

## \* الماء

### water

تبدأ دراسة الكيمياء الحيوية بدراسة الماء وخصائصه وذلك لاعتبارات التالية :

1- يشكل الماء نسبه اعلى من بقية المكونات الكيميائية للكائنات الحية وتتراوح هذه النسبة بين 60- 95 % من الوزن الكلي للخلايا والأنسجة المختلفة .

2- يؤلف الماء الطور المستمر للكائنات الحية حيث يتخلل كل أجزاء الخلية الحية وكل نسيج فيها .

3- نواتج تأينه تشمل ايونات الهيدروجين ( $H^-$ ) والهيدروكسيل ( $OH^-$ ).

\* هناك بعض الاعتقادات الخاطئة بأن الماء يعتبر سائل خامل الا انه على العكس من ذلك يعتبر مادة على درجة عالية من الفعالية ذات صفات فريدة ومتميزة.

### physical properties of water

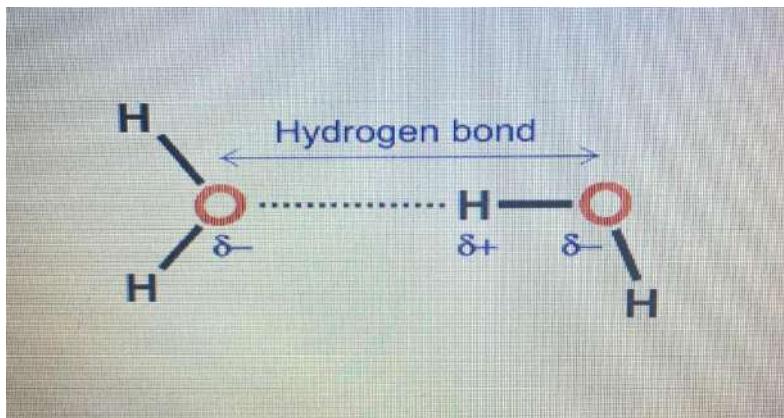
### \* الخواص الفيزيائية للماء

تشير الخواص الفيزيائية الى وجود قوى جذب قوية تربط جزيئات الماء المجاورة بعضها مع بعض والتي تعطيها درجة عالية من التماسك الداخلي. ان درجة حرارة تبخر الماء اكثر من ضعف درجة تبخر أي سائل اخر وهذه تعطينا مؤشر لمقدار الطاقة الواجب توفرها للتغلب على قوى التماسك بين جزيئات الماء المتجاورة قبل ان تتمكن هذه الجزيئات من ان تهرب الى الحالة الغازية ،

• لماذا يظهر سائل الماء هذه الجاذبية القوية لجزيئاته؟؟

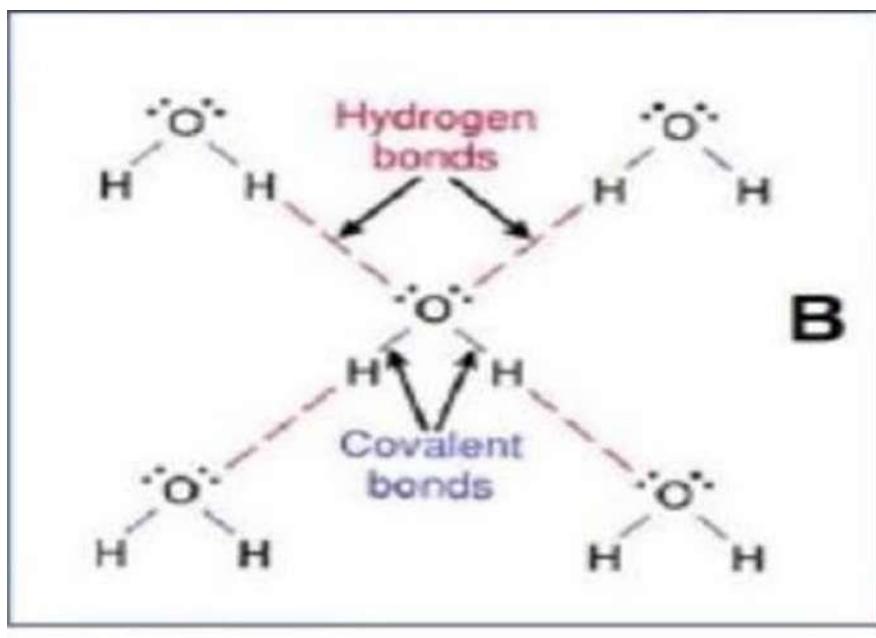
ان الجواب على هذا السؤال يكمن في تركيب جزيئه الماء ذاتها حيث تشارك كل ذرتى هيدروجين في جزيئه الماء زوج من الالكترونات مع ذرة الاوكسجين  $O^-$  تحمل ذرة الاوكسجين شحنة (سالبة) اما ذرات الهيدروجين تحمل شحنة (موجبة) وتكون جزيئات الماء تحمل شحنة متعادلة لأن عدد الشحنات الموجبة يكون مساوي لعدد الشحنات السالبة.

\* ان الاصره التي تربط ذرات  $H-O-H$  في جزيئه الماء نفسها تسمى الاصره التساهمية Covalent bond ، \*اما الاصره التي تربط جزيئه ماء مع جزيئه ماء اخرى تسمى بالأصره الهيدروجينية hydrogen bond



الشكل يمثل الماء في درجة حرارة الغرفة

في الماء السائل الذي يكون على درجة حرارة الغرفة فأن جزيئات الماء ترتبط مع بعضها البعض بواسطة الاواصر الهيدروجينية ، اما في الثلج فان كل جزيئه ماء ترتبط بواسطة الاواصر الهيدروجينية بأربعة جزيئات ماء لتعطي تركيبا صلبا نوعا ما يدعى بالتركيب الشبكي Lattice structure



(الشكل يوضح تركيب الثلج موضحا 4 أواصر هيدروجينية حول جزيئه الماء)

تعتبر الاواصر الهيدروجينية ضعيفة جدا مقارنة بالأواصر التساهمية Covalent bond حيث تقدر طاقة الاواصر الهيدروجينية الموجودة في مول واحد من الماء 4.5 كيلو سعرة / مول مقارنة ب 110 كيلو سعرة / مول لاصرة زوج الالكترونات في ال H---O الموجودة في جزيئات الماء ( طاقة الاصرة: هي الطاقة اللازمة لكسر الاصرة ).

وعلى العكس مانجده في الماء فانه لا توجد قوى جذب بين جزيئات السوائل الأخرى الاعتيادية ، لذلك فان الطاقة الضرورية لفصل جزيئات البنزين عن بعضها البعض تكون قليلة.

### **solvent properties of water**

### **\*الخواص المذيبة للماء**

للماء خواص مذيبة تفوق معظم السوائل الأخرى ويعزى سبب ذلك أساسا الى طبيعته القطبية الثنائية dipolar nature.

تدوب معظم الاملاح المتبلورة بالماء بسهولة لكنها قد تكون عديمة الذوبان في السوائل الأخرى كالبنزين والكلوروفورم، ان تماست التركيب الشبكي لـ كلوريد الصوديوم هو نتيجة الجذب стاتيكي الكهربائي القوي جدا بين الايونات المتباوبة الموجبة والسلبية ، وعند اذابة هذه البلورات يجب الاستعانة بكمية كافية من الطاقة لفصل هذه الايونات عن بعضها البعض.

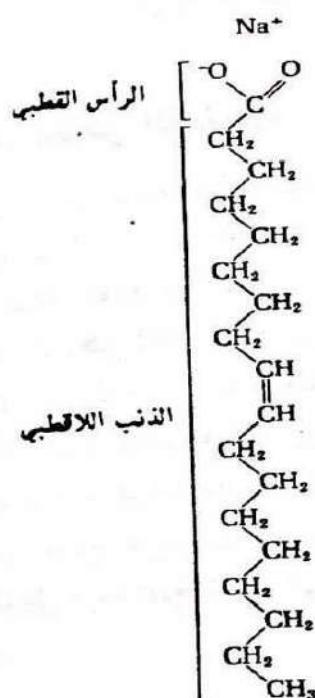
ان عملية اذابة بلورات كلوريد الصوديوم بالماء هو المحصلة النهائية للجذب بين الأقطاب الثنائية للماء وايونات الصوديوم والكلور وينتج عن ذلك ايونات صوديوم وايونات كلور ممزوجة بالماء وثابتة جدا وهذه الثباتية على درجة تفوق قابلية ايونات الصوديوم وايونات الكلور لجذب بعضهما البعض مرة أخرى، يذيب الماء بسهولة صنف اخر من المواد العضوية المتعدلة والتي تحتوي على مجموعة وظيفية قطبية مثل السكريات والكحولات البسيطة والالديهيدات والكيتونات .

ان سبب ذوبان هذه المركبات في الماء يعود الى ميل جزيئات الماء لتكوين اواصر هيدروجينية مع المجاميع الوظيفية القطبية الموجودة في هذه المركبات مثل مجاميع الهيدروكسيل الموجودة في السكريات والكحولات ومجموعة الكاربونيل في الالديهيدات والكيتونات.

يوجد صنف ثالث من المواد التي تتشتت بالماء dispersed والتي تسمى بالمركبات ثنائية المسار او ثنائية الغرض amphiapathic compounds والمحتوية على مجاميع محبة للماء hydrophilic groups ومجاميع أخرى غير محبة للماء

### **.Hydrophobic compounds**

مثال ذلك ملح الصوديوم لحامض الاوليك وهو احدى أنواع الصابون ويتميز هذا المركب باحتوائه على سلسلة هيدروكارbone لا تذوب لكن تتشتت في الماء لتكون تجمعات يطلق عليها جسيمات او مذيلات Micelle والتي تكون فيها مجاميع الكاربوكسيل السالبة العائدة لـ اوليت الصوديوم معرضة الى طور الماء، بينما السلسلة الهيدروكارbone الاقطبية التي لا تذوب بالماء تكون مختبئة في داخل تركيب اوليت الصوديوم نفسها.



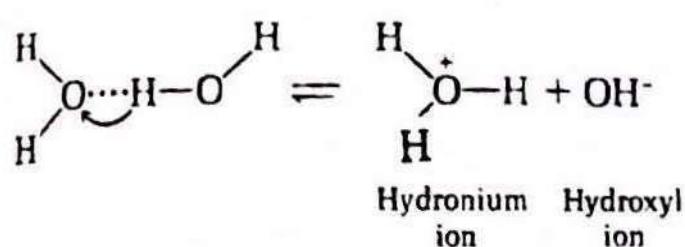
**شكل (٤-٢) تكوين جسيمات الصابون في الماء.** ينفر الذنب اللاقط  
لحزبة أوليت الصوديوم من الماء بينما تكون مجموعة الكاربوكسيل  
السالية الشحنة معرفة للماء.

1

### Ionic of water

تأین الماء\*

من المعروف ان الأصرة بين الهيدروجين والاوكسجين في جزيئه الماء هي اصرة تساهمية الكترونية غير ايونية covalent bond وبإمكان ذرة الهيدروجين في جزيئه الماء ان تغادر ذرة الاوكسجين لترتبط بذرة الاوكسجين لجزيئه الماء المجاورة لتكون ايون الهيدرونيوم  $\text{H}_3\text{O}^+$  وايون الهيدروكسيل - $\text{OH}$ ).



## \*ملائمة المحيط المائي للكائنات الحية

تأقلمت الكائنات الحية للمحيط المائي الذي تعيش فيه وأصبحت لها وسائل خاصة للاستفادة من الصفات المميزة للماء. ان الحرارة النوعية للماء تسمح له بان يعمل كحافظ حراري heat buffer للخلية من التغيرات الفجائية في درجات حرارة المحيط ، وتسقى الفكريات من حرارة التبخر العالية بفقدانها الحرارة عن طريق الجلد ، كذلك تستفيد النباتات من خاصية التماسك الداخلي لجزيئات الماء بواسطة الأوصار الهيدروجينية لنقل الماء واد الذائبة من الجذور الى الاوراق . ومن المعلوم ان للثلج كثافة اقل من الماء وهذا يؤدي الى طوفان الثلوج فوق سطح الماء وهذا له أهمية كبيرة بالنسبة للأحياء المائية.

## CARBOHYDRATES

## الكاربوهيدرات

الكاربوهيدرات : عبارة عن مجموعة من المركبات المختلفة وتعرف على انها الديهيدرات او كيتونات محتوية على عدد من المجاميع الهيدروكسيلية او مشتقاتها

### Poly hydroxyl aldehyds or ketones and their derivatives

وتكون على شكل مواد صلبة بيضاء اللون قليلة الذوبان في المذيبات العضوية لكنها تذوب بالماء عدا بعض السكريات المتعددة .poly saccharides

للكاربوهيدرات اربع وظائف مهمة للكائن الحي:

1- مصدر طاقة خلال عملية الاحتراق

2- مصدر لذرات الكربون لتخليق مكونات الخلية الأخرى

3- مخزن رئيسي للطاقة الكيميائية

4- وظائف تركيبية للخلايا والأنسجة ، اذ تدخل السكريات في تركيب جدار الخلية النباتية على هيئة سيليلوز وكذلك تشارك السكريات او الكاربوهيدرات مع البيتيدات في تكوين مركب معقد ذي يعتبر المكون الرئيسي لجدار الخلية البكتيرية .

### تصنيف الكاربوهيدرات:

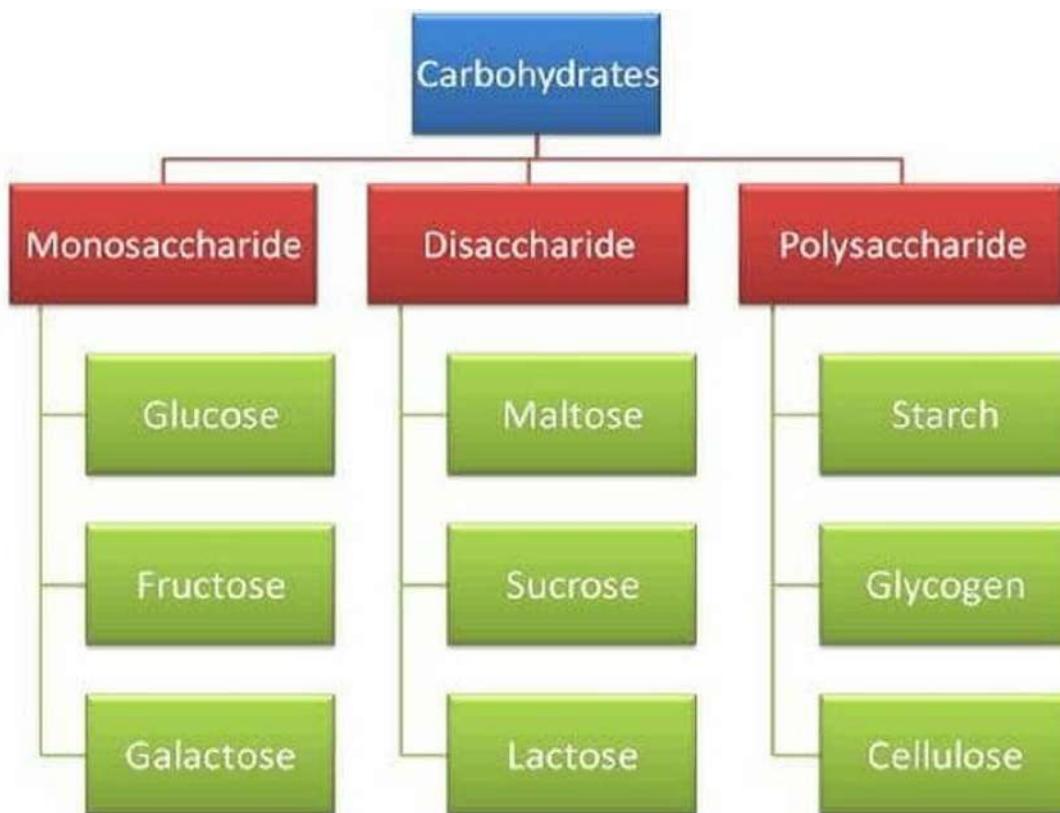
تصنف الكاربوهيدرات على الشكل التالي

1- السكريات الأحادية Monosaccharides: تحتوي هذه السكريات على 3-9 ذرات

كربون . الا انها في الأغلب تحتوي على 5 أو 6 ذرات كARBON ، وتحتوي هذه السكريات أيضا على مجموعة الديهيد او مجموعة كيتون.

2- السكريات الأوليكوميرية oligosaccharides ان كلمة oligo تعني قليلة العدد ) ، أي ان السكريات الأوليكوميرية هي التي تحتوي من 2-8 او 10 من السكريات الأحادية . لذلك فان السكريات الثنائية والثلاثية تدخل ضمن السكريات الأوليكوميرية.

3- السكريات المتعددة polysaccharides ويتميز هذا الصنف من السكريات بأنه يكون على درجة عالية من البلمرة polymerization ويصل وزها الجزيئي الى عدة ملايين ، ويقع ضمن هذا الصنف مركبات مهمة مثل الكلايكوجين (النشا الحيواني) والسيليلوز والنشا.

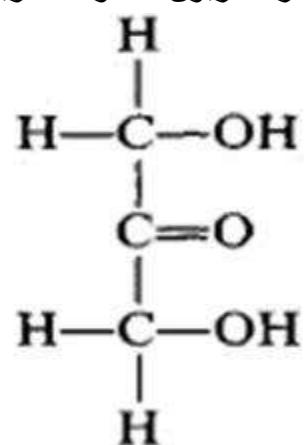
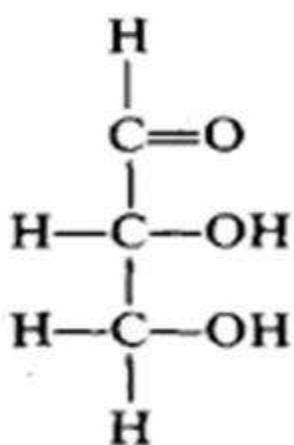


### **Monosaccharides**

### \*السكريات الأحادية\*

توجد خواص مشتركة لجميع السكريات الأحادية ومن هذه الخواص

- يكون الهيكل العام مستقيماً وغير متشعب
- تحمل كل ذرة كARBON مجموعة HYDROXYL group
- تحمل ذرة CARBON مجموعة CARBONYL group



D = glyceraldehyde  
(aldose)

Dihydroxyacetone  
(ketose)

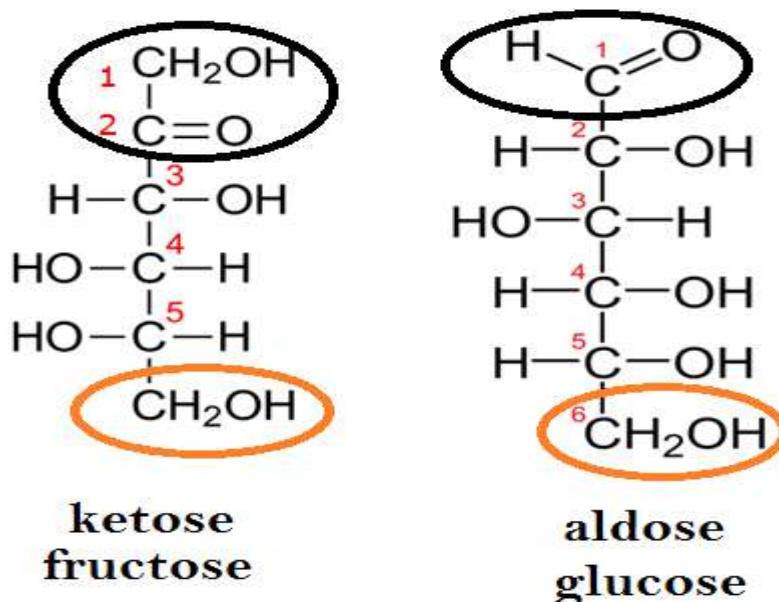
قد تقع مجموعة الكاربونيل على ذرة الكربون الطرفية في حالة الألديهيد aldehyde او قد تقع مجموعة الكاربونيل على ذرة الكربون الوسطية في حالة الكيتون Ketone، يساعد موقع مجموعة الكاربونيل في تسمية السكريات الأحادية فمثلا يمكن تسمية الكليسيرالديهيد باسم الدوتروايز aldotriose، (الدو aldo من الديهيد) و( ترايوز: يعني المركب الذي يحتوي على ثلات ذرات كاربون).

اما بالنسبة للسكريات الكيتونية التي تحتوي على اكثر من ثلات ذرات كاربون فتقع مجموعة الكاربونيل عادة على ذرة الكربون الثانية بجوار ذرة الكربون الأولى (العليا).

يطلق على سكر الألديهيد الذي يتكون من 4 ذرات كاربون اسم تيتروز والذي يحتوي على 5 ذرات ذرات كاربون اسم بنتوز pentose والذي يحتوي على 6 ذرات كاربون اسم هيكسوز hexose والذي يحتوي على 7 ذرة كاربون heptose، اما بالنسبة للسكريات الكيتونية فيضاف المقطع UL في تسميتها فمثلا يطلق على السكر الذي يحتوي على خمس ذرات كاربون اسم بيتولوز pentulose والذي يحتوي على ست ذرات كاربون اسم هيكسلوز hexulose والذي يحتوي على سبع ذرات كاربون اسم هيبتولوز.

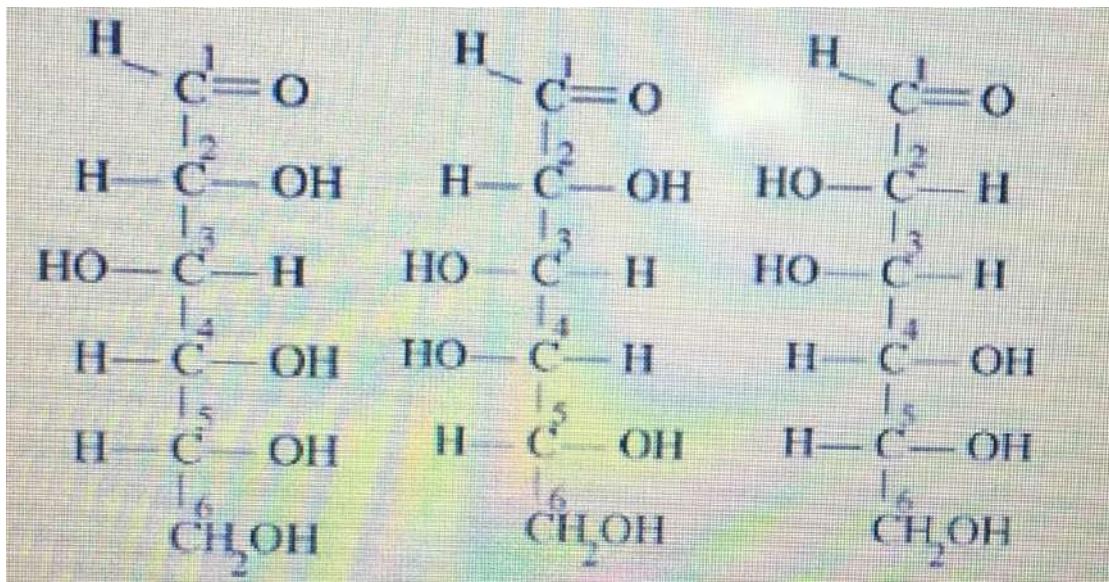
### تسمية السكريات:

ان تسمية السكريات تعتمد على خواص الترتيب con figuration properties يشير استعمال المصطلح dextrorotatory يختصر ب (d) ويعطى له الرمز (+) أو Levorotatory يختصر (L) ويعطى له الرمز (-) للتعبير عن اتجاه تدوير الضوء المستقطب لمادة ما ويفيد للدلالة عن إعطاء معلومات حول أي من المتضادين يكون معنى بالمناقشة ، الا ان ذلك لا يعطي معلومات كافية عن الترتيب configuration للذرات او المجاميع المتصلة بذرات الكربون وعن عدد مراكز عدم التناسق asymmetry الموجودة في الجزيئه .



**α-L (-) Fructose**

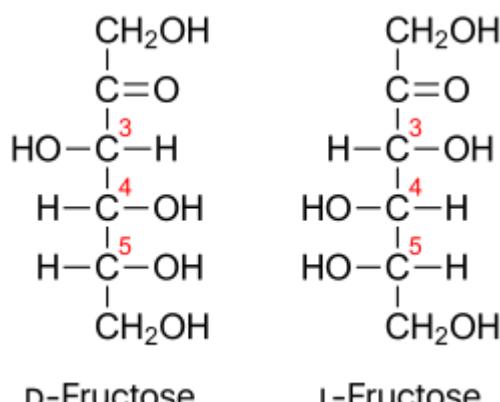
**α-D (+) glucose**



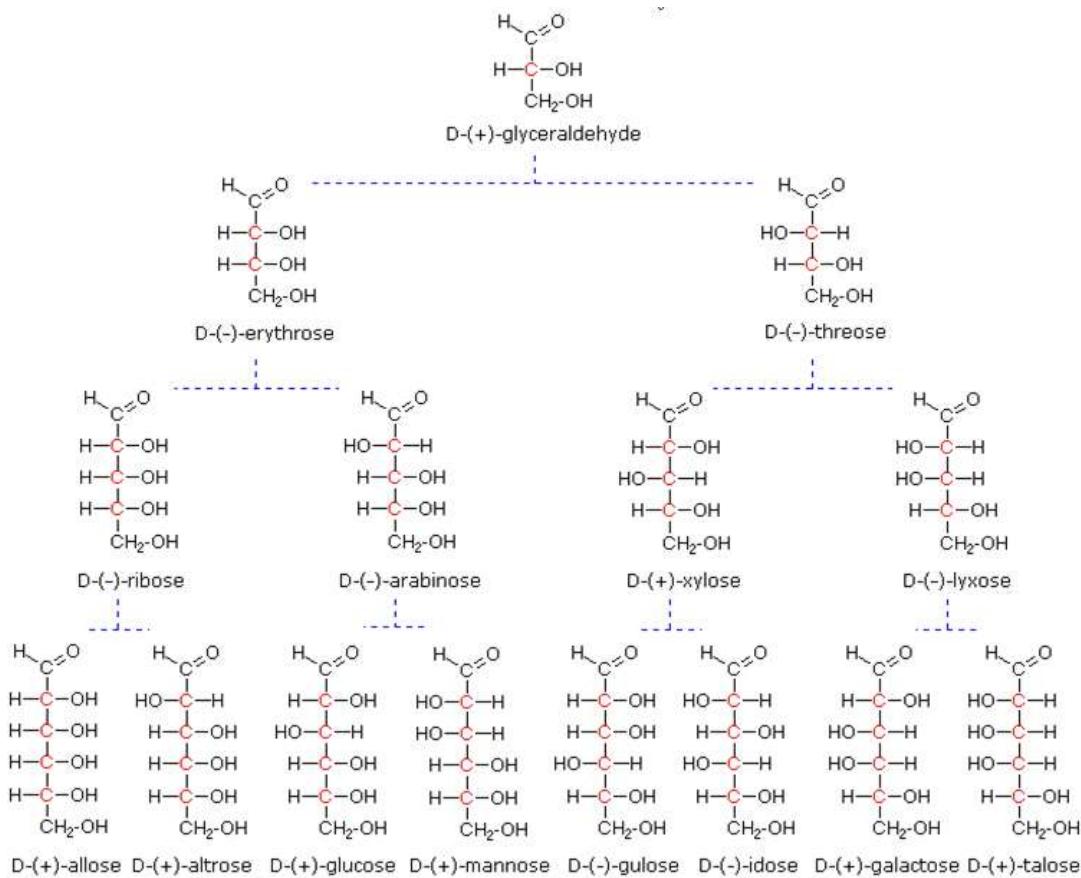
$\alpha$ -D-Glucose

$\alpha$ -D-Galactose

$\alpha$ -D-Mannose

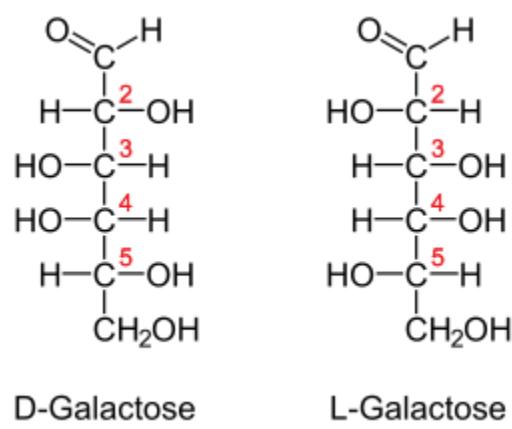


يشار إلى الترتيب باستعمال الحروف D أو L وتعتمد هذه الطريقة على العلاقة الموجودة في توزيع مجموعة الهيدروكسيل OH وذرة الهيدروجين H حول ذرة الكاربون قبل الأخيرة وهي ذرة الكاربون الخامسة في السكر الذي يحتوي على ست ذرات كاربون يوضح الشكل (1) السكريات المحتوية على مجموعة الديهايد.



