Chapter 3
الباب الثالث

The Molecules of Cells

الجزيئات الخلوية

PowerPoint Lectures for

Biology: Concepts & Connections, Sixth Edition

Campbell, Reece, Taylor, Simon, and Dickey

المحاضرة الأولى / ايض بروتين

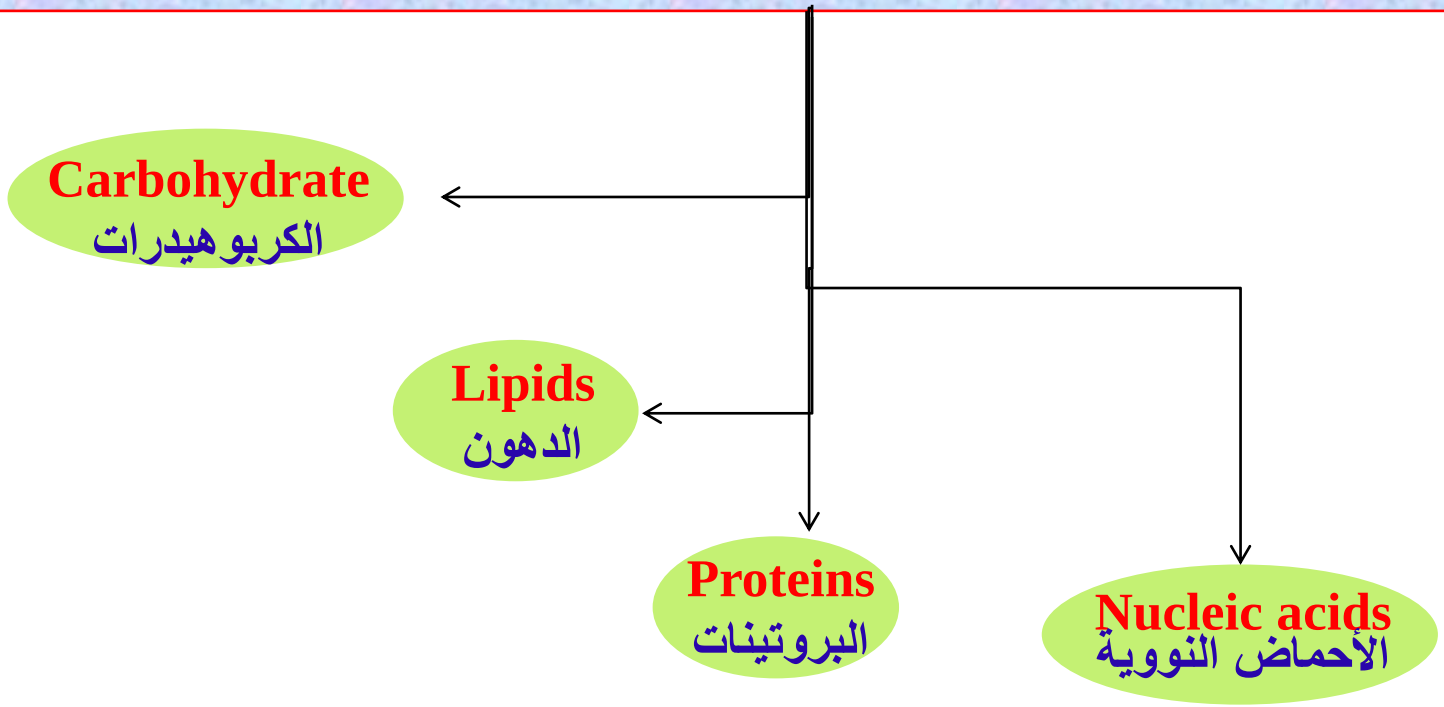
ا.د.ظافر ثابت محمد

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

Biological Molecules
الجزيئات الحيوية

INTRODUCTION TO ORGANIC COMPOUNDS (Molecules)

مدخل للمركبات (الجزيئات) العضوية



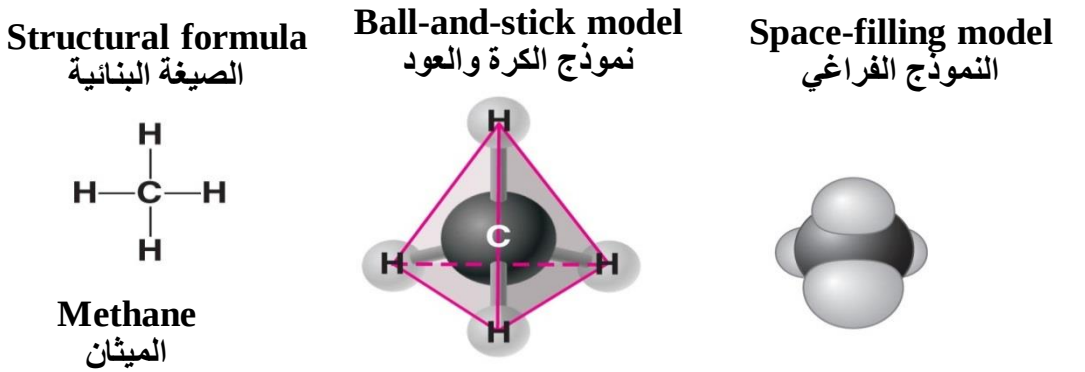
Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

3.1 Life's molecular diversity is based on the properties of carbon
يعتمد تنوع الجزيئات الحيوية على خصائص الكربون

- **Organic compounds**: Carbon-based molecules

- **المركبات العضوية:** الجزيئات التي أساسها ذرة الكربون

- **Methane (CH_4) is one of the simplest organic compounds**
- الميثان (CH_4) أحد أبسط المركبات العضوية



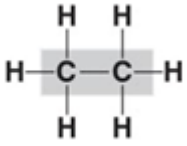
The four single bonds of carbon point to the corners of a tetrahedron.
تتجه الأربع الروابط الأحادية لذرة الكربون إلى أركان الشكل الرباعي السطوح

Copyright © 2009 Pearson Education

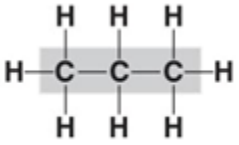
Life's molecular diversity is based on the properties of carbon
يعتمد تنوع الجزيئات الحيوية على خصائص الكربون

- **Hydrocarbons** compounds composed of only carbon and hydrogen : Methane
- **الهايدروكربونات:** المركبات من المؤلفة من كربون و هيدروجين فقط . (الميثان)
- **Carbon atoms, with attached hydrogens, can bond together in chains of various lengths**
- تستطيع ذرات الكربون (وذرات الهيدروجين المتصلة بها) أن ترتبط ببعضها البعض مكونة سلاسل مختلفة الطول

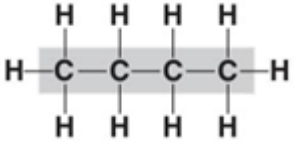
- **Carbon skeleton: A chain of carbon atoms**
- **الهيكل الكربوني: سلسلة ذرات الكربون**



