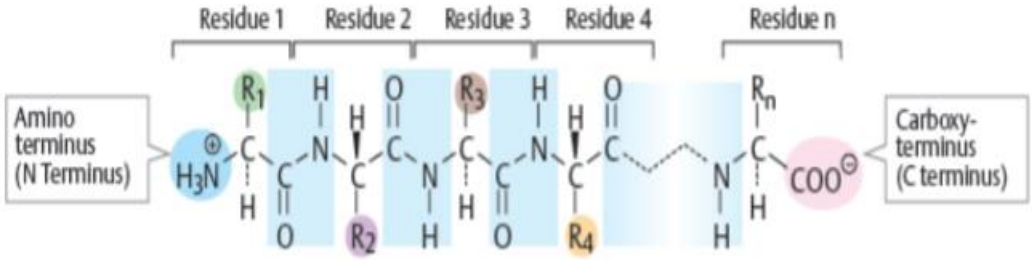
تراكيب البروتين

توجد اربعة انظمة تختص بتراكيب البروتينات هي:

1- التركيب الأولي Primary Structure :

يشير هذا التركيب الى نوعية وتسلسل الأحماض الأمينية في سلسلة متعدد الببتيد . ولا يشمل هذا المصطلح اي قوى او اواصر اخرى موجودة بين الأحماض الأمينية ما عدا الأواصر الببتيدية , كما ان دراسة الأصرة الببتيدية تدخل ضمن دراسة هذا التركيب . ويجب ملاحظة ان عدد الأحماض الأمينية في البروتين يعطي فكرة عامة عن حجم البروتين(وزنه الجزيئي) فقد اشار الباحثين الى انه يمكن ان يعد صفة اضافية الى التركيب الأولي.



الشكل(13-5): النهاية الكاربوكسيلية والأمينية Carboxy and amino terminus للببتيدات.

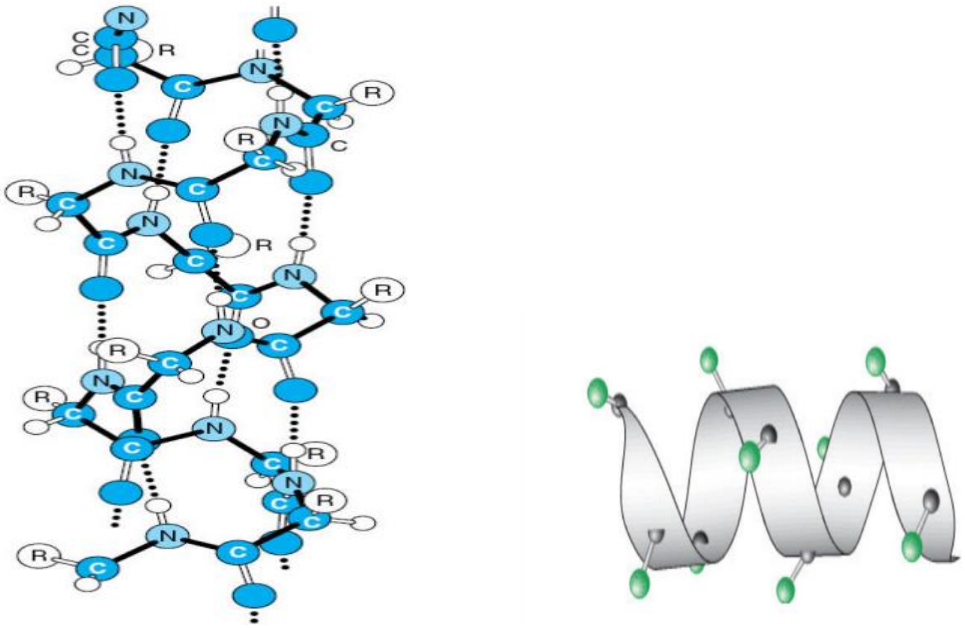
الشكل (1) : التركيب الأولي للبروتين.

