

## water

## \*الماء

تبدأ دراسة الكيمياء الحيوية بدراسة الماء وخواصه وذلك للاعتبارات التالية :

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

## physical properties of water

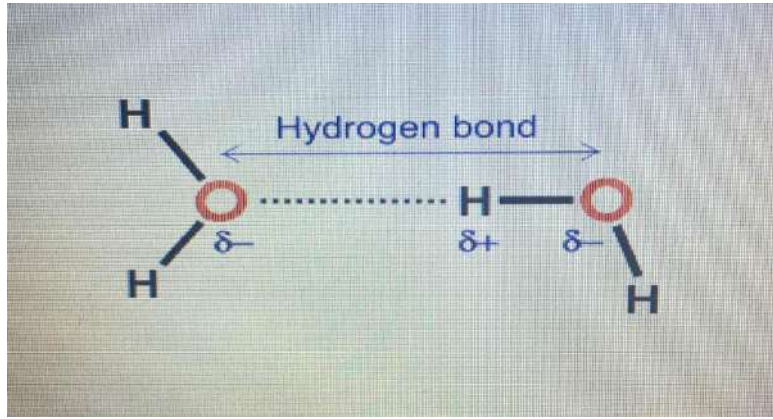
## \*الخواص الفيزيائية للماء

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؟؟

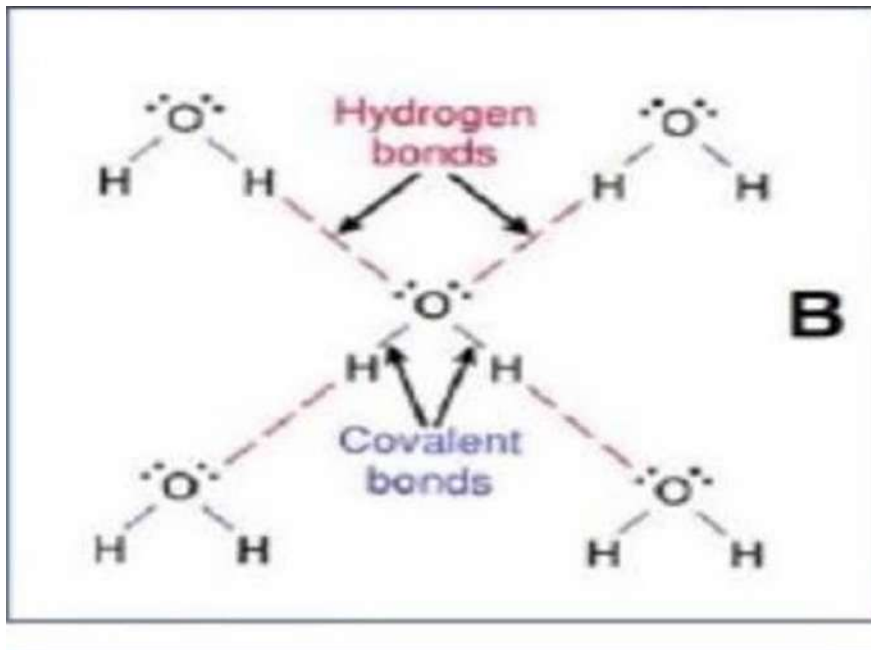
ان الجواب على هذا السؤال يكمن في تركيب جزيئة الماء ذاتها حيث تشارك كل ذرتي هيدروجين في جزيئة الماء زوج من الالكترونات مع ذرة الاوكسجين O تحمل ذرة الاوكسجين شحنة (سالبة) اما ذرات الهيدروجين تحمل شحنة (موجبة ) وتكون جزيئات الماء تحمل شحنة متعادلة لان عدد الشحنات الموجبة يكون مساوي لعدد الشحنات السالبة.

\*ان الاصرة التي تربط ذرات O-H في جزيئة الماء نفسها تسمى الاصرة التساهمية Covalent bond ، اما الاصرة التي تربط جزيئة ماء مع جزيئة ماء أخرى تسمى بالأصرة 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 الأواصر الهيدروجينية ، اما في الثلج فان كل جزيئة ماء ترتبط بواسطة الأواصر الهيدروجينية بأربعة جزيئات ماء لتعطي تركيبا صلبا نوعا ما يدعى بالتركيب الشبكي Lattice structure



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

تعتبر الأواصر الهيدروجينية ضعيفة جدا مقارنة بالأواصر التساهمية Covalent bond حيث تقدر طاقة الأواصر 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 لاتوجد قوى جذب بين جزيئات السوائل الأخرى الاعتيادية ، لذلك فان الطاقة الضرورية لفصل جزيئات البنزين عن بعضها البعض تكون قليلة.

### \*الخواص المذيبة للماء solvent properties of water

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

تذوب معظم الاملاح المتبلورة بالماء بسهولة لكنها قد تكون عديمة الذوبان في السوائل الأخرى كالبنزين والكلوروفورم، ان تماسك التركيب الشبكي لـكلوريد الصوديوم هو نتيجة الجذب الستاتيكي الكهربائي القوي جدا بين الايونات المتناوبة الموجبة والسالبة ، وعند اذابة هذه البلورات يجب الاستعانة بكمية كافية من الطاقة لفصل هذه الايونات عن بعضها البعض.

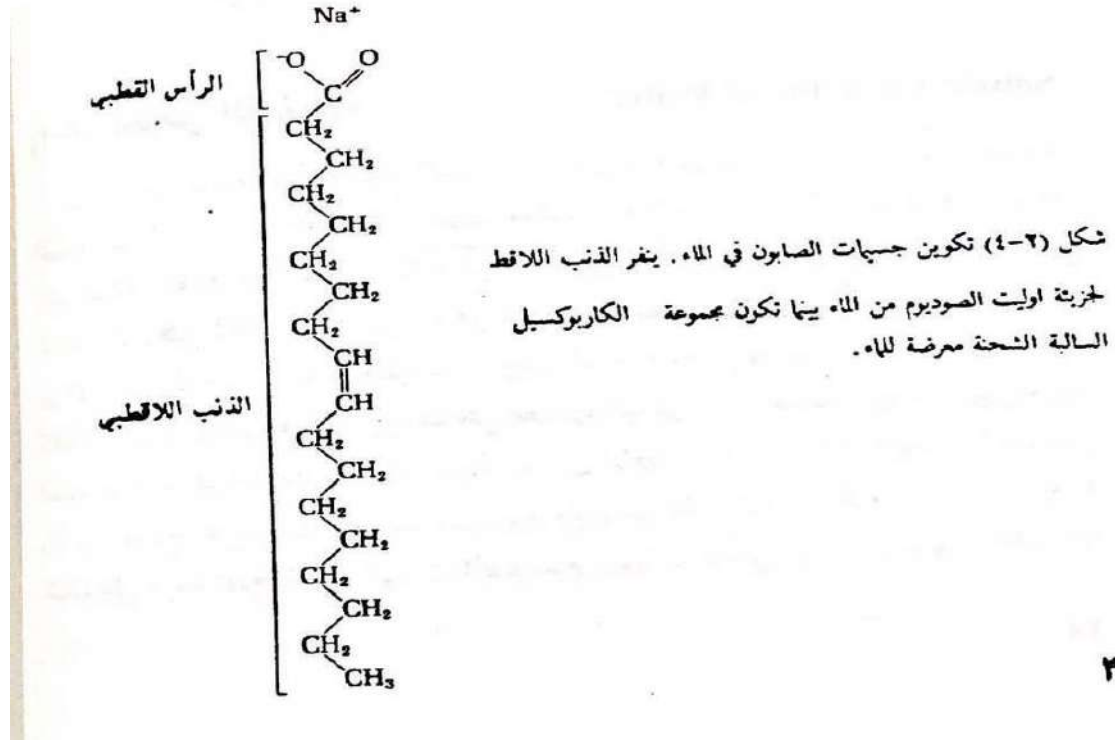
ان عملية اذابة بلورات كلوريد الصوديوم بالماء هو المحصلة النهائية للجذب بين الأقطاب الثنائية للماء وايونات الصوديوم والكلور وينتج عن ذلك ايونات صوديوم وايونات كلور ممزوجة بالماء وثابتة جدا وهذه الثباتية على درجة تفوق قابلية ايونات الصوديوم وايونات الكلور لجذب بعضهما البعض مرة أخرى، يذيب الماء بسهولة صنف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

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

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

### Hydrophobic compounds.

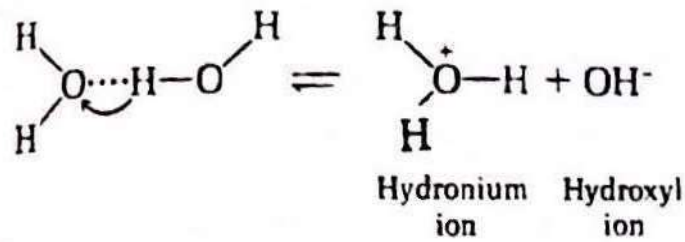
مثال ذلك ملح الصوديوم لحمض الاوليك وهو احدى أنواع الصابون ويتميز هذا المركب باحتوائه على سلسلة هايدروكربونية لاتذوب لكن تنتشت في الماء لتكون تجمعات يطلق عليها جسيمات او مذيلات Micelle والتي تكون فيها مجاميع الكربوكسيل السالبة العائدة لاوليت الصوديوم معرضة الى طور الماء، بينما السلسلة الهايدروكربونية اللاقطبية التي لا تذوب بالماء تكون مختبئة في داخل تركيب اوليت الصوديوم نفسها.



### Ionic of water

### \*تأين الماء

من المعروف ان الأصرة بين الهيدروجين والاكسجين في جزيئة الماء هي اصرة تساهمية الكترونية غير ايونية covalent bond وبإمكان ذرة الهيدروجين في جزيئة الماء ان تغادر ذرة الاوكسجين لترتبط بذرة الاوكسجين لجزيئة الماء المجاورة لتكون ايون الهيدرونيوم  $(H_3O)^+$  وايون الهيدروكسيل  $(OH)^-$ .



معادلة تأين الماء

### \*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 ، وتستفيد الفقريات من حرارة التبخر العالية بفقدانها الحرارة عن طريق الجلد ، كذلك تستفيد النباتات من خاصية التماسك الداخلي لجزيئات الماء بواسطة الأواصر الهيدروجينية لنقل الماء الذائبة من الجذور الى الأوراق . ومن المعلوم ان للثلج كثافة اقل من الماء وهذا يؤدي الى طوفان الثلج فوق سطح الماء وهذا له أهمية كبيرة بالنسبة للأحياء المائية.

## CARBOHYDRATES

## الكربوهيدرات

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

### Poly hydroxyl aldehyds or ketones and their derivatives

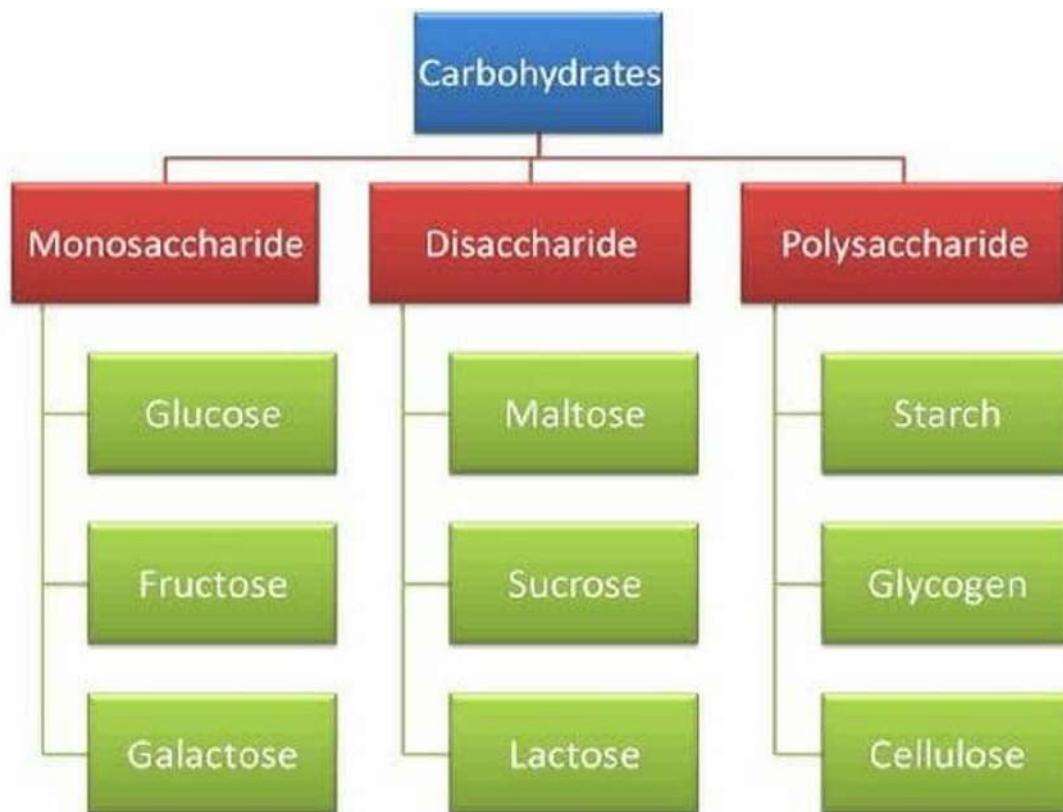
وتكون على شكل مواد صلبة بيضاء اللون قليلة الذوبان في المذيبات العضوية لكنها تذوب بالماء عدا بعض السكريات المتعددة poly saccharides .  
للكربوهيدرات اربع وظائف مهمة للكائن الحي:

- 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 الكربوهيدرات مع الببتيدات في تكوين مركب معقد الذي يعتبر المكون الرئيسي لجدار الخلية البكتيرية .

### تصنيف الكربوهيدرات:

تصنف الكربوهيدرات 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 كربون ، وتحتوي هذه السكريات أيضا على مجموعة الديهايد او مجموعة كيتون.
- 2- السكريات الأوليكميرية oligosaccharides ان كلمة (oligo تعني قليلة العدد) ، أي ان السكريات الأوليكميرية هي التي تحتوي من 2-8 أو 10 من السكريات الأحادية . لذلك فان السكريات الثنائية والثلاثية تدخل ضمن السكريات الأوليكميرية.
- 3- السكريات المتعددة polysaccharides ويتميز هذا الصنف من السكريات بانه يكون على درجة عالية من البلمرة polymerization ويصل وزها الجزيئي الى عدة ملايين ، ويقع ضمن هذا الصنف مركبات مهمة مثل الكلايوجين (النشا الحيواني) والسيليلوز والنشا.

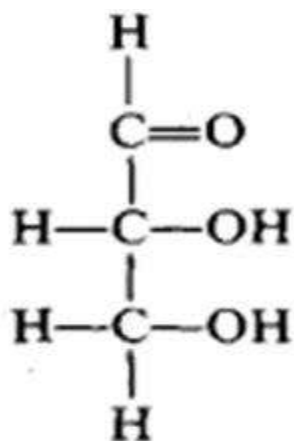


### Monosaccharides

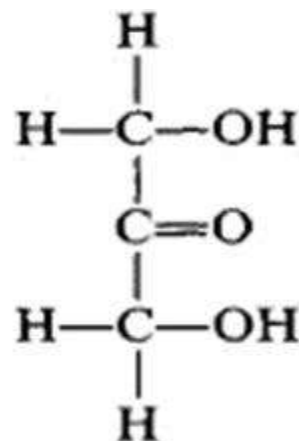
### \*السكريات الأحادية

توجد خواص مشتركة لجميع السكريات الأحادية ومن هذه الخواص

- 1- يكون الهيكل العام مستقيما وغير متشعب
- 2- تحمل كل ذرة كاربون مجموعة هيدروكسيلية عدا ذرة كاربون واحدة
- 3- تحمل ذرة كاربون مجموعة كاربونيل carbonyl group



D = glyceraldehyde  
(aldose)



Dihydroxyacetone  
(ketose)

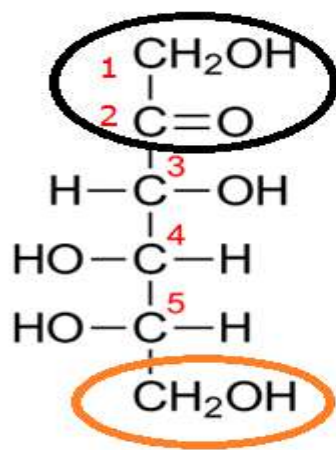
قد تقع مجموعة الكربونيل على ذرة الكربون الطرفية في حالة الألديهيد aldehyde او قد تقع مجموعة الكربونيل على ذرة الكربون الوسطية في حالة الكيتون Ketone، يساعد موقع مجموعة الكربونيل في تسمية السكريات الأحادية فمثلا يمكن تسمية الكليسريديهيد باسم الدوترايوز aldotriose، (الدو من aldo من الديهيد) و( ترايوز: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

اما بالنسبة للسكريات الكيتونية التي تحتوي على اكثر من ثلاث ذرات كربون فتقع مجموعة الكربونيل عادة على ذرة الكربون الثانية بجوار ذرة الكربون الأولى (العليا).

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

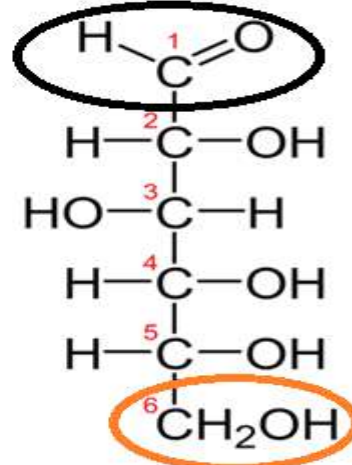
### تسمية السكريات:

ان تسمية السكريات تعتمد على خواص الترتيب con figuration properties يشير استعمال المصطلح dextrorotary يختصر ب (d) ويعطى له الرمز (+) أو Levorotary يختصر ب (L) ويعطى له الرمز (-) للتعبير عن اتجاه تدوير الضوء المستقطب لمادة ما ويفيد للدلالة عن إعطاء معلومات حول أي من المتضادين يكون معني 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 الجزيئة .



ketose  
fructose

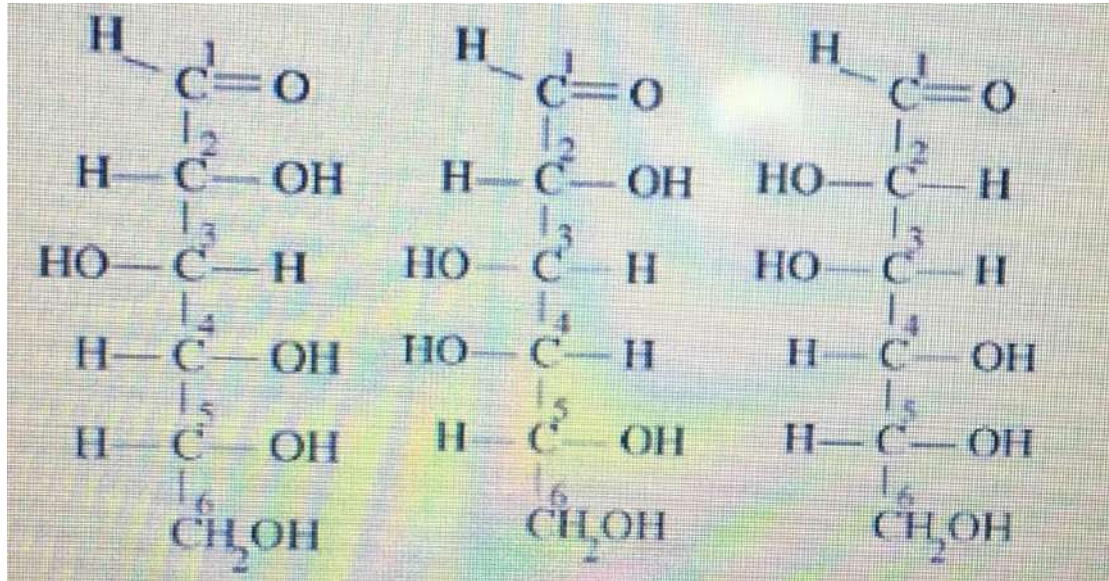
$\alpha$ -L (-) Fructose



aldose  
glucose

$\alpha$ -D (+) glucose

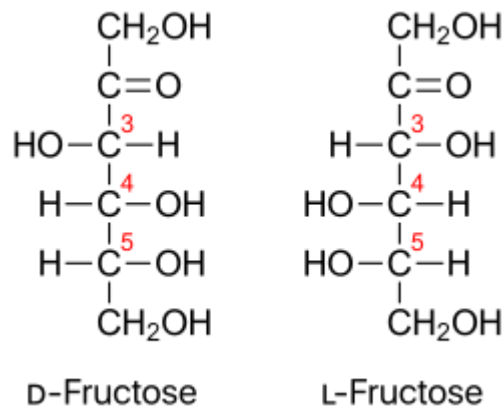




$\alpha$  -D-Glucose

$\alpha$ -D-Galactose

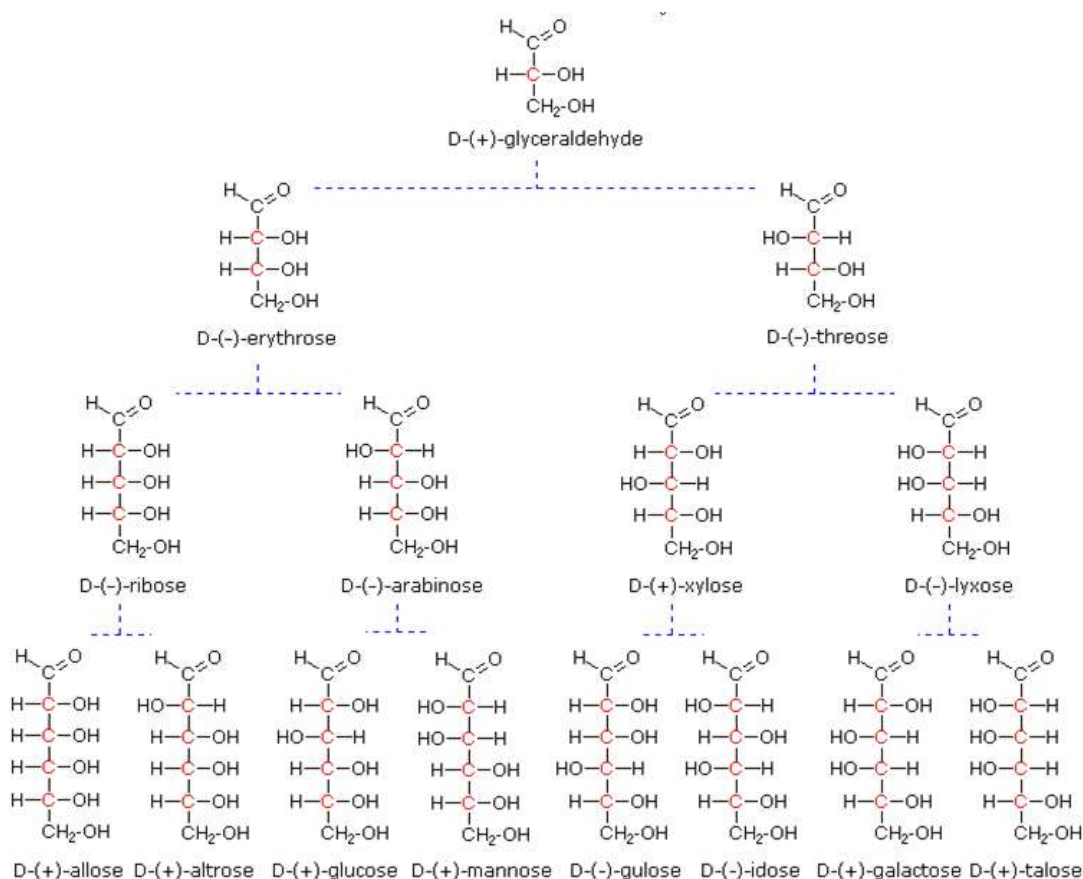
$\alpha$ -D –Mannose



D-Fructose

L-Fructose

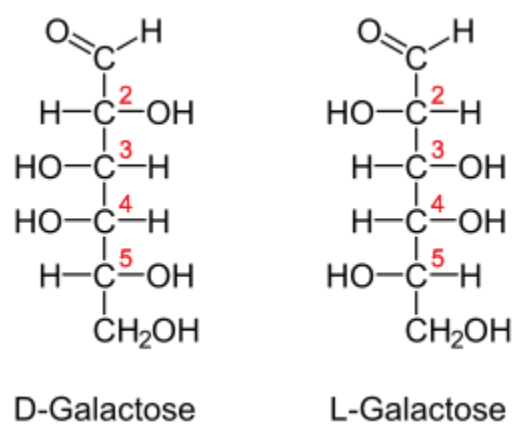
يشار الى الترتيب باستعمال الحروف **D** أو **L** وتعتمد هذه الطريقة على العلاقة الموجودة في توزيع مجموعة الهيدروكسيل OH وذرة الهيدروجين H حول ذرة الكربون قبل الأخيرة وهي ذرة الكربون الخامسة في السكر الذي يحتوي على ست ذرات كربون يوضح الشكل (1) السكريات المحتوية على مجموعة الديهايد .



