البروتينات Proteins

جزيئات حيوية كبيرة موجودة في جميع الكائنات الحية و ذات أنواع مختلفة . تتشابه في أنها بوليميرات Polymers للحموض الأمينية ، تصنف بعدة طرائق بحسب : التركيب ، الشكل ، الوظيفة.

I – التصنيف تبعاً للتركيب :

١- بروتينات بسيطة : تعطي بالحلمهة حموضاً أمينية فقط مثل ألبومين المصل

٢- بروتينات معقدة : تعطي بالحلمهة إضافة إلى الحموض الأمينية مركبات سكرية ، شحمية ... مثال بروتينات الأغشية الخلوية . و تصنف تبعاً لطبيعة الجزء غير البروتيني إلى :

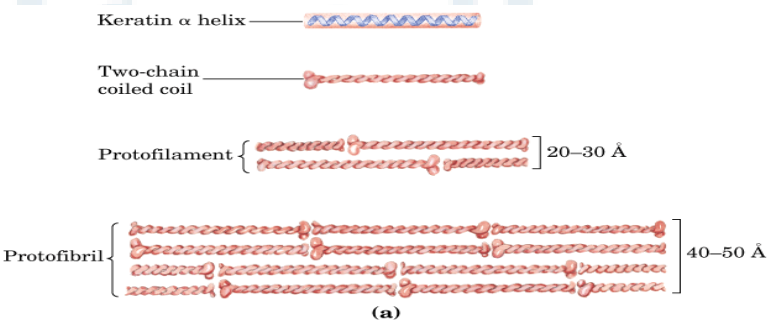
- بروتينات سكرية Glycoproteins
- بروتينات شحمية Lipoprotein

II – التصنيف تبعاً للشكل ثلاثي الأبعاد :

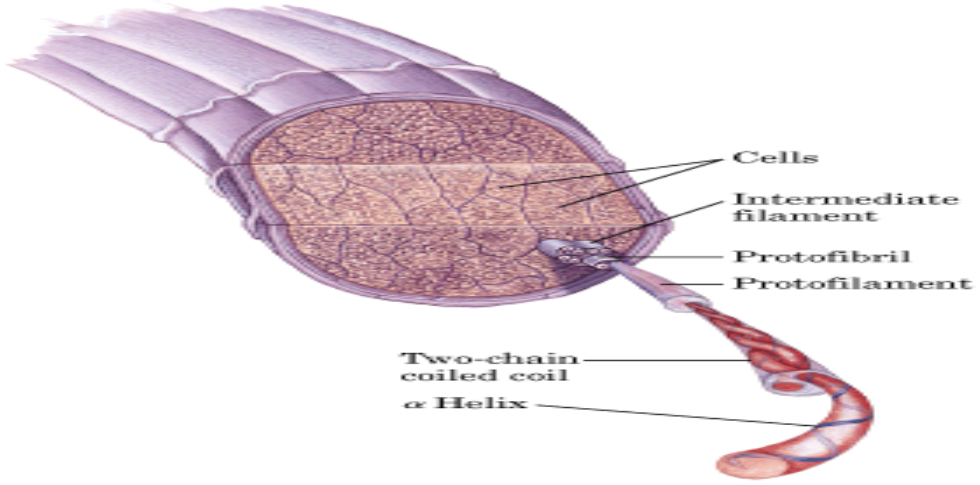
١- بروتينات ليفية Fibrous proteins

تتميز بأن سلاسل عديدة الببتيد أو أقساماً منها تأخذ شكلا حلزونياً يعمل على تماسكه روابط ثنائية الكبريت أو هيدروجينية.

مثال :**الكير اتين Keratin** : البروتين الرئيسي في الشعر ، الصوف ، الجلد.



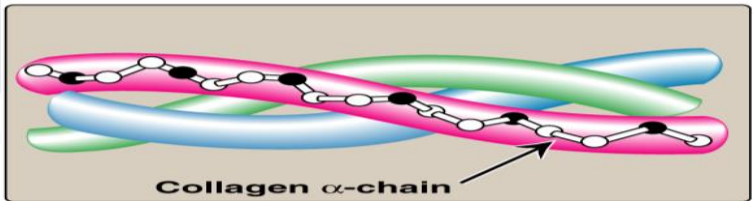
(a)



Cross section of a hair

الميوزين Myosin : البروتين الرئيسي المقلص للعضلات.

