# BIOCHEMISTRY

## Introduction

## 1. Definition

تعاريف

علم يهتم بالأساس الكيميائي للحياة

- Science concerned with chemical basis of life
- Science concerned with the chemical constituents of living cells and with the reactions and processes that they undergo

يدرس:المكوّنات الكيميائية داخل الخلايا الحية التفاعلات والعمليات الكيميائية التي تحدث داخلها

## 2. The aim of biochemistry

الهدف

تشرح كل العمليات الحيوية على المستوى الجزيئي

Describe and explain, in molecular term, all chemical process associated with living cells

Isolate the numerous molecules found in cells

وتشمل:

1.عزل الجزيئات الموجودة في الخلية

Determine their structures

2.تحديد تركيبها (Structure)

3.فهم كيف تعمل (Function)

Analyse how they function

الكيمياء الحيوية أساس لكل العلوم الطبية

# 3. Knowledge of biochemistry is essential to all life sciences

في تداخل كبير مع الكيمياء الحيوية
→ كيف الخلية تشتغل = تفاعلات كيميائية

- Physiology: overlap with biochemistry
- Immunology: need biochemical techniques

بتعتمد على تقنيات كيمياء حيوية
→ أجسام مضادة، إنزيمات، بروتينات

- Pharmacology: drug metabolism and interaction

مهم لفهم:
- استقلاب الدواء (Drug metabolism)
- تداخل الأدوية مع بعض (Drug interactions)

- pathology: inflammation, cell injury and cancer
- Toxicology: poisons
- microbiology:

لفهم:
- تركيب البكتيريا والفيروسات
- نشاطها داخل الجسم

العلاقة المتبادلة بين الكيمياء الحيوية والطب أدت إلى تطوّر مشترك بينهما

# 4. Reciprocal relationship between biochemistry & medicine has stimulated mutual advance

(a) Biochemistry studies have illuminated many aspects of health & disease

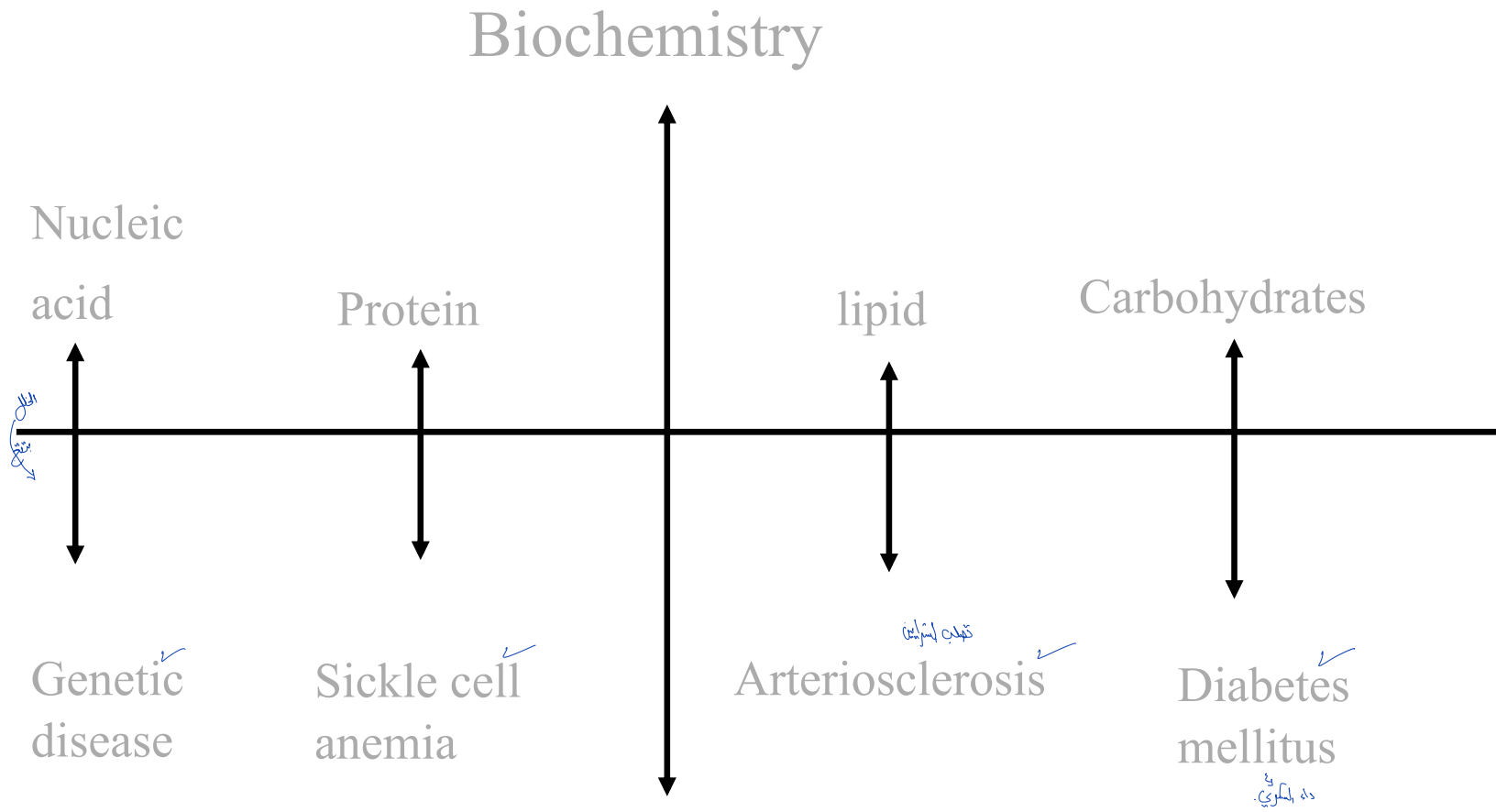
دراسات الكيمياء الحيوية ساعدت في توضيح العديد من جوانب الصحة والمرض.

