# Biochemistry Summary

Prepared by

**M. E. G. A**

**AFOQ**

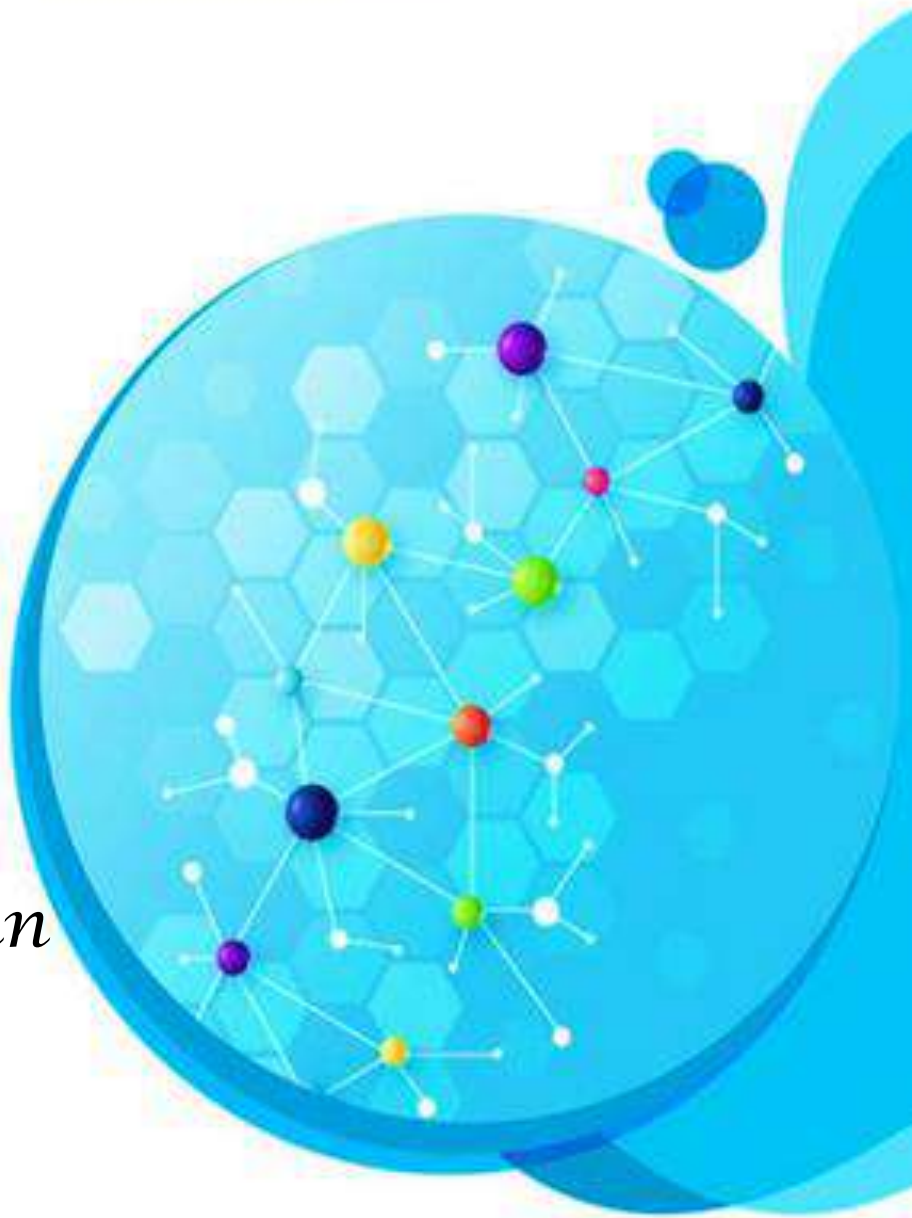
# Medical Biochemistry

## Lipid Chemistry

Asst. Prof.Mohammed Hasan Eleyan

Faculty of Medicine

Al-Azhar University-Gaza



# Lipids Chemistry

**Definition, function and classification of Lipids**

هي مركبات متنوعه وتعتبر كاره لماء "لا تذوب بماء " تذوب ب nonpolor
تتكون من بشكل أساسي من C,O,H وبشكل ثانوي من S,N,F

M.ELEYAN

# Definition of Lipids

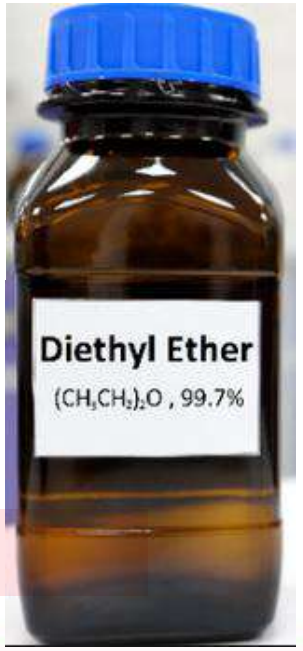
- Lipids are a family of biomolecules that have the common property of being soluble in organic solvents, like ether or chloroform, but not in water.

