وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة محمد بوضياف – المسيلة –
معهد علوم وتقنيات النشاطات البدنية والرياضية

قسم التكوين القاعدي المشترك

محاضرات في مقياس الكيمياء الحيوية

السنة أولى ليسانس (السداسي الاول)

إعداد: د/عبدالقادر بلخير

السنة الجامعية

2023-2022

محاور المقياس:

- **المحور الأول: مدخل إلى الكيمياء الحيوية**
- **المحور الثاني: الماء والاملاح المعدنية**
- **المحور الثالث: الكربوهيدرات**
- **المحور الرابع: البروتينات**
- **المحور الخامس: الدهون**
- **المحور السادس: الفيتامينات**
- **المحور السابع: الإنزيمات**
- **المحور الثامن: الهرمونات**
- **المحور التاسع: الاحماض النووية**

المحور الاول: مدخل إلى الكيمياء الحيوية

تمهيد:

هي أحد فروع العلوم الطبيعية وتختص بدراسة التركيب الكيميائي لأجزاء الخلية في مختلف الكائنات الحية سواء كانت كائنات بسيطة مثل (البكتيريا، الفطريات والطحالب) أو معقدة كالإنسان والحيوان والنبات، ويوصف علم الكيمياء الحيوية أحيانًا بأنه علم كيمياء الحياة وذلك نظرًا لارتباط الكيمياء الحيوية بالحياة، وتختص كذلك بدراسة التفاعلات الحيوية المختلفة التي تحدث داخل الخلايا الحية من حيث البناء والتكوين، أو من حيث الهدم وإنتاج الطاقة، والتي تساعد بشكل كبير في فهم أنسجة وأعضاء ووظائف الكائنات الحية.

وتعد الكيمياء الحيوية نقطة التقاطع بين علم الكيمياء وعلم الأحياء، ويوجد ثلاثة أقسام رئيسية لعلم الكيمياء الحيوية وهي: "علم الأحياء البنيوي – علم الانزيمات – والأيض (علم عمليات البناء والهدم في الجسم)". وعلى مدى العقود الأخيرة من القرن العشرين، نجحت الكيمياء الحيوية من خلال هذه التخصصات الثلاثة في شرح معظم العمليات الحيوية في الإنسان والحيوان والنبات، ويجري الكشف عن جميع مجالات علوم الحياة تقريبا وتطويرها من خلال منهجية وبحوث الكيميائية الحيوية.

تتعامل الكيمياء الحيوية بشكل كبير مع التركيب والوظيفة والتداخلات بين مكونات الخلية والجزيئات الكبيرة مثل الدهون والكربوهيدرات والبروتينات والأحماض النووية وجزيئات حيوية أخرى، الكيمياء الحيوية تدرس الخصائص الكيميائية للجزيئات الحيوية الهامة مثل البروتينات وخصوصا التفاعلات التي تحفز عن طريق الإنزيمات، الكيمياء الحيوية المتعلقة بالعمليات الأيضية داخل الخلية والمتعلقة بجهاز الغدد الصماء تمت دراستها بشكل كبير، وهناك مجالات أخرى للكيمياء الحيوية تشمل المادة الوراثية (DNA ،RNA)، ونقل المواد من خلال غشاء الخلية، ونقل الإشارات، يتم باستخدام نتائج الكيمياء الحيوية في المقام الأول في الطب، والتغذية، والزراعة.

في الطب، يدرس الكيميائيون الحيويون أسباب وعلاج الأمراض، أما في مجال التغذية، يدرسون كيفية الحفاظ على الصحة والعافية ودراسة آثار نقص التغذية .

وفي مجال الزراعة، يتقصى علماء الكيمياء الحيوية التربة والأسمدة، ويحاولون اكتشاف طرق لتحسين زراعة المحاصيل وتخزين المحاصيل ومكافحة الآفات.

2- نبذة تاريخية:

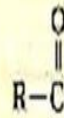
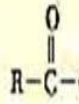
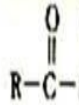
قد يعود تاريخ الكيمياء الحيوية إلى الإغريق، ومع ذلك فإن الكيمياء الحيوية كنظام علمي محدد قد بدأت في وقت ما في القرن التاسع عشر، أو في وقت مبكر قليلًا، اعتمادًا على جانب الكيمياء الحيوية الذي يتم التركيز عليه، وجادل البعض بأن بداية الكيمياء الحيوية قد تكون بدأت كعلم مع اكتشاف إنزيم الأميلاز (Amilase) عام 1833 على يد العالم الفرنسي "أنسيلم بايين" (Anselme Payen).

في عام 1897، قام العالم الألماني إدوارد بوخنر (Eduard Buchner) بأول تجربة كيمياء حيوية معقدة خارج الخلية عندما نجح بإجراء التخمر الكحولي في خلايا مستخلصة من الخميرة.

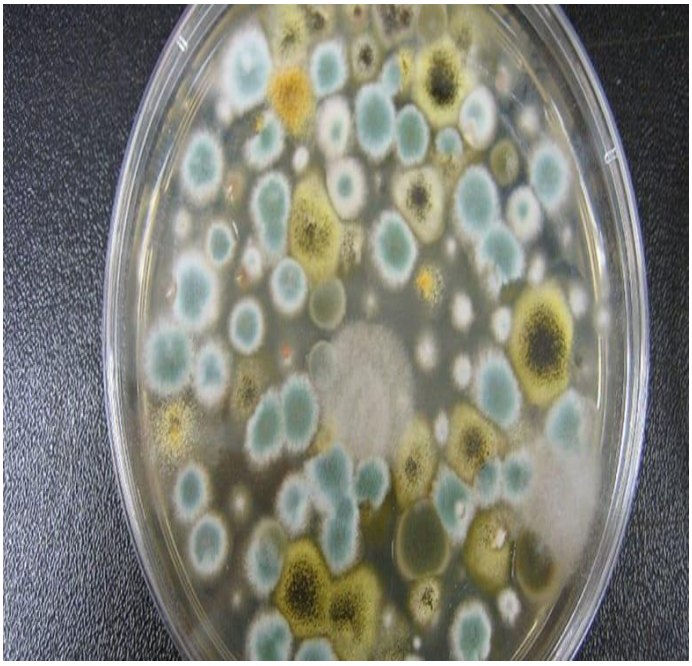
مصطلح الكيمياء الحيوية استعمل لأول مرة في عام 1903 من عالم الكيمياء الألماني كارل نوبرغ (Carl Neuberg)وقبل ذلك، كان هذا المجال يسمى الكيمياء الوظيفية أو الكيمياء الفيزيولوجية)منذ ذلك الوقت تطور علم الكيمياء الحيوية خصوصا في منتصف القرن العشرين مع اكتشاف تقنيات جديدة خاصة المجهر الإلكتروني والأشعة السينية أدت إلى اكتشاف العديد من الجزيئات والمسارات الأيضية المختلفة للخلية مثل تحلل الجلوكوز ودورة كريبس، وقادت لفهم الكيمياء الحيوية على المستوى الجزيئي.

حدث تاريخي مهم آخر في الكيمياء الحيوية هو اكتشاف الجينات ودورها في نقل المعلومات في الخلية، في خمسينيات القرن العشرين، بفضل مجموعة من العلماء تم حل بنية الحمض النووي واقتراح علاقته بالانتقال الوراثي للمعلومات. وفي عام 1988 أول شخص يُدان بالقتل باستخدام الحمض النووي (DNA)، مما أدى إلى نمو علم الطب الشرعي.

الشكل (1): يوضح المجاميع البيداغوجية

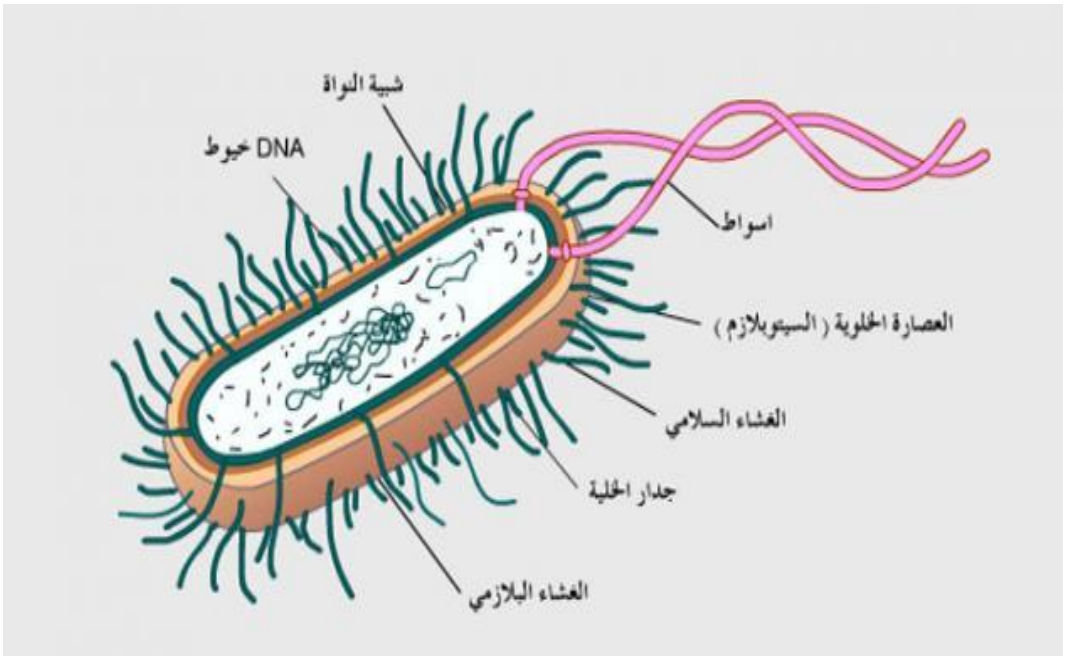
نوع المركب	الصيغة العامة	المجموعة الوظيفية
هاليدات الألكيل	R—X (X = F, Cl, Br, I)	الهالوجين
هاليدات الأريل	(X=F, Cl, Br, I)	الهالوجين
الكحولات	R—OH	الهيدروكسيل
الإيثرات	R—O—R′	الإيثر
الأمينات	$R—NH_2$	الأمين
الألدهيدات		الكربونيل
الكيتونات		الكربونيل
الأحماض الكربوكسيلية		الكربوكسيل
الإسترات		الإستر
الأميدات		الأميد

الشكل رقم(2): الفطريات



الشكل رقم (03):الطحالب

الشكل رقم (04): البكتيريا



المحور الثاني: الماء والاملاح المعدنية

1- الماء :

تمهيد: يتألّف جزيء الماء من ثلاث ذرّات، ذرّة أكسجين مركزية ترتبط بها ذرّتي هيدروجين برابطة تساهميّة لتكون صيغته H_2O.

يشكل الماء ما يقارب ثلثي وزن الإنسان، وهذا ما يُوضّح الأهمية الحيوية للماء بالنسبة للحياة البشرية، إذ تتراوح نسبة الماء في جسم الإنسان بين 55% إلى 78% اعتماداً على حجم الإنسان وعمره، وترتفعُ هذه النسبة إلى 97% في أجسام الأطفال الرُّضع. ومن الملاحظ أنّه عند نقصان كمية الماء في جسم الإنسان عن المستوى الطبيعي فإنّه يشعر بالعطش؛ إذ أثبت العلماء أنّه لا يمكن للإنسان أنْ يحيا دون أن يشرب الماء لمدة طويلة، ومن المخاطر التي تترتب على نقصان كمية الماء داخل جسم الإنسان حدوث الجفاف، والدوار، والغثيان، وتشنّجات عضليّة، واضطرابات في التروية الدموية، إذ يسبب الجفاف توقّف بعض وظائف الجسم التي تحتاج للماء عن العمل.

1-2.أهمية الماء لصحة الإنسان: ويُعدُّ الماء مُهماً للعديد من أجهزة جسم الإنسان وأعضائه، مثل:

1-2-1.البشرة: يُفيد الماء في إبقاء مرونة البشرة وتقليل التّجاعيد، ويُعد شربه فعّالاً أكثر من جميع المنتجات التي تسوّقها الشركات لأجل إزالة التجاعيد.

1-2-2.العظام والأسنان: يُساعد الماء وبفضل المكوّنات الموجودة فيه كالفلورايد على تقوية الأسنان والعظام.

1-2-3.المفاصل: يُعتبر الماء ضرورياً لصحة المفاصل، حيثُ يُشكّل نسبة كبيرة من السائل الزلالي الذي يوجد حول المفاصل ويحميها.

1-2-4. الجسم والعقل: يُعتبر الماء أحد العوامل الأساسيّة التي يُساعد على امتصاص الغذاء، إضافةً إلى كونه الوسط الذي تتفاعل فيه معظم التفاعلات الكيميائيّة الضروريّة لجسم الإنسان، وبالأخص الضروريّة لتحسين الذاكرة وأداء الدّماغ.

1-2-5.الجهاز الهضميّ: يُساعد الماء الجهاز الهضمي على تحسين عمله وتجنيبه الإمساك، بالإضافة إلى أنّه عاملٌ أساسيّ لصحة المسالك البوليّة.

3-الكميّة الموصى بها لشرب الماء: تختلفُ الكمية الموصى بها لشرب الماء والسوائل بشكل عامٍ، وذلك حسب معايير عدّة أهمّها الوزن، والعُمر، والنشاط البدني الذي يُمارسه الفرد، وتختلفُ هذه الكمية أيضاً باختلاف عامل الطقس، فكلما ازدادت درجة حرارة الجو ازدادت الحاجة لشرب كميات أكبر من الماء، ويمكن تصنيف الكمية الموصى بها لشرب الماء حسب العُمر، كالآتي:

3-1.البالغون: يحتاجُ الأفراد البالغون والراشدون إلى شرب ما يقارب 1.5- 2 لتر كل يوم، وهو ما يُساوي 8 أكواب من الماء، مع الأخذ بعين الاعتبار أنّ هذه الكمية تكفي في ظروف الطقس المعتدل، حيثُ تزداد في ظروف الطقس الحار.

3-2. المراهقون: يحتاجُ الأفراد المراهقون إلى شرب ما يقارب 1.6 لتر كل يوم، مع الأخذ بعين الاعتبار أنّ هذه الكمية تزداد بشكل طرديّ مع مقدار النشاط البدني.

3-3.الأطفال: يُحتاج الأطفالُ من عُمر سنة فما فوق إلى شرب حوالي 0.8-1.4 لتر في اليوم، كما يجب تشجيعهم على شرب الماء بشكل منتظم.

2-الأملاح المعدنية:

يتركب جسم الإنسان من عناصر مختلفة من المعادن، لذلك فهو بحاجة مستمرة إلى تلك العناصر الضرورية ويحصل الإنسان على احتياجاته منها عن طريق الغذاء والماء و الهواء و ما يمكن تصنيعه داخل الجسم.

2-1. فوائد الأملاح المعدنية:

-مساعدة الجسم في بناء الأنسجة من عظام و أسنان وغضاريف وعضلات

-حفظ كثافة الدم والإفرازات والسوائل .

-تنظيم التفاعلات الكيميائية في الجسم

-المحافظة على محتويات القناة الهضمية من التخمر والتعفن .

-إكساب السوائل خاصية الانتشار في الجسم والحفاظ على ضغطها

-إكساب الدم خاصية التجلط عند اللزوم

-تكوين المادة الصباغية في الدم (هيموجلوبين) .

-إكساب المرونة للأنسجة

2-2.أهم هذه الأملاح وأهم مصادرها الغذائية:

- **الكالسيوم** :(تكوين العظام والأسنان) الألبان و منتجاتها – السلمون و السردين المعلب – الخضروات الورقية ذات اللون الأخضر – الفاكهة المجففة – السمسم .

- **الفسفور** :(تكوين العظام والأسنان) البروتينات بصفة عامة (اللحوم – الأسماك – الألبان – المكسرات – البقوليات – الحبوب)

– **الحديد** :(تركيب كريات الدم الحمراء والخلايا الحية للعضلات والأنسجة المختلفة) العسل الأسود – اللحوم الحمراء – البيض – التونة و السردين –الخضروات الورقية ذات اللون الأخضر – الباذنجان – الفول – الحبوب كاملة القشرة – الفواكه المجففة.

– **اليود**: (يدخل في تركيب هرمونات الغدة الدرقية التي تساعد على النمو وتنظيم العمليات الأيضية بالجسم) الأسماك البحرية – الملح المدعم باليود.

– **الصوديوم** : (أساسية لتكوين سوائل الجسم) ملح الطعام – الأطعمة المحفوظة.

– **البوتاسيوم**: (أساسية لتكوين سوائل الجسم) الموز – البروكلي – الطماطم – الخضروات الورقية ذات اللون الأخضر – الحمضيات كالبرتقال – البقوليات – الفواكه المجففة – البطاطس بالقشرة.

– **الكلوريد** : (أساسية لتكوين سوائل الجسم الداخلية و يساعد في عملية الهضم) ملح الطعام.

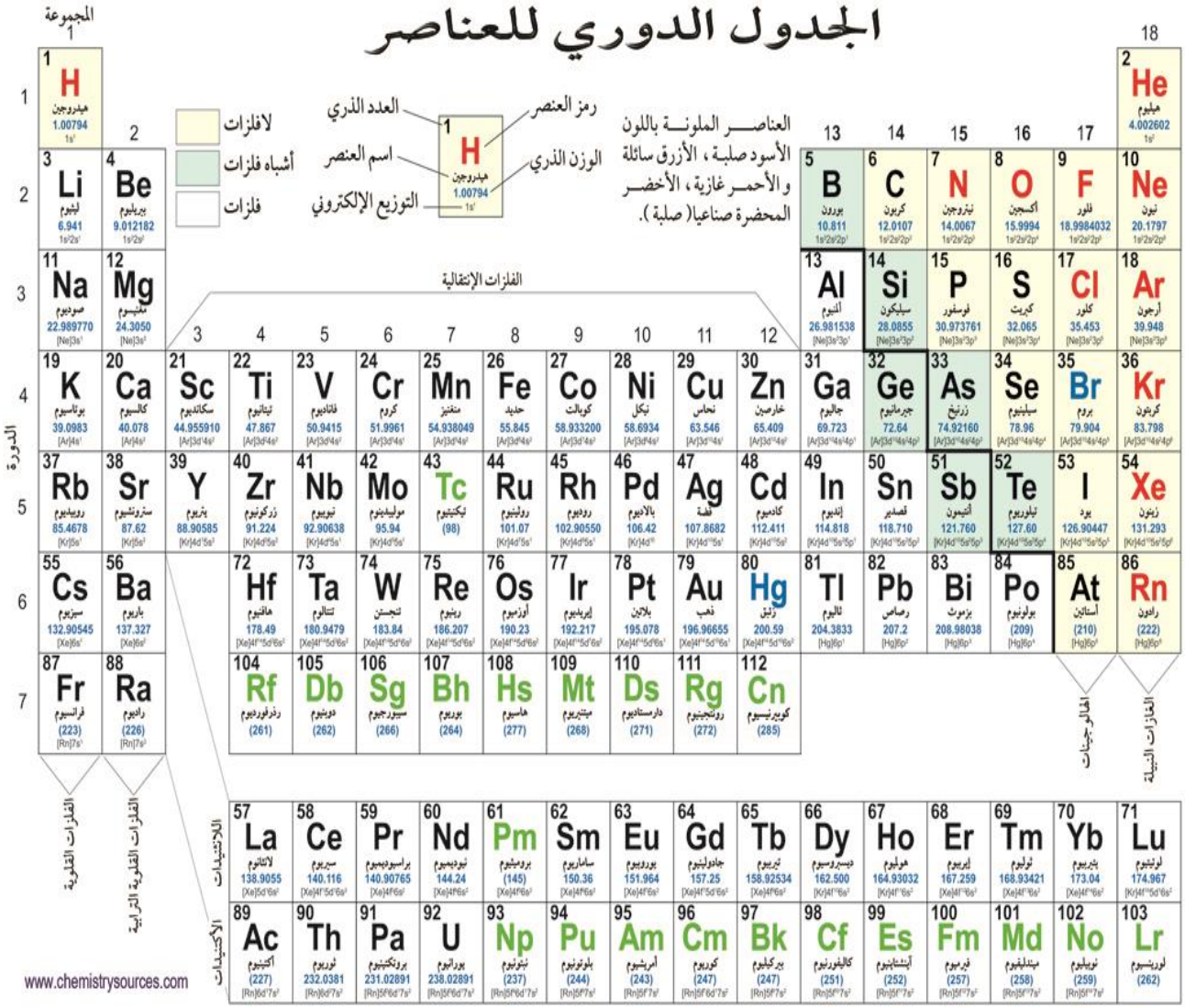
– **الزنك** : (يدخل في تركيب الانزيمات التي تساعد في تكوين الجينات والبروتين بالجسم) اللحوم الحمراء و البقوليات كالفول و العدس والفول السوداني.

– **المغنيسيوم** : (تكوين العظام والأسنان) الخضروات ذات اللون الأخضر – البقوليات – المكسرات – الحبوب الكاملة القشرة.

– **السلينيوم** : (مضاد للأكسدة) الأطعمة البحرية – الكبد – الكلى – اللحوم – الحبوب .

– **الكروميوم**: (يساعد على توليد الطاقة من الغلوكوز وهو مرتبط بهرمون الانسولين) اللحوم – الحبوب الكاملة القشرة – المكسرات.

الجدول الدوري للعناصر



المحور الثالث: الكربوهيدرات

يستمد الناس معظم العناصر الغذائية من الأغذية الكربوهيدراتية وهي سهلة الزراعة ورخيصة، فإنتاج الهكتار من الأغذية التي تمد الجسم بالطاقة أعلى من أي مصدر آخر للطاقة كما أن الأغذية الكربوهيدراتية طعمها مقبول ويمكن تخزينها لمدة طويلة دون حدوث تلف في الوقت الذي تعاني فيه البلدان الحارة من فساد اللحوم والحليب بسرعة.

تعتبر الكربوهيدرات المصدر الرئيسي للطاقة اللازمة للإنسان متمثلة في القمح والأرز والشعير والبطاطس.... الخ، ويمكن للنبات أن يكوّن الكربوهيدرات أثناء عملية "التمثيل الضوئي" وهي سلسلة من التفاعلات الكيميائية التي تتطلب وجود الكلوروفيل النباتي (اليخضور) والضوء من الشمس لتكوين الكربوهيدرات من ثاني أكسيد الكربون الجوي CO_2 والماء الأرضيH_2O .

$$6CO_2 + 6H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

2-مميزات الكربوهيدرات:

1-تتوافر في الطبيعة بكميات كافية إذ تشكل ثلاثة أرباع المادة الجافة الموجودة في الغذاء النباتي وأكثر من نصف الغذاء المتوفر في العالم.

2-رخيصة الثمن نسبياً بالمقارنة إلى المادة الغذائية الأخرى نتيجة لسهولة انتاجها وكثرة انتشارها.

3-سهول التخزين، وانخفاض تكاليف الخزن والتصنيع بالمقارنة مع المواد الغذائية الأخرى كاللحوم والألبان والدهون.

4-تشكل المصدر الرئيسي للطاقة الغذائية عند حيوانات المزرعة بينما تمد الإنسان بحوالي ثلي الطاقة الغذائية التي يحتاجها وقد تشكل حوالي 90% من الطاقة اليومية لبعض الشعوب الفقيرة.

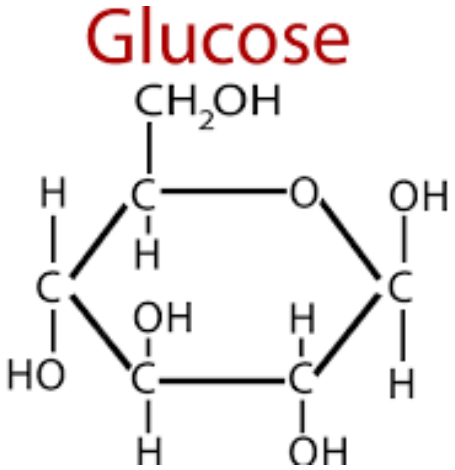
5-يتمكن الجسم من أكسدتها بصورة سريعة لتحرير الطاقة المخزونة فيها والتي يستعملها في نشاطات مختلفة.

3-مكونات الكربوهيدرات:

تتكون الكربوهيدرات من كربون وهيدروجين وأكسجين $\mathbf{C_nH_{2n}O_n}$

وهي عبارة عن ألدهيدات أو كيتونات عديدة الهيدوركسيل

.وتنقسم الكربوهيدرات إلي ثلاثة أقسام رئيسية :



1- سكريات أحادية

2- سكريات ثنائية

3- سكريات معقدة

أولاً: سكريات أحادية:

تعتبر أبسط أنواع السكريات وتتكون من 4 أو 5 ولكن عادة تتكون من 6 ذرات من الكربون، وأن جزيئات السكر غالباً ما تكون علي شكل حلقة تحتوي علي جميع ذرات الكربون فيما عدا ذرة كربون وذرة أكسجين وباقي الذرات تكون مرتبطة بالحلقة من الأسفل أو من الأعلى..

أنواعها:

1-1. الغلوكوز (سكر العنب): يوجد طبيعياً في الفواكه وفي دم الحيوانات الحية وتتحول أغلب الكربوهيدرات في الغذاء إلى غلوكوز خلال عملية الهضم يمكن تصنيع الغلوكوز من النشاء بفعل بعض

الأنزيمات الخاصة.

1-2. الفركتوز (سكر الفواكه): يوجد أيضاً في الفواكه والخضروات كما يوجد في العسل ويعتبر أكثر السكريات حلاوة وهو واحد من مكونات السكروز

1-3. الجلاكتوز: لا يوجد في صورة حرة ولكنه جزء من سكر اللاكتوز

ثانياً: السكريات الثنائية: ومن أمثلة هذا النوع ما يلي:

2-1.السكروز (سكر القصب): وهو عبارة عن السكر العادي وله أهمية كبيرة في حياة الإنسان باعتباره مادة غذائية هامة حلوة المذاق، والسكروز يوجد بكميات كبيرة في سيقان القصب وفي بنجر السكر والعسل الأسود، سكر القصب هو إتحاد (غلوكوز + فركتوز).

2-2.المالتوز (سكر الشعير): ويتكون بفعل إنزيم الدياستاز الموجود في الشعير، المالتوز أقل حلاوة من السكروز بحوالي 40 %، سكر الشعير هو اتحاد سكرين من نوع سكر العنب.

2-3. اللاكتوز (سكر اللبن): يوجد في ألبان الحيوانات الثدية ونسبة وجوده في لبن الإنسان 6.7 % وفي لبن البقر 4.9 % ويتكون اللاكتوز من أتحاد جزئ من الجلاكتوز وجزئ من الغلوكوز ويتحلل مائياً مثل باقي السكريات الثنائية.

ثالثاً السكريات المتعددة:

معظم السكريات المتعدد غير قابلة للذوبان في الماء تنحل عند التسخين دون أن تنصهر على عكس ما يحدث مع المواد السكرية الأحادية والثنائية.