الشكل (1)

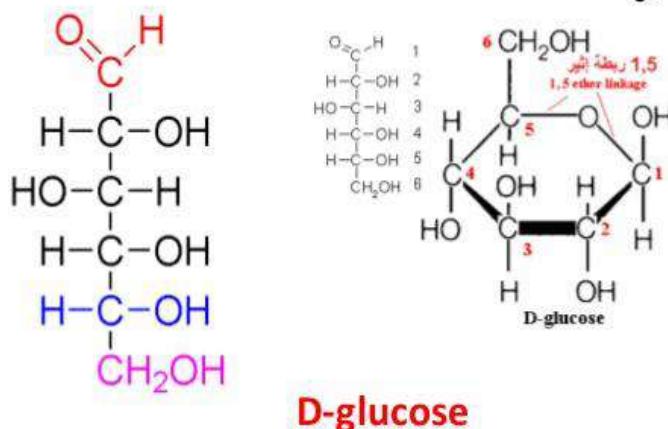
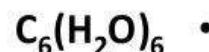
**ملاحظة :** \*\*التركيب المفتوحة للسكريات يطلق عليها صيغة **Fischer** \*\* الشكل L , D يعتمد على مجموعة الهيدروكسيل المجاورة لذرة الكاربون الأخيرة



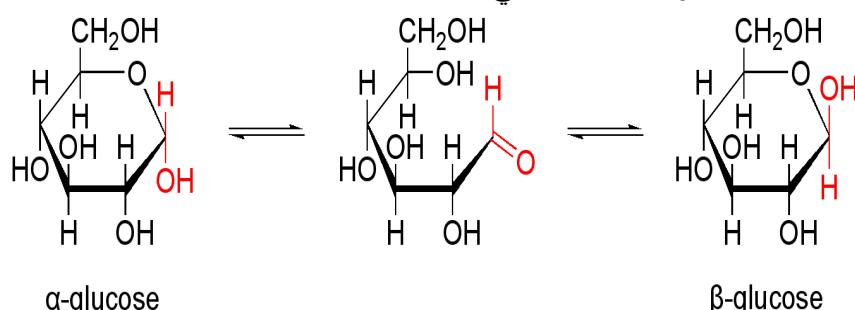
## \*التركيب الحلقي للسكريات *cyclic structure*

يطلق عليها صيغة هوارث Howarth formulas او تراكيب هوارث Howarth نسبة الى العالم هوارث .

- على سبيل المثال يتكون السكر البسيط مثل سكر جلوكوز من 6 ذرات من الكربون و 12 من الهيدروجين و 6 من الأكسجين ولها الصيغة الكيميائية التركيبية التالية:-



يطلق على الالفا -D - كلوكوز بأنه انومير anomer لـ بيتا - D - كلوكوز لأنهما يختلفان فقط في الترتيب حول ذرة كARBON واحدة وهي ذرة الكاربون الأولى فتسمى ذرة الكاربون الأنوميرية، اذ يلاحظ في (البيتا - D - كلوكوز) ان مجموعة الهيدروكسيل (OH) تقع الى يمين ذرة الكاربون المسمى anomeric carbon وعلى نفس جهة الاوكسجين الحلقي ring oxygen ( وهي ذرة الاوكسجين التي تتوسط الأصراة او الجسر بين ذرة الكاربون الأولى و ذرة الكاربون الخامسة) كما يلاحظ في (البيتا - D - كلوكوز) ان مجموعة الهيدروكسيل تقع الى يسار ذرة الكاربون الأولى، أي على الجهة المعاكسة للأوكسجين الحلقي. عند رسم الكلوكوز بصيغة حلقة يكون بالشكل التالي:

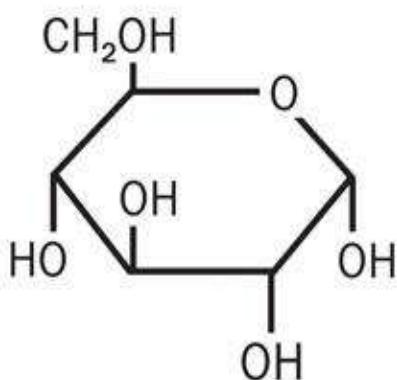


عندما تقع مجاميع الهيدروكسيل ( $\text{OH}$ ) **الى الأسفل** في التراكيب الحلقية فان ذلك يعني انها تقع **الى اليمين** في تراكيب السلسلة المفتوحة ، وبال مقابل عندما تقع مجاميع الهيدروكسيل **الى الأعلى** فان ذلك يعني انها تقع **الى اليسار** في التراكيب المفتوحة.

تستثنى من هذه القاعدة ذرة ( $\text{H}$ ) المرتبطة بذرة الكربون رقم 5 اذ انها تقع الى اليسار في تراكيب السلسلة المفتوحة ومع ذلك فانها تقع الى الأسفل في التراكيب الحلقيّة .

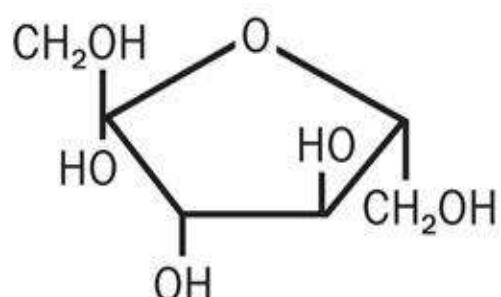
اما عند رسم الشكل الحلقي للفركتوز فيكون بهذا الشكل :

**Glucose**

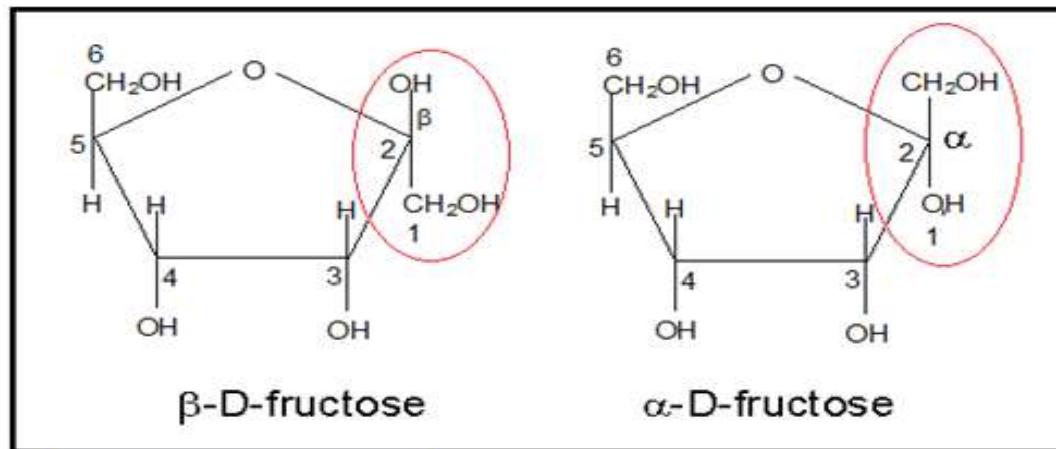
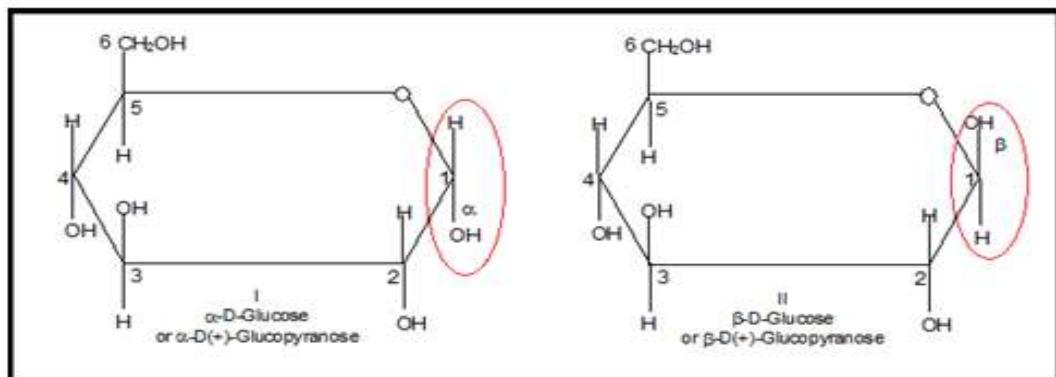


$\beta$ -D- Glucose

**Fructose**



$\beta$ - D-Fructose



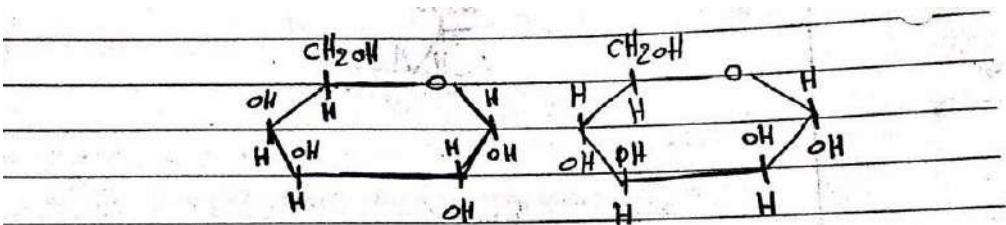
الاختلاف في التوزيع الفراغي حول ذرة الكربون الاولى يسمى Anomer

### :EPIMER

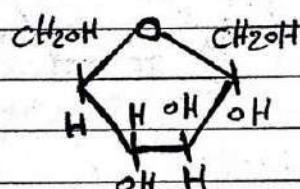
الكلوكوز عبارة epimer للمانوز لأن ترتيبهما configuration مختلف حول ذرة كاربون واحدة فقط وهي ذرة الكاربون الثانية كذلك الكلوكوز ، كذلك الكلوكوز عبارة عن epimer للكالاكتوز لأن ترتيبهما مختلف حول ذرة الكاربون الرابعة فقط .

يختلف الفركتوز ( كيتو هكسوز ) عن بقية الهكسوزات المذكورة أعلاه وذلك فيما يتعلق بذرة الكاربون الانوميرية التي تكون ذرة الكاربون الثانية ، يلاحظ من التراكيب الكيميائية بأن الفركتوز يشابه كل من الكلوكوز والمانوز فيما يتعلق بالترتيب حول ذرة الكاربون الثالثة والرابعة والخامسة

**epimer هي سكريات لها نفس العدد من ذرات الكربون لكن تختلف في التوزيع الفراغي حول ذرة الكاربون مثل الكلوكوز هو ابيمر للمانوز لأنهما يختلفان في ذرة الكاربون الثانية فقط، الكلوكوز هو ابيمر للكالاكتوز لأنهما يختلفان في ذرة الكاربون الرابعة فقط.** وكما موضح في أدناه



$\alpha$ -D-Galactose     $\alpha$ -D-Mannose



$\alpha$ -D-Fructose

~~ملامظه: تلائم كل جمجم العصي التركيبة  
ان جمجم الهيوكيل (أه) تقع على الماء  
من ذرة الكاربون رقم (1) لذا يرمز لها بالذرة  
الفا (أه)~~

((التركيب الكيميائية الحلقة لكل من المانوز واللاكتوز والفركتوز))

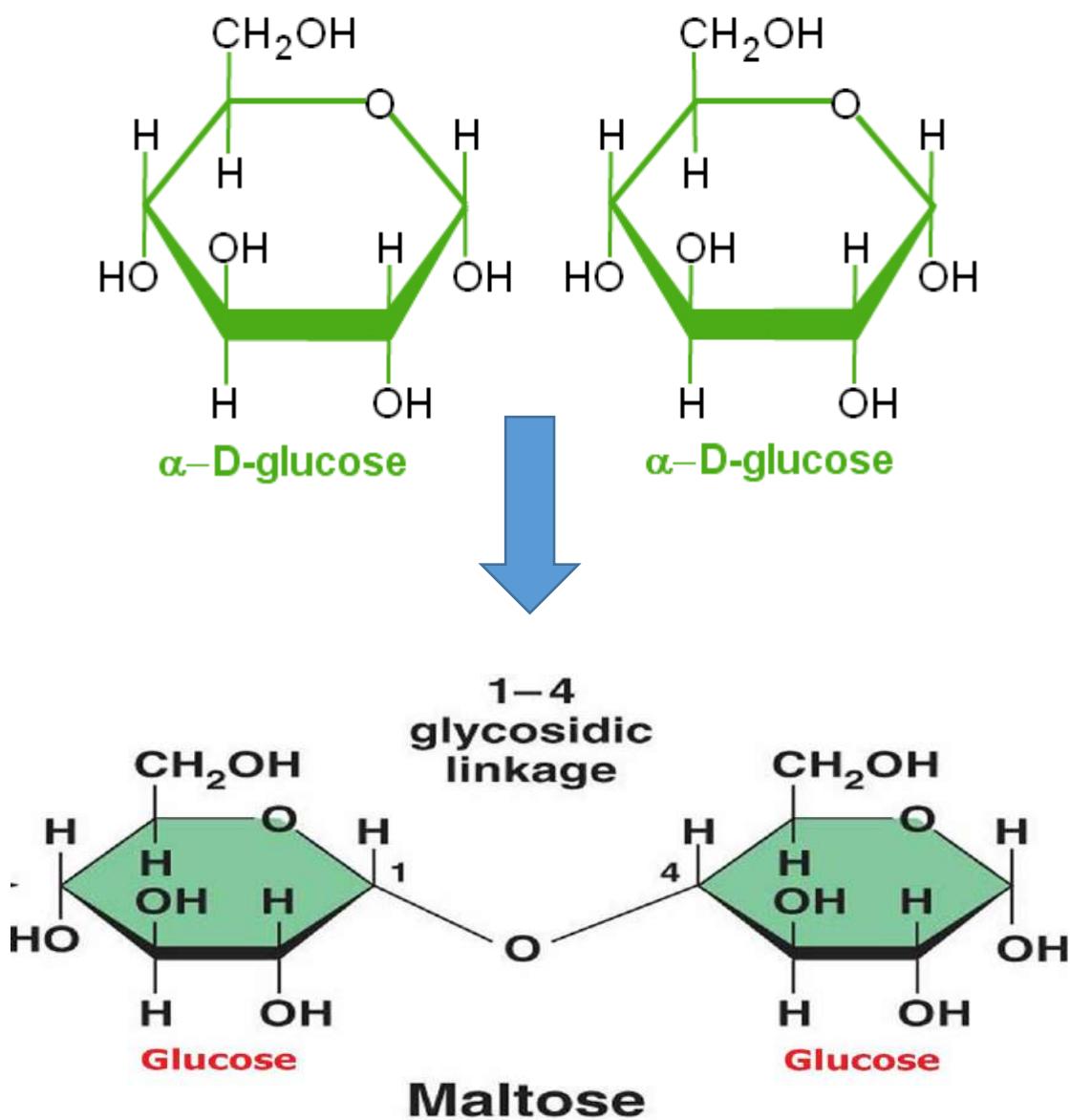
### Oligosaccharides

### السكريات الأوليكومية

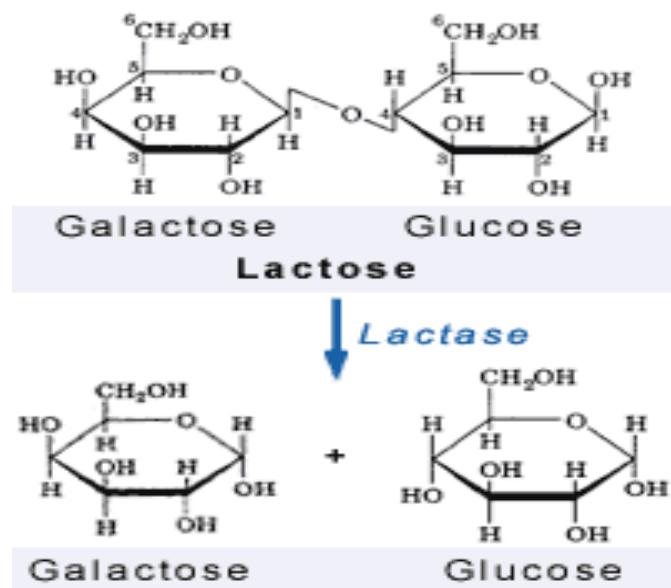
من أكثر السكريات الثنائية شيوعا المالتوز Maltose ، اللاكتوز lactose ، سكروز sucrose .

1- المالتوز (Maltose) (سكر الشعير): ينتج المالتوز كمركب وسطي عند تحلل النشا بفعل الإنزيم المسمى أميليز amylase، يحتوي المالتوز على جزيئتين من (D - glucose) مرتبطتان مع بعضهما البعض بواسطة اصارة كلايكونسidiic linkage من نوع الفا (1-4)، وهو سكر مختلف لأحتوائه على مجموعة كاربونيل حرة.

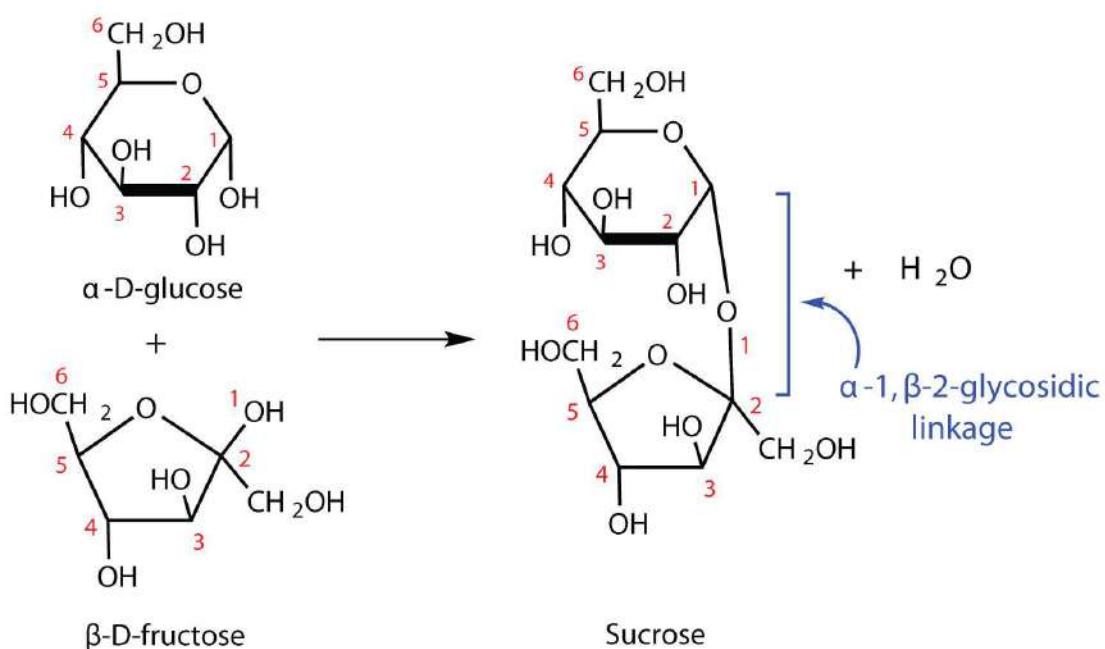
## Maltose



2- اللاكتوز: يوجد هذا السكر الثنائي في الحليب فقط لذلك يسمى أحيانا سكر الحليب يتكون من ارتباط D- كالاكتوز مع D- كلوكوز برتبطان مع بعضهما البعض بواسطة اصرة كلايوكوسيدية من نوع بيتا(1-4) . يعتبر من السكريات المختزلة لاحتوائه على مجموعة كاربونيل حرة .

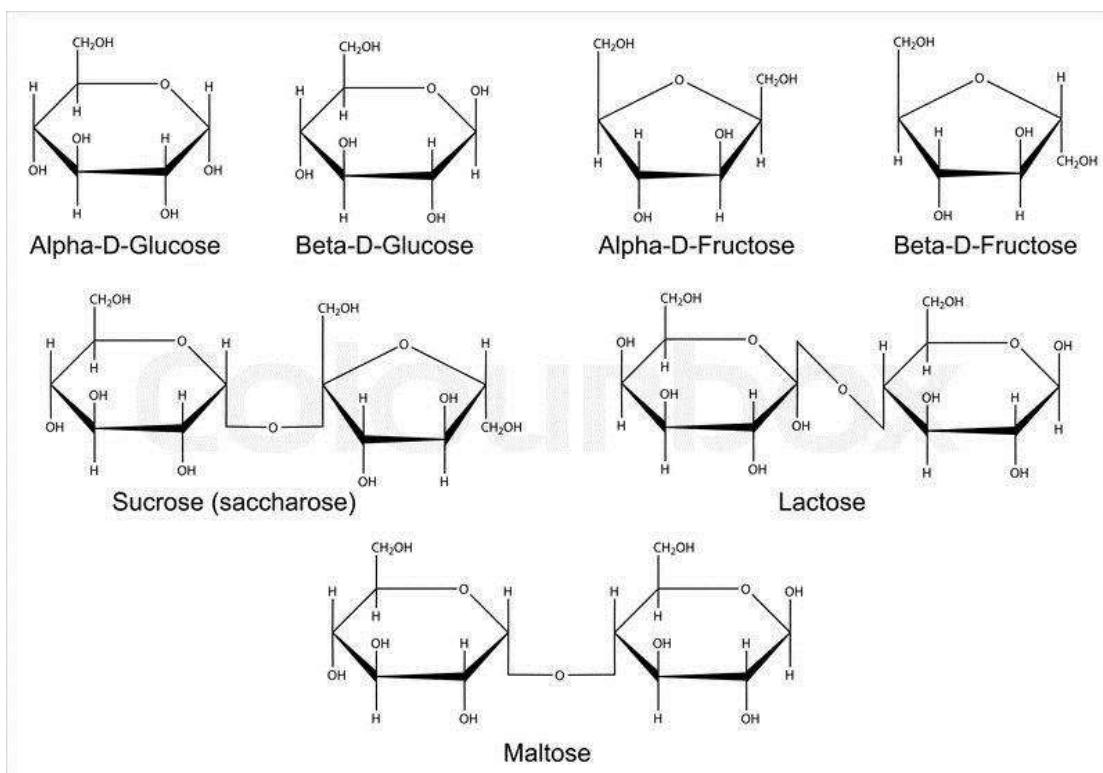
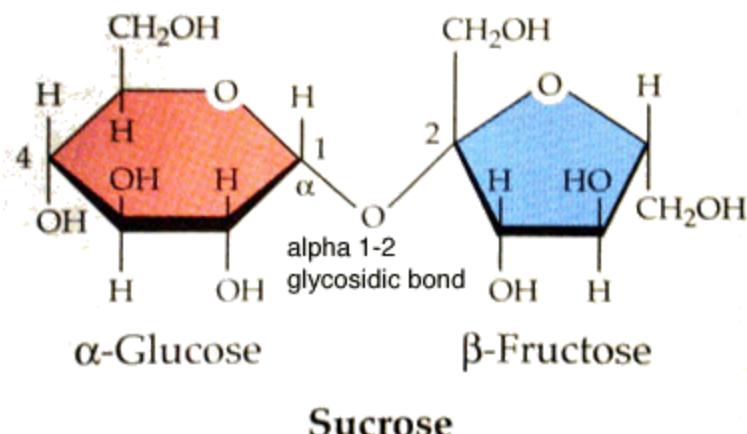


- السكروز: Sucrose ويسمى أيضا سكر المائدة وهو السكر الاعتيادي الذي نتناوله ، السكروز من السكريات الثنائية ويوجد في البنجر السكري كم يوجد بكثرة في المملكة النباتية ، يتكون من ارتباط كلوكوز وفركتوز، لا يحتوي السكروز على ذرة كاربون انومرية حرة لأن ذرة الكاربون الأولى والحاملة لمجموعة الألديهيد في الكلوكوز ترتبط مع ذرة الكاربون الثانية والحاملة لمجموعة الكيتون في الفركتوز، لذلك يعتبر السكروز من السكريات غير المختزلة .



# Or

Sucrose has the molecular formula C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>



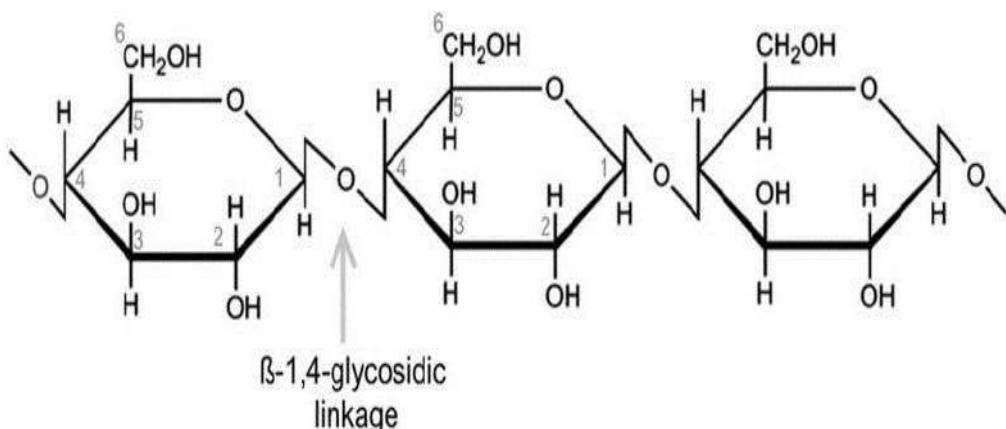
((مجموعة من السكريات الأحادية والثنائية بصيغتيها الفا و بيتا))

## السكريات المتعددة

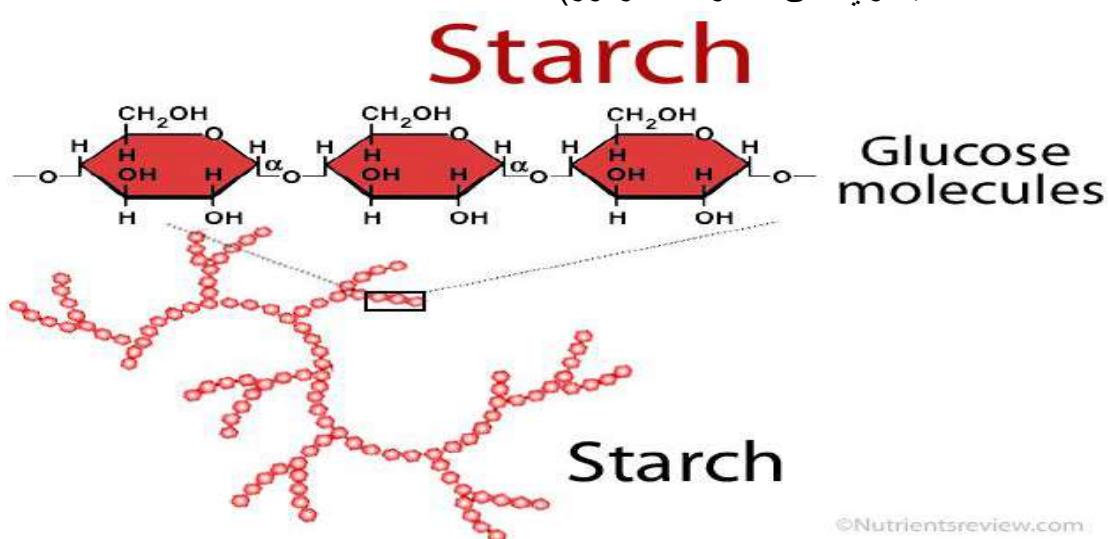
### polysaccharides

من أكثر السكريات المتعددة شيوعا هي السيلليوز والنشا والكلايكوجين

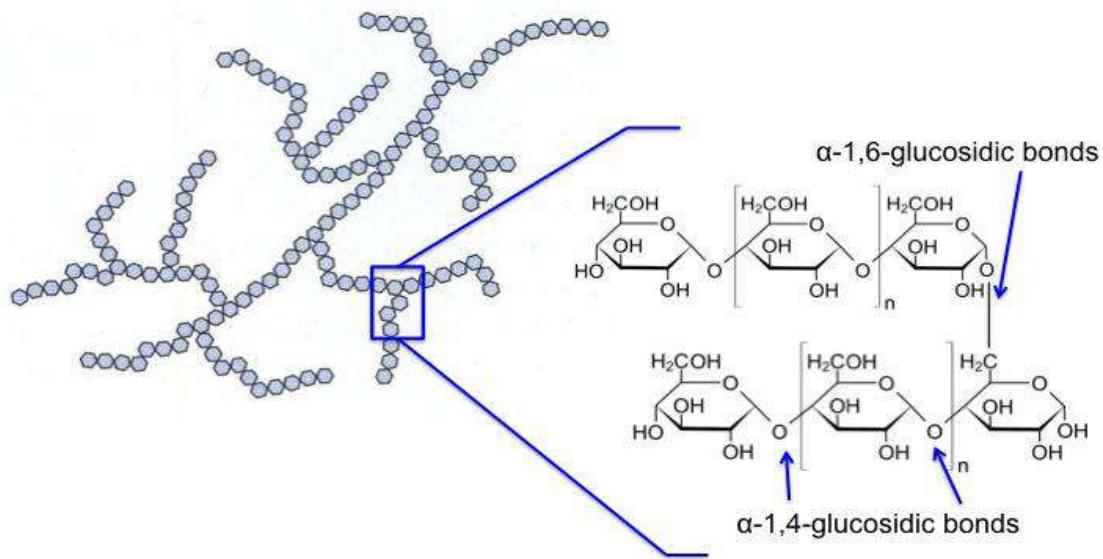
- 1- السيلليوز : ويعتبر من أكثر المركبات العضوية الموجودة في الطبيعة وهو من السكريات المتعددة ذات الوظائف التركيبية ، ويعتبر القطن من انقى مصادر السيلليوز اذ يحتوي على ما لا يقل عن 90 % سيلليوز ، يتكون من ارتباط وحدات الكلوكوز بواسطة أواصر كلايوكوسيدية من نوع بيتا ( 4-1 ) لتكوين السيلليوز



- 2- النشا : يعمل النشا كخزين غذائي في النباتات ويكون من ارتباط وحدات كلوكوز بواسطة أواصر كلايوكوسيدية من نوع الفا ( 4-1 ) ، تتكون النشويات الطبيعية من نوعين من المركبات يسمى الأول الأميلوز amylose ويكون من سلسلة طويلة وغير متشعبه ولا يذوب في الماء ويشببه السيلليوز في هذا الجانب ، اما النوع الثاني فيسمى الاميلوبيكتين amylopectin ويكون من سلسلة متشعبه وتحدث التشعبات كل 12 وحدة كلوكوز ( أي ان التشعب الواحد يحتوي على 12 وحدة كلوكوز ).