(b) The study of various aspects of health & disease has opened up new areas of biochemistry

دراسة الجوانب المختلفة للصحة والمرض فتحت مجالات جديدة في علم الكيمياء الحيوية.

For example, knowledge of protein structures and function was necessary to elucidate the difference between normal and sickle cell hemoglobin

مثال:
كان فهم تركيب البروتين ووظيفته ضروريًا لتوضيح الفرق بين الهيموغلوبين الطبيعي والهيموغلوبين في مرض فقر الدم المنجلي.


Biochemistry
Nucleic acid
Protein
lipid
Carbohydrates
Genetic disease
Sickle cell anemia
Arteriosclerosis
Diabetes mellitus
Medicine

العمليات الكيميائية الحيوية الطبيعية هي أساس الصحة

## 5. Normal biochemical processes are the basis of health

Definition of health (WHO) تعريف الصحة (منظمة الصحة العالمية – WHO)

حالة من السلامة الكاملة جسديًا وعقليًا واجتماعيًا، وليس مجرد غياب المرض أو العجز.

"Complete physical, mental & social well-being and not merely the absence of disease and infirmity"

A strictly biochemical viewpoint about health: The situation in which all of the many thousands of intra & extra cellular reactions that occur in the body are proceeding at the rates commensurate with its maximal survival in the physiological state

التعريف من وجهة نظر كيميائية حيوية بحتة للصحة:
هي الحالة التي تكون فيها جميع آلاف التفاعلات الكيميائية التي تحدث داخل الخلايا وخارجها في الجسم تسير بمعدلات مناسبة تضمن أقصى بقاء للجسم في حالته الفسيولوجية الطبيعية.

## 6. Biochemical research has impact on nutrition and preventive medicine

للأبحاث في الكيمياء الحيوية تأثير على التغذية والطب الوقائي

جميع الأمراض لها أساس كيميائي حيوي

# 7. All diseases have a biochemical basis

## (1) Physical agent:

العوامل الفيزيائية

mechanical trauma, extremes of temperature, sudden changes in atmospheric pressure, radiation, electric shock

الرضوض الميكانيكية، التعرّض لدرجات حرارة شديدة، التغيرات المفاجئة في الضغط الجوي، الإشعاع، الصعق الكهربائي.

## (2) Chemical agents:

العوامل الكيميائية

drugs, certain toxic compounds, therapeutic drugs

الأدوية، بعض المركبات السامة، الأدوية العلاجية

## (3) Biologic agents:

العوامل البيولوجية

Viruses, Bacteria, Fungi, Higher forms of parasites

الفيروسات، البكتيريا، الفطريات، والأشكال الأعلى من الطفيليات

## (4) Oxygen lack

نقص الأكسجين

loss of blood supply, depletion of the oxygen-carrying capacity of the blood, poisoning of the oxidative enzyme

فقدان التروية الدموية، نقص القدرة على حمل الأكسجين في الدم، تسمم الإنزيمات المؤكسدة

(1) Genetic disorders: ← الاضطرابات الوراثية

{Congenital, molecular
خلقية — جزيئية

(6) Immunology reaction ← التفاعلات المناعية

{Anaphylaxis, Autoimmune disease
الحساسية المفرطة — أمراض المناعة الذاتية

(7) Nutritional imbalance: اختلال التوازن الغذائي

{Deficiencies, excesses
النقص — أو — الزيادة

(8) Endocrine imbalances ← اختلالات الغدد الصماء

{hormonal deficiencies, excesses
نقص الهرمونات — أو — زيادة الهرمونات

تسهم الدراسات الكيميائية الحيوية في التشخيص والتنبؤ بسير المرض والعلاج

# 8. Biochemical studies contribute to diagnosis, prognosis & treatment

| Disease | causes |
| --- | --- |
| Scurvy<br>الإسقربوط (Scurvy):<br>نقص فيتامين C | Deficiency of vitamin C |
| Rickets<br>الكساح (Rickets):<br>نقص فيتامين D | Deficiency of vitamin D |
| Arteriosclerosis<br>تصلّب الشرايين (Arteriosclerosis):<br>عوامل وراثية، غذائية، وبيئية | Genetic, dietary, environmental factors |

| Disease | causes |
| --- | --- |
| Phenylketonuria<br>بيلة الفينيل كيتون (Phenylketonuria):<br>غالبًا طفرة في الجين المسؤول عن إنزيم فينيل ألانين هيدروكسيلاز | Mainly mutation in the gene coding phenylalanine hydroxylase |
| Cystic fibrosis<br>التليف الكيسي (Cystic Fibrosis):<br>طفرة في الجين المسؤول عن بروتين CFTR | Mutation in the gene coding the CFTR protein |
| Cholera<br>الكوليرا (Cholera):<br>الذيفان الخارجي (Exotoxin) لجرثومة ضمة الكوليرا | exotoxin of vibrio cholera |
| Diabetes type I<br>داء السكري النوع الأول:<br>عوامل وراثية وبيئية تؤدي إلى نقص الإنسولين | genetic and environment factors resulting in deficiency of insulin |

9. Many biochemical studies illuminate disease mechanisms & disease inspire biochemical research

العديد من الدراسات الكيميائية الحيوية توضح آليات المرض، كما أن الأمراض تُلهم الأبحاث في الكيمياء الحيوية

Use ← الاستخدام

Example ← مثال

الكشف عن الأسباب والآليات الأساسية للأمراض

to reveal the fundamental causes &mechanisms of diseases

Demonstration of the genetic defects in CF

إظهار العيوب الجينية في التليّف الكيسي (CF)

