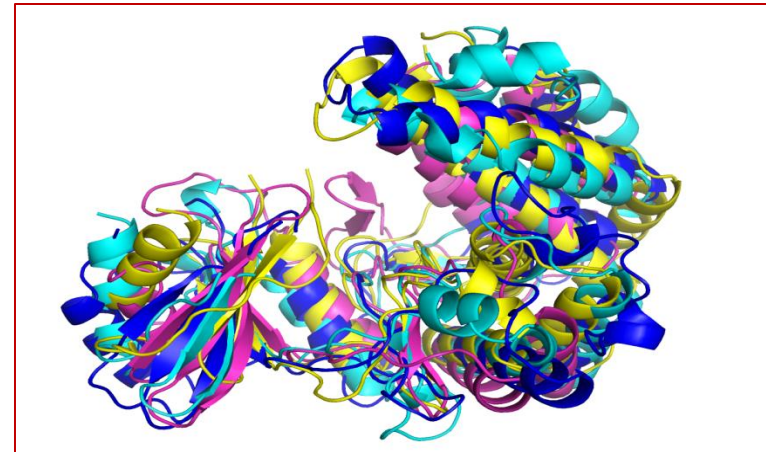


البروتينات (Proteins)

مقرر 101 كيج
محاضرة رقم 8 - 11
إعداد: أ. عاتكة الشمري

T. Atika AL-Shammari



تعريف البروتينات

- تُعرف البروتينات على أنها سلسلة من الأحماض الأمينية المرتبطة مع بعضها البعض بروابط ببتيدية (Peptide bond) غير متفرعة.
- تعتبر البروتينات من الجزيئات الكبيرة ذات الأوزان الجزيئية العالية والتي تختلف فيما بينها باختلاف نوع و تسلسل وعدد الأحماض الأمينية المكونة لها.
- من أهم أمثلة البروتينات:
 - ✓ الهيموجلوبين (البروتين الأساسي لكريات الدم الحمراء)
 - ✓ الألبومين (بروتين بياض البيض)
 - ✓ الإنسولين (هرمون ينظم مستوى السكر في الدم)

وظائف البروتينات

- تدخل البروتينات في تركيب كثير من المكونات الحيوية للكائنات الحي، مثل الأغشية الحيوية، الأنسجة، والشعر.
- تؤدي وظائف عديدة كمحفزات للتفاعلات الكيميائية مثل الإنزيمات.
- لها وظائف مناعية مثل الأجسام المضادة.
- مصدراً للأحماض الأمينية الأساسية التي لا يستطيع الجسم تكوينها.
- تساعد في نقل السوائل العصبية والصفات الوراثية.

تقسيم البروتينات على حسب تركيبها

البروتينات البسيطة :Simple proteins

هي البروتينات التي ينتج عن تحليلها المائي أحماض أمينية فقط.

البروتينات المركبة :Conjugated proteins

هي البروتينات التي ينتج عن تحليلها المائي بالإضافة إلى الأحماض الأمينية مركبات عضوية أو غير عضوية.

- ويسمى الجزء الغير عضوي والمرتبط بالأحماض الأمينية بالمجموعة المرتبطة (Prosthetic group).

تقسيم البروتينات على حسب خصائصها الفيزيائية

البروتينات الكروية Globular proteins:

تذوب في المحاليل المائية ولها قابلية إنتشار سريعة وتمتاز سلاسلها الببتيدية بكثرة إتفافها مكونة أشكال كروية تمتلك القدرة على الحركة والإنتقال.
مثال: جميع الإنزيمات وبروتينات الدم التي تملك وظيفة النقل (مثل الهيموجلوبين والألبومين).

البروتينات الليفية Fibrous proteins:

لا تذوب في الماء ولها قوام كثيف وتعتبر عناصر تركيبية ووقائية للكائن الحي.
مثال: بروتين ألفا كيراتين والكولاجين.

تصنيف البروتينات على حسب الوظيفة

(1) العناصر التركيبية :Structural elements

هي بروتينات تُستخدم في تركيب وبناء الأنسجة.
من أهم الأمثلة عليها بروتين الكولاجين الذي يُستخدم في تركيب الأنسجة الرابطة والعظام في الحيوانات الراقية.

(2) الإنزيمات :Enzymes

هي بروتينات محفزة للتفاعلات الكيميائية ويزيد عددها عن 1500 إنزيم، كل منها يحفز تفاعلاً كيميائياً خاصاً. مثل الكتاليز والفوسفاتيز.

تصنيف البروتينات على حسب الوظيفة

(3) البروتينات المتقلصة Contractile proteins:

تكون بعض البروتينات العناصر الأساسية للأجهزة المتقلصة والمتحركة وأهم هذه البروتينات الأكتين (Actin) والمايوسين (Myosin) وهما عنصران أساسيان في الجهاز العضلي.

(4) الهرمونات Hormones:

هي مركبات تُفرز من الغدد الصماء مثل هرمون الإنسولين الذي يُفرز من البنكرياس ويقوم بتنظيم مستوى السكر في الدم. يُفرز هرمون النمو من الغدة النخامية الأمامية حيث يعمل على تنظيم عملية النمو.

تصنيف البروتينات على حسب الوظيفة

(5) البروتينات الناقلة :Transport proteins

بعض البروتينات لها قابلية لنقل جزيئات خاصة من نسيج إلى آخر عن طريق الدم.

على سبيل المثال:

✓ يتحد الألبومين (بروتين) الموجود في مصل الدم مع الأحماض الدهنية الحرة لينقلها إلى الأنسجة الدهنية.

