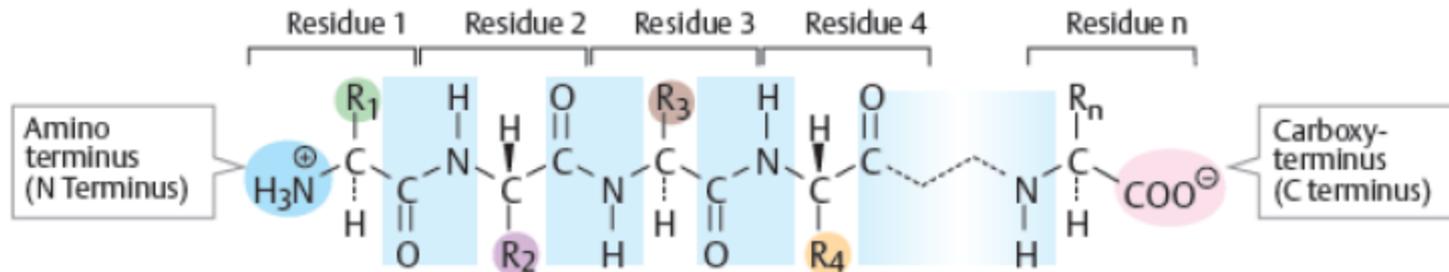


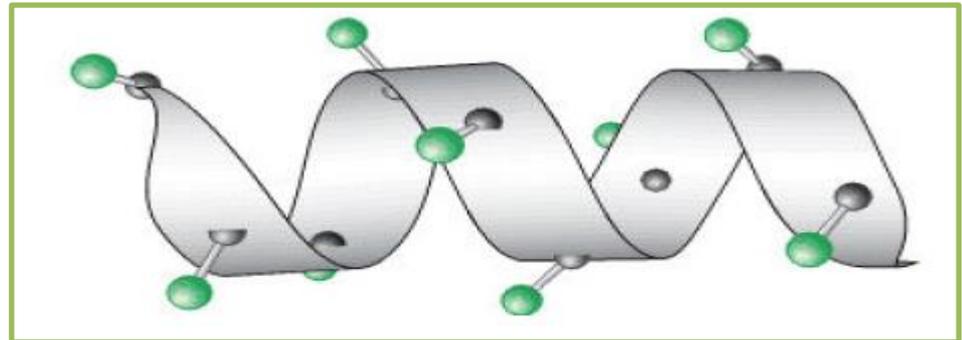
1- التركيب الأولي Primary structure يشير هذا التركيب الى نوعية وتسلسل الأحماض الأمينية في سلسلة متعدد الببتيد. ولا يشمل هذا المصطلح أي قوى او أواصر أخرى موجودة بين الأحماض الأمينية عدا الأواصر الببتيدية، كما ان دراسة الأصرة الببتيدية تدخل ضمن دراسة هذا التركيب

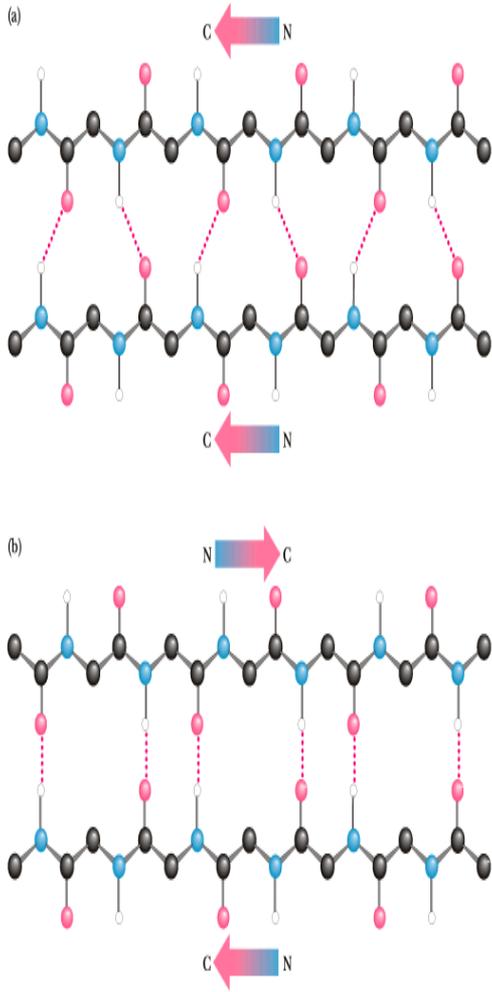


التركيب الاولي للبروتين .

