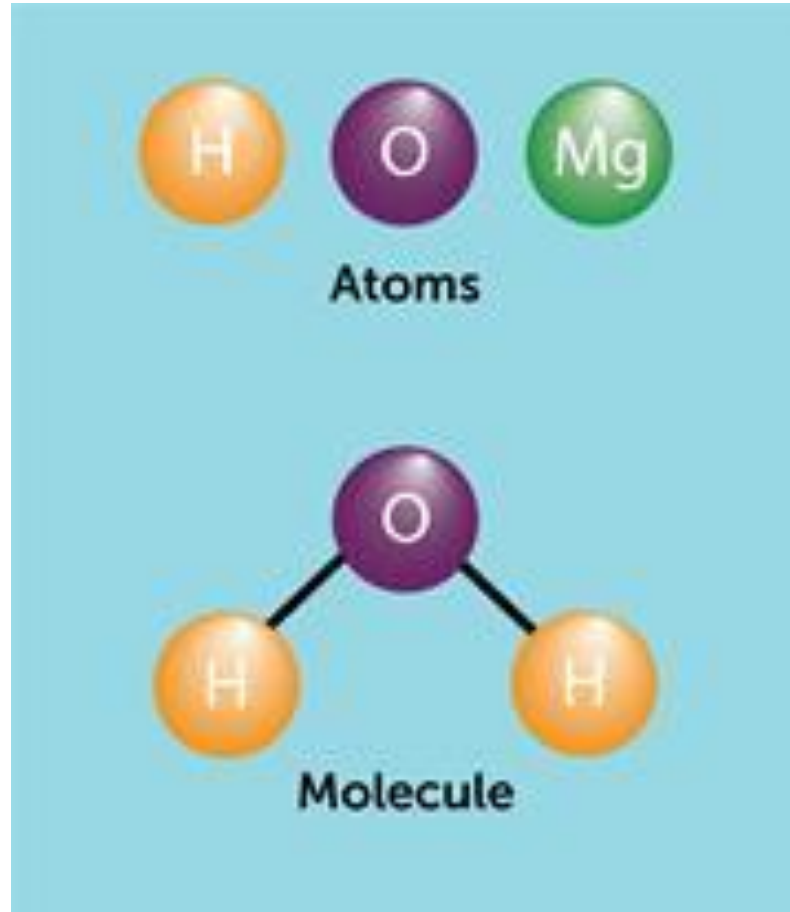


# Chapter 2

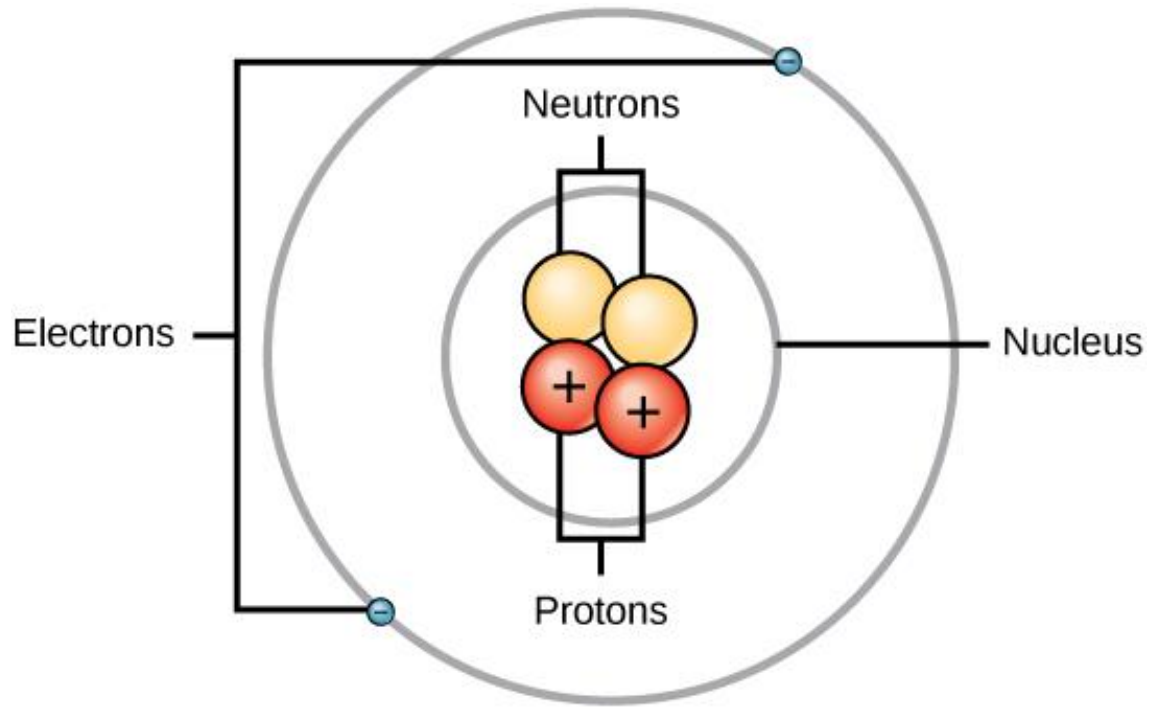
## Chemical basis of life

### التركيب الكيميائي للحياة



# الذرة Atom

- An **atom** is the smallest unit of any element.  
■ الذرة هي أصغر وحدة في أي عنصر.
- An atom consists of: **protons, neutrons and electrons.**  
■ تتكون الذرة من: البروتونات والنيوترونات والإلكترونات.
- At the center of an atom is the **nucleus.**  
■ في وسط الذرة توجد النواة.
- The nucleus contains both protons and neutrons.  
■ تحتوي النواة على كل من البروتونات والنيوترونات.
- Electrons orbit around the nucleus in pathways called orbitals (or shells).  
■ تدور الإلكترونات حول النواة في مسارات تسمى المدارات.
- Protons are positively charged (+), electrons are negatively charged (-), and neutrons have no charge.  
■ البروتونات موجبة الشحنة (+) ، والإلكترونات سالبة الشحنة (-) ، والنيوترونات ليس لها شحنة.