اقتراح علاج منطقي للأمراض

(2) to suggest rational treatment of diseases

استخدام نظام غذائي منخفض الفينيل ألانين لعلاج بيلة الفينيل كيتون

use of a diet low in phenylalanine for the treatment of phenylketonuria

المساعدة في تشخيص أمراض محددة

(3) to assist in the diagnosis of specific disease

استخدام إنزيم البلازما CK-MB في تشخيص احتشاء عضلة القلب

use of the plasma enzyme CK-MB in the diagnosis of myocardial infarction

| Use | Example |
| --- | --- |
| العمل كاختبارات تحرّي (Screening tests) للتشخيص المبكر لبعض الأمراض<br>(4) To act as screening tests for the early diagnosis of certain diseases | استخدام قياس التيروزين في الدم أو الهرمون المحفّز للغدة الدرقية (TSH) في التشخيص المبكر لقصور الغدة الدرقية الخلقي عند حديثي الولادة<br>use of measurement of blood tyrosine or TSH in the neonatal diagnosis of congenital hypothyroidism |
| المساعدة في متابعة تطوّر بعض الأمراض<br>(5) To assist in monitoring the progress of certain disease | استخدام إنزيم البلازما ALT في متابعة تطوّر التهاب الكبد المعدي<br>use of the plasma enzyme ALT in monitoring the progress of infectious hepatitis |
| (6) To assist in assessing the response of diseases to therapy المساعدة في تقييم استجابة المرض للعلاج | use of measurement of blood CEA in certain patients who have been treated for cancer of the colon<br>استخدام قياس CEA في الدم لدى بعض المرضى الذين خضعوا لعلاج سرطان القولون |

# THE MOLECULAR COMPOSITION OF CELLS

التركيب الجزيئي للخلايا

- Mostly Water: ~80%
- Of remainder weight:
  - Lipids, fats: 10%
  - Carbohydrates: 15%
  - Proteins: 50%
  - Nucleic Acids: 15%

•تتكوّن الخلايا في الغالب من الماء: حوالي 80%
•من الوزن المتبقي:
•الدهون والليبيدات: 10%
•الكربوهيدرات: 15%
•البروتينات: 50%
•الأحماض النووية: 15%

- **Proteins** are key macromolecules (play many structural and functional roles in cells)
- Nucleic Acids (**DNA**, RNA; DNA stores hereditary information in cell)
- At some level, chemical forces determine shape of molecules and shape determines function.

البروتينات هي الجزيئات الضخمة الأساسية
(تلعب أدوارًا تركيبية ووظيفية عديدة داخل الخلايا)

الأحماض النووية (DNA وRNA)
حيث يقوم DNA بتخزين المعلومات الوراثية داخل الخلية

على مستوى معيّن، القوى الكيميائية تحدد شكل الجزيئات،
والشكل يحدد الوظيفة

# THE FORCES THAT GIVE THESE MOLECULES THEIR PROPERTIES

القوى التي تعطي هذه الجزيئات خصائصها

## 1. Covalent bond

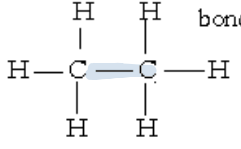
1. الرابطة التساهمية (Covalent bond)
- أهم نوع من الروابط
- أقوى نوع من الروابط
(قوتها تقريبًا 80 كيلوكالوري/مول)

- most important type of bonds
- strongest type of bond – strength ~ 80 kcal/mol
- **A covalent bond is the sharing of a pair of electrons**

الرابطة التساهمية هي مشاركة زوج من الإلكترونات

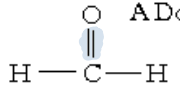
الخط الواحد يمثل رابطة أحادية

A Single line represents a single bond



الخطان يمثلان رابطة ثنائية

A Double line represents a Double Bond



- There is free rotation about a single covalent bond, but not about a double or triple bond.

يوجد دوران حر حول الرابطة التساهمية الأحادية،
ولكن لا يوجد دوران حول الرابطة الثنائية أو الثلاثية

الروابط التساهمية لها زاوية ثابتة

- Covalent bonds also have a fixed angle.
- Some covalent bonds involve unequal sharing of electrons.

بعض الروابط التساهمية تتضمن مشاركة غير متساوية للإلكترونات

# 1. COVALENT BOND

رابطة تساهمية <=

بعض الذرّات تمسك بالإلكترونات بقوة أكبر من ذرّات أخرى ميل الذرّة لجذب الإلكترونات يقاس بما يسمى الكهروسالبية.

- **Some atoms hold onto electrons more tightly than other atoms. The tendency to attract electrons is a measure of electronegativity of an atom**
- Oxygen is a more electronegative atom compared to hydrogen, and thus an O-H bond is considered a polar bond.

ذرة الأكسجين أكثر كهروسالبية من ذرة الهيدروجين، لذلك تُعتبر رابطة O–H رابطة قطبية

- **Carbon and hydrogen have similar electronegatvities, therefore, a C-H bond is considered nonpolar.**

ذرتا الكربون والهيدروجين لهما كهروسالبية متقاربة، لذلك تُعتبر رابطة C–H رابطة غير قطبية

# 2) HYDROGEN BONDS الروابط الهيدروجينية

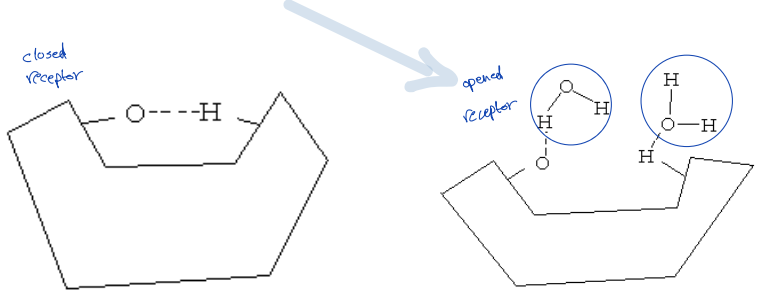
هي قوة تجاذب بين شحنة موجبة جزئيًا على ذرة الهيدروجين
وشحنة سالبة جزئيًا على ذرة قريبة مثل النيتروجين أو الأكسجين أو الفلور

