# كيمياء البروتينات

د كمال عادل أمين

- ـ **الأحماض الأمينية**: تعريفها وتركيبها – تصنيف الأحماض الأمينيه تبعا إلى (الصفات الحامضيه والقاعديه- الوظيفة الغذائية- التمثيل الغذائي).

- -الخواص الكيميائية للأحماض الأمينية مثال للتفاعل نتيجة وجود مجموعه الأمين والكربوكسيل والسلسله الجانبيه.

- ٢,٤- الببتيدات : تكوين الرابطه الببتيديه- أمثله لبعض الببتيدات الحيوية تركيبها وأهميتها[الجلوتاثيون والهرمونات الببتيديه (الأنسولين)-

# الاحماض الامينيه:

تمثل الاحماض الأمينية الوحده البنائيه للبروتينات.

سميت كذلك لان **تركيبها** يحتوى على مجموعه كربوكسيل ومجموعه امين وسلسله جانبيه R ترتبط جميعها بذره كربون الفا

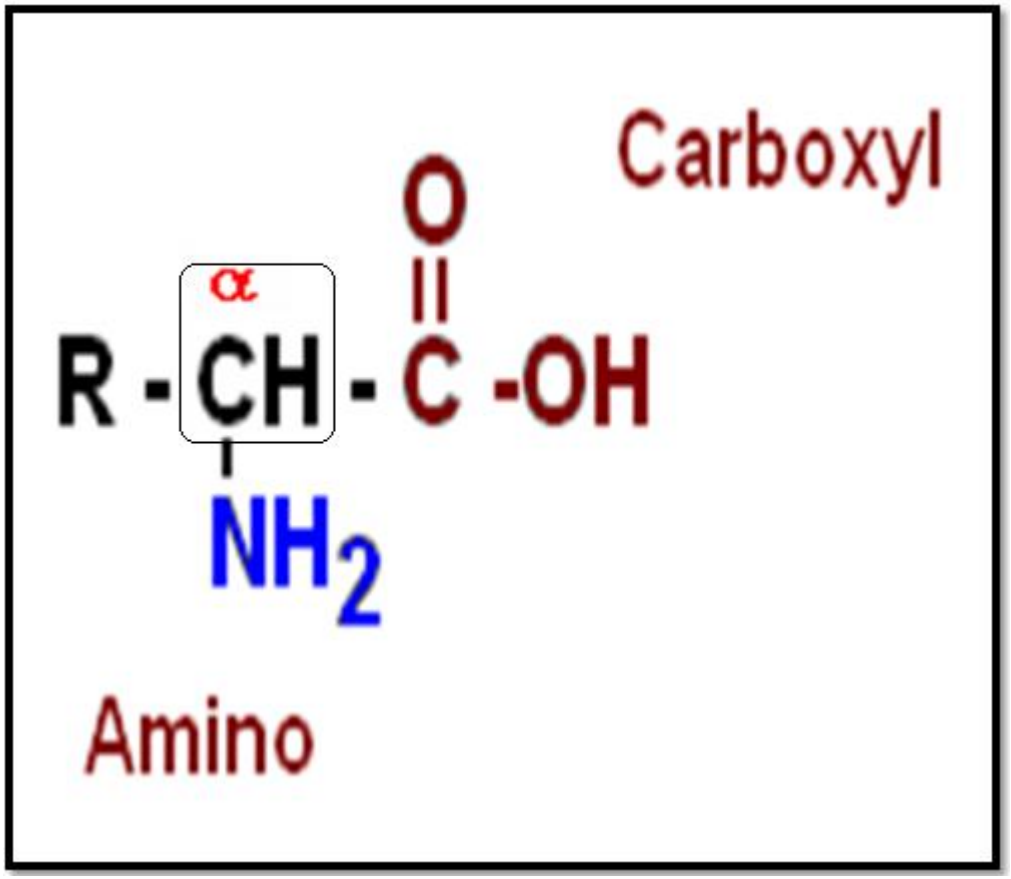
وذره الكربون الفا عباره عن ذره كربون غير متناظره وبناء على ذلك يكون للحامض الامينى متشابهين م و ى . وجد ان الاحماض الامينيه جميعها من النوع ى L .

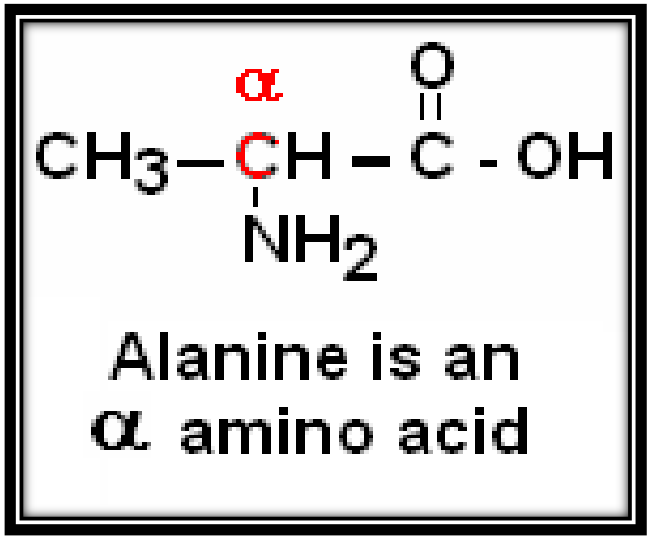
**جميع الاحماض الامينيه لها نشاط ضوئى فيما عدا الجليسين لماذا لاحتوائه على ذره كربون متناظره متناسقه**

وينتشر فى الطبيعه اكثر من ٢٠٠ حمض أمينى ولكن منها ٢٠ فقط هى الاساس فى تركيب معظم البروتينات .

تستعمل الحروف الثلاث الاولى لكل حامض امينى بغرض الاختصار مثل

met methionine leu leucine - phe phenylalanine


Carboxyl
O
α
R - CH - C -OH
NH2
Amino


α
O
CH3 – CH – C - OH
NH2
Alanine is an
α amino acid

# تقسيم الاحماض الامينيه: تقسم الى ٣ اقسام

- **اولا : تبعا للصفات الحامضية والقاعدية:**
- **١- أحماض أمينيه متعادله :**
- ١,١- متعادلة اليفاتيه تحتوى على مجموعه كربوكسيل وامين واحده. وتشمل:
- جليسين - الانين - فالين - ليوسين - ايزوليوسين

- ١,٢- أحماض أمينيه متعادلة تحتوى على **هيدروكسيل**:
- السيرين والثريونين

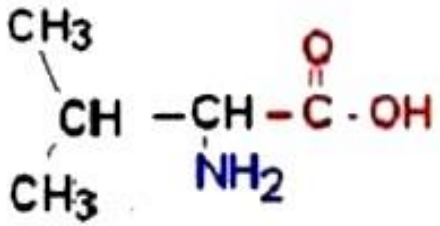
- ١,٣- أحماض أمينيه متعادلة تحتوى على **كبريت** ويتبعها:
- سيستين وسيستايين ومثيونين.

- ١,٤- أحماض أمينيه متعادلة **حلقيه** أروماتيه:
- الفنيل الانين تحتوى على حلقه بنزين -التيروسين يحتوى على مجموعه فينوليه
- التريبتوفان يحتوى على حلقه اندول -البرولين يحتوى على البيروليدين

- **٢- أحماض أمينيه حامضيه:** وهى التى تحتوى على مجموعه كربوكسيل اضافيه فى السلسله الجانبيه (R) اى ثنائى الكربوكسيل احادى الامين. مثال:
- الجلوتاميك والاسبارتك.

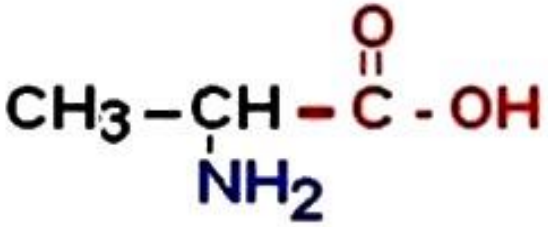
- **٣- أحماض أمينيه قاعديه:** وهى التي تحتوى على مجموعه أمين اضافيه في السلسلة الجانبية (R) *أي* ثنائي الأمين أحادي الكربوكسيل. مثال: الارجينين الليسين

# ١- احماض امينيه متعادله

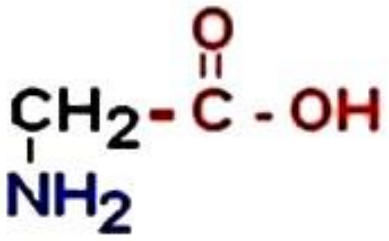


Valine

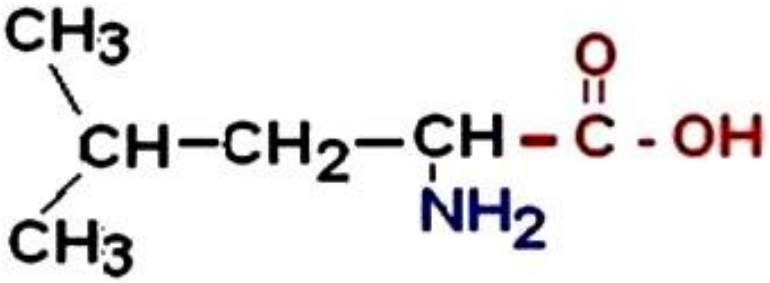
حمض أميني أساسي



Alanine

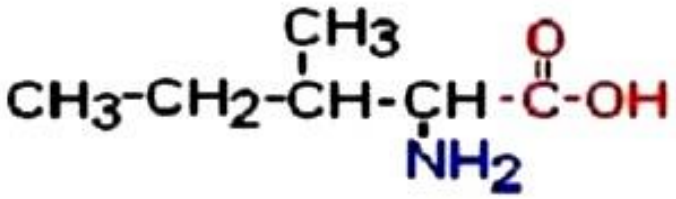


Glycine



Leucine

حمض أميني أساسي



Isoleucine

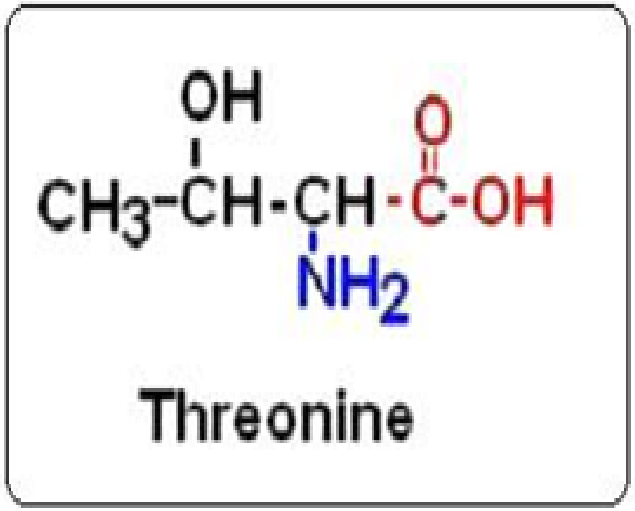
حمض أميني أساسي

١,١- أحماض أمينيه متعادله الفاتيه

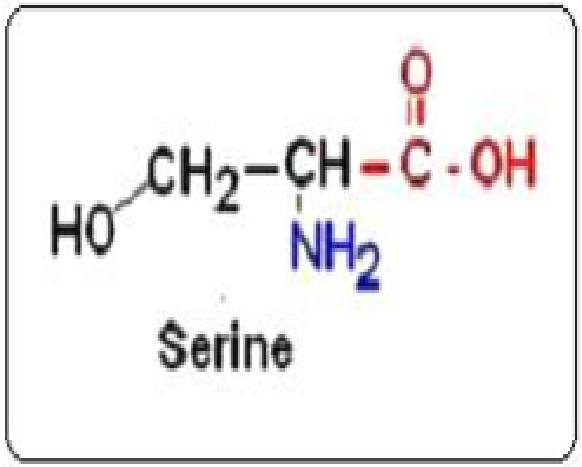
٢,١-

أحماض أمينيه متعادلة

تحتوى على هيدروكسيل



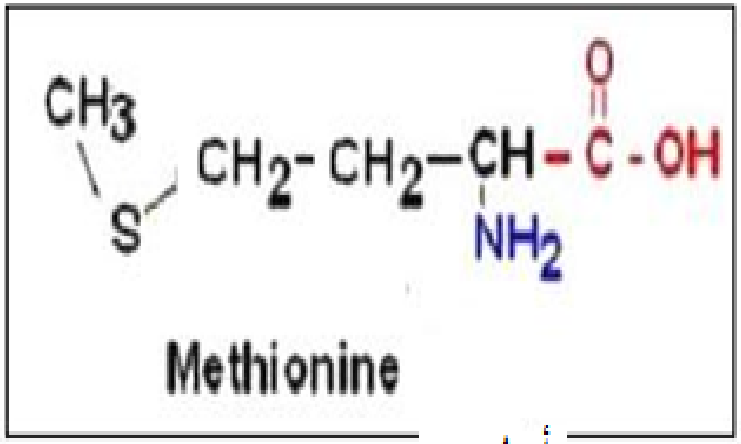

أساسى



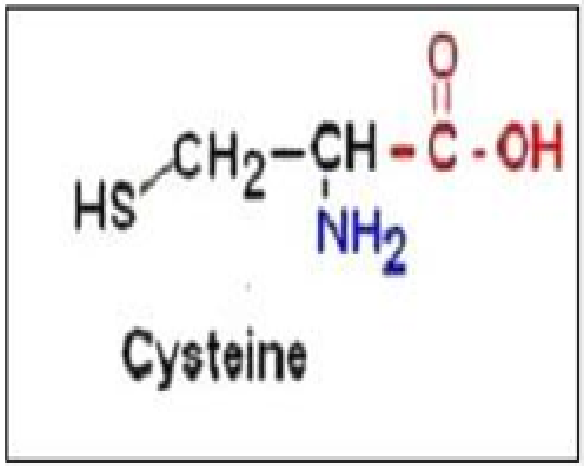

٣,١:

أحماض أمينيه متعادلة

تحتوى على كبريت



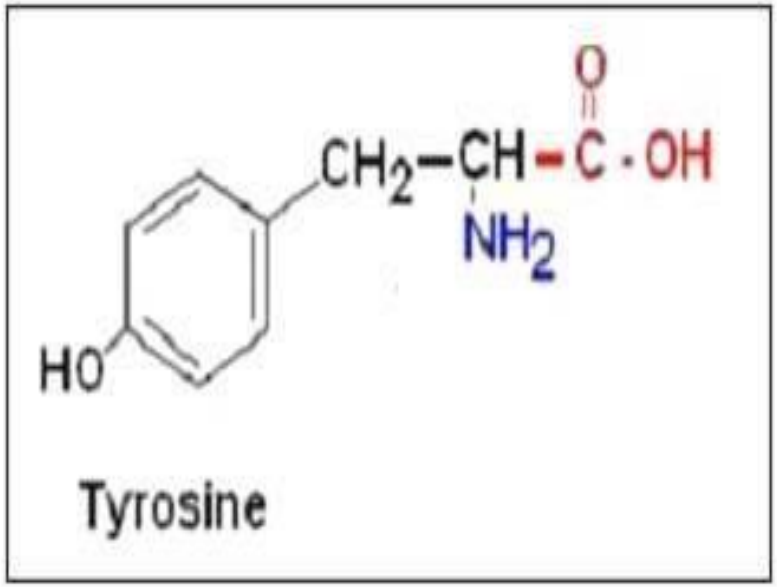

أساسى



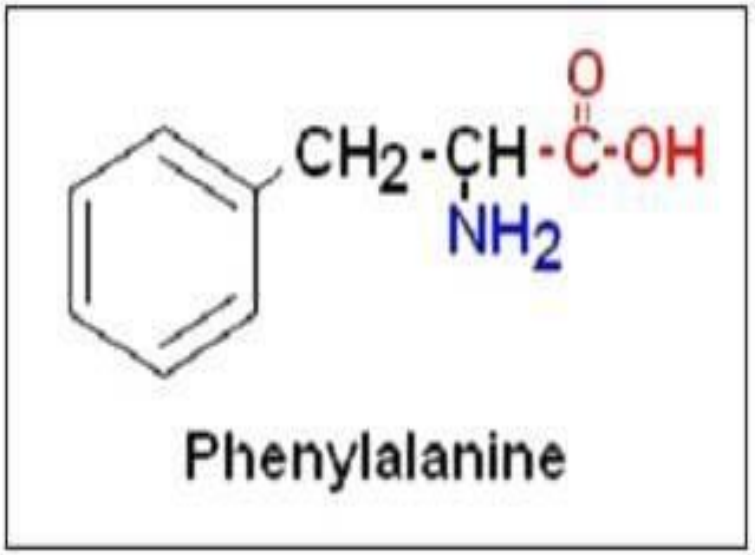
٤,١-

أحماض أمينيه

متعادلة حلقيه




Tyrosine

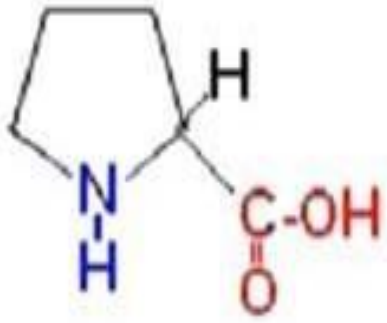



Phenylalanine

حمض أمينى أساسى

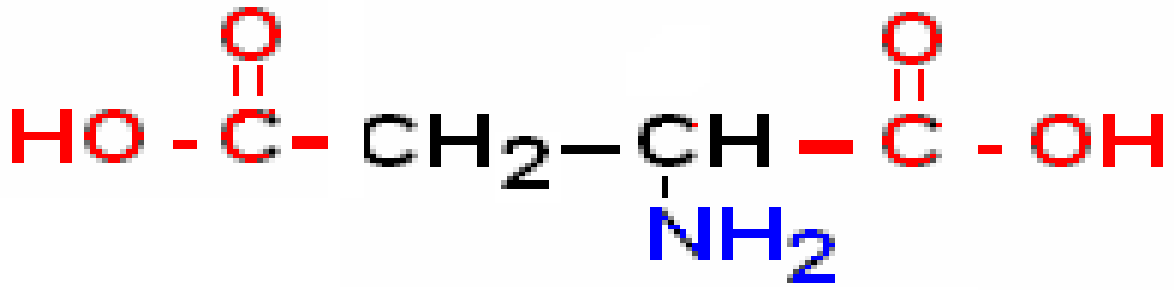
٥,١- أحماض أمينيه

متعادلة هيتروحلقيه

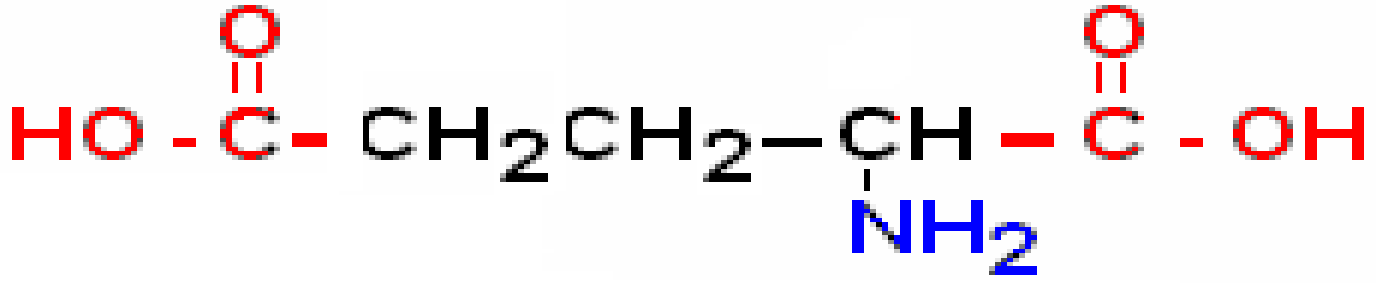



Proline

- **٢- أحماض أمينيه حامضيه**

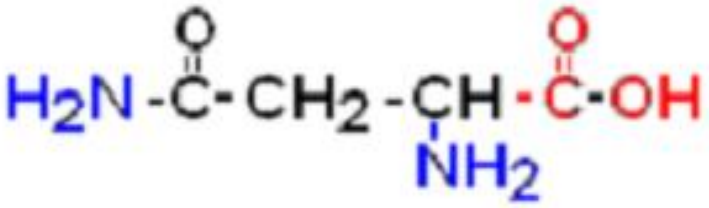


Aspartic Acid

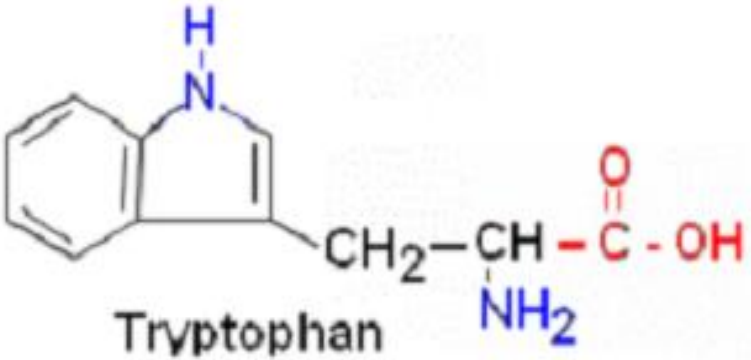


Glutamic Acid

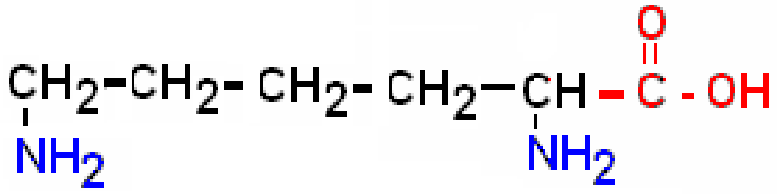
# ٣- أحماض أمينيه قاعديه



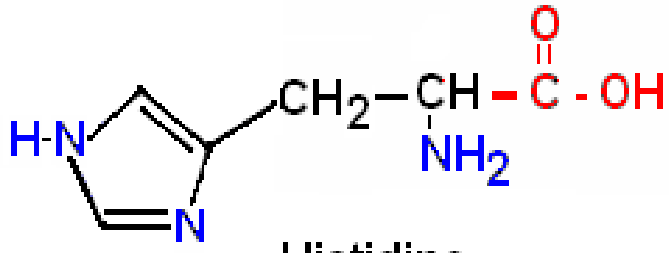
Asparagine



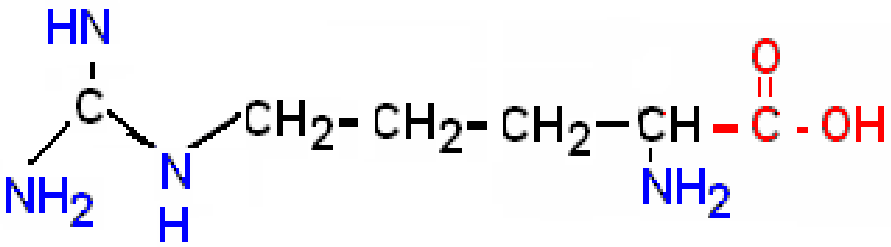
Tryptophan



Lysine

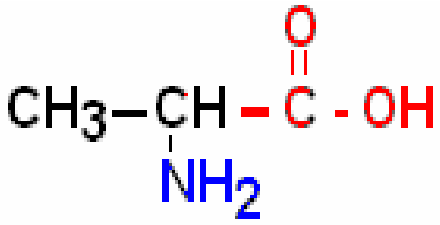


Histidine



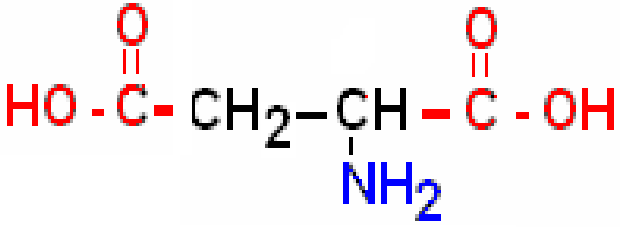
Arginine

**Neutral**



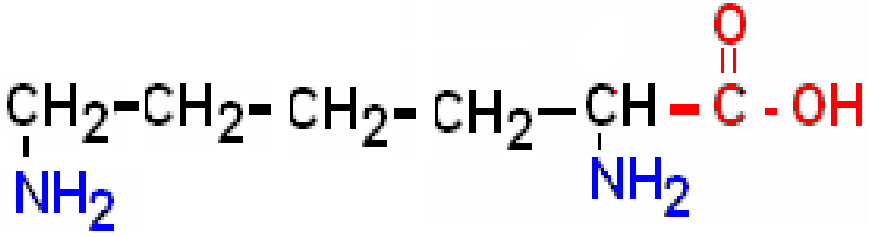
Alanine

**Acidic**



Aspartic Acid

**Basic**



Lysine

- **ثانيا : تقسيم الأحماض تبعا للوظيفة الغذائية:**

- **١- أحماض أمينيه ضرورية (أساسيه):**
- **هي التي لا يستطيع الجسم تصنيعها او تخليقها عند توفر البروتين ولذلك لابد من الحصول عليها وتناولها في الغذاء وهى ضرورية لنمو الانسان وتوجد هذه الاحماض في بروتينات اللحوم والاسماك والبيض والحليب. وهم:**
- **فالين - ليوسين- ايزوليوسين- ثريونين - ميثيونين - فنيل الانين – تريبتوفان- ارجنين- ليسين - هستدين**
-
- **٢- أحماض أمينيه (غير أساسيه):**
- هي التي يستطيع الجسم تصنيعها او تخليقها داخل الجسم من المركبات الاخرى كالأحماض الأمينية الغير اساسيه والكربوهيدرات والدهون عن طريق نظم انزيميه تتواجد في الأنسجة المختلفة وبالتالي **ليس من الضروري الحصول عليها في الغذاء**. وهى جليسين- اسبارتيك – الانين – برولين- جلوتاميك- سيرين

- ٣-أحماض أمينيه شبه ضروريه:فى بعض الاحيان تصبح أحماض أمينيه غير الضروريه ضروريه اى يتكون بكميه غير كافيه لحاجه الجسم مثل الجليسين
- ويزداد الاحتياج عند الاطفال – فتره النقاهه والمرض

- **ثالثا: تقسم الاحماض الأمينية حسب التمثيل الغذائي الى:**

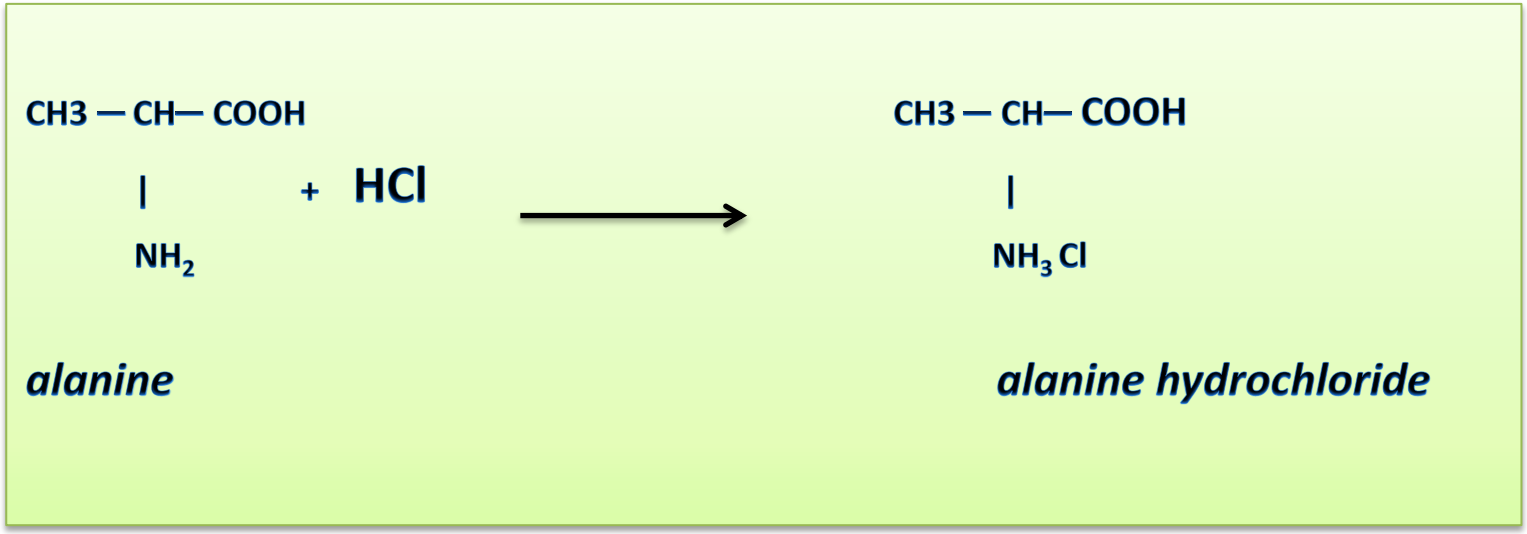
- **أحماض أمينيه جلوكوجينيك:** تشمل الاحماض الأمينية التي تنتج الجلوكوز داخل الجسم. مثل : الانين – اسبارتيك – جلوتاميك- جليسين.

- **أحماض أمينيه كيتوجينيك:** تشمل الاحماض الأمينية التي تنتج أجسام كيتونية داخل الجسم في عمليات الايض مثل الليوسين

- **أحماض أمينيه مختلطه كل من جلوكوجنيك وكيتوجينيك:**
- تشمل الاحماض الأمينية التي تنتج جلوكوز +أجسام كيتونية
- مثل: التيروزين –فينيل الانين– ليسين- تريبتوفان

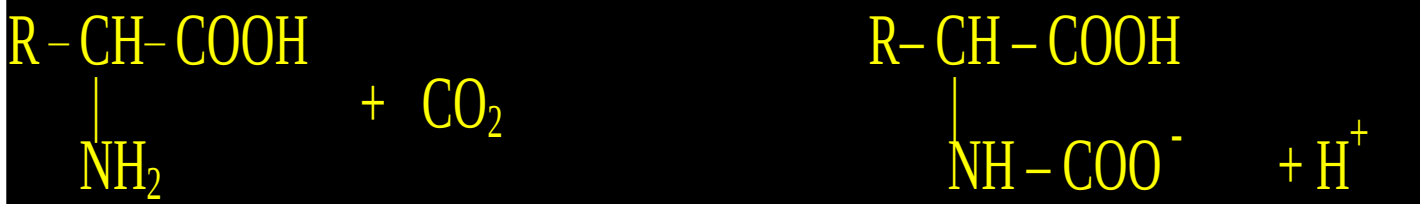
# الخواص الكيميائية للأحماض الأمينية:

- تحتوى الأحماض الامينيه على مجموعات كربوكسيل وأمين وسلسله جانبيه ولكل منها خواص خاصة بها وتفاعلات ناتجة عن هذه الخواص كالاتى:
- **١ـ تفاعلات نتيجة وجود مجموعه الامين:**
- ا- **مع الاحماض المعدنيه يعطى الانين هيدروكلوريد**



٢- التفاعل مع ثانى اكسيد الكربون وينتج كاربامينو الحامض الامينى . وهذا التفاعل مهم للعمل كمنظم لثاني اكسيد الكربون ونقله في الجسم بواسطه الهيموجلوبين.

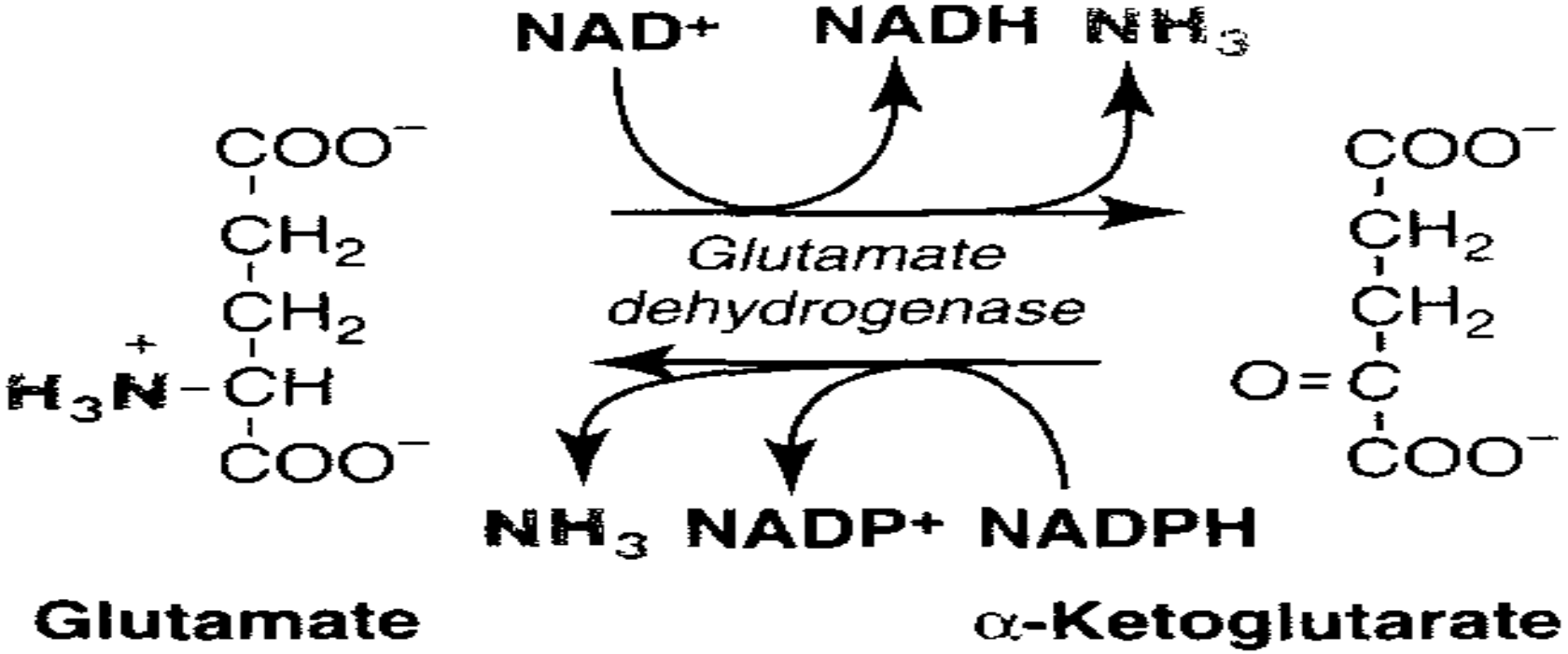
**3- Reaction with $CO_2$ to form carbamino compound:-**