الشكل (1)

**ملاحظة :** \*\*التراكيب المفتوحة للسكريات يطلق عليها صيغة Fischer

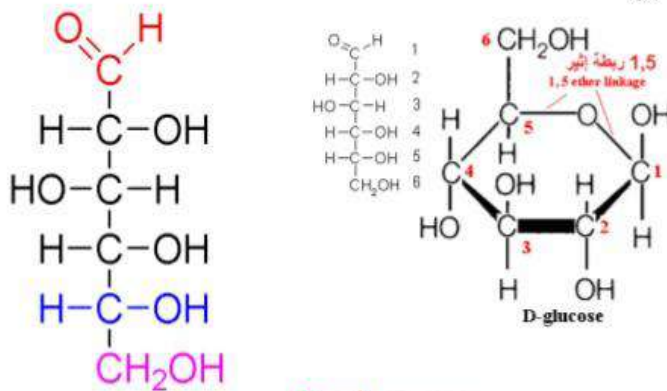
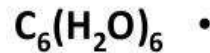
\*\* الشكل D , L يعتمد على مجموعة الهيدروكسيل المجاورة لذرة الكربون الأخيرة



## \*التراكيب الحلقية للسكريات cyclic structure

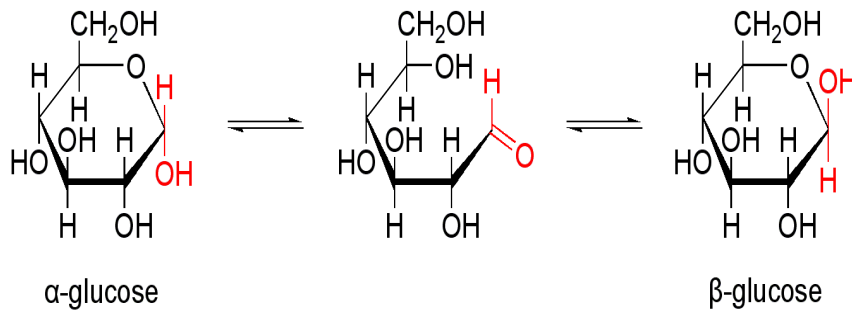
يطلق عليها صيغة هوارث Howarth او تراكيب هوارث Howarth formulas  
نسبة الى العالم هوارث .

- 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:-



**D-glucose**

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

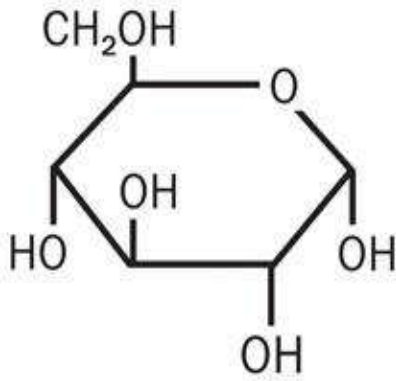


عندما تقع مجاميع الهيدروكسيل (OH) الى الأسفل في التراكيب الحلقية فان ذلك يعني انها تقع الى اليمين في تراكيب السلسلة المفتوحة ، وبالمقابل عندما تقع مجاميع الهيدروكسيل الى الأعلى فان ذلك يعني انها تقع الى اليسار في التراكيب المفتوحة.

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

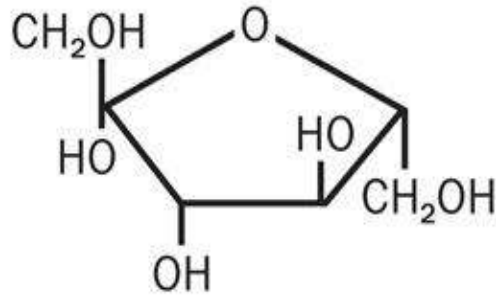
اما عند رسم الشكل الحلقي للفركتوز فيكون بهذا الشكل :

### Glucose

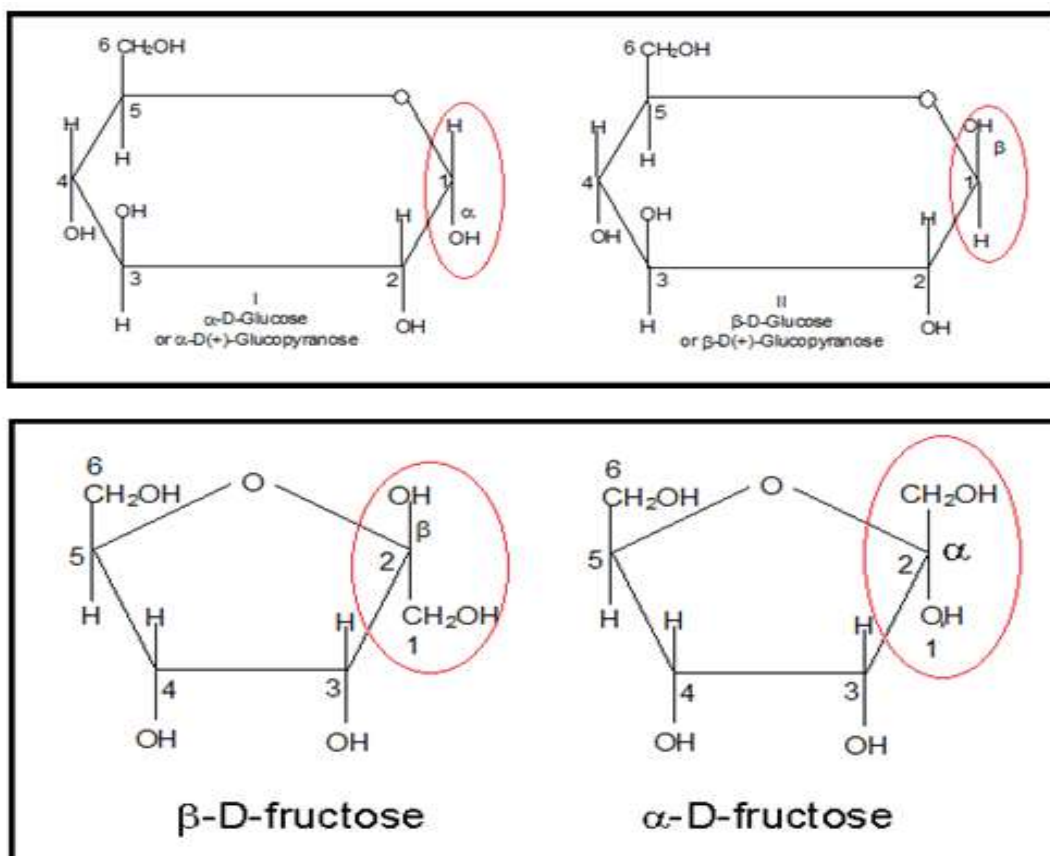


$\beta$ -D- Glucose

### Fructose



$\beta$ - D-Fructose



الأختلاف في التوزيع الفراغي حول ذرة الكربون الاولى يسمى Anomer

### :EPIMER

الكلوكوز عبارة epimer للمانوز لان ترتيبهما configuration يختلف حول ذرة كاربون واحدة فقط وهي ذرة الكاربون الثانية كذلك الكلوكوز ، كذلك الكلوكوز عبارة عن epimer للكالأكتوز لان ترتيبهما يختلف حول ذرة الكاربون الرابعة فقط .

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

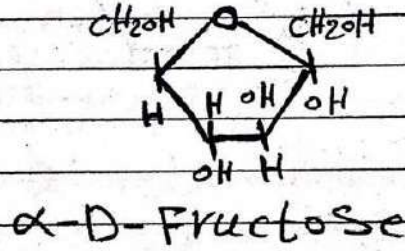
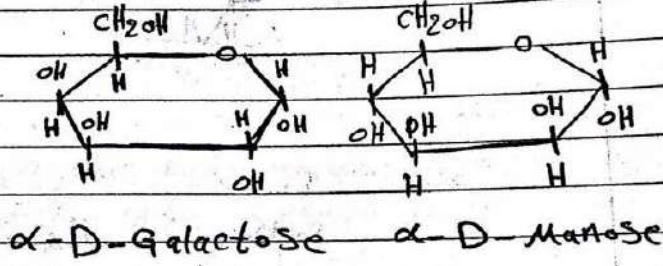
**epimer: هي سكريات لها نفس العدد من ذرات الكاربون لكن تختلف في**

**التوزيع الفراغي حول ذرة الكاربون مثل الكلوكوز هو ابيمر للمانوز لانهما**

**يختلفان في ذرة الكاربون الثانية فقط، الكلوكوز هو ابيمر للكالأكتوز لانهما**

**يختلفان في ذرة الكاربون الرابعة فقط. وكما موضح في ادناه**





ملاحظة: تلاحظ في جميع الصيغ التركيبية  
ان مجموعة الهيدوكسيل «OH» تقع الى اليمين  
من ذرة الكربون رقم (1) لذلك يرمز لها بالرمز  
« $\alpha$ »

((التراكيب الكيميائية الحلقية لكل من المانوز واللاكٹوز والفركتوز))

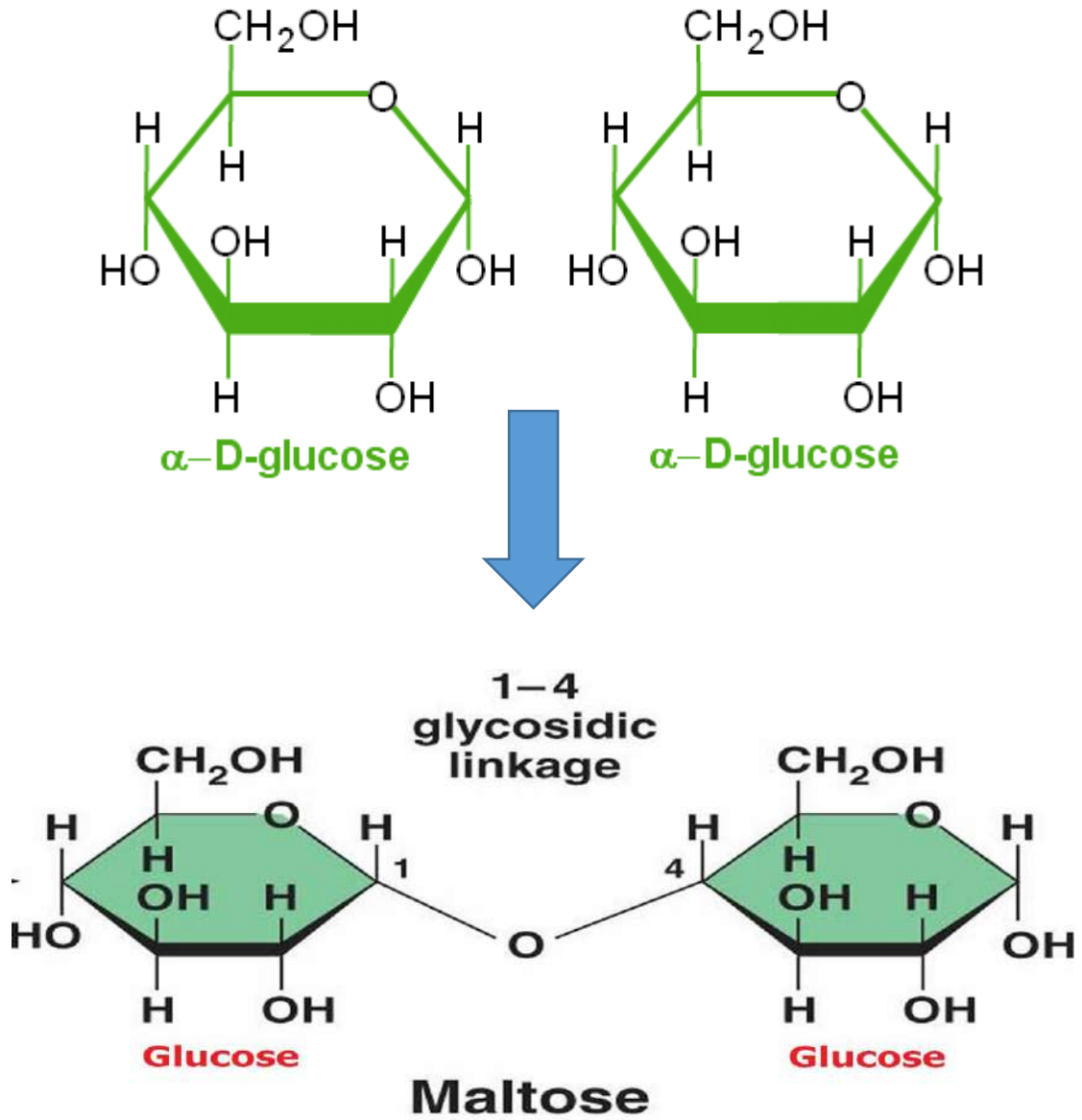
## Oligosaccharides

## السكريات الأوليكميرية

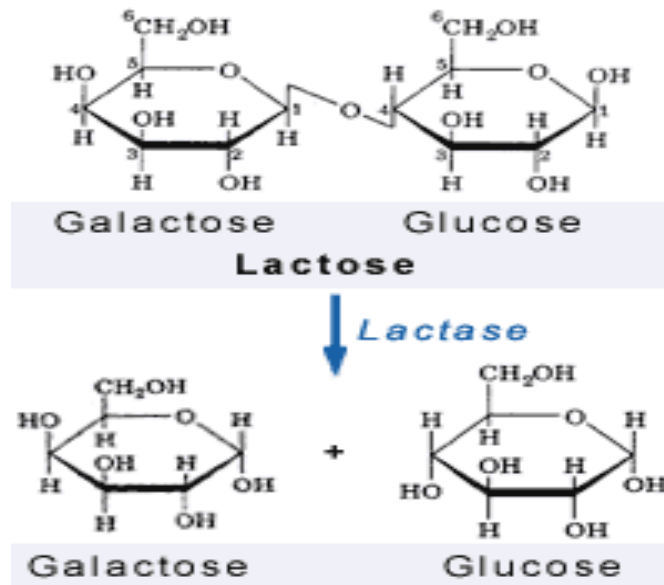
من اكثر السكريات الثنائية شيوعا المالتوز Maltose ، اللاكتوز lactose ،  
سكروز sucrose .

1- المالتوز (سكر الشعير): ينتج المالتوز كمركب وسطي عند تحلل  
النشا بفعل الأنزيم المسمى اميليز amylase, يحتوي المالتوز على جزيئين  
من (D-glucose) مرتبطتان مع بعضهما البعض بواسطة اصرة  
كلايكوسيدية glycosidic linkage من نوع الفا (1-4)، وهو سكر  
مختزل لأحتوائه على مجموعة كاربونيل حرة.

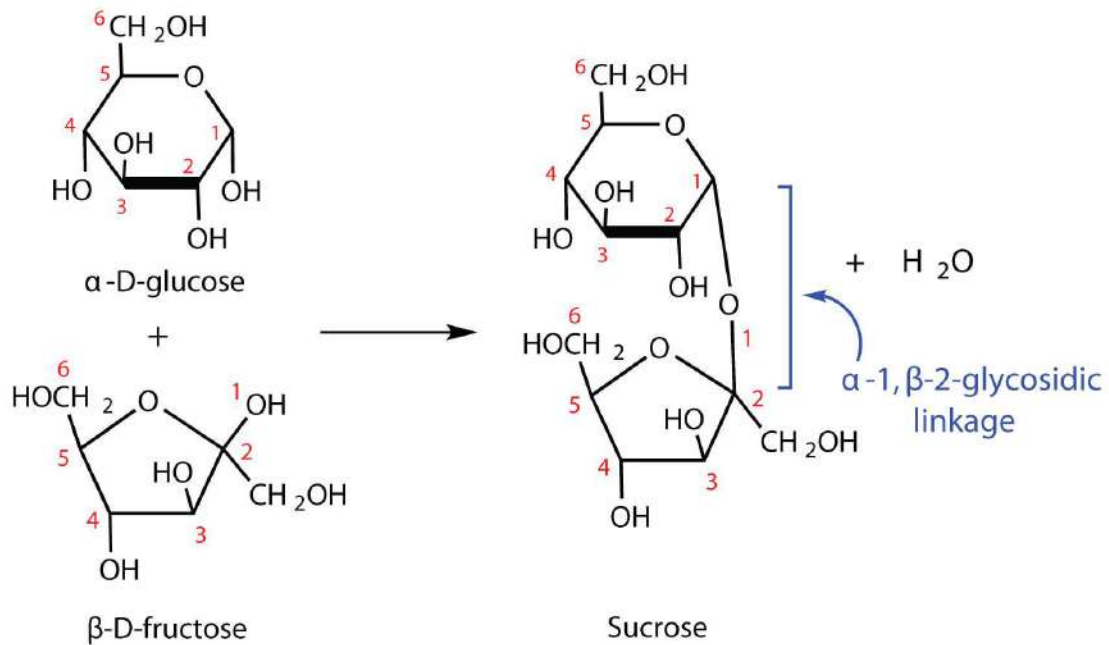
## Maltose



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



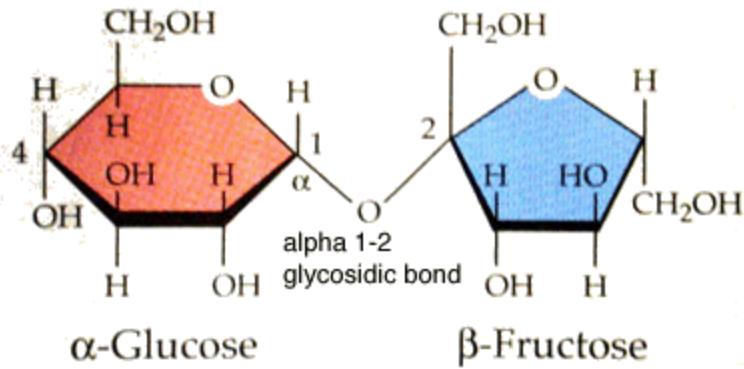
3- السكروز Sucrose: ويسمى أيضا سكر المائدة وهو السكر الاعتيادي الذي نتناوله ، السكروز من السكريات الثنائية ويوجد في البنجر السكري كم يوجد بكثرة في المملكة النباتية ، يتكون من ارتباط **كلوكوز وفركتوز** ، لا يحتوي السكروز على ذرة كاربون انوميرية حرة لأن ذرة الكاربون الأولى والحاملة لمجموعة الألديهايد في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



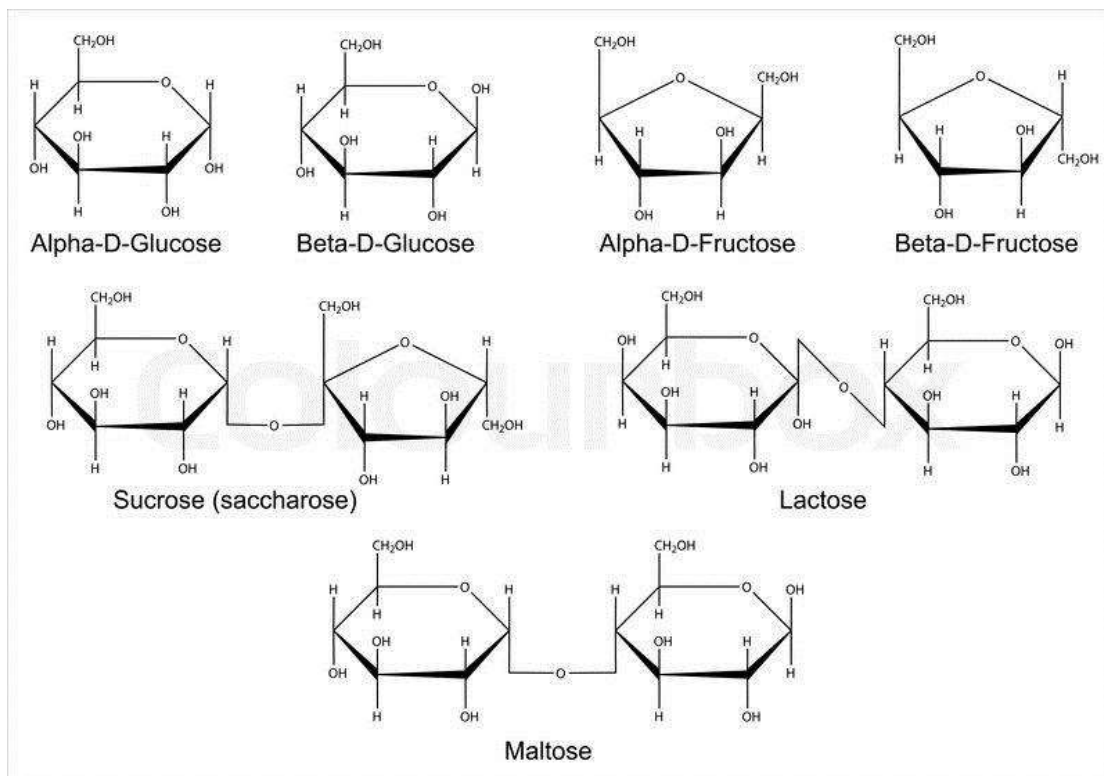


# Or

Sucrose has the molecular formula  $C_{12}H_{22}O_{11}$



**Sucrose**

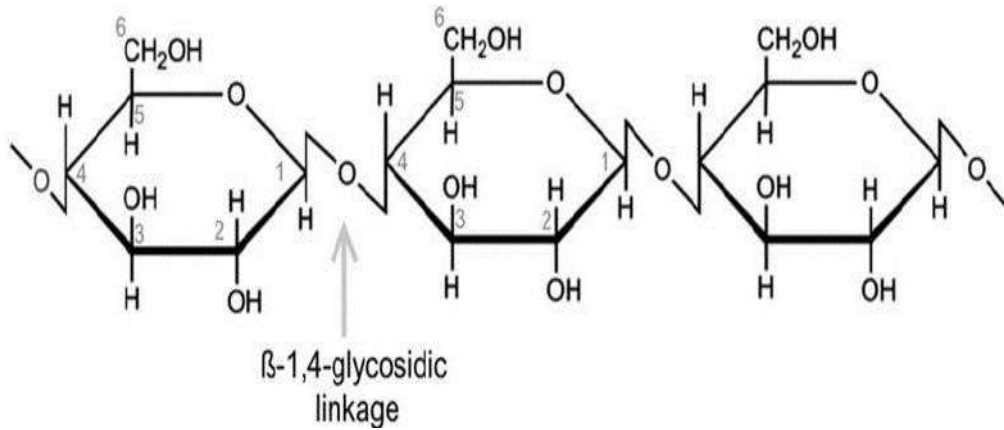


((مجموعة من السكريات الأحادية والثنائية بصيغتها الفا و بيتا))