2- التركيب الثانوي Secondary structure

يتضمن التركيب الثانوي للبروتين كيفية التواء سلسلة متعدد الببتيد لتعطي أشكالاً نوعية ثابتة عن طريق الأصرة الهيدروجينية الشكل الحلزوني للسلاسل الببتيدية (α -helix) عندما تكون التأثيرات ضمن السلسلة الواحدة) أو مايسمى الصفيحة المثبتة β -pleated sheets عندما تكون التأثيرات بين السلاسل الببتيدية المرتبة وجهاً لوجه .





Beta-Sheets

Amino terminus

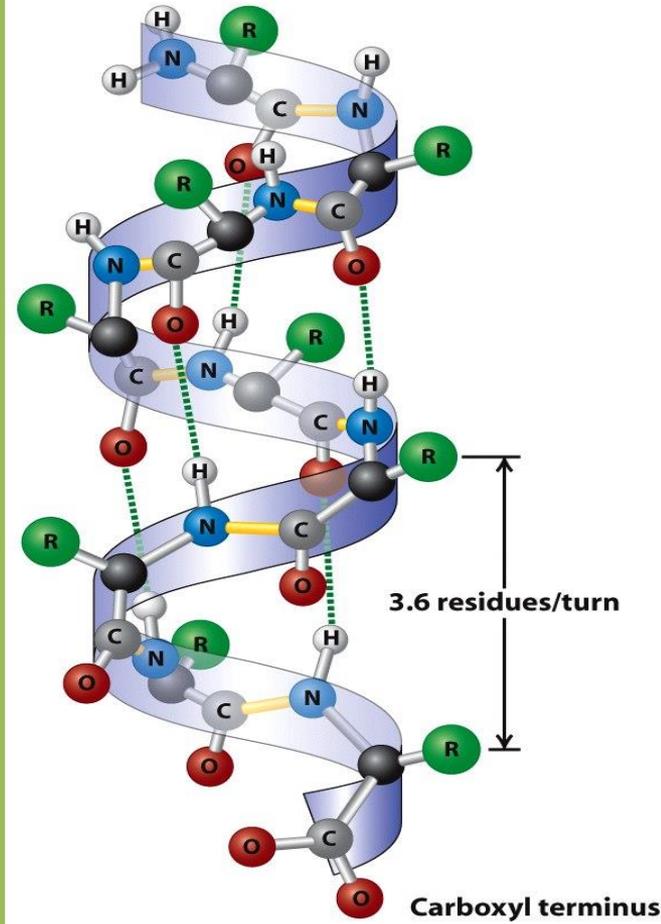


Figure 3-4
Molecular Cell Biology, Sixth Edition
© 2008 W. H. Freeman and Company