2- التركيب الثانوي Secondary Structure :

يتضمن التركيب الثانوي للبروتين كيفية التواء سلسلة متعدد الببتيد لتعطي اشكال نوعية ثابتة عن طريق الأصرة الهيدروجينية اذ بالاعتماد على نوعية الأحماض الأمينية وصفاتها الكيميائية يمكن ان تشكل عدة نماذج من حالة الالتواء التي تشمل التركيب الثانوي هي:

أ- **المنحى الحلزوني ألفا α- Helix** : يتميز المنحنى الحلزوني بوجود 3.6 وحدة حامض اميني لكل دورة من المنحنى ويقدر قطر الحلزون ب 10 انكستروم. تبرز مجاميع R الى الخارج من العمود الفقري لمتعدد الببتيد . ان التركيب الحلزوني هذا ناجم عن وجود الأصرة الهيدروجينية بين اوكسجين الكاربونيل وهيدروجين

الأميد. وبما ان اصرة الببتيد تتعاقب بمسافات منتظمة ، لذلك فأن هذه الاصرة تكون كذلك منتظمة وبالتالي فأن هذا النظام يسمح للبروتين ان يأخذ شكلاً حلزونياً يسمى احياناً الحلزون الفا يمين الاتجاه Right handed $\alpha-$ helix .



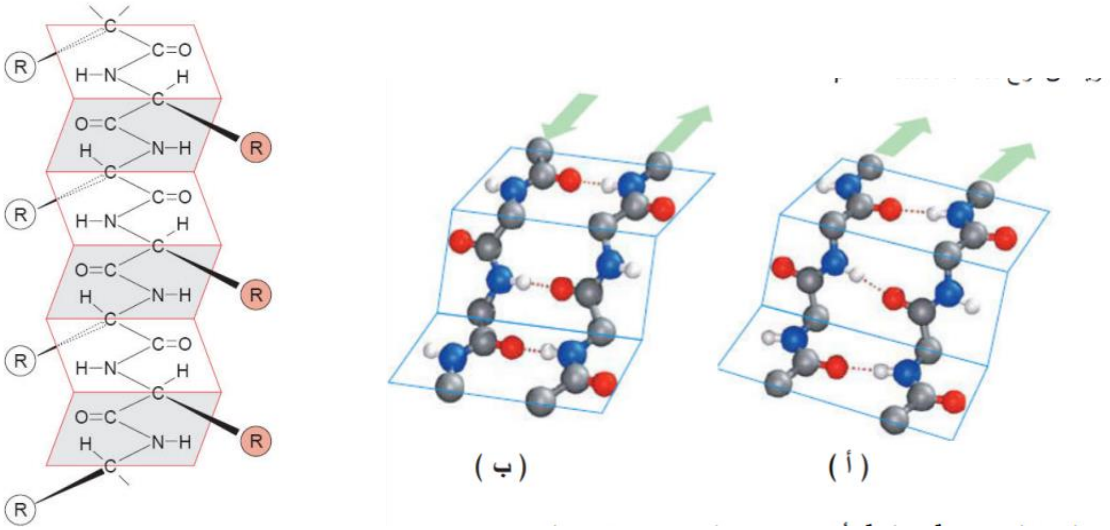
الشكل (2) : التركيب الحلزوني للبروتين.

يعد ألفا- كيراتين النموذج الذي يمثل الحلزون ألفا وذلك لاحتوائه على اعداد كبيرة من سلاسل الببتيد المتعددة المرتبطة بالأصرة الهيدروجينية ولكونه غنيا بالحامض الأميني السستاين الحاوي على جسر ثنائي الكبريت المطمورة في حشوة البروتين غير الذائب.

ب- **الصفيحة المطوية Pleated Sheet** : تترتب سلاسل الببتيد على امتداد بعضها البعض لتكون اشكالا يطلق عليها الصفائح المطوية اذ تمتد سلاسل متعدد الببتيد بأبعاد متعرجة تشبه شكل الزكزاك وتون هذه الصفائح مستقرة بوساطة اصرة الهيدروجين التي تربط مجموعة كاربونيل CO مع مجموعة أميد NH.

وتكون مجموعة R واقعة في اعلى الصفائح وأسفلها والتي تترتب السلاسل الببتيدية فيها اما باتجاه واحد او اتجاهين متعاكسين, بدون حصول تزاحم كلي للمجموعات R في الأحماض الأمينية المكونة للسلاسل . ويعد

تركيب الحرير الطبيعي (البروتين الليفي للحرير) نموذجا للصفيحة المطوية من نوع β– pleated sheet.



الشكل (3) : الصفيحة المطوية أ– باتجاه واحد. ب– باتجاهين متعاكس.