- Although the earth's crust contains **92** naturally occurring chemical elements, only **11** of these elements are common in living organisms and **20** are found as trace amounts.

▪ على الرغم من أن قشرة الأرض تحتوي على ٩٢ عنصراً كيميائياً طبيعياً، إلا أن ١١ من هذه العناصر فقط شائعة في الكائنات الحية و ٢٠ منها عبارة عن كميات ضئيلة.

- Just **4** elements (carbon, nitrogen, oxygen and hydrogen) make up **96%** of the total weight of the human body. Also, they make up practically all the chemical compounds in living organisms.

▪ عناصر فقط (الكربون والنيتروجين والأكسجين والهيدروجين) تشكل ٩٦ % من إجمالي وزن الجسم البشري. أيضاً، فإنها تشكل تقريباً جميع المركبات الكيميائية في الكائنات الحية.

- Most of the remaining (4%) consists of calcium, phosphorus, potassium and sulfur.

■ معظم ما تبقى (٤%) يتكون من الكالسيوم والفوسفور والبوتاسيوم والكبريت.

- **Trace elements** are those required by an organism in small quantities.

■ العناصر النادرة هي تلك العناصر المطلوبة من الكائن الحي بكميات صغيرة.

# الأيونات Ions

- An atom interacts with other atoms by the electrons.
  - تتفاعل الذرة مع الذرات الأخرى بواسطة الإلكترونات.
- An atom that loses electron(s) will be positively charged and is called Cation (the + protons outnumber the – electrons) e.g. Na<sup>+</sup>.
  - سيتم شحن الذرة التي تفقد الإلكترون أو (إلكترونات) تكون ذات شحنة موجبة ويسمى الكاتيون (عدد البروتونات الموجبة يفوق عدد الإلكترونات) على سبيل المثال Na<sup>+</sup>.

# Ions الأيونات

- An atom that gains electron(s) will be negatively charged and is called Anion (the – electrons outnumber the + protons) e.g.  $\text{Cl}^-$ .

■ الذرة التي تحصل على إلكترون أو (إلكترونات) سوف تكون ذات شحنة سالبة وتسمى أنيون (عدد الإلكترونات السالبة تفوق عدد البروتونات الموجبة) على سبيل المثال  $\text{Cl}^-$ .

- An atom in which the number of electrons does not equal the number of protons (Anion or Cation) is generally called **Ion**.

■ عند وجود ذرة فيها عدد الإلكترونات لا يساوي عدد البروتونات (أنيون أو الكاتيون) تسمى عادةً أيون.

# Molecules الجزيئات

- Molecules consist of group of atoms linked together.
  - تتكون الجزيئات من مجموعة من الذرات المرتبطة ببعضها البعض.
- Water ( $H_2O$ ) is the most common molecule in the body of living organisms.
  - الماء ( $H_2O$ ) هو الجزيء الأكثر شيوعًا في جسم الكائنات الحية.
- Carbon is the most common element in the body of living organisms.
  - الكربون هو العنصر الأكثر شيوعًا في جسم الكائنات الحية.
- There are 2 types of biological molecules:
  - هناك نوعان من الجزيئات البيولوجية:
    1. **Organic molecules:** contain carbon.
      - الجزيئات العضوية: تحتوي على الكربون.
    2. **Inorganic molecules:** do not contain carbon.
      - الجزيئات غير العضوية: لا تحتوي على الكربون.



## الماء Water

### The molecule that supports all forms of life

### الجزيء الذي يدعم كل أشكال الحياة

1. The body of living organisms consist of 70- 95% water.

يتكون جسم الكائنات الحية من ٧٠ إلى ٩٥٪ من المياه.

2. All living organisms need water more than any other substance.

جميع الكائنات الحية تحتاج إلى الماء أكثر من أي مادة أخرى.

3. Living organisms are present on Earth due to the presence of water.

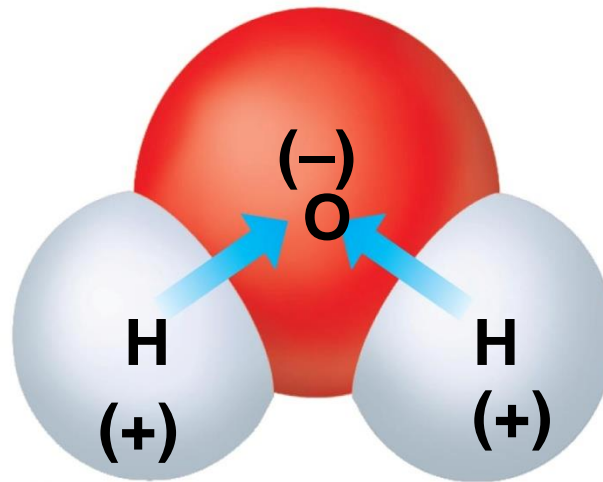
الكائنات الحية موجودة على الأرض نتيجة وجود الماء.

