الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة وهران للعلوم و التكنولوجيا محمد بوضياف
معهد التربية البدنية و الرياضية
Institut d'éducation physique et sportive

- مطبـــوعـة بعنـوان

الكيميـــاء الحيـويـــة

- إعـــــداد : د / صغير نورالدين
- الرتبـــة : أستاذ محاضر صنف " أ "
- الميـــدان : علوم وتقنيات النشاطات البدنية والرياضية .
- الوحـــدة : وحدة التعليم الأساسية 2
- المستـوى : السنة الاولى ليسانس
- السداسي : الأول
- نوع الدرس : محاضرات وأعمال موجهة
- الحجم الساعي الأسبوعي : (محاضرة :1سا و 30 د - أعمال موجهة : 1سا و 30 د)

السنة الجامعية : 2023/2022

- ملخص المطبوعة :

وصف المادة :

تتضمن هذه المطبوعة أهم المحاور التي تحتويها مادة الكيمياء الحيوية حيث تناولت مفهوم الكيمياء الحيوية وأهمية دراستها والتطور التاريخي لها،كما تضمنت تعريف الطلبة على أهم مكونات النظام البيولوجي ابتداءا من المادة والعناصر المكونة لها وأيضا وصف وشرح تركيب وتنظيم وظائف المادة الحية على مستوى الجزيئي والتراكيب الكيميائية لها ووصف العمليات المتداخلة للمركبات الموجودة داخل الخلية والأنسجة والكائن الحي ككل.

كما تطرقنا أيضا إلى مكونات الخلية من أحماض أمينية و بروتينات و كربوهيدرات وغيرها ومواد أخرى مثل الفيتامينات والهرمونات والمواد الغير عضوية، ومفاهيم الطاقة البيولوجية وكذا مكونات الغذاء ومنابع الطاقة في جسم الانسان تمهيداً لدخول في دراسات أعمق حول عمليات الهدم والبناء الحيوي لهذه المكونات وكذلك عمليات استهلاك الطاقة أو خزنها، وكذلك التفاعلات الكيميائية التي تحدث في الجسم للكربوهيدرات،أو الليبيدات، أو البروتينات والتي تعتبر المواد الرئيسية في الغذاء، و المواد المحفزة أو المنشطة لها.ومعرفة العملية التنظيمية لهذه التفاعلات الكيميائية من خلال معرفة المواد التي تسمى الهرمونات (Hormones) والتي يفرزها الجسم وكيفية عملها وتدخلها أثناء النشاط البدني .

- مخرجات (أهداف) المادة :

- معرفة المكونات الكيميائية لجسم الانسان ، وشمولية أساس الحياة البيولوجية للجسم، على ديمومة التفاعلات الكيميائية في جميع خلايا الجسم .
- منابع وطرق إنتاج الطاقة في جسم الانسان وبعض مميزاتهما .
- دور الفيتامينات والأملاح المعدنية وتحكم الهرمونات في عملية الأيض .

- محتوى المادة :

- مدخل إلى علم الكيمياء الحيوية (تعريفات ومصطلحات)
- المكونات الجزيئية والعضوية للخلية . - المكونات الجزيئية والكتلية لجسم الانسان .
- مفاهيم الطاقة البيولوجية (تفاعلات إنتاج الطاقة في الكائنات الحية).
- مكونات الغذاء ومنابع الطاقة في جسم الانسان .
- الأيض أو الكوثرة أو التمثيل الغذائي ومركبتيه : الهدم والبناء .
- طرق هدم وبناء الكربوهيدرات - طرق هدم وبناء الدهون - طرق هدم وبناء البروتينات .
- مدخرات وميزان الطاقة في جسم الانسان بين الطاقة الداخلة والطاقة المستهلكة .
- الفيتامينات والأملاح المعدنية - الهرمونات وعملها وتدخلها في النشاط البدني .
- خصائص الأيض حسب : نوع الأنسجة ، حالة الجسم ، الجنس ، الفئة العمرية.
-بعض الأمراض الأيضية.

- الكلمات المفتاحية :

- الكيمياء ، الخلية ، الجزيئ ، الطاقة ، الأيض ، الهدم ، البناء .

الرقم المحتوى الصفحة

- ملخص المطبوعة 02
- وصف المادة 02
- مخرجات (أهداف) المادة..... 04
- محتوى المادة 04

المحاضرة الأولى : مدخل للكيمياء الحيوية

- تمهيد 07
1- مفهوم الكيمياء الحيوية 07
2- أهمية دراسة الكيمياء الحيوية 07
3- أهمية الكيمياء الحيوية 07
4- أهمية الكيمياء الحيوية في المجال الرياضي 08
5- تاريخ تطور علم الكيمياء الحيوية..... 08

المحاضرة الثانية : المكونات الجزيئية والعضوية للخلية

1- الخلية ووظائفها الرئيسية 11
1-1- تعريف الخلية 11
1-2- مكونات الخلية 11
1-3- أنواع الخلايا في جسم الانسان 13
1-4- وظائف الخلايا في جسم الانسان 14

المحاضرة الثالثة : المكونات الجزيئية والكتلية لجسم الإنسان

1- تعريف المادة 15
2- الكتلة 15
3- الوزن 15
4- الكثافة..... 15
5- العناصر 16
5-1- توزيع العناصر في جسم الانسان 16

المحاضرة الرابعة : مفاهيم الطاقة البيولوجية

- تمهيد 20
1- الطاقة 20
2- الطاقة نواتج ومكونات عملية التنفس الخلوي 20
3- أشكال الطاقة 21
4- تفاعلات التمييه والتكثيف 22
5- تفاعلات التاكسد والاختزال 23
6- دور الأوكسجين في العمليات الحيوية لإنتاج الطاقة..... 25
7- مصطلحات لبعض المواد التي تؤثر على التفاعلات الكيميائية.. 25
8- طاقة روابط الفوسفات 25
9- ATP هو الناشر للطاقة 28

27
10- كرياتين الفوسفات 28
المحاضرة الخامسة: مكونات الغذاء ومنابع الطاقة في جسم الانسان
- تمهيد 29
1- القيمة الطاقوية للغذاء والنشاط الفسيولوجي..... 29
2- الطاقة المتوفرة في الغذاء السعرات الحرارية..... 29
3- معامل التنفس 30
3-1- معامل التنفس للكربوهيدرات 30
3-2- معامل التنفس للدهون..... 30
3-3- معامل التنفس للبروتينات 31
4- أنظمة الطاقة في جسم الانسان 31
المحاضرة السادسة: الكربوهيدرات
- تمهيد 35
1- تعريف الكربوهيدرات 35
2- التصنيف الكيميائي للكربوهيدرات 36
2-1- السكريات الأحادية 36
2-1-1- تعريفها 36
2-1-2- أنواع السكريات الأحادية 38
1- السكريات الثنائية 44
1-1- تعريفها..... 44
1-2- أنواع السكريات الثنائية..... 44
2- السكريات المتعددة 47
2-1- تعريفها 47
2-2- أنواع السكريات المتعددة 47
المحاضرة السابعة : الدهون (الليبيدات)
- تمهيد 50
1- الدهون (الليبيدات)..... 50
1-1- تعريف الدهون 50
1-2- وظائف الدهون 50
1-3- تصنيف الدهون (الليبيدات)..... 51
2- الأحماض الدهنية 53
2-3- خواص الأحماض الدهنية 57
المحاضرة الثامنة : البروتينات
- تمهيد 58
1- تعريفها 58
2- أهمية البروتينات 58

3- تصنيف البروتينات 58
4 - الخواص العامة للبروتينات 63
5- أشكال البروتينات 66

المحاضرة التاسعة : الأحماض الأمينية

1- تعريفها 69
2- تصنيف الأحماض الدهنية 71
2-1- الاحماض الأمينية الاليفاتية المتعادلة 71
2-2- الحاوية على الكبريت..... 72
2-3- الأحماض الأمينية الاليفاتية الحامضية..... 73
2-4- الأحماض الأمينية الاليفاتية القاعدية..... 73
2-5- الأحماض الأمينية الأورماتية..... 74

المحاضرة العاشرة : الايض أو التمثيل الغذائي

تمهيد .....
1- عملية الهضم والامتصاص..... 78
2- عملية الأيض 78
2-1- تعريف..... 78
2-2- البناء 78
2-3- الهدم 79
2-4- أيض الكربوهيدرات 79
2-4-1- الانحلال السكري 80
2-4-2- مصير حمض البيروفيك..... 82
1- أيض الدهون (الليبيدات)..... 85
1-1- مراحل أيض الدهون..... 85

المحاضرة الحادية عشر : الماء والأملاح المعدنية

- تمهيد 88
1- الأساس الكيميائي للمادة الحية..... 88
2- المركبات الكيميائية في الجسم..... 88
3- السوائل في الجسم 87
3-1- الماء 89
2-2-الأملاح المعدنية 100

المحاضرة الثانية عشر : الفيتامينات

-تمهيد 105
1- تعريفها 105
2- الطبيعة الكيميائية للفيتامينات..... 105
3- تصنيف الفيتامينات..... 105
3-1- الفيتامينات القابلة للذوبان في الدهون والمذيبات العضوية..... 105

2-3- الفيتامينات التي تذوب في الماء..... 108

المحاضرة الثالثة عشر : الهرمونات

- تمهيد 111

1- تعريفها 111

2- التصنيف الكيميائي للهرمونات..... 111

3- تنظيم افراز الهرمونات بواسطة المؤشرات العصبية والهرمونية..... 118

4- السيطرة على افراز الهرمونات 120

5- أمثلة لبعض الهرمونات 122

6 - الاستجابات الهرمونية للتمارينات الرياضية..... 127

المحاضرةالرابعة عشر : خصائص الايض

(حسب نوع الأنسجة - حالة الجسم - الجنس - الفئة العمرية)

- تمهيد..... 131

1- خصائص الأيض حسب نوع الأنسجة العضلية في الجسم..... 131

1-1- تحلل الجلايكوجين واستهلاك الجلوكوز بالعضلات..... 131

2- العوامل المحددة في استهلاك الجلوكوز بالعضلات 131

3- العوامل المؤثرة في تمثيل كربوهيدرات العضلات أثناء التدريب الرياضي..... 133

- المصادر والمراجع 136

مدخل إلى الكيمياء الحيوية

- تمهيد :

يعد علم الكيمياء الحيوية احد فروع العلوم الفسيولوجية الذي يهتم بدراسة كيمياء العمليات الحيوية والتركيب الكيميائي للكائنات الحية فضلاً عن دراسة التغيرات الكيميائية التي تحدث أثناء اطلاق الطاقة ، وعليه في هذه المحاضرة سنتطرق إلى مفهوم الكيمياء الحيوية وكذا أهميتها من حيث تنظيمها للمادة الحية على مستوى الجزيئي كما سنتطرق إلى أهميتها في المجال الرياضي وما يحدث للفرد أثناء الراحة والجهد البدني ثم نعطي نبذة عن تاريخ تطور الكيمياء الحيوية .

1- مفهوم الكيمياء الحيوية :

هى أحد فروع العلوم الطبيعية التى تختص بدراسة كل ما هو متعلق بحياة الكائنات الحية سواء كانت كائنات دقيقة (بكتيريا ، فطريات ، طحالب) او راقية كالإنسان و الحيوان و النبات من الناحية الكيميائية

و يوصف علم الكيمياء الحيوية احيانا بأنه علم كيمياء الحياة وذلك نظرا لارتباط الكيمياء الحيوية بالحياة فقد ركز العلماء في هذا المجال على البحث في كيمياء الكائنات الحية على اختلاف انواعها عن طريق دراسة المكونات الخلوية لهذه الكائنات من حيث التراكيب الكيميائية لهذه المكونات و مناطق تواجدها و وظائفها الحيوية فضلا عن دراسة التفاعلات الحيوية المختلفة التى تحدث داخل هذه الخلايا الحية من حيث البناء والتخليق ، أو من حيث الهدم و انتاج الطاقة.

2- أهمية دراسة الكيمياء الحيوية :

تهدف الكيمياء الحيوية إلى وصف وشرح تركيب وتنظيم وظائف المادة الحية على مستوى الجزيئي فهي التي تعرف الطالب التراكيب الكيميائية للمادة الحية كما توصف العمليات المتداخلة للمركبات الموجودة داخل الخلية والأنسجة والكائن الحي ككل. (الكبسي، 2002، صفحة 05)

يعنى علم الكيمياء الحيوية بدراسة مكونات الخلية من أحماض أمينية و بروتينات و كربوهيدرات وغيرها ومواد عضوية أخرى مثل الفيتامينات والهرمونات والمواد الغير عضوية.

تمهيداً لدخول في دراسات أعمق حول عمليات الهدم والبناء الحيوي لهذه المكونات وكذلك عمليات استهلاك الطاقة أو خزنها. لذلك فإن كثير من التفاعلات الكيميائية تحدث في الجسم للكربوهيدرات،

استهلاك الطاقة أو خزنها. أو الليبيدات، أو البروتينات والتي تعتبر المواد الرئيسية في الغذاء، كما يلزم هذه التفاعلات مواد محفزة أو منشطة تسمى الإنزيمات. هذه التفاعلات الكيميائية تنظم بواسطة مواد تسمى الهرمونات (Hormones) والتي تفرز بواسطة غدد معينة في الجسم تسمى غدد صماء

(Glandes Endocrines)

3- أهمية الكيمياء الحيوية في المجال الرياضي:

إن ما يهمنا في موضوع الكيمياء الحيوية هو دراسة الفرد الرياضي وما يحدث له من تغيرات كيميائية وفسيولوجية أثناء الراحة أو الجهد البدني من خلال التدريب، فالتدريب يحدث تغيرات كيميائية وفسيولوجية داخل الخلية العضلية من اجل تحرير الطاقة اللازمة لإنتاج الحركة أو الأداء الرياضي من خلال زيادة نشاط الهرمونات والإنزيمات، فضلاً عن مواد الطاقة التي تشترك في عملية التمثيل الغذائي (الايض).

ويتوقف مستوى الرياضي وتقدمه على مدى ايجابية التغيرات الكيميائية من خلال المنظومات الحيوية بما يحقق التكيف لأجهزة وأعضاء الجسم كي تواجه مستلزمات التدريب ومقاومة التعب خلال الأداء.

4- تاريخ تطورعلم الكيمياء الحيوية :

الكيمياء الحيوية علم حديث نسبياً، وقد كان كارل نيوبيرغ Carl Neuberg عام 1903 أول من قدم مصطلح الكيمياء الحيوية. ومن المتوقع، في المستقبل المنظور، أن تختفي الكيمياء الحيوية كعلم مستقل بتطور مجموعات العلوم الأخرى التي تتفرع منه باستمرار، أو أنها ستتمكن مستقبلاً من استيعاب مختلف التخصصات الجديدة في مجال الكيمياء والبيولوجيا. ويترادف مصطلح الكيمياء الحيوية مع مصطلحين أقدم منه نوعاً ما، هما الكيمياء الفيزيولوجية والكيمياء البيولوجية، ولهذا وعلى الرغم من حداثة هذا العلم فإن جذوره تمتد بعيداً إلى الوراء مقترنة بتاريخ كل من الفيزيولوجيا والكيمياء.

بدأت الأبحاث في الموضوعات الكيميائية الحيوية الحديثة في النصف الثاني من القرن الثامن عشر. وفي القرن التاسع عشر تم إجراء كثير من الأبحاث الهادفة لتفهم كل من البنية الكيميائية والتفاعلات البينية لظاهرة الحياة. وقد كان على الكيمياء الحيوية للتعمق في هذه الاهتمامات أن تنتظر تطور علم الكيمياء، وخاصة الكيمياء العضوية والكيمياء التحليلية. فالكيمياء الحيوية البنيوية المبكِّرة

ارتبطت مع تطور الكيمياء العضوية، وقد قام الكيميائي السويدي كارل شيله (1742 - 1786) Karl Scheele بأبحاثه المتعلقة بالتركيب الكيميائي للأنسجة النباتية والحيوانية الأمر الذي أعطى زخماً لتطور الكيمياء الحيوية، حيث تم عزل مجموعة من المشتقات الطبيعية، مثل حموض الطرطريك واللبن والبول والحماض والليمون والتفاح، إضافة إلى الغليسرول وعدد من الإسترات والكازئين. ومع تطور تكنولوجيا التحليل الكيميائي الكمي في مختبرات جون برزيليوس Jöns Berzelius وجوستوس لايبغ Justus Liebig في بدايات القرن التاسع عشر تم التأكد من احتواء جميع المركبات، التي عزلها «شيله»، على الكربون، وهو العنصر الرئيسي في المركبات العضوية الحيوية.

لقد كان العمل المميز والفريد في مجال الكيمياء الحيوية البنيوية يجري في مختبر الكيميائي الألماني إميل فيشر (1852 - 1919) Emil Fischer، حيث تركزت التجارب الفذة لهذا الباحث والتي وصفت بالثورية، حول بنية الكربوهيدرات والحموض الأمينية والشحوم. كما شهد القرن التاسع عشر أيضاً بدايات العمل على عزل المركبات الحيوية عالية الوزن الجزيئي واستخلاصها وتوصيفها.

ومن الأعمال المهمة المنجزة، أبحاث مولدر Mulder وليبغ Liebig وشوتزينبيرغر Schutzenberger وغيرهم ، حول عزل الحموض الأمينية من نواتج حلمهة (تحلل بالماء) البروتينات، وتجارب فيشر، الذي بيّن كيفية ارتباط الحموض الأمينية في جزيء البروتين.

تمكن الطبيب السويسري ميشر F.Miescher عام 1868 من عزل الحمض الريبي النووي المنقوص الأكسجين (الدناDNA) [ر. الحموض النووية، الصبغي] وذلك في نوى خلايا القيح المستحصل من الضمادات الجراحية المطروحة، وبدأ القيام بمجموعة تجاربه حول خواص هذه المركبات وتصنيفها.

أما الأبحاث الاستقلابية المبكرة في الكيمياء الحيوية، فقد كان أغلبها مركزاً على موضوعات زراعية أو طبية. ومنها الدراسات الأساسية المميزة للكيميائي الفرنسي لافوازييه (1779 - 1784) Antoine Lavoisier، حول التنفس، والتي طرح من خلالها واعتماداً على القياسات المسعرية فكرة التشابه التام بين تنفس الخلايا وظاهرة احتراق الفحم الحجري، وكون الاختلاف بينهما من الناحية الكمية فقط. ونتيجة لهذا الاكتشاف أجريت مجموعة كبيرة من التجارب المركزة حول طاقة تفاعلات الاستقلاب وكان من نتائجها تحديد المكافئات الحرارية الغرامية لكل من الكربوهيدرات والدسم والبروتينات في بدايات القرن التاسع عشر.

وفي أثناء الفترة نفسها تمت ملاحظة تفاعلات التخمر fermentation من قبل الباحث ثيودور شوان Theodor Schwann كظاهرة ذات أصل حيوي، فقد أوضح شوان أن خلايا الخميرة yeast مثل أي نبات حي، قادرة على تحويل السكر إلى إيتانول وثنائي أكسيد الكربون. وقد تعرض شوان في حينها إلى

سخرية شديدة نتيجة طرحه لهذه الفكرة، وحتى من قبل الكيميائيين «الروّاد» أمثال ليبيغ وفوهلر وغيرهما إذ رفضوا عد الخمائر خلايا حية.

استمرت الأبحاث حول التخمر من قبل العديد من الباحثين المهمين، والذي كان من أقدرهم العالم لوي باستور[ر] Louis Pasteur، الذي تمكن من عزل وتصنيف أحياء مختلفة تقوم بتخمرات متباينة، ومنها تلك التي تؤدي إلى تشكل حمض الزبدة والتي تعمل من دون وجود الأكسجين. وهكذا توصل باستور إلى مفهوم الأحياء الهوائية واللاهوائية[ر: الحياة الهوائية واللاهوائية] والتخمرات المرافقة لها. وقد وصلت الأبحاث حول التخمر إلى ذروتها عام 1897 عندما تمكن الكيميائي الألماني إدوارد بوشنر Eduard Buchner من تحقيق التخمر بوساطة مستخلص الخميرة اللاخلوي. وقد فتحت هذه النتائج الباب واسعاً أمام القيام بالأبحاث المتعلقة بالتفاعلات الأنزيمية المستقلة، وهي في الوقت نفسه قضت قضاء مبرماً على مازال باقياً حتى ذلك الوقت من أفكار «قوة الحياة».

شهد القرن التاسع عشر تطور الدراسات المتعلقة بالتركيب الضوئي photosynthesis الذي كان من الموضوعات المهمة[ر: الكيمياء الضوئية]، والذي جلب الانتباه في نهاية القرن التاسع عشر من خلال أعمال جوزيف بريستلي J.Priestley وغيره، حيث تبين أن التركيب الضوئي من حيث المبدأ هو عكس التنفس. وقد كانت هذه الفكرة مهمة جداً في تطور الأفكار البيوكيميائية.

المكونات الجزيئية والكتلية للخلية

تمهيد :

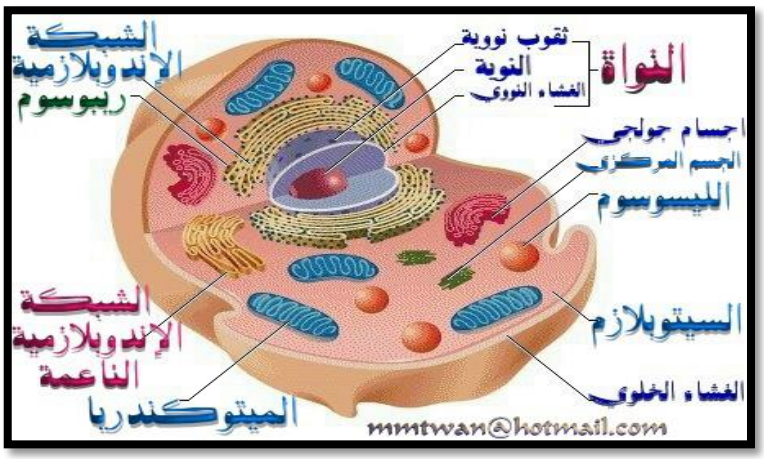
تعتبر الخلية الوحد الأساسية للكائن الحي و تتكون أجسامنا من عدد هائل من الخلايا، فما هو تركيب الخلية ووظائفها؟ وما هي أنواعها؟ لنتعرف عليها في هذه المحاضرة .

1- الخلية ووظائفها الرئيسة :

1-1- تعريف الخلية :

هي وحدة التركيب والوظيفة لكل الكائنات الحية. وهي توجد منها نوع ان:

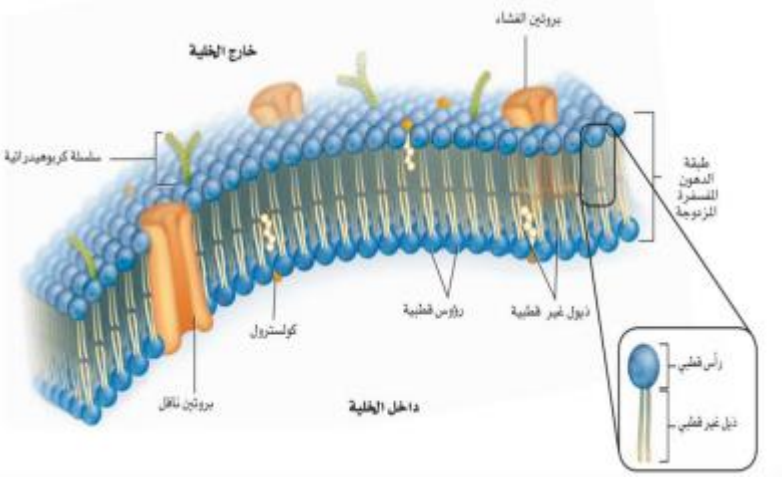
- **خلية حقيقية النواة eukaryotic** تحتوي على غشاء يفصل بين النواة ومكونات الخلية.
- **خلية بدائية النواة prokaryotic** لا تحتوي على غشاء يفصل بين النواة وبقية مكونات الخلية. والخلية حقيقية النواة نوعان خلية حيوانية و خلية نباتية.



تحتوي الخلية الحيوانية على:

1-الغشاء الخلوي membrane cellulaire

غشاء سمكه 5-10 نانوميتر، يفصل مكونات الخلية عن المحيط الذي توجد فيه؛ وهو ذو نفاذية اختيارية، يعمل على حماية الخلية من خلال ضبط ما يمكن دخوله للخلية وما يمكن أن يخرج



منها، ويتكون من الدهون(ليبيدات مفسفرة) 40%، وبروتينات 60%، وبعض الإنزيمات المتخصصة.

2-النواة Noyau :

هو مركز المعلومات في الخلية، ويحتوي على نسبة كبيرة من النيوكليوبروتين Nucleo proteins والتي تشكل فيها جزيء (ADN)النصف تقريباً بينما يشكل البروتين النصف الآخر والذي يكون نوع الهستونات والبروتامين .وتحتوي النواة على ما يزيد عن 95% من الأحماض النووية الموجودة في الخلية، وداخل النواة يوجد جسم دائري صغير يسمى النوية ، وتتألف هذه النويات من مركبات كبيرة من جزيئات (ARN) تصل نسبتها إلى 25-20% من مجموع جزيئات (ARN) الموجودة في النوية، عبارة عن mARN التي تقوم بحمل المعلومات الوراثية من جزيء (ADN) والتي تقوم بدور بارز في تصنيع البروتين داخل الخلية.

3- السيتوبلازم Cytopasme:

يحتوي على الرنا وجلوكوز ونواتج أيضية مثل اليوريا Urea، حمض اليورك Uric acid، الكرياتينين Creatinine، وإنزيمات Enzymes، وغيرها. ويوجد في السيتوبلازم المكونات التالية:

أ- الميتوكندريا Mitochondrie:

هي مركز توليد الطاقة في الخلية، وذلك لقابليتها في تصنيع جزيئات ATP، كما تتم فيها تفاعلات الأكسدة والاختزال، وأكسدة الأحماض الدهنية والبروتينات وغيرها

ب -الشبكة الإندوبلازمية Endoplasmic Reticulum (ER) تتكون من:

الشبكة الإندوبلازمية الملساء Smooth Endoplasmic eticulum (SER)حيث تتكون من الستيرويدات والليبيدات والسكريات العالية معقدة التركيب كما يمكن من خلالها التخلص من المركبات السامة.

الشبكة الإندوبلازمية الخشنة Rough Endoplasmic Reticulum (RER) - تحتوي على الريبوزومات وتقوم بتصنيع البروتين المطلوب إفرازه من الخلية أو امتصاصه في غشاء الخلية نفسها.

ج- الريبوزم Ribosome

تحتوي على الرنا والبروتين وفيها مكان تصنيع المركبات الببتيدية المتعددة.

د- أجسام جولجي appareil de golgie :

هو جهاز إفرازي يختلف في الشكل والحجم من خلية لأخرى يقع قرب النواة ، هو مختلف تقوم بعمليات الخزن الاضطرارية المؤقتة للبروتينات.

هـ- الأجسام المحللة Lysosomes

تحتوي على الإنزيمات الهاضمة والمركبات الإنزيمية الغير فعالة.

و- السيتوبلازم: أو يسمى بالهيولي، المادة اللزجة التي تحيط بالغشاء الخلوي، يحتوي على ريبوسومات وعضيّات (كأجسام جولجي)، وهو يؤدّي نشاطات الحياة كلها عدا التكاثر.

2-أنواع الخلايا في جسم الإنسان:

تختلف الخلايا في جسم الإنسان باختلاف وظائفها، فمنها ما يكوّن العضلات أو العظام أو الجلد، وتُقسم أنواع الخلايا الأساسية في جسم الإنسان إلى ما يأتي:

-**الخلايا الدهنية**: شكلها كروي وذلك حتى تتمكن من تخزين كميات من الدهون، وتكون نواتها جانبية.

-**الخلايا العظمية**: وهي نجمية الشكل، محاطة بمواد صلبة أساسها الفسفور والكالسيوم؛ تكوّن النواة الأساسية لبنية العظام والهيكل العظمي ومتوسط عمرها 25 عاماً.

- **الخلايا العضلية**: مستطيلة الشكل لتسمح بالتمدد والتقلص ما يتيح للعضو بالحركة، إذ تتصل بأطراف الخلايا العصبية التي توصل لها الأوامر بالانقباض أو الاسترخاء؛ وتشكّل مجموعات الخلايا العضلية الحزم الليفية العضلية (الأنسجة)، وأنواعها ثلاثة هي: العضلات الإرادية (الهيكلية) وتعمل على الحركة وحفظ التوازن، والعضلات اللاإرادية (الملساء) وتكوّن طبقة في جدران الأعضاء الداخلية كالمعدة والأمعاء، وعضلة القلب وهي لاإرادية لكنها أكثر شبهاً بالعضلات الهيكلية.

-**الخلايا العصبية:** الخلايا العصبية هي الوحدات الأساسية المكونة للدماغ والنخاع الشوكي في الجهاز العصبيّ المركزي والعقد العصبية في الجهاز العصبي الطرفي وتعرف أيضاً باسم العصبون، وتتميّز بكثرة الزوائد فيها التي تتشابك مع بعضها البعض لتكوّن الألياف العصبية، ويمكن استثارة هذه الخلايا كهربائياً، وتقسم حسب الوظيفة إلى أنواعٍ ثلاثة هي: الخلايا العصبية الحسية وتوجد في الأعضاء الحسية كالعين، تنقل الإحساس من العضو إلى الجهاز العصبي المركزي؛ الخلايا العصبية المحركة وتنقل الأوامر إلى أعضاء الاستجابة كالعضلات؛ والخلايا العصبية الموصلة.

-**خلايا الجلد**: وتكون مسطّحة ومتراصّة لتحمي مكونات الجسم الداخلية، خلايا الجلد السطحية والمعروفة بالخلايا الكيراتينية تتجدد باستمرار لأنها الأكثر عرضة للظروف الخارجية ومعدل تجددها 14 يوماً عند الأطفال وتمتد إلى 84 يوماً لدى كبار السن؛ أما الخلايا الميلانينية فتمنح الجلد لونه وتحميه من أشعة الشمس فوق البنفسجية.