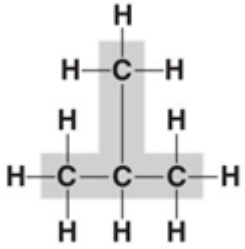
Ethane إيثان



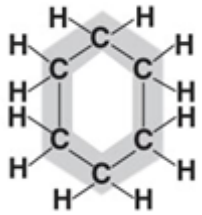
Propane بروبان



Butane بيوتان



Isobutane أيزوبيتان



Cyclohexane هكسان حلقي

3.1 Life's molecular diversity is based on the properties of carbon
يعتمد تنوع الجزيئات الحيوية على خصائص الكربون

- Carbon skeletons can be branched or unbranched
  - قد يتفرع الهيكل الكربوني أو لا يتفرع
- Therefore, different compounds with the same molecular formula can be produced
  - لذلك يمكن إنتاج مركبات مختلفة بنفس الصيغة الجزيئية
    - These structures are called **isomers**
      - تعرف هذه التراكيب **بالنظائر**

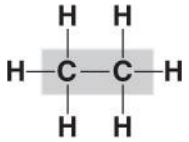
PLAY Animation: L-Dopa

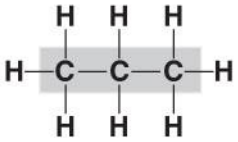
PLAY Animation: Carbon Skeletons

PLAY Animation: Isomers

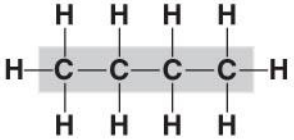
Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

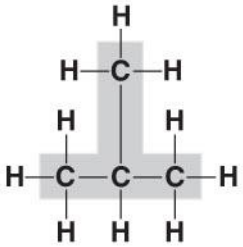
Variations in carbon skeletons
التنوع في الهياكل الكربونية



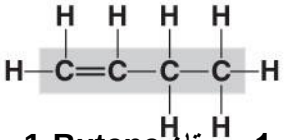


Length. Carbon skeletons vary in length.
الطول : تتباين أطوال هياكل الكربون

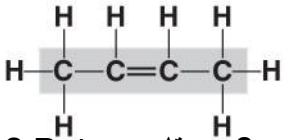




Branching. Skeletons may be unbranched or branched.
التفرع : قد تكون الهياكل متفرعة أو غير متفرعة

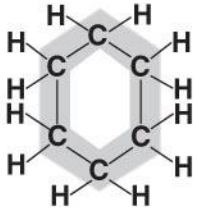


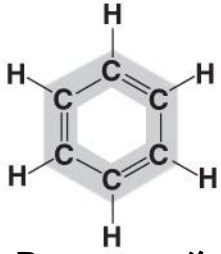
1-Butene 1- بيوتان



2-Butene 2- بيوتان

Double bonds.Skeletons may have double bonds, which can vary in location.
الروابط الثنائية : قد تحتوي الهياكل على روابط ثنائية تتنوع في مواقعها





Benzene بنزين

Rings. Skeletons may be arranged in rings.
الحلقات : قد تنتظم الهياكل في حلقات

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

المجاميع الوظيفية للمركبات العضوية

- Properties of organic compound depend upon the size and shape of the molecule and the groups of atoms (functional groups) attached to it

- **تعتمد صفات المركب العضوي على :حجم وشكل الجزيئ و مجاميع الذرات (المجاميع الوظيفية) المرتبطة بها**

- **A functional group** affects a biological molecule's function in a characteristic way

- تؤثر **المجموعة الوظيفية (R) تؤثر** في وظيفة الجزيئ الحيوي بطريقة مميزة

- Compounds containing functional groups are **hydrophilic** (water-loving)

- المركبات المحتوية على مجاميع وظيفية تكون **محبة للماء**

3.2 Characteristic chemical groups help determine the properties of organic compounds

تعمل المجاميع الكيميائية المتميزة على تحديد صفات المركبات العضوية

- This means that they are soluble in water, which is a necessary prerequisite for their roles in water-based life

- يعني هذا أنها تذوب في الماء وهذا متطلب ضروري للقيام بوظائفها الحيوية المعتمدة على الماء

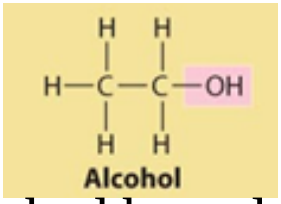
Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

المجاميع الوظيفية للمركبات العضوية

- **Hydroxyl group**—consists of a hydrogen bonded to an oxygen

- **مجموعة الهيدروكسيل** – تتكون من هيدروجين مرتبط بأوكسجين

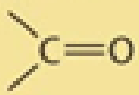
Hydroxyl group
—OH

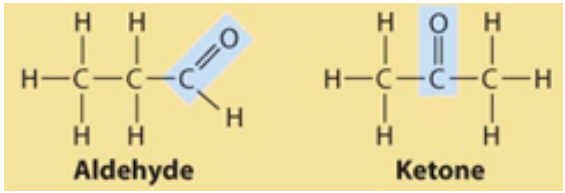


- **Carbonyl group** —a carbon linked by a double bond to an oxygen atom

- **مجموعة الكربونيل** – كربون متصل بذرة أوكسجين برابطة ثنائية

Carbonyl group

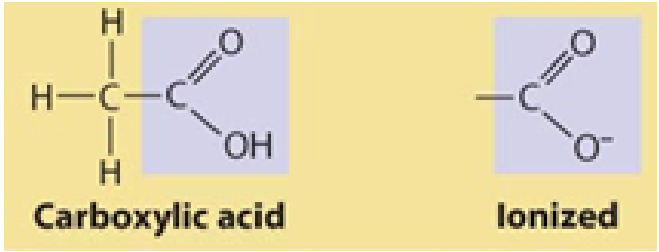




- **Carboxyl group** — consists of a carbon bonded to a hydroxyl group and double-bonded to an oxygen

- **مجموعة كربوكسيل** – تتألف من كربون مرتبط بمجموعة الهيدروكسيل كما وترتبط برابطة ثنائية بالأوكسجين

Carboxyl group
—COOH

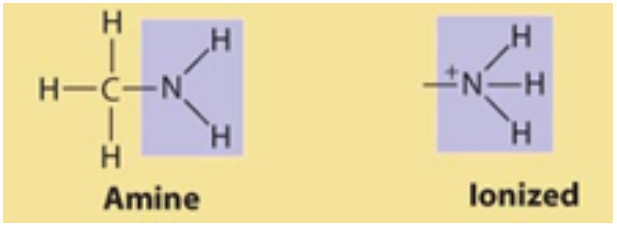


المجاميع الوظيفية للمركبات العضوية

- **Amino group** — composed of a nitrogen bonded to two hydrogen atoms and a carbon skeleton

- **مجموعة أمين** – مكونة من نيتروجين مرتبط بذرتي هيدروجين وهيكل كربوني

Amino group
—NH_2

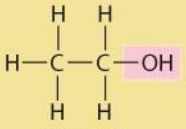
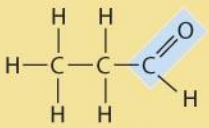
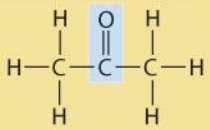
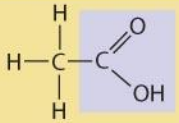
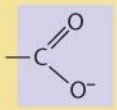
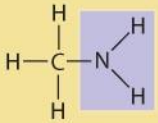
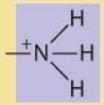
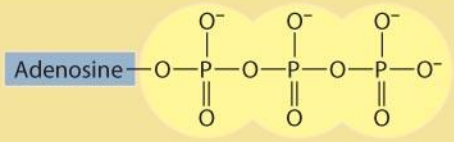
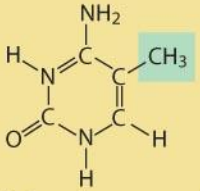


- **Phosphate group** — consists of a phosphorus atom bonded to four oxygen atoms