✓ يقوم الهيموجلوبين بنقل الأوكسجين من الرئتين إلى أنسجة الجسم المختلفة عن طريق الدم.

تصنيف البروتينات على حسب الوظيفة

(6) البروتينات الخازنة Storage proteins:

تُستخدم هذه البروتينات لحزن المواد الغذائية مثل البروتينات الموجودة في زلال البيض، وبروتين الفيرتين (Ferritin) الخازن الرئيسي للحديد في الأنسجة الحيوانية.

(7) البروتينات الوقائية Protective proteins:

لبعض البروتينات وظائف وقائية (دفاعية) ضد الأجسام الغريبة مثل الفيروسات والبكتيريا الضارة، وتسمى هذه البروتينات بالأجسام المضادة (Antibodies) حيث تتحد مع الأجسام الغريبة التي تدخل الجسم (Antigens) وتعطل عملها.

تقسيم البروتينات على حسب الطبيعة الكيميائية للمجموعة المرتبطة بها

نوع البروتين	المجموعة المرتبطة	مثال
البروتينات النووية Nucleoproteins	الأحماض النووية	الهستون
البروتينات المفسفرة Phosphoproteins	الفوسفات	كازين الحليب
البروتينات السكرية Glycoproteins	الكربوهيدرات	جلوبيولين الدم
البروتينات الهيمية Hemoproteins	الهيم (بروفين حديد)	الهيموجلوبين
البروتينات الدهنية Lipoproteins	الدهون	البروتين الدهني أ
البروتينات المعدنية Metalloproteins	معدن	بروتين الفيريتين.

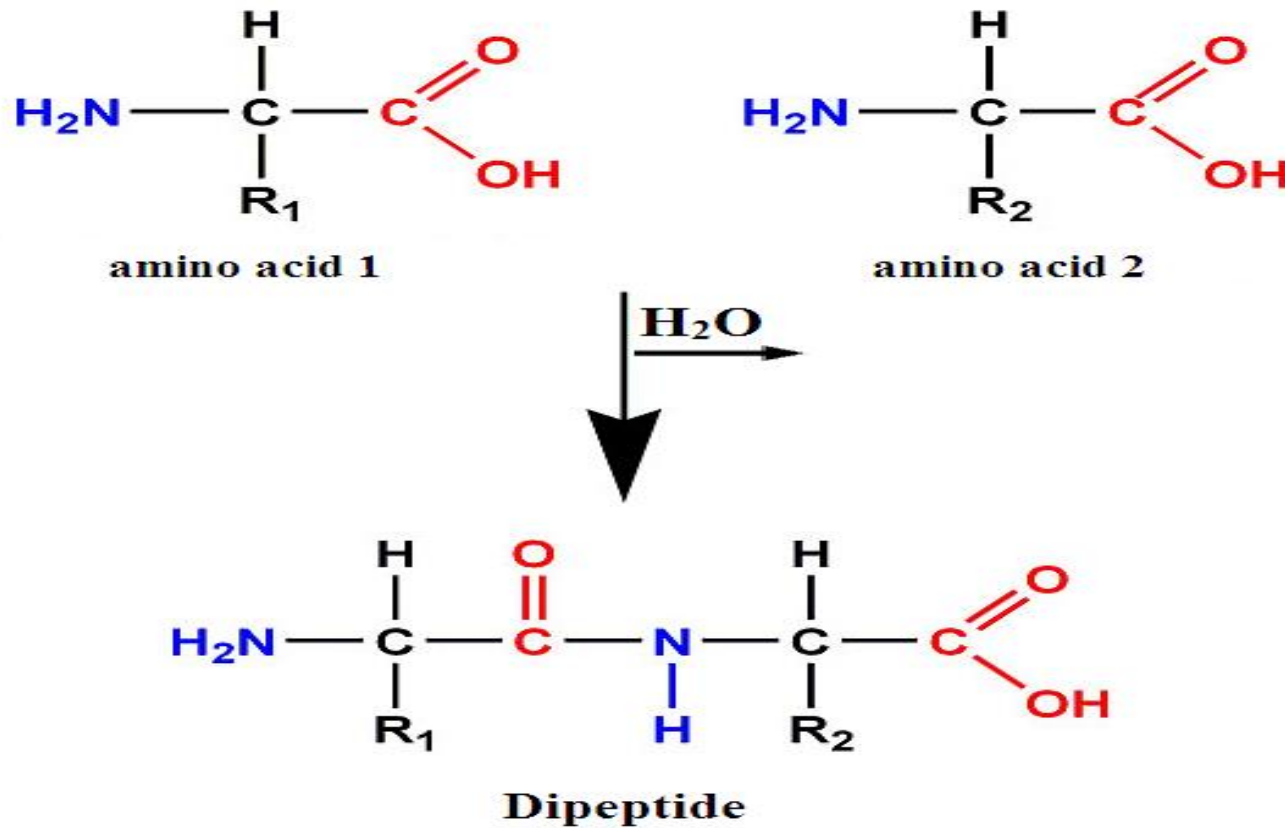
تكوين البروتينات

ينتج البروتين من ارتباط عدد كبير من الأحماض الأمينية مع بعضها البعض بتكوين رابطة ببتيدية بين كل حمض أميني والذي يليه مع فقد جزيء ماء.