*carbamino compound*

## ٣- **Deamination**;- removal of $NH_2$ from $\alpha$-- amino acids ازاله مجموعه الأمين

### a) Oxidative deamination:- ازاله مجموعه الأمين بالأكسده

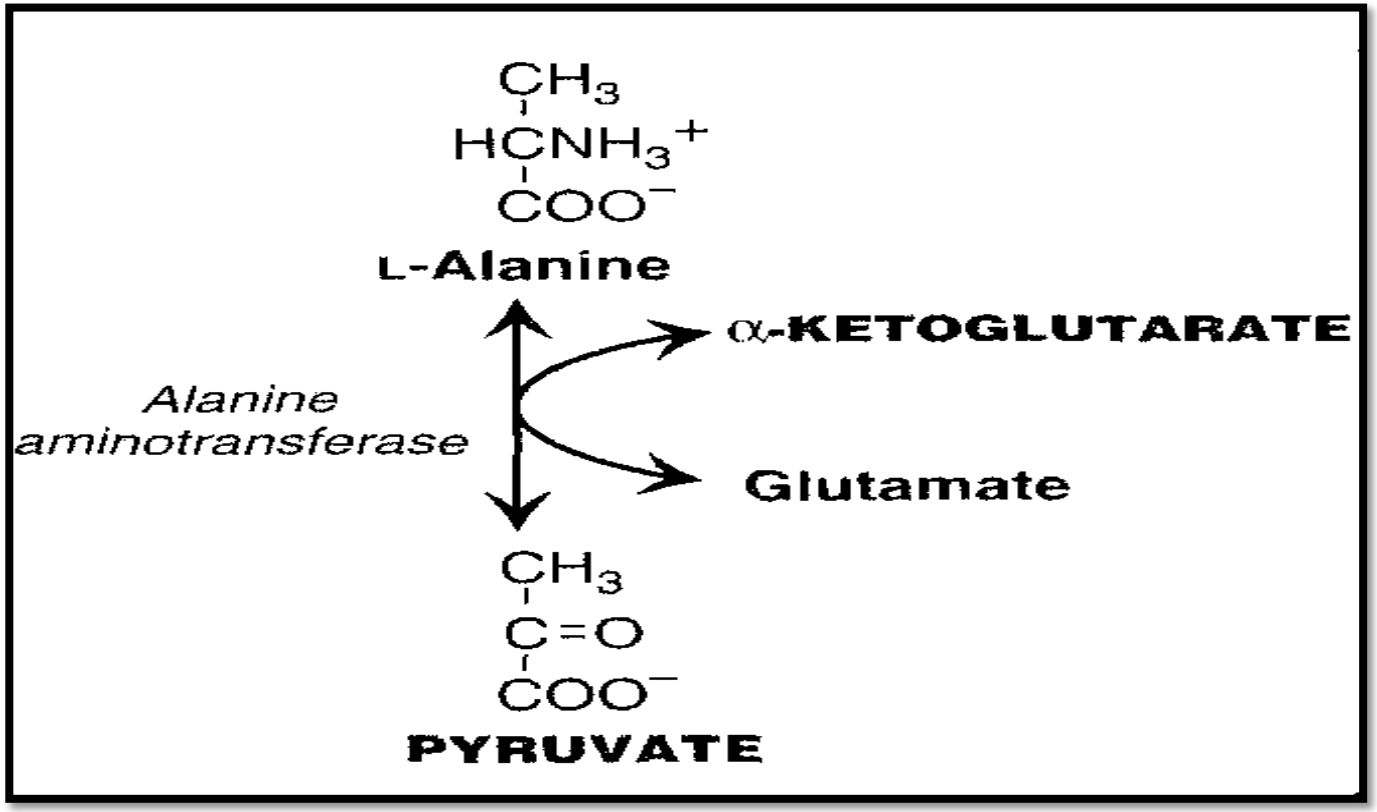



Oxidative deamination by *glutamate dehydrogenase results in the liberation of the amino group as free ammonia (Figure ).*

These reactions occur primarily in the Ijver and kidney. They provide α keto acids that can enter the central pathway of energy metabolism and ammonia, which is a source of nitrogen in urea synthesis.

## b- Transamination بنقل مجموعه الامين:

**Alanine loses its amino group by transamination to form pyruvate**




## C- Hydrolytic deamination بالتحلل المائى

**AA to hydroxy acid**

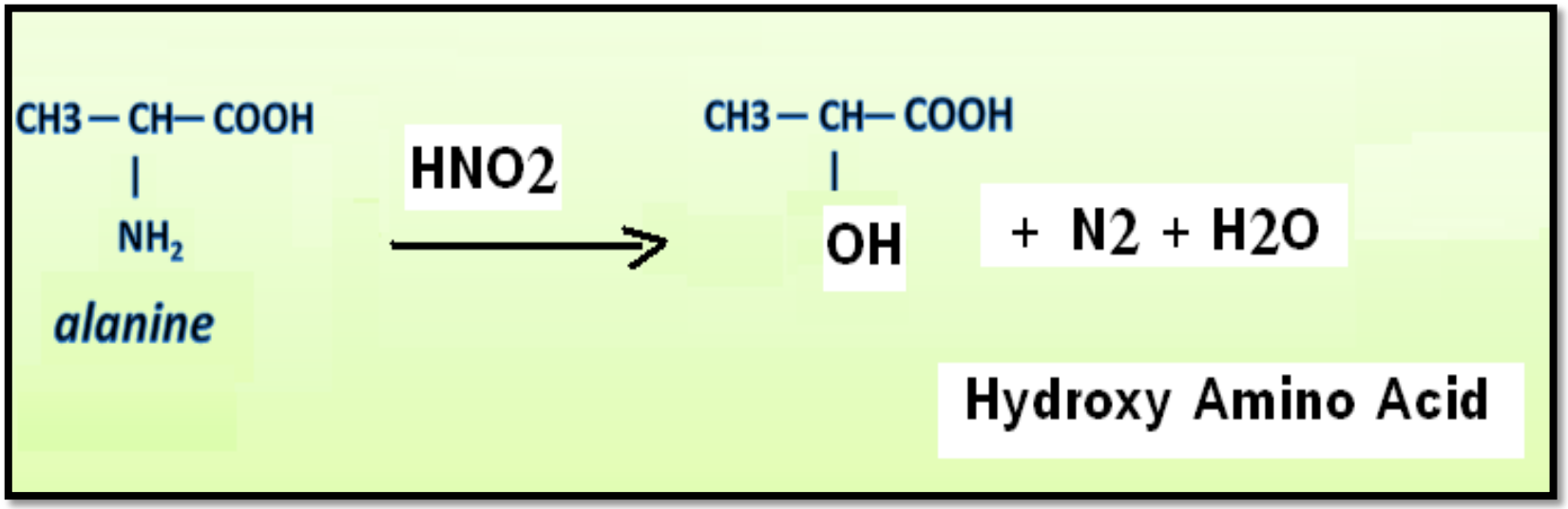
## d- Reductive deamination: بالآختزال

**AA to organic acid and ammonia**

## ٤- التفاعل مع حمض النيتروز Nitrous acid (HNO2)

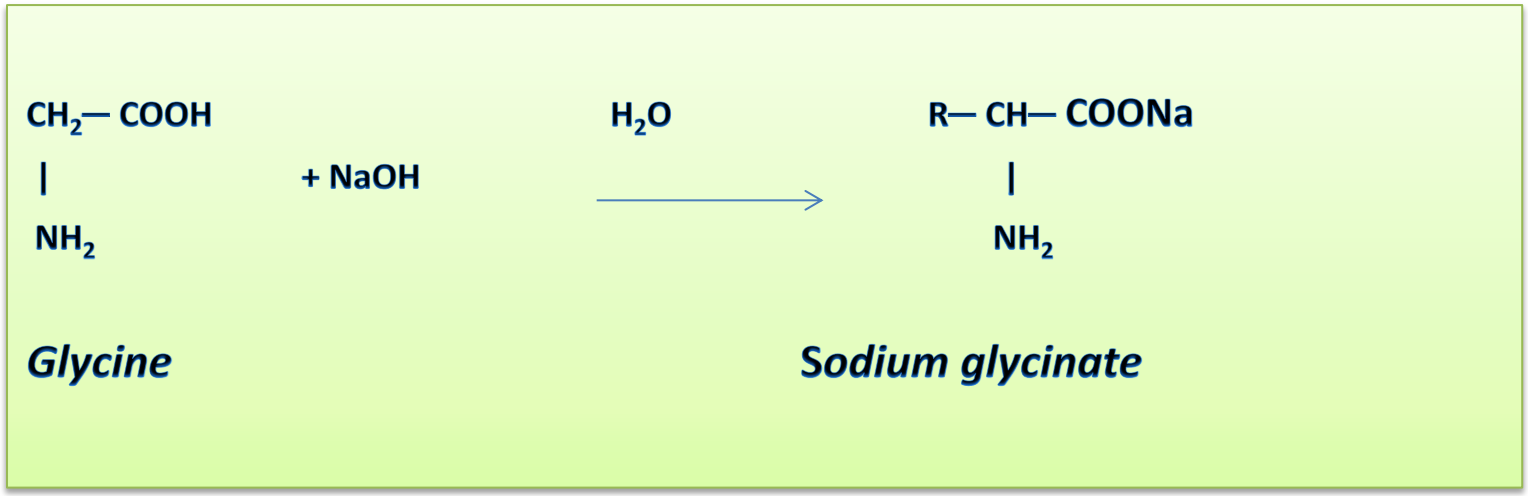
تفاعل فان سلايك لتحرير النيتروجين. النيتروجين المحرر المنفرد يستخدم لتقدير مجموعه NH2

فى الاحماض الامينيه أو البروتينات




**٥- تفاعل مع الفورمالدهيد** : يرتبط الفورمالدهيد بمجموعه الامين ويكون مركب فورمالدهيد الحمض الامينى أى يخفى مجموعه الامين مما يسمح بوجود مجموعه الكربوكسيل حرة يمكن معايرتها وتقديرها بالتنقيط مع هيدروكسيد الصوديوم مما يتيح تقدير كميه الجليسين فى المحلول .

- ٢ -تفاعلات نتيجة وجود مجموعه الكربوكسيل:
- أ) التفاعل مع القلويات لانتاج الأملاح :




- ب ) ازاله مجموعه CO2 **Decarboxylation**

*Histidine —(CO2)→ **histamine** ( involved in allergic reactions)

* Tyrosine → **Tyramine**

*Tryptophane → *tryptamine.

# ٣- تفاعلات نتيجة وجود السلسلة الجانبية :

- **1} Biuret test:- تفاعل بيروت**
- General test for all proteins depend on peptide linkage.

- **2} Millon's reaction:- كاشف ميلون**
- خاص للكشف عن مجموعه الفينول الموجودة في التيروسين ويعطى لون أحمر

- **3} Xanthoproteic :- اختبار زانسوبروتيك**
- خاص للكشف عن مجموعه الفينول الموجودة في التيروسين أو حلقه الأندول في التريبتوفان ويعطى لون أحمر

- **4} Rosenheim's test:- كاشف روزنهيم**
- Indol ring of tryptophan +ferric chloride formaldehyde + Conc. $H_2SO_4$ Purple ring
- خاص للكشف عن حلقه الأندول في التريبتوفان ويعطى حلقه بنفسجيه

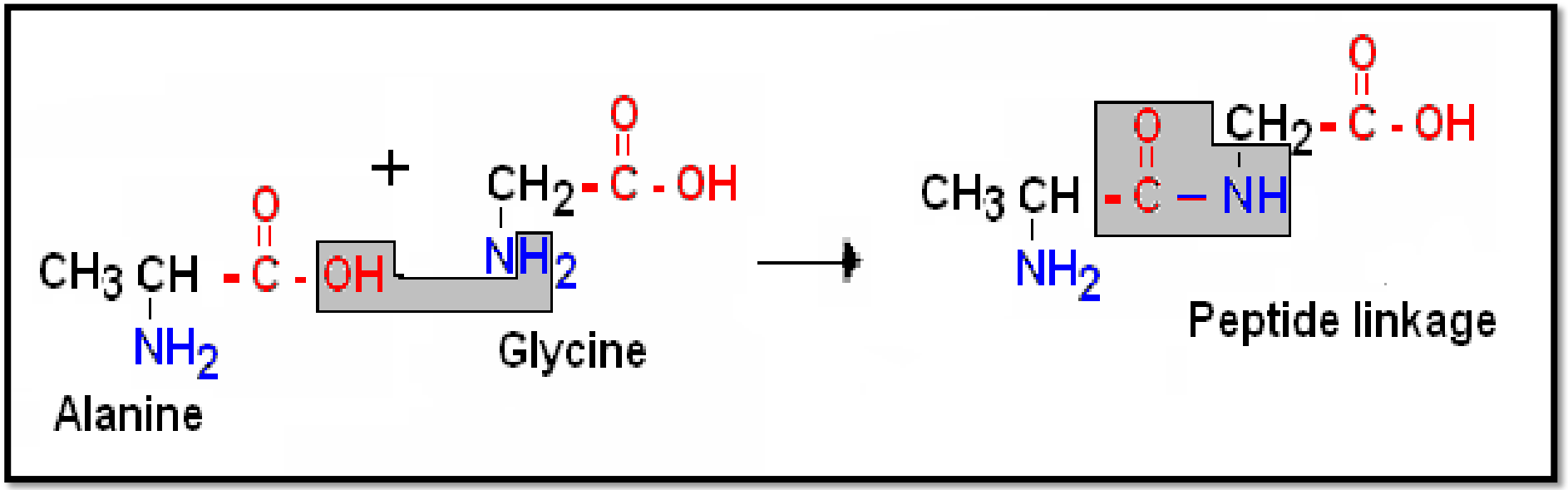
# الميزان النيتروجينى

- يعبر عنه بالنسبه بين النيتروجين الماخوذ فى الغذاء الى النيتروجين الخارج فى البول كما يلى:
- الميزان النيتروجينى= النيتروجين الماخوذ فى الغذاء / النيتروجين الخارج فى البول

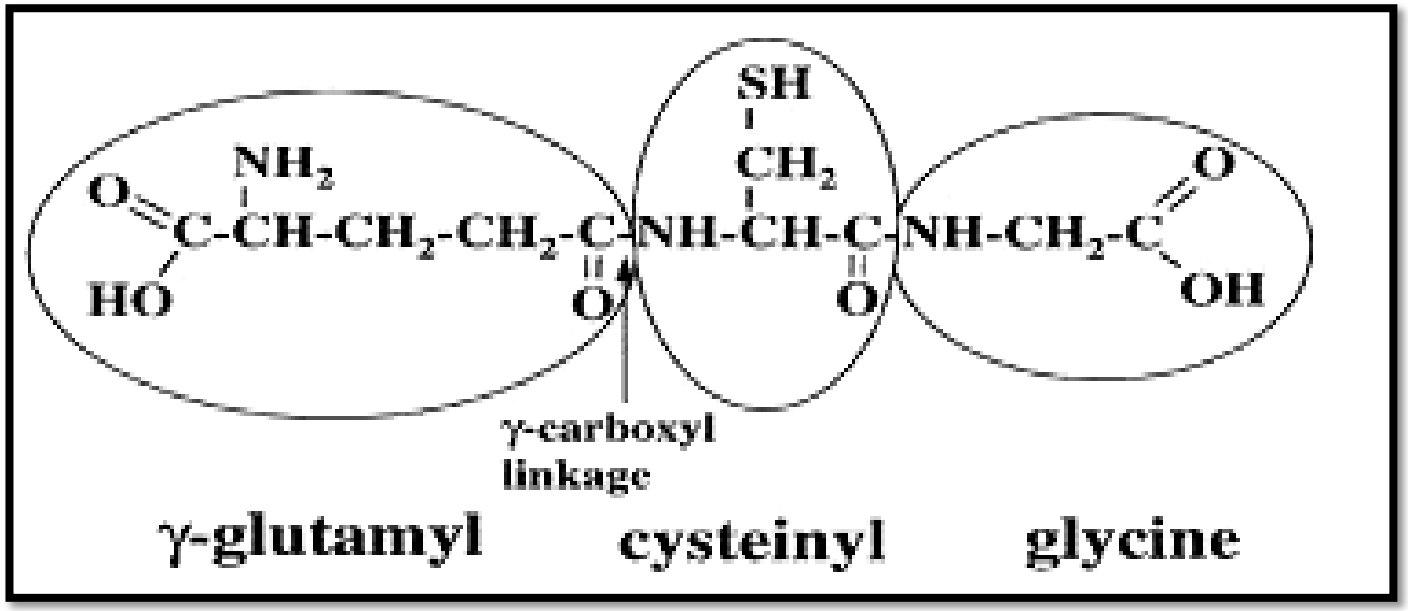
- له اهميه كبيره فى ١- عمليات التغذيه ٢- حساب الاحتياجات اليوميه من الاحماض الامينيه الضروريه
- هناك ٣ حالات
- الاتزان النيتروجينى : ينطبق على الاشخاص الاصحاء العاديين والناتج يساوى ١
- الميزان النيتروجينى الموجب: ينطبق على الاطفال فى مرحله النمو والناتج يساوى اكثر من واحد
- الميزان النيتروجينى السالب: ينطبق على حالات سوء التغذيه والمرضيه والناتج يساوى اقل من واحد