## polysaccharides

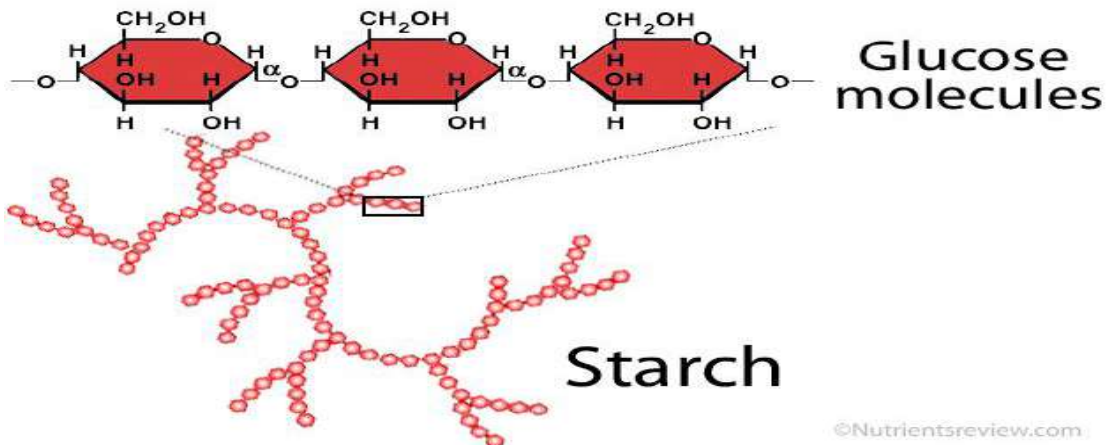
## السكريات المتعددة

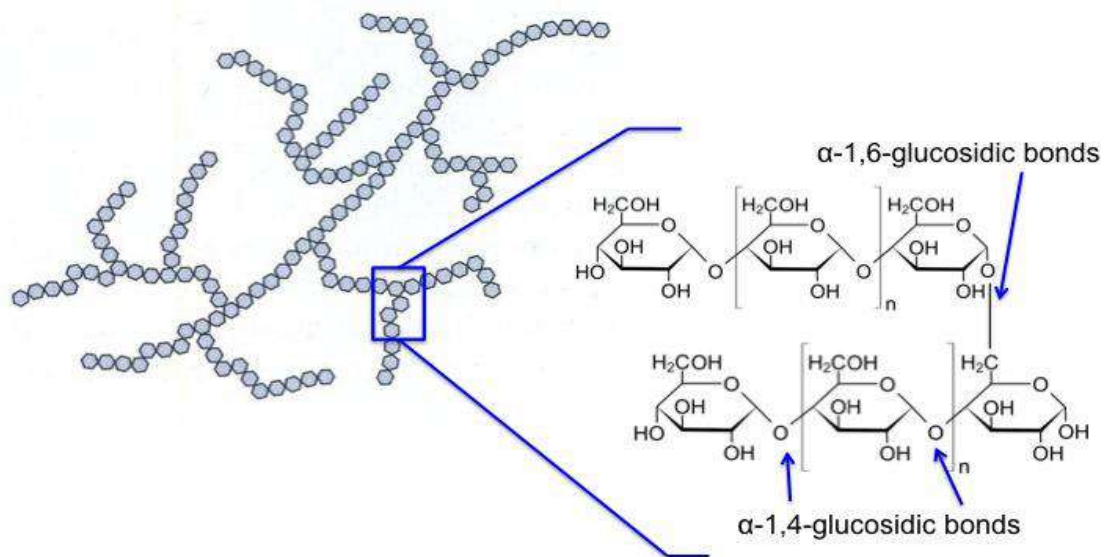
من اكثر السكريات المتعددة شيوعا هي السيليلوز والنشا والكلايكوجين  
1- السيليلوز : ويعتبر من اكثر المركبات العضوية الموجودة في الطبيعة وهو من  
السكريات المتعددة ذات الوظائف التركيبية ، ويعتبر القطن من انقى مصادر  
السيليلوز اذ يحتوي على ما لا يقل عن 90 % سيليلوز ، يتكون من ارتباط  
وحدات الكلوكوز بواسطة أواصر كلايكوسيدية من نوع بيتا ( 1-4 ) لتكوين  
السيليلوز



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

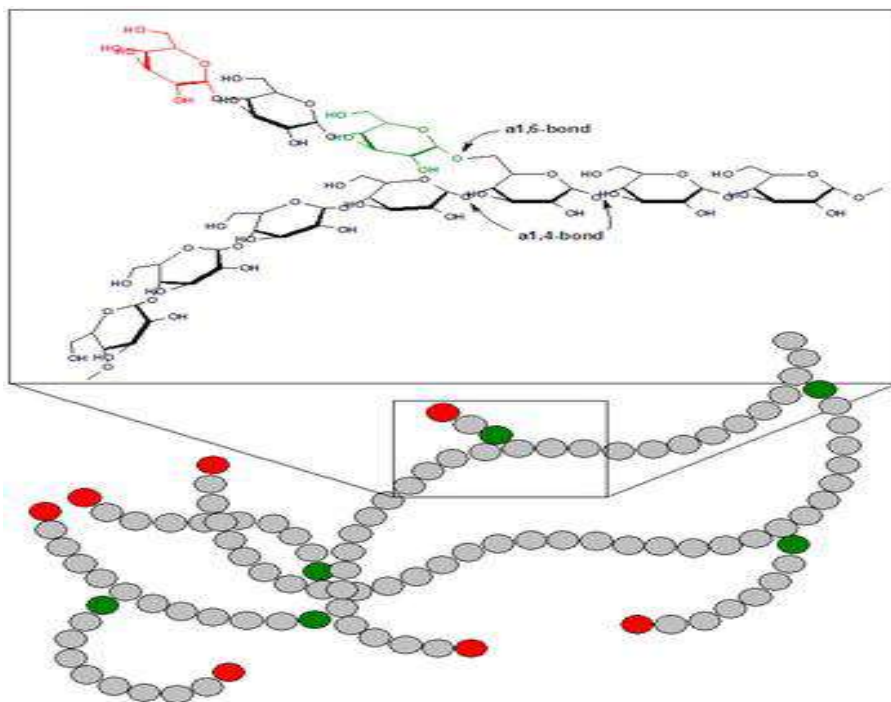
## Starch





3- الكلايكوجين : وهو من السكريات المتعددة المتجانسة التي تقوم بوظائف الخزن والتي ترتبط مع بعضها البعض بواسطة الأواصر الكلايكوسيدية من نوع الفا (1-4)، الفا (1-6).

الا ان الكلايكوجين يكون اكثر تشعبا مقارنة بالأميلوبكتين ، اذ توجد نقطة تشعب كل 8-10 وحدات كلوكوز ، الاصرة عند نقاط التشعب تكون من نوع الفا ، يفصل الكلايكوجين من الأنسجة الحيوانية وذلك بمعاملة هذه الأنسجة بمحلول هيدروكسيد الصوديوم على درجات حرارة عالية . يتحلل الكلايكوجين بفعل الالفا والبيتا - اميليز لينتج الكلوكوز والمالتوز على التوالي إضافة الى ذلك يتكون الديكسترين النهائي عند معاملة الكلايكوجين بالبيتا - اميليز.



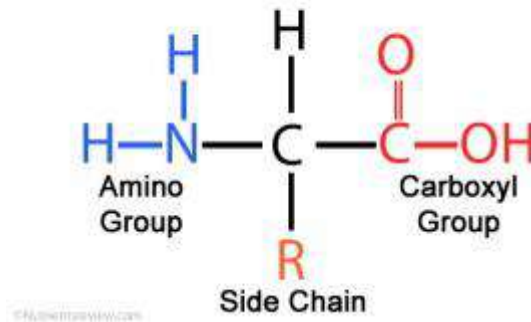
الشكل يوضح الصيغة التركيبية للكلايكوجين

## Amino acid and peptides      الأحماض الأمينية والبيبتيدات

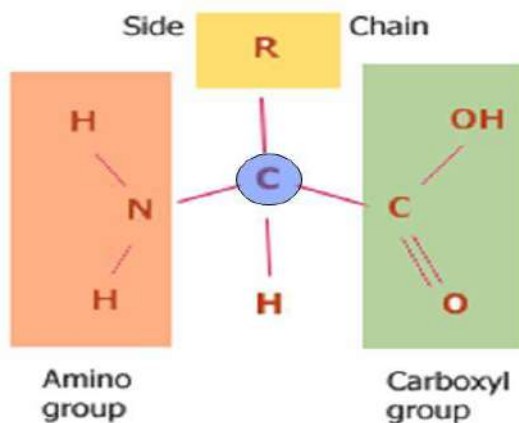
هناك 20 من الأحماض الأمينية التي تعتبر الوحدات البنائية للبروتينات الحيوانية والنباتية ولها أهمية في تحديد الصفات الفيزيائية والكيميائية للبروتينات.

تتكون الأحماض الأمينية بصورة عامة من ارتباط مجموعة كاربوكسيلية واحدة ومجموعة أمينية واحدة ب ذرة كاربون ، كما يتميز كل حامض اميني باختوائه 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 الامينية العشرون .

**TABLE 3-1**

**20 Primary Amino Acids In the Genetic Code**

Amino Acid	ABBREVIATION		Amino Acid	ABBREVIATION	
	3-Letter	1-Letter		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 الأمينية:**

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

- 1- **احماض امينية ذات سلاسل طرفية مفتوحة غير حلقية** : وتشمل (الكلايسين، الألنين ، الفالين، الليوسين، الأيسوليوسين).
- 2- **احماض امينية تحتوي على مجاميع الهيدروكسيل او الكبريت**: وتشمل (السيرين، السستين، الثريونين، الميثايونين) .
- 3- **الأحماض الأمينية العطرية (الأروماتية aromatic) او الحلقية**: وتشمل (الفنيل الأنين، التايروسين، التربتوفان، الهستيدين )، كذلك تصنف هذه المجموعة ضمن المجاميع القاعدية التي تحتوي على سلاسل طرفية عطرية .
- 4- **الأحماض الأمينية القاعدية** : (الهستيدين، اللايسين ، الأرجنين) حيث تحمل هذه الأحماض الأمينية مجاميع قاعدية في سلاسلها الطرفية وتحمل شحنة موجبة في مجاميعها الطرفية.
- 5- **الأحماض الأمينية الحامضية**: وتشمل (الأسبارتيك ، الكلوتاميك ) وهما الوحيدان من بين جميع الاحماض الأمينية اللذان يحملان شحنات سالبة على قيم  $PH=7$  .

**\*الأحماض الأمينية النادرة الموجودة في البروتين :**

بالإضافة الى الأحماض الامينية العشرون التي ذكرناها هناك عدد من الأحماض الأمينية الأخرى في بعض البروتينات المتخصصة ، وتشترك هذه الأحماض النادرة عادة من الحوامض الأمينية الموجودة عادة في البروتين ومن هذه الاحماض الامينية النادرة 4- هيدروكسيل برولين



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

### ((الصيغ البنائية للأحماض الأمينية))

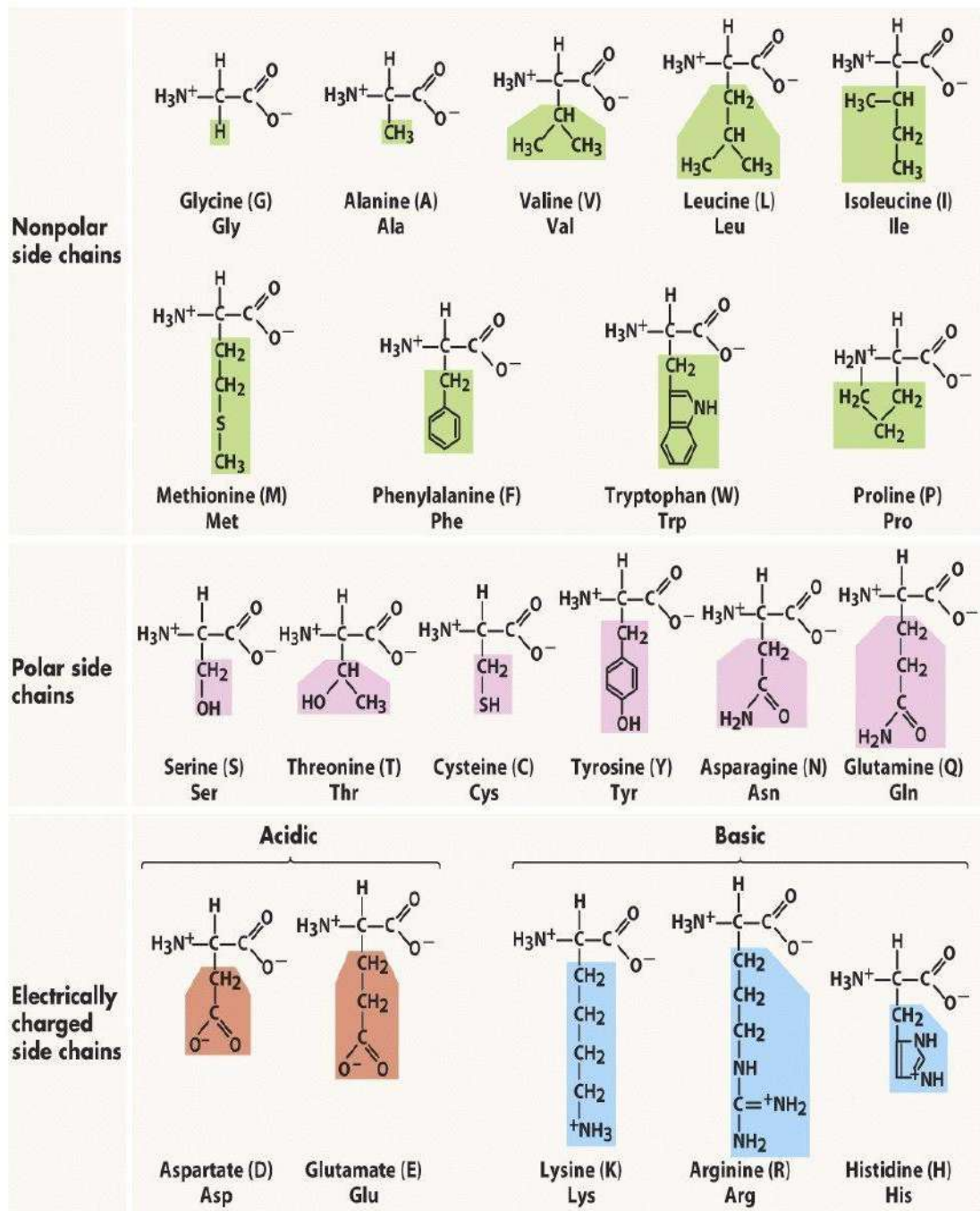
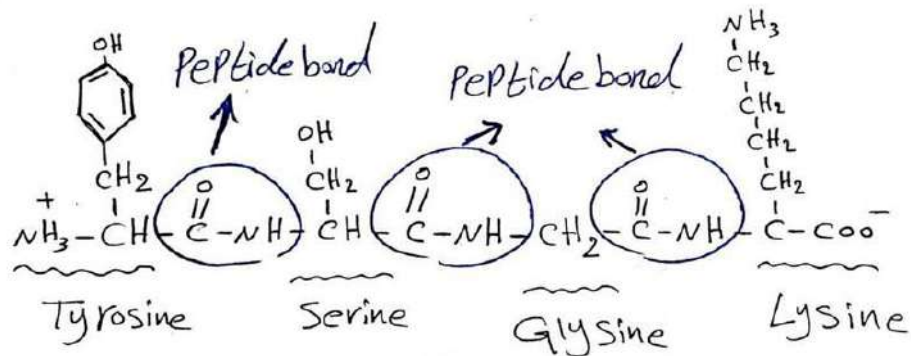
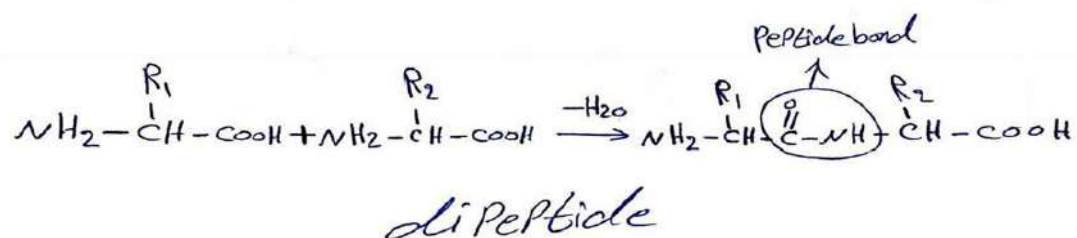


Figure 3-5 Biological Science, 2/e

© 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

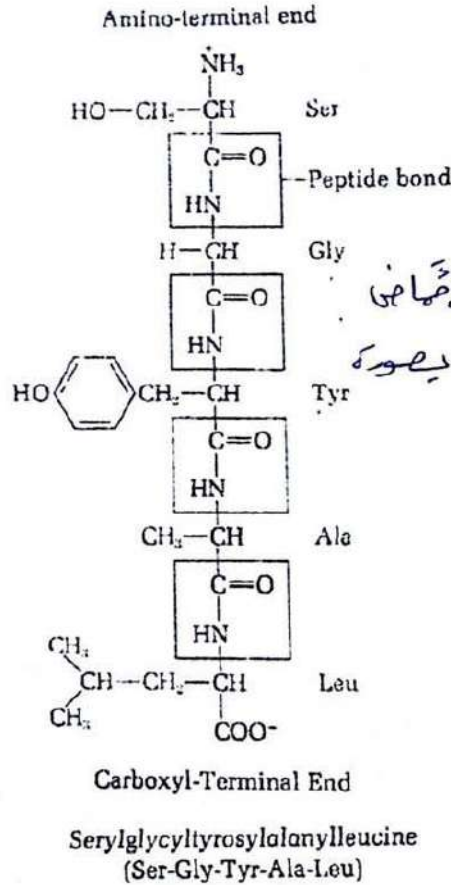
## \*البیتات:

يتكون الببتيد الثنائي dipeptide عند ربط جزيئتين من الأحماض الأمينية بواسطة اصرة ببتيدية peptide bond او قد تسمى peptide linkage ، تتكون اصرة الببتيد من تفاعل مجموعة الكربوكسيل 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 أوأصر ببتيديية يتكون مايسمى ببتييد متعدد ويرافقها إزاحة جزيئة ماء، يوضح الشكل ادناه تركيب ببتييد خماسي



ملاحظة / الربط بين الأحماض  
الأمينية في هذا الشكل يصور  
معدية

شكل (٣-٤) تركيب ببتييد خماسي. تسمى الببتيدات ابتداء من الحامض الأميني المحتوي على المجموعة الأمينية الطرفية

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



## Proteins

## البروتينات

تتكون البروتينات من ارتباط الأحماض الأمينية مع بعضها البعض بواسطة الروابط الببتيدية لتكون سلاسل طويلة تدعى الببتيدات المتعددة polypeptide، وتحتوي هذه السلاسل أحماض أمينية يتراوح عددها ما بين المئة الى عدة مئات ، تحتوي بعض البروتينات على سلسلة ببتيدية واحدة بينما تحتوي بروتينات أخرى على أكثر من سلسلة ببتيدية واحدة وتسمى هذه البروتينات oligomeric protein، فعلى سبيل المثال يحتوي انزيم الرايونيوكليز على سلسلة ببتيدية واحدة بينما الهيموكلوبين يحتوي على أربع سلاسل ببتيدية .

**\*تصنف البروتينات بصورة عامة الى صنفين رئيسية**

**1- البروتينات البسيطة Simple protein:** عند تحليل البروتينات البسيطة ينتج عن ذلك أحماض أمينية aminoacid بدون نواتج أخرى عضوية كانت او غير عضوية .

**2- البروتينات المقترنة conjocated protein:** عند تحليل هذه البروتينات تنتج أحماض أمينية إضافة الى مركبات أخرى قد تكون عضوية او غير عضوية ويسمى الجزء الغير بروتيني في البروتينات المقترنة بالمجموعة المرتبطة ومن الأمثلة على البروتينات المقترنة

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

**\*البروتينات الكروية والبروتينات الليفية Globular and Fibrous protein**

البروتينات ذات الشكل الكروي globular proteins: تذوب في المحاليل المائية وتنتشر بسهولة وتلتف السلسلة او السلاسل الببتيدية لهذه البروتينات على بعضها بقوة لتكون جزيئة ذات شكل كروي او بيضوي ويكون لها وظائف ديناميكية . وتعود جميع الأنزيمات 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 structural او وظائف الحماية protective مثال على ذلك بروتين الكيراتين والذي يكون موجود في الشعر والريش والأظافر والجلد وكذلك الكولاجين وهو البروتين الموجود في الأنسجة الرابطة .

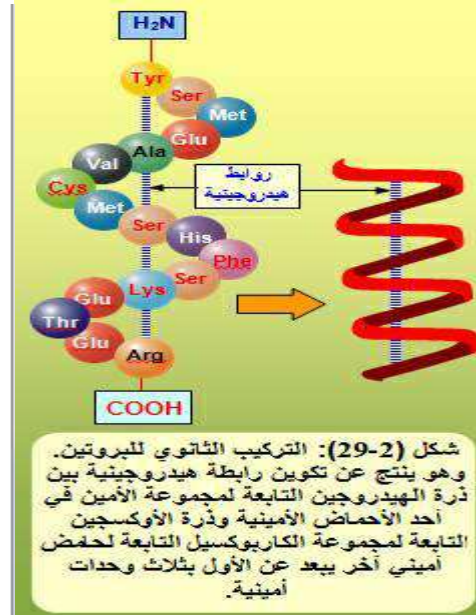
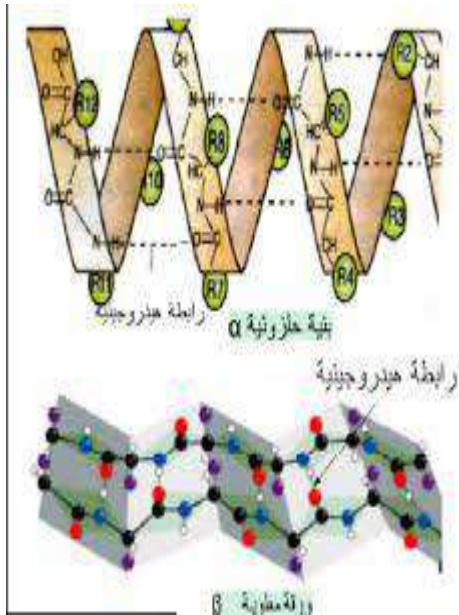


## \*التراكيب البنائية للبروتينات:

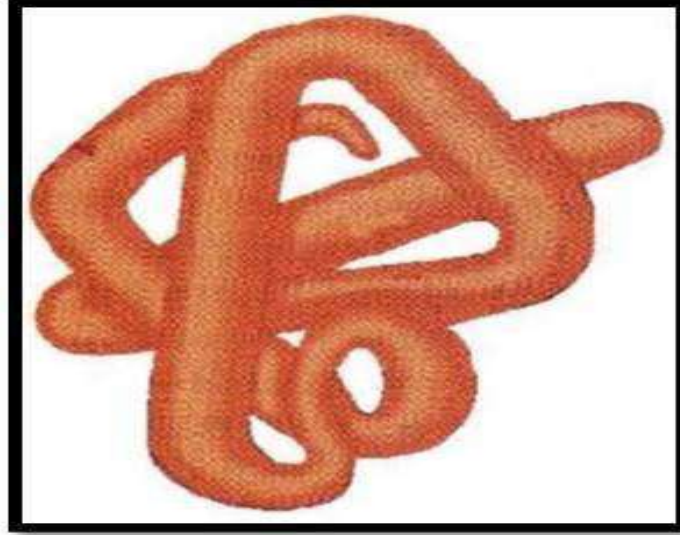
**1- التركيب البنائي الأولي primary structure:** الأحماض الأمينية في هذا التركيب تكون مرتبة ترتيب دقيق ومرتبطة مع بعضها البعض بواسطة الأواصر الببتيدية في جزيئة البروتين ولا يشمل هذا المصطلح أي قوى أو أواصر أخرى موجودة بين الأحماض الأمينية وكما موضح في ادناه.