3– التركيب الثالثي Tertiary Structure :

يتضمن هذا التركيب البعد الثلاثي للبروتين الكروي الناتج عن تداخلات المجاميع الجانبية R–group مع بعضها , اذ تجعل سلسلة متعدد الببتيد مطوية بشدة ومكثفة بصورة مرصوصة على هيئة كرة صوف النسج . ويمكن ان يعرف التركيب الثالثي بمواقع المجاميع الجانبية والهيدروجين في الفراغ بالنسبة لمستوى اصرة الببتيد. ان استقرار التركيب الثالثي للبروتين يعزى الى الروابط والقوى الموجودة والمذكورة سابقا. ومن الأمثلة عليه بروتين المايوكلوبين الذي يعمل على نقل الأوكسجين في العضلات ويحتوي على سلسلة واحدة من متعدد الببتيد مكونة من 135 حامض اميني ومجموعة الهيم الحاوية على الحديد. ويوضح الشكل التالي العمود الفقري لجزيئة المايوكلوبين المتكونة من ثمان قطع مستقيمة ومنفصلة بواسطة انحناءات. ان تركيب كل قطعة من هذه القطع هو عبارة عن التركيب الحلزوني الفا، غير ان الشكل العام للمايوكلوبين نفسه الناجم عن التداخلات للمجاميع الجانبية هو الذي يعطي التركيب الثلاثي الابعاد والذي يتصف بما يلي :

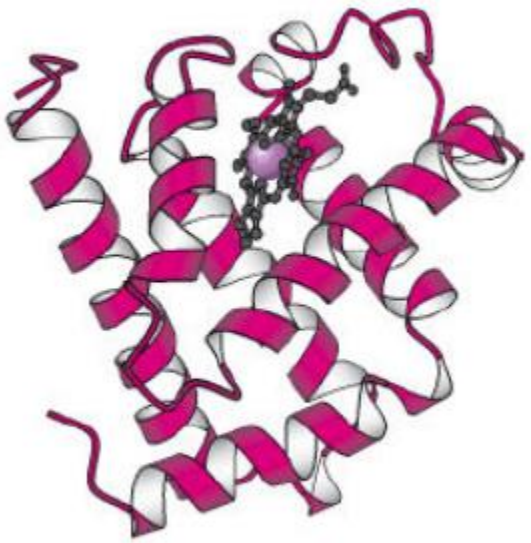
1- ان سلاسل نتعدد الببتيد تكون مطوية بإحكام اذ لاتدع مجالاً الا لعدد قليل من جزيئات الماء بان تكون في الداخل.

2- تقع جميع المجاميع الجانبية لوحدات الاحماض الامينية القطبية مثل اللايسين والارجنين وحامض الكلوتاميك والاسبارتك والسيرين والثريونين والهستدين تقريباً على السطح الخارجي للجزيئة وتكون معرضة للماء وهذا يدل على ان للقوى الايونية تأثيراً ضعيفاً في استقرار البروتين.

3- تختفي المجاميع الجانبية للأحماض الامينية غير القطبية الى الداخل من جزيئة البروتين مثل الفالين والليوسين ولهذا السبب فان معظم البروتينات غير قابلة للذوبان في المذيبات العضوية .

4- ان وحدات البرولين لا تستطيع المشاركة في التركيب الحلزوني الفا ويكون موقعه في انحناءات سلسلة متعدد الببتيد.

5- تعد وحدة الهيم الحاوية على الحديدوز هي الاخرى غير قطبية كارهة للماء وتكون الى الداخل مع الاحماض الامينية غير القطبية.

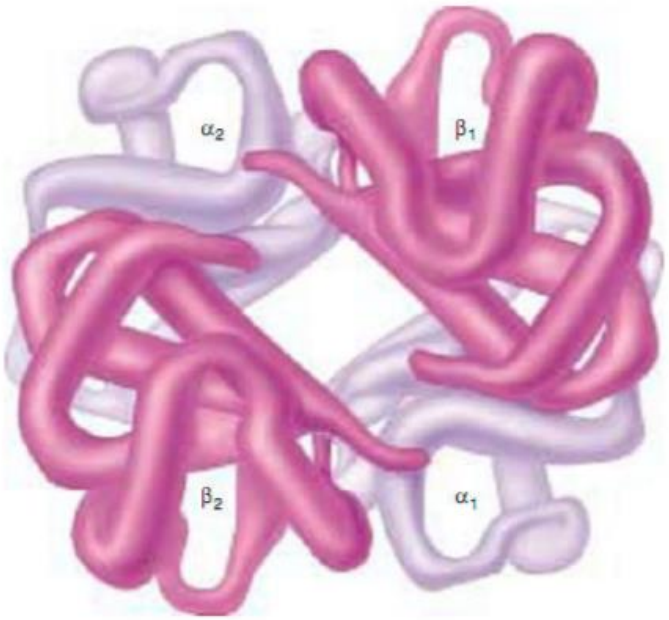


الشكل (4) : التركيب الثالثي لبروتين المايوكلوبين.