- Attraction between a slight positive charge on a hydrogen atom and a slight negative charge (N, O or F) on a nearby atom
- Strength of bond ~ 5 kcal/mol (relatively weak) قوة الرابطة تقارب 5 كيلوكالوري/مول (وتُعد ضعيفة نسبيًا)
- Strongest when the donor, the hydrogen and the acceptor are about 0.25 nm apart تكون أقوى ما يمكن عندما تكون الذرة المانحة، وذرة الهيدروجين، والذرة المستقبِلة على مسافة تقارب 0.25 نانومتر
- Hydrogen bonds give order and structure to molecules الروابط الهيدروجينية تعطي تنظيمًا وبنية للجزيئات
- A single hydrogen bond is weak, however, most molecules are made up of many الرابطة الهيدروجينية الواحدة ضعيفة، لكن معظم الجزيئات تحتوي على عدد كبير منها.
- **Hydrogen bonds; leads to overall strength of molecule**

كثرة الروابط الهيدروجينية تؤدي إلى قوة كلية كبيرة للجزيء

# 2) HYDROGEN BONDS

- Properties of water are determined by hydrogen bonding interactions. تتحدد خصائص الماء بواسطة تفاعلات الروابط الهيدروجينية
- Water is highly structured even when liquid. Formation of ice is due to the lattice array of hydrogen bonds. يكون الماء منظَّما بدرجة عالية حتى في حالته السائلة وينتكوّن الجليد نتيجة الترتيب الشبكي للروابط الهيدروجينية
- Hydrogen bonds form between different regions of a protein
- In an aqueous environment, these regions will from hydrogen bonds with water molecules. These molecules adopt a more favorable conformation when they interact with water. تتكوّن الروابط الهيدروجينية بين مناطق مختلفة من البروتين. وفي الوسط المائي، تكوّن هذه المناطق روابط هيدروجينية مع جزيئات الماء. وتتبنّى الجزيئات بنية (تشكيلاً) أكثر ملاءمة عند تفاعلها مع الماء



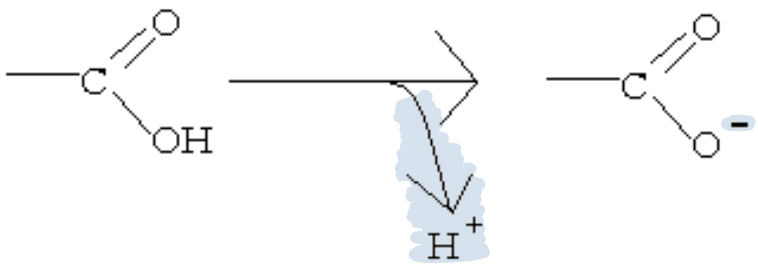
# 3) IONIC BONDS الروابط الأيونية

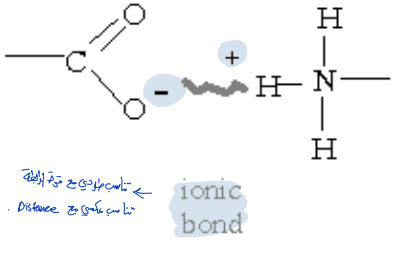
هي تفاعل كهربائي ساكن بين مجموعتين تحملان شحنات متعاكسة داخل الجزيء.

- electrostatic interaction between two oppositely charged groups in a molecule
- Limiting cause of unequal sharing of electrons; one atom keeps the electron تنشأ نتيجة التشارك غير المتكافئ للإلكترونات؛ حيث تحتفظ إحدى الذرّات بالإلكترون

$$NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$$

- unequal sharing of electrons, Cl- keeps both electrons. في حالة التشارك غير المتكافئ، تحتفظ ذرة الكلور (Cl) بالإلكترونين
- **Strength of ionic bond is about 3-7 kcal/mol; strongest when the two atoms are about 0.28 nm apart** تبلغ قوة الرابطة الأيونية حوالي 3–7 كيلوكالوري/مول، وتكون أقوى ما يمكن عندما تكون المسافة بين الذرتين حوالي 0.28 نانومتر.
- **In solution this group becomes ionized, loses a proton and becomes negatively charged** في المحلول، تصبح هذه المجموعات متأينة، حيث تفقد بروتونًا وتصبح سالبة الشحنة




Charged atoms are held by a force called Coulomb/s law:
F = q1 q2/ (R) (R)

Force of attraction is proportional to the charges (q) of the two groups and the distance (R) between them

# 4) VAN DER WAAL INTERACTION

قوى فاندرفال

- Nonspecific attractive force that occurs when any two atoms come in close range
  هي قوى تجاذب غير نوعية تحدث عندما تقترب أي ذرتين من بعضهما البعض لمسافة قصيرة
- Most favorable when atoms are 0.2-0.3 nm apart
  تكون أكثر ملاءمة عندما تكون المسافة بين الذرات 0.2–0.3 نانومتر
- Transient polarity induced between atoms a nonpolar bond leads to attraction with nearby atoms
  تنشأ نتيجة استقطاب مؤقّت بين الذرات في الروابط غير القطبية، مما يؤدي إلى تجاذب مع الذرات القريبة
- Very weak interaction
- strength is ~1 kcal/mol. However the sum of many Van Der Walls interactions leads to increased strength and stability
  تُعد تفاعلات ضعيفة جدًا، إذ تبلغ قوتها حوالي 1 كيلوكالوري/مول، لكن اجتماع عدد كبير من تفاعلات فان دير فال يؤدي إلى زيادة القوة والاستقرار

# 4) VAN DER WAAL INTERACTION

- Example: A ligand interacting with its receptor is accomplished by many noncovalent interactions such as Van Der Waal interactions تفاعل الليغاند (Ligand) مع المستقبل (Receptor) يتم عبر العديد من التفاعلات غير التساهمية مثل قوى فان دير فال

# 5) HYDROPHOBIC INTERACTIONS/ ENTROPY

التفاعلات الكارهة للماء / الإنتروبيا

بشكل عام، يتماسك الجزيء نتيجة العديد من التفاعلات.
ويأخذ الجزيء شكلاً معيّنًا لأنه يميل إلى الوصول إلى أقل حالة طاقة ممكنة (تقليل الإنتروبيا)

- Overall, a molecule is held together by many interactions. A molecule forms a particular shape because it likes to adopt the lowest energy state (minimize entropy)

عند اتخاذ هذا الشكل، يتم استبعاد الأشكال البديلة،
وتميل المجموعات التي لا تستطيع تكوين روابط هيدروجينية مع الماء
(المجموعات الكارهة للماء) إلى التجمّع داخل الجزيء بعيدًا عن الماء.

