***الـــــــــــــمـــــاء water**

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 وكـــــل نسيج فيها .

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

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

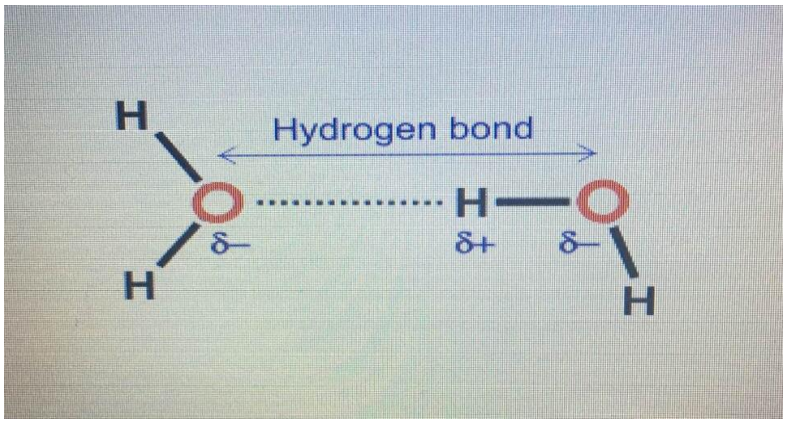
***الخواص الفيزياوية للماء physical properties of water**

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

- لماذا يظهر سائل الماء هذه الجاذبية القوية لجزيئاته؟؟

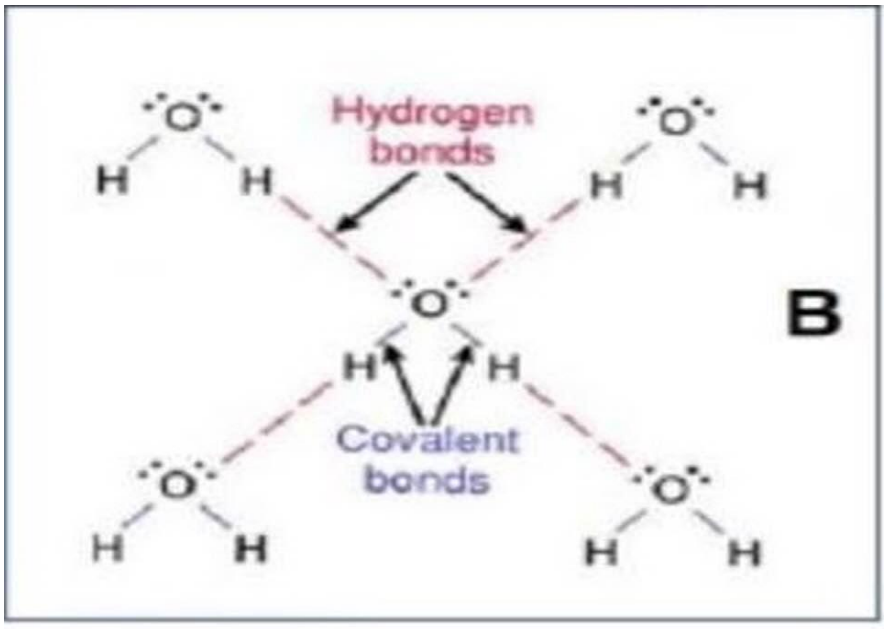
ان الجواب على هذا السؤال يكمن في تركيب جزيئة الماء ذاتها حيث تشارك كـــل ذرتي هيدروجين في جزيئة الماء زوج من الالكترونات مـع ذرة الاوكسجين O تحمل ذرة الاوكسجين شحنه (سالبة) اما ذرات الهيدروجين تحمل شحنة (موجبة) وتكون جزيئات الماء تحمل شحنة متعادلة لان عدد الشحنات الموجبة يكون مساوي لعدد الشحنات السالبة.

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



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

تعتبر الاواصر 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 الطـــــاقة 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 ويعـــــزى سبب ذلك أساسا الى طبيعته القطبية الثنائية dipolar nature.

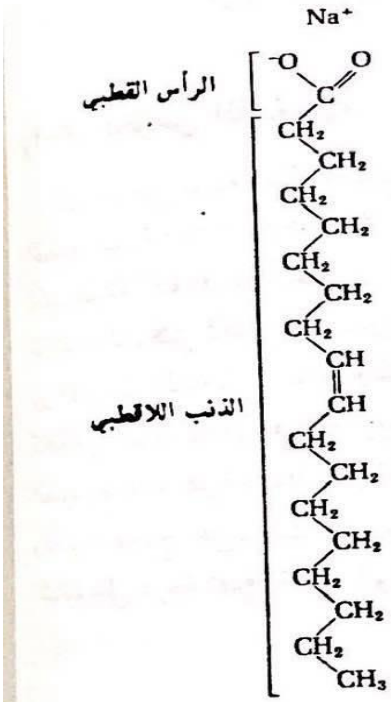
تذوب معظم الاملاح المتبلورة بالماء بسهولة لكنها قد تكون عـــــديمة الذوبان في السوائل الأخرى كالبنزين والكلوروفورم، ان تماسك التركيب الشبكي لـــــــكلوريد الصوديوم هو نتيجة الجذب الستاتيكي الكهربائي القوي جـدا بين الايونات المتناوبة الموجبة والسالبة ، وعند اذابة هذه البلورات يجب الاستعانة بكمية كافية مــن 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 قـــــابلية ايونات الصوديوم وايونات الكلور لجذب بعضهما البعض مرة أخرى، يذيب الماء بسهولة صنف اخر من المـــواد العضوية المتعادلة والتي تحتوي على مجموعة وظيفية قطبية مثل السكريات والكحولات البسيطة والالديهايدات والكيتونات .

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 الكاربونيل في الالديهايدات والكيتونات.

يوجد صنف ثالث من المواد التي تتشتت بالماء dispersedوالتي تسمى بالمركبات ثنائية المسار او ثنائية الغرض amphiapathic compounds والمحتوية على مجاميع محبة للماء hydrophilic groups ومـــجاميع أخرى غير مـــحبة للماء Hydrophobic compounds.

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

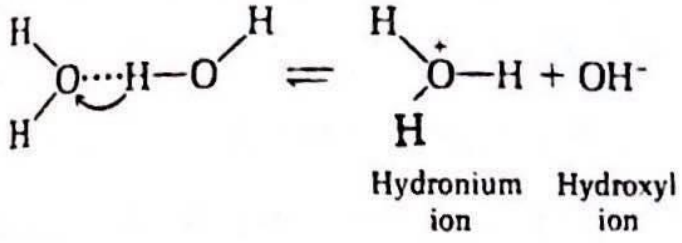


شكل (٢-٤) تكوين جسيمات الصابون في الماء. ينفر الذنب اللاقط لجزيئة اوليت الصوديوم من الماء بينما تكون مجموعة الكاربوكسيل السالبة الشحنة معرضة للماء.

٣

***تأين المـــــــــــــاء** **Ionic of water**

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



مـــــــــعادلة تأين الماء

***ملائمة المحيط المائي للكائنات الحية**

تأقلمت الكائنات الحية للمحيط المائي الذي تعيش فيه وأصبحت لهـــا وسائل خاصة للاستفادة من الصفات المميزة للماء. ان الحرارة النوعية للماء تسمح لـــه بان يعمل كحافظ حراري heat buffer للخلية من التغيرات الفجائية في درجات حـــرارة المحيط ، وتستفيد الفقريات من حرارة التبخر العالية بفقدانها الحرارة عـــن طريق الجلد ، كذلك تستفيد النباتات من خاصية التماسك الداخلي لجزيئات المـــاء بواسطة الأواصر الهيدروجينية لنقل المـــــــــــــواد 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.

الكـــــــــــاربوهيدرات CARBOHYDRATES

الكاربوهيدرات : عبارة عن مجموعة مـــن المركبات المختلفة وتعرف على انها الديهايدات او كيتونات محتوية على عدد مـــن 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.

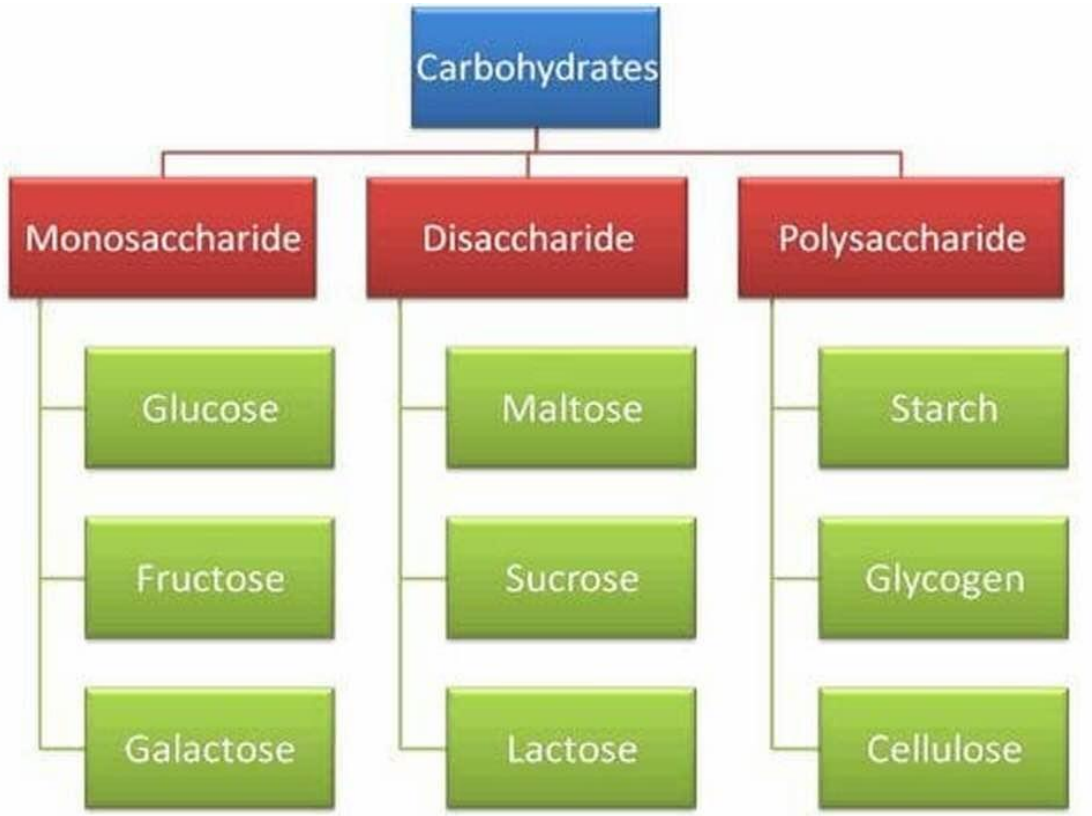
للكاروهيدرات اربع وظائف مهمة للكائن الحي:

1- مصدر طاقة خلال عملية الاحتراق
2- مصدر لذرات الكاربون لتخليق مكونات الخلية الأخرى
3- مخزن رئيسي للطاقة الكيمياوية
4- وظائف تركيبية للخلايا والانسجة ، اذ تدخل السكريات في تركيب جدار الخلية النباتية علـــى هيئة سيليلوز وكذلك تشارك السكريات او الكاربوهيدرات مـــع الببتيدات في تكوين مركب معقد ةالذي يعتبر المـــكون الرئيسي لـــجدار الخلية البكتيرية .

تصنيف الكاربوهيدرات:

تصنف الكاربوهيدرات على الشكل التالي

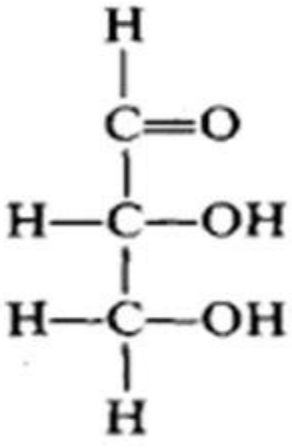
1- السكريات الأحادية Monosaccharides: تحتوي هذه السكريات على 3-9 ذرات كاربون . الا انها في الأغلب تحتوي على 5 أو 6 ذرات كاربون ، وتحتوي هـــذه السكريات أيضا على مجموعة الديهايد او مجموعة كيتون.
2- السكريات الاوليكومريةoligosaccharides ان كلمة (oligo تعني قليلة العدد) ، أي ان السكريات الاوليكومرية هي 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 بانه 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.



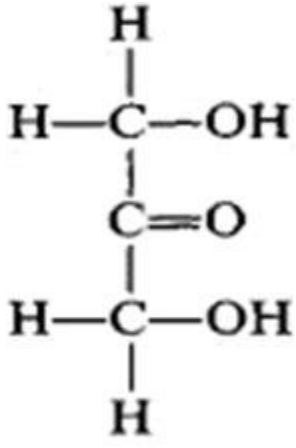
*السكريات الأحادية *Monosaccharides*

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 الكاربونيل على ذرة الكاربون الطرفية في حالة الألديهايد aldehyde او قد تقع مجموعة الكاربونيل على ذرة الكاربون الوسطية في حالة الكيتون Ketone، يساعد موقع مجموعة الكاربونيل في تسمية السكريات الأحادية فمثلا يمكن تسمية الكليسرالديهايد باسم الدوترايوزaldotriose، (الدو aldo من الديهايد) و(ترايوز: يعني المركب الذي يحتوي ثلاث ذرات كاربون).

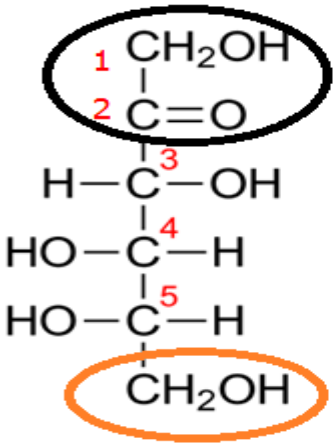
اما بالنسبة للسكريات الكيتونية التي تحتوي على اكثر من ثلاث ذرات كاربون فتقع مجموعة الكاربونيل عادة على ذرة الكاربون الثانية بجوار ذرة الكاربون الأولى (العليا).

يطلق على سكر الألديهايد 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 ذرا كـــاربون heptose، امـــا بالنسبة للسكريات الكيتونية فيضاف المقطع UL في تسميتها فمثلا يطلق على السكر الذي يحتوي على خمس ذرات كاربون اسم بينتولوز pentulose والذي يحتوي على ست ذرات كاربون اسم هيكسولوز hexulose

والذي يحتوي على سبع ذرات كاربون اسم هيبتولوز.

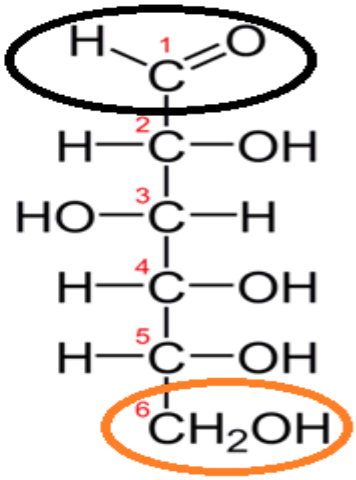
تسمية السكريات:

ان تسمية السكريات تعتمـــــد على خـــواص الترتيب con figuration properties يشير استعمـــــــال المصطلح dextrorotary يختصر ب (d) ويعـــــطى لـــــه الرمز(+) أو Levorotatory يختصر (L) ويعطى له الرمز(-) للتعبير عـــن اتجـــــاه تدوير الضوء المستقطب لمادة ما ويفيد للدلالة عن إعطاء معلومات حول أي من المتضادين يكون مـــــعني بالمناقشة ، الا ان ذلك لا يعطي معلومات كافية عـــــن الترتيب configuration للذرات او المجاميع المتصلة بذرات الكاربون وعن عدد مراكز عدم التناسق asymmetry الموجودة في الجزيئة .



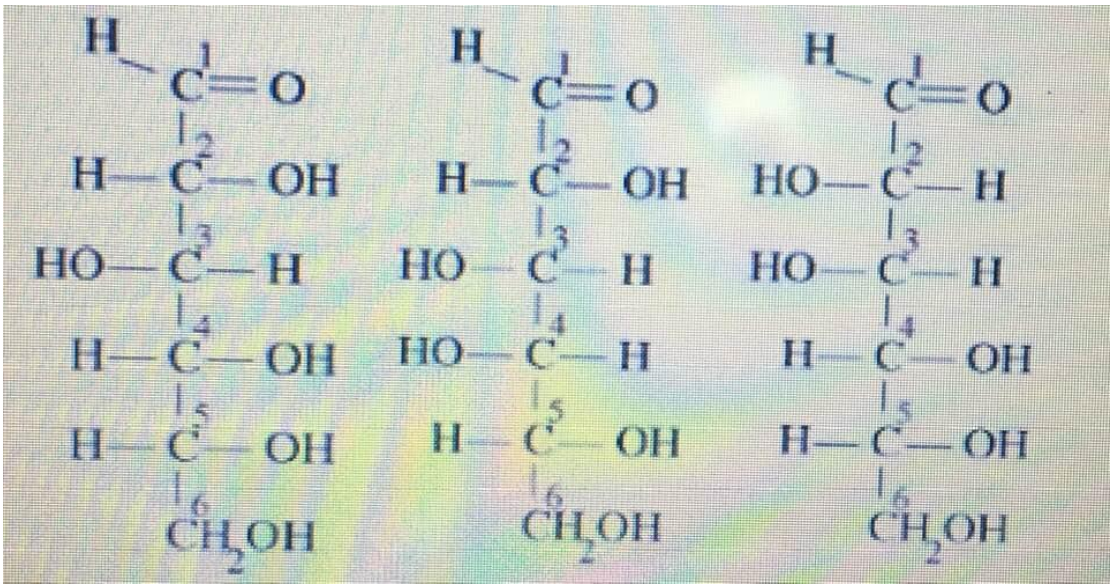
ketose
fructose

α-L (-) Fructose

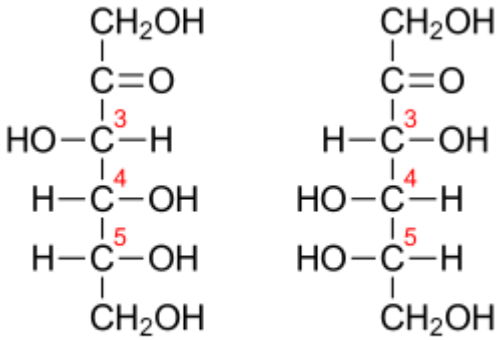


aldose
glucose

α-D (+) glucose

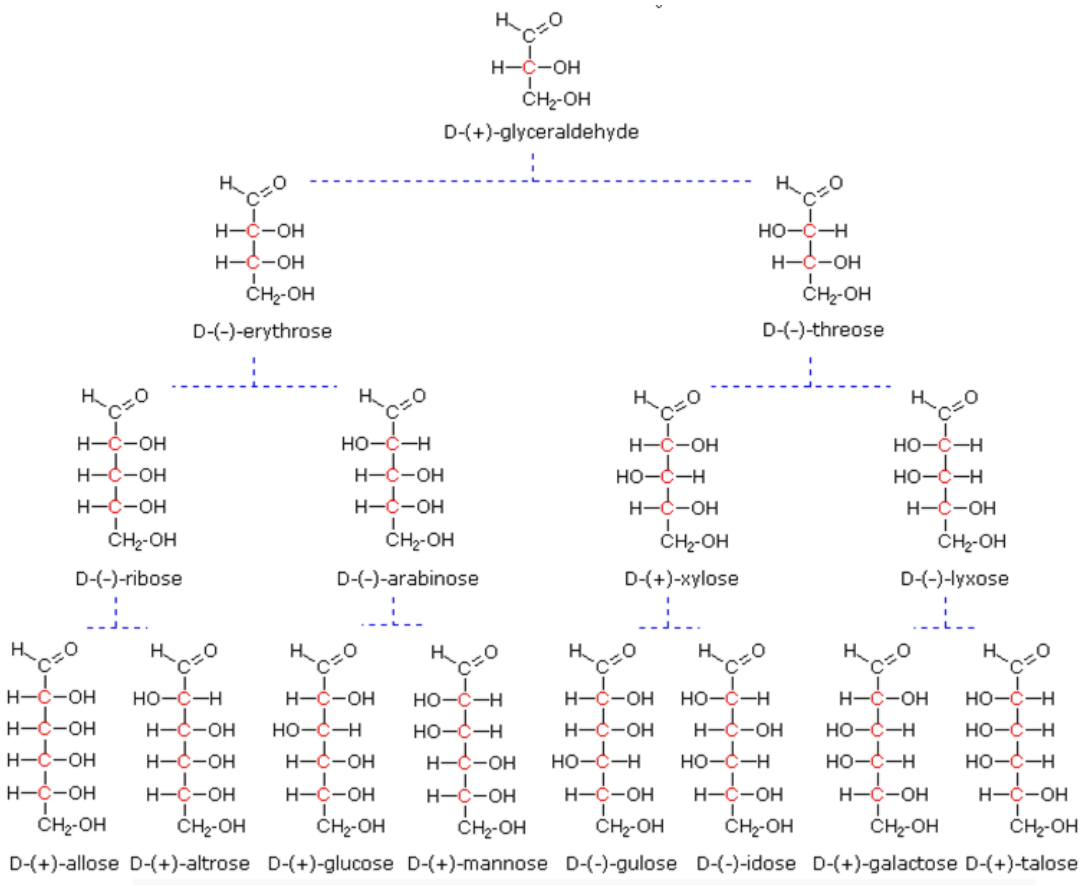


α -D-Glucose α-D-Galactose α-D –Mannose



D-Fructose L-Fructose

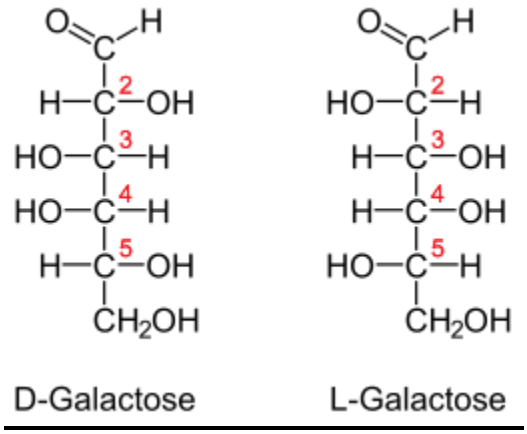
يشار الى الترتيب باستعمال الحروف **D أو L** وتعتمد هذه الطريقة على العلاقة الموجودة في توزيع مـــجموعة الهيدروكسيل OH وذرة الهيدروجين H حول ذرة الكاربون قبل الأخيرة وهي ذرة الـــــكاربون الخامسة في السكر الذي يحتوي على ست ذرات كاربون يوضح الشكل (1) الســـــــــكريات المحتوية على مجموعة الديهايد .