أنواعها:

3-1. النشاء :وهو يوجد في النباتات ويعتبر مادة غذائية رئيسية للإنسان والحيوان ويختزن النشاء في الغالب في صورة حبيبات مختلفة الأحجام والأشكال مثلما هو في درنات وبذور النباتات.

3-2. الجليكوجين: وهو يلعب دور المادة الغذائية الاحتياطية في جسم الإنسان والحيوان كالنشاء في النبات وهو يختزن أيضاً في الكبد بنسبة 10 % كما يوجد أيضاً في العضلات، والجليكوجين مسحوق أبيض غير متبلور يذوب بسهولة في الماء الساخن حيث يكون محلولاً غرويا.

3-3. السليلوز: يعتبر الجزء الأساسي لجدار الخلايا النباتية وعادتاً لا يوجد في النباتات في صورة نقية بل يكون مصحوباً بمواد أخري ولا يذوب في الماء والكحول ويستخدم على نطاق واسع في صناعة الورق.

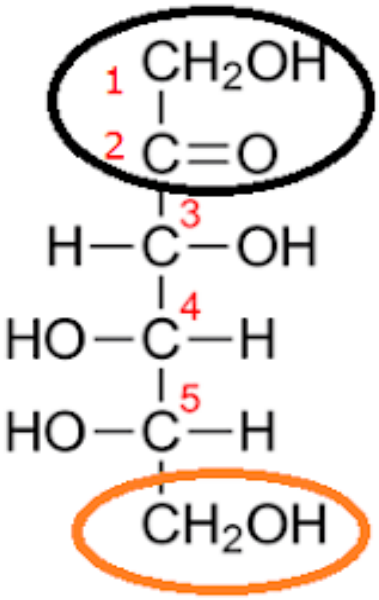
4-مصادر الكربوهيدرات في الغذاء:

تقوم النباتات بفعل أشعة الشمس بتركيب السكر في أوراقها التي لا تلبث أن ترسها إلى جذورها أو بذورها أو سيقانها لتخزينها على هيئة نشاء، وهذا النشاء الموجود في النباتات يمثل مصدر رئيسي للطاقة عند الإنسان مقارنة بالسكريات التي نادراً ما توجد في الأغذية ما عدا سكر اللاكتوز الموجود في الحليب والفركتوز الموجود في العسل والفواكه، رغم أن كل الكربوهيدرات تعطي قدراً مساوياً من الطاقة إلى أنها تختلف عن بعضها البعض من حيث تأثيراتها الفسيولوجية.

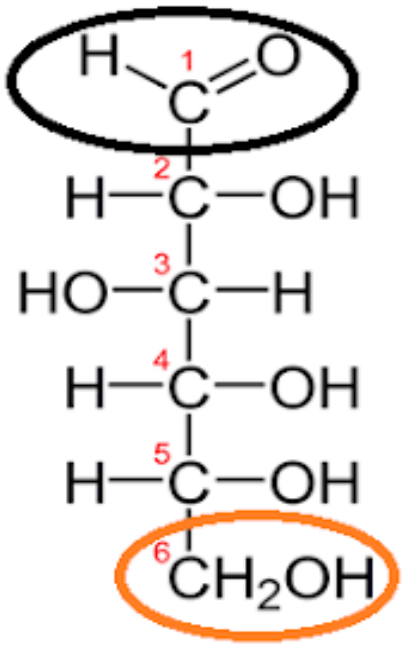
5-وظائف الكربوهيدرات:

- هي المصدر الأساسي للطاقة أثناء التدريب والمنافسات.

- هي المسئولة عن تنظيم امتصاص الجسم للدهون والبروتين.
- هي المصدر الأساسي لطاقة الجهاز العصبي.
- تكوين الجليكوجين الكبد والعضلات.



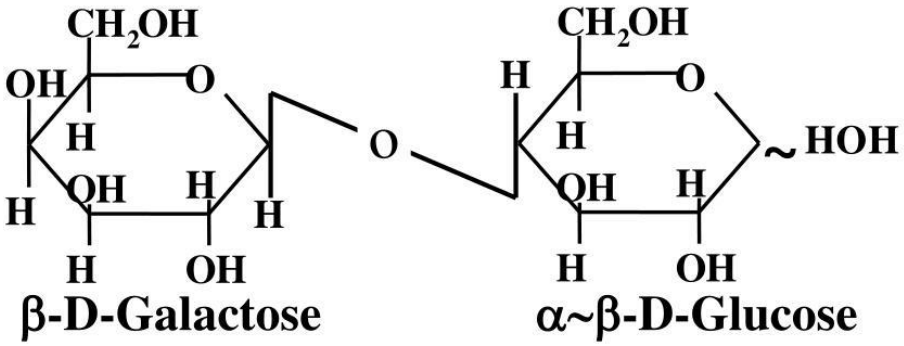
ketose
fructose



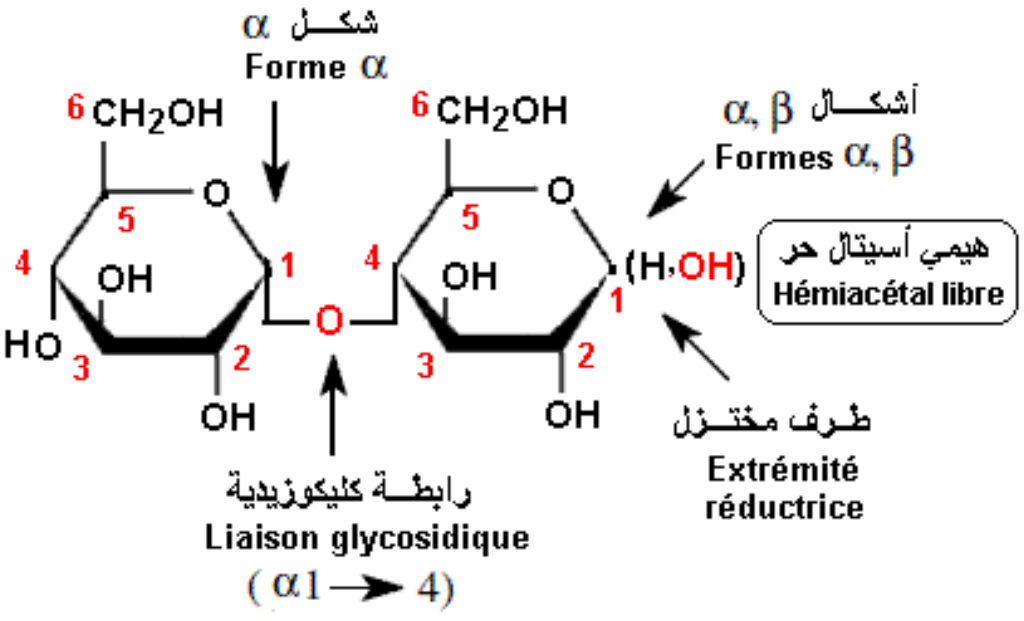
aldose
glucose

اللاكتوز

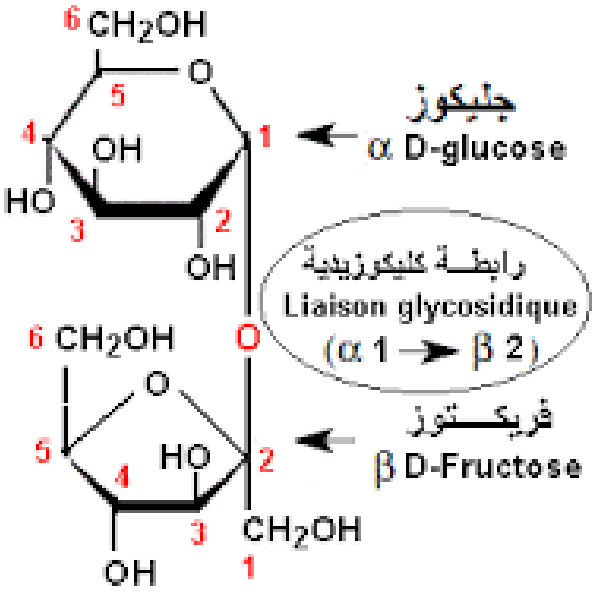
- جلوكوز + جالاكتوز (β 1→ 4) يسمي سكر الحليب
- له قدرة إختزالية يميني التدوير



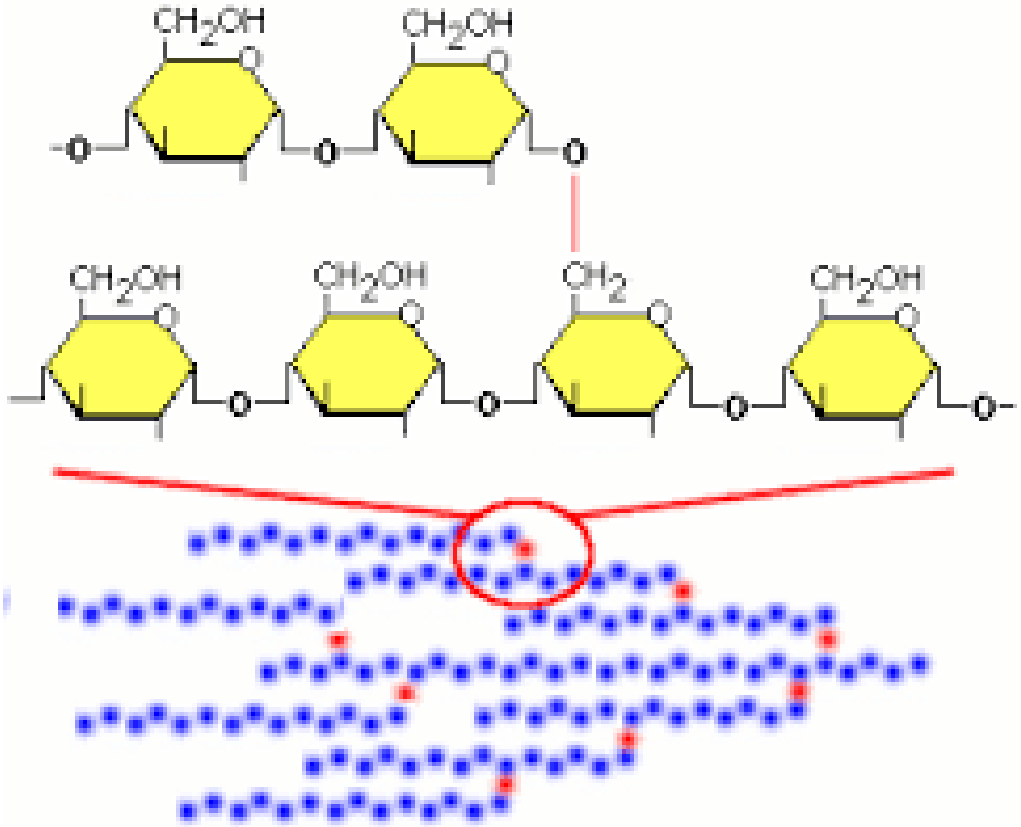
اللاكتوز

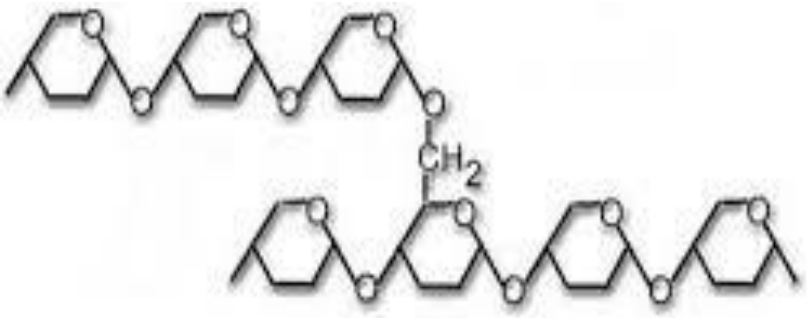


سكر الشعـــير (مالتوز، Maltose)



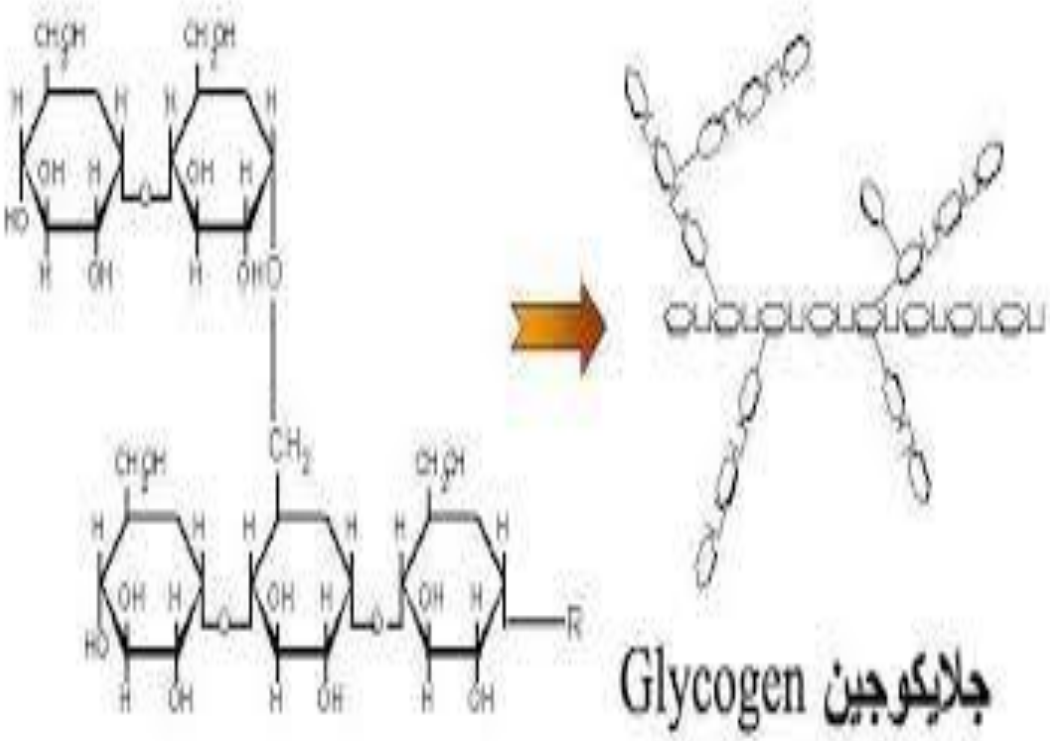
سكـــر القصب
(سكروز، Saccharose)





النشا

السيليلوز


Glycogen جلايكوجين

المحور الرابع: البروتينات

1- ماهية البروتينات: عرف البروتين منذ أكثر من قرن من الزمان بأنه المادة الحيوية اللازمة لبناء وتجديد جميع الخلايا الحيوانية والنباتية، و بأنه المصدر الوحيد الذي يمد الجسم بالآزوت (النيتروجين) اللازم لتكوين وتجديد أنسجة الجسم.

وقد أطلق العالم الهولندي "**مودلر**" مسمى بروتين على تلك المادة الحيوية وذلك في عام 1938م.

وتوجد البروتينات بنسب متفاوتة في كل من المصادر الحيوانية للغذاء، وتتوافر البروتينات الحيوانية بنسب مرتفعة في كل من اللحوم والأسماك والطيور والبيض واللبن ومنتجاته ..... كما تتوافر في المصادر النباتية وذلك في كل من الفول والحمص والعدس والقمح والشعير والذرة والأرز والفاصوليا والبطاطا واللوز والبندق والفستق والصنوبر إلا أن نسبة البروتين في الأغذية ذات المصدر الحيواني تكون أعلي من مثيلتها في المصادر النباتية، إذ يتوافر البروتين بالنسب التالية – تقريبا – في كل من الأسماك 75% ، اللحوم 49% ، البيض 47% ، اللبن المجفف 26% ، فول الصويا 40% ، القمح 12% الذرة 10% ، الأرز 8 %.

2-التركيب الكيميائي للبروتينات :

كلمة بروتين مشتقة من كلمة يونانية، معناها يحتل المركز الأول، والبروتينات دائما تحتل المكان الأول في تركيب وبناء وتنظيم حركة جميع الكائنات الحية، وبدون البروتينات لا توجد حياة لذلك يقال عن البروتين أنه مادة الحياة.

البروتين هو اتحاد مجموعة من الأحماض الأمينية مع بعض يتم ذلك من خلال ارتباط مجموعة أمين NH2 لأحد الأحماض الأمينية مع مجموعة هيدروكسيل OHفي الحمض الأميني الاخر وفقد جزئ من الماء نتيجة ذلك.

3- التقسيم الكيميائي للبروتينات:

3-1. البروتينات البسيطة: و هي تلك النوع من البروتينات التي لا ينتج من تحليلها الكيميائي سوي الأحماض الأمينية و مشتقاتها و من أمثلتها البروتينات التالية :(البروتامين – الهستون – جلوبيلين – الجلوتلين – البرولامين)

3-2. البروتينات المركبة: يتكون هذا النوع من البروتينات من شقين أحدهما بروتين بسيط والأخر مرتبط به وهو شق غير بروتيني، ولذا ينتج من التحليل الكيميائي للبروتينات المركبة نوعين من النواتج وهما الأحماض الأمينية ومركبات غير بروتينية، وفيما يلي توضيحا لأهم أشكال البروتينات المركبة:(فسفوبروتين – جلايكوبروتين – ليبوبروتين – البروتينات المعدنية – البروتينات الملونة)

3-3. البروتينات المشتقة: يعد هذا النوع من نواتج عملية التحليل الكيميائي للبروتينات أو المركبات السابقة وتشمل البروتيوزات والبيبتيدات المتعددة.

4- الأحماض الأمينية: تتكون البروتينات من وحدات بنائية أساسية تسمي الأحماض الأمينية، ولذا فإن تقسيم البروتينات وفقا لقيمتها الغذائية يتوقف على نوع وكمية تلك الأحماض الأمينية الأساسية وغير الأساسية.

4-1.الأحماض الأمينية الأساسية: وهي الأحماض الأمينية التي لا يستطيع الجسم تكوينها بكميات تكفي لنموه وتجديد خلاياه، ولذا يجب العمل على توفيرها في الوجبات الغذائية اليومية، ومن أمثلة الأحماض الأمينية الأساسية للجسم نذكر:

(إيزوليوسين- ميثونين- فنيل الأنين- ثريونين- تربتوفان- فالين- ليسلن- ليسوسين)

4-2. الأحماض الأمينية غير الأساسية: تعد تلك الأحماض الأمينية هامة أيضا للإنسان، إلا أن يستطيع تصنيعها بمقادير كافية تفي بحاجات الجسم منها، إذ يمكن تحضيرها من نواتج التمثيل الغذائي للكربوهيدرات والدهون وبعض البروتينات، وفيما يلي بيانا بالأحماض الأمينية غير الأساسية وهي :

(جلايسين – جلوماتين – الانين – أرجنين – تيروسين – هستدين – إسباراجين – ملانين – برولين)

5-الأهمية الغذائية للبروتينات:

للبروتينات دور هام تؤديه في تغذية الإنسان، ولقد صدق "**مولدر**" عندما أعلن أن البروتينات تعد أهم المركبات العضوية لحياة الإنسان، وفيما يلي توضيح لأهم أدوارها ووظائفها الحيوية التي تؤديها للجسم للحفاظ على حياته وصحته وهي:

- تزويد الجسم باحتياجاته من الأحماض الأمينية الأساسية للحفاظ على حياته ونموه.
- البناء والاحتفاظ بأنسجة الجسم في حالة جيدة.
- يشكل البروتين ما يبلغ من 20% من وزن الإنسان البالغ.
- الوقاية من أمراض نقص البروتين.
- تدخل البروتينات في تكوين الهرمونات.

- تساهم في تكوين بلازما الدم والهيموجلوبين.
- تدخل في تركيب الإنزيمات.
- تزويد الجسم ببعض الفيتامينات من مجموعة B وفيتامين A.
- تزويد الجسم بمركبات الكبريت وبعض المعادن الأخرى.
- تدخل في تركيب الأجسام المضادة.
- تنظيم انقباض العضلات.
- المحافظة على التوازن الحمضي القاعدي بالجسم.
- مد الجسم بالطاقة والحرارة.
- المساعدة في تنظيم عمليات الضغط الاسموزي.

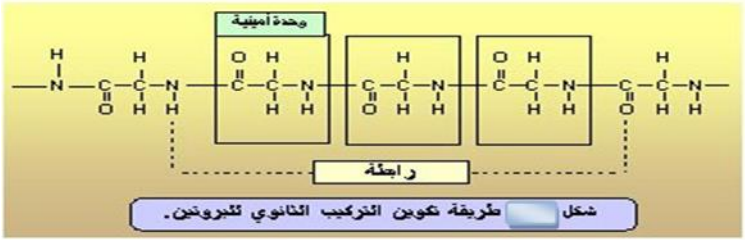
6- مستويات البناء الجزيئي للبروتينات:

6-1. البناء او التركيب الاولي : وهو عباره عن تتابع الحوامض الامينية في السلسلة الببتيدية التي تكون

شكل التركيب الأولي للبروتين الذي يوضح كيفية تتابع الأحماض الأمينية في سلسلة أفقية.

هيكل جزئ البروتين وقد تكون السلسلة مفتوحة او حلقية او متفرعة لهذه تعد الاواصر الببتيدية المسؤولة عن البناء الاولي .

6-2. البناء او التركيب الثانوي : ويشير ذلك الى بناء السلسلة الببتيدية الناتجة من الاواصر الهيدروجينية بين الحوامض الامينية القريبة من بعضها في التركيب الاولي وهذه الاواصر هي المسؤولة عن الشكل الحلزوني للسلاسل الببتيدية.



شكل طريقة تكوين التركيب الثانوي للبروتين.

6-3. البناء أو التركيب الثالثي: وتتخذ الجزيئية شكل ثلاثي الابعاد نتيجة للتداخلات كارهة الماء والتأثرات الكهروستاتيكية بين مجاميع R الجانبية والجسور الكبريتية .

6-4. البناء او التركيب الرابعي: هو التحام البناء الاولي والثانوي والثالثي على شكل طبقات او تجمعات كما هو الحال في الهيموكلوبين نتيجة لاواصر لاتساهمية كقوى فاندرفالز .

7- روابط التركيب البروتيني

اضافة الى الاواصر الببتيدية هنالك مجموعة من الاواصر الاخرى التي تساهم في تثبيت التركيب البروتيني للبنائين الثانوي والثالثي ومنها :

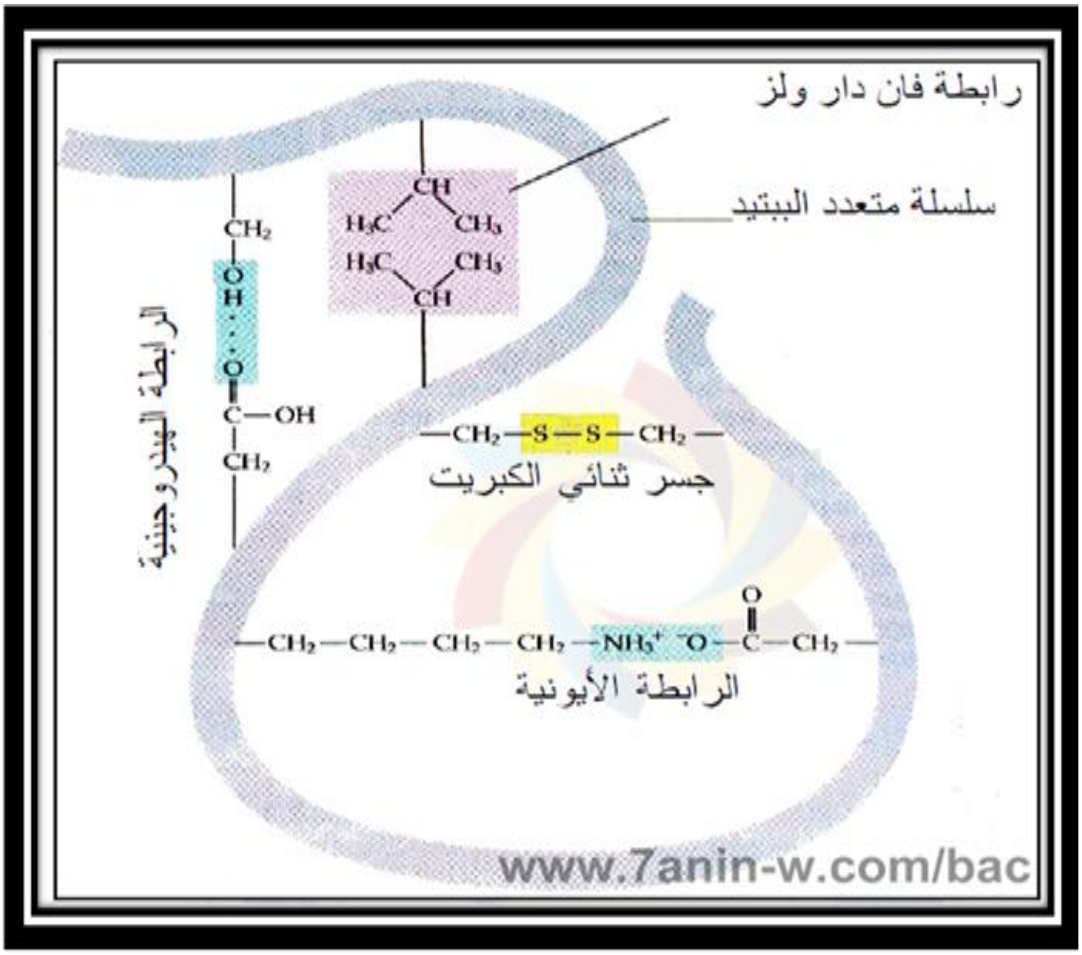
1- الاواصر ثنائيه الكبريتيد (S-S)

2- الاواصر الهيدروجينية

3- الارتباطات كارهة الماء

4- التداخلات الكهروستاتية

5- تداخلات فاندرفال



شكل يوضح أنواع الروابط في البناء الثلاثي

8- ذوبانية البروتينات:

تختلف البروتينات من حيث قابلية ذوبانها في المحاليل فهي بصوره عامة قليلة الذوبان في الماء والمذيبات القطبية ولكنها تكون محلول غروي مع الماء الذي له لزوجة خاصة .

تعتمد ذوبانية البروتينات على اربعة عوامل رئيسية تؤثر في التركيب البروتيني وهي :

1- **الاس الهيدروجيني PH** : تتأثر درجة ذوبانية البروتينات كثيرا بقيمة ال PH نظرا لسلوكها الامفوتيري حيث تكون درجة الذوبان على اقلها عند نقطة التعادل وتزداد كلما كانت في حالة تغير عن هذه النتقطة اما بزيادة الحامضية او زيادة القاعدية وتكون بهيئة ايونات سالبة او موجبة ويستفاد من هذه الخاصية كثيرا في فصل البروتينات التي لها PH مختلفة عن بعضها البعض .

2- الحرارة : عملية التسخين تؤدي الى تغير الشكل الرباعي والثلاثي والثنائي للبروتين مما تسبب فقدانه لفعاليته الحيوية وهذا مايسمى المسخ ، حيث يحدث ترسيب للبروتين من المحلول الذائب فيه عند تعرضه للتسخين الشديد .