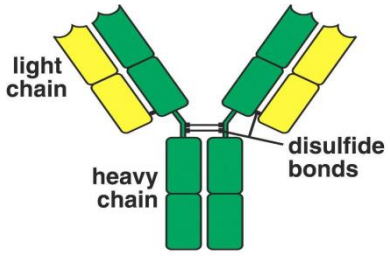
الكولاجين Collagen : بروتين النسيج الضام و الأكثر وفرة في الثدييات .



٢ – بروتينات كروية Globular Proteins :

تضم عدداً كبيراً من البروتينات الذوابة في الماء و الموجودة في مصل الدم و غالباً ما تكون ذات بنية ثالثيه.

مثال : ألبومينات و غلوبولينات البلازما ، عدد من الأنظيمات إضافةً إلى الإنسولين



III – التصنيف تبعاً للوظيفة الحيوية :

١ – بروتينات هيكلية بنيوية Structural pro

٢ – بروتينات وسائطية Catalytic pro : هرمونات ، أنظيمات.

٣ – بروتينات ناقلة Transport pro

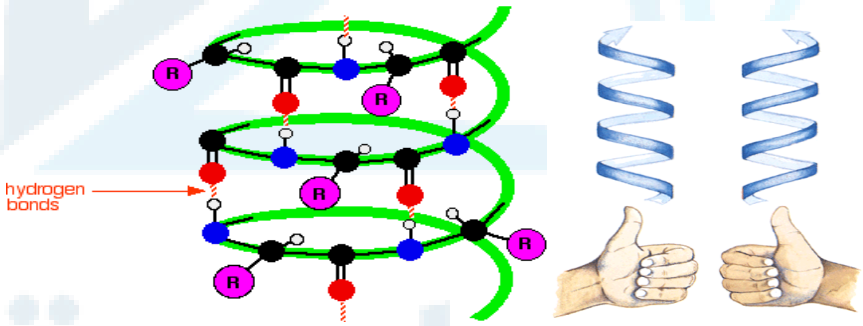
٤ – مركبات مناعية

٥ – مستقبلات للإشارة الحيوية

الهيئات الفراغية المنظمة للسلاسل عديدة الببتيد:

١ – الحلزون ألفا (α)

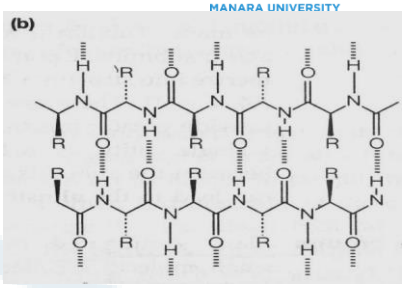
تعني ألفا (α) أنه الأول في الإكتشاف . و يتشكل من التفاف السلسلة عديدة الببتيد بشكل حلزوني يميني ، **تثبته الأربطة الهيدروجينية** التي تسهم فيها جميع زمر – C – و – NH – المشكلة للرابطة الببتيدية بحيث تكون موازية لمحور الحلزون داخل السلسلة نفسها ، أما الزمر R التابعة للحموض الأمينية فتبرز من مركز الحلزون إلى خارجه معطيةً إياه خواص كارهة للماء Hydrophobe . و يعد الحلزون α من أكثر الهيئات الفراغية ثباتاً للسلاسل عديد الببتيد لأنه يتشكل تلقائياً مثال : كيراتين الشعر و الصوف.