* الدهون هي عائلة من الجزيئات الحيوية التي تشترك في خاصية الذوبان في المذيبات العضوية، مثل الإيثر أو الكلوروفورم، ولكن ليس في الماء.

مذيبات تذوب فيها Lipid

$CHCl_3$ Chloroform

$CH_3CH_2-\ddot{O}-CH_2CH_3$ Diethyl ether ($Et_2O$)




- The hydrophobic nature of lipids is due to the predominance of hydrocarbon chains (- CH2-CH2-CH2-) in their structure.

نعود الطبيعة الكارهة للماء للدهون إلى غلبة سلاسل الهيدروكربون (-$CH_2$-$CH_2$-$CH_2$-) في بنيتها.

M.ELEYAN

Lipids, particularly triacylglycerols (TAGs), are the primary long-term energy storage molecules in animals.They provide more than twice the energy per gram compared to carbohydrates or proteins (9 kcal/g vs. 4 kcal/g).
Lipids in adipose tissue help maintain body temperature and protect organs against mechanical shock.
Lipids like eicosanoids, steroid hormones, and phosphatidylinositol derivatives play roles in cell signaling and regulation of physiological processes.
Lipids aid in the absorption and transport of vitamins A, D, E, and K.

* زي TAGS تستخدم longe term energy في جسم الانسان وبتعطى طاقة تقريبا ضعف التي يتم الحصول عليها عن طريق الكربوهيدرات (9)

- Storing energy (**fasting or physical exertion**).

* تخزين الطاقة (الصيام أو المجهود البدني).

- Protecting and insulating internal organs (**cushions & preventing heat loss**)

* حماية وعزل الأعضاء الداخلية (وسائد ومنع فقدان الحرارة)

* ي الكلية توجد فوق مجموعة من الدهون
والتي تعمل ك (cushion) من أجل الحماية
وتمنع فقد الحرارة

- Acting as chemical messengers (TAG)

العمل كرسل كيميائية (ثلاثي الغليسيريد)

phosahidyl inositol,hormones and eicosanoids

- Because they are not soluble in water, lipids are components of cellular membranes (to separate the internal contents of cells from the external environment).

* نظرًا لأنها غير قابلة للذوبان في الماء، فإن الدهون هي مكونات للأغشية الخلوية (لفصل المحتويات الداخلية للخلايا عن البيئة الخارجية).

ممكن الهرمونات مثلاً تنطلق من غدة الي جزء آخر في الجسم فتبعت رسالة عشان يحدث function

M.ELEYAN

# Classification of lipids

## Simple

- **Fats (acylglycerols)**
  (Glycerol + FAs)
- **Waxes**
  (Higher alcohol + FA)

## Compound

- **Phospholipids:**
  Glycerophospholipids
  Sphingophospholipids
- **Glycolipids**
  Cerbrosides
  Gangliosides
  Ceramide oligosaccharides
- **Lipoproteins**
  Chylomicrones
  VLDL
  LDL
  HDL

## Derived

- Fatty acids
- Steroids
- Fat soluble vitamins
- Ketone bodies
- Carotenoids
- cholanthrenes