3- وظائف الخلايا في جسم الإنسان:

لقد حدد العلماء ستة وظائف رئيسية لجميع الخلايا في الجسم بحيث تضمن للكائن الحي استمرار الحياة، ووظائف الخلايا الرئيسية هي:

- **إعطاء الجسم الهيكل والدعامة:** فعلى سبيل المثال يشبه البناء جسم الإنسان فهو مبني من الطوب والجسم مبني من الخلايا، وكما يعطي الطوب البناء الشكل النهائي فإنَّ الخلايا هي التي تعطي الجسم بنيته وشكله.

- **النمو:** فخلايا جسم الإنسان الجسمية عبارة عن خلايا معقدة وتنمو وتتكاثر عبر الانقسام المتساوي بحيث تنقسم الخلية واحدة لتكون خليتين متطابقتين، وتستخدم الخلايا الانقسام إما لإعادة إصلاح الخلايا التالفة أو للنمو وزيادة الحجم والطول.

- **النقل:** فالخلايا تحتاج لنقل الغذاء والأكسجين من الدم إلى داخلها وكذلك نقل وإخراج ثاني أكسيد الكربون والفضلات إلى خارجها، ويتم نقل وتبادل المواد بعدة طرق عبر غشاء الخلية ومنها الانتشار البسيط والنقل النشط.

-**إنتاج الطاقة:**وهي من أهم وظائف الخلايا؛ فالخلية تقوم بآلاف التفاعلات الكيميائية والتي تحتاج إلى طاقة حتى تتم، وتقوم الخلية بإنتاج الطاقة عبر عملية تسمى التنفس الخلوي.

-**ومن وظائف الخلية التمثيل الغذائي:** ويشمل التمثيل الغذائي جميع التفاعلات الكيميائية التي تحدث في الخلية لإبقائها حية، وهذه التفاعلات قد تكون تفاعلات هدم أو قد تكون تفاعلات بناء.

- **التكاثر:** وهي من أبرز وظائف الخلية وأهمها من أجل الحفاظ على النوع، ويحدث التكاثر في الخلايا الجنسية في الإنسان وهي الحيوانات المنوية في الذكور والبويضات في الإناث، وطريقة انقسام هذه الخلايا هي الانقسام المنصف وهي الوسيلة للحفاظ على الجنس البشري.

المكونات الجزيئية والكتلية لجسم الإنسان

-تمهيد :

يشكل عام الكيمياء الحيوية الاساس الرئيسي لفهم دراسة المكونات الخلوية للكائنات الحية من حيث التراكيب الكيميائية لهذه المكونات و مناطق تواجدها و وظائفها الحيوية فضلا عن دراسة التفاعلات الحيوية المختلفة التى تحدث داخل الخلايا الحية من حيث البناء والتخليق ، أو من حيث الهدم و انتاج الطاقة ، وأحيانا تكون هذه العملية معقدة ولتسهيل ذلك سوف نحاول عرض بعض التعريفات المهمة لبعض المصطلحات المرتبطة بالمادة .

1- المادة :

1-1- تعريف المادة :

تعرف المادة بأنها جسم متكون من ذرات أو جزيئات أو خليط من الاثنين يشغل حيزا من الفراغ وله كتلة .كما يمكن اعتبار أن كل الأجسام البيولوجية(المتصلة بعلم الأحياء) والموجودة في الجسم (أجسام الكائنات الحية) هي مادة ، وهكذا فإن جميع هذه الأجسام لها كتلة .

1-2- الكتلة : الكتلة لشيء ما هي مقياس أو معيار كمي لخمولة(قصوره) أو مقاومته للتسارع (التغيير في السرعة) تحت الظروف العادية ، كما أن الكتلة لجميع الأشياء تبقى ثابتة حتى لو غطست تحت الماء أو قريبا من منطقة انعدام الوزن في ما وراء الغلاف الجوي الأرضي .

والكتلة الأكبر تكون ذات خمول كبير ويحدث لها تغير صغير عند استخدام القوة أو توجيه القوة عليها.

1-3- الوزن : كثيرا ما يستخدم مصطلح الوزن ليعني الكتلة ، فالوزن يرتبط بالكتلة ولكنه لا يطابقها فالوزن لشيء ما يساوي كتلته في انجذابه بواسطة القوة الجاذبة من الأرض .إن قوة الجاذبية على الأرض ثابتة إلى حد ما ، ولكن الاختلافات الفردية في وزن الجسم تنتج عن الاختلاف في كتلة هذه الأجسام .

1-4- الكثافة : إن المادة تأخذ مكانا وتشغل حجما أو حيزا وتشير الكتلة على وحدة الحجم للمادة إلى كثافتها أو تعتبر الكثافة هي والكتلة على وحدة الحجم للمادة . ويحسب بواسطة المعادلة التالية :

الكثافة = الكتلة / الحجم .

وفي العادة يعبر عنها بالغرامات لكل سنتميتر مكعب (غم / سم^3) .

في دراسات التغذية تحدد الكثافة الفيزيائية للغذاء بواسطة كتلتها بربطها بالحجم الذي يشغله.

مثال : كثافة الأغذية الدهنية تكون أقل من الأغذية المتكونة غالبا من البروتينات والكربوهيدرات ومع ذلك فإن السعرات الحرارية أو كثافة طاقة الغذاء الدهني تكون أعلى بمرتين .

1- **العناصر:** المادة في هذا الكون مركبة من مواد أساسية تسمى العناصر ، من 105 عنصرا هناك 90 عنصرا توجد في الطبيعة إما حرة أو مزيج مع عناصر أخرى ، وتنتج العناصر الباقية وهي 15 عنصرا صناعيا .وتتميز العناصر في عدم إمكانية تحويلها إلى مواد أبسط بواسطة التقدم أو العمليات الكيميائية الحالية .فالماء على سبيل المثال ليس عنصرا لأنه فصله كيميائيا إلى عنصرين هما الهيدروجين والأكسوجين.

5-1- توزيع العناصر في الجسم : أكثر العناصر وجودا في الجسم البشري هو الأكسوجين (O : 65 %) ، الكربون (C: 18%) ، الهيدروجين (H :10%) ، النيتروجين (N:3%) ، إن مجموع أوزان مكونات هذه العناصر يشكل تقريبا 96 % من كتلة الجسم.هذه العناصر المهمة تشكل خمس أو ست مواد مغذية وهي : الكربوهيدرات ، الدهون ، البروتينات ، الفيتامينات و الماء ، وتتضمن وحدات البناء لأكثر المواد نشاطا بيولوجيا في الجسم .والمجموعة الباقية من معادن المواد الغذائية تتضمن أهم المعادن من عناصر الكالسيوم (1.5 %) الفسفور (1.0%) ، الكبريت (0.3%) ، بوتاسيوم (0.4%) ، صوديوم والكلور (% 0.2) أو المغنسيوم بالاضافة لإلى عناصر داخلية كالذهب والفضة ، السيليكون ، النحاس ، الكوبالت ، الكروم وغيرها من العناصر. وتوجد هذه العناصر في الجسم بكميات قليلة ، في العادة تكون عبارة عن أجزاء مكملة للمواد المحفزة البروتينية.

5-2- **المادة المحفزة :** مادة تسبب التغير الكيميائي دون أن تتغير هي نفسها أو الأنزيمات .

يشكل النحاس على سبيل المثال جزءا من الأنزيم المرتبط بعملية الامتصاص والتغيرات الكيميائية كالأيض لمعدن الحديد .والنحاس كذلك له علاقة حميمية في تحرير أو إطلاق الكلسترول من الكبد وهو مساعد في تجلط الدم ، ويعمل في تحديد إنزيمات محددة تساعد على تركيب مادة كيميائية مهمة تعمل على نقل السيالة العصبية من مراكز الإحساس إلى الخلايا العصبية .

يتشكل من هذه العناصر ثمانية مركبات هي :

1-الماء 2- البروتينات

3- الدهون 4- النشويات

5- الحوامض 6- القواعد

7-الأملاح وسط مائي : أيونات موجبة وسالبة

8- الأحماض النووية وتقسم إلى :

- بروتين - فوسفور

ADN ARN

بناء البروتين نقل الصفات الوراثية

الجدول يوضح العناصر الكيميائية لمكونات الجسم

العنصر	% من وزن الجسم	مدى الحاجة إليه	مواد الطعام التي يتوفر فيها	الرمز الكيميائي
الكربون الأكسوجين الهيدروجين النيتروجين	% 18 % 65 % 10 % 03	يحتاجها الجسم بكميات كبيرة	النشويات والسكريات الدهون البروتين	$C_6H_{12}O_6$ $C_{16}H_{32}O_2$ NH_2CO_2H
المجموع	% 96			
كالسيوم فوسفور	% 1.8 % 1.0	يحتاجها الجسم بكميات تزيد عن 1200 ملغرام يوميا	الحليب ومشتقاته بيض ، كبد ،سمك	
المجموع	% 98.8			
بقية العناصر الكيميائية	1.2	يحتاجها الجسم بكميات قليلة وتسمى النادرة	اللحوم / الحليب الخضروات الفاكهة المياه المعدنية	

إذا فإن مكونات الجسم تنحصر وتتوزع بالنسبب التالية :

60 – 70 % ماء من وزن الجسم

14 – 16 % بروتين من وزن الجسم

12 – 20 % دهون من وزن الجسم

4- 5 مواد معدنية من وزن الجسم

وعادة ما يكون دور النشويات طاقوي ولا تدخل ضمن وزن الجسم ولكن نحتاجها بكثرة .أما الفيتامينات فضرورية للصحة والبناء والهدم وحاجة الجسم لها ضئيلة وهي من العناصر النادرة فهي لا تدخل ضمن وزن الجسم وإنما تعمل كمحفز للأنزيمات ومساعد لها .

2- **التنظيم النسيجي :** هو عدة أنواع من الخلايا تكون نظاما بيولوجيا ، إن العمليات الأساسية التي تدعم الحياه في جميع الخلايا متشابهة ، ومع ذلك هناك خلايا مختلفة تنفذ عمليات فريدة تستلزم بنية خاصة .ومع اختلاف وظائف الخلايا فإنها تحتوي على مواد كيميائية أساسية متشابهة والاختلاف الوحيد في نسبة وتنظيم هذه المواد الكيميائية .كما ان جسم الانسان يتركب من مجموعة من الأنظمة المختلفة ، كل منها تتكون من أنسجة عالية التخصص. وتتركب الأنسجة من عدة خلايا ، وتتكون هذه الخلايا من جزيئات والجزيئات مركبة من الذرات المنفردة .

3- **الأعضاء :** يتكون الجسم من أحد عشر نظاما من الأعضاء : الهضمي ، البولي ، العصبي ، الجلدي ، العظمي ، والغدد الصماء ، التنفسي الرئوي ، اللمفاوي ، التناسلي ، والدوري ، ويتركب كل نظام من أنظمة الأعضاء من مزيج من الأنسجة المتخصصة المترابطة معا ليؤدي وظيفة عامة .على سبيل المثال

هناك خلايا معينة تكون ثلاثة أجزاء أساسية من النظام الجلدي الخارجي : البشرة ، الشعر ، الأظافر .هذا النظام يشكل الغطاء الواقي الخارجي للجسم الذي يحمي الأنسجة الداخلية العميقة من أدى اعتداء الاجسام العضوية (الجراتيم) الخارجية .كما أنه يعمل على الاستجابة للمؤثرات التنبيهية كالضغط ، الحرارة ، الألم ، والبشرة كذلك تشكل مكان فيتامين (د) في الجسم ، إن كل أنظمة الأعضاء لها وظائف خاصة وفريدة ، وذلك بانسجام مع الأنظمة الأخرى للحفاظ على الحالة المثلى لوظائف الجسم .

4- **الخلايا :** يتبع مستوى الأعضاء الخلايا . وتمثل الخلايا وحدة البناء الأساسية للحياة ، وتختلف الخلايا في أحجامها وأشكالها بالاعتماد عل وظائفها الخاصة .كل الخلايا لها قطر ويساوي 10 ميكروميتر ولكن البيضاوية منها يمكن ان يبلغ قطر البيضاوي منها 140 ميكروميتر لخلايا الدم الحمراء ، ويبلغ طول الخلية العضلية 30 سم ، أو الخلية العصبية التي تمتد طولها المتر الواحد .

1-8- اختلاف أشكال الخلايا : خلايا الدم الحمراء لها شكل بيضاوي فهي مكيفة لحمل ونقل الأوكسجين ، وشكلها أيضا مسطحا لتكون قادرة على الامتصاص السريع أو إطلاق الغازات التي تحملها في الأنسجة .كما أن بعض الخلايا الهضمية لها العديد من الطيات والانخفاضات (الأهداب) مما يزيد من مساحة سطحها بالتالي نسبة الحجم مما يسمح بامتصاص اكبر للمواد الغذائية خلال أغشيتها .

-تعريف الجزيء : هو عبارة عن اتحاد ذرتين أو أكثر برابطة كافية لثبات ذلك الجزيء وهو يمثل أصغر وحدة من المادة التي ما تزال تحتفظ بخواصها الكيميائية .

وينتج عن تكسير الرابطة في الجزيء تغير لصفاته الكيميائية .

أمثلة على الجزيء $N+N = N_2$ و $O+O = O_2$

-الذرات : الجزيئات تتكون من الذرات والتي هي تمثل الوحدات البنائية للمادة .

إن الذرات هي الوحدة التي يمكن من خلالها تقسيم العناصر ، والذرة مكونة من دقائق أصغر هي النواة ، البروتونات و النيوترونات .

-الأيونات : هي عبارة عن ذرة أو مجموعة من الذرات مشحونة بشحنة كهربائية سالبة او موجبة ، إذا كانت الذرة تحمل إلكترونات أقل من البروتينات فانها تكون أيونا موجبا .

أما إذا كانت تحمل عدد إلكترونات أكبر من البروتينات فإنا تكون أيونا سالبا .

مثال : أيون الكلوريد CL^- هو أيون سالب.

وأيون الصوديوم Na^+ هو أيون موجب .

ينشأ عن تفكك Nacl بالمعادلة التالية :

$$Nacl \longrightarrow Na^+ + Cl^-$$

-المركبات والمخاليط :

-المركب : هو عبارة عن مادة مكونة من عنصرين مختلفين أو أكثر ، وأبسط مركب هو مركب الماء H_2O فهو يتكون من اتحاد ذرة أوكسجين O مع ذرتي هيدروجين H+H

-المخلوط : هو عبارة عن ربط بين مادتين أو أكثر مختلفتين بطرق فزيائية .

1- المحاليل : هو عبارة عن خليط من الغازات ، السوائل أو المواد الصلبة ويتكون على الأقل من مادتين .

مثال: الأوكسجين (O_2)+ ثاني أكسيد الكربون (CO_2) هو محلول موجود في سوائل الجسم كما في نواتج عملية الهضم عندما يتم نقلها **من الأنسجة المختلفة في سوائل الجسم .**

- يمثل الهواء الذي نتنفسه محلولا من الغازات (النيتروجين 79.40 % ، الأوكسجين 20.93% وثاني أكسيد الكربون 0.03%).

مفاهيم الطاقة البيولوجية

تمهيد :

يعتبر موضوع الطاقة من اهم المواضيع العلمية المرتبطة بحياة الانسان عامة وبحركات وأوضاع الجسم في النشاط البدني خاصة ، فتنوع حركات الجسم والأنشطة البدنية يقابله تنوع في نظم انتاج الطاقة في جسم الانسان وعليه قبل أن نتطرق إلى موضوع الطاقة في المجال الرياضي يجب أولا أن نعرف نبذة عن مفهوم مصطلح الطاقة وتطوره ومدى ما يحتويه من مفاهيم مختلفة .حتى يتسنى لنا استعاب كيفية تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة ميكانيكية في جسم الانسان .

1-الطاقة :

تتحول كل أنواع الجهد التي يبذلها الكائن الحي عن طريق نقل الروابط الكيميائية .ومعظم الألعاب الرياضية (التنس ، ألعاب القوى ، السباحة) التي يؤديها الفرد تتأثر بقدرتها على استخلاص الطاقة من الأغذية ، والتي تنقل في النهاية إلى البروتينات القابضة في العضلات الارادية والتي نستطيع أداء تلك الأعمال .

فالطاقة هي القدرة على الانجاز ، وكل أنواع الطاقة مرتبطة بالحركة لأن تحرير الطاقة يحتاج إلى تغير ، فكلما زاد الجهد أو العمل كلما زادت تحولات الطاقة وبالتالي يحدث التغير .

نحصل على كمية كبيرة من الطاقة الكيميائية من الوقود الغذائي ، وفي جسم الإنسان فان كل الطاقة الكيميائية تخزن في الروابط التي تجمع المركبات العضوية الموجودة في الغذاء ، تخزن كمية كبيرة من هذه الطاقة قبل أن تفقد عن طريق الجهد الذي يقوم به الجهاز الهيكلي والعضلي أو الحرارة .

يتم تحويل الغذاء في جسم الإنسان عن طريق سلسلة من العمليات والتفاعلات الكيميائية التي تنعكس على مركباتها وتنتج لنا ATP (جزيء أو مصدر الطاقة) ثلاثي أدينوزين الفوسفات .

2-نواتج ومكونات عملية التنفس الخلوي : هي عملية عكسية تحضر الفوتونات ، وبالرجوع للانعكاسات الكيميائية فإن الطاقة الكيميائية التي تتخزن في جزيئات الجلوكوز والليبيد والبروتين تستخلص هذه الطاقة بوجود الأوكسجين .يمكن الاحتفاظ بجزء من الطاقة المحرر كمركب كيميائي مختلف وبعدئذ يستخدم في الجسم وقت الحاجة وبقية الطاقة تتحول إلى البيئة كحرارة .وعموما يتم تحويل الطاقة الناتجة إلى مركبات كيميائية أخرى وتستخدم في الجسم على شكل بيولوجي وأخر ميكانيكي

.

ولذلك تستخدم الطاقة الناتجة من عملية التنفس الخلوي في العمليات الحيوية ، وهذا يحدث في ثلاثة أشكال شغل موضحة في الشكل التالي .

-**الشغل الميكانيكي :** أكثر الأمثلة على تحولات الطاقة في الجسم هو الشغل الميكانيكي الممثل بحركة العضلات مع اشتراك نواة الخلية .

-**الشغل الكيميائي :** ويشمل تحضير بعض المركبات والنواتج .

-**الشغل التوصيلي (الانتقالي) :** أقل طاقة من الشغل الميكانيكي والشغل الكيميائي ، إنه عملية حيوية للمواد المركزة في الجسم لإلى الأماكن الأقل تركيزا .

-طاقة الوضع والحركة :

تشمل طاقة النظام نوعان من الطاقة هما طاقة الوضع وطاقة الحركة ، فطاقة الوضع هي طاقة يمكن تحويلها غلى طاقة حركية كسقوط الماء من الشلال .فطاقة الوضع عكس طاقة الحركة ناتجة من الثبات ، وطاقة الحركة نتيجة سرعة الجسم .في بعض الحالات قد تتغير طاقة الربط لبعض المركبات بسبب تغير هذه المركبات في تفاعل كيميائي وبذلك تتغير الروابط وطاقة الوضع ، وتحول طاقة الربط في مثل هذه الحالة لشغل كيميائي في التحضيرات الحيوية وفي هذه العملية بناء خاص من الذرات يحدث وينتج مركبات حيوية مهمة مثل الجلوكوز والإنزيم والهرمون ، والطاقة الباقية تخزن داخل الخلايا إلى أن يحتاجها الجسم مثلا عندما يحتاج الجسم يأخذها من جزيء ATP .

-الإنزيم :

عبارة عن عامل مساعد باتجاه امامي وعكسي للتفاعل الكيميائي من دون أن يستهلك جزءا من المواد المتفاعلة أو يغير التفاعل .ويوجد أكثر من 4 ألاف إنزيم مختلف لكل منها عمل خاص ، وهي تعمل على تسريع اتصال الجزيئات مما يؤدي لزيادة السرعة في التفاعل ، كما تعمل على تقليل طاقة التنشيط ولا يغير مسار التفاعل ، يسمى الإنزيم غالبا حسب العمل الذي يقوم به ، فعلى سبيل المثال يستخدم إنزيم الهدروليز في تفاعلات التمييه (الهضم) ، وأيضا أنزيم البروتيز في تحليل البروتينات ، والأوكسيداز في تفاعلات الأكسدة .يقوم الإنزيم الواحد بعمله لعدة مرات ، ويتميز الإنزيم بأنه لا يقوم بعمله إلا تحت ظروف معينة ووجود المواد الخاصة بهذا الإنزيم وهكذا تحققت الانتقالية في الإنزيم وآلية عمل الإنزيم ممثلة في الشكل التالي .

وتمثل آلية عمل الإنزيم بنظرية القفل والمفتاح :

1- الخطوة الأولى : بحث عن الإنزيم الخاص بالتفاعل .
2- الخطوة الثانية : يحدث التفاعل .

3- الخطوة الثالثة : ينتج النواتج وينفصل الإنزيم سالما .

وهذه النظرية تسمى نظرية (القفل أو المفتاح) حيث لا يفتح القفل إلا بالمفتاح الخاص به .

مثال : إنزيم هيكسوكيناز يسرع التفاعل الكيميائي لجزيء الجلوكوز وتحويله لجزيء فوسفات في ATP .

-مرافق الإنزيم :

بعض الإنزيمات غير نشطة إلا بوجود مواد إضافية تسمى مرافقات الإنزيم ، هذه المواد المعقدة ليس بروتينات وإنما مواد عضوية تسهل عمل الإنزيم وذلك بتسهيل ربطها بالإنزيم المناسب عمل مرافق الإنزيم أقل انتقائية من عمل الإنزيم لأن مرافق الإنزيم يستطيع عمل أكثر من تفاعل عكس الإنزيم الذي لا يستطيع أن يكون رابط في عدة تفاعلات مختلفة.ذرة الهيدروجين والكتروناتها تنشق من الطعام لكي تنتج لنا الطاقة وتعمل كمرافق إنزيم .

3- تفاعلات التميه والتكثف :

3-1- تفاعلات التميه : التميه عملية أساسية هضمية تحدث في الجزيئات العضوية المركبة بحيث يتم تبسيط وتحليل الكربوهيدرات ، الليبيدات والبروتينات بشكل أبسط لكي يتمكن الجسم من امتصاص الغذاء بصورته المبسطة ، إن الطاقة تنتج عندما تنكسر رابطة كيميائية وتتكون روابط غيرها عندما نضيف الماء (H.OH)على المواد المتفاعلة .

تبسط عملية التميه الطعام في الجسم .مثلا تبسط الكربوهيدرات إلى سكريات بسيطة والبروتينات إلى أحماض أمينية والليبيدات إلى أحماض أمينية .

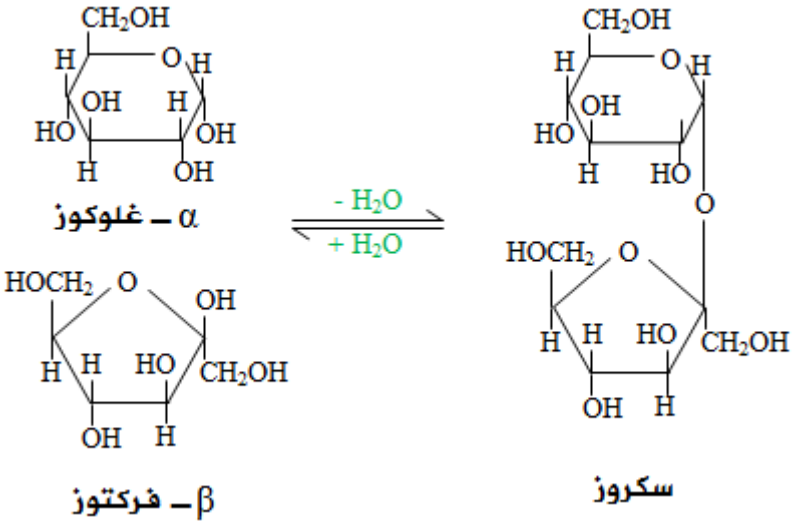
تحدث عملية لكل جزيء بوجود إنزيم معين على سبيل المثال إنزيم لاكتيز lactase لتميه اللاكتوز، والانزيم الخاص بتميه الليبيدات هو الليبيز Lipase أما الليبيبدات عندما يضاف إليها جزيء ماء يتحول إلى أحماض دهنية .كما أن الانزيم الخاص بالبروتين هو البروتيز protease .

الصيغة العامة لتفاعلات التميه :

$$AB+HOH \longrightarrow A\text{-}H+B\text{-}OH$$

تتكسر الرابطة بين AB عندما نظيف الماء لتنتج رابطة A-H وبين B-OH التالي يبين لنا عملية التميه لجزيء السكروز ليتحلل ويعطي سكريات بسيطة هي الجلوكوز والفركتوز ، كما أن كمية البروتينات تعطينا أحماض أمينية وهكذا فإن عملية التميه هي عملية تبسيط وتحليل لجزئيات الطعام لكي يستطيع الجسم امتصاصها .

3-2-تفاعلات التكثف : هي عملية عكسية من عملية التميه حيث نريد أن نحصل على على جزيء A-H وجزيء B-OH بفقدان جزيء ماء $A\text{-}H+B\text{-}OH\ ,\ AB+H_2O$ وينتج جزيء من الماء في هذا البناء ، في عملية التكثف يحدث عملية تجميع وينتج جزيئات أكثر تعقيدا بين عملية التكثف في تحضير سكر المالتوز الأكثر تعقيدا من جزيئين سكر الجلوكوز البسيط .



الشكل يبين عملية التميه للسكروز جلوكوز وفركتوز .وعملية التكثف للجلوكوز والفركتوز إلى سكروز.

في تحضير ثنائي بيبتايد من الحامض الأميني كما ينتج أيضا جزيئ من الماء والرابطة الجديدة المكونة تدعى رابطة ببتايدية.

ويستخدم الجسم هذه العملية ليعيد بناء الجزيئات البسيطة السهلة الامتصاص بعد أن يكون قد امتصها الجسم ويعيدها لشكلها المعقد ويستخدمها في عمليات البناء في الجسم .

3-3-تفاعلات التأكسد والاختزال : من التفاعلات المهمة التي تحدث في جسم الانسان وتتضمن انتقال الالكترونات من مادة لأخرى تفاعلات التأكسد ، تشمل تفاعلات التأكسد انتقال إما ذرة الأوكسوجين أو الهيدروجين ، أو انتقال الالكترونات .فعندما ننزع ذرة الهيدروجين من مادة يحصل زيادة في عدد الكترونات التكافؤ ، أما في عمليات الاختزال يقل عدد الكترونات التكافؤ ، وزيادة عدد ذرات الهيدروجين .

تفاعلات التأكسد والاختزال لها نواحي مميزة وعندما يحدث التاكسد في الاتجاه المعاكس يحدث إختزال ومنها يفقد إلكترون من مادة وتكسبه مادة أخرى وتسمى تفاعلات التأكسد والاختزال .والاختزال هو الذي يتم فيه اكتساب ذرات العناصر الالكترونات .

وهناك مثال جيد لتفاعلات التاكسد وهو انتقال الالكترونات في الميتوكوندريا وهنا يحدث تأكسد للهيدروجين وتنزع الالكترونات التي تذهب إلى الأوكسجين ، وتحدث هذه العملية في الكربوهيدرات والليبيد

والبروتينات ، وتعمل الانزيمات على تسريع تفاعلات التاكسد والاختزال ، وكما يحدث لفيتامين (ب) والذي يدخل مكونات flavine adénine dinucleotide (FAD) و NAD والطاقة في مركب ATP

وينتقل كل زوج هيدروجين H_2 إلكترونان عبر سلسلة تفاعلات وباختزال ذرة أوكسجين وهذه العملية تكتمل عندما يتأكسد الهيدروجين ليتكون جزيئ الماء H_2O وهذه التفاعلات تنتج طاقة كيميائية تسبب شغل بيولوجي في هذه المركبات .

مثال : عندما يقوم رياضي بجهد بدني تحدث عميلية اختزال للكربوهيدرات (حامض البيروفيك) بزيادة ذرات الهيدروجين وإنتاج الطاقة وحامض اللاكتيك الذي تزيد نسبته في الدم .وخلال الراحة تحدث عملية عكسية حيث يتأكسد حامض اللاكتيك ويفقد عدد من ذرات الهيدروجين ويتحول حامض اللاكتيك إلى حامض البيروفيك وهكذا تقل نسبة حامض اللاكتيك في الدم .

إن NADH و $FADH_2$ يتكونان عن طريق تحطيم الطعام (الكربوهيدرات ، الدهون ، البروتين) وهي غنية بالجزيئات لأنهما يحملان الالكترونات لها القدرة على نقل الطاقة .

وفي داخل الميتوكوندريا تنقل أزواج الالكترونات عن طريق $NADH_2$ و $FADH_2$ وتحول إلى السيتوكرومات وهي مجموعة من البروتين وحديد من من كل سيتوكروم .

وتتحرر الطاقة بكميات قليلة ، والعديد من عمليات النقل الالكتروني تخزن الطاقة عن طريق تكوين روابط الفوسفات .

إن إعادة تكوين الفوسفات عن طريق الأكسدة ، هو كيفية تكوين ATP أثناء نقل الالكترونات من $NADH_2$ و $FADH_2$ للأوكسجين في الخلايا وهذه العملية المهمة تمثل حاجات الخلية الأولية لتخزين الطاقة الكيميائية على شكل روابط فوسفات مليئة بالطاقة وحوالي 90 % من ATP يكون في دورة كربس عن طريق تفاعلات الأكسدة المرتبطة بإعادة تكوين الفوسفات .