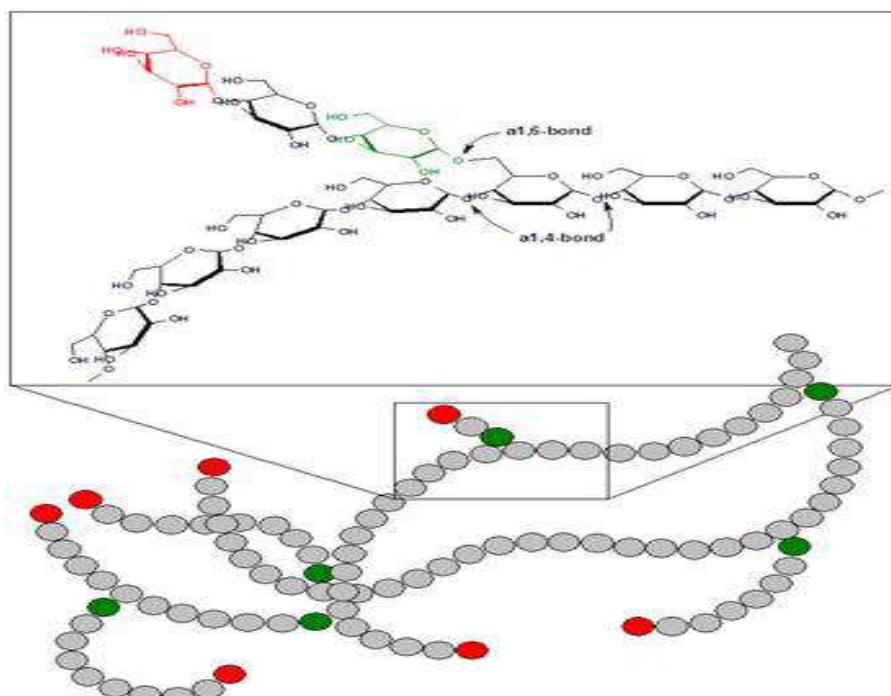


©Nutrientsreview.com



3- الكلايوجين : وهو من السكريات المتعددة المتجلسة التي تقوم بوظائف الخزن والتي ترتبط بعضها البعض بواسطة الأواصر الكلايوكسيدية من نوع الفا(4-1)، الفا (1-6).

الا ان الكلايوجين يكون اكثراً شعباً مقارنة بالأمليوبكتين ، اذ توجد نقطة تشعب كل 8-10 وحدات كلوکوز ، الاصرة عند نقاط التشعب تكون من نوع الفا ، يفصل الكلايوجين من الأنسجة الحيوانية وذلك بمعاملة هذه الأنسجة بمحلول هيدروكسيد الصوديوم على درجات حرارة عالية . يتحلل الكلايوجين بفعل الألفا والبيتا - اميليلز لينتاج الكلوکوز والمالتوز على التوالي إضافة الى ذلك يتكون الديكسترين النهائي عند معاملة الكلايوجين بالبيتا - اميليلز.



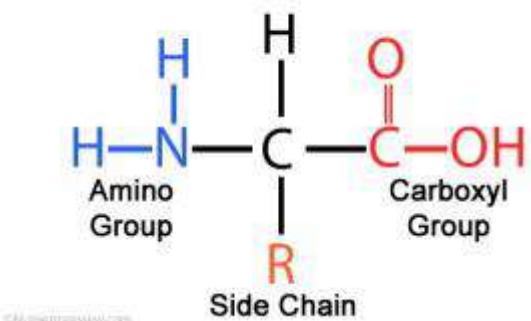
الشكل يوضح الصيغة التركيبية للكلايوجين

## الأحماض الأمينية والببتيدات Amino acid and peptides

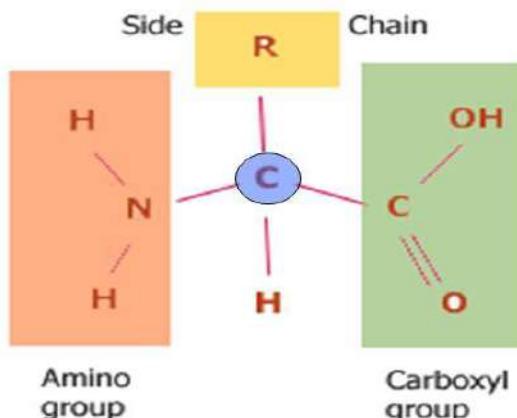
هناك 20 من الأحماض الأمينية التي تعتبر الوحدات البناءية للبروتينات الحيوانية والنباتية ولها أهمية في تحديد الصفات الفيزيائية والكيميائية للبروتينات.

ت تكون الأحماض الأمينية بصورة عامة من ارتباط مجموعة كاربوكسيلية واحدة وجموعة أمينية واحدة ب ذرة كARBON ، كما يتميز كل حامض اميني باحتواه على مجموعة طرفية خاصة تسمى **R-group**.

### Amino Acid Structure



### Amino Acid Structure



- 5 basic parts
- 1) Central C atom
- 2) Amino group (NH<sub>2</sub>)
- 3) H
- 4) Carboxyl group (COOH)
- 5) R group

Only 20 amino acids...

Each has different R group

\* تكون المجموعة الأمينية حرة وغير مرتبطة عدا البرولين ، الجدول التالي يوضح الأحماض الأمينية العشرون .

**TABLE 3-1**

## 20 Primary Amino Acids in the Genetic Code

	ABBREVIATION			ABBREVIATION	
Amino Acid	3-Letter	1-Letter	Amino Acid	3-Letter	1-Letter
Alanine	Ala	A	Leucine	Leu	L
Arginine	Arg	R	Lysine	Lys	K
Asparagine	Asn	N	Methionine	Met	M
Aspartic acid	Asp	D	Phenylalanine	Phe	F
Cysteine	Cys	C	Proline	Pro	P
Glutamic acid	Glu	E	Serine	Ser	S
Glutamine	Gln	Q	Threonine	Thr	T
Glycine	Gly	G	Tryptophan	Trp	W
Histidine	His	H	Tyrosine	Tyr	Y
Isoleucine	Ile	I	Valine	Val	V

## **تصنيف الأحماض الأمينة:**

هناك عدة طرق لتصنيف الأحماض الأمينية اعتماداً على طبيعة السلسلة الطرفية (R-group)

- احماض أمينية ذات سلاسل طرفية مفتوحة غير حلقة : وتشمل (الكلايسين، الألينين، الفالين، الليوسين، الأيسوليوسين).
  - احماض أمينية تحتوي على مجاميع الهيدروكسيل او الكبريت: وتشمل (السيرين، السستين، الثريونين، الميثايونين).
  - الأحماض الأمينية العطرية (الأروماتية aromatic) او الحلقية: وتشمل (الفنيل الألينين، التايروسين، التربوفان، الهستدين ) ، كذلك تصنف هذه المجموعة ضمن المجاميع القاعدية التي تحتوي على سلاسل طرفية عطرية .
  - الأحماض الأمينية القاعدية : (الهستدين، اللايسين ، الأرجينين) حيث تحمل هذه الأحماض الأمينية مجاميع قاعدية في سلاسلها الطرفية وتحمل شحنة موجبة في مجاميعها الطرفية.
  - الأحماض الأمينية الحامضية: وتشمل (الأسبارتيك ، الكلوتاميك ) وهمما الوحيدان من بين جميع الأحماض الأمينية اللذان يحملان شحنات سالبة على قيم  $\text{PH}=7$  .

\*الأحماض الأمينية النادرة الموجودة في البروتين:

بالإضافة إلى الأحماض الأمينية العشرون التي ذكرناها هناك عدد من الأحماض الأمينية الأخرى في بعض البروتينات المتخصصة ، وتشتق هذه الأحماض النادرة عادة من الحوامض الأمينية الموجودة عادة في البروتينين ومن هذه الأحماض الأمينية النادرة -4- هيبروكسيل بروولين

ويشتق من البرولين، 5- هيدروكسيل لايسين ويوجد هذان الحامضان الأمينيان في البروتين المسمى كولاجين ، اما الحامض الأميني النادر مثيل لايسين فيكون موجودا في البروتين المسمى مايوسين ، وتحتوي بعض البروتينات مثل كازائين الحليب على اشكال مفسرة لحامض السيرين مثل الفوسفوسيرين.

### ((الصيغ البناءية للأحماض الأمينية))

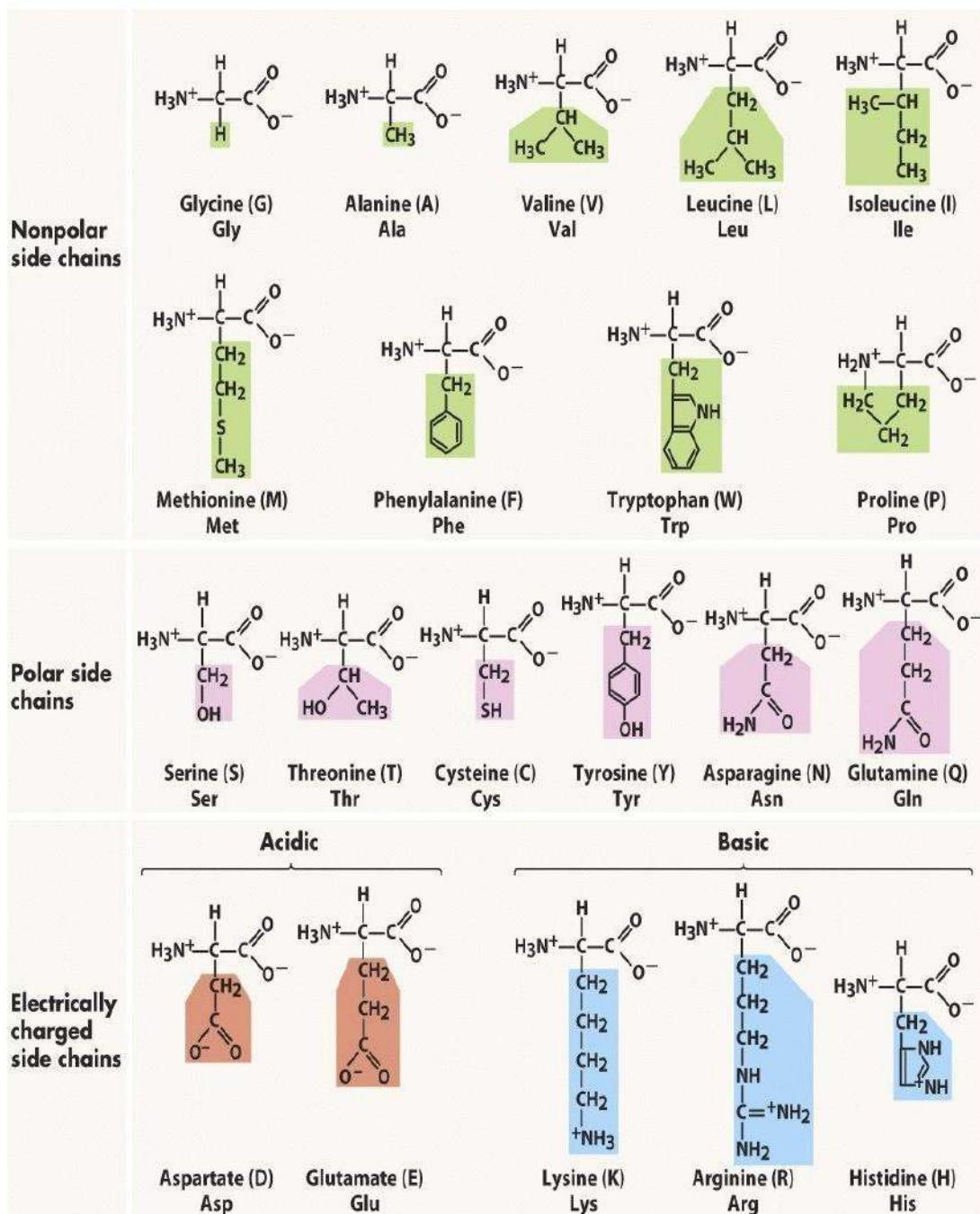
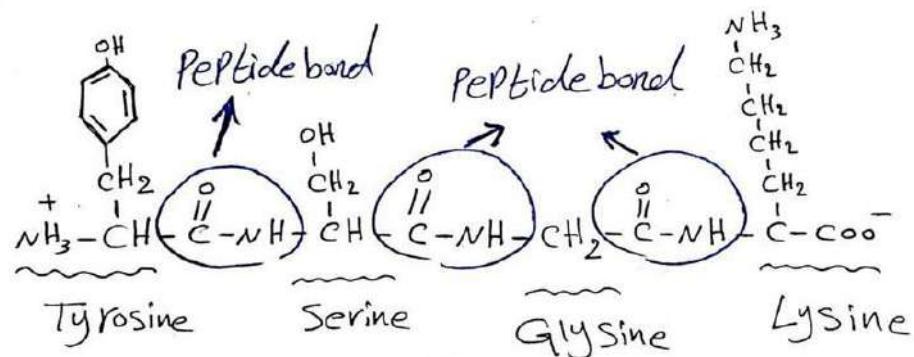
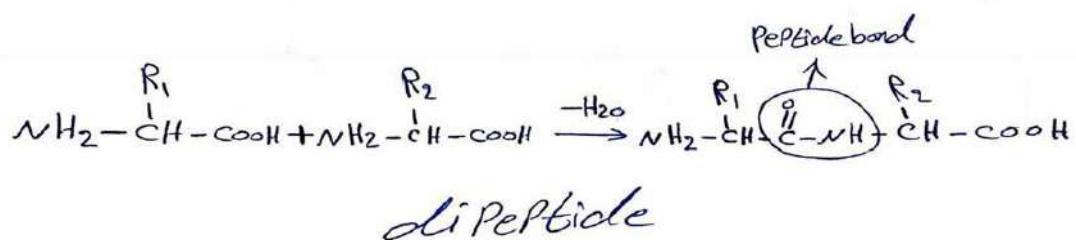


Figure 3-5 Biological Science, 2/e

© 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

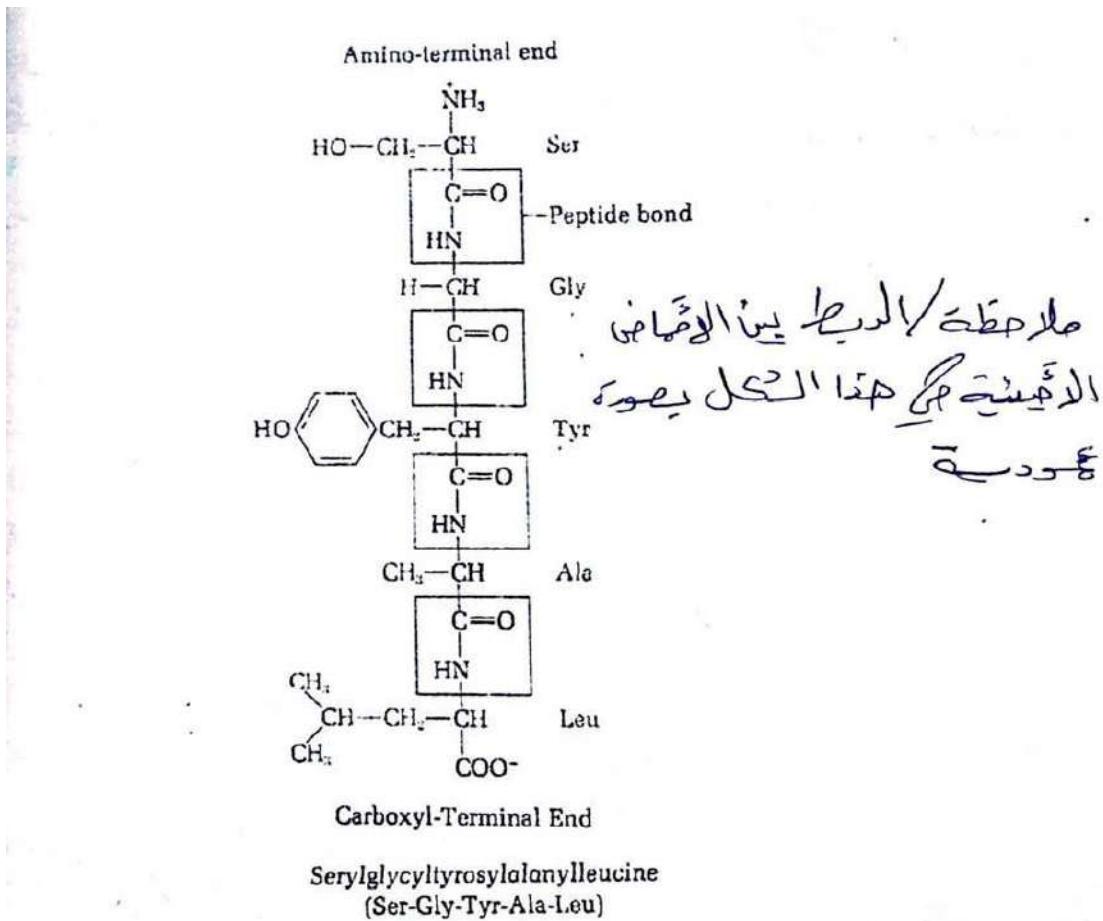
## \*الببتيدات:

يتكون الببتيد الثنائي dipeptide عند ربط جزيئتين من الأحماض الأمينية بواسطة اصراة ببتيدية peptide bond او قد تسمى peptide linkage ، تتكون اصراة الببتيد من تفاعل مجموعة الكاربوكسيل الفا للحمض الأميني الأول مع مجموعة الأمين للحمض الأميني الثاني



ببتيد رباعي يتكون من ارتباط اربع احماض امينية

اما عند ربط عدة احماض امينية بواسطة او اصر بببتيدية يتكون ما يسمى بببتيد متعدد ويرافقها إزاحة جزيئة ماء، يوضح الشكل أدناه تركيب بببتيد خماسي



شكل (٢ - ٤) تركيب بيتيد خماسي. تسمى البيتيدات ابتداء من الحمض الاميني المخtri على المجموعة الامينية. الطر

\*تمكن العلماء من تخليق العديد من البيتيدات وكذلك تخليق بروتينات ذات وزن جزيئي صغير مثل هرمون الانسولين ، ساعدت طرق التخليق هذه من اثبات صحة تكريب البروتينات وتعاقب الاحماض الامينية فيها ، ساعدت طرق التحليل أيضا من تحضير مشابهات للمركبات الطبيعية للكشف عن دور كل حامض اميني او سلسلة طرفية في فعالية الباليلوجية، كذلك استخدمت طرق التخليق في تطوير مركبات صيدلانية ذات فائدة اكبر ، وأخيرا كان لتخليق البيتيدات او مشتقاتها فائدة كبيرة جدا في دراسة تخص ميكانيكية الانزيمات المحللة للبروتينات والتي تقوم بتحليل الأوامر البيتيدية.

## البروتينات Proteins

ت تكون البروتينات من ارتباط الأحماض الأمينية مع بعضها البعض بواسطة الروابط البيتيدية ل تكون سلاسل طويلة تدعى البيتيدات المتعددة polypeptide، وتحتوي هذه السلاسل احماض أمينية يتراوح عددها ما بين المئة الى عدة مئات ، تحتوي بعض البروتينات على سلسلة بيتيدية واحدة بينما تحتوي بروتينات أخرى على اكثر من سلسلة بيتيدية واحدة وتسمى هذه البروتينات oligomeric protein، فعلى سبيل المثال يحتوي إنزيم الرايبونيكليز على سلسلة بيتيدية واحدة بينما الهيموكلوبين يحتوي على اربع سلاسل بيتيدية .

\*تصنف البروتينات بصورة عامة الى صنفين رئيسيين

1- البروتينات البسيطة:Simple protein: عند تحلل البروتينات البسيطة ينتج عن ذلك احماض امينية aminoacid بدون نواتج أخرى عضوية كانت او غير عضوية .

2- البروتينات المقترنة conjocated protein: عند تحلل هذه البروتينات تنتج احماض امينية إضافة الى مركبات أخرى قد تكون عضوية او غير عضوية ويسمي الجزء الغير بروتيني في البروتينات المقترنة بالمجموعة المرتبطة ومن الأمثلة على البروتينات المقترنة

المجموعة المرتبطة	البروتينات المقترنة
الأحماض النوية	نيوكليوبروتين
دهون	لابيوبروتين
سكريات	كلايكوبروتين
مجموعة فوسفاتية	فوسفوبروتين
هيم (بورفورين حديد)	هيموبروتين

## Globular and Fibrous protein

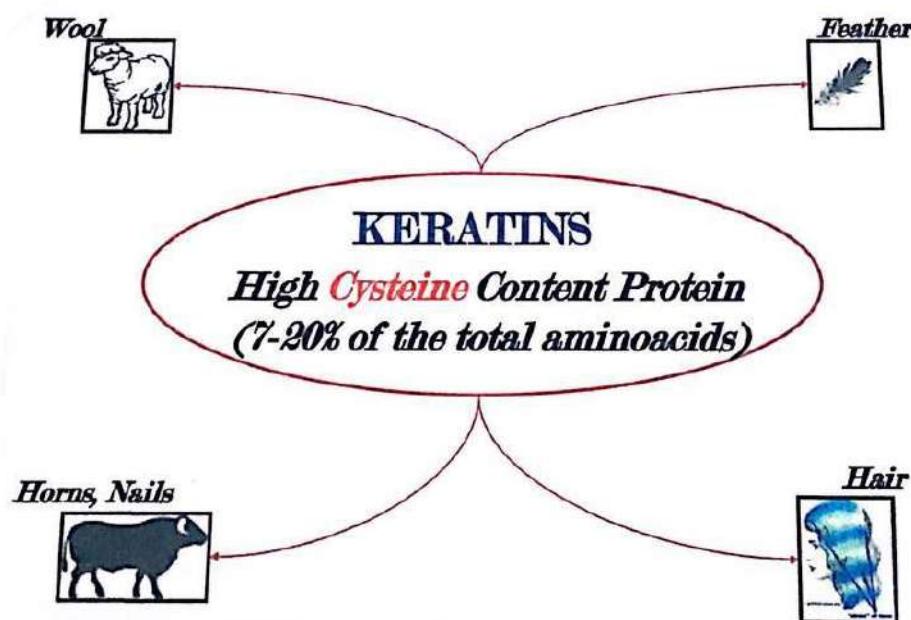
## \*البروتينات الكروية والبروتينات الليفية

البروتينات ذات الشكل الكروي globular proteins: تذوب في المحاليل المائية وتنتشر بسهولة وتلتقي السلاسل او السلاسل البيتيدية لهذه البروتينات على بعضها بقوة لتكون جزيئة ذات شكل كروي او بيضاوي ويكون لها وظائف ديناميكية . وتعود جميع الإنزيمات الى هذا الصنف من البروتينات وكذلك الهيموكلوبين والبومين الدم اللذين لهما وظائف مهمة في نقل العناصر الأساسية للحياة والنمو العام .

عنصر الحديد أمر بالغ الأهمية لإنتاج الهيموجلوبين في الدم وهو البروتين الذي يساعد خلايا الدم الحمراء في توزيع الأكسجين لجميع أنحاء الجسم



البروتينات الليفية او النسيجية: غير ذائبة بالماء وصلبة القوام ولها وظائف تركيبية او وظائف الحماية protective structural مثل على ذلك بروتين الكيراتين والذي يكون موجود في الشعر والريش والأضافر والجلد وكذلك الكولاجين وهو البروتين الموجود في الأنسجة الرابطة.

