كلية العلوم

القسم : علم الحياة

السنة : الثالثة

المادة : كيمياء النسج النباتية

المحاضرة :السادسة/نظري/

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

2025

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر(What's app-Telegram)على الرقم 0931497960

البروتينات Proteins

البروتينات هي مركبات عضوية مهمة للخلايا الحية، ذات أوزان جزيئية عالية، تدخل في تركيب الأغشية الخلوية وفي مختلف عضيات الخلية (كالنواة والريبوزومات والجسيمات الصانعة الخضراء). إضافة إلى ذلك، فإن جميع الأنزيمات التي تتوسط العمليات الحيوية هي من البروتينات. يختلف محتوى الأنسجة من البروتينات بحسب حالة النسيج مثلاً: يحتوي الجزر الأصفر 1.2% وحب الفاصولياء 22% من البروتينات. تتركب البروتينات من سلسلة أو عدة سلاسل من الأحماض الأمينية التي ترتبط مع بعضها البعض بروابط ببتيدية تنشأ بين الزمرة الكربوكسيلية لأحد الأحماض الأمينية والزمرة الأمينية لحمض أميني آخر مع حذف جزيئة ماء (-CO-NH-).

رابطة ببتيدية

$$H_2N - CH_2 - COOH + H_2N - CH_2 - COOH \longrightarrow H_2N - CH_2 - CO - NH - CH_2 - COOH + H_2O$$

يبلغ عدد الأحماض الأمينية 20 حمضاً أمينياً، يرتبط كل حمض بالآخر بواسطة رابطة ببتيدية مشكلاً سلسلة ببتيدية. يسمى المركب المكون من حمضين أمينين مرتبطين ببعضهما بواسطة رابطة ببتيدية بثنائي الببتيد، والمركب المؤلف من ثلاث أحماض أمينية يدعى بثلاثي الببتيد ..... وهكذا، وعندما يتم ربط عدد كبير من الأحماض الأمينية ببعضها يسمى المركب الناتج بمتعدد أو عديد الببتيدات. يتميز كل بروتين ببنية مختلفة عن البروتينات الأخرى وتدعى هذه البنية بالحالة الأصلية للبروتين وتتحدد حسب ترتيب الأحماض الأمينية المرتبطة التي تشكل السلاسل البروتينية.

الخصائص العامة للبروتينات:

1) الذوبانية: معظم البروتينات ذوابة في الماء والمحاليل الملحية ماعدا البروتينات الليفية.
2) الحالة الغروانية: تمتلك البروتينات وزناً جزيئياً عالياً مايعني أن أنصاف أقطارها كبير فهي تشكل محاليل غروانية في الماء، وتمتلك شحنة كهربائية (إما موجبة أو سالبة)، لها الخصائص التالية:
- حادثة تندال: عندما نسلط شعاع ضوئي على محلول غروي فإن هذا الشعاع ينتثر (يتشتت) وينعكس عن الجسيمات المذابة مسبباً لمعانها (كما ينتثر الضوء في الضباب).
- لاتعبر الأغشية نصف النفوذة نظراً لكبر حجمها.
- الرحلان الكهربائي: يمكننا فصل مكونات المحلول الغروي الخاضع لحقل كهربائي عن بعضها البعض كونها مشحونة حسب درجة الحموضة PH المحلول (فصل بروتينات المصورة أو البلازما).
- التفاعل اللوني (بيوريت): هو تفاعل البروتينات مع أملاح النحاس في وسط قلوي حيث يعطي معقدات بنفسجية نظراً لوجود الروابط الببتيدية.
- قابلية الترسيب: ويتم باستخدام:
أ) الكحول
ب) محاليل الأملاح المركزة (تترسب معظم البروتينات بإشباع محاليلها بكبريتات الأمونيوم)
ج) أملاح المعادن الثقيلة (مثل كلوريد الزئبق، نترات الفضة)
- الذبذبة:
- ✓ **في الوسط الحمضي: تصبح البروتينات موجبة الشحنة، وتتحرك نحو المهبط بتأثير تيار كهربائي.**
- ✓ **في الوسط القلوي: تصبح البروتينات سالبة الشحنة، وتتحرك نحو المصعد بتأثير تيار كهربائي.**

تصنيف البروتينات:

تقسم البروتينات إلى صفين رئيسين بناءً على تركيبها وهما: البروتينات البسيطة والبروتينات المقترنة.