Alpha Helix

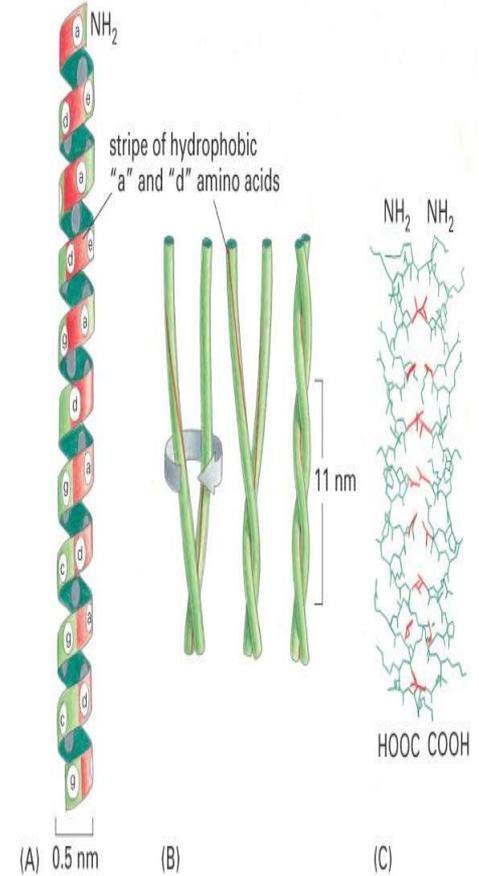
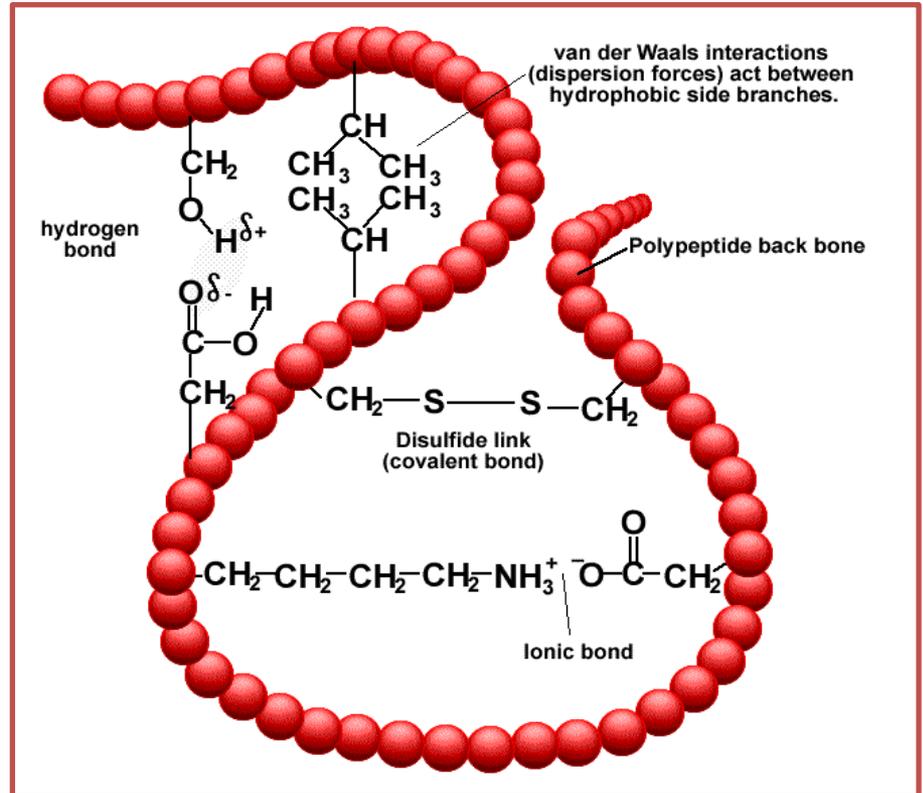
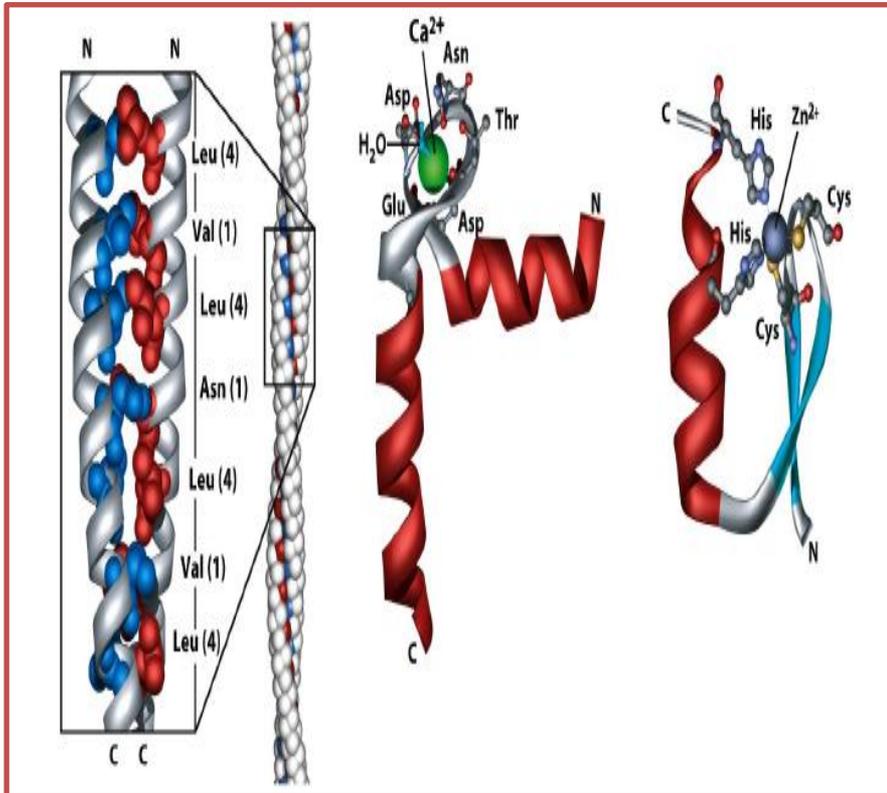


