني هو نظام n

حيث يتم الحساب من النهاية المثيلية لذلك فحامض اللينوليك هو **18 : 2n – 6 , - 9**

حامض اللينوليك اوميغا -3



حامض اللينولنيك اوميغا – 6



تقسيم الاحماض الدهنيةالموجودة في دهون الاغذية:

جدول(1):الاحماض الدهنية المشبعة الموجودة في الاغذية

الاسم الشائع	الاسم النظامي	الصيغة	عدد ذرات الكاربون	المصدر
الاحماض الدهنية المشبعة				
1 - مجموعة السلسلة المستقيمة			Straight – Chain Series	
بيوتريك	بيوتانويك	$CH_3(CH_2)_2COOH$	C:4	دهن الزبد
كابرويك	هكسانويك	$CH_3(CH_2)_4COOH$	C:6	دهن الزبد وجوز الهند وزيت النخيل
كابريليك	اوكتانويك	$CH_3(CH_2)_6COOH$	C:8	دهن الزبد وجوز الهند وزيت النخيل
كابريك	ديكانويك	$CH_3(CH_2)_8COOH$	C:10	دهن الزبد وجوز الهند وزيت النخيل
لوريك	دوديكانويك	$CH_3(CH_2)_{10}COOH$	C:12	دهن الزبد وجوز الهند وزيت النخيل
ميرستيك	تتراديكانويك	$CH_3(CH_2)_{12}COOH$	C:14	جوز الهند وزيت النخيل ومعظم الدهون الحيوانية والنباتية
بالمتيك	هكساديكانويك	$CH_3(CH_2)_{14}COOH$	C:16	جميع الدهون الحيوانية والنباتية
ستياريك	اوكتاديكانويك	$CH_3(CH_2)_{16}COOH$	C:18	جميع الدهون الحيوانية والنباتية
اراكيديك	ايكوسايانويك	$CH_3(CH_2)_{18}COOH$	C:20	زيت فستق الحقل
بيهنيك	دوكوسانويك	$CH_3(CH_2)_{20}COOH$	C:22	زيت الخردل وزيت فستق الحقل وزيت بذور اللفت
لينجوسيريك	تتراكوسانويك	$CH_3(CH_2)_{22}COOH$	C:24	معظم الدهون الطبيعية وكميات صغيرة في زيت فستق الحقل
سيروتيك	هكساكوسانويك	$CH_3(CH_2)_{24}COOH$	C:26	دهن الصدف
ماونتانيك	اوكتاكوسانويك	$CH_3(CH_2)_{26}COOH$	C:28	زيت الجوز وزيت اللوز
ميليسيك		$CH_3(CH_2)_{28}COOH$	C:30	زيت بذور الكتان
لاسيرويك		$CH_3(CH_2)_{30}COOH$	C:32	زيت الجوز
جيديك		$CH_3(CH_2)_{32}COOH$	C:34	زيت بذور الكتان
2- مجموعة السلسلة المتفرعة			Branched– Chain Series	
ايسوفاليريك	3- مثيل بيوتانويك	$CH_3)_2CHCH_2(COOH$	C:5	دهن الدلفين وخنزير البحر
	11- مثيل دوديكانويك	$CH_3)_2CH(CH_2)_9(COOH$	C:13	دهن الزبد
	13- مثيل تتراديكانويك	$CH_3)_2CH(CH_2)_{11}(COOH$	C:15	دهن الزبد

