PROTEINSالبـــروتينـــات

نبذة عامه

اول من استخدم لفظ البروتين هو العالم برزيليوس سنة 1839 وهى كلمة مشتقة من الاغريقية بروتيوس (Proteus) ومعناها (فى المكان الاول) والبروتينات ذات وزن جزيئ مرتفع ويتكون من عديد من الاحماض الامينية حيث ان 60 – 80% من مكونات الكائن الحى تتكون من البروتين فمثلا الانزيمات التى تقوم بجميع العمليات الحيوية من هدم وبناء تتكون من طبيعة بروتينية كما ان البروتين يكون حجر البناء لجميع خلايا العضلات التى لها القدرة على الانكماش والانبساط. كذلك الهيموجلوبين الذى يعتبر اهم عامل للحياة كحامل للاكسجين اللازم للحياة من الرئتين الى جميع اجزاء الجسم المختلفة كما ان الجلوبين يحمى الكائن من انواع البروتينات الغريبة التى تكون في صورة Antigens فيكون ما يسمى Antibodies ويرتبط مع هذه الاجسام الغريبة فيحمى الكائن من اضرارها ويعتبر البروتين مع الكربوهيدرات والدهون مواد البناء الاساسية التى تكون معظم الغذاء الانسانى والحيوانى ومعظم البروتين اللازم للانسان يكون من مصدر حيوانى الا ان هذا المصدر لم يكفى احتياجات العالم مما دفع بالعلماء الى ايجاد مصدر جديد للبروتين اللازم للانسان

وتتكون البروتينات من عناصر الكربون والاكسجين والايدروجين والنيتروجين والكبريت وتتراوح نسب هذه العناصر كالاتى:

%55 – 50 =C % 7.3 – 6 =H %24 – 19=O_2

%19-15 =N_2 0% 2.5 -0.3=S

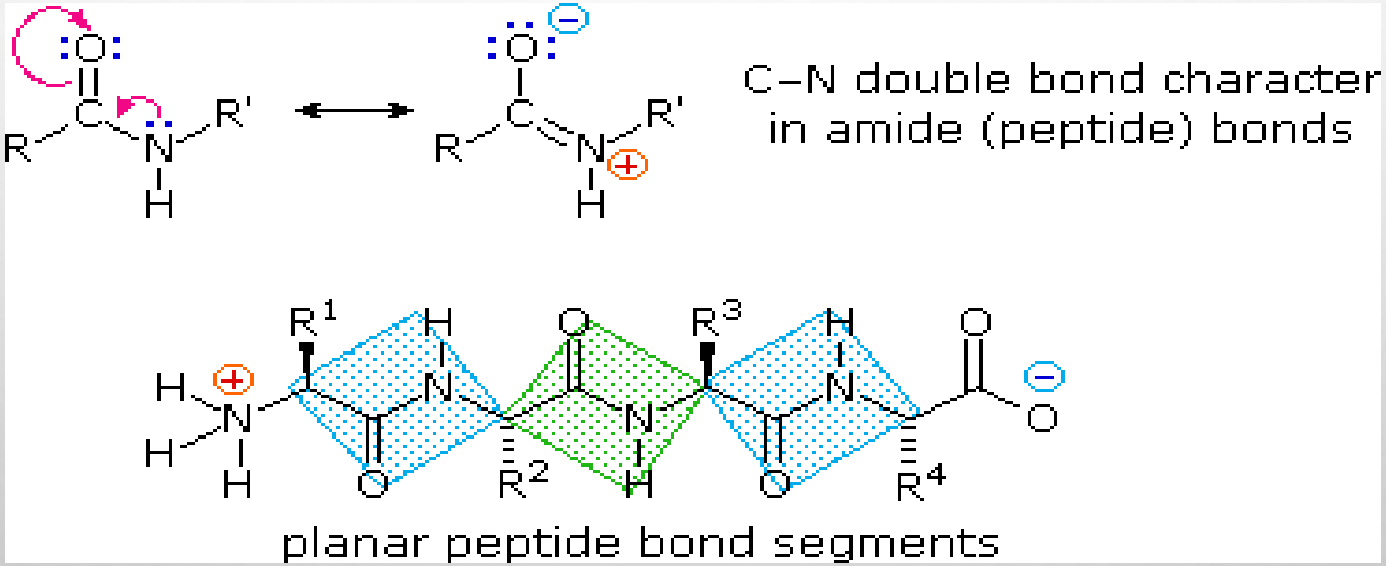
وقد يوجد أيضا الكلور والبروم واليود بنسبة بسيطة جدا

التركيب

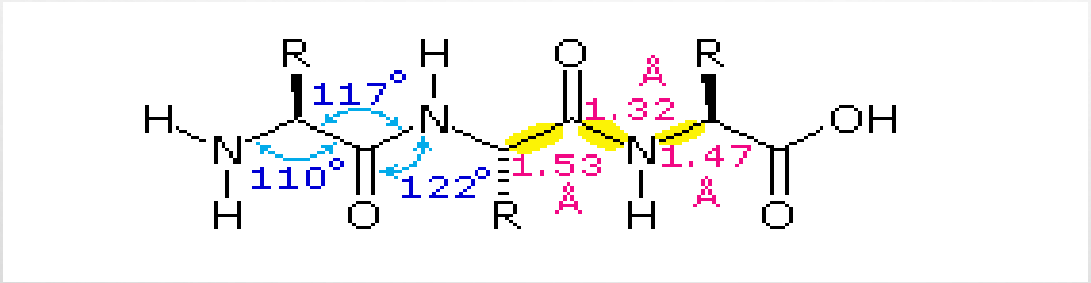
ويتركب البروتين من جزيئات بسيطة مكونة من العديد من الوحدة البنائية الممثلة فى الاحماض الامينية0 عدد الاحماض الامينية فى جزئ البروتين يتراوح ما بين 40 حتى 1000 حمض أمينى وقد لكن أغلب البروتينات تحتوى احماض أمينية ما بين – يصل إلى 4500 كما فى جزئ البروكولاجين 200 حمض أمينى ويمكن للبروتين بواسطة التحليل المائي الحامضى عدة ساعات مع –100 التسخين على درجة 105^{5}م أن ينكسر إلى وحداته البنائية الأساسية وهي الأحماض الأمينية.