Figure 4-16 Essential Cell Biology, 2/e. (© 2004 Garland Science)

التركيب الثانوي

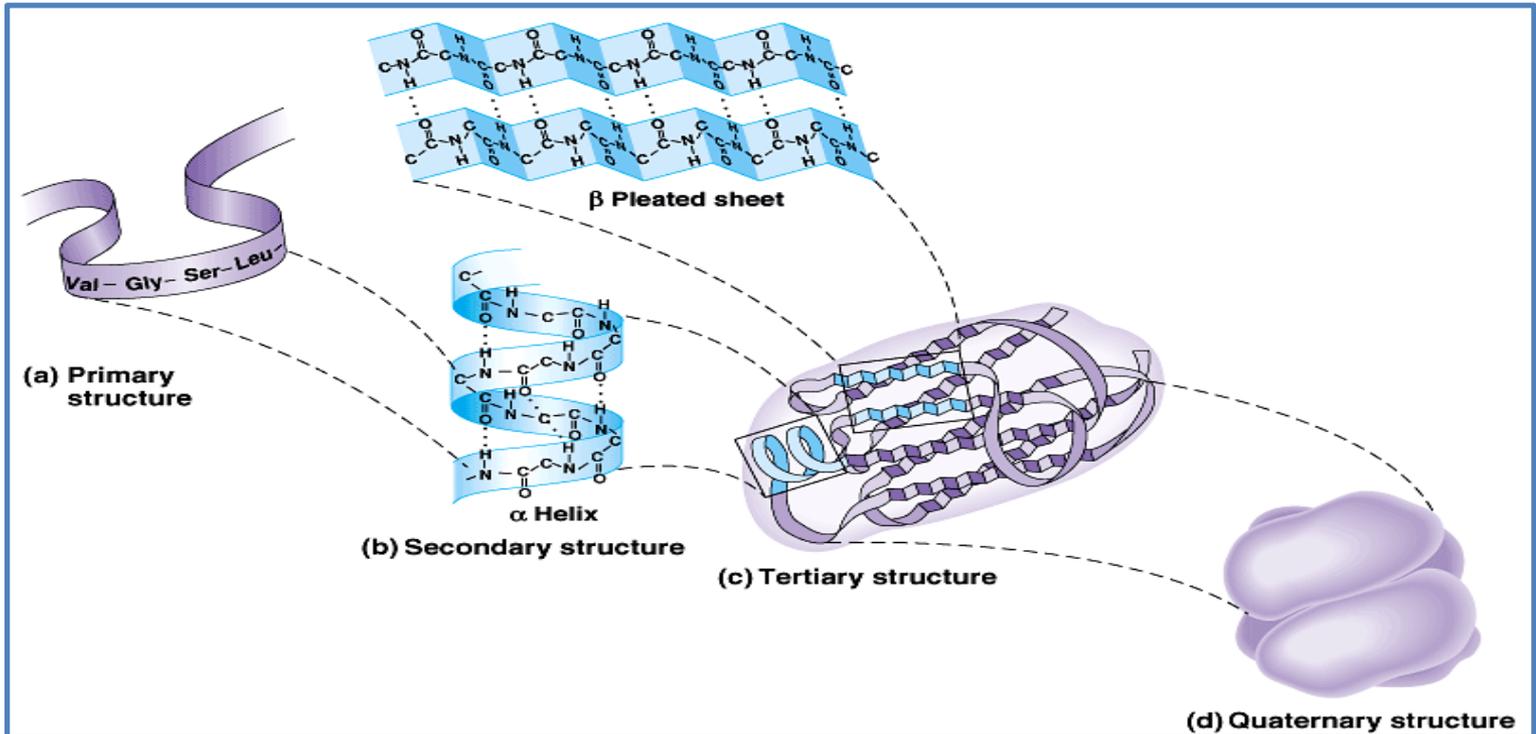
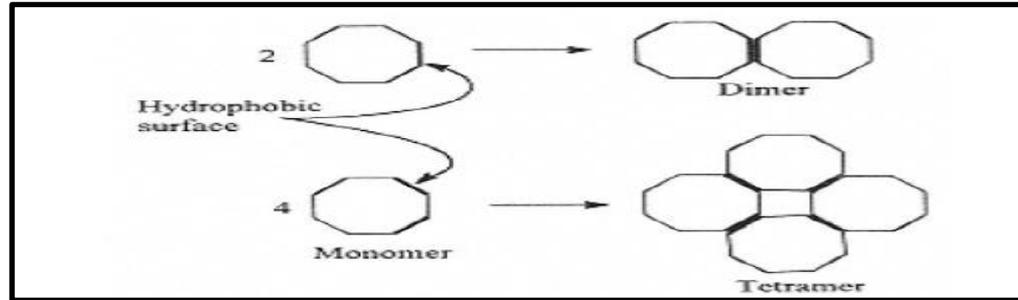
3- التركيب الثالثي Tertiary structure