الشكل (1)

ملاحظة : **التراكيب المفتوحة للسكريات يطلق عليها صيغة Fischer

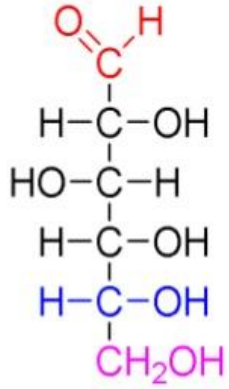
**** الشكل D , L يعتمد على مجموعة الهيدروكسيل المجاورة لذرة الكاربون الأخيرة**

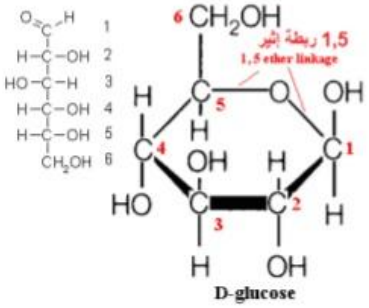


*التراكيب الحلقية للسكريات cyclic structure

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

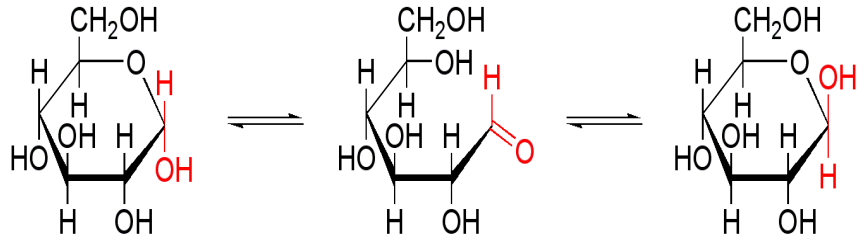
- **على سبيل المثال يتكون السكر البسيط مثل سكر جلوكوز من 6 ذرات من الكربون و12 من الهيدروجين و 6 من الأكسيجين ولها الصيغة الكيمائية التركيبية التالية:-**
- $C_6(H_2O)_6$





D-glucose

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



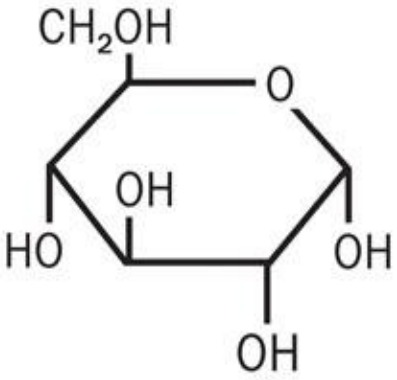
α-glucose β-glucose

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

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

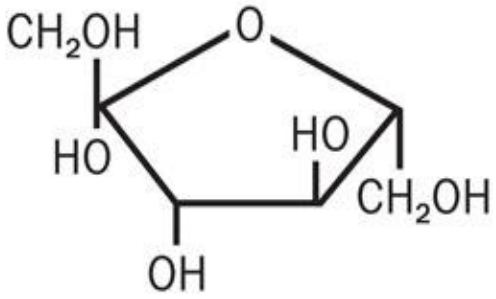
اما عند رسم الشكل الحلقي للفركتوز فيكون بهذا الشكل :

Glucose

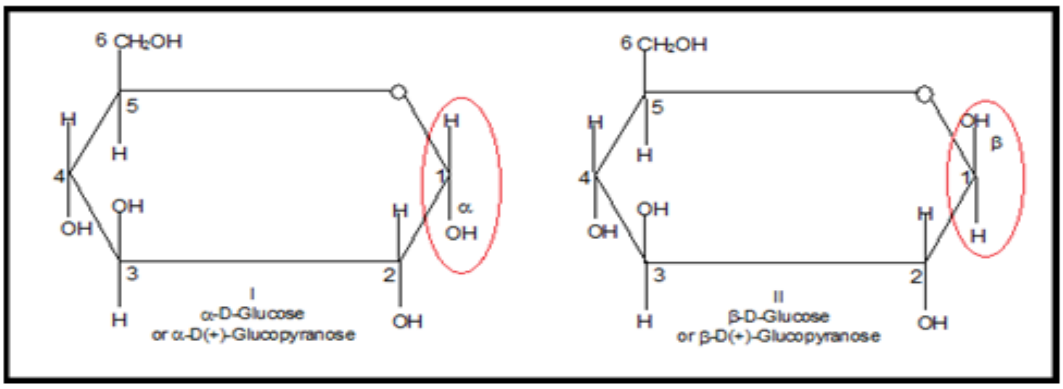


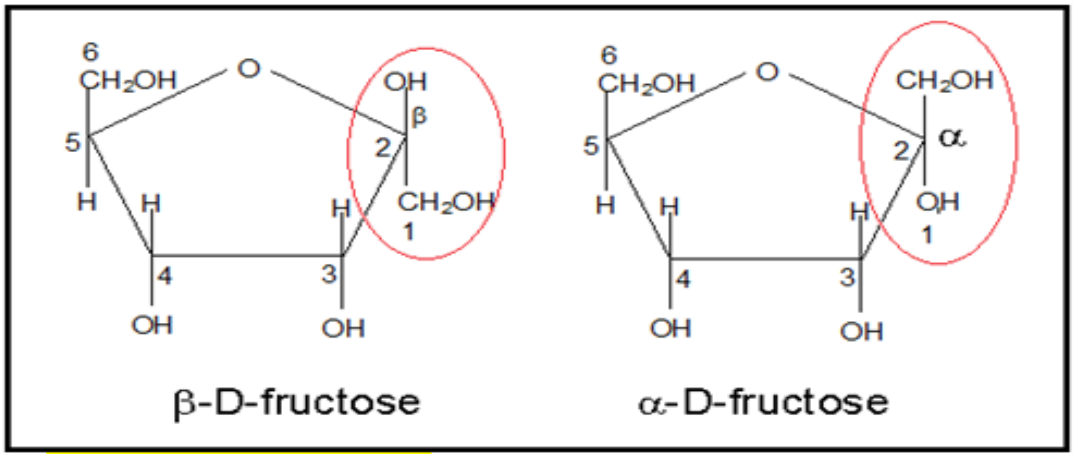
β-D- Glucose

Fructose



β- D-Fructose





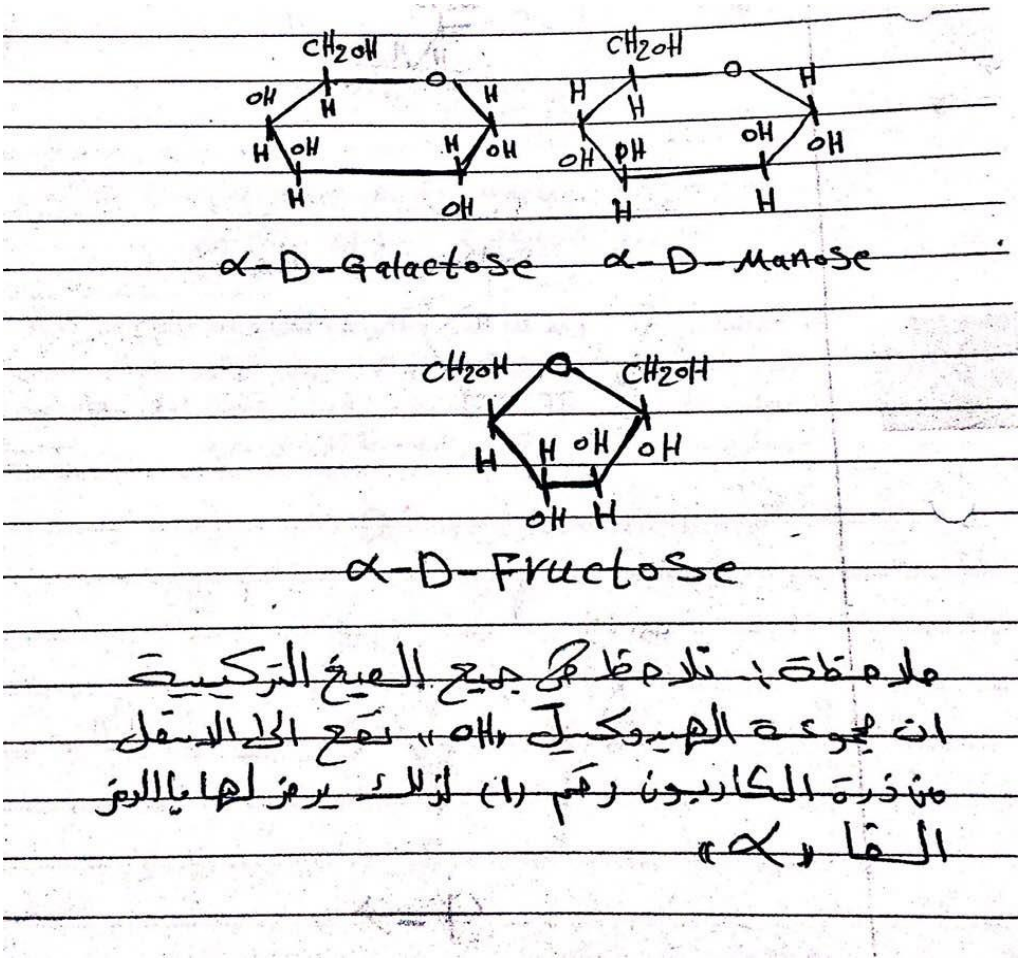
الأختلاف في التوزيع الفراغي حول ذرة الكاربون الاولى يسمى Anomer

:EPIMER

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

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

epimer: هي سكريات لها نفس العدد من ذرات الكاربون لـــــــكن تختلف في التوزيع الفراغي حول ذرة الكاربون مثل الكلوكوز هو ابيمر للمانوز لانهما يختلفان في ذرة الكاربون الثانية فقط، الكلوكوز هو ابيمر للكالاكتوز لانهما يختلفان في ذرة الكاربون الرابعة فقط. وكما موضح في ادناه

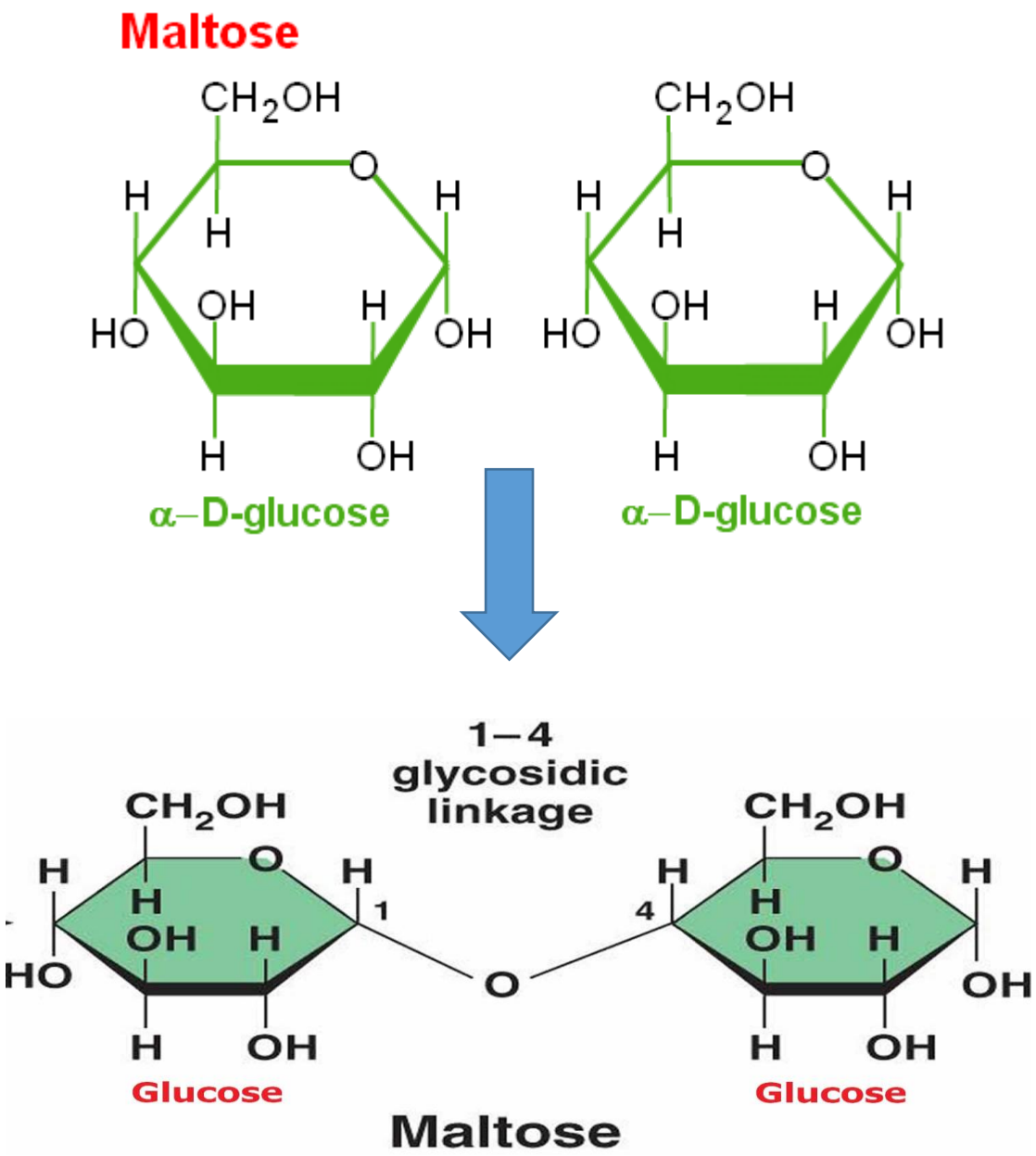


((التراكيب الكيمياوية الحلقية لكل من المانوز والكلاكتوز والفركتوز))

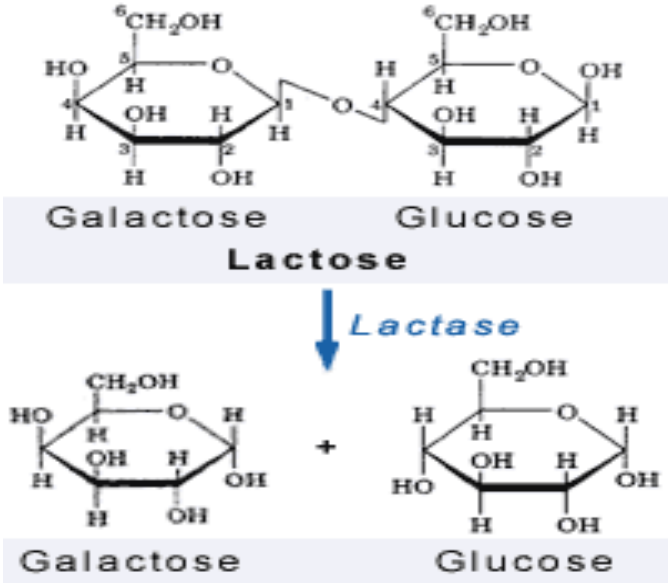
السكريات الأوليكومرية Oligosaccharides

من اكثر السكريات الثنائية شيوعا المـــالتوز Maltose ، الـلاكتوز lactose، سكروز sucrose .

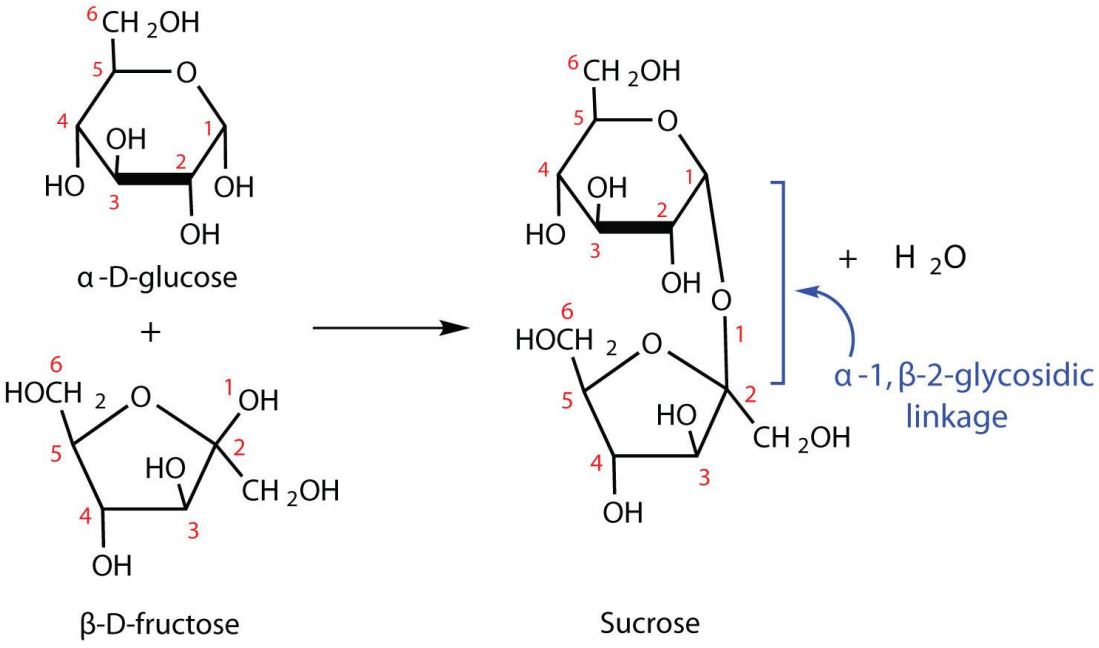
1- المالتوز Maltose(سكر الشعير): ينتج المالتوز كمركب وسطـــي عند تحلل النشا بفعل الأنزيم المسمى اميليز amylase, يحتوي المـــالتوز على جزيئتين مـــــــن (**D – glucose**) مرتبطتان مـع بعضهما البعض بواسطة اصرة كلايكوسيدية glycosidic linkage مـــن نوع الفا (1-4)، وهو سكر مختزل لأحتوائه عـــلى مجموعة كاربونيل حرة.



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

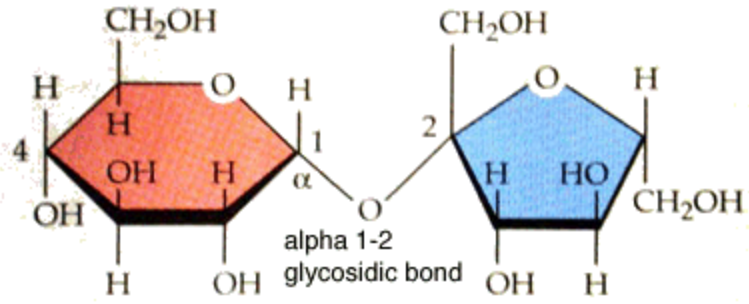


3- السكروز Sucrose: ويسمى أيضا سكر المائدة وهو السكر الاعتيادي الذي نتناوله ، السكروز من السكريات الثنائية ويوجد في البنجر السكري كم يوجد بكثرة في المملكة النباتية ، يتكون من ارتباط **كلوكوز وفركتوز**، لايحتوي السكروز على ذرة كاربون انومرية حرة لأن ذرة الكاربون الأولى والحاملة لمجموعة الألديهايد في الكلوكوز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



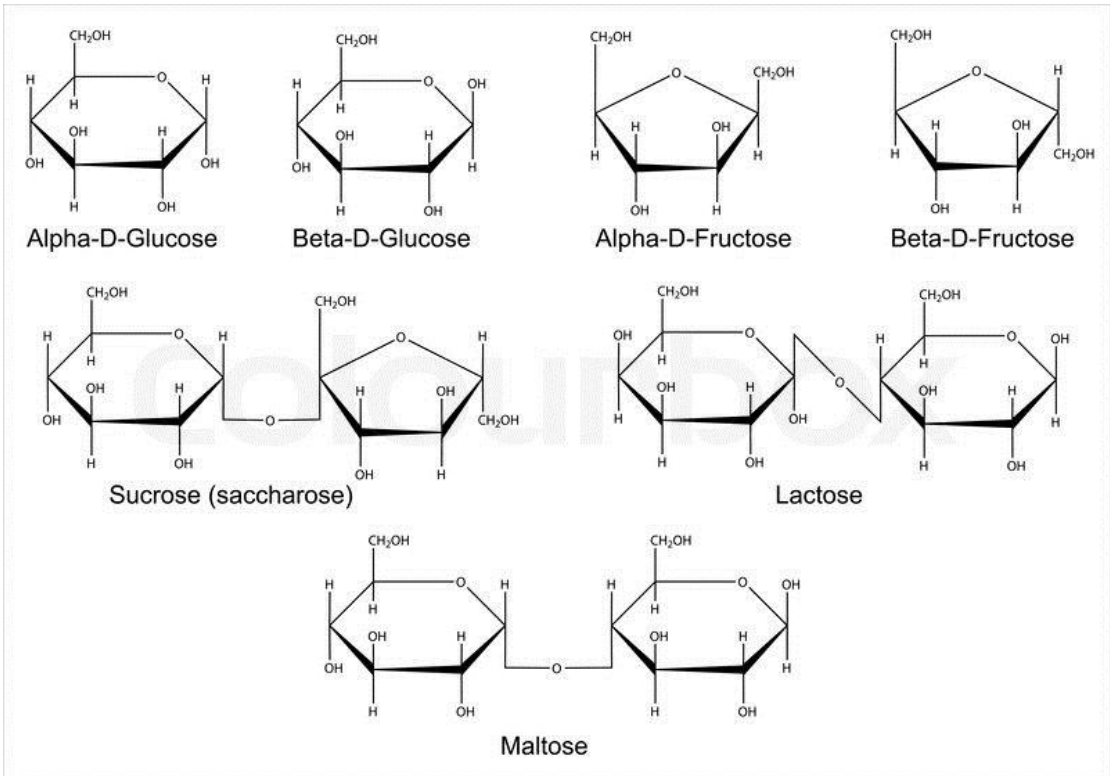
Or

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



α-Glucose β-Fructose

Sucrose

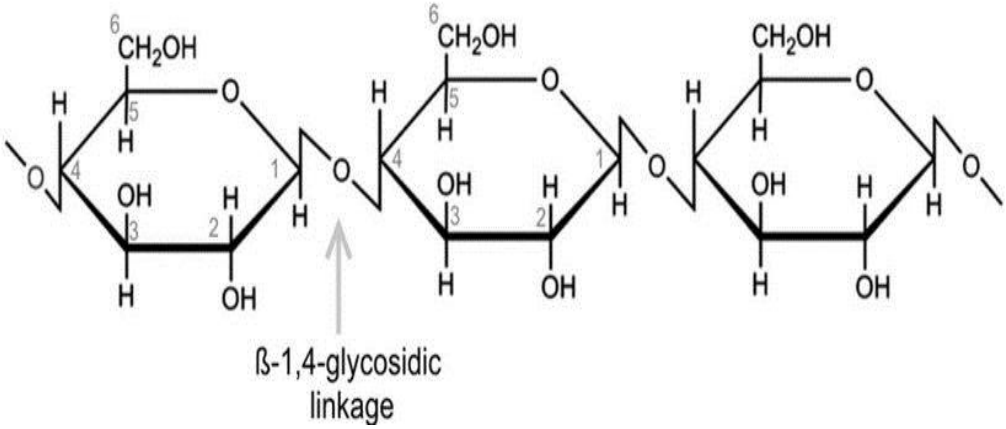


((مجموعة من السكريات الأحادية والثنائية بصيغتيها الفا و بيتا))

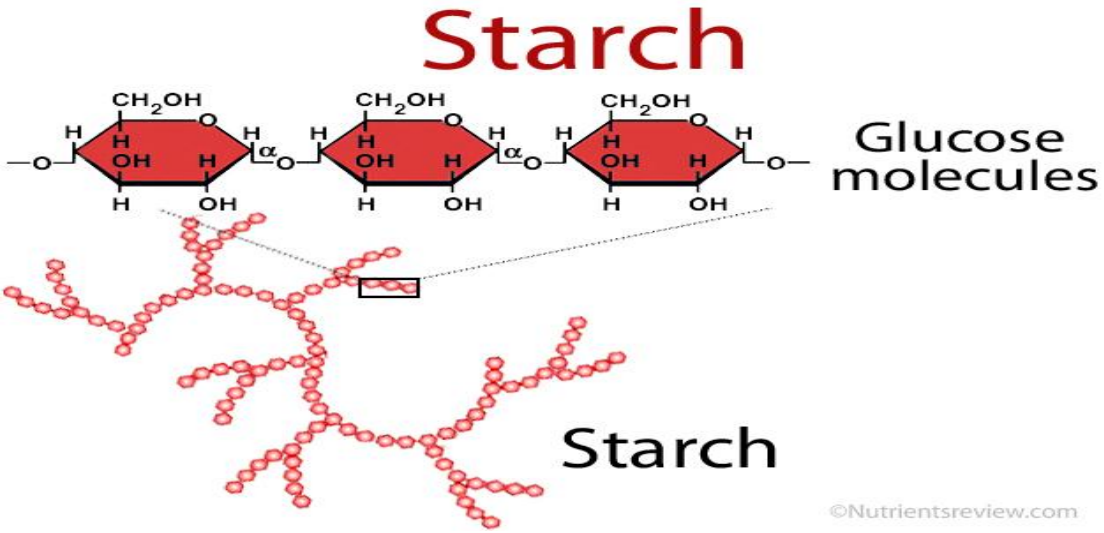
السكريات المتعددة ***polysaccharides***

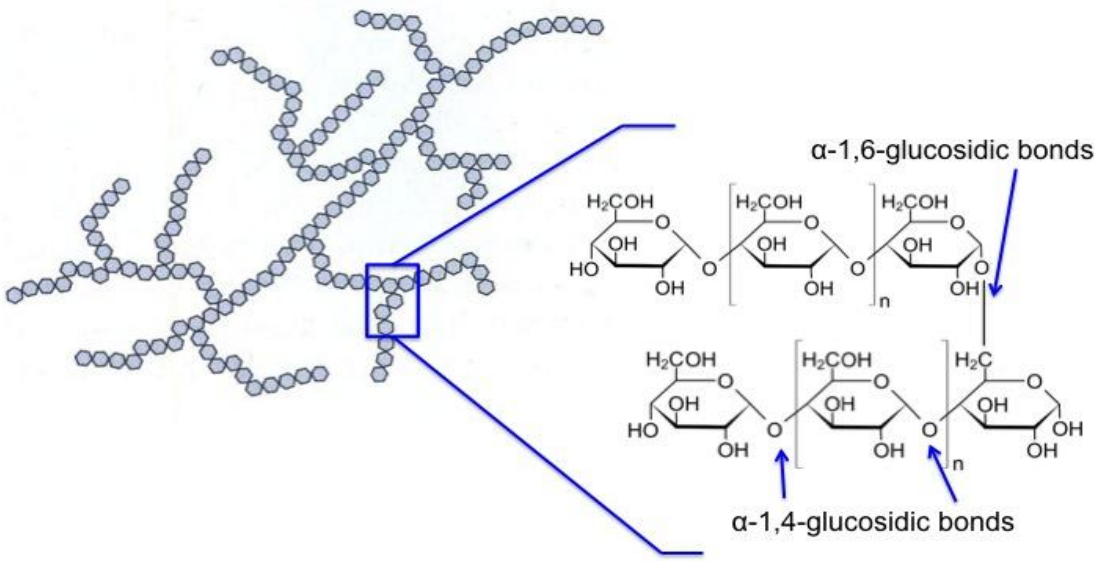
من اكثر السكريات المتعددة شيوعا هي السيلليلوز والنشا والكلايكوجين

1- السيلليلوز : ويعتبر من اكثر المركبات العضوية الموجودة في الطبيعة وهو من السكريات المتعددة ذات الوظائف التركيبية ، ويعتبر القطن من انقى مصادر السيلليلوز اذ يحتوي على ما لايقل عن 90 % سيلليلوز ، يتكون من ارتباط وحدات الكلوكوز بواسطة أواصر كلايكوسيدية من نوع بيتا (1-4) لتكوين السيلليلوز