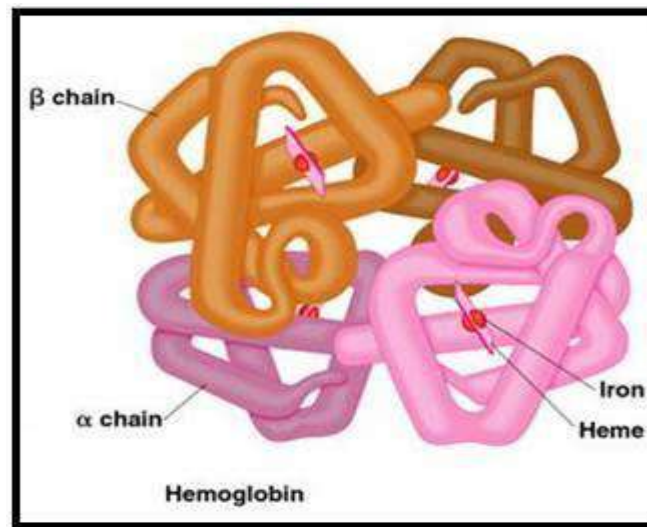
**2- التركيب البنائي الثانوي secondary structure:** تنتظم السلاسل الببتيدية في هذا التركيب بشكل لولبي أو حلزوني يسمى  $\alpha$ -helix أو في شكل صفائح مطوية تسمى  $\beta$ -pleated sheet ، ويساعد تنظيم البروتينات بتلك الأشكال تكون روابط هيدروجينية بين ذرة الهيدروجين التابعة لمجموعة الأمين في أحد الأحماض الأمينية وذرة الأوكسجين التابعة لمجموعة الكربوكسيل التابعة لحمض أميني آخر ، أو تكون الرابطة الهيدروجينية بين سلسلتين ببتيدية ، تكرار الروابط الهيدروجينية بهذه الطريقة يعطي للبروتين شكلا حلزونيا أو شكل صفائحي كما موضح ادناه.



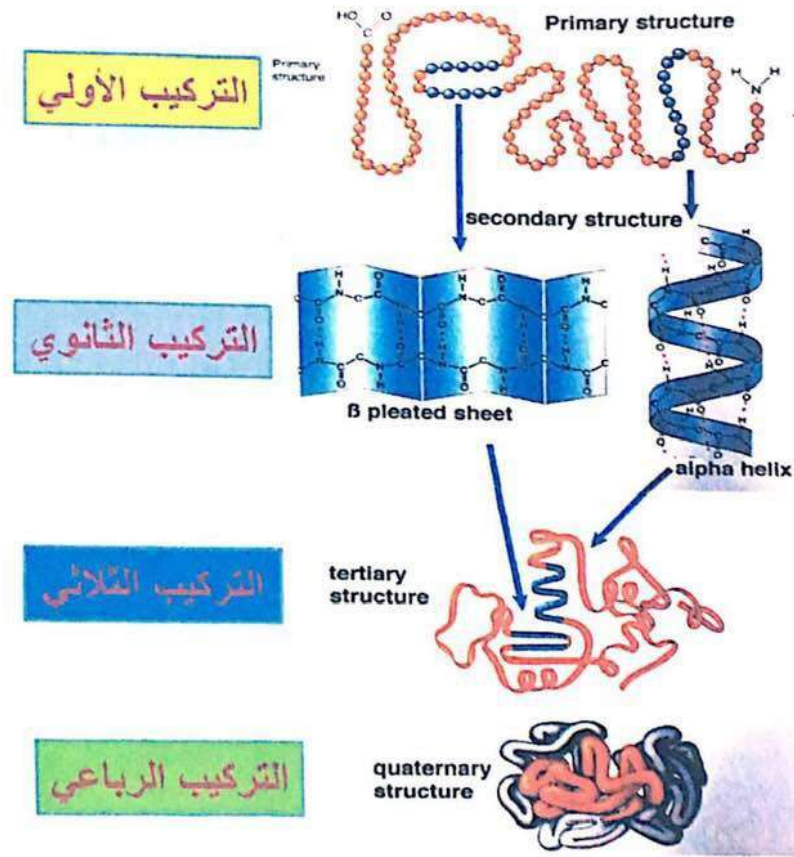
**3- التركيب البنائي الثالثي Tertiary structure :** تلتف السلسلة الببتيدية في هذا التركيب وتنثني حتى تصبح على شكل كروي مثل كرة الصوف وذلك بفعل عدة عوامل وروابط منها الأواصر الأيونية بين مجموعة كاربوكسيل حرة في احد طرفي متعدد الببتيد ومجموعة امين حرة في الطرف الآخر المتعدد الببتيد، او تكون أواصر ثنائية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



**4- التركيب البنائي الرابعي Quaternary structure :** في هذا التركيب وحدات البروتين او السلاسل متعددة الببتيد ترتبط مع بعضها البعض لتكون الصيغة الفعالة لذلك البروتين بواسطة الروابط الهيدروجينية والروابط الكارهة للماء من الأمثلة عليه الهيموكلوبين ، ويقسم الى قسمين التركيب الرباعي المتجانس homogenous quaternary ، والتركيب الرباعي الغير متجانس heterogenous quaternary .



## \*البنية التركيبية للجزيئات البروتينية من التركيب الاولى الى التركيب الرباعي



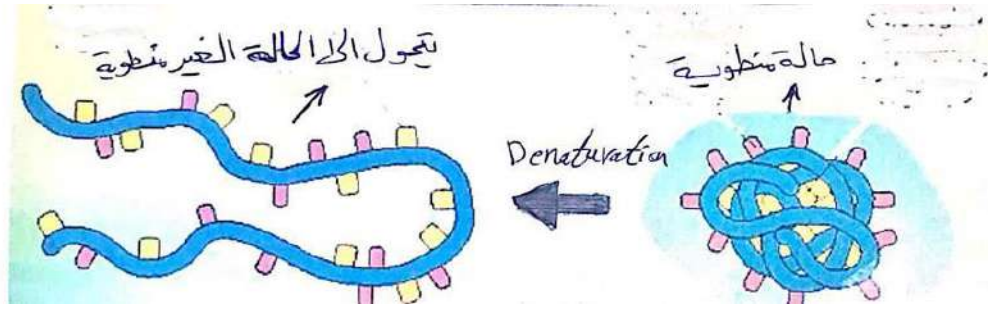
### Denaturation of protein

### \*دنترة البروتينات

**Denaturation:** هو تغير الحالة الطبيعية للبروتين حيث يحدث تغيير في تركيب البروتين ويتحول من حالته المنطوية (Folded) الى الحالة غير المنطوية (un folded) ، وتتفكك معظم الاواصر الهيدروجينية خلال هذه العملية ، وتتأثر هذه الاواصر اكثر من غيرها من الاواصر المسؤولة عن اظهار البروتين في حالته الطبيعية . تحدث الدنترة نتيجة تعرض البروتين الى الحوامض المعدنية المركزة ، المعادن الثقيلة، المذيبات العضوية ، الحرارة ، درجات الحرارة العالية او الواطئة، الاشعة السينية او الاشعة فوق البنفسجية، PH.



الشكل التالي يوضح بروتين حصلت له عملية دنتر



### \*الوظائف المختلفة للبروتينات:

- 1- وظيفة الخزن للمواد الغذائية مثل بروتينات بذور النباتات التي تجهز الجنين بالأحماض الأمينية الضرورية لنمو الجنين، اما بروتين فيريتين ferritin فانه يحتوي على حوالي 30% حديد وهو المكان الرئيسي لخزن الحديد في الطحال.
- 2- وظائف النقل مثل الهيموكلوبين الذي يقوم بنقل الأوكسجين من الرئتين الى الأنسجة المختلفة في الجسم .
- 3- وظائف الحماية او وظائف دفاعية حيث تقوم الاجسام المضادة الموجودة في دم الفقريات antibodies بالاتحاد مع البروتينات الغريبة التي قد تدخل الى 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 البكتريا تفرز بروتينات ذات درجة عالية من السمية مثل البكتريا السهوائية *clostridium botulinum* الذي تسبب التسمم الغذائي.
- 4- للبروتينات أهمية في تقلص وانقباض العضلات مثل الأكتين actin والمايوسين myosin المهمة في انقباض وانقباض العضلات.

## Lipids

## \*الليبيدات

الليبيدات أو الدهون عبارة عن مواد عضوية لاتذوب في الماء وبالأمكان استخلاصها بالمذيبات اللاقطبية مثل الكلوروفورم ، الأيثر او البنزين.

وظائف الدهون او الليبيدات :

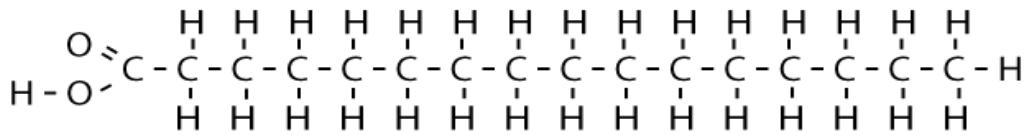
- 1- مكونات أساسية تركيبية لغلاف الخلية
- 2- خزين للطاقة تستخدمها الخلية في عمليات الأيض (المتابولزم) المختلفة
- 3- احد اشكال الوقود الأيضي المنقول transport form metabolic fuel
- 4- احد المكونات الواقية للجدران الخلوية في العديد من البكتريا واوراق النباتات المتقدمة وهيكل النباتات الخارجي.
- 5- مصدر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

## The fatty acid

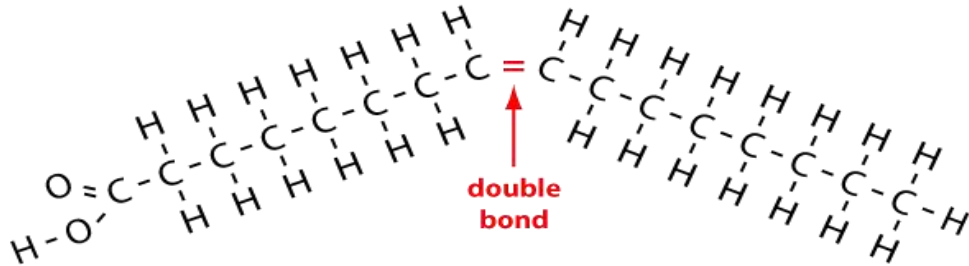
## \*الأحماض الدهنية

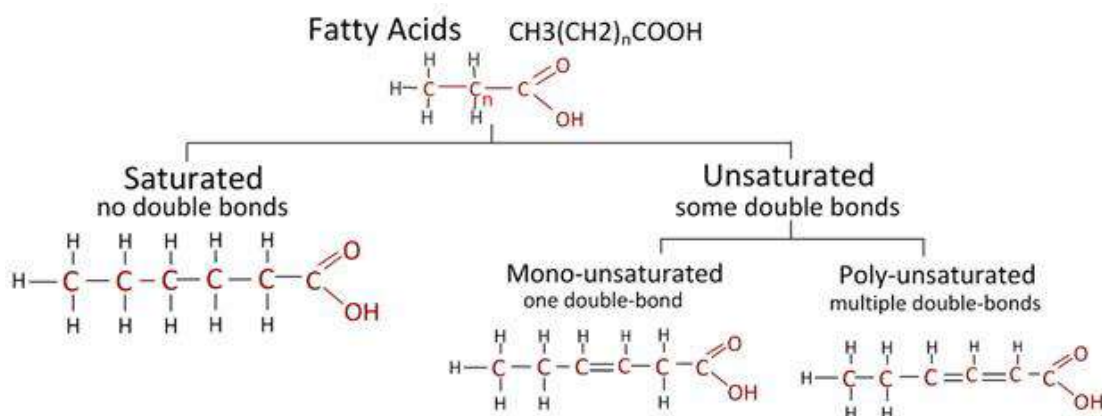
تحتوي جميع الأحماض الدهنية على سلسلة هايدروكاربونية طويلة ومجموعة كاربوكسيل طرفية ، قد تكون السلسلة الهايدروكاربونية مشبعة saturated او غير مشبعة unsaturated وقد تحتوي على اصرة مزدوجة واحدة او اكثر ، كما يوجد عدد قليل من الأحماض الدهنية تحتوي على ثلاث أو اصر مزدوجة

## saturated fatty acid



## unsaturated fatty acid





تصنف الاحماض الدهنية الى **1- الأحماض الدهنية المشبعة saturated fatty acid**:  
\*الجدول التالي يوضح الاحماض 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	.....	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$
$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$	<i>n</i> -Butyric	.....	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$	Caproic	<i>n</i> -Hexanoic	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$
$\text{C}_8\text{H}_{16}\text{O}_2$	Caprylic	<i>n</i> -Octanoic	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$
$\text{C}_9\text{H}_{18}\text{O}_2$	Pelargonic	<i>n</i> -Nonanoic	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
$\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{O}_2$	Capric	<i>n</i> -Decanoic	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$
$\text{C}_{12}\text{H}_{24}\text{O}_2$	Lauric	<i>n</i> -Dodecanoic	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$
$\text{C}_{14}\text{H}_{28}\text{O}_2$	Myristic	<i>n</i> -Tetradecanoic	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$
$\text{C}_{16}\text{H}_{32}\text{O}_2$	Palmitic*	<i>n</i> -Hexadecanoic	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$
$\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2$	Stearic*	<i>n</i> -Octadecanoic	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$
$\text{C}_{20}\text{H}_{40}\text{O}_2$	Arachidic	<i>n</i> -Eicosanoic	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$
$\text{C}_{22}\text{H}_{44}\text{O}_2$	Behenic	<i>n</i> -Docosanoic	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{20}\text{COOH}$
$\text{C}_{24}\text{H}_{48}\text{O}_2$	Lignoceric	<i>n</i> -Tetracosanoic	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{22}\text{COOH}$
$\text{C}_{26}\text{H}_{52}\text{O}_2$	Cerotic	<i>n</i> -Hexacosanoic	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{24}\text{COOH}$
$\text{C}_{28}\text{H}_{56}\text{O}_2$	Montanic	<i>n</i> -Octacosanoic	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{26}\text{COOH}$

كلما طال الجزء الهيدروكربوني للحمض الدهني كلما قلت درجة ذوبانه في الماء أي ان الأحماض الدهنية ( كابريك 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 البالميتيك (palmitic) (عدد ذرات الكربون 16) من اكثر الأحماض الدهنية المشبعة شيوعا في الدهون الحيوانية ويليه في ذلك الستيارك اسد stearic ( عدد ذرات الكربون 18).

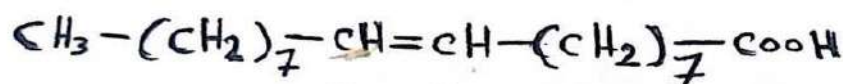
**2- الأحماض الدهنية غير المشبعة unsaturated fatty acid**: ان عدم التشبع يؤدي الى خفض درجة انصهار الأحماض الدهنية بنسبة كبيرة وزيادة درجة ذوبانها في المذيبات اللاقطبية ومن الجدير بالذكر ان جميع الأحماض الدهنية غير المشبعة الموجودة في الطبيعة تكون سائلة على درجة حرارة الغرفة الأعتيادية .

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

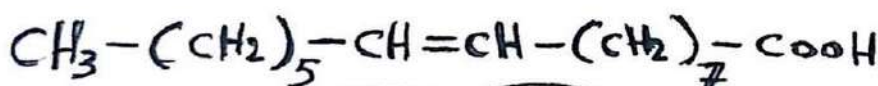


Molecular formula	Common name	Systematic name	Structural formula
$C_{16}H_{30}O_2$	Palmitoleic*	9-Hexadecenoic	$CH_3(CH_2)_5CH=CH(CH_2)_7COOH$
$C_{18}H_{34}O_2$	Oleic*	cis-9-Octadecenoic	$CH_3(CH_2)_7CH=CH(CH_2)_7COOH$
$C_{18}H_{34}O_2$	Elaidic	trans-9-Octadecenoic	$CH_3(CH_2)_7CH=CH(CH_2)_7COOH$
$C_{18}H_{34}O_2$	Vaccenic	11-Octadecenoic	$CH_3(CH_2)_5CH=CH(CH_2)_7COOH$
$C_{18}H_{32}O_2$	Linoleic*	cis, cis-9, 12-Octadecadienoic	$CH_3(CH_2)_4CH=CHCH_2CH=CH(CH_2)_7COOH$
$C_{18}H_{30}O_2$	Linolenic*	9, 12, 15-Octadecatrienoic	$CH_3CH_2CH=CHCH_2CH=CHCH_2CH=CH(CH_2)_4COOH$
$C_{18}H_{30}O_2$	$\gamma$ -Linolenic	6, 9, 12-Octadecatrienoic	$CH_3(CH_2)_4CH=CHCH_2CH=CHCH_2CH=CH(CH_2)_4COOH$
$C_{18}H_{30}O_2$	Eleostearic	9, 11, 13-Octadecatrienoic	$CH_3(CH_2)_3CH=CH-CH=CH-CH=CH(CH_2)_7COOH$
$C_{20}H_{32}O_2$	Arachidonic	5, 8, 11, 14-Eicosatetraenoic	$CH_3(CH_2)_4CH=CHCH_2CH=CHCH_2CH=CHCH_2CH=CHCH_2CH=CH(CH_2)_3COOH$
$C_{24}H_{46}O_2$	Nervonic	cis-15-Tetracosenic	$CH_3(CH_2)_7CH=CH(CH_2)_{13}COOH$

يوجد في الدهون الحيوانية حامضين دهنيين غير مشبعين يحتوي كل منهما على اصرة مزدوجة واحدة فقط هما حامض الاوليك oleic acid ( 18 ذرة كاربون ) ، البالميتواوليك palmito oleic ( 16 ذرة كاربون). تقع الاصرة المزدوجة عادة بين ذرتي الكاربون التاسعة والعاشرة علما بان ذرات كاربون الاحماض الدهنية ترقم ابتداء من ذرة الكاربون الكاروكسيلية

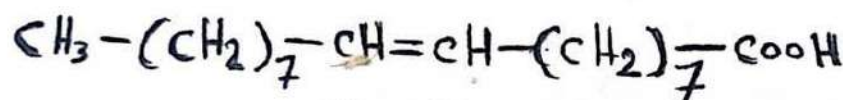


oleic acid

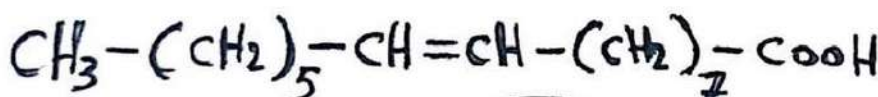


Palmito oleic acid

توجد احماض دهنية تحتوي على اكثر من اصرة مزدوجة واحدة وفي حالة عدم وجود مجموعة مثيلين  $-CH_2-$  تفصل بين اصرة مزدوجة وأخرى يطلق عندئذ على الاصرة المزدوجة بالمقترنة conjugated double bond. اما اذا كانت توجد مجموعة مثيلين تفصل بين اصرة مزدوجة وأخرى فيطلق عليها والحاله هذه بالاصرة غير المقترنة non - conjugated double bond.

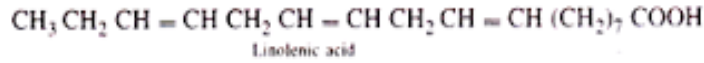
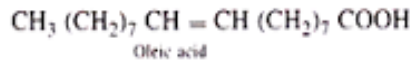


oleic acid



Palmito oleic acid

مثال على ذلك حامض اللينوليك الذي يحتوي على اصرتين مزدوجتين وحامض اللينولينك الذي يحتوي على ثلاث أواصر مزدوجة ، وحامض الاركيدونك الذي يحتوي على اربع أواصر مزدوجة.



تكون الأواصر المزدوجة المقترنة اكثر عرضة للتأكسد مقارنة بالأواصر المزدوجة غير المقترنة . توجد الأواصر المزدوجة المقترنة بكثرة في الاحماض الدهنية النباتية .

لا تتعرض الاحماض الدهنية المشبعة الى الاكسدة بسرعة ، أي على عكس الاحماض الدهنية غير المشبعة ، الا انه في حالة تاكسد الاحماض الدهنية غير المشبعة فان ذلك يتم ببطء وتلقائيا بوجود الهواء ويساعد في حدوث عملية الزناخة rancidity يعتقد ان التفاعل يشمل على مهاجمة جذور البيروكسيد peroxide radicals للأواصر المزدوجة مع تكوين هيدروبيروكسيدات غير مستقرة التي تتحلل بدورها الى احماض كيتونية واحماض hydroxyl keto acid

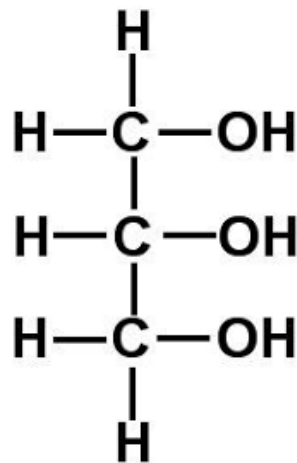
تتم اكسدة الأواصر المزدوجة بسرعة اكبر بوجود الأوزون O<sub>3</sub> ويتم نتيجة لذلك تكوين الأوزايد ozid الذي يتحلل بدوره بفعل الماء تحت ظروف مختزلة ليعطي في النهاية مجموعتي الديهايد.

## Neutral fats (Acylglycerol)

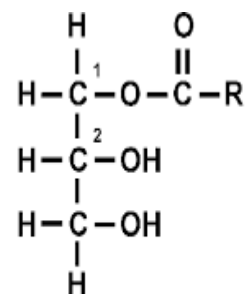
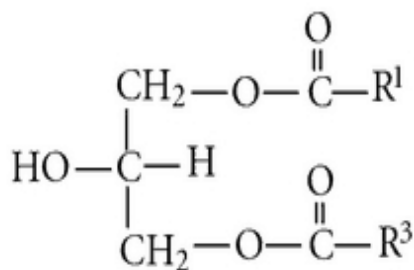
## \*الدهون المتعادلة

يطلق على استرات الاحماض 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 استرة مجاميع الهيدروكسيل الثلاثة العائدة للكليسرول مع الاحماض 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 احادي الاسيل monoglycerides . نلاحظ من التراكيب ادناه ان ترقيم ذرات كاربون جزيئة الكليسرول يكون 1,2,3 من الأعلى الى الأسفل .