- **مجموعة فوسفات** – تتكون من ذرة فوسفور مرتبطة بأربعة ذرات أوكسجين

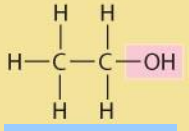
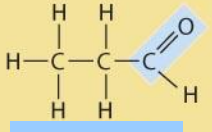
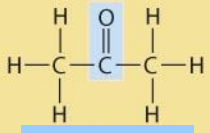
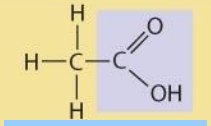
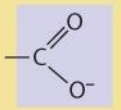
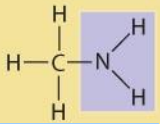
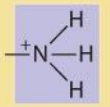
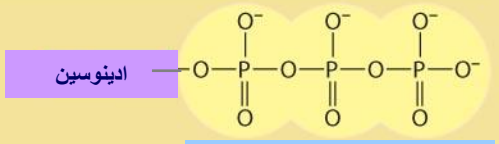
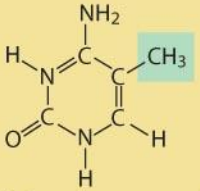
Phosphate group
—OPO_3^{2-}

TABLE 3.2 FUNCTIONAL GROUPS OF ORGANIC COMPOUNDS

Functional Group	Examples
Hydroxyl group —OH	 Alcohol
Carbonyl group C=O	 Aldehyde  Ketone
Carboxyl group —COOH	 Carboxylic acid  Ionized
Amino group —NH_2	 Amine  Ionized
Phosphate group —OPO_3^{2-}	 Organic phosphate (ATP)
Methyl group —CH_3	 Methylated compound

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

TABLE 3.2 FUNCTIONAL GROUPS OF ORGANIC COMPOUNDS

المجموعة الوظيفية	أمثلة
مجموعة هيدروكسيل —OH	 كحول
مجموعة كربونيل C=O	 الدهايد  كيتون
مجموعة كاربوكسيل —COOH	 حمض كربوكسيلي  حمض كربوكسيلي مؤين
مجموعة أمين —NH_2	 أمين  أمين مؤين
مجموعة فوسفات —OPO_3^{2-}	 فوسفات عضوي (ATP)
مجموعة ميثيل —CH_3	 مركب ميثيلي

3.3 Cells make a huge number of large molecules from a small set of small molecules

تقوم الخلايا بصنع عدد مهيل من الجزيئات الكبيرة من مجموعة صغيرة من الجزيئات الصغيرة

- There are four classes of biological molecules
  - هناك أربعة أصناف من الجزيئات الحيوية
    - Carbohydrates — الكربوهيدرات
    - Proteins — البروتينات
    - Lipids — الليبيدات (الدهون)
    - Nucleic acids — الأحماض النووية

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

3.3 Cells make a huge number of large molecules from a small set of small molecules

تقوم الخلايا بصنع عدد مهيل من الجزيئات الكبيرة من مجموعة صغيرة من الجزيئات الصغيرة

- The four classes of biological molecules contain very large molecules
- تشمل الأصناف الأربعة من الجزيئات الحيوية جزيئات كبيرة جداً
  - They are often called **macromolecules** because of their large size
  - تسمى عادة **بالجزيئات الكبيرة** لحجمها الكبير
  - They are also called **polymers** because they are made from identical building blocks strung together
  - تسمى أيضاً **بالبوليميرات** لأنها مكونة من وحدات بنائية متماثلة متماسكة بقوة
  - The building blocks are called **monomers**
  - تسمى وحدات البناء **بالمونيميرات**

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

3.3 Cells make a huge number of large molecules from a small set of small molecules

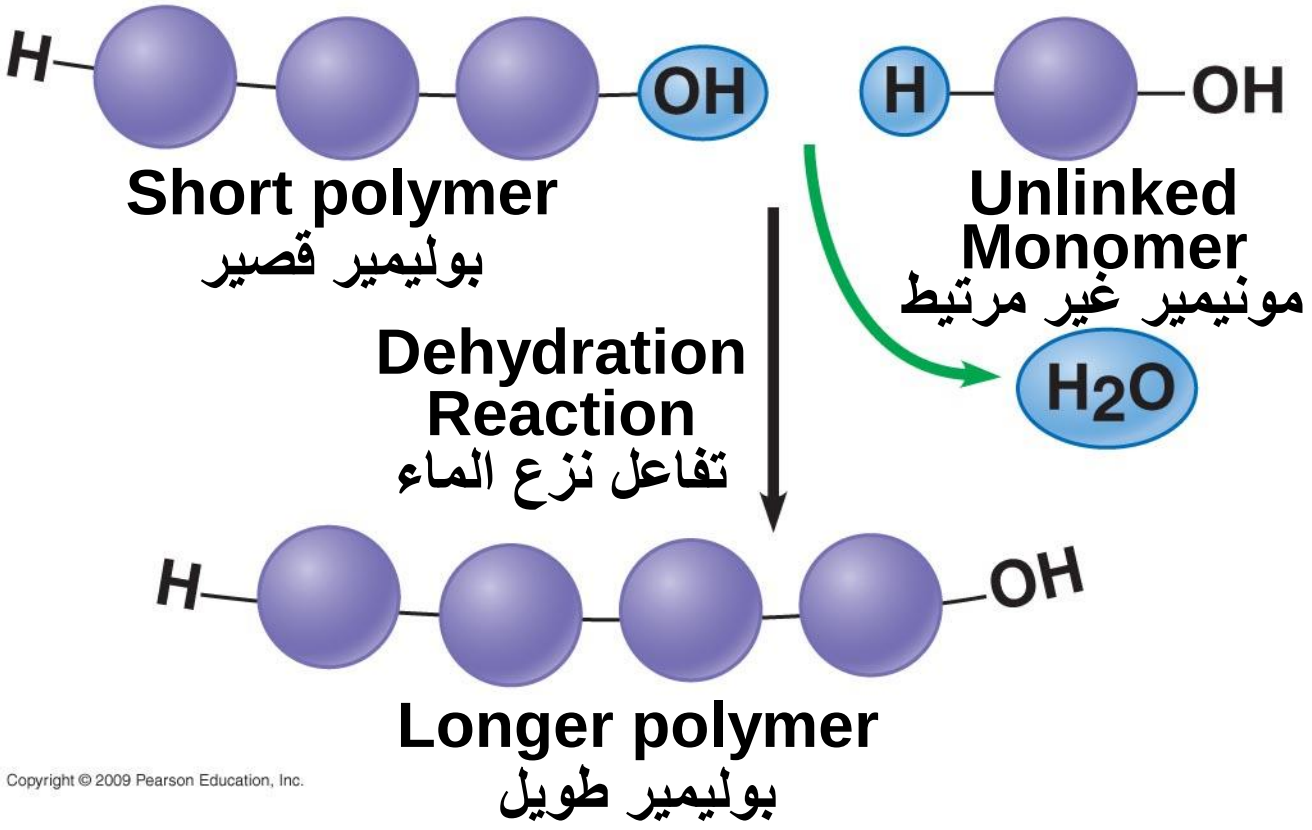
تقوم الخلايا بصنع عدد مهيل من الجزيئات الكبيرة من مجموعة صغيرة من الجزيئات الصغيرة