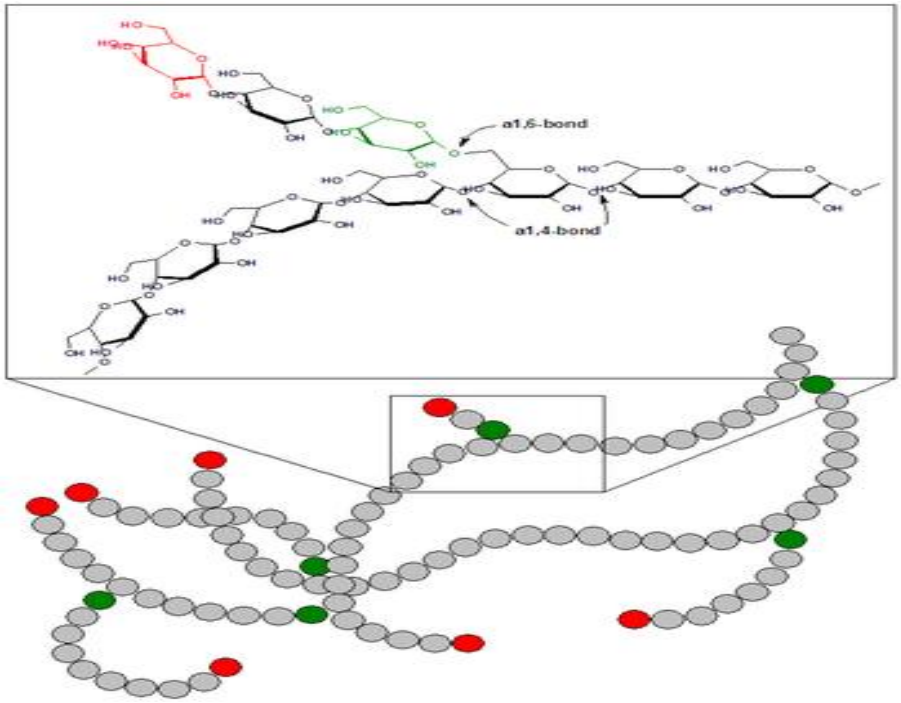
2- النشا : يعمل النشا كخزين غذائي فـــي النباتات ويتكون من ارتباط وحـــــدات كلوكوز بواسطة أواصر كلايكوسيدية مـــن نوع الفا (1-4) ، تتكون النشويات الطبيعية من نوعين من المركبات يسمى الأول الأميلوز amylose ويتكون من سلسلة طويلة وغير متشعبة ولايذوب في الماء ويشابه السيللوز في هذا الجانب ، اما النوع الثاني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





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

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

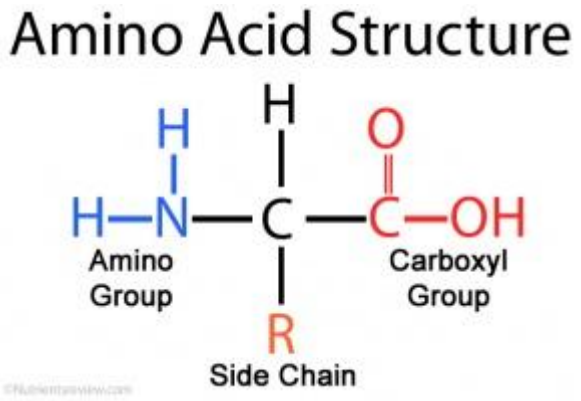


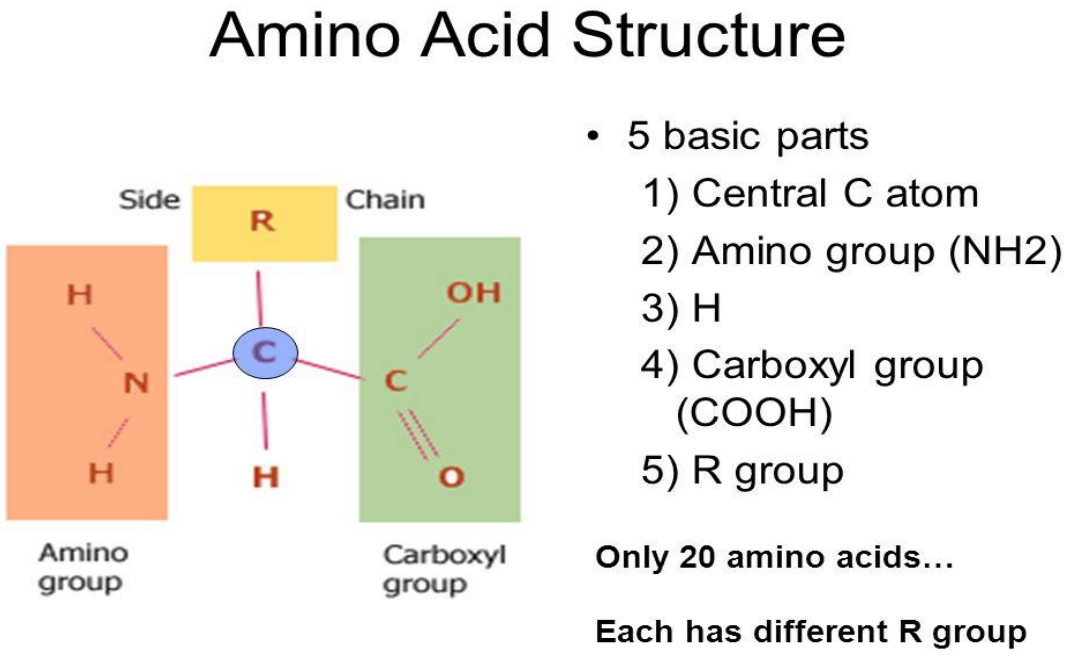
الشكل يوضح الصيغة التركيبية للكلايكوجين

الأحماض الأمينة والببتيدات Amino acid and peptides

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 وجموعة امينية واحدة ب ذرة كاربون ، كما يتميز كل حامض اميني باحتوائه علـى مجموعة طرفية خـــاصة تسمى **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 3-Letter	1-Letter	Amino Acid	ABBREVIATION 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 مـــجاميع الهيدروكسيل او الكبريت**: وتشمل (السيرين، السستين، الثريونين،الميثايونين) .
3- **الأحماض الأمينية العطرية (الأروماتية aromatic) او الحـــــلقية**: وتشمـــــل (الفنيل الأنين، التايروسين، التربتوفان، الهستدين)، كذلك تصنف هذه المجموعة ضمن المجاميع القاعدية التي تحتوي على سلاسل طرفية عطرية .
4- **الأحماض الأمينية القاعدية** : (الهستدين، اللايسين ، الأرجنين) حيث تحـــــمل هـذه الأحماض الأمينية مجاميع قاعدية في سلاسلها الطرفية وتحمـل شحنة مـــوجبة فـــي 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 :

بالأضافة الى الأحماض الامينية العشرون التي ذكرناها هناك عدد من الأحماض الأمينية الأخرى في بعض البروتينات المتخصصة ، وتشتق 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 الـــــــحامضان الأمينيان في البروتين المسمى كولاجين ، امــا الحـــــــامض الأميني النادر مثيل لايسين فيكون موجودا في البروتين المسمى مايوسين ، وتحتوي بعض البروتينات مثل كازائين الحليب على اشكال مفسفرة لحامض السيرين مثل الفوسفوسيرين.

((الصيغ البنائية للأحمـــــــــــاض الأمينية))

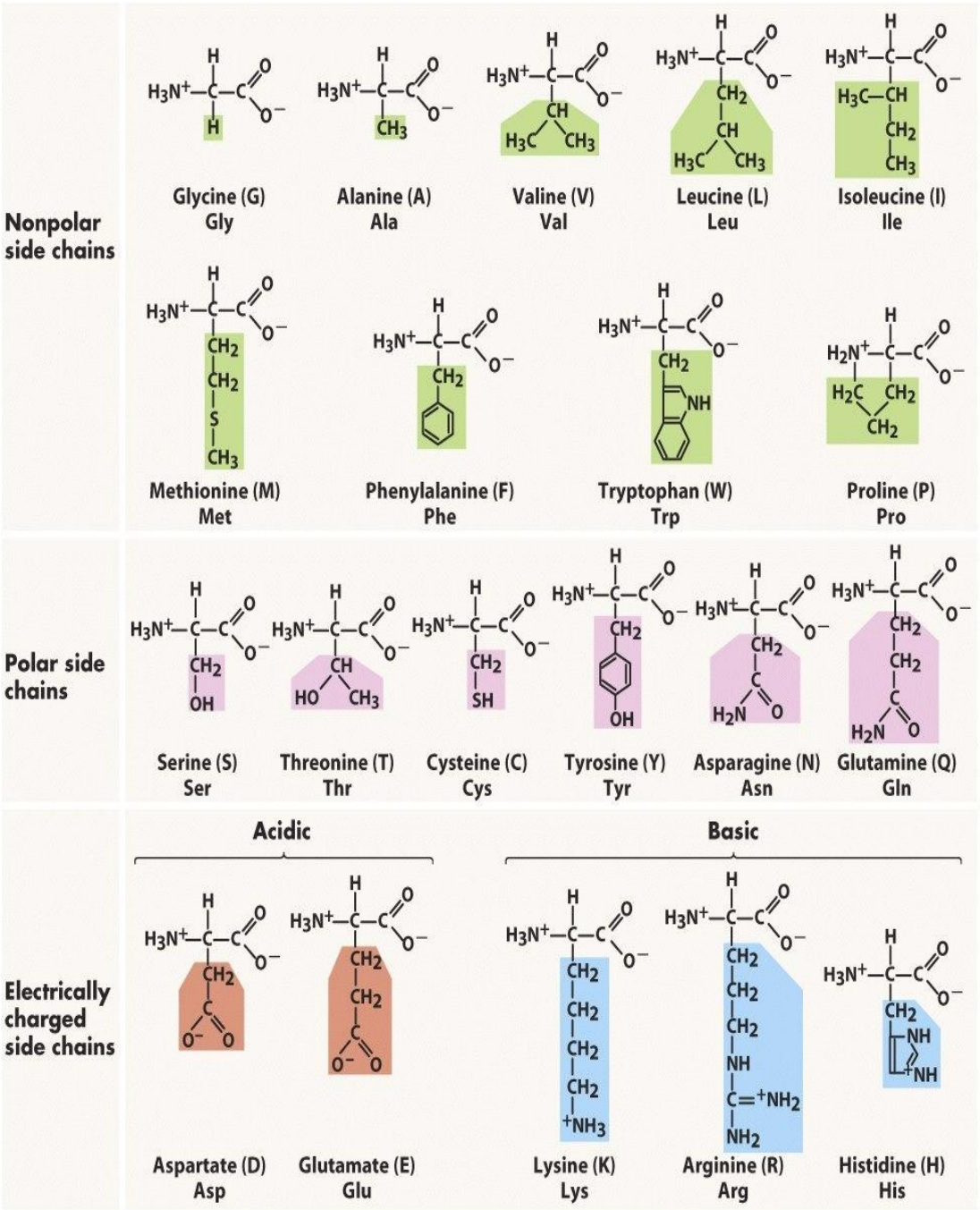
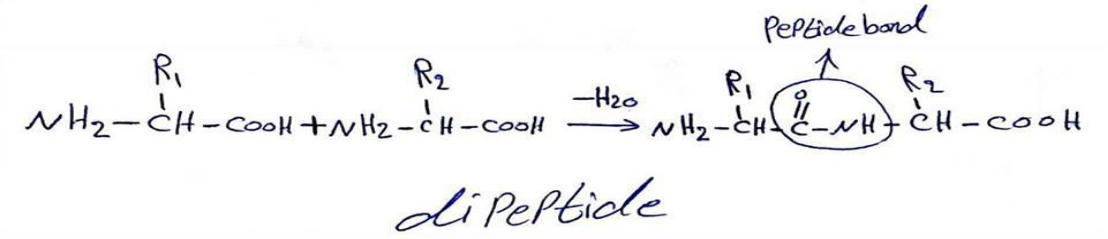


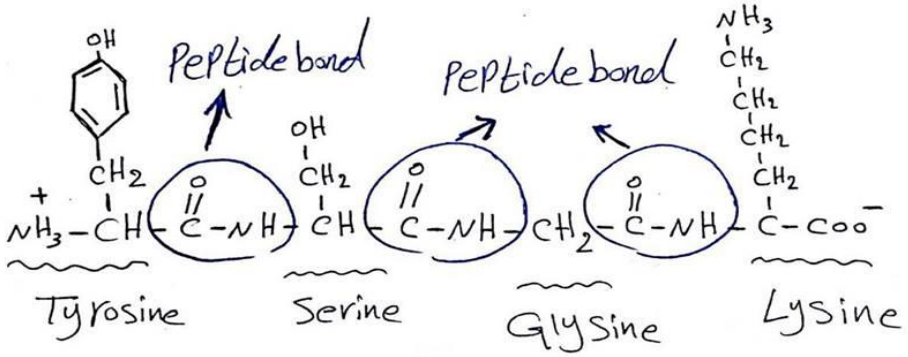
Figure 3-5 Biological Science, 2/e

© 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

***الـــــــــــببتيدات:**

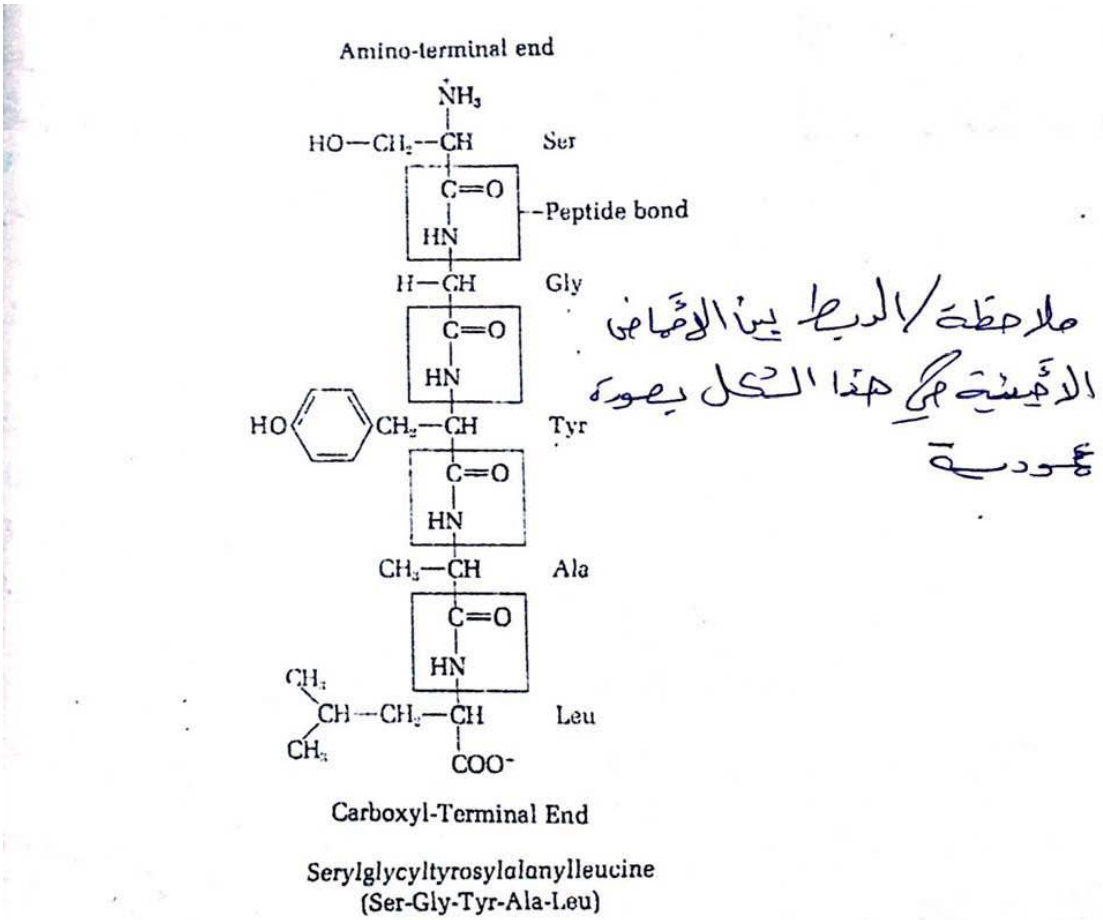
يتكون الببتيد الثنائي dipeptide عند ربط جزيئتين مـــــن الأحماض الأمينية بواسطة اصرة ببتيدية peptide bond او قد تسمى peptide linkage ، تتكون اصرة الببتيد مـــــن تفاعل مجموعة الكاربوكسيل الفا للحامض الأميني الأول مع مجموعة الأمين للحامض الأميني الثاني





ببتيد رباعي يتكون من ارتباط اربع احماض امينية

**اما عند ربط عدة احماض امينية بواسطة أواصر ببتيدية يتكون مايسمى ببتيد متعدد ويرافقها إزاحة جزيئة ماء، يوضح الشكل ادناه تركيب ببتيد خماسي



ملاحظة/ الربط بين الأحماض الأمينية في هذا الشكل بصورة عمودية

شكل (٣– ٤) تركيب ببتيد خماسي. تسمى البيتيدات ابتداء من الحامض الأميني المحتوى على المجموعة الأمينية الطر

*تمكن العلماء من تخليق العديد من الببتيدات 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 عن دور كل حامض اميني او سلسلة طرفية في فعاليتة البايلوجية،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.

البروتينـــــــــــــــات Proteins

تتكون البروتينات من ارتباط الأحماض الأمينية مع بعضها البعــض بواسطة الروابط الببتيدية لتكون سلاسل طويلة تدعى الببتيدات المتعددة polypeptide، وتحتوي هذه السلاسل احمــاض امينية يتراوح عددها مابين المئة الى عدة مئات ، تحتوي بعض البروتينات عـلى سلسلة ببتيدية واحدة بينما تحتوي بروتينات أخرى على اكثر من سلسلة ببتيدية واحدة وتسمى هـذه البروتينات oligomeric protein، فعلى سبيل المثال يحـتوي انزيم الرايبونيوكليز علـــى سلسلة ببتيدية واحدة بينما الهيموكلوبين يحتوي على اربع سلاسل ببتيدية .

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

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

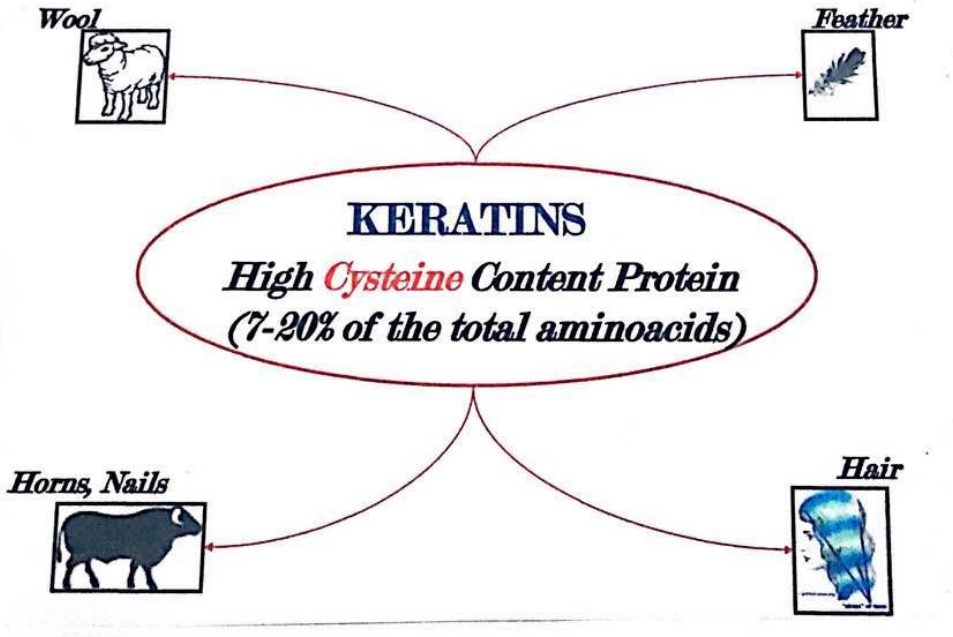
2- البروتينات المقترنة conjocated protein: عند تحلل هـــذه البروتينات تنتج احماض امينية إضافة الى مـــركبات أخرى قد تكون عضوية او غير عـــضوية ويسمى الـجزء الغير بروتيني في البروتينات المقترنة بالمجموعة المرتبطة ومن الأمثلة عـــلى البروتينات المقترنة

البروتينات المقترنة	المجموعة المرتبطة
نيوكليوبروتين	الأحماض النووية
لايبوبروتين	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 المـحاليل المـــائية وتنتشر بسهولة وتلتف السلسلة او السلاسل الببتيدية لهذه البروتينات على بعضها بقوة لتكون جزيئة ذات شكل كروي او بيضوي ويكون لها وضائف ديناميكية . وتعود جميع الأنزيمات الى هذا الصنف من البروتينات وكذلك الهيموكلوبين والبومين الدم اللذين لهما وظائف مهمة فـــي نقل العناصر الأساسية للحياة والنمو العام .

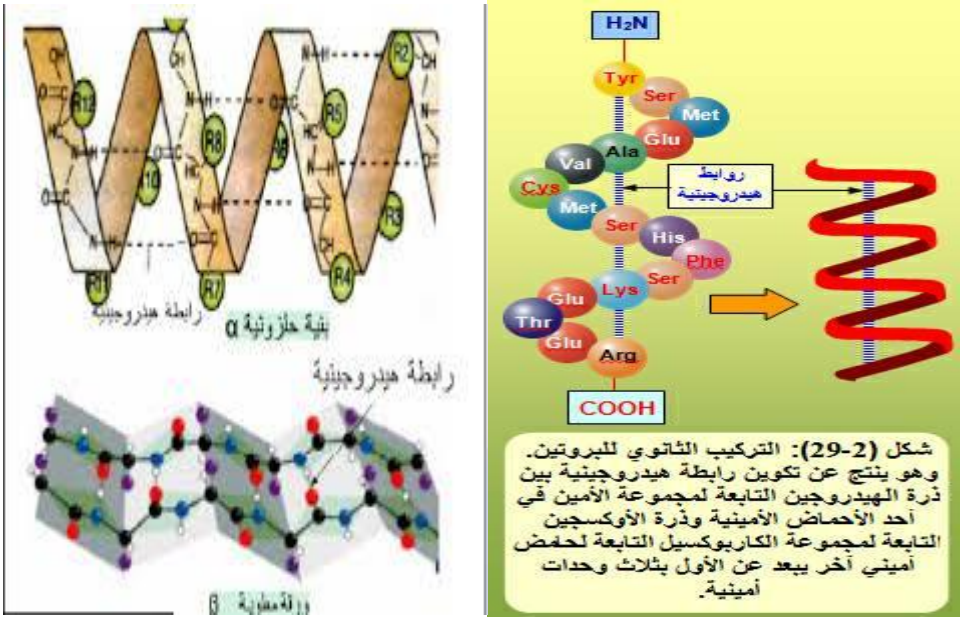
البروتينات الليفية او النسيجية: غير ذائبة بالمـــــــاء وصلبة القوام ولهـــــا وظـــائف تركيبية structural او وظائف الحماية protective مثال على ذلك بروتين الكيراتين والذي يكـــون موجود في الشعر والريش والأضافر والجلد وكذلك الكـــــولاجين وهو البروتين المـــوجود في الأنسجة الرابطة .



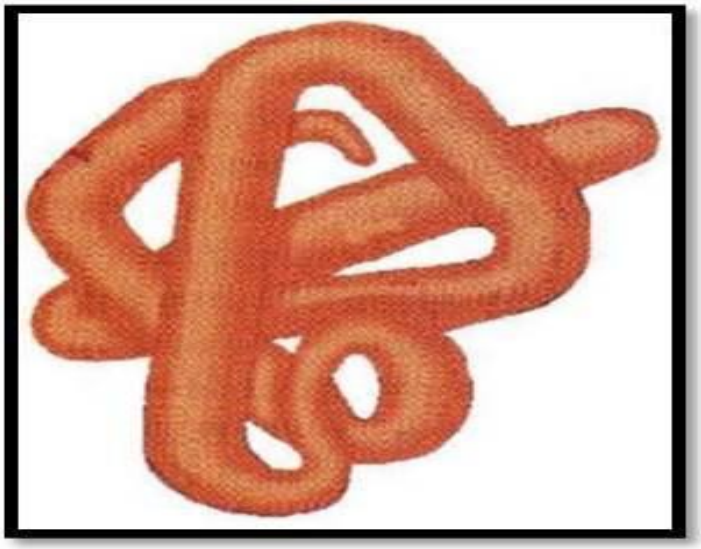
*التراكـــــــــيب البنائية للبروتينـــــــــات:

1- التركيب البنائي الأولي primary structure: الاحماض الأمينية في هذا التركيب تكون مرتبة ترتيب دقيق ومرتبطة مـــع بعضها البعـــض بواسطة الأواصر الببتيدية في جزيئة البروتين ولايشمل هذا المصطلح أي قوى او أواصر أخـــــرى موجودة بين الأحماض الأمينية وكما موضح في ادناه.

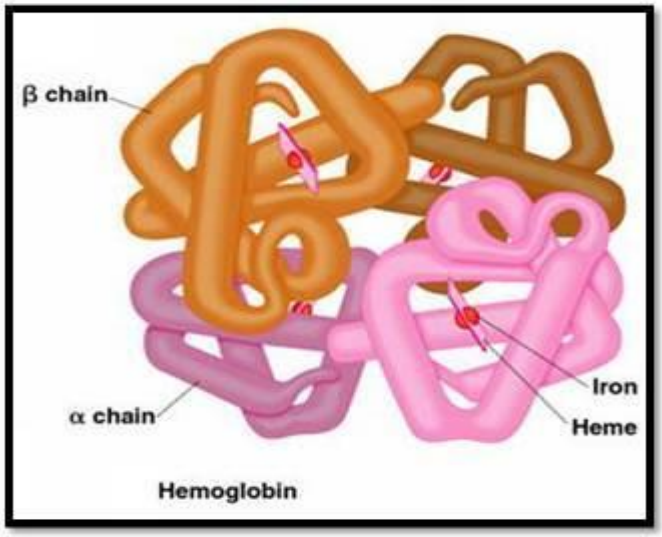
2- التركيب البنائي الثانوي secondary structure : تنتظم السلاسل الببتيدية فـــي هذا التركيب بشكل لولبي او حـــلزوني يسمى α -helix او في شكل صفائح مطوية تسمى β-pleated sheet ، ويساعد تنظيم البروتينات بتلك الأشكال تكـــون روابط هيدروجينية بين ذرة الهيدروجين التابعة لمجموعة الأمين في احـــد الأحماض الأمينية وذرة الاوكسجين التابعة لمجموعة الكربوكسيل التابعة لحامض اميني اخر ، او تكون الرابطة الهيدروجينية بين سلسلتين ببتيدية ، تكرار الروابط الهيدروجينية بهذه الطريقة يعطي للبروتين شكلا حلزونيا او شكل صفائحي كما موضح ادناه.