إن هدم الطعام يعطينا طاقة ، وهذه الطاقة تعمل على تكوين روابط الفويفات المخزنة بالطاقة ، وروابط الفوسفات هي ذرة فوسفات ترتبط مع ADP وبالتالي يتكون لدينا ATP

$$NADH + H + 3ADP + 3P + 1.5\ O_2 \longrightarrow 3ATP + DNA + H_2O$$

إن هذه المعادلة الكيميائية تبين أن كل NADH+H يعطينا 3 ATP لكن إذا كان الهيدروجين مزودا أصلا من $FADH_2$ نحصل منها على جزئين فقط من ATP لأن $FADH_2$ يدخل الدورة بمستوى الطاقة قليلا عند نقطة بعيدة عن تكوين أول ATP .

تنتج عملية الأكسدة 7 كيلو كالوري تقريبا ، تخزن لتكون مول ATP ويتكون 3 مول ATP نحصل على 21 كيلو كالوري .

وبما أن حوالي 25 كيلو كالوري تحرر أثناء أكسدة مول واحد من NADH ففعالية النقل الالكتروني واعادة تكوين الفوسفات بالأكسدة للحصول على الطاقة كيميائيا تكون حوالي 40 % (21 كيلو كالوري 25 كيلو كالوري x 100 % = 40 % أما 60 % الباقية من الطاقة فانها تظهر في الجسم على شكل حرارة .

4- دور الأوكسجين في العمليات الحيوية لإنتاج الطاقة :

هناك ثلاثة شروطيجب توفرها لتستمر عملية تكوين ATP بطريقة الأكسدة :

1- يجب أن تتوفر عوامل مساعدة وهي FADH أو $FADH_2$

2- يجب أن تيتوفر عامل مؤكسد وهو O_2.

3- يجب أن تتوفر الأنزيمات بكميات كبيرة والتي تحفز العمليات الكيميائية .

أما في التمرينات العنيفة ، وحينما يحدث نقص في امداد الخلية بالأوكسجين ، وفي هذه الحالة فان سير الالكترونات في الدورة يبدأ بالتراجع .ومع اتحاد ذرات الهيدروجين مع NAD و FAD كما ذكرنا سابقا ينتج حامض اللاكتيك ، وهذا يمنع إنتاج الطاقة عن طريق إعادة تكوين الفوسفات بالأكسدة أو يحد من فعاليته عن طريق النقل الالكتروني

5- دور الأوكسجين في الدورة هو الاتحاد مع الهيدروجين لتكوين الماء :

تسمى عملية إعادة تكوين الفوسفات بالأكسدة مع وجود الأوكسجين بالنظام الأوكسجيني .

ان الأوكسجين لا يشارك مباشرة في تكوين ATP إلا أن وجوده هو الذي يحدد قدرة الفرد على تكوين ATP والقدرة على الاستمرار في التخزين .

6- مصطلحات لبعض المواد التي تؤثر على التفاعلات الكيميائية :

-الحامض : هو أي مادة تتحول إلى أيونات في محلول لتعطي H^+ .

الحامض له مذاق حامضي ويتفاعل مع العناصر الأساسية ليشكل الأملاح ، ويجعل بعض المعادن تطلق الهيدروجين .

من أمثلة الأحماض في الجسم : حامض الهيدروكلوريك ، حامض الفسفوريك ، حامض الكربونيك وحامض الكربوكسليك .

-القاعدة : أي مادة تشكل أيونات الهيدروكسيل في محلول الماء OH^-وفي محاليل العنصر الأساسي تسمى بالقاعدة .وتتفاعل مع الأحماض لتشكل الأملاح.

مثال : العناصر الأساسية في الجسم بما في ذلك الصوديوم ، هيدروكسيد الكالسيوم ومحاليل ماء الأمونيا التي تشكل هيدروكسيد الأمونيا .

-الفينيل PH : هو المقياس الكمي للحموضة أو للقاعدة لسائل المحلول ، ويشير PH إلى تركيز محاليل أيونات الهيدروجين .المحاليل التي تكون نسبتها من OH^- أكبر من H^+ يكون PH فيها أعلى من 7.0 وتسمى بالقلوي أو القاعدي .

-الإنزيمات والفينيل PH :

تحدث كثير من العمليات الكيميائية في الجسم فقط في فينيل PH معين ، والانزيم الذي ينشط في فينيل واحد يصبح خاملا عندما يتغير ما يحيط بالفنيل .فالإنزيم الذي يساعد في هضم الدهون إنزيما فعالا في البيئة المعدية الحامضية بدرجة كبيرة ويتوقف نشاطه عندما تكون القلوية أو القاعدية في المعدة أكبر.

-المحلول المنظم (المعادل) : يستخدم هذا المصطلح لتحديد التفاعلات التي من شأنها التقليل من حدة التغيرات في تركيز H^+ .تسمى الآليات الكيميائية التي تحد أو تمنع من حدوث هذه التغيرات بالمنظمات .أي نقص الفينيل PH في الجسم هو نتيجة لزيادة في تركيز H^+ ويشار إليها بالحامضي .أي نقص في تركيز H^+ يتحول إلى القاعدي.

- المنظم الكيميائي : يتالف نظام المنظم الكيميائي من حامض ضعيف وعنصر أساسي أو من ملح ذلك الحامض مثال ذلك : يتألف نظام المنظم الكيميائي من حمض الكربونيك وملحه بيكربونات الصوديوم .ويتشكل حمض الكربونيك عندما تتحد البيكربونات مع H^+ ما دام تركيز H^+ عاليا ، ويستمر التفاعل ضد الأحماض القوية لإلى حمض الكربونيك المخفف لأن الزائد من H^+ يتوقف وفقا للتفاعل العام .

وإضافة إلى العصارة الهضمية ، يستمر إنتاج الأحماض الأخرى في الجسم .

أما المنظمات الكيميائية الأخرى المتوفرة في الجسم بما في ذلك منظمات الفوسفات التي تتالف من حمض الفوسفوريك وفوسفات الصوديوم تتم بطريقة مماثلة لطريقة نظام البيكربونات ضمن عمليات كيميائية .أما منظم الفوسفات يقوم بتنظيم نوعية الحمض الأساسي لأنابيب الكلية والسائل الداخلي والذي يكون فيه تركيز عالي من الفوسفات.

-منظم التنفس : أي زيادة في تركيز H^+ في سوائل الجسم تثير مركز التنفس لزيادة التنفس وهذا التعديل يسبب فقدان كبير من ثاني أكسيد الكربون لترك الدم .

-منظم الكلى : يتم التنظيم عن طريق معادلة الحموضة من خلال تبادل كمية ذرات البيكربونات والأمونيا و H^+ والتخلص منهم عن طريق البول والقاعدة والكلوريد والبيكربونات الذين يعاد امتصاصهم .

-عوامل تؤثر في توازن PH : هناك عدة عوامل تؤثر على PH الدم وما يهمنا هو ما يلي :

-التمارين الرياضية العنيفة : في التمارين الرياضية العنيفة يتم إنتاج مقدار كبير من حامض اللاكتيك للتفاعل الحيوي بحيث يترك حامض اللاكتيك العضلة النشطة ويدخل في مجرى الدم .

-طاقة روابط الفوسفات : يجب أن يزود جسم الانسان وباستمرار بالطاقة الكيميائية حتى يتمكن من القيام بالمهام المتعددة والمعقدة .

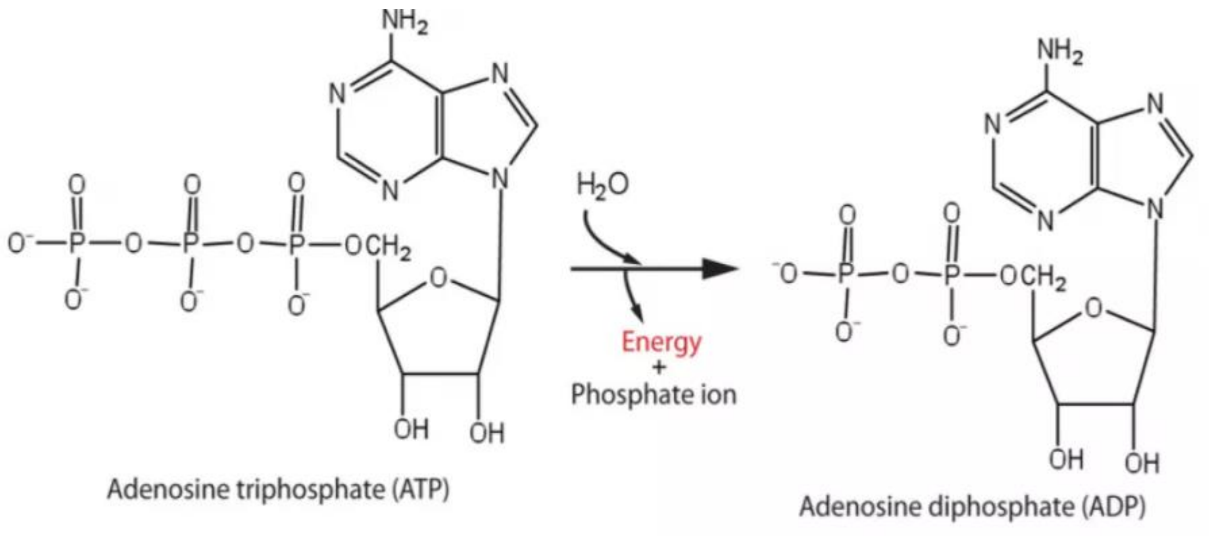
والطاقة الناتجة عن عملية أكسدة الطعام لا تتحرر فجأة على درجات حرارة متدنية، لأن جسم الإنسان ليس كالمحرك الميكانيكي ، فلا يستطيع أن يستخدم الطاقة الحرارية. وبالإضافة إلى أن الطاقة الكيميائية الموجودة في الكربوهيدرات والدهون والبروتينات تستخلص وبكميات قليلة خلال عملية معقدة تتحكم فيها الانزيمات والتي تتم في وسط بارد ورطب في الخلية ، وهذه العملية تقلل فقدان الطاقة الحرارية بحيت تستغل وبشكل فعال في عملية تحويل الطاقة وهذا يمكن الجسم من استخدام الطاقة بشكل مباشر ، بحيث تزود الخلايا بالطاقة عند الحاجة .

ATP-7 هو الناشر للطاقة : صيغة ثلاثي فوسفات الأدينوسين تشير الصيغة الكيميائية ($C_{10}H_{16}N_5O_{13}P_3$) إلى مركب الطاقة ثلاثي فوسفات الأدينوسين، إذ يتكون مركب ATP من الجزيئات الثلاثة التالية:

1- قاعدة نيتروجينية مكونة من الأدينين.

2- سكر الريبوز.

3- ثلاثة مجموعات فوسفات يربط بينها جزيئات أكسجين، وتعد الروابط بين مجموعات الفوسفات مصدر الطاقة في جزيء ATP، وذلك بسبب الشحنات الكهربائية المتنافرة بين مجموعات الفوسفات.



لا تنقل الطاقة الموجودة في الطعام مباشرة لإلى الخلية للقيام بالأعمال البدنية ، بالاضافة إلى أن الطاقة الغذائية تجنى وتجمع وتوقف من خلال مجموعة الطاقة الغنية ATP .والطاقة الكامنة في جزيء ATP تستخدم في العمليات التي تقوم بها الخلية والتي تحتاج إلى طاقة .

وتتمثل دورة استقبال الطاقة ومنحها ، في عمليتي نقل رئيسيتين في الخلية :

1- تشكيل وحماية ATP من الطاقة الكامنة .

2- لاستخلاص الطاقة الكيميائية من ATP للأعمال البدنية .

ان الروابط التي تصل أطراف جزيئين من الفوسفات ، تنتهي بروابط طاقة عالية لأنها تشكل كميات معتبرة من الطاقة الكامنة الموجودة في جزيء ATP .

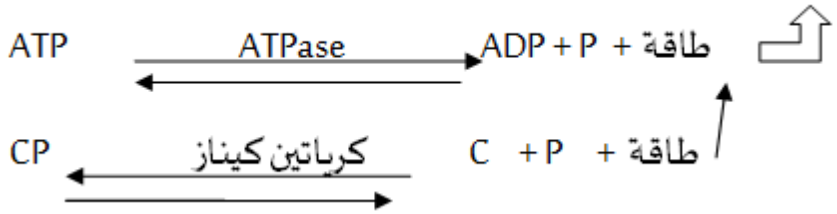
وعندما يتحد ATP مع الماء في عملية الحلمأة إلى التحليل بالماء تحفز بإنزيم ATPase خلال عملية الحلمأة .فإن أطراف الروابط الفوسفاتية تتحطم وتشكل مركبا جديدا يدعى أدينوسين ثنائي الفوسفات ADP وفي ردة الفعل هذه يتحرر تقريبا 7.3 سعر حراري من الطاقة المحررة (أي الطاقة المتوفرة للعمل) لكل مول من ATP وتشكل ADP .

$$ATP + H_2O \xrightarrow{ATPase} ADP + P\ 7.3\ kcal\ par\ mole$$

2- كرياتين الفوسفات : CP

إن ATP ناشر للطاقة في جميع الخلايا وأن كمياته محدودة ، بحيث تصل حوالي 85 غ من ATP فقط تكون مخزنة في الجسم وهذا يزود بطاقة كافية للقيام بالتمارين المختلفة لثوان فقط ولهذا يجب إعادة تركيب ATP من جديد وباستمرار لتزويد الجسم بالطاقة الكافية للقيام بالأعمال البدنية ، وبعض الطاقة اللازمة لإعادة تشكيل ATP حيث تزود وبشكل سريع ومباشر بفصل جزيئ واحد من الفوسفات عن مجموعة طاقة غنية تسمى كرياتين الفوسفات CP .وهذا الجزيئ يشبه ATP لأن مقدار كبير من الطاقة تطلق عندما تنفصل الروابط بين جزيئات C وP .والشكل التالي يبين ذلك .

النقل الحيوي



الشكل يبين استخدام الطاقة المحررة من CP مع ADP و P لتشكيل ATP

إن تحطم CP يمكن أن يوفر هذه الطاقة .والخلية تستطيع أن تخزن CP بكميات أكبر من ATP .

مكونات الغذاء ومنابع الطاقة في جسم الانسان

1- القيمة الطاقوية للغذاء والنشاط الفسيولوجي :

ينتزع مخزون الطاقة في الروابط الكيميائية للكربوهيدرات والبروتينات خلال سلسلة من الانعكاسات الكيميائية المعقدة ، وتكون متوفرة للخلايا عند تداول الطاقة ATP ، ولأن العناصر الثلاثة الرئيسية للغذاء تحتوي على طاقة ، ولأن الوظائف الجسمية تحتاج للطاقة أيضا ، فان من الممكن تصنيف كل الغذاء والأنشطة الفسيولوجيا في المصطلح المعروف بالطاقة .

2- الطاقة المتوفرة في الغذاء السعرات الحرارية :

السعرات الحراري (CALORIE) هو وحدة من الحرارة المستخدمة عن القيمة الطاقوية للغذاء ، وهو يمثل مقدار الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كيلو غرام من الماء درجة مئوية واحدة .

3- قيمة السعرارات الحرارية للأغذية :

يستخدم الكالوريمتر قيمة السعرات الحرارية في كثير منختبرات .

حرارة الاحتراق : إن احتراق واحد 01 غرام من الكربوهيدرات ينتج عنه حرارة تبلغ 4.5 كيلو سعر ، وان احتراق واحد غرام من البروتين ينتج عنها 5.65 كيلو سعر ، واحتراق واحد غرام من الدهون ينتج عنها 9.45 كيلو سعر ، وبما أن معظم الأغذية تتكون من نسب مختلفة من هذه المواد ، تكون محتويات الطاقة من الأطعمة المشبعة بالدهون تكون أكبر منها من الأطعمة التي لا تحتوي على دهون، فمثلا يبلغ عدد سعرات الحرارية في كوب واحد من الحليب (كامل الدسم) 160 كيلو سعر ، بينما تحتوي الكمية نفسها من الحليب خال الدسم 90 كيلو سعر .

لذا فان إنتاج الطاقة من الدهون أكثر مرتين من الكربوهيدرات بسبب الاختلاف في التركيب البنائي بين المادتين الغذائيتين ، وتحتوي الصيغة الكيميائية للكربوهيدرات ما نسبته ذرتي هيدروجين لكل ذرة أوكسجين ، من ناحية أخرى أن المركبات الدهنية تحتوي على ذرات نت الهيدروجين أكثر من الأوكسجين

مثال : الحامض الدهني يحتوي على الصيغة الكيميائية الكيميائية $C_{16}H_{30}O_2$ وهذا يعني أن هناك ذرات أكثر من الهيدروجين التي يمكنها أن تنشق وتتأكسد لإنتاج طاقة خلال تكسر الدهون .أما البروتينات تحتوي على عنصر االنيتروجين بالاضافة إلى الكربون والهيدروجين والأوكسجين ، ولأن الجسم لا يستخدم النيتروجين ، فان النيتروجين يتحد مع الأوكسجين ليكون اليوريا $NH_2CO\ NH_2$ التي تطرح في البول .

- معامل التنفس :

تختلف كميات الكربوهيدرات والبروتين والدهون في وجبة معينة عن الأخرى ، وتختلف كمية الأوكسجين المطلوبة لأكسدة كامل الكربون والهيدروجين إلى النهاية لإنتاج ثاني أكسيد الكربون والماء والطاقة من أي وجبة حسب نوعية الوجبة ومحتوياتها لذا تختلف كمية ثاني اكسيد الكربون المتكونة بالمقارنة مع الأوكسجين المستهلك حسب اختلاف الوجبة المأخوذة ، وتسمى هذه النسبة من الغازات معامل التنفس RQ على مستوى الخلية وهي مفيدة، لأنها تعرف أثناء الراحة وأثناء بذل الجهد وتدلنا على الأغذية المطلوبة لإنتاج الطاقة وكذلك R-Q مهمة لتحديد الطاقة الناتجة عن الجسم ، أما R تكون علاقة VCO_2/VO_2 على مستوى الرئتين .

1- معامل التنفس للكربوهيدرات :

إن ذرة الأوكسجين في الكربوهيدرات هي نفسها في الماء ، ويستهلك الأوكسجين المستعمل في الخلية لأكسدة الكربون في جزء الكربوهيدرات لإنتاج ثاني اكسيد الكربون وكذلك أثناء تأكسد ذرة الجلوكوز ، وأنها تنتج ست ذرات من ثاني أكسيد الكربون .

وتصبح المعادلة على الشكل التالي :

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

وبما ان الغاز المتبادل في هذه المعادلة متساو ، أي أن كمية ثاني أكسيد الكربون المنتج مساو لكمية الأكوسجين المستهلك ، فان معامل التنفس للكربوهيدرات هي وحدة واحدة 1.00

$$RQ = 6CO_2 + 6O_2 = 1.00$$

2- معامل التنفس للدهون :

تختلف المحتويات الكيميائية للدهون عن تلك المحتويات للكربوهيدرات لأن الدهون تحتوي على كمية أقل بكثير من ذرات الأوكسجين ، عند استعمال الدهون لإنتاج ثاني أكسيد الكربون والماء ، مثال ذلك ، عند استعمال حامض البالمتيك وهو حامض دهني فانه يتأكسد ويتحول إلى ثاني أكسيد الكربون والماء وينتج ستة عشر جزيئا من ثاني أكسيد الكربون باستهلاك 23 جزيئا أوكسجين وهذه العملية نلخصها بالمعادلة التالية :

$$C_{16}H_{32}O_2 + 23O_2 \longrightarrow 16CO_2 + 16H_2O$$

$$RQ = 16CO_2 + 23O_2 = 00.696$$

ويشكل عام فان RQ معامل التنفس للدهون هو 0.70

3- معامل التنفس للبروتينات :

لا تتأكسد البروتينات في جسم الانسان بسهولة إلى ثاني أكسيد الكربون والماء لإنتاج الطاقة لأن البروتينات تتعرض لعملية نزع الامينات في الكبد ويتم التخلص من النيتروجين والكبريت في البول وتتأكسد الأحماض الأمينية المتكونة بعد ذلك لإنتاج ثاني أكسيد الكربون والماء لإنتاج الطاقة .

تحتاج الأحماض الأمينية لكمية كبيرة من الأوكسجين أكثر من ثلك التي تحتاجها الكربوهيدرات لإنتاج ثاني أكسيد الكربون والماء .وتكون RQ = 0.818

وبشكل عام فان RQ للبروتينات هو 0.82

- أنظمة الطاقة في جسم الانسان :

يعد ثلاثي أدينوزين الفوسفات ATP المصدر الأساسي لإنتاج الطاقة في الخلية العضلية ، وهو شكل غني بإنتاج الطاقة ، وهو مخزن في جميع خلايا الجسم ومنها الخلايا العضلية ، وهذا المصدر يشكل أصلا من الغذاء المهضوم . وان اتحاد مركبين من الفوسفات بعد اتحاد اتحادا غنيا بالطاقة ، وعندما يتم تفكيك الوحدة بين هذين المركبين في الفوسفات ، تنطلق الطاقة اللازمة لأداء الشغل الحركي كالانقباض العضلي ، وان كمية الطاقة المحررة لكل مول ATP المفكك تقدر ما بين 7-12 كيلو سعر .

1- النظام الفوسفاجيني : ATP - CP

يتميز هذا النظام بسرعة تحويل الطاقة، ويعتبر أسرع من نظام الطاقة العامة، لأنه يعتمد على إعادة بناء ATP عن طريق مادة كيميائية أخري مخزونة تسمي الفسفوكرياتين PC فعمد تكسر ATP لتحرير الطاقة الميكانيكية والحرارية يتبقي من هذه العملية ADP والذي يستخدم لإعادة بناء ATPمرة أخري ويتم ذلك حين يتكسر الفسفوكرياتين ويتحول إلى فوسفات وكرياتين بواسطة إنزيم كرياتين كينز، وتتميز هذه العملية بسرعة إنتاج الطاقة ، ويعتبر هذا النظام أساسيا لتحويل الطاقة عند أداء العمل العضلي الأقصى في حدود 10-30 ثانية، حيث لا تكفي PC لإعادة بناء ATP عند زيادة طول فترة العمل عن ذلك، حيث تتجه عضلات إلى تحويل الطاقة اللاهوائية عن طريق نظام حامض اللاكتيك ، ويمكن أن يتم تحرير الطاقة من ADP لإعادة بناء ATP نظرا لكونه مازال يحتوي على رابطة فوسفات قوية و يتم ذلك من باستخدام جزئين من ADP لبناء جزئ ATP ويتبقي أدينوسين مونو فوسفات (AMP) وهو لا يستخدم في الطاقة، وهذا النظام هو المسئول عن الطاقة فى الأنشطة الرياضية المميزة بالسرعة القصوى والقوة

العظمي والقوة المميزة بالسرعة، مثل العدو مسافات قصيرة أو البداية في مسابقات المضمار والسباحة، وفي كرة القدم عند الحركات السريعة كالركل والوثب بأنواعه، وفي هذه الأنشطة تكون الحاجة إلى سرعة تحويل الطاقة أكثر من كميتها وتكمن سرعة هذا النظام فيما يلي:

-لا يعتمد على سلسلة طويلة من التفاعلات الكيميائية .

-لا يعتمد على نقل أكسجين الهواء الجوى إلى العضلات العامة.

-ماتحتاج إليه العضلة من مخزون مصادر الطاقة ATP-PC مخزون بها.

2- نظام حامض اللاكتيك :

يتم إنتاج الطاقة اللازمة للانقباض العضلي باستخدام هذا النظام أيضا بدون استخدام الأكسجين غير أن مصدر إنتاج الطاقة هنا ليس PC ولكن مصدر غذائي هو الغلكوجين، وهو في الأصل ينتج عن طريق المواد الكربوهيدراتيه التي يتناولها الإنسان فتتحول خلال عمليات الهضم إلى سكر غلوكوز ثم يخزن هذا السكرالغلوكوز في العضلات والكبد، ولكن تخزين لا يكون في شكل سكر الغلوكوز ولكن في شكل مركب أكثر تعقيدا هو الغلكوجين ، حيث ينشطر الغليكوجين ويتحول إلى سكر غلوكوز ثم إلى حامض اللاكتيك ويساعد على إعادة بناء ATP لإنتاج الطاقة اللازمة، ونظرا لتوقف سلسلة التفاعلات الكيميائية حتي مستوي حامض اللاكتيك، يسمى هذا النظام بنفس الاسم أو الغلكزة اللاهوائية ، وتتم هذه التحولات من خلال سلسلة تتكون من 12 تفاعلا كيميائيا، وكل من هذه التفاعلات له أنزيمه الخاص اكتشفها العالمان الألمانيان جوستاف أيمبدن وأتو مايرهوف Gustav Embden et Otto Meyerhofخلال الثلاثينيات من القرن العشرين، ويرجع سبب توقف هذا النظام عند حامض اللاكتيك، نظرا لأن تراكم حامض في العضلة يؤدى إلى انخفاض درجة Ph داخل اخلايا العضلية مما يؤدي إلى تنشيط إنزيم فسفو فركتو كينيز وهو الإنزيم المسئول عن تفاعلات الجلكزة اللاهوائية ، ويجب التفرقة بين تركيب كل من حامض اللاكتيك واللاكتات ، حيث إن اللاكتات هو ناتج حامض اللاكتيك بعد تخلصه من الهدروجين واتحاد الباقى مع الصوديوم أو البوتاسيوم لتكوين الملح، ويتم أنتاج حامض اللاكتيك من خلال الغلكزو الاهوائية ولكنه بسرعة ينفصل وتكون ملح اللاكتيك.

ويتم بناء عدد قليل من جزيئات ATP مقارنة بالتمثيل الغذائي الهوائى، حيث يمكن إعادة بناء عدد 3مول ATPمن كمية مقدرها 170 غراما من الجليكوجين ، وعلى العكس من ذلك في حالة توافر الأكسجين تنتج نفس الكمية 39 جزيء.ATP ولكن سرعة إنتاج الطاقة في هذا النظام أقل من نظام الفوسفات ولكنها تتميز بزيادة فترة استمرار الأداء تحت هذا النظام والذي يمكن أن يتراوح مابين 30 ثانية حتي 6 دقائق، ويعتبر هذا النظام مسؤول عن تحديد تحمل الأداء في مسابقات 100 متر، 200 متر، 1000 ، و400 متر.

ويمكن تلخيص مميزات هذا النظام بما يلي :

1- يحدث التعب نتيجة تراكم حمض اللاكتيك .

2- لا يحتاج إلى وجود الأوكسجين

3-يعتمد فقط على الكربوهيدرات كمصدر للطاقة (الجلايكوجين ، الجلوكوز)

3- ينتج كمية كافية من الطاقة لاستعادة عدد قليل من مولات ATP .

نظام الأوكسجين أو النظام الهوائي :

يتميز هذا النظام من النظامين الآخرين لانتاج الطاقة بوجود الأكسوجين كعامل فعال خلال التفاعلات الكيميائية لاعادة بناء ATP وفي وجود الأوكسجين يمكن استعادة بناء 39 مول ATP بواسطة تكسير الكامل لجزيئ الجلايكوجين ليصبح ثاني أكسيد الكربون والماء ، وتعتيبر هذه أكبر كمية لاعادة بناء ATP ومثل هذا يتطلب مئات التفاعلات الكيميائية عن انتاج الطاقة اللاهوائية السابقين ، ويتم نظام الاوكسجين في داخل الخلية العضلية ، ولكن في حيز محدود وهو ما يسمى الميتوكوندريا ، ويمكن تقسيم التفاعلات الكيميائية للنظام الهوائي أو نظام الأوكسجين إلى ثلاث سلسلات رئيسية هي :

1- الجلكزة الهوائية

2- دائرة كربس

3- نظام النقل الإلكتروني

وفي حالة الجلكزة الهوائية فانها تختلف عن الجلكزة اللاهوائية في أنها لا تتم إلا في وجود الأوكسجين ، وهذا يؤدي إلى عدم تراكم حامض اللاكتيك ، ولكن يعيد بناء ATP. وخلال الجلكزة الهوائية ينشطر جزيئ الجلاكوجين إلى جزئين من حامض البيروفيك ، وبذلك يتوافر كمية كافية من الطاقة لاعادة بناء 3 مول من ATP ويتم بعد ذلك استمرار حامض البيروفيك خلال سلسلة تفاعلات كيميائية تسمى دائرة كربس وتعرف أيضا بدائرة حامض ستريك أو حامض كاربوكسيليك وهناك تغيران أساسيان يحدثان خلال هذه الدورة :

1- انتاج ثاني أكسيد الكربون

2- الأكسدة بمعنى عزل الالكترونات .

وينتقل ثاني أكسيد الكربون إلى الدم الذي يحمله إلى الرئتين ليتخلص الجسم منه ، بينما تتم عملية الأكسدة بعزل الالكترونات في شكل ذرات الهيدروجين H عن ذرات الكربون التي يتكون منها حامض البيروفيك وكذلك الجلايكوجين .

ويستمر التحول النهائي للجلاكوجين حتى يأخذ الشكل النهائي له في صورة ماء بواسطة أيونات الهيدروجين والالكترونات التي عزلت بواسطة دائرة كربس وأوكسجين هواء التنفس وتسمى سلسلة التفاعلات الكيميائية التي تشكل الماء نظام النقل الالكتروني أو السلسلة التنفسية .

ولكن هناك نوعان آخران من المواد الغذائية يمكن أن تنشط بالنظام الهوائي لتتحول إلى ثاني أكسيد الكربون والماء مع انتاج الطاقة اللازمة لاعادة بناء ATP غير أن البروتين عادة لا يستخدم كمصدر للطاقة ، فان التركيز فقط سيكون على المواد الدهنية .ويتم تحويل المواد الدهنية إلى أحماض دهنية تدخل ضمن دائرة كربس ونظام التحول الالكتروني لانتاج الطاقة ، غير أن أكسدة الدهون تتطلب كمية أوكسجين أكثر حيث تبلغ كمية الاوكسجين اللازمة لاعادة بناء مول ATP حوالي 3.5 لتر إذا كان مصدر الطاقة هو الجلايكوجين ، بينما تبلغ كمية الأوكسجين 4 لتر في حالة ما إذا كان مصدر الطاقة هو الدهون ، ويلاحظ أننا نستهلك أثناء الراحة ما بين 200 إلى 300 ملليلتر أوكسجين في الدقيقة .وبذلك فاننا نعيد بناء جزيئ ATP الذي يحتاج إلى 3.5 أو 4 لتر خلال 12-20، دقيقة ولكن سرعة إعادة مول ATP تزيد مع زيادة سرعة استهلاك الأوكسجين والتي تحدث أثناء النشاط الرياضي ، حيث يمكن إعادة بناء جزيئ ATP كل دقيقة لدى معظم الأشخاص ، بينما يمكن زيادة هذه الكمية 1.5 مول ATP كل دقيقة لدى اللاعبين المدربين على أنشطة التحمل .