3- التركيز الايوني :

تزداد قابليه ذوبان البروتينات في وجود تراكيز واطئه من الاملاح المتعادله وتسمى الظاهره " التمليح الداخلي " اما في حاله ازدياد التركيز فأن البروتين قد يرسب وهذا يسمى " التمليح الخارجي " وسبب الترسيب هو فقدان الماء من جزئيه البروتين المستحلبه (بفعل ايونات الملح) وكذلك بسبب تعادل الشحنات الكهربائيه في البروتين مع الشحنات المعاكسه لايونات الملح .

ان درجه الترسيب الحاصل يعتمد على تركيز ونوع الملح المتعادل المستعمل ، طبيعه البروتين ووزنه الجزيئي . وتستخدم طريقه التمليح الخارجي في فصل البروتينات في مزيج منها وذلك بزياده تركيز الملح بصوره تدريجيه ، من اكثر الاملاح شيوعا في الاستخدام هو كبريتات الامونيوم .

4- شحنه المذيب : تترسب البروتينات من محاليلها المائية بإضافة مذيبات لاقطبية تختلط مع الماء مثل الكحول والاسيتون حيث يحدث في هذه الحالة عملية مسخ للبروتين مما يؤدي الى تكتله وترسبه .

تجربه (1) : اختبار الذوبانية للبروتينات

هدف الاختبار:

توضيح طبيعة البروتينات من أنها جزيئات عملاقة تحتوي على مجموعات فعالة عليها شحنات كهربائية خاصة في السلاسل الجانبية للأحماض الأمينية مثل $NH3^+$ و$NH2^+$ و NH^+ وCOO^- وS^- وO^- .....الخ. وكذلك أنها مواد امفوتيرية يذوب الكثير من البروتينات في الماء لارتباط جزيئات الماء القطبية بالمجموعات الفعالة في البروتين وتكون محاليل غروية نظراً لكبر حجم جزيئات البروتين وتتأثر درجة الذوبان بقيمة PH المحلول وتبلغ أدناها عند درجة التعادل الكهربائي للبروتين. حيث يزيد التجاذب بين الجزيئات و يسبب تجمعها وترسبها. أما في وسط حامضي بالنسبة لنقطة التعادل الكهربائي فتتناظر الجزيئات نتيجة لوجود شحنة موجبة مما يمنع ترسب الجزيئات وكذلك في الوسط القلوي بالنسبة لنقطة التعادل الكهربائي. حيث تكون الجزيئات سالبة الشحنة الكهربائية.

المواد:

محلول زلال البيض- محلول حامض الهيدروكلوريك وهيدروكسيد الصوديوم .

الطريقة:

اختبرِ ذوبانية زلال البيض في الماء وفي محلول حامض الهيدروكلوريك وكذلك في محلول هيدروكسيد الصوديوم.

تجربه (2) : دراسة تأثير الترسيب بالتشبع الكامل والتشبع النصفي لبعض الاملاح

تزداد قابليه ذوبان البروتينات في وجود تراكيز واطئة من الاملاح المتعادلة وتسمى الظاهرة " التمليح الداخلي " اما في حاله ازدياد التركيز فأن البروتين قد يرسب وهذا يسمى " التمليح الخارجي " وسبب الترسيب هو فقدان الماء من جزئيه البروتين المستحلبة (بفعل ايونات الملح) وكذلك بسبب تعادل الشحنات الكهربائية في البروتين مع الشحنات المعاكسة لأيونات الملح .

ان درجه الترسيب الحاصل يعتمد على تركيز ونوع الملح المتعادل المستعمل ، طبيعة البروتين ووزنه الجزيئي . وتستخدم طريقه التمليح الخارجي في فصل البروتينات في مزيج منها وذلك بزياده تركيز الملح بصوره تدريجيه ، من اكثر الاملاح شيوعا في الاستخدام هو كبريتات الامونيوم .

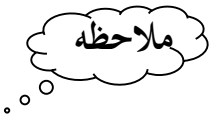
المواد المستخدمه : 1- الاملاح(كبريتات الامونيوم ،كبريتات المغنيسيوم ،كلوريد الصوديوم)

2- محاليل البروتينات (الكلوبيولين ، الجلاتين ، الكازئين ، الالبومين)

طريقه العمل

1- للوصول الى حاله التشبع النصفي : يؤخذ حجم معين من محلول الملح ويضاف له حجم مساوي من محلول محلول الملح المشبع

2- في حاله الترسيب بالتشبع الكامل : يوخذ حجم معين من محلول البروتين ويضاف اليه كميه من الملح الصلب مع الرج الشديد والمستمر حتى التشبع الكامل ويعرف ذلك بملاحظه بقاء جزء من الملح بصوره صلبه وعدم ذوبانه وسقوطه الى قعر انبوبه الاختبار .



الكلوبيولينات ، الجلاتين والكازئين البروتينات التي تترسب بالتشبع النصفي لكبريتات الامونيوم والتشبع الكامل لكبريتات المغنيسوم وكلوريد الصوديوم بعكس الالبومين الذي يترسب فقط عند تشبعه الكامل بكبريتات الامونيوم .يستدل من النتائج اعلاه ان كبريتات الامونيوم اقوى في ترسيبها للبروتينات من الملحين الاخرين

تجربه (3) : دراسة بعض خواص البروتينات

1- الذوبان:

إن دراسة ذوبان البروتينات تكتسي أهمية كبيرة في فصل البروتينات واستخلاصها ويعتمد ذوبان

البروتينات على عدة عوامل منها:

- نوع السلاسل الجانبية للأحماض الأمينية

- بنية البروتين الخارجي (كروي أوليفي)
- والبعض الآخر يتعلق بعوامل خارجية مثل القوة الأيونية للمحلول – درجة الpH – درجة الحرارة – نوع المذيب المستعمل.

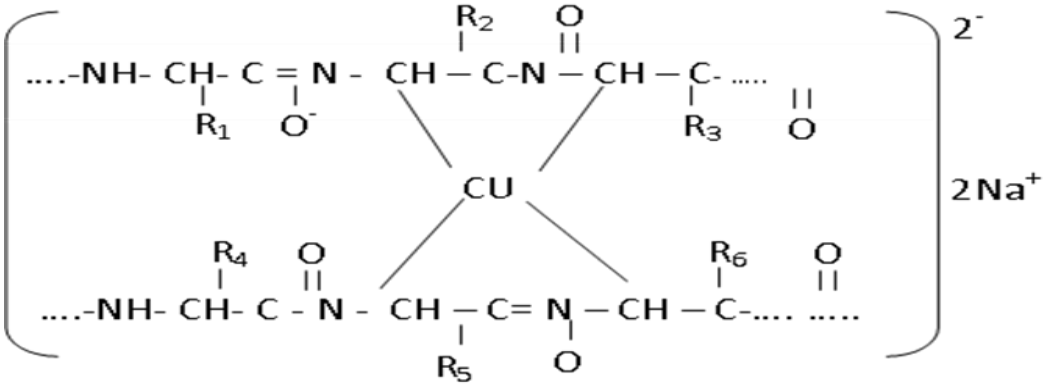
2- تفاعلات التلوين:

تعطي البروتينات تفاعلات لونية مما يسمح بالكشف عنها ومعايرتها

أ) تفاعل بيوري:

عند إضافة محلول كبريتات النحاس ($CuSO_4$, OH^-) في وسط قاعدي إلى محلول بروتيني يتشكل معقد بين أيون النحاس و الروابط الببتيدية للبروتين وظهور لون بنفسجي وفقا للصورة التالية:

تتناسب شدة التلون طردا مع عدد الروابط الببتيدية



المواد:

محلول كبريتات النحاس $CuSO_4.SH_2O$ 1%

هيدروكسيد الصوديوم 10جزيئي

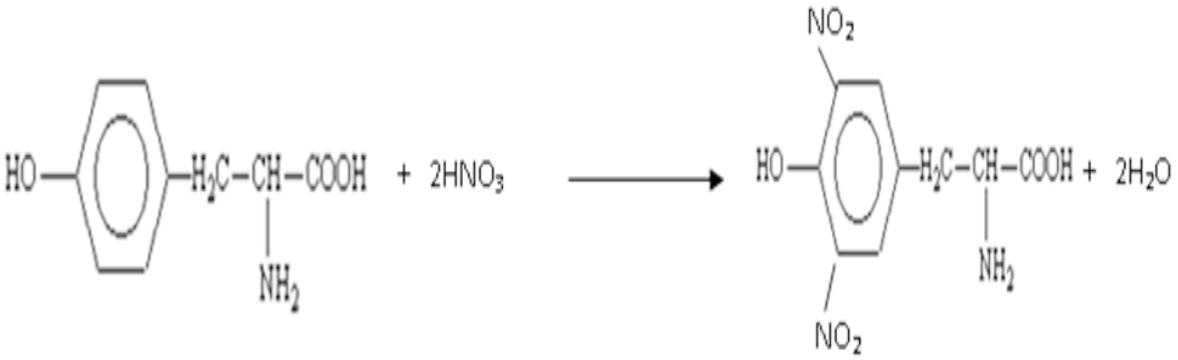
بروتينات: 0.5% محاليل الالبيومين- كازين- جلاتين. يذاب الكازين في قليل من محلول هيدروكسيد الصوديوم المخفف وتذاب البروتينات الأخرى في محلول مخفف من كلوريد الصوديوم.

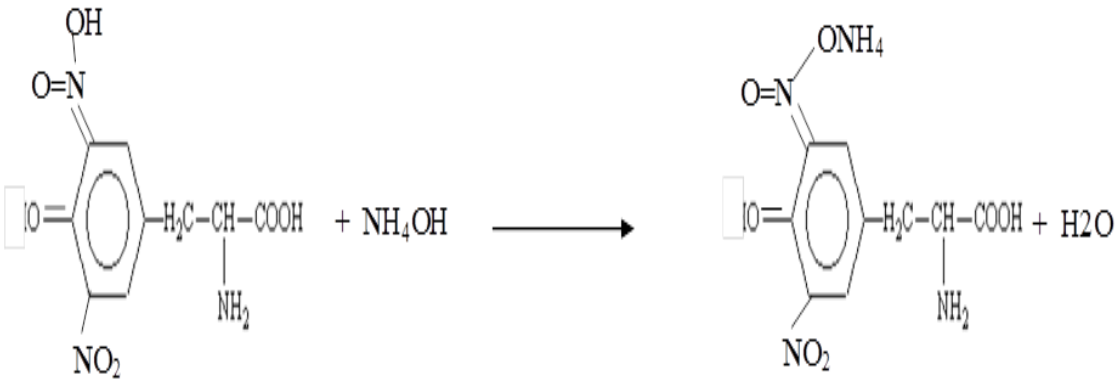
الطريقة:

أضف 5 قطرات من محلول كبريتات النحاس إلى 2 مل من محلول البروتين ثم أضف 2 مل من محلول NaOH . اخلط المحاليل بالرج ولا حظ اللون المتكون.

ب) تفاعل زانثوبروتييك:

يستخدم هذا التفاعل للكشف عن الأحماض الأمينية العطرية التي تدخل في تركيب البروتينات عند إضافة حامض النتريك المركز(HNO_3) إلى محلول بروتيني يتشكل مركب زيتي ذو لون أصفر بسبب دخول زمرة النيترو في الحلقة العطرية ، يتحول اللون إلى البرتقالي عند إضافة هيدروكسيد الأمونيوم المركزة وفقا للمعادلات الآتية:





المواد:

حامض نتريك مركز – محلول بروتيني – هيدروكسيد الامونيوم

الطريقة:

أضف إلى حوالي 1/2 مل من محلول البروتيني حجماً مساوياً من حامض النتريك المركز. برد ولاحظ ظهور لون أصفر اجعل المحلول شديد القلوية بإضافة محلول هيدروكسيد الامونيوم ولاحظ تحول اللون الأصفر إلى البرتقالي.

-الاحتياجات اليومية من البروتينات:

تختلف الآراء حول تحديد الاحتياجات اليومية من البروتينات في الغذاء، لارتباط ذلك بالعديد من المتغيرات التي أوضحناها من قبل في الاحتياجات اليومية من الدهون، إلاّ أن "**موترام**" يرى بأن يكون الحد الأدنى للاحتياجات اليومية من البروتينات يتراوح ما بين (21-65) جراما، و ذلك حتى يمكن المحافظة علي التوازن النيتروجيني في الجسم.

المحور الخامس: الدهون

1- ماهية الدهون:

تعد الدهون من أهم مصادر الغذاء لتوفير الطاقة لجسم الإنسان لأنها تعد الأكثر تركيزا في سعراتها الحرارية عن كل من البروتينات والكربوهيدرات، إذ أن كل جرام من الدهون يولد أكثر من ضعف عدد السعرات الحرارية التي تنتج من كل من البروتينات والكربوهيدرات، ولذا نجد أن شعوب المناطق الباردة الطقس يستهلكون كمية أكبر من الدهون في غذائهم عن شعوب المناطق الحارة أو المعتدلة البرودة، وذلك لاحتياجهم إلى التدفئة من برودة الطقس.

وتتركب الدهون كيميائيا من عناصر الكربون والهيدروجين والأكسجين وهي ذات العناصر التي تتركب منها الكربوهيدرات، ولذا يمكن للدهون أن تتحول إلى كربوهيدرات، كما يمكن للكربوهيدرات أن تتحول إلى دهون، وذلك من خلال عملية التمثيل الغذائي لتشابه مكونات كل منهما. إلا أن الدهون تختلف عن الكربوهيدرات والبروتينات لكونها تعد أكثر منهما احتواء على عنصر الكربون، مما يجعلها أعلي قيمة حرارية منهما.

2-التركيب الكيميائي للدهون:

تتكون الدهون من الهيدروجين والكربون والأكسجين، ويختلف تركيبها البنائي تبعا لنوع كل منها. والدهون عبارة عن مركبات من الجليسيرول والأحماض الدهنية، عندما يتحد الحمض الدهني مع الجليسيرول يفقد جزيئا من الماء، وتقسم الأغذية وفقا لما تحتوي عليه من الدهون وفقا للنسب التي تتوافر بها إلى ثلاث مجموعات وهي:

3-1.المجموعة الأولى: أغذية غنية بالدهون وهي التي تحتوي على أكثر من (10%) دهن، وذلك كما في الدهون الحيوانية والزيوت النباتية وبعض اللحوم وصفار البيض.

3-2.المجموعة الثانية: أغذية ذات معدل متوسط من الدهون وهي التي تحتوي على نسبة تتراوح ما بين (2-10%) من الدهن، وذلك كاللبن وبعض اللحوم.

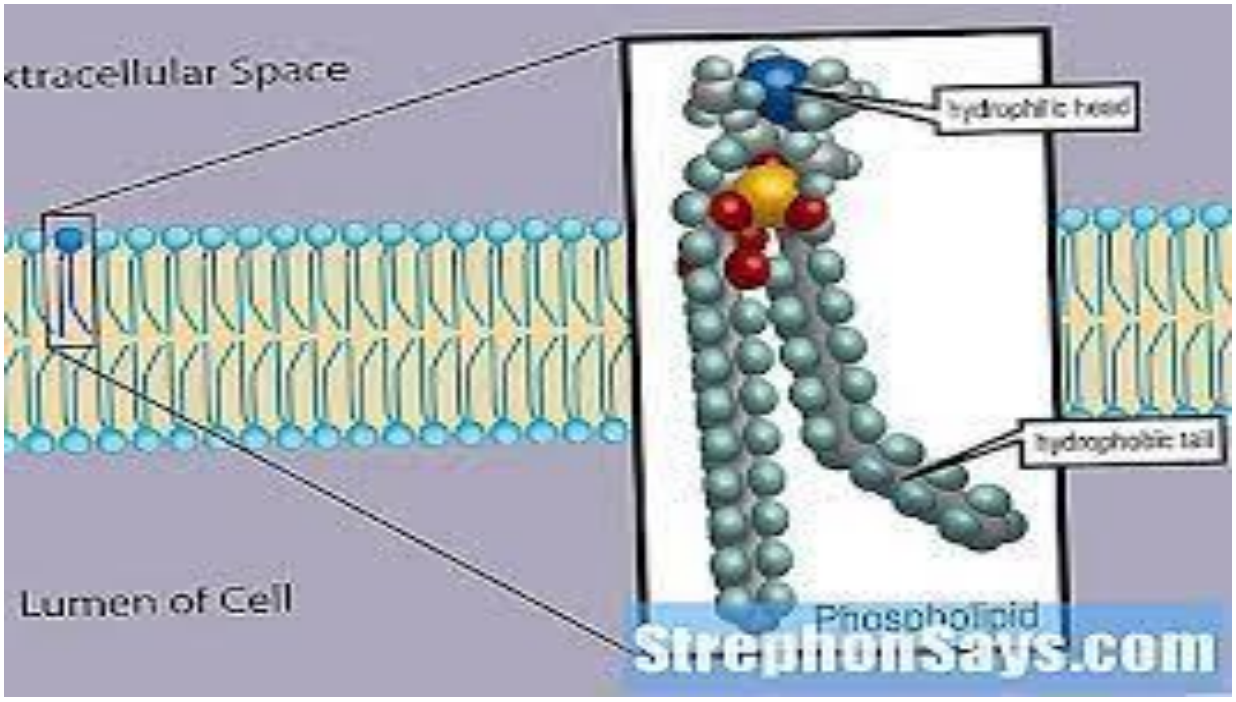
3-3. المجموعة الثالثة: أغذية فقيرة في محتواها من الدهون وهي التي تحتوي على نسبة من الدهون تقل عن (2%) وذلك كالفواكه والخضروات وبعض الحبوب.

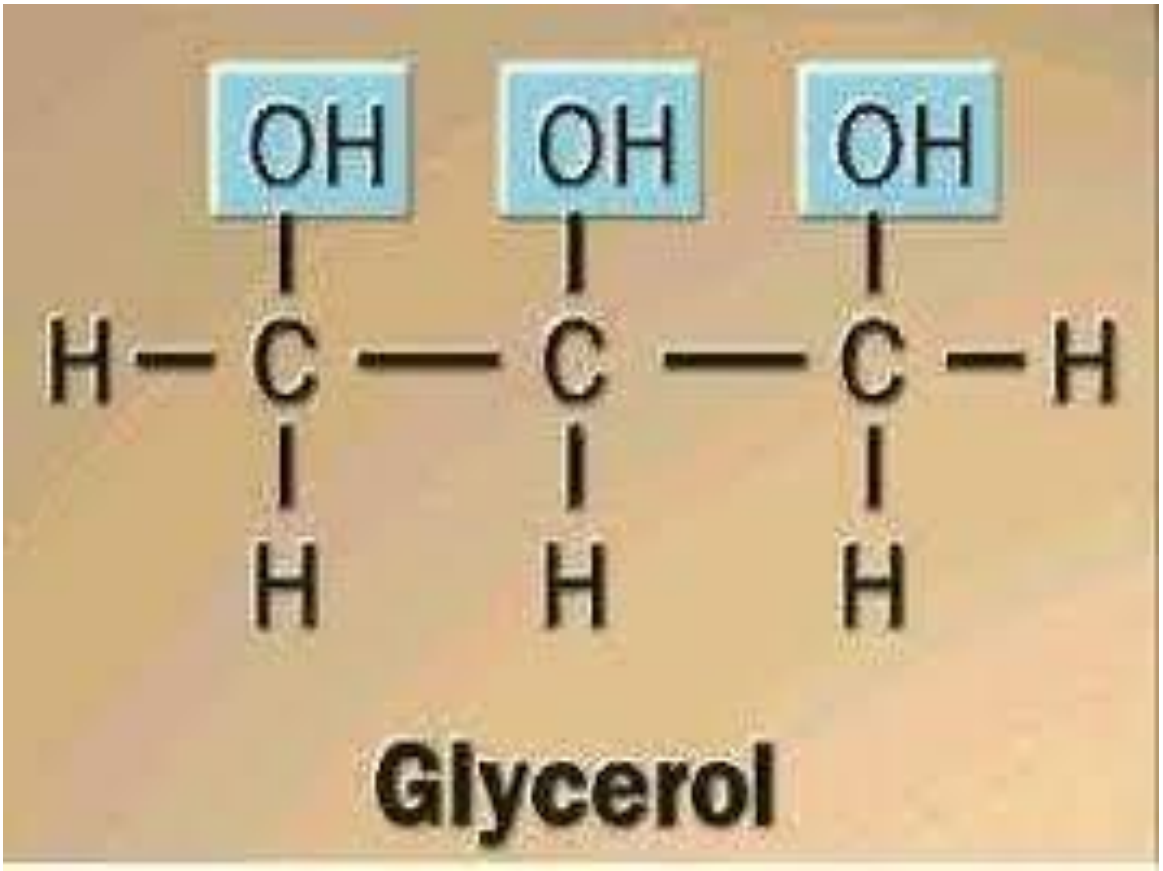
و يحصل الإنسان علي الدهون في غذائه من مصدرين رئيسيين حيث أن الدهون نوعين و هما:

4-1.الدهون الحيوانية: وهي التي يحصل عليها الفرد من المصادر الغذائية الحيوانية، وذلك كالزبدة، اللحوم، الأسماك المحتوية على الدهون....

4-2. الدهون النباتية: وهي التي يحصل عليها الفرد من المصادر النباتية، وذلك كزيت الزيتون وعبّاد الشمس والذرة والفول السوداني وجوز الهند...

وبوجه عام فإن الدهون تمد الجسم بما يقرب من (20 – 25%) من احتياجات الإنسان من الطاقة الكلية اليومية. ولذا فهي تعد من أهم مصادر الطاقة للإنسان لما يولده الجرام الواحد منها من سعرات حرارية.


tracellular Space
Lumen of Cell
hydrophilic head
hydrophobic tail
PhospholipidStephonSays.com


OH
OH
OH
H
C
C
C
H
H
H
H
H
Glycerol

5–تقسيم الدهون: يوجد العديد من نماذج تقسيم الدهون حيث يعتمد تقسيمها على مصدرها الغذائي، أو قوامها أو تماثلها، أو درجة تشبعها أو وفقا لرؤيتها بالعين، أو وفقا لتركيبها الكيميائي، وفيما يلي عرض للتقسيم الكيميائي للدهون:

5–1.الدهون البسيطة: وهذا النوع من الدهون يحتوي على أسترات للأحماض الدهنية وكحولات، ويوجد ثلاثة أشكال وهي:

5–1–1.الدهونfats : وهي مواد ذات قوام صلب في درجة الحرارة العادية كالسّمن، الزبدة، الكاكاو، ودهون بعض الحيوانات كدهن الخروف، وتمتاز هذه الدهون باحتوائها علي نسبة عالية من الأحماض الدهنية المشبعة، وذلك كحامض البالمتيك، وحامض الستريك.

5–1–2. الزيوتoils: وهي مواد سائلة في درجة الحرارة العادية، وذلك كزيوت بذرة القطن والكتان والذرة وعباد الشمس والزيوت، وتمتاز الزيوت باحتوائها على نسبة عالية من الأحماض الدهنية غير المشبعة وذلك كحامض الأوليك .

5–1–3. الشموعwaxes: وتوجد الشموع في المصادر النباتية والحيوانية للغذاء وهي دهون صلبة في درجة الحرارة العادية، إلا أنها تختلف في تركيبها الكيميائي عن الدهون والزيوت، وتوجد في كثير من النباتات، إذ تكون الطبقة الرقيقة التي توجد على سطح الأوراق والأفرع والثمار بغرض وقايتها من التقلبات المناخية والتقليل من كمية تبخر الماء منها، ومن أمثلتها شمع القصب وشمع القطن.

كما توجد الشموع في الحيوانات، وذلك في المادة الموجودة في فروة الحيوانات التي تقطن المناطق ذات الطقس البارد، وفي شمع النحل، وكذلك توجد في جدران الأوعية الدموية لجسم الإنسان.

5-2.الدهون المركبة: ويحتوي هذا النوع من الدهون على الدهون البسيطة المرتبطة بجزء أو مركب أخر غير دهني، ولذا توجد الدهون المركبة في الأشكال التالية: "الدهون الفسفورية - الدهون الكربوهيدراتية - الدهون البروتينية"

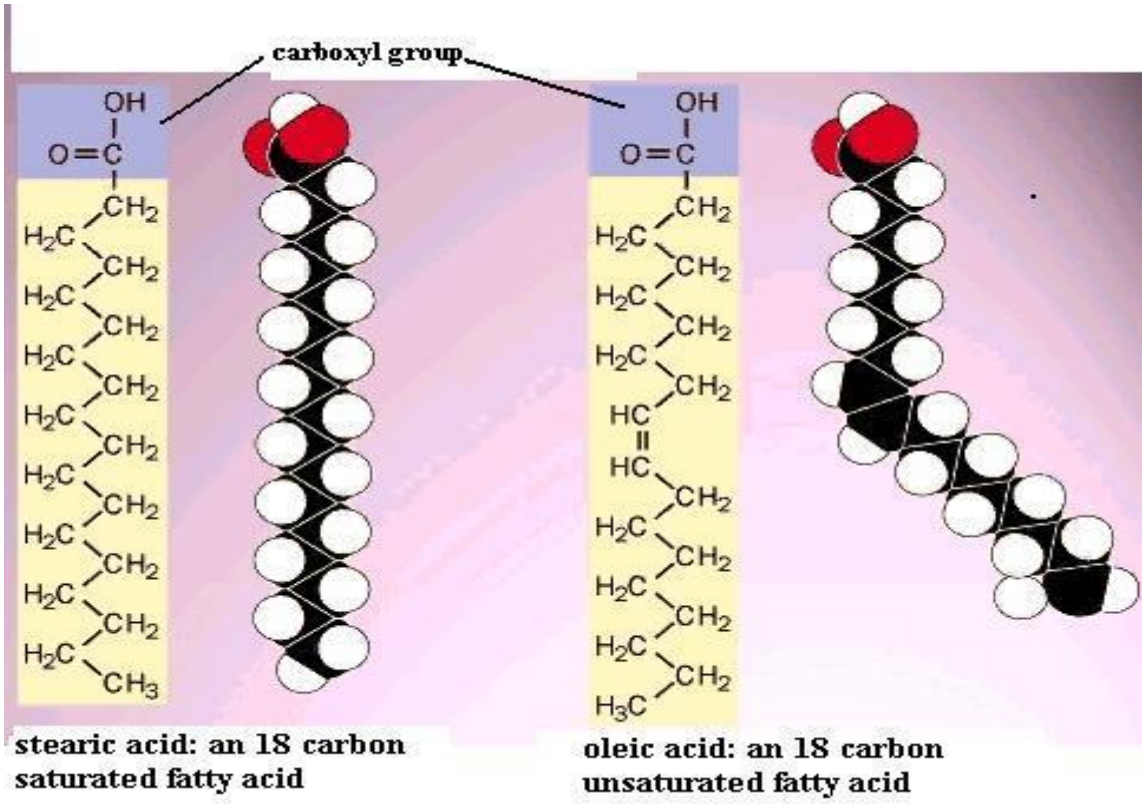
5-3.الدهون المشتقة: وتلك الأنواع تنتج من تحلل الدهون وتشمل الأحماض الدهنية الحرة والستيرولات والجليسيرول والفيتامينات الذائبة في الدهون.(A,D,E,K)

6-الأهمية الغذائية للدهون: للدهون دور هام في تغذية الإنسان، وفيما يلي توضيحا لأهم أدوارها ووظائفها التي تؤديها للجسم للمحافظة على صحته وحياته:

- تعد مصدرا مركزيا للطاقة.
- تزود الجسم بالأحماض الدهنية الأساسية.
- تحتوي على العديد من الفيتامينات الذائبة في الدهون.
- تعد عامل أساسي في تركيب خلايا الجسم.
- تعد مصدرا هاما لتخزين الطاقة في الإنسان.
- تعمل الدهون المختزنة تحت الجلد كعازل حراري للوقاية من برودة الطقس.
- تعمل الدهون المترسبة في الجسم على وقاية أهم الأعضاء الداخلية من المؤثرات الخارجية.
- تعمل على تليين الفضلات الناتجة من عملية هضم الطعام.
- لها دور هام في امتصاص الكالسيوم في الجسم.