- Monomers are linked together to form polymers through **dehydration reactions**, which remove water
  - ترتبط المونيميرات ببعضها لتكون بوليميرات **بتفاعلات نزع الماء**
- Polymers are broken apart by **hydrolysis**, the addition of water
  - تتحل البوليميرات **بالتميؤ** أو **الحلمأة (بإضافة الماء)**
- All biological reactions of this sort are mediated by **enzymes**, which speed up chemical reactions in cells
  - كل هذه العمليات الحيوية من هذا النوع تتوسط فيها **الإنزيمات** التي تسرع من التفاعلات الكيميائية في الخلايا

PLAY **Animation: Polymers**

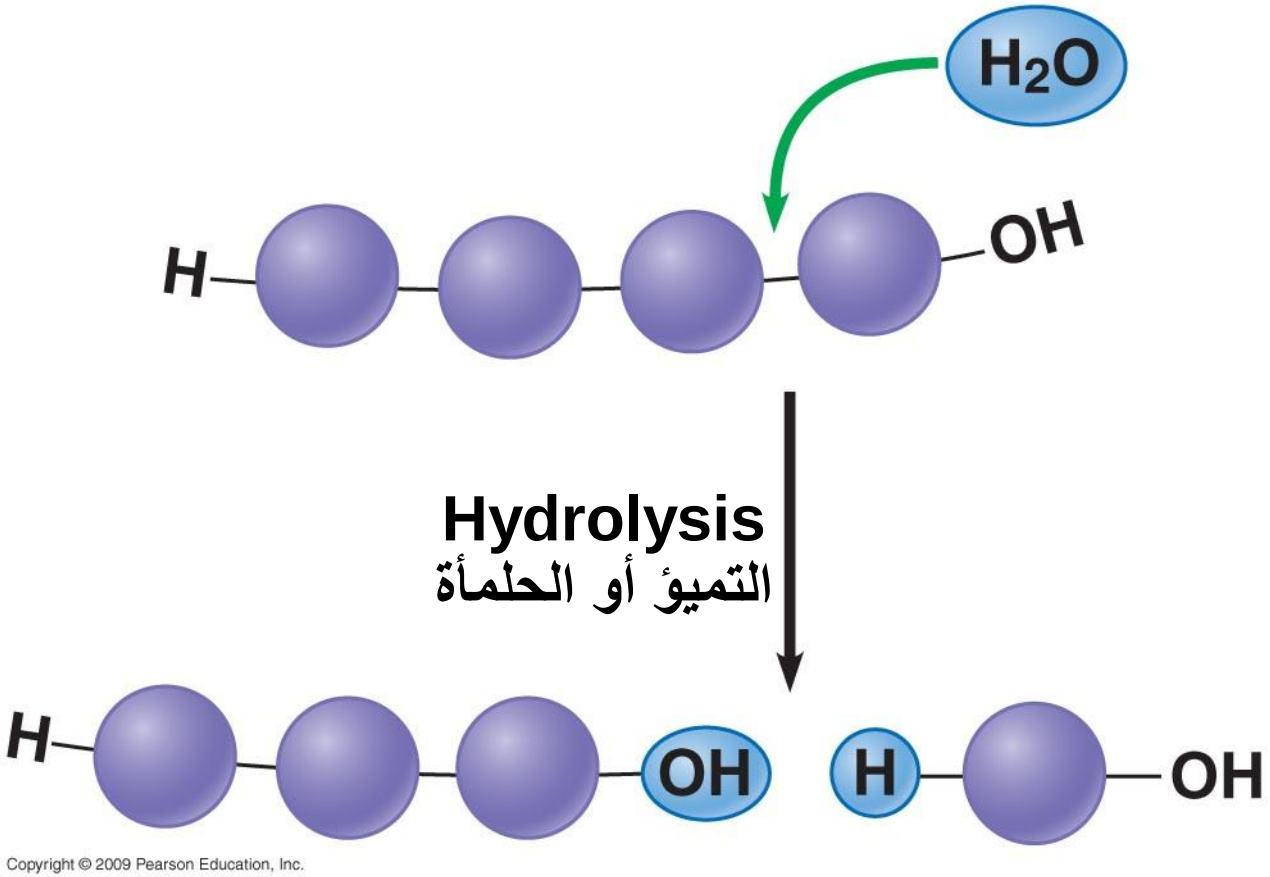
Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

Dehydration reactions build a polymer chain
بناء سلسلة بوليمير بتفاعلات نزع الماء



Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

Hydrolysis breaks a polymer chain
بالتميؤ أو بالحلمأة تنحل سلسلة البوليمير



Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

PROTEINS البروتينات

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

3.11 Proteins are essential to the structures and functions of life
البروتينات هامة للتراكيب الحيوية ووظائفها

- A **protein** is a polymer built from various combinations of 20 amino acid monomers
  - **البروتين** عبارة عن بوليمر يبنى من توافيق بين 20 من مونيمرات الأحماض الأمينية
  - Proteins have unique structures that are directly related to their functions
    - تمتلك البروتينات تراكيب فريدة تتناسب مع وظائفها
  - **Enzymes**, proteins that serve as metabolic catalysts, regulate the chemical reactions within cells
    - **الإنزيمات** عبارة عن بروتينات تقوم بالتحفيز الأيضي فهي بذلك تنظيم التفاعلات الكيميائية التي تجري في الخلية

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

3.11 Proteins are essential to the structures and functions of life

البروتينات هامة للتراكيب الحيوية ووظائفها

- **Structural** proteins provide associations between body parts and **contractile** proteins are found within muscle

- تقوم البروتينات **البنائية** بمهمة الربط بين إجزاء الجسم ، في حين أن البروتينات **الإنقباضية** توجد في العضلات

- **Defensive** proteins include antibodies of the immune system, and **signal** proteins are best exemplified by the hormones

- تشمل البروتينات **الدفاعية** الأجسام المضادة للجهاز المناعي ، وخير مثال لبروتينات **الإشارة** هو الهرمونات

- **Receptor** proteins serve as antenna for outside signals, and **transport** proteins carry oxygen

- تعمل البروتينات **المستقبلة** كقرون استشعار للإشارات الخارجية ، وتقوم البروتينات **الناقلة** بحمل الأوكسجين

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

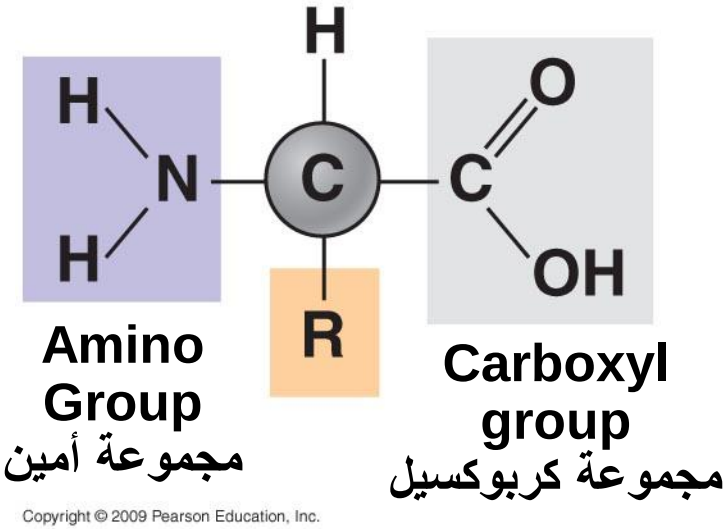
3.12 Proteins are made from amino acids linked by peptide bonds