# الماء Water

The molecule that supports all forms of life

الجزيء الذي يدعم كل أشكال الحياة

**Water molecule**



Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

# Properties of water

## خصائص الماء

1. Polarity. القطبية

2. Cohesion and adhesion. التماسك والإلتصاق

3. Water has high heat capacity.

الماء لديه قدرة حرارة عالية

4. Liquid water is more dense than ice.

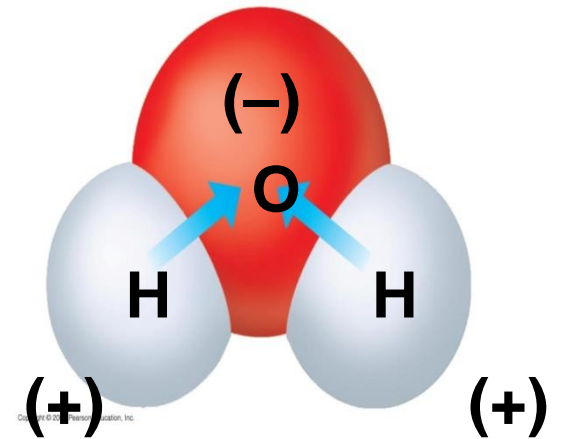
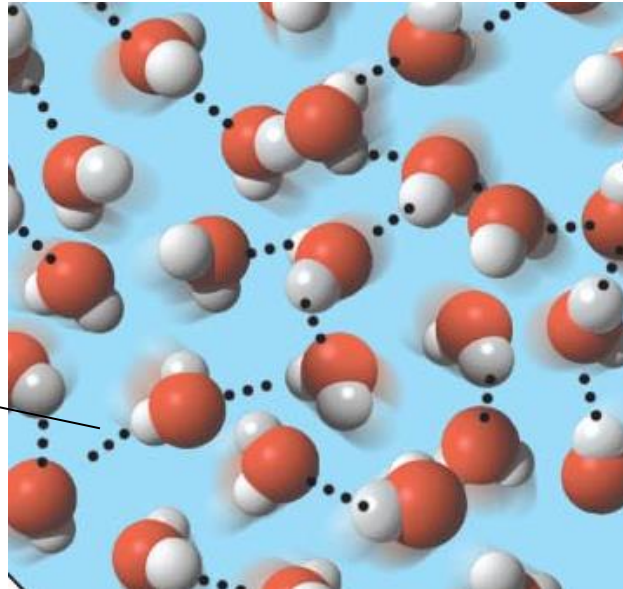
الماء السائل أكثر كثافة من الجليد

# 1- قطبية الماء Polarity of water

- Water molecule consists of hydrogen cations ( $H^+$ ) and hydroxide anions ( $OH^-$ ).
- يتكون جزيء الماء من كاتيونات الهيدروجين ( $H^+$ ) وأنيونات الهيدروكسيد ( $OH^-$ ).
- Water molecules are linked together by **hydrogen bonds**.
- ترتبط جزيئات الماء ببعضها بواسطة روابط الهيدروجينية.
- Thus water is a **polar molecule** which is able to dissolve other polar substances.
- وبالتالي الماء هو جزيء قطبي قادر على إذابة المواد القطبية الأخرى.
- Water is considered as the main **solvent** in all biological systems.
- تعتبر المياه المذيب الرئيسي في جميع النظم البيولوجية.

# 1- Polarity of water

Hydrogen bond

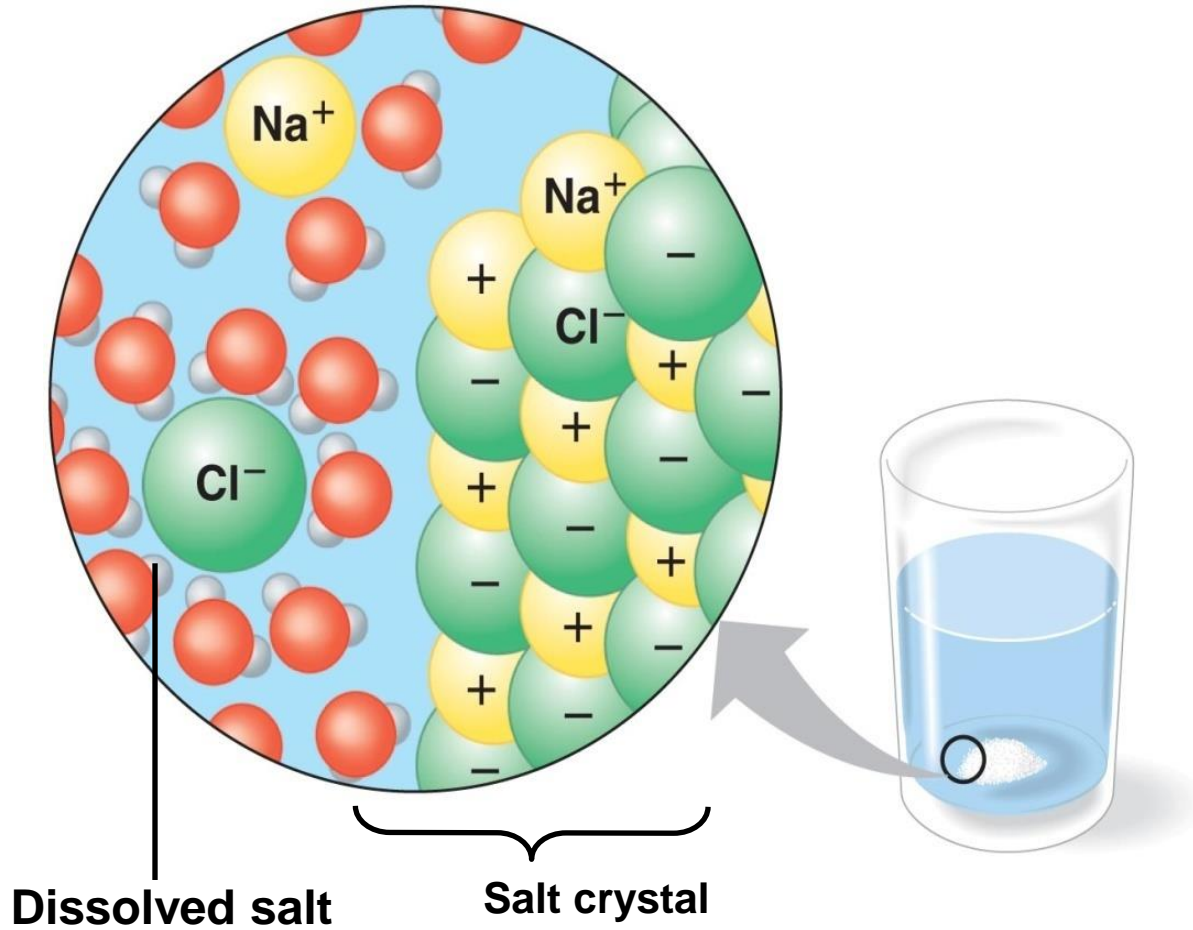


▪ **Hydrophilic substances** are able to dissolve in water. Example: NaCl salt.