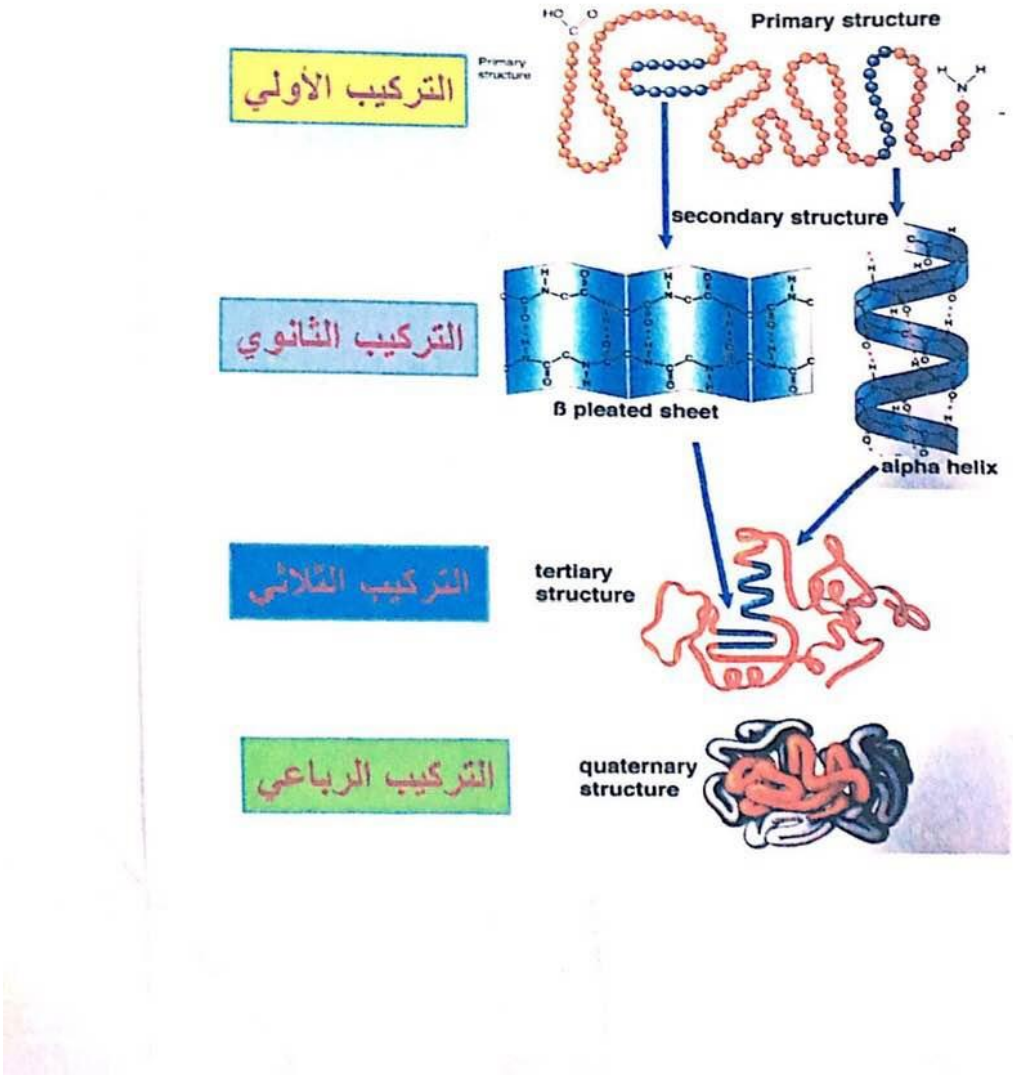
3- التركيب البنائي الثالثي Tertiary structure : تلتف السلسلة الببتيدية في هذا التركيب وتنثني حتى تصبح على شكل كروي مثل كرة الصوف وذلك بفعل عـــدة عوامـــل وروابط منها الأواصر الأيونية بين مجموعة كاربوكسيل حرة في احد طـــرفي متعدد الببتيد ومجموعة امين حرة في الطـــرف الأخر المتعدد الببتيد، او تكـــــون أواصر ثنائية الكبريت disulphaide بين وحدتين متقابلتين من الحامض الأميني السيستين ، او تكون الأواصر الهيدروجينية بارزة على السطح .



4- التركيب البنائي الرابعي Quaternary structure: فـــــــــي هذا التركيب وحدات البروتين او السلاسل متعددة الببتيد ترتبط مـــــــع بعضها البعض لتكون الصيغة الفعالة لذلك البروتين بواسطة الروابط الهيدروجينية والـــــــروابط الكارهة للماء من الأمثلة عليه الهيموكلوبين ، ويقسم الى قسمين التركيب الرباعي الـــمتجانس homogenous quaternary، والتركـيب الـــــــــــرباعي الغير مـتجانس heterogenous quaternary .



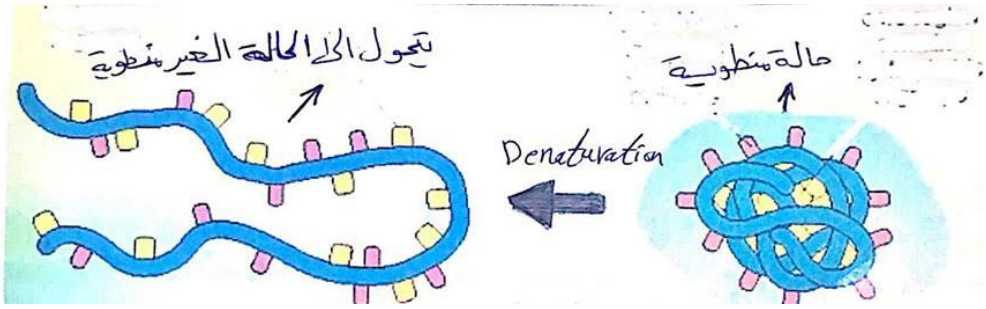
*البنية التركيبية للجزيئات البروتينية من التركيب الاولي الى التركيب الرباعي



*دنتـــرة الـــــــبروتينات Denaturation of protein

Denaturation: هو تغير الحالة الطبيعية للبروتين حيث يحدث تغيير في تركيب البروتين ويتحول من حالته المنطوية Folded الى الحالة غير المنطوية un folded ، وتتكسر معظم الاواصر الهيدروجينية خلال هذه العملية ، وتتأثر هذه الاواصر اكثر من غيرها من الأواصر المسوولة 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 الفوق البنفسجية، PH.

الشكل التالي يوضح بروتين حصلت له عملية دنترة



*الوظـــائف المختلفــة للـــبروتينات:

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 فـــي دم الفقريات antibodies بالأتحاد مع البروتينات الغريبة التي قد تدخل الى مجرى الـدم ونتيجة لذلك يبطل عمل هذه البروتينات الغريبة، كما توجد بعض النباتات تحتوي علـى بروتينات ذات درجة عالية من السمية مثل ricin الموجود في نبات الخروع، كذلك بعـــض أنواع البكتريا تفرز بروتينات ذات درجة عالية من السمية مثل البكتريا الـــــهوائية ***clostridum botulinum*** الذي تسبب التسمم الغذائي.

4- للبروتينات أهمية في تقلص وانبساط العضلات مثل الأكتين actin والمايوسين myosin المهمة في انقباض وانبساط العضلات.

*الـلـــــــبـــيـــدات Lipids

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

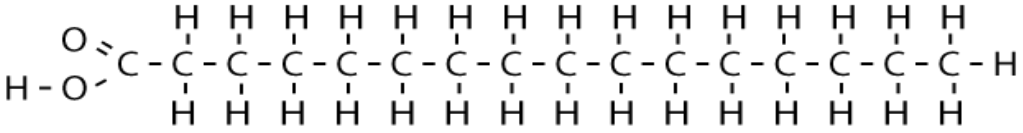
وظائف الدهون او اللبيدات :

1- مكونات أساسية تركيبية لغلاف الخلية
2- خزين للطاقة تستخدمها الخلية في عمليات الأيض (الميتابولزم) 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 للاحماض الدهنية الأساسية essential fatty acid

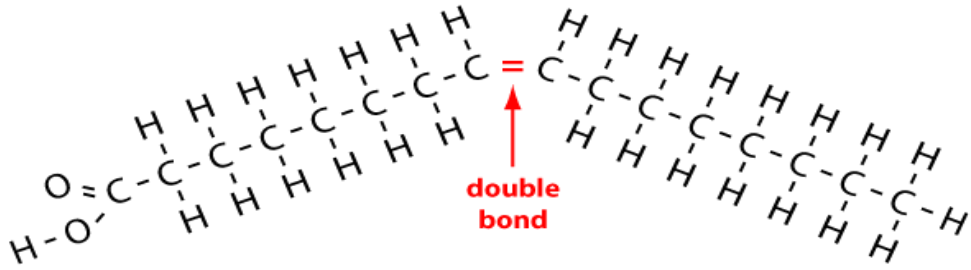
*الاحماض الدهنية The fatty acid

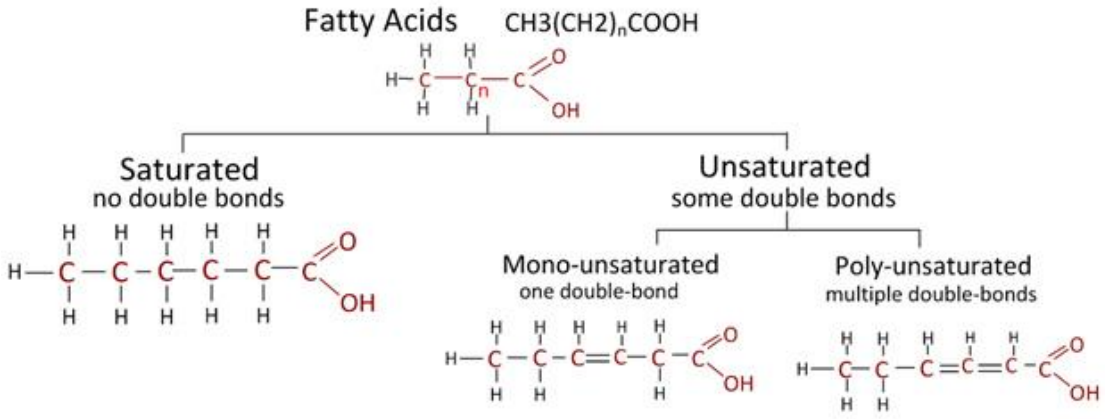
تحتوي جميع الأحماض الدهنية على سلسلة هايدروكاربونية طويلة ومجموعة كاربوكسيل طرفية ، قد تكون السلسلة الهايدروكاربونية مشبعة saturated او غير مشبعة unsaturated وقد تحتوي على اصرة مزدوجة واحدة او اكثر ، كما يوجد عدد قليل من الأحماض الدهنية تحتوي على ثلاث أواصر مزدوجة

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
$C_2H_4O_2$	Acetic	.....	CH_3COOH
$C_3H_6O_2$	Propionic	.....	CH_3CH_2COOH
$C_4H_8O_2$	*n*-Butyric	.....	$CH_3(CH_2)_2COOH$
$C_6H_{12}O_2$	Caproic	*n*-Hexanoic	$CH_3(CH_2)_4COOH$
$C_8H_{16}O_2$	Caprylic	*n*-Octanoic	$CH_3(CH_2)_6COOH$
$C_9H_{18}O_2$	Pelargonic	*n*-Nonanoic	$CH_3(CH_2)_7COOH$
$C_{10}H_{20}O_2$	Capric	*n*-Decanoic	$CH_3(CH_2)_8COOH$
$C_{12}H_{24}O_2$	Lauric	*n*-Dodecanoic	$CH_3(CH_2)_{10}COOH$
$C_{14}H_{28}O_2$	Myristic	*n*-Tetradecanoic	$CH_3(CH_2)_{12}COOH$
$C_{16}H_{32}O_2$	Palmitic*	*n*-Hexadecanoic	$CH_3(CH_2)_{14}COOH$
$C_{18}H_{36}O_2$	Stearic*	*n*-Octadecanoic	$CH_3(CH_2)_{16}COOH$
$C_{20}H_{40}O_2$	Arachidic	*n*-Eicosanoic	$CH_3(CH_2)_{18}COOH$
$C_{22}H_{44}O_2$	Behenic	*n*-Docosanoic	$CH_3(CH_2)_{20}COOH$
$C_{24}H_{48}O_2$	Lignoceric	*n*-Tetracosanoic	$CH_3(CH_2)_{22}COOH$
$C_{26}H_{52}O_2$	Cerotic	*n*-Hexacosanoic	$CH_3(CH_2)_{24}COOH$
$C_{28}H_{56}O_2$	Montanic	*n*-Octacosanoic	$CH_3(CH_2)_{26}COOH$

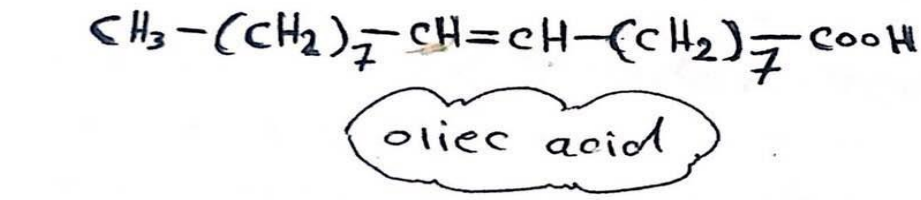
كلما طال الجزء الهايدروكاربوني للحامض الدهني كلما قلت درجة ذوبانه في الماء أي ان الأحماض الدهنية (كابريلك caprylic..... الخ) لا تذوب في الماء لكنها تذوب في المذيبات اللاقطبية، ترتفع درجة غليان ودرجة انصهار الأحماض الدهنية بزيادة عدد ذرات الكاربون وتكون سائلة على درجة حرارة الغرفة الأعتيادية وبالمقابل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

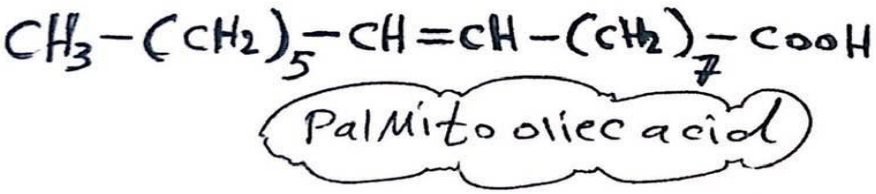
2- الأحماض الدهنية غير المشبعة unsaturated faty acid: ان عدم التشبع يؤدي الى خفض درجة انصهار الأحماض الدهنية بنسبة كبيرة وزيادة درجة ذوبانها في المذيبات اللاقطبية ومن الجدير بالذكر ان جميع الأحماض الدهنية غير المشبعة الموجودة في الطبيعة تكون سائلة على درجة حرارة الغرفة الأعتيادية .

*الجدول التالي يوضح الأحماض الدهنية غير المشبعة الموجودة في الطبيعة

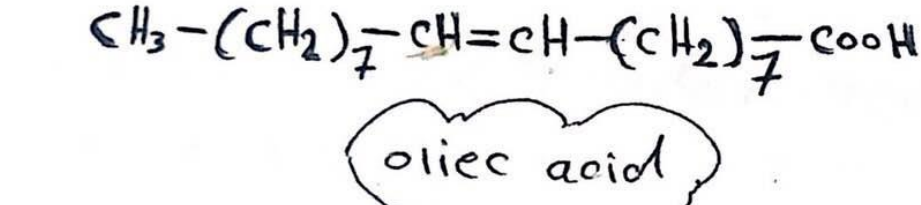
Molecular formula	Common name	Systematic name	Structural formula
$C_{16}H_{30}O_2$	Palmitoleic*	9-Hexadecenoic	$CH_3(CH_2)_5CH{=}CH(CH_2)_7COOH$
$C_{18}H_{34}O_2$	Oleic*	*cis*-9-Octadecenoic	$CH_3(CH_2)_7CH{=}CH(CH_2)_7COOH$
$C_{18}H_{34}O_2$	Elaidic	*trans*-9-Octadecenoic	$CH_3(CH_2)_7CH{=}CH(CH_2)_7COOH$
$C_{18}H_{34}O_2$	Vaccenic	11-Octadecenoic	$CH_3(CH_2)_5CH{=}CH(CH_2)_9COOH$
$C_{18}H_{32}O_2$	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	$CH_3CH_2CH{=}CHCH_2CH{=}CHCH_2CH{=}CH(CH_2)_7COOH$
$C_{18}H_{30}O_2$	γ-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	$CH_3(CH_2)_4CH{=}CHCH_2CH{=}CHCH_2CH{=}CHCH_2CH{=}CH(CH$
$C_{24}H_{46}O_2$	Nervonic	*cis*-15-Tetracosenic	$CH_3(CH_2)_7CH{=}CH(CH_2)_{13}COOH$

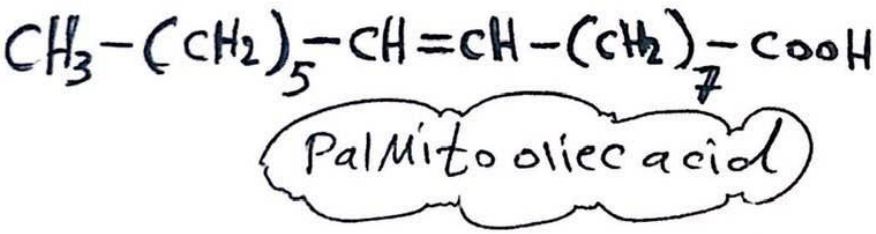
يوجد في الدهون الحيوانية حامضين دهنيين غير مشبعين يحتوي كل منهما على اصرة مزدوجة واحـــدة فقط هما حامض الاوليك oleic acid (18 ذرة كاربون) ، البالميتواوليك palmito oleic (16ذرة كاربون). تقع الاصرة الـــمزدوجة عادة بين ذرتي الكاربون التاسعة والعاشرة علما بان ذرات كاربون الاحماض الدهنية ترقم ابتداء من ذرة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





توجد احماض دهنية تحتوي على اكثر من اصرة مزدوجة واحدة وفـــي حالة عـــدم وجـــود مجموعة مثيلين $-CH_2-$ تفصل بين اصرة مزدوجة وأخرى يطلق عندئذ على الاصرة المـزدوجة بالمقترنة conjugated double bond. اما اذا كانت توجد مـــــجموعة مثيلين تفصل بين اصرة مـــــــــــزدوجة وأخرى فيطلق عـــــــليها والحاله هذه بالاصرة غير المـقترنة non – conjugated doble bond.





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

$$CH_3(CH_2)_7CH=CH(CH_2)_7COOH$$
Oleic acid

$$CH_3(CH_2)_4CH=CHCH_2CH=CH(CH_2)_7COOH$$
Linoleic acid

$$CH_3CH_2CH=CHCH_2CH=CHCH_2CH=CH(CH_2)_7COOH$$
Linolenic acid

$$CH_3(CH_2)_4CH=CHCH_2CH=CHCH_2CH=CHCH_2CH=CH(CH_2)_3COOH$$
Arachidonic acid

تكون الأواصر المزدوجة المقترنة اكثر عرضة للتاكسد مقـــــــارنة بالاواصر المزدوجة غير المقترنة . توجـــــد الأواصر المزدوجة المقترنة بكثرة فـــــي الاحـــــماض الدهنية النباتية .

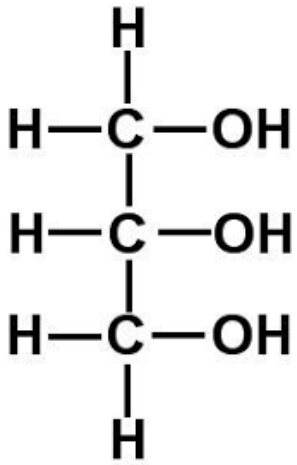
لاتتعرض الاحماض الدهنية المشبعة الى الاكسدة بسرعة ، أي علـــــى عكس الاحماض الدهنية غير المشبعة ، الا انه في حالة تاكسد الاحماض الدهنية غير المشبعة فـان ذلك يتم ببطء وتلقائيا بوجود الهواء ويساعد في حدوث عملية الزناخة rancidity يعتقد ان التفـاعل يشمل عـــــــلى مهاجمة جذور البيروكسيد peroxide radicals 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_3 ويتم نتيجة لذلك تكوين الأوزايد ozid الذي يتحلل بدوره بفعل الماء تحت ظروف مختزلة ليعطي في النهاية مجموعتي الديهايد.

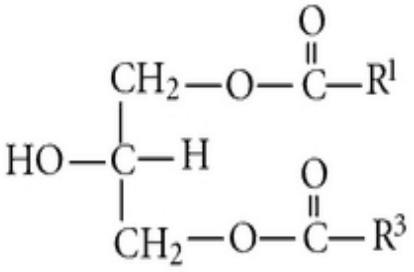
*الدهون الـــــــمتعادلة Neutral fats (Acylglycerol)

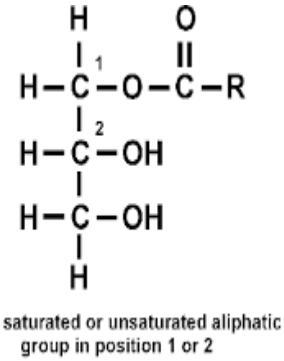
يطلق على استرات الأحماض الدهنية مـــــع الكليسرول أسماء عديدة مـــــثل كليسرول الأسيل acylglycerol ، دهون مـــــــتعادلة neutral fats أو كلسريدات glycerids. تعتبر الدهون المتعادلة المكونات الرئيسية للدهون المخزنة في الخلايا النباتية والحيوانية ، عند استرة مجاميع الهيدروكسيل الثلاثة العائدة للكليسرول مـــــــــع الاحماض الدهنية فيطلق على التركيب الناتج الكليسرول ثلاثي الأسيل triacylglycerol او كليسرول ثلاثي triglyceride.

توجد معظم الدهون المتعادلة في الطبيعة عـــــلى هيئة كلسريدات ثلاثية الا ان ذلك لايمنع من وجود كلـــــسريدات ثنائية diglyceerides وتسمـــــى أيضا (كـــــليسرول ثنائي الأســـيل diacylglycerol)، وكلسريدات أحادية monoglycerides تسمى أيضا كليسرول احـــــادي الاسيل monoglycerides . نلاحظ من التراكيب ادناه ان ترقيم ذرات كـــــــاربون جزيئة الكليسرول يكون 1,2,3 من الأعلى الى الأسفل .

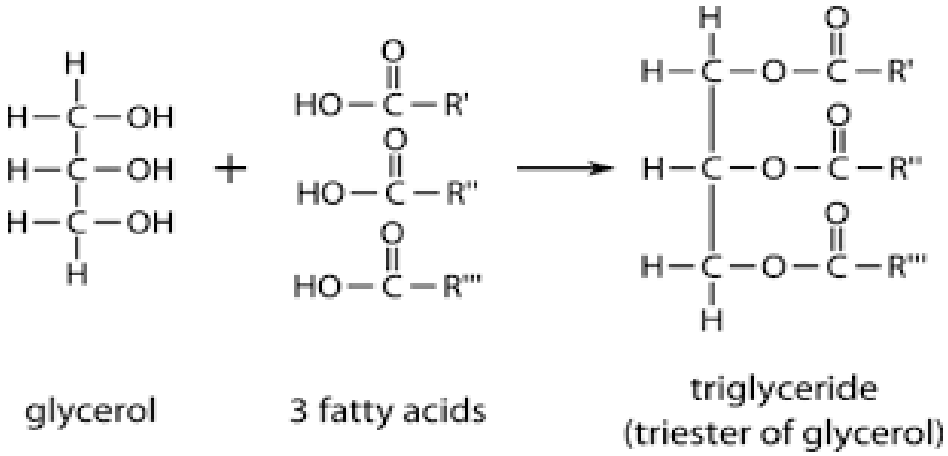


Glycerol

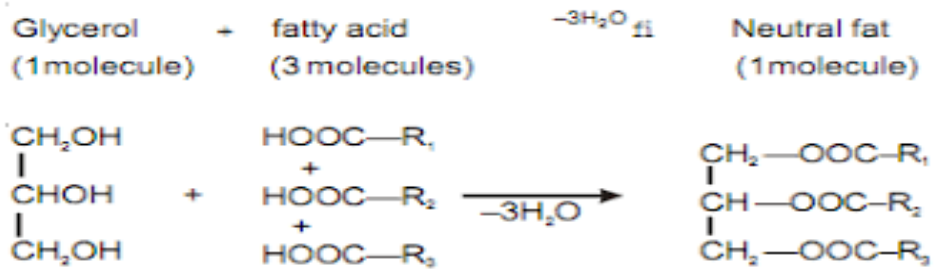




1,3- Diacylglycerol **1- Monoacylglycerol**



تتكون الدهون المتعادلة عند ارتباط الأحماض الدهنية مع الكليسرول وكما مــوضح في المعادلة التاليه:-



***الصفات الطبيعية والكيمياوية للدهون المتعادلة**:

Physical and chemical properties of Neutral fats

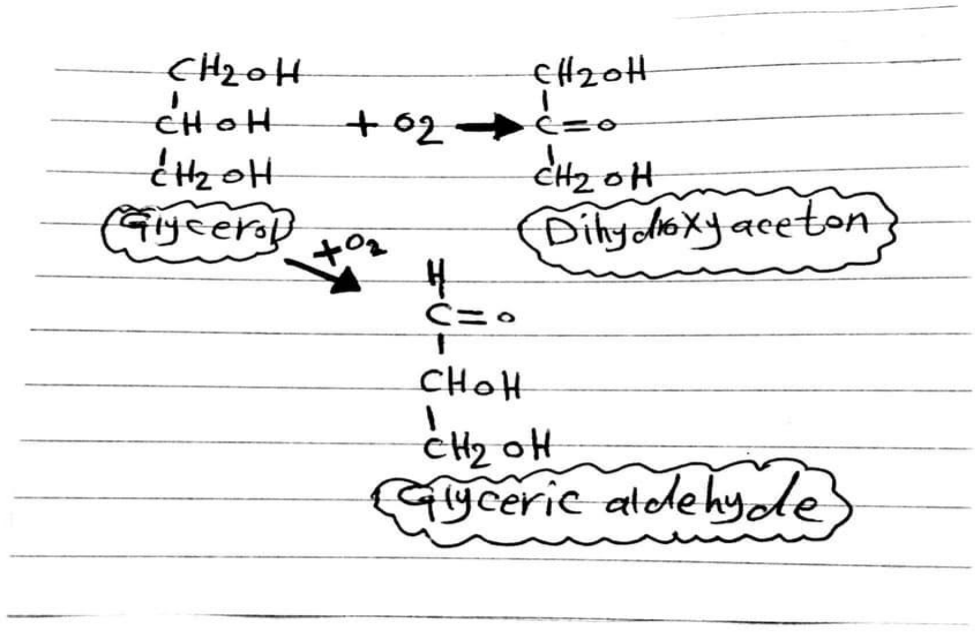
من المعلوم ان الدهون لاتذوب في الماء لكنها تذوب فـــي المذيبات العضوية (اللاقطبية) وكلما كان الدهن محتوي على نسبة اكبر مــن الاحماض الدهنية قصيرة الــسلسلة والأحماض الدهنية الغير مشبعة كلما كانت درجة ذوبان ذلك الدهن اكبر ودرجة انصهاره اقل بالـــمقابل يصاحب زيادة درجة تشبع الأحماض الدهنية وزيادة اطوال ســلاسلها (زيادة عدد ذرات الكاربون فيها).