يتضمن التركيب الثالثي للبروتين البعد الثلاثي Three dimensional structure للبروتين الكروي الناجم عن تداخلات المجاميع الجانبية R- group مع بعضها، إذ تجعل سلسلة متعدد الببتيد مطوية بشدة ومكتفة بصورة مرصوفة على هيئة كرة صوف النسيج، أو يمكن أن يعرف التركيب الثالثي بمواقع المجاميع الجانبية والهيدروجين في الفراغ بالنسبة لمستوى أصرة الببتيد. إن استقرار التركيب الثالثي يعزى إلى الروابط والقوى الموجودة في البروتين والمذكورة آنفاً. ومن الأمثلة على التركيب الثالثي للبروتين هو المايوكلوبين Myoglobin الذي يعمل على نقل الأوكسجين في العضلات، إذ يحتوي على سلسلة واحدة من متعدد الببتيد مكونة من 153 حامضاً أمينياً وعلى مجموعة الهيم Heme الحاوية على الحديد.



4. البناء أو التركيب الرابعي (Quaternary Structure)

هو التحام البناء الاولي والثانوي والثالثي على شكل طبقات أو تجمعات (كما هو الحال مع الهيموكلوبين haemoglobin) نتيجة لأواصر لاتساهمية (كقوى فاندرفال Van Der Waals Forces) وتسمى الجزيئة البروتينية عندئذ محدودة الوحدات (oligomer) .