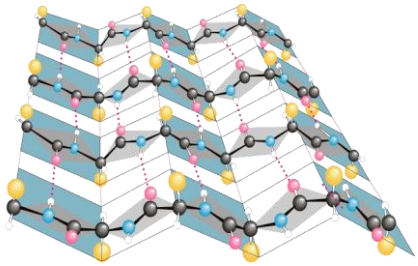


٢ – البنية β الصفيحة المنطوية :

تعني β الثانية في الإكتشاف . في هذه البنية تمتد السلاسل بشكل كامل تقريباً ، و تميل إلى تشكيل روابط هيدروجينية مع السلاسل الببتيدية المجاورة و الموازية لها في السلسلة نفسها أو بين عدة سلاسل

يتم تشكيل السلاسل المتوازية إذا قابلت النهاية N من إحداها النهاية N من الأخرى أما إذا قابلت النهاية N من إحداها النهاية C من الأخرى تشكل السلاسل متعاكسة المتوازي . و يمكن للشكلين أن يتواجدا في البروتين نفسه تسود البنية β في البروتينات الليفية حيث تقوم السلاسل الببتيدية بتشكيل الطبقات. و من الجدير بالذكر أن بعض البروتينات تحوي على البنيتين α و β معاً إضافة إلى بنية عشوائية غير منتظمة .





مثال : بروتين الريبونوكلياز .

الروابط المسؤولة عن البنية البروتينية :

تتثبت البنية البروتينية بنوعين من الروابط : قوية و ضعيفة.

١ – الروابط القوية :

تتصف هذه الروابط بمقاومتها لعملية المسخ البروتيني و هي الروابط الببتدية و الروابط الكبريتية.

- **الروابط الببتيدية Peptide bonds :**

الروابط الببتيدية تربط ذرات الكربون ألفا (α) من حمض أميني و الآزوت ألفا (α) من حمض أميني آخر و تتمتع **بخواص الرابطة المضاعفة** بصورة جزئية فالذرات N ، C ، O ، H المشكلة للرابط الببتيدي تقع في مستوى واحد أي لا تستطيع الدوران حول هذه الرابطة مما يجعل **السلسلة الببتيدية نصف قاسية**

- **الروابط ثنائية الكبريت Disulfide bonds :**

تقوم الرابطة ثنائية الكبريت بربط داخلي لجزيئين من السلاسل عديدة الببتيد و ذلك عن **طريق ثمالات السيستئين** في هاتين السلسلتين .

٢ – الروابط الضعيفة :

تتفكك هذه الروابط أثناء عملية التمسيخ البروتيني و هي ثلاث : الروابط الهيدروجينية و الهيدروفوبية و الكهربائية الساكنة.

- **الروابط الهيدروجينية Hydrogen bonds :**

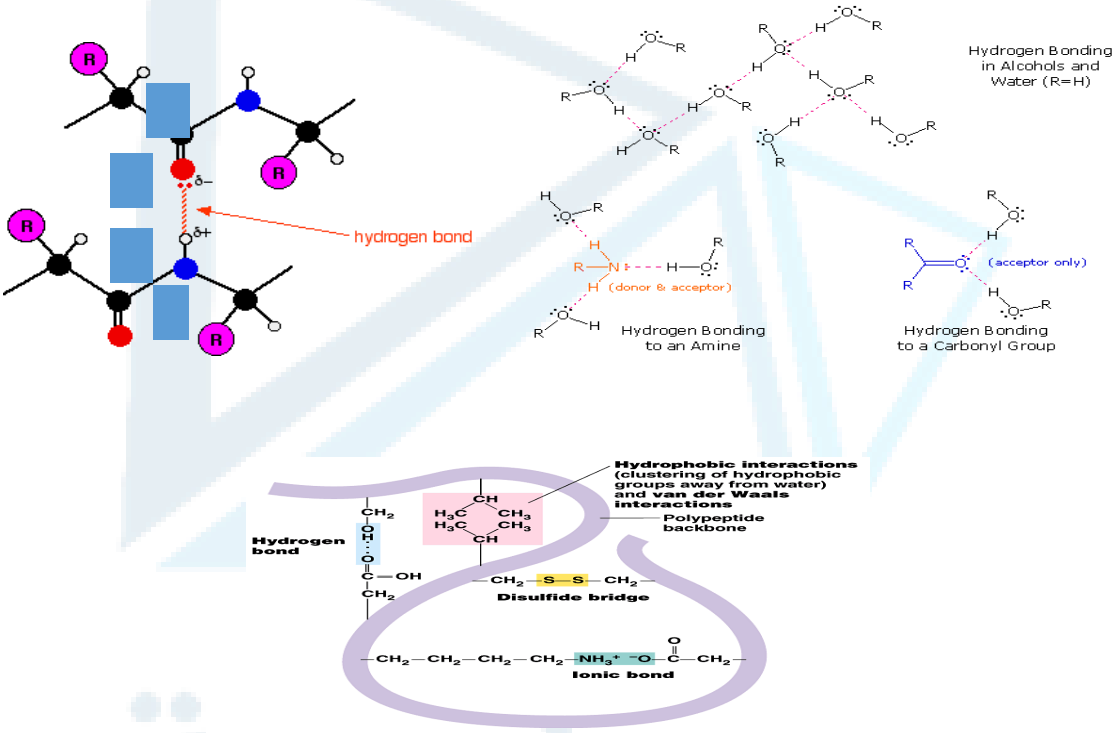
تتشكل بين الروابط الببتيدية غير المتجاورة و تؤدي عادةً إلى بنيات منتظمة مثل الحلزون α و البنية β الصفيحية المنتظمة. و تحافظ هذه الروابط على البنية البروتينية في النظام فوق البنية الأولية .