1) البروتينات البسيطة Simple proteins: وهي بروتينات تعطي عند تحليلها مائياً أحماض أمينية فقط. أو هي البروتينات المكونة من وحدات من الأحماض الأمينية فقط.

تصنف البروتينات البسيطة حسب خواص الانحلال إلى:

- ✓ **البروتامينات Protamins: تذوب في الماء وهيدروكسيد الأمونيوم، وهي غنية بالأحماض الأمينية القلوية وبشكل خاص حمضي(الأرجنين والليزين). توجد البروتامينات في الخلية متحدة مع الأحماض النووية مشكلة البروتامينات النووية.**
- ✓ **الهيستونات Histons: تذوب في الماء والمحاليل الملحية، وهي بروتينات قاعدية نظراً لاحتوائها على نسبة عالية من الأحماض الأمينية القلوية مثل:(الأرجنين و اللايسين والهيستدين). توجد الهيستونات في نواة الخلية مرتبطة بالـ DNA مشكلة الهيستونات النووية.**
- ✓ **البرولامينات Prolamins: لاتنحل بالماء ولا في المحاليل الملحية ولا في الكحول المطلق، ولكنها تذوب في كحول تركيزه 70 - 80 %. توجد البرولامينات بكثرة عند النباتات، وكأمثلة عنها (Gliadin غلياداين الموجود عند القمح) و(هوردئين Hordein الموجود عند الشعير) و(زييئين Zein الموجود عند الذرة).**
- ✓ **الغلوتيلينات Glutelins: تذوب في الأحماض والأسس الضعيفة. توجد الغلوتيلينات في حبوب النجيليات مثال غلوتين القمح والرز.**
- ✓ **الألبومينات Albomins: تذوب في الماء والمحاليل الملحية المعتدلة.**
- ✓ **الغلوبيلينات Globulins: تكون إما قليلة الأنحلال في الماء أو غير منحلة، ولكنها تنحل في المحاليل الملحية الممدة. من أمثلتها البروتينات المختزنة في البذور.**

2) البروتينات المقترنة (المرتبطة) Conjucated proteins: بروتينات تحتوي على مجموعة غير بروتينية تدعى المجموعة المترابطة prostheric group مرتبطة مع البروتين نفسه، وعند التحلل الكامل للبروتين المقترن فإنه يعطي مزيجاً من الأحماض الأمينية والمجموعة المترابطة، وبصورة عامة يمكن القول:

البروتين المقترن = الجزء البروتيني + المجموعة المترابطة

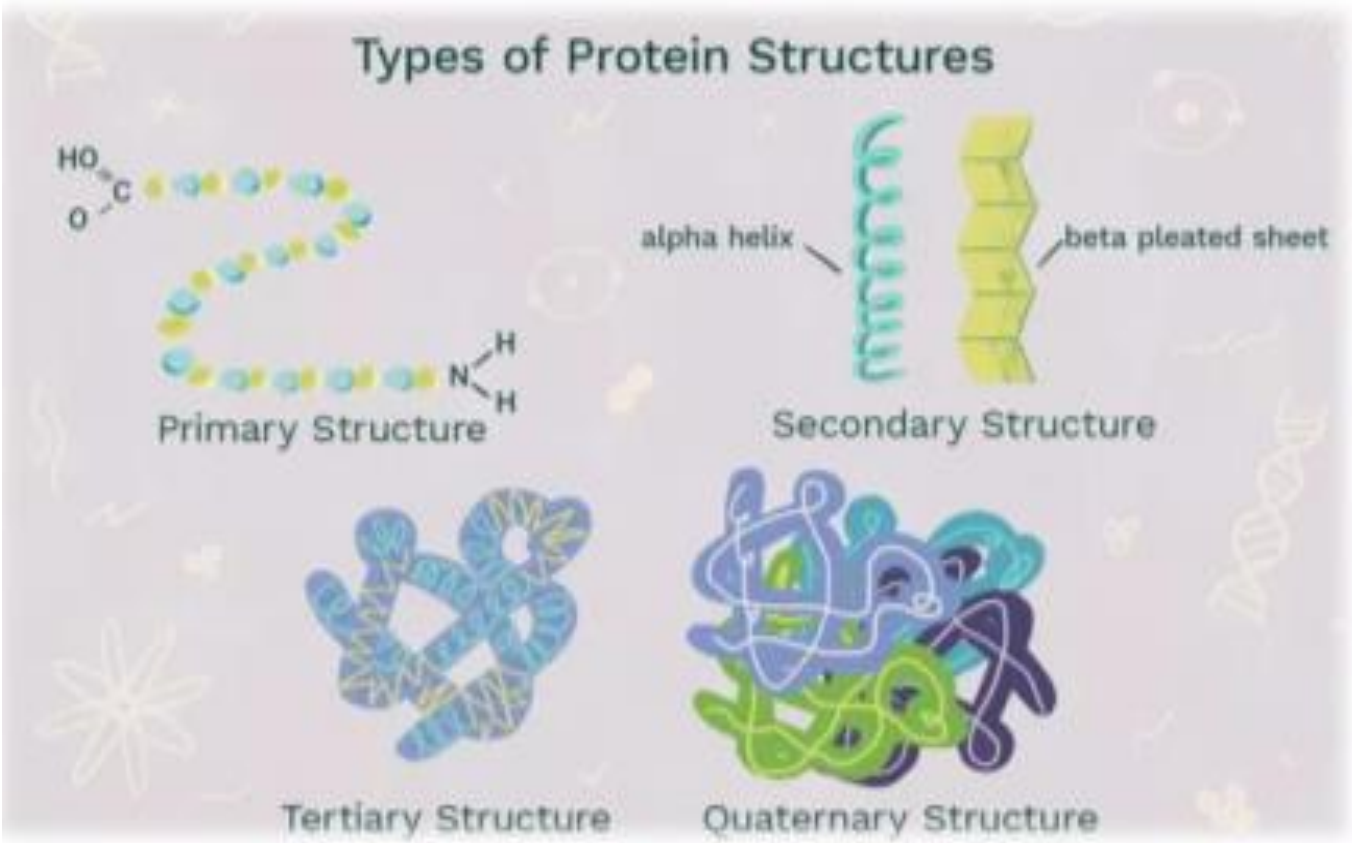
وتصنف البروتينات المقترنة إستناداً إلى الطبيعة الكيميائية للمجموعة المترابطة إلى:

- ✓ **البروتينات النووية Nucleoproteins: وهي (بروتين بسيط + حمض نووي كمجموعة مرتبطة) مثال: (الهيستونات أو البروتامينات).**
- ✓ **البروتينات السكرية Glycoproteins : بروتينات تحتوي على كميات صغيرة من المواد السكرية (كاربوهيدرات) كمجموعة مرتبطة.**
- ✓ **البروتينات الدهنية أو الليبيدية Lipoproteins: لاتذوب في الماء وتكون مرتبطة مع دهن مثل الليسيئين licithin.**
- ✓ **البروتينات الصبغية (الملونة)Chromoproteins: تشمل الفلافوبروتينات والبروتينات اليخضورية والبروتينات الكاروتينية.**
- ✓ **البروتينات المعدنية Metalloproteins: وهي (الأنزيمات + عنصرمعدني) مثل أيونات Zn,Fe,Cu.**