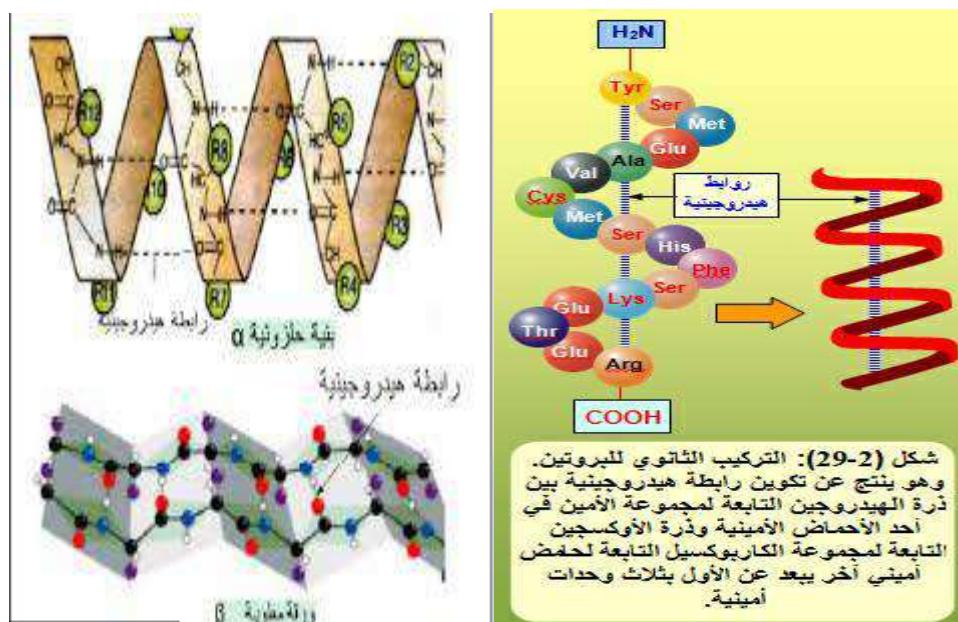


## \*التركيب البنيوي للبروتينات:

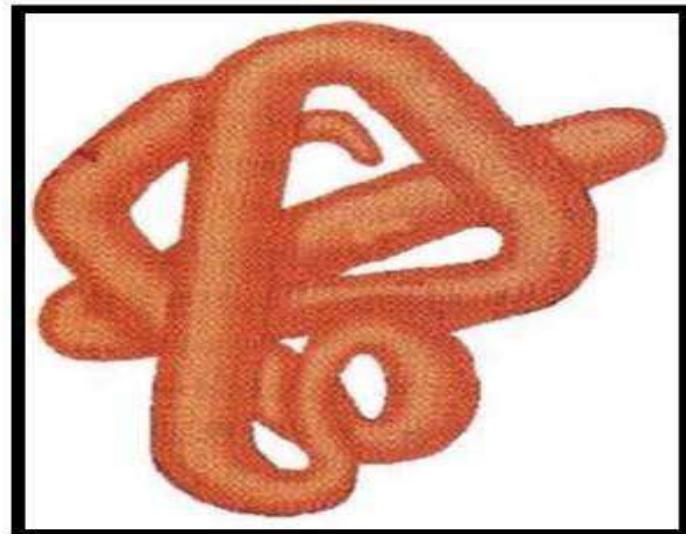
**1- التركيب البنيوي الأولي primary structure:** الأحماض الأمينية في هذا التركيب تكون مرتبة ترتيب دقيق ومرتبطة مع بعضها البعض بواسطة الأواصر البيتيدية في جزيئه البروتين ولا يشمل هذا المصطلح أي قوى أو أواصر أخرى موجودة بين الأحماض الأمينية وكما موضح في أدناه.



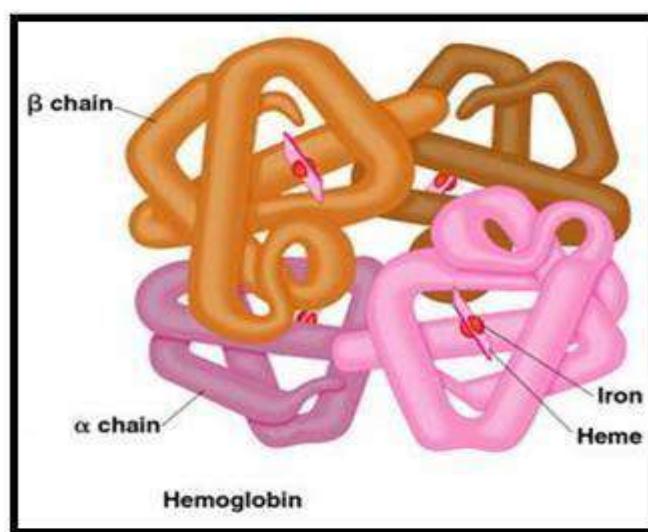
**2- التركيب البنيوي الثانوي secondary structure:** تنظم السلسلة البتيدية في هذا التركيب بشكل لولبي او حلزوني يسمى  $\alpha$ -helix او في شكل صفائح مطوية تسمى  $\beta$ -pleated sheet ، ويساعد تنظيم البروتينات بتلك الأشكال تكون روابط هيدروجينية بين ذرة الهيدروجين التابعة لمجموعة الأمين في أحد الأحماض الأمينية وذرة الاوكسجين التابعة لمجموعة الكربوكسيل التابعة لحامض اميني اخر ، او تكون الرابطة الهيدروجينية بين سلسلتين بيتيدية ، تكرار الرابطة الهيدروجينية بهذه الطريقة يعطي للبروتين شكل حلزونيا او شكل صفائحي كما موضح أدناه.



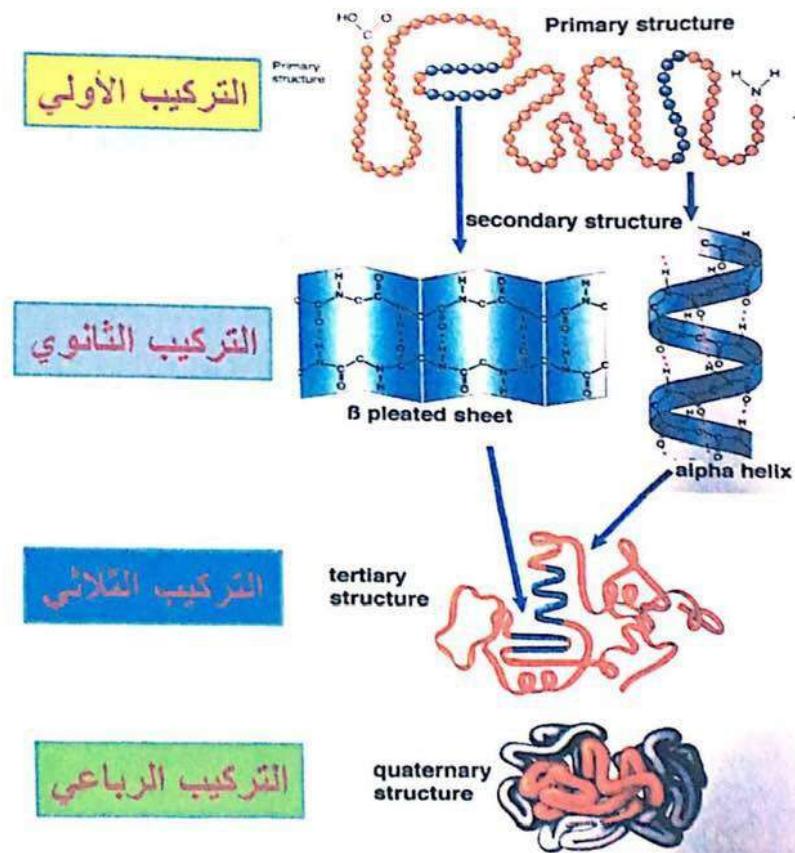
**3- التركيب البنياني الثالثي Tertiary structure :** تلتقي السلسلة الببتيدية في هذا التركيب وتتشتت حتى تصبح على شكل كروي مثل كرة الصوف وذلك بفعل عدة عوامل وروابط منها الأواصر الأيونية بين مجموعة كاربوكسيل حرة في أحد طرفي متعدد الببتيد ومجموعة أمين حرة في الطرف الآخر المتعدد الببتيد، او تكون أواصر ثنائية الكبريت disulphaide بين وحدتين متقابلتين من الحامض الأميني السيستين ، او تكون الأواصر الهيدروجينية بارزة على السطح .



**4- التركيب البنياني الرابع Quaternary structure :** في هذا التركيب وحدات البروتين او السلسل ممتدة الببتيد ترتبط معاً بعضها البعض لتكون الصيغة الفعالة لذلك البروتين بواسطة الروابط الهيدروجينية والروابط الكارهة للماء من الأمثلة عليه الهيموكلوبين ، ويقسم الى قسمين التركيب الرابع المتجانس homogenous quaternary، والتركيب الرابع الغير متجانس heterogenous quaternary .



## \*البنية التركيبيّة للجزيئات البروتينية من التركيب الأولي إلى التركيب الرباعي

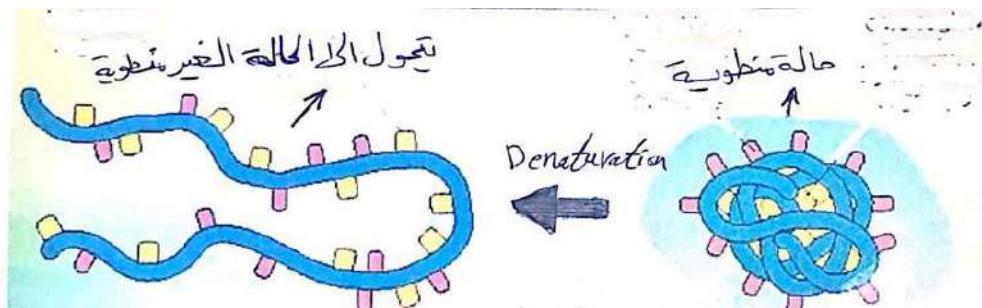


## Denaturation of protein

## \*دنترة البروتينات

**Denaturation:** هو تغيير الحالة الطبيعية للبروتين حيث يحدث تغيير في تركيب البروتين ويتحول من حالته المنطقية Folded إلى حالة غير المنطقية un folded ، وتنكسر معظم الاواصر الهيدروجينية خلال هذه العملية ، وتتأثر هذه الاواصر اكثراً من غيرها من الاواصر المسئولة عن اظهار البروتين في حالته الطبيعية . تحدث الدنترة نتيجة تعرض البروتين إلى الحوامض المعدنية المركزية ، المعادن الثقيلة، المذيبات العضوية ، الحرارة ، درجات الحرارة العالية او الواطئه، الاشعة السينية او الاشعة فوق البنفسجية، PH.

الشكل التالي يوضح بروتين حصلت له عملية دنترة



## \* الوظائف المختلفة للبروتينات:

- 1- وظيفة الخزن للمواد الغذائية مثل بروتينات بذور النباتات التي تجهز الجنين بالأحصان الأمينية الضرورية لنمو الجنين، أما بروتين فيروتين **ferritin** فإنه يحتوي على حوالي 30% حديد وهو المكان الرئيسي لخزن الحديد في الطحال.
  - 2- وظائف النقل مثل الهيموكلوبين الذي يقوم بنقل الأوكسجين من الرئتين إلى الأنسجة المختلفة في الجسم .
  - 3- وظائف الحماية او وظائف دفاعية حيث تقوم الأجسام المضادة الموجودة في دم الفقرات **antibodies** بالاتحاد مع البروتينات الغريبة التي قد تدخل إلى مجرى الدم ونتيجة لذلك يبطل عمل هذه البروتينات الغريبة، كما توجد بعض النباتات تحتوي على بروتينات ذات درجة عالية من السمية مثل **ricin** الموجود في نبات الخروع، كذلك بعض أنواع البكتيريا تفرز بروتينات ذات درجة عالية من السمية مثل **clostridium botulinum** —هوائية الذي تسبب التسمم الغذائي.
  - 4- للبروتينات أهمية في تقلص وانبساط العضلات مثل الأكتين **actin** والمايوسين **myosin** المهمة في اقتسام وانبساط العضلات .

## Lipids

الاِنْجِيلُ دَاتُ \*

اللبيبات أو الدهون عبارة عن مواد عضوية لاتذوب في الماء وبالأمكان استخلاصها بالذيبات اللاقطبية مثل الكلوروفورم ، الأيثر أو البنزين.

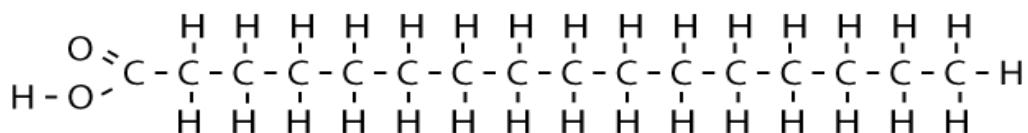
- 1- مكونات أساسية تركيبية لغلاف الخلية
  - 2- خزين للطاقة تستخدمها الخلية في عمليات الأيض (الميتabolزم) المختلفة
  - 3- احد اشكال الوقود الأيضي المنقول transport form metabolic fuel
  - 4- احد المكونات الواقية للجدران الخلوية في العديد من البكتيريا واوراق النباتات المتقدمة وهيكل النباتات الخارجية.
  - 5- مصدر للاحماض الدهنية الأساسية essential fatty acid

## The fatty acid

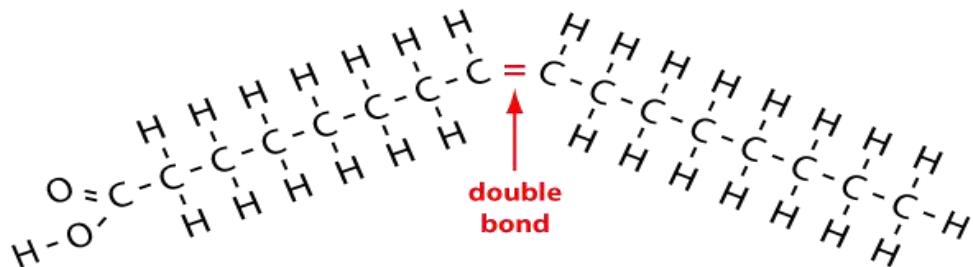
الاحماض الدهنية\*

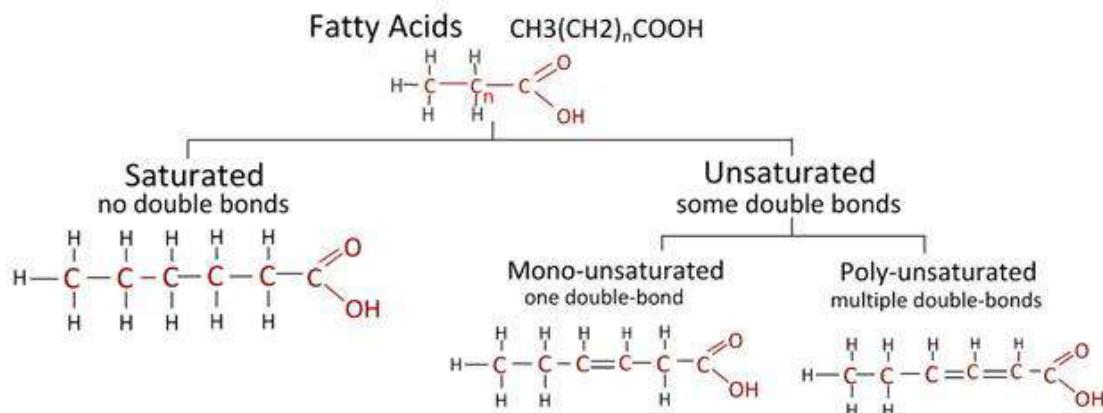
تحتوي جميع الأحماض الدهنية على سلسلة هايدروكارbone طولية ومجموعة كاربوكسيل طرفية ، قد تكون السلسلة الهايدروكارbone مشبعة saturated او غير مشبعة unsaturated وقد تحتوي على اصارة مزدوجة واحدة او اكثر ، كما يوجد عدد قليل من الأحماض الدهنية تحتوي على ثالث او اصر مزدوجة

### **saturated fatty acid**



### **unsaturated fatty acid**





**تصنف الاحماس الدهنية الى 1- الأحماض الدهنية المشبعة :saturated fatty acid**  
**\*الجدول التالي يوضح الأحماض الدهنية الموجودة في الطبيعة**

Molecular formula	Common name	Systematic name	Structural formula
$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$	Acetic	.....	$\text{CH}_3\text{COOH}$
$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$	Propionic	.....	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$
$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$	n-Butyric	.....	$\text{---CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$	Caproic	n-Hexanoic	$\text{---CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$
$\text{C}_8\text{H}_{16}\text{O}_2$	Caprylic	n-Octanoic	$\text{---CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$
$\text{C}_9\text{H}_{18}\text{O}_2$	Pelargonic	n-Nonanoic	$\text{---CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
$\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{O}_2$	Capric	n-Decanoic	$\text{---CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$
$\text{C}_{12}\text{H}_{24}\text{O}_2$	Lauric	n-Dodecanoic	$\text{---CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$
$\text{C}_{14}\text{H}_{28}\text{O}_2$	Myristic	n-Tetradecanoic	$\text{---CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$
$\text{C}_{16}\text{H}_{32}\text{O}_2$	Palmitic*	n-Hexadecanoic	$\text{---CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$
$\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2$	Stearic*	n-Octadecanoic	$\text{---CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$
$\text{C}_{20}\text{H}_{40}\text{O}_2$	Arachidic	n-Eicosanoic	$\text{---CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$
$\text{C}_{22}\text{H}_{44}\text{O}_2$	Behenic	n-Docosanoic	$\text{---CH}_3(\text{CH}_2)_{20}\text{COOH}$
$\text{C}_{24}\text{H}_{48}\text{O}_2$	Lignoceric	n-Tetracosanoic	$\text{---CH}_3(\text{CH}_2)_{22}\text{COOH}$
$\text{C}_{26}\text{H}_{52}\text{O}_2$	Cerotic	n-Hexacosanoic	$\text{---CH}_3(\text{CH}_2)_{24}\text{COOH}$
$\text{C}_{28}\text{H}_{56}\text{O}_2$	Montanic	n-Octacosanoic	$\text{---CH}_3(\text{CH}_2)_{26}\text{COOH}$

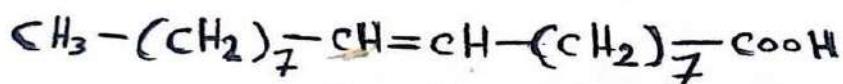
كلما طال الجزء الهيدروكربوني للحامض الدهني كلما قلت درجة ذوبانه في الماء أي ان الأحماض الدهنية ( كابريлик caprylic ..... الخ) لا تذوب في الماء لكنها تذوب في المذيبات اللاقطبية، ترتفع درجة غليان ودرجة انصهار الأحماض الدهنية بزيادة عدد ذرات الكربون وتكون سائلة على درجة حرارة الغرفة الأعتيادية وبالمقابل تكون الأحماض الدهنية المحتوية على عدد ذرات الكربون اكثر من ذلك صلبة على درجة حرارة الغرفة الأعتيادية، يعتبر حامض البالمتيك (palmitic) (عدد ذرات الكربون 16) من اكثر الأحماض الدهنية المشبعة شيوعا في الدهون الحيوانية ويليه في ذلك الستياريك اس (stearic ) ( عدد ذرات الكربون 18).

**2- الأحماض الدهنية غير المشبعة :unsaturated fatty acid:** ان عدم التشبع يؤدي الى خفض درجة انصهار الأحماض الدهنية بنسبة كبيرة وزيادة درجة ذوبانها في المذيبات اللاقطبية ومن الجدير بالذكر ان جميع الأحماض الدهنية غير المشبعة الموجودة في الطبيعة تكون سائلة على درجة حرارة الغرفة الأعتيادية .

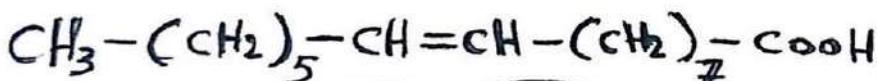
**\*الجدول التالي يوضح الأحماض الدهنية غير المشبعة الموجودة في الطبيعة**

Molecular formula	Common name	Systematic name	Structural formula
C <sub>16</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub>	Palmitoleic*	9-Hexadecenoic	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> COOH
C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>	Oleic*	cis-9-Octadecenoic	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>8</sub> COOH
C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>	Elaidic	trans-9-Octadecenoic:	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>8</sub> COOH
C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>	Vaccenic	11-Octadecenoic	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>9</sub> COOH
C <sub>18</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	Linoleic*	cis, cis-9, 12-Octadecadienoic	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH=CHCH <sub>2</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> COOH
C <sub>18</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub>	Linolenic*	9, 12, 15-Octadecatrienoic	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH=CHCH <sub>2</sub> CH=CHCH <sub>2</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> COOH
C <sub>18</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub>	γ-Linolenic	6, 9, 12-Octadecatrienoic	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH=CHCH <sub>2</sub> CH=CHCH <sub>2</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> COOH
C <sub>18</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub>	Eleostearic	9, 11, 13-Octadecatrienoic	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> CH=CH—CH=CH—CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> COOH
C <sub>20</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	Arachidonate	5, 8, 11, 14-Eicosatetraenoic	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH=CHCH <sub>2</sub> CH=CHCH <sub>2</sub> CH=CHCH <sub>2</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> COOH
C <sub>24</sub> H <sub>46</sub> O <sub>2</sub>	Nervonic	cis-15-Tetracenoic	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> CH=CH(CH <sub>2</sub> ) <sub>13</sub> COOH

يوجد في الدهون الحيوانية حامضين دهنيين غير مشبعين يحتوي كل منهما على اصارة مزدوجة واحدة فقط هما حامض الاوليك oleic acid ( 18 ذرة كاربون ) ، البالميتو اوليك palmito oleic ( 16 ذرة كاربون). تقع الاصرة المزدوجة عادة بين ذرتى الكاربون التاسعة والعشرة علما بان ذرات كاربون الاحماس الدهنية ترقم ابتداء من ذرة الكاربون الكاربوكسيلية

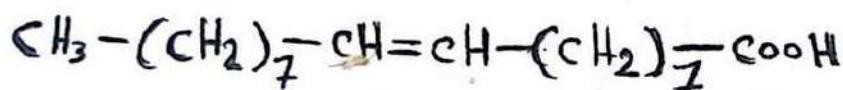


oleic acid

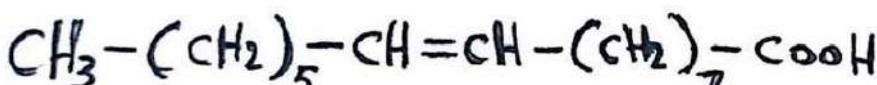


Palmito oleic acid

توجد احماس دهنية تحتوي على اكثر من اصارة مزدوجة واحدة وفي حالة عدم وجود مجموعة مثيلين  $\text{CH}_2$ - تفصل بين اصارة مزدوجة وأخرى يطلق عندئذ على الاصرة المزدوجة بالمقارنة conjugated double bond. اما اذا كانت توجد مجموعة مثيلين تفصل بين اصارة مزدوجة وأخرى فيطلق عليها والحاله هذه بالاصرة غير المترنة non-conjugated double bond

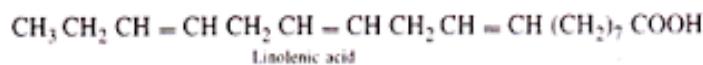
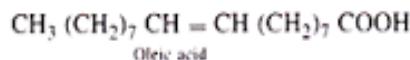


oleic acid



Palmito oleic acid

مثال على ذلك حامض الينوليك الذي يحتوي على اصرين مزدوجتين وحامض اللينولينك الذي يحتوي على ثلاثة أواصر مزدوجة ، وحامض الاركيدونك الذي يحتوي على اربع أواصر مزدوجة.



تكون الأواصر المزدوجة المقترنة أكثر عرضة للتاكسد مقارنة بالأواصر المزدوجة غير المقترنة . تجدر الاشارة الى ان المزدوجة المقترنة بكثرة في الاحماس الدهنية النباتية .

لاتتعرض الاحماس الدهنية المشبعة الى الاكسدة بسرعة ، أي على عكس الاحماس الدهنية غير المشبعة ، الا انه في حالة تاكسد الاحماس الدهنية غير المشبعة فان ذلك يتم ببطء وتلقائيا بوجود الهواء ويساعد في حدوث عملية الزناخة rancidity يعتقد ان التفاعل يشمل على مهاجمة جذور البيروكسید peroxide radicals للأواصر المزدوجة مع تكوين هيدروبيروكسیدات غير مستقرة التي تحلل بدورها الى احماس كيتونية واحماس hydroxyl keto acid

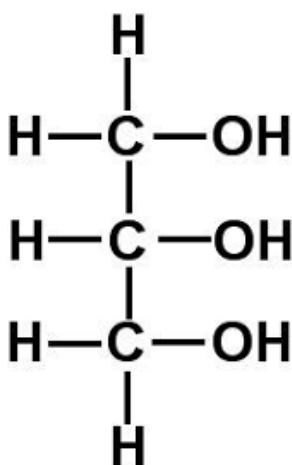
تم اكسدة الأواصر المزدوجة بسرعة اكبر بوجود الأوزون  $\text{O}_3$  ويتم نتيجة لذلك تكوين الأوزايد ozid الذي يتحلل بدوره بفعل الماء تحت ظروف مختزلة ليعطي في النهاية مجموعتي الديهايد.

## Neutral fats (Acylglycerol)

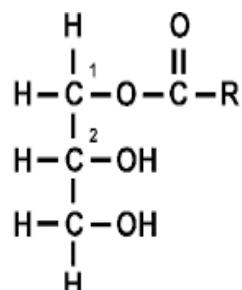
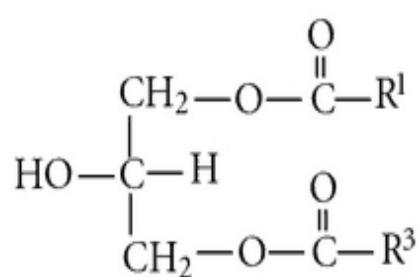
## \*الدهون المتعادلة

يطلق على استرات الاحماس الدهنية مع الكليسرول أسماء عديدة مثل كليسرول الأسيل acylglycerol ، دهون متعادلة neutral fats أو كلسريدات glycerids. تعتبر الدهون المتعادلة المكونات الرئيسية للدهون المخزنة في الخلايا النباتية والحيوانية ، عند استرقة مجاميع الهايدروكسيل الثلاثة العائدة للكليسرول مع الاحماس الدهنية فيطلق على التركيب الناتج الكليسرول ثلاثي الأسيل triacylglycerol او كليسرول ثلاثي triglyceride.

توجد معظم الدهون المتعادلة في الطبيعة على هيئة كلسريدات ثلاثية الا ان ذلك لا يمنع من وجود كلسريدات ثنائية diglycerides وتسمى أيضا ( كليسرول ثنائي الأسيل diacylglycerol )، وكلسريدات أحادية monoglycerides تسمى أيضا كليسرول أحادي الاسييل monoglycerides . نلاحظ من التراكيب ادناء ان ترقيم ذرات كاربون جزيئه الكليسرول يكون 1,2,3 من الأعلى الى الأسفل .



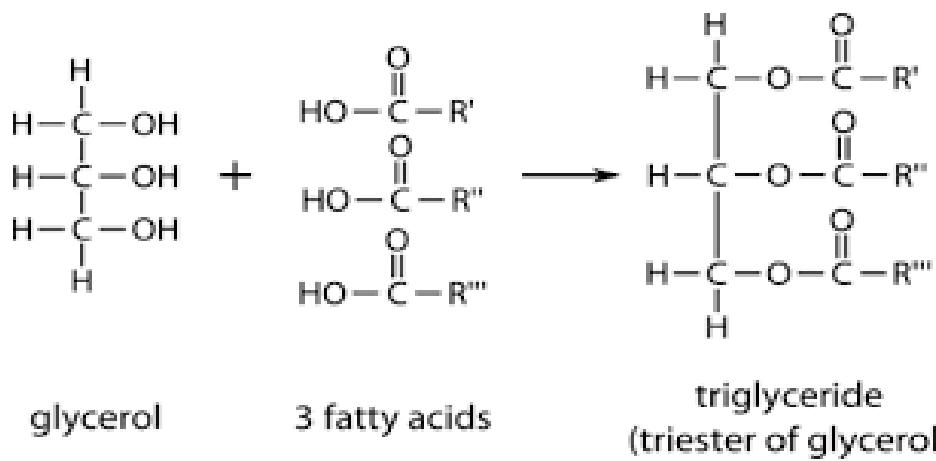
### Glycerol



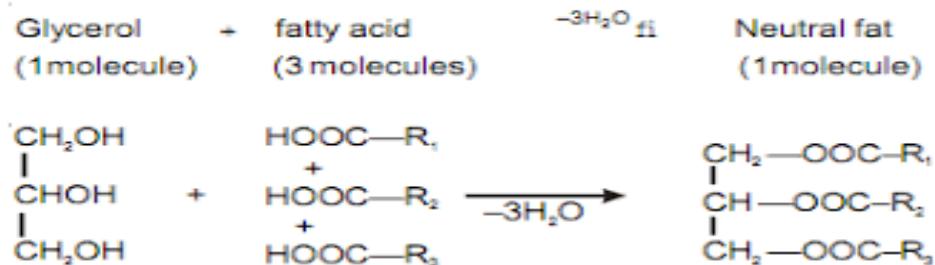
R is a saturated or unsaturated aliphatic group in position 1 or 2

### 1,3- Diacylglycerol

### 1- Monoacylglycerol



ت تكون الدهون المتعادلة عند ارتباط الأحماض الدهنية مع الكليسرول وكما موضح في المعادلة التالية:-



### \*الصفات الطبيعية والكيميائية للدهون المتعادلة:

#### **Physical and chemical properties of Neutral fats**

من المعلوم ان الدهون لاتذوب في الماء لكنها تذوب في المذيبات العضوية (اللacticية) وكلما كان الدهن محتوي على نسبة اكبر من الاحماس الدهنية قصيرة السلسلة والاحماس الدهنية الغير مشبعة كلما كانت درجة ذوبان ذلك الدهن اكبر ودرجة انصهاره اقل بالمقابل يصاحب زيادة درجة تشبع الاحماس الدهنية وزيادة اطوال سلاسلها ( زيادة عدد درات الكاربون فيها).