الكربوهيدرات

تمهيد :

تعتبر الكربوهيدرات من المواد العضوية واسعة الانتشار في الطبيعة ، وهي مصدر مهم للطاقة في جسم الانسان ، ولأن التمثيل الغذائي أو الايض للمواد الغذائية في جسم الانسان يبدأ بالكربوهيدرات لذا سوف نتناول الكربوهيدرات من حيث التعريف ، تقسيماتها والصيغة الكيميائية لكل صنف من السكريات واهميتها لجسم الانسان .

1- تعريفها :

هي مركبات عضوية مكونة من الكربون ، الهيدروجين والأكسوجين صيغتها الكيميائية $C_n(H_2O)_n$ تكون نسبة الهيدروجين إلى الأكسوجين كنسبتها بالماء ، وهذه المركبات واسعة الانتشار في الطبيعة ، فهي من المركبات الأساسية التي تستند إليها الحياة .فالسكر والنشاء من مكونات طعام الانسان الأولى ، و السيليلوز في الخشب والورق والقطن منتجات كربوهيدراتية ، وفي جدار الخلية الحية وفي جزيئات ADN الحاملة للصفات الوراثية أنواع من الكربوهيدرات .

ويبدأ صنع الكربوهيدرات في الطبيعة في النباتات الخضراء حيث تجرى عملية التمثيل الضوئي

$$6CO_2 + 6H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O6 + 6O2$$

تشكل المواد الكربوهيدراتية (السكرية) الجزء الأكثر أهمية من غذاء الانسان باعتبارها من المصادر الأساسية لتوليد الطاقة في جسم الانسان ،حيث توفر للجسم حوالي 50-70 % من حاجته للطاقة ، وتعد أهم غذاء للرياضيين لاستخدامها في الطاقة لجميع الأنشطة البدنية تقريبا ،وتزيد أهميتها أن كمية الأكسوجين اللازمة لأكسدتها لإنتاج الطاقة تقل عن كمية الأكسجين اللازمة لأكسدة المواد الذهنية. (امين، 2008، صفحة 222) وهي متواجدة في الحبوب ومنتجات والفاكهة والحليب ومشتقاته ، والمشروبات ، وهي توفر ما يقارب نسبة من الطاقة التي يحتاجها الفرد.

وإلى جانب كونها مصدرا حيويا للطاقة هي تؤمن إمدادات الجليكوجين للعضلات حيث يجمع خراء التغذية للرياضيين على أن زيادة مخزون الجليكوجين في العضلات يؤدي إلى تحسين الآداء الرياضي من جانب قوة وطول مدة زمن الأداء الرياضي.

2- التصنيف الكيميائي للكربوهيدرات (السكريات):

تصنف الكربوهيدرات تبعا لنواتج تحللها إلى ثلاثة أنواع رئيسية وهي : السكريات الأحادية ، السكريات الثنائية والسكريات والسكريات اعديدة التسكر .

الكربوهيدرات

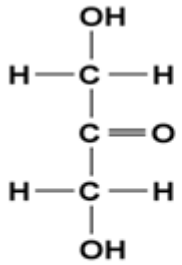
1-monosaccharides	2- oligosaccharides	3- polysaccharides
سكريات أحادية (لا تتحلل إلى جزيئات أبسط منها)	سكريات قليلة التسكر (تحتوي من2-10 وحدات من السكر الأحادي)	سكريات عديدة التسكر (تحتوي على أكثر من 10 وحدات من السكر الأحادي)

(حمارنة، 2007، صفحة 19)

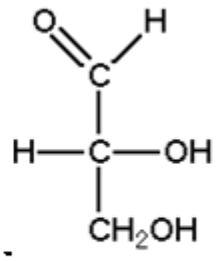
2-1- السكريات الاحادية Monosaccharides :

2-1-1- تعريفها: صيغتها الكيميائية العامة هي $(CH_2O)_n$ حيث $n \geq 3$ كما تعتبر السكريات الاحادية أبسط صورة للكربوهيدرات في تركيبها الكيميائي، حيث لا يمكن يمكن تحليلها مائيا إلى جزيئات أبسط منها في التركيب، لذا فهي لا تحتاج إلى الهضم قبل إمتصاصها في الجسم ، إذ تمتص كما هي كما تعد أصغر جزيء كربوهيدراتي يوجد منفرداً في الطبيعة،ومن ثم تعد مصدرا اساسيا للطاقة حيث يسهل أكسدتها في خلايا الجسم ، كما تعد هذه السكريات الأساس البنائي أو التركيبي لجميع المركبات النشوية والسكريات المتعددة .

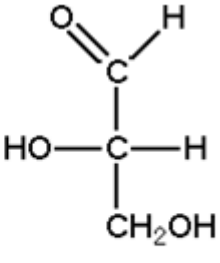
أبسط السكريات الأحادية حيث n = 3 هو ،31 ثنائي هيدروكسي الأسيتون و D, L جليسرالدهيد و هي قليلة الأنتشار في الطبيعة.



Dihydroxiacetone
(ketose)

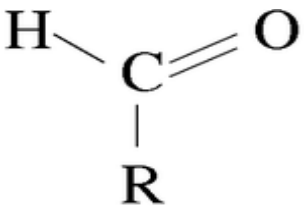


D- Glyceraldhyde
(aldose)



L- Glyceraldhyde
(aldose)

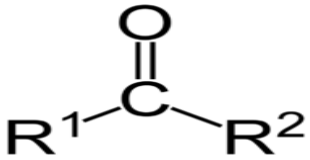
ويمكن تقسيمها على حسب عدد ذرات الكربون إلى ثلاثية الكربون Trioses أو رباعية الكربون Tetroses أو خماسية الكربون Pentoses أو سداسية الكربون Hexoses وتقسم بدورها إلى الدوزات وكيتونات حسب نوع المجموعة الفعالة الثانية ألدهيد أو كيتون (سيتون).



- ألدهيدات إذا كانت تحتوي على على مجموعة ألدهيد (CHO)

(https://fr.wikipedia.org/wiki/Aldéhyde)

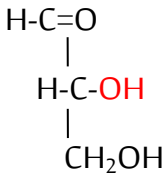
- كيتونات عديدة الهيدروكسيد(C=O) (https://ar.wikipedia.org/wiki/كيتون)



ويعتبر سكر جلسير ألدهيد أبسط السريات الألديهيدية (الألدوزت) بينما يمثل ثنائي هدروكسي أسيتون أبسط السكريات الكيتوية (الكيتوزات).

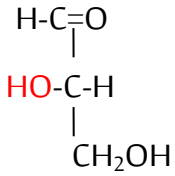
ومن أشهر السكريات الألديهيدية وأكثرها انتشارا هو الجلكوز ، بينما يعد الفركتوز أشهر السكريات الكيتونية وكلاهما سكريات سداسية (هكسوزات).

وعندما تكون مجموعة الهيدروكسيل (OH) المتصلة بذرة الكربون المجاورة لمجموعة CH_2OH الطرفية على اليمين يوصف السكر في هذه الحالة بـ D-Sucre.



D-SUCRE

وعندما تكون مجموعة على اليسار يوصف السكر بأنه L-Sucre



L-SUCRE

ويحتوي الاسم العام للسكر على ثلاثة أجزاء مركبة تشمل المجموعة الفعالة وعدد ذرات الكربون بالاضافة إلى اللاحقة " أوز " المميزة لأسماء السكريات ، وفيما يلي الجدول الذي يوضح ذلك : (الكبسي ح.، 2002، صفحة 12)

الجدول يبين السكريات الأحادية الألديهيدية و الكيتونية حسب عدد ذرات الكربون .

عدد ذرات الكربون	السكر الألديهيدي	السكر الكيتوني
3	ألدوتريوز	كيتوتريوز
4	ألدوتتروز	كيتوتتروز
5	ألدوبنتوز	كيتوبنتوز
6	ألدوهكسوز	كيتهكسوز

2-1-2- أنواع السكريات الأحادية :

1- سكريات ثلاثية Triose ($C_3H_6O_3$) :

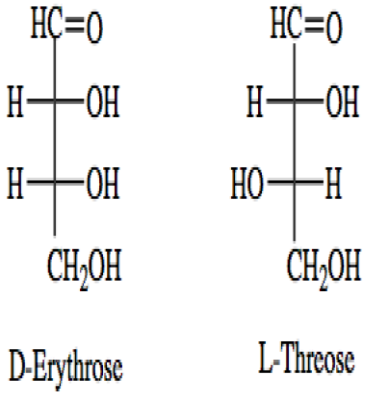
وهذه تشتمل على 3ذرات كربون مثل :

أ- الجليسرالدهيد Glyseraldehyde

ب- ديهدروكسيأسيتون Dihydroxyacetone

2- سكريات رباعية : Tetrose ($C_4H_8O_4$)

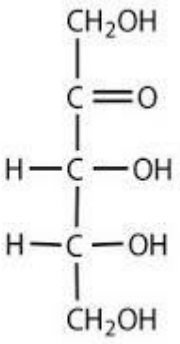
تحتوي على أربع ذرات كربون مثل الإريثروز (Erythrose)



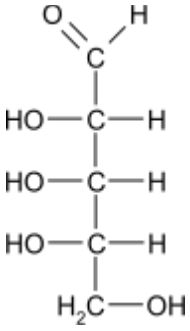
3- سكريات خماسية : Pentose ($C_5H_{10}O_5$)

وهذه تحتوي على 5ذرات كربون ومنها :

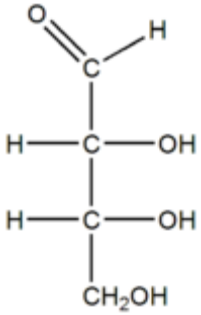
أ - الريبلوزRibulose



ب- الريبوز Ribose



ج- الزيلولوزXylulose

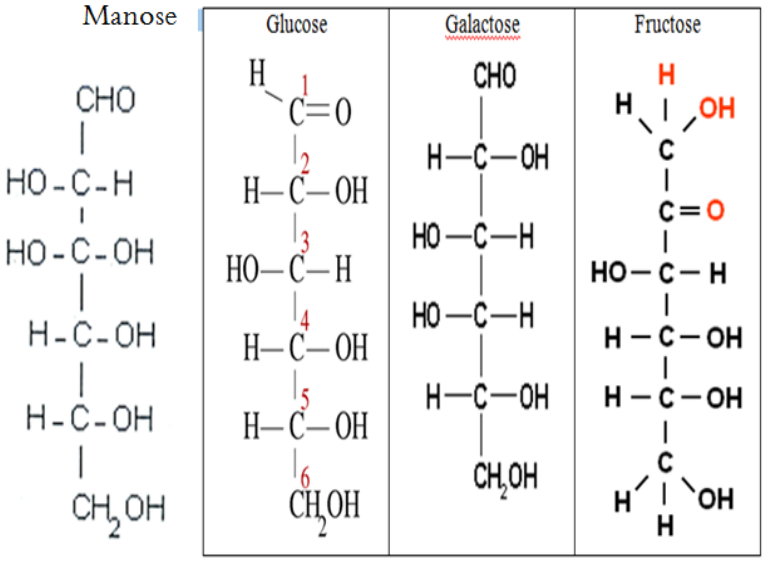


4- سكريات سداسية Hexoses ($C_6H_{12}O_6$):

وهذه تحتوي على 6ذرات كربون ومن أمثلتها :

<u>الأيسومرات:</u>

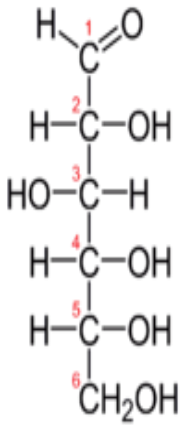
هي مركبات لها صيغة كيميائية واحدة و لكن تختلف في التركيب الكيميائي، مثال لذلك:



الشكل : يبين الرمز الكيميائي لبعض انواع السكريات الاحادية بشكل الدوزات Aldoses (CHO) و بشكل كيتونات Cétones (C = 0).

أ- الجلوكوز Glucose:

من المواد السداسية الألديهيدية ، صيغته الجزيئية ($C_6H_{12}O_6$) .يعرف بسكر العنب وأيضا بسكر الدم أو الدكستوز ، يوجد في الفواكه والدم والخلايا الحية للجسم وفي مركبات السكروز (سكر القصب) ،المالتوز(سكر الشعير) واللاكتوز (سكر الحليب) كما يتواجد في النشاء النباتي ، والسليلوز ، والدكسترين ويجب ان يتراوح مستوى تركيز الجلوكوز في الدم ما بين 80-120 ملغ لكل 100 ملل في الدم وإذا زاد المستوى عن 160-180 ملغ ولم ينخفض بعد ذلك فان الفرد يصاب بمرض المرض السكري ، ويتم تنظيم مستوى تواجد الجلوكوز في الدم من خلال الكبد وبعض الهرمونات الأخرى ، إذ أن الكبد يحول الجلوكوز إلى الجلايكوجين بسرعة تعادل سرعة احتياج الجسم اليه ،ومن ناحية أخرى تقوم العضلات والخلايا بامتصاص الجلوكوز من الدم والاحتفاظ به على شكل جلايكوجين لتحويله إلى طاقة وقت الحاجة إليه ، وهي تحزنه في الجسم داخل العضلات والكبد ، وهو المركب الأساسي للطاقة خلال الأداء الرياضي (أمين، 2008، صفحة 223).



الشكل يمثل الصيغة الكيميائية الخطية للجلوكوز.

- وظائف الجلوكوز الحيوية للجسم :

يعد الناتج النهائي لعملية هضم الكربوهيدرات ومصدرا هاما لتوليد الطاقة في جميع خلايا الجسم من خلال تأكسده ، كما يعد مصدرا رئيسيا لإنتاج الطاقة في الخلايا العصبية وفي المخ.

له دور رئيسي في عمليات التمثيل الغذائي كما تنقل الكربوهيدرات داخل الجسم في صورة جلوكوز.

- يتحد مع الجلاكتوز ليكون مركب اللاكتوز (سكر اللبن).

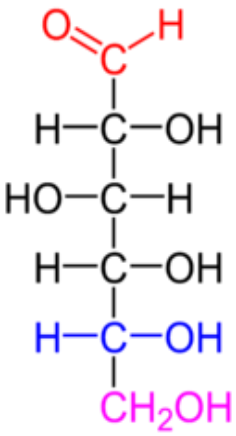
-له دور في التتخلص من بعض المركبات السامة .

- يتحول إلى جلايكوجين (النشاء الحيواني) ويخزن في الكبد في العضلات يستعمله الجسم لتوليد مقدارا من الطاقة عند الحاجة.

- يدخل الأسيتيل جلوكوز أمين وحامض الجلوكورنك في تركيب كبريتات الكوندريتين الموجود في الغضاريف والعظام ، والهيبارين الذي يفرزه الكبد لمنع تجلط الدم.

ب- الفركتوز:

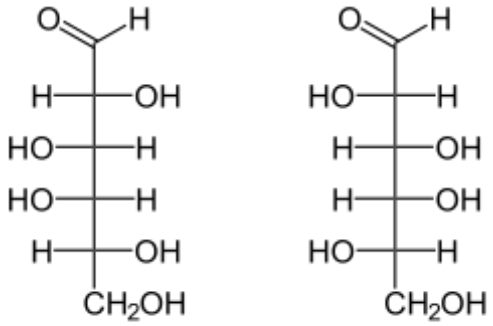
من المواد السداسية الكيتونية ، يعد من السكريات الأحادية ويوجد في الفواكه كالتفاح ، والعنب والموز والبرتقال ،كا يوجد في الطماطم والتوت وعسل النحل ، ويتواجد في الدم وفي السائل المنوي للرجال ، إذ يعد الغذاء الوحيد للحيوانات المنوية وضروري لنشاطها ، وكذلك يعد الفركتوز مكونا رئيسيا لكل من سكر اللبن والمانوز والسكروز (سكر القصب او البنجر) ، ويستطيع الانسان تمثيل الفركتوز بتحويله داخل الجسم إلى سكر الجلوكوز وسكر الجلاكتوز.



الشكل يمثل الصيغة الكيميائية الخطية للفركتوز.

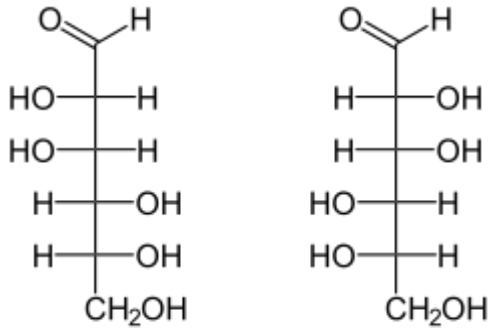
ج- الجلاكتوز Galactose:

لا يوجد هذا النوع من السكريات الاحادية في الطبيعة في صورة منفردة حرة ، ولكنه يوجد في صورة متحدة مع السكريات الأخرى سواء في النباتات أو الحيوانات ، إذ يوجد في حالة متحدة مع الجلوكوز ليكون سكر اللبن ، كما يوجد في بعض مركبات الدهون كالجلاكتولبيدات ، ويوجد أيضا بكثرة في لبن الأمهات .عند أكسدته يعطي حمض الجلكتونيك والموكيك



د - المانوز Manose:

يعتبر من السكريات الأحادية السداسية الألديهيدية الواسعة الانتشار، ويوجد بشكل حر في تركيب القشور الخارجية لبعض الحمضيات والثمار وفي عدد من النباتات حيث وفي حبوب الشعير والقمح ويوجد في التفاح والخوخ والبرتقال.



D-Mannose L-Mannose

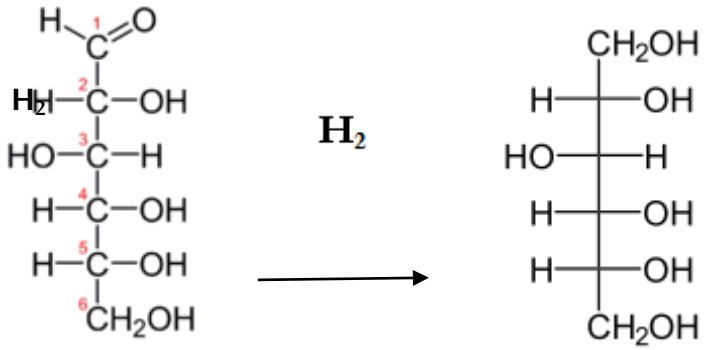
5- سكريات سباعية:Heptoses ($C_7H_{14}O_7$)

تحتوي على 7 ذرات كربون مثل الهبتلوزHeptulose (حمارنة، 2007، الصفحات 20-21-22)

2-1-3- الخواص العامة للسكريات الاحادية :

1-الخواص الاختزالية: يتم اختزال السكريات الاحادية بتاثير الهيدروجين بوجود الوسيط catalyseur او بتاثير انزيمات خاصة وينتج عن هذا الاختزال كحولات سكرية عديدة الهيدروكسيل .

مثال :



2- تاثير المحاليل القلوية:يتحول سكر الكليكوز والمانوز والفركتوز (سكريات احادية وسداسية ذرات الكربون) كل منها الى الاخر عند اضافتها الى محلول قاعدي ضعيف مثل هيدروكسيد الباريوم Ba(OH)2.

3- تاثير الاحماض : تتفاعل السكريات الاحادية مع الاحماض تفاعل الكحولات مكونة الاسترات والماء . (حمارنة، 2007، صفحة 42)

تكوين الروابط الكلايكوسيديه

ترتبط السكريات الثنائيه والثلاثيه و المتعدده بواسطه روابط كلايكوسيديه وبسبب الشكل الثلاثي الأبعاد للسكريات الاحاديه فان الرابطه ا لكلايكوسيديه ممكن ان تعمل عند اي من الزاويتين تسمى ألفا و بيتا .

السكريات قليلة التعدد Oligosaccharides

1- تعريفها :

تشمل السكريات التي تتكون من 2 إلى 10 وحدات من السكر الأحادي ، وهي قابلة للتحلل المائي (كيميائيا أو إنزيميا) لتُنتِج سكريات بسيطة ، كما ينتُج من إتحاد السكريات البسيطة بروابط O- جليكوسيدية سكريات مركبة تسمى السكريات الثنائية ، الثلاثية ، .....إلخ ، وذلك حسب عدد وحدات السكر البسيط . أكثر السكريات المركبة إنتشارا هي الثنائية وخاصة منها المالتوز ، اللاكتوز و السكروز.

1- السكريات الثنائية :

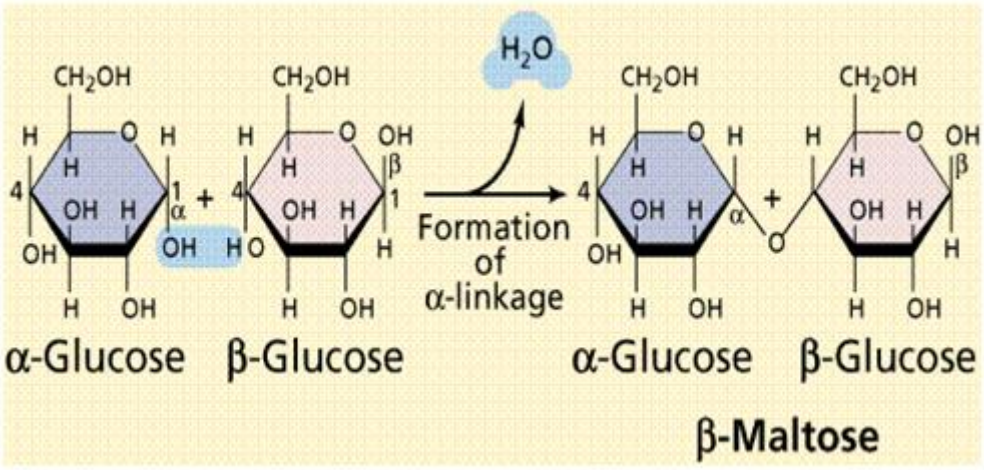
تتألف السكريات الثنائية من سكرين أحاديين بواسطة رابطة جلوكوزيدية أكسجينية حيث تتشكل ما بين المجموعة الكربونيلية الأول والمجموعة الهيدروكسيلية للسكر الثاني ، وينتج عن اتحاد السكرين الأحاديين فقدان جزيء ماء.لذلك فالصيغة الكيميائية للسكريات الثنائية هي : $C_{12}H_{22}O_{11}$.

حسب المعادلة المبنية كما يلي :

2 سكر أحادي ⟵ 1 سكر ثنائي + ماء

-الرابطة الجليكوسيدية:

تتكون السكريات الثنائية نتيجة عن ارتباط أثنين جزيء سكر احادي مرتبطتان برابطة أسيتالية أو كيتالية تسمى الرابطة الجليكوسيدية.



ومن هذه السكريات :

1-2- سكر المالتوز Maltose:

- يسمى أيضا بسكر الشعير حيث يعتبر السكر الرئيسي في الشعير .

- يوجد في الحبوب وينحل بشكل جيد في الماء ويتبلور في المحاليل المائية .

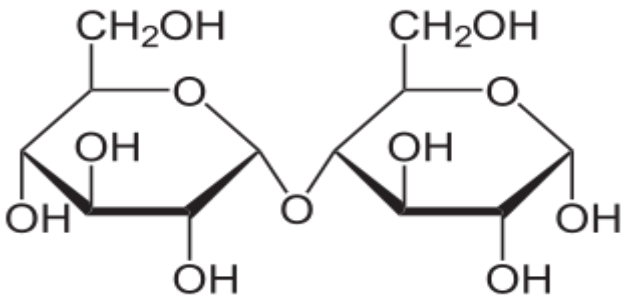
- يمكن أن يتحلل بواسطة :

أ-الأحماض ب - أنزيم في الأمعاء يسمى مالتاز Maltase ونواتج هذا التحلل هو جزئين من الجلوكوز .

- يتشكل من تحلل النشاء بواسطة أنزيم دياستاز diastase الموجود في الشعير فيعطينا سكر الشعير .

$$(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O \xrightarrow{\text{Diastase}} n\ (C_{12}H_{22}O_n)$$

Maltose



Glucose Glucose

2-1- سكر اللاكتوز Lactose:

- يوجد في الحليب بنسبة 5- 8 % في الانسان و4-6 % في حليب البقر

- يذوب في الماء

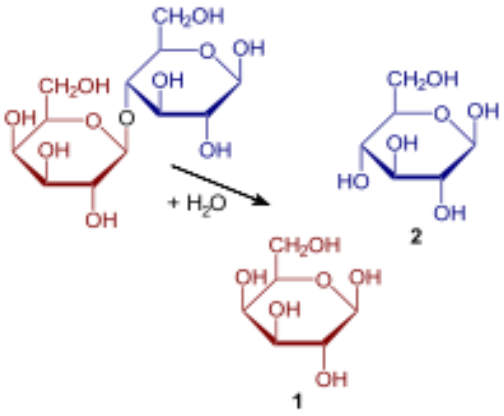
- تتألف جزيئ سكر اللبن من ألفا D جلكوز وبتا D جلاكتوز حيث تتشكل الرابطة الجليوكوسيدية ما بين الكربون الأول للجلاكتوز والرابع للجلوكوز .

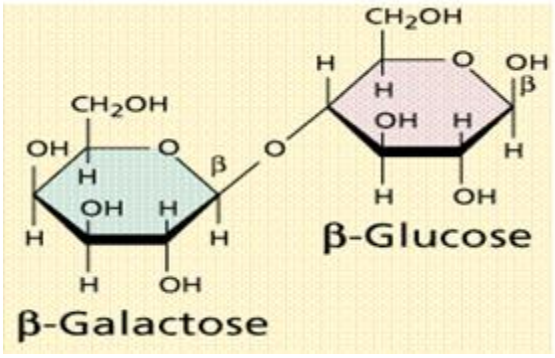
- يتميه سكر اللبن بواسطة أنزيم Lactase إلى جزيئ جلوكوز وجزيئ جلاكتوز .

$$C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{enzyme lactase}} H_2O + C_{11}O_{22}H_{12}$$

D- Glucose & D- Galactose

ترتبط مجموعة الهيدروكسيل للكربون 4 في الجلوكوز مع المجموعه المختزله لـ الجالاكتوز (كربون 1) ليعطي سكر ثنائي مختزل (اللاكتوز).

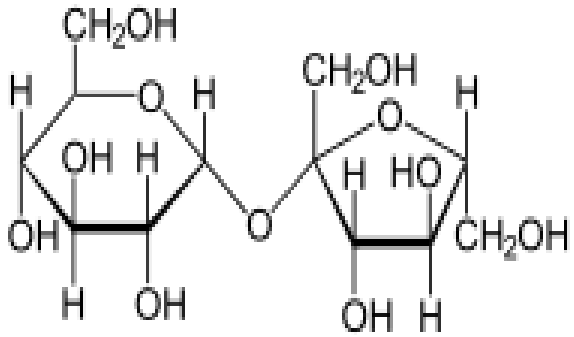




3-1- سكر السكروز Saccharose :

- يعرف بسكر المائدة ، مادة الأكثر إستحداما في حياتنا .نحصل عليه من قصب السكر أو من شمندر السكري.
- يذوب بسهولة في الماء .
- يحدث تحلل السكروز في الأمعاء بواسطة أنزيم السكريز Saccharise

الصيغة البنائية للسكروز هي :



ألفا جلوكوز بيتا جلوكوز

<u>سكر المالتوز:</u>

- أبسط السكريات الثنائية.
- يتألف من وحدتين من دي جلوكوز يرتبطان بواسطة رابطة جليكوسيدية 4-1 ألفا.
- نظراً لأن المالتوز يحتوي علي مجموعة هيمي أسيتال حرة في حالة إتزان مع البناء المفتوح فإنة **<u>سكر مختزل</u>**.
- تتميأ الروابط الجلايكوسيدية بسهولة بواسطة الأحماض و لكنها تقاوم التفكك بالقواعد لذا يمكن تفكيك السكريات الأحادية بالغليان مع الأحماض المخففة.

السكريات المتعددة Polysaccharides

1- تعريفها :

تتكون معظم الكربوهيدرات الموجودة في الطبيعة بشكل سكريات متعددة ذات أوزان جزيئية عالية .والسكريات المتعددة مركبات يتكون الجزئء الواحد منها من آلاف من جزيئات السكريات الأحادية مرتبطة فيما بينها بروابط جليكوسيدية يمكن تكسيرها بالتميؤ .

- ويعتبر النشا والسليلوز من أهم السكريات المتعددة ذات أوزان جزيئية عالية.

- عادة السكريات المتعددة غير متبلورة ولا تذوب في الماء .

- تكون محاليل غروية في الماء .

2- أنواع السكريات المتعددة :

تقسم السكريات المتعددة حسب نوع السكريات الأحادية الداخلة في تركيبها إلى نوعين :

أ - سكريات متعددة متجانسة حيث تتألف من إتحاد نوع واحد من السكريات الأحادية كالنشاء والجلايكوجين والسليلوز .

ب- سكريات متعددة غير متجانسة وتتألف من إتحاد جزيئات أو أكثر من نوع واحد من السكريات الأحادية كالهيبارين.