- In adopting this shape, the alternative conformations are selected, and the groups that cannot form hydrogen bonds with water (the hydrophobic ones) tend to cluster on the inside of the molecule (away from water).

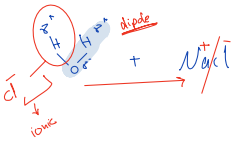
(كارهة للماء):
جزيئات غير مشحونة وغير قطبية، لا تتفاعل مع الماء

- **Hydrophobic:** (“water hating”) uncharged, nonpolar molecules, don’t interact with water
- **Hydrophilic: (“water loving”): charged or polar molecules; from hydrogen bonds with water**

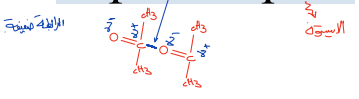
(محبة للماء):
جزيئات مشحونة أو قطبية، تكوّن روابط هيدروجينية مع الماء

# OTHER INTERACTIONS

تفاعلات أخرى




- Ionic-dipole تفاعل أيوني
- Dipole-dipole ← ثنائي القطب




- The shape that biological macromolecules adopt is dependent on a large number of molecular interactions.

الشكل الذي تتخذه الجزيئات الحيوية الضخمة يعتمد على عدد كبير من التفاعلات الجزيئية

# MACROMOLECULES

- Most biologically important macromolecules are polymers, called biopolymers. معظم الجزيئات الضخمة ذات الأهمية الحيوية هي بوليمرات، وتُسمَى بوليمرات حيوية (Biopolymers).

- Biopolymers fall into three classes:
  - proteins,
  - polysaccharides (carbohydrates), and
  - nucleic acids.

تُصنَّف البوليمرات الحيوية إلى ثلاث فئات:
- البروتينات
- السكريات المتعددة (الكربوهيدرات)
- الأحماض النووية

# SUGARS, CARBOHYDRATES

السكريات، الأيدرات

- The most abundant biological compounds

تُعد أكثر المركّبات الحيوية وفرة.

- Structurally related but have a different chemical properties

متشابهة من حيث التركيب البنيوي، لكنها تختلف في خصائصها الكيميائية

- Involved in the storage and transport of energy (Starch, Glycogen)

تشارك في تخزين ونقل الطاقة
(النشا، الغلايكوجين).

- As structural component (Cellulose in plants and Chitin in animals)

تعمل كمكوّنات تركيبية
(السليلوز في النباتات، والكيتين في الحيوانات)

- Divided into: Monosaccharides , disaccharides and Polysaccharides

تنقسم إلى:
- سكريات أحادية (Monosaccharides)
- سكريات ثنائية (Disaccharides)
- سكريات متعددة (Polysaccharides)

# 1) GENERAL FORMULA FOR A SUGAR

الصيغة العامة للسكر

الصيغة العامة: $(CH_2O)_n$

مثال: الغلوكوز $C_6H_{12}O_6$

- (CH2O)n e.g. Glucose C6H12O6

في جميع السكريات: يحتوي (n−1) من ذرات الكربون على مجموعة هيدروكسيل (OH) وتحتوي ذرة الكربون رقم 1 على مجموعة كربونيل (C=O) يحدد موقع مجموعة الكربونيل واتجاه مجموعات الهيدروكسيل نوع السكر

- In all sugars, n-1 of the carbons has a hydroxyl (OH) group and the C-1 carbon has a carbonyl (C=O) group. The location of the carbonyl group and the orientation of the hydroxyl groups determine the type of sugar.
- If the carbonyl group is at the end (an aldehyde group) then it is an aldose (e.g. glucose)

إذا كانت مجموعة الكربونيل في نهاية السلسلة (مجموعة ألدهيد) ← يُسمّى السكر ألدوز (مثل الغلوكوز)

- If the carbonyl is in the middle (a ketone group) then it is a ketose (e.g. fructose)

إذا كانت مجموعة الكربونيل في وسط السلسلة (مجموعة كيتون) ← يُسمّى السكر كيتوز (مثل الفركتوز).

السكريات التي تحتوي على 6 ذرات كربون تُسمّى هيكسوزات (مثل الغلوكوز).

- Six carbon sugars are called hexoses (e.g. glucose)

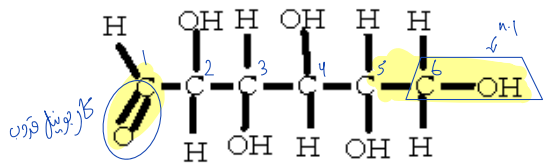
السكريات التي تحتوي على 5 ذرات كربون تُسمّى بنتوزات (مثل الريبوز)

- Five carbon sugars are called pentoses (e.g. ribose)

السكريات التي تحتوي على 3 ذرات كربون تُسمّى تريوزات (مثل الغليسرألدهيد)

- Three carbon sugars are called trioses (e.g. glyceraldehyde)

يتحول إلى كيتون و الدوز
وليس عدد ذرات الكربون



# 2)CONFORMATION OF SUGARS

التشكيل الفراغي للسكريات

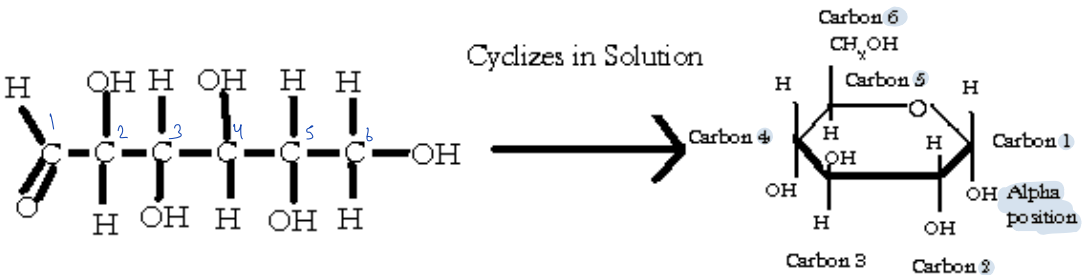
a)Monosaccharides السكريات الأحادية

يوجد الغلوكوز غالبًا في المحلول على شكل حلقي

- Glucose is more often found in a ring form in solution:
- The Orientation of the OH group on the C-1 carbon can be either in the alpha (below the plane of the ring) or beta (above the plane of the ring) position