تتكون البروتينات من أحماض أمينية ترتبط بروابط بيبتيدية

- **Amino acids**, the building blocks of proteins, have an amino group and a carboxyl group
  - **الأحماض الأمينية** هي الوحدات البنائية للبروتين ، ولها مجموعة أمين ومجموعة كربوكسيل
    - Both of these are covalently bonded to a central carbon atom
    - يرتبط كلاهما تساهميًا بذرة كربون مركزية
    - Also bonded to the central carbon is a hydrogen atom and some other chemical group symbolized by R
    - يرتبط أيضًا بالكربون المركزي ذرة هيدروجين ومجاميع كيميائية أخرى يرمز لها بـ R

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

General structure of an amino acid
التركيب العام للحمض الأميني



Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

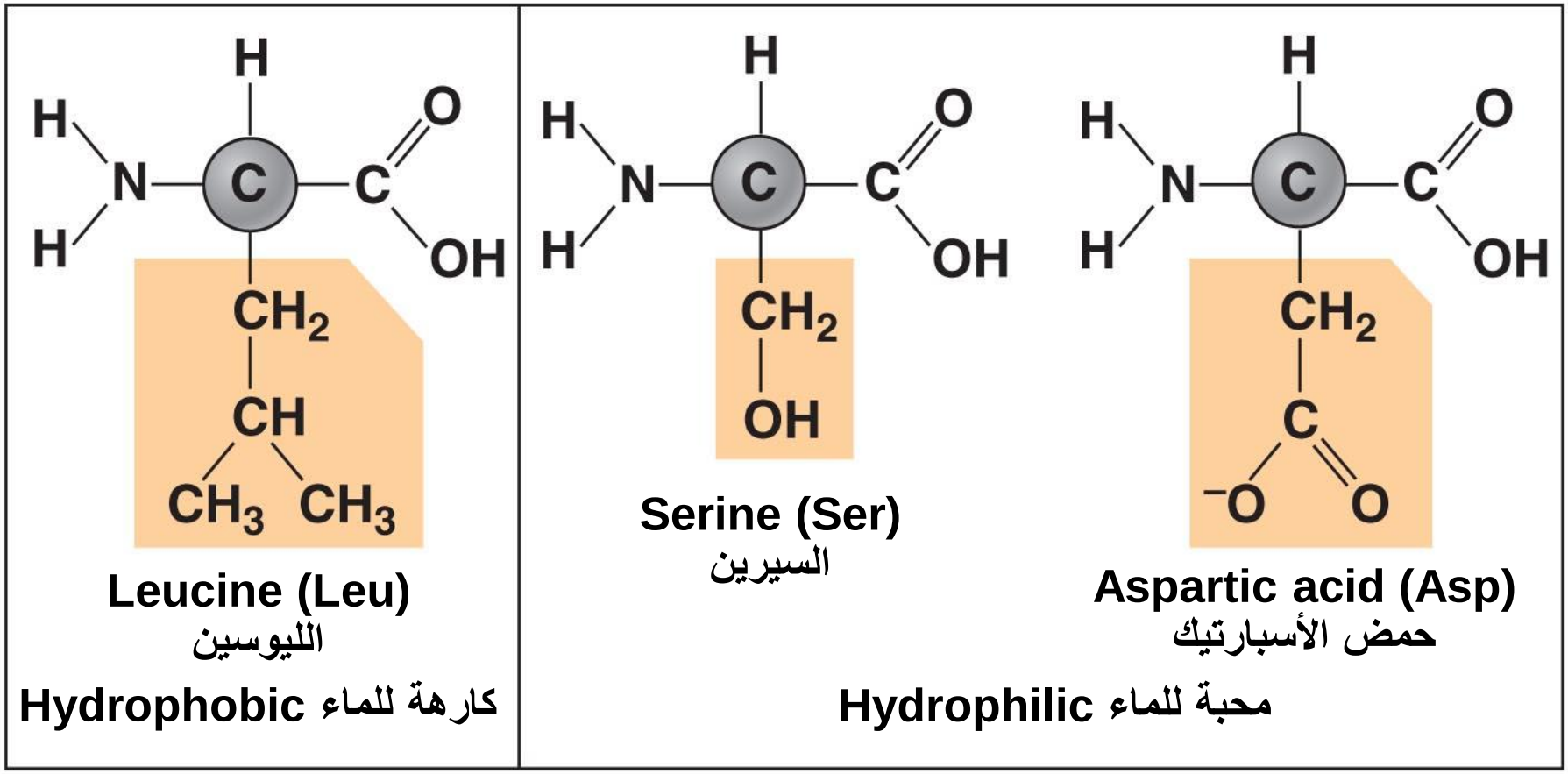
3.12 Proteins are made from amino acids linked by peptide bonds

تتكون البروتينات من أحماض أمينية ترتبط بروابط ببيتيدية

- Amino acids are classified as hydrophobic or hydrophilic
- تقسم الأحماض الأمينية إلى كارهة ومحبة للماء
  - Some amino acids have a nonpolar R group and are hydrophobic
  - تمتلك بعض الأحماض الأمينية مجموعة R غير قطبية وهي بذلك كارهة للماء
  - Others have a polar R group and are hydrophilic, which means they easily dissolve in aqueous solutions
  - بينما يمتلك البعض الآخر مجموعة R قطبية وهي بذلك محبة للماء ، أي أنها تذوب بسهولة في المحاليل المائية

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

Examples of amino acids with hydrophobic and hydrophilic R groups
أمثلة للأحماض الأمينية ذات مجاميع R قطبية وغير قطبية



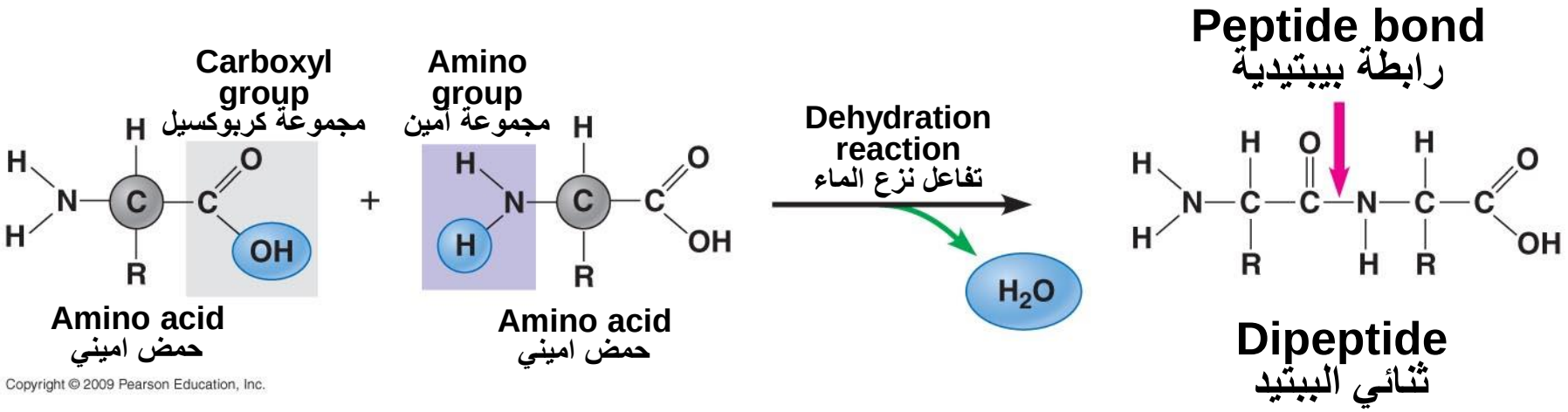
Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