7-الاحتياجات اليومية من الدهون:

تختلف الآراء حول تحديد الاحتياجات اليومية من الدهون في الغذاء لأن ذلك يرتبط بالعديد من المتغيرات كوزن الجسم والسن والجنس ونوع العمل والنشاط والحالة الصحية والعادات الغذائية والظروف المناخية ومقدار ما يحصل عليه الفرد من الكربوهيدرات في غذائه، إلا أن هناك اتجاه بأن تكون الاحتياجات اليومية من الدهون تتراوح من (20 – 25%) من مجموع السعرات الحرارية التي يستهلكها الفرد الذي يحتاج إلى (2400) سعر حراري يوميا يكون في حاجة إلى (60) جراما من الدهون، وهذا الرقم يمثل (22.5%) من الطاقة الكلية اللازمة يوميا.



8- الدهون الغذائية : الصحية وغير الصحية

قد يجعل اسم الدهون الغذائية الأمر يبدو وكأنه شيء لا يجب أن تأكله. لكن الدهون جزء مهم من النظام الغذائي الصحي. تمنحك الدهون الموجودة في نظامك الغذائي الطاقة. تساعدك أيضًا الدهون الموجودة في الطعام على الشعور بالشبع ، لذلك لا تأكل كثيرًا.

يمكن العثور على الدهون الغذائية ، والمعروفة أيضًا باسم الأحماض الدهنية ، في الأطعمة من كل من النباتات والحيوانات. تم ربط بعض الدهون بآثار سلبية على صحة القلب ، ولكن وجد أن البعض الآخر يقدم فوائد صحية كبيرة.

الدهون الغذائية ضرورية لنظامك الغذائي مثل البروتينات والكربوهيدرات في إمداد الجسم بالطاقة ولدعم نمو الخلايا. كما أنها تساعد في حماية أعضائك وتساعد في الحفاظ على دفء جسمك. تساعد الدهون الغذائية جسمك على امتصاص فيتامين A وفيتامين K وفيتامين D وفيتامين E .هذه الفيتامينات قابلة للذوبان في الدهون ، مما يعني أنه لا يمكن امتصاصها إلا بمساعدة الدهون.وتنتج أيضًا هرمونات مهمة ،

تحتوي الأطعمة والزيوت على مزيج من الأحماض الدهنية ، ولكن النوع السائد من الدهون التي تحتوي عليها هو ما يجعلها صحية أكثر أو أقل صحية.

جميع أنواع الدهون الغذائية غنية بالطاقة. يوفر جرام الدهون ، سواء كانت مشبعة أو غير مشبعة ، 9 كيلو كالوري (37 كيلو جول) من الطاقة مقارنة مع 4 كيلو كالوري (17 كيلو جول) للكربوهيدرات والبروتين.

8-1. أنواع الدهون الغذائية:

- الدهون المشبعة(Saturated fat)
- الدهون المتحولة(Trans fat)
- الدهون الأحادية غير المشبعة(Monounsaturated fat)
- الدهون المتعددة غير المشبعة(Polyunsaturated fat)
- أوميغا 3 الدهنية
- أوميغا 6 الدهنية

الأنواع الأربعة لها هياكل كيميائية وخصائص فيزيائية مختلفة. تميل الدهون الغذائية السيئة ، المشبعة والمتحولة ، إلى أن تكون أكثر صلابة في درجة حرارة الغرفة (مثل قطعة من الزبدة) ، بينما تميل الدهون الأحادية غير المشبعة والمتعددة إلى أن تكون أكثر سيولة (مثل الزيت النباتي السائل.(

يمكن أن يكون للدهون أيضًا تأثيرات مختلفة على مستويات الكوليسترول في الجسم. ترفع الدهون السيئة والدهون المشبعة والدهون المتحولة مستويات الكوليسترول الضار (LDL) في الدم. يمكن للدهون الأحادية غير المشبعة والدهون المتعددة غير المشبعة أن تخفض مستويات الكوليسترول الضار وتكون مفيدة عند تناولها كجزء من نمط غذائي صحي.

.الدهون المشبعة(Saturated fat)

الدهون المشبعة هي نوع من الدهون الغذائية. وهي من الدهون غير الصحية إلى جانب الدهون المتحولة. غالبًا ما تكون هذه الدهون صلبة عند درجة حرارة الغرفة.

يمكن أن تؤدي زيادة الدهون المشبعة في نظامك الغذائي إلى أمراض القلب ومشاكل صحية أخرى.

لعقود ، أوصت المنظمات الصحية في جميع أنحاء العالم بالحد من تناول الدهون المشبعة إلى الحد الأدنى واستبدالها بالزيوت النباتية المعالجة للغاية ، مثل زيت الكانولا ، لتقليل خطر الإصابة بأمراض القلب وتعزيز الصحة العامة.

على الرغم من هذه التوصيات ، ارتفعت معدلات أمراض القلب – التي تم ربطها بتناول الدهون المشبعة – بشكل مفرط ، وكذلك السمنة والأمراض ذات الصلة ، مثل داء السكري من النوع 2 ، الذي يلومه بعض الخبراء على الاعتماد المفرط على الأطعمة المعالجة..

تشمل مصادر الدهون المشبعة:

قطع دهنية من لحم البقر ولحم الخنزير والضأن

لحم الدجاج الداكن وجلود الدواجن

منتجات الألبان عالية الدسم (الحليب كامل الدسم ، الزبدة ، الجبن ، القشدة الحامضة ، الآيس كريم(

الزيوت الاستوائية (زيت جوز الهند وزيت النخيل وزبدة الكاكاو(

شحم الخنزير

– الدهون المتحولة(Trans fat)

الدهون المتحولة هي ببساطة زيوت سائلة تتحول إلى دهون صلبة أثناء معالجة الأطعمة. هناك أيضًا كمية صغيرة من الدهون المتحولة التي تحدث بشكل طبيعي في بعض اللحوم ومنتجات الألبان ، ولكن تلك الموجودة في الأطعمة المصنعة تميل إلى أن تكون الأكثر ضررًا على صحتك.

تقدم الدهون المتحولة ضـــربة مضـــاعفة للكوليســـترول عن طريق زيادتها) LDL الكوليســـترول ‘‘الضار’’) وخفض) HDL الكوليسترول ‘‘الصحي.(’’

لتجنب الدهون المتحولة ، ابحث عن الملصـــقات الغذائية لمكونات مثل زيوت أو دهن ‘‘مهدرج جزئياً’’. بالإضافة إلى ذلك ، ابحث عن trans fat في المعلومات الغذائية في المنتجات.

قد تجد الدهون المتحولة في:

الأطعمة المقلية (البطاطس المقلية ، الدونات ، الأطعمة الســـريعة المقلية(المارجرين تقصـــير الخضـــار المخبوزات (الكعك، المعجنات(الأطعمة الخفيفة المصنعة (البسكويت ، الفشار الميكروويف)

– الدهون الأحادية غير المشبعة (Monounsaturated fat)

وهي من الدهون الصـــحية إلى جانب الدهون المتعددة غير المشـــبعة. تكون الدهون الأحادية غير المشبعة سائلة في درجة حرارة الغرفة ، ولكنها تبدأ في التصلب عند التبريد. زيت الزيتون هو مثال على نوع من الزيوت يحتوي على دهون أحادية غير مشبعة.

يمكن أن تساعد في خفض مستوى الكوليسترول الضار .(LDL) الكوليسترول مادة شمعية ناعمة يمكن أن تسبب انسداد الشرايين (الأوعية الدموية). يقلل الحفاظ على مستوى LDL منخفضًا من خطر الإصابة بأمراض القلب والسكتة الدماغية.

تساعد الدهون الأحادية غير المشبعة في تطوير خلاياك والحفاظ عليها.

أمثلة على الأطعمة التي تحتوي على نسبة عالية من الدهون الأحادية غير المشبعة:

زيوت الزيتون والفول السـودانى والكانولا – افوكادو – المكسـرات مثل اللوز والبندق والجوز– البذور مثل بذور اليقطين والسمسم

– الدهون المتعددة غير المشبعة (Polyunsaturated fat)

وهي من الدهون الصحية إلى جانب الدهون الأحادية غير المشبعة.

توجد الدهون المتعددة غير المشبعة في الأطعمة النباتية والحيوانية ، مثل السلمون والزيوت النباتية وبعض المكسـرات والبذور. تناول كميات معتدلة من الدهون المتعددة غير المشـبعة (والأحادية غير المشـبعة) بدلاً من الدهون المشبعة والمتحولة يمكن أن يفيد صحتك.

يمكن للدهون المتعددة غير المشبعة أن تساعد في خفض الكوليسترول الضار.(LDL)

تشـمل الدهون المتعددة غير المشـبعة أوميغا 3 وأوميغا 6. هذه أحماض دهنية أسـاسـية يحتاجها الجسـم لوظائف المخ ونمو الخلايا. لا تصـنع أجسـامنا الأحماض الدهنية الأسـاسـية ، لذلك يمكنك الحصـول عليها فقط من الطعام.

توجد الدهون المتعددة غير المشبعة بتركيزات عالية في:

زيوت عباد الشمس والذرة وفول الصويا – جوز(عين الجمل(– بذور الكتان – سمك – زيت الكانولا – بالرغم من احتوائه على نسـبة عالية من الدهون الأحادية غير المشـبعة، إلا أنه مصـدر جيد للدهون المتعددة غير المشبعة.

– أوميغا 3 الدهنية:

تعتبر دهون أوميغا 3 نوعًا مهمًا من الدهون المتعددة غير المشـبعة. لا يستطيع الجسـم صـنع هذه ، لذا يجب أن تأتي من الطعام.. تساعد في:

- تقليل الدهون الثلاثية triglycerides الدهون الثلاثية هي نوع من الدهون الموجودة في الدم. عند تناول الطعام ، يحول جسمك أي سعرات حرارية لا يحتاج إلى استخدامها على الفور إلى دهون ثلاثية الجليسريدات. ويتم تخزين الدهون الثلاثية في الخلايا الدهنية.

- تقليل مخاطر الإصابة بعدم انتظام ضربات القلب (عدم انتظام ضربات القلب(

- تقلل من خطر الإصابة بأمراض الشريان التاجي

- خفض مستويات ضغط الدم

تحتوي الأنواع التالية من الأطعمة على أحماض أوميغا 3 الدهنية:

سمك السالمون - سمك مملح – السردين - سمك السلمون المرقط - عين الجمل - بذور الكتان - بذور الشيا - زيت الكانولا .

- أوميغا 6 الدهنية:

قد تساعد أحماض أوميغا 6 الدهنية في:

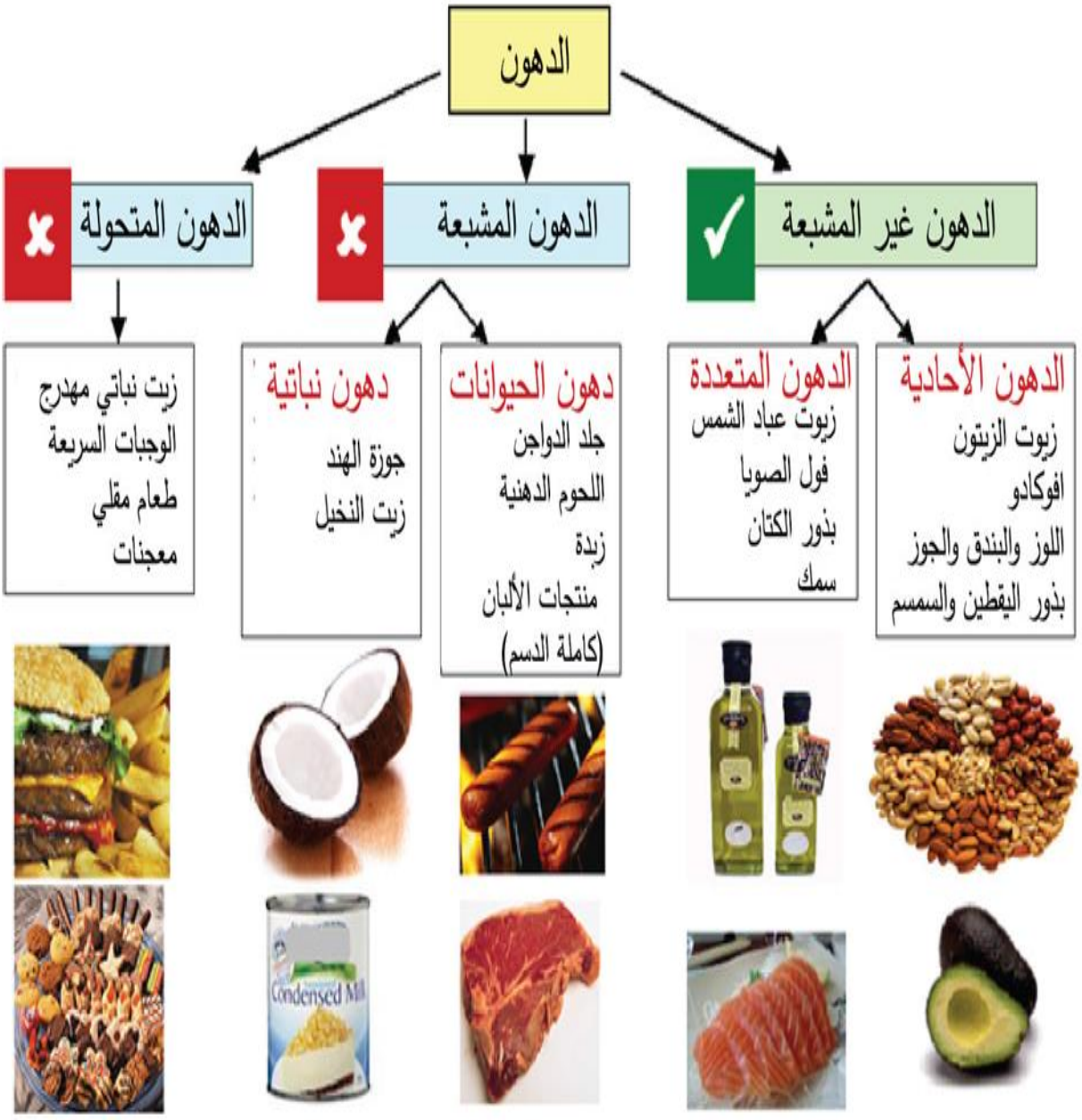
- تحكم في نسبة السكر في الدم

- تقليل من خطر الإصابة بمرض السكري

- خفض ضغط الدم

يمكنك العثور على الدهون المتعددة غير المشبعة في الأطعمة التالية ، والتي تحتوي على أحماض أوميغا 6 الدهنية:

التوفو – فول الصـويا المحمص وزبدة فول الصـويا– جوز(عين الجمل) – البذور (بذور عباد الشـمس ، بذور اليقطين، بذور السمسم) – زيوت نباتية (زيت الذرة ، زيت القرطم ، زيت السمسم ، زيت عباد الشمس) – المارجرين الطري .



المحور السادس: الفيتامينات

1- تعريف الفيتامينات: هي مركبات عضوية ذات صيغ تركيبية مختلفة متواجدة بكميات قليلة في مختلف الأغذية الطبيعية (النباتية والحيوانية) ويجب توافرها في غذاء الإنسان لما لها من فوائد كالحفاظ على معدل النمو الطبيعي.

ونلاحظ أن الاحتياجات للفيتامينات تكون بكميات قليلة لأنها لا تستعمل في وظائف تركيبية أو لإنتاج الطاقة بشكل مباشر لكنها تدخل كمواد منظمة لعمليات حيوية مهمة كالنمو وإنتاج الطاقة

2- أهمية الفيتامينات:

- تستخدم في أغراض الإنتاج والنمو وعندما يفقد الكائن الحي قابليته على تصنيعها يتوجب تزويده بها عن طريق الغذاء اليومي.
- إن معظمها يتحول داخل الجسم إلى مساعدات الانزيمات وعلى الخصوص الفيتامينات الذائبة في الماء حيث تشارك في عمليات التحفيز.
- عن غياب الفيتامينات عن الجسم، فإن هنالك تفاعلات إنزيمية تتباطأ أو تنعدم فيتولد عن ذلك أعراض مرضية.

3-تصنيف الفيتامينات: تصنف الفيتامينات الى صنفين رئيسين هما:

3-1.الفيتامينات الذائبة في الدهون: وهي توجد مصاحبة للدهون الموجودة في الأطعمة الطبيعية، أهم ما يميزها أنها تخزن في الجسم بكميات لا تظهر أعراض نقصها في الغذاء إلا بعد فترة طويلة (عدة أسابيع).

الفيتامينات التي تذوب في الدهون والمذيبات العضوية وتشمل(A-D-E-K)

3-2.الفيتامينات التي تذوب في الماء: وتشمل:

- فيتامين B المركب (B_1 الثيامين – B_2 النياسين – حامض البانتوثنيك – B_6 البيريدوكسين – البيوتين – حامض الفوليك – B_{12})
- فيتامين C حامض الأسكوربيك .

(١) الفيتامينات الذائبة في الماء

فيتامين B وفيتامين C جدول (٦ -١٠)

اسم الفيتامين	الاسم العلمي (الكيميائي)	المصدر	الاحتياج اليومي (ملجرام)	أعراض نقصه الأمراض التي تنشأ من عدم توفره
B_1	الثيامين Thiamin	الخبز (الأرز) اللحوم، الحليب، الخضر	١.٥	مرض البريبري (التهاب الأعصاب وضعفها وعدم انتظام الحركة).
B_2	الرايبوفلافين Riboflavin	الخضر، اللحوم، البيض، الكبد	١.٧	تشقق الجلد والشفتين. التهاب قرنية العين وكثرة الدموع
النياسين	النياسين Niacin	الكبد، الكلى، البقول، البيض	٢٠	مرض البلاجرا (قساوة الجلد).
حامض البانتوثيك	حامض البانتوثيك Pantothenic acid	الخميرة، الكبد، البيض، الحليب	١٠	تعجيل ترسيب كريات الدم الحمراء ومرض داء الثغلبة.
B_6	البيريدوكسين Pyridoxine	الخميرة، مستخلص البيض، الأسماك	٢	اضطرابات الجهاز العصبي المركزي. أمراض جلدية وضعف عام.
البيوتين	البيوتين Biotin	الكبد، مستخلص البيض، الكلية، الحليب	٠.٣	تقشر الجلد، إعياء شديد، فقدان شهية الام عضلات، فقر دم.
حامض الفوليك	حامض الفوليك Folic acid	الخضر، اللحوم، الخميرة، البيض	٥٠	نمو خلايا الدم الحمراء (نوع من أنواع فقر الدم في نخاع العظام).
B_{12}	سيانوكوبال أميني Cyanocobalamine	الكبد، الحليب، اللحوم، الجبن	٠.٠٠٥	فقر الدم الخبيث
فيتامين C	حامض الأسكوربيك Ascorbic acid	الفواكه الحمضية، الطماطم، الخضروات الطازجة	١٠ - ١٥٠٠	مرض الاسقربوط (نزف الدم وتشقق اللثة وتشوه الأسنان)

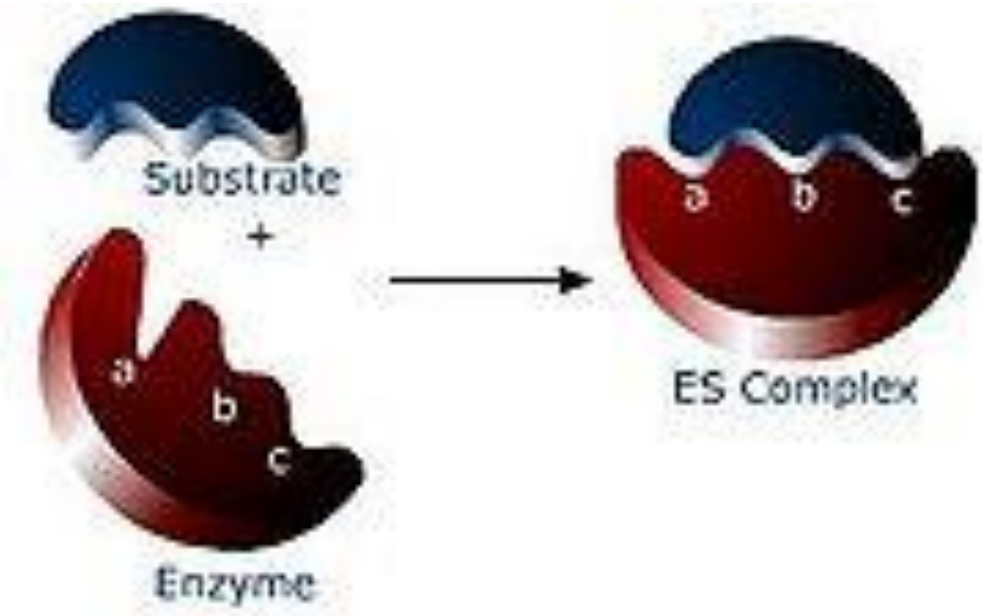
(٢) الفيتامينات الذائبة في الدهون

فيتامين A ، فيتامين E ، فيتامين D، فيتامين K

جدول (٦ -٢٠)

اسم الفيتامين	الاسم العلمي (الكيميائي)	المصدر	الاحتياج اليومي (ملجرام)	أعراض نقصه الأمراض التي تنشأ من عدم توفره
فيتامين A	الريتنول Ritinol	البيض، الكبد، الحليب، الأسماك	٠.٧٥	مرض العمى الليلي كذلك جفاف الجلد والعين
فيتامين E	ألفا -توكوفيرول λ٠ Tocopherol	الذرة، فول الصويا، اللحم، البيض، السمك، الدجاج	١٤	ضمور العضلات العقم عند الحيوانات
فيتامين D	كالسيفرول (D_3) Calciferol	الأسماك، البيض، الزبدة، الكبدة	٠.١	مرض الكساح عند الأطفال انخفاض معدل الكالسيوم والفوسفات في الجسم
فيتامين K	فيلوكوينون (K_1) Phylloquinone	الخضروات الورقية، الكبد، الحبوب، البقول	٠.١	التأخير في تخثر الدم (تخلط الدم) ومرض الرعاف.

ENZYMES



- تحدث في الخلايا الحية أعداد هائلة من التفاعلات الكيميائية تؤدي إلى النمو والتكاثر والحركة. ونتيجة لهذه التفاعلات الكيميائية تتحول المركبات البسيطة إلى عدد كبير من المركبات الحيوية الضرورية لقيام الخلية بوظائفها، ولبناء الخلية، وتزويدها بالطاقة اللازمة للقيام بوظائفها وبناء المركبات المعقدة.
- تمتاز هذه التفاعلات الكيميائية الخلوية بأنها تتم بسرعة مناسبة في ظروف الخلية المعتدلة من حيث درجة الحرارة والحموضة(PH)، كما إنها تتوقف أو تتباطأ عندما تنتفي حاجة الخلية إلى نواتجها.
- تحدث هذه التفاعلات في الخلية بفضل عدد كبير من المحفزات وهي ما تعرف بالإنزيمات.

1- تعريف الانزيمات:

هي عوامل مساعدة حيوية تعمل على تسريع معدلات التفاعلات الكيميائية، وهي ذات تركيب بروتيني عالي الوزن الجزيئي، و كغيرها من البروتينات فإن الإنزيم يتألف من اتحاد عدد كبير من الأحماض الأمينية تكون فيما بينها سلسلة أو أكثر من عديد الببتيد.

- وتوجد الأحماض الأمينية في هذه السلاسل وفق تتابع معين خاص بكل إنزيم مما يؤدي في النهاية إلى تركيب فراغي محدد يمكن الإنزيم من القدرة على تسريع حدوث تفاعل خاص به.
- الإنزيم هي كلمة لاتينية تعني (في الخميرة (in yeast) حيث اكتشفت أولا في عملية تخمر الجلوكوز إلى كحول بواسطة الخميرة.
- تكون شكل ثلاثي الأبعاد(تركيب ثلاثي) للبروتين.
- و تتشابه الإنزيمات في فعلها مع العوامل المساعدة الكيميائية الأخرى. إذ أنها تشارك في التفاعل دون أن تغير من نتيجته، أي أنها تعود في نهاية التفاعل إلى وضعها الأصلي الذي كانت عليه قبل بدء التفاعل مما يمكنها من المشاركة بتفاعل جديد وهذا ما يسمح لكميات قليلة من الأنزيم بالمشاركة لفترة زمنية طويلة في التفاعل، لكنها تمتاز عن العوامل المساعدة الأخرى بكفاءتها العالية.
- كما تمتاز عن العوامل المساعدة الأخرى بالدرجة العالية من التخصص التي تتمتع بها حيال المادة المتفاعلة ونوع التفاعل. فكل إنزيم يختص بمادة متفاعلة واحدة يطلق عليها المادة الهدف Substrate، و قد يختص الإنزيم بمجموعة محددة من المواد المتشابهة في التركيب.

– و الأمثلة على اختلاف الإنزيمات باختلاف المادة الهدف عديدة يذكر منها تميؤ الرابطة الجليكوسيدية أو الرابطة الاسترية أوالرابطة الببتيدية في جزيئات الكربوهيدرات والدهون والبروتين على التوالي.

– في جميع هذه التفاعلات يتم كسر الرابطة بإضافة جزئ من الماء حيث تضاف مجموعة هيدروكسيل OH– إلى احدى الذرتين بينما تضاف ذرة هيدروجين H– إلى الذرة الأخرى. ومع تشابه التفاعلات في الحالات الثلاثة إلا أن الإنزيمات مختلفة باختلاف الهدف.