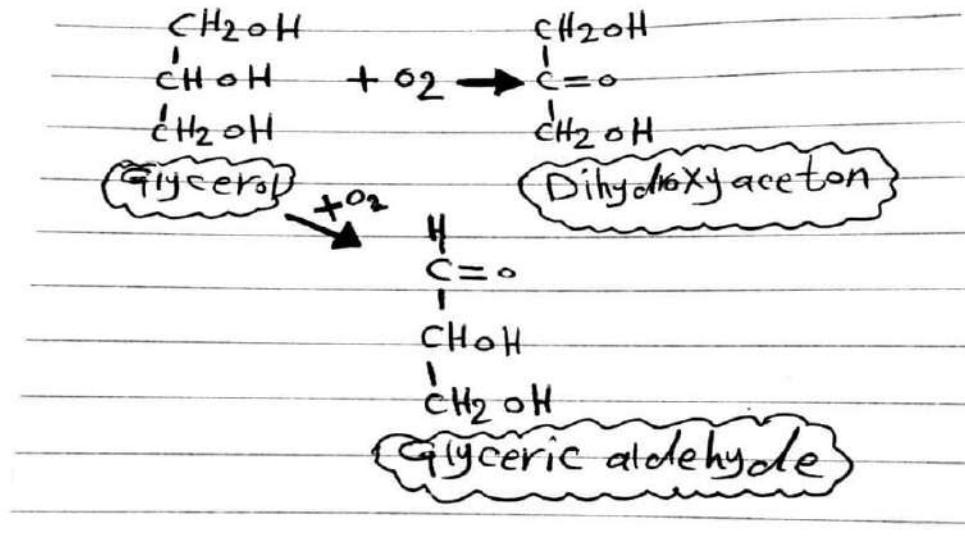
يصاحب ذلك ارتفاع درجة الانصهار فمثلا يكون الستيارين الثلاثي tristearin ( كلسربيدة ثلاثية تحتوي على ثلاثة جزيئات من حامض الستياريك ) صلبا على درجة حرارة الغرفة اذ تبلغ درجة انصهاره 71 درجة مئوية ، بينما يكون كل من الأولين الثلاثي triolein ( كلسربيدة ثلاثية تحتوي على ثلاثة جزيئات حامض الأوليك ) والبيوترين الثلاثي tributyrin ( كلسربيدة ثلاثية تحتوي على ثلاثة جزيئات من حامض البيوتريک ) سائلا على درجة حرارة الغرفة الأعتيادية ويعود سبب ذلك الى ان درجة انصهار الأولين الثلاثي تكون في حدود ( - 17 درجة مئوية ) ، ودرجة انصهار البيوترين الثلاثي تكون في حدود ( - 75 درجة مئوية ) .

يتميز دهن الحليب على سواه باحتوائه على نسبة اعلى من الاحماس الدهنية المشبعة قصيرة السلسلة ، تتميز الزيوت النباتية باحتوائها على نسبة عالية من الاحماس الدهنية غير المشبعة لذلك تكون هذه الزيوت سائلة على درجة حرارة الغرفة الأعتيادية.

#### **Glycerol**

#### \*الكليسروول

يوجد الكليسروول في جميع أنواع الدهون والزيوت ويعتبر كحول ثلاثي الهيدروكسيل ويكون سائل زيتوي القوام ، قابل للأمتصاص بالماء والكحول وهو عديم الذوبان بالأثير ، حلو المذاق ويتتحول الكليسروول بتأثير حامضي التترريك والكبريتيك المركزين الى كلسرین والذي يساعد على توسيع الشرايين ويستعمل في علاج امراض الشرايين والدورة الدموية.



## \*الشموعيات Waxes

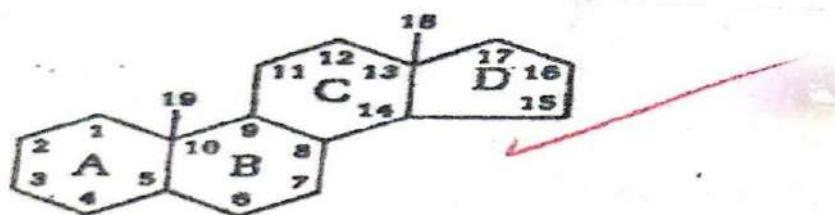
هي عبارة عن استرات لأحماض دهنية طويلة مع أي كحول عدا الكليسروول، توجد الشمعيات كمواد مغلفة وحافظة على الجلد والفرو والريش وأوراق النباتات المتقدمة والفاواكه، وعلى البشرة الخارجية للعديد من الحشرات، من المكونات الأساسية لسمع النحل هي استرات حامض البالmitik لكتولات دهنية طويلة السلسلة تسمى myricyl palmitate ، يتكون سمع أوراق النباتات من استرات الأحماض الدهنية مع كحولات تحتوي على 26-34 ذرة كARBON.

## \*السترويدات Steroids

من السترويدات المهمة التي توجد في الطبيعة هي أحماض الصفراء والهرمونات الجنسية الذكرية الأنوثية وهرمونات الأدرينالين ، يستخلص بسهولة من الخلايا بواسطة الكلوروفورم او الأيثر او البنزين او الكحول الساخن .

\*اللأنينوستيرول inosterol : هو احد الستيروولات المهمة الأخرى ويوجد في المادة الدهنية المغلفة للصوف ويعتبر احد المركبات الوسطية المهمة في تخليق الكوليسترول، ومن الجدير بالذكر ان فيتامينات E,D,A,K يعتبار من الفيتامينات الذائبة بالدهن.

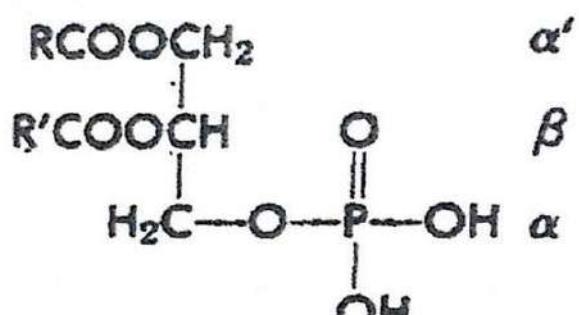
\*ت تكون السترويدات من ثلاثة حلقات سداسية A,B,C متدرجة مع بعضها ويطلق عليها Phenanthrene.



# PhosPholipids

## \*الدهون المفسرة (الفوسفوليبيدات)

هي عبارة عن صنف من أصناف الدهون ويشير اسمها الى انهما تحتوي على عنصر الفسفور ويوجد على هيئة حامض فسفوريك ، تحتوي الفوسفوليبيدات على حامضين دهنيين مرتبطين بواسطة اصرة استرية بجزيئه كليسروال ويكون الحامض الدهني المرتبط بذرة الكاربون الأولى لجزيئه الكليسروال مشبعا وتحتوي على ( 18-16 ) ذرة كاربون على الأغلب ( أي ان هذا الحامض الدهني يكون اما بالمنيك palmitic او ستيريك stearic ) اما الحامض الدهني الآخر المرتبط بذرة الكاربون الثانية لجزيئه الكليسروال فيكون غير مشبع عادة يرتبط بمجموعة الهيدروكسيل OH الموجودة على ذرة الكاربون الثالثة لجزيئه الكليسروال فيكون غير مشبع يرتبط بمجموعة الهيدروكسيل الموجودة على ذرة الكاربون الثالثة لجزيئه الكليسروال حامض فسفوريك وبواسطة اصرة استرية لينتاج عن ذلك حامض فوسفاتيديك phosphatidic acid .



### L- $\alpha$ -Phosphatidic acid

## \*الحسيمات الأحادية و الثانية الطبقات

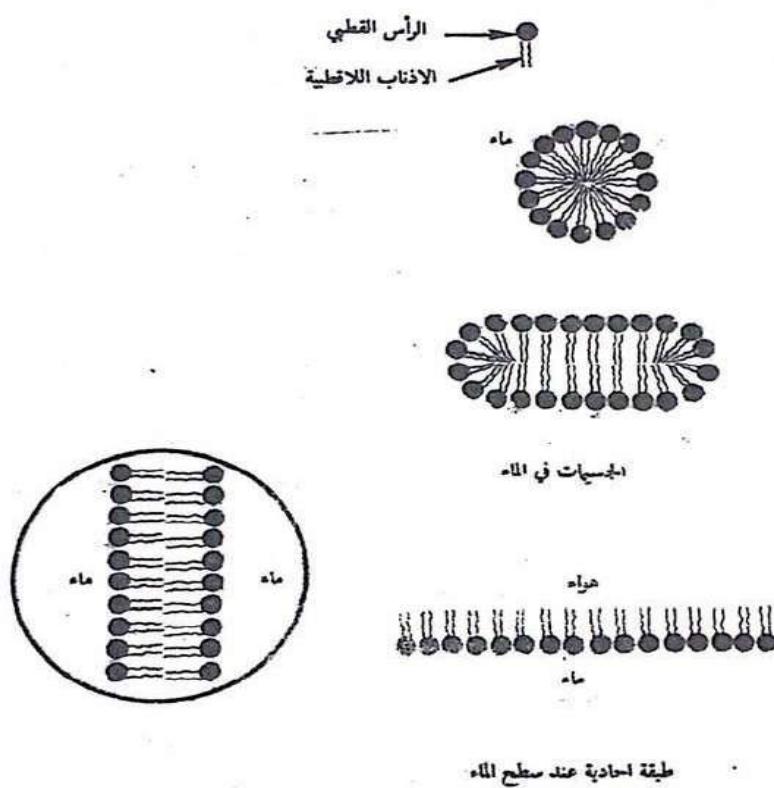
## Lipid Micelles , Monolayers and Bilayers

تنشر الدهون القطبية في الأنظمة المائية لتكون جسيمات Micelles بحيث ينفر او يبتعد الذباب الهاليروكاربوني hydrocarbon tail لهذه الجسيمات الدهنية ويحجب عن الطور المائي مكونا طورا مستقلأ بحد ذاته يكون غير محب للماء وفى hydrophobic phase

نفس الوقت تتعرض الرؤوس المحبة للماء hydrophilic heads إلى الطور المائي أي إلى السطح . قد تحتوي جسيمات كهذه على الاف من الجزيئات الدهنية بحيث يكون وزنها الجزيئي عاليا جدا ، وبالرغم من ان الكلسريدات الثلاثية (الدهون المتعادلة) والكوليسترول لانتشت بسرعة لتكون جسيمات ، أي كما هو الحال في الدهون القطبية ، الا انها تتحد مع تراكيب جسيمات الدهون القطبية لتكون جسيمات مختلطة Mixed Micelles .

قد تنتشر الدهون القطبية مثل الفوسفوليبيدات على سطح المحاليل المائية مكونة طبقة يتكون سمكها من جزئية واحدة بحيث يكون الذنب الهايدروكاربوني معرضا إلى الهواء وتمتد الرؤوس القطبية المحبة للماء إلى الطور المائي .

تتمكن الفوسفوليبيدات أيضا من تكوين طبقات ثنائية بحيث يمتد الذنب الهايدروكاربوني لجزئية الدهون القطبية إلى الداخل مكونة طورا هايدروكاربونيا مستمرا وتمتد الرؤوس المحبة للماء إلى الخارج نحو الخارج نحو الطور المائي .



شكل (٦ - ١) الجسيمات الدهنية الاحادية واثنائية الطبقات

## \*الأنزيمات

### ENZYMS

تعتبر الأنزيمات من البروتينات المتخصصة ، تقوم الأنزيمات بدور العوامل المساعدة للمنافع من التفاعلات الكيميائية والتي تكون جماعاً مماثلاً بالطرق المختلفة للأيض intermediary metabolism والتي بواسطتها تتمكن الخلية الحية من الاستفادة من المواد الغذائية خلال سلسلة من التفاعلات المترابطة التي تساعد فيها الأنزيمات.

## \*الخواص العامة لأنزيمات

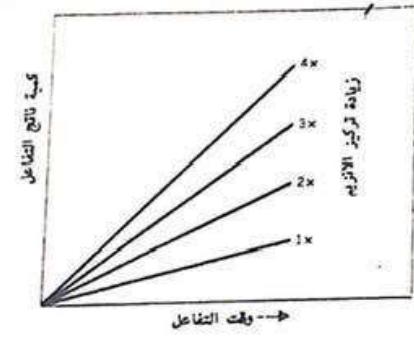
لاتتغير او تستهلك الأنزيمات خلال التفاعلات المختلفة ، وبما ان جميع الأنزيمات المعروفة عبارة عن مواد بروتينية فان أي عامل او مادة تؤثر على تركيب البروتين تؤدي أيضاً الى فقدان الأنزيم لفعاليته وبناء على ذلك يعتبر التسخين والمعاملة مع الحامض والقواعد القوية والتعرض للأشعة فوق البنفسجية كلها عوامل تؤدي الى تغيير طبيعة البروتين وتؤدي الى تحطيم فعالية الأنزيم.

بعض الأنزيمات تحتوي على مركب كيميائي تحتاجه في فعاليتها يسمى عامل مرافق cofactor وقد يكون العامل المرافق ذو طبيعة معدنية كالمنغنيسيوم والمنغنيز والزنك والحديد او قد يكون العامل المرافق عبارة عن جزيء عضوية معقدة وتسمى في هذه الحالة مرافق الأنزيم Coenzyme . تحتاج بعض الأنزيمات لعملها لكلا النوعين من العوامل المرافق وغالباً ما يكون العامل المرافق Cofactor مرتبط بقوة الى الجزء البروتيني للأنزيم ويطلق عندئذ على العامل المرافق prosthetic group .

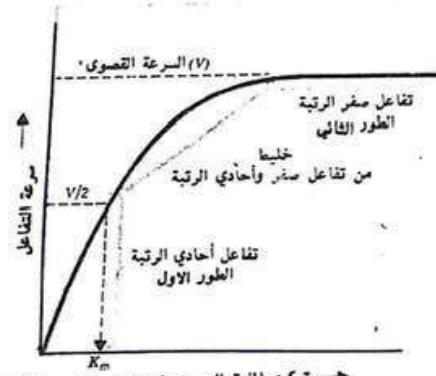
## \* تركيز الأنزيم وتأثير تركيز المادة التي يعمل عليها الأنزيم (المادة الخاضعة)

### Effect of Enzyme concentration and substrated concentration

هناك علاقة طردية بين تركيز الأنزيم وسرعة التفاعل في حالة وجود وفرة من المادة التي تعمل عليها الأنزيم والتي تسمى substrate او المادة الخاضعة ، اما اذا كان تركيز الإنزيم ثابت فان زيادة تركيز المادة التي يعمل عليها الإنزيم (المادة الخاضعة) سينتج عنه في البداية زيادة ملحوظة في سرعة التفاعل وفي حال استمراره زيادة تركيز المادة التي تعمل عليها الإنزيم (المادة الخاضعة) تزداد سرعة التفاعل ببطيء وأخيراً عند إيقاف تراكيز المادة التي يعمل عليها الإنزيم (المادة الخاضعة) الى تراكيز عالية نلاحظ عدم حدوث أي زيادة في سرعة التفاعل وكما موضح في الأشكال التالية.



تأثير تركيز الأزيم على سرعة التفاعل ، بالرّاتس يوجد ورقة من المادة التي يعمل عليها الأزيم (المادة الخامسة)



→ تركيز المادة التي يعمل عليها الأزيم (المادة الخامسة)

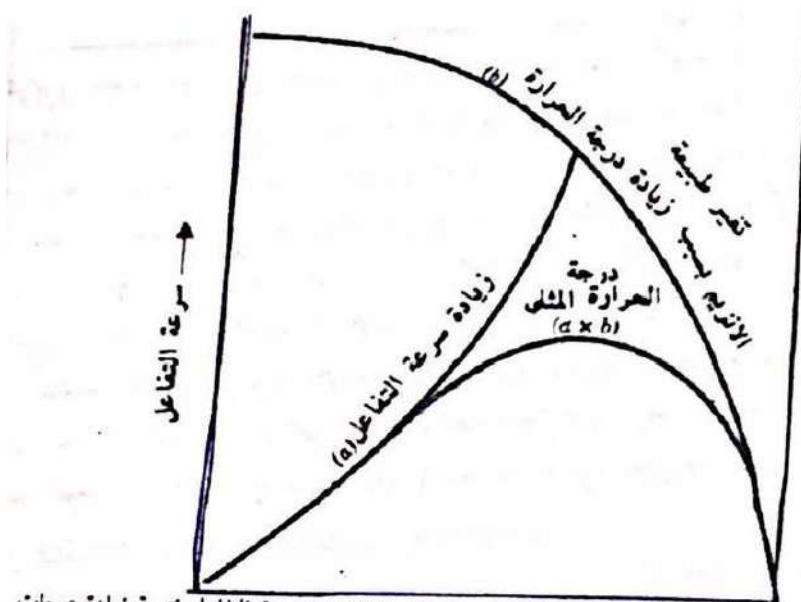
تأثير تركيز المادة التي يعمل عليها الأزيم (المادة الخامسة) على سرعة التفاعل ، بالرّاتس يقام تركيز الأزيم

## \*تأثير درجة الحرارة على التفاعلات الأنزيمية

### Effect of Temperatur on Enzmatia Reaction

تتأثر التفاعلات الكيميائية بصورة عامة بدرجات الحرارة وبالنظر للطبيعة البروتينية للأنزيمات فانها سوف تتأثر أيضا بتغير درجات الحرارة.

ان تغيير درجات الحرارة يؤدي الى تغيير الحالة الطبيعية للإنزيم اي تحدث لها عملية دنترة denaturation وبالتالي فان ذلك سوف يؤدي الى تقليل التركيز الفعال للإنزيم وبالتالي الى تقليل سرعة التفاعل ، عادة يؤدي ارتفاع درجة الحرارة الى 45 درجة مئوية الى زيادة في سرعة التفاعلات ، لكن اذا تعدينا هذه الدرجة فان سرعة التفاعل تقل نظرا الى تغيير الحالة الطبيعية للإنزيم ، فإذا وصلت درجة الحرارة الى 55 درجة مئوية فان التغيير السريع في طبيعة الإنزيم يؤدي الى تحطيم الأوصار الهيدروجينية بصورة تؤدي الى فقدان الإنزيم لفعاليته كلبا



شكل (٤ - ٩) تأثير درجات الحرارة على التفاعلات الأنزيمية حيث تمثل (a) زيادة سرعة التفاعل نتيجة زيادة درجات الحرارة . (b) تمثل تضليل سرعة التفاعل نتيجة ارتفاع درجات الحرارة وتغير الحالة الطبيعية للإنزيم . (c) مثل درجة الحرارة التي تعمل الأمثل .

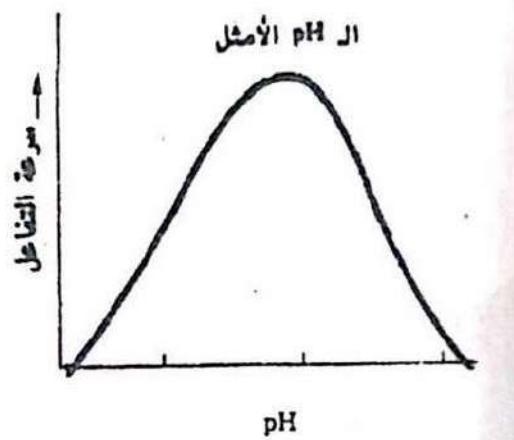
## \*تأثير (PH) الأس الهيدروجيني على التفاعلات الأنزيمية

بما ان الأنزيمات عبارة عن مواد بروتينية فان أي تغيير في ال PH سوف يؤثر على الصفات الأيونية للمجاميع الأمينية والكاربوكسيلية الموجودة في جزيئات البروتين وبالتالي سوف تؤثر على الموضع الفعال للإنزيم وكذلك على هيئة وشكل البروتين، إضافة الى ان القيم العالية او الواطئة من ال PH سوف تؤدي الى حدوث دنترة للإنزيم denaturation ومن ثم الأقلال من فعاليته .

ومن المعلوم ان كل انزيم PH أمثل لعمله وتسمى بدرجة ال PH المثلى Optimum PH وكما  
موضح

جدول (٩-١) ال pH الأمثل لبعض  
الأنزيمات

pH	الأنزيم
١,٥	بيسين
٧,٧	تربيسين
٧,٦	كatalيز
٩,٧	ارجينز
٧,٨	فيوماريز
٧,٨	رايبونيكليز



شكل (٩-٧) تأثير ال pH على نشاط الأنزيم

\*تخصص المادة التي يعمل عليها الإنزيم

### Substrate specific of enzymes

تظهر بعض الإنزيمات تخصص مطلق بالنسبة للمادة التي تعمل عليها ولا تحل أي مادة أخرى حتى لو كانت هذه المادة ذات جزيئات مشابهة للمادة الأصلية التي يعمل عليها الإنزيم فعلى سبيل المثال يساعد الإنزيم المسمى اسبارتاز aspartase على إضافة الأمونيا إلى الأصرة المزدوجة العائنة لحامض الفيوماريك فقط وليس لاي حامض غير مشبع اخر، وعلى النقيض من ذلك توجد إنزيمات أخرى ذات تخصصات عريضة نسبياً فمثلاً إنزيم الفوسفاتاز الموجود في الكلية يحل استراتات متعددة لحامض الفوسفوريك ، لكن سرعة التحلل تختلف من تفاعل لأخر.

## \*وهناك نقطتان اساسيتان تقرران تخصص المادة التي يعمل عليها الأنزيم

1- يجب احتواء المادة التي يعمل عليها الأنزيم على اصارة كيمياوية خاصة التي من خلالها يمكن للأنزيم ان يهاجم او يعمل .

2- يجب ان تحتوي المادة التي يعمل عليها الأنزيم على بعض المجاميع التي تربطها بالأنزيم من جهة ، ومن جهة أخرى تقوم هذه المجاميع بوضع الجزيئة التي يعمل عليها الأنزيم بطريقة مناسبة في الموقع الفعال للأنزيم بحيث تعرض الاصرة الخاصة التي من خلالها يمكن للأنزيم ان يعمل او يهاجم بواسطة موقعه الفعال

**الموقع الفعال للأنزيم active site :** هو الموقع الذي يربط المادة الخاضعة وكذلك المجموعة الرابطة **prosthetic group** ان وجدت.

بالإمكان تعميم بعض الملاحظات المتعلقة بالمواقع الفعالة للأنزيم

1- يحتل الموقع الفعال حيزاً صغيراً نسبياً من الحجم الكلي للأنزيم اذ لا تكون معظم الأحماض الأمينية المكونة للأنزيم بتناسق مع المادة الخاضعة، ومن هنا يأتي السؤال المثير لماذا تكون جزيئه الأنزيم كبيرة الى هذا الحد؟ تكون معظم الأنزيمات بما لا يقل عن 100 حامض اميني أي ان الوزن الجزيئي للأنزيم يزيد عن 10000 والقطر اكبر من 25 انكستروم.

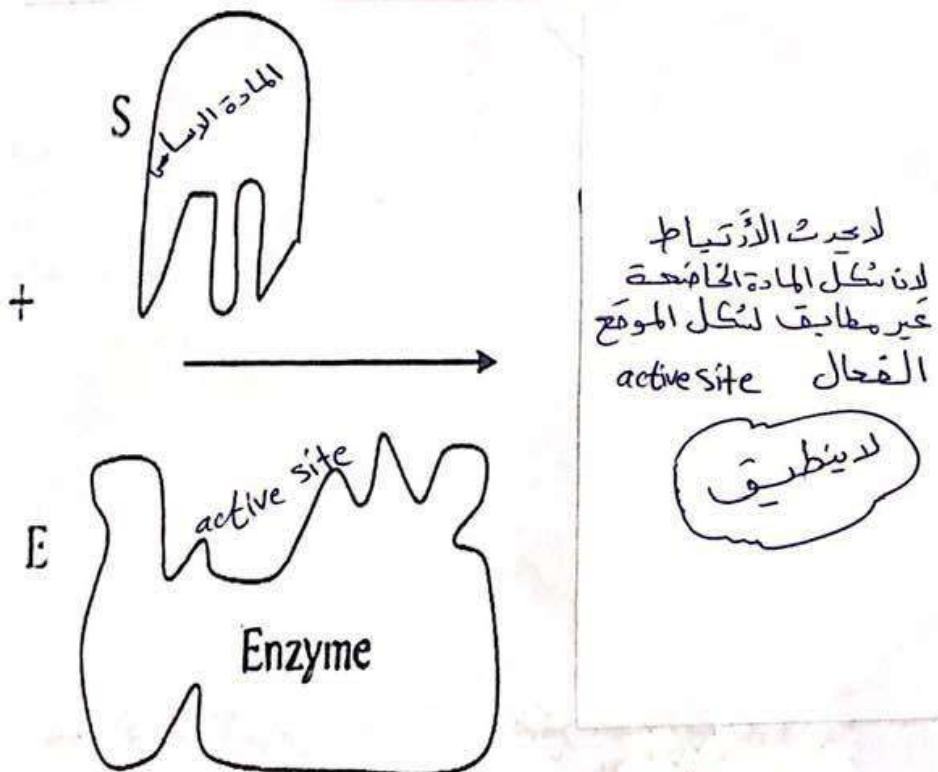
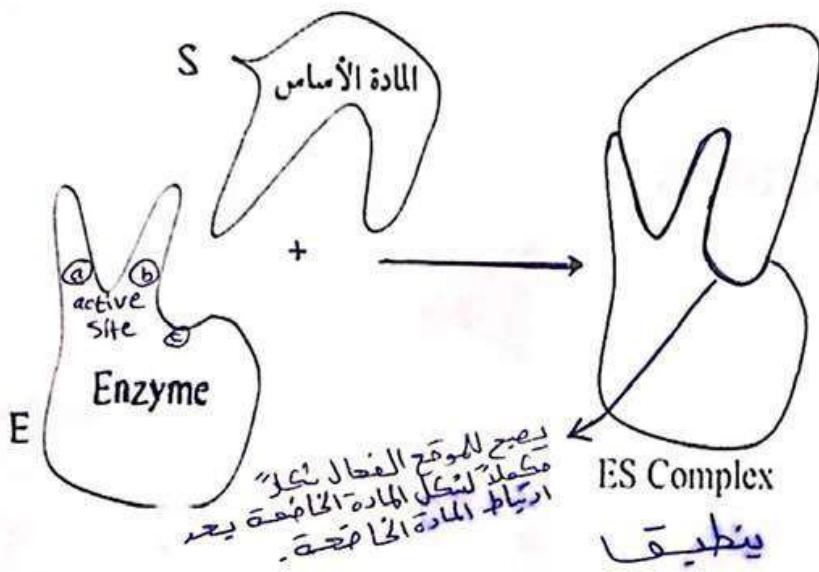
2- الموقع الفعال ليس عبارة عن خط او نقطة او مستوى مستقيم بل يكون له ابعاد ثلاثة .