الرابطة الببتيدية Peptide Bonds:

تنشأ الرابطة الببتيدية (رابطة تساهمية قوية) من اتحاد حمضين أميين عن طريق ارتباط مجموعة الكربوكسيل ألفا (COOH) للحمض الأميني الأول مع مجموعة الأمين ألفا (NH_2) للحمض الأميني الثاني ويتم نزع جزيء ماء نتيجة الاتحاد مكوناً رابطة ببتيدية (C=O-NH).

تكوين الرابطة الببتيدية



الببتيدات Peptides

- الببتيدات لها نفس التركيب الكيميائي للبروتينات ولكنها ذات سلاسل قصيرة.
- يتراوح عدد الأحماض الأمينية المكونة لها من حمضين أميين إلى خمسين حمض أميني.
- ينطبق عليها جميع خواص الأحماض الأمينية.
- إذا زاد عدد الأحماض الأمينية عن 50 إلى 100 حمض أميني يطلق عليها عديد الببتيد (Polypeptide) وما فوق ذلك يسمى بروتين.
- من أهم الببتيدات الحيوية، الببتيد الثلاثي الجلوتاثيون (Glutathione) الذي يتكون من ثلاثة أحماض أمينية هي حمض الجلوتاميك، السيستين، والجليسين.

تسمية الببتيدات

- تسمى الببتيدات حسب نوع و ترتيب الأحماض الأمينية المكونة لها.
- تبدأ التسمية بالحمض الأميني الطرفي الذي يحتوي على مجموعة أمين طرفية حرة و التي تظهر بالجهة اليسرى للببتيد.
- يضاف المقطع (-يل) (-yl) بنهاية اسم كل حمض اميني ماعدا الحمض الأميني الاخير الذي يحتوي على مجموعة كربوكسيل طرفية حرة.

• مثال:

يُسمى الببتيد المحتوي على **NH₂-Leu-Gly-Tyr-Cys-COOH** كالتالي:
لوسيل جلاسيل تايروزيل سيستايين

البنية التركيبية للبروتينات

- يتميز كل بروتين ببنية مختلفة عن البروتينات الأخرى، تُدعى هذه البنية بالحالة الأصلية للبروتين.

- يمكن أن يكون للبروتين أربع مستويات من التركيب (البناء) وهي:

Primary structure

✓ التركيب الأولي للبروتين

Secondary structure

✓ التركيب الثانوي للبروتين

Tertiary structure

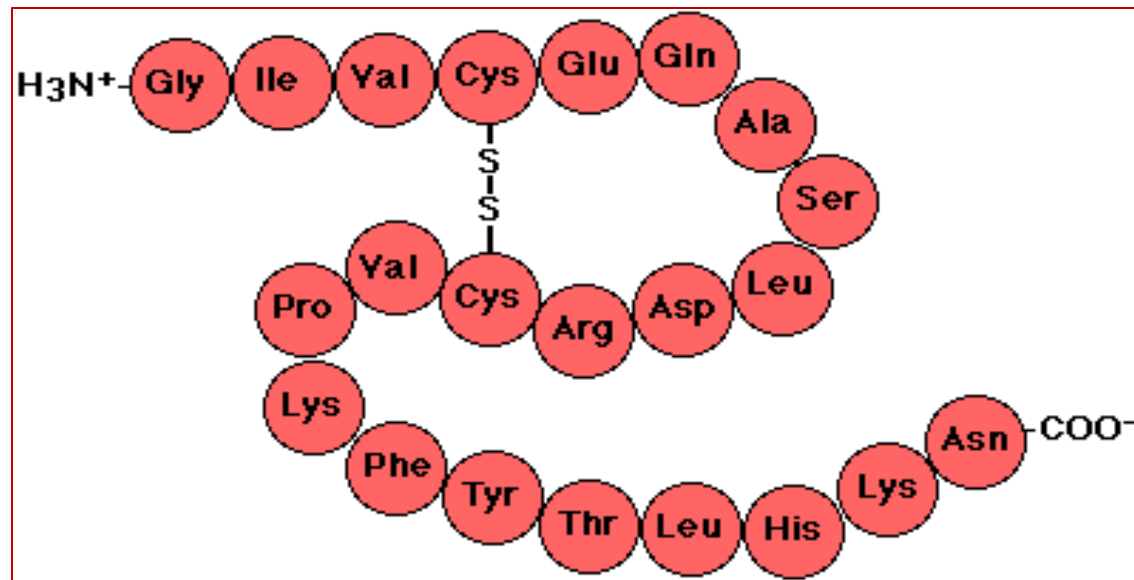
✓ التركيب الثلاثي للبروتين

Quaternary structure

✓ التركيب الرباعي للبروتين

التركيب الأولي للبروتين

هو عبارة عن تسلسل الأحماض الأمينية في سلسلة مرتبة خطياً ومرتبطة مع بعضها البعض بروابط ببتيدية.



