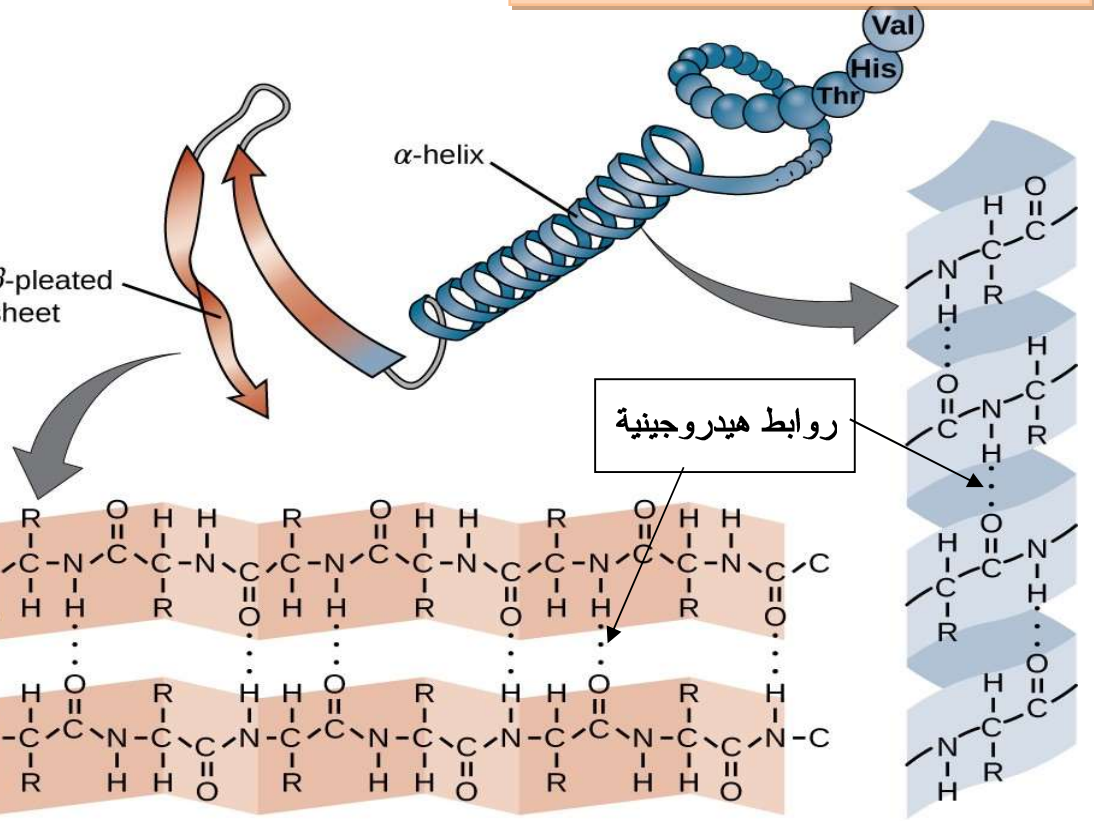
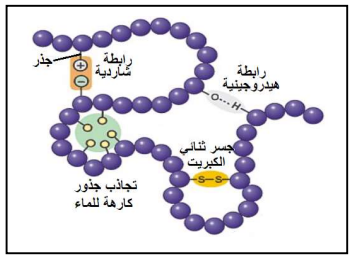
يكتسب البروتين بنية فراغية (ثلاثية الابعاد) تلقائيا تحافظ على استقراراها روابط كيميائية تنشا بين الاحماض الامينية الداخلة في تركيبه، وحسب تدرج تعقيد البنية تقسم مستوياتها الى اربعة:

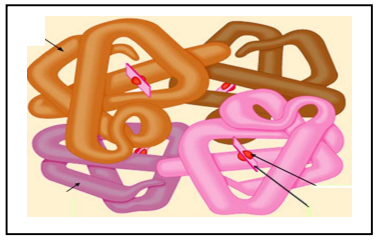
مستوى اولي: ناتج عن تشكيل روابط ببتيدية بين احماض امينية محددة بالنوع والعدد والترتيب حسب الرسالة الوراثية.