▪ المواد المحبة للماء قادرة على الذوبان في الماء. مثال: ملح كلوريد الصوديوم.

▪ **Hydrophobic substances** are not able to dissolve in water. Example: Oil.

▪ المواد الكارهة للماء غير قادرة على الذوبان في الماء. مثال: الزيوت.



Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

**A crystal of salt (NaCl) dissolving in water**  
بلورة من الملح (NaCl) تذوب في الماء

## 2- Cohesion and adhesion of water

### التماسك والإلتصاق للماء

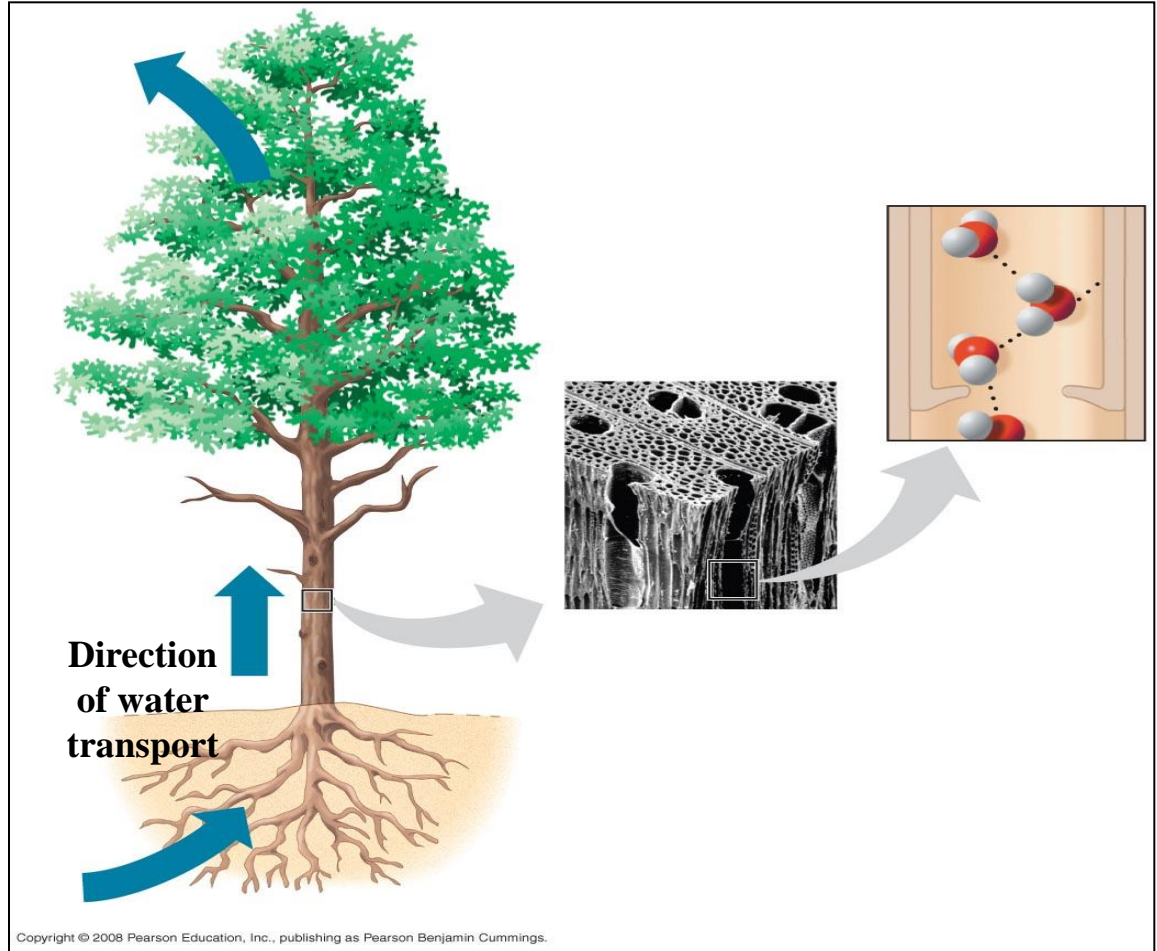
- **Cohesion** is the ability of water molecules to stick together due to the presence of **hydrogen bonds**.
- التماسك هو قدرة جزيئات الماء على الالتصاق ببعضها البعض بسبب وجود روابط الهيدروجينية.
- **Adhesion** is the attraction between water and other polar substances (e.g. between water and plant cell wall).
- الالتصاق هو عامل الجذب بين الماء والمواد القطبية الأخرى (على سبيل المثال بين الماء وجدار الخلية النباتية).
- Cohesion and adhesion are essential for transport of water in plants against gravity.
- التماسك والالتصاق ضروريان لنقل الماء في النباتات ضد الجاذبية.



## 2- Cohesion and adhesion of water

التماسك والإلتصاق للماء

Transport of water  
in plants  
نقل المياه في النباتات



# Cohesion التماسك

- **Cohesion** causes water molecules at the surface to stick together and this is called **surface tension**.

■ التماسك يجعل جزيئات الماء على السطح تلتصق ببعضها البعض وهذا ما يسمى التوتر السطحي.

- Surface tension is related to cohesion.

■ يرتبط التوتر السطحي بالتماسك.