تركيب البروتين

تتميز الوحدات البنائية للبروتين(الأحماض الأمينية) بوجود مجموعات كربوكسيل حامضية COOH ومجموعة قاعدية NH_2. ذرة الكربون فى الوضع α للحمض الامينى مرتبطة بأربع مجاميع مختلفة إحلالية هى :-



والرسم الاتى يوضح إرتباط الاحماض الامينية مع بعضها عن طريق روابط ببتيدية ويلاحظ ان الطرف اليساري من السلسلة يحتوى على مجموعة امين حرة وتسمى N- terminal end group وفى الطرف اليمينى من السلسلة توجد مجموعة كربوكسيل وتسمى terminal end group C –.



سلسلة ببتدية Peptide chain ويلاحظ بها روابط ببتيدية0

الوحدات البنائية الأساسية التى يتكون منها البروتينات :-

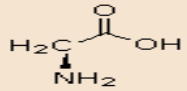
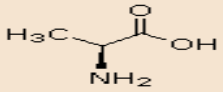
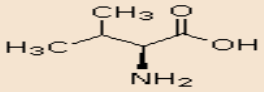
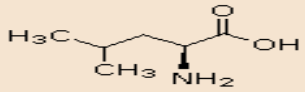
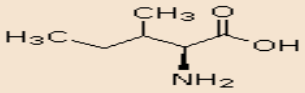
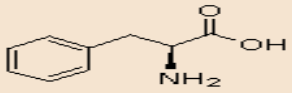
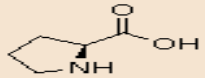
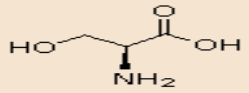
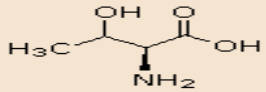
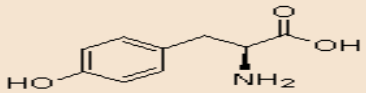
- تتكون البروتينات من ثلاث أنواع من الأحماض الأمينية هم :-

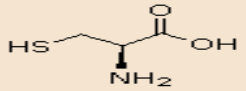
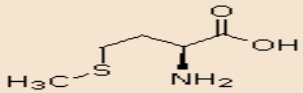
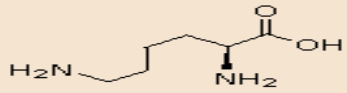
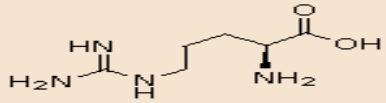
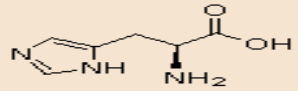
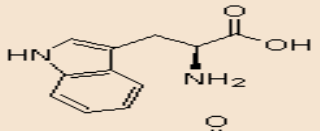
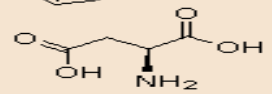
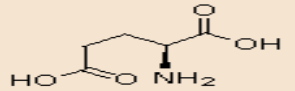
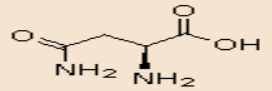
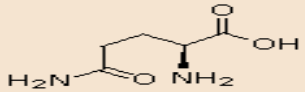
1- أحماض أمينية متعادلة:- عدد المجاميع القاعدية =الحامضية ومنها (الجليسين – ألانين – فالين – ليوسين وغيرهم).

2- أحماض أمينية قاعدية : وفيها عدد المجاميع القاعدية أكبر من المجاميع الحامضية ومنها (الليسين – أرجينين – هستيدين – برولين – هيدروكسي برولين).