# الببتيدات ـ التركيب البنائي للببتيدات

- تتكون البيبتيدات نتيجه اتحاد ألاحماض ألامينيه مع بعضها بروابط ببتيديه (أميدية)



- **امثله لبعض البيبتيدات:**
- **١- الجلوتاثيون**: وهو عباره عن بيبتيد ثلاثى يتكون من Glutamyl –cysteinyl- glycine
- ويوجد الجلوتاثيون فى الكائنات الحيه وهو ضرورى لعمل العديد من الانزيمات وهو مضاد للاكسده داخل الجسم



- **٢- الهرمونات الببتيدية**: ومنها هرمونات الغده النخاميه والبنكرياس الانسولين- والجلوكاجون- وهرمون الاكسيتوسن-
- وهى عباره عن بيبتيدات عديده .
- **٣- المضادات الحيوية والتوكسينات:**
- بعض الفطريات لها القدره على انتاج مواد كيميائيه تحتوى على احماض امينيه او بيبتيد مثل البنسلين
- جراميسيدين مضاد حيوى وهو بيبتد حلقى يتكون من ١٠ احماض امينيه ومن التوكسينات
- التوكسينات هى عباره عن فطر ينتج سم يتكون من ٧ احماض امينيه من النوع الهيدروكسى تكون بيبتيد له سميه عاليه

# البروتينات

# الأهمية الحيوية للبروتين

1- Enzymatic catalysis

2. Transport and storage

3. Coordinated motion

4- responsible for movements in the body (muscles) –

5. Mechanical

support of body - bones and muscles –

6. Generation and transmission of impulses

7. Control of growth and differentiation

# الوظائف الحيويه للبروتينات

- ١- تعمل مساعده **كانزيمات** لذلك لها خاصيه الحفز الأنزيمية
-

٢. **وظيفه النقل** والتخزين :

- قنل الفيتامينات والأوكسجين وثانى أكسيد الكربون ( Hb).
- مثال نقل البيليروبن والاحماض الدهنيه بواسطه الالبيومين.
- نقل الدهون بواسطه lipoproteins
- نقل الحديد بواسطه transferrin

- ٣-**وظيفه حمايه** مثل الفيبرين **والاجسام المناعيه**

- ٤-**وظيفه تركيبيه ودعم** :مثل الكولاجن الكيراتين والالستين collagen, elastin, and keratins
-

٥- مسؤول عن **الحركات في الجسم** (العضلات) انقباض ومنسق الحركة مثل الاكتين والميوسين

٧- تعمل **كهرمونات** مثال الانسولين الجلوكاجون- الاوكسيتوسين

-

٨. السيطرة على النمو والتمايز

# أهم الخواص الطبيعية والكيميائية للبروتينات

- ١- البروتين النقى ليس له طعم ولكن نواتجه –البروتيوزات-الببتونات- البيبتيدات لها طعم مر

- ٢- جزيئات البروتين **كبيره الحجم عاليه الوزن الجزيئى** فتكون محلول غروى فى الماء يمكن فصله بالديلسس والفصل الكهربى
- كبر الحجم يجعل البروتين يحافظ على الضغط الاسموزى للدم والجسم

- ٣- البروتينات مواد أمفوتيريه اى انها تتفاعل كاحماض وكقواعد لوجود مجموعات كربوكسيل وأمين فى الجذور الجانبيه مما يجعل البروتين يعمل **كمنظم للدم** ويحافظ على ذوبانه فى الماء. ويستفاد من هذه الطبيعة المشحونة في فصل البروتينات عن بعضها حسب مدى حركتها عند تعرضها لمجال كهربائي وتسمى هذه العملية بالترحيل الكهربائي (electrophoresis).

- ٤- **يترسب** البروتين عند نقطه التعادل الكهربي مثال بروتين اللبن **الكازين** يترسب عند نقطه التعادل ويوجد فى صوره ذائبة في الجانب الحامضى أو القلوى.
- ويمكن **ترسيب البروتين** بالمواد الاتيه:
- ا- بواسطة المعادن الثقيلة مثل الزئبق الزرنيخ والرصاص
- ب- بواسطة كواشف القلويدات: مثل حمض الخليك تراكلورواسيتيك وحمض التانيك، وحامض البكريك
- ج- أملاح متعادلة (التمليح) مثل **كبريتات الأمونيوم**، كلوريد الصوديوم وكبريتات المغنيسيوم.
- د- ترسيب بواسطة المذيبات العضوية: الأسيتون والكحول الإيثيلي.
- هـ- الأحماض المعدنية المركزة مثل حمض الهيدروكلوريك وحمض الكبريتيك

- ٥- تدخل فى **تفاعلات** عديده كالا كسده والاستره وذلك لوجود مجموعات وظيفية كالسلفهيدريل للسيستايين والهيدروكسيل للسرين والأمين والكربوكسيل
- ٦- تتفاعل مع **الدهون** وتكون اليبوبروتينات وتكون أغشيه الخلية

# ٧- مسخ البروتين الدنتره Denaturation

- يحدث تغير فى حاله البروتين ويؤدى الى تحطم فعاليته وطبيعته الحيويه ويقال ان البروتين حدث له مسخ او دنتره ويحدث ذلك نتيجه للتعرض للحراره التى تحطم الروابط الهيدروجينيه مثل تخثر البيض -الاشعه فوق البنفسجيه – المذيبات العضويه-المنظفات – المعادن الثقيله .
- تاثير التغير فى التركيب الطبيعى للبروتين- يؤدى الى تغير فى خواصه الفزيائيه والبيوكيميائيه كالاتى:

- خواصه الفزيائيه زياده لزوجه البروتين –انخفاض سرعه الانتشار
- الخواص الكيميائيه: تتغير حاله مجاميع السيستين-الفينول تصبح غيرمطويه
- الخواص الحيويه: فقد الانزيمات والهرمونات لحيويتها
- زياده قابليه البروتين للهضم بواسطه الانزيمات
- توقف عمل الاجسام المناعيه

# تصنيف -تقسيم البروتينات

# ١-- تقسيم البروتينات تبعاً لتركيبها الكيميائي

- يعتمد التقسيم على تركيب البروتين وقدرته على الذوبان فى المذيبات المختلفة:
- وتقسم الى البروتينات البسيطة - البروتينات المرتبطة (المقترنة) - البروتينات المشتقة

- وتقسم البروتينات البسيطة حسب الذوبان والمكونات إلى:
- **أ- بروتينات بسيطة:**

| | Albumin<br>الالبومينات | Globulin<br>الجلوبيولينات | Glutelins<br>الجلوتيلينات | prolamins<br>البرولامينات | الهستون –<br>البروتامين –جلوبن | Scleroproteins<br>السكليروبروتينات |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1- الذوبان | Water | Dil salt sol. | Dil acids & alkali | 60-70% alcohol | Water & ammonium hydroxide | لا تذوب في معظم المذيبات المعروفة ولاتهضم |
| 5- مثال Example | Animals:<br>**egg** album<br>**Plasma** albumin<br>**Lact-album**<br>Plants<br>Legums &cereal | Animals:-<br>egg globulin<br>-plasma, γ -globulin<br>**lactglobulin** & myo-globulin<br>Plants :peas, nuts &lentils<br>Legumin | Only in plant e.g<br>Glutenin of wheat<br>-oryzein in rice | Zein of maiz<br>& gliadin of wheat | -Histon found in nuclei of cells giving nucleoprotein<br>-Protamin in ova<br>-Globin In RBCs with haem giving Hb | a) **Keratins**<br>**الكيراتين: يوجد في الشعر الاظافر والجلد والريش**<br>**b) Collagen يوجد في**<br>**الانسجه الضامه للجلد والاربطه**<br>c) **Elastin** :<br>**يوجد في**<br>**الانسجه المرنه للمفاصل – الاوعيه الدمويه**<br>**وظيفتها الوقايه والدعم للكائن الحى** |

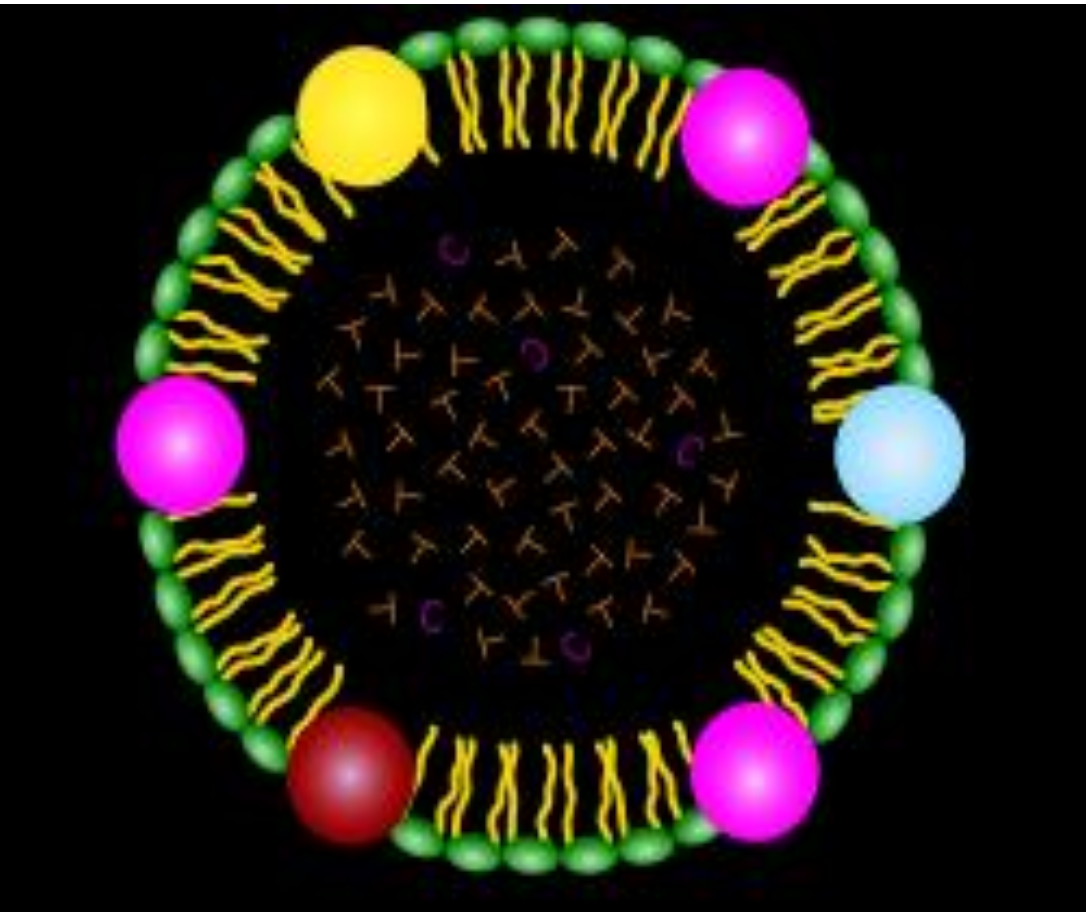
# ب - البروتينات المرتبطة (المقترنة)

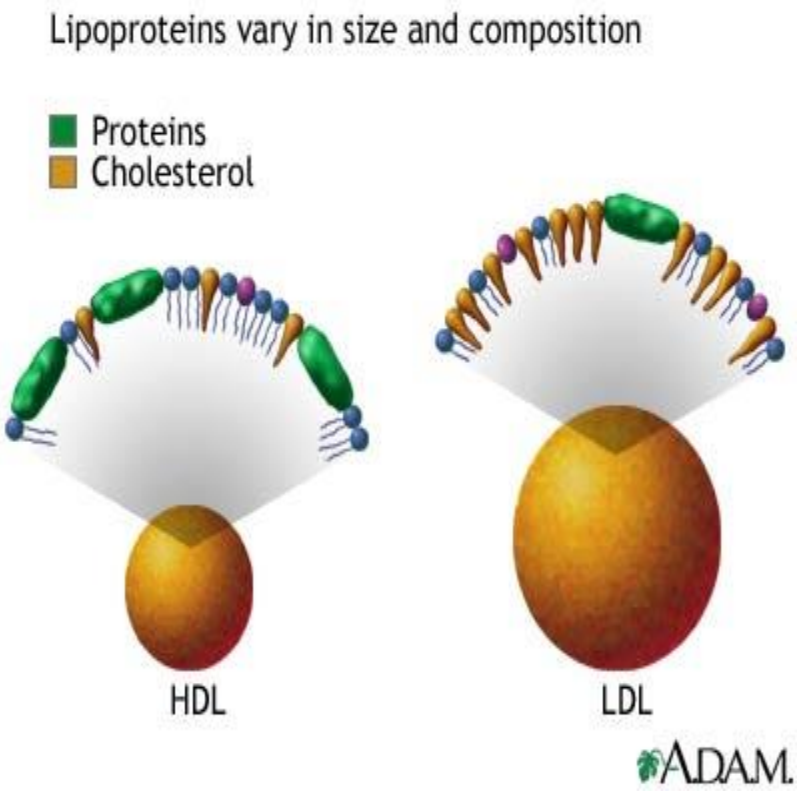
- هى البروتينات التى ينتج عن تحللها بالاضافه الى الاحماض الامينيه مركبات غير بروتينيه قد تكون عضويه وغير عضويه مثل الهيم-الكربوهيدرات-الليبيد-والفسفور ويسمى الجزء البروتينى ابوبروتين والغير بروتينى هولوبروتين.

- البروتينات المرتبطة تقسم الى:
- **١- البروتينات النوويه: النيوكليوبروتين**
- وهى من النوع القاعدى مثل الهستون والبروتامين وترتبط مع احماض نوويه RNA – DNA
- البروتينات التى ترتبط مع RNA تكون جسيمات الريبوسوم فى السيتوبلازم والبروتينات التى ترتبط مع DNA تكون الكروماتين الكروموسومات فى النواه

- ٢- **الليبوبروتينات** -سابقا
- ٣- **الجلايكوبروتينات**: وهى بروتينات بسيطه تقترن بوحدات سكريه مثل جلوكوز-فركتوز-سكريات امينيه-حامض جلوكيورونيك. وتدخل فى تركيب الأغشيه الخلويه
- مثال : هرمونات الغده النخاميه FSH- LH
- السكرات المخاطيه فى اللعاب والاربطه والغضاريف.

- ٤-**البروتينات الفوسفوريه** : بروتينات حامضيه تحتوى على حامض الفسفور الذى يرتبط مع مجموعه الهيدروكسيل للاحماض الامينيه سيرين او ثريونين برابطه استيريه
- مثال: كازين الحليب والفيتيلين فى البيض






***Chylomicron structure***
***colored circl****(apolipoproteins);*
***T*** *(triacylglycerol);* ***C*** *(cholesterol);*
*green (phospholipids)*

- **٥- البروتينات الفلزيه المعدنيه Metaloproteins:**
-
- بروتينات ترتبط مع أيونات احدى المعادن كالحديد والنحاس .
مثال:
- ١- الفيرتين Ferritin يحتوى على الحديد
- ٢- السيروبلازمين Ceruloplasmin يحتوى على النحاس
- ٣- هرمون الانسولين وانزيم الديهيدروجينيز الكحول يحتوى على الزنك

# ٦ـ البروتينات الملونه Chromoprotems

- بروتينات ترتبط مع صبغه ملونه تحتوى على مجموعه غير بروتينيه مثل:

- **1- Haemoglobins احمر اللون لوجود البورفيرين الحديدى- فى دم الفقاريات**
- **2- Haemocyanine ازرق اللون لاحتوائه على البورفيرين النحاسى فى دم اللافقاريات**

- **3- Chlorophyll بروتين النباتات الخضراء يكسبها اللون الاخضر**

- **٤ـ الفلافوبروتينات تحتوى على مجموعه الريبوفلافين ويكسبها اللون الاصفر ولها دور هام فى فى عمليه الاكسده والاختزال.**

- **٥ـ الكاتليز والسيتوكروم ترتبط بمجموعه الهيم**

# ج- البروتينات المشتقة

- وهى نواتج تحليل البروتينات البسيطه والمرتبطه مثال

- البروتيوز –بيبتون- بيبتيدات عديده – بيبتيد ثلاثى - بيبتيد ثنائى –احماض امينيه منفرده

# ٢ - تقسيم البروتينات على أساس الشكل العام

## (البروتينات الكروية - البروتينات الليفية ) -

| Fiberous proteins الليفيه | Globular proteins الكرويه |
|---|---|
| 1- Linear proteins ليفيه الشكل | - Spherical proteins كرويه الشكل |
| - لاتذوب فى الماء<br>- عناصر تركيبيه وواقيه ذو وظيفه بنائيه - صلبه وقوامها كثيف | -تذوب فى الماء<br>- لها قدره على الحركه والانتشار والانتقال |
| 3-More stable proteins | - Less stable proteins |
| 3-consists of rope of long polypeptide chain coils twisted about each other organized in bundle.<br>السلاسل البيبتيديه<br>طويله تلتوي على بعضها وتتجمع فى حزم | -The peptide chains are folded or coiled (bend back on themselves) on each other in a very compact manner<br>السلاسل البيبتيديه<br>منطويه او ملتويه بشكل متراص مكونه شكل كروى |
| 5- e.g. a) Keratin:- protein of hair, wool & skin b) Myosin protein of muscle<br>مثال<br>الكيراتين : بروتين الشعر والجلد والصوف-<br>الميوسين: بروتين العضلات | e.g. Albumin - globulin – Insulin مثال<br>الالبيومينات فى بلازما الدم<br>- جميع الانزيمات- الانسولين |