**Surface tension**  
التوتر السطحي



### 3- Water has high heat capacity

#### ٣- الماء ذو قدرة حرارية عالية

- **Hydrogen bonds** allow water to absorb large amount of heat energy with only a slight change in its own temperature, thus water has high heat capacity.
- تسمح روابط الهيدروجين للماء بامتصاص كمية كبيرة من الطاقة الحرارية مع تغيير بسيط فقط في درجة حرارته ،وبالتالي فإن الماء لديه قدرة حرارية عالية.
- Water has high heat of vaporization.
- الماء لديه حرارة عالية من التبخير.

### 4- Liquid water is more dense than ice

#### ٤- الماء السائل أكثر كثافة من الجليد

- Thus ice floats on water. يطفو الجليد على الماء.
- This provides aquatic organisms with a medium to live in it during winter.
- هذا يوفر للكائنات المائية وسيلة للعيش فيها خلال فصل الشتاء.

### 3- Water has high heat capacity

٣- الماء ذو قدرة حرارية عالية



# Carbon: The basic element of life

## الكربون: العنصر الأساسي للحياة

- There are 2 types of biological molecules:
  - هناك نوعان من الجزيئات البيولوجية:
- 1. Organic molecules: contain carbon.**
  - الجزيئات العضوية: تحتوي على الكربون.
- 2. Inorganic molecules: do not contain carbon.**
  - الجزيئات غير العضوية: لا تحتوي على الكربون.
- Most molecules in the body of living organisms contain carbon, thus they are organic molecules.
- تحتوي معظم الجزيئات الموجودة في جسم الكائنات الحية على الكربون، وبالتالي فهي جزيئات عضوية.

# Carbon: The basic element of life

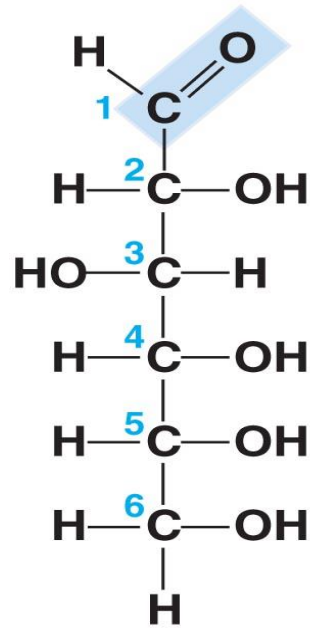
## الكربون: العنصر الأساسي للحياة

- Organic molecules are large and complex.
- الجزيئات العضوية كبيرة ومعقدة.
- Some organic molecules are made of monomers (small units) that can combine to form polymers (large units).
- تتكون بعض الجزيئات العضوية من المونومرات (وحدات صغيرة) التي يمكن أن تتحد لتشكل البوليمرات (وحدات كبيرة).
- There are 4 types of organic molecules:
  - هناك 4 أنواع من الجزيئات العضوية:
    1. Carbohydrates. الكربوهيدرات
    2. Lipids. الدهون
    3. Proteins. البروتينات
    4. Nucleic acids (DNA – RNA). الأحماض النووية

# 1. Carbohydrates الكربوهيدرات

- Carbohydrates are organic molecules.  
الكربوهيدرات هي جزيئات عضوية.
- Carbohydrates consist of carbon, hydrogen and oxygen.  
الكربوهيدرات تتكون من الكربون والهيدروجين والأكسجين.
- Carbohydrates are the main source of energy for all living organisms.  
الكربوهيدرات هي المصدر الرئيسي للطاقة لجميع الكائنات الحية.

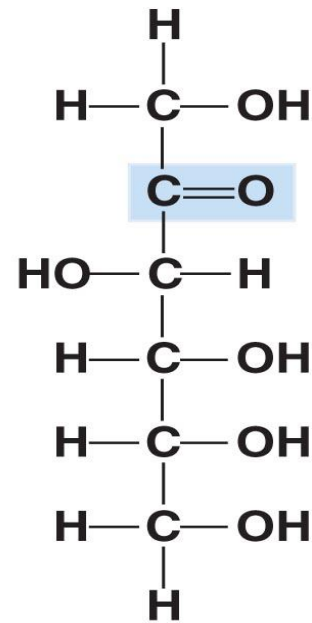
# 1. Carbohydrates الكربوهيدرات



**Glucose**

الجلوكوز

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.



**Fructose**

الفركتوز



- There are 3 types of carbohydrates:

■ هناك ٣ أنواع من الكربوهيدرات:

**1. Monosaccharides:** e.g. Glucose – Fructose.

■ السكريات الأحادية: على سبيل المثال الجلوكوز - الفركتوز.

**2. Disaccharides:** e.g. Sucrose – Maltose – Lactose.

■ السكريات الثنائية: على سبيل المثال السكروز - المالتوز - اللاكتوز.

**3. Polysaccharides:** e.g. Starch – Glycogen.

■ السكريات المتعددة: النشا - الجليكوجين.

- **Monosaccharides** are the **simplest type** of carbohydrates.

■ السكريات الأحادية هي أبسط أنواع الكربوهيدرات.

- Monosaccharides are the carbohydrate **monomers**.

■ السكريات الأحادية هي الكربوهيدراتية الصغيرة.

■ When two monosaccharides link together by **glycosidic bond** they form a disaccharide.

■ عندما يرتبط اثنان من السكريات الأحادية ببعضهما البعض بواسطة رابطة جليكوسيدية، فإنهما يشكلان سكر ثنائي.

■ When more than two monosaccharides link together by glycosidic bonds they form a polysaccharide.

■ عندما يرتبط أكثر من اثنين من السكريات الأحادية ببعضهما البعض بواسطة روابط جليكوسيدية، فإنهما يشكلان عديد السكريات.

■ Polysaccharides are the most complex type of carbohydrates.