الاسبارتيك). 3- أحماض أمينية حامضية : وفيها عدد المجاميع –ومنها(الجلوتاميك

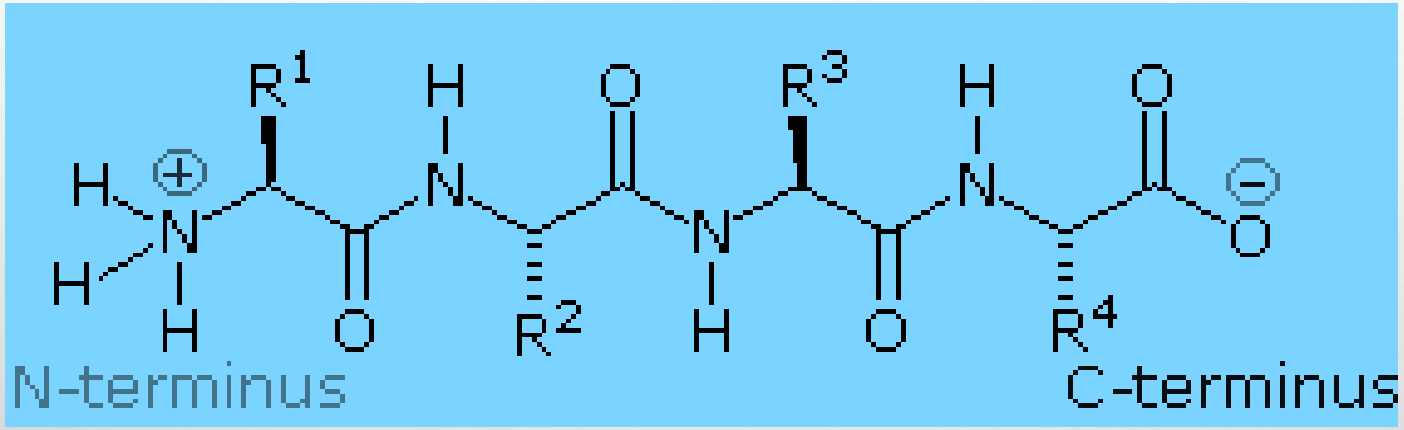
الرموز التركيبية لبعض الاحماض الامينية

Name	Formula	Abbreviations	
Glycine		Gly	G
Alanine		Ala	A
Valine		Val	V
Leucine		Leu	L
Isoleucine		Ile	I
Phenylalanine		Phe	F
Proline		Pro	P
Serine		Ser	S
Threonine		Thr	T
Tyrosine		Tyr	Y

Name	Formula	Abbreviations	
Cysteine		Cys	C
Methionine		Met	M
Lysine		Lys	K
Arginine		Arg	R
Histidine		His	H
Tryptophan		Trp	W
Aspartic Acid		Asp	D
Glutamic Acid		Glu	E
Asparagine		Asn	N
Glutamine		Gln	Q

تكوين الببتيد

ومن خلال إرتباط الاحماض الامينية مع بعضها ينتج سلسلة طويلة تسمى **Polypeptide** ذات السلاسل الجانبية وهذه تتكون من تركيب متناسق مكرر لنفسه.



بعد ترتيب الاحماض الامينية فى صورة سلاسل ببتيدية تبدأ تلك السلاسل فى ترتيب نفسها بجانب بعضها كل ثلاث سلاسل مثلا كما فى الكولاجين ليكون جزئ الكولاجين أو الكيراتين يمينى الدورة او يساوى الدورة او فى helixويتخذ الجزئ شكل فى الفراغ بحيث يكون صورة سلسلتين ويكون اما الفا هلكس او بيتا هلكس كما فى الكيراتين

توجد اربعة أنواع من بناء البروتين بناء البروتين

البناء الاولى Primary structure

ويمثله نوع وعدد الاحماض الامينية وتتابع ترتيبها فى السلسلة البيتدية وهذا البناء يمثل هيكل backboneالسلسلة البيتيدية وما يتصل بها من ذرات او مجموعات

البناء الثانى secondary structure

وهو يمثل التركيب التكوينى conformation للسلسة البيتيدية والتى يؤثر فيها الإلتفاف على طول السلسلة او التفاف سلاسل بيتيدية مع بعضها فى شكل حلزونى والتصاقها مع بعضها وهذا يحدد التوزيع الفضائى للذرات والمجموعات فى السلسلة الببتيدية ووضعها بالنسبة لبعضها وما يؤدى له من مشابهات هندسية تأخذ اوضاع cis or trans وحالات التردد Resonance بين انواع البناء المحتمل تكوينها ويثبت هذا البناء الروابط الهيدروجينية وهذا البناء تاخذ فيه السلاسل البيتيدية ثلاثة اشكال مختلفه وهى :-

نماذج البناء الثانى

ا- نموذج الفا– α-pattern

وفيه تلتف سلسلة ببتيدية على طولها التفاف حلزونى Helix واللفة الواحدة فى الحلزون طولها 3.3 وحدة حامض امينى وكل لفة طولها 9.6 A°اى ان كل حمض امينى يخصه 2.91 A°وهذا الترتيب موجود فى الكيراتين.

ب- نموذج بيتا β - pattern

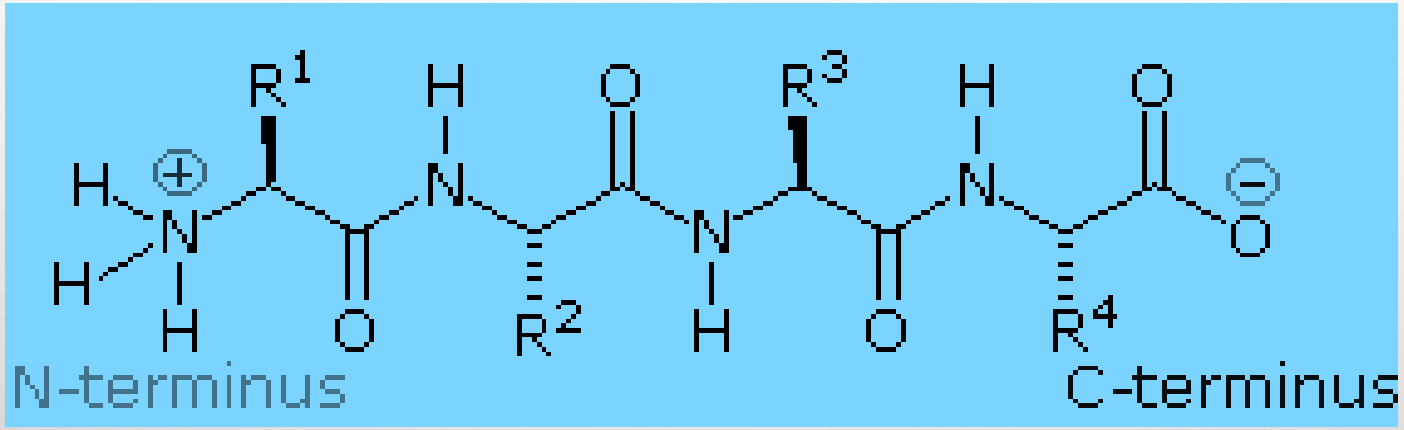
وهوالتركيب البسيط غير الملتف وفيه ترتبط سلسلتين ببتيديتين او اكثر على طولها دون التفاف على بعضها او تكوين حلزونى مع بعضها وتعمل الروابط الثانوية على تثبيت الوضع الذى تأخذه السلاسل البيتيدية مع بعضها وهذا الترتيب موجود فى الحرير الطبيعى والذى يتكون من سلاسل بيتيدية متراصة طوليا فى وضع منفرط ويثبتها مع بعض روابط هيدروجينية.