M.ELEYAN

# الدهون البسيطة
# Simple lipids

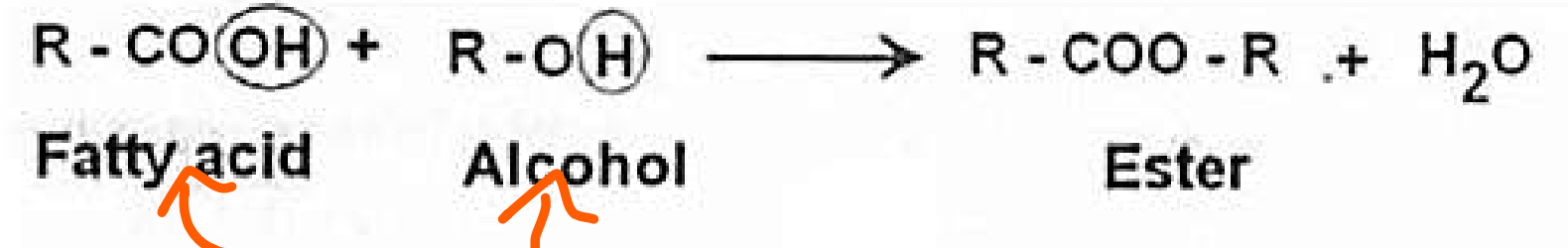
- Simple lipids: are esters of fatty acids with various alcohols .
- (Ester bond = -COO- ).
- They are either fats or waxes

* الدهون البسيطة: هي إسترات الأحماض الدهنية مع كحولات مختلفة.
* (رابطة الإستر = -COO-).
* هي إما دهون أو شموع

ما الفرق بين oil and fats ؟

ل fats عبارة عن مركبات صلبة في درجة حرارة الغرفة اما oil بتكون liquid

TAGS




ester bond → $H_2O$

M.ELEYAN

# Lipids Chemistry

**Chemistry of fatty Acids, Alcohols and Simple Lipids**

M.ELEYAN

أستمر يا بطل 🤍🧑‍⚕️

# Fatty acids: R-COOH

- Fatty acids are water-insoluble especially “long chain hydrocarbons”.

* الأحماض الدهنية غير قابلة للذوبان في الماء، وخاصة "الهيدروكربونات طويلة السلسلة".

- Fatty acids may be saturated (no double bonds) or unsaturated (containing one or more double bonds).

All the bonds are the simple

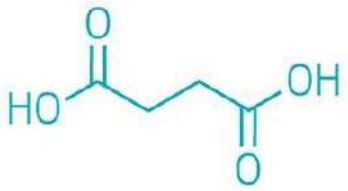
قد تكون الأحماض الدهنية مشبعة (بدون روابط مزدوجة) أو غير مشبعة (تحتوي على رابطة مزدوجة واحدة أو أكثر).

- They are mostly monocarboxylic i.e. having one carboxyl group at the end of the chain (-COOH)

هي في الغالب أحادية الكربوكسيل، أي تحتوي على مجموعة كربوكسيل واحدة في نهاية السلسلة (-COOH).

- Short chain > 10 C or Long chain < 10 C

سلسلة قصيرة > 10 ذرات كربون أو سلسلة طويلة < 10 ذرات كربون



Succinic acid

Dicarboxylic

M.ELEYAN

في جسم الانسان

# Fatty acids: R-COOH

- They are mostly aliphatic (i.e. not branched). A few branched chain fatty acids are more commonly associated with microorganisms. → and plant

* هي في الغالب أليفاتية (أي غير متفرعة). ترتبط بعض الأحماض الدهنية المتفرعة السلسلة بشكل أكثر شيوعًا بالكائنات الحية الدقيقة

- Fatty acids are most commonly found in natural fats and oils, where they are esterified to glycerol, forming **triacylglycerols** or other lipids.

* توجد الأحماض الدهنية في الغالب في الدهون والزيوت الطبيعية، حيث ترتبط بالجلسرين، مكونةً ثلاثي أسيل الجلسرين أو دهونًا أخرى.

- Fatty acids may also present as free fatty acids in the plasma carried by plasma proteins (serum albumin)

* قد توجد الأحماض الدهنية أيضًا كأحماض دهنية حرة في البلازما محمولة بواسطة بروتينات البلازما (ألبومين المصل).