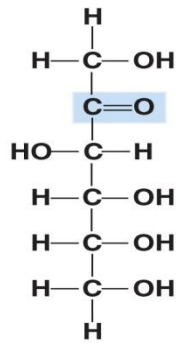
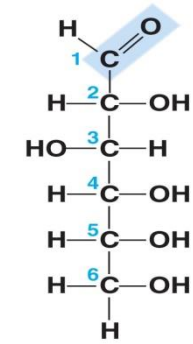
■ السكريات المتعددة هي أكثر أنواع الكربوهيدرات تعقيداً.

■ Polysaccharides are the carbohydrate polymers.

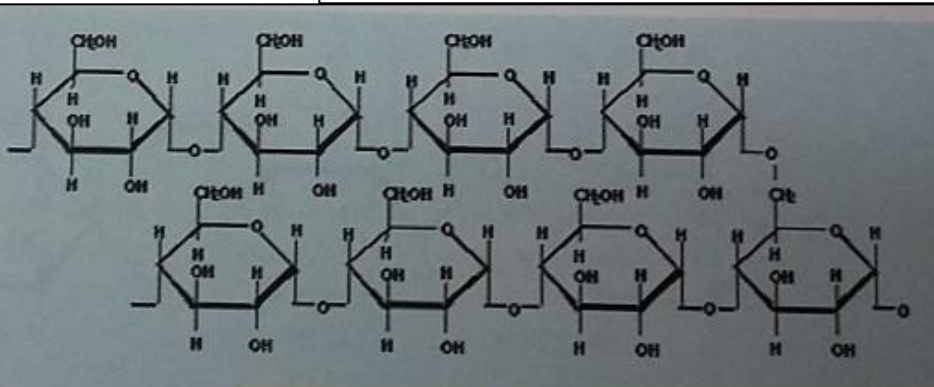
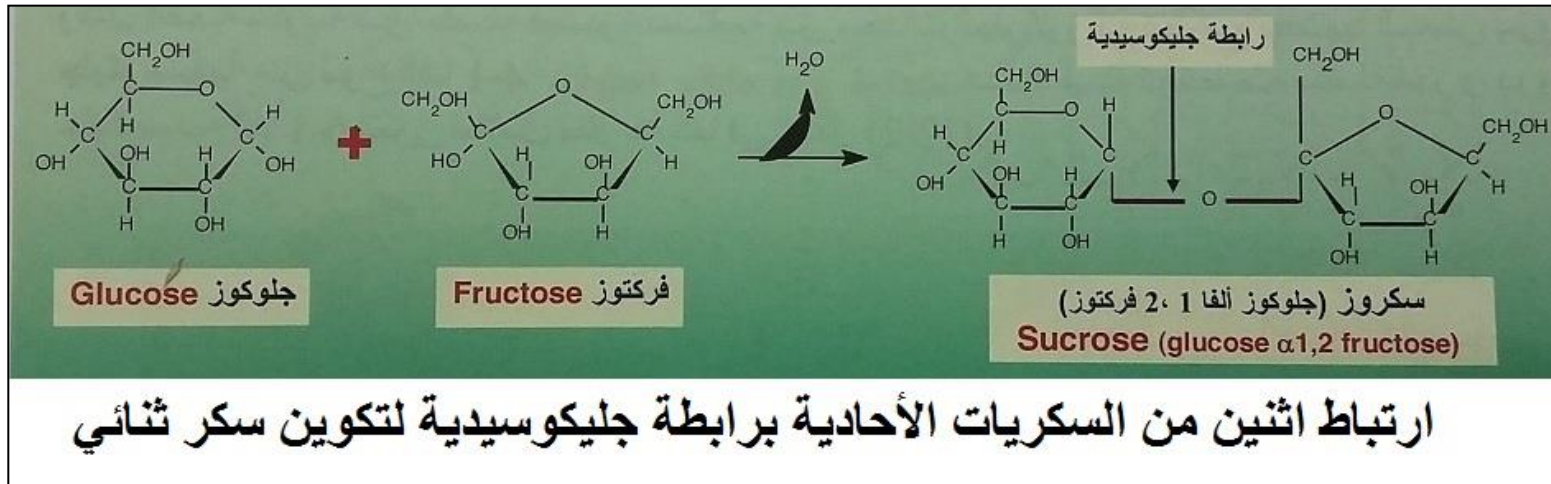
■ السكريات هي البوليمرات الكربوهيدراتية.

# Carbohydrates ١ - الكربوهيدرات

**Monomer = Monosaccharide**  
**Polymer = Polysaccharide**



**Glucose Fructose**



**سكريات متعددة**

## 2. Lipids الدهون

- Lipids are organic molecules that consist of carbon, hydrogen and oxygen.  
■ الدهون هي جزيئات عضوية تتكون من الكربون والهيدروجين والأكسجين.
- Lipids do not dissolve in water (hydrophobic or water-insoluble) but dissolve in alcohols.  
■ لا تذوب الدهون في الماء (غير هيدروفوبك أو غير قابلة للذوبان في الماء) ولكن تذوب في الكحول.
- Lipids are important in energy storage and contain twice the amount of energy present in carbohydrates.  
■ الدهون مهمة في تخزين الطاقة وتحتوي على ضعف كمية الطاقة الموجودة في الكربوهيدرات.
- Examples of lipids: Fat – oil – wax.  
■ أمثلة على الدهون: الدهون - الزيت - الشمع.