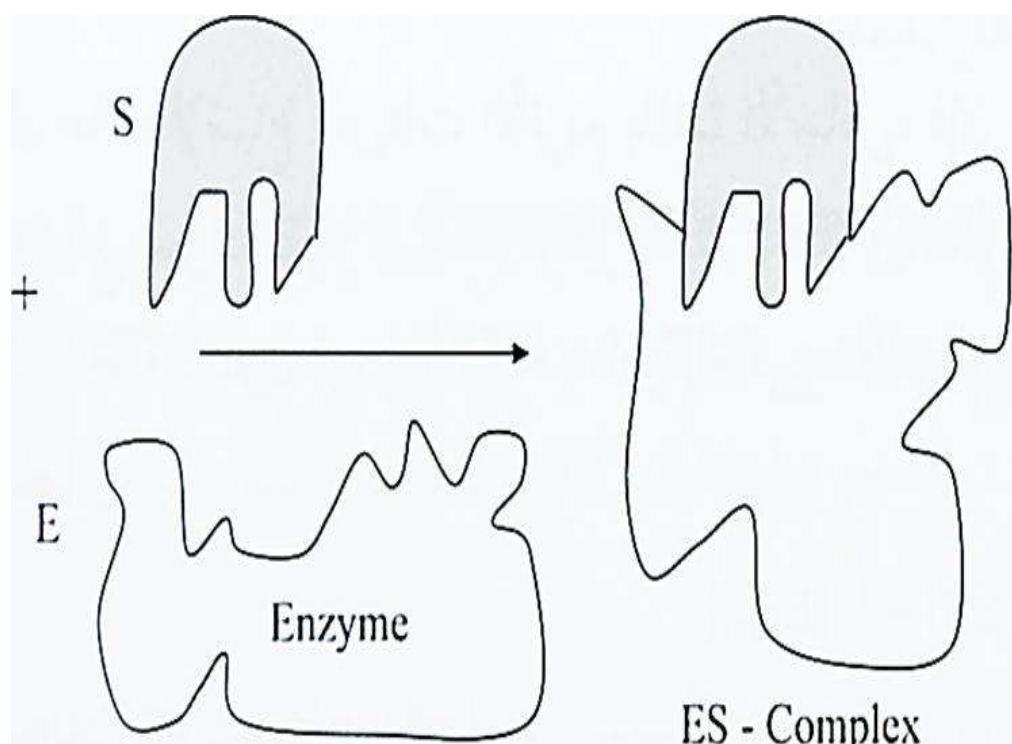
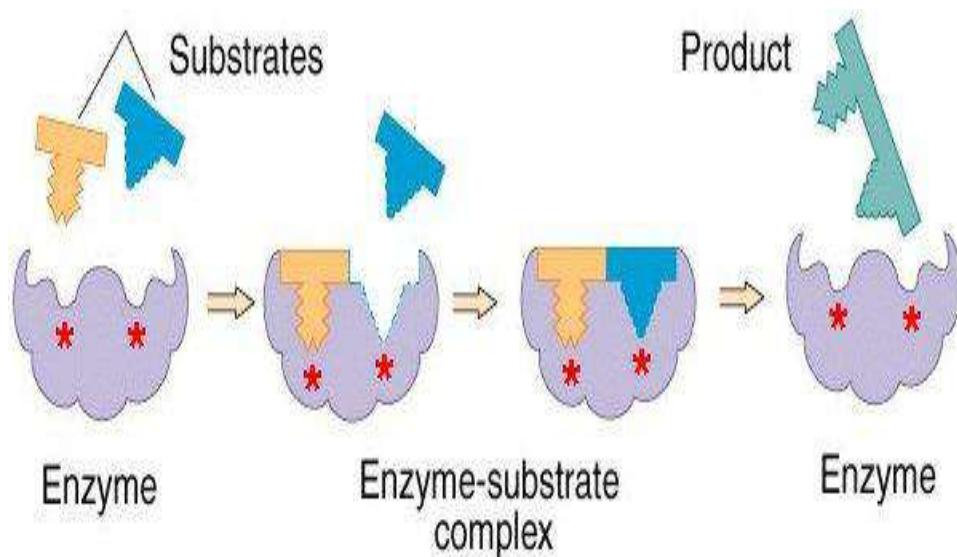
3- ترتبط المواد الخاضعة بالأنزيمات بواسطة قوى ضعيفة نسبياً ولا دراك مدى ضعف هذه القوى يجب ان نذكر ان قوة الاواصر التساهمية تتراوح بين 50-110 كيلو سعرة / مول.

4- الموقع الفعال عبارة عن شقوق **clefts** او فجوات **crevices** في جميع الأنزيمات المعروفة التركيب لحد الان .

5- تعتمد خاصية الربط على الترتيب الدقيق للذرات في الموقع الفعال فيجب ان يكون شكل المادة الخاضعة مطابقاً لشكل الموقع الفعال.

الأمثلة التالية توضح ماذكرناه سابقاً





## Nomenclature and classification \*تسمية وتصنيف الأنزيمات

تمت تسمية بعض الأنزيمات سابقاً نسبة إلى المواد التي تعمل عليها substrates أو نسبة إلى طبيعة التفاعل الذي تشارك فيه الأنزيمات كعوامل مساعدة ، فمثلاً يقوم الأنزيم المسمى يوريز ureas بتحليل اليوريا ويقوم الأنزيم المسمى ارجيناز arginase بتحليل الأرجينين ، انه في حالات أخرى لم تعط الأنزيمات أسماء تدل على طبيعة التفاعلات التي تساعد فيها . فمثلاً لا تعطي أسماء الأنزيمين البيسين والتربيسين أي دلالة على انهم يقومان بتحليل البروتينات.

قام الاتحاد العالمي للكيمياء الحيوية بتبني طريقة جديدة لتصنيف الإنزيمات واخذت هذه الطريقة في الحسبان الاعتبارات التالية :

- 1 أنواع التفاعلات والإنزيمات الخاصة لكل تفاعل وصنفت إلى ست أصناف رئيسية
  - 2 يتكون اسم الإنزيم من جزئين يعطي الجزء الأول من الاسم دلالة على المادة او المواد التي تعمل عليها الإنزيم، اما الجزء الثاني من الاسم فينتهي بالقطع (ase).
  - 3 اعطي لكلا إنزيم رقم خاص به يشير الحرف الأول من الرقم إلى صنف الإنزيم class والحرف الثاني من الرقم الى تحت الصنف sub class والحرف الثالث من الرقم الى تحت تحت الصنف sub sub class اما الحرف الرابع من الرقم فيشير الى اسم الإنزيم.

\*سوف نقوم بدراسة الأصناف الستة للأذى مع بعض الأمثلة التوضيحية

## Oxidoreductases -1

يقع ضمن هذا الصنف الأنيزيمات التي تساعد في تفاعلات الأكسدة والاختزال بين مادتين من المواد التي يعمل عليها.

## **Transferases -2**

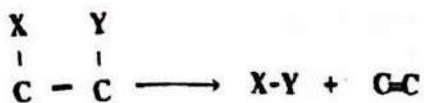
يشمل هذا الصنف الأنزيمات التي تقوم بدور العامل المساعد بنقل مجموعة ما ( عدا الهيدروجين ) بين زوج من المواد التي يعمل عليها الأنزيم.

## Hydrolases -3

يقع ضمن هذا الصنف الأنزيمات التي تقوم بدور العامل المساعد في تحليل الأستر والببتيدات وال $c\text{-}c$ , glycosyl, acid-anhydride, الاوامر الموجودة بين N-P.

## **Lyases -4**

يقع ضمن هذا الصنف الأنزيمات التي تقوم بدور العامل المساعد في إزالة مجاميع من المادة التي يعمل عليها الأنزيم بحيث تؤدي إلى تكوين أواصر مزدوجة .



وتشمل الانزيمات التي تعمل على اواصر الـ  $C-C$  و  $C-O$  و  $C-N$  و  $C-S$

### isomerases -5

يشمل هذا الصنف جميع الانزيمات التي تساعد في تحويل وتكوين المركبات المتشابهة في التركيب وال مختلفة في الخواص.

### Ligases -6

يشمل هذا الصنف من الانزيمات تلك التي تساعد في ربط مركبين مع بعضهما على حساب تحليل اصرة بايروفوسفات الموجودة في ال ATP او الموجودة في أي مركب اخر مشابه له غني بالطاقة، يحتوي هذا الصنف على الانزيمات التي تساعد في تكوين الاواصر التالية  $C-S$ ,  $C-C$ ,  $C-O$ ,  $C-S$ .

### Mechanism of Enzyme Action \*ميكانيكية عمل الانزيم

لا تعرف الميكانيكية الدقيقة لعمل أي انزيم لحد الان ولالقاء الضوء على عمل الانزيم فقد تم استعمال تفاعلات نموذجية مشابهة للتي تحدث داخل الخلية باستعمال عامل مساعد غير انزيمي ، ولقد وجد ان بإمكان الحوامض (تهب البروتونات) والقواعد (تأخذ البروتونات) من الإسراع في الكثير من التفاعلات العضوية كتحلل الاسترات وتحلل المركبات التي تحتوي على فوسفات واضافة جزئية ماء الى مجاميع الكاربونيبل او اخذ جزئية ماء من الكحولات ليتخرج مركبات غير مشبعة ومن المعروف ان بعض الانزيمات تحتوي على مجاميع تهب البروتونات مثل  $NH_2$  و  $COO$  ، وتوجد طريقة أخرى لدراسة ميكانيكية الانزيمات بواسطه التعرف على المجاميع الموجودة في الموقع الفعال للانزيمات والتي قد تكون مسؤولة في المساعدة في عمل الانزيمات . طريقة ثالثة لدراسة ميكانيكية الانزيم هي دراسة تركيب المركب المعقد الناتج من اتحاد الانزيم والمادة التي يعمل عليها.

## النيوكليوتيدات والأحماض النووية

تعتبر النيوكليوتيدات الوحدات البنائية للأحماض النووية وهي تشارك في إلية عمل نقل المعلومات الوراثية كذلك تقوم بنقل الطاقة الكيميائية من التفاعلات التي تنتج الطاقة إلى تفاعلات أخرى تحتاج للطاقة وكذلك تشارك النيوكليوتيدات في تفاعلات التحليق المختلفة وقسم آخر يعمل كمرافقات إنزيمية.

### \*مكونات النيوكليوتيدات Components of Nucleotides

عند التحلل الكامل للنيوكليوتيدات نحصل على 1- قاعدة نتروجينية 2- سكر خماسي 3- حامض فسفوريك

### \*القواعد النتروجينية

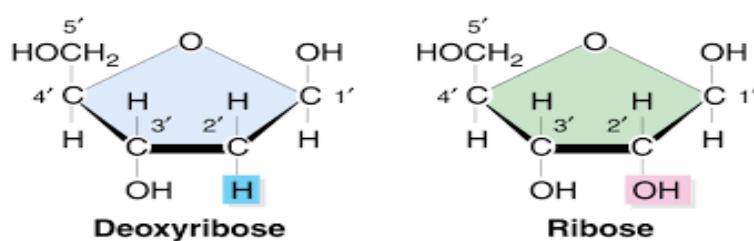
تحتوي النيوكليوتيدات على نوعين من القواعد النتروجينية وهي عبارة عن مشتقات المركبات الحلقة غير المتتجانسة وهذين النوعين هما pyrimidine and purine Bases . توجد ثلاثة قواعد بيريميدين شائعة الوجود في الأحماض النووية وهي اليواسيل Uracil ، الثيامين Thymin ، سايتوسين Cytosine و اختصاراً تكتب هذه القواعد باستعمال الحرف الأول (U,T and C) ) ، يوجد Uracil في

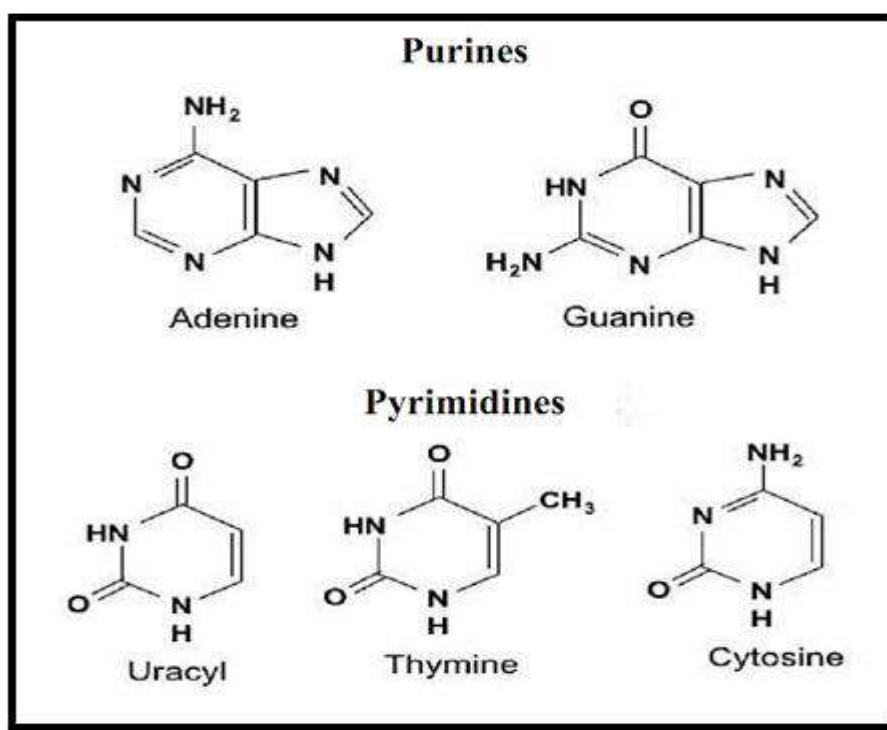
فقط بينما يوجد Thymin في (DNA) فقط بينما RNA في كل من Cytosine ، أما بالنسبة لليورين فيوجد نوعين لهما هي الأدينine adinine ويختصر (A) والكونين Guanine ويختصر (G) يوجد الأدينine والكونين في كل من DNA, RNA بالإضافة إلى القواعد المذكورة سابقاً وكما مبين في الشكل ( 1-7 ) .

لا تذوب القواعد البيريميدينية والبيورينية بالماء نسبياً وتمتص الأشعة فوق البنفسجية على طول موجي قدره 260 نانومتر ويستفاد من هذه الخاصية في التحليل الكمي للنيوكليوتيدات في الأحماض النووية .

### \*السكريات الخماسية في الأحماض النووية The pentose components

يوجد نوعين من السكريات الخماسية في النيوكليوتيدات الأول D-ribose دي رايبوز والثاني دي اوكتسي رايبوز deoxy ribose (D-ribose) يوجد الأول في النيوكليوتيدات المشتقة من RNA أما الثاني (deoxy ribose) يوجد في النيوكليوتيدات المشتقة من DNA

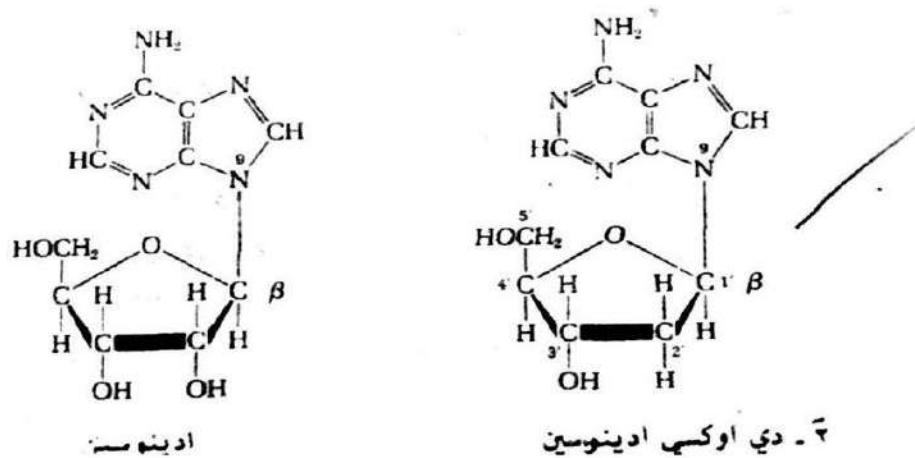




((الشكل يوضح قواعد البيريميدين والبيورين الأساسية))

### \*النيوكليوسيدات Nucleosides

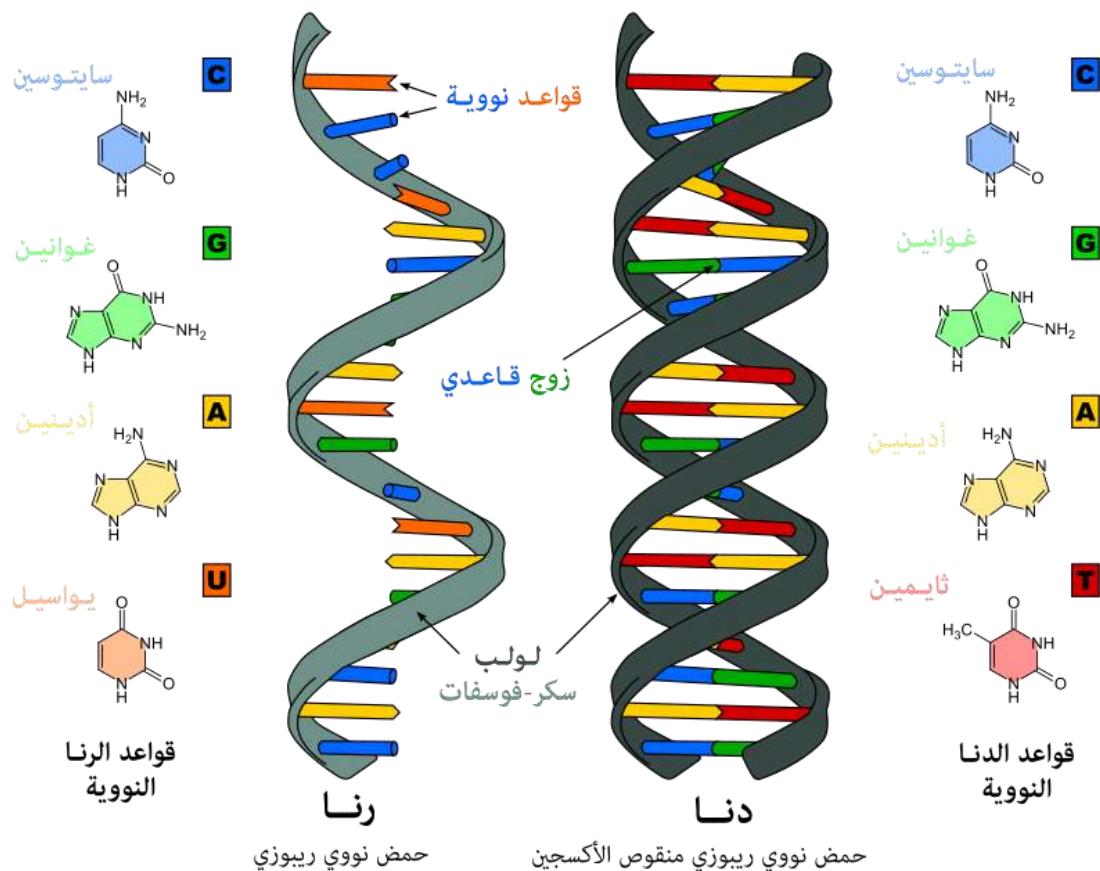
تتكون النيوكليوسيدات من قواعد البيريميدين او البورين التي تكون مرتبطة مع الرابيوز او مع ال دي اوكتي رابيوز بواسطة اصارة N-glycosyl و ت تكون الأصلة بين ذرة النتروجين الأولى من البيريميدين او ذرة النتروجين التاسعة من البيورين مع ذرة الكاربون الأولى للسكر الخماسي . توجد النيوكليوسيدات على هيئة الفا وبهذا نسبة الى ارتباط مجموعة الهيدروكسيل المتصلة بذرة الكاربون الأولى في السكر الخماسي ( اذا كانت مجموعة الهيدروكسيل الى الأعلى يكون السكر الخماسي من نوع بيتا، و اذا كانت الى الأسفل يكون السكر الخماسي من نوع الفا)، لكن جميع النيوكليوسيدات التي تم الحصول عليها من الأحماض النوويية تكون على هيئة بيتا

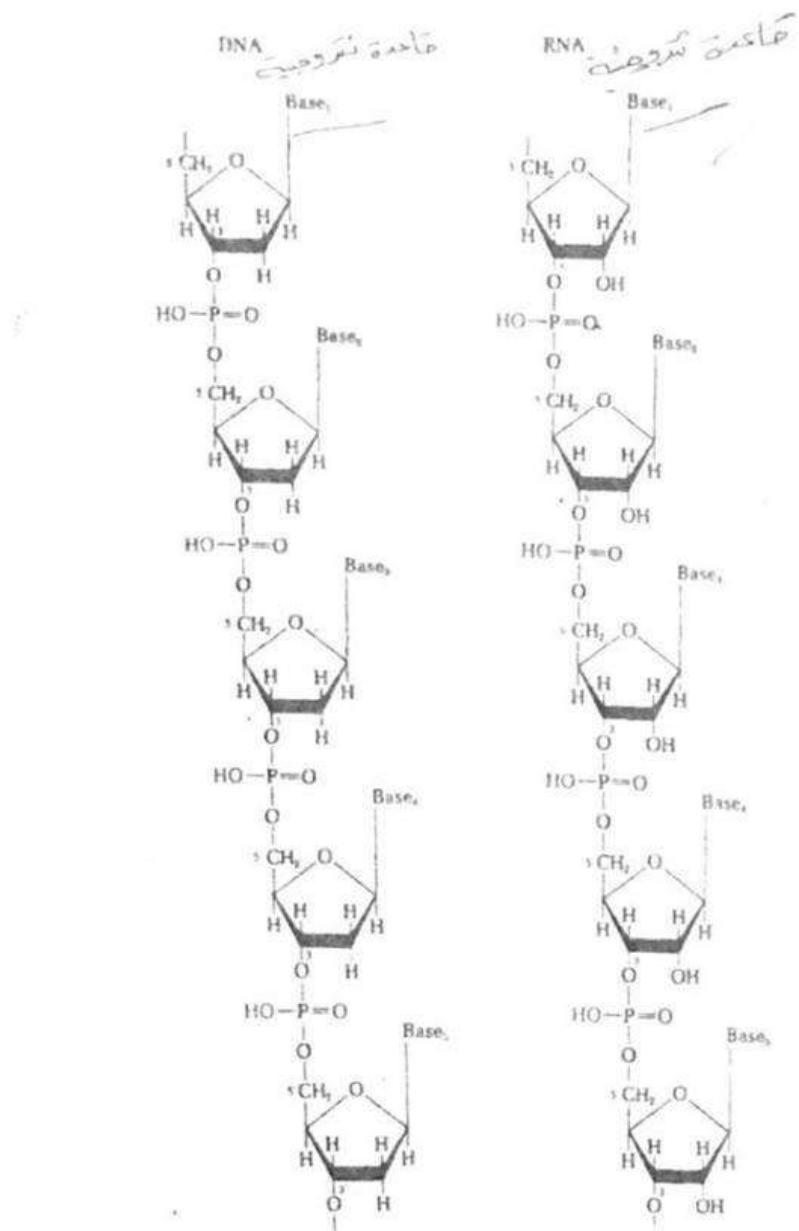


شكل (٢ - ٤) تركيبان ممثلان لنيوكليوسيدات

## \*الأحماض النووية (النيوكليوتيادات المتعددة) Nucleic acid (polynucleotides)

تعتبر النيوكليوتيادات الأحادية الوحدات البناية لسلسلة النيوكليوتيادات المتعددة polynucleotides والتي تزيد عدد وحداتها عن عشرة وتحتوي على السكر الخماسي من نوع دي اوكتي رايبوز تسمى حامض دي اوكتي رايبونيكليك deoxyribonucleic acid ويختصر DNA ، اما اذا كان السكر الخماسي من نوع رايبوز فيسمى حامض نووي رايبوزي ribonucleic acid ويختصر RNA كما موضح في الشكل (5-7). تم عزل ودراسة من الحيوانات المنوية للأسماك ومن الخلايا المتقدمة والتي تكون عادة غنية جداً بالDNA. في الخلايا بدائية النواة prokaryotic cells وهي الخلايا البسيطة التي تحتوي على كروموسوم واحد وتشمل البكتيريا والاسنات يوجد DNA على شكل خيطين طويلين ملتفين حول بعضهما بشكل حلزوني double strands وله وزن جزيئي يزيد على 2000.000.000 ويكون 1% من وزن الخلية ، اما في الخلايا حقيقة النواة eukaryotic cells وهي خلايا النباتات والحيوانات المتقدمة والتي تحتوي على عدة كروموسومات فان DNA يكون عادة مرتبطة مع البروتينات القاعدية مثل الهستونات histones والبروتامينات protamines. والDNA من مصادر مختلفة يختلف في التركيب والوزن الجزيئي ونسبة النيوكليوتيادات المختلفة باختلاف أنواع الكائنات الحية.





شكل (٤-٧) تركيب البوكلوريدات المتعددة في الـ DNA وـ RNA ، يعطى ان الاشتراط بين جزئي توكيلوند يكون بواسطة جسر فوسفوري ثالث الابتر ينتمي بين مجموعة المبادركبيل - ٣ توكيلوند ومجموعة المبادركبيل - ٥ توكيلوند التي تليها .

## \*الحامض النووي الريبيوزي Ribonucleic acid

يكون RNA بين 5-10 م من الوزن الكلي للخلية وهناك 3 أنواع رئيسية من هذا الحامض النووي

mRNA	<b>messenger RNA -1</b>
rRNA	<b>ribosomal RNA -2</b>
tRNA	<b>transfer RNA -3</b>

ولكل نوع من الأنواع الثلاثة وزن جزيئي وتركيب خاص من القواعد النتروجينية وكما موضح في الجدول

جدول (٧) بعض صفات ال RNA العائد للبكتيريا E.coli

النوع	عدد الوحدات	معامل الترسيب S	الوزن الجزيئي
mRNA	٣٠٠٠ - ٧٥	٢٥ - ٦	-٢٥٠٠٠
tRNA	٩٠ - ٧٥	٤	١٠٠٠،٠٠٠
tRNA	١٠٠	٥	٣٠٠٠ - ٢٣٠٠
	١٥٠٠	١٦	٣٥٠٠
	٣١٠٠	٢٣	٥٥٠٠٠
			١١٠٠٠

يحتوي mRNA على القواعد النتروجينية الأربع التالية ( U , G , C , A ) ويتم بنائه بمساعدة الإنزيمات داخل النوية بطريقة بحيث يكون تعاقب القواعد النتروجينية في تركيب متتماما complementary لتعاقب القواعد النتروجينية لخيط واحد من DNA ومن الضروري في هذا المجال توضيح معنى complementary : اذا كان تعاقب القواعد النتروجينية في خيط DNA كالتالي ( U , A , C , G ) وذلك لعدم وجود القاعدة النتروجينية ثيامين ( T ) في تركيب RNA حيث تحل محلها القاعدة النتروجينية اليوراسيل ( U ) وقد وجد في تركيب الاحماس النووي ان مقابل كل A يوجد T في DNA ومقابل كل A يوجد U في RNA ، كذلك مقابل كل C يوجد G في كل من RNA , DNA ويعود سبب ذلك الى ان ثباتية الأحماس النووية تكون على اقصاها عند تكوين ثلاث او اصر هيدروجينية بين كل من C و G واصرتين هيدروجينية بين A و T . بعد ان يتم بناء mRNA داخل النوية ينتقل الى السايتوبلازم . ان تركيب ال mRNA الخاص هو الذي سوف يقرر تعاقب الاحماس الامينية في عملية بناء البروتين وكل جزيئة mRNA تحمل عادة الشفرة ( code ) او المعلومات الخاصة لبناء جزيئة واحدة او اكثر من البروتينات . وتحتوي كل خلية على مئات الجزيئات من mRNA المختلفة .

تكون نسبة rRNA أعلى من بقية أنواع RNA في الخلية ويكون 65% من وزن الرايبيوسومات . والرايبيوسومات عبارة عن حامض نووي متعدد مع بروتين يسمى رايبونوكليوبروتين ribonucleoprotein.

يحتوي rRNA على القواعد النتروجينية الشائعة (A,G,C and U) و يوجد عدد قليل من القواعد النتروجينية غير الشائعة والتي تختلف عن الأولى باحتواها على مجموعة متميلة تكون جزيئات tRNA صغيرة نسبياً وتقوم بنقل الأحماض الأمينية خلال عملية بناء البروتين و يتراوح الوزن الجزيئي tRNA بين 30-23 الف وتحتوي بين 75-90 نيوكلويتيدات أحادية.

