كلية العلوم

القسم : علم الحياة

السنة : الثالثة

المادة : كيمياء النسج

المحاضرة : السابعة/عملي/

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

2026

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

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

البروتينات Proteins

البروتينات جزيئات حيوية ضخمة معقدة. تتركب كيميائياً من الكربون، والهيدروجين، والنتروجين كمكونات أساسية بينما الفوسفور والكبريت كمكونات ثانوية. تقوم البروتينات بوظائف كثيرة ومتنوعة داخل أجسام الكائنات الحية منها: بناء الأنسجة وإصلاحها، تعمل كأنزيمات لتحفيز التفاعلات الكيميائية في الجسم وتدخل في تكوين الهرمونات، إنتاج الأجسام المضادة التي تقاوم الأمراض والعدوى، تنظيم وظائف الخلايا، تضاعف الدنا DNA، كما أنها ضرورية للحفاظ على الصحة وتوفير الطاقة. توجد البروتينات في الأطعمة الحيوانية مثل اللحوم والبيض وفي الأطعمة النباتية مثل البقوليات والمكسرات والحبوب الكاملة.

تتألف البروتينات من سلسلة أو أكثر من الأحماض الأمينية، حيث تختلف عن بعضها حسب تسلسل أحماضها الأمينية والذي يحدده تسلسل نوكليوتيدات المورثات المشفرة لها. ترتبط الأحماض الأمينية المختلفة في جزيئات البروتين مع بعضها البعض بوساطة روابط ببتيدية لتشكل سلاسل خطية طويلة ذات وزن جزيئي كبير تسمى عديدات الببتيد.

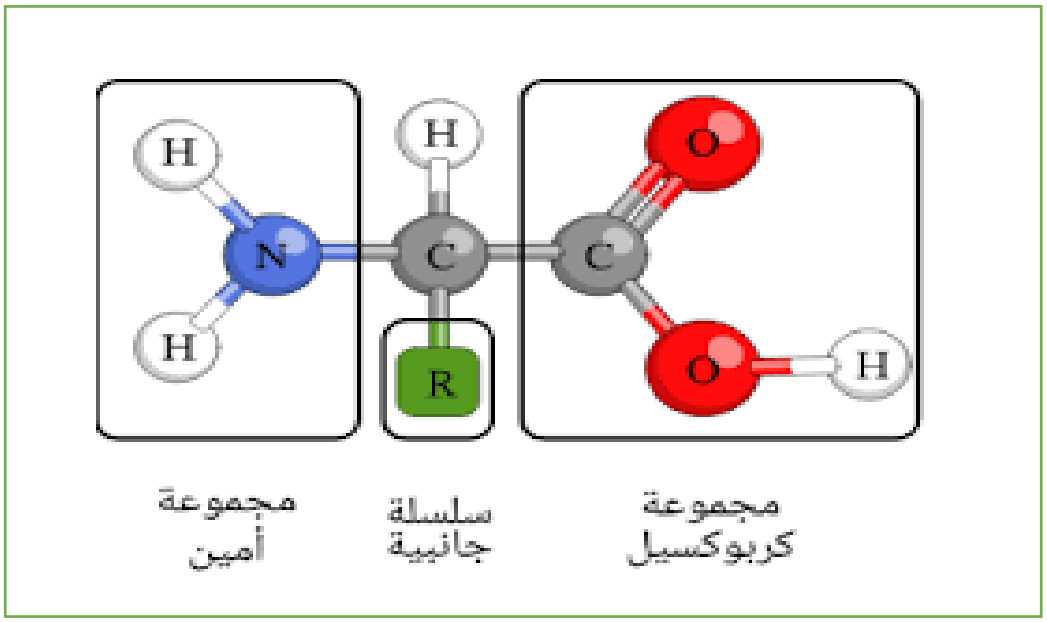
التركيب الكيميائي للبروتينات:

- **الأحماض الأمينية:**

هي الوحدات البنائية للبروتينات. لكل حمض أميني بنية أساسية تشمل: ذرة كربون مركزية، ومجموعة أمينية $-NH_2$، ومجموعة كربوكسيلCOOH-، وذرة هيدروجينH، وسلسلة جانبية متغيرة (المجموعة R). يوجد 20 نوعاً من الأحماض الأمينية، إن اختلاف الأحماض الأمينية عن بعضها ناتج عن اختلاف المجموعة R، الأمر الذي أدى بدوره إلى اختلاف البروتينات عن بعضها البعض أي بسبب اختلاف أنواع الأحماض الأمينية وأعدادها وترتيبها.