يمكن أن يكون اتجاه مجموعة OH على ذرة الكربون رقم 1:

- في وضع ألفا (α): أسفل مستوى الحلقة
- أو في وضع بيتا (β): أعلى مستوى الحلقة

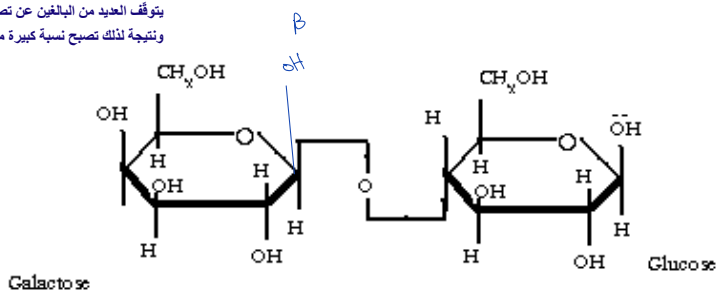


# SUGARS, CARBOHYDRATES

b)Disaccharides السكريات الثنائية

- Disaccharides consist of two Monosaccharides linked by a covalent bond: تتكون السكريات الثنائية من سكرين أحاديين مرتبطين برابطة تساهمية
- **Lactose ( form)** اللاكتوز (سكر الحليب) يتكون من: غالاكتوز (1→4) غلوكوز.
- (Galactose ( 1-> 4) Glucose)
- The enzyme lactase breaks down lactose to glucose and galactose. Many adult individuals stop synthesizing lactase enzyme. As a result a large percent of certain populations becomes lactose-intolerant.

يقوم إنزيم اللاكتاز (Lactase) بتكسير اللاكتوز إلى غلوكوز وغالاكتوز.
يتوقف العديد من البالغين عن تصنيع إنزيم اللاكتاز،
ونتيجة لذلك تصبح نسبة كبيرة من بعض الشعوب غير متحملة للاكتوز (Lactose intolerant)




Lactose (galactose (1-> 4) glucose

# SUGARS, CARBOHYDRATES

## c) Polysaccharides

تتكوّن السكريات المتعددة من عدد كبير من وحدات السكريات الأحادية (غالبًا وحدات الغلوكوز) المرتبطة معًا لتكوين سلاسل طويلة

- Polysaccharides consist of many monosaccharide units (usually glucose monomers) linked together to form long chains.
- e.g. starch, glycogen, cellulose أمثلة عليها: النشا، الغلايكوجين، السليلوز.
- Polysaccharides are used as a form of storage of energy and also for structural roles. تُستخدم السكريات المتعددة في: تخزين الطاقة وأيضًا كعناصر تركيبية.

النشا هو بوليمر غير متفرّع من الغلوكوز بروابط (1→4)

- Starch is an unranked polymer of Glucose ( 1-> 4) linkage
- Cellulose – plays an important structural role in plants; one of the most abundant molecules on earth. it is an unbranched polymer of glucose in ( 1->4) linkage.

السليلوز:
- يلعب دورًا تركيبيًا مهمًا في النباتات
- ويُعد من أكثر الجزيئات وفرة على سطح الأرض
- وهو بوليمر غير متفرّع من الغلوكوز بروابط (1→4)

# LIPIDS

biopolymers
macromolecules

- fatty acid by adding a carboxyl group (COOH) group to a hydrocarbon

يتكوّن الحمض الدهني بإضافة مجموعة كربوكسيل (COOH) إلى سلسلة هيدروكربونية

- A fatty acid is an amphipathic molecule: contains both hydrophobic and hydrophilic portions

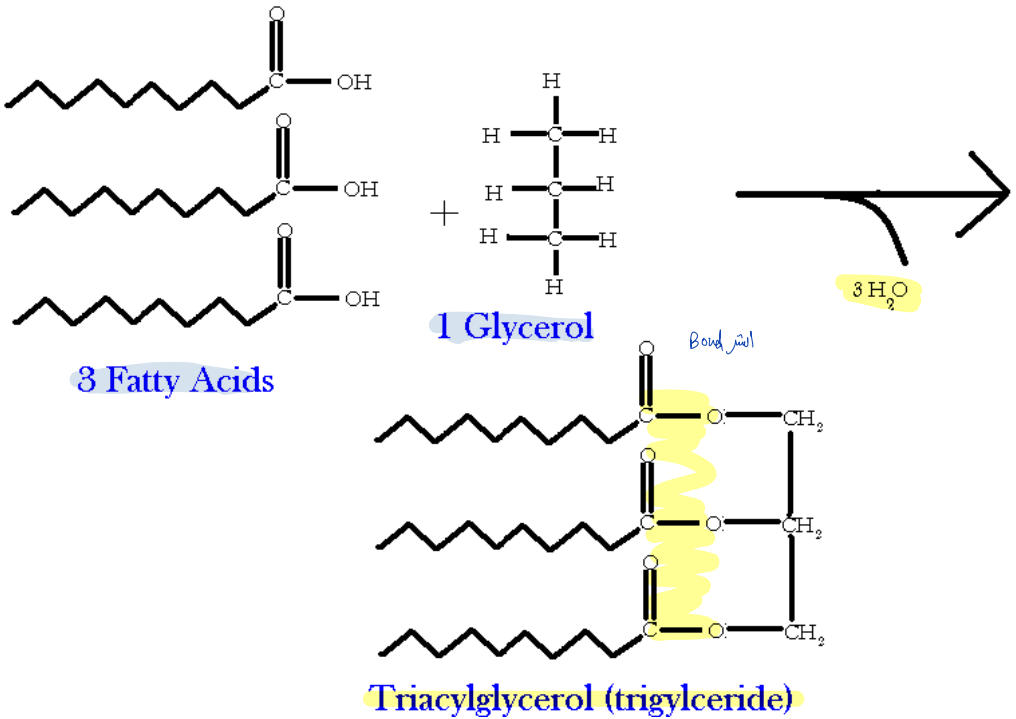
يُعد الحمض الدهني جزيئًا ثنائيّ الطبيعة (Amphipathic)، إذ يحتوي على:
•جزء كاره للماء (Hydrophobic)
•وجزء محب للماء (Hydrophilic).