تغيير الحالة الطبيعية للبروتين (المسخ) Denaturation

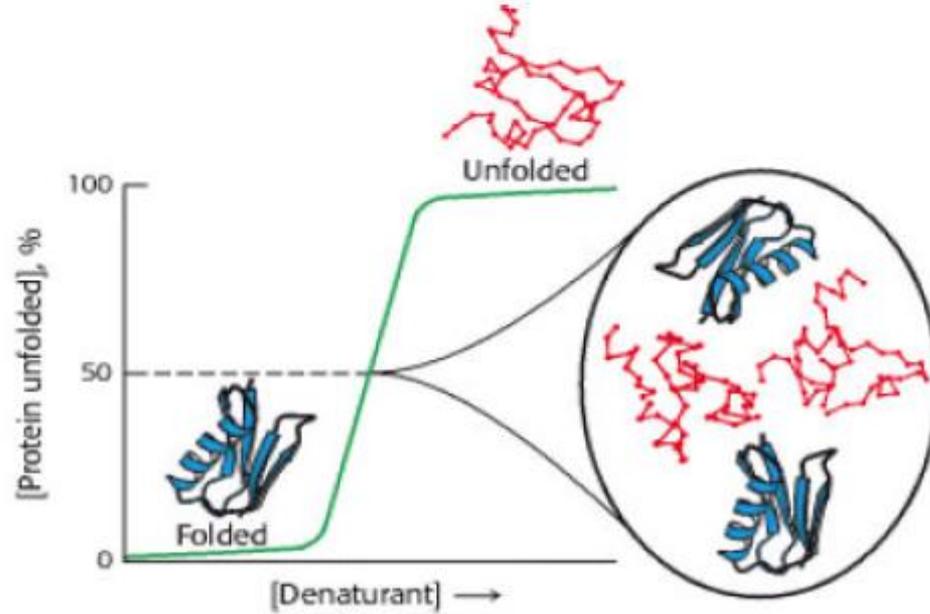
يتضمن المسخ التغييرات التي تطرأ على جزيئة البروتين من النواحي الفيزيائية والكيميائية والخواص الحياتية وبالتالي يؤدي الى تغير حالتها الطبيعية والتي تنتج عنها فقدان الصفات الفسيولوجية للبروتين فمثلاً تفقد الإنزيمات من فعاليتها. ان العوامل المسببة لمسخ البروتين تشمل تعرض البروتين الى:

درجات حامضية او قاعدية عالية جداً تحطم الأواصر الهيدروجينية في البروتين، درجات حرارية عالية، الموجات فوق الصوتية Ultrasonic vibration، أملاح المعادن الثقيلة مثل أملاح أيونات الفضة Ag^+ او الزئبق Hg^{++} (الأيونات التي يمكن ان تتحد مع مجموعات SH وترسيب البروتين)، الأشعة فوق البنفسجية UV او الأشعة السينية X-ray او رج البروتين وتحريك محلوله المائي بقوة (على سبيل المثال تكوين رغوة في محلول البروتين المائي)، تراكيز عالية من المركبات كاليوريا، وكلوريد الكواندينوم (هذه المركبات تعمل على تحطيم الأصرة الهيدروجينية)، تعرض البروتين الى مذيبات عضوية مثل الأسيتون والإيثانول (حتى عند درجات حرارية واطئة)، تحطيم البروتينات من خلال سحقه وتحطيم الأواصر البيبتيدية، أما بعض التغييرات التي تطرأ على البروتين نتيجة للمسوخ فهي:

- 1- انخفاض قابلية الذوبان للبروتين.
- 2- تغييرات في التراكيب الداخلية للبروتين وكذلك في عملية ترتيب الأواصر البيبتيدية مع عدم حصول تكسير لها. فمثلاً فقدان تركيب ألفا حلزون α -Helix احد تراكيب الثانوية للبروتين.
- 3- زيادة الفعاليات الكيميائية ومجاميع الثايول Sulfhydryl group والقابلية الأيونية للبروتين.
- 4- سهولة تحلله بوساطة الإنزيمات المحللة Proteolytic enzymes.
- 5- فقدان جزئي او كلي للفعالية البايولوجية الأصلية.

إن إرجاع البروتين المسخ Denatured protein الى وضعه الطبيعي يتوقف على عدة عوامل منها: طبيعة تركيب البروتين والمدة الزمنية التي تعرض اليها البروتين الممسوخ وعمق المسخ ونوعية العامل المسبب للمسخ. طبيعياً المسخ حالة غير عكسية بالرغم من ان هناك بعض الاستثناءات على سبيل المثال:

- 1- مسخ الهيموكلوبين بحامض قوي وإعادته الى حالته الطبيعية بوساطة معاملته تحت ظروف ملائمة.
- 2- المسخ الحراري لإنزيم رايونيوكليز المستخلص من البنكرياس الذي يمكن إعادته إلى حالته الطبيعية Renatured بالتبريد (الشكل 23-6).



يوضح تحول البروتين من شكله الطبيعي الى شكل البروتين الممسوخ (تغير الحالة الطبيعية) وبين المرحلتين.