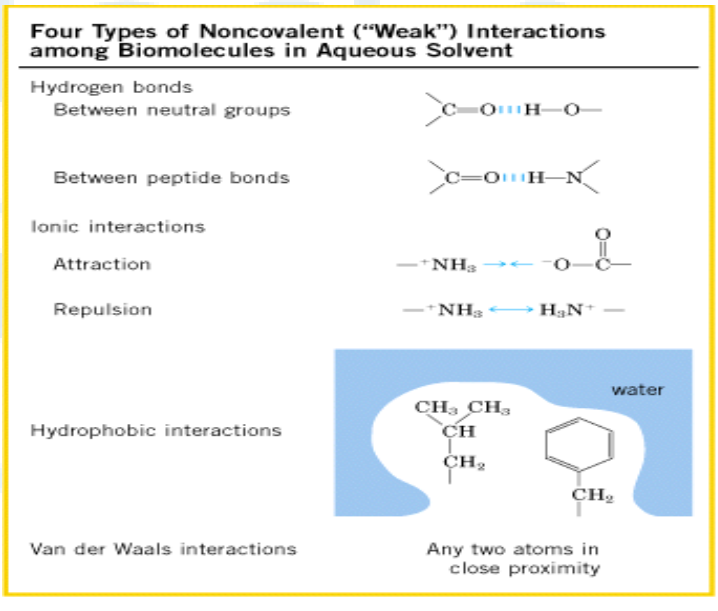
- **التآثرات الهيدروفوبية Hydrophobic interavction :**

تميل هذه السلاسل **الجانبية اللا قطبية** للحموض الأمينية المتعادلة للتقارب من بعضها في السلسلة البروتينية لتنشأ تآثرات تحافظ على البنية البروتينية.

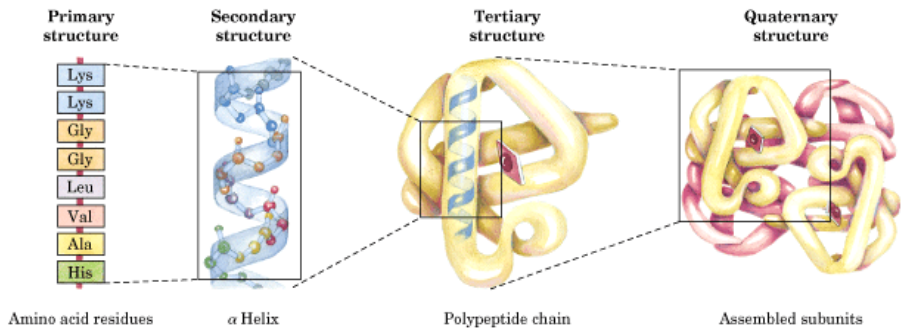
- **الروابط الكهربائية الساكنة (الروابط الملحية) Electrostatic bonds :**

تنشأ هذه الروابط بين **الزمر المشحونة بشحن متعاكسة** في السلاسل الجانبية للحموض الأمينية.