- Three fatty acids and one glycerol molecule can be combined in a dehydration synthesis to from a lipid (a triglyceride).

يمكن دمج ثلاثة أحماض دهنية مع جزيء غليسرول واحد
من خلال تفاعل نزع الماء (Dehydration synthesis)
لتكوين دهنيٍ يسمّى ثلاثي الغليسريد (Triglyceride)

تعدّ ثلاثيات الغليسريد (Triglycerides) الشكل الرئيسي لتخزين الأحماض الدهنية داخل الخلايا

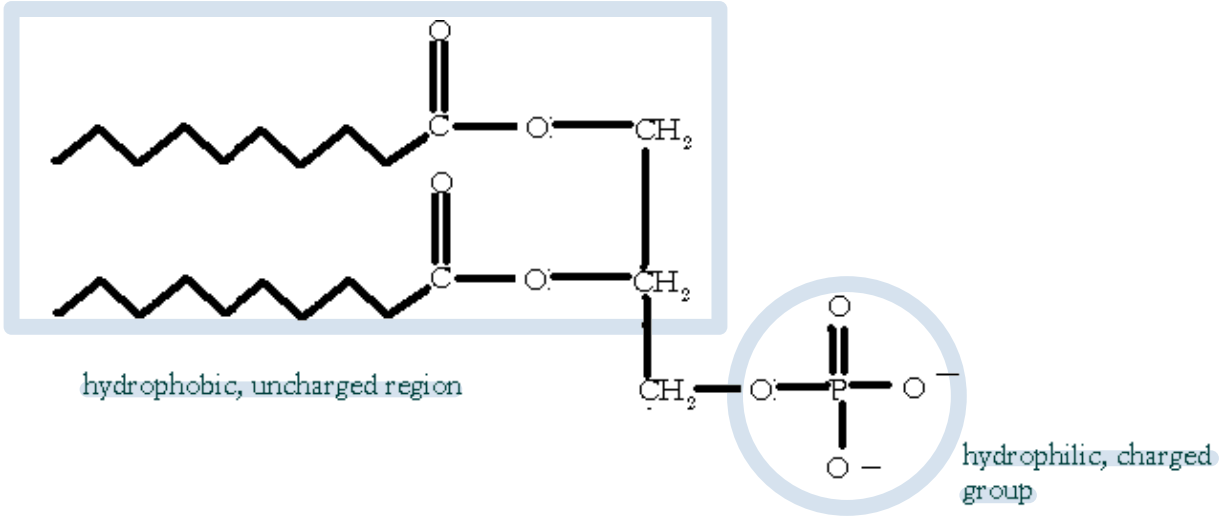
- Triglycerides are major storage forms of fatty acids inside cells



# PHOSPHOLIPIDS الفسفوليبيدات

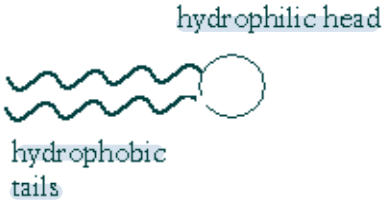
هي مجموعة فرعية من الدهون تلعب دورًا أساسيًا في تركيب الخلية.
تتكوّن الفسفوليبيدات من اتحاد حمضين دهنيين مع مجموعة فوسفات

- A subgroup of lipids that play a key role in cell structure. Phospholipids are formed by combining two fatty acids and a phosphate group



# PHOSPHOLIPIDS

- The phospholipid can also be represented as: يمكن أيضًا تمثيل الفوسفوليبيد على النحو التالي



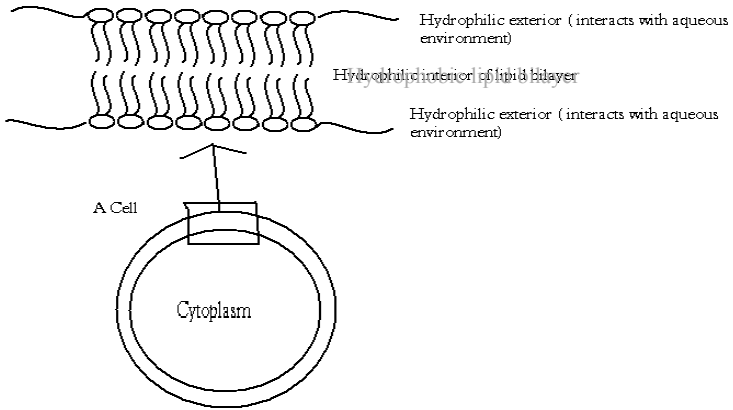

- In solution, phospholipids will assemble to form micelles. في المحلول، تتجمع الفسفوليبيدات لتكوّن المذيلات (Micelles)

# PHOSPHOLIPIDS

تكوّن الفسفوليبيدات طبقة دهنية ثنائية في المحلول المائي. تُحاط الخلية النموذجية بـ غشاء بلازمي يتكوّن من طبقة دهنية ثنائية من الفسفوليبيدات

- Phospholipids form a lipid bilayer in an aqueous solution. A typical cell is enclosed by a plasma membrane, which is made up of a phospholipid bilayer
- The hydrophobic interior of the plasma membrane is impermeable to charged or polar molecule