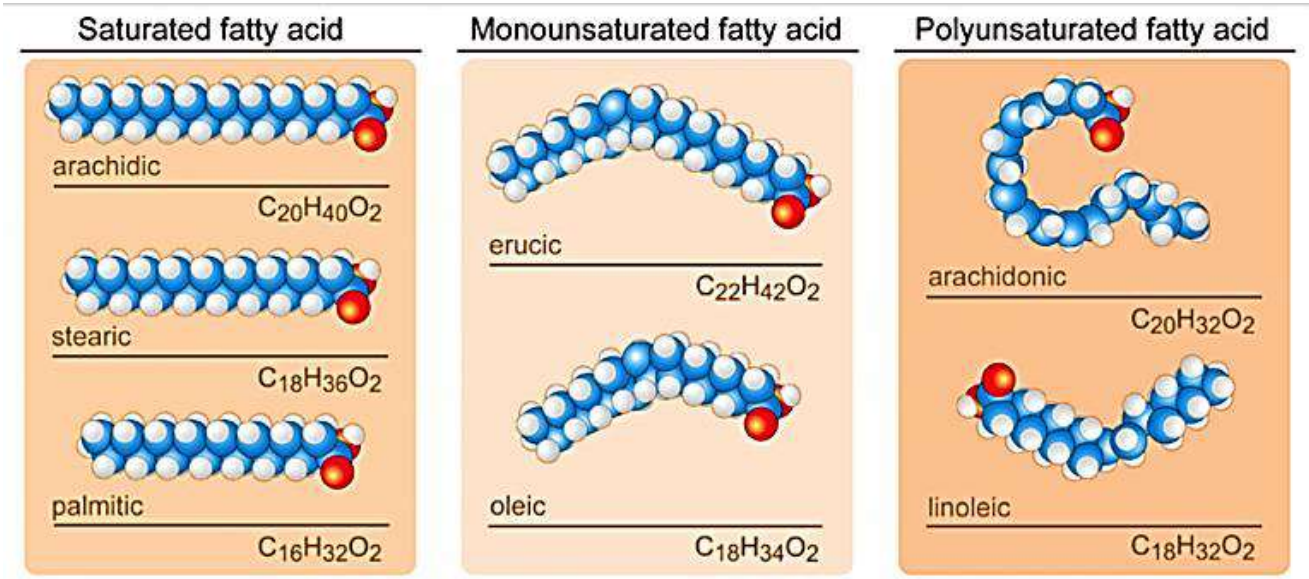
يعني دائما اي مركب لا يذوب بالماء يحتاج الي carried عشان ينتقل عن طريق blood زي (serum aldumin)

M.ELEYAN

# Fatty acids can be saturated, monounsaturated, or unsaturated.

**Types of Fatty Acids**

| Type of Fatty Acid | Double Bonds | Diagram |
|---|---|---|
| Saturated | None | |
| Monounsaturated | One | |
| Polyunsaturated | Multiple (>1) | |




M.ELEYAN

# الأحماض الدهنية المشبعة:

# Saturated fatty acids :

لا تحتوي على روابط مزدوجة في السلسلة.

- **Have no double bonds in the chain.**

- **Their general formula is $CH_3$-$(CH_2)_n$-COOH**

**Butyric acid (4C) = $CH_3 - CH_2 - CH_2 - COOH$.** → n=2

**Caproic acid (6C) = $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - COOH$.** → n=4

**Palmitic acid (16C) = $CH_3 - (CH_2)_{14} - COOH$.** → n=14

**Stearic acid (18C) = $CH_3 - (CH_2)_{16} - COOH$.** → n=16

* صيغتها العامة هي $CH_3$-$(CH_2)$-COOH

حمض الزبدة (4 ذرات كربون) $CH_2CH_2CH_2COOH$.

حمض الكابرويك (6 ذرات كربون) $CH_3CH_2CH_2CH_2COOH$.

حمض البالميتيك (16 ذرة كربون) $CH_3(CH_3)COOH$.

حمض الستياريك (18 ذرة كربون) $CH_3(CH_3)$-COOH.

M.ELEYAN

# Saturated fatty acids

| Name | N.O of C | occurrence |
|---|---|---|
| Formic | 1 | Takes part in the metabolism of "$C_1$" units (formate)<br>THF: 10-formyltetrahydrofolate Nucleotide Biosynthesis |
| Acetic | 2 | Major end product of carbohydrate fermentation by rumen organisms. |
| Propionic | 3 | |
| Butyric | 4 | In certain fats in small amounts (especially butter). |
| Palmitic acid | 16 | Common in all animal and plant fats |
| Stearic acid | 18 | |
| Arachidic | 20 | Peanut (arachis) oil |

زيت الفول السوداني

$CH_3(CH_2)_{18}COOH$

M.ELEYAN

ترقيم ذرات الكربون:

# Numbering of carbon atoms:

- Counting starting from carboxylic (-COOH) group =carbon No.1

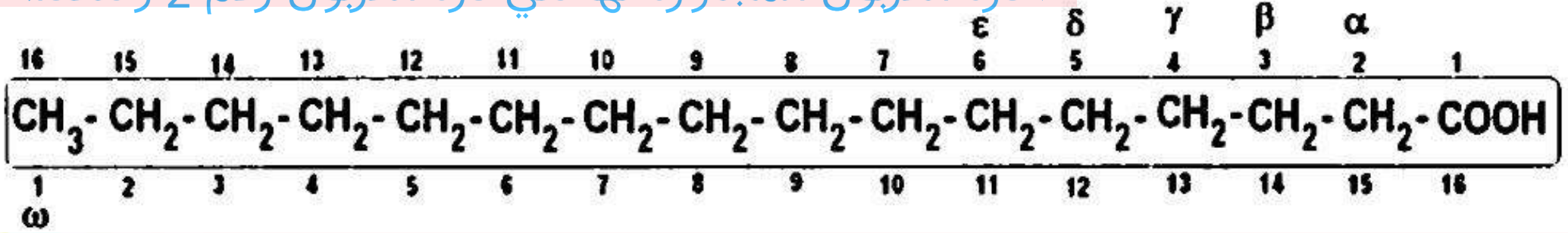
* العد بدءًا من ذرة الكربون رقم 1 في مجموعة الكربوكسيل (-COOH)

- Counting from carbon adjacent to carboxyl carbon as α, β, γ, δ, ε and so on.

العد من ذرة الكربون المجاورة لذرة كربون الكربوكسيل كـ α، β، γ، δ، ε وهكذا.

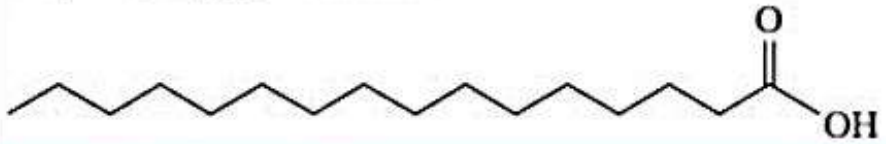
- Counting from last methyl carbon (CH3) which is called omega carbon (ω). The carbon adjacent to it is carbon No.2 and so on

العد من آخر ذرة كربون ميثيل (CH3) والتي تسمى ذرة كربون أوميغا . ذرة الكربون المجاورة لها هي ذرة الكربون رقم 2 وهكذا.




M.ELEYAN

**TABLE 17.1 Structures and Melting Points of Common Fatty Acids**

| Name | Carbon Atoms: Double Bonds | Present in | Melting Point (°C) | Structures |
|---|---|---|---|---|
| **Saturated Fatty Acids** | | | | |
| Palmitic acid | 16:0 | Palm | 63 | $CH_3—(CH_2)_{14}—COOH$  |
| Stearic acid | 18:0 | Animal fat | 69 | $CH_3—(CH_2)_{16}—COOH$ |

M.ELEYAN

الأحماض الدهنية غير المشبعة:

# Unsaturated fatty acids :

- Unsaturated fatty acids are fatty acid that contain one or more double bonds (C=C) in their hydrocarbon chain.

* الأحماض الدهنية غير المشبعة هي أحماض دهنية تحتوي على رابطة مزدوجة واحدة أو أكثر (C=C) في سلسلتها الهيدروكربونية.

- Monounsaturated Fatty Acids (MUFA): have one double bond in their hydrocarbon chain.

* الأحماض الدهنية الأحادية غير المشبعة (MUFA): تحتوي على رابطة مزدوجة واحدة في سلسلتها الهيدروكربونية.

- Polyunsaturated Fatty Acids (PUFA): have multiple double bonds in their hydrocarbon chain.

* الأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة (PUFA): تحتوي على روابط مزدوجة متعددة في سلسلتها الهيدروكربونية.

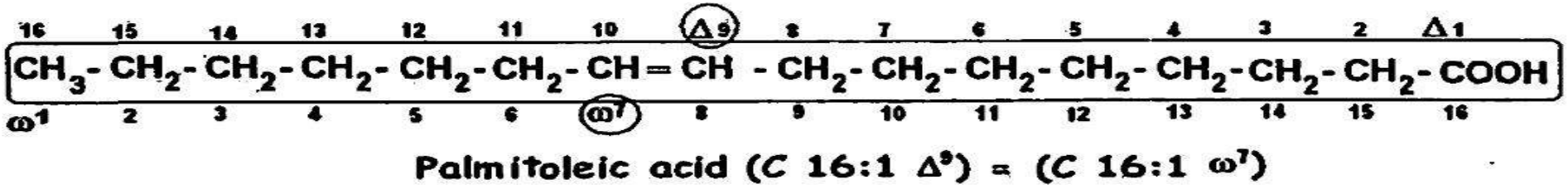
M.ELEYAN

# System of numbering and position of double bonds نظام ترقيم وموقع الروابط المزدوجة

1. Numbering of carbon atoms; same as in saturated fatty acids
   1. ترقيم ذرات الكربون؛ كما هو الحال في الأحماض الدهنية المشبعة
2. Position of double bonds:
   2. موقع الروابط المزدوجة:

- **The delta(Δ) numbering system** e.g. palmitoleic acid, C16:1 $\Delta^9$ (this acid contains 16 carbons and 1 double bond and it's position is between carbon number 9 and carbon number 10 starting from carboxyl carbon 1).

* نظام ترقيم دلتا (δ)، على سبيل المثال حمض البالميتوليك، C16:1 Δ9" (يحتوي هذا الحمض على 16 ذرة كربون ورابطة مزدوجة واحدة، وموقعها بين ذرة الكربون رقم 9 وذرة الكربون رقم 10 بدءًا من ذرة الكربون الكربوكسيلية رقم 1).



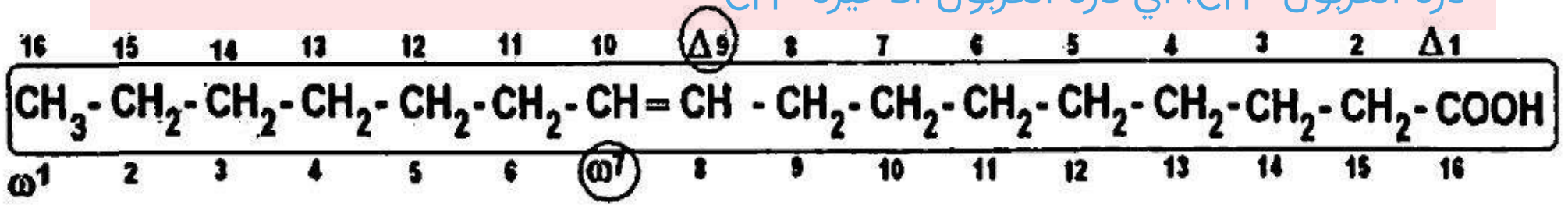

Palmitoleic acid (C 16:1 $\Delta^9$) = (C 16:1 $\omega^7$)

M.ELEYAN

# System of numbering and position of double bonds نظام ترقيم وموقع الروابط المزدوجة

- **Omega (ω) system** e.g. the palmitoleic acid may be Witten as: C16:1 , $\omega^7$ which indicates a double bond on 7th carbon counting from the ω-Carbon atom i.e. last $-CH_3$ carbon.

* نظام أوميغا (Ω)، على سبيل المثال حمض البالميتوليك، يمكن كتابته على النحو التالي: C16:1، مما يشير إلى وجود رابطة مزدوجة على ذرة الكربون السابعة بدءًا من ذرة الكربون -CH، أي ذرة الكربون الأخيرة -CH

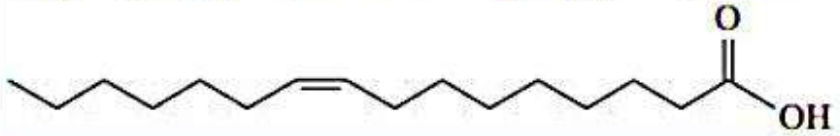
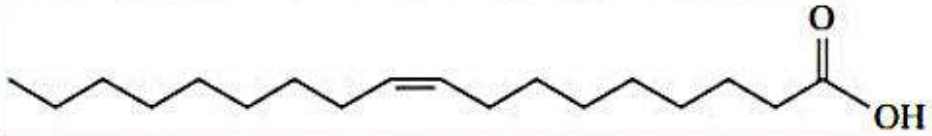



Palmitoleic acid (C 16:1 $\Delta^9$) = (C 16:1 $\omega^7$)