- **الرابطة الببتيدية:**

يتم ربط الأحماض الأمينية ببعضها البعض من خلال اتحاد مجموعة كربوكسيل لأحدها مع مجموعة أمينية في الحمض الآخر مع فقد جزيء ماء وتكوين رابطة جديدة تسمى الرابطة الببتيدية. يسمى المركب الناتج من اتحاد حمضين أمينين برابطة ببتيدية واحدة بثنائي الببتيد، بينما المركب الناتج من اتحاد ثلاثة أحماض أمينية برابطتين ببتيديتين بثلاثي الببتيد، أما إذا تجاوز عدد الأحماض الأمينية الثلاثة يسمى المركب بعديد الببتيد. لذلك قد تكون السلاسل الببتيدية قصيرة أو طويلة تبعاً لعدد الوحدات المكونة لها بحيث يكون للسلسلة طرفان أحدهما يحتوي على مجموعة كربوكسيل والآخر يحتوي على مجموعة أمينية حرة. (لاحظ الشكل التالي)



التفاعلات الأساسية للبروتينات:

تحتوي البروتينات في تركيبها الكيميائي على مجموعة كربوكسيل حامضية-COOH ومجموعة أمين قاعدية (أساسية)-NH_2، لذلك فهي تتفاعل مع الحموض والأسس.

تصنيف البروتينات:

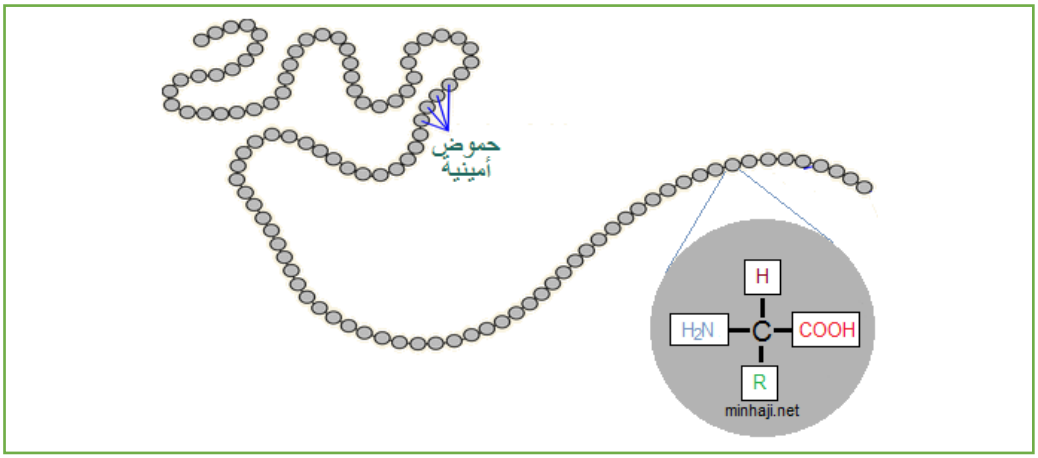
يمكن تصنيف البروتينات بناءً على قابلية ذوبانها، مثل:

- **← الألبومينات: تذوب في الماء، وتوجد في البيض والحليب.**
- **← السكليروبروتينات: لا تذوب في الماء، ومن أمثلتها الكيراتين الموجود في الشعر والأظافر، والكولاجين الموجود في العظام.**

التراكيب البنائية للبروتينات:

يوجد أربعة أنواع من التراكيب البنائية للبروتينات:

1. التركيب الأولي: نحدد على أساسه أنواع الأحماض الأمينية وترتيبها في سلسلة جزيء البروتين البسيط العديدة الببتيد. 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.