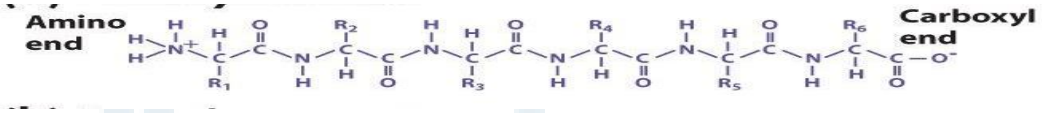
مستويات البنية البروتينية :



البنية الأولية Primary structure :

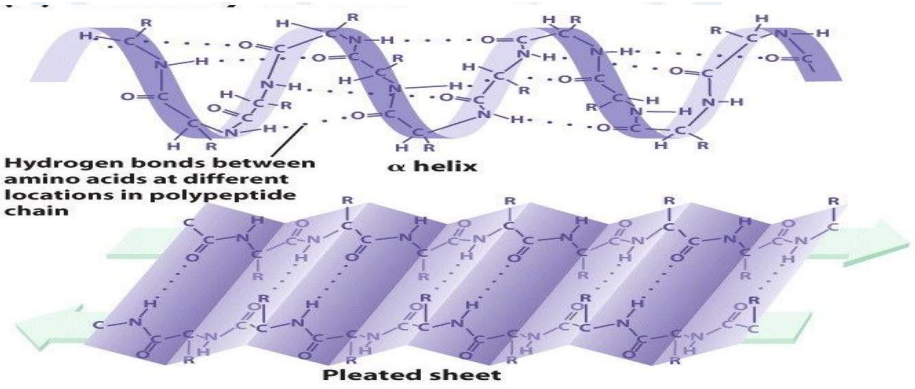
تمثل البنية التركيبية الرئيسية في البروتين ، و هي نظام **ترتيب الحموض الأمينية في السلسلة أو السلاسل عديدة** الببتيد و أماكن توضع الروابط ثنائية الكبريت فيها إن وجدت.

تقوم هذه البنية بتحديد **هوية البروتين** فكل نوع بروتيني يختلف عن جميع الأنواع الأخرى في بنيته الأولية ، و على العكس تتمتع جميع سلاسل نوع معين من البروتين بالبنية الأولية ذاتها. كذلك تقوم هذه البنية بتحديد نمط كل البنى فوق الأولية (الثانوية و الثالثية و الرابعية إن وجدت) و **تعد الروابط الببتيدية و ثنائية الكبريت مسؤولة عن تشكلها .**



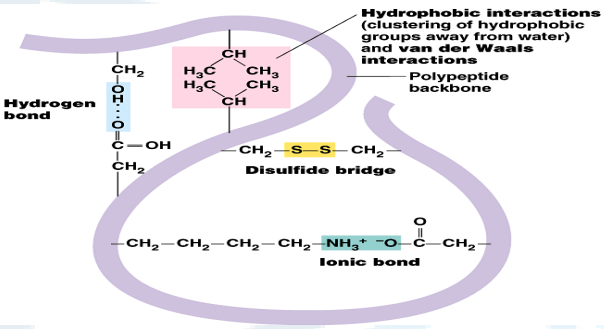
البنية الثانوية Secondary structure :

تمثل العلاقة الدقيقة بين الحموض الأمينية في البنية الأولية و تنتظم عادةً في بنيتين (الحلزون α و البنية β الصفيحية المنطوية) . تدعم هذه البنية الروابط الهيدروجينية و تؤدي عادةً إلى بنيات دورية متكررة.



البنية الثالثية Tertiary structure :

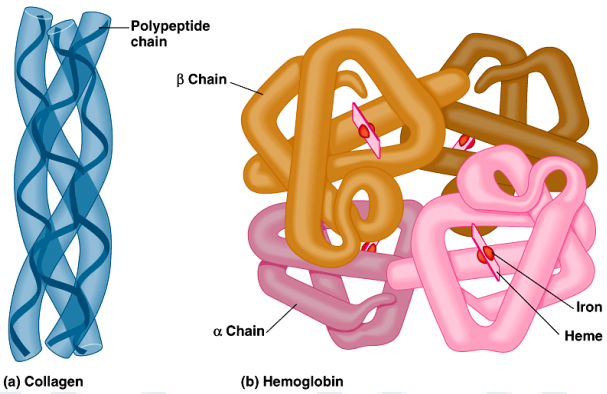
و تمثل الإنطواء العام لسلسلة مفردة عديدة الببتيد ليأخذ البروتين شكله الفراغي **ثلاثي الأبعاد** ، و تعبر عادةً عن العلاقة الفراغية بين ثمالات الحموض الأمينية البعيدة عن بعضها في البنية الأولية و تعتبر الروابط ثنائية الكبريت ، الهيدروجينية ، الهيدروفوبية و الملحية مسؤولة عن تشكلها و نتيجةً لذلك تتأثر هذه البنية بتغير PH الوسط أو بوجود محاليل شديدة القطبية .