جدول(2):الاحماض الدهنية غيرالمشبعة الاحادية الاصرة المزدوجة الموجودة في الاغذية

الاسم الشائع	الاسم النظامي	الصيغة	عدد ذرات الكاربون	المصدر
الاحماض الدهنية غير المشبعة				
1 - الاحماض الدهنية غير المشبعة الاحادية الاصرة المزدوجة				**Monoethenoic acids**
فاليريك	بنتانويك	$CH_3C(CH_2)_2COOH$	C:5	زيت السمسم وزيت الزيتون
كابروليك	9- ديكينويك	$C_6H_{17}COOH$	C:7	دهن الحليب
بيلارجونيك	نانونيك	$CH_3C(CH_2)_8COOH$	C:9	زيت السمسم وزيت الزيتون زيت اللوز
لوروليك	9- دوديكينويك	$C_{11}H_{21}COOH$	C:12	دهن الحليب
ميرستوليك	9- تترايكينويك	$C_{13}H_{25}COOH$	C:14	دهن الحليب والدهن الحيواني
ميزيتيريك	5- تتراديكينويك	$C_{13}H_{25}COOH$	C:14	زيوت السردين والدولفين
بالمتوليك	9- هكساديكينويك	$C_{15}H_{29}COOH$	C:16	زيوت الحيوانات البحرية والدهون الحيوانية والنباتية
ماريكريك (ديتيوريك)	هبتاديكانويك	$CH_3C(CH_2)_{14}COOH$	C:17	زيت السمسم وزيت الزيتون زيت الجوز وزيت اللوز
اوليك	سس- 9- اوكتاديكانويك	$C_{17}H_{33}COOH$	C:18	الدهون الحيوانية والنباتية
الياديك	ترانس -9 - اوكتاديكانويك	$C_{17}H_{33}COOH$	C:18	الدهون الحيوانية
بتروسيلينيك	6- اوكتاديكينويك	$C_{17}H_{33}COOH$	C:18	زيت بذور البقدونس وبذور الكزبرة
فاسينيك	ترانس - 11 - اوكتاديكينويك	$C_{17}H_{33}COOH$	C:18	الدهون الحيوانية والزيوت النباتية المهدرجة
فاسيرينيك	12- اوكتاديكينويك	$C_{17}H_{33}COOH$	C:18	الزيوت النباتية المهدرجة
جادوليك	9- ايكوسينويك	$C_{19}H_{37}COOH$	C:20	زيوت الحيوانات البحرية وزيت السمك
سيتوليك	11- دوكوسينويك	$C_{11}H_{41}COOH$	C:12	زيوت الحيوانات البحرية
ايروسيك	13- دوكوسينويك	$C_{21}H_{41}COOH$	C:22	زيت بذور اللفت والخردل
سيلاكوليك	15- تتراكوسينويك	$C_{23}H_{45}COOH$	C:24	زيوت الحيوانات البحرية وزيت كبد السمك
ساربوسيريك	هبتاكوسانويك	$CH_3C(CH_2)_{24}COOH$	C:27	زيت الجوز وزيت اللوز
سيروميللايسيك (بسيليك)		$CH_3C(CH_2)_{30}COOH$	C:33	زيت السمسم وزيت الزيتون زيت الجوز وزيت اللوز
سيروبلاستيك		$CH_3C(CH_2)_{30}COOH$	C:35	زيت السمسم وزيت الزيتون

جدول(3):الاحماض الدهنية غيرالمشبعة المتعددة الاواصر المزدوجة الموجودة في الاغذية

الاسم الشائع	الاسم النظامي	الصيغة	عدد ذرات الكاربون	المصدر
2 - الاحماض الدهنية غير المشبعة الثنائية الاصرة المزدوجة Diethenoic acids				
لينولييك	9،12- اوكتاديكاداي اينويك	$C_{17}H_{31}$ COOH	C:18	زيت فستق الحقل وزيت بذور القطن وزيت بذور الكتان
3 - الاحماض الدهنية غير المشبعة الثلاثية الاصرة المزدوجة Triethenoic acids				
لينولينيك	9،12،15- اوكتاديكاتراي اينويك	$C_{17}H_{29}$ COOH	C:18	زيت بذور الكتان وزيوت البذور الاخرى
ايليوستياريك	9،11،13- اوكتاديكاتراي اينويك	$C_{17}H_{29}$ COOH	C:18	زيت فستق الحقل
3 - الاحماض الدهنية غير المشبعة الرباعية الاصرة المزدوجة Tetraethenoic acids				
موروكتيك	4،8،12،15- اوكتادايكاتترا اينويك	$C_{17}H_{27}$ COOH	C:18	زيوت السمك
اراكيدونيك	5،8،11،15- ايكوساتترا اينويك	$C_{19}H_{31}$COOH	C:20	مقادير ضئيلة في الدهون الحيوانية
4 - الاحماض الدهنية غير المشبعة متعددة الاواصر المزدوجة Polyethenoic acids				
كلوبانودونيك	4،8،12،15،19- دوكوسابنتا اينويك	$C_{21}H_{33}$ COOH	C:22	زيت السمك
نيسينيك	4،8،12،15،18،21- تتراكوساهكسا اينويك	$C_{23}H_{35}$ COOH	C:24	زيوت الاسماك وبالاخص زيت سمك السردين

جدول(4):الاحماض الدهنية احادية الهيدروكسيل غيرالمشبعة الموجودة في الاغذية

الاسم الشائع	الاسم النظامي	الصيغة	عدد ذرات الكاربون	المصدر
الاحماض الدهنية احادية الهيدروكسيل غير المشبعة Unsaturated Monohydroxy fatty acids				
ريسينولييك	12- هيدروكسي – سس -9 - اوكتاديكينويك	$OH\text{-}C_{17}H_{31}COOH$	C:18	زيت فستق الحقل وزيت الخروع
الاحماض الدهنية الحلقية Cyclic fatty acids				
لاكتوباسيليك	ω(2 - n- اوكتيل سايكلوبروبيل) - اوكتانويك	$CH_3C_2(CH_2)_{15}COOH$	C:19	الزيوت التي مصدرها الاحياء المجهرية
ستيركيوليك	ω(2 - n- اوكتيل سايكلوبروب – 1 - اينيل) - اوكتانويك	$CH_3C_2(CH_2)_{15}COOH$	C:19	الزيوت النباتية
مالفاليك	ω(2 - n- اوكتيل سايكلوبروب – 1 - اينيل) - هبتاانويك	$CH_3C_2(CH_2)_{14}COOH$	C:18	الزيوت النباتية

$C_{19}H_{36}O_2$

Sterculic acid | C19H34O2