جـ – الشكل العشوائي Random pattern :-

ويوجد به التركيب الحلزونى والتركيب المنفرط (أ،ب). ويؤدى التركيب الحلزونى الى زيادة عدم التناسق فى السلسلة الببتيدية فيزيد قوة تحويلها للضوء المستقطب.

تكوين الببتيد

ومن خلال إرتباط الاحماض الامينية مع بعضها ينتج سلسلة طويلة تسمى **Polypeptide** ذات السلاسل الجانبية وهذه تتكون من تركيب متناسق مكرر لنفسه.



بعد ترتيب الاحماض الامينية فى صورة سلاسل ببتيدية تبدأ تلك السلاسل فى ترتيب نفسها بجانب بعضها كل ثلاث سلاسل مثلا كما فى الكولاجين ليكون جزئ الكولاجين أو الكيراتين يمينى الدورة او يساوى الدورة او فى helixويتخذ الجزئ شكل فى الفراغ بحيث يكون صورة سلسلتين ويكون اما الفا هلكس او بيتا هلكس كما فى الكيراتين

توجد اربعة أنواع من بناء البروتين بناء البروتين

البناء الاولى Primary structure

ويمثله نوع وعدد الاحماض الامينية وتتابع ترتيبها فى السلسلة البيتدية وهذا البناء يمثل هيكل backboneالسلسلة البيتيدية وما يتصل بها من ذرات او مجموعات

البناء الثانى secondary structure

وهو يمثل التركيب التكوينى conformation للسلسة البيتيدية والتى يؤثر فيها الإلتفاف على طول السلسلة او التفاف سلاسل بيتيدية مع بعضها فى شكل حلزونى والتصاقها مع بعضها وهذا يحدد التوزيع الفضائى للذرات والمجموعات فى السلسلة الببتيدية ووضعها بالنسبة لبعضها وما يؤدى له من مشابهات هندسية تأخذ اوضاع cis or trans وحالات التردد Resonance بين انواع البناء المحتمل تكوينها ويثبت هذا البناء الروابط الهيدروجينية وهذا البناء تاخذ فيه السلاسل البيتيدية ثلاثة اشكال مختلفه وهى :-

نماذج البناء الثانى

ا- نموذج الفا– α-pattern

وفيه تلتف سلسلة ببتيدية على طولها التفاف حلزونى Helix واللفة الواحدة فى الحلزون طولها 3.3 وحدة حامض امينى وكل لفة طولها 9.6 A°اى ان كل حمض امينى يخصه 2.91 A°وهذا الترتيب موجود فى الكيراتين.

ب- نموذج بيتا β - pattern

وهوالتركيب البسيط غير الملتف وفيه ترتبط سلسلتين ببتيديتين او اكثر على طولها دون التفاف على بعضها او تكوين حلزونى مع بعضها وتعمل الروابط الثانوية على تثبيت الوضع الذى تأخذه السلاسل البيتيدية مع بعضها وهذا الترتيب موجود فى الحرير الطبيعى والذى يتكون من سلاسل بيتيدية متراصة طوليا فى وضع منفرط ويثبتها مع بعض روابط هيدروجينية.

جـ – الشكل العشوائي Random pattern :-

ويوجد به التركيب الحلزونى والتركيب المنفرط (أ،ب). ويؤدى التركيب الحلزونى الى زيادة عدم التناسق فى السلسلة الببتيدية فيزيد قوة تحويلها للضوء المستقطب.