M.ELEYAN

# غالباً المقطع Oleic يستخدم مع unsaturated

**TABLE 17.1 Structures and Melting Points of Common Fatty Acids**

| Name | Carbon Atoms: Double Bonds | Present in | Melting Point (°C) | Structures |
|---|---|---|---|---|
| **Monounsaturated Fatty Acids** | | | | |
| Palmitoleic acid | 16:1 | Butter | 0 | $CH_3-(CH_2)_5-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$  |
| Oleic acid | 18:1 | Olives, pecan, grapeseed | 14 | $CH_3-(CH_2)_7-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$  |

M.ELEYAN

# Polyunsaturated fatty acids

- Polyunsaturated fatty acids (essential fatty acids): Containing more than one double bond: e.g

* الأحماض الدهنية غير المشبعة (الأحماض الدهنية الأساسية): نحتوي على أكثر من رابطة مزدوجة واحدة: على سبيل المثال

**Linoleic acid** (18:2 $\Delta^{9,12}$, $\omega^{6}$)

1) They are present in linseed oil.

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

M.ELEYAN

**Linolenic acid (18:3 $\Delta^{9,12,15}$, $\omega^{3}$):**

1) They are present in linseed oil.

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

**Arachidonic acid (20:4 $\Delta^{5,8,11,14}$, $\omega^{6}$):**

It is present in peanut oil.

It is a component of phospholipids in animals.

$$CH_3-(CH_2)_3-(CH_2-CH=CH)_4-(CH_2)_3-COOH$$

M.ELEYAN

# Lipids Chemistry

## Essential and nonessential fatty acids

M.ELEYAN

# Nonessential fatty acids:

الأحماض الدهنية غير الأساسية:

- These are fatty acids which can be synthesized in the body.
- Thus they are not necessary to be obtained from the diet.
- They include all saturated and monounsaturated fatty acids as palmitoleic and oleic acid.

* هذه أحماض دهنية يمكن تصنيعها في الجسم.
* لذلك، ليس من الضروري الحصول عليها من النظام الغذائي.
* وهي تشمل جميع الأحماض الدهنية المشبعة والأحادية غير المشبعة مثل حمض البالميتوليك وحمض الأوليك.

M.ELEYAN

# الأحماض الدهنية الأساسية:

# Essential fatty acids:

- These are fatty acids that cannot be synthesized in the body. They must be obtained from the diet.

* هي أحماض دهنية لا يستطيع الجسم تصنيعها، ويجب الحصول عليها من النظام الغذائي.

- They include fatty acids that contain more than one double bond (polyunsaturated fatty acids) e.g. linoleic, linolenic, arachidonic acids.

* تشمل الأحماض الدهنية التي تحتوي على أكثر من رابطة مزدوجة واحدة (أحماض دهنية متعددة غير مشبعة)، مثل حمض اللينوليك، وحمض اللينولينيك، وحمض الأراكيدونيك.

- The human body has enzyme system that can form only one double bond at the ninth carbon atom

* يمتلك جسم الإنسان نظامًا إنزيميًا يمكنه تكوين رابطة مزدوجة واحدة فقط عند ذرة الكربون التاسعة.

M.ELEYAN

# الأحماض الدهنية الأساسية:

# Essential fatty acids:

- Sources:

1. الزيوت النباتية، مثل زيت الذرة، وزيت فول الصويا، وزيت القرطم، وزيت عباد الشمس، وزيت بذور الكتان، وزيت بذور القطن.

1. Vegetable oils e.g. corn oil, soya bean oil, safflower oils, sunflower, linseed oil and cotton seed oil.

2. Fish oils: shark liver oils, which particularly contain the ω3 polyunsaturated fatty acids.

2. زيوت الأسماك: زيوت كبد سمك القرش، والتي تحتوي بشكل خاص على أحماض أوميغا 3 الدهنية المتعددة غير المشبعة.

M.ELEYAN

# Essential fatty acids: Importance:

- Normal growth.
- They enter in the structure of phospholipids and cholesterol esters.
- They enter in the structure of cell membranes and are required for the fluidity of membrane structure.

* النمو الطبيعي.
* تدخل في تركيب الفوسفوليبيدات وإسترات الكوليسترول.
* تدخل في تركيب أغشية الخلايا، وهي ضرورية لسيولة تركيب الغشاء.

- They protect against atherosclerosis and coronary heart disease by decreasing free cholesterol and LDL.

* تحمي من تصلب الشرايين وأمراض القلب التاجية عن طريق تقليل الكوليسترول الحر والكوليسترول الضار (LDL).

M.ELEYAN

Thank you. We have completed the discussion on fatty acids as components of simple lipids

M.ELEYAN