3.12 Proteins are made from amino acids linked by peptide bonds
تتكون البروتينات من أحماض أمينية ترتبط بروابط ببيتيدية

- Amino acid monomers are linked together to form polymeric proteins
  - ترتبط مونيمرات الأحماض الأمينية ببعضها لتكون مبلمرات متعددة بروتينية
  - This is accomplished by an enzyme-mediated dehydration reaction
    - يحدث هذا عن طريق تفاعل نزع الماء بوساطة إنزيمية
  - This links the carboxyl group of one amino acid to the amino group of the next amino acid
    - وهذا من شأنه ربط مجموعة الكربوكسيل لحمض اميني بمجموعة الأمين لحمض الأميني يتلوه
      - The covalent linkage resulting is called a **peptide bond**
        - تسمى الرابطة التساهمية الناتجة من ذلك **بالرابطة البيتيدية**

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

Peptide bond formation
تكوين الرابطة الببتيدية

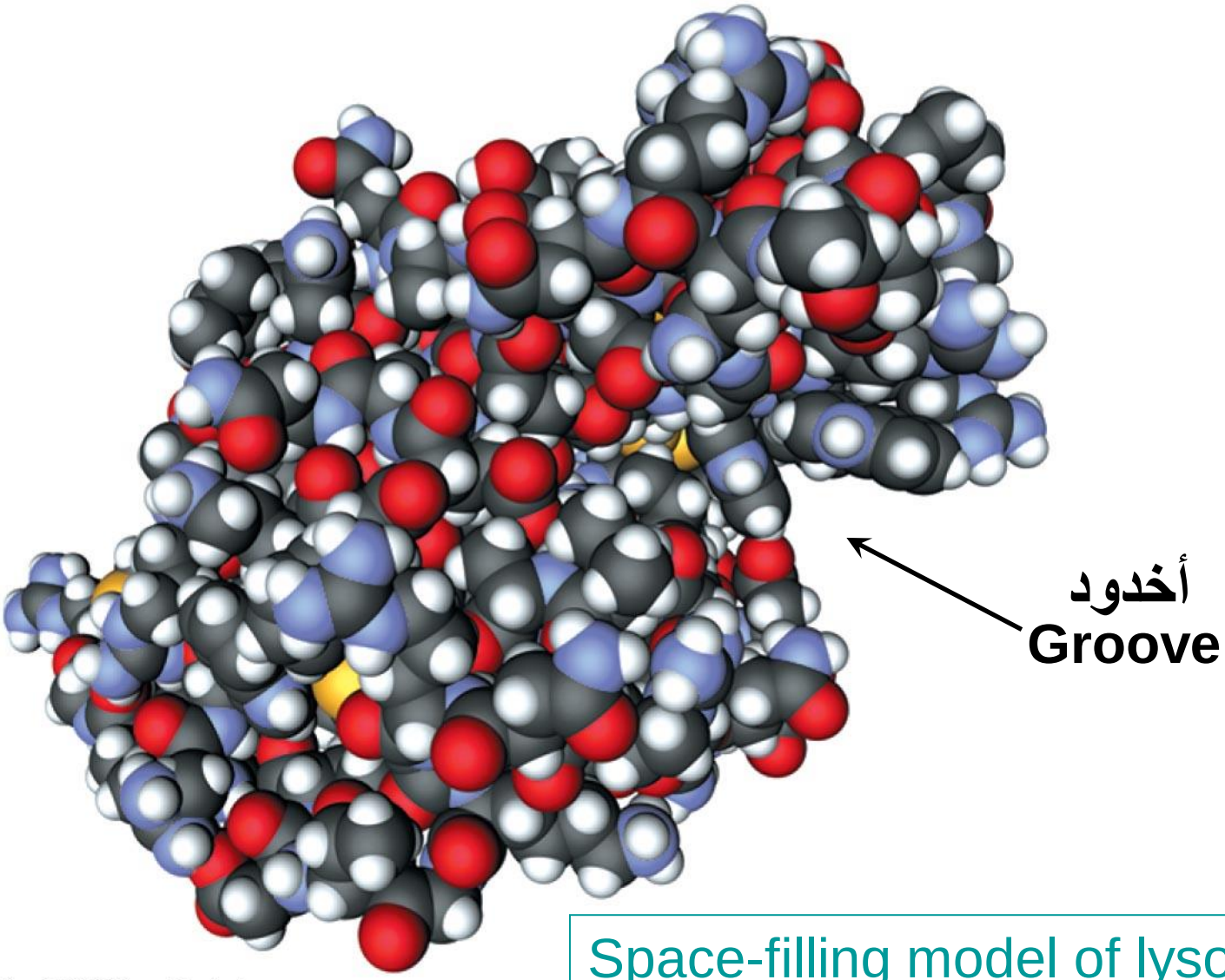


Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

3.13 A protein's specific shape determines its function
تتحدد وظيفة البروتين بشكله

- A polypeptide chain contains hundreds or thousands of amino acids linked by peptide bonds
  - تحتوي سلسلة عديد الببتيد على مئآت أو آلآف الأحماض الأمينية المتصلة بروابط ببتيدية
  - The amino acid sequence causes the polypeptide to assume a particular shape
  - يتسبب تسلسل الأحمض الأمينية في أن يتخذ عديد الببتيد شكل محدد
  - The shape of a protein determines its specific function
  - يحدد شكل البروتين وظيفته الخاصة به

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.



Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

Space-filling model of lysozyme

نموذج فراغي للإنزيم المحلل البروتيني

3.14 A protein's shape depends on four levels of structure
يعتمد شكل البروتين على أربعة مستويات من التركيب

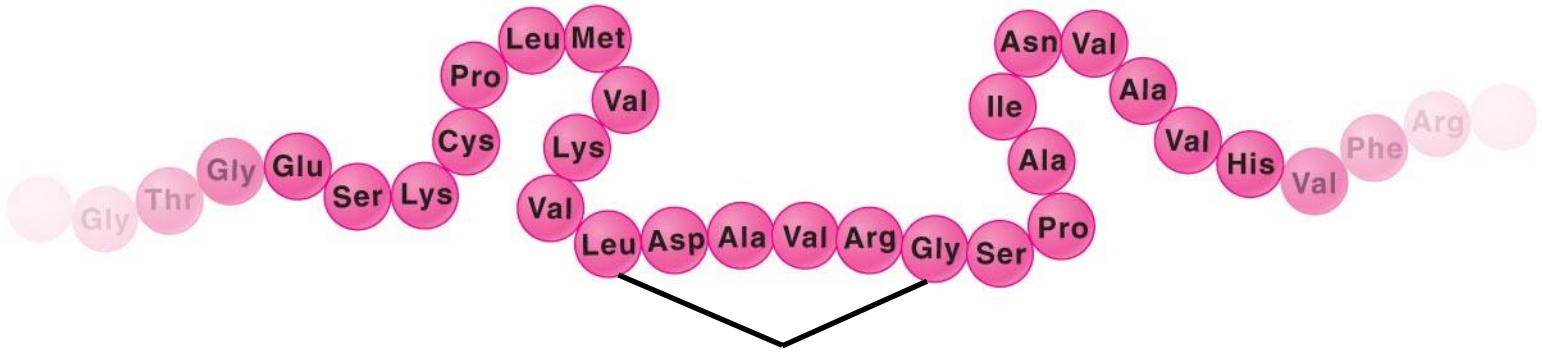
- A protein can have four levels of structure
  - يمكن أن يكون للبروتين أربعة مستويات من التركيب
    - Primary structure — التركيب الاولي
    - Secondary structure — التركيب الثانوي
    - Tertiary structure — التركيب الثالثي
    - Quaternary structure — التركيب الرباعي

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

3.14 A protein's shape depends on four levels of structure
يعتمد شكل البروتين على أربعة مستويات من التركيب

- The **primary structure** of a protein is its unique amino acid sequence
- **التركيب الأولي** للبروتين عبارة عن تسلسل فريد من الأحماض الأمينية
  - The correct amino acid sequence is determined by the cell's genetic information
  - يتحدد التسلسل الصحيح للأحماض الأمينية بالمعلومات الوراثية الخلوية
  - The slightest change in this sequence affects the protein's ability to function
  - تتأثر قدرة البروتين على القيام بوظيفته بأبسط تغير في هذا التسلسل

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.