التركيب الأولي للبروتين

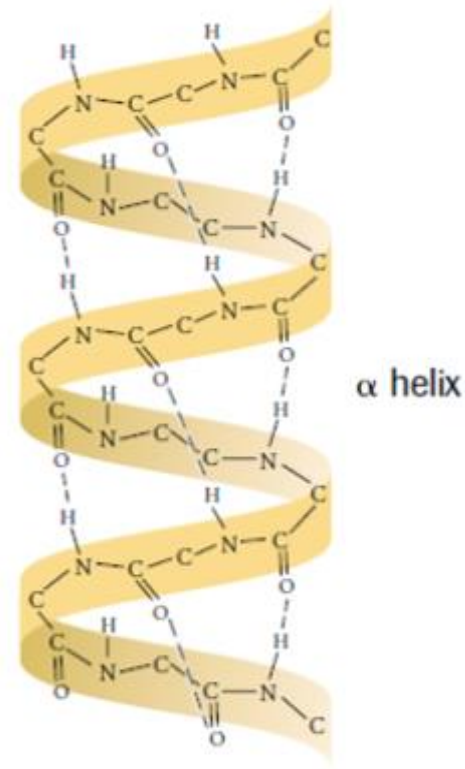
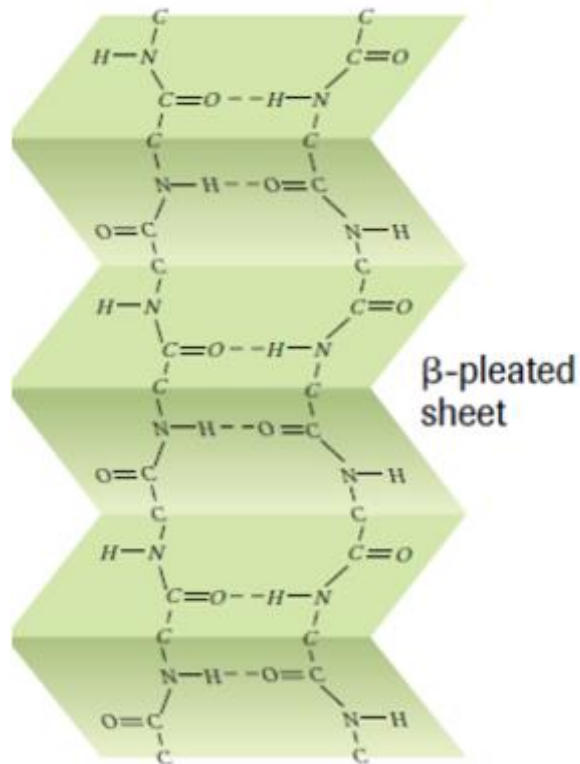
الروابط المسؤولة عن ثبات هذا التركيب:

- ✓ الروابط الببتيدية.
- ✓ روابط ثنائي الكبريتيد (S-S) والتي تتكون بين وحدتين من الحمض الأميني السيستين الموجودة في نفس السلسلة.
- هذه الروابط تساهمية قوية لا تتأثر بالتسخين ولا بالأحماض القوية والقواعد القوية.

التركيب الثانوي للبروتين

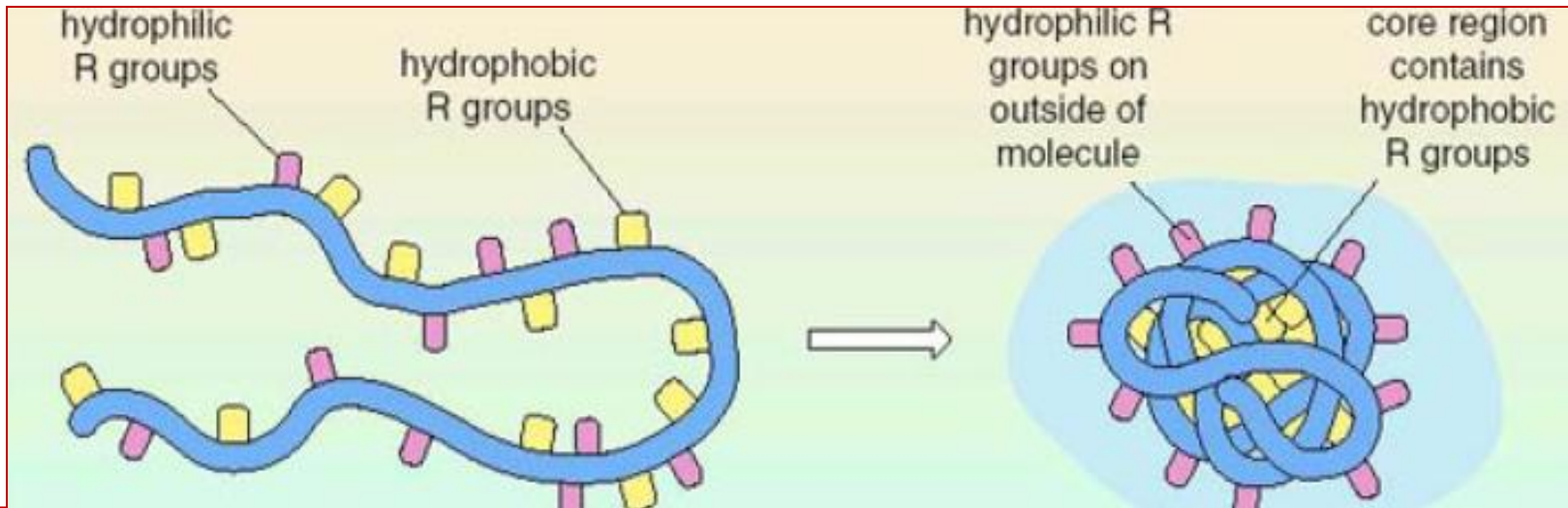
- ينتُج عن علاقة المجاميع الجانبية مع بعضها البعض حيث أن الأحماض الأمينية المتقاربة في البناء الأولي ترتبط مع بعضها البعض بروابط هيدروجينية مكونة شكل الصفائح أو الشكل الحلزوني.
- قد ينتُج التركيب الثانوي من عملية إتفاف السلسلة الأولية للبروتين عندها يكون البروتين ذو تركيب حلزوني يُسمى بحلزون ألفا (α -helix)، مثل الكيراتين والكولاجين.
- أو قد ينتُج من طي في السلسلة الأولية للبروتين مما يؤدي إلى تركيب يُسمى بالصفحة المطوية بيتا (β -plated sheet)، مثل بروتين الحرير.