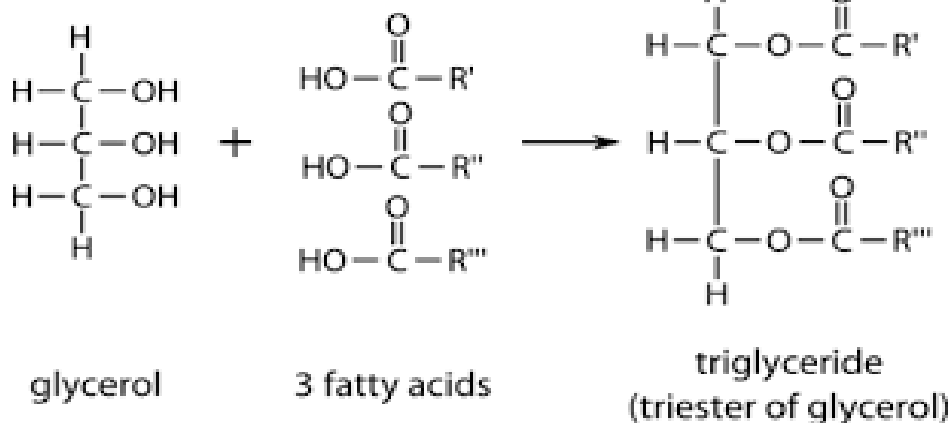
Glycerol



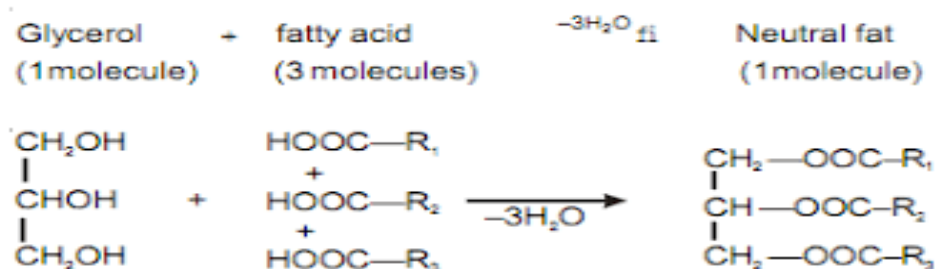
R is a saturated or unsaturated aliphatic group in position 1 or 2

**1,3- Diacylglycerol**

**1- Monoacylglycerol**



تتكون 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 لا تذوب في الماء لكنها تذوب في المذيبات العضوية (اللاقطبية) وكلما كان الدهن محتوي على نسبة اكبر من الاحماض الدهنية قصيرة السلسلة والاحماض الدهنية الغير مشبعة كلما كانت درجة ذوبان ذلك الدهن اكبر ودرجة انصهاره اقل بالمقابل يصاحب زيادة درجة تشبع الاحماض الدهنية وزيادة اطوال سلاسلها (زيادة عدد ذرات الكربون فيها).

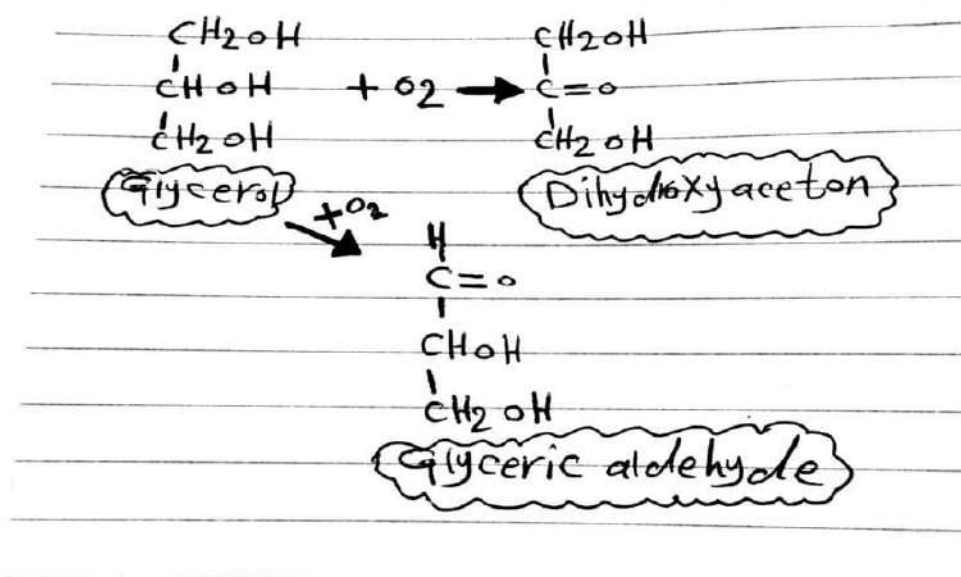
يصاحب ذلك ارتفاع درجة الانصهار فمثلا يكون الستيارين الثلاثي tristearin (كلسريده ثلاثية تحتوي على ثلاث جزيئات من حامض الستياريك) صلبا على درجة حرارة الغرفة اذ تبلغ درجة انصهاره 71 درجة مئوية ، بينما يكون كل من الاولين الثلاثي triolein (كلسريده ثلاثية تحتوي على ثلاث جزيئات حامض الاوليك ) والبيوترين الثلاثي tributyrin (كلسريده ثلاثية تحتوي على ثلاث جزيئات من حامض البيوتريك ) سائل على درجة حرارة الغرفة الاعتيادية ويعود سبب ذلك الى ان درجة انصهار الاولين 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 الاحماض الدهنية المشبعة قصيرة السلسلة، تتميز الزيوت النباتية باحتوائها على نسبة عالية من الاحماض الدهنية غير المشبعة لذلك تكون هذه الزيوت سائلة على درجة حرارة الغرفة الاعتيادية.

#### Glycerol

#### \*الكليسرول

يوجد الكليسرول في جميع انواع الدهون والزيوت ويعتبر كحول ثلاثي الهيدروكسيل ويكون سائل زيتي القوام ، قابل للامتزاج بالماء والكحول وهو عديم الذوبان بالأثير ، حلو المذاق ويتحول الكليسرول بتأثير حامضي النتريك والكبريتيك المركزين الى كلسرين والذي يساعد على توسيع الشرايين ويستعمل في علاج امراض الشرايين والدورة الدموية.



## Waxes

## \* الشمعيات

هي عبارة عن استرات لأحماض دهنية طويلة مع أي كحول عدا الكليسرول، توجد الشمعيات كمواد مغلفة وحافظة على الجلد والفرو والريش وأوراق النباتات المتقدمة والفواكه، وعلى البشرة الخارجية للعديد من الحشرات، من المكونات الأساسية لشمع النحل هي استرات حامض البالمتيك لكحولات دهنية طويلة السلسلة تسمى myricyl palmitate، يتكون شمع أوراق النباتات من استرات الأحماض الدهنية مع كحولات تحتوي على 26-34 ذرة كربون.

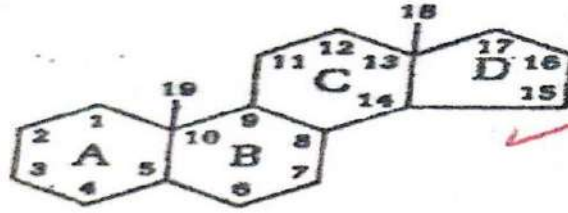
## Steroids

## \* الستيرويدات

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

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

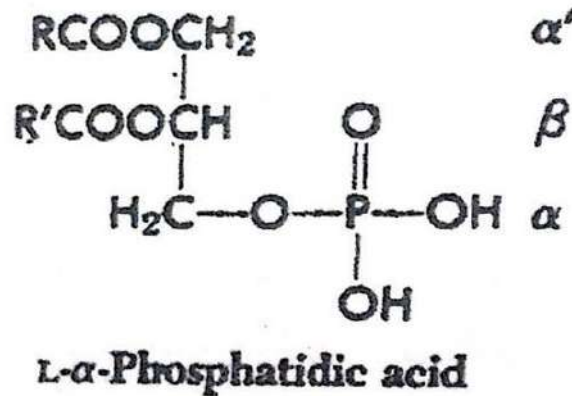
\*تتكون الستيرويدات من ثلاث حلقات سداسية A,B,C مندمجة مع بعضها ويطلق عليها Phenanthreen متصل بها حلقة خماسية.



## PhosPholipids

## \*الدهون المفسفرة (الفوسفوليبيدات)

هي عبارة عن صنف من أصناف الدهون ويشير اسمها الى انها تحتوي على عنصر الفسفور ويوجد على هيئة حامض فسفوريك ، تحتوي الفوسفوليبيدات على حامضين دهنيين مرتبطين بواسطة اصرة استرية بجزيئة كليسرول ويكون الحامض الدهني المرتبط بذرة الكربون الأولى لجزيئة الكليسرول مشبعا ويحتوي على ( 16-18 ) ذرة كاربون على الأغلب ( أي ان هذا الحامض الدهني يكون اما بالميتيك palmitic او ستيارك stearic ) اما الحامض الدهني الآخر المرتبط بذرة الكربون الثانية لجزيئة الكليسرول فيكون غير مشبع عادة يرتبط بمجموعة الهيدروكسيل OH الموجودة على ذرة الكربون الثالثة لجزيئة الكليسرول فيكون غير مشبع يرتبط بمجموعة الهيدروكسيل الموجودة على ذرة الكربون الثالثة لجزيئة الكليسرول حامض فسفوريك بواسطة اصرة استرية لينتج عن ذلك حامض فوسفاتيدك phosphatidic acid .



## \*الجسيمات الأحادية والثنائية الطبقات

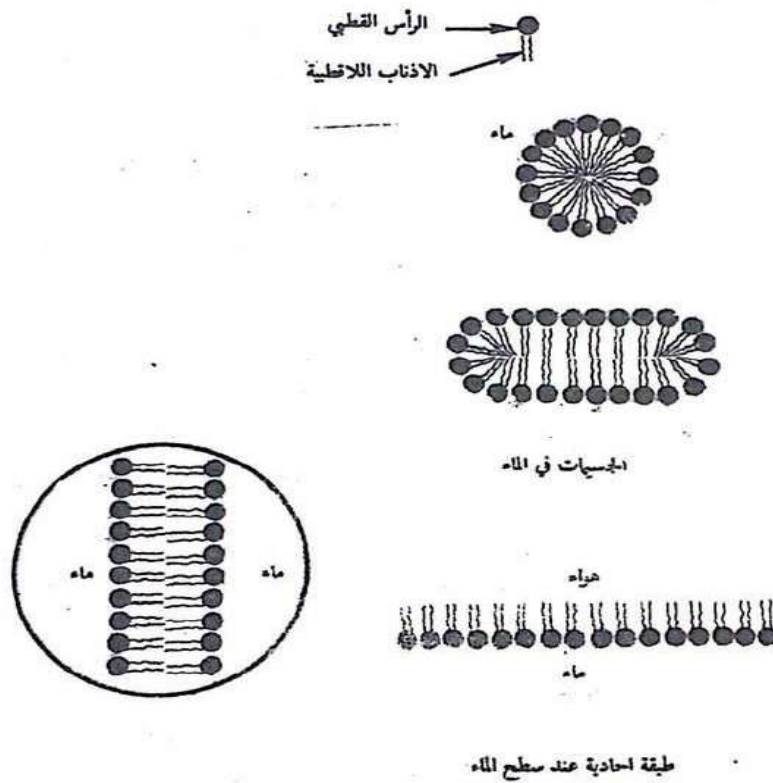
## Lipid Micelles , Monolayers and Bilayers

تتشكل الدهون القطبية في الأنظمة المائية لتكون جسيمات Micelles بحيث ينفر او يبتعد الذنب الهايروكاربوني hydrocarbon tail لهذه الجسيمات الدهنية ويحب عن الطور المائي مكونا طوراً مستقلاً بحد ذاته يكون غير محب للماء hydrophobic phase وفي

نفس الوقت تتعرض الرؤوس المحبة للماء hydrophilic heads الى الطور المائي أي الى السطح . قد تحتوي جسيمات كهذه على الاف من الجزيئات الدهنية بحيث يكون وزنها الجزيئي عاليا جدا ، وبالرغم من ان الكلسريدات الثلاثية (الدهون المتعادلة) والكوليسترول لا تنتشتت 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 جزيئة واحدة بحيث يكون الذنب الهيدروكاربوني معرضا الى الهواء وتمتد الرؤوس القطبية المحبة للماء الى الطور المائي .

تتمكن الفوسفوليبيدات أيضا من تكوين طبقات ثنائية بحيث يمتد الذنب الهيدروكاربوني لجزيئة الدهون القطبية الى الداخل مكونة طورا هيدروكاربونيا مستمرا وتمتد الرؤوس المحبة للماء الى الخارج نحو الطور المائي.



شكل (٦-١) الجسيمات الدهنية الاحادية وانتفاية الطبقات

## ENZYMS

## \*الأنزيمات

تعتبر الأنزيمات من البروتينات المتخصصة ، تقوم الأنزيمات بدور العوامل المساعدة للمئات من التفاعلات الكيميائية والتي تكون جميعا ما يسمى بالطرق المختلفة للأيض intermediary metabolism والتي بواسطتها تتمكن الخلية الحية من الاستفادة من المواد الغذائية خلال سلسلة من التفاعلات المتعاقبة التي تساعد فيها الأنزيمات.

### Central properties of Enzymes

### \*الخواص العامة للأنزيمات

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

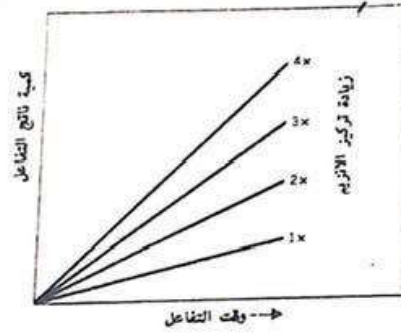
بعض الأنزيمات تحتوي على مركب كيميائي تحتاجه في فعاليتها يسمى عامل مرافق cofactor وقد يكون العامل المرافق ذو طبيعة معدنية كالمغنيسيوم والمنغنيز والزنك والحديد ، او قد يكون العامل المرافق عبارة عن جزيئة عضوية معقدة وتسمى في هذه الحالة مرافق الأنزيم Coenzyme . تحتاج بعض الأنزيمات لعملها لكلا النوعين من العوامل المرافقة وغالبا 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 )

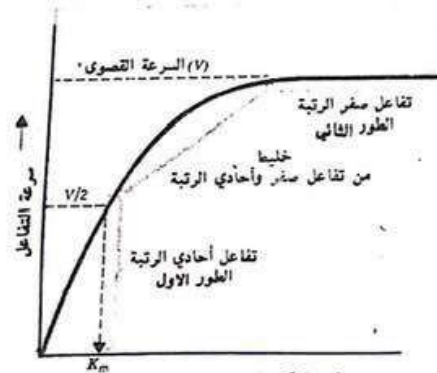
### Effect of Enzyme concentration and substrated concentration

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





تأثير تركيز الإنزيم على سرعة التفاعل ، بالتقارب وجود ورة من المادة التي يعمل عليها الإنزيم والمادة الخاضعة.



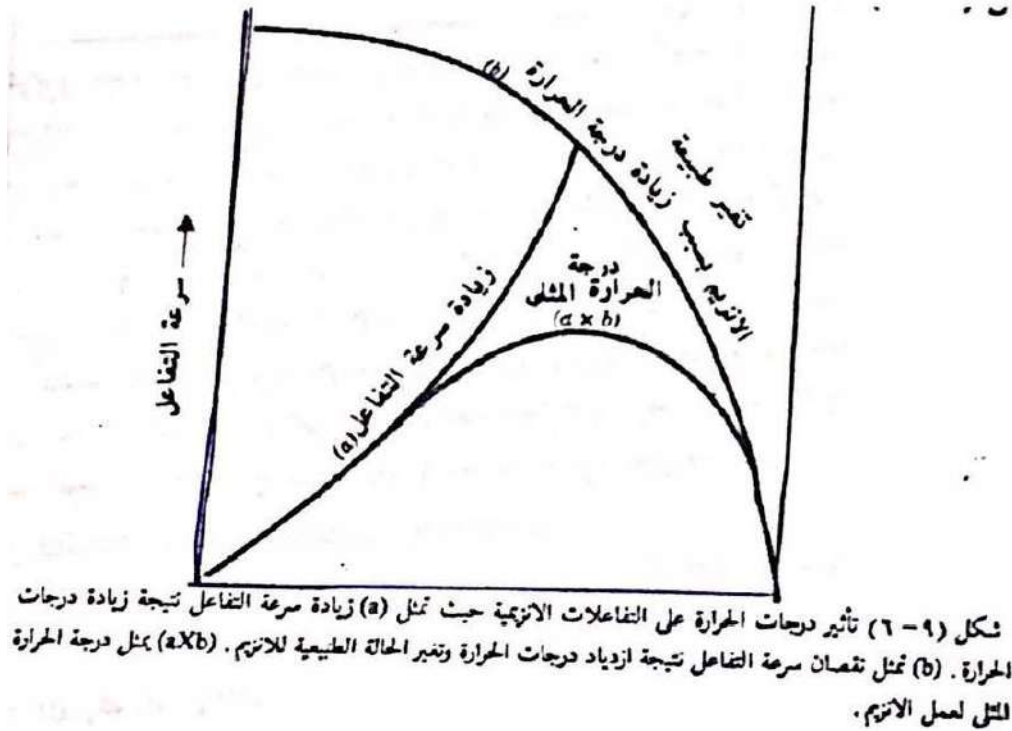
تأثير تركيز المادة التي يعمل عليها الإنزيم (المادة الخاضعة) على سرعة التفاعل ، بالتقارب بقاء تركيز الإنزيم ثابتاً.

## \*تأثير درجة الحرارة على التفاعلات الأنزيمية

### Effect of Temperatur on Enzmatia Reaction

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

ان تغيير درجات الحرارة يؤدي الى تغيير الحالة الطبيعية للأنزيم أي تحدث لها عملية دنتره denaturation وبالتالي فان ذلك سوف يؤدي الى تقليل التركيز الفعال للأنزيم 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 للأنزيم ، فاذا وصلت درجة الحرارة الى 55 درجة مئوية فان التغيير السريع في طبيعة الأنزيم يؤدي الى تحطيم الأواصر الهيدروجينية بصورة تؤدي الى فقدان الأنزيم لفعاليته كليا



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

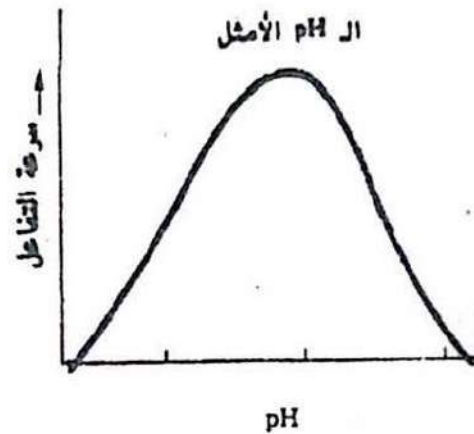
### Effect of pH

بما ان الأنزيمات عبارة عن مواد بروتينية فان أي تغيير في ال PH سوف يؤثر على الصفات الأيونية للمجاميع الأمينية والكاربوكسيلية الموجودة في جزيئة البروتين وبالتالي سوف تؤثر على المواقع الفعالة للأنزيم وكذلك على هيئة وشكل البروتين، إضافة الى ان القيم العالية او الواطئة من ال PH سوف تؤدي الى حدوث دنتره للأنزيم 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 الانزيمات

الانزيم	pH
بيسين	١,٥
تريسين	٧,٧
كاناليز	٧,٦
ارجنيز	٩,٧
فيوماريز	٧,٨
رايونيوكليز	٧,٨



شكل ( ٩ - ٧ ) تأثير ال pH على فعالية الانزيم

### \*تخصص المادة التي يعمل عليها الانزيم

#### Substrate specific of enzymes

تظهر بعض الأنزيمات تخصص مطلق بالنسبة للمادة التي تعمل عليها ولا تحلل أي مادة أخرى حتى لو كانت هذه المادة ذات جزيئات مشابهة للمادة الأصلية التي يعمل عليها الأنزيم فعلى سبيل المثال يساعد الأنزيم المسمى اسبارتيز aspartase على إضافة الأمونيا الى الأصرة المزدوجة العائدة لحامض الفيوماريك فقط وليس لاي حامض غير مشبع اخر، وعلى النقيض من ذلك توجد انزيمات أخرى ذات تخصصات عريضة نسبيا فمثلا انزيم الفوسفاتيز الموجود في الكلية يحلل استرات متعددة لحامض الفوسفوريك ، لكن سرعة التحلل تختلف من تفاعل لآخر.

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

1- يجب احتواء المادة التي يعمل عليها الأنزيم على اصرة كيميائية 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 **activesite** : 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 حيزا صغيرا نسبيا من الحجم الكلي للأنزيم اذ لاتكون معظم الأحماض الأمينية المكونة للأنزيم بتماس مع المادة الخاضعة، ومن هنا يأتي السؤال المحير لماذا تكون جزيئة الأنزيم كبيرة الى هذا الحد؟ تتكون معظم الأنزيمات بما لا يقل عن 100 حامض اميني أي ان الوزن الجزيئي للأنزيم يزيد عن 10000 والقطر اكثر من 25 انكستروم.

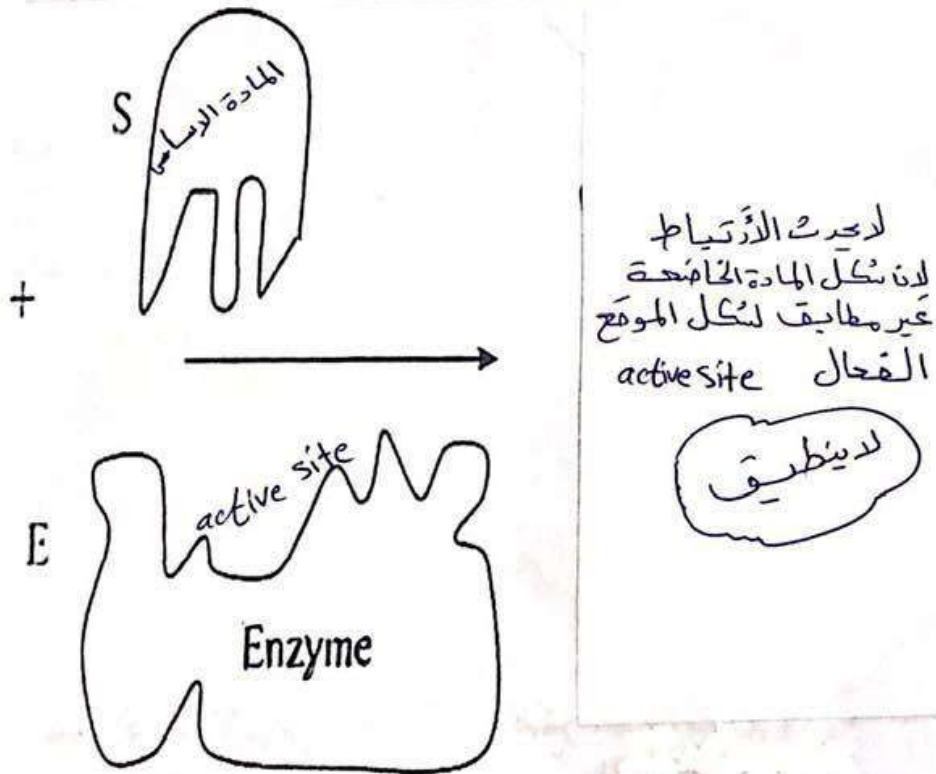
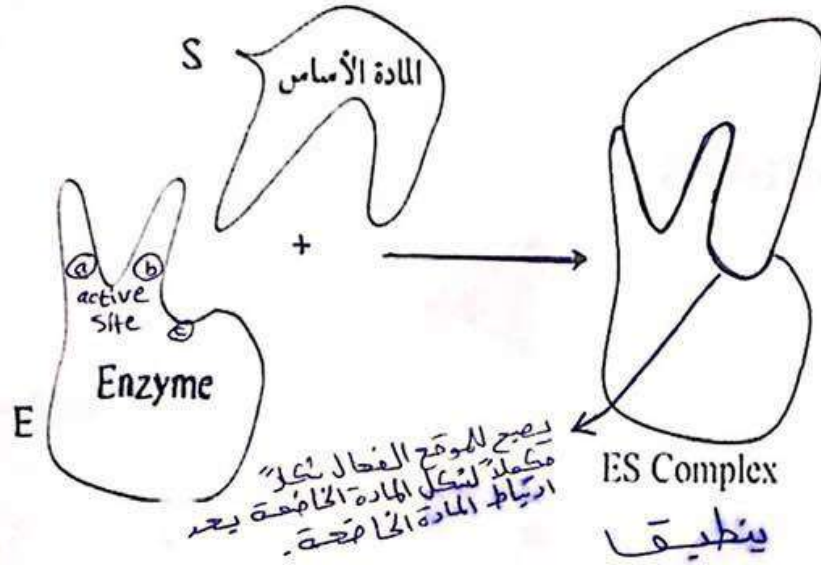
2- الموقع الفعال ليس عبارة عن خط او نقطة او مستوى مستقيم بل يكون له ابعاد ثلاثية .