2- ***مكونات الانزيمات:***

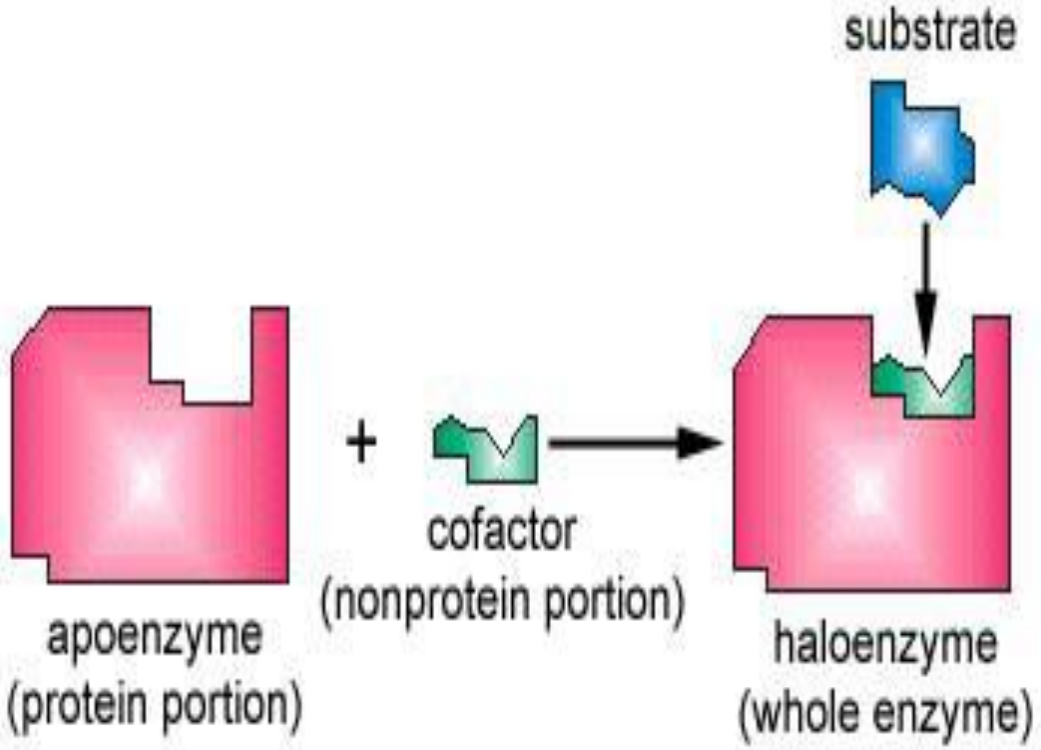
يتكون الأنزيم من واحدة من الأشكال الآتية:

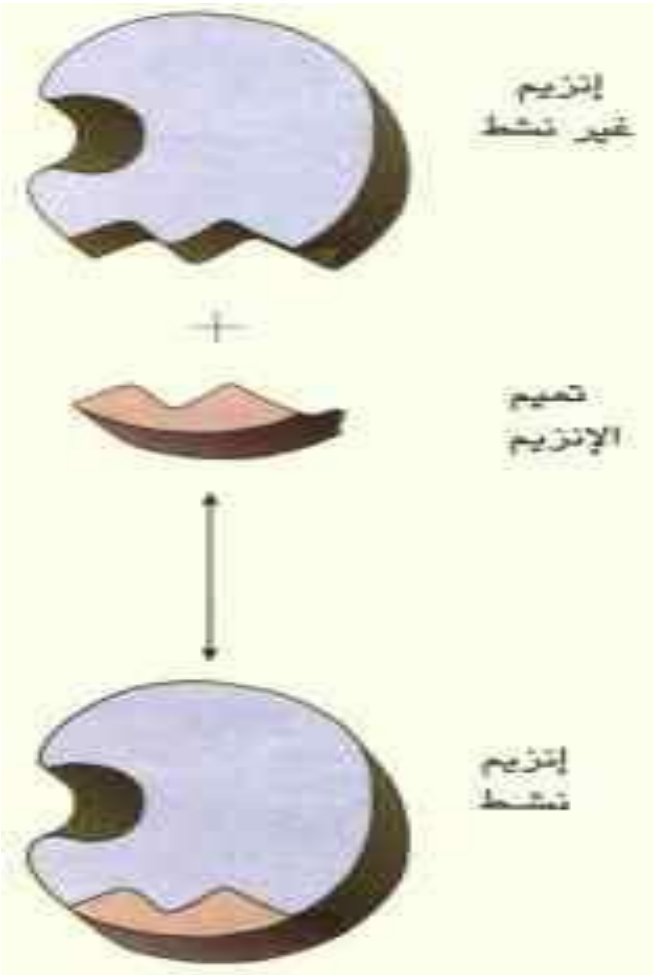
1 – *الإنزيمات التى تتكون من البروتينات البسيطة*: وتتألف من سلسلة واحدة او عدة سلاسل ببتيدية، مثل الإنزيمات المحللة: إنزيم اليوريز وإنزيم الأميليز.

2 – الإنزيمات التي تتكون من شقين: أحدهما بروتيني والآخر غير بروتيني

أ- بعض الأنزيمات تتألف من سلاسل بروتينية ومكونات أخرى يحتاجها الأنزيم لفعاليته وتسمى العوامل المرافقة Cofactor، وأحيانا يكون المرافق الإنزيمي أحد العناصر المعدنية مثل الحديد والزنك والنحاس ويكون مرتبطا ارتباطا وثيقا بالجزء البروتيني من الإنزيم المسمى بالأبوإنزيم Apoenzyme، وإذا نزع من الإنزيم بقي الجزي البروتيني عاجزا عن تسريع التفاعل مثال الحديد في إنزيم الكاتليز.

ب- أو قد تكون بشكل جزيئات عضوية معقدة تسمى مرافقات الأنزيم Coenzyme، مثل الفتامينات (فتامين B) و هي ترتبط بالجزيء البروتيني من الإنزيم وقت التفاعل فقط . مثل Acetyl CoA. تحتاج بعض الأنزيمات أحياناً لكلا النوعين الأيونات الفلزية والجزيئات العضوية المعقدة .


substrate
+
cofactor
(nonprotein portion)
apoenzyme
(protein portion)
haloenzyme
(whole enzyme)

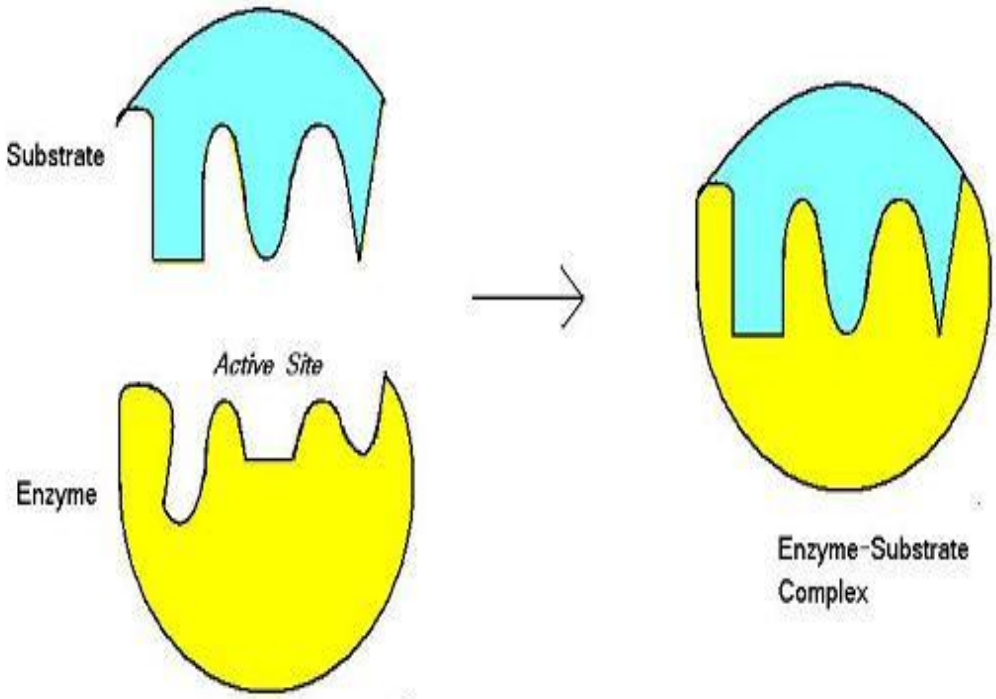

إنزيم
غير نشط
+
تميم
الإنزيم
إنزيم
نشط

تحويل طليعة الإنزيم Proenzyme

- من الإنزيمات ما يصنع أولا في شكل غير نشط يسمى طليعة الإنزيم Proenzyme فإذا دعت الحاجة إلى تنشيط هذا الإنزيم تم ذلك بتغير بسيط في تركيبه، كأن يزال جزء من سلسلة عديد الببتيد المكونة له، فيتحول بذلك إلى إنزيم نشط *Active Enzyme* .
- و من الأمثلة على الإنزيمات التي تتكون في صورة غير نشطة إنزيما الهضم الببسين والتربسين فهما يتكونان أولا على صورة ببسينوجين ، و تربسينوجين ، على التوالي .

الموقع الفعال(المركز النشط)

- هو بناء فراغي محدد.
- ويوجد في كل إنزيم مركز فعال واحد أو أكثر وهو المسئول عن قيام الإنزيم بعمله.
- أمثلة إنزيم يوريز له أربع مراكز فعالة.
- إنزيم التربسين يحتوي على مركز فعال واحد.



Induced-fit Model. - The enzyme active site forms a complementary shape to the substrate after binding.

إضافة مجموعة كيميائية برابطة تساهمية :-

- تتغير فاعلية كثير من الإنزيمات بإضافة مجموعة مثل الفوسفات إلى جزيء الإنزيم وذلك بإنشاء رابطة تساهمية بين هذه المجموعة وحامض أميني محدد في الإنزيم مثل السيرين، ويؤدي هذا إلى زيادة أو نقص في فاعلية الإنزيم حسب نوع ذلك الإنزيم.
- ومن الأمثلة على هذه الطريقة إضافة مجموعة الفوسفات إلى إنزيم جليكوجين فوسفوريليز Gelycogens phosphorylase الذي يعمل على تحطيم جزيء الجليكوجين إلى جزيئات جلوكوز، فينشط هذا الإنزيم عندما تضاف إليها مجموعة فوسفات من إنزيم آخر.
- وبالعكس تضعف فاعلية الإنزيم المصنع للجليكوجين Glycogen Synthrtase بإضافة مجموعة الفوسفات.

- ***المنشطات Activators***

- تحتوي معظم الإنزيمات على موقع نشط واحد في كل جزيء، إلا أن هناك مجموعة من الإنزيمات تحتوي على أكثر من موقع نشط و تسمى هذه الإنزيمات بالإنزيمات ذات الموقع الآخر أو الإنزيمات الألوسترية. Allosteric Enzymes
- و يرتبط على أحد المواقع النشطة جزيء من المادة الهدف بينما يرتبط على الموقع الآخر مركب كيميائي معين برابطة ضعيفة غير تساهمية ، و يؤدي ارتباط تلك المركبات الكيميائية إلى تغير في نشاط الإنزيم زيادة أو نقصانا، وهي لذلك تسمى معدلات Modifiers. والتي تزيد من نشاط الإنزيم نتيجة ارتباطها على الموقع الآخر.

الانزيمات المتماثلة *Isoenzymes*

هي الإنزيمات التي توجد بأشكال مختلفة ولها نفس الفاعلية الحفزية ونفس التخصص على مادة التفاعل(الهدف) تختلف فيما بينها في خصائصها الكيميائية والفيزيائية والمناعية، يتم فصلها تحت تأثير التيار الكهربائي في المحلول electrophoresis ومن الأمثلة على ذلك إنزيم لاكتات ديهيدروجينيزLDHالذي وجد منه خمسة أشكال في مصل دم الإنسان. الإنزيمات المتماثلة ضرورية لتنظيم العمليات الحيوية وكذلك في تكون الأنسجة، ولها دور كبير في المجال الطبي للكشف عن الأمراض.

ميكانيكية الفعل الانزيمي:

الخطوة الأولى: في أي تفاعل إنزيمي يرتبط الإنزيم (E) مع المادة الهدف (S) مكونا معقد يسمى الإنزيم والهدف(ES)

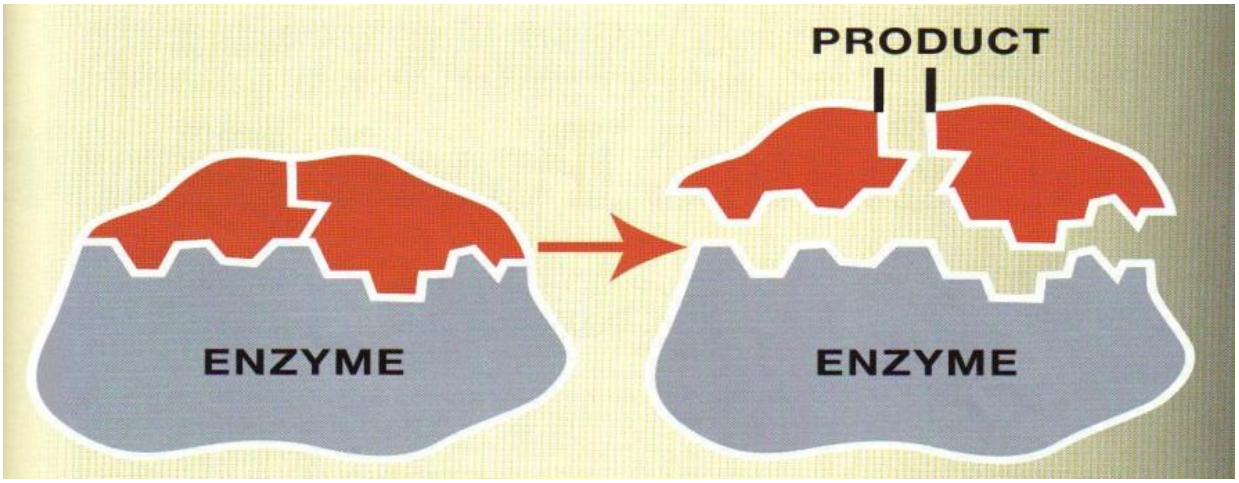
$$E + S \longrightarrow ES$$

و يتم هذا الارتباط على موقع معين في تركيب الإنزيم يسمى الموقع النشط أو الفعال Active site

ويتم الارتباط بين الهدف والإنزيم بمشاركة مجموعة من القوى الضعيفة مثل الروابط الهيدروجينية والأيونية.

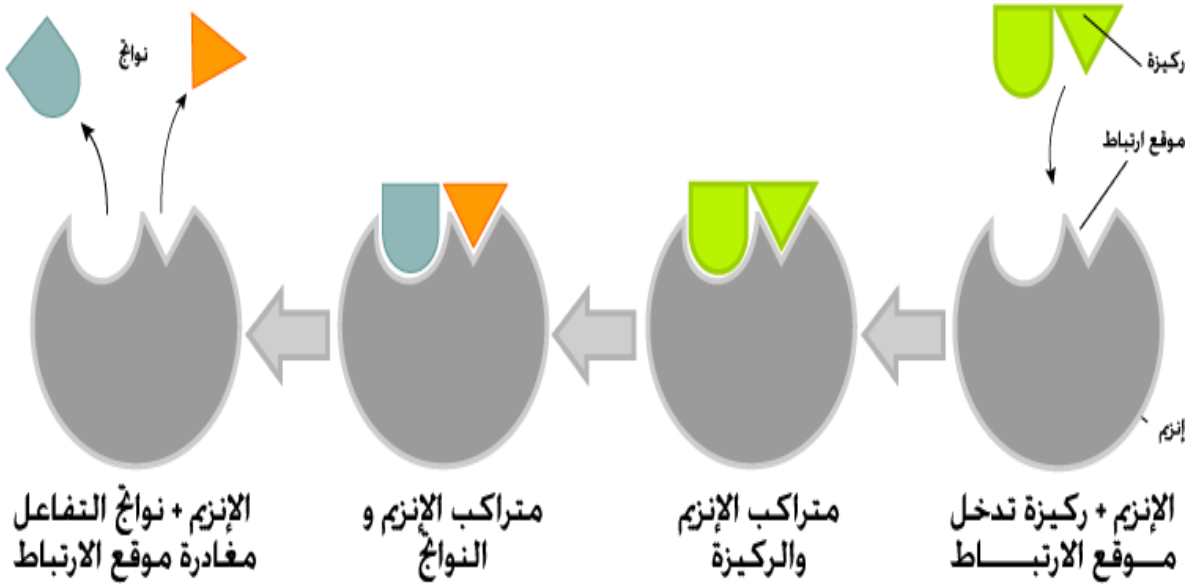
الخطوة الثانية: يتحلل المعقد ويكون نواتج التفاعل ويتحرر الإنزيم.

$$\mathbf{ES} \longrightarrow \mathbf{E + P}$$

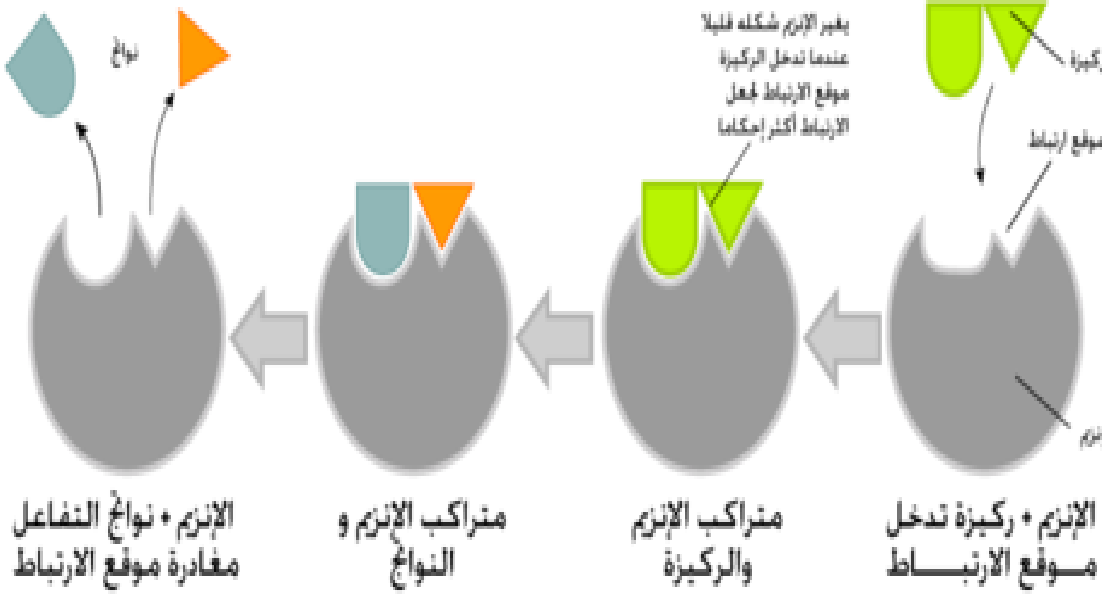


الفرضيات:

أولا: فرضية القفل والمفتاح: وضعت هذه الفرضية من قبل اميل فيشر لتفسير اصطفائية الأنزيمات حيث افترض ان موقع الارتباط في الأنزيم يشابه دور القفل الذي لا يفتحه إلا مفتاح مخصص له ينطبق شكله على متطلبات هذا القفل ، وهذا ما يؤدي إلى ان جزيئات معينة فقط تستطيع الارتباط بالإنزيم في موقع ارتباطه التفاعلي لتخضع للتفاعلات التي ينجزها الأنزيم.



ثانيا: فرضية التلاءم المحرض: اقترح كوشلاند فرضية معدلة عن فرضية القفل و المفتاح آخذا بعين الاعتبار حركية الجزيئات البروتينية ، حيث افترض أن السلاسل الببتيدية في موقع الارتباط تستطيع أن تغير مواقعها لتلاءم ارتباط بعض الأهداف، كما إن هذه السلاسل الببتيدية تأخذ في شكلها الجديد وضعية تسهل عملها التحفيزي مما يؤدي إلى إنجاز التفاعل الكيميائي المطلوب .



العوامل المؤثرة على سرعة التفاعلات الإنزيمية

1- درجة الحرارة: الإنزيمات حساسة لدرجة الحرارة فعند درجة الصفر يقف عمل الإنزيم تماما ويمكن أن يستعيد نشاطه مرة أخرى تدريجيا برفع درجة الحرارة. ويصل نشاط الإنزيم إلى ذروته عند درجة الحرارة تتراوح بين 37-40 (درجة حرارة الجسم) وينخفض نشاط برفع درجة الحرارة. كما ينخفض نشاط الإنزيم بالتسخين حيث يفقد فاعليته تماما عند درجة الغليان وذلك لتغير طبيعة الإنزيم.

2- تأثير مستوى حموضة الوسط PH: لكل إنزيم درجة حموضة PH مناسبة يكون نشاطه عندها أكبر ما يمكن ويقل نشاطه إذا تغير درجة PH ارتفاعا أو انخفاضا وذلك لما يطرأ على الإنزيم من تغير وذلك لتغيير شحنة الأحماض الامينية المكونة لسلسلة البروتين والتي تشارك في ربط المواد المتفاعلة بمركز نشاط الإنزيم.

3- تأثير تركيز مادة التفاعل على سرعة التفاعل: تزيد سرعة التفاعل طرديا بزيادة تركيز المواد المتفاعلة حتى تصل إلى سرعة معينة لا تزيد بعدها سرعة التفاعل مهما زاد تركيز المواد المتفاعلة وتسمى هذه السرعة بالسرعة القصوى.

4- تأثير تركيز الإنزيم على سرعة التفاعل: هناك علاقة طردية بين سرعة التفاعل وزيادة تركيز الإنزيم بوجود زيادة من المادة المتفاعلة فإن زيادة نسبة الإنزيم يزيد من سرعة التفاعل، وذلك بشكل مطلق طالما وجدت مادة التفاعل.

5- تأثير وجود المثبطات: يقصد بالمثبطات مركبات يترتب على وجودها انخفاض في نشاط الإنزيم وفي بعض الأحيان توقف نشاط الإنزيم كلية. وتنقسم قسمين:

أولا: النوع الأول له تأثير مؤقت على النشاط الإنزيمي حيث يستعيد الإنزيم نشاطه بعد زوال المثبط

ثانيا: مثبطات لها تأثير دائم على الإنزيم فلا يستعيد الإنزيم نشاطه بزوال تأثير المثبط.

أنواع المثبطات:

1- المواد المثبطة بالتنافس: وفيه يكون المثبط له تركيب مشابه للمادة التي يؤثر عليها الإنزيم، وحيث أن الإنزيم يرتبط بالمادة المتفاعلة مكونا مركبا وسيطا ثم ينفصل معطيا الإنزيم ونواتج التحلل فإن المادة المثبطة تتحد مع الإنزيم لتماثلها مع المواد المتفاعلة وتظل عالقة لا تنفصل عنه فتوقف نشاطه. ويمكن الإقلال من تأثير هذا النوع من المثبطات بزيادة تركيز مادة التفاعل المستهدفة.

2- التثبيط اللاتنافسي: هي مثبطات ترتبط بالإنزيم في مواقع غير تلك التي ترتبط بها المواد المتفاعلة (المراكز النشطة) وتسمى بالمثبطات الغير تنافسية حيث أنها لا تنافس مادة التفاعل ولا تؤثر على ارتباطها بالانزيم ولكن تؤثر على التركيب الثلاثي الفراغي للإنزيم وبالتالي تعطل قدرته وكفاءة المراكز النشطة، ولا يمكن إزاحة هذا النوع من المثبطات بزيادة تركيز مادة التفاعل ويتوقف درجة التثبيط على تركيز المثبط فقط.

3- التثبيط عن طريق الناتج الأخير: ويحدث عندما يكون للناتج الخير القدرة على تثبيط الخطوة الأولى وهي ارتباط المادة المتفاعلة مع الإنزيم وبالتالي تثبط كل الخطوات التالية ويثبط التفاعل.

تصنيف الإنزيمات وتسميتها:

عندما عرفت الإنزيمات أعطيت أسماء بسيطة مشتقة من طبيعة عملها أو مكان وجودها، مثل إنزيم الببسين الهاضم للبروتين

ثم اشتق اسم الإنزيم من مادة التفاعل(الهدف) مع إضافة (آز) (ase)

- مثل انزيم الليبيز(lipase) الذي يعمل على الليبيدات(lipid)
- إنزيم اليوريز الذي يفكك اليوريا إلى امونيا وثاني لأكسيد الكربون

وبسبب اكتشاف المزيد من الإنزيمات ووجود أكثر من إنزيم للهدف الواحد تم وضع الاتحاد الدولي للكيمياء الحيوية نظام خاص للتسمية حيث يعطى لكل إنزيم اسم خاص مؤلف من اسم الهدف ونوع التفاعل مع اضافة المقطع (آز)

وقسمت بموجب هذا النظام إلى ستة أنواع رئيسية :-

1-إنزيمات الأكسدة والاختزال Oxidoreductases: وهي تقوم بنقل الإلكترونات من مادة الهدف إلى أخر فتؤكسد الأولى وتختزل الثانية: مثل Oxidases وDehydrogenases.

2- إنزيمات النقل Transferases: وتشمل جميع الإنزيمات التي تعمل على نقل مجموعة كيميائية من هدف إلى آخر، مثل الإنزيمات التي تنقل مجموعة الفوسفات من ATP إلى الجلوكوز.

3- إنزيمات التحلل المائي Hydrolases: وهي تقوم بتحطيم بعض الروابط بإضافة الماء، ومنها الإنزيمات التي تعمل على تميؤ أو تحلل الروابط الجلايكوسيدية والإسترية والببتيدية، مثل إنزيم . Amylase و Sucrase

4- إنزيمات الفصل أو الحذف Layases: تعمل على نزع مجموعة كيميائية من المادة الهدف دون إضافة الماء، حيث يحل محل ذرات المجموعة المنزوعة رابطة مزدوجة، مثل فصل مجموعة الأمين في صورة أمونيا.

5- إنزيمات التشكل Isomerases: وتشمل جميع الإنزيمات التي تعمل على تحويل المادة الهدف إلى متشكل آخر. مثل تحول الجلوكوز-6- فوسفات إلى فركتوز-6- فوسفات بواسطة إنزيم فوسفوهيكسوزايزومريز phosphohexose isomerase

6-إنزيمات الارتباط Ligases: وتشمل جميع الإنزيمات التي تعمل على إنشاء رابطة جديدة من مركبين مختلفين، وتعتمد في ذلك على الطاقة المختزنة في جزيء أدينوسين ثلاثي الفوسفات ATP ، مثل إنزيم RNA ligase الذي يعمل في بناء البروتين في الخلية.

المحور الثامن: الهرمونات Hormones

1- ما هي الهورمونات:

الهرمونات عبارة عن إفرازات باطنية تفرزها الغدد الصماء تتم مباشرة الى مجرى الدم دون الاستعانة بقنوات، وتفرز أعضاء اخرى في الجسم مثل الكبد والكليتين هورمونات، لكن معظم الهورمونات مصدرها الغدد .

يمكن تعريف الهرمون بأنه مادة كيميائية يتم إنتاجها وتخزينها داخل خلايا غدة لا قنوية، وينطلق هذا الهرمون إلى الدم بمجرد وصول إشارة فسيولوجية physiological signal، والتي قد تنتج من تغير تركيز بعض محتويات الدم (مثل الكالسيوم أو الجلوكوز) أو من وصول إشارة عصبية neural signal. وعن طريق مجرى الدم ينتقل الهرمون إلى العضو المستهدف.