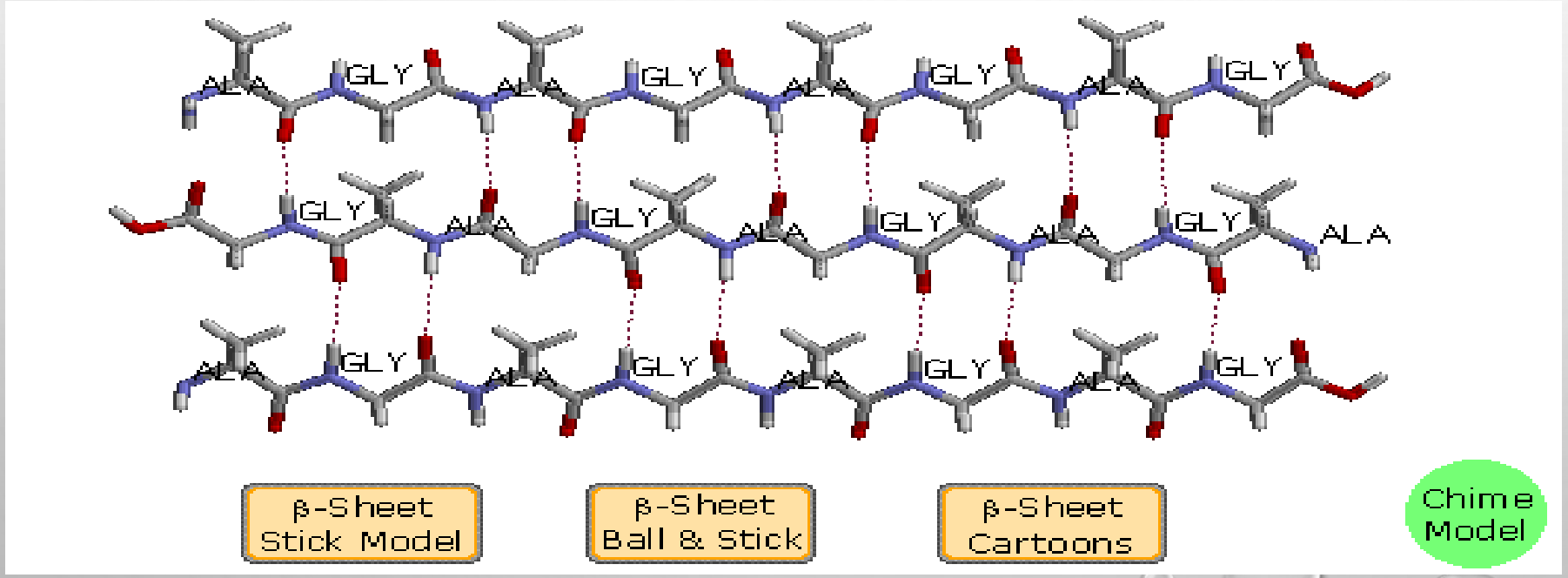
البناء الثالث Tertiary structure

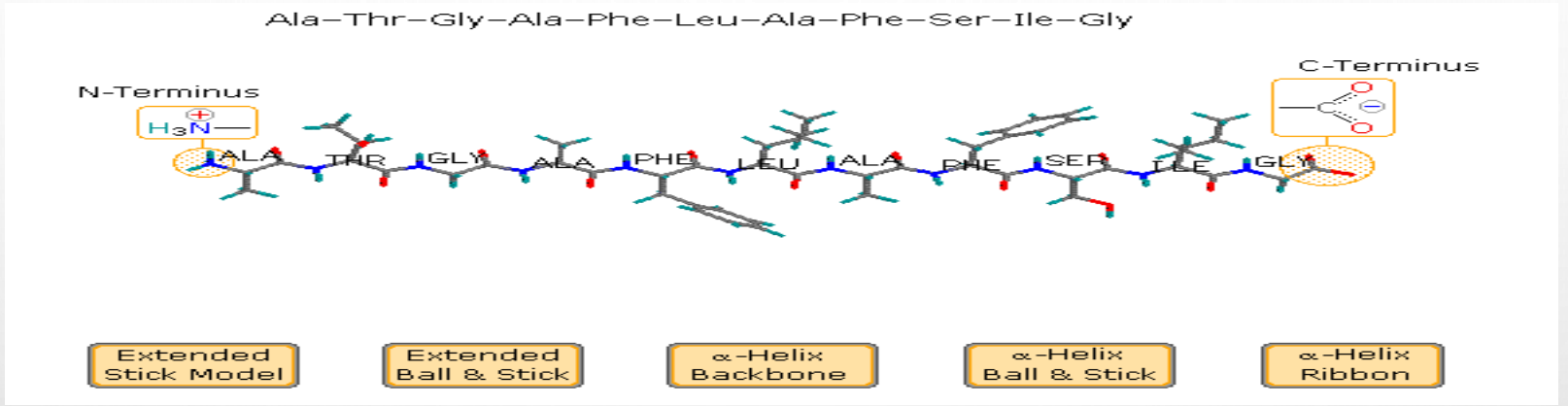
وهو يمثل الشكل العام المجسم الثلاثى الابعاد للبروتين ويحدده التفاف السلاسل الببتيدية على بعضها وتكورها او انفراطها وهذا التركيب تثبته الروابط الثانوية كما ان للرابطة الثنائية الكبريت S S ـ الموجودة فى البروكولاجين والكيراتين والجلوتامين اهمية فى تثبيت هذا البناء ويمكن معرفة هذا البناء بواسطة X – ray diffraction