التركيب الثانوي للبروتين



التركيب الثلاثي للبروتين

- في هذا التركيب، الأحماض الأمينية البعيدة عن بعضها البعض ترتبط بروابط غير تساهمية ضعيفة لتقليل المسافة فيما بينها مما يؤدي إلى إلتفاف البروتين حول نفسه وإعطاء الشكل النهائي للسلسلة الببتيدية للبروتين وحيد القطعة مثل الميوجلوبين.



التركيب الثلاثي للبروتين

ففي هذا الشكل:

- تقع معظم الأحماض الأمينية ذات المجاميع القطبية (المحبة للماء) على السطح الخارجي للبروتينات الكروية وتكون معرضة للماء.
- تختفي معظم الأحماض الأمينية غير القطبية (غير محبة للماء) عن السطح الخارجي وتدفن نفسها في البيئة الهيدروفوبية داخل جزئ البروتين بعيداً عن الماء.
- يمكن ملاحظة مواقع وحدات البرولين والتي تكون في إنحناءات سلسلة متعددة الببتيد.

التركيب الثلاثي للبروتين

هناك أربعة أنواع من الروابط بين السلسلة الجانبية للأحماض الأمينية التي تساعد في ثبات جزيء البروتين وتعطي التركيب الثلاثي للبروتين الشكل الكروي المستقر، وهي:

- ✓ الروابط الهيدروجينية.
- ✓ الروابط الهيدروفوبية.
- ✓ قوى فان دير فال.
- ✓ الروابط الأيونية.

التركيب الثلاثي للبروتين

الروابط الهيدروجينية:

- تنشأ الروابط هيدروجينية بين المجاميع الجانبية للأحماض الأمينية المكونة للسلسلة الببتيدية.
- مثال:** الرابطة المتكونة بين هيدروجين مجموعة الأمين وأكسجين مجموعة الكربوكسيل في السلاسل الجانبية للأحماض الأمينية.

الروابط الهيدروفوبية:

- هي تلك الرابطة التي تتكون بين السلاسل الجانبية للأحماض الأمينية المتعادلة الغير قطبية.
- تتنافر المجموعات الغير قطبية مع الماء وتتجاذب مع بعضها البعض وبالتالي تكون في جزء البروتين الكروي الداخلي بعيدة عن الماء.

التركيب الثلاثي للبروتين

قوى فان دير فال:

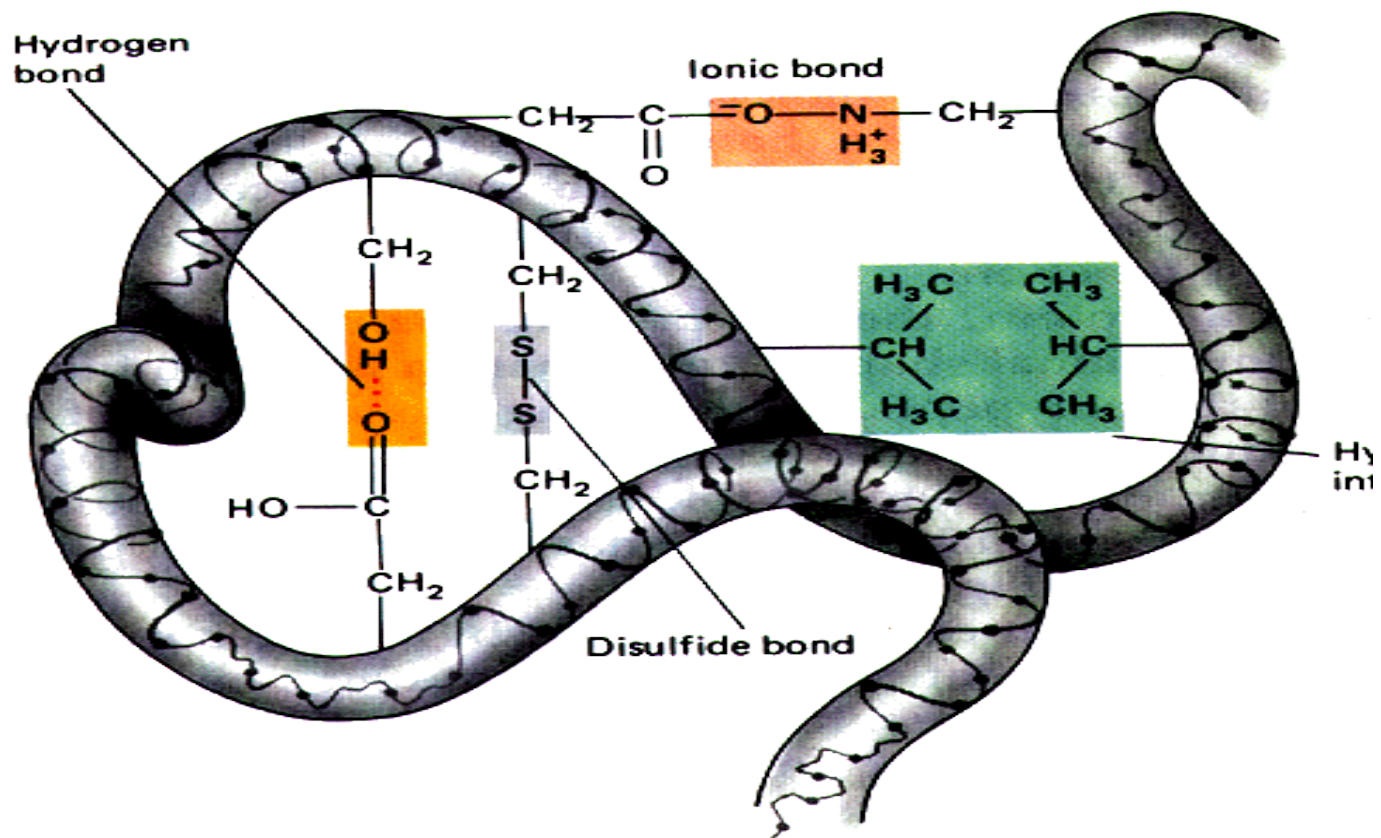
- هي تلك الروابط التي تنشأ بين زوج من الأقطاب الكهربائية متساويين في القوة ومتضادين في الشحنة ومفصولين عن بعضهما بمسافة قصيرة.