مهمة الهورمونات تنظيم النشاطات الداخلية في الجسم، مثل النمو والتغذية وتخزين المواد الغذائية واستعمالها وعمليات التناسل، فإذا أفرزت الغدد المزيد أو القليل من الهورمونات فإن مظهر الشخص يمكن أن يكون غير طبيعي .

2- الغدد الرئيسية في الجسم: هي... الغدة الدرقية في العنق وتفرز هرمونا يساعد على النمو، والغدة النخامية وهي غدة صغيرة صماء بيضاوية الشكل وتقع في قاعدة الدماغ تفرز هورمونين يساعدان على ضبط مستويات الماء والدهون وضغطنا الدموي، والطريقة التي ننظم بها الحرارة في أجسامنا .

هناك غدتان مهمتان تقعان في الطرف الأعلى لكل من الكليتين إحداهما تفرز هورمون الأدرينالين وهو يتعلق بالضغط الدموي وردود الفعل على الانفعال والطوارئ .

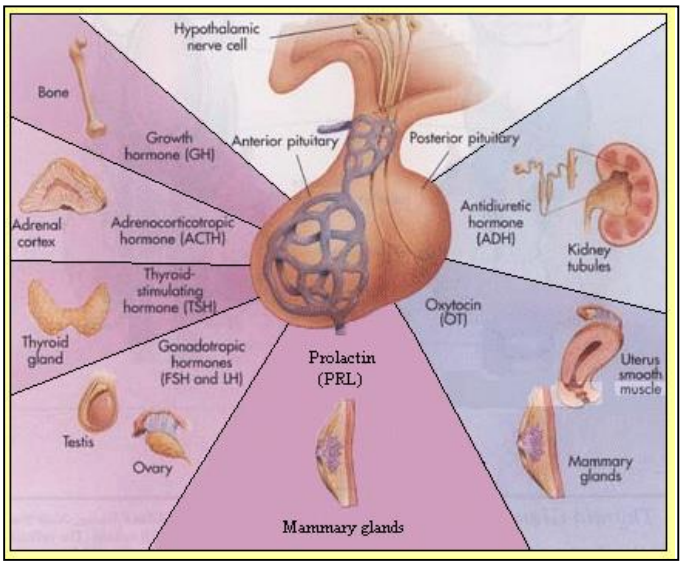
وهناك غدد في الجسم تفرز هورمونات لها صله بما يجعلنا نتصرف كذكور أو كإناث، إذن فالهورمونات تعتبر مسؤولة الى درجة كبيرة عنا وعن صحتنا.

3-الغدد الصماء Endocrine glands

يقوم جهاز الغدد الصماء (بالإضافة للجهاز العصبي) بالتحكم في وظائف الجسم وهي غدد لاقنوية ductless تفرز مواد كيميائية تسمى هرمونات hormones تتجه إلى الدم مباشرة، ومن هنا تسمى الغدد ذات الإفراز الداخلي، ولابد من إنتاج هذه الهرمونات بالكميات المطلوبة لكي تؤدي وظائفها على أحسن وجه. أما إذا زاد إفراز الهرمون عن حاجة الجسم أو نقص فهذا سوف يؤدي إلى اختلال في الوظيفة مما قد يسبب أعراضا مرضية تختلف من هرمون إلى آخر.

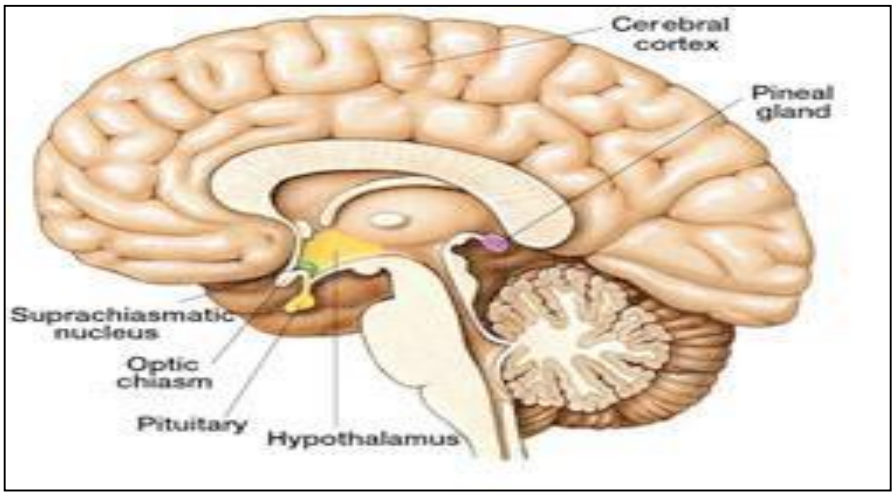
4–الغدد الصماء في الفقاريات هي:

1- الغدة النخامية pituitary gland



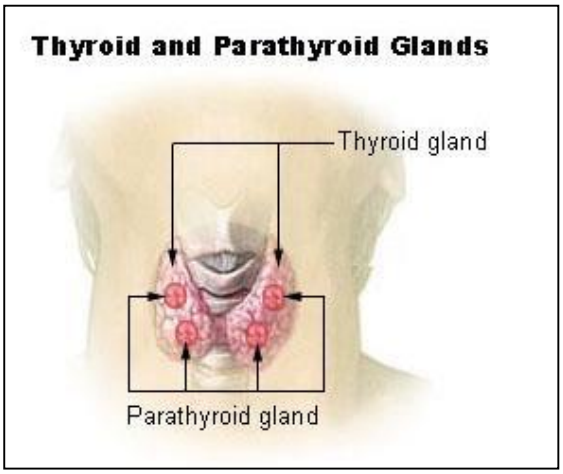
2- تحت المهاد hypothalamus

3- الغدة الصنوبرية pineal gland



4- الغدة الدرقية thyroid gland

5- الغدة الجاردرقية parathyroid glands

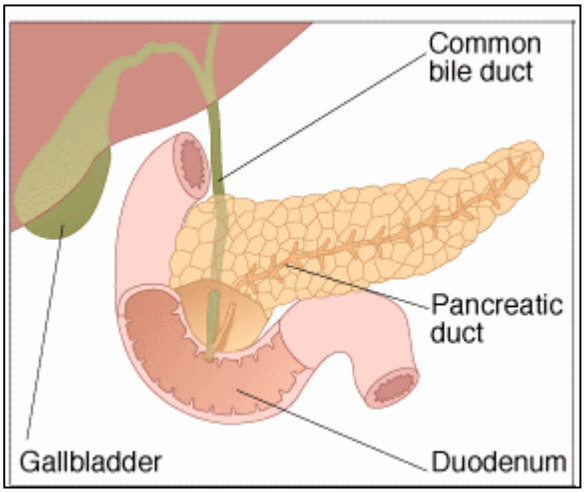


6- غدة الكظر (فوق الكلوية) adrenal (suprarenal)

7- المناسل gonads (المبيض ovary في الأنثى والخصية testis في الذكر)

8- المشيمة (خلال فترة الحمل) (ويعتبر غدة صماء حيث يقوم بإفراز ثلاث هرمونات وأيضا يعتبر غدة قنوية لأنه يقوم بإفراز العصارة البنكرياسية)

9- البنكرياس pancreas (ويعتبر غدة صماء حيث يقوم بإفراز ثلاث هرمونات وأيضا يعتبر غدة قنوية لأنه يقوم بإفراز العصارة البنكرياسية)



10- مخاطية المعدة والأمعاء gastrointestinal mucosa

11- الكليتان kidneys

6- ويمكن تقسيم الهرمونات طبقا لتركيبها الكيميائي إلى ثلاث مجموعات:

1- هرمونات ببتيدية أو بروتينية التركيب peptide or protein hormones

2- هرمونات ستيرودية steroid hormones

3- هرمونات مشتقة من الأحماض الأمينية amino acid-related hormones

وتجدر الإشارة إلى أن هناك هرمونين يفرزان من مناطق عديدة في الجسم وهما البروستاجلاندين prostaglandin واللبتين leptin.

(أ) **البروستاجلاندين prostaglandin**

البروستاجلاندينات prostaglandins تفرز بكميات قليلة من معظم أنسجة الجسم وتعتبر من الهرمونات التي تؤثر في مكان إفرازها local hormones، ولو أن بعضها يمكن أن ينطلق من مكان الإفراز إلى الدورة الدموية، وهي عبارة عن ليبيدات تكونت من الأحماض الدهنية. والبروستاجلاندينات لها وظائف عديدة منها التحكم في إفراز بعض الهرمونات الأخرى، كما أن لها علاقة بعملية تجلط الدم blood clotting وأيضا بعض الوظائف المرتبطة بالتكاثر reproductive function. ومن تأثيراتها العديدة في الجسم أيضا دورها في استجابة الأنسجة للإصابات tissue injuries. ومن المعروف أن تأثير العقاقير المضادة للالتهابات anti-inflammatory drugs. مثل الأسبرين aspirin يكون من خلال مقدرتها على تثبيط تصنيع البروستاجلاندينات.

(ب) **اللبتين Leptin**

اللبتين هرمون يفرز في الدم بواسطة خلايا الأنسجة ا لدهنية ويفترض حاليا أن هرمون اللبتين له علاقة بالسمنة أو البدانة obesity، حيث يؤثر على مستقبلات خاصة في الدماغ لها علاقة بالشهية، وأيضا من خلال تأثيره على أيض المواد الدهنية في جسم الكائن، ومن ثم فهو يقوم بتنظيم وزن الجسم من خلال تنظيم وزن الأنسجة الدهنية.

هـرمونـات البنـاء والريـاضـة:

إن تناول الهرمونات أثناء التدريب يؤدي لا محالة إلى اعتماد جسم الرياضي عليها ، ولتفسير هذه الظاهرة لابد من معرفة آلية إفراز الهرمونات وتأثيراتها في الجسم الطبيعي ،حتى يعي الأشخاص الذين يستعملون المنشطات المخاطر التي يتعرضون لها من جراء إساءة استخدامهم للدواء .

فأخذ الهرمونات سوف يسبب اضطراب وظائف فسيولوجية متعددة في الجسم وخاصة الغدد ذات الوظائف المختلفة التي تفرز الهرمونات في الحالة الطبيعية وفق نظام دقيق .

و أخذ الهرمونات من مصدر خارجي لمدة طويلة دون رقابة طبية سوف يؤدي لامحالة إلى خلل عمل هذه الغدد، بالإضافة إلى ذلك فإن التمارين والتدريبات لها تأثير على هذه الغدد حيث إن زيادة إفراز بعض الغدد للهرمونات يعد تجاوباً طبيعياً للجهد والتدريب .

استجابة الغدد للتمارين الرياضية :-

في الحالة الطبيعية وخلال التدريب والجهد البدني يلاحظ زيادة في إفراز الغدة النخاعية التي تعتبر المنظم الرئيسي لإفراز الغدد الأخرى فيزداد إفراز الهرمون المنبه لإفراز الغدة الكظرية فوق الكلية(ACTH)هرمون النمو و(GH) والبرولاكتين (Prolactin (وينتج عن هذا زيادة إفراز الكورتيزول (Cortisol) من الغدة الكظرية ويزداد مستوي الإفدرين والنورافدرين في البلازما نتيجة

زيادة فعالية التأثير السمباتوي (system Sympatho adrenal) وهذه التبدلات في الهرمونات تؤدي إلى زيادة عملية التمثيل الغذائي للجلوكوجين والدهون الثلاثية داخل العضلات.

كما يلاحظ أن الجهد البدني يزيد محتوى الإفدرين في الغدة الكظرية (Adrenal gland) وهذا ما يحدث غالباً أثناء المنافسات الرياضية،كما نجد أن خلايا بيتا (B- cells) في البنكرياس تتأثر بالجهد والتدريب . حيث يقل إفراز الأنسولين ويحدث بالتالي ارتفاعاً في سكر الدم، وهذا يعني أن الجسم يحتاج أثناء التمارين الرياضية الجسمانية إلى مقادير أقل من الأنسولين لضبط سكر الدم.

أي أن التمارين الرياضية المنتظمة تؤدي إلى تكيف الجسم وتقلل حاجته إلى الأنسولين أو بعبارة أخرى أنها تخفف العمل المطلوب من خلايا بيتا القيام به لإفراز الأنسولين وبالتالي تقل نسبة التعرض للإصابة بداء السكر .

وزيادة الفعالية العصبية السمباتي Sympathetic Nervous System)) سوف يؤدي إلى تأثيرات مهمة على القلب والأوعية الدموية وعلى مركز تنظيم الحرارة أثناء أداء التمارين والجهد العضلي . وباختصار يمكن القول : إن إفرازات الهرمونات يزداد بالإضافة إلى أن هذه التبدلات تتوافق معها تبدلات في الدورة الدموية والتنفسية . واستمرار التمارين سيؤدي أيضا إلى زيادة في التنبيه العصبي السمباتي مع زيادة في الإنتاج القلبي وزيادة الدورة التنفسية . وإيقاف التمارين سيؤدي إلى تراجع هذه المظاهر والعودة إلى الحالة التي كان عليها الجسم قبل الانخراط في التمارين وكل ذلك يدلل على وجود ترابط وتوافق منتظم بصورة مباشرة بين المركز العصبي الحركي وتغير إفراز الهرمونات من الغدد .

7- هرمونات البناء والمنشطات:

إن استخدام الهرمونات الستيروئيدية الأندروجينية (Androgenic Anabolic Steroids) يسبب تأثيرات مختلفة على الغدد ولمعرفة طبيعة هذه التغييرات علينا أن ندرك أن التغييرات الناتجة تعتمد على عوامل متعددة من بينها تركيب السيتروئيد أو مجموعة السيتروئيدات المعطاة وطريقة تناولها ، ومقدار الجرعة المستعملة ومدة الاستعمال .

فكما نعلم أن بعض الرياضيين يلجأون إليها لتحسين المظهر العام لأجسامهم. وتعاطي الهرمونات قد يتم بطريقة غير طبية أي بدون وصفة طبية ، وقد يحقنها الرياضي لنفسه، وهذا الاستعمال الخاطئ للهرمونات يتم بأخذ هرمون الذكور(Testosterone) أو هرمونات البناء (Anabolic steroids) الأخرى وبمقادير كبيرة ، كما تظهر ذلك الدراسات التي تمت في هذا المجال.

وعليه سوف نتعرض أولاً لتأثيرات هذه الهرمونات على الغدد المختلفة خاصةً تأثيرها المباشر على آلية عمل هذه الغدد وإفرازها وثانياً إمكانية تأثير هذه الهرمونات على الكبد ووظائفه التركيبية .

8- تأثير هرمونات الذكورة (البناء) .

من المعروف أن الرياضيين الذين يلجأ ون إلى هذا الأسلوب من المنشطات لا يستخدمون مقادير علاجية بل يتعاطون مقادير تزيد أضعافاً مضاعفة حتى يحقق لديهم بسرعة الغاية التي يرغبون في تحقيقها من وراء إساءة استخدام هذه الهرمونات؛ ولعل السبب لاستخدام هذه المقادير الكبيرة من هرمونات البناء من قبل الرياضيين المحترفين خاصة خلال فترة الإعداد والتدريب يمكن في الاستفادة منها في زيادة بناء العضلات وتسريع تكوينها والحقيقة التي قد تغيب عنهم هي أنه لو أستهلك الرياضيون هرمونات البناء الأندر وجينية ولم يتدربوا لفترة طالت أم قصرت سنجد أن النتيجة هي عدم الفائدة منها مطلقاً ، سواء في بناء العضلات أو تحسين وزن الجسم إذا لم يتحقق لديهم تلك الغاية بالتدريب

وأداء التمارين .

فهرمونات البناء إذاً لا تسرع في بناء الأجسام الرياضية خاصة في المرحلة الأولى من بداية التدريب ، وما يلاحظه هؤلاء من تحسن يكون ناتجاً عن التدريب نفسه في هذه المرحلة وليس من التأثير المباشر لتلك الهرمونات.

9- أسباب إساءة استخدام الهرمونات:

هناك عدة أسباب تدفع الرياضيين إلى اللجوء لهذا الأسلوب تنحصر في ما يلي :

1- الضغوط التي تقع عليهم للفوز .

2- الإجهاد والإفراط في التدريب .

3- كثرة المشاركات الرياضية قد تكون وراء اندفاعهم وراء الهرمونات، وذلك بتشجيع من مدربيهم أحياناً .

4- قد يعتقد بعضهم أن اكتشاف تعاطي هذه الهرمونات بالتحليل أمر صعب وخاصة إنهم يتناولون المنشطات أثناء التدريب وبعيداً من فاعلية المنافسات وكذلك نجد أن نتائج التحليل الإيجابية لا تعبر تعبيراً صحيحاً عن هذه المشكلة . لأن أخذ عينات التحاليل من الرياضيين في كثير من الدول لا يتم خلال فترات التدريب التي يكثر خلالها استعمال المنشطات.

5- عدم إدراك مخاطرها.

10- وأكثر الهرمونات المستخدمة التي يساء تعاطيها هي :

الميتاندينون Methandienone) ،النادرولون (Nandrolone)، الستانوزولول (Stanozolol)، التستوستيرون (Testosterone)

خلاصة القول :أن كمية الهرمونات التي يتناولها الرياضيون من هرمونات البناء كبيرة وتزيد بقدر كبير جداً عن المقادير الدوائية المتعارف عليها طبياً . وإن المخالفين للتعليمات الطبية والرياضية يتناولون مجموعة متنوعة من الهرمونات المنشطة لفترة قد لا تقل عن ثلاثة أشهر سنوياً.

وإن هذا الاستعمال المحظور وبدون رقابه طبية للهرمونات البناء سيؤدي مع التدريب إلى ما يلي :

1- زيادة الوزن ونقص الشحوم أو الدهنيات في الجسم .

2- نقص هرمون LH وFSH ويزداد النقص مع زيادة مدة تناول هرمونات البناء .

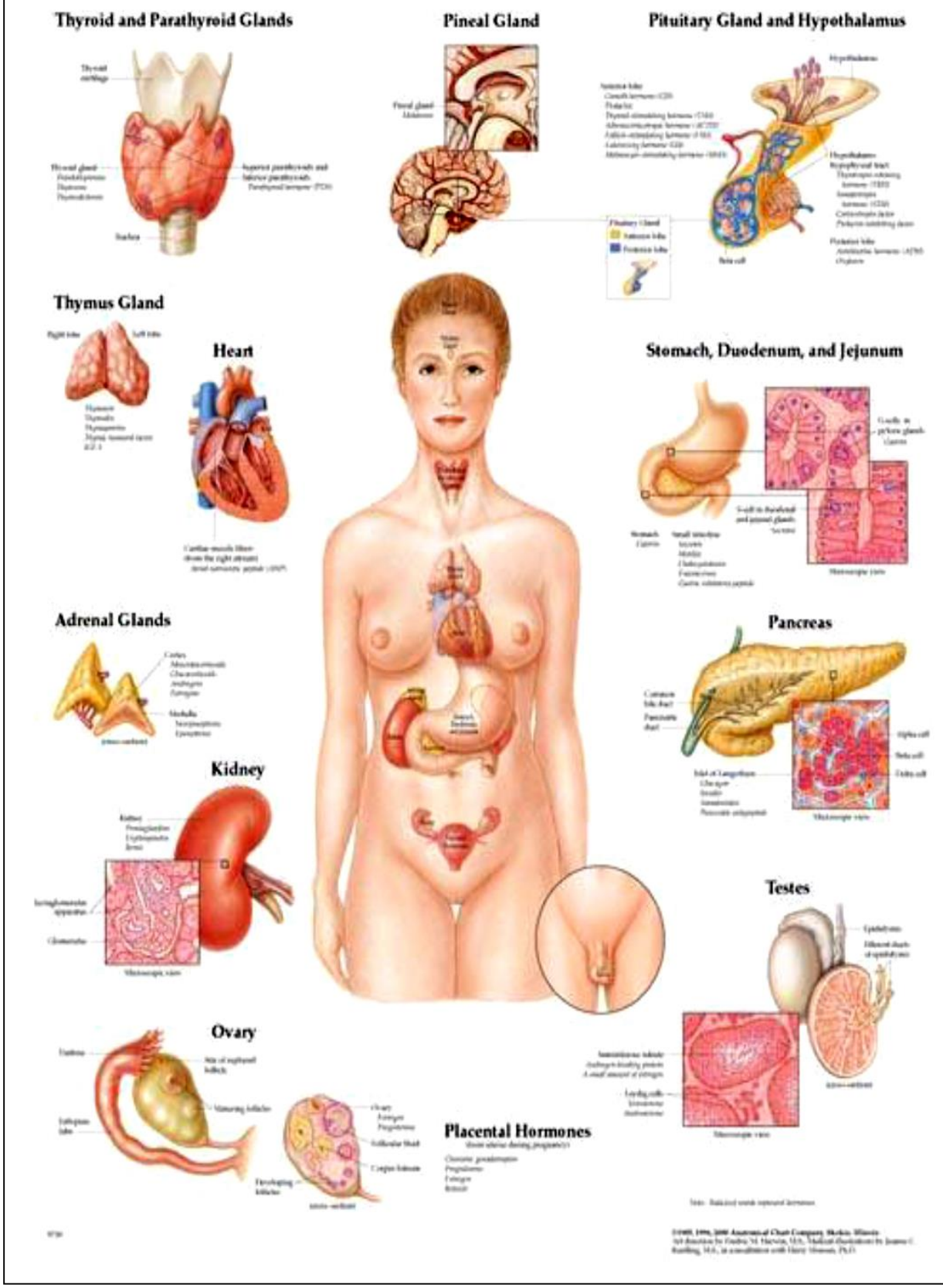
3- نقص عدد الحيوانات المنوية وحجم الخصية ونقص تكوين هرمون التستوستيرون .

4- نقص تركيز البروتينات الناقلة لهرمونات الغدة الدرقية في المصل وهي :

5- SHBG و، TBG (binding globulin Thyroxin (نتيجة لنقص تكوينهما في الكبد. ويعود ذلك إلى نقص تركيز هذه الهرمونات الحيوية T3 و T4 و TSH. ونقص تركيز التيروكسين الحر في المصل Free Thyroxin .

6- إن الاستعمال – لفترة طويلة لهرمونات البناء – سوف يؤدي أيضاً إلى اضطراب الدهنيات في الدم خاصة الدهنيات البروتينية Lipoprotein حيث يزداد تركيز الدهنيات غير الحميدة LDL وهذا يزيد من خطورة حدوث تصلب شرايين القلب .

THE ENDOCRINE SYSTEM



المحور التاسع: الاحماض النووية Nucleic Acid

تمهيد :

أحماض النيو كليك أو الأحماض النووية هي عبارة عن جزيئات جسيمة توجد في جميع الخلايا الحية في صورة طليقة أو متحدة مع البروتين ، وبدأ علماء (الكيمياء الحيوية) أبحاثهم على الأحماض النووية منذ حوالي مائة عام مضت حين إستطاعوا فصلها من أنوية الخلايا فالأحماض النووية توجد في كل الخلايا الحية حيث أنها ليست فقط مسؤولة عن حمل وانتقال التعليمات الجينية (الصفات الوراثية) ولكنها تتحكم أيضاً في ترجمة هذه التعليمات عند تكوين البروتينات المختلفة بالخلايا وذلك بتحكمها في ترتيب وتتابع الأحماض الأمينية لكل بروتين يتكون بكل خلية والأحماض النووية لها وزن جزيئيي مرتفع وهي عبارة عن نيوكلتيدات (بولي نيوكلتيدات) وحداتها البنائية هي النيوكلتيدات.

وكانت الدراسات الكيميائية في بادئ الأمر تجري على أحماض النيوكليك من مصدرين : أحدهما الخميرة، ووجد أنها تحتوي على سكر ريبوز ولذلك سميت بأحماض الريبو نيوكليك (RNA) والثاني من الغدة التيموسية بالعجول ووجد أنها تحتوي على سكر دي – أوكسي – ريبوز ، ولذلك سميت بأحماض الدي – أوكسي – ريبونيوكليك (DNA) مما أدى إلى الإعتقاد لبعض الوقت بأن الحمض الأول خاص بالنباتات والثاني خاص بالحيوانات ، ثم اتضح أن (DNA) موجود بالنواة وأن(RNA) موجود في السيتوبلازم. ونتيجة للدراسات الحديثة بطرق التحليل المحسنة أمكن العثور على كميات صغيرة من (DNA) في السبحيات والبلاستيدات الخضراء كما أمكن التعرف على (RNA) في النواة متصلاً بالنوية.

وعند معاملة حمض النيوكليك المستخلص من الخميرة بمحلول عياري من الصودا الكاوية يتحلل مائياً إلى مركبات يطلق عليها (نيوكلتيدات) وبمعاملة هذه الأخيرة بحمض هيدروكلوريك تتحلل مائياً إلى مكوناتها الثلاث الرئيسية وهي : قاعدة نيتروجينية – وسكر خماسي – وحمض فسفوريك .