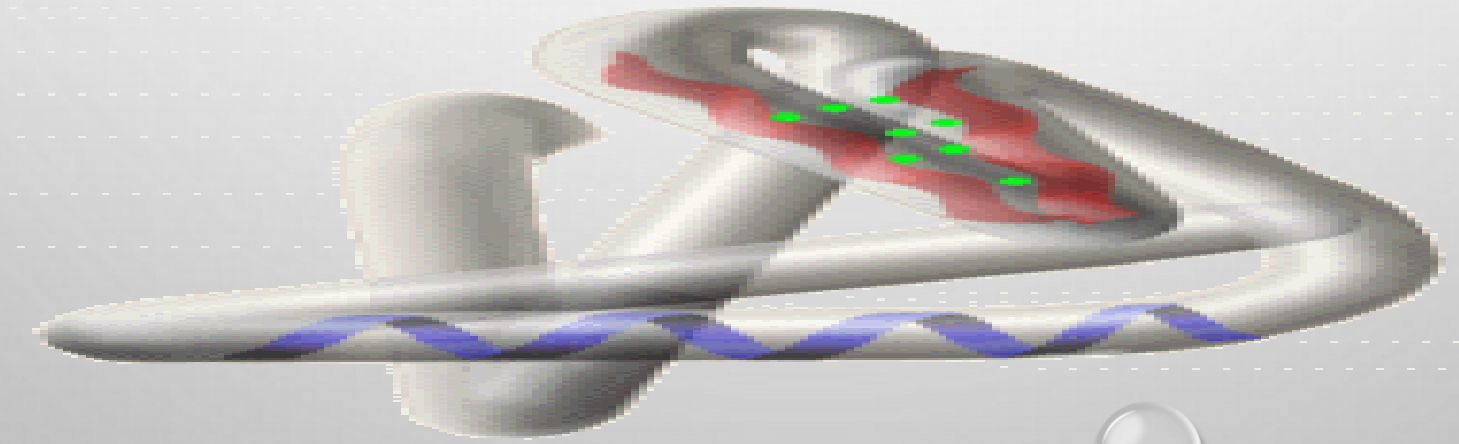
البناء الرابع Quatarnary structure

وهذا البناء الرابع الناتج من تجمع بعض جزيئات البروتين مع بعضها وهذا يتوقف على نوع البروتين ونوع شحناته الكهربائية ودرجة حموضة المحلول0 وتعمل الروابط S-S على تثبيت هذا البناء وكذا تعمل ايونات الكالسيوم على تجمع جزيئات البروتين (انزيم الفا اميليز) وبذلك يتكون البناء الرابع كما ان ايونات الخارصين تعمل على تكوين البناء الرابع للانزيم.

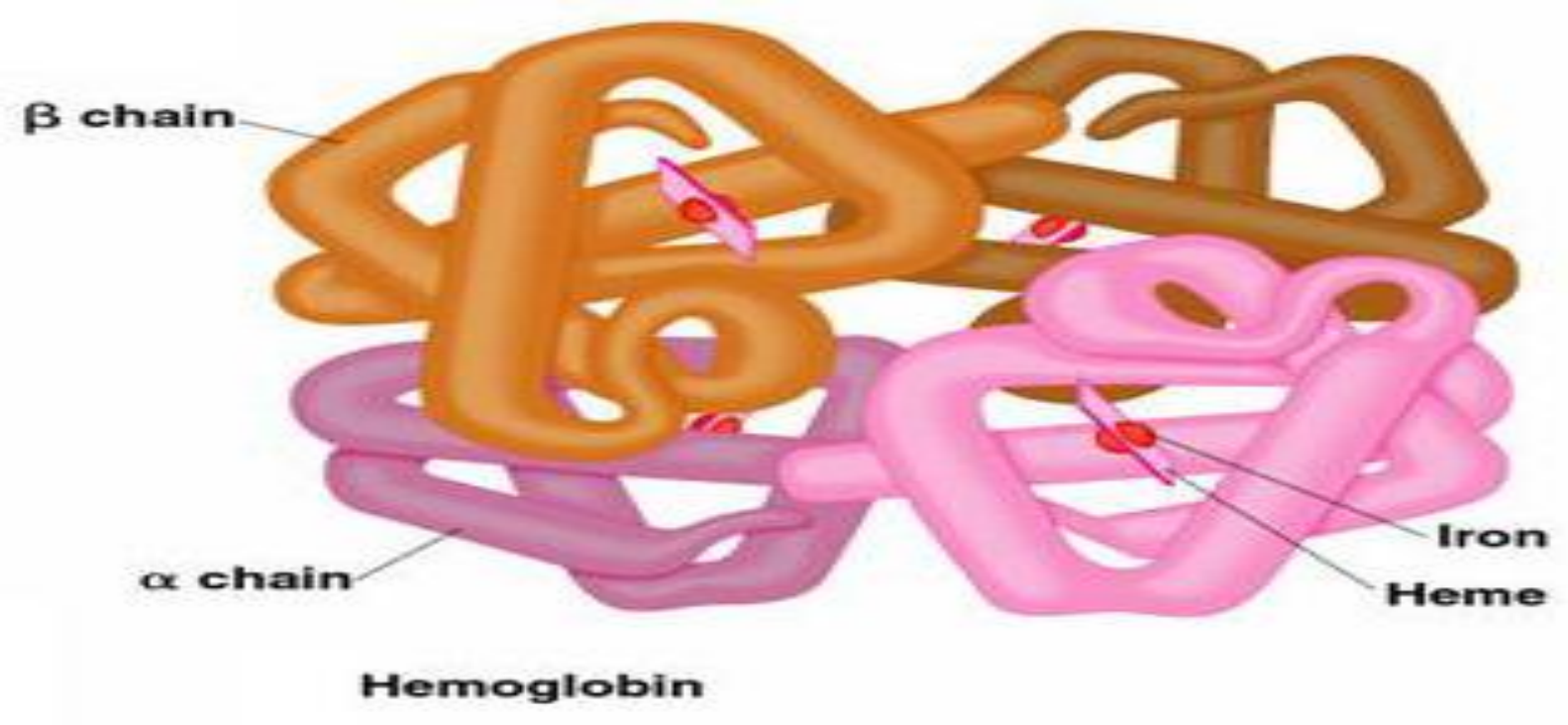
البروتيد protoid = جزيء بروتيني + جزيء غير بروتيني والقسم الكروموبروتين يعتبر من الدرجة الحيوية مهما حيث ان السيتوكروم، والسيتوكروم اكسيديز، وانزيم الكتاليز تعتبر احسن مثال لذك. اما النيوكليوتيد يمثل الجزء الغير بروتيني فيه الاحماض النووية.