تركيب البروتينات Structure of proteins

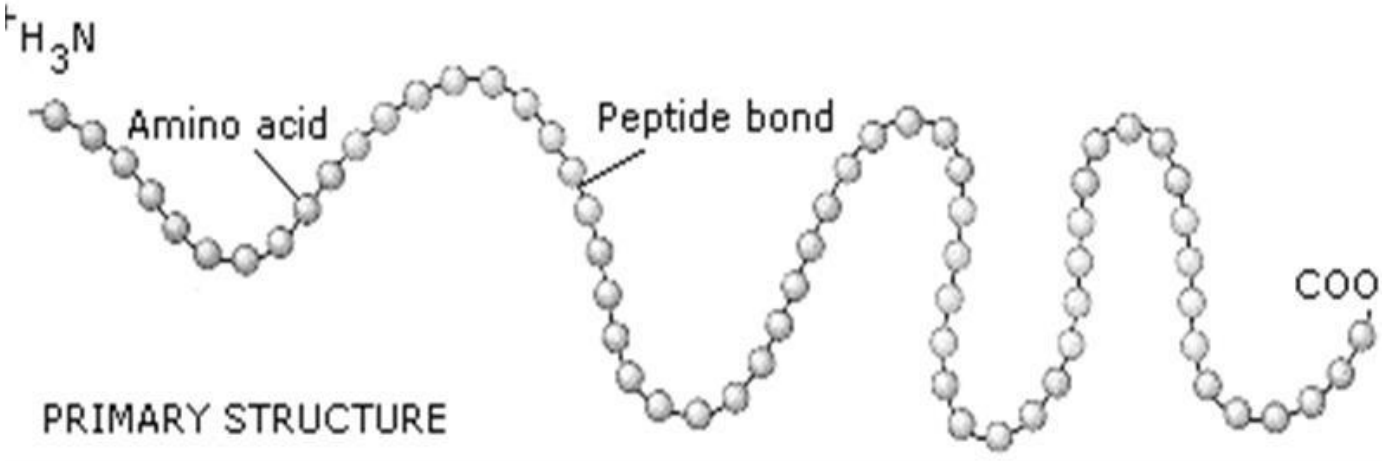
تعد البروتينات ذات تراكيب معقدة ليس لأنها ذات أوزان جزيئية عالية فحسب وإنما بسبب طريقة ترتيب جزيئة البروتين نفسه لذا فإن هناك أربع أنظمة تختص بتركيب (بنية) البروتينات وهي:

1. البنية الأولية للبروتينات 2. البنية الثانوية للبروتينات 3. البنية الثالثية للبروتينات 4. البنية الرابعية للبروتينات



1. التركيب (البنية) الأولي للبروتين Primary protein structure:

إن الوحدة الأساسية لبناء البروتين هي الأحماض الأمينية وهناك 20 حمضاً أمينياً. يرتبط كل حمض أميني بآخر بواسطة رابطة ببتيدية مشكلاً سلسلة ببتيدية. نسمي هذه السلسلة الببتيدية البسيطة التي تكون بشكل خطي والمؤلفة فقط من ارتباط الأحماض الأمينية ببعضها بروابط ببتيدية (CO-NH) بالبنية الأولية. تتشكل الرابطة الببتيدية في البنية الأولية بين المجموعة الكربوكسيلية للحمض الأميني الأول مع المجموعة الأمينية للحمض الأميني الثاني وتتحرر جزيئة ماء، وبسبب وجود الرابطة الببتيدية فقط يكون شكل السلسلة الببتيدية خطياً في البنية الأولية، ويمكن تمثيلها بالصيغة الموضحة جانباً:



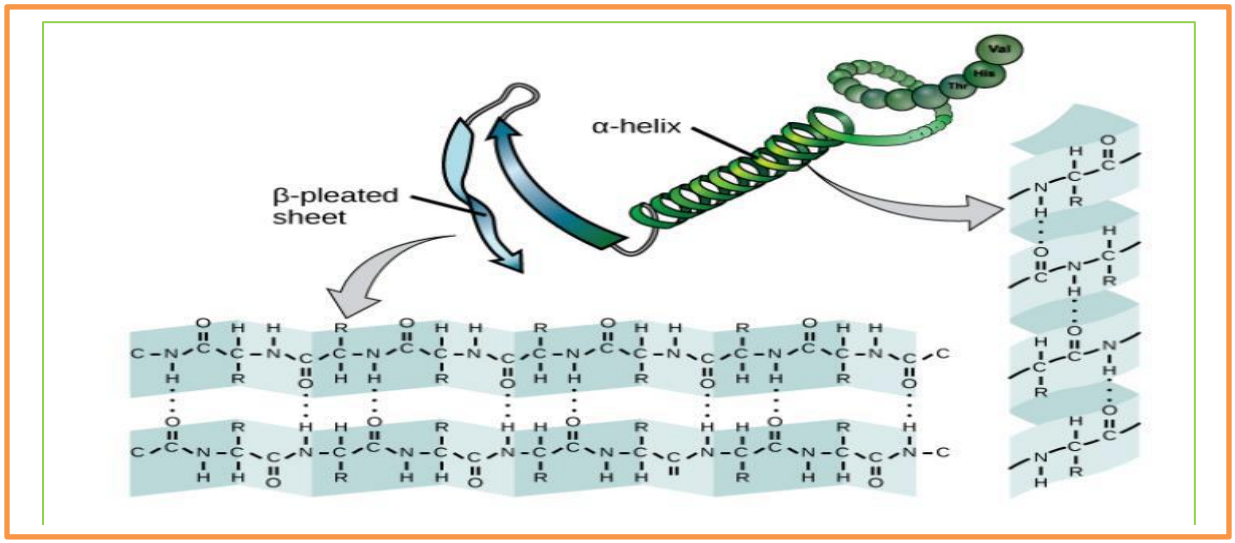
2. التركيب (البنية) الثانوي للبروتين Secondary protein structure:

تعرف البنية الثانوية للبروتين بأنها الشكل الفراغي لجزيئة البروتين الناتج عن تشكيل الروابط الهيدروجينية بين الروابط الببتيدية في السلسلة ذاتها، أي بعبارة أخرى: إن البنية الثانوية تعبر عن العلاقات الحاصلة نتيجة تجاور الأحماض الأمينية المختلفة سواء في نفس السلسلة أو في السلاسل المتجاورة.
تأخذ البنية الثانوية للبروتينات أشكالاً مختلفة منها:

- ✓ **الحلزون ألفا (α - helix)**
- ✓ **الصفيحة المطوية بيتا (β - pleated sheet)**

❖ الحلزون ألفا (α - helix)

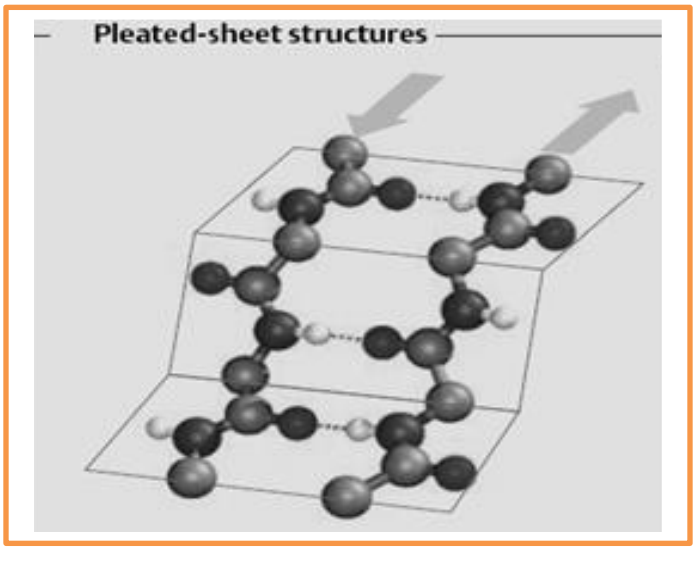
تلتف السلسلة الببتيدية حول نفسها التفافاً حلزونياً (لولبياً) بهدف تحقيق ثبات واستقرار أكبر للسلسلة الببتيدية. يتم تأمين الدعم اللازم للمحافظة على هذه البنية الحلزونية من خلال تشكيل الروابط الهيدروجينية بين الزمرة C=O و N-H- حيث تتشكل هذه الروابط الهيدروجينية بين ذرة الهيدروجين الأمينية للحمض الأميني الأول وذرة الأكسجين الكربونيلية للحمض الأميني الثاني الذي يبعد عن الأول بمقدار أربعة أحماض أمينية بحيث تغلق كل أربع بقايا من الأحماض الأمينية مشكلة عروة الحلزون، أما الجذور R تتجه إلى خارج الحلزون مكسبة إياه خواص كارهة للماء.