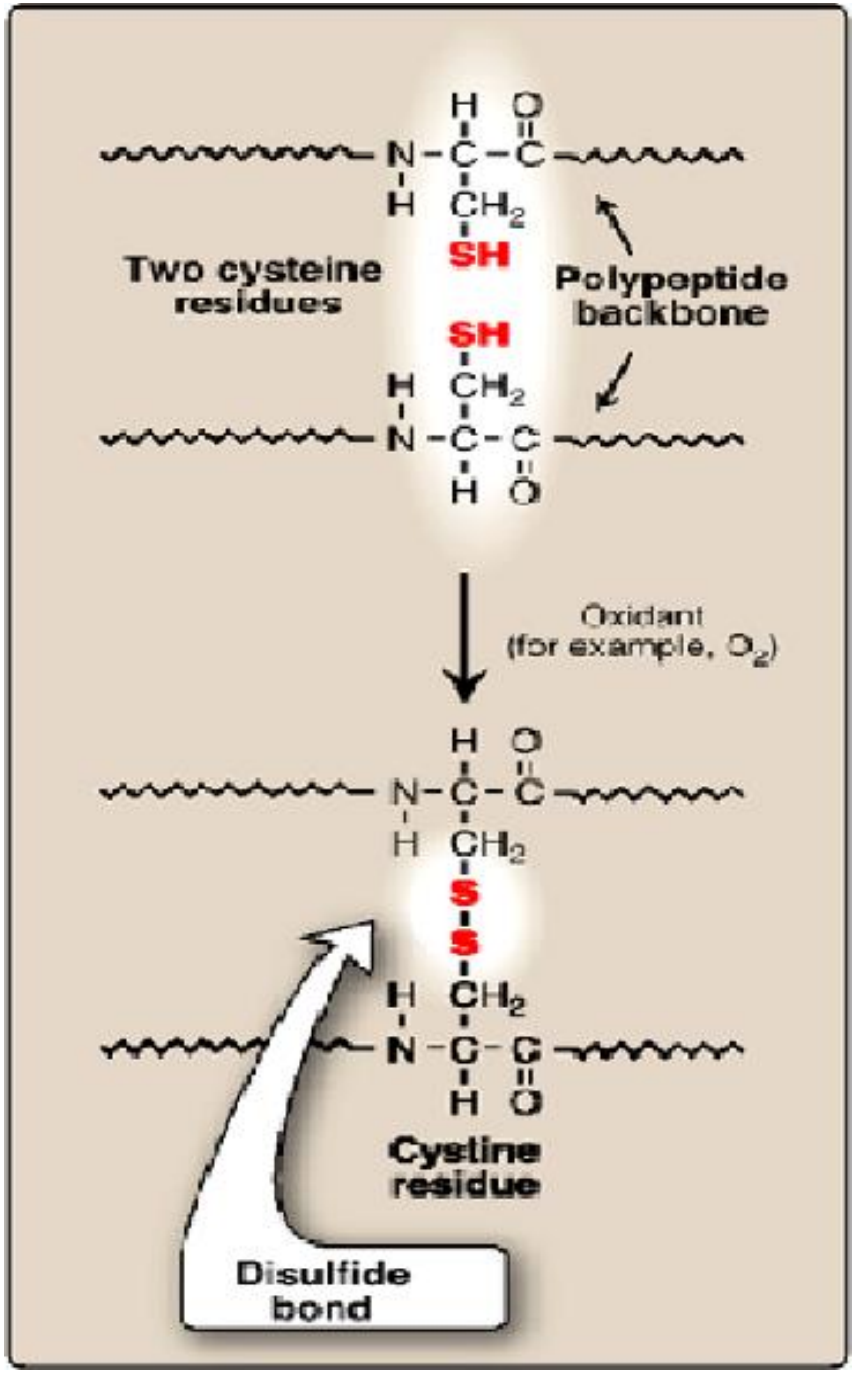
# الروابط المسئولة عن تركيب البروتينات

- **١} الروابط الببتيد: -**
- هى الهيكل الأساسي للبروتينات وتنشا من تكثيف مجموعة واحدة من COOH للحامض الأميني مع المجموعة الأمينية ( NH2) للحامض الأميني المقابل مع خسارة واحد جزيء من H2O وتشكل الرابطه الببتيديه peptid bond والتي تقاوم الحالة المعتادة من تمسخ البروتين.

- **٢} الروابط ثانئيه الكبريتيد** (روابط السيستين أو الكبريت - الدايسلفيد) -S-S: -

▶ هذه الروابط تنشأ بين جزيئين من حامض السيستين (باكسده مجموعتى السلفهيدريل) من ٢ من اللسلسله البيبتيديه المتوازية. وهى مستقرة لا تدمرمن قبل التمسخ.

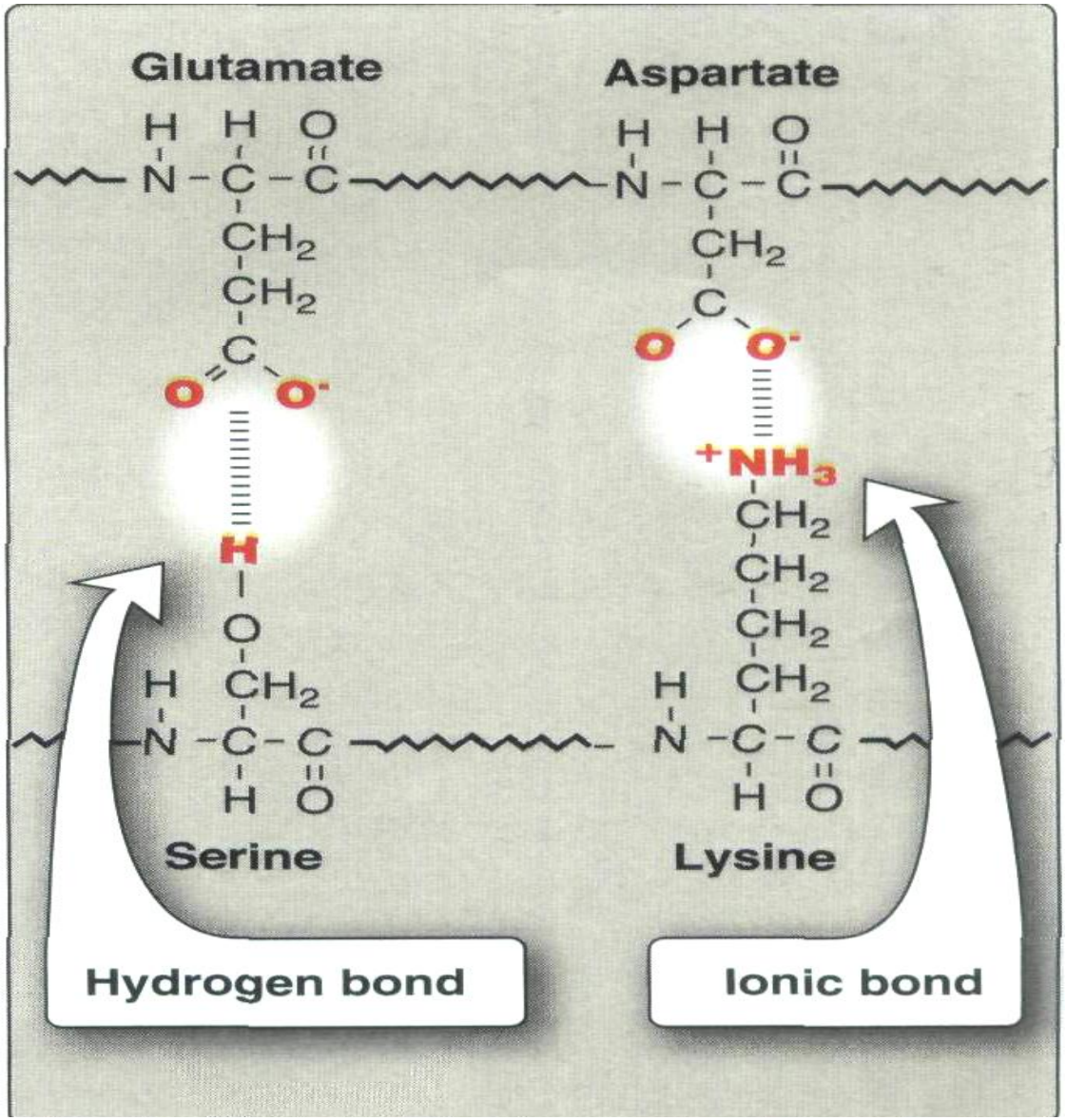
▶ **تساهم في استقرار شكل ثلاثي الأبعاد لجزيء البروتين**

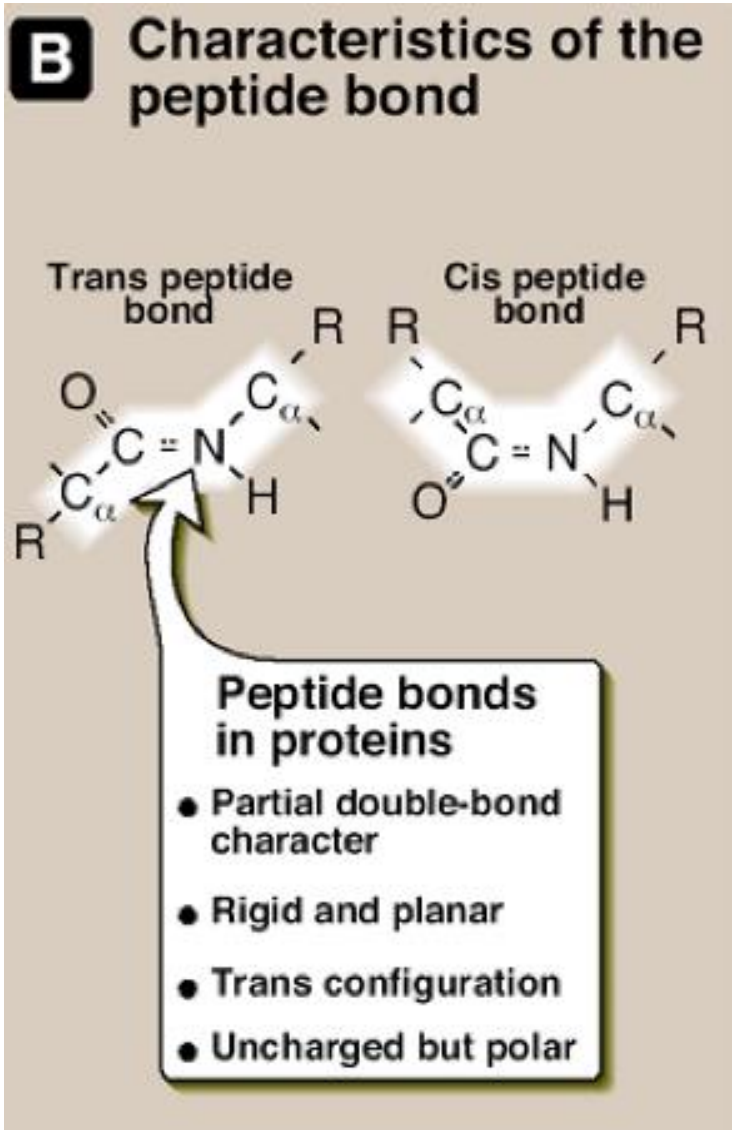

Two cysteine residues
Polypeptide backbone
Oxidant (for example, $O_2$)
Cystine residue
Disulfide bond

- **٣} الروابط الهيدروجينيه: -**

- ◄ تتشكل من ترابط ذرات الهيدروجين بين مجموعة أميد (- NH) ومجموعة الكربونيل (- C = O ) من السلسلة الببتيدية أو تتشكل بين الهيدروجين وذرات الأكسجين من **الروابط** الببتيديه نفسها.

- ◄ ويستقر الشكل الحلزونى α- بارتباط واسع للرابطة الهيدروجينية التي تحدث بين أكسجين الكربونيل بالرابطة الببتيديه وأميد الهيدروجين من نفس العمود الفقري للببتيد . (الشكل).




Interactions of side chains of amino acids through hydrogen bonds and ionic bonds.

- (٤) **الروابط الالكتروستاتيكيه الأيونيه**:-(جسور الملح أوالتفاعلات الأيونية)

▶ هي **الروابط** الملحيه التي تتكون بين المجاميع المعاكسه ومختلفه الشحنه في **السلاسل الجانبيه** من الاحماض الامينية بين مجموعة الكربوكسيل (الثانية للجلوتاميك) لسلسلة واحدة مع مجموعه الأميني (الثانيه لليسين) من سلسلة أخرى.

- على سبيل المثال تتفاعل المجموعة الأمينية الايجابية في السلسلة الجانبيه لليسين (+١) و المجموعة الكربوكسيليه السالبه - للاسبارتاتي أو الجلوتامات (-١) اليكتروستاتيكيا **لتحقيق الاستقرار في بنية البروتين.**

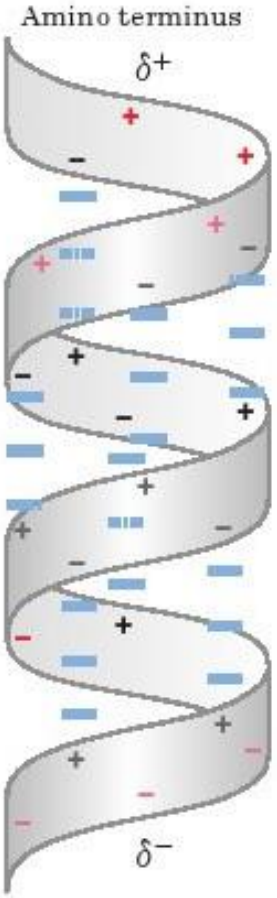
## التركيب البنائى للبروتين ( البناء الأولى – الثانوي – الثالثى – الرابعى

- جزيء البروتين يمر عبر ٣ أو ٤ مستويات

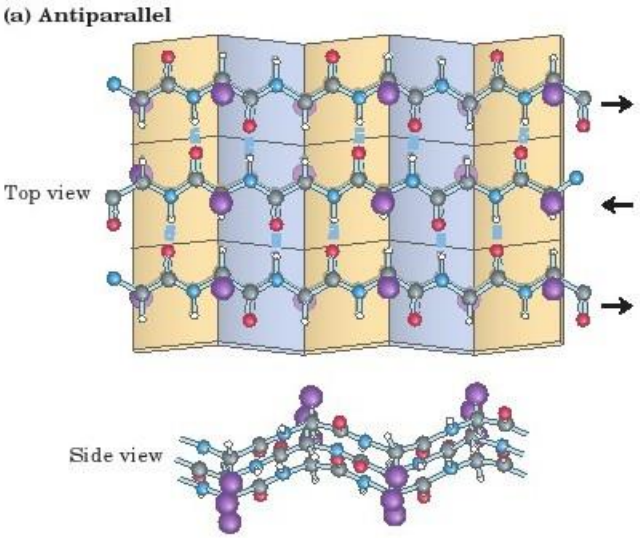
**١] الهيكل الأساسي: - أو البناء الاولى primary structure**

- هذا المستوى يوضح عدد وتسلسل الأحماض الأمينية في السلاسل الببتيديه المكونه للبروتين وموقع **روابط** الدايسلفيد إذا كان موجودا

- **٢] البناء الثانوي: - التركيب أو التنظيم الثانوي**
- وهى تشير إلى الشكل الفراغى ومدى التواء او اللف فى السلسلة الببتيدية في شكل حلزونى أو دوامة .
- تقوم **روابط** الدايسلفيد والهيدروجين بالحفاظ على هذا الحلزون.
- جزىء البروتين يمكن ان ياخذ شكل:١- اللولبى أو الحلزونى الفا هيلكس مثل الفا كيراتين. ٢-الزكزاك المعروف بأسم الصفيحه المطويه