Amino acids
أحماض أمينية

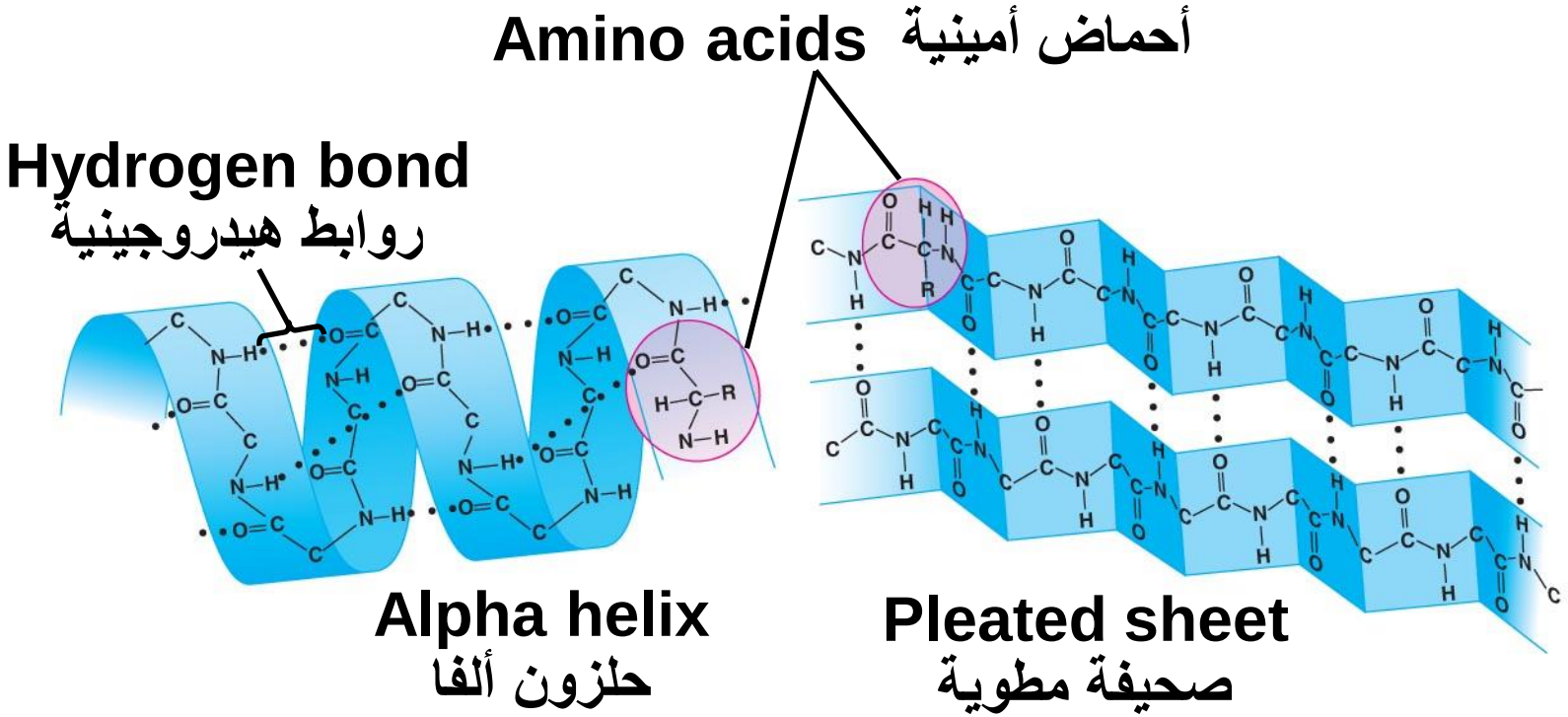
Primary structure
التركيب الاولي

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

3.14 A protein's shape depends on four levels of structure
يعتمد شكل البروتين على أربعة مستويات من التركيب

- Protein **secondary structure** results from coiling or folding of the polypeptide
  - ينتج **التركيب الثانوي** للبروتين بإلتفاف أو طي متعدد الببتيد
    - Coiling results in a helical structure called an **alpha helix**
    - ينتج عن عملية الإلتفاف التركيب الحلزوني المسمى **بحلزون ألفا**
    - Folding may lead to a structure called a **pleated sheet**
    - قد يؤدي الطي الى تركيب يسمى **بالصحيفة المطوية**
      - Coiling and folding result from hydrogen bonding between certain areas of the polypeptide chain
      - ينتج الإلتفاف والطي من تكون الروابط الهيدروجينية بين مناطق محددة في سلسلة متعدد الببتيد

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.



Secondary structure التركيب الثانوي

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

3.14 A protein's shape depends on four levels of structure
يعتمد شكل البروتين على أربعة مستويات من التركيب

- The overall three-dimensional shape of a protein is called its **tertiary structure**

- يعرف الشكل الشامل الثلاثي الأبعاد للبروتين **بالتركيب الثالثي**

  - Tertiary structure generally results from interactions between the R groups of the various amino acids

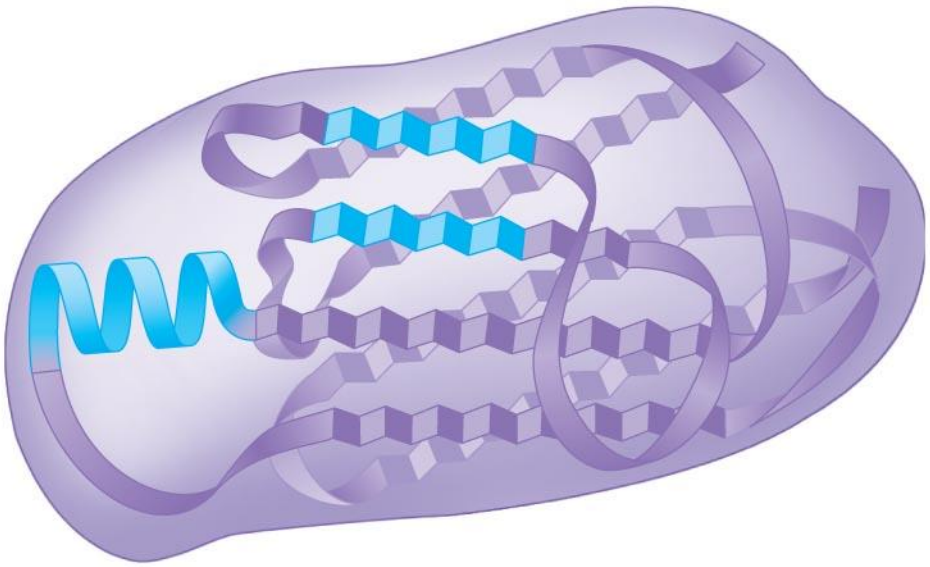
  - ينشأ التركيب الثالثي بصفة عامة من التفاغلات الداخلية بين مجاميع R للأحماض الأمينية المختلفة