Ala–Thr–Gly–Ala–Phe–Leu–Ala–Phe–Ser–Ile–Gly
N-Terminus
C-Terminus
Extended Stick Model
Extended Ball & Stick
α-Helix Backbone
α-Helix Ball & Stick
α-Helix Ribbon



تركيب الهيموجلوبيولين



العوامل المثبته للتركيب الثالث والرابع في البروتين

عندما تتكون السلاسل البيتيدية داخل الخلايا فان السلاسل تكون مرتبطة ببعضها بنوعين من الروابط :-

روابط داخل السلسلة نفسها هي الروابط الببتيدية.

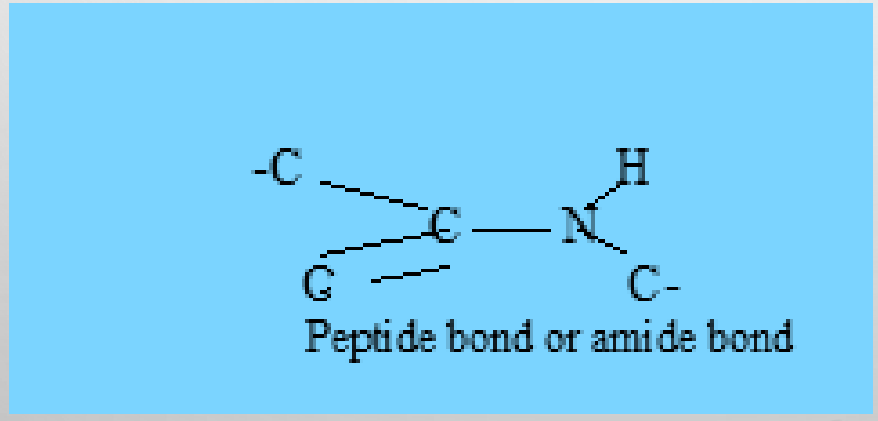
روابط بين السلاسل وبعضها وهذه السلاسل مكونة لجزئ البروتين وتسمى هذه الروابط الايدروجينية.

وكذا فانه يوجد روابط ايضا بين الجزيئات وبعضها Intra molecular bond

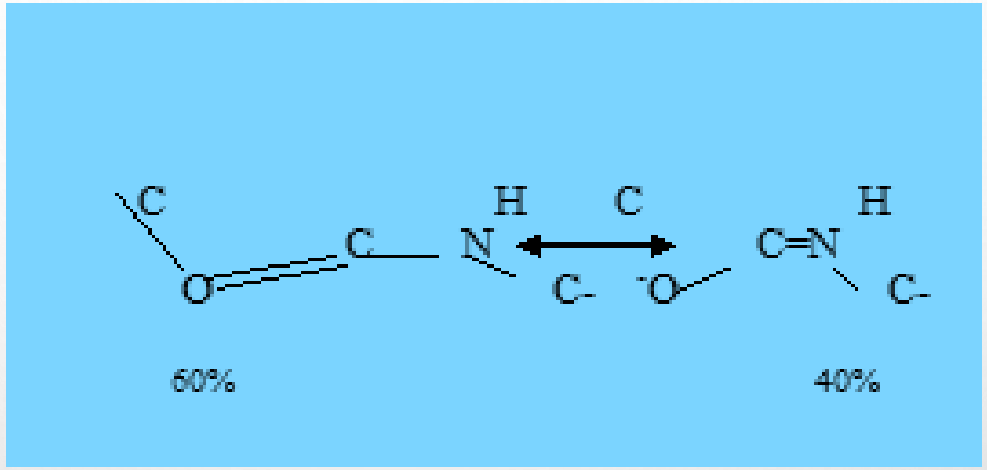
الروابط التى تساهم فى حفظ تكوين البروتين

1-الروابط الببتيدية Peptide bond:

هى روابط موجودة بين اثنين من الاحماض الامينية احداهما له مجموعة COOHوالثاني يتصل بهذه المجموعة من جهة مجموعة الأمين $-NH_2$ وتكون كالآتى :-



Peptide bond or amide bond



C-N %40 تمتلك 60% من خصائص الرابطة الزوجية والرابطة C = O الا ان هذه الرابطة

من خصائص الرابطة الزوجية لذلك توجد هذه الرابطة على صورتين

2- الروابط الايونية (الكهربائية)

بين سلسلة جانبية مشحونه بشحنة موجبة مثل الارجينين ، الليسين وبين سلسلة جابية مشحونه بشحنه سالبة مثل حامض الاسبارتيك والجلوتاميك

3- الروابط الكبريتية Disulphide bridge (S – S):