مستوى ثالثي: يضم عدة بنيات ثانوية متقاربة (الفا او بيتا او كليهما) ومناطق انعطاف تحافظ على استقرارها روابط (هيدروجينية، كبريتية، شاردية، انجذاب جذور كارهة للماء) بين جذور احماض امينية محدّدة بدقة.



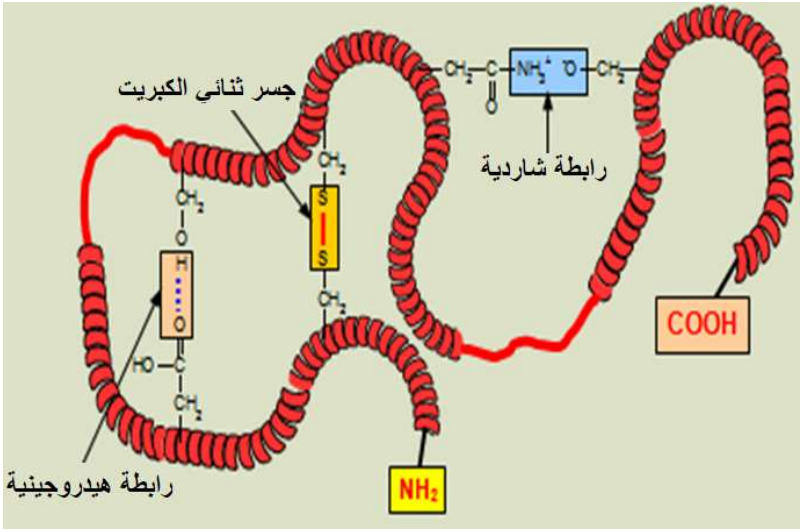
مستوى رابعي : ناتج عن اتحاد سلسلتين اوكثر ذات مستوى ثالثي ، حيث تتماسك تحت الوحدات الثالثية بروابط هيدروجينية .....



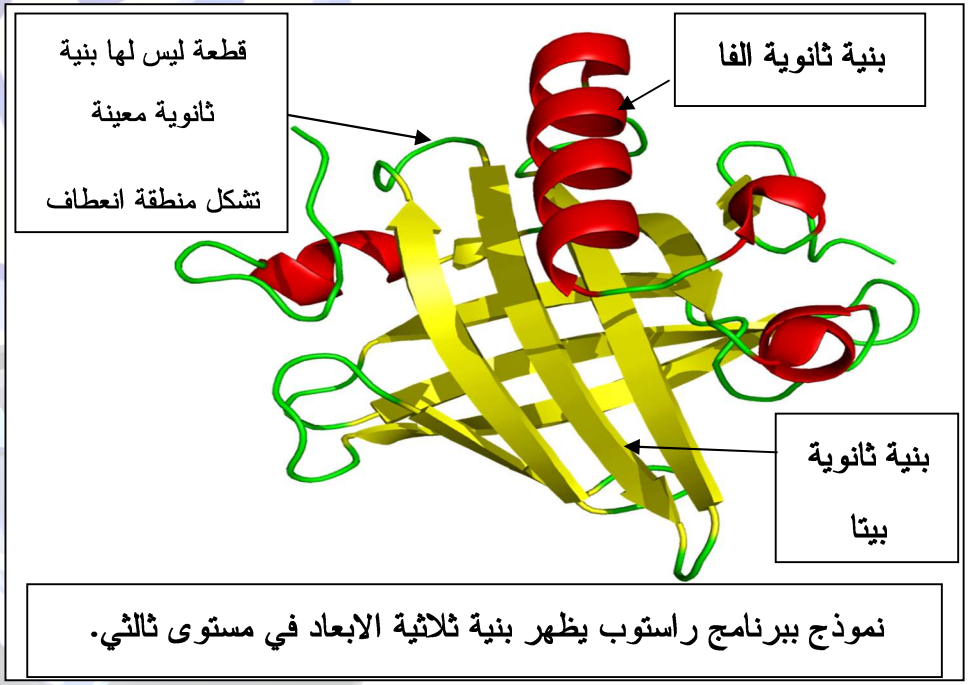
مستوى ثانوي: ناتج عن التفاف السلسلة البرتينية على شكل حلزون (الفا) او وريقة مطوية(بيتا)(سلاسل متوازية في نفس السلسلة) ،يحافظ على استقرار البنية راوبط هيدروجينية تنشأ بين المجاميع (-NH- ; -CO-)لروابط ببتيدية متباعدة