البنية الر ابعية Quaternary structure :

تصادف هذه البنية عندما يتألف من البروتين من **سلسلتين أو أكثر من عديدات الببتيد تربطها** روابط غير مشتركة (ليست ببتيدية ولا كبريتية) و عادةً ما تدعمها **الرو ابط الهيدروجينية و الكهربائية الساكنة**.

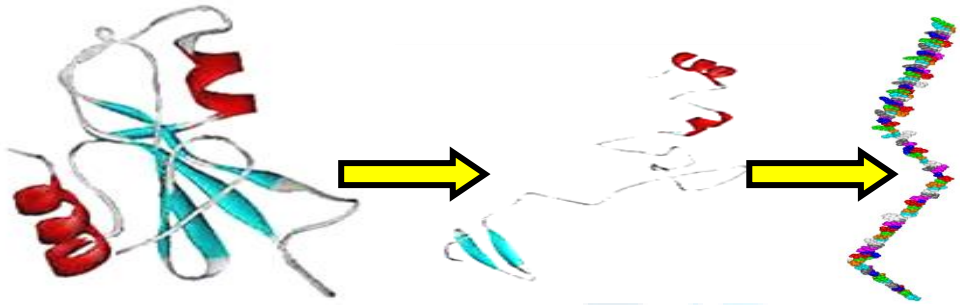
تسمى كل سلسلة ببتيدية في هذا البروتين Subunit (تحت الوحدة) أو monomer (أحادي القسيم) و يسمى البروتين الناتج عن اجتماع عدد من القسيمات بالبروتين قليل تعدد القسيمات oligomeric .



تخريب البروتينات Denaturation :

هي عملية تخريب القوى الضعيفة نسبياً و المسؤولة عن تماسك البنى فوق الأولية للبروتين و تؤدي إلى تغير عشوائي في الهيئة الفراغية لسلسلة عديد الببتيد دون التأثير في بتيته الأولية مما يفقد البروتين فعاليته الحيوية و يمكن أن يحدث التخريب بتعريض البروتين لدرجات حرارة مرتفعة أو إحداث تغيرات كبيرة في الـ PH

بإضافة حموض أو أسس مركزة كما أن وجود المُحلّات العضوية أو المعادن الثقيلة يمكن أن يُحدث تخريب للبروتين من خلال إضعافه للروابط غير المشتركة.



هضم البروتينات و امتصاصها :

١- **في المعدة :** يقوم حمض كلور الماء Hcl بعملية تخريب للبروتينات مما يسهل العمل الأنظيمي للببسين Pepsine الأنظيم الأساسي في المعدة حيث يقوم بتحطيم الروابط الببتيدية مؤدياً إلى تشكيل حموض أمينية حرة إضافة إلى سلاسل عديدة الببتيد مختلفة الطول.

٢- **في الأمعاء :** تحوي الأمعاء على عدد من الأنظيمات أهمها : التريبسين trypsin ، الكيموتريبسين chymotrypsin ، أمينوببتيداز aminopeptidase ، كربوكسي ببتيداز carboxypeptidase ، ثنائي ببتيداز dipeptidase و ثلاثي ببتيداز tripeptidase تساهم جميعاً في تحويل السلاسل عديدة الببتيد إلى حموض أمينية حرة يتم امتصاصها عبر جدار الأمعاء و يحملها وريد الباب إلى الكبد حيث يقوم بعملية اصطناع البروتينات النوعية الخاصة بالجسم مثل الألبومينات و الغلوبولينات و الأنظيمات ، مولد الليفين و غيرها. و من ثم يحمل الدم الحموض الأمينية و الأعضاء المختلفة لتلبية متطلباتها من المركبات المختلفة.