يصاحب ذلك ارتفاع درجــة الأنصهار فمثلا يــكون الستيارين الثلاثي tristearin(كلسريدة ثلاثية تحتوي على ثلاث جزيئات من حامض الستياريك) صلبا عــلى درجة حــرارة الغرفة اذ تبلغ درجة انصهاره 71 درجة مئوية ، بينما يكون كــل من الأولين الثلاثي triolein(كلسريدة ثلاثية تحتوي على ثلاث جزيئات حامض الأوليك) والبيوترين الثلاثي tributyrin (كلسريدة ثلاثية تحتوي تحتوي على ثلاث جزيئات من حامض البيوتريك) سائل على درجة حـــــرارة الغرفة الأعتيادية ويعود سبب ذلك الى ان درجـــة انصهار الأولين الثلاثي تكـــون فـــي حدود (– 17 درجة مئوية) ، ودرجـــــة انصهار البيوترين الثلاثي تكـــــون فـــــي حـــــدود (– 75 درجة مئوية) .

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

***الكلـــــــــــــيسرول Glycerol**

يوجد الكليسرول في جميع أنواع الدهون والزيوت ويعتبر كـــحول ثلاثي الهيدروكسيل ويكون سائل زيتي القوام ، قابل للأمتزاج بالماء والكحول وهــو عديم الذوبان بالأيثر ، حـــــلو المذاق ويتحول الكليسرول بتأثير حامضي النتريك والكبريتيك الــمركزين الى كلسرين والـــذي يساعد على توسيع الشرايين ويستعمل في علاج امراض الشرايين والدورة الدموية.



***الشمـــــــــــعـــيات WaXes**

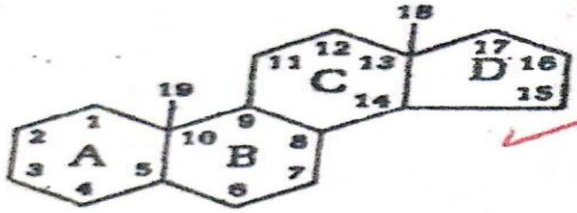
هي عبارة عن استرات لأحماض دهنية طويلة مع أي كحول عدا الكليسرول ،توجـد الشمعيات كمواد مغلفة وحافظة على الجلد والفرو والـــريش واوراق النباتات المتقدمة والفـــواكه، وعلى البشرة الخارجية للعديد من الحشرات ، من المكونات الأساسية لشمع النحل هي استرات حامض البالمتيك لكحولات دهنية طويلة السلسلة تسمى myricyl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

***الستروييـــــــــــدات Steroids**

من الستروييدات المهمة التي توجد في الطبيعة هي أحمـــاض الصفراء والـــــهرمونات الجنسية الذكرية والأنثوية وهرمونات الأدرينالين ، يستخلص بسهولة مـــن الخلايا بواسطة الكلوروفورم او الأيثر او البنزين او الكحول الساخن .

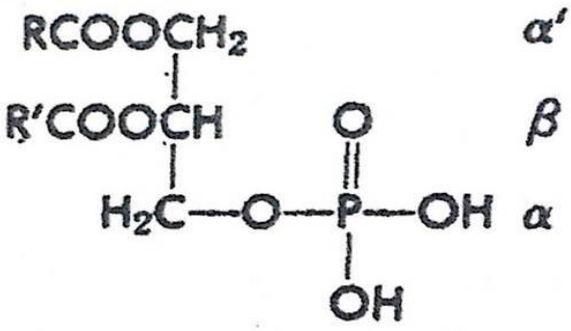
*اللأينوستيرول inosterol : هو احد الستيرولات المهمة الأخرى ويوجد فـي المـــــادة الدهنية المغلفة للصوف ويعتبر احد المركبات الوسطية المهمة فـي تخليق الكوليسترول، ومـــن الجدير بالذكر ان فيتامينات E,D,A,K يعتبر من الفيتامينات الذائبة بالدهن.

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



*الدهون المفسفرة (الفوسفولبيدات) PhosPholipids

هي عبارة عن صنف من أصناف الـــــدهون ويشير اسمها الى انهـــا تحتوي على عنصر الفسفور ويوجد على هيئة حامض فسفوريك ، تحـتوي الفوسفولبيدات على حامضين دهنيين مرتبطين بواسطة اصرة استرية بجزيئة كليسرول ويكون الحامض الدهني المـــرتبط بذرة الكاربون الأولى لجزيئة الكليسرول مشبعا ويحتوي على (16-18) ذرة كـــــاربون على الأغـــلب (أي ان هذا الحامض الدهني يكون اما بالمتيك palmitic او ستيارك stearic) اما الحامض الدهني الأخر المـــــرتبط بذرة الكاربون الثانية لجزيئة الكليسرول فيكون غير مشبع عادة يرتبط بمجمـوعة الهيدروكسيل OH الموجودة على ذرة الكاربون الثالثة لجزيئة الكليسرول فيكون غير مشبع يرتبط بمجموعة الهيدروكسيل الموجودة على ذرة الكـــاربون الثالثة لجزيئة الكليسرول حامض فسفوريك بواسطة اصرة استرية لينتج عـــن ذلك حامض فوسفاتيدك phosphatidic acid .



L-α-Phosphatidic acid

*الجسيمات الأحادية والثنائية الطبقات

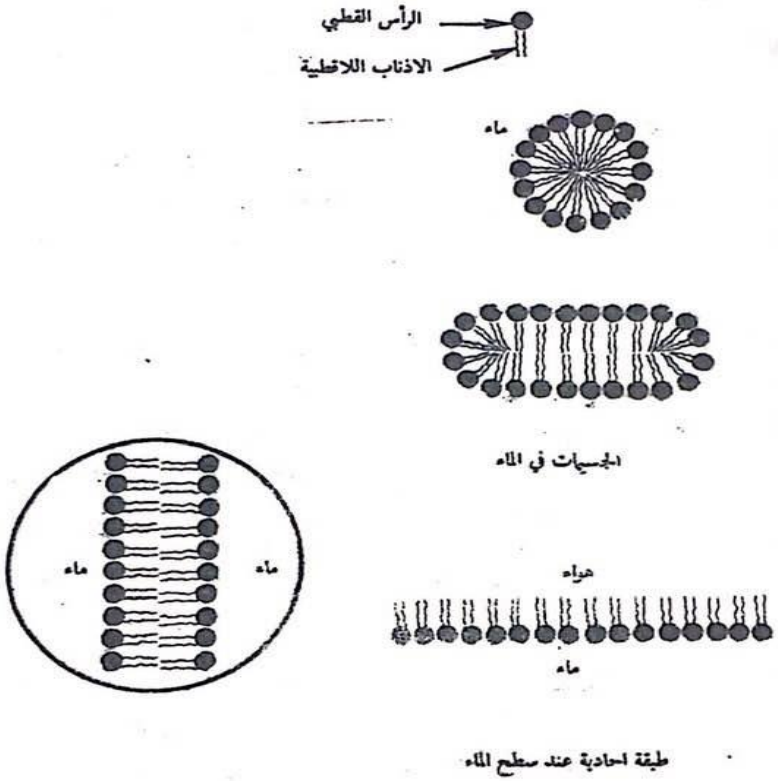
Lipid Micelles , Monolayers and Bilayers

تتشتت الدهون القطبية في الأنظمة المائية لتكون جسيمات Micelles بحيث ينفر او يبتعـد الذنب الهايروكاربوني hydrocarbon tail لهذه الجسيمات الدهنية ويحجب عـــن الطور المائي مكونا طورا مستقلا بحد ذاته يكون غير محب للمـــاء hydrophobic phase وفي

نفس الوقت تتعرض الرؤوس المحبة للماء hydrophilic heads الى الطـــور المائي أي الى السطح . قد تحتوي جسيمات كهذه على الاف من الجزيئات الدهنية بحيث يكـون وزنها الجزيئي عاليا جدا ، وباالرغم من ان الكلسريدات الثلاثية (الدهون المتعادلة) والكوليسترول لاتتشتت 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 الفوسفولبيدات على سطح المحاليل المائية مكونة طبقة يتكون سمكها من جزيئة واحدة بحيث يكـون الذنب الهايدروكاربوني مـــعرضا الى الهواء وتمـتد الرؤوس القطبية المحبة للماء الى الطور المائي .

تتمكن الفوسفولبيدات أيضا من تكـــوين طبقات ثنائية بحـــيث يمتد الذنب الهايدروكاربوني لجزيئة الدهون القطبية الى الـداخل مـــكونة طورا هايدروكاربونيا مستمرا وتمتد الرؤوس المحبة للماء الى الخارج نحو الطور المائي.



شكل (٦– ١) الجسيمات الدهنية الاحادية واثنائية الطبقات

*الأنزيمـــــــــات ENZYMS

تعتبر الأنزيمات من البروتينات المتخصصة ، تقوم الأنزيمات بدور العوامل المساعدة للمئات مـــــن التفاعلات الكيمياوية والتي تكـــون جميعا مايسمى بالـــطرق المـــــــختلفة للأيض intermediary metabolism والتي بواسطتها تتمكن الخلية الحية من الأستفادة من المواد الغذائية خلال سلسلة من التفاعلات المتعاقبة التي تساعد فيها الأنزيمات.

*الخواص العامة للأنزيمات Central properties of Enzymes

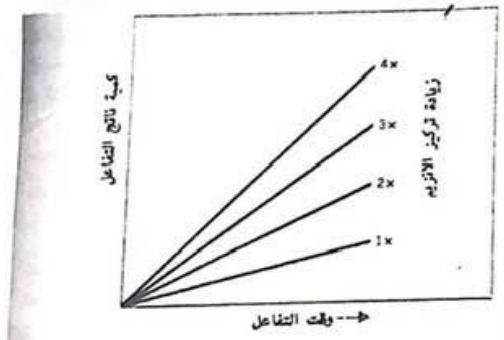
لاتتغير او تستهلك الأنزيمات خلال التفاعلات المختلفة ، وبما ان جميع الأنزيمات المعروفة عبارة عن مواد بروتينية فان أي عامل او مـــــادة تؤثر على تركيب البروتين تؤدي أيضا الى فقدان الأنزيم لفعاليته وبناء على ذلك يعتبر التسخين والمعاملة مع الحوامض والقواعد القوية والتعرض للأشعة فوق البنفسجية كلها عوامل تؤدي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

بعض الأنزيمات تحتوي على مركب كيمياوي تحـــتاجه في فعاليتها يسمى عـــــامل 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 الحـــــالة مرافق الأنزيم Coenzyme . تحتاج بعض الأنزيمات لعملها لكلا النوعين مـــــن العوامل المـــرافقة وغالبا مايكون العامل المرافق Cofactor مرتبط بقوة الى الـــــجزء البروتيني للأنزيم ويطلق عندئذ على العامل المرافق prosthetic group.

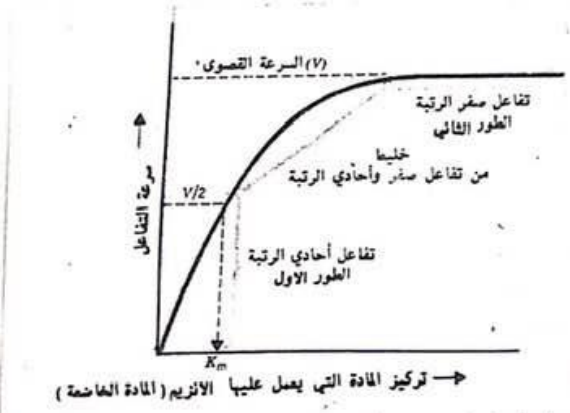
* تركيز الأنزيم وتأثير تركيز المادة التي يعمل عليها الأنزيم (المادة الخاضعة)

Effect of Enzyme concentration and substrated concentration

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



تأثير تركيز الانزيم على سرعة التفاعل، بافتراض وجود وفرة من المادة التي يعمل عليها الانزيم (المادة الخاضعة).



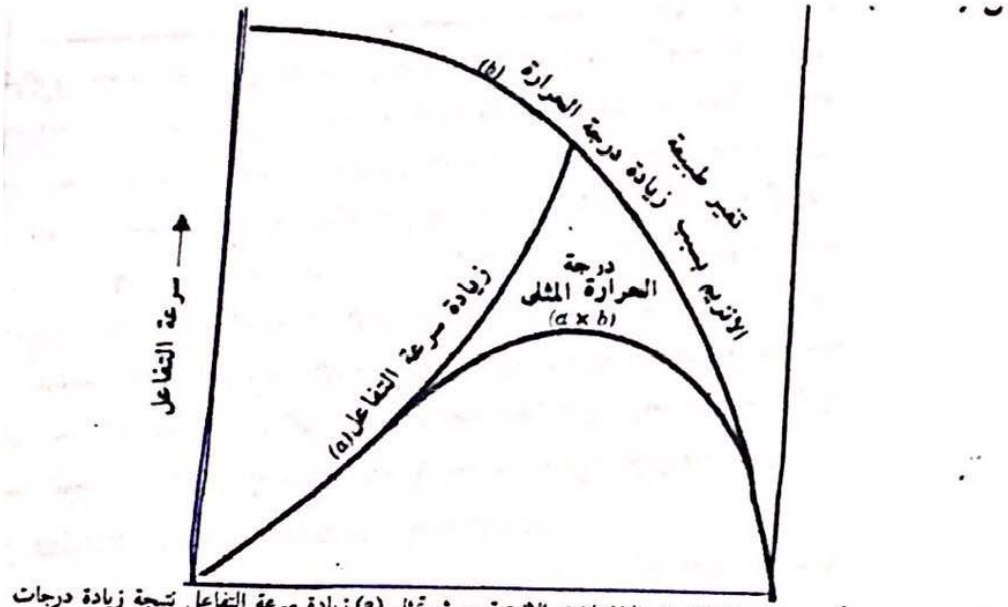
تأثير تركيز المادة التي يعمل عليها الانزيم (المادة الخاضعة) على سرعة التفاعل، بافتراض بقاء تركيز الانزيم ثابت.

*تأثير درجة الحررة على التفاعلات الأنزيمية

Effect of Temperatur on Enzmatia Reaction

تتأثر التفاعـــلات الكيمياوية بصورة عـــــامة بدرجات الـــــحرارة وبالنظر للطبيعة البروتينية للأنزيمات فانها سوف تتأثر أيضا بتغير درجات الحرارة.

ان تغيير درجات الحرارة يؤدي الى تغيير الحالة الطبيعية للانزيم أي تـــحدث لها عملية دنترة denaturation وبالتالي فان ذلك سوف يؤدي الى تقليل التركيز الفعال للانزيم وبالتالي الـــى تقليل سرعة التفاعل ، عادة يؤدي ارتفاع درجة الـــــحرارة الى 45 درجة مئوية الى زيادة في سرعة التفاعلات ، لكن اذا تعدينا هذه الدرجة فان سرعة التفاعل تقل نظرا الـــــى تغير الحالة الطبيعية للانزيم ، فاذا وصلت درجة الـــــــحرارة الى 55 درجة مئوية فان التغيير السريع في طبيعة الانزيم يؤدي الى تحطيم الأواصر الهيدروجينية بصورة تؤدي الى فقدان الأنزيم لفعاليته كليا



شكل (٩ – ٦) تأثير درجات الحرارة على التفاعلات الانزيمية حيث تمثل (a) زيادة سرعة التفاعل نتيجة زيادة درجات الحرارة. (b) تمثل نقصان سرعة التفاعل نتيجة ازدياد درجات الحرارة وتغير الحالة الطبيعية للانزيم. (aXb) يمثل درجة الحرارة المثلى لعمل الانزيم.

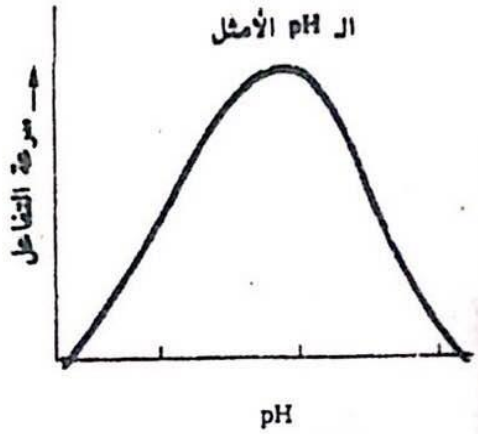
*تأثير (PH) الأس الهيدروجيني على التفاعلات الأنزيمية Effect of pH

بما ان الأنزيمـــــات عبارة عـــــن مواد بروتينية فان أي تغيير في ال PH سوف يؤثر على الصفات الأيونية للـــمجاميع الأمينية والكاربوكسيلية الموجودة فـــي جزيئة البروتين وبالتالي سوف تؤثر على المواقع الفعالة للأنزيم وكذلك عـــلى هيئة وشكل البروتين، إضافة الـــــى ان القيم العالية او الواطئة من ال PH سوف تؤدي الى حـــدوث دنترة للانزيم 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) الـ pH الامثل لبعض الانزيمات

الانزيم	pH
بيبسين	١,٥
تريبسين	٧,٧
كاتاليز	٧,٦
ارجنيز	٩,٧
فيوماريز	٧,٨
رايبونيوكليز	٧,٨



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

***تخصص المادة التي يعمل عليها الأنزيم**

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 عـــليها الأنزيم فعلى سبيل المثال يساعد الأنزيم المسمى اسبارتيز aspartase على إضافة الأمونيا الـــى الأصرة المزدوجة العائدة لحامض الفيوماريك فقط وليس لاي حامض غير مشبع اخر، وعـــلى النقيض من ذلك توجد انزيمات أخرى ذات تخصصات عريضة نسبيا فمثلا انزيم الفوسفاتيز المـــوجود في الكلية يحلل استرات متعددة لحامض الفوسفوريك ، لـــكن 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 اصرة كيمياوية خاصة التي من خلالها يمكن للانزيم 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 عـــــليها الانزيم بطريقة مناسبة في الموقع الفعال للأنزيم بحيث تعرض الاصرة الخاصة التي من خلالها يمكن للانزيم 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 للانزيم

1- يحتل الموقع الفعال حيزا صغيرا نسبيا من الحجم الكلي للانزيم اذ لاتكون معظم الأحماض الأمينية المكونة للأنزيم بتماس مع المادة الخاضعة، ومـــــن هنا يأتي السؤال المحير لماذا تكون جزيئة الأنزيم كبيرة الـــــى هذا الحد؟ تتكون مـــعظم الأنزيمات بما لايقل عن 100 حامض اميني أي ان الوزن الجزيئي للانزيم يزيد عن 10000والقطر اكثر من 25 انكستروم.

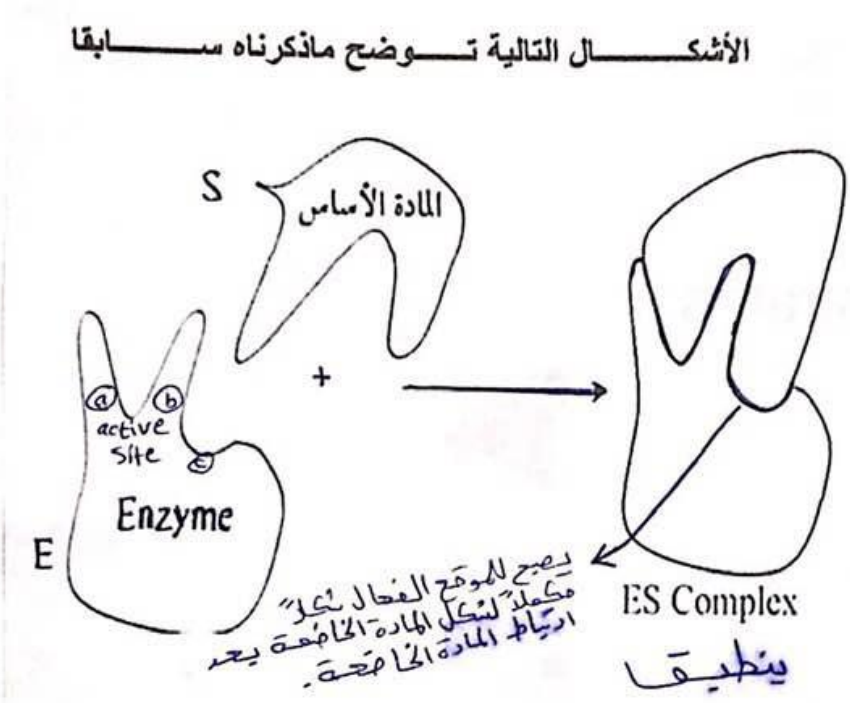
2- الموقع الفعال ليس عبارة عن خط او نقطة او مستوى مستقيم بل يكون لـــــه ابعاد ثلاثية .

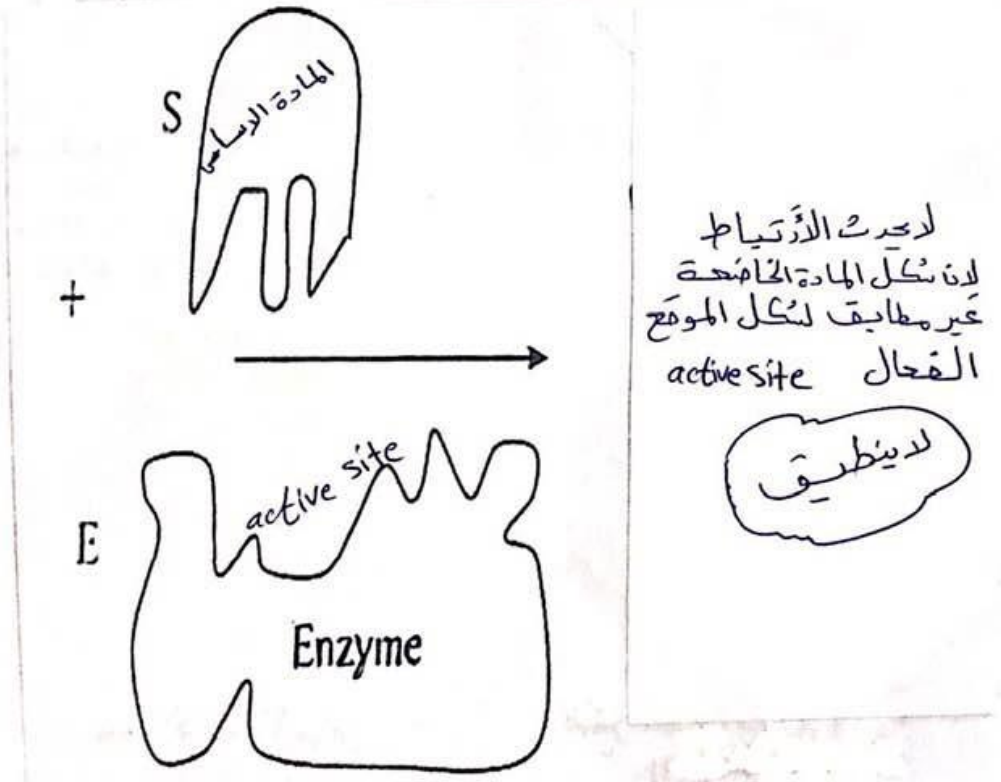
3- ترتبط المواد الخاضعة بالأنزيمات بواسطة قـــــوى ضعيفة نسبيا ولادراك مـــدى ضعف هـــــذه القوى يجب ان نذكـــــر ان قوة الاواصر التساهمية تتراوح بين 50- 110 كيلو سعرة \ مول.