هل تفهم الآن لماذا عدد ونوع وترتيب الاحماض الامينية في السلسلة البيبتيدية أمرمهم؟

- يشكل تسلسل الأحماض الأمينية للبروتين (الحمض الأميني أولاً، وثانيًا، وثالثًا، ...، أخيرًا) ما يسمى بالتركيب الاولي للبروتين.
- الشكل النهائي لسلسلة الأحماض الأمينية، أي الهيكل النهائي ثلاثي الأبعاد الذي تأخذه سلسلة الأحماض الأمينية، يشكل البنية ثلاثية الابعاد (الفراغية) للبروتين.

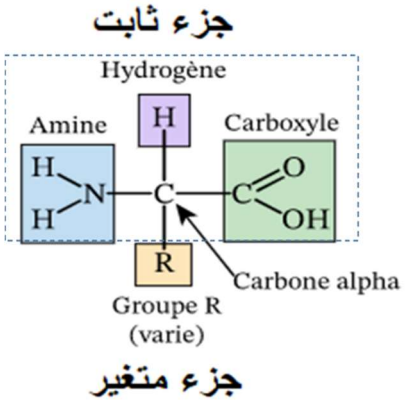
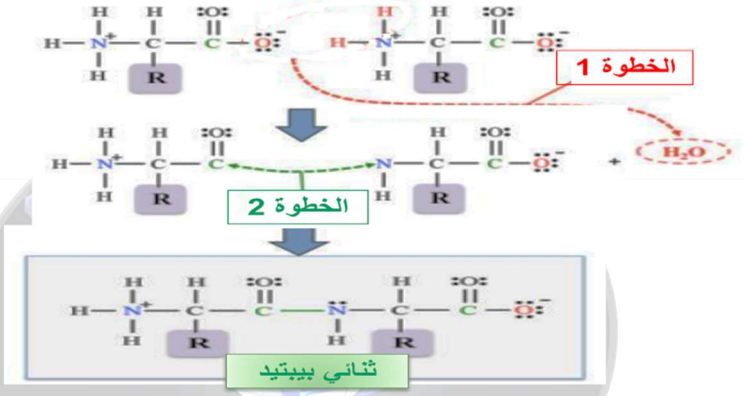


رسم تخطيطي يوضح 3 راوبط أساسية تحافظ على استقرار بنية في المستوى الثالثي (لا يظهر تجاذب الأقطاب الكارهة للماء)



نموذج ببرنامج راستوب يظهر بنية ثلاثية الابعاد في مستوى ثالثي.

ملاحظة: تمتلك الأحماض الأمينية ذات الجذور الكارهة للماء تقارباً أكبر مع بعضها البعض مقارنةً بجزيئات الماء المحيطة بالبروتين. لذلك تميل السلسلة إلى الانثناء لتجميعها معًا في مركز الجزيء، دون اتصال مباشر بالماء. على العكس من ذلك، تميل الأحماض الأمينية المحبة للماء إلى الترتيب في الأطراف بحيث تكون على اتصال مع الماء.