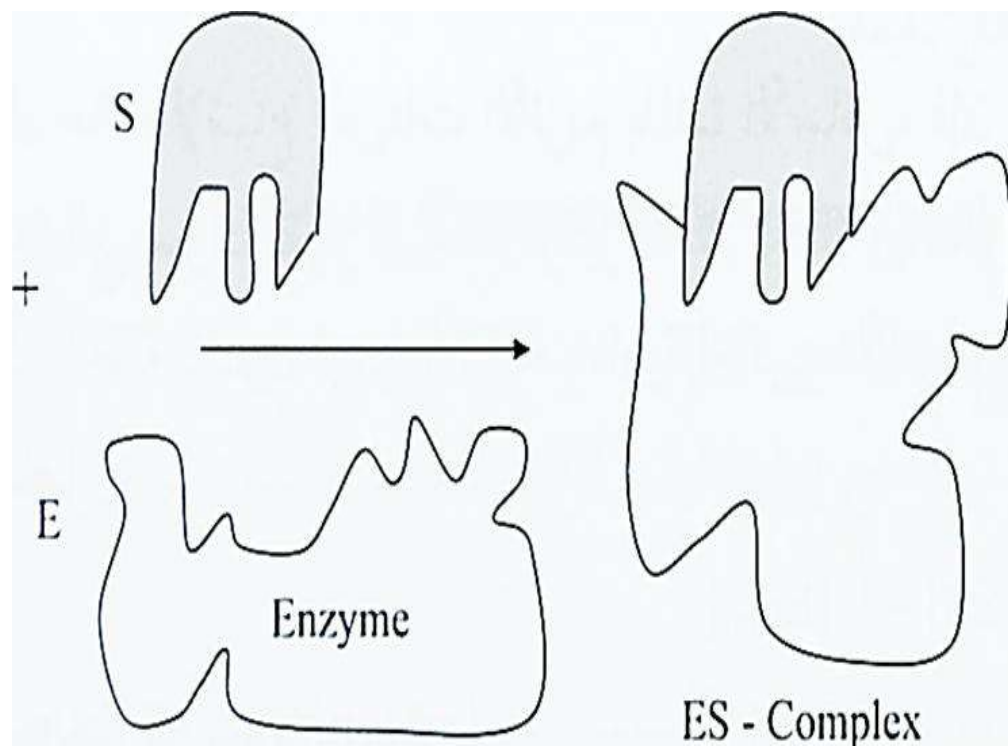
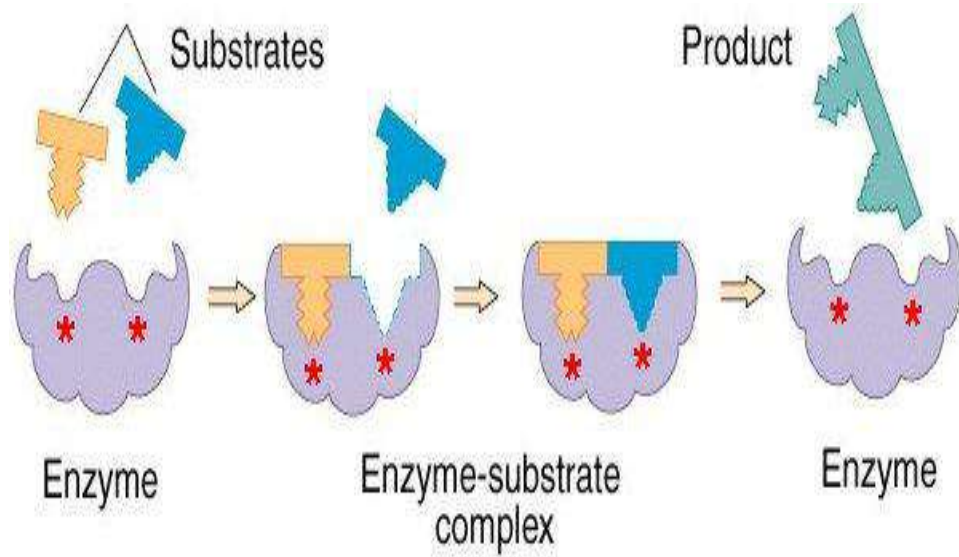
3- ترتبط المواد الخاضعة بالأنزيمات بواسطة قوى ضعيفة نسبيا ولادراك مدى ضعف هذه القوى يجب ان نذكر ان قوة الاواصر التساهمية تتراوح بين 50- 110 كيلو سعرة \ مول.

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 مطابقا لشكل الموقع الفعال.

الأشكال التالية توضح ما ذكرناه سابقاً







## \*تسمية وتصنيف الأنزيمات Nomenclature and classification

تمت تسمية بعض الأنزيمات سابقا نسبة الى المواد التي تعمل عليها substrates او نسبة الى طبيعة التفاعل الذي تشارك فيه الأنزيمات كعوامل مساعدة ، فمثلا يقوم الأنزيم المسمى يوريز ureas بتحليل اليوريا ويقوم الأنزيم المسمى ارجيناز arginase بتحليل الأرجينين، الا انه في حالات أخرى لم تعط الأنزيمات أسماء تدل على طبيعة التفاعلات التي تساعد فيها . فمثلا لا تعطي أسماء الأنزيمين الببسين والتريبسين أي دلالة على انهما يقومان بتحليل البروتينات.

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

- 1- أنواع التفاعلات والانزيمات الخاصة لكل تفاعل وصنفت الى ست أصناف رئيسية
- 2- يتكون اسم الأنزيم من جزئين يعطي الجزء الأول من الاسم دلالة على المادة او المواد التي يعمل عليها الأنزيم، اما الجزء الثاني من الاسم فينتهي بالمقطع (ase).
- 3- اعطي لكل أنزيم رقم خاص به يشير الحرف الأول من الرقم الى صنف الأنزيم 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 الأنزيم.

### \*سوف نقوم بدراسة الأصناف الستة للأنزيمات مع بعض الأمثلة التوضيحية

#### 1- Oxidoreductases

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

#### 2- Transferases

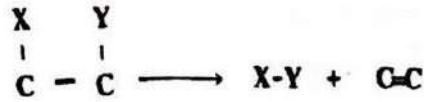
يشمل هذا الصنف الأنزيمات التي تقوم بدور العامل المساعد بنقل مجموعة ما ( عدا الهيدروجين ) بين زوج من المواد التي يعمل عليها الأنزيم.

#### 3- Hydrolases

يقع ضمن هذا الصنف الأنزيمات التي تقوم بدور العامل المساعد في تحليل الأستر والبيبتيدات وال c-c, acid- anhydride, glycosyl, الاواصر الموجودة بين N-P.

#### 4- lyases

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



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

#### -5 isomerases

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

#### -6 Ligases

يشمل هذا الصنف من الأنزيمات 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 الأنزيم

لا تعرف الميكانيكية الدقيقة لعمل أي انزيم لحد الان ولالقاء الضوء على عمل الانزيم فقد تم استعمال تفاعلات نموذجية مشابهة لتلك التي 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 وازضافة جزيئة ماء الى مجاميع الكربونيل او اخذ جزيئة ماء من الكحولات لينتج مركبات غير مشبعة ومن المعروف ان بعض الأنزيمات تحتوي على مجاميع تهب البروتونات مثل NH<sub>2</sub> و COO، وتوجد طريقة أخرى لدراسة ميكانيكية الأنزيمات بواسطة التعرف على المجاميع الموجودة في المواقع الفعالة للأنزيمات والتي قد تكون مسؤولة في المساعدة في عمل الانزيمات . طريقة ثالثة لدراسة ميكانيكية الانزيم هي دراسة تركيب المركب المعقد الناتج من اتحاد الأنزيم والمادة التي يعمل عليها.

## النوكليوتيدات والأحماض النووية Nucleotides and Nucleic acid

تعتبر النوكليوتيدات الوحدات البنائية للأحماض النووية وهي تشارك في الية عمل نقل المعلومات الوراثية كذلك تقوم بنقل الطاقة الكيميائية من التفاعلات التي تنتج الطاقة الى تفاعلات أخرى تحتاج للطاقة وكذلك تشارك النوكليوتيدات في تفاعلات التخليق المختلفة وقسم اخر يعمل كمرافقات انزيمية.

### \*مكونات النوكليوتيدات Components of Nucleotides

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

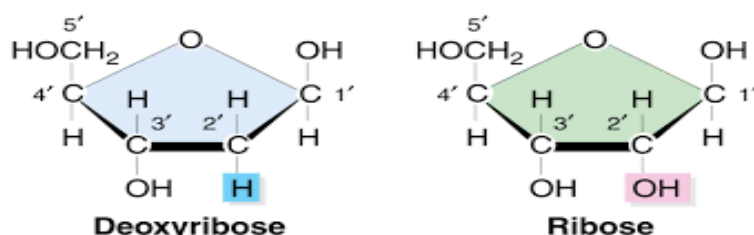
### \*القواعد النتروجينية

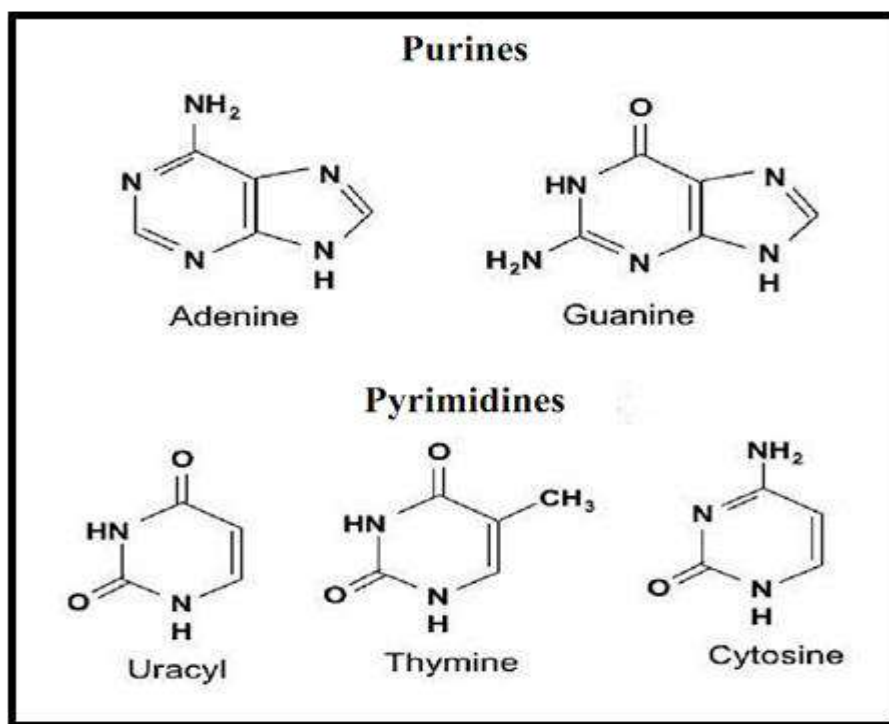
تحتوي النوكليوتيدات على نوعين من القواعد النتروجينية وهي عبارة عن مشتقات المركبات الحلقية غير المتجانسة وهذين النوعين هما pyrimidine and purine Bases . توجد ثلاث قواعد بيريميدين شائعة الوجود في الأحماض النووية وهي اليواسيل Uracil ، Thymin ، الثيامين، سايتوسين Cytosine واختصارا تكتب هذه القواعد باستعمال الحرف الأول ((U,T and C)) ، يوجد Uracil في Ribonucleic acid (RNA) فقط بينما يوجد Thymin في Deoxyribonucleic acid (DNA) فقط بينما يوجد السايتوسين Cytosine في كل من DNA , RNA ، اما بالنسبة للبيورين فيوجد نوعين منهما هي الأدينين adinine ويختصر ( A ) والكوانين Guanine ويختصر (G) يوجد الادنين والكوانين في كل من DNA,RNA بالإضافة الى القواعد المذكورة سابقا وكما مبين في الشكل ( 1-7 ).

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

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

يوجد نوعين من السكريات الخماسية في النوكليوتيدات الأول D-ribose دي رايبوز والثاني دي اوكسي رايبوز deoxy ribose، يوجد الأول ( D-ribose ) في النوكليوتيدات المشتقة من RNA اما الثاني (deoxy ribose) يوجد في النوكليوتيدات المشتقة من DNA

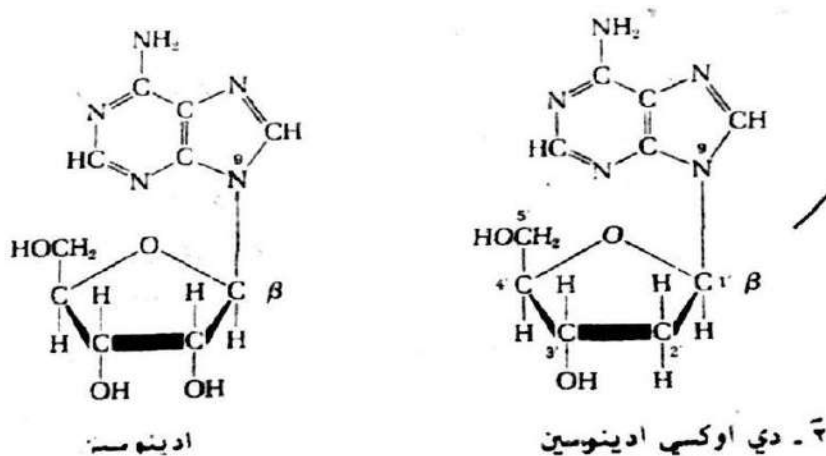




((الشكل يوضح قواعد البيريميدين والبيورين الأساسية))

### \* النيوكليوسيدات Nucleosides

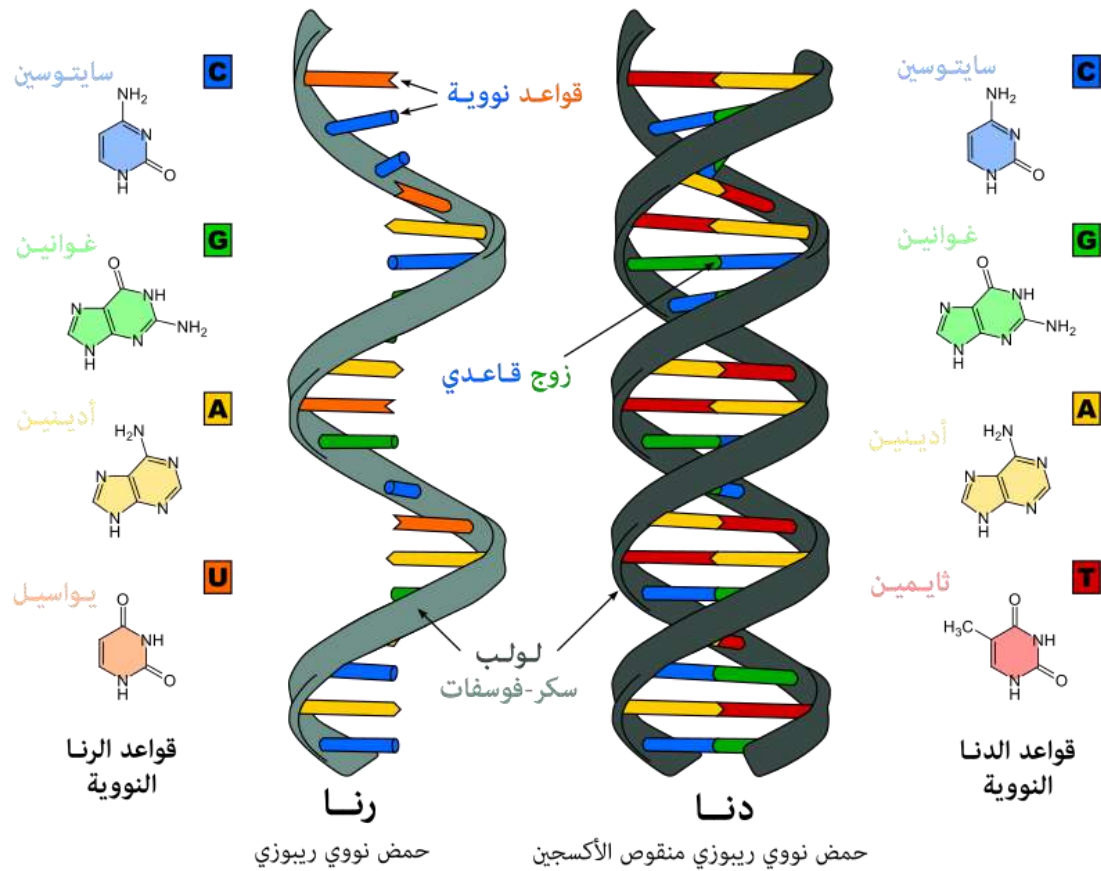
تتكون النيوكليوسيدات من قواعد البيريميدين أو البورين التي تكون مرتبطة مع الرايبوز أو مع ال دي اوكسي رايبوز بواسطة اصرة N-glycosyl وتتكون الأصرة بين ذرة النتروجين الأولى من البيريميدين أو ذرة النتروجين التاسعة من البيورين مع ذرة الكربون الأولى للسكر الخماسي . توجد النيوكليوسيدات على هيتين الفا وبيتا نسبة الى ارتباط مجموعة الهيدروكسيل المتصلة بذرة الكربون الأولى في السكر الخماسي ( اذا كانت مجموعة الهيدروكسيل الى الأعلى يكون السكر الخماسي من نوع بيتا، واذا كانت الى الأسفل يكون السكر الخماسي من نوع الفا)، لكن جميع النيوكليوسيدات التي تم الحصول عليها من الأحماض النووية تكون على هيئة بيتا

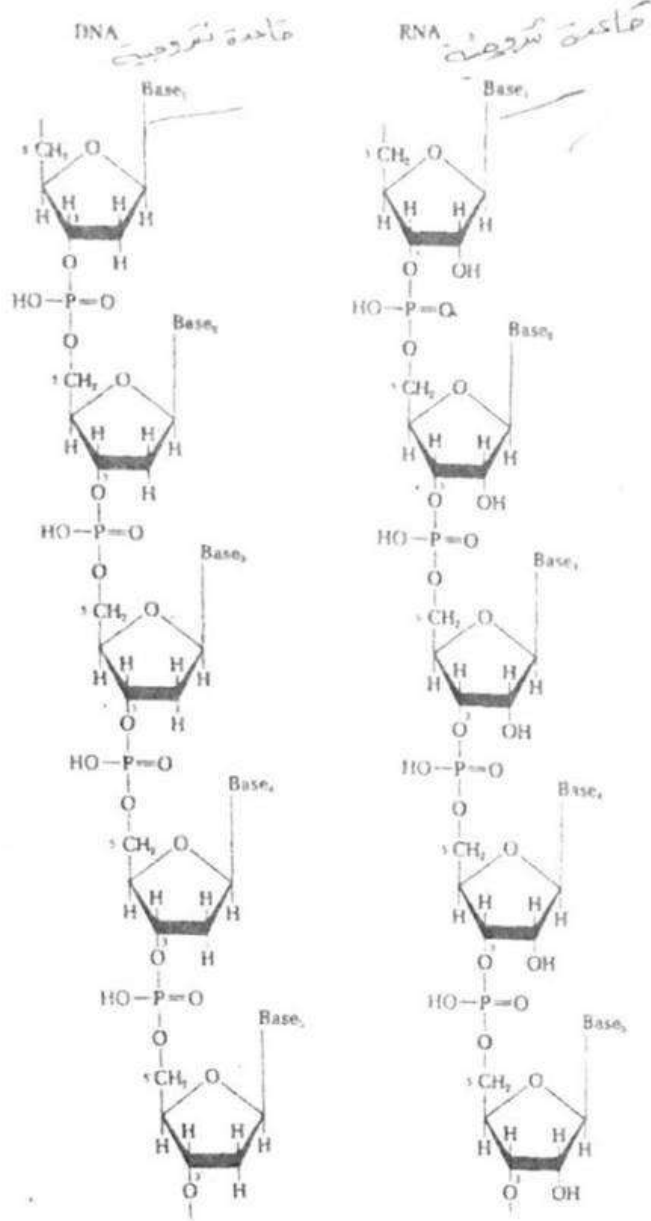


شكل (٧-٢) تركيبان لمثلان النيوكليوسيدات

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

تعتبر النيوكلوتيدات الأحادية الوحدات البنائية لسلسلة النيوكلوتيدات المتعددة polynucleotides والتي تزيد عدد وحداتها عن عشرة وتحتوي على السكر الخماسي من نوع دي اوكسي رايبوز تسمى حامض دي اوكسي رايبونوكليك deoxyribonucleic acid ويخسر 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 DNA من الحيوانات المنوية للأسماك ومن الخلايا المتفحكة والتي تكون عادة غنية جدا بال DNA. في الخلايا بدائية النواة prokaryotic cells وهي الخلايا البسيطة التي تحتوي على كروموسوم واحد وتشمل البكتيريا والاشنيات 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 حقيقية النواة eukaryotic cells وهي خلايا النباتات والحيوانات المتقدمة والتي تحتوي على عدة كروموسومات فان DNA يكون عادة مرتبطا مع البروتينات القاعدية مثل الهستونات histones والبروتامينات protamines. وال DNA من مصادره المختلفة يختلف في التركيب والوزن الجزيئي ونسب النيوكلوتيدات المختلفة باختلاف أنواع الكائنات الحية.





شكل (٥-٧) تركيب النيوكليوتيدات المتعددة في الـ DNA والـ RNA ، لاحظ أن الارتباط بين جزيئي نيوكليوتيد يكون بواسطة جسر فوسفاتي ثاني الأستر يمتد بين مجموعة الهيدروكسيل - ٣' لنيوكليوتيد ومجموعة الهيدروكسيل - ٥' للنيوكليوتيد التي تليها.



## \*الحامض النووي الرايبوزي Ribonucleic acid

يكون RNA بين 5\_10 مــــن الوزن الكلي للخلية وهناك 3 أنواع رئيسية مــــن هذا الحامض النووي

mRNA

1- messenger RNA

rRNA

2- ribosomal RNA

tRNA

3- transfer RNA

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

جدول (٧-١) بعض صفات الـ RNA العائد للبكتريا *E.coli*

النوع	عدد الوحدات	معامل الترسيب S	الوزن الجزيئي
mRNA	٧٥ - ٣٠٠٠	٦ - ٢٥	٢٥٠٠٠ - ١٠٠٠,٠٠٠
tRNA	٧٥ - ٩٠	٤	٢٣٠٠٠ - ٣٠٠٠٠
rRNA	١٠٠	٥	٣٥٠٠٠
	١٥٠٠	١٦	٥٥٠٠٠٠
	٣١٠٠	٢٣	١١٠٠٠٠٠

يحتوي mRNA على القواعد النتروجينية الأربعة التالية (A, G, C, and U) ويتم بنائه بمساعدة الأنزيمات داخل النوية بطريقة بحيث يكون تعاقب القواعد النتروجينية في تركيب متتاماً complementary لتعاقب القواعد النتروجينية لخيوط واحد من DNA ومــــن 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 ثايمين (T) في تركيب RNA حيث تحل محلها القاعدة النتروجينية اليوراسيل (U) وقد وجد في تركيب الاحماض النووية ان مقابل كل A يوجد T في DNA ومقابل كل A يوجد U في RNA ، كذلك مقابل كل C يوجد G في كل من DNA , RNA ويعود سبب ذلك الى ان ثباتية الأحماض النووية تكون على أقصاها عند تكوين ثلاث أوأصر هيدروجينية بين كل من C و G وأصرتين هيدروجينية بين A و T . بعد ان يتم بناء mRNA داخل النوية ينتقل الى السايوبلازم . ان تركيب الـ mRNA الخاص هو الذي سوف يقرر تعاقب الاحماض الامينية في عملية بناء البروتين وكل جزيئة mRNA تحمل عــــادة 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 الرايبوسومات . والرايبوسومات عبارة عن حامض نووي متحد مع بروتين يسمى رايبونيوكليوبروتين ribonucleoprotein.