1- أنواع الأحمـاض النووية:

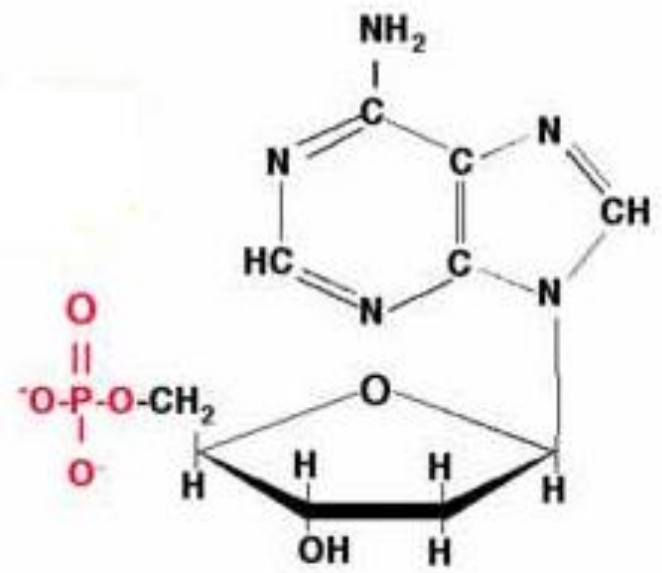
يوجد نوعين من الأحماض النووية كما تقدم..هما:

أ/ الحمض الرايبونيوكلتيدي Ribonucleic Acid (RNA)

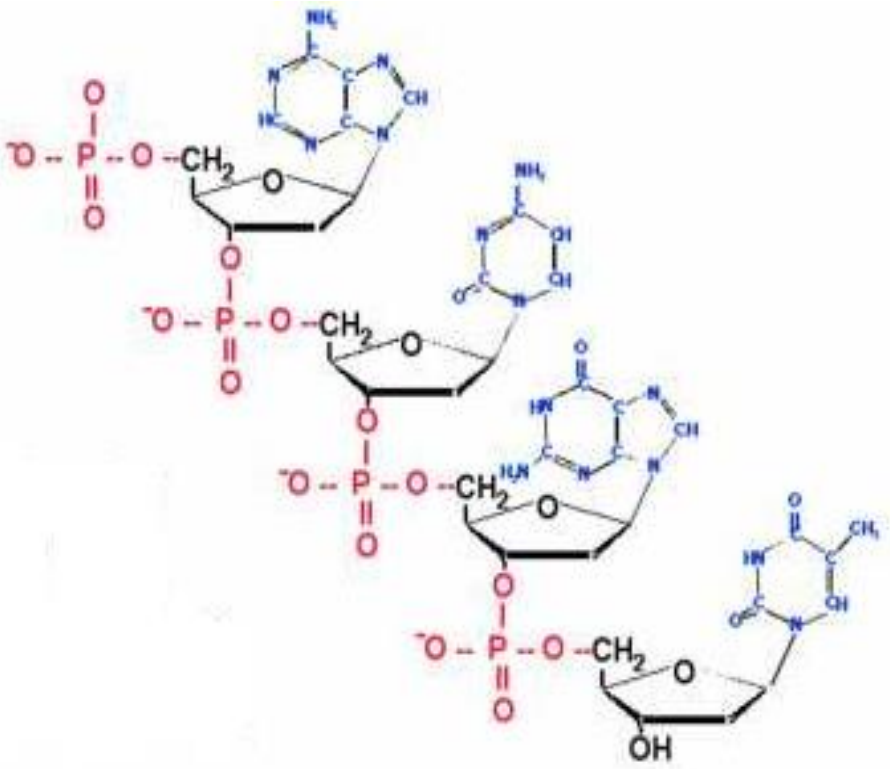
ب/ الحمض الديزكسي رايبونيوكلتيدي Deoxyribonucleic Acid (DNA)

ويتكون البناء الأساسي لهده الأحماض من سلاسل بها جزيئات حمض فسفوريك وسكر بالتبادل ويتصل بكل جزيء من جزيئات السكر قاعدة آزوتية إما من نوع البيورين أو البيرميدين ، والسكر الموجود بجزيء الحمض الرايبونيوكلتيدي (RNA) هو سكر الرايبوز بينما في جزيء الحمض الديؤكسي رايبونيوكلتيدي (DNA) فهو سكر الديؤكسي رايبوز....شكل (1) ، شكل (2)

شكل (1) يوضح هيكل بناء DNA)



شكل (2) يوضح هيكل بناء الـ (DNA) أو الـ(RNA)

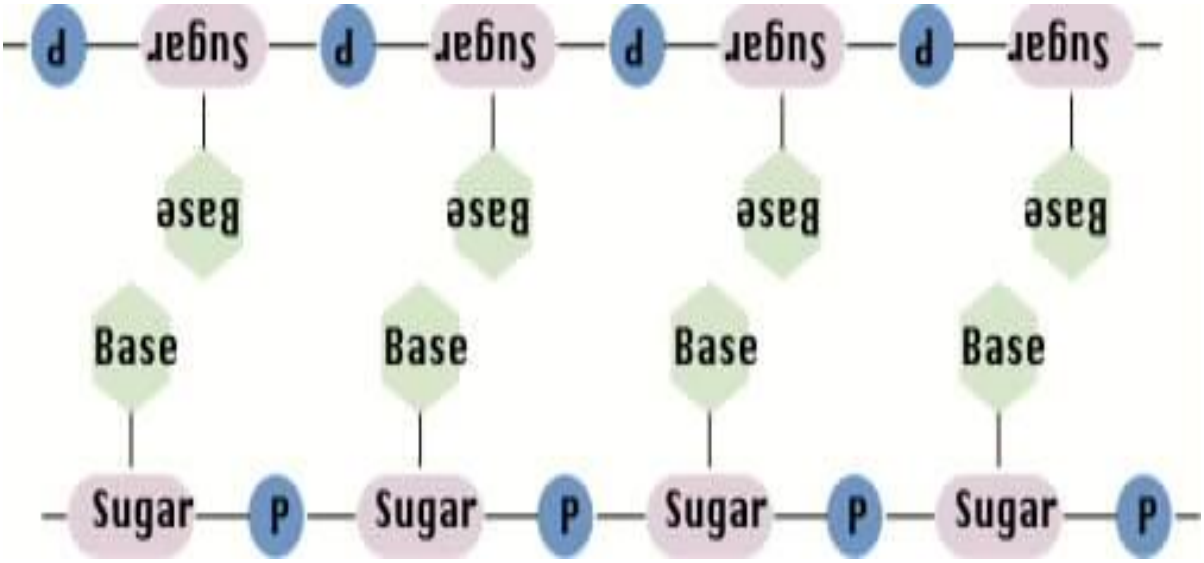


مكونات أحماض النيوكليك :

يتكون حمض نيوكليك من ثلاثة أنوع من المركبات كما ذكرنا:

- حمض الفسفوريك.
- سكر خماسي الكربون وهو سكر الرايبوز أو دي – أوكسي – رايبوز.
- وقواعد نيتروجينية تتبع البيورينات أو البيرميدينات ،،،،، شكل(3)

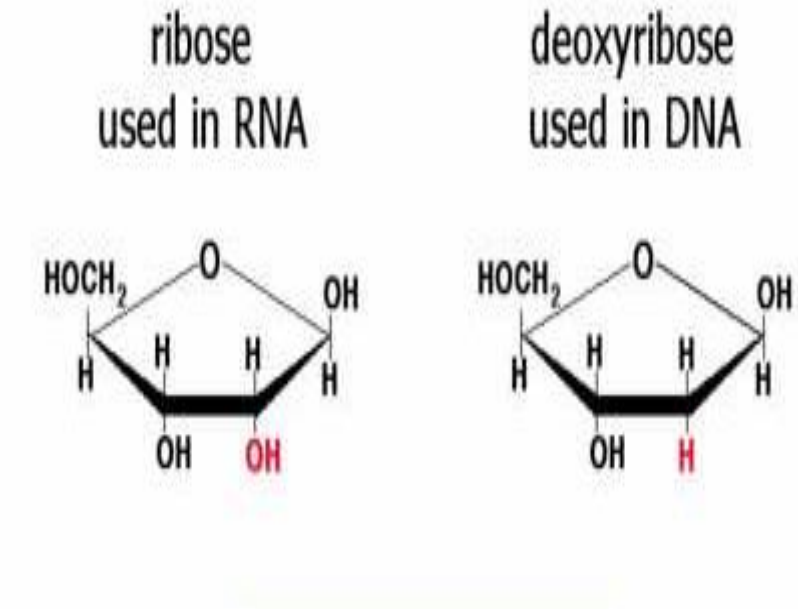
وسوف نتناول كل منهم بشيء من التفصيل...



شكل(3) :بناء أحماض النيوكليك

السكر الخماسي Pentose Sugar

يوجد بأحماض النيوكليك نوعان من السكر الخماسي ، أحدهما هو D – رايبوز ويوجد في حمض (RNA) ، والثاني ديؤكسي رايبوز ويوجد في حمض (DNA) ، شكل (4) وأعطيت ذرات كربون السكر الخماسي الأرقام التالية 1َ، 2َ ، 3َ، 4َ ،5َ لتمييزها عن الأرقام المعطاة لذرات الكربون والنيتروجين الموجودة في البيرميدين والبيورين. ومن الخصائص الهامة للسكر الخماسي هو قدرة المجاميع الهيدروكسيلية على تكوين إسترات مع حمض الفسفوريك وخاصة تلك المجاميع الموجودة على الكربون الثالث والكربون الخامس.



شكل (4) يوضح سكر الرايبوز والديؤكسي رايبوز

1/قواعد بيورينية : وتنتج من التحام حلقة إيميدازول الخماسية مع حلقة البيرميدين وأهم هذه القواعد

☒ أدينين Adenine

☒ جوانين Guanine

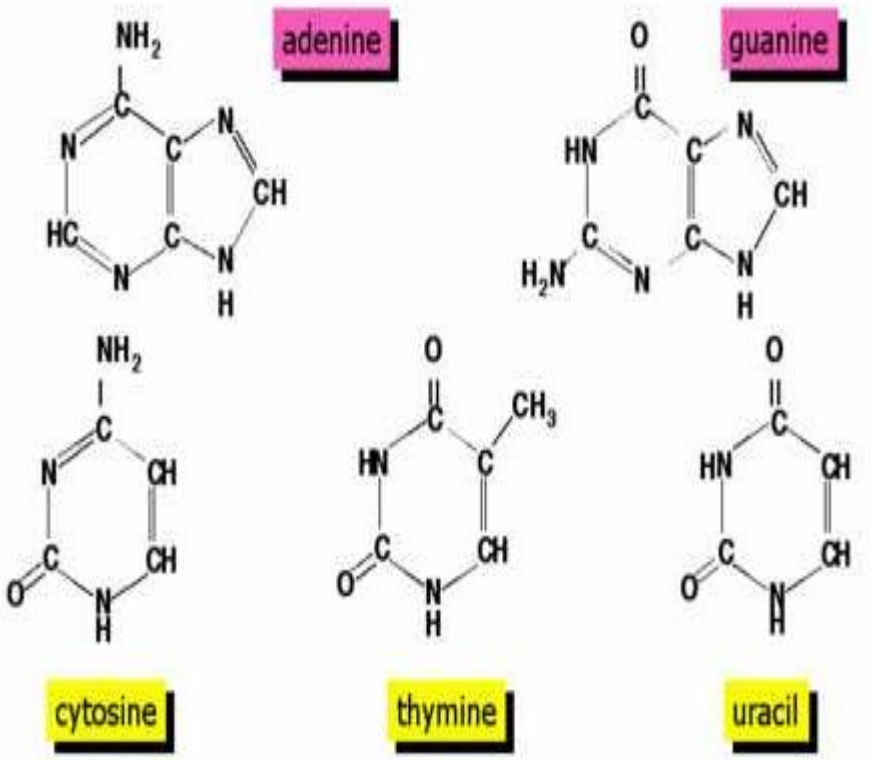
2/ قواعد بيرميدينية : وهذه القواعد مشتقة من البيرميدين بإستبدال ذرات الهيدروجين الموجودة على كربون رقم 2،4،5 بمجاميع أمينو أوهيدروكسيل أو ميثايل وأهم هذه القواعد

☒ سيتوزين Cytosine

☒ يوراسيل Uracil

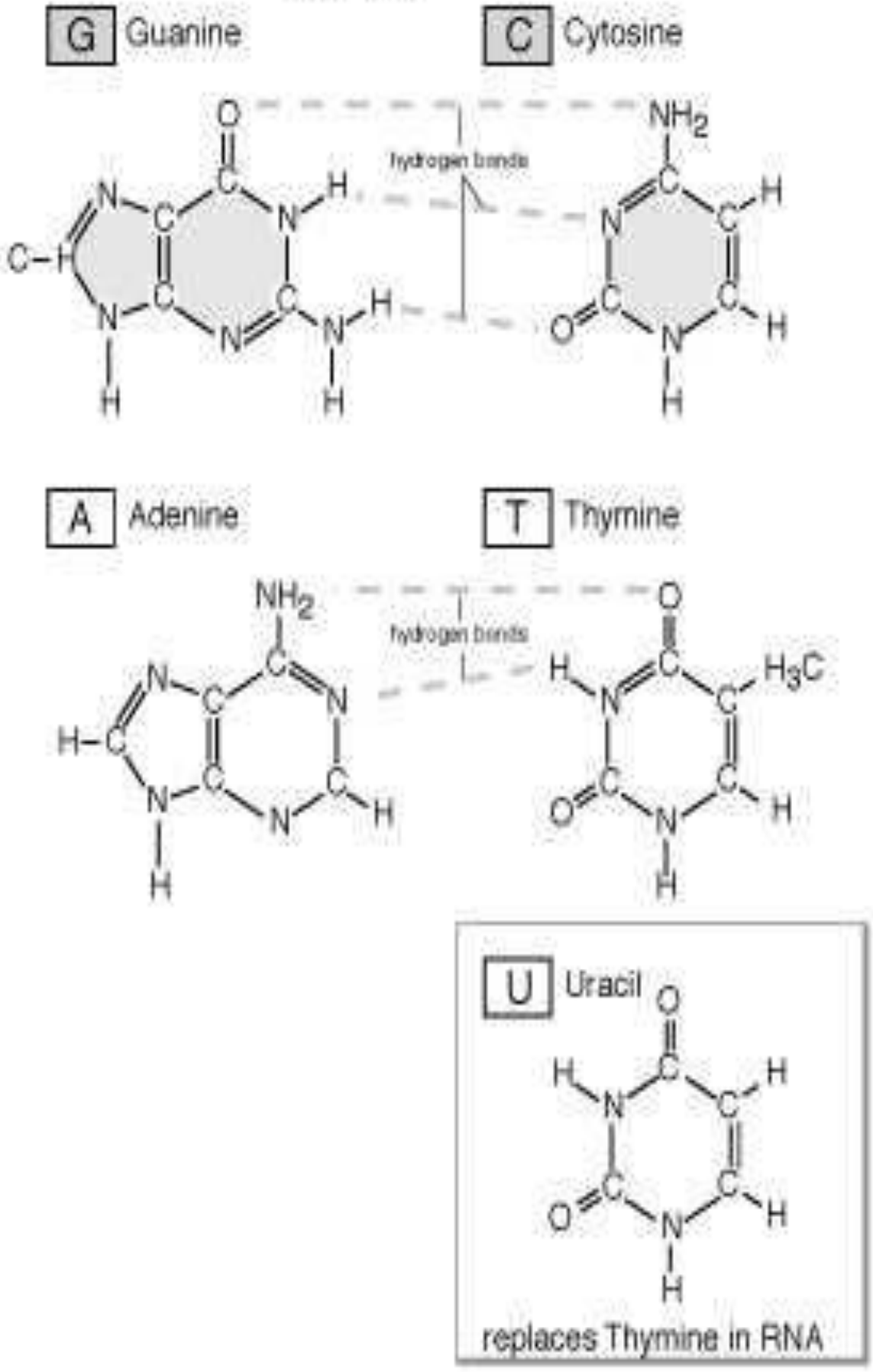
☒ ثايمين Thymine

شكل (5): يوضح كل من القواعد النيتروجينية (البيورينية والبيرميدينية)



ويحتوي كلاً من الحمضيين النوويين DNA و RNA على القاعدتين الآزوتيتين من البيورين وهما الأدينين Adenine والجوانين Guanine ونجد أيضاً أن كلاً من الحمضيين النوويين DNA و RNA يحتوي على قاعدة آزوتية من نوع البيرميدين وهي سايتوزين Cytosine ولكنهما يختلفان في القاعدة الآزوتية الثانية من نوع البيرميدين فبينما يحتوي الحمض النووي RNA على القاعدة الآزوتية يوراسيل Uracil يحتوي الحمض النووي DNA على القاعدة الآزوتية ثايمين Thymine شكل (5)

Base pair


G Guanine
C Cytosine
hydrogen bonds
A Adenine
T Thymine
hydrogen bonds
U Uracil
replaces Thymine in RNA

مجموعة الفوسفات Phosphate Group

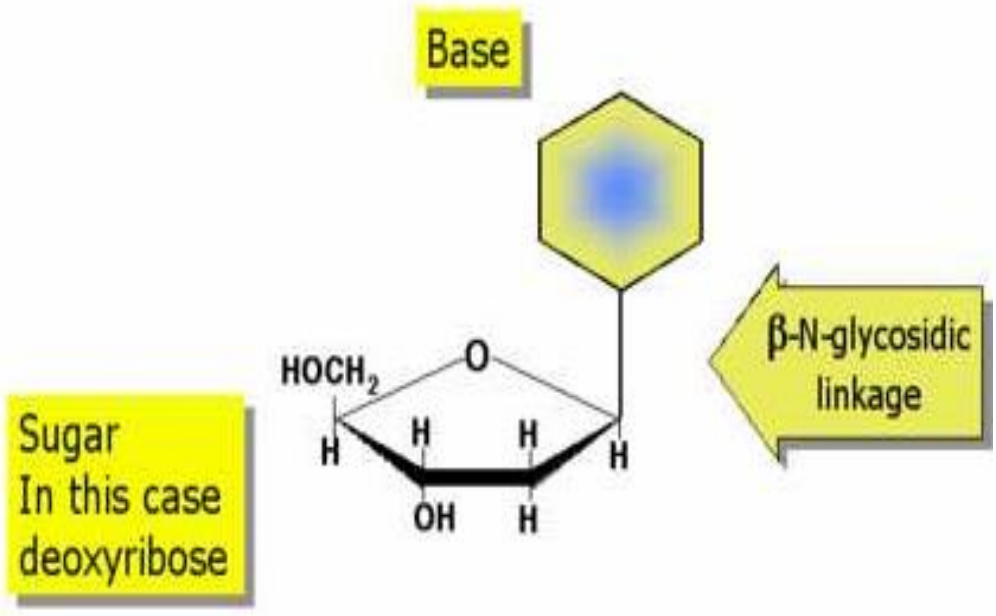
تربط مجموعة الفوسفات بين مجموعات السكر الخماسية في سلاسل كل من الحمضين (DNA) و(RNA).

النيوكليوزيدات Nucleosides

النيوكليوزيدات هي مركبات ناتجة من اتحاد أحد جزيئات القواعد الآزوتية من نوع البيورين أو البيرميدين مع جزيء السكر بيتا- رايبوز أو بيتا- ديؤكسي رايبوز برابطة جليوكسيدية (بيتا) ، وفيها تتصل القاعدة الآزوتية مع مجموعة هيدروكسيل هيمي أسيتال على ذرة الكربون الأولى للسكر. ومكان اتصال القاعدة الآزوتية بالسكر

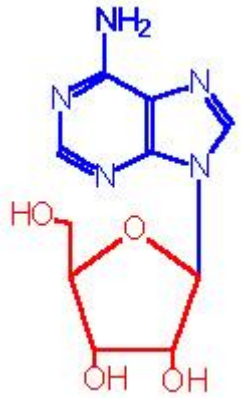
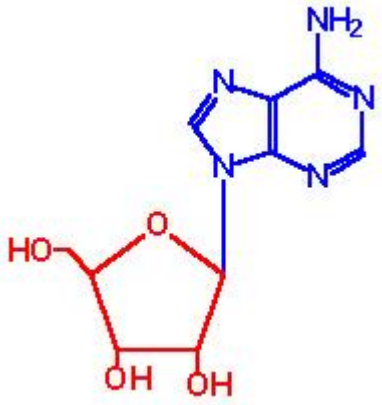
هو ذرة النيتروجين رقم 9 في البيورينات (الأدينين والجوانين) بينما في البيرميدين فمكان الاتصال مع السكر هو ذرة النيتروجين رقم 1 شكل (6).

شكل (6) : النيوكليوزيدة

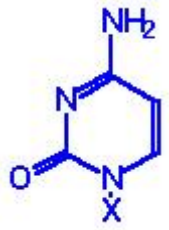


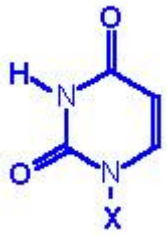
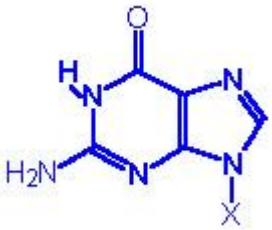
النيوكليتيدات Nucleotides

النيوكليتيدات هي إسترات حمض الفوسفوريك للنيوكلوزيدات وهناك واحدمن أهم النيوكليتيدات الموجودة طبيعياً وهو الأدوينوسين أحادي الفوسفات وهذا المركب(AMP)مع إثنين من مشتقاته وهما أدينوسين ثنائي الفوسفات (ADP) وأدينوسين ثلاثي الفوسفات(ATP)يلعب دوراً هاماً في حفظ الطاقة وفي الإستفادة من الطاقة المنطلقة خلال عمليات التمثيل الغذائي بالخلايا والأهمية الفسيولوجية لهذه المركبات تكمن في قدرتها على إعطاء وإكتساب مجموعات فوسفاتية في التفاعلات البيوكيميائية شكل(7). وتسمى النيوكليوزيدات والنيوكليتيدات تبعاً للقاعدة النيتروجينية الموجوده بها وهناك عدة أنظمة للتسمية موضحة في الشكل (8)

	
***syn*–Adenosine**	***anti*–Adenosine**

شكل(8) نظام التسمية للنيوكليوزيدات والنيوكليتيدات

Base Formula	Base (X=H)	Nucleoside X=ribose or deoxyribose	Nucleotide X=ribose phosphate
	Cytosine, C	Cytidine, A	Cytidine monophosphate CMP

	Uracil, U	Uridine, U	Uridine monophosphate UMP
	Thymine, T	Thymidine, T	Thymidine monophosphate TMP
	Adenine, A	Adenosine, A	Adenosine monophosphate AMP
	Guanine, G	Guanosine, A	Guanosine monophosphate GMP

فصل الأحماض النووية Isolation Of Nucleic Acid

تطحن الأنسجة المراد إستخلاص الأحماض النووية منها على درجة حرارة منخفضة (أقل من40 درجة م) وذلك بعد إضافة محلول مائي للفينول المركز وصوديوم لورايل سلفات (أو أي مادة اخرى مناسبة لتقليل الجذب السطحي) إليها . بعد هذه المعاملة يتغير التركيب الطبيعي للبروتينات الموجودة بالأنسجة وتصبح غير ذائبة في المحلول المائي وترسب بينما نجد أن الأحماض النووية تظل ذائبة في المحلول المائي. وبترك المطحون المتجانس الناتج ينفصل إلى طبقتين سائلتين ويمكن الإسراع بفصل الطبقتين بإجراء عملية طرد مركزي على درجة حرارة منخفضة . حيث يتم بعدها فصل الطبقة العليا المائية (والمحتوية على الأحماض النووية جميعها) عن الطبقة السفلى الأخرى الغنية بالفينول والتي يستغنى عنها.

ترسب الأحماض النووية من الطبقة المائية المفصولة وذلك بإضافة كحول الإيثايل اليها بعد ذلك يفصل الراسب المتكون بواسطة الطرد المركزي . وتنقى الأحماض النووية به بإذابته في الماء ثم إعادة ترسيبه بالكحول كما سبق وفصله بالطرد المركزي على صورة نقية.

ويمكن فصل كل من الحمضين النووين DNA و RNA كل على حدة بعد ذلك إما بمعاملته بإنزيم ريبونيوكليز (Ribonucleasa) وذلك لتكسير الحمض النووي RNA وتحويله إلى جزيئات صغيره ذائبة مع ترك الحمض النووي DNA كما هو بدون التأثير عليه . أو بمعاملة الخليط بإنزيم ديؤكسي ريبونيوكليز (Deoxyribonuclease) حيث تتكسر جزيئات الحمض النووي DNA تاركاً الحمض النووي RNA بدون تأثر . وبعد التخلص من أحد الحمضين النوويين يضاف محلول مائي

للفينول وذلك لترسيب وإزالة ماتبقى من بروتين ثم تفصل الطبقة المائية المحتوية على الحمض النووي المراد الحصول عليه بالطرد المركزي . حيث بضاف لها بعد ذلك كحول الإيثايل لترسيب الحمض النووي.

وحيث أن الحمض النووي DNA على صورته الطبيعية عبارة عن لولب حلزوني طويل فإن إضافة كحول الإيثايل إليه ينتج عنه ترسيب DNA على هيئة راسب طويل ليفي حيث يمكن الحصول عليه من المحلول بلفه حول محرك زجاجي حيث يوضع بعد ذلك في مذيب مناسب مثل الأسيتون لتجفيفه حيث يسهل إزالته جافاً عن المحرك الزجاجي ويحفظ جافاً في زجاجات على درجة حرارة – 20 درجة م.

وعند استخدام الطريقة السابقه للحصول على الحمض النوويRNA فإننا نحصل على خليط غير متجانس من الأنواع المختلفة للحمض النووي الرايبونيوكلتيدي RNA . وهو الحمض النووي الناقل tRNA والحمض النووي الرسول mRNA والحمض النووي الرايبوسومي rRNA . ولإجراء فصل لكل نوع في هذا الخليط عن الآخر يستخدم لذلك الفصل الكروماتوجرافي على أعمدة من الكيزلجهر المغطى بطبقة من ميثايل الألبومين (MAK) أو بالطرد المركزي على محلول سكروز متدرج التركيز (Sucrose Gradient) وبإستعمال هذه الطرق يفصل الخليط الى مكونات تبعاً لنوع النسيج الذي استخلصت منه فإذا كان من البكتيريا E.coli مثلاً فإن الخليط سيفصل الى ثلاث مكونات ، المكون الأول هو (tRNA) 4S والثاني 16S والثالث (*)23S وذلك من الحمض النووي RNA والذي نتج من الرايبوزومات 70S بالبكتيريا بعد أن انقسمت وحداتها الريبوزومية 30S و 50S . بينما في حالة فصل الحمض النووي RNA المفصول من أنسجة

الثدييات نحصل على نوعين أحدهما 22S – 18 والآخر 34S – 28 وهذه نتجت من أنواع الرايبوزومات 80S بعد أن انقسمت وحداتها الرايبوزومية 40S و 60S .

خواص الأحماض النووية Properties Of Nucleic Acid

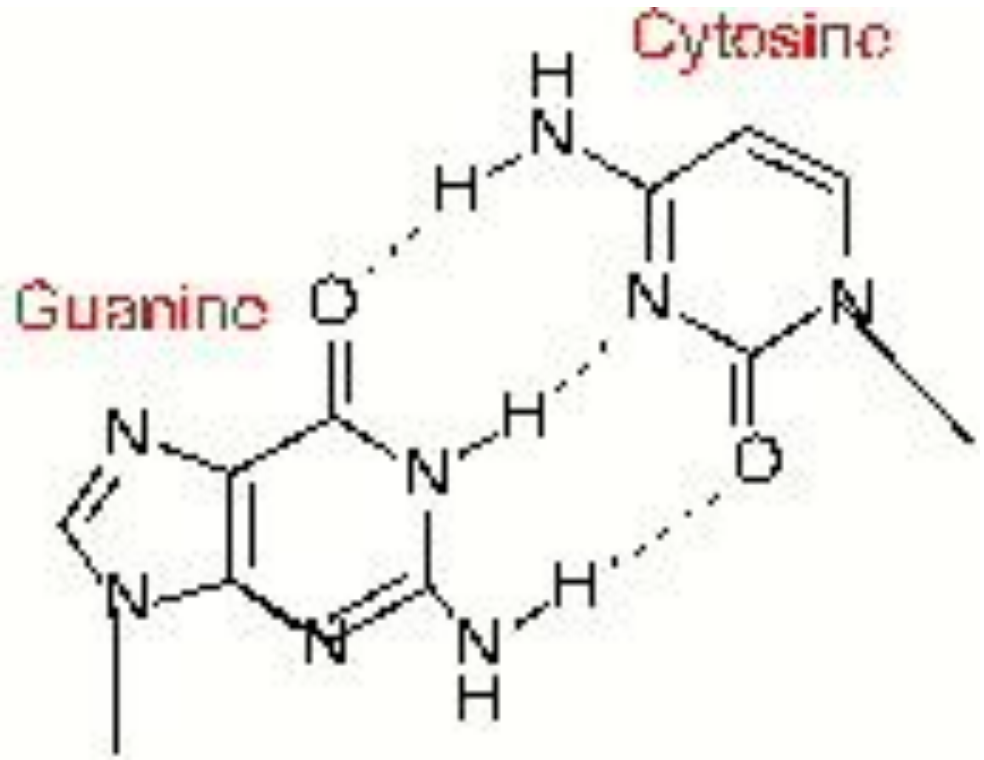
تمتص القواعد الآزوتية من نوع البيورين والبيرميدين الموجودة في الأحماض النووية الأشعة الفوق بنفسجية بدرجة كبيرة عند موجة ذات طول 260 نانوميتر (260 nm) . وتستخدم هذه الخاصية لتقدير هذه القواعد الآزوتية كمياً لتقدير نيوكليتيداتها وأيضاً الأحماض النووية الداخلة بتركيبها .