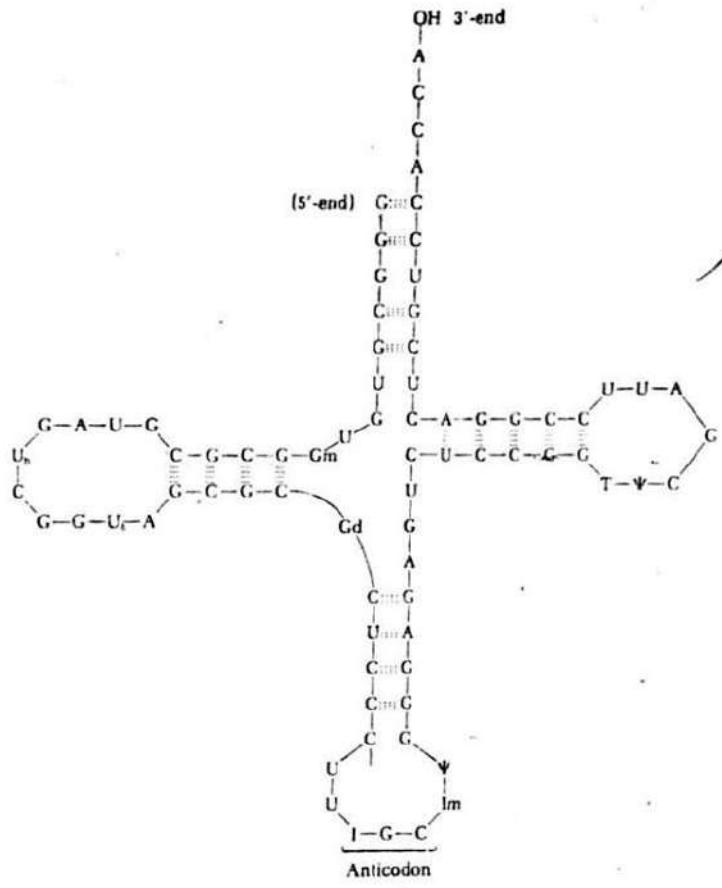
### \* تركيب الأحماض النووية Structure of Nucleic acid

تتكون الأحماض النووية DNA والثلاث أنواع من RNA من سلاسل طويلة تحتوي على وحدات بنائية وهي النيوكليوتيدات الأحادية . ترتبط هذه النيوكليوتيدات الأحادية مع بعضها بواسطة أواصر فوسفاتية ثنائية الإستر phosphate diester linkage ترتبط مجموعة الهيدروكسيل الثالثة في السكر الخامسي للنيوكليوتيد التي تليها كما موضح في الشكل (5-7) . ومن هذا الشكل يتضح أن العمود الفقري للأحماض النووية يتكون من وحدات متبادلة من حامض الفوسفوريك والسكر الخامسي . أما القواعد النتروجينية فتقع في طرف هذا العمود الفقري وتكون مرتبطة مع السكر الخامسي كما في الشكل (6-7).

### \* الصفات البايلوجية للأحماض النووية Structure of Nucleic acids

من الدلائل التي تم الحصول عليها بأن DNA يقوم بنقل المعلومات الوراثية ان كمية وتركيب DNA في أي خلية او أي نوع من الكائنات الحية تكون ثابتة جداً ولا تتغير بتغير الظروف البيئية او نوع الغذاء إضافة الى ذلك ان كمية الـ DNA الموجود في الخلية يتناسب طردياً مع تعقيد الخلية المأخوذ منها اي ان كمية العوامل الوراثية الموجودة في DNA الموجود لخلية معقدة تكون اكبر من تلك الموجودة في DNA لخلية اخرى اقل تعقيداً . ومن الدلائل المهمة الأخرى على ان الـ DNA يقوم بنقل العوامل الوراثية هي اكتشاف ان نسبة القواعد النتروجينية (البيورينات والبيريميدينات) المكونة لـ DNA تكون نفسها للإنسان والنبات والبكتيريا لكن تختلف فقط في نسبتها بين الأنواع المذكورة أعلاه ... من هذا يمكننا القول

- 1- ان نسبة القواعد النتروجينية المكونة لـ DNA تختلف من نوع لآخر من الكائنات الحية
- 2- ان عينات الـ DNA المعزلة من انسجة مختلفة لنفس النوع من الكائنات الحية لها نفس التركيب .
- 3- ان تركيب ونسب القواعد النتروجينية المكونة لـ DNA لا ينبع من الكائنات الحية لا يتغير بالعمر او المستوى الغذائي او تغيرات الظروف البيئية .
- 4- يكون عدد وحدات الادينين مساوياً لعدد وحدات الثيامين اي ان (A=T) كذلك فان عدد وحدات البيراسيل مساوياً للأدينين (U=A) . كذلك يكون عدد وحدات الكوانين Guanine دائماً مساوياً لعدد وحدات السايتوسين (C=G) .



شكل (٦-٧) تمايز القواعد الترجمية في ال RNA الخاص بـ نقل الألانين في الخثة . لاحظ النكـل الذي يـبهـ وـرـةـ الـبـرـيمـ . ولـاحـظـ مـنـقـهـ الـبـرـيكـلـيـرـيـدـاتـ الـلـلـاـلـيـةـ الـمـهـاـ عـكـسـ الشـفـرـةـ anticodonـ يوجدـ ثـلـاثـ اـواـصـرـ مـيـرـجـيـنـةـ بـيـنـ Cـ وـ Gـ وـ اـصـرـينـ مـيـرـجـيـنـيـنـ بـيـنـ Aـ وـ Uـ .

## \*الفيتامينات

تحتاج جميع الكائنات الحية الى كميات كبيرة نسبياً من المواد الغذائية العضوية التي تكون على هيئة سكريات او دهون لتحصل على الطاقة وتحصل على مصدر لذرات الكاربون وهناك حاجة الى الأحماض الأمينية في الغذاء لبناء جزيئات البروتين ومركبات نتروجينية أخرى . اضافة الى ذلك يوجد صنف اخر من المواد الغذائية العضوية التي تكون ضرورية جداً للنمو الطبيعي وعمل وظائف الأنسجة المختلفة ، يدعى هذا الصنف الفيتامينات وتكون الحاجة اليها بكميات قليلة جداً، وعند نقص احد هذه الفيتامينات في الغذاء تظهر اعراض امراض سوء التغذية ويمكن التغلب عليها بإضافة الفيتامينات الى الغذاء . اكتشفت امراض سوء التغذية لأول مرة في الانسان عندما كان مرض scurvy شائعاً بين البحارة البريطانيين بسبب عدم احتواء غذائهم على الحمضيات والخضروات . ان سبب هذا المرض هو نقص فيتامين C او يسمى حامض الأسكوربيك . ومن الجدير بالذكر انه ليس جميع الفيتامينات ضرورية في غذاء الانسان والقردة وخنازير غينيا والخفافش الهندي بينما لا تحتاجه الحيوانات الأخرى لامكانية تصنيعه في أجسامها ، ويوضح الجدول التالي جميع الفيتامينات الضرورية للإنسان .

الصيغة الفعالة  
نوع التفاعل

١- الذائية بالماء	
ثiamine	ثiamin بايروفوسفات
riboflavin	flavinen احادي النيوكليوتيد riboflavin ادينين ثانوي النيوكليوتيد
niacin	flavinen ادينين ثانوي النيوكليوتيد niacytiamide ادينين ثانوي النيوكليوتيد أكسدة - اختزال niacytiamide ادينين ثانوي النيوكليوتيد فوسفات
coenzyme A	حمض البانتوثيك baideroksal baideroksal فوسفات
biotin	baiotin baiotin
vitamin B <sub>12</sub>	vitra haidro حامض فوليك di oksi adenosil kobalamin
liyoyik	hamid liyoyik liyoyik
٢- الذائية بالدهن	
vitamin A	vitamin A
vitamin D	vitamin D
vitamin E	vitamin E
vitamin K	vitamin K

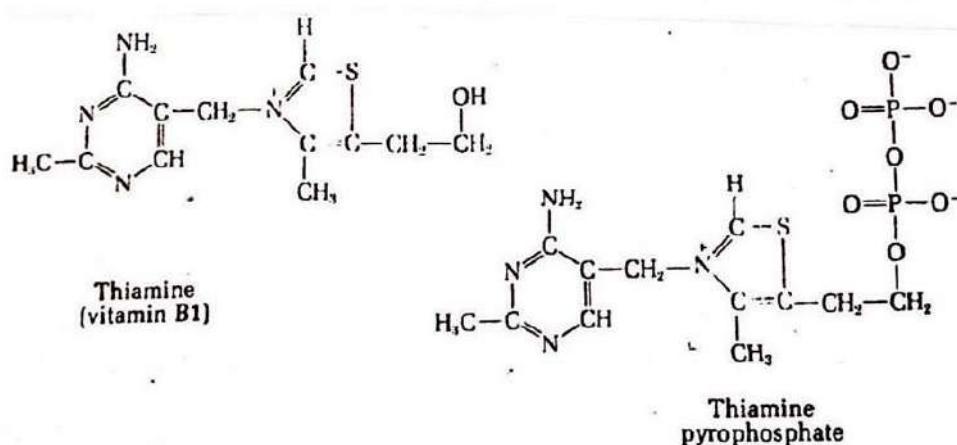
## \*تصنيف الفيتامينات

تقسم الفيتامينات الى مجموعتين الأولى تكون ذائبة بالماء والثانية ذائبة بالدهن وتشمل المجموعة الأولى thiamin , riboflavin , nicotinic , pantothenic acid, pyridoxine , Biotin , folic acid , cyanocobalamin , Lipoic acid , Ascorbic acid . اما الفيتامينات الذائبة بالدهن فتشمل ( E,D,A,K ) وتعرف وظائف هذه الفيتامينات بصورة عامة في الأنسجة .

## \*الثايامين ( Thiamin B<sub>1</sub> )

يعتبر هذا الفيتامين من الفيتامينات الضرورية في غذاء معظم الفقريات ولبعض أنواع الميكروبات نقصه في الغذاء يؤدي الى مرض البري بري ، تعتبر قشور الرز احد المصادر الرئيسية لهذا الفيتامين وكذلك يوجد بكميات كبيرة في الحبوب الأخرى ، يحتوي تركيب الثايامين على حلقتين بيريميدين pyrimidine ، والثايوزول thiazole وكما مبين في الشكل أدناه ، بالنظر للعلاقة الموجودة بين الثايامين وايضاً المواد السكرية فقد افترض وجود علاقة بين الاحتياجات اليومية من هذا الفيتامين وبين كمية المواد السكرية التي يتناولها الإنسان يومياً ، وتقل الاحتياجات اليومية من فيتامين B<sub>1</sub> اذا كان مصدر الغذاء مقتراً على المواد الدهنية والبروتينية . تعتقد حاجة الإنسان اليومية من هذا الفيتامين على حجم الجسم وفعاليته ودرجة حرارة الجو والحالة الفسيولوجية ، إضافة الى قشور الرز يعتبر البيض واللiver، الكبد والقلب، الحبوب والبقوليات من المصادر الجيدة لهذا الفيتامين.

يحتاج الإنسان الأعتيادي ( 1.4-1 ) ملغم في اليوم من الثايامين وتزداد هذه النسبة لكل من النساء الحوامل والمرضعات على التوالي . نقص الثايامين في الغذاء يؤدي إلى اضطرابات في الأعصاب الطرفية والقناة الهضمية، كذلك يؤدي نقصه إلى ظهور اعراض البري بري والتهاب الأعصاب عند الأشخاص المدمنين على الكحول والتهاب الأعصاب عند النساء الحوامل أيضاً.

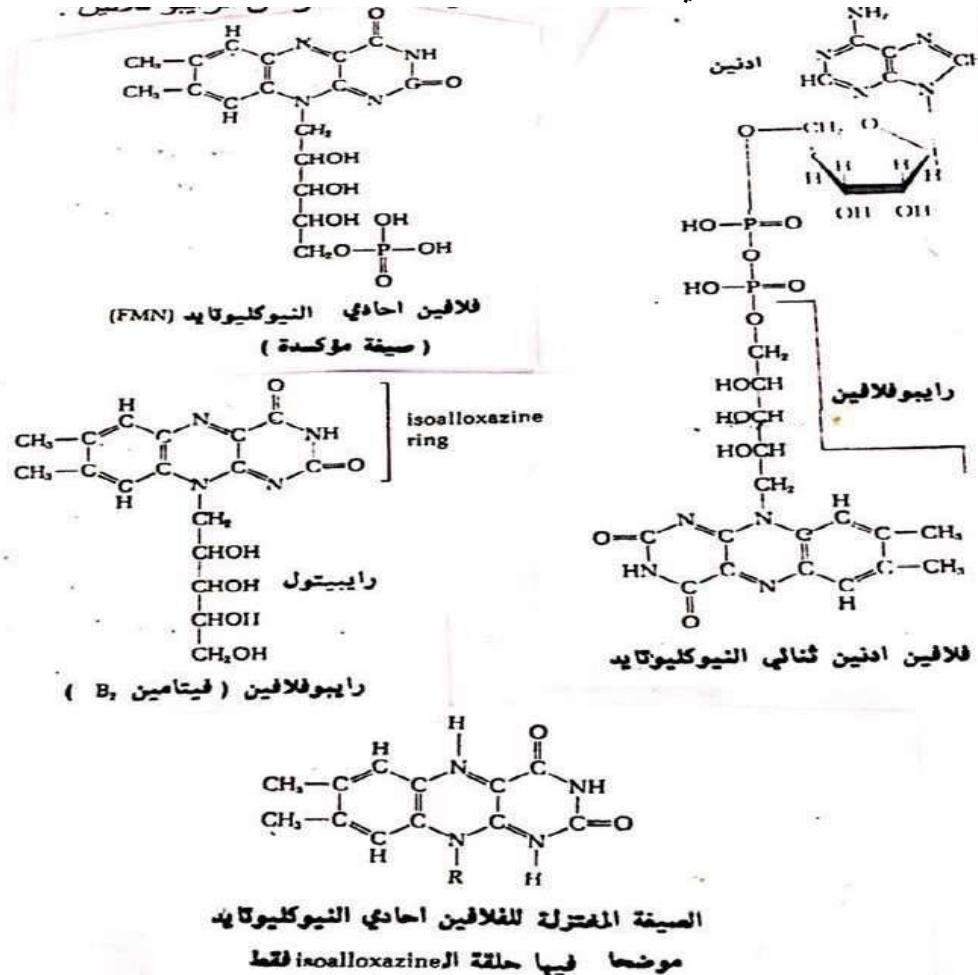


## Riboflavin (vitamin B<sub>2</sub>)

## \*الرايبوفلافين

يكون لون هذا الفيتامين أصفر ويكون من حلقة معقدة التركيب تسمى ايزو الوكسازين isoalloxazine

يدعى رابيبتوول ويعتبر هذا الفيتامين ضروري لجميع الفقريات ، يوجد الرايبوفلافين عالي القيمة الغذائية . يحتوي على مركبات انتزيمية مترافق مع بروتينات الـ FMN (Flavin mononucleotide) والـ FAD (Flavine adenine dinucleotide) . ويختصر FDA . ويشارك في تفاعلات الأكسدة والأكسدة ويرتبطان بقدرة الأنزيمات على التفاعل بتأثير الأكسدة . ويختزل مركب الأنزيم بصورة عكسية ، يكون لون مركب الأنزيم المتأكسد أصفر بينما لون الصبغة المختزلة أبيض . نقص الرايبو فلافين في الغذاء يؤدي إلى تشاقق أو تقرح الشفاه وكذلك إلى ظهور تشقوفات في زوايا الفم Cheilosis وظهور بقع على الوجه فيها قشور والتهابات اللسان حيث يصبح ناعم الملمس ويميل لونه إلى الأحمرار يحتاج الرجل بين 1.3-1.5 ملغم يوميا من الرايبوفلافين يوميا بينما تحتاج المرأة 1.2-1.3 ملغم في اليوم وتزداد هذه الكمية للنساء الحوامل والمرضعات على التوالي من المصادر الجيدة لهذا الفيتامين الحليب، البيض، الحبوب، الأوراق الخضراء (الخس السلق، اللهاة) و مختلفة أنواع اللحوم . لا تعتبر الأسماك من المصادر الغنية بهذا الفيتامين بينما لا تحتوي، الفاه كله على كميات تذكر من الرايبوفلافين



شكل ١٠ - ١) الريوفلافيں واشكاله من صفات الازم

## \*حامض النيكوتينيك

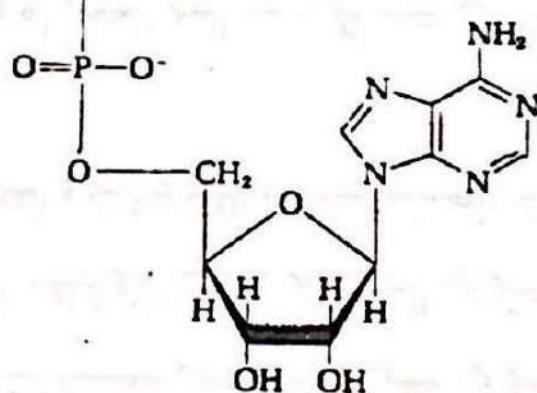
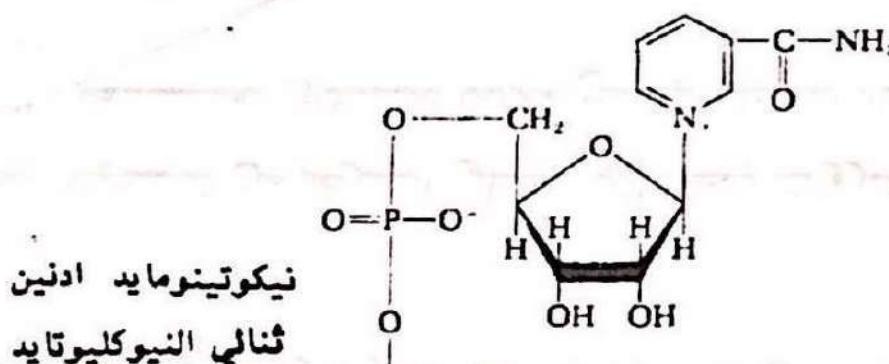
### Nicotinic acid

نقص Nicotinic acid في الغذاء يؤدي إلى الأصابة بالبلاكرا واللسان الأسود وقد اعطي لـ Nicotinic acid اسم اخر وهو النياسين Niacin ويوجد لهذا الفيتامين هيتين مترافق الأنزيم

الأولى: نيكوتيناميد ادين ثانوي النيوكليوتيد (NAD) dinucleotide

الثانية: نيكوتيناميد ادين ثانوي النيوكليوتيد فوسفات (NADP) . adenine dinucleotide phosphate

يحتاج الرجل (14-20) ملغم من النياسين في اليوم وتحتاج المرأة بين (13-15) ملغم في اليوم . تعتبر الخميرة والكبد واللحوم الحمراء ولحم الدجاج والفول من المصادر الغنية بهذا الفيتامين وجـد ان هناك علاقة بين النياسين والحامض الأميني المسمى التربوفان ، حيث لوحظ ان جسم الإنسان يتمكن من تخليق هذا الفيتامين بكميات قليلة نسبيا من التربوفان . وعلى هذا الأساس اذا كان الغذاء محتوا على بروتين غني بالتربيوفان وفقير بالنياسين فان قسم من التربوفان سوف يتحول الى النياسين ويسد جزء من حاجة الجسم اليه وقد وجـد ان كل 60 ملغم من التربوفان تكون ا ملغم من النياسين من هذا يتبيـن ان الجسم لا يتمكن مـن الاعتماد كليا على التربوفان كمصدر وحيد للنياسين .



ترتبط مجموعة الفوسفات في هذا الموقع لتكوين

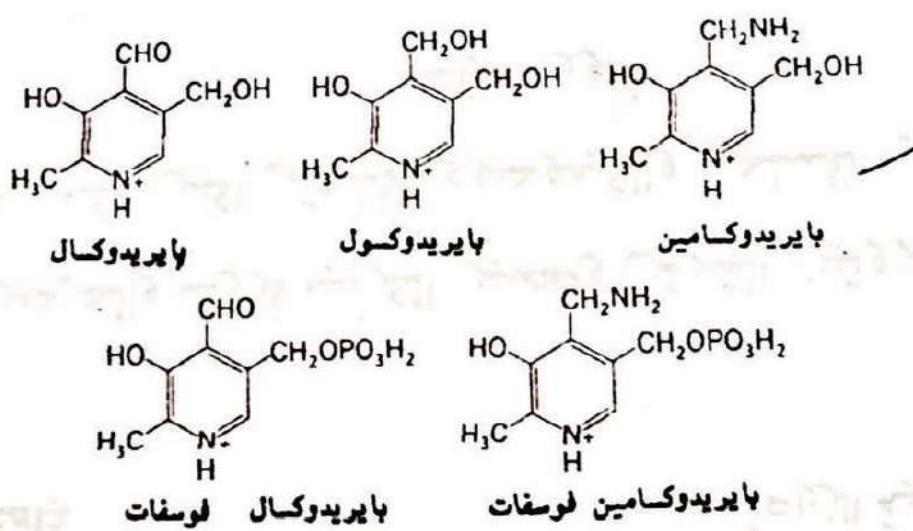
$\text{NADP}^+$

## \*حامض الباتنتوئينيك pantothenic acid

يعتبر هذا الفيتامين ضرورياً لتنمية الحيوانات والنباتات والبكتيريا والخمائر والأنسان . يوجد حامض الباتنتوئينيك في الخلايا الحيوانية كجزء من المراقب الأنزيمي المسماً بـ coenzyme A ويختصر CoA SH . لـ CoA SH دور أساسي في عمليات الأيض المختلفة . نقص حامض الباتنتوئينيك في الغذاء يؤدي إلى تغير لون الجلد الطبيعي وتخن وتفسر الجلد وتساقط الشعر وظهور بقع خالية من الشعر في أماكن مختلفة من الجسم تتأثر غدة الأدرينالين بنقص هذا الفيتامين حيث يتلف الغشاء الخارجي لهذه الغدة مؤدياً إلى التزف ويصاحب ذلك اقبال الشخص على تناول املاح بكثرة لا تعرف بالضبط حاجة الإنسان اليومية من هذا الفيتامين لكنها تقدر بأكثر من 5 ملغم . يوجد حامض الباتنتوئينيك بكثرة في صفار البيض ، الكبد، الخميرة، الخضروات الطازجة، ويعتبر حليب الفرز ولحم الأبقار ، الحبوب، البطاطا، الطماطم، القرنابيط، الذرة ، الرز من المصادر الجيدة لهذا الفيتامين.

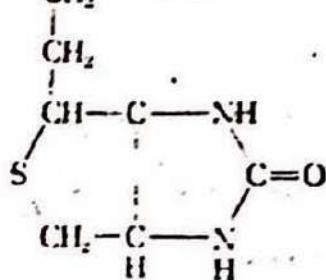
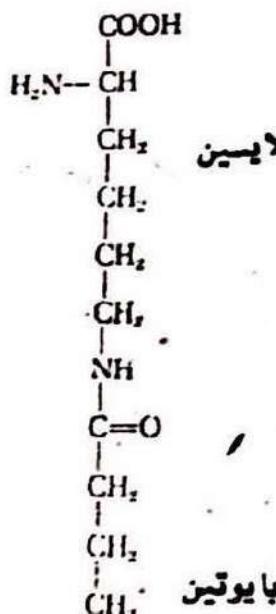
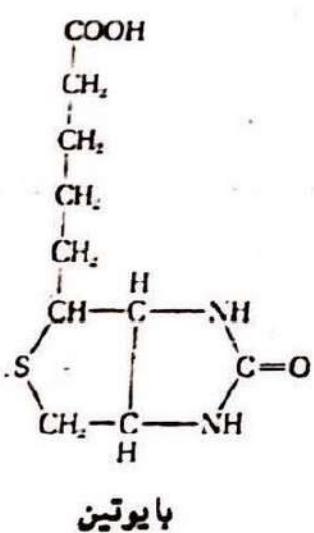
## البايريدوكسين pyridoxine (vit B<sub>6</sub>)

اطلق على هذا الفيتامين عند اكتشافه لأول مرة بأنه العامل الذي يمنع مرض البيلاكرا في الفئران . يوجد ثلاثة أنواع من هذا الفيتامين وهي البايريدوكسول pyridoxol ، البايريدوكسامين pyridoxamine ، البايريدوكسال pyridoxal وكما موضح في الشكل أدناه . لا تعرف بالضبط الحاجة اليومية للإنسان من هذا الفيتامين لكنها تقدر بين (1.4\_2) ملغم في اليوم وتزداد الحاجة إليه في حالات الحمل والرضاعة عند النساء ويعتقد أن الحاجة تزداد أيضاً بتقدم العمر وحالات عجز القلب . نقصه يؤدي إلى اضطرابات في الجهاز العصبي خاصة في الأطفال ينتشر هذا الفيتامين انتشاراً واسعاً في الطبيعة ويوجد بكثرة في الكبد واللحوم والأسماك وخميرة البيرة وصفار البيض والخس والخضروات والموز والليمون .



## \*البايوتين Biotin

عرف هذا الفيتامين بقابليته في منع احد الامراض سوء التغذية الذي ينتج عن التغذية بكميات كبيرة من زلال البيض للحيوانات والانسان ومن المعلوم ان بياض البيض يحتوي على البروتين المسمى ( avidine افدين) الذي باستطاعته ان يرتبط بشكل خاص وبقوة بالبايوتين وبالتالي يمنع امتصاصه من القناة الهضمية ( يقلل من التوافر الحيواني للبايوتين ) ، يوجد البايوتين بكثرة في الكبد والخميره وكذلك يوجد الشوكولاته وفستق الحقل والحليب وصفار البيض و الكبد و معظم الخضراء والمز و الشليك . يتصل البايوتين بالحمض الأميني المسمى لايسين الموجود في بعض الأنزيمات والتي لها علاقة في تكوين واستهلاك ثاني أوكسيد الكاربون  $\text{CO}_2$  . ان مشتق البايوتين مع اللايسين يسمى بايوستين.