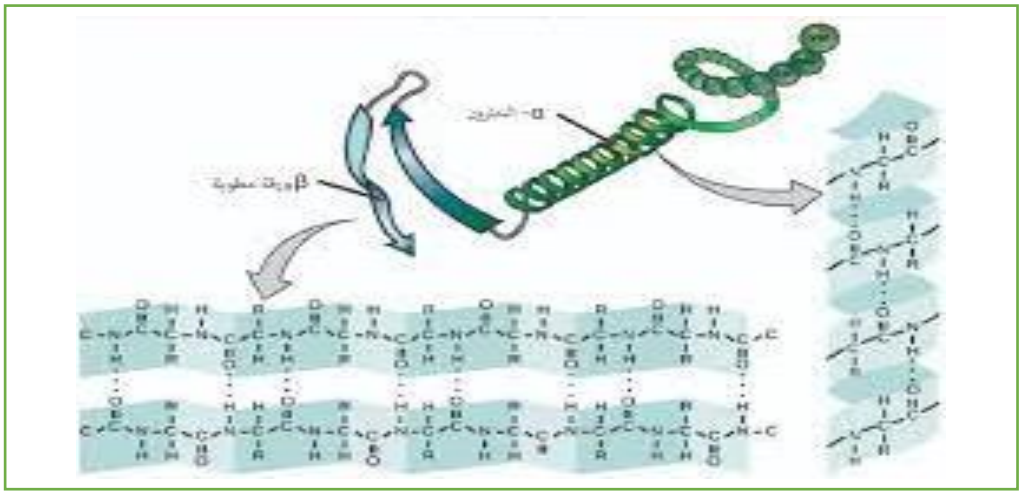
2. التركيب الثانوي: يفسر تشكل أغلب البروتينات في صورتها الطبيعية الليفية مثل بروتين الألبومين في البيض، حيث أن السلاسل الطويلة للجزيئات الببتيدية العديدة تلتف في أوضاع غير منتظمة متصلة في أشكال مطوية بروابط هيدروجينية، وهذا التأثير لتلك الروابط يعرف بالتركيب الثانوي للبروتين. قد تتكون تلك الروابط الهيدروجينية بين عدة مجموعات مختلفة على السلسلة الببتيدية الواحدة، ولكن بعضها يحدث بين مجموعات الكربوكسيل والأمين للسلاسل المختلفة.

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. (لاحظ الشكل التالي)



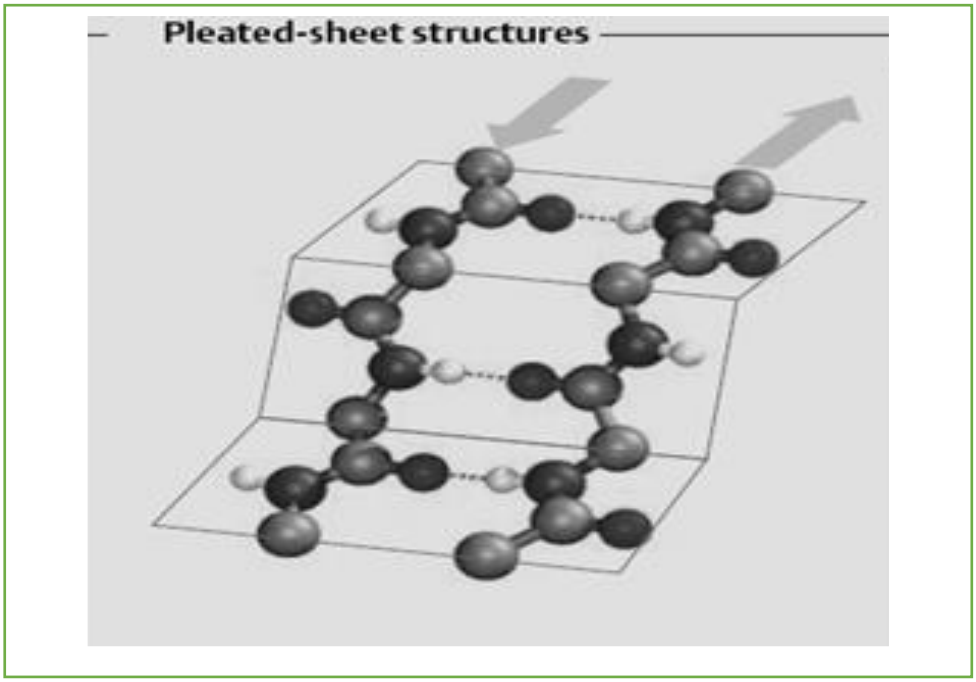
❖ **الصفيحة المطوية بيتا (β - pleated sheet)**