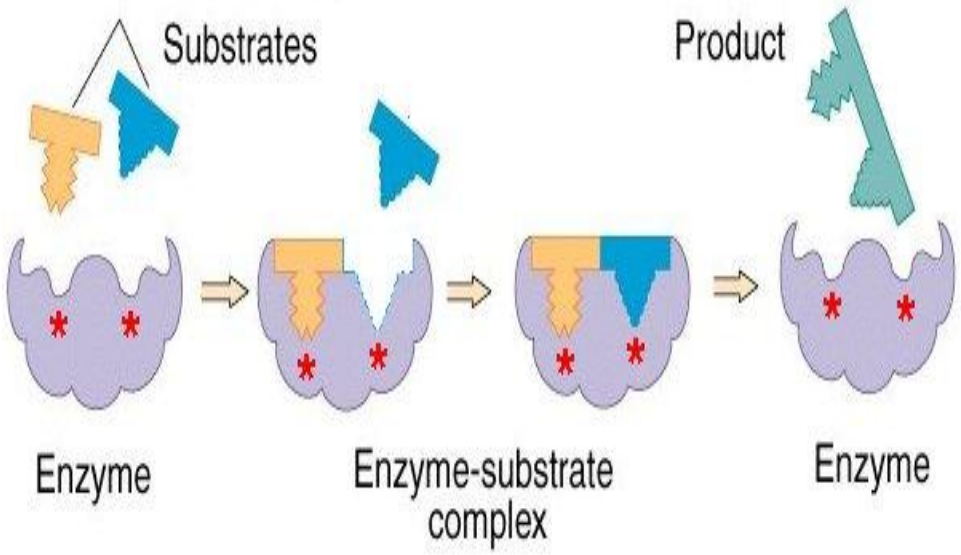
4- الموقع الفعال عبارة عن شقوق clefts او فجوات crevices في جميع الأنزيمات المعروفة التركيب لحد الان .

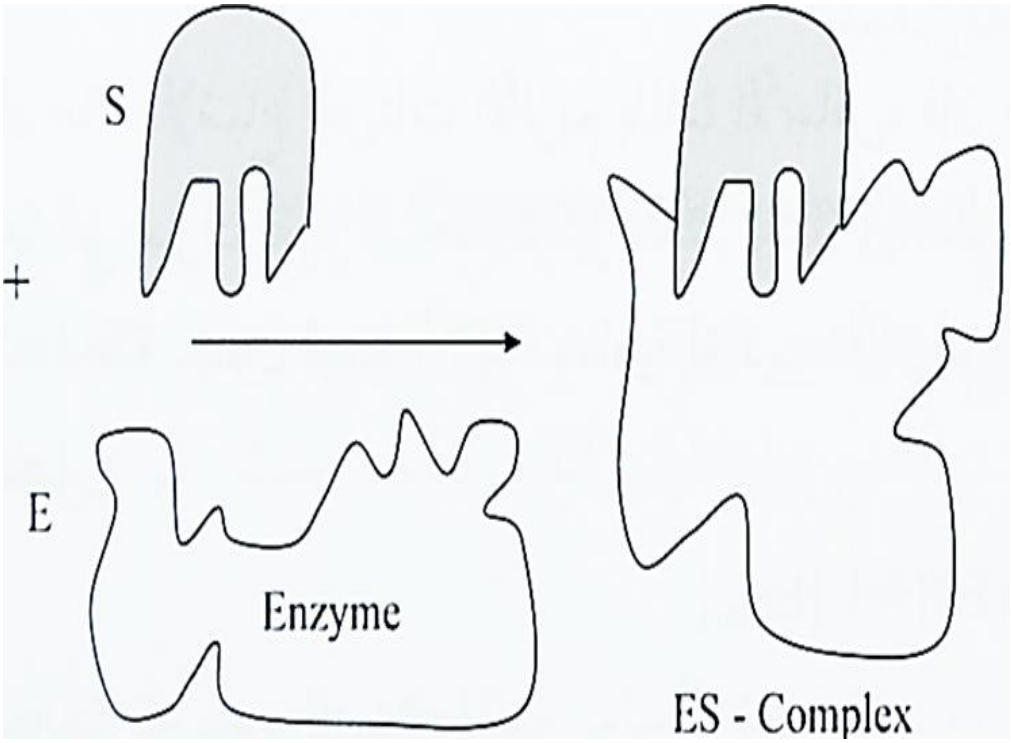
5- تعتمد خاصية الربط على الترتيب الدقيق للذرات في الموقع الفعال فيجب ان يكون شكل المادة الخاضعة مطابقاا لشكل الموقع الفعال.

الأشكـــــــال التالية تـــــوضح ماذكرناه ســـــــابقا






Substrates
Product
Enzyme
Enzyme-substrate complex
Enzyme


S
+
E
Enzyme
ES - Complex

*تسمية وتصنيف الأنزيمات Nomenclature and classification

تمت تسمية بعض الأنزيمات سابقا نسبة الى المواد التي تعمل عـليها substrates او نسبة الى طبيعة التفاعل الذي تشارك فيه الأنزيمات كعوامل مساعدة ، فمثلا يقــوم الأنزيم المسمى يوريز ureas بتحليل اليوريا ويقوم الانزيم المسمى ارجينيز arginase بتحليل الأرجنين، الا انـه في حالات أخرى لم تعط الانزيمات أسماء تدل على طبيعة التفاعلات التي تساعد فيها . فــمثلا لا تعطي أسماء الأنزيمين الببسين والتربسين 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 لــكل تفاعل وصنفت الــى ست أصناف رئيسية
2- يتكون اسم الأنزيم من جزئين يعطي الجزء الأول مــن الاسم دلالة على المادة او المواد التي يعمل عليها الانزيم، اما الجزء الثاني من الاسم فينتهي بالمقطع (ase).
3- اعطي لكلانزيم رقم خاص به يشير الحرف الأول مــن الرقم الى صنف الانزيم class والحرف الثاني من الرقم الى تحت الصنف sub class والحـرف الثالث من الرقم الى تحت تحت الصنف sub sub class اما الـــــحرف الرابع من الرقم فيشير الى اسم الانزيم.

<u>*سوف نقوم بدراسة الأصناف الستة للأنزيمات مع بعض الأمثلة التوضيحية</u>

1- Oxidoreductases

يقع ضمن هذا الصنف الأنزيمــات التي تساعد فـــي تفاعلات الأكسدة والأختزال بين مادتين من المواد التي يعمل عليها.

2- Transferases

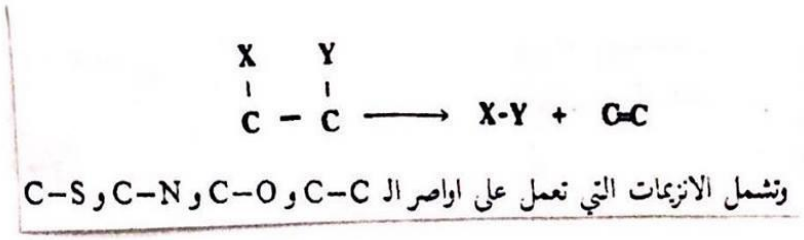
يشمل هذا الصنف الأنزيمات التي تقوم بدور العـــامل المساعد بنقل مجموعة ما (عدا الهيدروجين) بين زوج من المواد التي يعمل عليها الأنزيم.

3- Hydrolases

يقع ضمن هذا الصنف الأنزيمات التي تقوم بدور العامل المساعد في تـــــحليل الأستر والببتيدات وال c-c, glycosyl, acid- anhydride, 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 .



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 عـــلى حساب تحليل اصرة بايروفوسفات الموجودة في ال ATP او الموجوودة في أي مـركب اخر مشابه له غني بالطاقة، يحتوي هـذا الصنف عـــلى الانزيمات التي تساعد في تكـــوين الاواصر التالية C-S , C-O , C-C, C-S.

*ميكانيكية عمل الأنزيم Mechanism of Enzyme Action

لا تعرف الميكانيكية الدقيقة لعمل أي انزيم لحد الان ولالقاء الضوء علـــى 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) مـن الإسراع في الكثير من التفاعلات العضوية كتحلل الاسترات وتحلل المركبات التي تحتوي على فوسفات واضافة جزيئة ماء الى مجاميع الكاربونيل او اخذ جزيئة ماء من الكحولات لينتج مركبات غير مشبعة ومن المعروف ان بعض الأنزيمات تحتوي على مجاميع تهب البروتونات مـثل NH_2 و Coo، وتوجد طريقة أخرى لدراسة ميكانيكية الأنزيمات بواسطـة التعـرف عـــلى المجاميع الموجودة في المواقع الفعالة للانزيمات والتي قد تكون مسؤولة في المساعدة في عمل الانزيمات . طريقة ثالثة لدراسـة ميكانيكية الانزيم هي دراســة تركيب الـــمركب المعقد الناتج من اتحاد الأنزيم والمادة التي يعمل عليها.

النيوكليوتيدات والأحماض النووية Nucleotides and Nucleic acid

تعتبر النيوكليوتيدات الوحدات البنائية للأحماض النووية وهـــــي تشارك في الية عــمل نقل المعلومات الوراثية كذلك تقوم بنقل الـــــــطاقة الكيمياوية من التفاعـلات التي تنتج الطاقة الى تفاعلات أخرى تحتاج للطاقة وكذلك تشارك النيوكليوتيدات فــي تفاعلات التخليق المختلفة وقسم اخر يعمل كمرافقات انزيمية.

*مكونات النيوكليوتيدات Components of Nucleotides

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

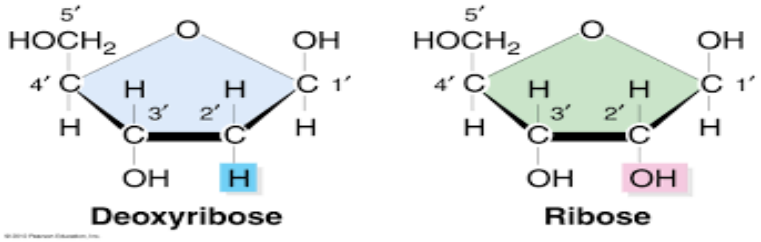
*القواعـــــد النتروجينية

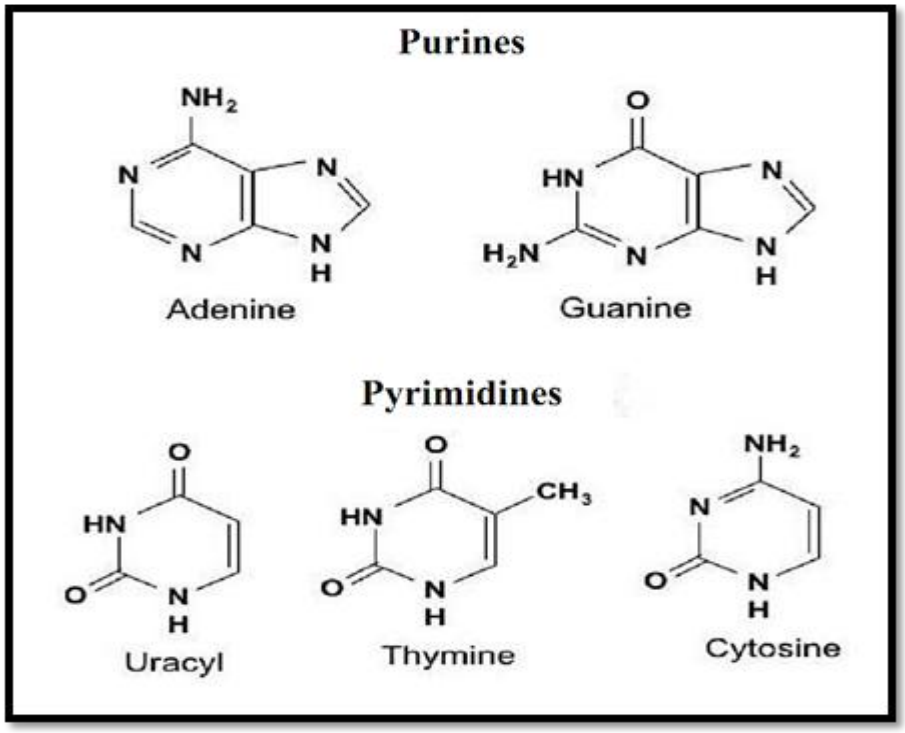
تحتوي النيوكليوتيدات على نوعين من القواعد النتروجينية وهي عبارة عـــــــــــن مشتقات المــركبات الحلقية غير المتجانسة وهذين النوعين هما Bases pyrimidine and purine . توجد ثلاث قواعد بيريميدين شـائعة الوجود فـــــي الأحماض النووية وهـــي اليواسيل Uracil ، Thymin الثايامين، سايتوسين Cytosine واختصارا تكتب هذه القواعد باستعمال الـــــحرف الأول **((U,T and C)** ، يوجـــد Uracil فـــــــي **Ribonucleic acid (RNA)** فـقط بينما يوجد Thymin فـــي **Deoxyribonucleic acid (DNA)** فقط بينمـــــــــا السايتوســـــين Cytosine في كل من **RNA , DNA** ، امـــــا بالنسبة للبيورين فيوجد نوعين مـــــــنهما هي الأدنين adinine ويختصر(A) والكوانين Guanine ويختصر(G) يوجـــد الادنين والكوانين في كل من **DNA,RNA** باالأضافة 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 الكـــــــمي للنيوكليوتيدات في الأحماض النووية .

*السكريات الخماسية في الأحماض النووية The pentose components

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

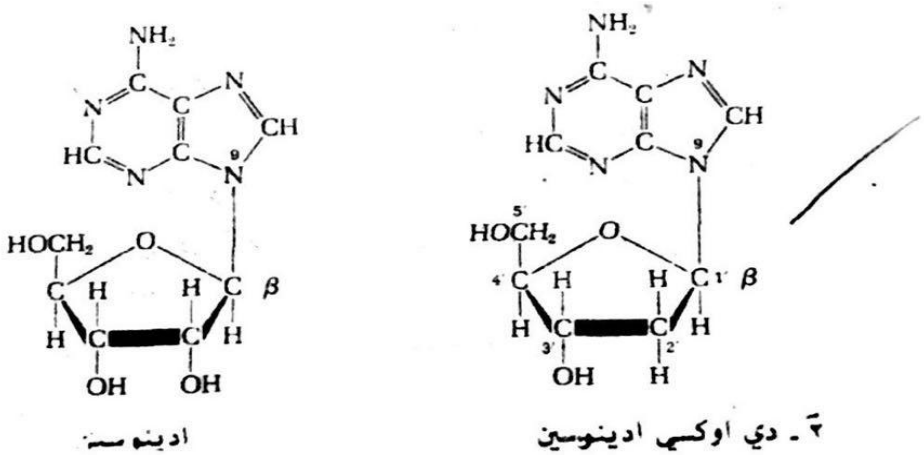




((الشكل يوضح قواعد البيريميدين والبيورين الأساسية))

***الـــــنيوكـــليوسيدات Nucleosides**

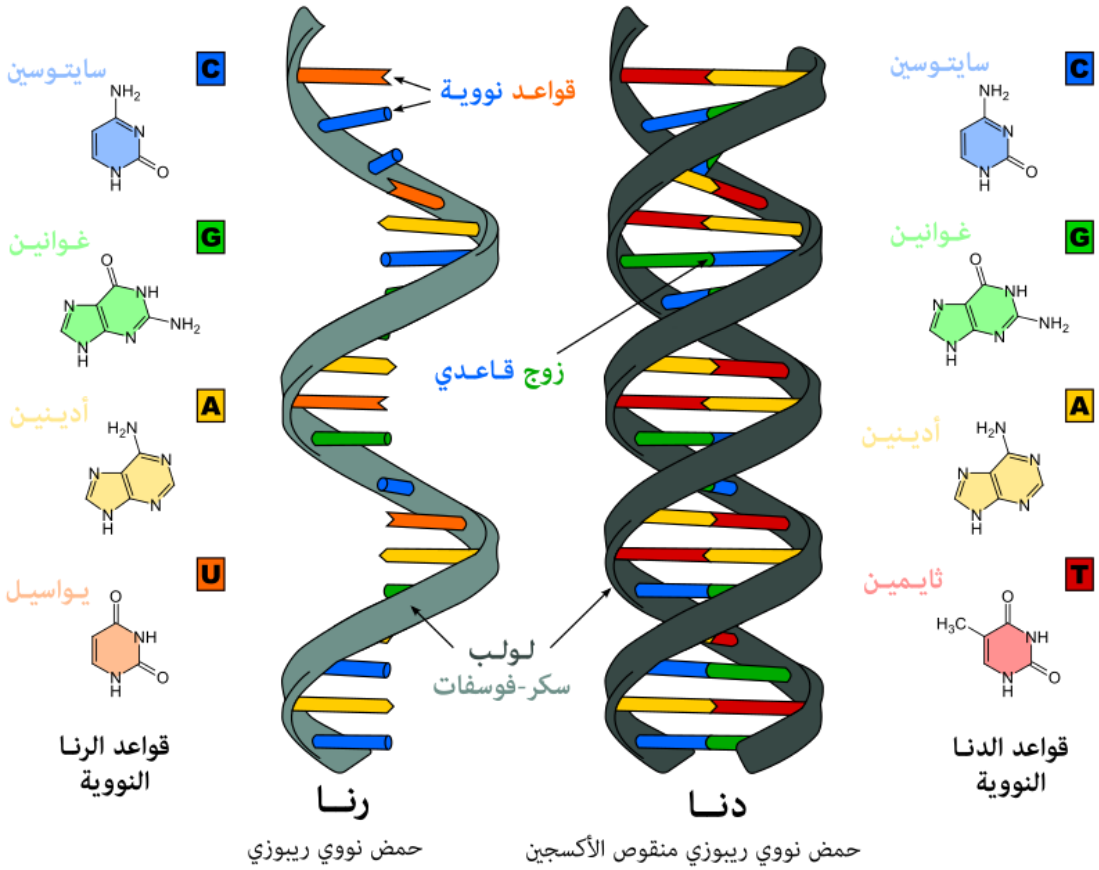
تتكون النيوكليوسيدات من قواعد البيريميدين او البورين التي تكون مرتبطة مع الرايبوز او مع ال دي اوكسي رايبوز بواسطة اصرة N-glycosyl وتتكون الأصرة بين ذرة النتروجين الأولى من البيريميدين او ذرة النتروجين التاسعة من البيورين مع ذرة الكاربون الأولى للسكر الخماسي . توجد النيوكليوسيدات على هيئتين الفا وبيتا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

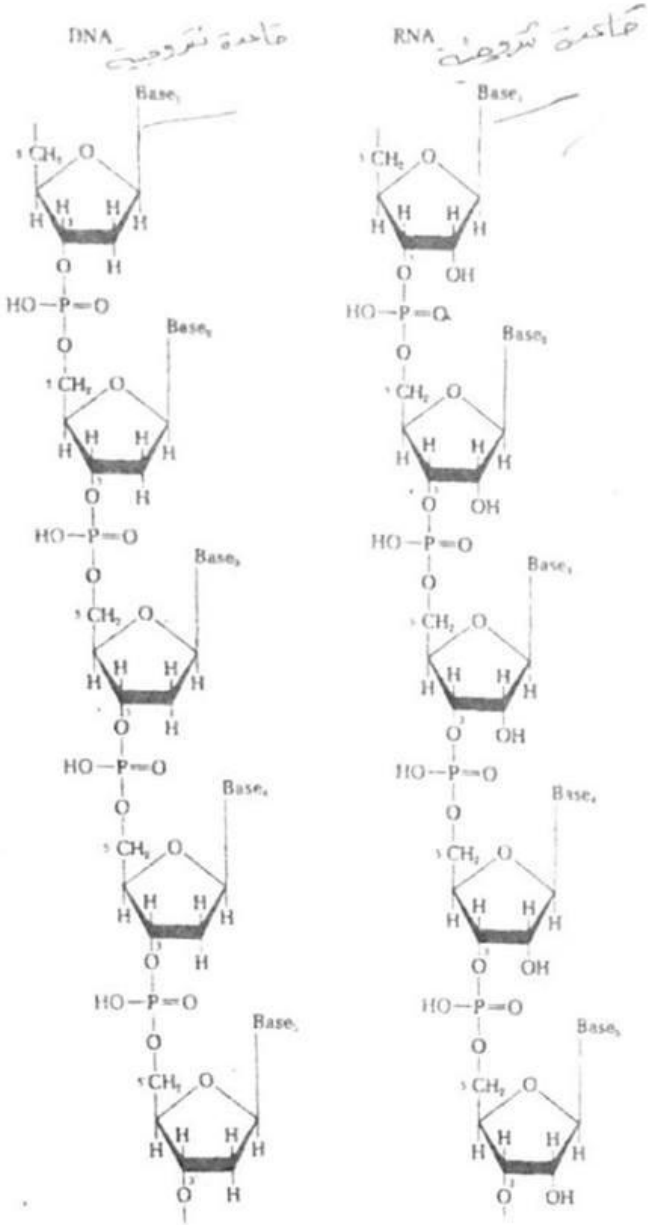


شكل (٧– ٢) تركيبان يمثلان النيوكليوسيدات

***الأحماض النووية (النيوكليوتيدات المتعددة) Nucleic acid (polynucleotides)**

تعتبر النيوكليوتيدات الأحـــادية الوحـــــدات البنائية لسلسلة النيوكليوتيدات الـــمتعددة polynucleotides والتي تزيد عدد وحداتها عن عشرة وتحتوي على السكر الخماسي مـــن نوع دي اوكسي رايبوز تسمـــــــى حامض دي اوكسي رايبونيوكليك deoxyribonucleic acid ويختصر DNA ، اما اذا كان السكر الخماسي من نوع رايبوز فيسمى حـــــامض نووي رايبوزي ribonucleic acid ويختصر RNA كما موضح في الشكل (5-7). تم عزل ودراسة DNA من الحيوانات المنوية للاسماك ومن الخلايا المتقيحة والتي تكون عـــــادة غنية جدا بال DNA. فـــي الخلايا بدائية النواة prokaryotic cells وهي الخـــلايا البسيطة التي تحتوي على كـــروموسوم واحد وتشمل البكتريا والاشنات يوجد DNA علـــى شكل خيطين طويلين ملتفين حـــول بعضهما بشكل حلزوني double strandes وله وزن جزيئي يزيد علـــى 2000.000.000 ويكون 1% مـــن وزن الخلية ، اما في الخلايا حقيقية النواة eukaryotic cells وهي خـــــــلايا النباتات والحيوانات المتقدمة والتي تحتوي علـى 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 النيوكليوتيدات المختلفة باختلاف أنواع الكائنات الحية.





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

*الحامض النووي الرايبوزي Ribonucleic acid

يكون RNA بين 5_10 مـــــن الوزن الكلي للـخلية وهناك وهناك 3 أنواع رئيسية مـــــن هذا الحامض النووي

1- messenger RNA mRNA
2- ribosomal RNA rRNA
3- transfer RNA tRNA

ولكل نوع من الأنواع الثلاثة وزن جزيئي وتركيب خاص من القـــواعد 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 القـواعد النتروجينية في تركيب متتاما complementary لتعاقب القواعد النتروجينية لخيط واحد من DNA ومـــــــن الضرروري في هذا المجال توضيح معنى complementary : اذا كـــان تعاقب القواعد النتروجينية في خيط DNA كالتالي (U ,A, C , G) وذلك لعدم وجود القـــاعدة النتروجينية ثايامين (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 أواصر هيدروجينية بين كل مـــن C وG واصرتين هيدروجينية بين A وT . بعد ان يتم بناء mRNA داخـــل النوية ينتقل الى السايتوبلازم . ان تركيب ال mRNA الخاص هو الذي سوف يقرر تعاقب الاحمـــــــاض الامينية في عملية بناء البروتين وكل جزيئة mRNA تحمل عـــــــادة الشفرة (code) او المعلومات الخاصة لبناء جزيئة واحدة او اكثر من البروتينات . وتحتوي كـــــل خلية على مئات الجزيئات من mRNA المختلفة.

تكون نسبة rRNA اعلى 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 الف وتحتوي بين 75- 90 نيوكليوتيدات أحادية.

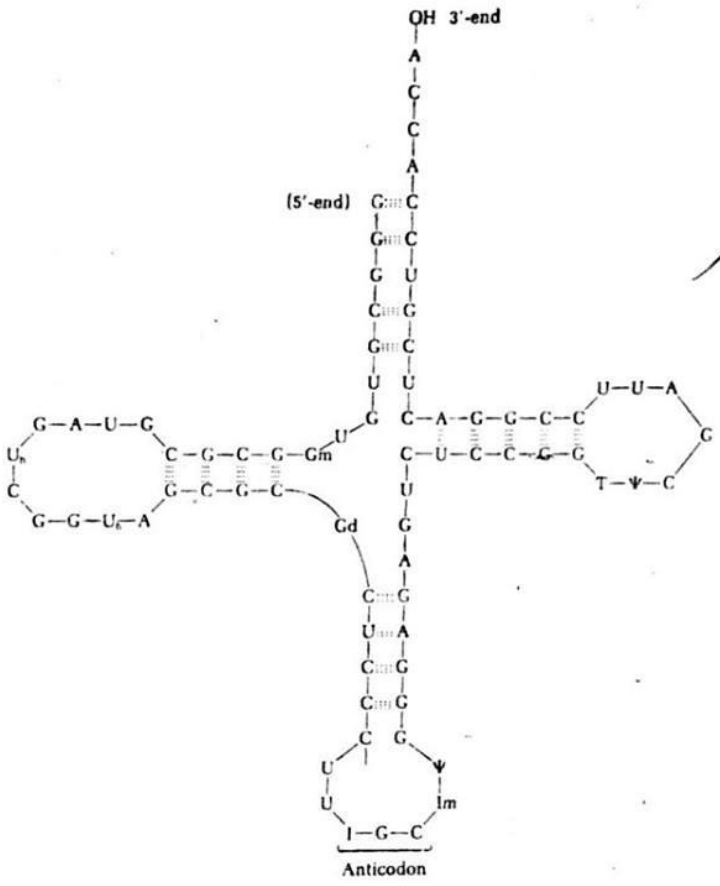
***تركيب الأحماض النووية Structure of Nucleic acid**

تتكون الاحماض 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(7-5). 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 (7-6).

***الصفات البايلوجية 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 او أي نوع من الكائنات الحية تكون ثابتة جدا ولاتتغير بتغير الظروف البيئية او 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 لأخر 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 لايتغير بالعمر او المستوى الغذائي او تغيرات الظروف البيئية .
4- يكون عدد وحدات الادنين مساويا لعدد وحدات الثايامين أي ان (A=T) كذلك فان عدد وحدات اليوراسيل مساويا للأدنين (A=U) . كذلك يكون عدد وحدات الكوانين Guanine دائما مساوي لعدد وحدات السايتوسين (C=G) .