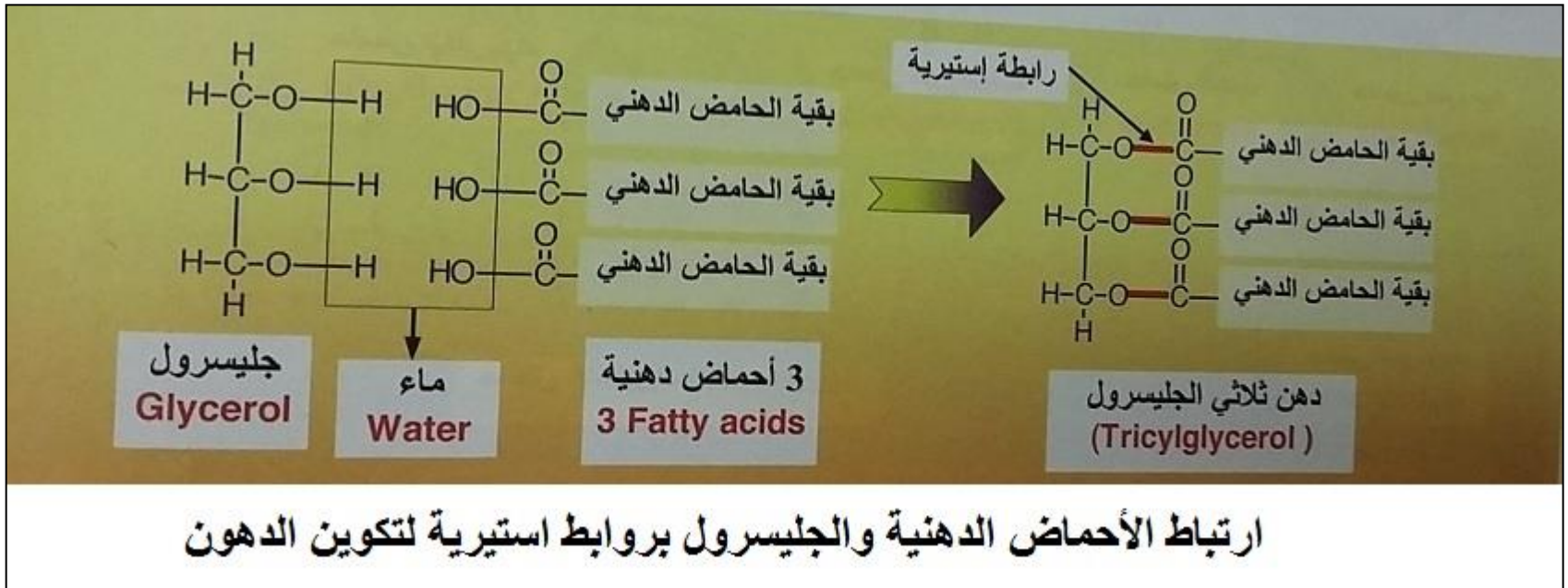
- Lipids (polymer) consist of glycerol and fatty acids (monomers) attached together by **ester bonds**.
- تتكون الدهون (البوليمر) من الجلسرين والأحماض الدهنية (المونومرات) المرتبطة ببعضها البعض بواسطة روابط استر.

Monomer = glycerol and fatty acids

Polymer = Lipid

مونومر = الجلسرين والأحماض الدهنية

البوليمر = الدهون



### 3. Proteins البروتينات

- Proteins are organic molecules.
- البروتينات هي جزيئات عضوية.
- Proteins consist of carbon, hydrogen, oxygen and nitrogen.
- تتكون البروتينات من الكربون والهيدروجين والأكسجين والنيتروجين.
- Proteins are the main biological molecules that support structure and functions in the body of living organisms.
- البروتينات هي الجزيئات البيولوجية الرئيسية التي تدعم التركيب والوظائف في جسم الكائنات الحية.

### 3. Proteins البروتينات

■ Proteins are the second most common biological molecules after water.

■ تعد البروتينات ثاني الجزيئات البيولوجية الأكثر شيوعاً بعد الماء.

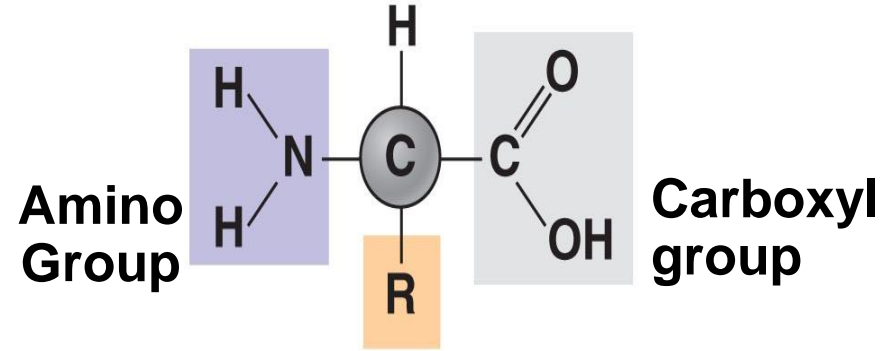
■ Proteins are the most complicated organic molecules in living organisms.

■ البروتينات هي الجزيئات العضوية الأكثر تعقيداً في الكائنات الحية.

■ An amino acid consists of amino group and carboxyl group attached to the same carbon atom.

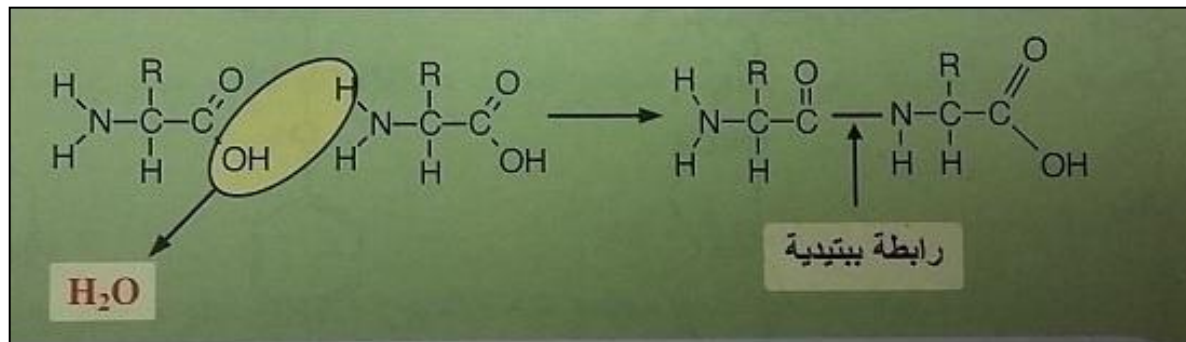
■ يتكون الحمض الأميني من مجموعة أمينية ومجموعة كربوكسيل ملحقة بذرة الكربون نفسها.