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

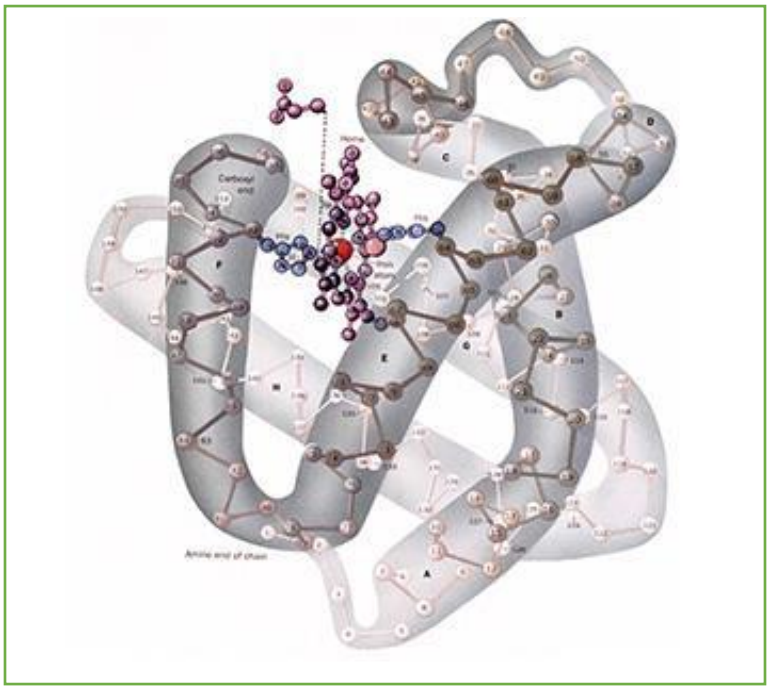
- **نتيجة هامة جداً:**

✓ **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.**

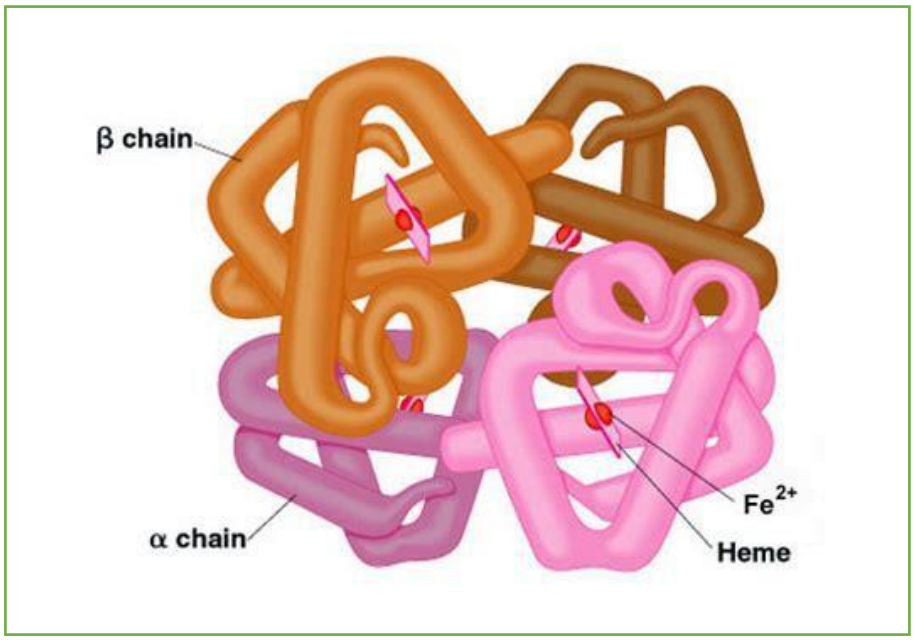


3. التركيب الثالثي: عندما تلتف السلسلة الببتيدية على نفسها التفافاً معقداً فراغياً ثلاثي الأبعاد (تقريباً كروي) تسمى عندئذ بالبنية الثالثية. يساهم في تكوين البنية الثالثية مجموعة من الروابط بين الحموض الأمينية وهي: (الروابط الهيدروجينية والروابط ثنائية الكبريت والروابط الكارهة للماء والروابط الأيونية). تؤمن البنية الثالثية للبروتينات استقراراً أكبر لأنها تساهم في التواء البروتين لتأمين استقرار باقي الزمر الوظيفية.