ومن أهم السكريات المتعددة ما يلي :

1- النشا : هو من السكريات المعددة المتجانسة ، يعتبر المخزون الغذائي الرئيسي في الخلايا النباتية

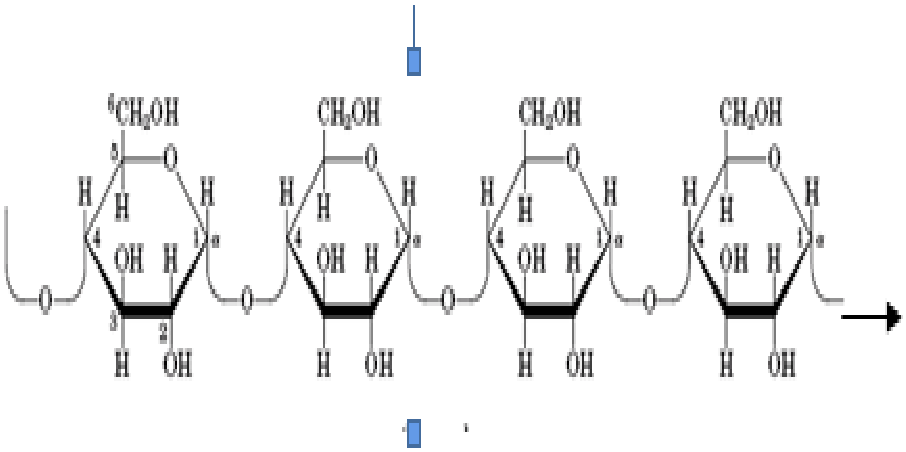
- يوجد في النباتات مثل البطاطا ، الأرز ، القمح ، الذرة والشعير .

- يتألف النشا م جزيئات من الجلوكو بعضها حطي وابعض الآحر متفرع كما أن عدد الوحدات غير ثابت فيها .

- يتكن من نوعين من الجزيئات هما الأميلوز بنسبة 10-30 % والاميلوبكتين بنسبة تصل الى 70-90 %

أ- الاميلوز

يتكون الأميلوز من سلاسل غير متفرعة لوحدات □-جلوكوز مرتبطة بروابط جليكوسيدية (1→4)□ ، يتراوح وزنها الجزيئي من عدة ألاف إلى 500 ألف. يعطي الأميلوز مع اليود لونا أزرق و يذوب في الماء الساخن ويترسب بالتبريد ، تلتف سلاسل الأميلوز حلزونيا.



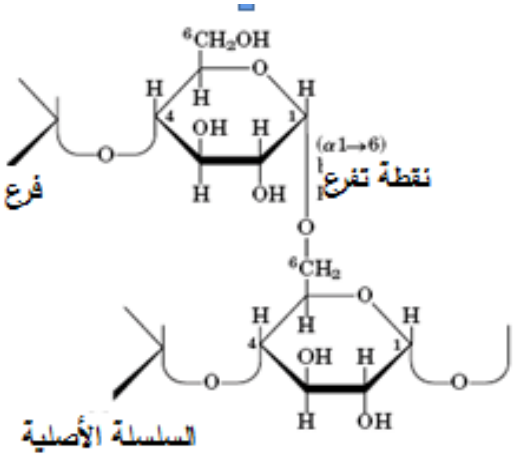
الشكل يبين الصيغة الكيميائية البنائية

ب- الأميلوبكتين :

- لا ينحل في الماء ، ويعطي مع اليود لونا بنفسجيا .

- يتكون من سلاسل مستقيمة ومتشعبة منتظمة من سكر الجلوكوز .

- يتراوح عدد وحدات الجلوكوز لكل تفرع بـ 12 وحدة متحدة برابطة جلوكيسيدية من نوع 1.4 - α ويحدث التفرع عند كل وحدة جلوكوزمن نوع 1.6 - α .



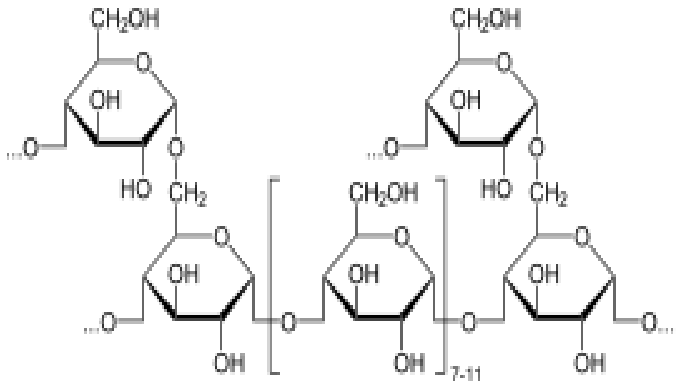
الشكل يبين الصيغة الكيميائية البنائية عند تحلل النشا فإننا نحصل على النواتج التالية :

نشاء ← دكسترين ← مالتوز ← جلوكوز

2- الجليكوجين Glycogen

هو من السكريات المتعددة المتجانسة ، يعتبر المخزون الغذائي في الخلايا عند الحيوان والانسان ويطلق عليه النشا

الحيواني . يخزن أساسا في الكبد والعضلات .له نفس تركيب الأميلوبكتين من حيث نوع الوحدات والروابط ،إلا أنه أكثر تفرعا ،حيث ترتبط الوحدات مع بعضها بواسطة روابط جليوكوسيدية1.4 وبواسطة روابط 1.6 عند نقطة التفرع .تحتوي كل سلسلة ما بين 12-20 وحدة جلوكوز .



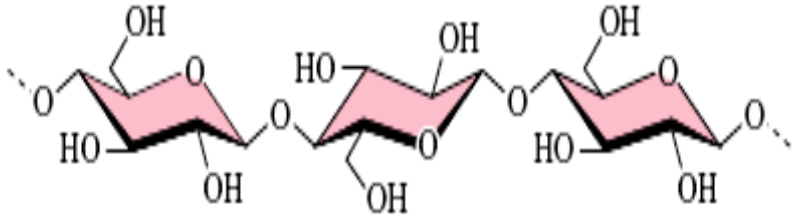
3- السليلوز:

يعتبر من السكريات البنيوية النباتية المنشأ ،يدخل في بنية الجدران الخلوية عند النبات .

- لا يذوب في الماء ، ولا ينهضم في القناة الهضمية للانسان فلا تؤثر فيه أنزيمات الجسم البشري ، لذا لايتمّ الاستفادة منهافي إنتاج الطاقّة، ولكنّها تعدّ ذات أهميّة في منع حدوث الإمساك.

يتكون السلسلوز من سلاسل مستقيمة مكونة من جزيئات الجلوكوز مرتبطة مع بعضها البعض بالرابطة 1.4- والسيليلوز يشبه كثيراً الصيغة الجزيئيّة للنشاء النّباتي إلاّ أنّه يختلف عنه في نوعيّة الارتباط حيث يكون تارة بين

الارتباط بشكل" ألفا "للأسفل وتارة بشكل"بيتا "للأعلى على التوالي، وذلك ما يفسّر قوّة الروابط بين جزيئات" السيليلوز "وذلك ما نشاهده مثلاً في الجدار السيليلوزي للنباتات الخضراء .والأشكال الموالية تبيّن التركيب الجزئي لسكّر" السيليلوز:" (حمارنة، 2007، الصفحات 54-58)



وحدات جلوكوز مرتبطة بروابط β(1→ 4)

الدهون (الليبيدات)

1- الدهون

1-1- تعريف الدهون (الليبيدات):

اليبيدات عبارة عن مواد عضوية غير متجانسة تتميز بكونها غير قابلة للذوبان في الماء ، تتكون أساسا من الكحول وأحماض دهنية مع بعضها بواسطة رابطة أستر- OOC ونسبة الهيدروجين إلى الأكسوجين فيها عالية جدا مقارنة بالكربوهيدرات ولهذا فانها تعطي طاقة كبيرة جدا أكثر من الكربوهيدرات .

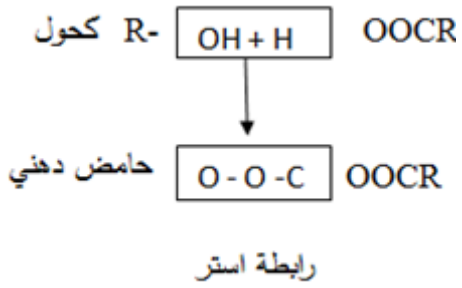
دهون + ماء ⟷ حموض ذهنية + كحول

حيث يتم تكوين الدهون وفق المعادلة التالية :

1-2- وظائف الدهون :

نجمل أهم وظائف الدهون فيما يلي :

1- مخزون طاقة ذو فعالية كبيرة ، حيث تخزن الدهون لفترات طويلة وبكميات كبيرة ، وتعطي عند احتراقها كمية من الطاقة أكبر مما تعطيه السكريات والأحماض الأمينية.



2- لا يحتاج تخزين المادة الدهنية إلى الماء نظرا لطبيعتها الكارهة للماء ، بخلاف تخزين السكريات والبروتينات.

3- تدخل الدهون في تركيب الهرمونات الحيواني (الستيرويدات) ، يستخدم الكولسترول في تخليق هرمونات غدة الكظر مثل الكورتيزول ، الألدوستيرون والتستوستيرون ، البرجستيرون ، فيتامين D3 وأحماض الصفراء .

4- بعض المواد الدهنية عبارة عن فيتامينات ومساعدات إنزيمات ، مثل الفيتامينات A و D و E و K .

5- عازل للتبادل الحراري .تكون غلافا جيدا للأعضاء الداخلية لحمايتها من الصدمات .

1-3- تصنيف الليبيدات:

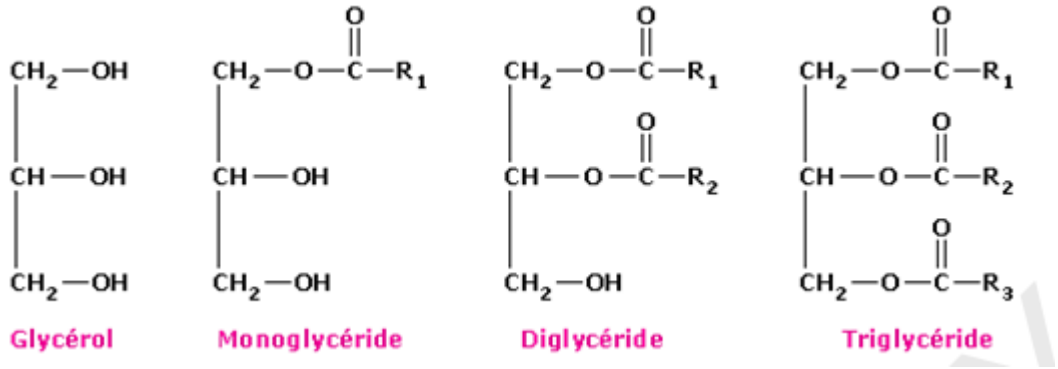
تقسم الليبيدات طبقا لتكوينها الكيميائي أو لدورها في أجسام الكائنات الحية إلى :

1-3-1- الليبيدات البسيطة :

سميت بسيطة لأنها تتكون من أحماض دهنية وكحول فقط ، ويمكن أن تقسم تبعا لنوع الكحول إلى :

أ- **الدهون أو الزيوت:** أو ما يعرف بالغليسيريدات الثلاثية ، وهي أسترات الأحماض الدهنية العالية مع الكحول الثلاثي الغليسيرول مع الكحولات العالية وكحول سيتيل .

ب-



الشموع : وهي إسترات الأحماض الدهنية العالية .

1-3-2- الليبيدات المركبة : وهي مواد تتكون جزيئاتها من عدة مركبات تتصل ببعضها بروابط كيميائية مختلفة وتتكون من :

1- الليبيدات الفسفورية (الفوسفوليبيدات) : والتي ترتبط مع حامض الفسفور، هي صنف من الشموع الصلبة التي تكون مكونات اغشية الخلية , وهي مهمة في نقل الليبيدات في الجسم ويمكن تقسيمها الى قسمين:

1-1- **الفوسفوليبيدات التي اساسها الكليسرول:**

وهي مشتقات حامض الفوسفاتيديك phosphatidic acid , وهي تحتوي على الكليسرول واثنين من الحوامض الدهنية وحامض الفسفوريك ومركب نتروجين الذي يمكن ان يكون كولين Choline او ايثانول امين Ethanol amine او اينوسيتول Inositol.

- الدهون الفسفورية التي تحتوي النتروجين تعتبر من مشتقات L-α-phosphatidic acid واهمها :

- **الليسيثينات Lecithin's :** هي فوسفاتيدات التي يكون فيها مركب النتروجين هو الكولين.

ان الليسيثين عند تحلله مائيا يعطي الكولين , حامض الفسفوريك , الكليسرول وجزيئتين من الحوامض الدهنية وعادة هما حامض الاوليك Oleic acid وحامض الستياريك Stearic acid.

يلعب الليسيثين دورا مهما في ايض الدهون في الكبد ويعتبر عامل ضد تراكم الشحوم في الكبد, ويستخدم كمصدر للفوسفات لتكوين النسيج , وهو عامل استحلاب جيد , ومهم في نقل الدهون من جزء معين من الجسم الى اخر. ويوجد الليسيثين بكثرة في صفار البيض وفول الصويا.

ان اليسيثين يتحلل مائيا في الجسم بفعل بعض الانزيمات الخاصة في الدماغ حيث يفقد جزئ واحد من الحوامض الدهنية ويتحول الى لايسوليسيثين Lysolecithin. وهو المركب الذي يسبب تحطم خلايا الدم الحمراء وتشنج العضلات ويحتوي سم الحية السامة على انزيمات تساعد في تكوين اللايسوليسيثين من الليسيثين.

- السيفالين Cephalins :

عندما يكون مركب النتروجين في الفوسفاتيد هو ايثانول امين فان المركب الناتج يكون سيفالين حيث يحل محل الكولين وممكن ان يكون الحامض الاميني السيرين Serine ايضا وبدلا من الكولين.

2-1- الفوسفوليبيدات التي اساسها سفينجوسين Sphingosine

كحول السفينجوليبدات ليس كليسرول , ولكنه سفينجوسين . ان سيفنجومالين Sphingpmyelin من اكثر الفسفولبيد المعروفة , وتوجد كمية كبيرة منه في الدماغ والنسيج العصبي ويكون جزءا من غلاف المايلين Myelin الغطاء الواقي للاعصاب.

2- الليبيدات السكرية:

والتي ترتبط مع أجزاء من المواد الكربوهيدراتية الفرق الرئيس بين كلايكوليبيد و فوسفوليبيد Phospholipids هو ان الكلايكوليبيد تحتوي مجموعة سكر بدلا من مجموعة فوسفات وتكون مجموعة السكر عادة كالاكتوز ولكن قد تكون كلوكوز ايضا , والكحول اما كليسرول Glycerol او سفينجوسين Sphingosine.

جوانب الدماغ هي كلايكوليبيدات التي تحتوي على قاعدة سفينجوسين وتوجد بتراكيز عالية في الدماغ والخلايا العصبية خاصة في غلاف مايلين .

3- **اليبيدات البروتينية :** والتي ترتبط مع أجزاء من المواد البروتينية .تتككون من

أ- دهون بروتينية ذات كثافة عالية (LDH): تمنع ترسب استرات الكلسترول داخل الخلية وذلك بنقل الكليسترول من الخلايا الى الكبد وتوفر الحماية من النوبات القلبية .

ب- دهون بروتينية ذات كثافة عالية (LDL) : تقوم بنقل الكلسترول من الكبد إلى الخلايا .

4- اليبيدات السيلفوليبيدات التي تتصل مع مجموعة كبريتات وتوجد عادة في المخ.

1-3-3- الليبيدات المشتقة : من أمثلتها الستيرويدات . (عامر، 2010، صفحة 34)

وهي عبارة عن مواد اشتقت من اليبيدات البسيطة والمركبة نتيجة التحلل أو التميؤ غير الكامل .فهي تحتوي على الأحماض الدهنية والكحولات . (حمارنة، 2007، صفحة 78)

2- الأحماض الدهنية : هي عبارة عن سلسلة مستقيمة من ذرات الكربون التي تحتوي في نهايتها على مجموعة الكربوكسيل (R- COOH) . جميع الأحماض الدهنية الموجودة في الطبيعة تحتوي على أعداد زوجية من ذرات الكربون ، وتقسم الأحماض الدهنية تبعا لصيغتها البنائية إلى :

أ- الأحماض الدهنية المشبعة : سميت بالمشبعة لأن جزيئاتها لا تحتوي على أي روابط مزدوجة بين ذرات الكربون (فردية) والصيغة الجزيئية العامة هي CnH2n COOH وتقسم إلى :

- أحماض دهنية ذات سلسلة قصيرة يكون عدد ذرات الكربون فيها من 4-10 مثل :

حامض الخليك C2H4O2 ، وحامض الزبدة C3H6O2 .

- أحماض دهنية ذات سلسلة طويلة يكون عدد ذرات الكربون فيها أكثر من 10 مثل :

حامض النخيل C16H32O2.

ب- الأحماض الدهنية غير المشبعة : جزيئاتها تحتوي على روابط مزدوجة ، وصيغتها الجزيئية العامة هي : CnH2n-1 COOH ومن أمثلتها ما يلي :

- أحماض دهنية تحتوي على رابطة غير مشبعة واحدة:

وهي أحماض دهنية تحتوي على رابطة ثنائية واحدة, توجد غالبا بين الكربون C9 و C10 صيغتها العامة هي C_nH_{2n}-1COOH. ومن أمثلتها:

- **حامض البالميتوليك** Palmatic acid (حامض زيت النخيل) وصيغته هي:

CH_3-$(CH_2)_5$-CH=CH-$(CH_2)_7$-COOH

- **حامض الأوليك** Oleic acid وصيغته هي:

CH_3-$(CH_2)_7$-CH=CH-$(CH_2)_7$-COOH

- أحماض دهنية متعددة الروابط غير المشبعة:

وهي أحماض دهنية تحتوي على رابطتين ثنائيتين على الأقل حيث تكون الأولى غالبا بين الكربون C9 وC10 صيغتها العامة هي C_nH_{2n}-(2k+1)COOH (حيث تكون1<k).كل الأحماض الدهنية الأساسية تنتمي لهذه الفئة ومن أهم الأحماض الدهنية متعددة الرةابط غير المشبعة.

- **حامض اللينولييك** Linoleic acid (زيت دوار الشمس)

CH_3-$(CH_2)_4$-CH=CH-CH_2-CH=CH-$(CH_2)_7$-COOH

- **حامض اللينولينيك** Linolenic (زيت فول الصويا)

CH_3-CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-$(CH_2)_7$-COOH

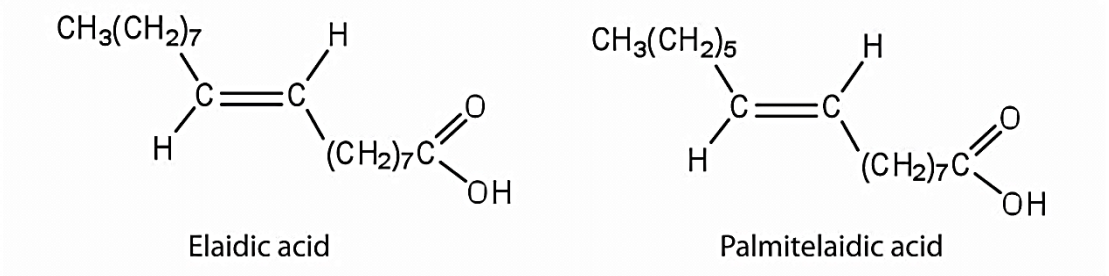
- **حامض الأراجيدونيك** Arachidonic (زيت الفول السوداني)

CH_3–$(CH_2)_4$–CH=CH–CH_2–CH=CH–CH_2–CH=CH–CH_2–CH=CH–$(CH_2)_3$–COOH

وهذه الأحماض الدهنية الثلاث (حمض زيت الكتان يتدخل بطريقة غير مباشرة) تدخل في الصناعة الحيوية للبروستاكلادين Prostaglandin. وافتقاد الجسم لهذه الأحماض يؤدي إلى اضطرابات جلدية واضطراب النمو.

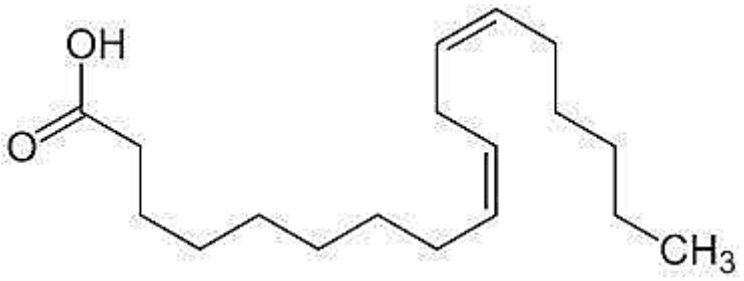
وتقسم الأحماض الدهنية غير المشبعة الى عدة اقسام استنادا الى عدد الروابط غير المشبعة فيها وكالاتي:

1. التي تحتوي على رابطة مزدوجة واحدة مثل حامض البالمتيوليك Palmitoleic والذي يوجد في الكبد .

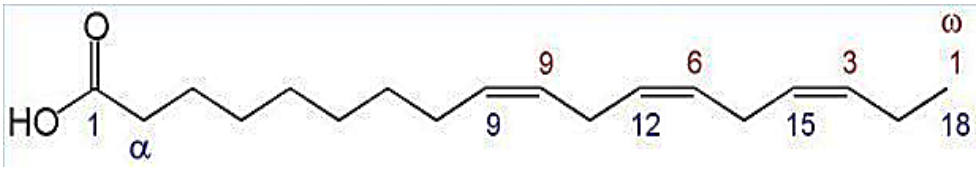


Elaidic acid　　Palmitelaidic acid

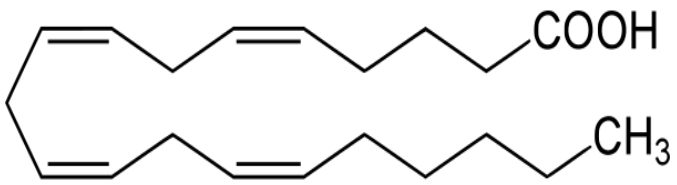
2. التي تحتوي على رابطتين مزدوجتين مثل حامض لينوليك Linoleic ويوجد في بذور الكتان وبذور القطن والذرة.



3. التي تحتوي على ثلاثة روابط مزدوجة مثل حامض لينولينك Linolenic ويوجد في بذور الكتان ويعتبر من الاوميغا



4. التي تحتوي على اربعة روابط مزدوجة . مثل حامض الارجيدونيك Arachidonic ويوجد في الكبد والدماغ وصفار البيض



2- طول سلاسل الأحماض الدهنية الحرة :

سلاسل الأحماض الدهنية تختلف في الطول ، وغالبا ما تصنف القصير إلى الطويل جدا.

سلسلة قصيرة من الأحماض الدهنية: الأحماض الدهنية سلسلتها الكربونية الأليفاتية يقل عدد الأحماض ذرات الكربون فيها عن ستة ذرات كربون (يسمى بالحامض الزبدي).

- **الأحماض الدهنية متوسطة السلسلة (MCFA):**

هي الأحماض الدهنية سلسلتها الأليفاتية تتراوح عدد ذرات الكربون فيها بين 6- 12 ذرة كربون، ويمكن أن تشكل سلاسل الشحوم الثلاثية المتوسطة .

سلسلة طويلة من الأحماض الدهنية (**LCFA**) : الأحماض الدهنية سلسلتها الكربونية الأليفاتية تتراوح عدد ذرات الكربون فيها بين 13 - 21 ذرة كربون .

سلسلة طويلة جدا من الأحماض الدهنية (**VLCFA**): الأحماض الدهنية سلسلتها الكربونية الأليفاتية تكون عدد ذرات الكربون فيها اكثر من 22 ذرة كربون.

ويوضح الجدولين الملحقين الاحماض الدهنية من نوع اوميكا – 6 (Omega – 6) واوميغا – 9 والجدول الثاني يوضح احماض دهنية من الاوميغا 3 , 6 , 9 .

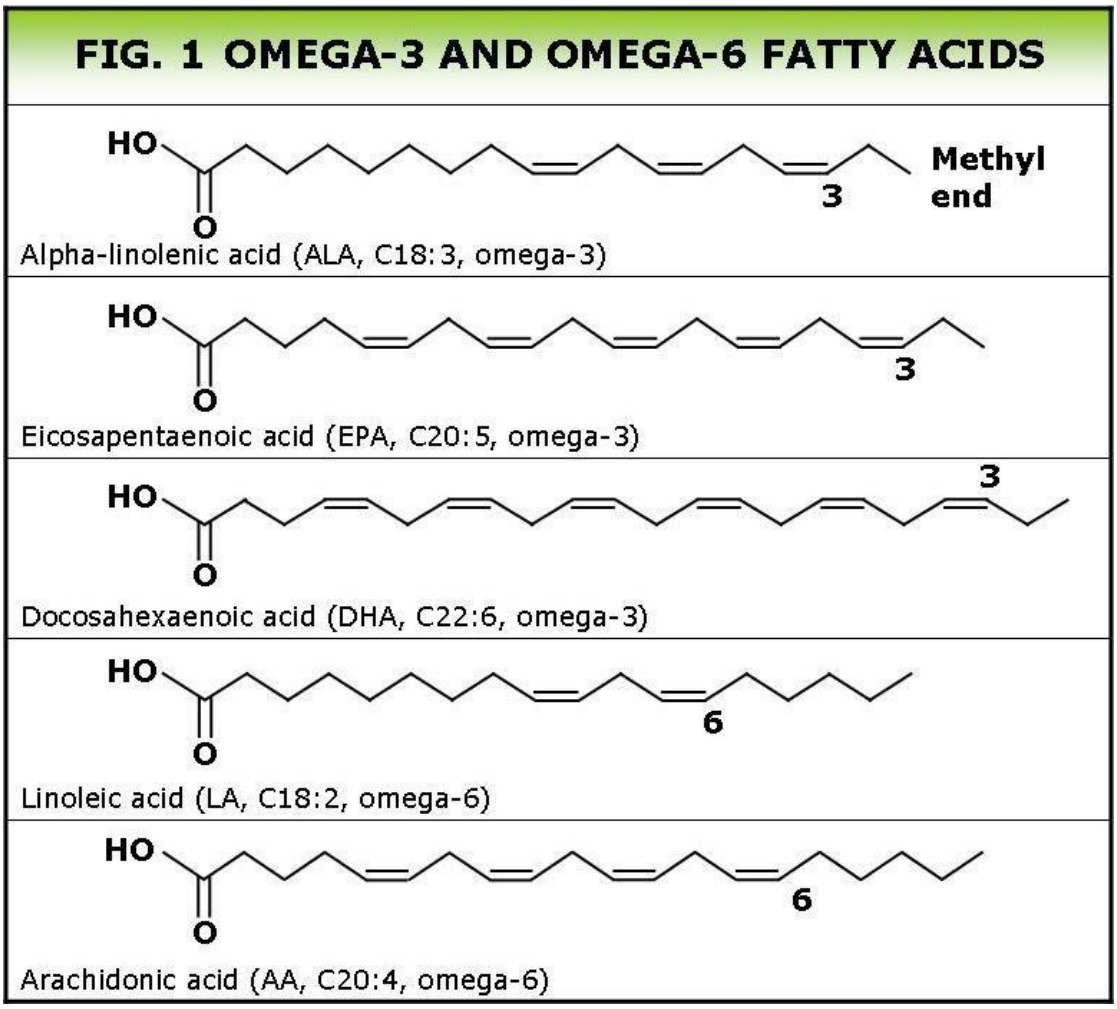
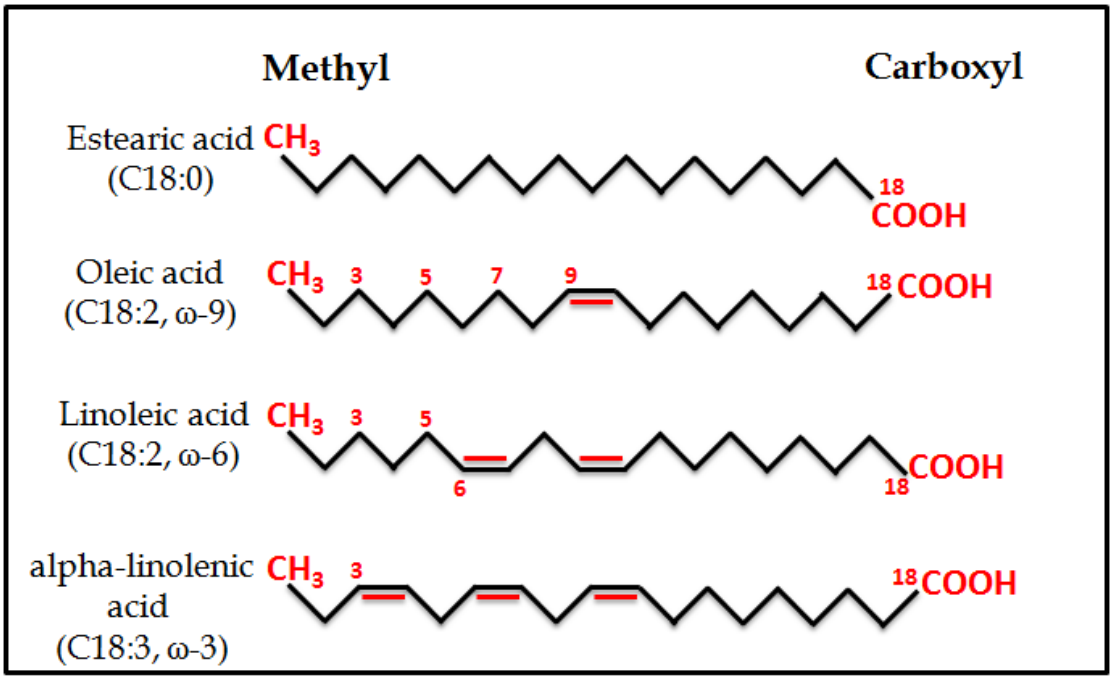


FIG. 1 OMEGA-3 AND OMEGA-6 FATTY ACIDS
HO
O
3
Methyl end
Alpha-linolenic acid (ALA, C18:3, omega-3)
HO
O
3
Eicosapentaenoic acid (EPA, C20:5, omega-3)
HO
O
3
Docosahexaenoic acid (DHA, C22:6, omega-3)
HO
O
6
Linoleic acid (LA, C18:2, omega-6)
HO
O
6
Arachidonic acid (AA, C20:4, omega-6)


Methyl
Carboxyl
Estearic acid (C18:0)
CH3
18
COOH
Oleic acid (C18:2, ω-9)
CH3
3
5
7
9
18 COOH
Linoleic acid (C18:2, ω-6)
CH3
3
5
6
18
COOH
alpha-linolenic acid (C18:3, ω-3)
CH3
3
18 COOH

3- خواص الاحماض الدهنية :

الأحماض الدهنية الموجودة في الطبيعة لها الخواص التالية:

1. توجد في سلاسل مستقيمة.
2. تحتوي على أعداد زوجية منذرة الكربون.
3. ذوبانيتها تعتمد على عدد ذرات الكربون للحامض الدهني.