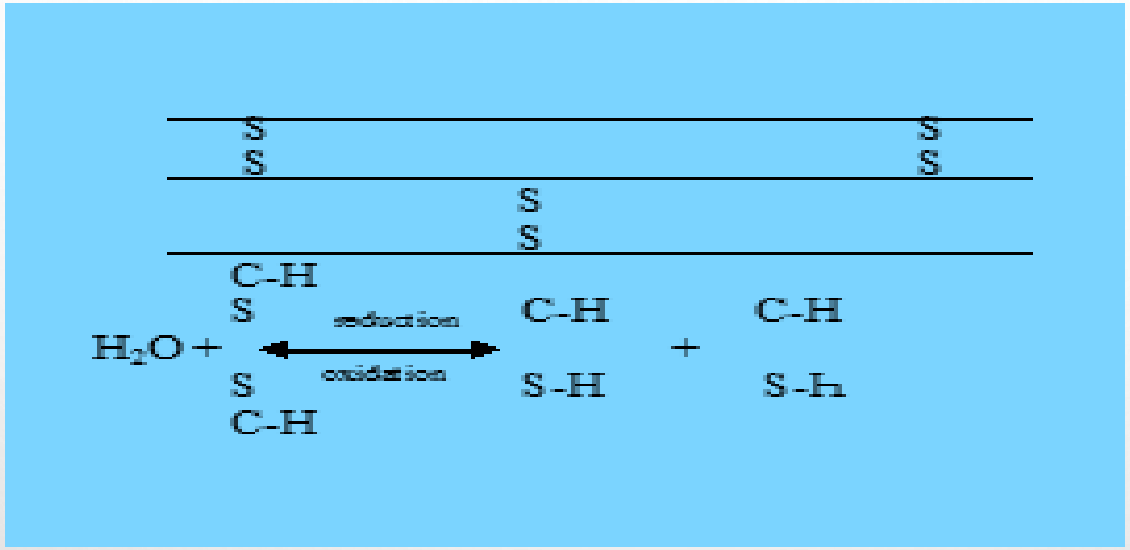
وهى Covalent bnond وتوجد في الكيراتين بنسبة 14% ويرجع السبب في ثبات جزئ البروتين ومقاومته للتغير الى هذه الروابط الكبريتية وتحتاج هذه الروابط الى حوالى 40 – 60 كالورى لكسرها. وتتكون هذه الروابط نتيجة وجود الحمض الامينى السستين الموجود في سلسلتين ببتيديتين كما هو موضح بالرسم وهذه الرابطة من ضمن العوامل المثبتة للبروتين وتوجد كما سبق ذكره في الكيراتين والمادة الامية للكولاجين Pro-collagen حيث ترتبط اطراف السلاسل الببتيدية المكونه للجزئ ببعضها كما توجد ايضا في جاما جلوبيولين المسببة للمناعة للانسان تربط اجزاء جزئ جاما جلوبيولين.

2- الروابط الايونية (الكهربائية)

بين سلسلة جانبية مشحونه بشحنة موجبة مثل الارجينين ، الليسين وبين سلسلة جابية مشحونه بشحنه سالبة مثل حامض الاسبارتيك والجلوتاميك

3- الروابط الكبريتية Disulphide bridge (S – S):

وهى Covalent bnond وتوجد في الكيراتين بنسبة 14% ويرجع السبب في ثبات جزئ البروتين ومقاومته للتغير الى هذه الروابط الكبريتية وتحتاج هذه الروابط الى حوالى 40 – 60 كالورى لكسرها. وتتكون هذه الروابط نتيجة وجود الحمض الامينى السستين الموجود في سلسلتين ببتيديتين كما هو موضح بالرسم وهذه الرابطة من ضمن العوامل المثبتة للبروتين وتوجد كما سبق ذكره في الكيراتين والمادة الامية للكولاجين Pro-collagen حيث ترتبط اطراف السلاسل الببتيدية المكونه للجزئ ببعضها كما توجد ايضا في جاما جلوبيولين المسببة للمناعة للانسان تربط اجزاء جزئ جاما جلوبيولين.



4- الروابط الملحية : Salt bridge:

وهذه تكون بين السلاسل الجانبية ومثال ذلك الرابطة بين الاحماض ذات مجموعة الكربوكسيل ومجموعة الامين فى السلاسل الجانبية اى بين الاحماض الامينية القاعدية والاحماض الامينية الحامضية.

5- الارتباط اللايدروجيني :- Non-covalent bond (قوى فان دير فالس):-

وهو نوع من الارتباط غير التساهمى وينتج من التداخل الكهربائى الاستاتيكى بين جزيئات غير متاينة حيث يجعل التوزيع الالكترونى لها غير متزن ويجعل احد اطرافها موجب الشحنة بالنسبة للطرف الاخر الذى يعتبر سالب الشحنة وبذلك يتكون في الجزئ غير المتأين قطبان والارتباط بين اطراف الجزيئات من نوع ثنائي القطب مع ثنائي القطب dipole – dipole interaction ويحدث تجاذب لذرة الايدروجين بواسطة ايونين سالبين كل منهما يعمل على جذبهما وبذا ترتبط.

6- الروابط الهيدروفوبية Hydrophobic Bonds

ومن امثلة هذه الروابط ما يحدث عند ترابط مجموعتى فينايل او مجموعتى ايزوبروبايل نتيجة تنافر كل منهما مع جزئ الماء والتى تعمل على طردها عنه فتتقارب المجموعات وتصبح متجاورة بحيث لا يوجد فاصل بينهما في البروتين بين السلاسل الجانبية لحمض الفالين – ليوسين – فينيل الانين - تيروزين عند وجودهما مع الماء والرموز التالية توضح انواع هذه الروابط السابقة.