4. التركيب الرابعي للبروتين:

هي الأكثر تعقيداً من بين البنى البروتينية، وتتألف من اتحاد عدة تحت وحدات مع بعضها البعض، غالباً ما تحتوي على معدن. كل تحت وحدة هي عبارة عن سلسلة ببتيدية لها بنيتها الخاصة (أولية، ثانوية، ثالثية)، أما الروابط التي تشارك في تشكيل البنية الرابعية فهي الروابط (الهيدروجينية والكارهة للماء والجسور ثنائية الكبريت والروابط الأيونية).



اختبار بيوريت (Biuret test) للكشف عن البروتينات:
الهدف من الاختبار: الكشف عن وجود البروتينات النباتية مخبرياً.
التفاعل: عند إضافة محلول (هيدروكسيد الصوديوم NaOH أو هيدروكسيد البوتاسيوم KOH) و محلول كبريتات النحاس $CuSO_4$ إلى عينة نباتية. يعد ظهور اللون البنفسجي المزرق أو الأرجواني دليلاً على وجود البروتين في العينة.
آلية التفاعل: يشير اللون البنفسجي المزرق أو الأرجواني الناتج إلى تفاعل أيونات النحاس مع الروابط الببتيدية في وجود وسط قلوي قوي، حيث يلاحظ تغير اللون من الأزرق إلى البنفسجي في حال وجود البروتين، حيث تتناسب درجة اللون طرداً مع كمية البروتين في العينة.

خطوات اختبار بيوريت للكشف عن البروتينات النباتية:

1. تحضير العينة:

- **خذ عينة من أوراق أو بذور حمص أو فول أو عدس، ضعها ضمن طبق واسحقها جيداً.**
- **أضف كمية بسيطة من الماء المقطر إلى المسحوق لعمل مستخلص أو محلول.**
- **قم بترشيح المحلول لإزالة المواد الصلبة والحصول على محلول صافٍ.**

2. تحضير أنبوب الاختبار:

- **ضع حوالي (1مل) من محلول العينة النباتية ضمن أنبوب الاختبار.**
- **أضف كمية مساوية من محلول هيدروكسيد الصوديوم أو البوتاسيوم إلى الأنبوب وحرك جيداً. هذه الخطوة توفر الوسط القلوي اللازم لحدوث التفاعل.**

3. إضافة كاشف النحاس:

- **أضف قطرة أو قطرتين من محلول كبريتات النحاس ببطء وحذر.**
- **قم بتحريك المحلول جيداً ولمدة دقيقتين، لضمان اختلاط الكواشف.**

4. ملاحظة التغير:

- **في حال وجود بروتين (روابط ببتيدية) في العينة النباتية، سيظهر لون بنفسجي مزرق أو أرجواني في أنبوب الاختبار.**

الدراسة العملية:

1. حضر ثلاثة أنابيب اختبار ورقمها من 1 حتى 3.
2. ضع في الأنبوب 1 محلول نشاء، وفي الأنبوب 2 ماء مقطر، وفي الأنبوب 3 زلال بيض أو محلول نباتي بروتيني.
3. أضف كمية مساوية من محلول (هيدروكسيد الصوديوم أو البوتاسيوم) إلى الأنابيب الثلاثة وحركها جيداً.
3. أضف قطرة أو قطرتين من محلول كبريتات النحاس إلى كل أنبوب من الأنابيب الثلاثة.
4. حرك المحلول برفق ولبضع دقائق، ثم راقب أي تغير في اللون.
5. دون نتائجك مع التفسير.

النتائج المتوقعة:

- **في وجود البروتين: سيتحول المحلول إلى اللون البنفسجي أو الأرجواني، مما يدل على وجود البروتين.**
- **في غياب البروتين: سيبقى لون المحلول أزرق، وهو اللون الأصلي لكبريتات النحاس في وسط قلوي.**

انتهت الجلسة السابعة