•لو كان الحمض الدهني يحتوي على 2 إلى 6 ذرات كربون فإن هي تذوب في الماء.

• إذا زاد تعدد ذرات الكربون في الحامض الدهني عن 6 ذرات ، فإنه لا يذوب في الماء ولكن يذوب في مذيبات الدهون مثل الإيثر.

• أملاح الصوديوم أو البوتاسيوم للأحماض الدهنية (الصابون) تذوب في الماء.

4. درجة الإذابة أو الانصهار:

• الأحماض الدهنية المشبعة تكون صلبة عند درجة حرارة الغرفة.

• الأحماض الدهنية غير المشبعة تكون سائلة على درجة حرارة الغرفة (أي درجة انصهارها أصغر).وكلما زاد طول السلسلة الكربونية للحامض الدهني فان درجة غليانه وانصهاره تزداد.

5. التقطير والتبخير

• الأحماض الدهنية قصيرة السلسلة (من 2 - 6 ذرات كربون) يمكن أن تقطر أوتتطاير مع البخار (أي متطايرة).ويطلق عليها الحوامض الدهنية الطيارة Volatile Fatty Acid (VFA) ولها رائحة نفاثه قوية مثل حامض الخليك Acetic acid والبيوتريك Butyric acid

• الأحماض الدهنية طويلة السلسلة لا يحدث لها تقطير مع البخار (غبر متطايرة) , اي تقل قابلية الذوبان والتطاير.

6. يمكنها أن تكون استرات مع الكحول.
7. **الهدرجة :**

وهذه إحدى خصائص الأحماض الدهنية غير المشبعة ، حيث يضاف الهيدروجين من خلال الرابطة المزدوجة للحامض الدهني غير المشبع.

البـروتينـــــات

1- تعريفها :

عبارة عن مواد عضوية معقدة التركيب (polymères) ، تتركب كيميائيا من الكربون 51 % والأكسوجين 23 % والنتروجين 16 % والهيدروجين 7 % والكبريت حوالي 1 % فسفور .تتشكل من وحدات الأحماض الأمينية acides amine التي تحتوي على مجموعة حامضية (مجموعة كاربوكسيل) (COOH) ومجموعة قلوية (مجموعة الأمين) NH2 ، والبروتينات تشكل أغلب المادة العضوية حوالي 50 % من الوزن الجاف للخلية . (حمارنة، 2007، صفحة 45)

2- أهمية البروتينات :

تقوم البروتينات بانجاز عدد من الوظائف في جسم الكائن الحي وتقسم بشكل عام إلى مجموعتين :

1- المجموعة الأولى تؤدي وظائف تركيبية .

2- المجموعة الثانية ديناميكية تؤدي أعمال فسيولوجية والتي تشمل على النقل والتحكم بالأيض الحيوي والتقلص وعمليات البناء .

3- عمليات نقل الأوكسجين الذي يقوم به الهيموغلوبين والمايوغلوبين في الدم والعضلات ونقل الحديد بالدم

4- التقلص العضلي الذي يتم بواسطة بروتينات الأكتين والميوسين .

5- الحماية والدفاع والتي تقوم بها البروتينات المناعية والفايبرين Fibrine يعمل على وقف نزيف الدم من الأوعية الدموية عند حدوث الجروح.

6- كثير من الهرمونات عبارة عن بروتينات أو ببتيدات مثل هرمون النمو.، والأنسولين .

7- تعمل البروتينات بعمليات بعمليات السيطرة والتحكم في عمل الجينات .

8- أما البروتينات التركيبية فهي تدخل في تركيب اغشية الخلايا ، كما أنها تكون الحشوة في العظم والاربطة مثل الكولاجين والكيراتين الذي يدخل في تركيب الجلد وملحقاته من الشعر والاظافر.

3- تصنيف البروتين Protein Classification

أن الأسس التي بنيت عليها تصنيف البروتينات تكون بصورة رئيسة بالنسبة إلى :

1. نواتج التحلل المائي.

2. قابلية الذوبان.

3. قابلية التخثر والتصلب.

4. قابلية الترسيب.

5. الشكل.

وعليه بالنسبة لهذه العوامل تقسم البروتينات إلى ثلاث أنواع رئيسة:

1. البروتينات البسيطة Simple proteins

2. البروتينات المركبة Conjugated proteins

3. البروتينات المشتقة Derived proteins

3-**1-البروتينات البسيطةSimple Protein**

وهي البروتينات الموجودة في الطبيعة , وعند تحللها مائيا تعطي أحماض أمينة acide aminéمن نوع ألفا α . وتقسم إلى:

3-1-1- **البروتينات الليفيةFibrous protein**

وهي لا تذوب في الماء ولا في المحاليل (الأملاح,الحوامض, القواعد أو الكحول) لها وزن جزيئي عالي. وهي تقاوم حتى هضم الأنزيمات المحللة, لذا لها وظائف تركيبية أو وقائية.تلتف سلاسلها الببتيدية بشكل لولبي. يعمل على تماسك اللولب المتشكل : إما روابط هيدروجينية بين أوكسجين المجموعة الكربونيلية وهيدروجين المجموعة الأمينية. أو روابط ثنائية الكبريت تتشكل بين حامضين حاويين على كبريت موجود في البروتين. تكون النسبة المحورية (نسبة الطول إلى العرض) أكبر من (10) ميكرون.

وتشمل البروتينات الليفية:

1- الكولاجين Collagen

وهي البروتينات الرئيسة في الأنسجة الرابطة ومن خواصها أنها تتحول إلى مادة جيلاتينية سهلة الهضم عند غليانها في الماء.

2- **ايلاستين Elastin's**

وهي توجد في الأنسجة المطاطية كالشرايين ووتر العضلة , وهي تشبه الكولاجين ولكن لا يمكن أن تتحول إلى جلاتين.

3- **الكيراتين Keratin**

عبارة عن بروتينات الشعر , الأظافر , الصوف , الريش , ... الخ , وهي تحتوي على كميات كبيرة من الحوامض الأمينية الحاوية على الكبريت.

3-1-2- البروتينات الكروية Globular proteins

وهي تذوب في المحاليل المائية (الأملاح , الحوامض , القواعد أو الكحول), ويمكن أن تكون بشكل متبلور وتشمل البروتينات التي لها فعالية فسيولوجية خاصة مثل الأنزيمات والهرمونات . جزيئاتها كروية الشكل وذائبة في محاليل الخلايا والأنسجة ، كل جزيء منها يحتوي على سلسلة ببتيدية أوأكثر، ترتبط مع بعضها بصورة ملتفة أو ملتوية ، يساعد على ذلك الروابط والقوى التي تكون البناء الثالثي للبروتين.

ويمكن تقسيمها إلى :

1. الالبومينات Albumins

وهي تذوب في الماء , وتتخثر في الحرارة , وتذوب في محاليل الأملاح المخففة مثل البومين البيض , البومين الدم , البومين الحليب.

2- الكلوبيولينات Globulins

لا تذوب في الماء , ولكنها تذوب في محاليل الأملاح المخففة وتترسب عند زيادة تركيز الأملاح ومنها كلوبيولين البيض , وكلوبيولين الدم.

3- الهستونات Histones

لا خواص قاعدية , تذوب في الماء , ولا تذوب في محلول الأمونيا المخفف , تحتوي على نسبة عالية من الحامض الأمينياللايسين Lysineوالأرجنين Arginine وتوجد بكميات كبيرة في الغدة الزعترية Thymus (هي غدة صماء تقع على القصبة الهوائية أعلى القلب، تكون كبيرة لدى الأطفال وتستمر في الضمور طوال سن المراهقة لان حجمها يتناقص عندما تبدأ الغدد التناسلية بالنضج والإفراز، تفرز هذه الغدة هرمون ثيموسين Thymosin الذي ينظم بناء المناعة في الجسم ويساعد على إنتاج الخلايا اللمفاوية ويشرع في تنظيم المناعة في الجسم . كما يُعتقد أن لهذه الغدة وإفرازها دورا في تعلم اللغة عند الإنسان). كما توجد بشكل بروتينات نووية والبنكرياس وكذلك في الدم .

3-1-3- البروتينات النباتية Plant proteins

إذا ما أراد الإنسان الحصول على البروتينات من النباتات في احتياجاتنا ولأنه عديد من النباتات لأنها لا تتجمع في نبات واحد ,لذلك التنويع والتشكيل بالأطعمة ضروري للحصول عليها، من اهم البروتينات النباتية:

1. الكلوتينات Glutens

هو مركب البروتين الموجود في القمح(يشكل 80% من بروتين القمح) والحبوب ذات الصلة ، بما في ذلك الشعير الكلوتين يعطي مرونة للعجين ، مما ساعده على الارتفاع والحفاظ على شكله وغالبا ما يعطي

المنتج النهائي الملمس مطاطية. يستخدم الغلوتين في مستحضرات التجميل، ومنتجات الشعر، والمستحضرات الجلدية الأخرى.

الكلوتين لا يذوب في الماء , ولا في المحاليل المتعادلة ولكنها تذوب في الحوامض والقواعد المخففة .

2. الكلياديـن Gliadin

لا يذوب في الماء , ولا في الكحول المطلق , ولكن يذوب في الكحول تركيزه بين 70 – 80 % ومن أمثلتها Gliadin في الحنطة .

3-1-4- البروتامينات Protamine's

وهي ابسط أنواع البروتينات وتحتوي على عدد قليل من الأحماض الأمينية . وهي وحدات صغيرة غنية بالحامض الأميني الأرجينين، وتكون من مكونات البروتينات النووية حيث تحمل الهستونات في وقت متأخر في مرحلة من مراحل تكوين الحيوانات المنوية ، ويعتقد أنها ضرورية للحيوانات المنوية. ومن استخداماته يخلط مع الأنسولين، حيث تبطئ فعله السريع وتزيد من مدة عمل الأنسولين..ويستخدم بروتامين في جراحة القلب، جراحة الأوعية الدموية، وتشمل الآثار السلبية زيادة ضغط الشريان الرئوي وانخفاض ضغط الدم المحيطي، زيادة معدل ضربات القلب.

البروتامينات ذي صفة قاعدية قوية , تذوب في الماء وفي محلول كبريتات الأمونيوم , ولا تتخثر في الحرارة وليس لها أهمية غذائية.

3-2- البروتينات المركبة Conjugated Proteins

هي بروتينات عند تحللها المائي , تعطي حوامض أمينية ومركبات أخرى وتقسم إلى:

1- البروتينات النووية Nuclear proteins

وهي بروتينات قاعدية تعطي عند التحلل المائي بروتينات وحوامض نووية ويتم الحصول عليها من الخميرة ومن الأنسجة الغددية.

2- البروتينات الكربوهيدراتية Glycoproteins

وهي بروتينات متصلة بكربوهيدرات مثل Mucins الموجودة في اللعاب ولها وزن جزيئي عالي ولها القدرة على تشكيل المواد الهلامية , ومعظم Mucins يفرز على الأسطح المخاطية أو يفرز لتصبح مكونا من مكونات اللعاب.

أن البروتينات الكربوهيدراتية لزجة لا تتأثر بالأنزيمات الزلالية وبهذا تعمل بالمحافظة على قناة الهضم من تأثير الأنزيمات الهاضمة وكذلك لها مفعول انزلاقي.

3- البروتينات الملونة Chromo proteins

وهي بروتينات متحدة مع أصباغ متعددة مثل الهيموجلوبين وهو عبارة عن بروتين الـ Globin متحد مع الهيم.

4- البروتينات الدهنية Lipoproteins

وهي بروتينات مزدوجة مع مركبات دهنية (كالحوامض الدهنية) , وتوجد في صفار البيض , المخ , الدم , وهي تذوب في الدم .

5- **البروتينات الفسفورية Phosphoproteins**

وهي بروتينات متصلة بحامض الفسفوريك على شكل أسترات وبصورة عامة أن حامض الفسفوريك يتصل بجذر OH في الحامض الأميني واهمها بروتين الكازين Casein الموجود في الحليب.

3-**3- البروتينات المشتقة Derived proteins**

وتقسم إلى قسمين حسب المشتق وحجم الجزيئة :

1- **المشتقات البروتينيةالأولية The Primary protein derivatives**

تسمى أولية لأنها المشتقات التي تنتج عند تعرض البروتينات إلى عوامل محورة كيمياوية أو فيزيائية, وتبدل من طبيعتها وتبقى جزيئاتها كبيرة ويمكن تسميتها بصورة عامة بالبروتينات المحورة , واهمها:

- **البروتينات المتخثرة Coagulated protein**

وهي مشتقات غير ذائبة ناتجة عن فعل الحرارة أو الكحول مثل البومين البيض المطبوخ , أو المرسب بالكحول.

- **وراء البروتينات Mata proteins**

ناتجة من تأثير الحوامض والقواعد المركزة مثل الألبومين الحامضي أوالألبومين القاعدي وهي أيضا لا تذوب في الماء.

- **البروتيئانات proteans**

ناتجة من تفاعل البروتينات مع الماء أو الحوامض المخففة أوالأنزيمات مثل الكازين الموجود في اللبن والفايبرين Fibrin الموجود في الدم المتخثر.

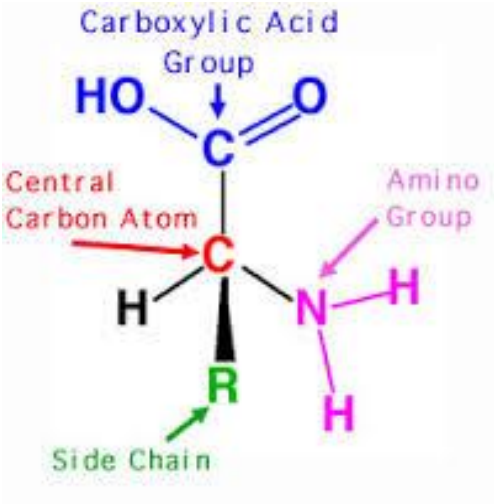
2- **المشتقات البروتينية الثانوية SecondaryProtein derivatives**

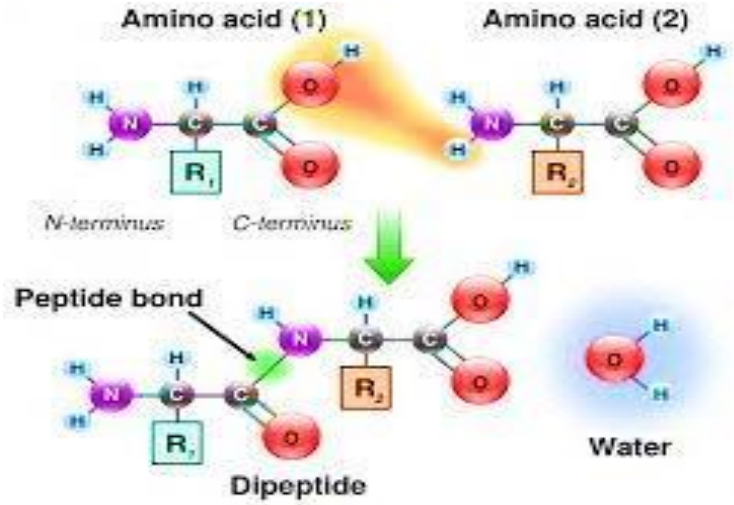
وهي النواتج المختلفة للتحلل المائي للبروتينات

اهم الخواص العامة للبروتينات :

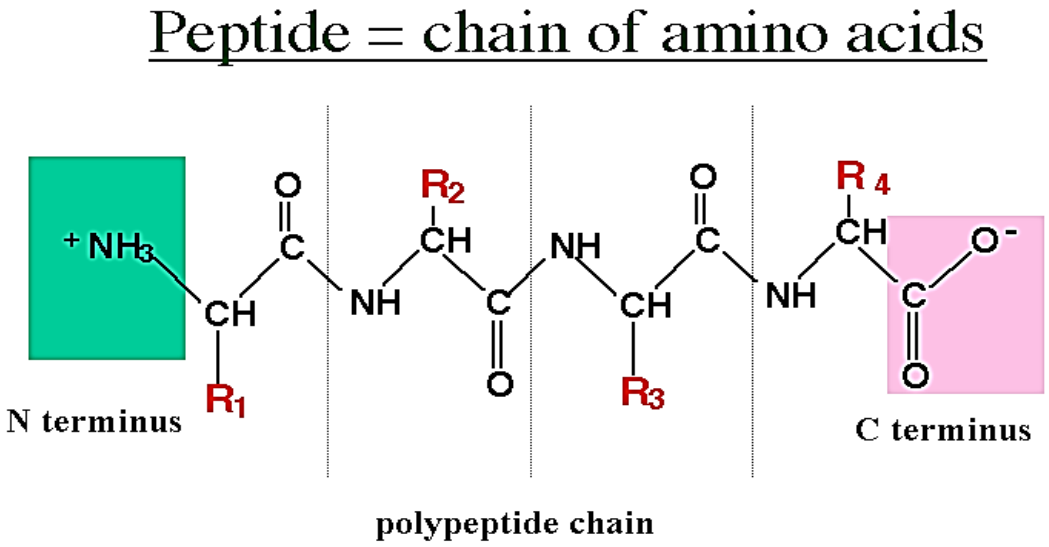
1.بناء الجزيئة البروتينية Building protein Molecular

أن البروتينات تتألف من جزيئات كبيرة يبلغ وزنها الجزيئي بين عدة آلاف إلى عدة ملايين , مكونة من حوامض أمينية acide aminé متصلة مع بعضها بأواصر ببتيدية Peptide linkage , وان البروتينات تعتبر جزيئات غروية تمتلك الخاصية الامفوتيرية. يكون ارتباط الأواصر الببتيدية بين الكربوكسيل في حامض أميني ومجموعة الأمينNH2 في حامض أميني مجاور وعند الارتباط تفقد جزيئة ماء.

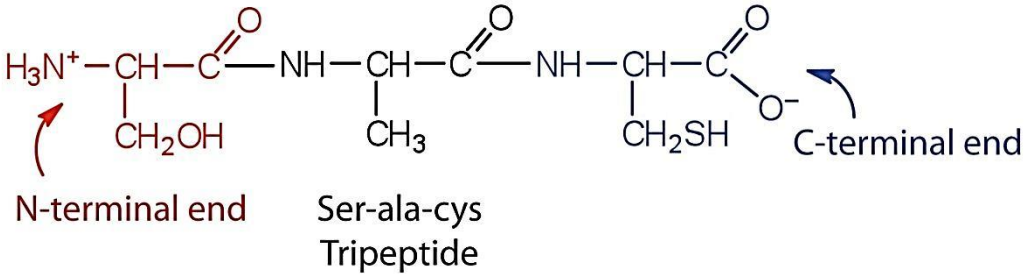




وعند ارتباط حامض مع الحامضين المرتبطين بنفس الطريقة السابقة تتكون سلسلة من الأحماض الأمينية يمكن تمثيلها بالشكل التالي



الحامض الأميني الأول في السلسلة تكون مجموعة الأمين حرة غير مرتبطة وتسمى N-Terminal amino acidsوأخر حامض أميني في السلسلة تكون مجموعة الكربوكسيل حرة ويسمى C-Terminal amino acids.



2. الأواصر البروتينية protein Bonds :

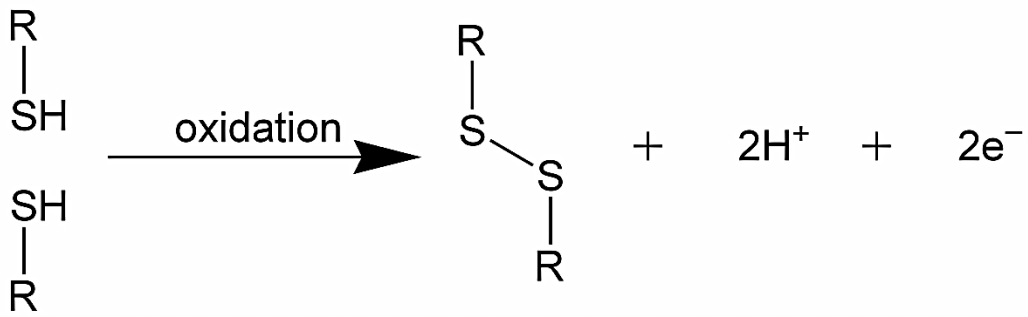
اهم الأواصر البروتينية:

- **الأواصر الببتيدية Peptide bonds**

تتكسر هذه الأواصر بعملية التحلل المائي منتجتا بروتينات ابسط مع حوامض أمينية.

- **الأواصر الكبريتية S – S Disulfide bonds**

هذه الأواصر تستخدم في التأكسدوالاختزال. وهي روابط تساهمية ، المستمدة عادة من قبل اقتران اثنين من كبريت مجموعات الأحماض الأمينية الحاوية على كبريت . وكما موضح في الشكل التالي :



- **الأواصر الهيدروجينية Hydrogen bonds**

هي المسؤولة عن التكوين الحلزوني للبروتين , وهي أواصر ثانوية غير مكافئة , حيث تعمل لجمع أعداد كبيرة من البيبتدات بشكل تجمعات ملتفه على بعضها تعطي للبروتين شكلا وخواص معينة.

- **أواصر فندرفال Vender Waals bond**

أن بعض مجاميع الحوامض الأمينية الجانبية مثل الفالين Valine , والألانين Alanineوالميثونين Methionine لها القابلية على الاتحاد فيما بينها في حالة عدم وجود الماء بشكل أواصر كهروستاتيكية.

- **الأواصرالأيونية Ion bonds**

مثل الأواصر بين $R - NH_3^+$.

1. قابلية ذوبان البروتينات Solubility of proteins

البروتينات بصورة عامة لا تذوب في الماء ولا في المذيبات العضوية ولكنها تكون محلول غروي مع الماء له لزوجية خاصة. قابلية ذوبان البروتينات تكون على اقلها في حالة نقطة التعادل الكهربائي Iso Electrical Point (وهي عبارة عن الـ pH الذي تتعادل فيه الشحنات الموجبة والسالبة للبروتين) . وتزداد قابلية الذوبان في حالة تغير الـ pH وذلك أما بزيادة الحموضة أو القاعدية .وعلى النحو التالي:

- قسم من البروتينات مثل الكازين Casein الموجود في الحليب يترسب بسرعة عند تغير الـ pH في الحليب.
- بروتينات أخرى مثل كلوبيولين Globulin تكون قليلة الذوبان في الماء ولكن عند إضافة محلول ملحي مخفف لملح متعادل (N 0.02) مثل ملح الطعام فان قابلية الذوبان تزداد ويدعى هذا التأثير Salting in.

- البروتينات تترسب من محاليلها المائية بإضافة محلول مركز من الأملاح المتعادلة وهذه الحالة تدعى Salting out.
- البروتينات تترسب من محاليلها المائية بإضافة مذيبات لا قطبية تختلط مع الماء مثل الكحول والأسيتون.
- من خواص البروتينات أنها تترسب بواسطة أملاح العناصر الثقيلة مثل أملاح الـ Ag , Pb , Hg والتي عادة هي سامة للجسم فيستفاد من هذه الخاصية لإسعافومعالجة هذه السموم عند تناولها في الجهاز الهضمي حيث يعطى في هذه الحالات زلال البيض أو الحليب.
- البروتينات تترسب مع بعض الحوامض التي تعتبر كمرسبات للبروتينات مثل حامض البكريك Picric acid.

2. بعض الخواص الطبيعية للبروتينات:

❖ تكون البروتينات على الأكثر غير متبلوره , ولكن تم الحصول على بعض البروتينات بصورة متبلورة مثل البومين البيض , أوكسيهيموكلوبين وكذلك بعض الأنزيمات مثل Pepsin & Urease.

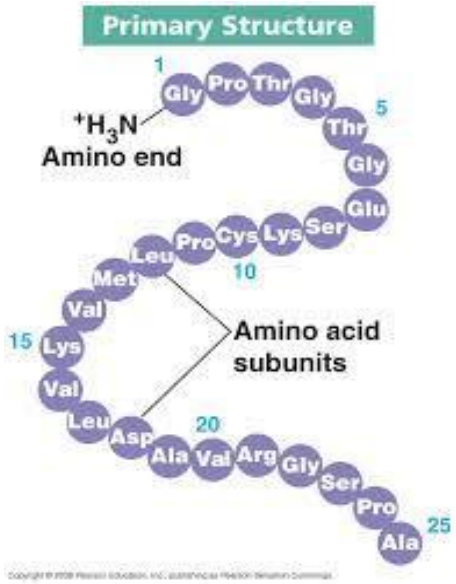
❖ جميع البروتينات لها القابلية على الاستدارة البصرية أي فعالة ضوئيا.

❖ أن البروتينات عندما تكون نقية وجافة لا تتأثر بالحرارة الاعتيادية , ولكن عندما تكون في حالة رطبة كمل توجد طبيعيا في الغذاء , فأنها تتجزأ وتتفسخ بفعل البكتريا وينتج عن ذلك في اغلب الأحيان مواد سامة.

- الأشكال التي تتخذها البروتينات :

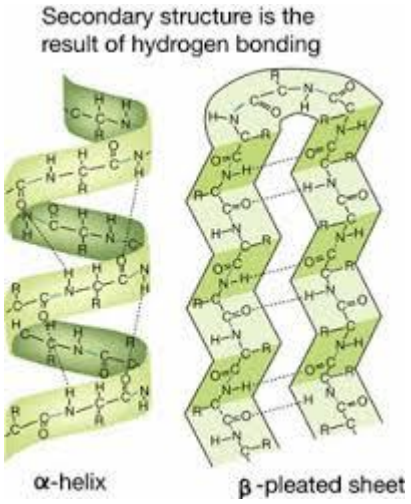
1. الشكل الأولي Primary structure

عبارة عن سلسلة بسيطة من الأحماض الأمينية الخالية من الارتباطات المعقدة , والأواصر تكون أواصر الببتيد Peptide bonds وهذا الشكل لا يكون صلب بل مرن.



2. الشكل الثانوي Secondary Structure

هو الشكل الحلزوني للسلاسل الببتيدية وهذا الشكل هو الأكثر استقرارا ويسمى α-Helix ويسمى αألفا لأنه ينتج بسبب وجود كربون ألفا (α – C)



الشكل الحلزوني لا يشترط إن يكون على طول السلسلة بسبب وجود الحوامض الأمينية التي لا تستطيع تكوين أواصر هيدروجينية مثل الحامض الأميني البرولين Proline وهيدروكسي برولين Hydroxy Proline وان ثبات الشكل الحلزوني αيعتمد على : -Helix

- طبيعة الحوامض الأمينية في السلسلة أي طبيعة المجاميع الجانبية في الحوامض الأمينية.
- طبيعة الوسط الذي يتواجد فيه البروتين.

3. الشكل الثالثيTertiary structure

معظم البروتينات ذات الأهمية البيولوجية تكون من تراكيب من هذا النوع مثلا الأنزيمات معظمها من هذا النوع .

ان أسباب تغير شكل البروتين أو انطواءه بحيث يكون ثلاثي الأبعاد تعود إلى :

السلاسل الغير قطبية الجانبية

موجودة في الحامض الأميني الفالين Valine وليوسين Leucine و الفنيل الانين Phenyl alanine وهذه المجاميع تكره الماء لذلك عند وضعها في وسط مائي تبتعد عنه وتندمج مع بعضها وتفقد جزيئة ماء.

1. السلاسل الجانبية المشحونة :

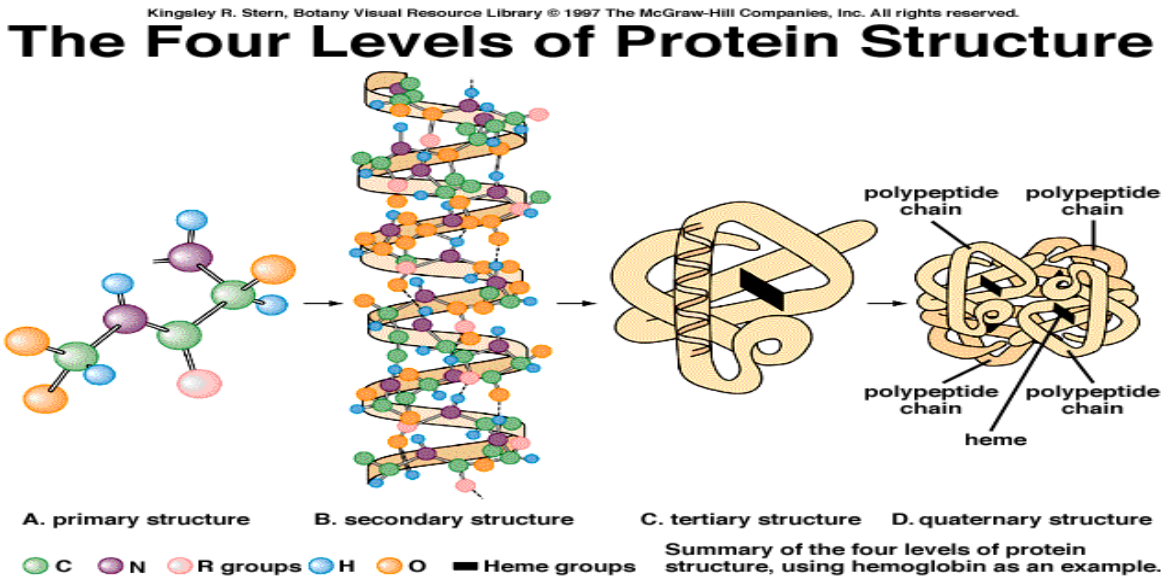
الشحنات المختلفة تتجاذب , والمتشابهة تتنافر وبذلك تأخذ السلسلة أشكال متعددة, وتساهم أواصر الكبريت في بناء هذا الشكل للبروتين.