الروابط الأيونية:

- تتكون من ارتباط مجاميع الأمين ومجاميع الكربوكسيل المتأينة في السلاسل الجانبية للأحماض الأمينية المشحونة.

مثال: تنشأ هذه الرابطة عند تقارب مجموعة الكربوكسيل في حمض الأسبارتك من مجموعة الأمين في الأرجنين.

التركيب الثلاثي للبروتين



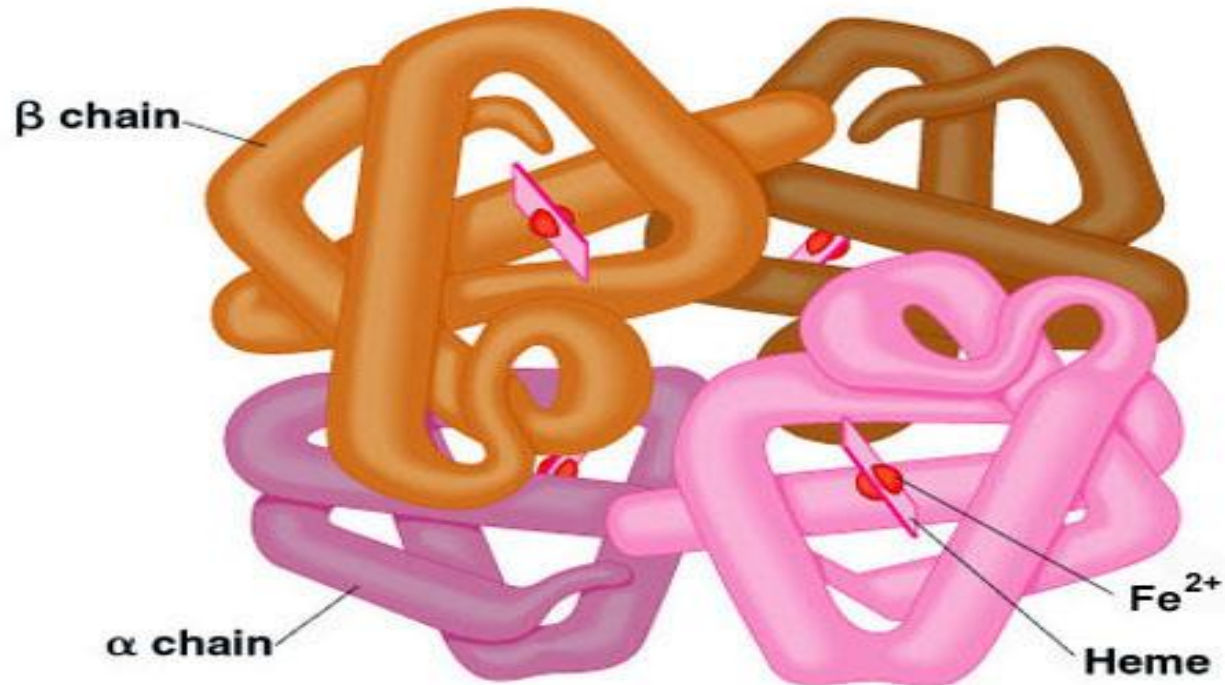
التركيب الرباعي للبروتين

- ينتج من التفاف جزيء بروتين مع جزيء بروتين آخر أو أكثر.
- الروابط التي تسبب استقرار التركيب الثلاثي هي نفسها التي تسبب استقرار التركيب الرباعي للبروتين وهي روابط ضعيفة غير تساهمية وأخرى تساهمية قوية.