1- بنية الحمض الاميني وتصنيفه	2- الخاصية الامفوتيرية	3- كيفية تشكيل الرابطة البيبتيدية	4- اثبات وجود علاقة بين البنية ثلاثية الابعاد ووظيفة البروتين.
 يصنف حسب نهاية الجذر الى: حامضي: ينتهي الجذر بوظيفة حمضية قابلة للتشرد (Glu. Asp) قاعدي ينتهي الجذر بوظيفة قاعدية قبالة للتشرد. (Lys. His. Arg) معتدل: لا ينتهي الجذر بوظيفية حمضية او قاعدية (aa15 المتبقية)	الحمض الاميني مركب حمقلي (امفوتيري)يسلك سلوك الاحماض (يحرر البروتونات) ويسلك سلوك القواعد (يكتسب بروتونات) حسب درجة PH الوسط مقارنة بالـــ Phi $PH < PH = Phi < PH$ شحنة موجبة — الشحنة الاجمالية معدومة — شحنة سالبة الرابطة البيبتيدية هي رابطة تكافؤية تتشكل عن تفاعل نزع الماء بين الوظيفة الحمضية للحمض الاميني الاول والوظيفة الامينية للحمض الاميني التالي.  البروتينات والبيبتيدات مركبات حمقلية لانها تكتسب شحنات موجبة وسالبة اضافية بفضل الجذور الحامضية والقاعدية وهذا ما يعطي لها خصائص كهربائية وامفوتيرية خاصة حسب نوع، عدد وترتيب الاحماض الامينية الداخلة في تركيبها ودرجة PH الوسط.	1*ستعمل انفينسون انزيم الريبونكلياز (مثال عن بروتين وظيفي يملك بنية ثلاثية الأبعاد)، مركب اليوريا (يعيق الإنطواء الطبيعي للسلسلة البيبتيدية) .β مركبتو إثانول mercaptoéthanol (مركب يفكك الجسور الكبريتية) *انزيم الريبونكلياز بروتين يملك بنية فراغية مستقرة بفضل جسور كبريتية (روابط كيميائية) تنشا بين جذور احماض امينية محدد من حيث النوع CYS و العدد و المواقع في السلسلة البروتينية (26 ، 84) ، (40 ، 95) ، (58 ، 110) ، (65 ، 72) *عند معاملته بمادتين كيميائيتين (بيتا مركبتو ايثانول و اليوريا) تتكسر الجسور الكبريتية و تفقد السلسلة البروتينية انطواءها و بنيتها كما يفقد الانزيم وظيفته و بعد نزع المادة يعاد تشكيل الروابط في نفس المواقع الاصلية فيستعيد الانزيم بنيته و وظيفته وعند نزع البيتا مركبتوا اثانول و الابقاء على اليوريا يعاد تشكيل جسور في غير اماكنها الاصلية (اماكن غير صحيحة) فيكتسب الانزيم بنية فراغية غير طبيعية و لكنه لا يستعيد وظيفته. **ومنه: تتعلق وظيفة البروتين ببنيته الفراغية ثلاثية الابعاد المحددة بتتابع الاحماض الامينية من حيث النوع والعدد والترتيب تحافظ على استقرارها روابط بين جذور احماض امينية محددة بدقة حسب الرسالة الوراثية.**