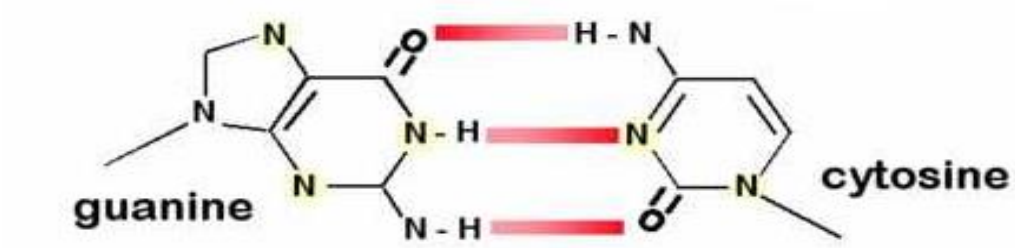
وعلى كل حال فان الحمض النووي DNA له معامل امتصاص نوعي عند طول الموجة 260 نانومتير يقل بمقدار حوالي 35 – 40 % عن معامل الامتصاص النوعي المتوقع من حاصل جمع الامتصاص لك قاعدة (على حدة) من القواعد الداخلة بتركيب الحمض النووي DNA . وهذه النظرية تمسى بنظرية التاثير الهيبوكرومي (Hypochromic) . وها الانخفاض في درجة الامتصاص النوعي للاشعة فوق البنفسجية بالنسبة للقواعد الازوتية المتحدة بجزيئات الحمض النووي DNA عن نظيراتها القواعد الحرة نتيجة لتكون روابط هيدروجينية بين القواعد الازوتية المتراكبة الواحد فوق الأخرى في كل من السلسلتين الحلزونيتين للحمض النووي DNA . وهذه الخاصية مفيدة في تقرير درجة الحلزونية (Helicity) للحمض النووي DNA .

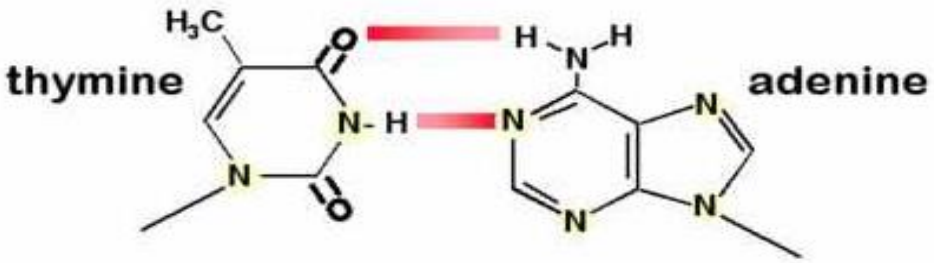
وعند تسخين الحمض النووي DNA المبلمر بدرجة كبيرة ببطء فان السلسلتين حلزونيتي الشكل به تبتعدان عن بعضهما وتسمى عملية الابتعاد هذه بعملية انفصال او تشتيت السلسلتين (Melting). وهذا التحول من الشكل الحلزوني ذو السلسلتين الى أي شكل عشوائي يحدث خلال

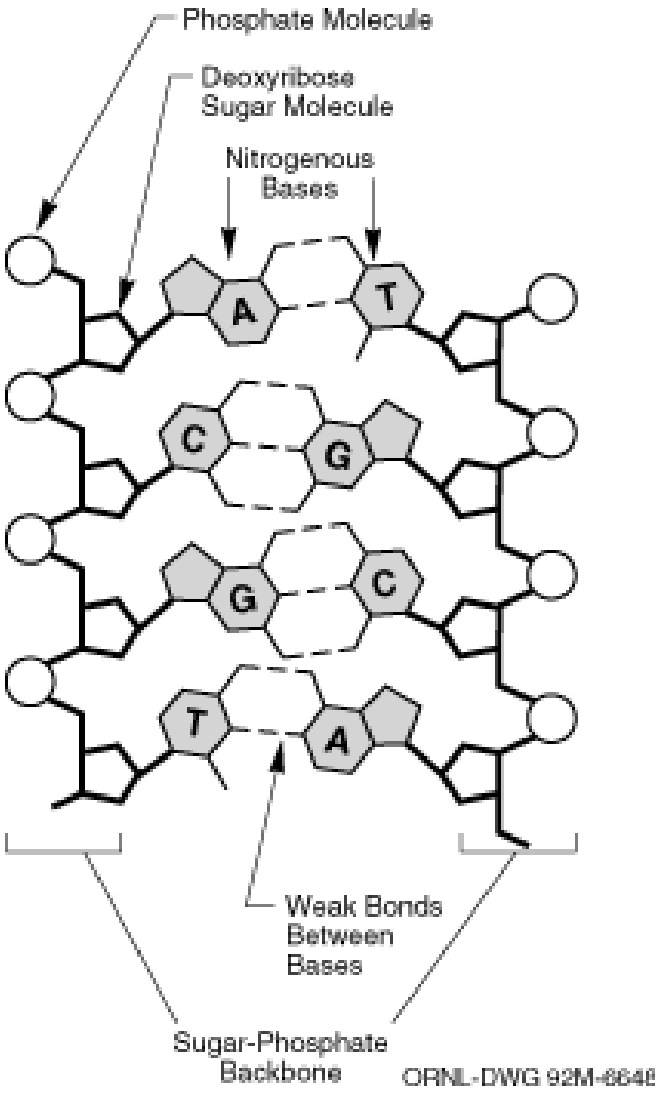
رفع درجة الحرارة عدداً قليلاً من الدرجات ونتيجة لهذا التحول تزداد درجة الامتصاص النوعي . وتسمى درجة الحرارة التي يحدث عندها الزيادة المفاجئة في الامتصاص للأشعة فوق البنفسجية بدرجة حرارة الانفصال (Melting temperature Tm) للحمض النووي ولكل نوع من انواع الحمض النووي DNA درجة Tm خاصة به . اما عند اعادة تبريد المحلول ببطء فانه يحدث اعادة لتكوين الشكل الحلزوني ذو السلستين مع امكانية حدوث تبادل بين السلاسل وتسمى هذه العملية Annealing ويلاحظ أن السلسلتين المكونتين للشكل الحلزوني في الحمض النووي DNA متوازيتان ولكنهما معكوستان (Antiparallel) والقواعد الازوتية بهما مزدوجة (Paired) بنظام A مع T و G مع c وهذا التخصص في الازدواج يعتمد على الروابط الهيدروجينية بين القواعد الازوتية فنجد ثلاثة روابط هيدروجينية لكل زوج G - C ورابطتين هيدروجينيتين لكل زوج A – T . انظر شكل (9) و شكل (10) .

شكل (9) نظام الروابط الهيدروجينية

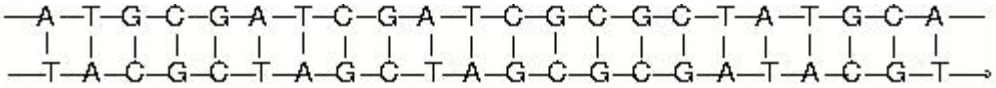








شكل (10) يوضح الترتيب الذي تسير عليه القواعد النيتروجينية



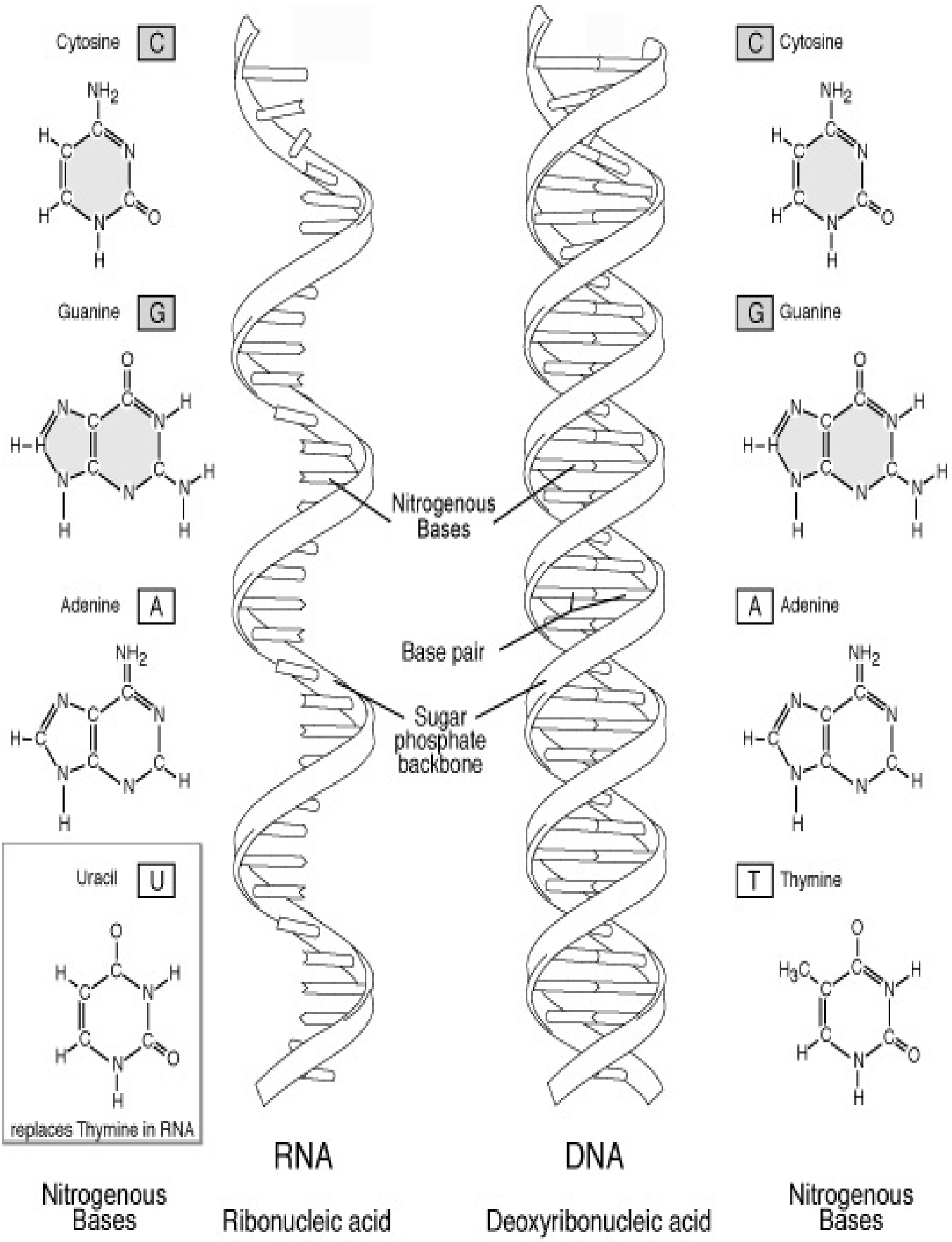
ويمكن تشتيت سلسلتي الحمض النووي DNA عن بعضهما إذا انخفض رقم pH المحلول عن 4 او اذا ارتفع عن 11 . حيث أن الأحماض النووية عبارة عن الكتروليتات عديدة (Polyelectrolytes) مع وجود شحنة سالبة واحدة لكل وحدة نيوكليوتيدية (هذه الشحنة ناتجة عن تاين الفوسفات ثنائي الاستر) في نطاق pH من 4 الى 11 . بينما عند pH اقل من 4 نجد ان المجموعات الامينية لقواعد الادنين والجوانين والسيتوزين تكتسب بروتوناً مع تحطم نظم الروابط الهيدروجينية . اما عند pH اعلى من 11 فان بروتونات مجموعات الهيدروكسيل على الجوانين والسيتوزين والثايمين (الناتجة من التغيرات الكيتونية الاينولية Keto – enol tautomers) تنفصل مع تحطم الروابط الهيدروجينية أما بالنسبة لتأثير الحرارة على الحمض النووي RNA نجد أن الوضع يختلف لان الحمض النووي RNA المستخلص من معظم المصادر يكون ذو سلسلة مفردة (Single – Stranded) مع وجود أماكن قصيرة بها طيات على نفس السلسلة مكونة أماكن بها ازدواجيات بالسلسلة (Double – Stranded regions) لذا فان شكل المنحنى الخاص بتأثير الحرارة على درجة امتصاصه للضوء فوق البنفسجي (Melting profile) يتميز بزيادة قليلة في الامتصاص عند زيادة الحرارة وهذه الزيادة تكون غير حادة ويجدر بالذكر أن الصفات الجينية في عدد قليل من أنواع الفيروسات تحمل على الحمض النووي RNA ذو السلسلتين مزدوجتين وان نظام ازدواج القواعد الازوتية به G – C و A – U .

تركيب حامض الرايبو نيوكليك Structure Of RNA

يكون الـ (RNA) بين 5-10% من الوزن الكلي للخلية وهناك 3 أنواع رئيسية من هذا الحامض النووي :

- RNA الرسول (Messenger RNA) .
- RNA الرايبوسومي (Ribosomal RNA) .
- RNA الناقل (Transfer RNA) .

ولكل نوع من الأنواع الثلاثة وزن جزيئي وتركيب خاص به من القواعد النيتروجينية. ويحتوي كلاً من الحمضـــيين النوويين DNA و RNA على القـاعـدتين الآزوتيتين من البيورين وهمـا الأدينين Adenine والجوانين Guanine ونجد أيضـاً أن كلاً من الحمضـيين النوويين DNA و RNA يحتوي على قاعدة آزوتية من نوع البيرميدين وهي سايتوزين Cytosine ولكنهما يختلفان في القاعدة الآزوتية الثانية من نوع البيرميدين فبينما يحتوي الحمض النووي RNA على القاعدة الآزوتية يوراسـيل Uracil يحتوي الحمض النووي DNA على القاعدة الآزوتية ثايمين Thymine شكل (11).



شكل(11): يوضح الفرق بيت الحمض النووي DNA و RNA

تركيب الحمض النووي الدؤكسي ريبوز Structure Of DNA

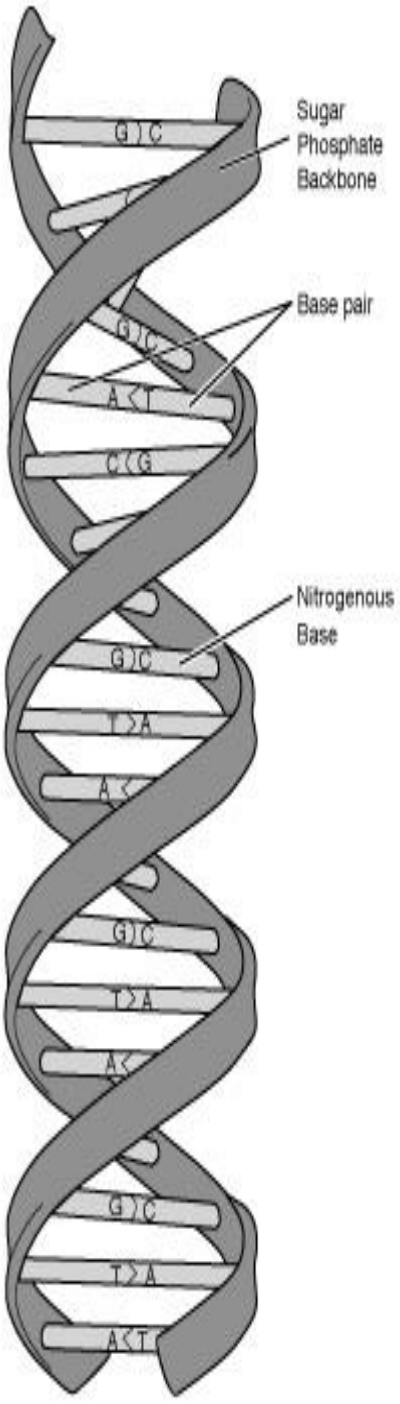
لاحظ العالم تشارجاف Chargaff أن نسبة الادنين الى الثايمين تقارب 1 وأيضاً نسبة السيتوزين إلى الجوانين تقارب إلى حد كبير 1 في جزيء الحمض النووي DAN وان هذه النسبة لها اهمية كبيره في ايجاد تركيب هذا الحمض . ولقد وجد بعد ذلك ان نيوكليتيدات الادنين والثايمين يمكن ان تزدوج بواسطة رابطتين هيدروجينيتين بينما السايتوزين والجوانين يمكن ان ينظما بالنسبة لبعضهما بوضع خاص في جزيء الحمض النووي يسمح بتكوين ثلاثة روابط هيدروجينية بينهما شكل (9) و شكل (10) و شكل (11) .

ولقد لاحظ العالم ولكنز Wilkins بانجلترا بستخدام اشعة اكس ان الحمض النووي DNA المستخلص من مصادر مختلفة متماثل الى حد كبير . ومن خلال نتائجه ونتائج العالم تشار جاف اقترح ان جزيء الحمض النووي DAN يتكون من اثنين او اكثر من السلاسل البولي نيوكليتيدية منظمة على شكل حلزوني وان السلاسل البولي ينيوكليتيدية الطويلة تمسك معاً خلال روابط هيدروجينية بين القواعد الازوتية .

وفي عام 1953م وضع العالمان واتسون وكريك Watson & Crick تصميماً لجزيء الحمض النووي DAN شكل (12) وفي اقترح العالمان واتسون وكريك انه يتكون من سلسلتين بولي نيوكليتيديتين ملتفتين حلزونياً (باتجاه اليد اليمنى) وتتكون السلاسل من ديؤكسي – رايبوتيد فوسفات تتصل ببعضهما بواسطة ثنائي استر الفوسفات مع وجود القواعد الازوتية بشكل عامودي على المحور الوسطي لذا نحصل على تركيب خاص للسلسلتين ملتفتين حلزونياً حول محور عام وهذا الحلزون ممسوك

معاً بروابط هيدروجينية بين الادينين والثايمين وبين السايتوزين والجوانين وتتخذ السلسلتان وضعاً متعاكساً بالنسبة لبعضهما ، شكل (13).

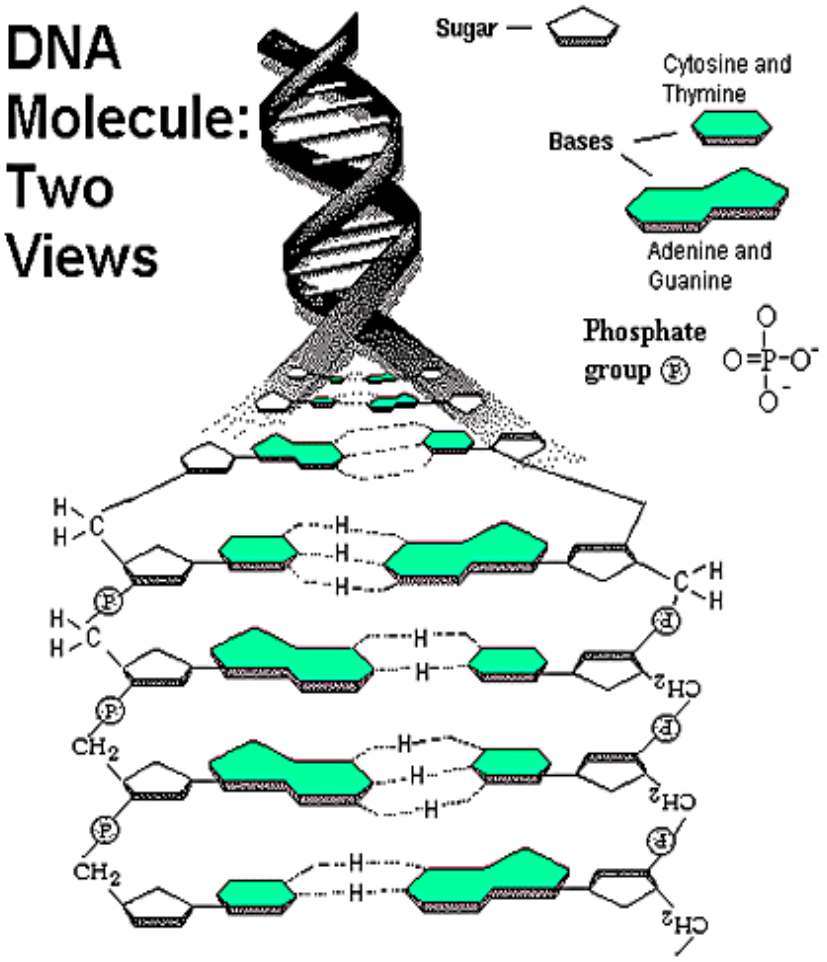
شكل (12) : الشكل الحلزوني ذو السلسلتين للحمض النووي DNA



ونتيجة الدراسات العديدة على أحماض النيوكليك بالأنسجة المختلفة وفي الكائنات الحية المتنوعة اتضح أن كمية DNA الموجودة في نويات الأنسجة المختلفة بأي كائن حي تكون ثابتة ولكنها تختلف من كائن لآخر ، ولم يلاحظ استثناء في هذه القاعدة إلا فيا لخلايا الجنسية التي تكون فردية الكروموسومات وفي هذه الحالة نجد أن كمية DNA الموجودة بها تكون نصف الكمية الموجودة بالخلايا الجسمية ، وفي الخلايا المتعددة الكروموسومات نجد أن كمية DNA تزداد تبعاً لتضاعف العدد الكروموسومي.

وعن طريق التحلل المائي وإستخدام طرق الكروموتوغرافيا المختلفة أمكن فصل القواعد النيتروجينية وتقدير كمية كل منهما ، كما استخدمت طرق أخرى، مثل تحليل منحنى الإنصهار وكثافة الطفو في تقدير كمية الجوانين والسيتوزين معاً ومن هذه الدراسات أمكن تقدير كمية كل من القواعد النيتروجينية في عدد كبير من أحماض الديؤكسي ريبو نيو كليك الموجودة بالكائنات الحية المختلفة.

شكل(13): يوضح تشكيل جزئ الـ DNA



تتابع النيوكليتيدات:

تعتبر طرق تقدير أنواع النيوكليتيدات وكمية كل منها في حمض DNA أسهل بكثير من طرق معرفة تتابع النيوكليتيدات أي ترتيبها في جزئ DNA ويحاول كثير من الباحثين التوصل إلى معرفة تتابع النيوكلتيدات في أحماض النيوكليك المختلفة لما لذلك من أهمية فائقة في فهم الكثير من طرق تنظيم العمليات الحيوية وما يؤدي ذلك إلى إمكان التحكم فيها أو تغييرها. وقد أستخدم في ذلك محموعة من طرق التحلل المائي الحمضي والقاعدي وكذلك التحليل المائي باستخدام أنزيمات مختلفة التخصص ،

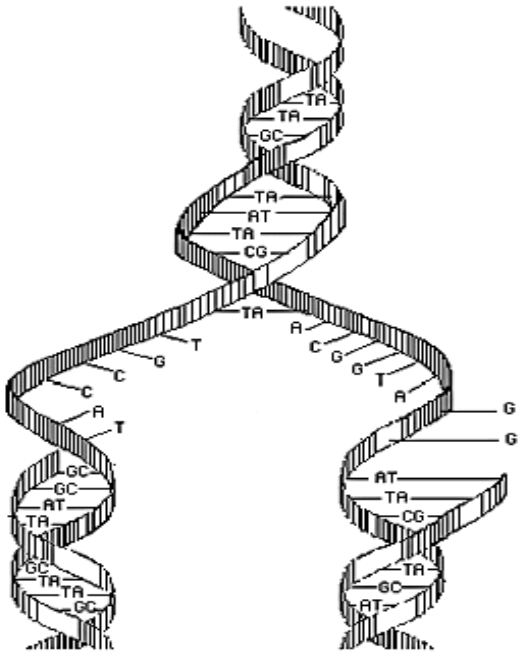
ومن أهم الطرق المستخدمة في الوقت الحاضر طرق تعتمد على تحليل الجار الملاصق وطرق تعتمد على التهجين مما يوضح البناء الأولي للجزئ.

(طرق تحليل الجار الملاصق) :

وهي تستفيد بما هو معروف عن انزيمات البلمرة الخاصة بالنيوكلتيدات وعن طرق الفصل والتحلل المائي لأحماض الديؤكسي ريبو نيوكليك وعن استخدام النظائر المشعة وقياسها.

(طرق التهجين) :

وتستفيد هذه الطرق بما هو معروف عن (دنترة) أحماض الديؤكسي ريبو نيوكليك بالحرارة ، أي فصل الشريط المزدوج لجزئ DNA الى شرائط مفردة ورجوعها الى طبيعتها بالتبريد البطيء. كما تستفيد بما هو معروف من تقابل القواعد النيتروجينية في أزواج محددة حيث يتقابل الأدينين مع الثايمين ، والجوانين مع السيتوزين ، شكل (14).



قائمة المصادر والمراجع:

1- عبدالرحمن أحمد الحملاوي: "**الكيمياء الحيوية (كيمياء حيوية تركيبية وكيمياء حيوية فسيولوجية)**" ، دار القلم ، الكويت طبعة ثالثة ، 2020 .

2- بهاء الدين سلامة:" **التمثيل الحيوي للطاقة في المجال الرياضي**" ، دار الفكر العربي ، القاهرة ، 1999م.

3- بهاء الدين سلامة:" **بيولوجيا الرياضة و الأداء الحركي**" ، دار الفكر العربي ، القاهرة ، ط1 ، 1992م.

4- بهاء الدين سلامة: "**صحة الغذاء و وظائف الأعضاء**" ، دار الفكر العربي ، القاهرة ، ط1 2000م.

5- محمد محمد الحمامي: "**التغذية و الصحة للحياة و الرياضة**" ، مركزالكتاب للنشر ، 2000م.

6- سعد شهاب "**الكيمياء الحيوية**" مكتبة الملك فهد الوطنية .1983

المراجع الإلكترونية،:

- htpp://chemistry.org
- الجمعية الكيميائية السعودية للكيمياء
- (قاعدة البيانات الشهيرة موقع wikli)
- /http://www.organic-chemistry.org

- /http://www.acdlabs.com/iupac/nomenclature
- .http://www.chem1.com/acad/webtext/gas/gas_3.htm
- منتدى الكيمياء الحيوية للجميع

/https://www.biochemistry4all.com/forums

المراجع الاجنبية:

1-Biochemistry by Donald Voet and Judith G.Voet (Last edition)John Wiely&Sons Inc. (New York , Chichester ,Torronto , Singapore (

2- Biochemistry by Lubert Stryer (Last edition)W.H.Freeman and Company (Nyo York(

3-Principles of Biochemistry by Albert L.Lehninger, David L . Nelson & Michael M.Cox(Last edition) Worth Publishers (New York