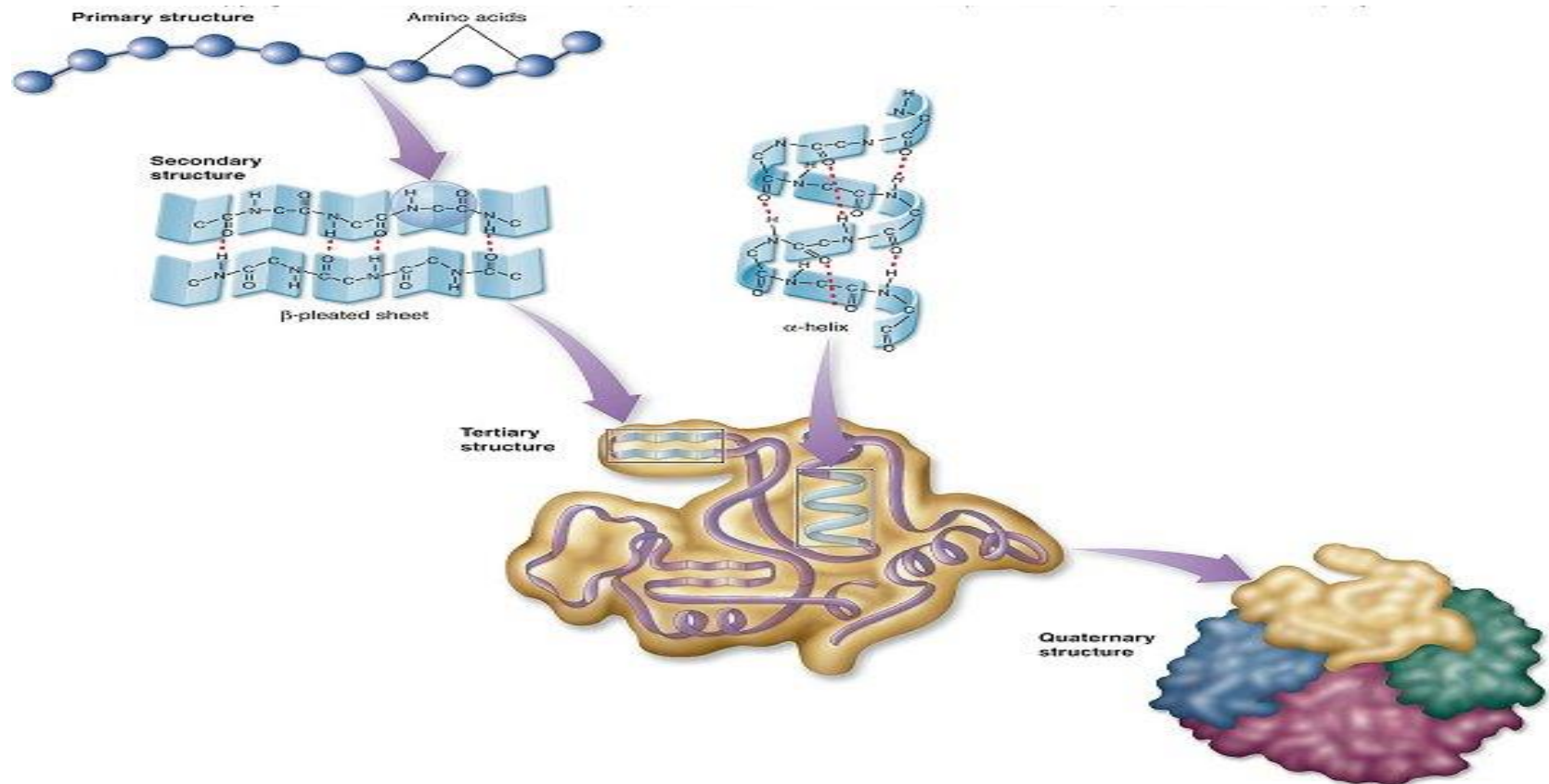
مثال:

- ✓ الهيموجلوبين الذي يتكون من أربع سلاسل متعددة الببتيد إثنان من نوع ألفا وإثنان من نوع بيتا ترتبط مع بعضها لتكون شكل رباعي.
- ✓ هرمون الإنسولين الذي يتكون من سلسلتين مختلفتين من عديد الببتيدات، تربطهما رابطتين من روابط ثنائي الكبريتيد.