شكل (٧ – ٦) تعاقب القواعد النتروجينية في الـ tRNA الخاص بنقل الالانين في الخميرة . لاحظ الشكل الذي يشبه ورقة البرسيم . ولاحظ منطقة النيوكليوتيدات الثلاثية المسماة عكس الشفرة anticodon يوجد ثلاث اواصر هيدروجينية بين C و G واصرتين هيدروجينيتين بين A و U .

*الـفيتامـــــــــينات Vitamins

تحتاج جميع الكائنات الحية الى كميات كبيرة نسبيا مـــن المواد الغذائية العضوية التي تكون على هيئة سكريات او دهون لتحصل على الطاقة ولتحصل عـــلى مصدر لذرات الكاربون وهناك حاجة الى الأحماض الأمينية في الـــــــغذاء لبناء جـزيئات البروتين ومركبات نتروجينية أخرى .اضافة الـــــى ذلك يوجد صنف اخـــر من المواد الغذائية العضوية التي تكون ضرورية جـدا للنمو الطبيعي وعـــــمل وظائف الأنسجة المختلفة ،يدعى هذا الصنف بالفيتامينات وتكون الـحاجة اليها بكميات قليلة جدا، وعند نقص احد هذه الفيتامينات في الغذاء تظهر اعراض امـــــراض سوء التغذية ويمكن التغلب عليها بإضافة الفيتامينات الى الغذاء . اكتشفت امـــــراض سوء التغذية لأول مرة في الانسان عندما كان مـــــــرض الأسقربوط scurvy شائعا بين البحارة البرطانيين بسبب عـــدم احتواء غذائهم على علـى الحمضيات والخضراوات . ان سبب هـــــذا المرض هـــــو نقص فيتامين C او يسمى حامض الأسكوربيك . ومن الجدير بالذكـــــر انه ليست جميع الفيتامينات ضرورية في غذاء الانسان والقردة وخنازير غينيا والـــــخفاش الهندي بينما لاتحتاجه الحيوانات الأخرى لامكانية تصنيعه في اجسامها ، ويوضح الجـــــدول التالي جميع الفيتامينات الضرورية للإنسان .

	الصيغة الفعالة	نوع التفاعل
١ – الذائبة بالماء		
ثايامين	ثايمين بايروفوسفات	ازالة ثاني اكسيد الكربون من حامض الفا – كيتو
رايبوفلافين	فلافين احادي النيوكليوتيد فلافين ادنين ثنائي النيوكليوتيد	أكسدة – اختزال
نياسين	نايكوتيناميد ادنين ثنائي النيوكليوتيد نايكوتيناميد ادنين ثنائي النيوكليوتيد فوسفات	أكسدة – اختزال
حامض البانتوثنيك	coenzyme A	نقل مجموعة الاسل
بايريدوكسال	بايريدوكسال فوسفات	نقل مجموعة امينية
بايوتين	بايوستين	نقل ثاني اكسيد الكربون
حامض فوليك	تيترا هايدرو حامض فوليك	نقل ذرة كاربون واحدة
فيتامين B_{12}	دي اوكسي ادينوسيل كوبالامين	نقل مجموعة (الكيل)
حامض ليبويك	ليبومايد	نقل مجموعة اسل وهيدروجين عامل مساعد في تفاعلات اضافة مجموعة الهيدروكسيل
٢ – الذائبة بالدهن		
فيتامين A		البصر
فيتامين D		نقل الكالسيوم
فيتامين E		عامل مضاد لأكسدة الدهن
فيتامين K		تكوين بروثرومبين

١

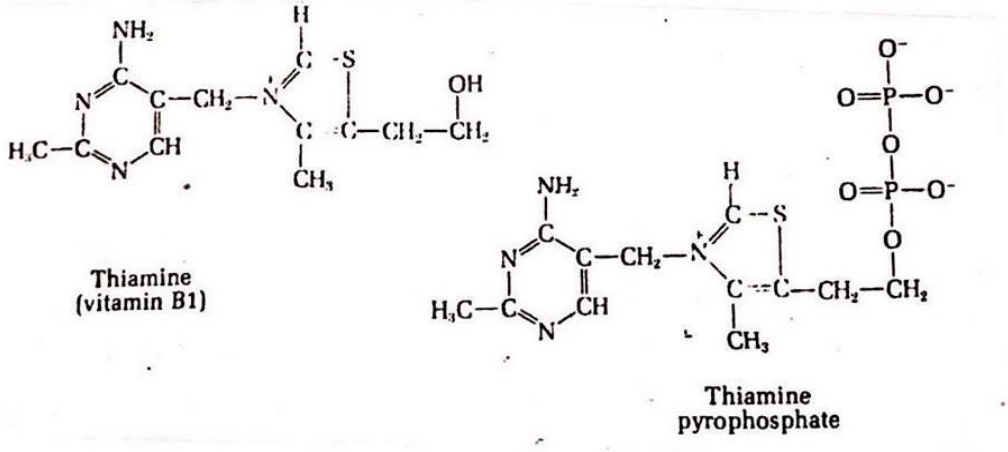
*تصنيف الفيتامينات Classification of Vitamins

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

*الثايامين Thiamin(B_1)

يعتبر هذا الفيتامين من الفيتامينات الضرورية فـــي غذاء معظم الفقريات ولبعض أنواع الميكروبات نقصه في الغذاء يؤدي الى مـــرض البري بري ، تعتبر قشور الرز احـــد المصادر الرئيسية لهذا الفيتامين وكذلك يوجد بكميات كبيرة فـــــــي الحبوب الأخرى ، يحـــــــــــتوي تركيب الثايامين على حلقتين بيريميدين pyrimidine ، والثايوزول thiozole وكـــما مبين في الشكل ادناه ، بالنظر للعلاقة الموجودة بين الثايامين وايض المواد السكرية فقد افترض وجود علاقة بين الأحتياجات اليومية مـن هذا الفيتامين وبين كمية المواد السكرية التي يتناولها الأنسان يوميا ، وتقل الأحتياجات اليومية مـن فيتامين B_1 اذا كان مصدر الغذاء مقتصرا على المواد الدهنية والبروتينية . تعتمد حاجة الانسان اليومية من هذا الفيتامين على حجم الجسم وفعاليته ودرجة حرارة الـــــــــجو والحالة الفسيولوجية ، إضافة الى قشور الرز يعتبر البيض والـــــــــكبد والقلب،الكلى،الحبوب والبقوليات من المصادر الجيده لهذا الفيتامين.

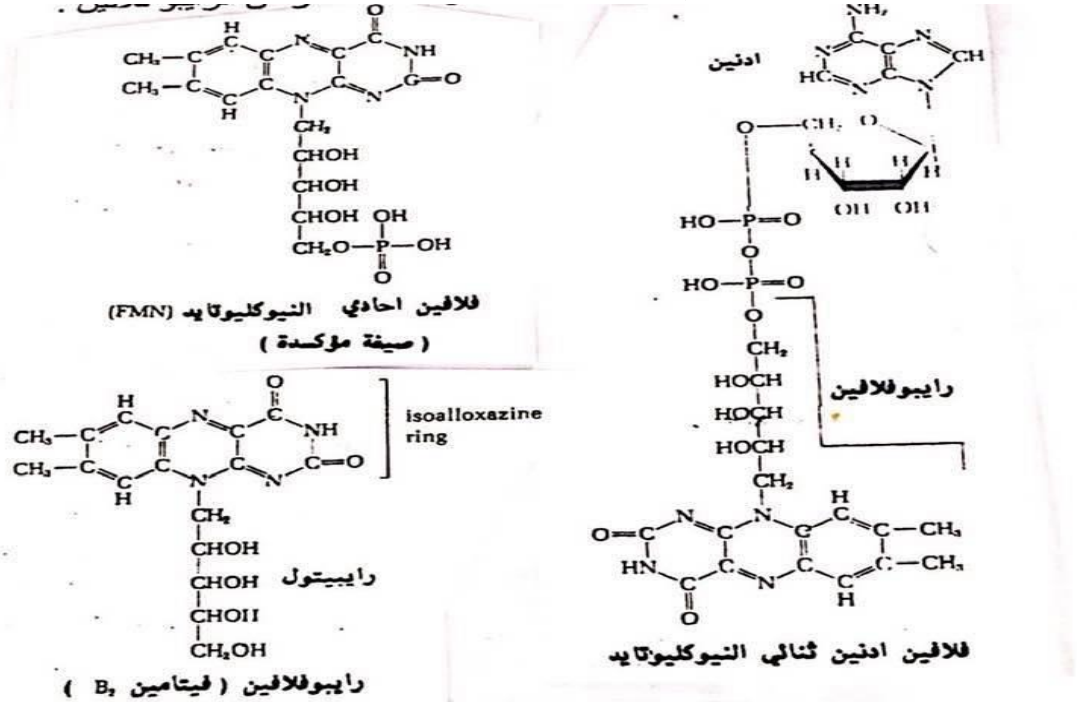
يحتاج الانسان الأعتيادي (1-1.4) ملغم في اليوم من الثايامين وتزداد هـذه النسبة لكل من النساء الحوامل والمرضعات على التوالي. نقص الثايامين فـــــي الغذاء يؤدي الى اضطرابات في الاعصاب الـــطرفية والقناة الهضمية، كذلك يؤدي نقصه الى ظـــــهور اعراض البري بري والتهاب الأعصاب عند الأشخاص المدمنين على الكحول والتهاب الأعصاب عند النساء الحوامل أيضا.

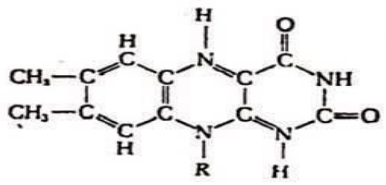


*الرايبوفلافين Riboflavin (vitamin B_2)

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

يدعى رايبيتول ويعتبر هذا الفيتامين ظروري لجميع الفقريات ، يوجـــد الرايبوفلافين علـــــــــــــى هـــــــــــــيئتين كـــــــــــــمرافق انزيمـــــــي
الأول: فلافين احـــــادي النيوكليوتيد flavin mononucleotide ويختصر (FMN)
الثاني: فلافين ادنين ثنائي النيوكليوتيد flavine adenine dinucleotide ويـختصر (FDA). ويساهم مرافقا الأنزيم المذكورين مـــــــع الأنزيمات التي تقوم بدور العـامل المساعد في تفاعلات الأكسدة والأختزال ويرتبطان بقـوة بالأنزيم واثناء التفاعل يتأكسد ويختزل مرافقي الأنزيم بصورة عكسية ، يكون لون مـــــرافق الانزيم المتأكسد اصفر بينما لون الصبغة المختزلة ابيض. نقص الرايبو فلافين في الغذاء يؤدي الـــى تشقق او تقرح الشفاه وكذلك الى ظهور تشققات فـــــي زوايا الفم Cheilosis وظهور بقع على الوجه فيها قشور والتهابات اللسان حيث يصبح ناعم الملمس ويميل لونه الـــى الأحمرار يحتاج الرجل بين (1.3_1.5) ملغم يوميا من الرايبوفلافين يوميا بينما تحتاج الـــــمرأة (1.2_1.3) ملغم في اليوم وتزداد هذه الكمية للنساء الحوامل والمرضعات على التوالي من المصادر الجيدة لهذا الفيتامين الحليب، البيض، الـحبوب، الأوراق الخضراء(الخس السلق، اللهانه) ومـــــختلف أنواع اللحوم . لاتعتبر الأسماك مـــن المصادر الغنية بهذا الفيتامين . بينما لاتحتوي الفواكه على كميات تذكر من الرايبوفلافين .





الصيغة المختزلة للفلافين احادي النيوكليوتايد
موضحا فيها حلقة isoalloxazine فقط

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

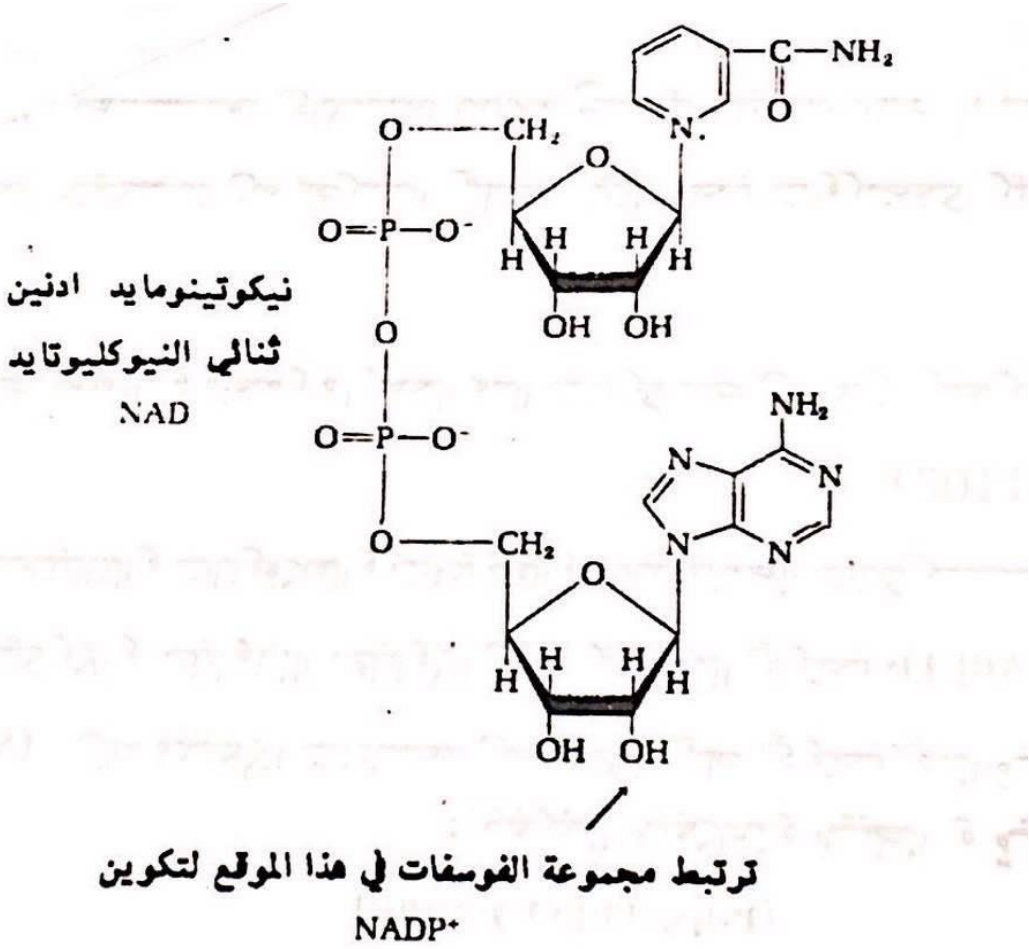
*حامض النيكوتينك Nicotinic acid

نقص **Nicotinic acid** في الغذاء يؤدي الى الأصابة بال البيلاكرا واللسان الأسود وقد اعطي لل Nicotinic acid اسم اخـــر وهو النياسين Niacin ويوجد لهذا الفيتامين هيئتين مـــــــــــــــــــــتتن مـــــــــــــــــــــترافقي الأنزيـــم

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

الثانية: نيكوتيناميد ادنين 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 والفول مـــن المصادر الغنية بهذا الفيتامين وجـــــد ان هناك علاقة بين النياسين والحامض الأميني المسمى التربتوفان ، حيث لوحظ ان جسم الأنسان يتمكن مـن تخليق هذا الفيتامين بكميات قليلة نسبيا من التربتوفان . وعـــلى هذا الأساس اذا كان الغذاء مـــحتويا على بروتين غني بالتربتوفان وفقير بالنياسين فان قسم من التربتوفان سوف يتحول الـــى النياسين ويسد جزء من حاجة الجسم اليه وقد وجد ان كل 60 ملغم من التربتوفان تكون ا ملغم مـــن النياسين من هذا يتبين ان الجسم لايتمكن مـــن الاعتماد كليا على التربتوفان كمصدر وحيد للنياسين.

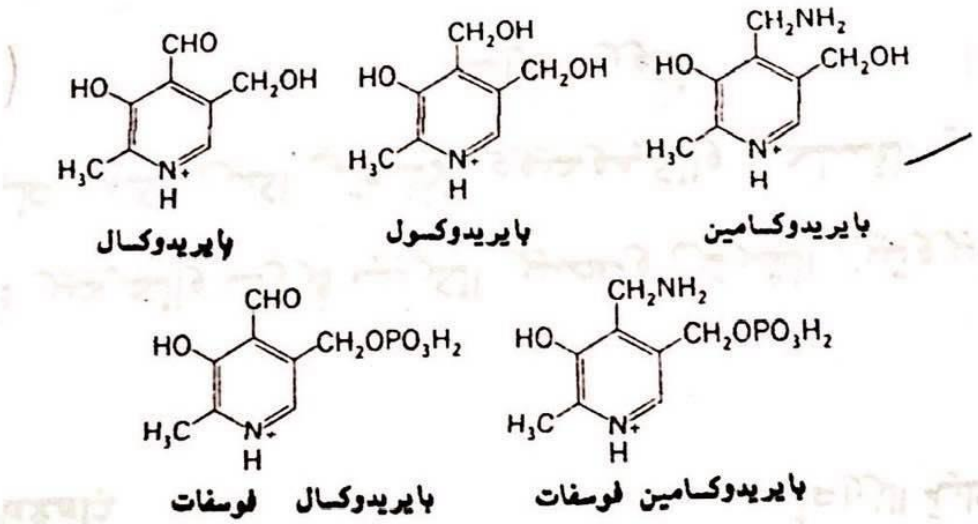


*حامض البانتوثينك pantothenic acid

يعتبر هذا الفيتامين ضروريا لتغذية الحيوانات والنباتات والبكتريا والخمائر والأنسان . يوجد حامض البانتوثينك في الخلايا الحيوانية كـــــجزء من المرافق الأنزيمي المسمى coenzyme A ويختصر CoA SH . لل coenzyme A دور أساسي في عـــــمليات الأيض المختلفة . نقص حامض البانتوثينك في الغذاء يؤدي الى تغير لون الـــــــجلد الطبيعي وثخن وتقشر الجلد وتساقط الشعر وظهور بقع خالية مـــــن 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 امـــــــلاح بكثرة لاتعرف بالضبط حاجة الأنسان اليومية من هذا الفيتامين لكنها تقدر بأكثر مـــن 5 ملغم . يوجد حامض البانتوثينك بكثرة فـــــــــي صفار البيض ، الكبد،الخميرة،الخضراوات الطازجة، ويعتبر حليب الفرز ولـــــحم الأبقار ، الحبوب، البطاطا، الطماطا، القرنابيط، الذرة ، الرز من المصادر الجيدة لهذا الفيتامين.

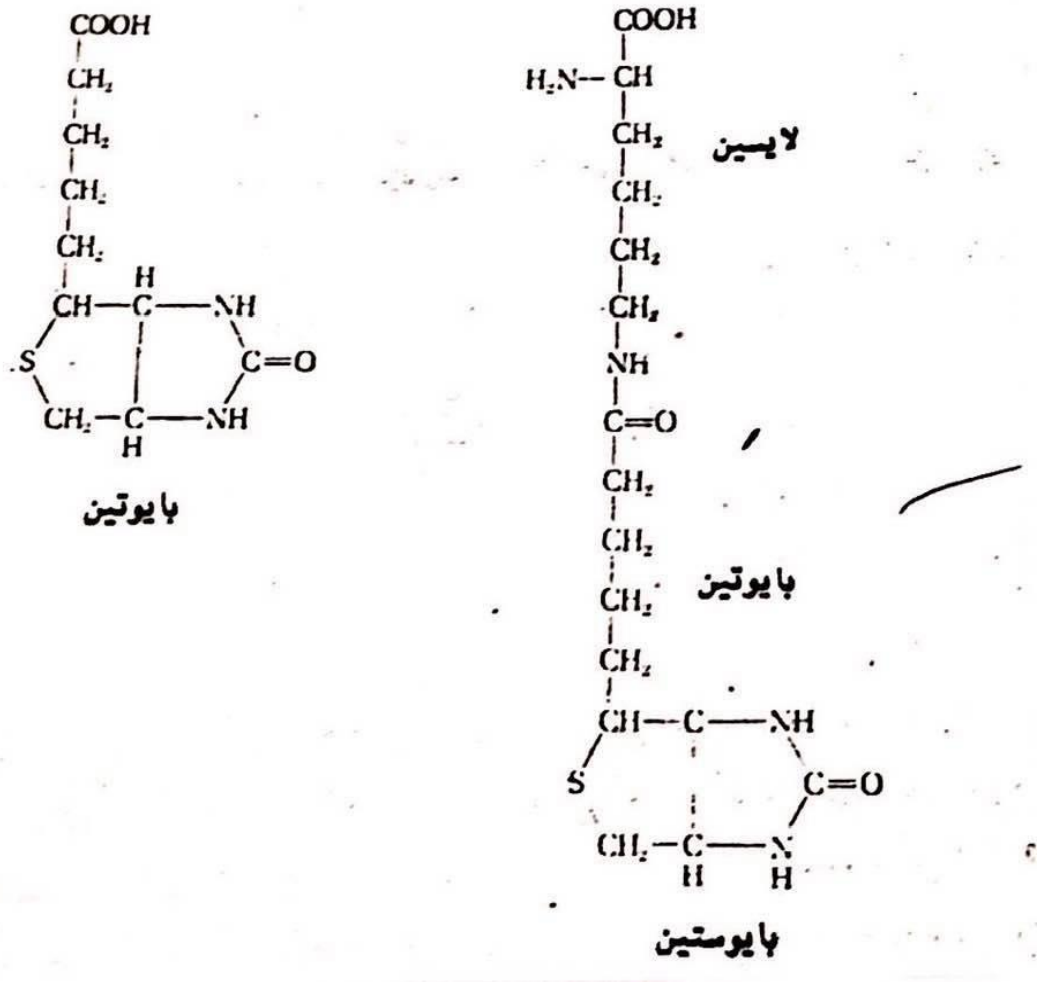
البايريدوكسين pyridoxine (vit B_6)

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



*البايوتين Biotin

عرف هذا الفيتامين بقابليته في منع احـــد الأمراض سوء التغذية الذي ينتج عن التغذية بكميات كبيرة من زلال البيض للـــــــحيوانات والأنسان ومن المعلوم ان بياض البيض يحتوي علـــــى البروتين المسمى (avidine افدين) الذي باستطاعته ان يرتبط بشكل خاص وبقوة بالبايوتين وبالتالي يمنع امتصاصه مـــن القناة الهضمية (يقلل من التوافر الحيوي للبايوتين) ، يوجد البايوتين بكثرة فـــي الكبد والخميرة وكذلك يوجد الشكولاته وفستق الحقل والحليب وصفار البيض و الكبد ومـــــعظم الخضراوات والمز والشليك . يتصل البايوتين بالحامض الأميني المسمى لايسين المـــــوجود في بعض الأنزيمات والتي لها علاقة في تكوين واستهلاك ثاني أوكسيد الكاربون CO_2 .
ان مشتق البايوتين مع اللايسين يسمى بايوستين.



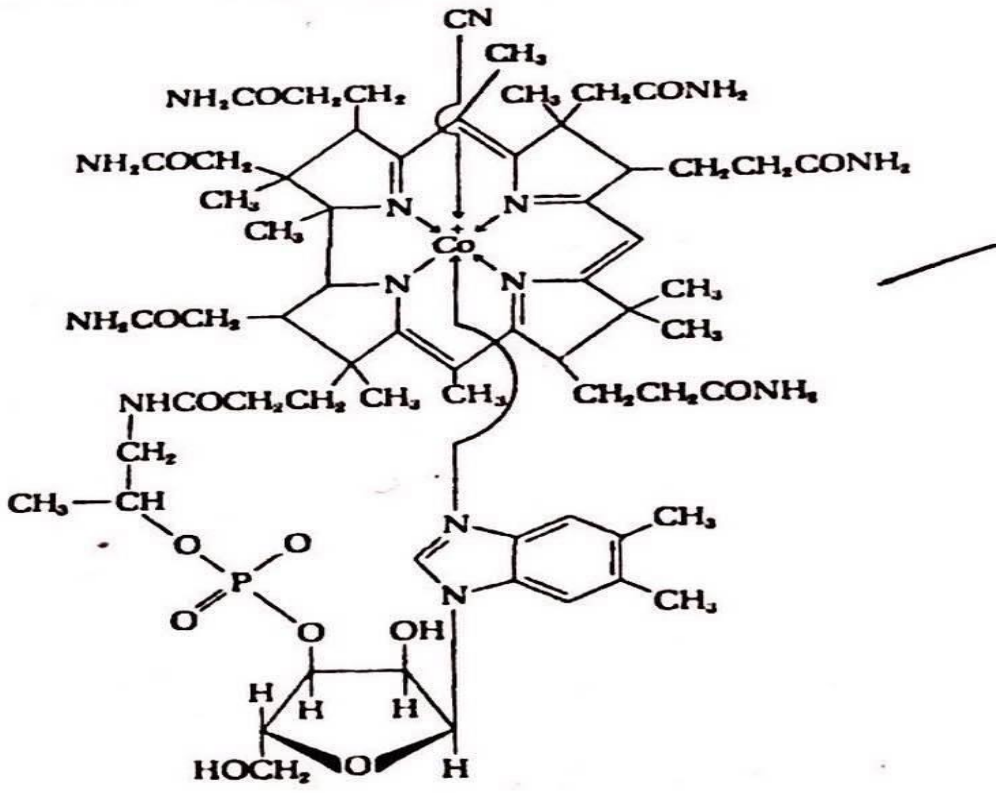
*حامض الفوليك Folic acid

يدخل حامض الفوليك ضمن المركبات المشتقة من الفولاسين Folacin . نقص حـامض الفوليك في الغذاء يؤدي الى حدوث نوع خاص مـن فقر الدم الذ يتميز بوجود كريات دم حمراء كبيرة وكذلك تراكم كريات دم حمراء غير مكتملة النمو في نخاع العظم . قلمـــا تحدث حالات نقص ال folic acid في الأنسان وذلك لأن البكتريا 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 مـــن قبل

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

***السيانوكوبلامين (Cyanocoblamin (vitaminB_{12})**

هذاالفيتامين 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 الـــعصبي والهضمي . نقص فيتامين B_{12} في الغذاء يؤدي الى مرض فقر الـــدم المسمى pernicious الذي يتميز بوجود كريات دم حمراءكبيرة الحجم . كذلك يؤدي نقصه الى احـــــمرار اللسان ويصبح ذو ملمس ناعم وظهور تقرحات في الحبل الشوكي والأعصاب الـــطرفية كذلك فان نقص هذا الفيتامين يؤدي الى ظهور حالة مـــرضية تدعى achlorhydria والتي تتميز بخلو العصارة المعدية من حامض الهيدروكلوريك HCl. يحتاج الأنسان البالغ الى 5 مايكروغرامات من هذا الفيتامين يوميا ويوجد بكثرة في مـــصادر البروتين الحيواني يعتبر الكبد والكلى من اغنى مصادره كذلك تعتبر اللحوم والأسماك والحـــليب والجبن والبيض مـــــن المصادر الجيدة لهذا الفيتامين . لا تحتوي الأنسجة النباتية عـــــلى هذا الفيتامين .