❖ الصفيحة المطوية بيتا (β - pleated sheet)

في هذا النموذج تتشكل الروابط الهيدروجينية بين عدة سلاسل ببتيدية، بعكس حالة الحلزون α الذي تكون فيه الروابط الهيدروجينية بين ذرات السلسلة الببتيدية ذاتها.

- **نتيجة هامة جداً:**
- ✓ **الحلزون α ناتج عن تشكيل روابط هيدروجينية في سلسلة ببتيدية واحدة.**
- ✓ **بنية الصفيحة المطوية β فهي ناتجة عن تشكيل روابط هيدروجينية تربط بين سلاسل ببتيدية متوازية ومتجاورة.**

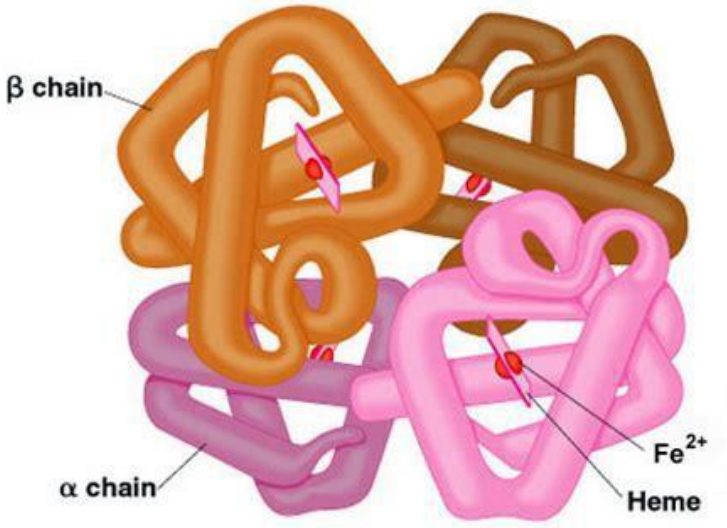


3. التركيب (البنية) الثالثي للبروتين Tertiary protein structure:

عمدما تلتف السلسلة الببتيدية على نفسها التفافاً معقداً فراغياً ثلاثي الأبعاد (تقريباً كروي) نسمي عندئذ هذه البنية الثلاثية الأبعاد بالبنية الثالثية، وتساهم في تكوين البنية الثالثية مجموعة من الروابط بين الحموض الأمينية وهي (الروابط الهيدروجينية والروابط ثنائية الكبريت والروابط الكارهة للماء والروابط الأيونية). تؤمن البنية الثالثية للبروتينات استقراراً أكبر لأنها تساهم في التواء البروتين لتأمين استقرار باقي الزمر الوظيفية، مثل: جعل الأجزاء الكارهة للماء متكورة ومتجمعة في لب البروتين ومحاطة بالأجزاء القطبية الولوعة بالماء مما يؤدي إلى حمايتها من الماء المحيط أي زيادة استقرارها.

3. التركيب (البنية) الرابعي للبروتينات Quaternary protein structure:

هي الأكثر تعقيداً من بين البنى البروتينية. تتألف هذه البنية من اتحاد عدة تحت وحدات مع بعضها البعض، غالباً ماتحتوي على معدن. كل تحت وحدة هي عبارة عن سلسلة ببتيدية لها بنيتها الخاصة (الأولية، الثانوية، الثالثية). أما الروابط التي تشارك في تشكيل البنية الرابعية فهي الروابط (الهيدروجينية والكارهة للماء والجسور ثنائية الكبريت والروابط الأيونية).



ملاحظة: قد تتخرب هذه الروابط الموجودة بين البنى الأربعة بفعل الحرارة أو تغيرات درجة PH الحموضة، مما يؤدي إلى فقدان البروتين لإلتفافه وتتخرب بنيته ويفقد وظائفه الحيويه وهذا مايعرف بتمسخ البروتين.