## Structure of an amino acid



■ When amino acids (monomers) link together by **peptide bonds** they form a protein (polymer).

■ عندما ترتبط الأحماض الأمينية (المونومرات) ببعضها البعض بواسطة روابط الببتيد فإنها تشكل بروتينا (بوليمر).



ارتباط الأحماض الأمينية برابطة ببتيدية لتكوين البروتين

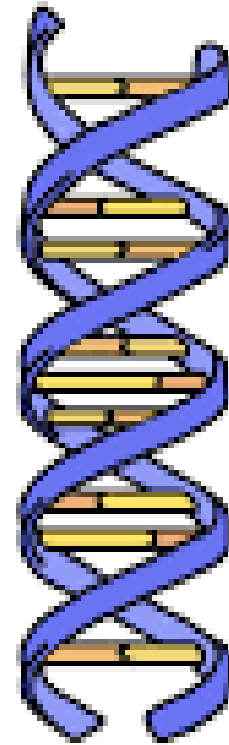
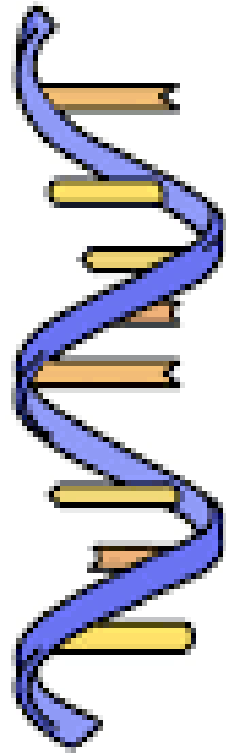


## 4. Nucleic acids الأحماض النووية

- Nucleic acids are organic molecules that store and transmit genetic (hereditary) information.
- الأحماض النووية هي جزيئات عضوية تخزن وتنتقل المعلومات الوراثية (الوراثية).
- Examples: DNA – RNA
- DNA is a double strand.
- الحمض النووي هو حبلا مزدوج.
- RNA is a single strand.
- الحمض النووي الريبي هو حبلا واحد.
- A nucleic acid (polymer) consist of nucleotides (monomers).
- يتكون الحمض النووي (البوليمر) من النيوكليوتيدات (المونومرات).

## 4. Nucleic acids الأحماض النووية

RNA



DNA

■ **Nucleotides** consist of 3 parts:

■ تتكون النيوكليوتيدات من ٣ أجزاء:

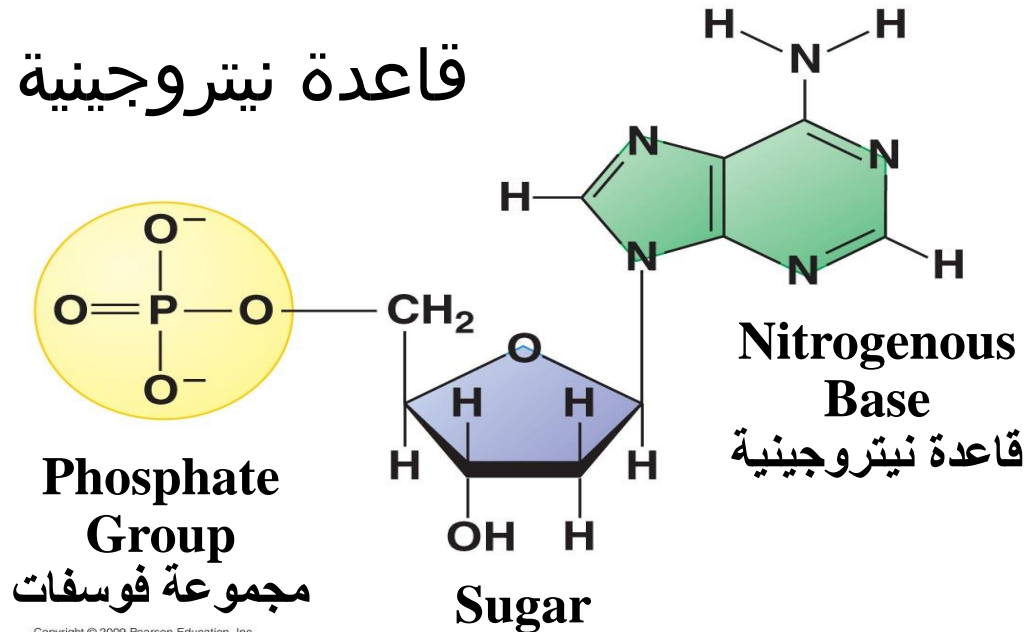
1. A five-carbon sugar called ribose (in RNA) or deoxyribose (in DNA).

١. سكر خمسة الكربون يسمى الريبوز (في الحمض النووي الريبوزي) أو (deoxyribose في الحمض النووي).

1. Phosphate group. مجموعة الفوسفات

2. Nitrogenous base. قاعدة نيتروجينية

**Nucleotide structure**  
بناء النيوكليوتيدة



# Nitrogenous bases of nucleic acids

## القواعد النيتروجينية للأحماض النووية

DNA nitrogenous bases are	RNA nitrogenous bases are
adenine (A)	adenine (A)
cytosine (C)	cytosine (C)
guanine (G)	guanine (G)
thymine (T)	uracil (U)