3. الشكل الرباعيQuaternary structure

هو التحام الأشكال السابقة مع بعضها على شكل طبقات كما هو الحال في الهيموكلوبين وهنا تشارك أواصر فاندرفال في إعطاء الشكل الرباعي للبروتين.

وهذا الشكل عبارة عن بروتينات ذات أبعاد تركيب ثلاثي وعندما ترتبط لتكون الشكل الرباعي تكون ذات فعل بيولوجي معين , وعند فصل هذه البروتينات عن بعضها يفقد البروتين فعلة البيولوجي .

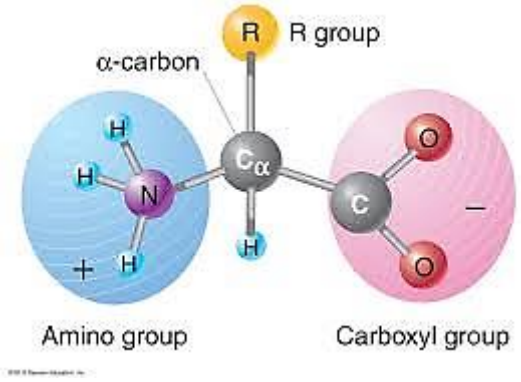
ويوضح الشكل التالي أشكال البروتين.

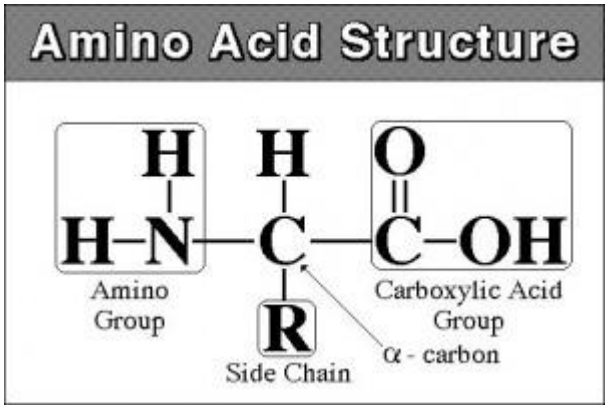


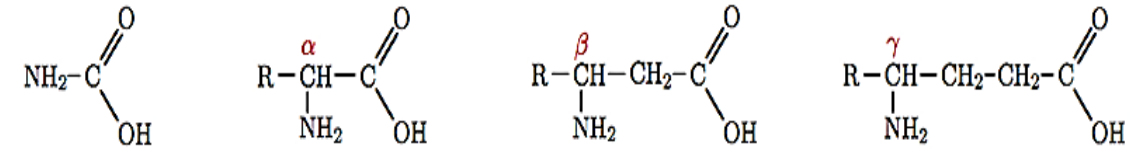
الأحمـاض الأميـنيـة

1- تعريفها :

هي وحدة التركيب الأساسي للبروتينات الموجودة في الطبيعة وعددها اكثر من 20 حامض أميني, جميعها تحتوي على جذر الكربوكسيل (COOH –) وجذر الأمين (NH_2 -) , متصل بكربون من نوع ألفا α ما عدا البرولين Proline , والكربون الفا هو أول كربون بعد مجموعة COOH- والثاني يسمى بيتا β وهكذا .







يلاحظ ان جميع الأحماض الأمينية من نوع الفا α (عدا الكلايسين Glycine) , وتكون محتوية على ذرة كربون غير متناظرة على شكل DأوLوالأحماضالأمينية المهمة بيولوجيا يجب ان تكون من نوع (L Amino- L) acids وتعني الـ (L) ان مجموعة NH_2 على اليسار.

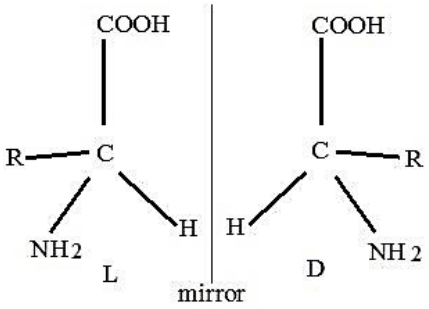


Table 3).

لقد وجد شكل D من الأحماضالأمينية في بعض الكائنات المجهرية مثل الحامض الأميني D- Glutamic acid هو المكون الأساس لغلاف بكتريا Bacillus anthracic. تنتج الحوامض الأمينية من التحلل المائي للبروتينات وان قسم منها يوجد بصورة حرة في انسجه الجسم حيث تلعب دورا مهما في العمليات الأيضية Metabolism .

تتميز الأحماض الأمينية بانها مواد بلورية تتميز عن بعضها وتختلف من ناحية الطعم فمنها ما هو حلو المذاق مثل الكلايسين Glycine و ألانين Alanine و سيرين Serine والبرولين Proline وبعضها عديم الطعم مثل التربتوفان Tryptophan والبعض الأخر مر مثل الأرجينين Arginine. كل الحوامض الأمينية تذوب في الماء ما عدا السيستين Cystine والتيروسين Tyrosine , وكذلك جميعها لا تذوب في الكحول والأيثر باستثناء البرولين Proline. وهناك حوامض أمينية أساسيةEssential amino acids لا يمكن للحيوان والأنسان تصنيعا في الجسم بمعدل كاف لاحتياجاته الحيوية لذلك يجب أخذها في الغذاء وهذا الأحماض الأساسية هي : , Methionine , Phenyl alanine , Leucine , Valine , Lysine , Iso Leucine .threonine , Tryptophan

2- **تصنيف الأحماض الأمينية :**

تقسم الحوامض الأمينية بالنسبة إلى مجاميعها الفعالة إلى :

وسوف نقوم بشرح كل صنف والتعرف على الأحماض الأمينية التي تنتمي إليه:

الأحماض الأمينية الأليفاتية **Aliphatic Amino Acids**

تكون من السلاسل الكربونية الاليفاتية وتقسم إلى عدة أنواع :

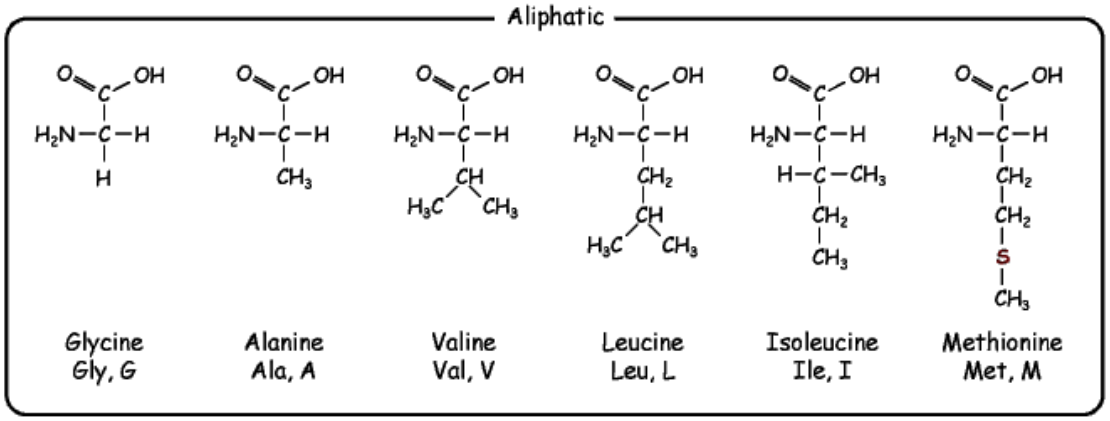
1- الاحماض الأمينية الاليفاتية المتعادلة **Neutral Aliphatic amino acid**s

تحتوي على عدد متساوي من مجاميع جذر الأمين (القاعدي) وجذر الكربوكسيل (الحامضي) .

وتكون على ثلاث أنواع :

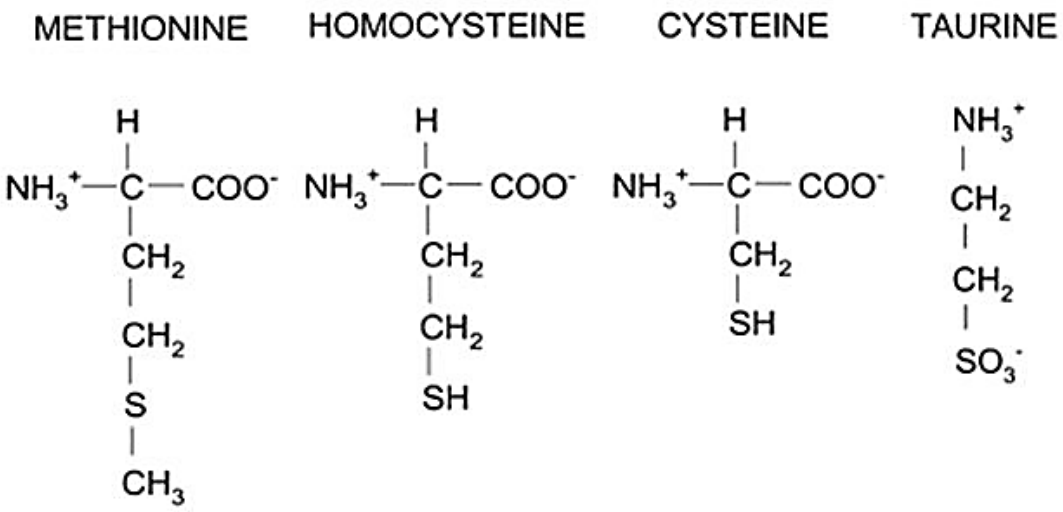
1. سلسلةالهيدروكربون الجانبية **hydrocarbon side chain**

ومنها الحامض الأميني الكلايسين Glycine و الانين L-Alanine والفالين L-Valine وايسولاسين L-Iso Lucien و والليوسين L- Leucine.



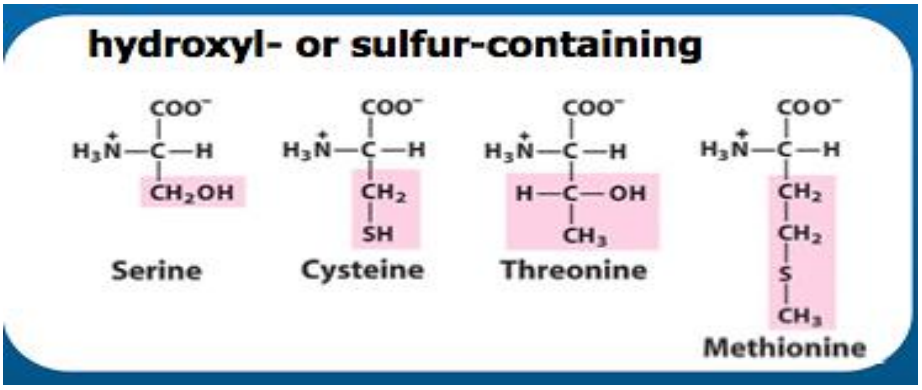
2. الحاوية على الكبريت **ContainingSulfur**

وتضم الحامض الأميني السيستين L-Cysteine والسيستاين L- Cystine والميثونين L-Methionineو التورينTaurine .



3. الحاوية على مجموعة هيدروكسيل (OH) **containing hydroxyl group**

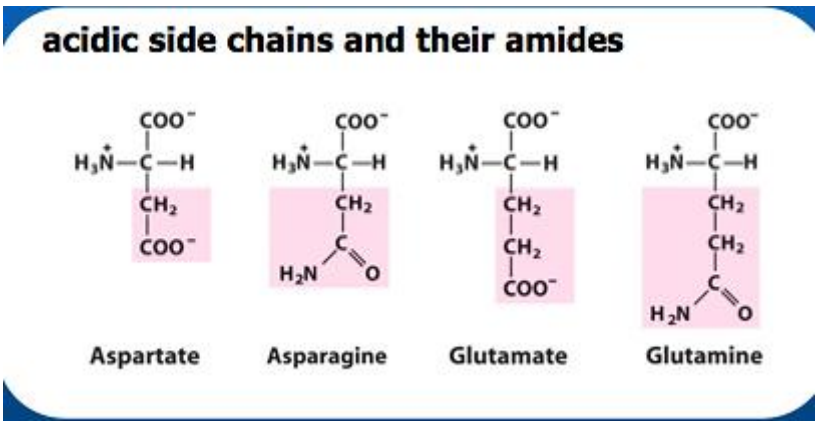
وتضم الحامض الأميني السيرين L- Serine والثريونين L-Threonine .



2- الأحماض الأمينية الاليفاتية الحامضية **Acidic Aliphatic amino acid**

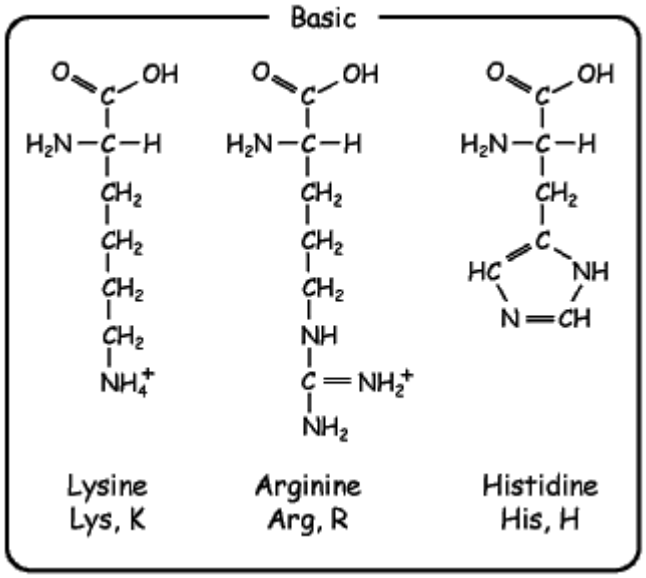
وتضم حامض الاسبارتيك L-Aspartic acid و حامض الكلوتاميك L-Glutamic acid

وتحتوي على اكثر من مجموعة (COOH -) , ويعتبر هذان الحامضين من الحاوية على مجموعة الهيدروكسيل (OH -) والحامضية .



3- الأحماض الأمينية الاليفاتية القاعدية **BasicAliphatic amino acid**

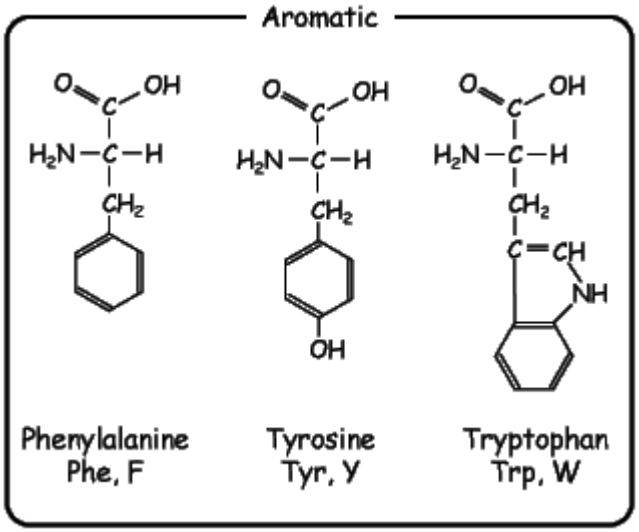
ويمتاز هذا الصنف بان الحوامض الأمينية فيه تحتوي على اكثر من مجموعة من (OH -) وتضم الأرجينين L-Arginine واللاسين L-Lysine والاورنثنين Ornithine , ان الحامض الأميني الاورنثين هو من مشتقات حامض الأرجينين وله أهمية فسلجية لأنه يكون ناتج وسطي في تكوين اليوريا في الكبد.



4- الأحماض الأمينية الأورماتية **Aromatic amino acids**

وهي الأحماض الأمينية العطرية والحاوية على الحلقة الأروماتي , لا تصنع داخل الجسم ويجب تناولها عن طريق الغذاء , في النبات والكائنات الدقيقة تصنع هذه الأحماض الأروماتي وتضم فنيل الانين L-Phenyl

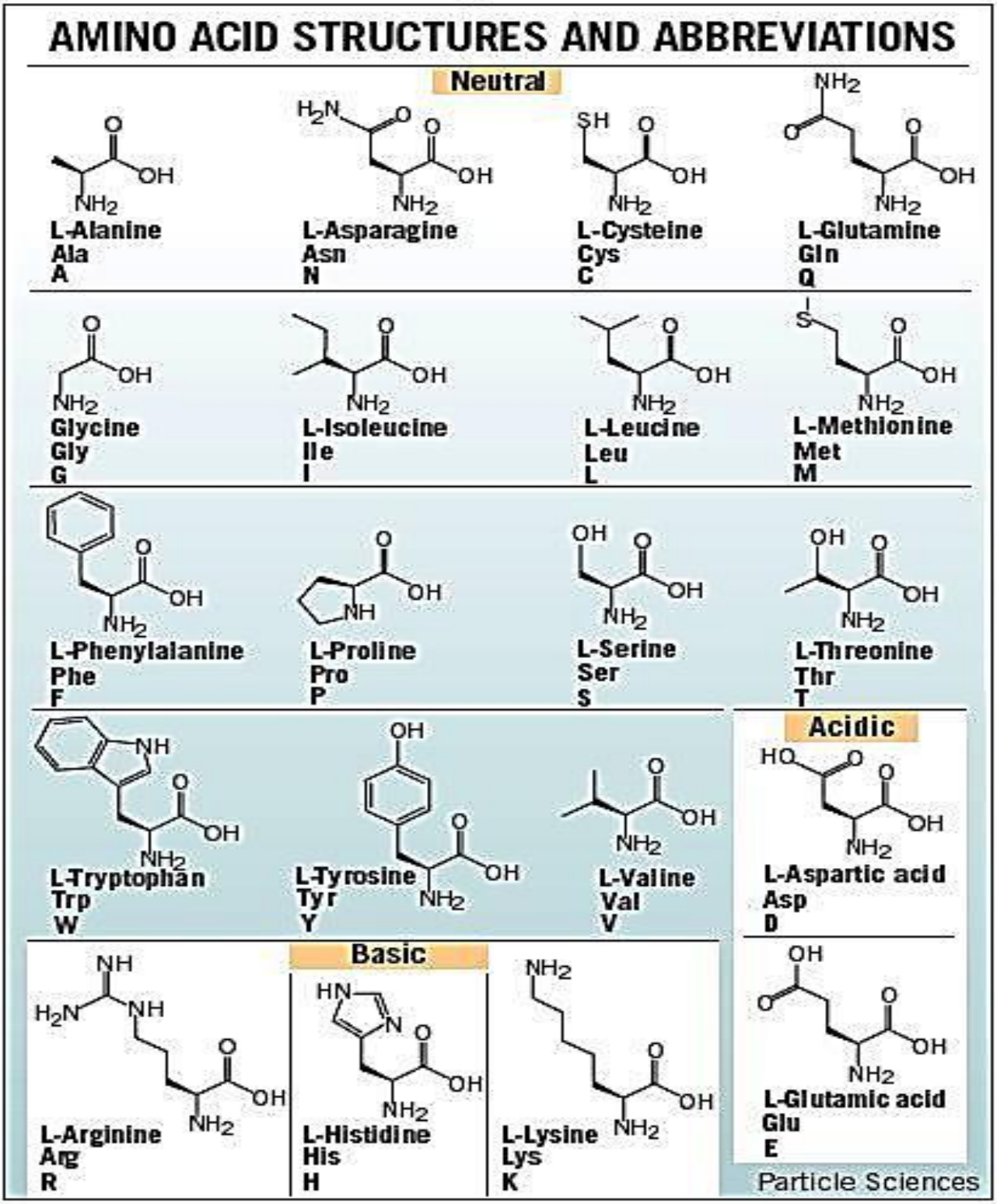
alanine و وهيدروكسي فنيل الانين L-Hydroxy phenyl alanine والتيروسين Tyrosine والثيروكسينThyroxin.



الأحماض الأمينة ذات الحلقات غير المتجانسةHetero cyclic amino acids

وتضم البرولين Proline و تربتوفان L-tryptophanوالهستدين L-Histidine.

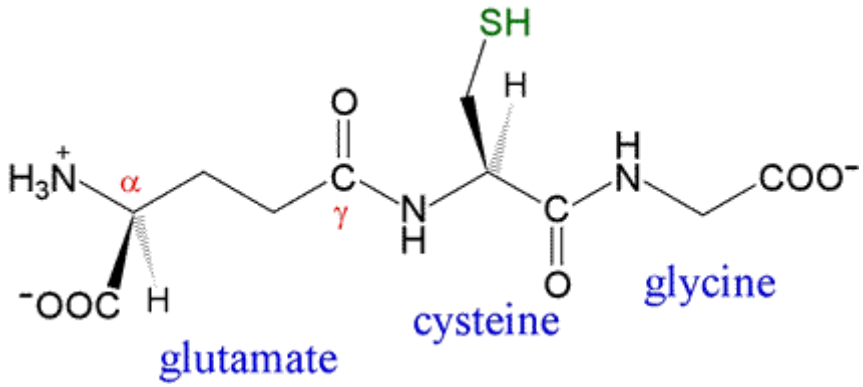
Figure 1


AMINO ACID STRUCTURES AND ABBREVIATIONS
Neutral
L-Alanine
Ala
A
L-Asparagine
Asn
N
L-Cysteine
Cys
C
L-Glutamine
Gln
Q
Glycine
Gly
G
L-Isoleucine
Ile
I
L-Leucine
Leu
L
L-Methionine
Met
M
L-Phenylalanine
Phe
F
L-Proline
Pro
P
L-Serine
Ser
S
L-Threonine
Thr
T
L-Tryptophan
Trp
W
L-Tyrosine
Tyr
Y
L-Valine
Val
V
Acidic
L-Aspartic acid
Asp
D
Basic
L-Arginine
Arg
R
L-Histidine
His
H
L-Lysine
Lys
K
L-Glutamic acid
Glu
E
Particle Sciences

بعض مشتقات الأحماض الأمينية المهمة بيولوجيا

1.الكلوتاثيون Glutathione

هو عبارة عن ببتيد ثلاثي مؤلف من الحوامض الأمينية السيستين Cysteineو الكلايسين Glycine وحامض الكلوتاميك Glutamic acid , ويرمز له بالرمز G- SH عندما يكون مختزلا , ويرمز له GSSG عندما يكون مؤكسدا ,ويوجد في الأنسجة الحيوانية والنباتية.

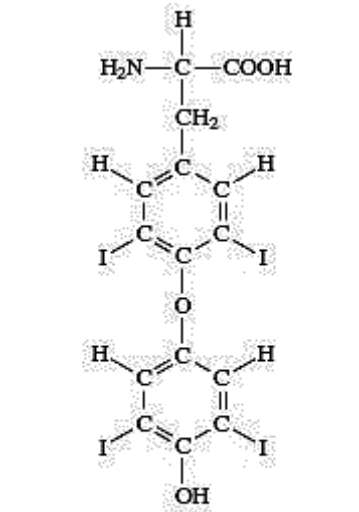


ويعمل كمرافق إنزيمي Coenzyme ، ومضاد أكسدة Antioxidant لحماية الخلايا من ضرر الجذور الحرة Free radicals. ويعد الكلوتاثيون هاما لسلامة خلايا الدم الحمراء وعمل البروتينات والأغشية الدهنية وغيرها.

ان عمل الكلوتاثيون يرجع فقط للحامض الأميني السيستين Cysteine , وان وجوده في الببتيد الثلاثي يرجع إلى ان الـ Cysteine غير ثابت وفعال جدا بحيث لا يمكن ان يوجد بصورة طليقة في الأنسجة ولهذا فهو يحمل في مركب الكلوتاثيون ويجهز جذر SH – الفعال.

2.الثيروكسين Thyroxin

عبارة عن حامض أميني أروماتي يحتوي على اليود ويوجد في الغدة الدرقية , وينتقل منها إلى جميع انسجه الجسم , الشكل الرئيسي لهرمون الغدة الدرقية في الدم هو الثيروكسين T4، الذي لديه فترة عمر النصف أطول من T3, حيث يعمل على زيادة معدل التفاعلات التأكسدية في الجسم. ويساعد على تنظيم نمو العظام الطويلة (التآزر مع هرمون النمو) والنضج العصبي ، وزيادة حساسية الجسم للكاتيكولامينات (مثل الأدرينالين) . هرمونات الغدة الدرقية ضرورية للتنمية السليمة والتفريق بين كل خلايا الجسم البشري. هذه الهرمونات أيضا تنظم أيضا لبروتين ، الدهون، والكربوهيدرات، مما يؤثر على طريقة الإنسان خلايا تستخدم مركباتحيوية.



thyroxine (Thy)
occurs only in the hormone protein
thyroglobulin: I=iodine

3. **الأدرينالين Adrenaline :**

ويدعى أيضاإبينفرين Epinephrine وهو هرمون يتكون في غدة الأدرينال Adrenal gland فوق الكليتين ويصنع في الجسم من الحامض الأمينيفنيل الانينPhenyl alanine , وهو يعمل على زيادة نبض القلب وانقباض الأوعية الدموية ويعتبر من النواقل العصبية . للأدرينالين تأثير معاكس للأنسولين، يطلق عند انخفاض مستوى السكر في الدم وذلك عن طريق تحول الكلايكوجين المخزون في الكبد إلى جلوكوز في الدم. كما يعمل على توسيع الأوعية الدموية في الجلد و العضلات وذلك لإتاحة الفرصة لتوصيل الدم الكافي لها وبالتالي تزويد العضلات بالأوكسجين. كما يعمل علي زيادة نبضات القلب.

يعمل الأدرينالين كناقل عصبي ويؤثر في الجهاز العصبي السمبثاوي (القلب، الرئتين ،الأوعية الدموية ،المثانة). وهذا الناقل العصبي يُطلق استجابة إلى أي ضغوط وترتبط بمجموعة خاصة من البروتينات تُسمى مستقبلات الفعل الأدرينالي. وبالتالي يصبح الأنسان شديد الخوف.

الأيــض Metabolisme

- تمهيد :

إن عملية تكون الكائن الحي ونموه يكون من خلال مجموعة من العمليات الطبيعية والكيميائية التي تتم داخل الخلية والتي تعرف بالتمثيل العذائي أو الأيض والتي تبدأ من هضم الطعام الذي يتم تناوله من طرف الفرد ثم امتصاصه داخل الأمعاء الدقيقة عن طريق الزغبات المعوية وفي حالة توازن بين دخله من الطعام واسرافه في النشاط الذي يقوم به حتى يحتفظ الجسم بكيانه ووزنه وحالته الصحية الايض عمليتين هما الهدم والبناء والتي سوف نتطرق لهما في هذه المحاضرة .

1- عملية الهضم والامتصاص : Absorption

-الهضم : عملية تحويل الطعام وعناصره إلى جزيئات صغيرة لامتصاصه وطرد الجزء غير المهضوم خارجا .

أما الامتصاص : فهو عملية تحويل المواد الغذائية المعقدة التركيب إلى مواد بسيطة التركيب ليستفيد منها الجسم في فعالياته المختلفة .

مثل تحول الكربوهيدرات إلى سكرالجلوكوز وتحويل المواد الدهنية إلى أحماض دهنية ، والبروتينات إلى الأحماض الأمينية ، وتمر هذه النواتج من خلال خملات الأمعاء الدقيقة إلى الدم ثم إلى الكبد الذي ينظم حاجة الجسم منها وينقيها من السموم.، ومنها إلى الاستعمال في عملية الأيض

فما هي عملية الأيض ؟

2- عملية الأيض :Metabolisme

هو مجموعة من التفاعلات الكيميائية في خلايا الكائن تحافظ على الحياة. الأهداف الرئيسية الثلاثة للأيض هي تحويل الغذاء إلى طاقة لتشغيل العمليات الخلوية، وتحويل الغذاء إلى وحدات بناء للبروتينات، والدهون، والأحماض النووية، وبعض السكريات، وإزالة الفضلات الأيضية النيتروجينية. تلك التفاعلات التي تحفزها إنزيمات تسمح للكائنات بالنمو والتكاثر، والمحافظة على تركيبها، والإستجابة للبيئة.

يمكن أن يشير مصطلح الأيض كذلك إلى مجموع كل التفاعلات الكيميائية التي تحدث في الكائنات الحية، بما فيها الهضم ونقل المواد إلى وبين الخلايا المختلفة، وفي تلك الحالة تسمى التفاعلات داخل الخلايا أيض وسيط أو أيض متوسط.

يتم تقسيم الأيض عادة إلى فئتين :

1-2- البناء:Anabolisme

هي عملية تصنيع او تخليق المركبات الكيميائيةالمعقدة اللازمة لنمو الخلية وصيانتها من مركبات بسيطة ويتم ذلك بعملية كيميائية تدعى التصنيع بأزالة الماء وهي تحتاج إلى طاقة.

التحول الذي يحدث لعناصر الغذاء البسيطة التركيب إلى مواد معقدة تدخل في تركيب الجسم .

مثل : تحول سكر الجلوكوز إل جلاكوجين يخزن في الجسم ، وفي هذه العملية ترتبط السكريات الأحادية ببعضها لتوين سلسلة معقدة ، وخلال ذلك يتم إزالة مجموعة OH من سكر أحادي آحر وتتحد OH مع H لتكوين جزيئ الماء ويرتبط السكران الأحاديان ببعضهما بواسطة ذرة أكسوجين .