سيانوكوبالامين

*حامض الأسكوربيك Ascorbic acid (vitamin c)

تتمكن جميع النباتات ومعظم الحيوانات (عـــــدا خنزير غينيا والأنسان) من تخليق حامض الاسكوربيك ويعود سبب ذلك الـــــى افتقار كل من خنزير غينيا والأنسان الى وجود احـــــد الأنزيمات الـــــــــــمهمة في تخليق هذا الفيتامين والمسمى **L_ gluconoxidase** . عـــرف مـــــرض الأسقربوط الناتج عـــــــن نقص حامض الأسكوربيك في الغذاء . ويتميز هذا المرض بحدوث نزيف وورم وتغيرات فسيولوجية في اللثة والأسنان . لاتعرف جمـــيع الوظائف البايلوجية لحـــامض الاسكوربيك بالضبط لحد الان . الا ان اكسدة حـــــامض الاسكوربيك الى ديهايدروحـــــامض الأسكوربيك يشير الى ان له دور فـــي تفاعلات الأكسدة والأختزال التي تحدث في الـــــجسم. يساعد حامض الأسكوربيك في امتصاص الـحديد من القناة الهضمية ويسرع في عـــملية التئام الجروح التي تشمل تكوين انسجة رابطة جـــــــــــديدة وذلك بتحويل البروتين الى هيدروكسي برولين خلال تخليق الـــــكولاجين والألاستين . يحتاج الـــــرجل البالغ الى 60 ملغم في اليوم من هذا الفيتامين وتحتاج المرأة الى 55 ملغم في اليوم وتزداد هـــذه الكمية خلال الحـــــمل والرضاعة ويحتاج الطفل الى 40 ملغم في اليوم والرضيع الى 35 ملغم في اليوم. تعتبر الحمضيات من اغنى المصادر لـــحامض الأسكوربيك عـــلى الأطلاق . تحتوي الطماطة واللهانه والقرنابيط على كميات لابأس بها من هذا الفيتامين.

*الفيتامينات الذائبة بالدهن Fat Solube vitamins

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

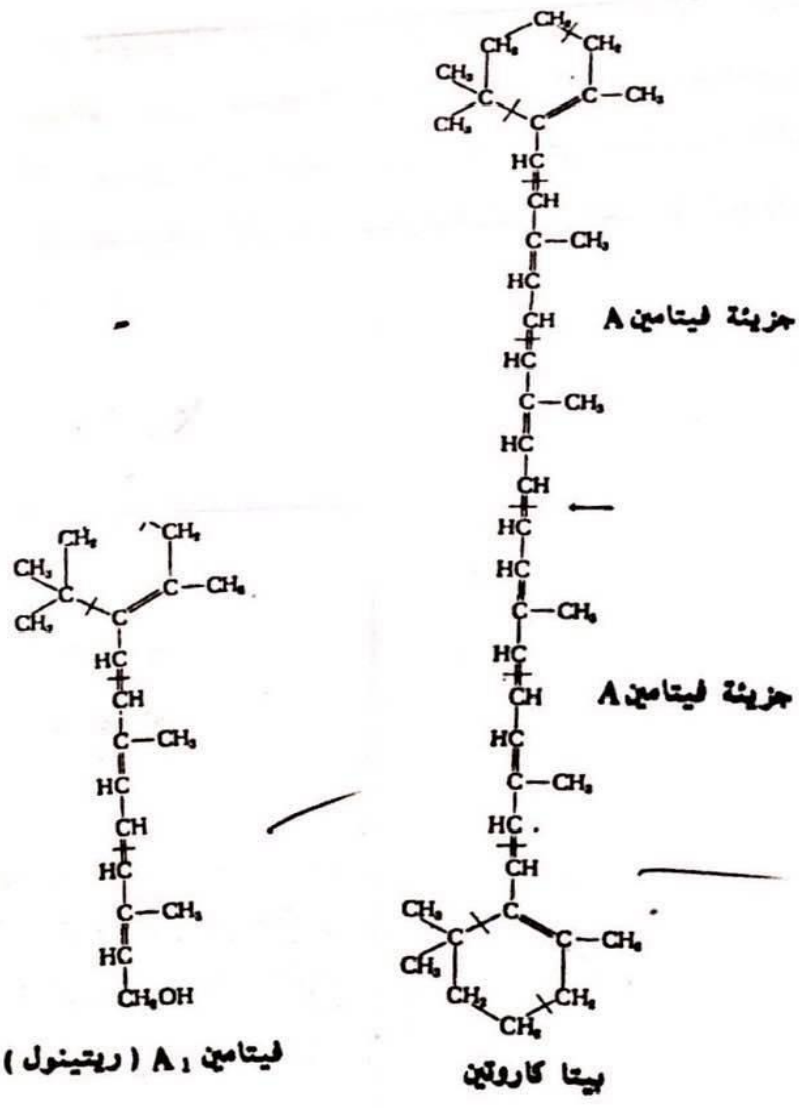
*فيتامين A vitamin A

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 هنـــاك فيتامين A_1 والذي يسمى بالريتينول retinol ومشتقه الألديهايدي الـــذي يسمى فيتامين A_1 الديهايد او يطلق عليه ريتينال retinal . كـــــذلك يوجد فيتامين A_2 الذي تكون قوته قوته 40% من فيتامين A_1 ، يقوم الأنزيم oxygenase الموجود فـــي الغشاء المبطن للأمعاء الدقيقة بتحليل جزيئة البيتا كاروتين في الوسط لينتج عـــن ذلك جزيئتين من فيتامين A_1 الديهايد او الريتينال والذي يختزل بدوره الـــى فيتامين A_1 او الريتينول بواسطة الأنزيم الكحول ديهايدوجينز . يتم تخليق الأنواع المختلفة مـــــــن الكاروتينات (الف، بيتا، كاما) من قبل النباتات فقط ، اما الحيوانات فلا تتمكن من ذلك. لاتعرف بالضبط جميع الوظائف البايلوجية بصورة كاملة لهذا الفيتامين، كذلك لايعرف مصدره ومشتقاته في الجسم . لكم من المعروف عنه بانه يقوم بحـــــمل الصبغات التي تساعد على الرؤية والتي تتكون من اتحاد الريتينال مـــــــع البروتين المسمى opsin لتتكوين صبغة الرؤية rhodopsin نقص فيتامين A يؤدي الى الأصابة بمرض العشو الليلي بعد ذلك تفقد الأغشية المخاطية قابليتها على افراز المادة التي ترطب الجفن مـــما يؤدي الى حدوث الألتهابات في الجفن والمراحل المتقدمة من نقص هذا الفيتامين تؤدي

الى العمى الكامل ويطلق على هذه الحالة المرضية Xerophthalmia والتي تعـــــني 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.

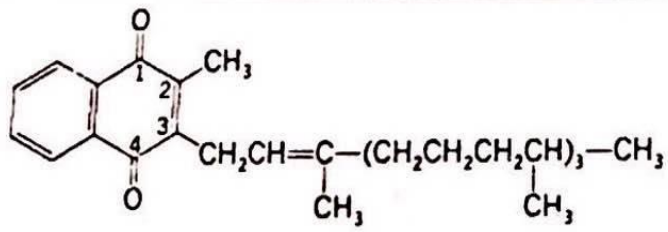
تناول كميات كبيرة من هذا الفيتامين 50000_ 100000 وحدة عالمية في اليوم ولمدة طويلة يؤدي الى التسمم بفيتامين A , من اعراض هذا التسمم الم في جمجمة الطفل ، تساقط الشعر ، اوجاع في الراس والغثيان . يعتبر الجزر والبطاطا الحلوة والمشمش من المصادر الغنية بهذا الفيتامين . يحتوي الحليب، الزبد ، البيض ، الكبد، زيت السمك على كميات كبيرة من فيتامين A.



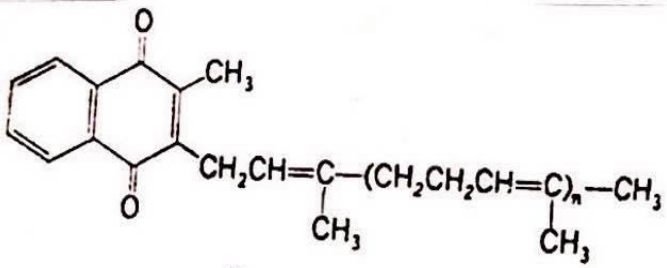
*فيتامين K vitamin k

عزل فيتامين K من الجت 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 prothromobin 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_2 فتقوم البكتريا الموجودة في الأمعاء بتكوينها . ينتشر vit K انتشارا واسعا في الطبيعة ويوجد في الخضراوات بصورة عامة خاصة ذات الأوراق الغامقة الأخضرار كالسبانغ والسلق واللهانة وبناء على ذلك فمن غير المألوف حدوث حالات نقص فيتامين K بصورة عامة في الحيوانات ومنها الأنسان . 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_1

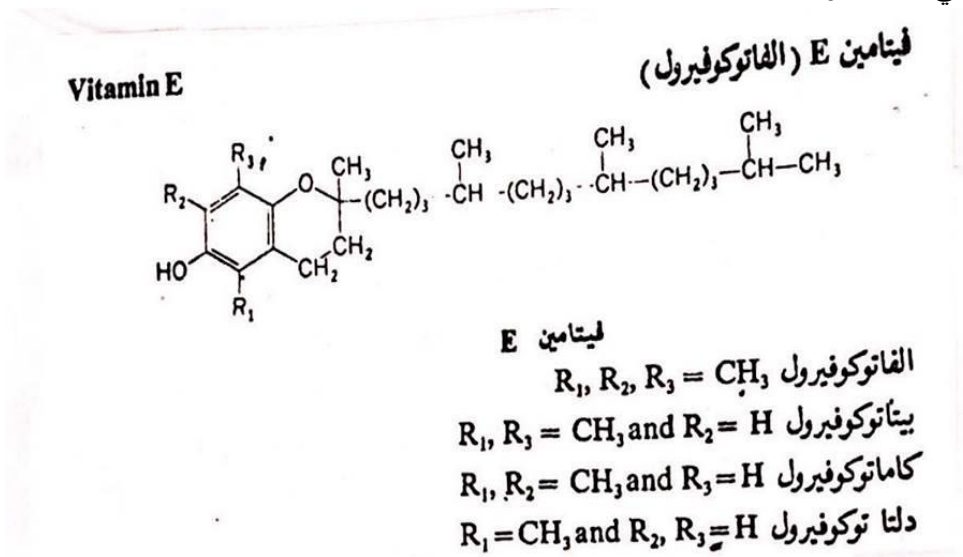


مجموعة فيتامينات K_2

الفاتوكو فيرول vitamin E

عرفت أهمية فيتامين E او الالفاتوكوفيرول كعامل مهم في الغذاء حيث وجـــد انه يؤثر على تكاثر الفئران ولهذا السبب اطلق عليه (عـامل ضد العقم) ولاتوجد دلائل تشير الا ان هذا الفيتامين علاقة بتكاثر الأنسان ، توجد عدة أنواع مـــن فيتامين E وهي الفا ، بيتا، كاما، دلتا توكوفيرول توجد هذه الأنواع الأربعة فـــي الطبيعة غير ان الالفا توكوفيرول هو اكثر الأنواع فعالية والوحيد الذي يعتبر وجـوده في الغذاء ضروري . تقدر الفعالية البايلوجية النسبية لكل مـــن البيتا والكاما توكوفيرول ب 25,9 على التوالي من الفعالية البايلوجية للألفا توكوفيرول الذي يعتبر كـــأساس للمقارنة . تختلف اعراض نقص الالفا توكوفيرول بأختلاف أصناف الـــحيوانات فمثلا تنخفض او تنعدم نسبة الأخصاب في ذكور الفئران،اما اناث الفئران فقد تحمل لكن الجنين يموت ويمتص من قبل الرحم ، وتضمر العضلات فـــــي الارانب وخنازير غينيا ، وتتأثر الدورة الدموية للدجاج بنقص الألفاتوكوفيرول . امـــا في الأنسان فام تلاحظ لحد الان علامات واضحة ومحددة على نقص الألفاتوكوفيرول.

يعتبر كذلك الألفا توكوفيرول (Vit E) من الـعوامل القوية المضادة للاكسدة يحتاج الطفل الى 5 وحدات عالمية من فيتامين E ويحتاج الرجـــــال والنساء الحوامل والمرضعات الى 30 وحدة عالمية في اليوم ، تحسب حاجة الجسم مـــــن الألفا توكوفيرول(بضرب وزن الجسم × 1.25)، يوجد Vit E بكثرة في المـــحاصيل الزيتية ويعتبر فول الصويا من اغنى مصادره على الاطلاق كذلك يوجد في البيض والكبد.

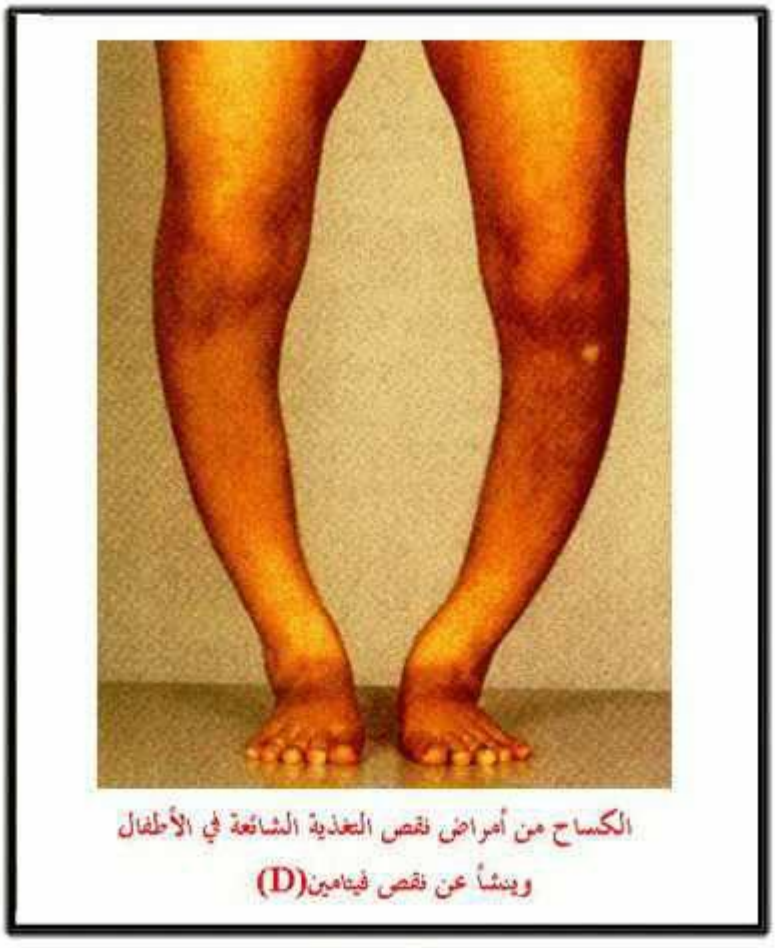


فيتامين D (vitamin D)

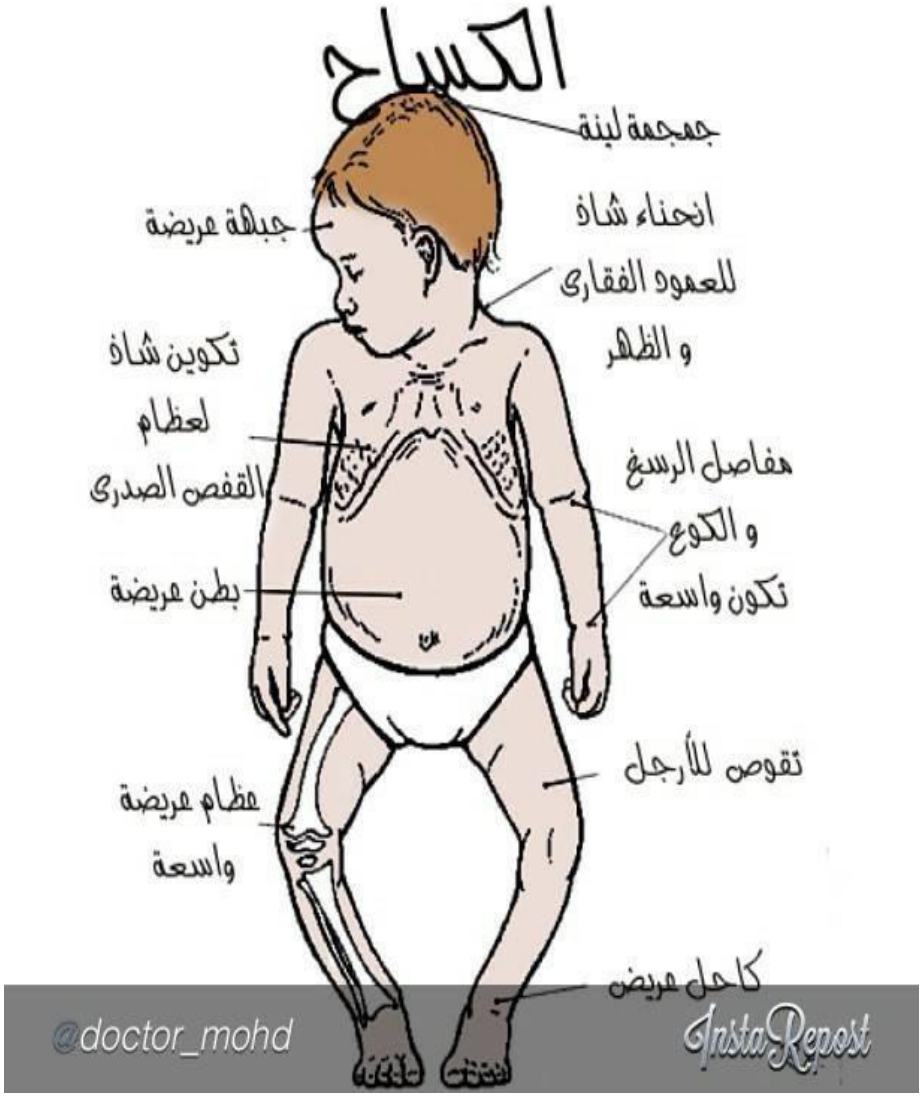
نقص هذا الفيتامين يؤدي الى الأقلال من امتصاص الكالسيوم والفسفور مـــن قبل الأمعاء وزيادة افراز الفوسفات بواسطة الكلى وانخفاض مستوى الـكالسيوم في الدم وزيادة مستوى الأنزيم المسمى الفوسفاتيز القاعدي في الـــدم وقلة تركيز السترات ومركبات وسطية أخرى في دورة الحامض الثلاثي الكاربوكسيل . اهم اعـــراض نقص فيتامين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

الحوامل فيؤدي نقصه الى ليونة العضام ، ينتج مرض الكساح لاختلال التوازن في ايض الكالسيوم والفسفور والذي يؤدي الى خلل في عـــــملية تكلس العضام ويتأثر تركيب الأسنان بذلك أيضا . يؤدي مرض الكساح الى اعـــــوجاج الأرجل وتضخم المفاصل وظهور تشوهات في القفص الصدري . تناول كميات كبيرة مـــن فيتامين D(1000_ 2000 وحدة عالمية / كغم /يوم) يؤدي الى التسمم بفيتامين D ، امـــــا تناول كمية 500000 وحدة عالمية فأكثر في اليوم يؤدي الى التسمم المـــــصحوب بقلة الشهية والتقيؤ والأسهال وفقدان الوزن وزيادة نسبة الـــــكالسيوم والفسفور في سيرم 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

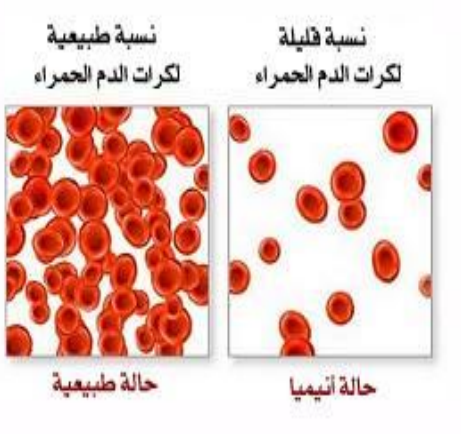


مرض الكساح


الكساح
جمجمة لينة
انحناء شاذ
للعمود الفقارى
و الظهر
جبلهة عريضة
تكوين شاذ
لعظام
القفص الصدرى
مفاصل الرسغ
و الكوع
تكون واسعة
بطن عريضة
تقوص للأرجل
عظام عريضة
واسعة
كاحل عريض
@doctor_mohd
InstaRepost

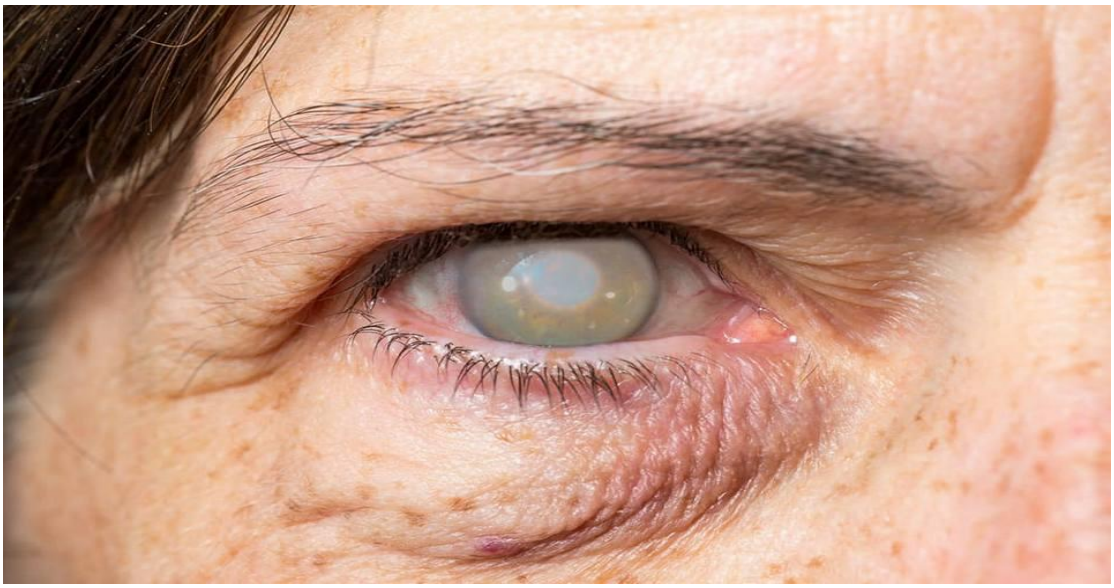
مرض البرى برى

خلايا الدم الحمراء
الأنبوب العصبي
Sehha.com
نقص حمض الفوليك يؤدي إلى الأنيميا
وتشوهات الأنبوب العصبي للجنين


نسبة طبيعية
لكرات الدم الحمراء
نسبة قليلة
لكرات الدم الحمراء
حالة طبيعية
حالة أنيميا

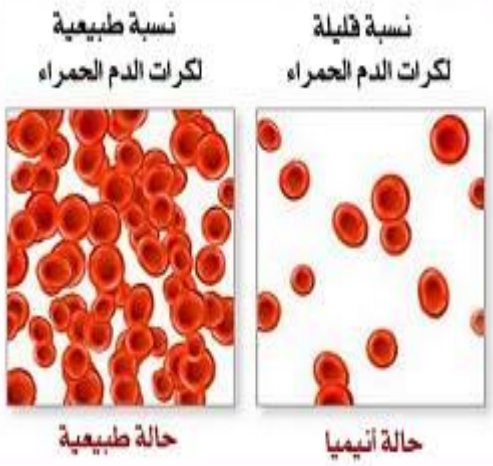
قروح وقشور جلدية،
إلتهابات وتقرحات بالفم
واللسان
Sehha.com
مرض البلاجرا نتيجة نقص فيتامين ب3

حمض الفوليك ضروري لتكون
الحمض النووي الريبي، والحمض
النووي الريبي منقوص الأكسجين،
وبروتينات الخلية
sehha.com
الحمض
النووي
الريبي
منقوص
الأكسجين
الخلية
حمض الفوليك
ضروري لتكون
كرات الدم الحمراء



((مرض العشو الليلي نتيجة نقص فيتامين A))

((تساقط الشعر نتيجة نقص حامض البانتوثينكPantotheinc acid))



نقص حامض الأسكوربيك Vit C

مرض الأسقربوط نتيجة نقص Vit C