  - Disulfide bridges are covalent bonds that further strengthen the protein's shape

  - وهناك جسور ثنائي الكبريتيد اتي هي روابط تساهمية تزيد من قوة الشكل البروتيني تركيبه الثالثي

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

Globular Polypeptide (single subunit of transthyretin)
متعدد البيبتيدات الكروية (وحدة فرعية مفردة للترانسثيريتين)



Tertiary structure
التركيب الثالثي

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

3.14 A protein's shape depends on four levels of structure
يعتمد شكل البروتين على أربعة مستويات من التركيب

- Two or more polypeptide chains (subunits) associate providing **quaternary structure**

- تتحد سلسلتان أو أكثر (وحدات فرعية) من متعدد الببتيد وهي في تركيبها الثانوي أو الثالثي مكونة **التركيب الرباعي** للبروتين

  - Collagen is an example of a protein with quaternary structure

  - الكوللاجين هو مثال البروتين في تركيبه الرباعي

  - Its triple helix gives great strength to connective tissue, bone, tendons, and ligaments

  - يعطي حلزونه الثلاثي قوة هائلة للأنسجة الضامة والعظام والأوتار والأربطة

PLAY Animation: Protein Structure Introduction

PLAY Animation: Primary Protein Structure

PLAY Animation: Secondary Protein Structure

PLAY Animation: Tertiary Protein Structure

PLAY Animation: Quaternary Protein Structure

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

Polypeptide chain (alpha helix)
سلسلة متعدد الببتيد (حلزون ألفا)

Collagen is a fibrous protein with helical subunits Interwind into a larger triple helix, this arrangement gives the long fibers great strength

الكوللاجين بروتين ليفي حيث تلتف فيه ثلاث وحدات فرعية من سلسلة متعدد الببتيدات في تركيبها الثانوي والمتخذة كل منها هيئة حلزون ألفا حول بعضها البعض التفافاً حلزونياً مكونة وحدة حلزونية ثلاثية تجعل الألياف الطويلة في غاية القوة

Triple helix
حلزون ثلاثي

Collagen fiber
ليفة الكوللاجين

Transthyretin, with four identical globular polypeptide subunits

الترانسثيريتين بأربع وحدات فرعية كروية متماثلة من متعدد البيبتيدات

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

Quaternary structure

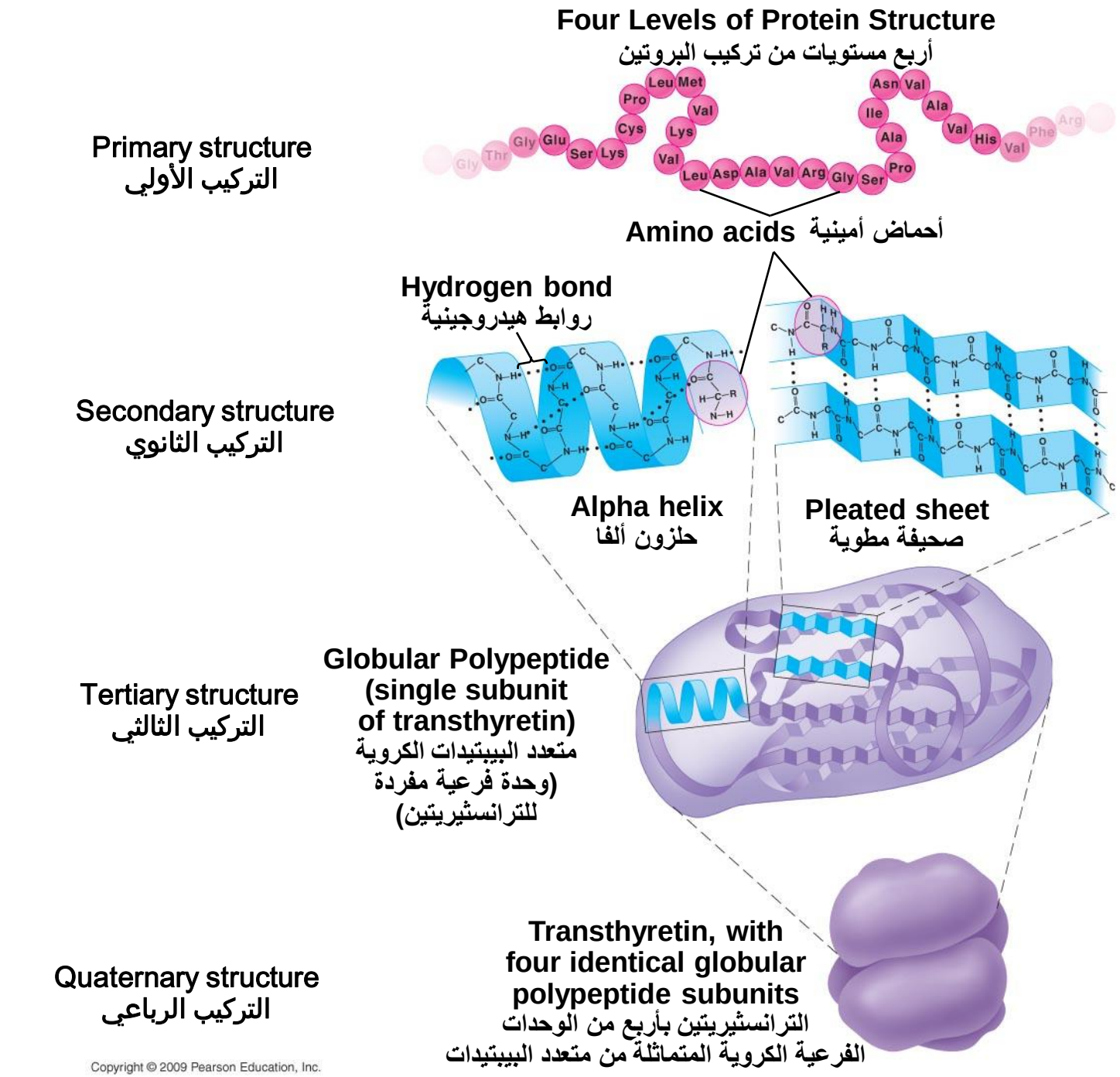
التركيب الرابعي

Transthyretin:

A plasma protein consisting of 127 amino acids that binds retinol and thyroxine

الترانسثيريتين :

هو من بروتينات البلازما ويتكون من 127 حمض أميني ويقوم بربط الريتينول مع الثايروكسين



Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.

3.13 A protein's specific shape determines its function
تتحدد وظيفة البروتين بشكله

- If for some reason a protein's shape is altered, it can no longer function
  - لو تغير شكل البروتين لأي سبب فإن ذلك يؤدي لإيقاف وظيفته
    - **Denaturation** will cause polypeptide chains to unravel and lose their shape and, thus, their function
    - يتسبب **المسخ** في حل سلسلة عديد الببتيد وفقدان شكله وبالتالي وظيفته
    - Proteins can be denatured by changes in salt concentration and pH
    - قد يُمسخ البروتين بتغييرات في تركيز الملوحة أو الحموضة

Copyright © 2009 Pearson Education, Inc.