• **نص علمي يشرح العلاقة بين بنية البروتين ووظيفته**	• نص علمي يبيّن تاثير الـ PH على استقرار البنية الفراغية للبروتين.
• يكتسب البروتين بنية فراغية خاصة تؤهله لاداء وظيفة خاصة. فما هي العلاقة بين بنية البروتين ووظيفته؟ • يدخل في تركيب البروتين احماض امينية تختلف في السلاسل الجانبية (الجذور). ان تتابع الاحماض الامينية المحدد بالنوع والعدد والترتيب يحدد انطواء السلسلة البروتينية واكسابها بنية فراغية تحافظ على استقرارها الروابط المتشكلة بين احماض امينية محددة من حيث النوع والعدد والتي تاخذ مواقع محددة بدقة في السلسلة البروتينية حسب الرسالة الوراثية، حيث تسمح المحافظة على البنية الفراغية (الروابط في اماكنها الصحيحية) بالمحافظة على وظيفة البروتين. • جذور الاحماض الامينية تحدد من جهة الخصائص الكهربائية والامفوتيرية للبروتين حيث يكتسب البروتين شحنات موجبة او سالبة حسب نوع وعدد الاحماض الامينية الحامضية والقاعدية وحسب درجة حموضة الوسط. ومن جهة اخرى توجد جذور كبريتية، كارهة للماء، والتي تنتهي بمجموعات هيدروكسيلية ..... وبالتالي فان التتابع المحدد للاحماض الامينية يسمح بتحديد نوع وعدد ومواقع الروابط (شاردية، كارهة للماء، كبريتية، هيدروجينية) كما تختلف البروتينات في درجة تعقيد البنية الفراغية التي تتضمن عدة مستويات (اولي، ثانوي αو β ثالثي او رابعي). • ان تغيير البنية الفراغية نتيجة طفرة تؤدي الى تغير الرسالة الوراثية وبالتالي تغيير تتابع الاحماض الامينية او فقدان(تخريب) بسب تغير في عوامل الوسط يؤدي الى فقدان الوظيفة. • كما يمكن للبروتين ان يستعيد بنيته الفراغية وبالتالي وظيفته ويسمى التخريب عكسي ويمكن ان لا يستعيد بنيته ويسمى التخريب غير عكسي.	• يكتسب البروتين بنية فراغية خاصة تلقائيا، تحافظ على استقرارها مجموعة من الروابط التي تنشا بين احماض امينية محددة تتعلق بعض الروابط بالخاصية الحمقلية وبالتالي بـ PHالوسط. فكيف يؤثر هذا الاخير على استقرار البنية الفراغية؟ • تتحدّد البنية الفراغية للبروتين بنوع وعدد وترتيب الاحماض الامينية التي تحدد انطواء السلسلة البروتينة لتاخذ شكلا فراغيا مميزا تحافظ على استقراره روابط متنوعة بتنوع جذور الاحماض الامينية وعددها ومواقعها والمتمثلة في الجسور ثنائية الكبريت، الهيدروجينية، الكارهة للماء والشاردية. وهذه الاخيرة تنشا بين مجموعة كيميائية تحمل شحنة سالبة بتاين الوظيفة الحمضية في نهاية الجذر، ومجموعة كيميائية تحمل شحنة سالبة بتاين الوظيفة القاعدية (الامينية)، وتأ ين هذه الوظائف بعدد وترتيب محدّد يتطلب درجة مثالية من الـ PH الوسط. حيث إذا تغير هذا الاخير تتغير الحالة الكهربائية (الشحنة) بتغير سلوك الاحماض الامينية حسب درجة الـ PH فيمكن ان تسلك سلوك الاحماض فتحرر بروتونات او تسلك سلوك القواعد فتكتسب بروتونات وبذلك يمكن ان تختفي الروابط الشاردية الاصلية او يمكن ان تتشكل روابط شاردية في اماكن غير طبيعية مما يؤدي الى فقدان البنية الطبيعة او تغييرها • ان ثبات PHالوسط عند قيمة مثالية او مجال مثالي ضروري لاستقرار الروابط الشاردية في اماكنها المناسة وبالتالي استقرار البنية الفراغية الوظيفية.

المورثة (المعلومة الوراثية) = تتابع محدد من النكليوتيدات

النسخ

ARNm ناقل المعلومة الوراثية = رسالة مشفرة بتتابع رامزات (ثلاثيات النكليوتيدات)

الترجمة

البروتين = ناتج التعبير المورثي = تتابع محدد من الاحماض الامينية من حيث النوع، العدد، الترتيب.

بنية فراغية محددّة بدقة

تكتسب تلقائيا نتيجة التفاف السلسلة البروتينة،

تحافظ على استقرارها روابط بين احماض امينية محددة بدقة حسب الر سالة الو ر اثية.

أداء وظيفة خاصة.

انزيم ، هرمون ، مستقبل غشائي ، جسم مضاد ، قناة ، مضخة ....

النمو، التجديد الخلوي، النشاط الايضي ،

تنظيم الوظائف، الدفاع عن الذات.....

طفرة

اليل طافر

طفرة غير معبرة

طفرة معبرة

تغيير البنية

فقدان الوظيفة

ورم سرطاني

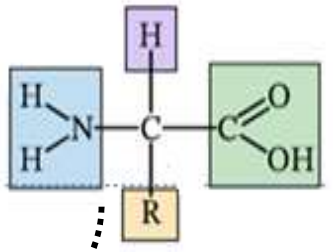
خلل وظيفي

نمط ظاهري جديد

مرض وراثي

روابط

الحمض الاميني



مركب حمقلي

= امفوتيري

PH< PH= Phi < PH

شحنة سالبة الشحنة الاجمالية معدومة شحنة موجبة