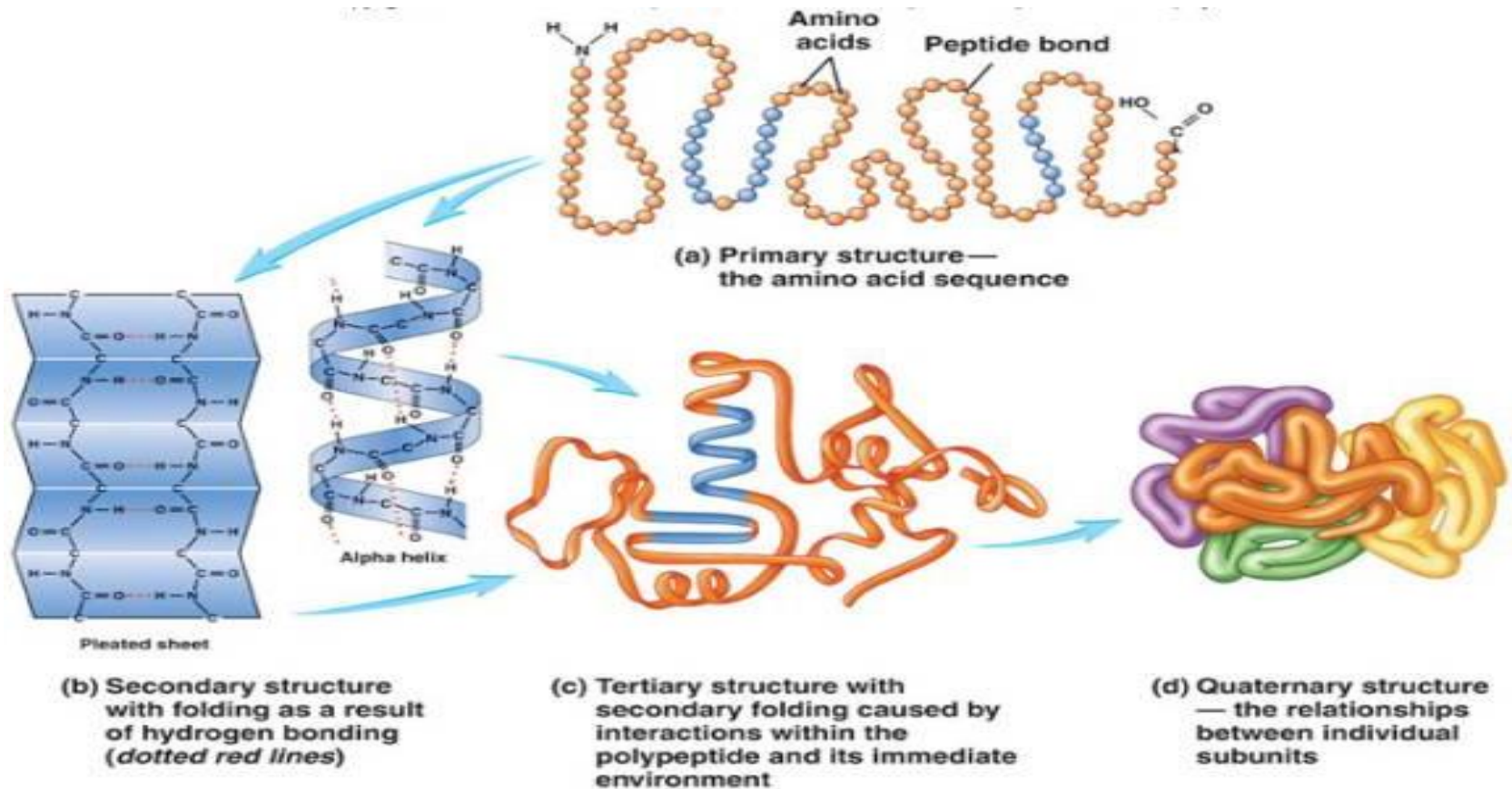
التركيب الرباعي للبروتين



الأشكال البنائية للبروتينات



الأشكال البنائية للبروتينات



الخواص الكيميائية والفيزيائية للبروتينات

ذوبانية البروتين:

- تذوب الكثير من البروتينات في الماء لإرتباط جزيئات الماء القطبية بالمجاميع الفعالة في البروتين لتكون محاليل غروية (نظراً لكبر حجم جزيء البروتين).
- ✓ عند نقطة التعادل الكهربائي: تقل ذوبانية البروتين لزيادة قوى التجاذب بين الجزيئات الموجبة والسالبة مما يؤدي إلى تجمع البروتين وترسيبه.
- ✓ في الوسط الحمضي: تسود الشحنة الموجبة مما يؤدي إلى تنافر الجزيئات فيسهل ذوبان البروتين.
- ✓ في الوسط القاعدي: تسود الشحنة السالبة مما يؤدي إلى تنافر الجزيئات فيذوب البروتين.

الخواص الكيميائية والفيزيائية للبروتينات

الخاصية الإمفوتيرية:

- لها القدرة على التفاعل مع الأحماض والقواعد نظراً لأحتوائها على شق حامضي (مجموعة الكربوكسيل) وشق قاعدي (مجموعة الأمين).
- تحتوي البروتينات على مجموعة أمين ألفا طليقة وعلى مجموعة كربوكسيل ألفا طليقة في كل من نهايتي البروتين بالإضافة إلى مجاميع الحمض والقاعدة الموجودة لسلاسل الجانبية للأحماض الأمينية المشحونة
- هذه المجاميع لها القدرة على التأين في المحاليل المائية بينما جميع المجاميع الأمينية والكربوكسيلية ألفا الداخلية تكون مرتبطة (غير حرة) بروابط ببتيدية لذلك لا تتأين في المحاليل المائية.

الخواص الكيميائية والفيزيائية للبروتينات

الخاصية الإمفوتيرية:

- توجد البروتينات في المحاليل المائية على شكل أيونات ثنائية الأقطاب:
- في الوسط الحامضي تصبح البروتينات موجبة الشحنة وتتحرك جهة الكاثود في المجال الكهربائي، وفي الوسط القاعدي تصبح البروتينات سالبة الشحنة وتتحرك جهة الأنود.
- في الوسط المتعادل تكون البروتينات ثنائية الشحنة ولا تتحرك بأي اتجاه وتسمى هذه النقطة بنقطة التعادل الكهربائي.

الخواص الكيميائية والفيزيائية للبروتينات

تخثر البروتين:

- تخثر البروتين (مسخ البروتين) عملية يتغير فيها شكل البروتين وتتغير فيها الصفات الطبيعية للبروتينات ووظائفها البيولوجية حيث يفقد تركيبه الثانوي، الثلاثي، والرباعي ويترسب.

عوامل التخثر كثيرة ومن أهمها:

- ✓ درجات الحرارة العالية
- ✓ الرج العنيف
- ✓ ضغط مرتفع جداً
- ✓ الأشعة فوق البنفسجية
- ✓ الأشعة السينية (x-ray)
- ✓ إضافة أحماض أو قواعد قوية أو كحول

الخواص الكيميائية والفيزيائية للبروتينات

ترسيب البروتينات:

- التراكيز العالية من الملح تعمل على ترسيب البروتين لأن أيونات الملح تتنافس مع أيونات البروتين للإرتباط بجزيئات الماء فترتبط جزيئات الملح بالماء وبالتالي يقل استقرار البروتين ويطرسب.
- التراكيز القليلة من الملح تساعد على ذوبانية البروتين لأن قوى التجاذب بين أيونات الملح والمجاميع الفعالة في البروتين تكون كبيرة مما يساعد على استقرار البروتين وتذويبه.

*Do you have any
question?*