يحتوي rRNA على القواعد النتروجينية الشائعة (A, G, C and U) ويوجد عدد قليل من القواعد النتروجينية غير الشائعة والتي تختلف عن الأولى باحتوائها على مجموعة مثيل تكون جزيئات tRNA صغيرة نسبيا وتقوم بنقل الأحماض الأمينية خلال عملية بناء البروتين ويتراوح الوزن الجزيئي tRNA بين 23-30 ألف وتحتوي بين 75-90 نيوكليوتيدات 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 الاستر phosphate diester linkage ترتبط مجموعة الهيدروكسيل الثالثة في السكر الخماسي للنيوكليوتيد التي تليها كما موضح في الشكل (5-7). ومن هذا الشكل يتضح ان العمود الفقري للأحماض النووية يتكون من وحدات متبادلة من حامض الفوسفوريك والسكر الخماسي . اما القواعد النتروجينية فتقع في طرف هذا العمود الفقري وتكون مرتبطة مع السكر الخماسي كما في الشكل (6-7).

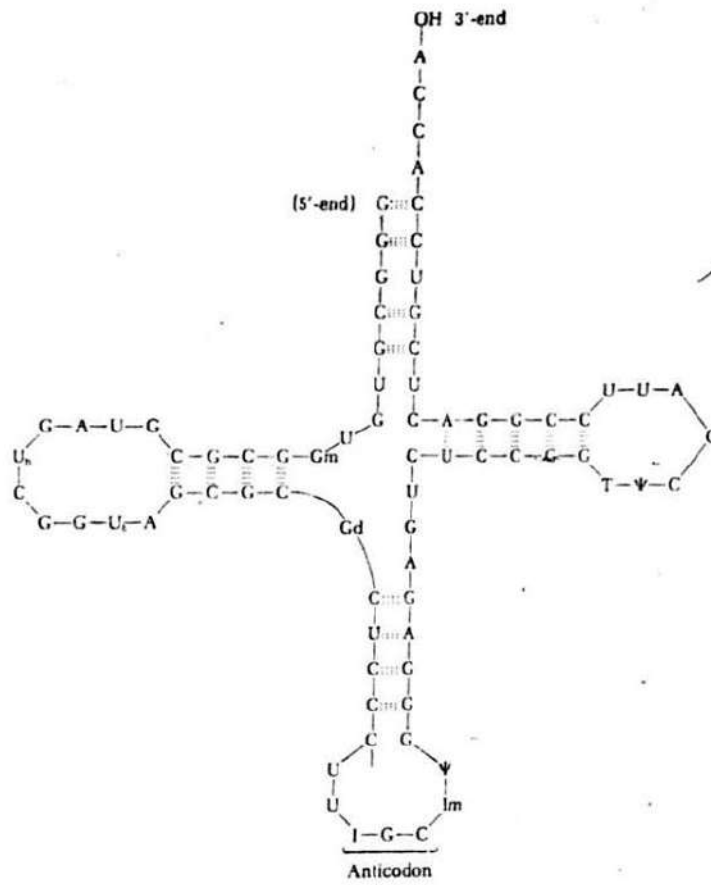
### \*الصفات البايولوجية للأحماض النووية Structure of Nucleic acids

من الدلائل التي تم الحصول عليها بان DNA يقوم بنقل المعلومات الوراثية ان كمية وتركيب DNA في أي خلية أو أي نوع من الكائنات الحية تكون ثابتة جدا ولا تتغير بتغير الظروف البيئية أو نوع الغذاء إضافة الى ذلك ان كمية ال DNA الموجود في الخلية يتناسب طرديا مع تعقيد الخلية المأخوذ منها أي ان كمية العوامل الوراثية الموجودة في DNA الموجود لخلية معقدة تكون اكثر من تلك الموجودة في DNA لخلية أخرى اقل تعقيدا . ومن الدلائل المهمة الأخرى على ان ال DNA يقوم بنقل العوامل الوراثية هي اكتشاف ان نسبة القواعد النتروجينية ( البيورينات وال بيريميدينات ) المكونة لل DNA تكون نفسها للإنسان والنبات والبكتريا لكن تختلف فقط في نسبها بين الأنواع المذكورة أعلاه .... من هذا يمكننا القول

1- ان نسبة القواعد النتروجينية المكونة لل DNA تختلف من نوع لآخر من الكائنات الحية  
2- ان عينات ال DNA المعزولة من انسجة مختلفة لنفس النوع من الكائنات الحية لها نفس التركيب .

3- ان تركيب ونسب القواعد النتروجينية المكونة لل DNA لاي نوع من الكائنات الحية لا يتغير بالعمر أو المستوى الغذائي أو تغيرات الظروف البيئية .

4- يكون عدد وحدات ال ادينين مساويا لعدد وحدات الثايمين أي ان (A=T) كذلك فان عدد وحدات اليوراسيل للأدينين (A=U) . كذلك يكون عدد وحدات الكوانين Guanine دائما مساويا لعدد وحدات الساييتوسين (C=G) .



شكل (٧-٦) تماثل القواعد النروجينية في الـ tRNA الخاص بنقل الالانين في الخميرة . لاحظ الشكل الذي يشبه ورقة البرسم . ولاحظ منطقة النيوكليوتيدات الثلاثة المسماة عكس الشفرة anticodon يوجد ثلاث اواصر هيدروجينية بين C و G واثنين هيدروجينيين بين A و U .

## Vitamins

## \*الفيتامينات

تحتاج جميع الكائنات الحية الى كميات كبيرة نسبيا من المواد الغذائية العضوية التي تكون على هيئة سكريات او دهون لتحصل على الطاقة ولتحصل على مصدر لذرات الكربون وهناك حاجة الى الأحماض الأمينية في الغذاء لبناء جزيئات البروتين ومركبات نتروجينية أخرى . إضافة الى ذلك يوجد صنف آخر من المواد الغذائية العضوية التي تكون ضرورية جدا للنمو الطبيعي وعمل وظائف الأنسجة المختلفة ، يدعى هذا الصنف بالفيتامينات وتكون الحاجة اليها بكميات قليلة جدا ، 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 مريض الأسقربوط scurvy شائعا بين البحارة البريطانيين بسبب عدم احتواء غذائهم على على الحمضيات والخضراوات . ان سبب هذا المرض هو نقص فيتامين C او يسمى حامض الأسكوربيك . ومن الجدير بالذكر انه ليست جميع الفيتامينات ضرورية في غذاء الانسان والقرود وخنائير غينيا والخفاش الهندي بينما لا تحتاجه الحيوانات الأخرى لامكانية تصنيعه في اجسامها ، ويوضح الجدول التالي جميع الفيتامينات الضرورية للإنسان .

نوع التفاعل	الصيغة الفعالة
<b>١ - الذائبة بالماء</b>	
ثيامين	ثيامين بايروفوسفات
رايوفلافين	فلافين احادي النيوكلوتيد
نياسين	فلافين ادينين ثنائي النيوكلوتيد نايكوتيناميد ادينين ثنائي النيوكلوتيد نايكوتيناميد ادينين ثنائي النيوكلوتيد فوسفات
حامض البانتوثنيك	coenzyme A
بايريدوكسال	بايريدوكسال فوسفات
بايوتين	بايوستين
حامض فوليك	تيترهايدرو حامض فوليك
فيتامين B <sub>12</sub>	دي اوكسي ادينوسيل كوبالامين
حامض ليويك	ليوباميد
<b>٢ - الذائبة بالدهن</b>	
فيتامين A	البصر
فيتامين D	نقل الكالسيوم
فيتامين E	عامل مضاد لأكسدة الدهن
فيتامين K	تكوين بروثرومبين

## Classification of Vitamins

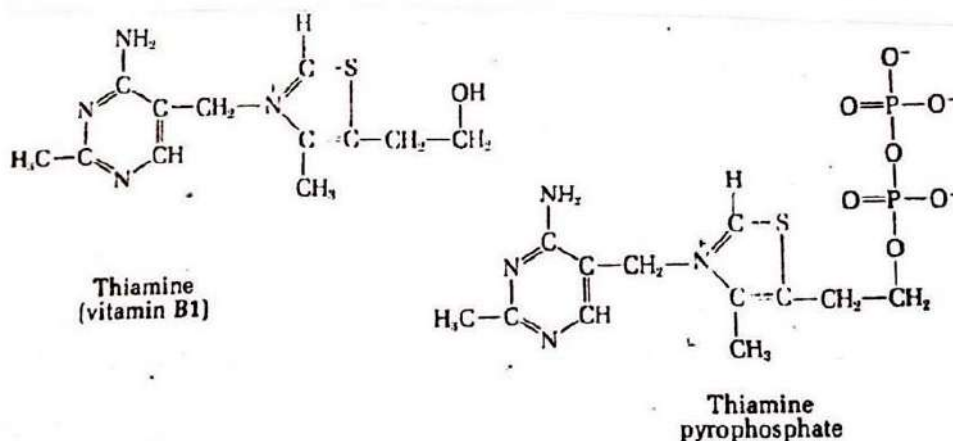
## \*تصنيف الفيتامينات

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 .

### \*الثيامين 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 الثيامين على حلقتين بيريميدين pyrimidine ، والثيازول thiazole وكما مبين في الشكل ادناه ، بالنظر للعلاقة الموجودة بين الثيامين وايض المواد السكرية فقد افترض وجود علاقة بين الأحتياجات اليومية من هذا الفيتامين وبين كمية المواد السكرية التي يتناولها الإنسان يوميا ، وتقل الأحتياجات اليومية من فيتامين B<sub>1</sub> اذا كان مصدر الغذاء مقتصر على المواد الدهنية والبروتينية . تعتمد حاجة الانسان اليومية من هذا الفيتامين على حجم الجسم وفعاليته ودرجة حرارة الجو والحالة الفسيولوجية ، إضافة الى قشور الرز يعتبر البيض والكبد والقلب، الكلى، الحبوب والبقوليات من المصادر الجيدة لهذا الفيتامين.

يحتاج الانسان الاعتيادي ( 1-1.4 ) ملغم في اليوم من الثيامين وتزداد هذه النسبة لكل من النساء الحوامل والمرضعات على التوالي. نقص الثيامين في الغذاء يؤدي الى اضطرابات في الاعصاب الطرفية والقناة الهضمية، كذلك يؤدي نقصه الى ظهور اعراض البري بري والتهاب الأعصاب عند الأشخاص المدمنين على الكحول والتهاب الأعصاب عند النساء الحوامل أيضا.



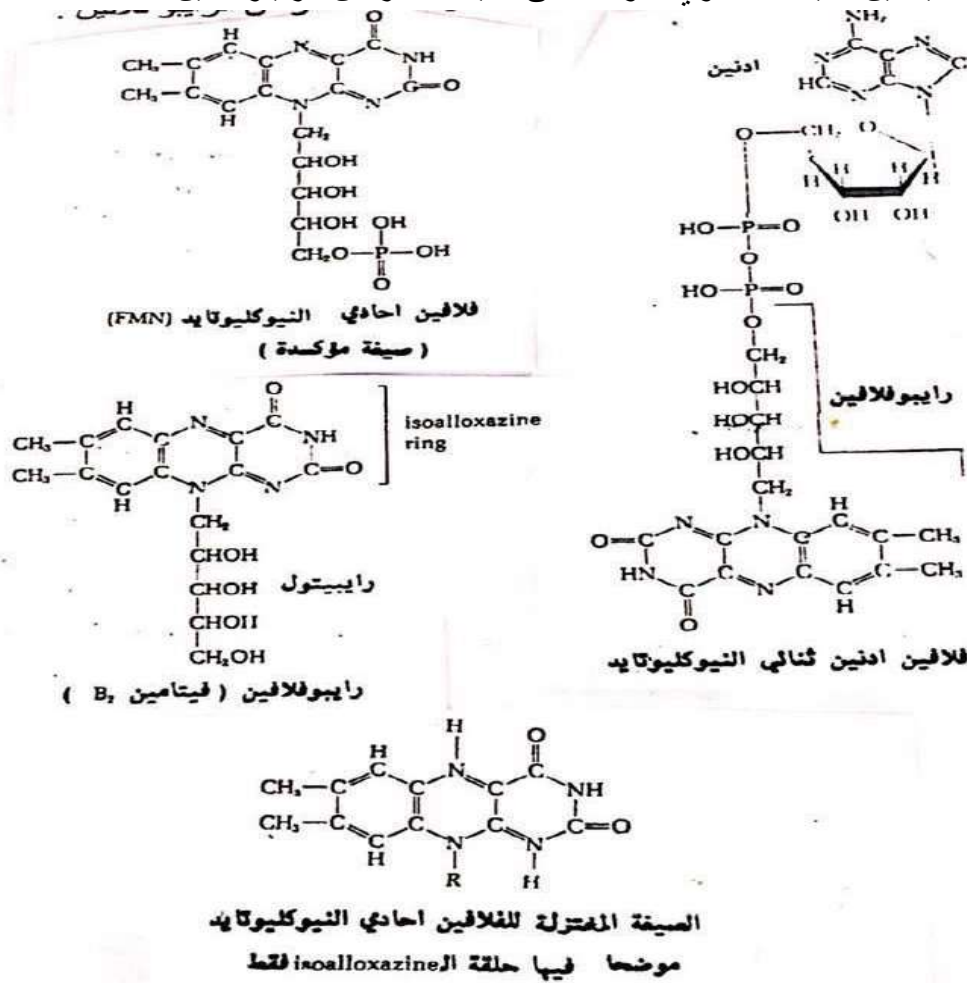
### Riboflavin (vitamin B<sub>2</sub>)

### \*الرايبوفلافين

يكون لون هذا الفيتامين اصفر ويتكون من حلقة معقدة التركيب تسمى ايزوالوكسازين isoalloxazine ويرتبط معها كحول يحتوي على خمسة ذرات كاربون

يدعى رايببوتول ويعتبر هذا الفيتامين ضروري لجميع الفقريات ، يوجد الرايبوفلافين على هـ يتنين كمرافق انزيمي

الأول: فلافين احادي النيوكليوتيد flavin mononucleotide ويختصر (FMN) الثاني: فلافين ادنين ثنائي النيوكليوتيد flavine adenine dinucleotide ويختصر (FAD). ويساهم مرافقا الأنزيم المذكورين مع الأنزيمات التي تقوم بدور العامل المساعد في تفاعلات الأكسدة والاختزال ويرتبطان بقوة بالأنزيم واثناء التفاعل يتأكسد ويختزل مرافقي الأنزيم بصورة عكسية ، يكون لون مرافق الانزيم المتأكسد اصفر بينما لون الصبغة المختزلة ابيض. نقص الرايبو فلافين في الغذاء يؤدي الى تشقق او تقرح الشفاه وكذلك الى ظهور تشققات في زوايا الفم Cheilosis وظهور بقع على الوجه فيها قشور والتهابات اللسان حيث يصبح ناعم الملمس ويميل لونه الى الاحمرار 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، اللهانة) ومختلف أنواع اللحوم . لاتعتبر الأسماك من المصادر الغنية بهذا الفيتامين . بينما لاتحتوي الفواكه على كميات تذكر من الرايبوفلافين .



شكل-( ١٠ - ١ ) الرايبوفلافين واشكاله من مرافقات الانزيم



## Nicotinic acid

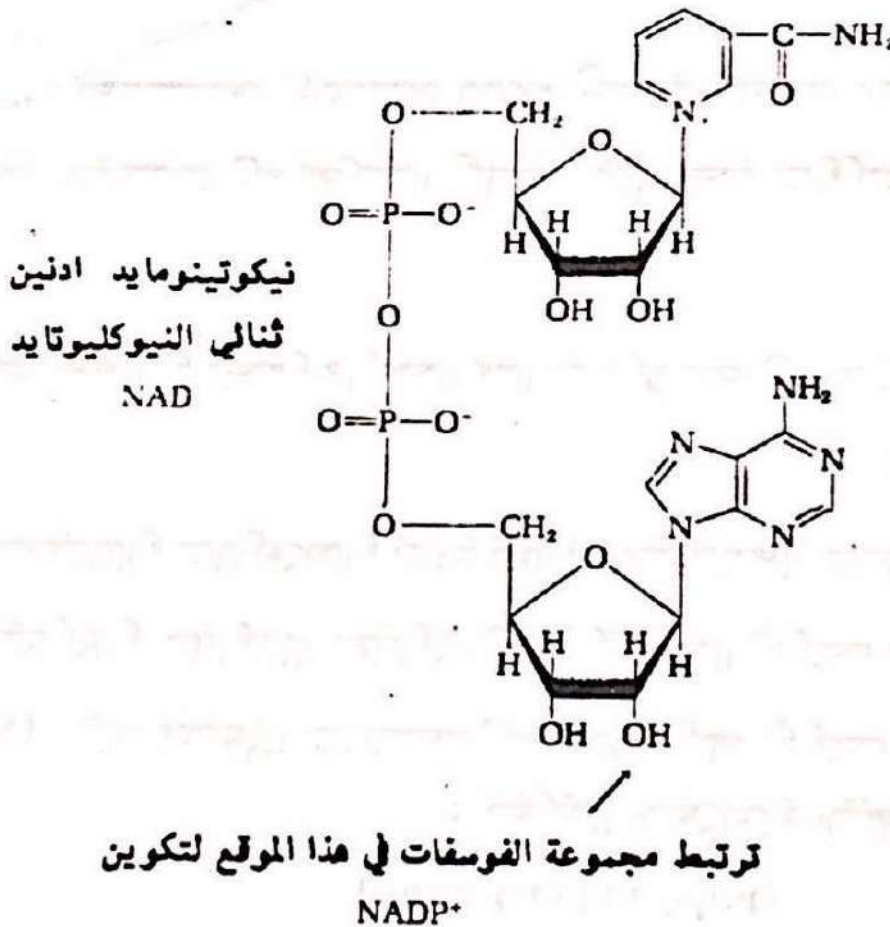
## \*حامض النيكوتينك

نقص Nicotinic acid في الغذاء يؤدي الى الأصابة بال البيلاكرا واللسان الأسود وقد اعطي لل Nicotinic acid اسم اخر وهو النياسين Niacin ويوجد لهذا الفيتامين هيتئين ممتن مترافقي الأنزيم

الأولى: نيكوتيناميد ادينين ثنائي النيوكليوتيد (NAD) Nicotinamide adenine dinucleotide

الثانية: نيكوتيناميد ادينين ثنائي النيوكليوتيد فوسفات (NADP) Nicotinamide 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 والفاول من المصادر الغنية بهذا الفيتامين ووجد ان هناك علاقة بين النياسين والحامض الأميني المسمى التربتوفان ، حيث لوحظ ان جسم الإنسان يتمكن من تخليق هذا الفيتامين بكميات قليلة نسبيا من التربتوفان . وعلى هذا الأساس اذا كان الغذاء محتويا على بروتين غني بالتربتوفان وفقير بالنياسين فان قسم من التربتوفان سوف يتحول الى النياسين ويسد جزء من حاجة الجسم اليه وقد وجد ان كل 60 ملغم من التربتوفان تكون ا ملغم من النياسين من هذا يتبين ان الجسم لايتمكن من الاعتماد كليا على التربتوفان كمصدر وحيد للنياسين.

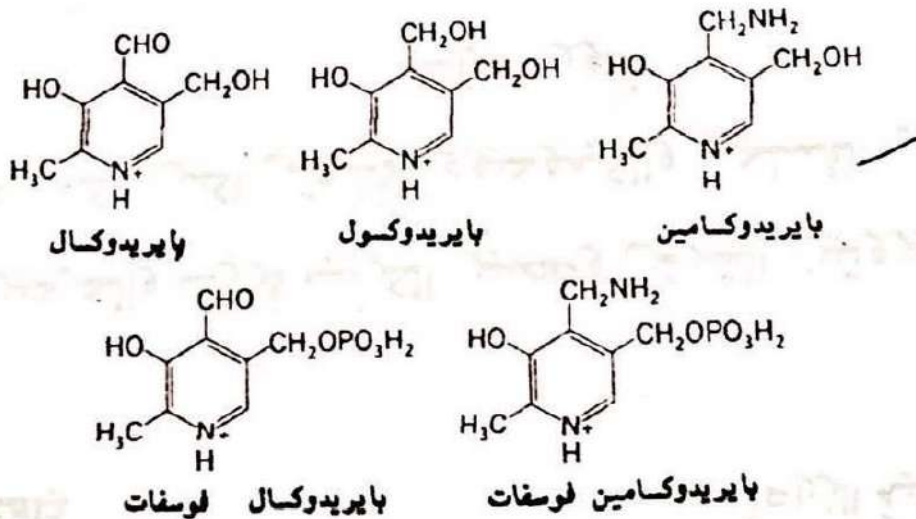


### \*حامض البانتوثينيك pantothenic acid

يعتبر هذا الفيتامين ضروريا لتغذية الحيوانات والنباتات والبكتيريا والخمائر والأنسان . يوجد حامض البانتوثينيك في الخلايا الحيوانية كـ جزء من المرافق الأنزيمي المسمى coenzyme A ويختصر CoA SH . لل coenzyme A دور أساسي في عمليات الأيض المختلفة . نقص حامض البانتوثينيك في الغذاء يؤدي الى تغير لون الجلد الطبيعي وتشن وتقرش 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 مؤديا الى النزف ويصاحب ذلك اقبال الشخص على تناول امـلاح بكثرة لاتعرف بالضبط حاجة الإنسان اليومية من هذا الفيتامين لكنها تقدر بأكثر من 5 ملغم . يوجد حامض البانتوثينيك بكثرة في صفار البيض ، الكبد،الخميرة،الخضراوات الطازجة، ويعتبر حليب الفرز ولحم الأبقار ، الحبوب، البطاطا، الطماطا، القرنابيط، الذرة ، الرز من المصادر الجيدة لهذا الفيتامين.