**Helix dipole.** The electric dipole of



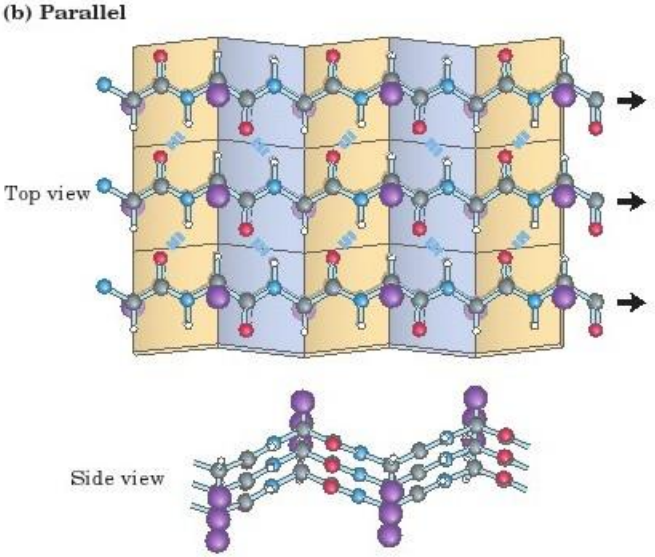
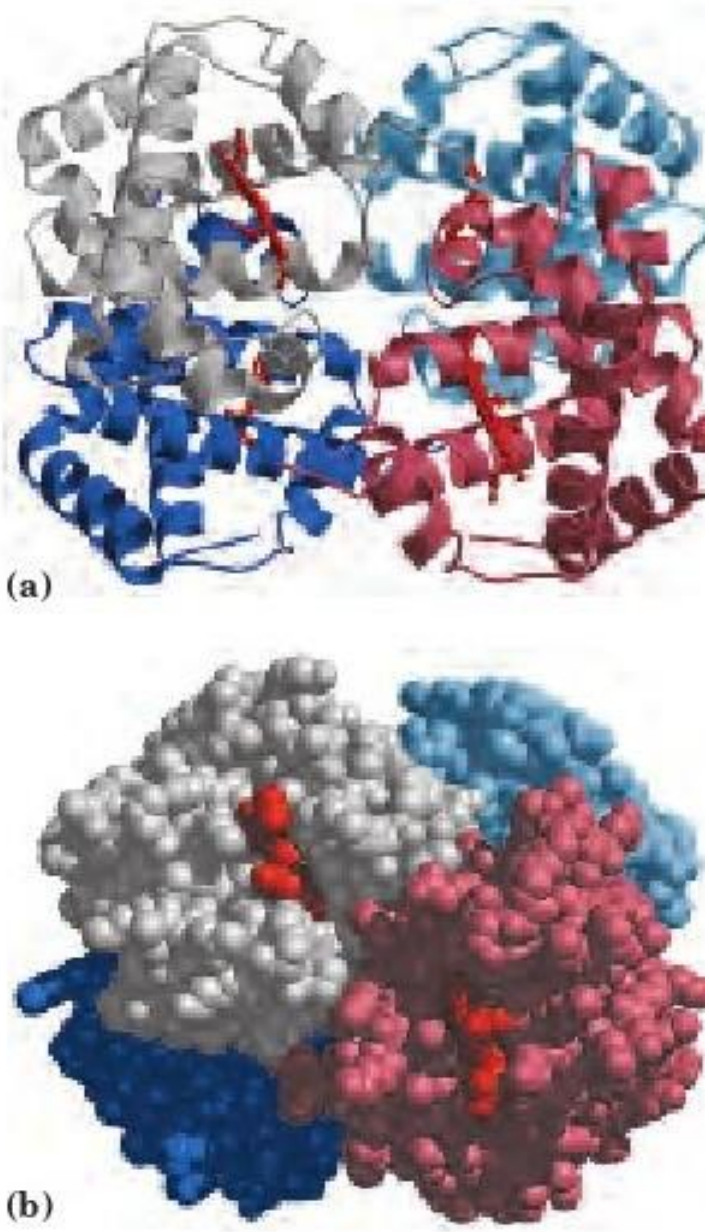




**FIGURE 4–7** **The β conformation of polypeptide chains.** These top

- ٣] **البناء الثالثي Tertiary structure**: ينتج من طي او ثنى السلسلة الببتيديه
- ▶ وهو الشكل ثلاثي الأبعاد، المطوي والنشط بيولوجيا للبروتين. هذا الهيكل يعكس الشكل العام للجزيء. ويأخذ الجزئ الشكل الكروى
- وفيه تترتب السلاسل البيبتيديه الحلزونيه الى طبقات اوصفائح .

- روابط ثنائيه الكبريتيد هى الرابطه التساهميه التى يتضمنها التركيب الثالثى وهى من الروابط المسئوله عن ثباته وتساهم الروابط الهيدروجينيه والكارهه للماء (بين الجذور اللاقطبيه للحماض الأمينيه) و الروابط الأيونيه (بين المجموعات المشحونه ايجابيا والمشحونه سلبيا فى جذور الأحماض الأمينيه.

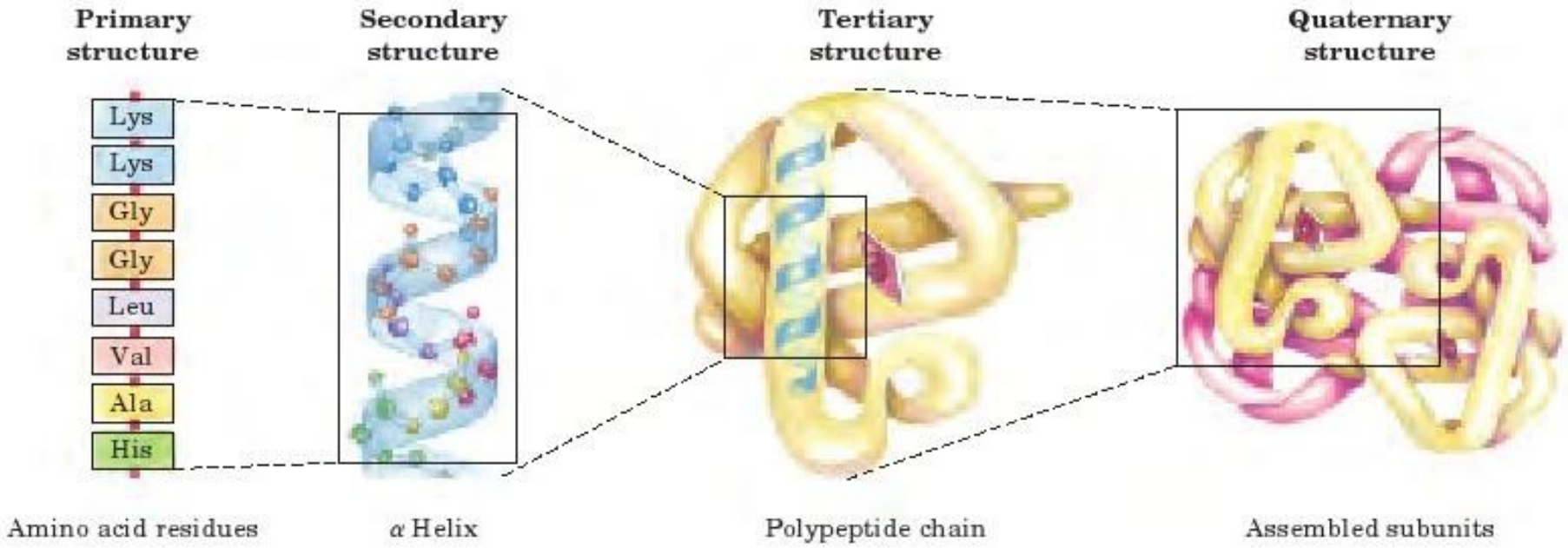
- ٤] **البناء الرابعى :**
- هي الطريقة التي بها يحدث تجميع أو التكثيف لجزيئات البروتين لتكوين البوليمرات. ومنها مايسمى مونومر ودايمر واوليجور




E 4-23 Quaternary structure of deoxyhemoglobin.

***Primary Structure*** ***Secondary structure*** ***structure*** ***Quaternary***

*Amino acid residues* *Helix* *Polypeptide chain* *Assembled subunits*


Primary structure
Secondary structure
Tertiary structure
Quaternary structure
Lys
Lys
Gly
Gly
Leu
Val
Ala
His
Amino acid residues
α Helix
Polypeptide chain
Assembled subunits

# محاضره

# الأحماض النووية

-الأحماض النووية: تركيبها (السكرات الخماسية
- القواعد النيتروجينية – مجموعه الفوسفات)

النيوكليوتيدات والنيوكليوسيدات –تركيبهما – تسميتهما.

-أنواع الأحماض النووية والفروق بينهما وأنواع الحمض النووي RNA

-**الأحماض النووية**: تركيبها (السكرات الخماسية - القواعد النيتروجينية – مجموعه الفوسفات)

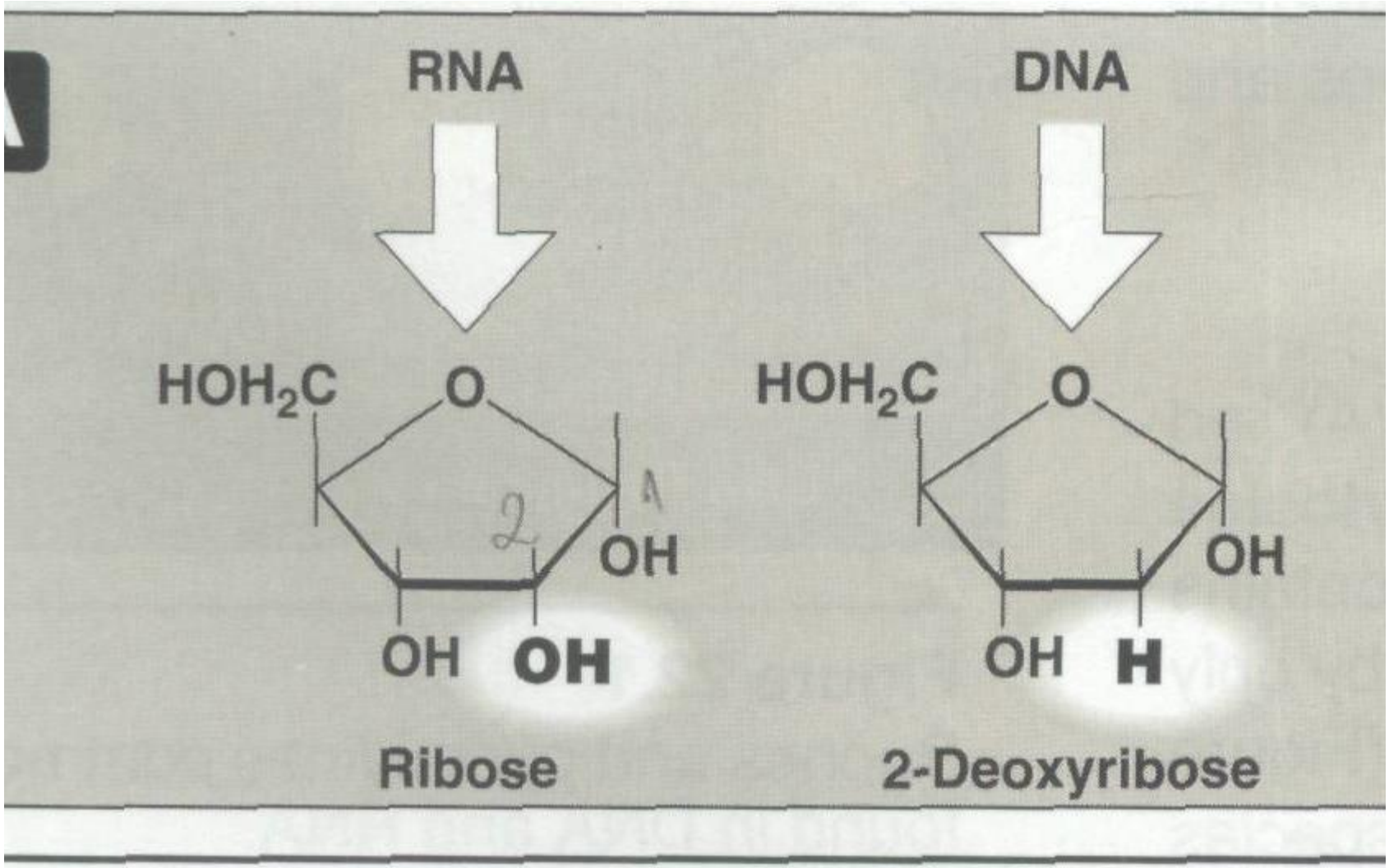
-هي الجزيئات التى تحفظ المعلومات الوراثية والتي تنسخ وتترجم هذه المعلومات ليمكن بناء وتخليق كل بروتينات الخلية.

-الوحدات البسيطة التي تكون الأحماض النووية تسمى نيكليوتيدات التي تتكون من ٣ جزيئات وهى:

**١- السكريات الخماسيه :pentose**

السكر الموجود في الحمض النووي يمكن أن يكون : أ- الريبوز ولذلك يسمى الحمض النووى ريبونيوكليك اسيد RNA والذى يوجد فى السيتوبلازم

ب- الديؤكسى ريبوز ولذلك يسمى الحمض النووي ديؤكسى ريبونيوكليك أسيد DNA والذي يوجد في نواه الخلية.




**gure 22.3**

Pentoses found in nucleic acids. B. Examples
ucleosides.

## ٢- القواعد النيتروجينيه Nitrogenous base وتشمل:

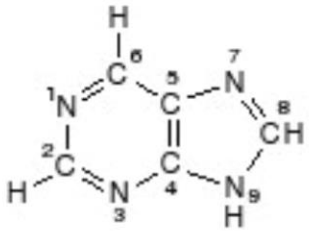
١- قواعد البيريميدين pyrimidine base هي عبارة عن مشتقات من مركب حلقي يسمى البيريميدين كما في الشكل .

وأهم البيريميدنات في الأحماض النووية هي اليوراسيل uracil والثيمين thymine والسيتوزين cytocine. ويمكن ان توجد على الصورة الكيتونيه أو الانوليه.

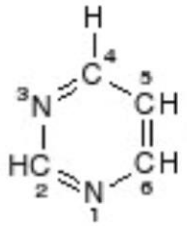
٢- قواعد البيورين purines bases

تحتوى على حلقه البيريميدين السداسية متصلة بحلقه الاميدازول الخماسية .

- البيورينات الموجودة في الأحماض النووية هي **الأدنين والجوانين**.



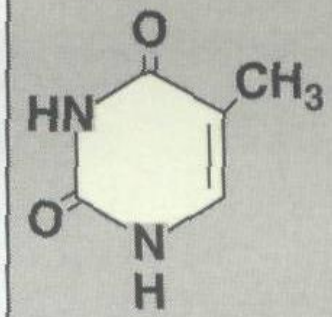
Purine



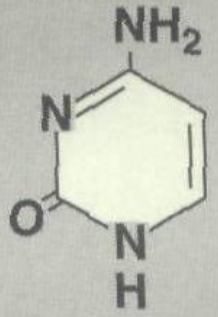
Pyrimidine

*Figure 33–1.* Purine and pyrimidine. The atoms a
numbered according to the international system.

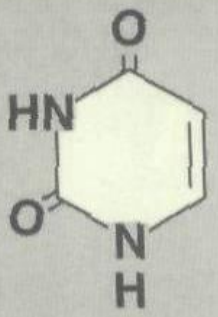
## RNA Pyrimidines



Thymine (T)



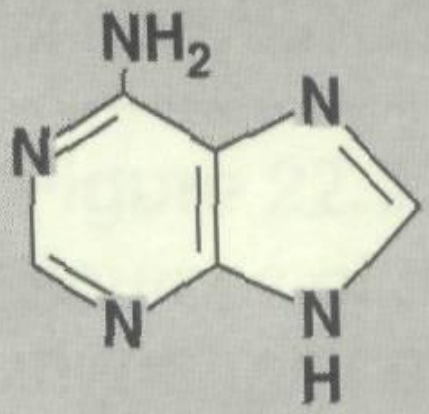
Cytosine (C)



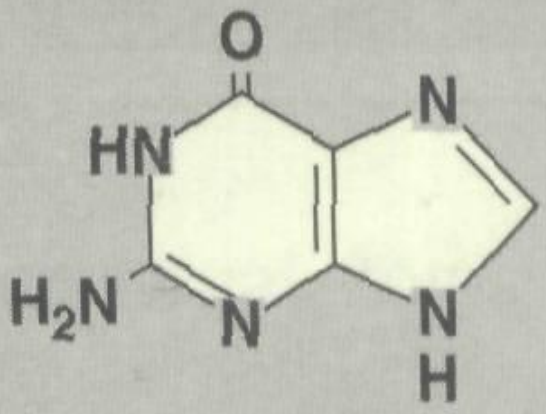
Uracil (U)

## DNA Pyrimidines

## DNA and RNA Purines



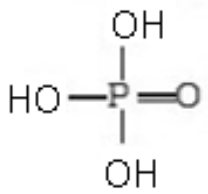
Adenine (A)



Guanine (G)

## ٣- مجموعه الفوسفات

**وهى حمض الفوسفوريك H3PO4 الذي يكون أسترات مع مجموعه OH في السكر C5 لربط أجزاء النيوكليوتيدات مع بعضها.**




# النيوكليوسيدات:

تنتج من اتحاد الريبوز أو الديؤكسى ريبوز مع قاعدة البيورين أو البيريميدين.

**النيوكليسوسيد عباره عن سكر خماسى + قاعده ترتبطا برابطه جلايكوسيديه نيتروجينيه (بيتا ١-٩ جلايكوسيديه)** عن طريق ذره الكربون رقم ١ للسكر مع ذره النيتروجين رقم ٩ للقاعدة البيورينيه أو طريق ذره الكربون رقم ١ للسكر مع ذره النيتروجين رقم ١ للقاعدة البيريميدينيه.

ويشتق اسم النيوكليوسيدات من اسم القاعدة مثل **ادينوسين- جوانوسين -سيتدين - يوريدين- ثايميدين** إذا كان السكر ريبوز.