يكون الجزء الكاره للماء داخل الغشاء البلازمي غير منفذ للجزيئات المشحونة أو القطبية



# PROTEINS

البروتينات

•لها وظائف عديدة داخل الخلية.
•تودي أدوارًا تركيبية ووظيفية.
•تُصنَّع في الخلايا حقيقية النواة حوالي 105 نوعًا مختلفًا من البروتينات.
•البروتينات هي بوليمرات تتكوّن من وحدات بنائية تُسمّى الأحماض الأمينية.
•يوجد 20 حمضًا أمينيًا مختلفًا، ولذلك يمكن تكوين "20 تركيبة مختلفة من البروتينات بطول n

- have many functions in the cell
- structural and functional roles
- 105 different kinds of proteins made in eukaryotic cells
- Proteins are polymers of building blocks known as amino acids
- 20 different amino acids and so can make 20n combinations of proteins length n

الأحماض الأمينية والروابط الببتيدية

# AMINO ACIDS & PEPTIDE BONDS

تختلف مجموعة R (السلسلة الجانبية) بين الأحماض الأمينية العشرين المختلفة،
وهذه الأحماض الأمينية العشرون تكوّن جميع البروتينات

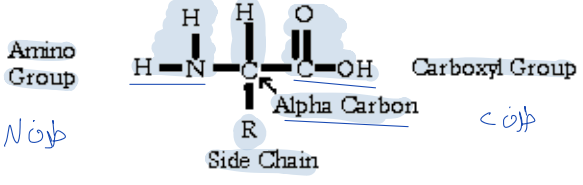
- R group (side chain) varies among the 20 different amino acids. 20 different amino acids make up all proteins

- Peptides are oligomers of amino acids formed: via a dehydration reaction when the carboxyl group of one peptide is linked to the amino group of a second amino acid

الببتيدات هي أوليغومرات من الأحماض الأمينية، تتكوّن عبر تفاعل نزع الماء عندما ترتبط مجموعة الكربوكسيل لحمض أميني
مع المجموعة الأمينية لحمض أميني آخر.

- A long polypeptide made up of many amino acids is called a protein. Each protein has a specific order of amino acids and adopts a particular shape – which is determined by the sequence of amino acids

يُسمّى عديد الببتيد الطويل المكوّن من عدد كبير من الأحماض الأمينية بروتينًا.
ولكل بروتين ترتيب محدد من الأحماض الأمينية ويتّخذ شكلاً معيّنًا،
ويتحدّد هذا الشكل بواسطة تسلسل الأحماض الأمينية



مستويات تركيب البروتين

# LEVELS OF PROTEIN STRUCTURE

## (1) Primary Structure

التركيب الأولي (Primary Structure)
هو التسلسل الخطي للأحماض الأمينية
(مثل: $NH_3^+$ … met–cys–leu–lys–glu … COO⁻)

The linear sequence of amino acids (e.g. NH3+..met-cys-leu-lys-glu…COO-) )

## (2) Secondary Structure

التركيب الثانوي (Secondary Structure)
هو الترتيب المحلي للأحماض الأمينية القريبة من بعضها في السلسلة الخطية، مما يؤدي إلى تكوين تراكيب مثل:
لحلزون ألفا (α-helix) الصفائح بيتا المطوية (β-pleated sheets) اللفائف والحلقات العشوائية

The local arrangement of amino acids that are close together in the linear chain to form structures that include -helices, -pleated sheets and random coils and loops.

## (3) Tertiary Structure

التركيب الثالثي (Tertiary Structure)
هو الترتيب الفراغي للأحماض الأمينية البعيدة عن بعضها في سلسلة عديد الببتيد الخطية،
مما يؤدي إلى تكوين البنية ثلاثية الأبعاد الكاملة (المطوية) للبروتين،
ويشمل أيضًا روابط ثنائية الكبريت (Disulfide bonds)

Spatial arrangement of amino acids that are far apart in the linear polypeptide chain to form the full 3-dimensional (folded) structure of the protein. Also includes disulfide bonds

الروابط اللي بتشكل تثنية لتركيب الثالثي عادي روحي/ايسيلم تنافية

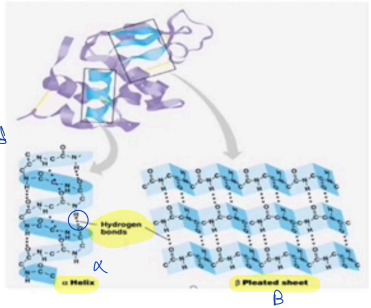
## (4) Quaternary structure

Interaction of more than one polypeptide chain; association between different proteins to form complexes such as dimers, trimers, tetramers

0

* الروابط اللي بتشبح لتركيب الثالثي بتشبح التركيب الرباعي.
مثال ← الهيموغلوبين.

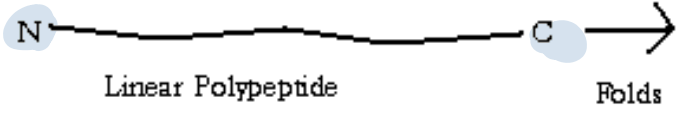
التركيب الرباعي (Quaternary Structure)
هو تفاعل أكثر من سلسلة عديد ببتيد واحدة، أي ارتباط بروتينات مختلفة معًا لتكوين معقّدات
مثل: الثنائيات (Dimers)، الثلاثيات (Trimers)، والرباعيات (Tetramers)

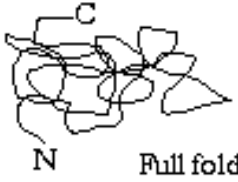



الروابط اللي بتقل تثبيت التركيب الثانوي هايدروجين Bonds

α

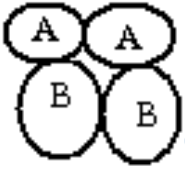
B




Full folded 3D Structure

e.g.
Hemoglobin
(oligomeric protein)




Consits of 4 polyp[eptide chains:
2 A chains
2 B chains