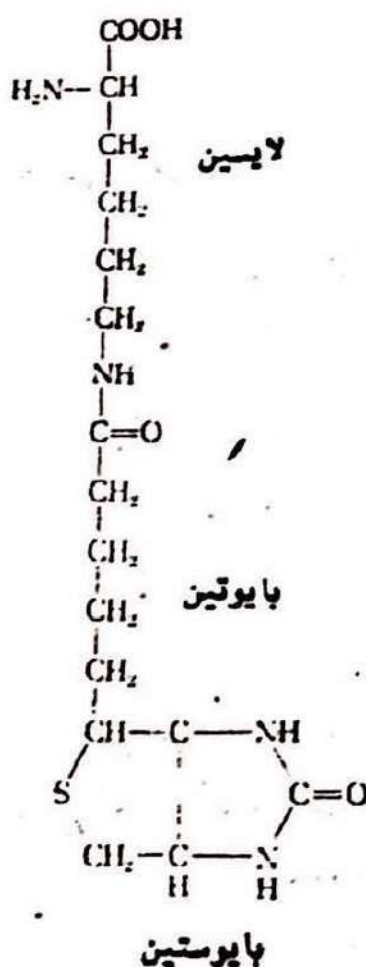
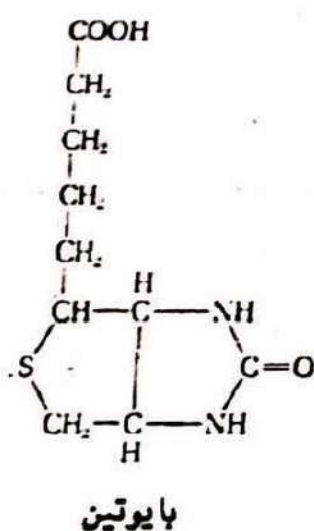
### البايريدوكسين (vit B<sub>6</sub>) pyridoxine

اطلق على هذا الفيتامين عند اكتشافه لأول مرة بانه العامل الذي يمنع مرض البيلاكرا في الفئران . يوجد ثلاث أنواع من هذا الفيتامين وهي البايريدوكسول pyridoxol ، البايريدوكسامين pyridoxamine ، البايريدوكسال pyridoxal وكما موضح في الشكل ادناه. لاتعرف بالضبط الحاجة اليومية للإنسان من هذا الفيتامين لكنها تقدر بين (1.4\_2) ملغم في اليوم وتزداد الحاجة اليه في حالات الحمل والرضاعة عند النساء ويعتقد ان الحاجة تزداد أيضا بتقدم العمر وحالات عجز القلب . نقصه يؤدي الى اضطرابات في الجهاز العصبي خاصة في الأطفال ينتشر هذا الفيتامين انتشارا واسعا في الطبيعة ويوجد بكثرة في الكبد واللحوم والأسماك وخميرة البيرة وصفار البيض والخس والخضراوات والموز والليمون.



## \*البايوتين Biotin

عرف هذا الفيتامين بقابليته في منع احد الأمراض سوء التغذية الذي ينتج عن التغذية بكميات كبيرة من زلال البيض للحيوانات والإنسان ومن المعلوم ان بياض البيض يحتوي على البروتين المسمى ( avidine افيدين) الذي باستطاعته ان يرتبط بشكل خاص وبقوة بالبايوتين وبالتالي يمنع امتصاصه من القناة الهضمية ( يقلل من التوافر الحيوي للبايوتين ) ، يوجد البايوتين بكثرة في الكبد والخميرة وكذلك يوجد الشكولاته وفسنق الحقل والحليب وصفار البيض و الكبد ومُعظم الخضراوات والمز والشليك . يتصل البايوتين بالحامض الأميني المسمى لايسين الموجود في بعض الأنزيمات والتي لها علاقة في تكوين واستهلاك ثاني أوكسيد الكربون  $CO_2$  . ان مشتق البايوتين مع اللايسين يسمى بايوستين.



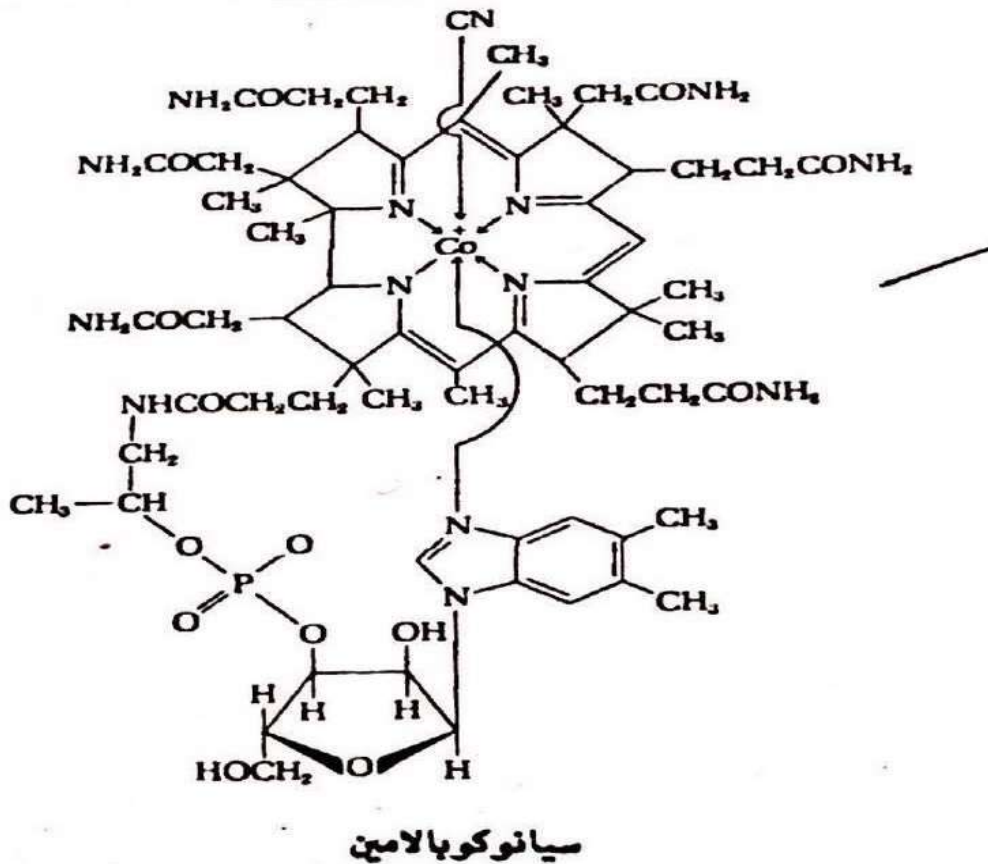
## \*حامض الفوليك Folic acid

يدخل حامض الفوليك ضمن المركبات المشتقة من الفولاسين 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 الإنسان وذلك لأن البكتيريا الموجودة في الأمعاء تتمكن من تخليق هذا الفيتامين ، لكن قد تحدث حالات نقص حامض الفوليك في الإنسان نتيجة وجود خلل في امتصاصه من قبل الأمعاء او بسبب الحاجة المتزايدة له من قبل

انسجة الجسم المختلفة خلال فترات الحمل والرضاعة عند الأمهات. نقص هذا الفيتامين يؤدي الى التهابات اللسان الذي يصبح ناعم الملمس ذو لون مـحمر glossits كذلك يؤدي نقصه الى الأسهال وارتباكات في الجهاز الهضمي . يعتبر الكبد مـن احسن المصادر لحامض الفوليك اما الخضراوات بصورة عامة والخميرة والموز والشليك فتعتبر من المصادر الجيدة له.

### \*السيانوكوبالامين ( vitaminB<sub>12</sub> ) Cyanocoblammin

هذا الفيتامين يكون لونه احمر عزل لأول مرة عام 1948 من الكبد كمركب احمر اللون يحتوي على الكوبالت والفسفور . يعتبر هذا الفيتامين ضروريا لنمو وعمل جميع خلايا الجسم خاصة الخلايا الموجودة في نخاع العظام وخلايا الجهازين 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 الحبل 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 يوميا ويوجد بكثرة في مصادر البروتين الحيواني يعتبر الكبد والكلى من اغنى مصادره كذلك تعتبر اللحوم والأسماك والحليب والجبن والبيض مـن المصادر الجيدة لهذا الفيتامين . لا تحتوي الأنسجة النباتية على هذا الفيتامين .



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

تتمكن جميع النباتات ومعظم الحيوانات ( عــدا خنزير غينيا والأنسان) من تخليق حامض الاسكوربيك ويعود سبب ذلك الى افتقار كل من خنزير غينيا والأنسان الى وجود احد الأنزيمات المهمة في تخليق هذا الفيتامين والمسمى **L-gluconoxidase** . عرف مرض الأسقربوط الناتج عن نقص حامض الأسكوربيك في الغذاء . ويتميز هذا المرض بحدوث نزيف وورم وتغيرات فسيولوجية في اللثة والأسنان . لاتعرف جميع الوظائف البايولوجية لحامض الاسكوربيك بالضبط لحد الان . الا ان اكسدة حامض الاسكوربيك الى ديهايذروحامض الأسكوربيك يشير الى ان له دور في تفاعلات الأكسدة والأختزال 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 تخليق 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 الإطلاق . تحتوي الطماطة واللحان والقرنبيط على كميات لا بأس بها من هذا الفيتامين.

### **\*الفيتامينات الذائبة بالدهن Fat Soluble vitamins**

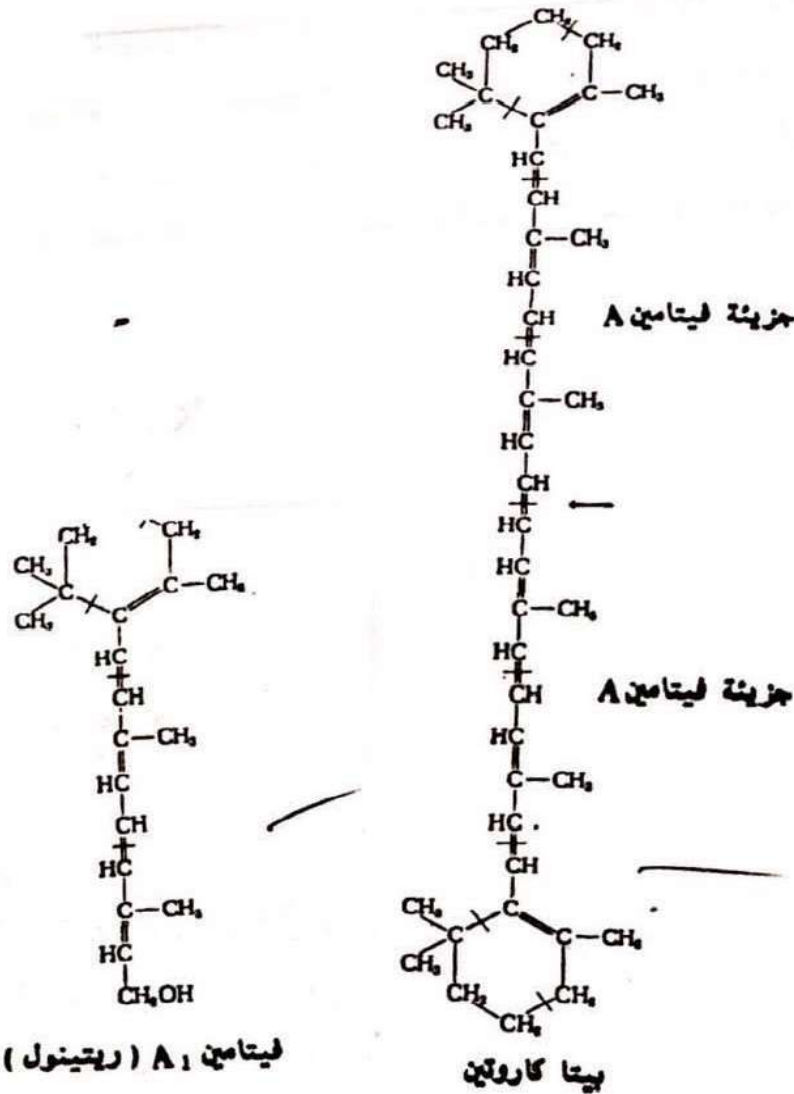
وتشمل فيتامينات (E,D,A,K) ولجميع هذه الفيتامينات صفة مشتركة وهي ان اصلها يعود الى المركب (isoprenoid) ايسوبيرنويد

### **\*فيتامين A vitamin A**

يشترك 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 بالريتينول retinol ومشتقه الألديهيدي الذي يسمى فيتامين A<sub>1</sub> الدهايد او يطلق عليه ريتينال retinal . كذلك يوجد فيتامين A<sub>2</sub> الذي تكون 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> الدهايد او الريتينال والذي يختزل بدوره الى فيتامين A<sub>1</sub> او الريتينول بواسطة الأنزيم الكحول ديهايذوجينز . يتم تخليق الأنواع المختلفة من الكاروتينات ( الف، بيتا، كاما) من قبل النباتات فقط ، اما الحيوانات فلا تتمكن من ذلك. لاتعرف بالضبط جميع الوظائف البايولوجية بصورة كاملة لهذا الفيتامين، كذلك لايعرف مصدره ومشتقاته في الجسم . لكم من المعروف عنه بانه يقوم بحمل الصبغات التي تساعد على الرؤية والتي تتكون من اتحاد الريتينال مع البروتين المسمى opsin لتكوين صبغة الرؤية rhodopsin نقص فيتامين A يؤدي الى الإصابة 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

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

احتياجات الجسم من vit A بين 1500 وحدة عالمية للطفل الرضيع الى 5000 وحدة عالمية للبالغين ( الوحدة العالمية الواحدة تكافئ 0.3 مايكروغرام من الريتينول و 0.6 مايكروغرام من البيتا كاروتين ) تحتاج المرأة الحامل الى 600 وحدة عالمية في اليوم بينما تحتاج المرأة المرضع الى 8000 وحدة عالمية في اليوم. تناول كميات كبيرة من هذا الفيتامين 50000\_100000 وحدة عالمية في اليوم ولمدة طويلة يؤدي الى التسمم بفيتامين A , من اعراض هذا التسمم الم في جمجمة الطفل ، تساقط الشعر ، اوجاع في الراس والعنقان . يعتبر الجزر والبطاطا الحلوة والمشمش من المصادر الغنية بهذا الفيتامين . يحتوي الحليب، الزبد ، البيض ، الكبد، زيت السمك على كميات كبيرة من فيتامين A.

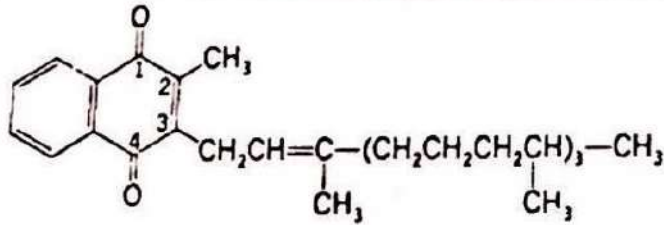




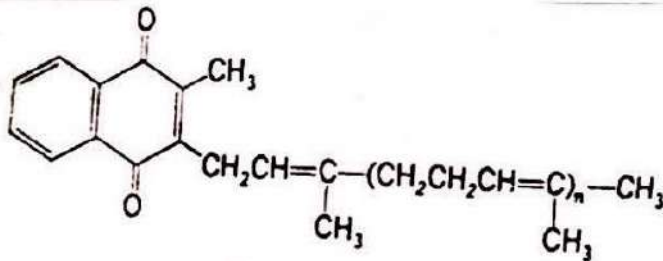
## \*فيتامين K vitamin k

عزل فيتامين K من الجث لأول مرة . لاتعرف 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 { X, IX, VII } ويعتقد ان لهذه العوامل الثلاثة طبيعة بروتينية هناك اعتقاد غير مؤكد بان فيتامين K يساعد في تخليق 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 المحلله للبروتينات . يقوم بعد ذلك الثرومبين بالمساعدة في تحويل الفايبرونوجين الى البروتين الذي تتكون منه خثرة الدم المسمى فايبرين Fibrin.

تعتبر النباتات مصدرا جيدا لفيتامين K اما مجموعة فيتامين K<sub>2</sub> فتقوم البكتريا الموجودة في الأمعاء بتكوينها . ينتشر vit K انتشارا واسعا في الطبيعة ويوجد في الخضراوات بصورة عاممة خاصة ذات الأوراق الغامقة الأخضرار كالسبانغ والسلق واللفت وبناء على ذلك فمن غير المألوف حدوث حالات نقص فيتامين K بصورة عامة في الحيوانات ومنها الإنسان . الا ان تناول المضادات الحيوية لفترات طويلة يؤدي الى تثبيط نمو هذه البكتريا الموجودة في الأمعاء او قتلها وبالتالي يؤدي الى خفض مستوى فيتامين K في الدم مما يؤدي الى إطالة فترة تخثر الدم او النزف المستمر.



فيتامين K<sub>1</sub>



مجموعة فيتامينات K<sub>2</sub>

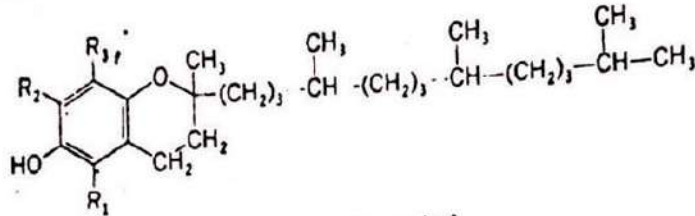
## الفاتوكو فيرول vitamin E

عرفت أهمية فيتامين E او الالفاتوكوفيرول 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 توكونفيرول توجد هذه الأنواع الأربعة في الطبيعة غير ان الالفاتوكوفيرول هو اكثر الأنواع فعالية والوحيد الذي يعتبر وجوده في الغذاء ضروري . تقدر الفعالية البايولوجية النسبية لكل من البيتا والكاما توكونفيرول ب 25,9 على التوالي من الفعالية البايولوجية للالفاتوكوفيرول الذي يعتبر كأساس للمقارنة . تختلف اعراض نقص الالفاتوكوفيرول باختلاف أصناف الحيوانات فمثلا تنخفض او تنعدم نسبة الأخصاب في ذكور الفئران، اما اناث الفئران فقد تحمل لكن الجنين يموت ويمتص من قبل الرحم ، وتضمحل العضلات في الارانب وخنازير غينيا ، وتتأثر الدورة الدموية للدجاج بنقص الالفاتوكوفيرول . اما في الانسان فام تلاحظ لحد الان علامات واضحة ومحددة على نقص الالفاتوكوفيرول.

يعتبر كذلك الالفاتوكوفيرول (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 الالفاتوكوفيرول (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.

Vitamin E

### فيتامين E (الفاتوكوفيرول)



### فيتامين E

- الفاتوكوفيرول  $R_1, R_2, R_3 = CH_3$
- بيتاتوكوفيرول  $R_1, R_3 = CH_3$  and  $R_2 = H$
- كاماتوكوفيرول  $R_1, R_2 = CH_3$  and  $R_3 = H$
- دلتا توكوفيرول  $R_1 = CH_3$  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 الأنزيم المسمى الفوسفاتيز القاعدي في الدم وقلة تركيز السترات ومركبات وسطية أخرى في دورة الحامض الثلاثي الكربوكسيل . اهم اعراض نقص فيتامين D هو إصابة الأطفال بمرض الكساح ، اما في الكبار والنساء

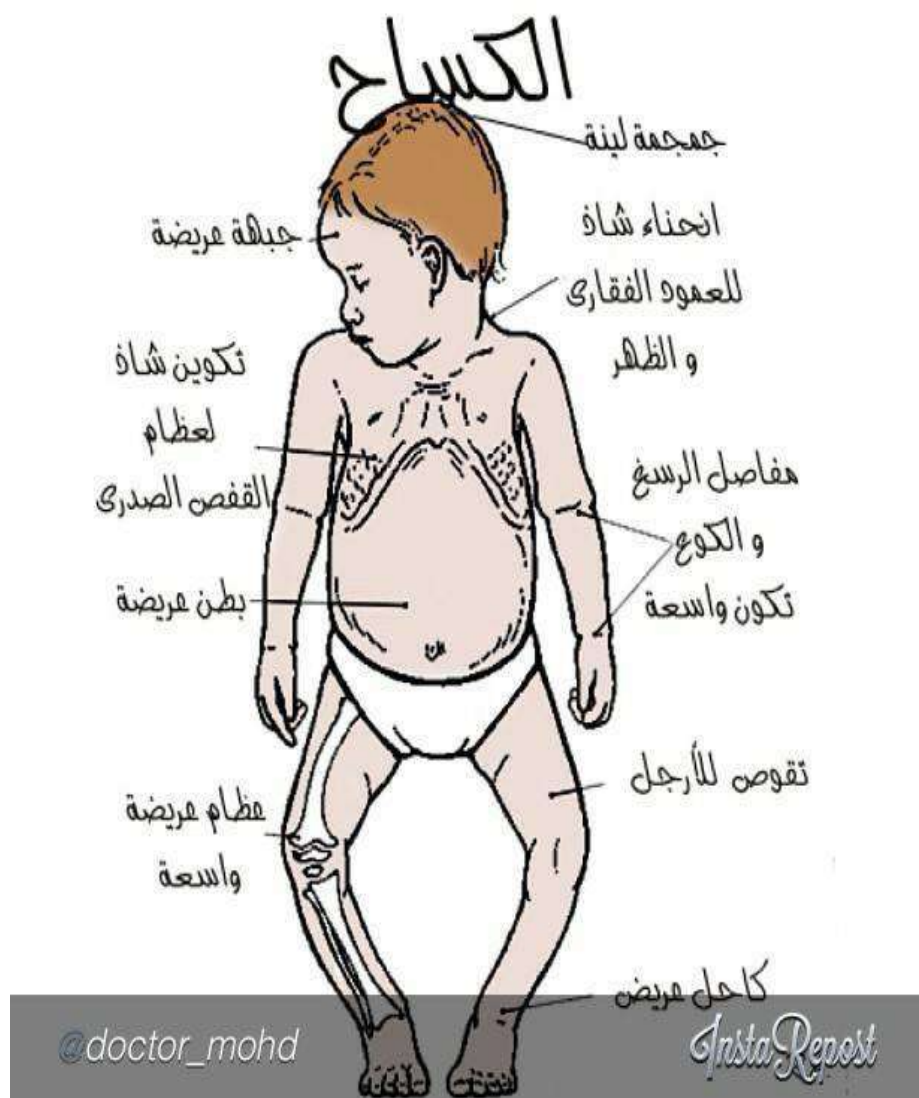
الحوامل فيؤدي نقصه الى ليونة العظام ، ينتج مرض الكساح لاختلال التوازن في ايض الكالسيوم والفسفور والذي يؤدي الى خلل في عملية تكلس العظام ويتأثر تركيب الأسنان بذلك أيضا . يؤدي مرض الكساح الى اعوجاج الأرجل وتضخم المفاصل وظهور تشوهات في القفص الصدري . تناول كميات كبيرة من فيتامين D (1000\_2000 وحدة عالمية / 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 سیرم الدم واحتمال ترسيبهما في مختلف أعضاء الجسم ، يوجد فيتامين D بكثرة في اسماك المياه المالحة وصفار البيض والحليب وبعض منتجات الحبوب التي يضاف اليها هذا الفيتامين .

صورة

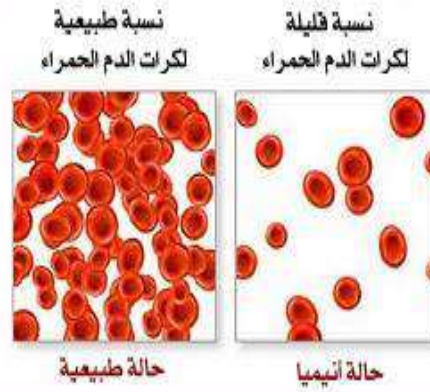


الكساح من أمراض نقص التغذية الشائعة في الأطفال  
وينشأ عن نقص فيتامين(D)

مرض الكساح





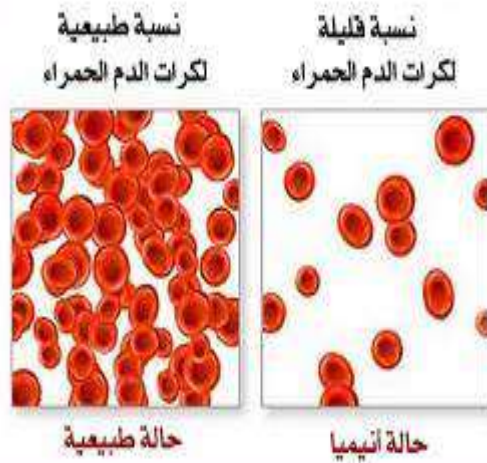




((مرض العشو الليلي نتيجة نقص فيتامين A))



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





نقص حامض الأسكوربيك Vit C



مرض الأسقربوط نتيجة نقص Vit C