وتضاف كلمه **ديؤكسى** قبل النيوكليوسيد إذا كان السكر **ديؤكسى**

**التسمية كما في الجدول**

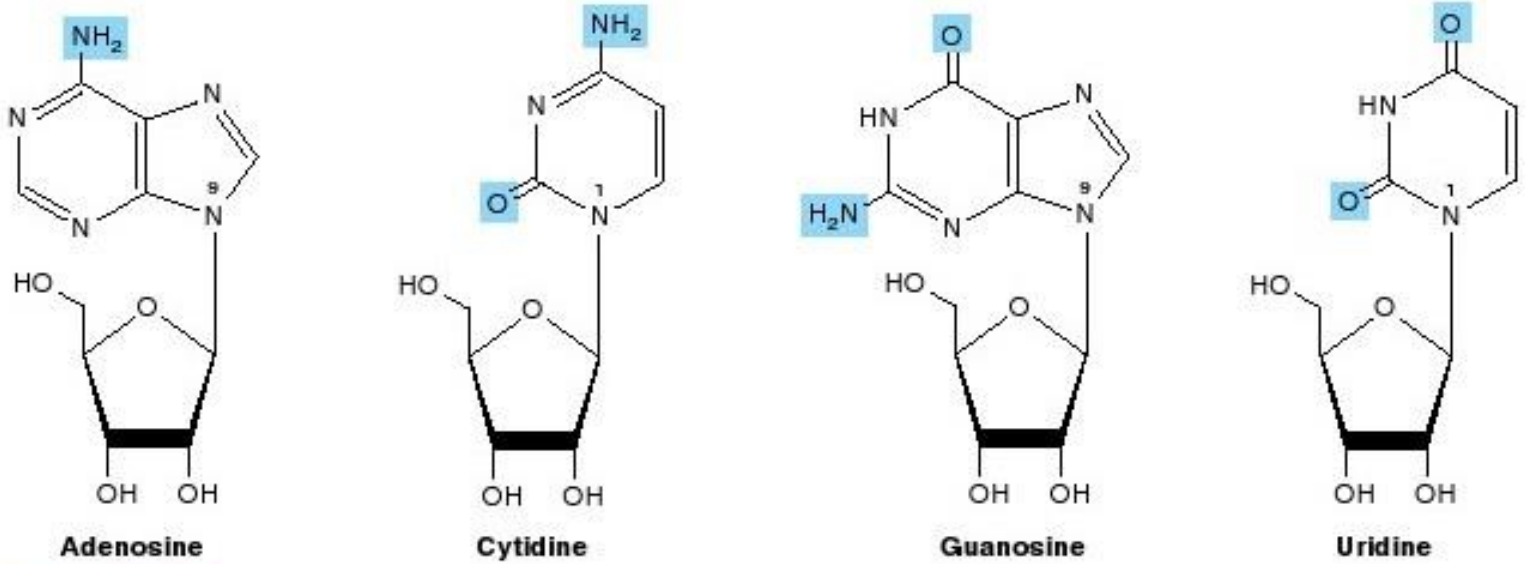



**Figure 33–3.** Ribonucleosides, drawn as the syn conformers.

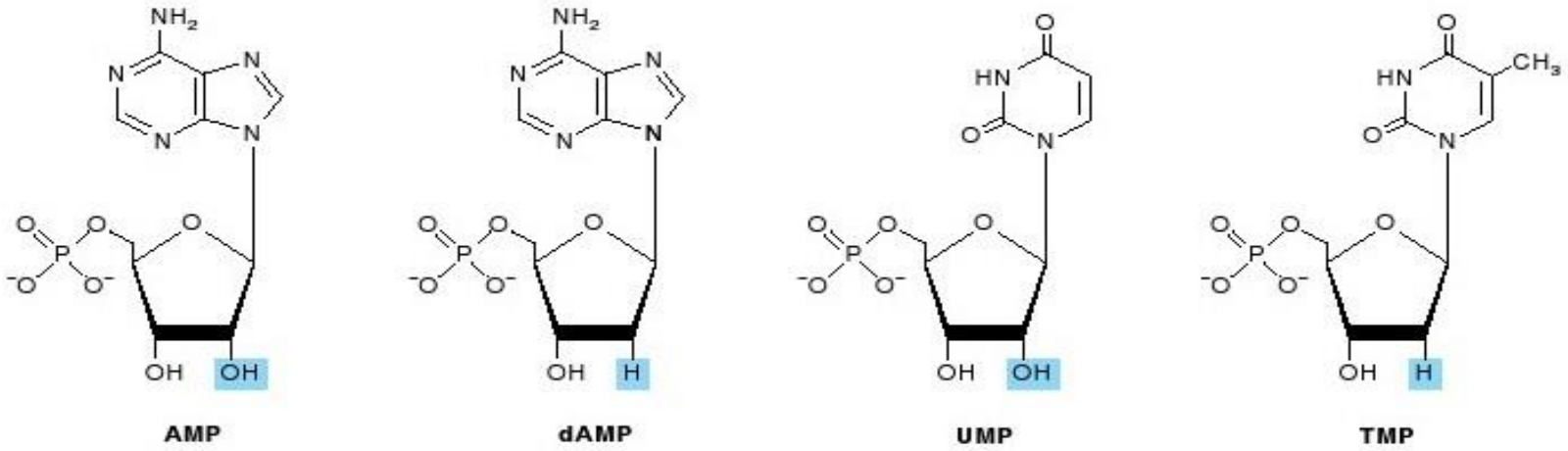



**Figure 33–6.** AMP, dAMP, UMP, and TMP.

## النيوكليوتيدات:

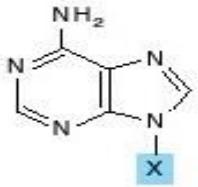
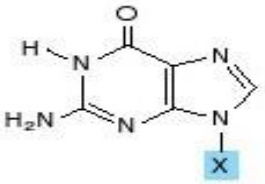
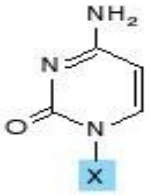
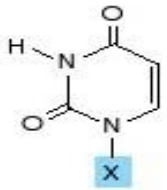
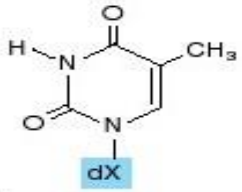
**هى استرات حمض الفوسفوريك للنيوكليوسيدات وتسمى حمض الادينيلك – الجوانيلك – الثيميديلك- السيتيديلك – اليوريدلك.**

*وعلى الطالبات التدرب على كتابه الرموز باستخدام الأساسيات*

# تسميه النيوكليوسيدات والنيوكليوتيدات

| Base القاعده | Nucleosides النيوكليوسيدات | Nucleotides النيوكليوتيدات |
|---|---|---|
| Adenine أدنين | Adensine (A) ادينوسين- | **AMP** Adenosine monophosphate **حمض الادينيلك** (adenylic acid) |
| Guanine جوانين | Guanisine (G) جوانوسين | **حمض الجوانيلك** **GMP** ( guanylic acid) |
| Cytosine السيتوزين | Cytidine **سيتدين** | **حمض السيتيديلك** **CMP** ( cytidylic acid) |
| Thymine **ثيمين** | Thymidine (T) **ثايميدين** | **حمض الثيميديلك-** **TMP** thymidylic acid) |
| Uracil اليوراسيل | Uridine ( U) **يوريدين-** | **اليوريدلك** **UMP** ( uridylic acid) |
| Xanthine | Xanthosine (X) | XMP ( Xanthylic acid) |
| hypoxanthine | Inosine (I) | IMP ( inosinic acid) |

***Table 33–1.*** Bases, nucleosides, and nucleotides.

| Base Formula | Base X = H | Nucleoside X = Ribose or Deoxyribose | Nucleotide, Where X = Ribose Phosphate |
|---|---|---|---|
|  | Adenine<br>A | Adenosine<br>A | Adenosine monophosphate<br>AMP |
|  | Guanine<br>G | Guanosine<br>G | Guanosine monophosphate<br>GMP |
|  | Cytosine<br>C | Cytidine<br>C | Cytidine monophosphate<br>CMP |
|  | Uracil<br>U | Uridine<br>U | Uridine monophosphate<br>UMP |
|  | Thymine<br>T | Thymidine<br>T | Thymidine monophosphate<br>TMP |

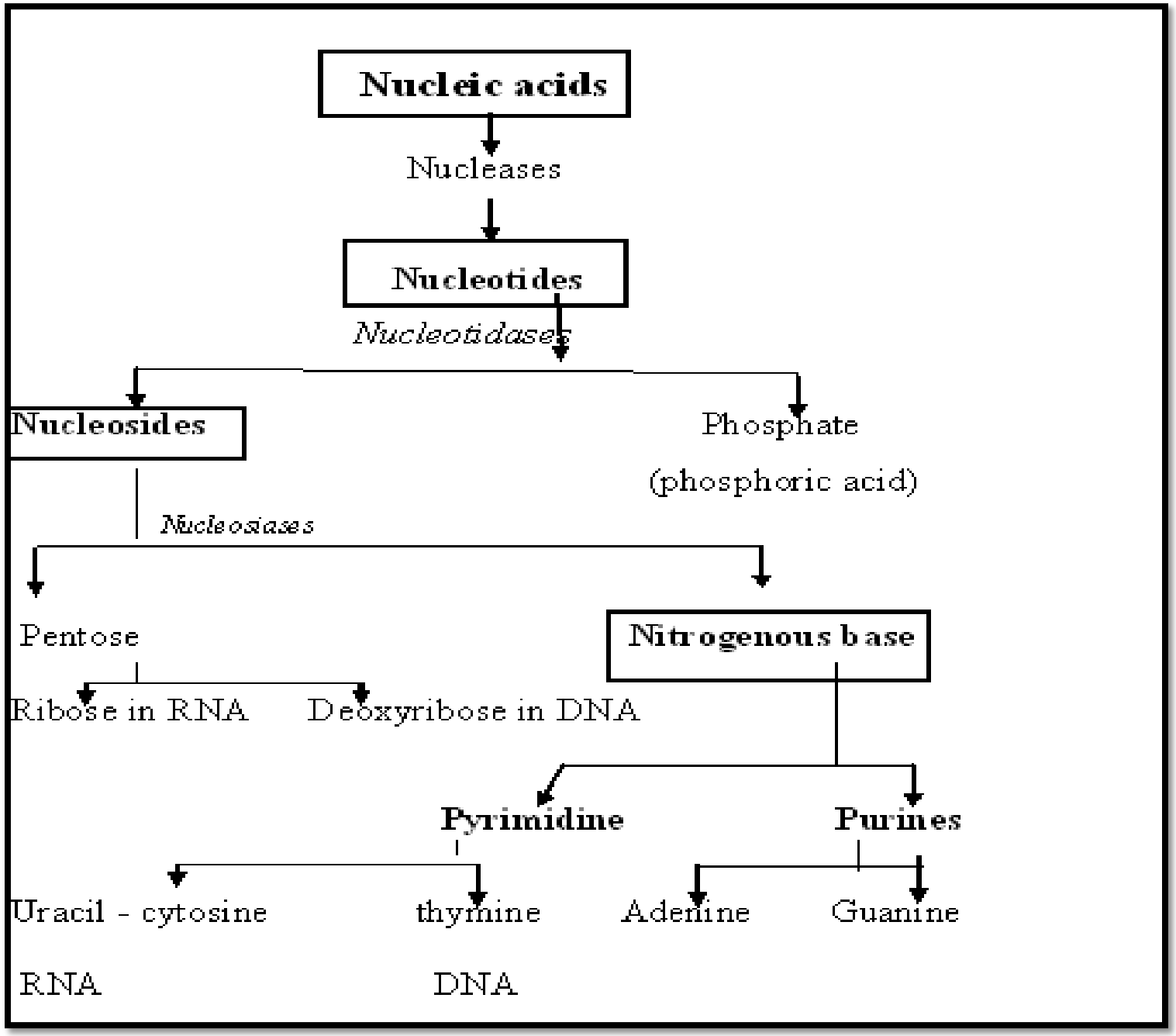
## أهميه القواعد البيورينيه والبيريمدينيه:

١- تصنيع ال DNA and RNA

٢- تدخل فى تصنيع ال ATP مصدر الطاقة في الجسم

٣- مهمه لتكوين NAD- FAD coenzyme

٤- تكوين S adenosyl methionine


Nucleic acids
Nucleases
Nucleotides
Nucleotidases
Nucleosides
Phosphate
(phosphoric acid)
Nucleosidases
Pentose
Nitrogenous base
Ribose in RNA
Deoxyribose in DNA
Pyrimidine
Purines
Uracil - cytosine
thymine
Adenine
Guanine
RNA
DNA

## الأحماض النووية:

عباره عن **تكاثف بوليمرات** من وحدات النيوكليوتيد.

وتتكون نتيجه رابطه استيريه بين **حمض الفوسفوريك** على احد النيوكليوتيدات مع مجموعه **الهيدروكسيل** على ذره الكربون رقم ٣ لسكر للبنتوز فى النيوكليتيده الثانيه .

*كما فى الشكل.*

*الأحماض النووية نوعان حسب نوع السكر هما:*

### ١- حمض الديؤكسى ريبوز DNA

**تكوينه**: أ- سكر الديؤكسى ريبوز

ب– قواعد نيتروجينيه: الثيمين (T)thymine والسيتوزين (C) cytocine– **الأدنين** (A) Adenine **والجوانين** (G) Guanine.