4- التركيب الرابعي Quaternary Structure :

اذا احتوى بروتين (متعدد ببتيد) على اكثر من سلسلة ببتيدية فان البروتين ينتمي الى التركيب الرابعي وهذا التركيب هو ترابط مجموعة الوحدات الثانوية للبروتين protein subunits سواء كانت متشابهة او غير متشابهة لتكون ما يسمى Oligomer (اي بوليمر صغير) .

ومن ناحية اخرى فان مصطلح التركيب الرابعي يشير الى عدد وحدات البروتين التي يجب ان ترتبط مع بعضها لتكون الصيغة الفعالة لذلك البروتين من الناحية الحيوية . ومن الأمثلة على التركيب الرابعي هو جزيئة الهيموكلوبين التي تتكون من اربع سلاسل ببتيدية (اربع وحدات) اثنتين ألفا واثنتين بيتا تتداخل مع بعضها بواسطة الاواصر والقوى لتعطي شكلا رباعي الأسطح.



الشكل (5) : التركيب الرابعي للهيموكلوبين.

ذوبانية البروتينات:

تحتوي البروتينات على مجاميع مختلفة من الحامضية – القاعدية وبالتالي فهي تختلف في الذوبانية بالاعتماد على عدة عوامل منها:

1- تتأثر درجة الذوبانية كثيرا بقيمة الpH اذ تكون درجة الذوبانية عند ادنى مستوى (ازدياد ترسيب البروتين) في نقطة التعادل الكهربائي (وهي درجة الpH التي يكون فيها محصلة الشحنة على البروتين صفرا ولا تتحرك في المجال الكهربائي) وتزداد كلما ابتعدنا عن هذه النقطة في الاتجاهين الحامضي او القاعدي .

2- تتأثر ايضا بتراكيز الأملاح المذابة في المحلول فعند استخدام كبريتات الأمونيوم يلاحظ انه يعمل على ترسيب العديد من البروتينات ولكل بروتين كمية محددة من الملح المستخدم لترسيبه.

3- تقل الذوبانية للعديد من البروتينات باستخدام مذيبات عضوية.

4- الحرارة تساعد في تجلط البروتينات .

5- المعادن الثقيلة تعد عوامل مرسبة بروتينية فعالة.

تغيير الحالة الطبيعية للبروتين (المسخ)Denaturation :

يشمل هذا التغيرات التي تطرأ على جزيئة البروتين من النواحي الفيزيائية والكيميائية والخواص الحيوية وبالتالي يؤدي الى تغير حالته الطبيعية وينتج عنها فقدان الصفات الفسيولوجية للبروتين مثلا الأنزيمات تفقد فعاليتها.

العوامل المسببة للمسخ:

1-درجة حامضية او قاعدية عالية جدا تحطم الأواصر الهيدروجينية فيه.

2-درجة حرارة عالية.

3-الموجات فوق الصوتية Ultrasonic vibration .

4-املاح المعادن الثقيلة مثل املاح ايونات الفضة +Ag او الزئبق2+Hg الايونات التي يمكن ان تتحد مع مجموعات الثايول SH وترسب البروتين.

5-الأشعة فوق البنفسجية UV-rayاو الأشعة السينيةX-ray.

6–تعرض البروتين الى مذيبات عضوية مثل الأسيتون والايثانول حتى عند درجات حرارة منخفضة .

7–تعريض محلوله المائي للتحريك بقوة.

التغيرات التي تطرأ على البروتين الممسوخ :

1– انخفاض قابلية الذوبان للبروتين .

2– تغيرات في التراكيب الداخلية لبروتين وكذلك في عملية ترتيب الاواصر الببتيدية مع عدم حصول تكسير لها .

3– زيادة الفعاليات الكيميائية ومجاميع الثايول والقابلية الايونية للبروتين .

4– سهولة تحلله بواسطة الانزيمات المحللة .

5– فقدان جزئي او كلي للفعالية البيولوجية الاصلية.