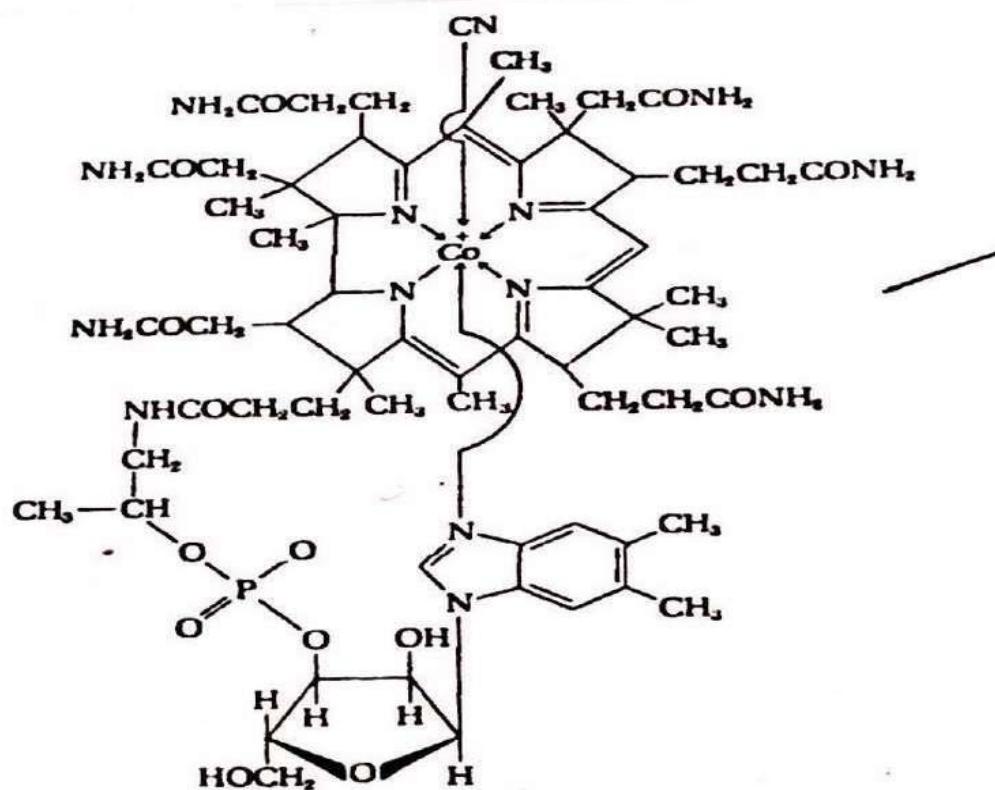
بايوستين

## \*حامض الفوليك Folic acid

يدخل حامض الفوليك ضمن المركبات المشتقة من الفولاتين Folacin . نقص حامض الفوليك في الغذاء يؤدي الى حدوث نوع خاص من فقر الدم الذي يتميز بوجود كريات دم حمراء كبيرة وكذلك تراكم كريات دم حمراء غير مكتملة النمو في نخاع العظم . قلما تحدث حالات نقص ال folic acid في الانسان وذلك لأن البكتيريا الموجودة في الأمعاء تتمكن من تخليق هذا الفيتامين ، لكن قد تحدث حالات نقص حامض الفوليك في الانسان نتيجة وجود خلل في امتصاصه من قبل الأمعاء او بسبب الحاجة المتزايدة له من قبل

### \*السيانوكوبلامين ( vitaminB<sub>12</sub>)

هذا الفيتامين يكون لونه احمر عزل لأول مرة عام 1948 من الكبد كمركب احمر اللون يحتوي على الكوبالت والفسفور . يعتبر هذا الفيتامين ضرورياً لنمو و عمل جميع خلايا الجسم خاصة الخلايا الموجودة في نخاع العظام وخلايا الجهاز العصبي والهضمي . نقص فيتامين B<sub>12</sub> في الغذاء يؤدي الى مرض فقر الدم المسمى pernicious الذي يتميز بوجود كريات دم حمراء كبيرة الحجم . كذلك يؤدي نقصه الى احمرار اللسان ويصبح ذو ملمس ناعم وظهور تقرحات في الجلد الشوكي والأعصاب الطرفية كذلك فان نقص هذا الفيتامين يؤدي الى ظهور حالة مرضية تدعى achlorhydria والتي تتميز بخلو العصارة المعدية من حامض الهيدروكلوريك HCl . يحتاج الإنسان البالغ الى 5 مايكروغرامات من هذا الفيتامين يومياً ويوجد بكثرة في مصادر البروتين الحيوياني يعتبر الكبد والكلى من اغنى مصادره كذلك تعتبر اللحوم والأسماك والحليب والجبن والبيض من المصادر الجيدة لهذا الفيتامين . لا تحتوي الأنسجة النباتية على هذا الفيتامين .



سیانو کوپالامین

## \*حامض الأسكوربيك Ascorbic acid (vitamin c)

تمكن جميع النباتات ومعظم الحيوانات ( عدا خنزير غينيا والأنسان) من تخليق حامض الأسكوربيك ويعود سبب ذلك إلى افتقار كل من خنزير غينيا والأنسان إلى وجود أحد الأنزيمات المهمة في تخلق هذا الفيتامين والمسمى gluconoxidase. عرف مرض الأسقربوط الناتج عن نقص حامض الأسكوربيك في الغذاء . ويتميز هذا المرض بحدوث نزيف وورم وتغيرات فسيولوجية في اللثة والأسنان . لا تعرف جميع الوظائف الバイولوجية لحامض الأسكوربيك بالضبط لحد الان . الا ان اكسدة حامض الأسكوربيك الى ديهيدروحامض الأسكوربيك يشير الى ان له دور في تفاعلات الأكسدة والاختزال التي تحدث في الجسم. يساعد حامض الأسكوربيك في امتصاص الحديد من القناة الهضمية ويسرع في عملية التئام الجروح التي تشمل تكوين انسجة رابطة جديدة وذلك بتحويل البروتين الى هيدروكسي بروتين خلال تخلق الكولاجين والألاستين . يحتاج الرجل البالغ الى 60 ملغم في اليوم من هذا الفيتامين وتحتاج المرأة الى 55 ملغم في اليوم وتزداد هذه الكمية خلال الحمل والرضاعة ويحتاج الطفل الى 40 ملغم في اليوم والرضيع الى 35 ملغم في اليوم. تعتبر الحمضيات من اغنى المصادر لحامض الأسكوربيك على الأطلاق . تحتوي الطماطة واللهاهه والقرنابيط على كميات لابأس بها من هذا الفيتامين.

## \*الفيتامينات الذائبة بالدهن Fat Soluble vitamins

وتشمل فيتامينات (E,D,A,K) ولجميع هذه الفيتامينات صفة مشتركة وهي ان اصلها يعود الى المركب **(isopernoid)** ايسوبيرنونيد

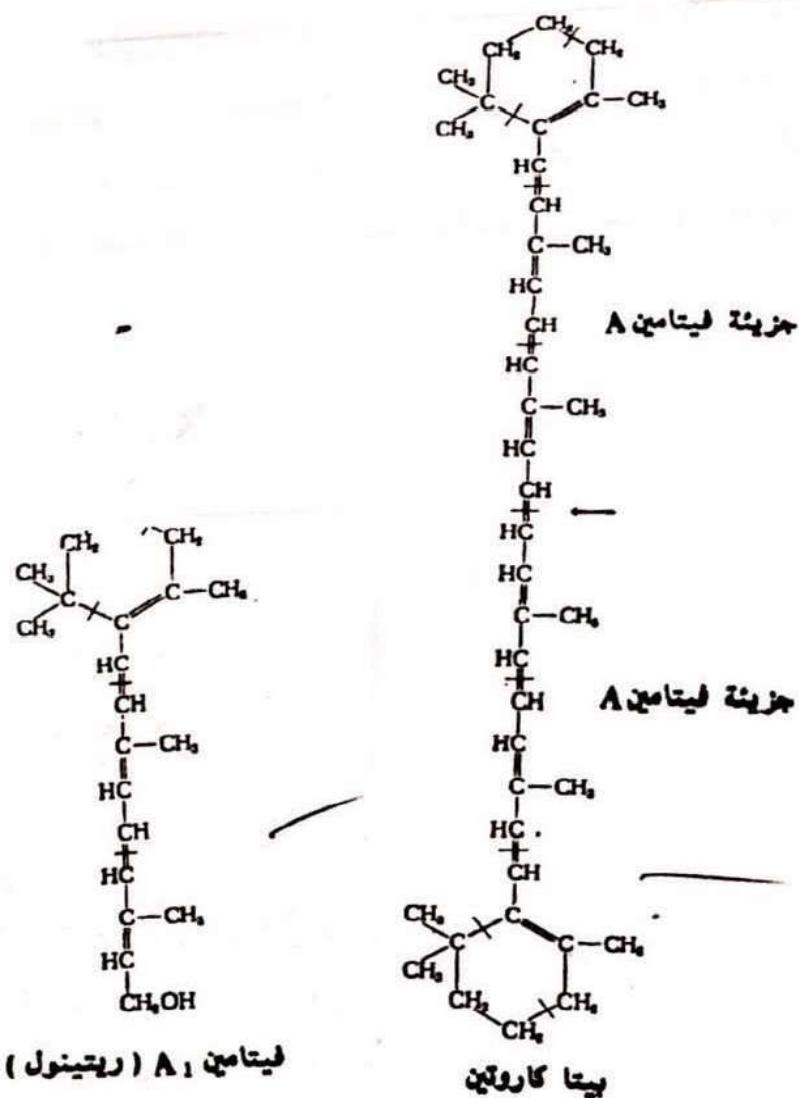
## \*فيتامين A vitamin A

يشتق فيتامين A من المركب المسمى بيتا كاروتين ( او حامل فيتامين A ) وتحتوي كل جزيئة من البيتا كاروتين على جزيئتين من فيتامين A يوجد عدة أنواع من هذا الفيتامين فمثلا هناك فيتامين A<sub>1</sub> والذي يسمى بالريتینول retinol ومشتقه الأدヒايد الذي يسمى فيتامين A<sub>1</sub> الديهيد او يطلق عليه ريتينال retinal . كذلك يوجد فيتامين A<sub>2</sub> الذي تكون قوته قوته 40% من فيتامين A<sub>1</sub> ، يقوم الأنزيم oxygenase الموجود في الغشاء المبطن للأمعاء الدقيقة بتحليل جزيئة البيتا كاروتين في الوسط لينتج عن ذلك جزيئتين من فيتامين A<sub>1</sub> الديهيد او الريتینال والذي يختزل بدوره الى فيتامين A<sub>1</sub> او الريتینول بواسطة الأنزيم الكحول ديهيدوجينز . يتم تخلق الأنواع المختلفة من الكاروتينات ( الف، بيتا، كاما) من قبل النباتات فقط ، اما الحيوانات فلا تتمكن من ذلك. لا تعرف بالضبط جميع الوظائف الバイولوجية بصورة كاملة لهذا الفيتامين، كذلك لا يعرف مصدره ومشتقاته في الجسم . لكم من المعروف عنه بأنه يقوم بحمل الصبغات التي تساعد على الرؤية والتي تتكون من اتحاد الريتینال مع البروتين المسمى opsin لتكوين صبغة الرؤية rhodopsin نقص فيتامين A يؤدي الى الأصابة بمرض العشو الليلي بعد ذلك تفقد الأغشية المخاطية قابليتها على افراز المادة التي ترطب الجفن مما يؤدي الى حدوث الالتهابات في الجفن والمراحل المتقدمة من نقص هذا الفيتامين تؤدي

إلى العمى الكامل ويطلق على هذه الحالة المرضية Xerophthalmia والتي تعني العيون الجافة .

احتياجات الجسم من vit A بين 1500 وحدة عالمية للطفل الرضيع إلى 5000 وحدة عالمية للبالغين ( الوحدة العالمية الواحدة تكافئ 0.3 مايكروغرام من الريتينول و 0.6 مايكروغرام من البيتا كاروتين ) تحتاج المرأة الحامل إلى 600 وحدة عالمية في اليوم بينما تحتاج المرأة المرضع إلى 8000 وحدة عالمية في اليوم .

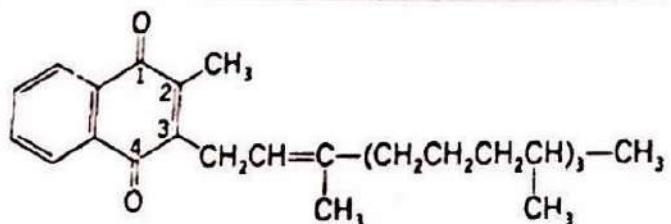
تناول كميات كبيرة من هذا الفيتامين 50000\_100000 وحدة عالمية في اليوم ولمدة طويلة يؤدي إلى التسمم بفيتامين A ، من اعراض هذا التسمم الم في جمجمة الطفل ، تساقط الشعر ، اوجاع في الرأس والغثيان . يعتبر الجزر والبطاطا الحلوة والممشمش من المصادر الغنية بهذا الفيتامين . يحتوي الحليب ، الزبد ، البيض ، الكبد ، زيت السمك على كميات كبيرة من فيتامين A.



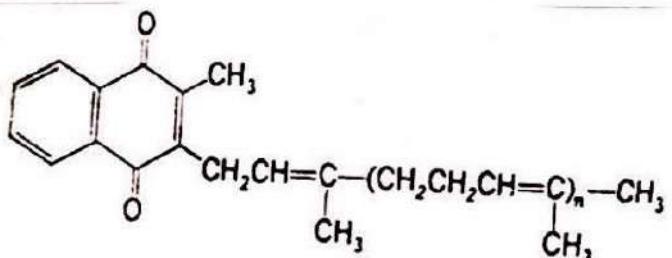
## **\*فیتامین K    vitamin k**

عزل فيتامين K من الجت لأول مرة . لا تعرف بالضبط التفاعلات الحيوية التي يشارك بها هذا الفيتامين لحد الان لكنه مهم في عملية تخثر الدم ووجود كميات كافية من هذا الفيتامين تكون ضرورية للحفاظ على المستوى الطبيعي للانزيم المسمى بروثرومبين prothrombin وثلاثة عوامل أخرى مهمة في عملية التخثر وهي {VII, X, IX} ويعتقد ان لهذه عوامل الثلاثة طبيعة بروتينية هناك اعتقاد غير مؤكد بان فيتامين K يساعد في تخلق البروثرومبين في الكبد . تتم عملية تخثر الدم بصورة مختصرة كالتالي: تتحول الصيغة الغير فعالة من انزيم البروثرومبين الى الصيغة الفعالة المسماة ثرومبين Thrombin بمساعدة العوامل الثلاثة المذكوره أعلاه . يعتبر الثرومبين من الانزيمات المحللة للبروتينات . يقوم بعد ذلك الثرومبين بالمساعدة في تحويل الفايبرونوجين الى البروتين الذي تتكون منه خثرة الدم المسمى فايبرين Fibrin .

تعتبر النباتات مصدراً جيداً لفيتامين K، أما مجموعة فيتامين K<sub>2</sub> فتقوم البكتيريا الموجودة في الأمعاء بتكوينها. ينتشر K<sub>2</sub> انتشاراً واسعاً في الطبيعة ويوجد في الخضروات بصورة عامة خاصة ذات الأوراق الغامقة الأخضرار كالسبانخ والسلق واللهاة وبناء على ذلك فمن غير المألف حدوث حالات نقص فيتامين K بصورة عامة في الحيوانات ومنها الإنسان. إلا أن تناول المضادات الحيوية لفترات طويلة يؤدي إلى تثبيط نمو هذه البكتيريا الموجودة في الأمعاء أو قتلها وبالتالي يؤدي إلى خفض مستوى فيتامين K في الدم مما يؤدي إلى إطالة فترة تخثر الدم أو النزف المستمر.



فيitamin



## K<sub>2</sub> مجموعه فيتامينات

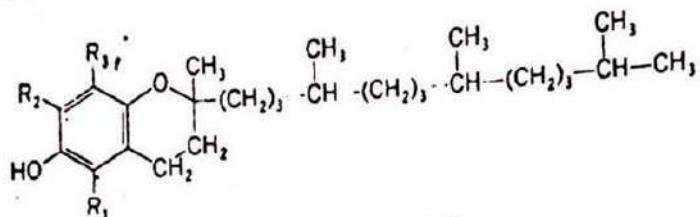
## الفاتوكوفيرول vitamin E

عرفت أهمية فيتامين E او الألفاتوكوفيرول كعامل مهم في الغذاء حيث وجد انه يؤثر على تكاثر الفئران ولهذا السبب اطلق عليه (عامل ضد العقم) ولا توجد دلائل تشير الا ان هذا الفيتامين علاقة بتكاثر الانسان ، توجد عدة أنواع من فيتامين E وهي الفا ، بيتا ، كاما ، دلتا توکوفيرول توجد هذه الأنواع الأربع في الطبيعة غير ان الألفا توکوفيرول هو اكثر الأنواع فعالية والوحيد الذي يعتبر وجده في الغذاء ضروري . تقدر الفعالية الバイولوجية النسبية لكل من البيتا والكاميرا توکوفيرول ب 25,9 على التوالي من الفعالية الバイولوجية للألفا توکوفيرول الذي يعتبر كأساس للمقارنة . تختلف اعراض نقص الألفا توکوفيرول بأختلاف أصناف الحيوانات فمثلا تنخفض او تتعدم نسبة الأخصاب في ذكور الفئران،اما اناث الفئران فقد تحمل لكن الجنين يموت ويتمتص من قبل الرحم ، وتضمر العضلات فـي الارانب وخنازير غينيا ، وتأثر الدورة الدموية للدجاج بنقص الألفاتوكوفيرول . اما في الانسان فام تلاحظ لحد الان علامات واضحة ومحددة على نقص الألفاتوكوفيرول.

يعتبر كذلك الألفا توکوفيرول (Vit E) من العوامل القوية المضادة للاكسدة يحتاج الطفل الى 5 وحدات عالمية من فيتامين E ويحتاج الرجال والنساء الحوامل والمرضعات الى 30 وحدة عالمية في اليوم ، تحسب حاجة الجسم من الألفا توکوفيرول (بضرب وزن الجسم  $\times$  1.25)، يوجد Vit E بكثرة في المحاصيل الزيتية ويعتبر فول الصويا من اغنى مصادره على الاطلاق كذلك يوجد في البيض والكبد.

### فيتامين E (الفاتوكوفيرول)

Vitamin E



فيتامين E

الفاتوكوفيرول  $R_1, R_2, R_3 = CH_3$

بيتا توکوفيرول  $R_1, R_3 = CH_3$  and  $R_2 = H$

كاميرا توکوفيرول  $R_1, R_2 = CH_3$  and  $R_3 = H$

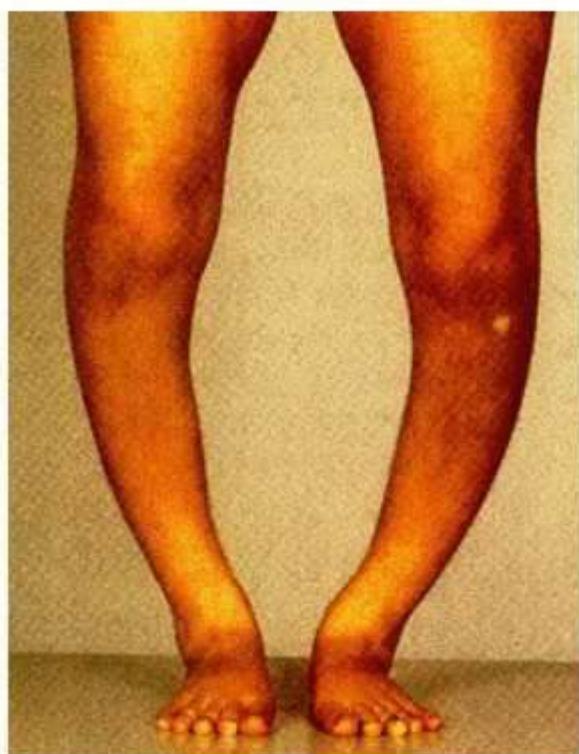
دلتا توکوفيرول  $R_1 = CH_3$  and  $R_2, R_3 = H$

## فيتامين D (vitamin D)

نقص هذا الفيتامين يؤدي الى الأقلال من امتصاص الكالسيوم والفسفور من قبل الأمعاء وزيادة افراز الفوسفات بواسطة الكلى وانخفاض مستوى الكالسيوم في الدم وزيادة مستوى الإنزيم المسمى الفوسفاتيز القاعدي في الدم وقلة تركيز السترات ومركبات وسطية أخرى في دورة الحامض الثلاثي الكاربوكسيل . اهم اعراض نقص فيتامين D هو إصابة الأطفال بمرض الكساح ، اما في الكبار والنساء

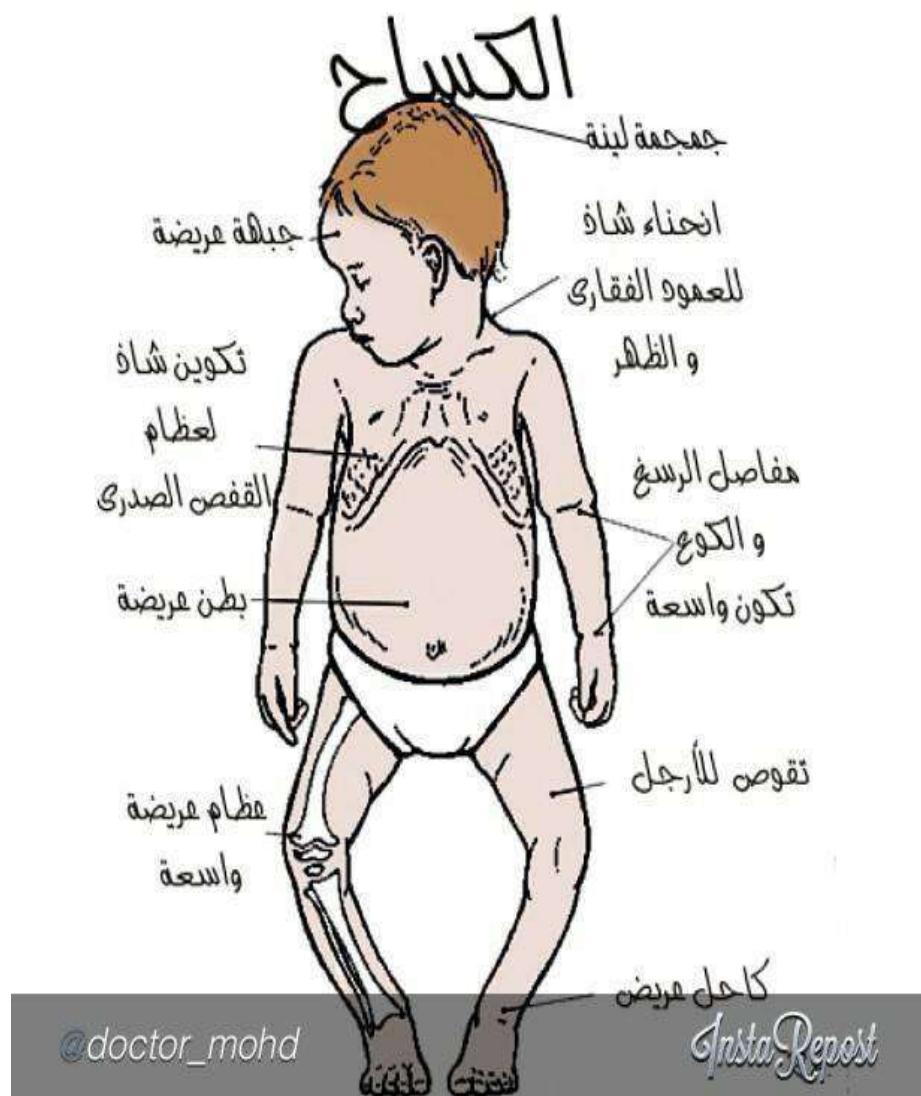
الحوامل فيؤدي نقصه الى لونة العضام ، ينتج مرض الكساح لاختلال التوازن في ايض الكالسيوم والفسفور والذي يؤدي الى خلل في عملية تكلى العضام ويتأثر تركيب الأسنان بذلك أيضا . يؤدي مرض الكساح الى اعوجاج الأرجل وتضخم المفاصل وظهور تشوہات في القفص الصدري . تناول كميات كبيرة من فيتامين D 1000\_ 2000 وحدة عالمية / كغم / يوم ) يؤدي الى التسمم بفيتامين D ، اما تناول كمية 500000 وحدة عالمية فأكثر في اليوم يؤدي الى التسمم المصحوب بقلة الشهية والتقيؤ والأسهال وفقدان الوزن وزيادة نسبة الكالسيوم والفسفور في سيرم الدم واحتمال ترسبيهما في مختلف أعضاء الجسم ، يوجد فيتامين D بكثرة في اسماك المياه المالحة وصفار البيض واللحم وبعض منتجات الحبوب التي يضاف اليها هذا الفيتامين .

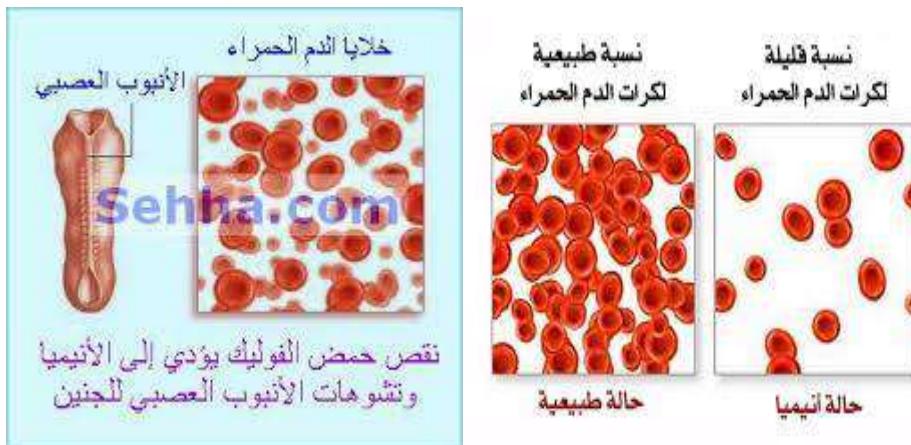
صورة

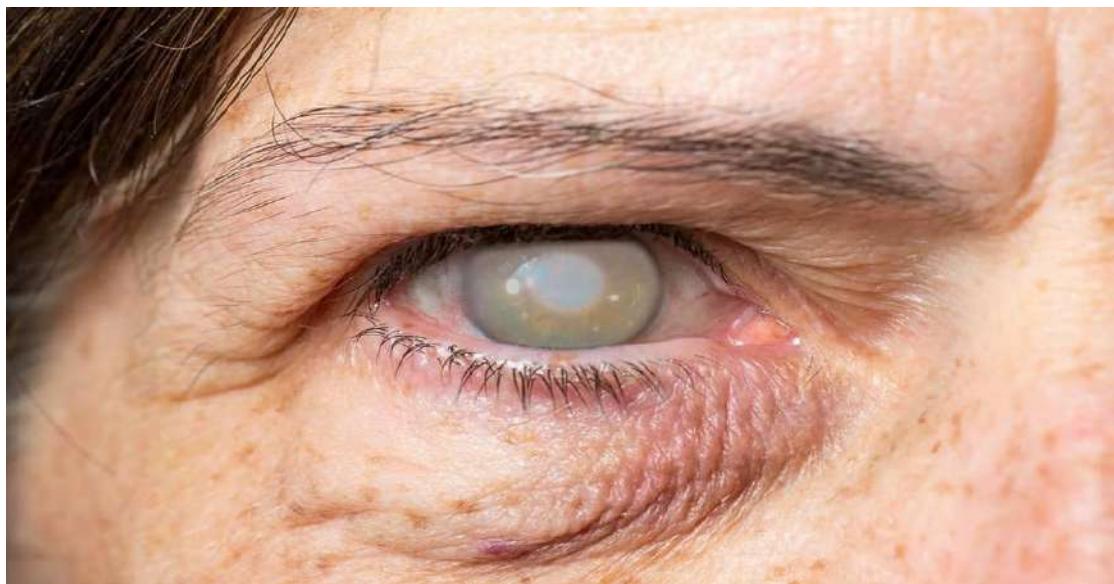


الكساح من أمراض نقص المعادن الشائعة في الأطفال  
وينشأ عن نقص فيتامين (D)

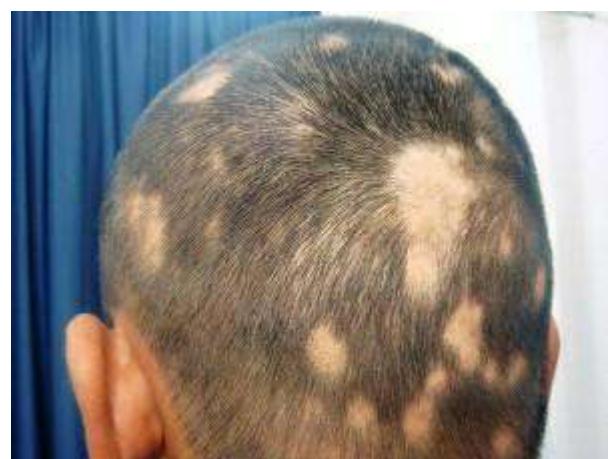
### مرض الكساح







((مرض العشو الليلي نتيجة نقص فيتامين A))



((تساقط الشعر نتيجة نقص حامض الباتوثيرينيك Pantotheinc acid))





نقص حامض الأسكوربيك Vit C



مرض الأسقربوط نتيجة نقص Vit C

فروح وفشور جلدية،  
التهابات وتقرحات بالفم  
واللسان

**Sehha.com**

مرض البلاجرا نتيجة نقص فيتامين ب3

A photograph of a person with severe scurvy. The skin is covered in large, red, weeping blisters and areas of necrosis. The mouth is also severely affected, showing yellowish, necrotic tissue around the teeth and gingiva. A watermark for "Sehha.com" is overlaid on the image.