ج- مجموعه فوسفات

الشكل :حلزونى مزدوج من سلسلتين غير متشابهتين ولكنهما متممتان لبعضهما

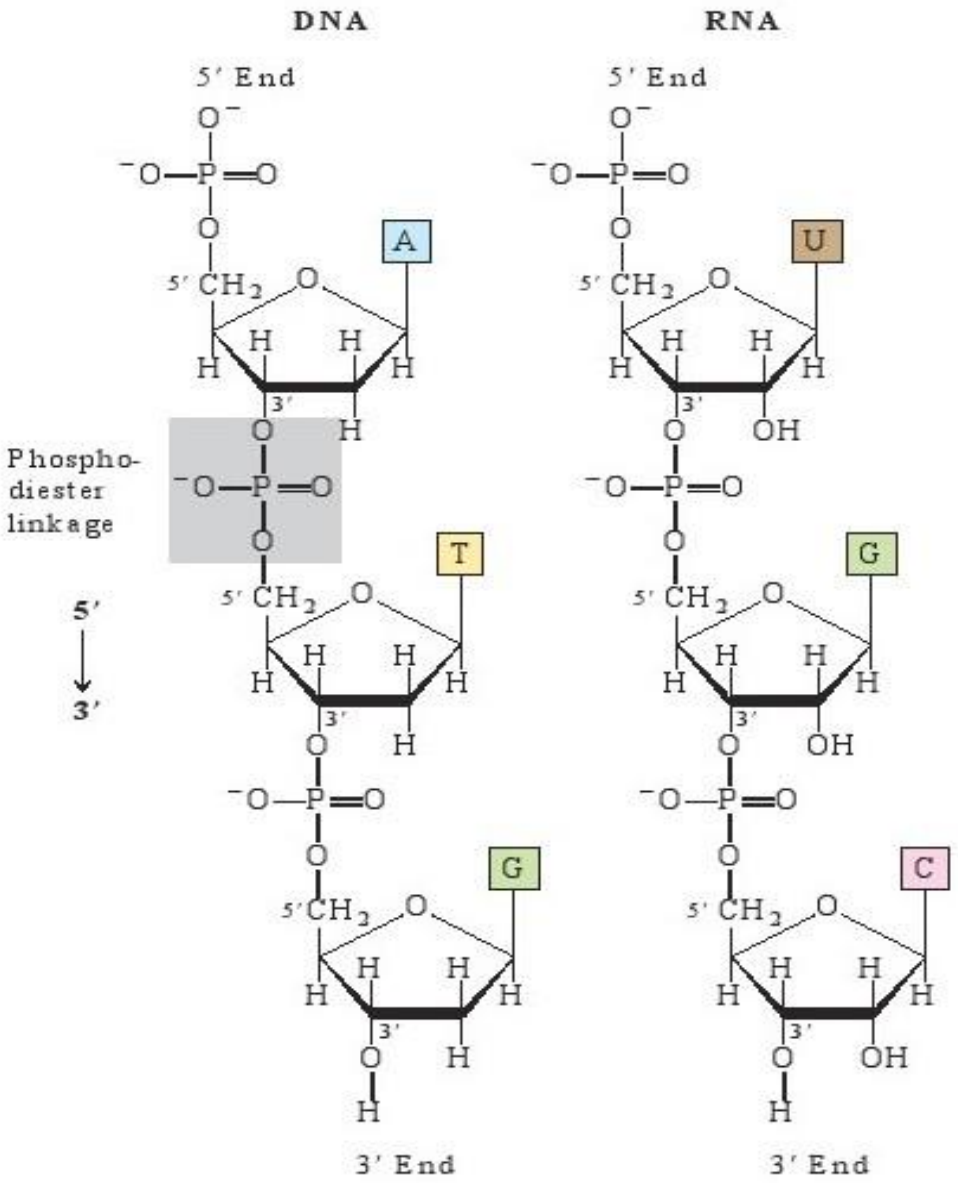
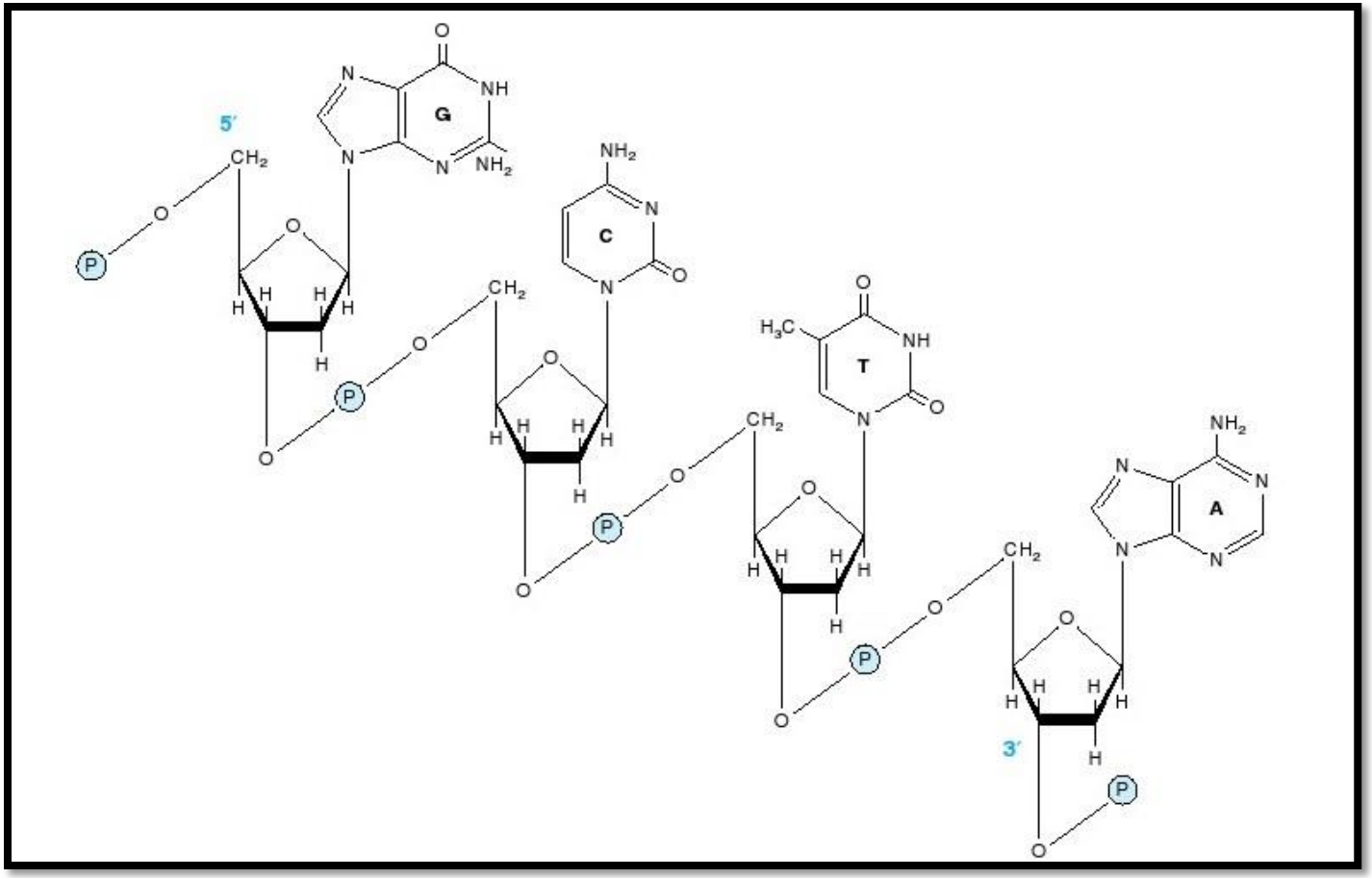
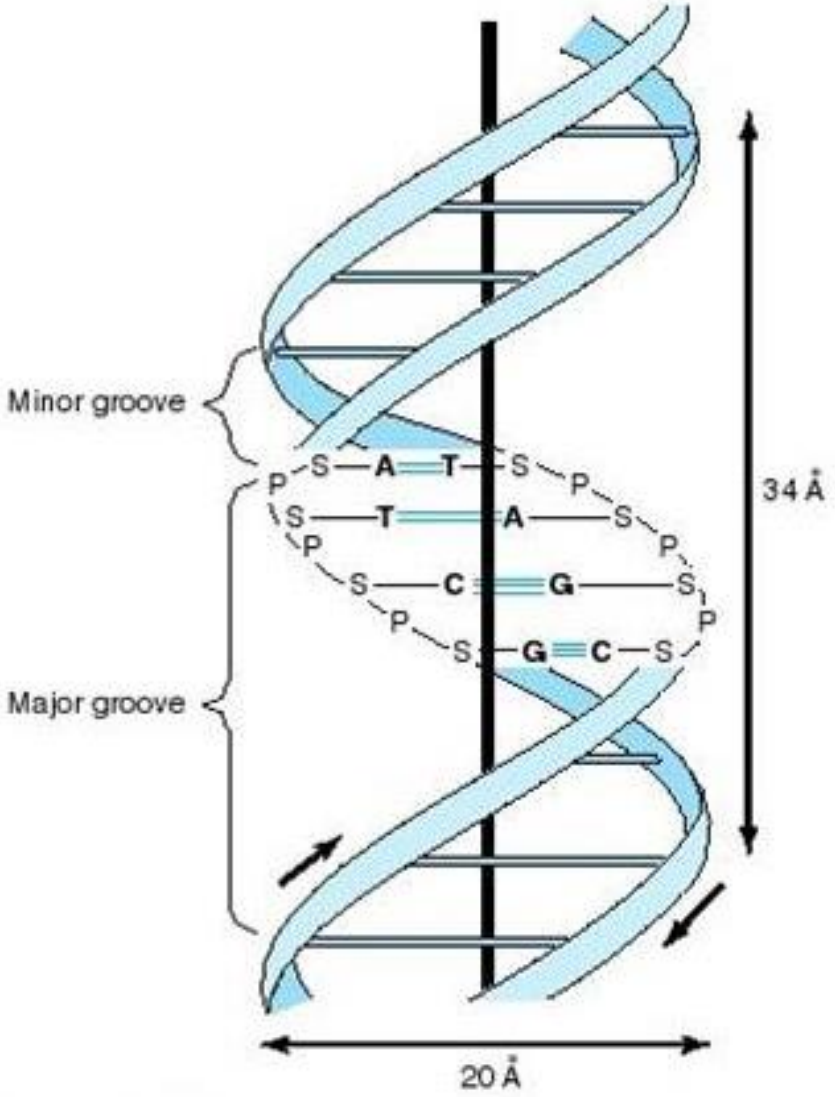
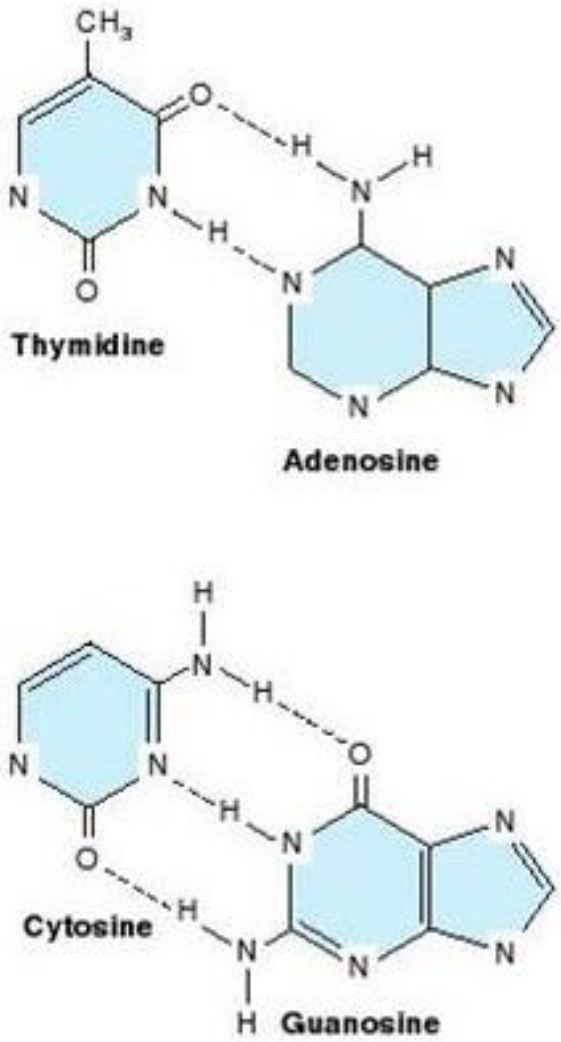



**FIGURE 8–7 Phosphodiester linkages in the covalent backbone of DNA and RNA.** The phosphodiester bonds (one of which is shaded in


5′
3′
G
C
T
A
P
O
N
NH
NH2
CH2
H3C




A diagrammatic representation of the Watson and Crick model of the double-helical structure of the B form of DNA. The horizontal arrow indicates the width of the double helix (20 Å), and the vertical




Base pairing between deoxyader and thymidine involves the formation of two hydr bonds. Three such bonds form between deoxycyt and deoxyguanosine. The broken lines represent h drogen bonds.

تتابع وترتيب القواعد النيتروجينيه فى جزىء ال DNA يشتمل على المعلومات الوراثيه التى تستعملها الخلية في تخليق البروتين الخاص بها أو المراد تخليقه. وهذا التتابع له دور اساسى في نقل الصفات والمعلومات الوراثية.

## ٢- حمض الريبوز النووى:

**تكوينه:** ا- سكر ريبوز ب– قواعد نيتروجينيه: يوراسيل والسيتوزين (C) cytocine– **الأدنين** Adenine **والجوانين**

**الشكل : عباره عن سلسله غير حلزونيه .** **جزىء ال RNA له ٣ أنواع:**

**١- messenger RNA الرسول:**

**يتم تخليقه داخل النواه من جزىء ال DNA بعمليه تسمى ترانس كربشن transcription**

DNA → transcription → mRNA → translation → protein

ويدل ذلك على ان تخليق ال mRNA يحدث تبعا لمعلومات تعطى بواسطة جزىء ال DNA وعمليه **نسخ** تتبعها عمليه **ترجمه** الشفرات الوراثية والتي يتم بواسطتها تخليق البروتين .

**سلسله mRNA هي المسئولة عن حمل ونقل الصفات الوراثية .**

**بعد تكوين mRNA من جزىء DNA فانه ينفصل من الDNA ويخرج من النواه الى الريبوسوم الموجود فى السيتوبلازم ليكون القالب الريبوسومى والذى عليه تترتب الأحماض الأمينيه تبعا لتتابع القواعد النيتروجينيه ( تشكل كل ٣ قواعد نيتروجينيه الشفره الوراثيه codon) على ال mRNA والذي يشبه تماما الموجود في جزيء الDNA**

## ٢- : rRNA Ribosomal RNA

الريبوسومات مركبات معقده ومتخصصه جدا وتتكون وحده الريبوسوم من **تحت وحدتين** إحداهما كبير(60S) والاخر صغير (40S). ويعتبر الريبوسوم **المصنع** الذي يتم فيه تخليق البروتينات وباتحاده مع mRNA يكونان القالب الريبوسومى الذي يتحكم في تكوين ونوعيه البروتين.

## ٣- tRNA Transfer RNA:

١- يتكون من سلسله منفردة من النيوكليوتيدات على **صوره ورقه البرسيم** والتي تكون فيها نصف القواعد النيتروجينيه ازواج من القواعد ٢- ويحتوى على مكان **للالتصاق بالحامض الامينى** الخاص بها. كذلك يحتوى على الشفره المضاده **anticodon** والتى تتطابق مع الشفرة الوراثية الموجودة على mRNA

- ويعمل ال tRNA كحامل للحمض الامينى المناسب للشفرة الوراثية في تخليق البروتين ومن خلال ميكانيكيه الشفرات يستطيع أن يضيف الحمض الامينى إلى السلسلة الببتيديه المراد تخليقها.

# مقارنه بين الاحماض النوويه
# DNA and RNA

| | DNA | RNA |
|---|---|---|
| نوع السكر | 2-deoxyribose ديوكسى ريبوز | Ribose ريبوز |
| قواعد البيورين Purine bases | A, G | A,G |
| قواعد البيريمدين Pyrimidine bases | T-C | U-C |
| Phosphoric acid | present | Present |
| الوجود | في نواه الخلية | في سيتوبلازم الخلية |
| التركيب الحلزوني المزدوج<br>Double helical structure | Present | Absent |
| الوظيفة | المحافظة على الصفات الجينية<br>-يتحكم فى تصنيع البروتين بالنسخ | تصنيع البروتين<br>Protein synthesis |
| الأنواع | One type | Three types:<br>1-ribosomal (rRNA<br>-٢Transfer (tRNA<br>-٣Messenger mRNA |

# مقارنه بين انواع الحمض النووى RNA

| | الريبوسومى r-RNA | الناقل t-RNA | الرسول m-RNA |
|---|---|---|---|
| نسبه تكوينه | 80 % كبير الحجم | 15 % of all RNA | ٥-١٠% من مجموع ال Small part RNA |
| Site مكانه | في الريبوسوم – | يوجد فى السيتوبلازم على شكل ورقه برسيم | يصنع فى النواه بواسطه ال DNA ويرسل الى الريبوزوم |
| الوظيفة | المسئول عن تصنيع البروتين وهى الجسيمات التى تصنع عليها البروتينات. **المصنع** الذي يتم فيه تخليق البروتينات | كحامل للأحماض الأمينيه فى عمليه تصنيع البروتين . وهناك t- RNA خاص لكل حمض امينى ولاينقل غيره . ولذلك يوجد على الاقل ٢٠ t- RNA مختلف. | يحمل رسالة من ال DNA في النواة **بالنسخ** حيث يصنع ثم يرسل إلى الريبوسوم حيث **تترجم** الشفرة الموجودة به (تتابع القواعد) ثم يصنع البروتين المراد تصنيعه .<br>- ترتيب القواعد في سلسله ال mRNA ترمز إلى ومسئوله عن ترتيب الأحماض الأمينيه بالترتيب الصحيح في السلسلة الببتيديه المراد تصنيعها |

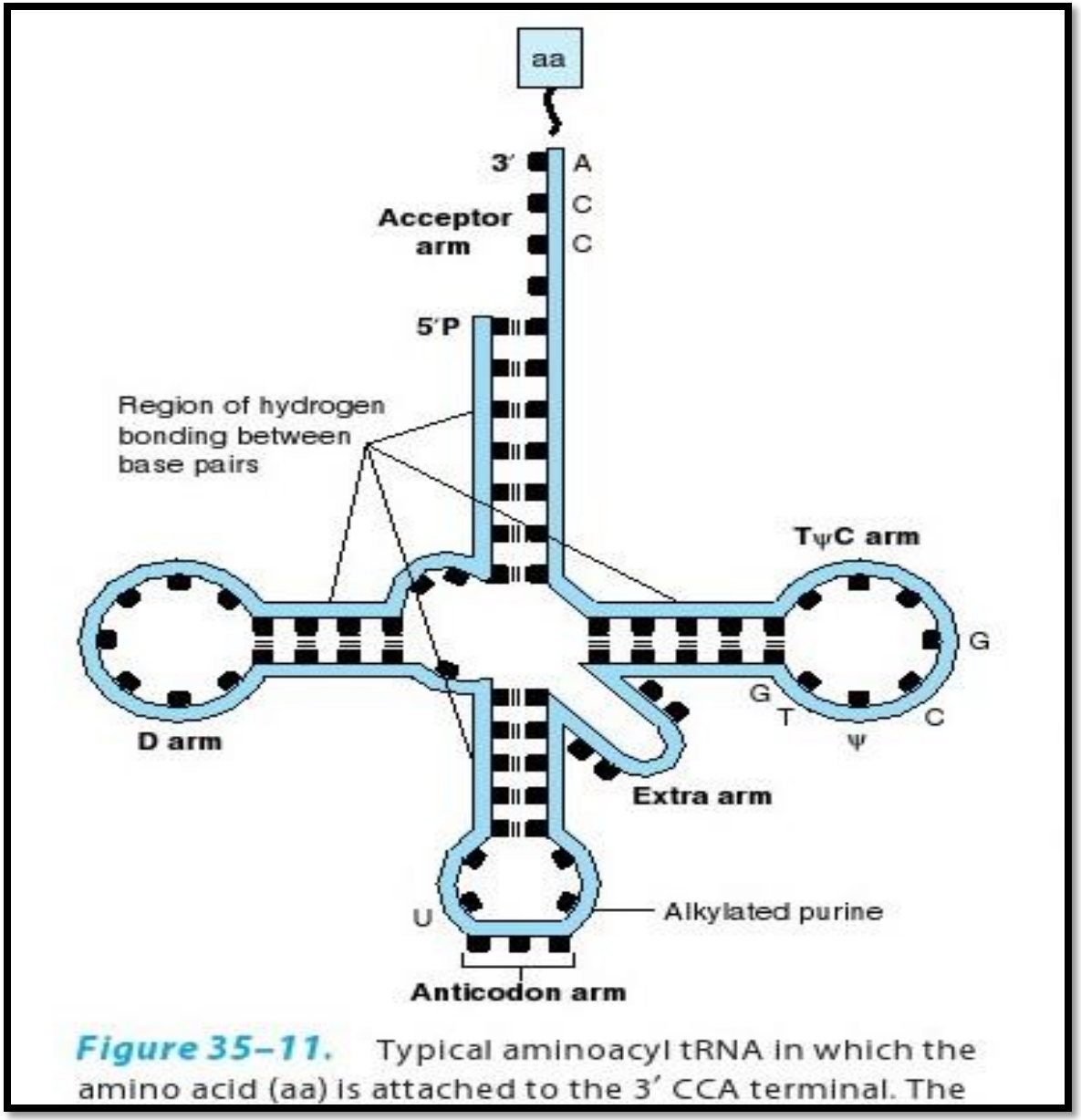



***Figure 35–11.*** Typical aminoacyl tRNA in which the amino acid (aa) is attached to the 3′ CCA terminal. The