كذلك تحول الأحماض الدهنية والكلسترول بطريقة مشابهة إلى دهون تحزن تحت الجلد في مناطق مختلفة من الجسم ولكن يختلف عدد مجموعات OH و H المزالة

كذلك تحول الأحماض الأمينية إلى مواد بروتينية تضاف إلى إلى بروتين الجسم وتجرى عملية البناء في جميع خلايا الجسم عدا الخلايا العصبية التي لا يحصل فيا تجدد.

سكرأحادي + سكر أحادي ←——— تصنيع بإزالة الماء ——— سكر ثنائي + ماء

معنى هذا أن عملية الأنابوليزم (البناء) تشمل التحول الذي يحدث لعناصر الغذاء البسيطة التركيبإلى مواد معقدة تدخل ضمن تركيب الجسم ، وهي تتم كالتالي :

سكر جلوكوز ←	جلايكوجين يخزن في الكبد والعضلات
الأحماض الدهنية ←	دهون يخزن في تحت الجلد في مناطق مختلفة من الجسم
الأحماض الأمينية ←	مواد بروتينية تضاف إلى بروتين الجسم

- 2-2- الهدم Catabolisme:

هو عملية تفكك أو تحطيم المركبات الغذائية المعقدة إلى صور بسيطة وتتم هذه العملية بواسطة التحلل المائي .مثل التحلل الكيميائي للدهون والكربوهيدرات لإنتاج الطاقة حيث يتحول الجلوكوز والأحماض الامينية إلى طاقة وماء وثاني أكسيد الكربون .

سكر ثنائي + ماء ⟵ (تحلل مائي) سكر أحادي + سكر أحادي

2-4- ايض الكربوهيدرات :

2-4-1-الانحلال السكري :

سوف نبدأ هذه المحاضرة لموضوع توليد الطاقة البيوكيميائية بالانحلال السكري Glycolysis ، وهو مسار عام لتفكك الجلوكوز في جسم الإنسان .والانحلال السكري هو العملية التي يتفكك خلالها جزيء الجلوكوز بسلسلة من التفاعلات الإنزيمية إلىالبيروفات مع استخدام الطاقة الحرة الناتجة من هذا التحول في تكوين ATP .

تتم هذه المرحلة من الهدم عند الخلايا الحية الهوائية واللاهوائية ، فهي عادة تتم بوجود أو بغياب الأوكسجين وذلك على مستوى الستوبلازم الخلوي .يتحول الجلوكوز خلال هذه المرحلة إلى حمض البيروفيك حسب ما يلي :

أ- فسفرة الجلوكوز:

جلوكوز ⟵ جلوكوز -6- فوسفات + ماء

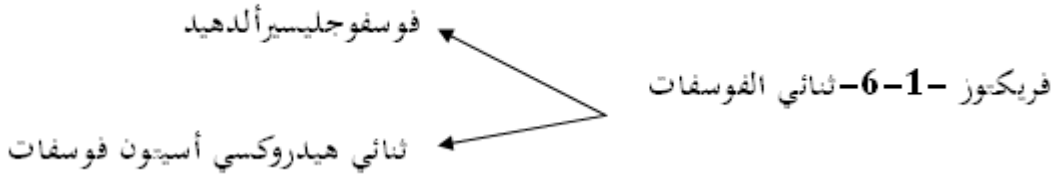
ATP ⟶ ADP

تتم فسفرة الجلوكوز بتدخل جزيئة من ATP حيث يتحول إلى ADP وفسفور لا عضوي P_i حيث أن هذا الأخير يرتبط على مستوى ذرة الكربون رقم 6 لجزيئة الجلوكوز متحولا بذلك إلى جلوكوز -6- فوسفات بعد تحرير جزيئة من الماء ، يتم تفاعل غلى فسفرة الجلوكوز بتدخل أنزيم الجلوكوكيناز

- يتعرض الجلوكوز -6-فوسفات الناتج إلى تفاعل تماكب متحولا إلى الفركتوز -6- فوسفات الذي بدوره يفسفر على مستوى ذرة الكاربون رقم 1 ليصبح في الأخير الفركتوز -1-6- ثنائي الفوسفات

ب- تحول الفركتوز-1-6- ثنائي الفوسفات إلى سكرين ثلاثيين فوسفاتيين .

يهدم السكر السداسي (الفركتوز -1-6-ثنائي الفوسفات) إلى مركبين ثلاثيين متماكبين ، أحدهما ألدهيد الوظيفة الكربونيلية ، إنه ألدوز يتمثل في الفوسفوجليسير ألدهيد أما الثاني فله وظيفة كربونيلية سيتونية إنه سيتوز ممثل في الثنائي هيدروكسي أسيتون فوسفات .



ج- تشكل ثنائي فوسفوجليسيريك .

ينتج حمض ثنائي فوسفو جليسيريك من تفاعل نزع الهيدرجين وأكسدة الفوسفو جليسير ألدهيد وذلك بتدخل أنزيم نازع الهيدروجين الذي يعمل بمرافقة جزيئة NAD^+ (نيكوتين أميدأدينين ثنائي نيكلوتيد) حيث تستقبل البروتونين ($2H^+$) والالكترونين ($2E^-$) المحررة لتتحول إلى مرافق أنزيم مرجع ($NADH . H^+$)

إلى جانب تفاعل نزع الهيدروجين ، يتم كذلك تفاعل فسفرة بتدحل الفسفور اللاعضوي .

2 فسفورجليسيرألدهيد ⟵ 2 حمض ثنائي فوسفوجليسيريك

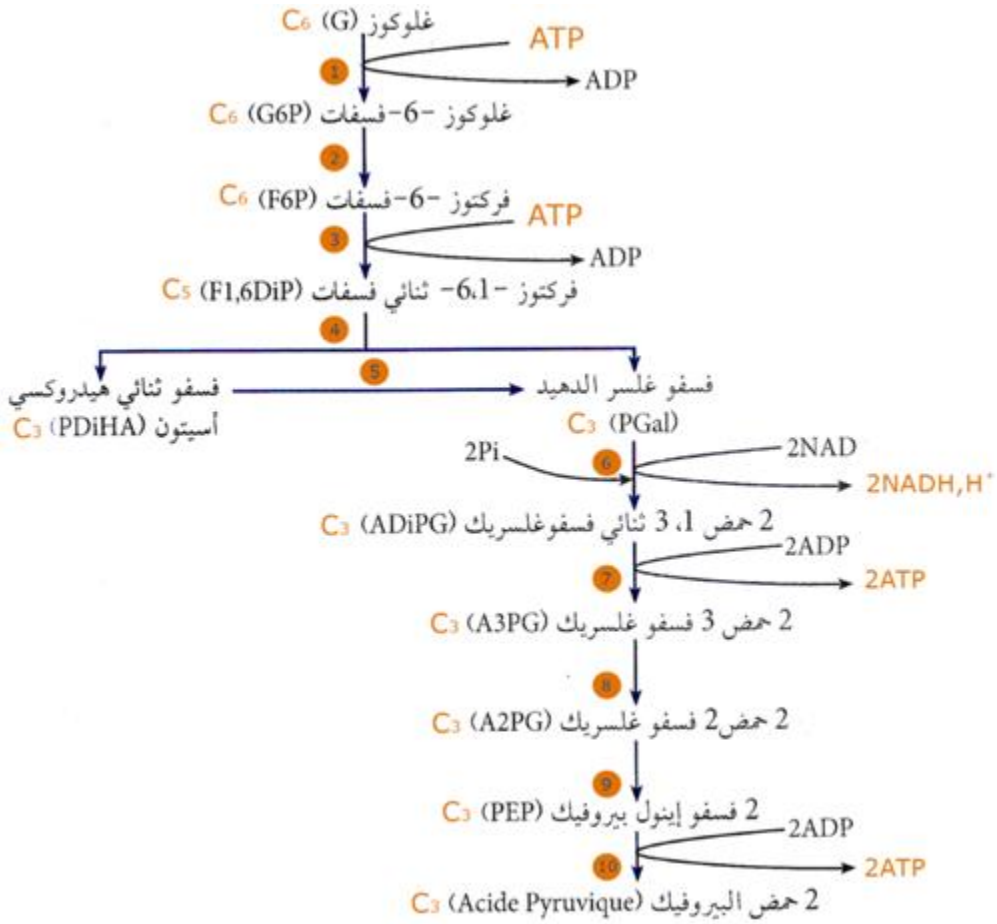
د- تشكل حمض البيروفيك :

يتم نزع الفوسفور من جزيئات حمض ثنائي فوسفو جليسيريك لتثبت على جزيئات من ADP وتشكل جزيئات من ATP إلى جانب ظهور جزيئات من حمض البيروفيك

2 حمض ثنائي فوسفوجليسيريك ⟵ 2 حمض البيروفيك

HADP ⟵ 4 ATP

يمكن تلخيص عملية التحلل السكري في المخطط التالي :



الشكل يبين مراحل التحلل السكري

2-4-2-مصير حمض البيروفيك:

تستمر هدمه على مستوى الخلايا الكائنات الحية الهوائية واللاهوائية إلا أن مصيره مختلف

1- حالة غياب الأكسجين : نسمي عملية الهدم بالتخمر la fermentation

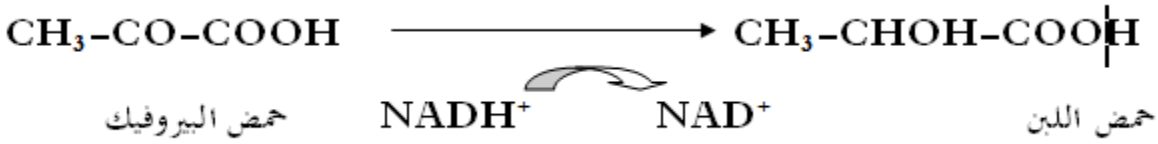
أ- حالة التخمر الكحولي la fermentation alcoolique

يكون في الخلايا النباتية وبعض البكتيريا حيث يتحول حمض البيروفيك إلى كحول إثيلي .

ج- حالة التخمر اللبني acide acétique

يكون عل مستوى الخلايا الحيوانية (الخلايا العضلية) حيث يكون ناتج التفاعل عبارة عن حمض اللبن acide acétique

-**يتم التحول :** حمض البيروفيك إلى حمض اللبن وفقا لتفاعل ، يتدخل خلاله انزيم نازع الهيدروجين ذز مرافق أنزيم في حالة مرجعة HADH, H والذي يتحول بعد فقدانه لبروتونين ($2H^+$) وإلكترونين(é 2) **إلى حالة مؤكسدة NAD^+.**



2- في حلة وجود الأكسوجين :

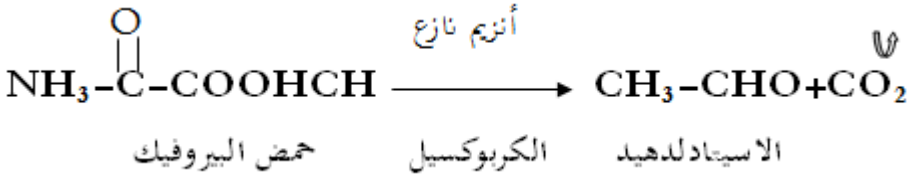
في حالة وجود الأكسوجين تسمى عملية هدم الجلوكوز بالتنفس ، ويتم ذلك على مستوى الميتوكوندري .

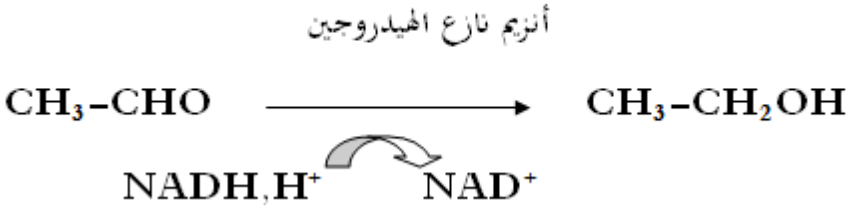
3- مصير حمض البيروفيك : يستمر هدم حمض البيروفيك على مستوى خلايا الكائنات الحية الهوائية واللاهوائية إلا أن مصيره مختلف .

3-1- في حالة ما إذا استمر هدم حمض البيروفي بغياب الأكسوجين نسمي عملية هدم الجلوكوز بالتخمر الكحولي على مستوى بعض الخلايا النياتية وكذلك عند العديد من البكتيريا ، حيث يكون مصير حمض البيروفيك عبارة عن تحوله إلى كحول هو الكحول الإيثيلي .

يتدخل في هذا التفاعل تحول حمض البيروفيك إلى كحول إيثيلي ، جموعة من الأنزيمات هي نازعات الهيدروجين ونازعات الكربوكسيل ، حيث يتم أولا تفاعل نزع الكربوكسيل وينتج عنه الأسيتالدهيد الذي يرجع بدره إلى كحول إيثيلي .

إن مرافق انزيم نازع الهيدروجين في هذا التفاعل عبارة عن مرافق أنزيم في حالة مرجعة ($NADH, H^+$)

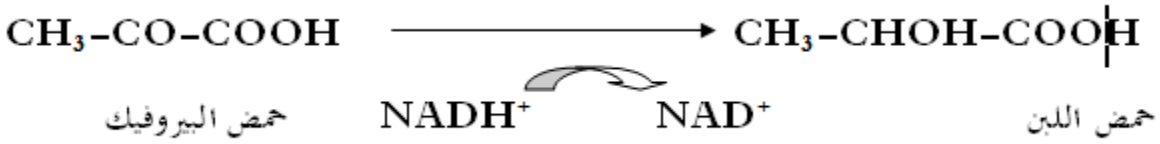




ب- حالة التخمر اللبني : la fermentation acetique

يتم التخمر اللبني على مستوى الخلايا الحيوانية (الخلايا العضلية) حيث يكن ناتج التفاعل عبارة عن حمض اللبن acide acetique

- يتم تحول حمض البيروفيك إلى حمض اللبن وفقا للتفاعل حيث يتدخل خلاله أنزيم نازع الهيدروجين ذو مرافق أنزيم في حالة مرجعة $NADH,H^+$ والذي يتحول بعد فقدانه لبروتونين($2H^+$) وإلكترونين 2é إلى حالة مؤكسدة NAD^+



2-3- حالة وجود الأكسوجي :

في حالة إستمرار هدم حمض حمض البيروفيك بوجود الأكسوجين ، تسمى عملية هدم الجلوكوز بالتنفس ، ويتم ذلك على مستوى الميتوكوندري .

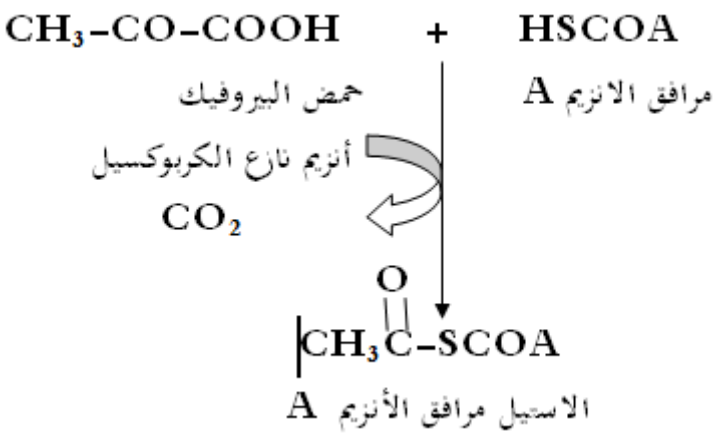
- تفاعلات الأكسدة الخلوية :

تتم تفاعلات الأكسدة الخلوية على مستوى الميتوكوندري .

1- تحول حمض البيروفيك إلى الاستيل مرافق الانزيم "A"

- تتم هذه المرحلة على المستوى المادة الأساسية للميتوكوندري وذلك بتدخل مرافق الانزيم "A" الذي يرمز له بـ (co A-SH) حيث تتفاعل الوظيفة (-SH) لمرافق الأنزيم "A"

- أثناء هذا التفاعل يتدخل أنزيم نازع الكربوكسيل الذي يسمح بتحرير جزيئة من غاز CO_2 إلى جانب تدخل أنزيم نازع الهيدروجين الذي يعمل بمرافقة مرافق أنزيم في حالة مؤكسدة هو NAD^+ حيث باسقباله للإلكترونين والبروتونين التي تحرر من المادة الأيضية المتفاعلة يتحول إلى مرافق أنزيم في حالة مرجعة **($NADH,H^+$)**



2- تحول الأستيل مر افق الأنزيم "A ".

يدخل الأستيل مرافق للانزيم A (A ,COA) في سلسلة من التفاعلات على مستوى المادة الأساسية للميتوكوندري تسمى بحلقة كريبس (Cycle de krebs)

2-5- أيـض الـدهـون (الليبيدات):

تتم عملية أيض الليبيدات على ثلاث مراحل هي :

- تحليل ثلاثي اسيل الجليسرول الى الاحماض الدهنية
- اكسدة الاحماض الدهنية
- بناء الأحماض الدهنية

الليبيدات والتي تضم الجليسريدات الثلاثية (الدهون المتبادلة) أو الدهون الفوسفاتية (الدهون القطبية) أو الاستيرويدات او المركبات الناتجة عن تحللها مثل الاحماض الدهنية او الجليسرول لها أهمية بيولوجية كبيرة في الكائنات الحية وخاصة الإنسان والحيوان .

فمثلا الجليسريدات الثلاثية تعتبر من المصادر الرئيسية للطاقة في جسم الانسان والحيوان ويمكن تخزينها في الخلايا الدهنية بكميات كبيرة واستخدامها وقت الحاجة. (لينجر، 2007)

1-أكسدة ثلاثي اسيل الجليسرول (عمليات التكسير للحصول على الطاقة)

الجليسريدات الثلاثية (الدهون المعادلة) والتي تخزن في الانسجة الدهنية بكميات كبيرة لها اهمية كبرى في امداد الجسم بالطاقة ولكي يحصل الجسم على هذه الطاقة والتي هي موجودة في الاحماض الدهنية المرتبطة بالجليسرول لابد من تحلل هذه الجليسريدات الثلاثية الى مكوناتها الاساسية وهي الاحماض الدهنية والجليسرول

عملية تحلل هذه المركبات تتم بواسطة بعض الانزيمات التي تؤثر على الروابط الاسترية مثل انزيم الليبيز والذي يكون في العديد من خلايا الجسم ويقوم بعملية التحلل .

بعد ذلك تتم أكسدة هذه الاحماض الدهنية الحرة سواء المشبعة او غير المشبعة ذات السلاسل الطويلة داخل الخلايا الى مركبات صغيرة تسمى الاسيتايل كو انزيم (بواسطة العديد من الإنزيمات المتخصصة في اكسدة الاحماض الدهنية) وينتج عنها كمية كبيرة من الطاقة الكيميائية.

إن المسار الرئيسي لتكسير الأحماض الدهنية هو أكسدة بيتاB-Oxidation وهو مسار يتم فيه حذف وحدتين في الكربون كما هو مبين من الشكل فان أكسدة حمض البالمتك تتم بواسطة بعض الانزيمات سنذكر باختصار دور كل منها :

الإنزيم الأول يقوم بتحويل الحمض ألدهني الى مركب دهني نشط .

الإنزيم الثاني يقوم بنزع ذرتي هيدروجين من ذرتي الكربون رقم 2 و 3 في الحمض ألدهني النشط .

الانزيم الثالث يقوم بإضافة جزيء ماء .

الانزيم الرابع يقوم بنزع ذرتي هيدروجين من ذرة الكربون رقم 2 .

الانزيم الخامس يقوم بشطر المركب ألدهني الى مركب يحتوي على ذرتي كربون وهو اسيتل كو انزيم و مركب اخر (المتبقي) اقل بذرتي كربون عن المركب الأول الذي دخل عملية الأكسدة وهو حمض البالمتك هذا المركب يدخل في التفاعل الثاني من جديد وهكذا ياخذ نفس الدورة لينتج المركب الذي يحتوي على ذرتي كربون وبهذه الطريقة يحتاج حمض البالمتك الى سبع دورات وينتج عنه ثمانية مركبات من الاستايل كو انزيم .

بهذه الطريقة الإنزيمية تتم أكسدة الأحماض الدهنية المشبعة وبطريقة مشابهة الأحماض الدهنية غير المشبعة .

هنا تجدر الإشارة إلى أن خلايا الجسم في الإنسان والحيوان تستطيع بناء هذه الأحماض الدهنية بصورة نشطة جدا وذلك لقدرتها على تخزين هذه الأحماض الدهنية بكميات كبيرة بعد اتحادها بالجليسرول في

الخلايا الدهنية في أجزاء مختلفة من الكائن الحي بناء الأحماض الدهنية يتم بواسطة انزيمات مختلفة عن تلك المسئولة عن أكسدتها وتفككها واهم مصادر بناء الأحماض الدهنية هو حمض المالنيت .
(الخطيب ، 1995م ، ص66)

2- أكسدة الدهون الفوسفاتية

الدهون الفوسفاتية مثل الفوسفاتيديل كولين والفوسفاتيديل ايثانول امين (الدهون القطبية) والتي تحتوي على حمضين دهنيين وحمض الفوسفور ومركبات أخرى مثل الكولين والايثانول امين تتحلل إلى مكوناتها الأساسية (الأولية) بواسطة بعض الإنزيمات المتخصصة على الدهون الفوسفاتية مثل الفوسفوليبز Phospholipase a2 , بعد ذلك تتأكسد الأحماض الدهنية وتتحول إلى مركبات صغيرة ويحصل الجسم نتيجة لهذه الأكسدة على كمية معينة من الطاقة الكيميائية

3- **بناء الأحماض الدهنية:**

- يعد الاسيتايل Coa المادة الأولية لبناء الأحماض الدهنية
- تتم عدة خطوات وتدخل في عملها انزيمات وخاصة (Fatty Acid Synthetasc)ويكون فيهما عمليات تكثيف واختزال وازالة ماء واختزال مرة اخرى حيث ينتج الحمض الدهني (مثال حمض البالمتك)

Palmitoyl coa_____ Actyl Coa

- يتم بناء الأحماض الدهنية في الساتيوسول بينما يتم التكسير في الميتوكوندريا.
- بناء الثلاثي اسيل الجليسرول يتم في الايتوبلازم والمادة الأولية لصناعته هي جليسرول
- يتم بناء الدهون المفسفرة في الاغشية الخلوية حيث تكون هناك إنزيمات مسؤولة عن البناء
- يتم البناء الحيوي للكوليسترول في السيتوبلازم وأكثر الأعضاء التي يتم فيها بناء الكوليسترول هي الكبد ويعد اسيتايلCoa هو المصدر الرئيسي للبناء .

الماء والأملاح المعدنية

1- الأساس الكيميائي للمادة الحية :

تتكون المادة الحية من العناصر والمركبات الكيميائية ، فالعناصر هي وحدات لا يمكن تجزئتها إلى مواد أصغر وغالبا لا توجد العناصر بشكل نقي في المادة الحية وانما مرتبطة مع بعضها البعض مكونة مما يعرف بالمركبات .

توجد في جسم الانسان حوالي 26 عنصرا 11 منها تعرف بالعناصر الكبيرة مثل الكربون والأوكسوجين والعيدروجين والنيتروجين والفسفور والكبريت وغيرها ، والعناصر الصغيرة مثل الحديد والفلور واليود وعددها 15 عنصرا .

2- المركبات الكيميائية في الجسم :

تقسم المواد الكيميائية في جسم الكائن الحي إلى قسمين هما :

1- المركبات العضوية : وهي المركبات التي تتضمن على الكربون وتسمى بالجزيئات الكبيرة مثل الكربوهيدرات والدهون والبروتينات والدهون والأحماض النووية .

2- المركبات اللاعضوية : وتشمل على الماء والأملاح والأيونات .

3-السوائل في الجسم :

تلعب السوائل دوراً حيوياً في الإستقرار المتجانس بين البيئة الخارجية والداخلية لجسم الإنسان فخلايا الجسم تسبح في السوائل " وبسبب النشاط الخلوي الثابت فإن التركيب الكيميائي لهذه السوائل يخضع دائما لتغيرات تهدف الى الوصول لحالة آستقرار متجانس.

ويعد الماء أحد المكونات الأساسية لجسم الإنسان، إذ إنَّ وجوده يعد ضرورة لابد منها لدخوله في تركيب أهم وأكثر أعضاء الجسم فهو يشكل نسبة (70%) تقريباً من وزن الجسم ويتواجد بصورة واضحة داخل الخلايا وخارجها في الجهاز الدموي، كما يملأ تجاويف الجسم معظمها، وإنَّ وجوده في الجسم بهذه الكمية لابد له من نظام سيطرة لينظم الكمية المكتسبة والمطروحة ومن أجل إيجاد آستقرار وتوازن مائي داخل الجسم، يجب أن تكون كمية الماء المأخوذة يومياً مساوية لكميته المفقودة في الجسم خلال الراحة،لذلك يجب مراعاة آحتياجاتهم اليومية من الماء سواء قبل المنافسة والتدريب أو بعد الانتهاء منها حتى يمكن تفادي حدوث اختلال في التوازن المائي للجسم من خلال ارتفاع نسبة السوائل في الجسم, أو آنخفاضها، لذلك تعد عملية توازن السوائل بالجسم خلال التدريبات في غاية الأهمية لدى الرياضيين

جميعهم، وكما كان توازن تلك السوائل بصورته الطبيعة قد ساعد ذلك على تخلص الجسم من درجات الحرارة عن طريق الغدد العرقية، وحافظ على معدل ضربات القلب وضغط الدم ولزوجته في صورته الطبيعة بينما يكون فقد سوائل الجسم خلال التدريب يؤثر سلبياً في كفاية الرياضيوحيوية

1- الماء:

يظن كثير من الناس أن الماء ليس عنصراً غذائياً لوفرته وسهوله الحصول عليه من مصادره الطبيعة والغذائية، ولكن في الحقيقة أَنَّ الماء من أهم العناصر الغذائية الضرورية لكل خلية حية، وعملية حيوية تجرى داخل أي كائن حي مهما كبر أو صغر حجمه .

ويعد الماء من أهم العناصر الغذائية الموجودة في جسم الإنسان، ومن أهم مركبات الجسم بعد الأوكسجين وذلك من وجهة النظر الفسيولوجية والتشريحية.وإنَّه كذلك المركب الكيميائي الذي عرفناه من خلال دراستنا الذي يتكون جزئيه الكيميائي الواحد من آتحاد ذرتين من الهيدروجين وذرة واحدة من الأوكسجين (H_2o) وهو في حالته الطبيعة سائل شفاف صافي ونقي لا لون له ولا طعم ولا مذاق، ويخلو من الرائحة والماء الذي نشربه هو في الغالب يحتوي على نسبة من المعادن والأملاح المفيدة للجسم لتعطيه مذاقاً مميزاً أو فائدة معينة.ويعد العنصر الأساس في تركيب جسم الإنسان إذ يشكل (60%_70%) من وزن الجسم, ويوجد ما يقرب من (65%) منه في الجسم داخل الخلايا وهو ما يمثل (40%) من وزن الجسم وما يقرب من (35%) منه خارج الخلايا وهو ما يمثل (20%) من وزن الجس.

يشكل الماء نسبة عالية في تركيب جسم الإنسان، وفي الوقت الذي توجد فيه آختلافات في نسبة الماء بين أجسام الأفراد، فإذ كان الجسم عضلياً فإن نسبة الماء فيه تكون مرتفعة لأن العضلات تحتوى في تركيبها على نسبة كبيرة من الماء تتراوح بين (65%_75%) من وزنه الكلي. أمَّا الجسم غير العضلي الذي يحتوى على نسبة كبيرة

من الشحم فإن نسبة الماء تكون منخفضة مقارنة بالجسم العضلي بسبب أن الشحم يحتوى على كمية قليلة من الماء لا تزيد عن (25%) من وزنه .

يعتبر الماء أكثر امواد إنتشارا في الأنظمة الحية حيث يمثل 70 % أو كثر من كثلة المادة الحية ، فالاء يساهم إلى جانبغيره من المواد الأحرى كمركب أساسي في تكوين البناء الداخلي الموحد للخلية والذي يعزى إيه التنظيم الدقيق للعمليات الميزة للأنظمة الحية .

بالرغم من أن الماء مركب ثابت كيميائيا إلا أن له حواص فريدة عن السوائل الأخرى .فمن المعروف أن الماء ناتج تأينه H^+ و OH^- تحدد الخواص التركيبية والبيولوجية لعديد من العناصر الخلوية والتي تشمل البروتينات والأحماض النووية والأغشية الخلوية وغيرها.

1-1- وظائف الماء :

للماء دور حيوي في حياة الإنسان ولاسيما الرياضيين، لتعدد الوظائف التي يؤديها للجسم والتي بدونها يتوقف الإنسان عن مواصلة الحياة أهم هذه الوظائف ما يأتي:

- يعتبر الماء مذيب عام لجميع المواد المهضومة.
- يعمل كملين أو مانع للاحتكاك من العمليات الحيوية في الجسم.
- يحمل عدد كبير من المواد كالدهون والمواد الذائبة ، خيث يحتوي كل 1 غرام من الدهون 0.2 غرام ماء ، ويحتوي كل 1 غرام من البروتين 0.4 غرام ماء .

يعمل على ثبات درجات حرارة الجسم .

1) ضروري لعمليات هضم الغذاء وآمتصاصه، إذ يعمل على التحلل المائي لكل من الدهون والبروتينات والكاربوهيدرات وذلك بمساعدة بعض الأنزيمات
2) يعد الوسط الذي ينقل العناصر الغذائية في الجسم خلال عمليات التمثيل الغذائي إلى الخلايا، إذ إنَّ الماء يعمل على نقل المواد الغذائية المذابة فيه بعد عملية آمتصاصها ووصولها إلى داخل الخلايا عن طريق الضغط الأوزموزي.
3) له دور في المحافظة على توازن الضغط الأوزموزي في الجسم نظراً لذوبان البروتينات والالكتروليت في هذا الوسط المائي.
4) يعد الماء مكوناً لا غنى عنه في التفاعلات البيوكميائية في عملية إنتاج الطاقة. يدخل الماء في كثير من التفاعلات الاساسية مثل عملية التحلل المائي التي تحدث في الهضم ، كذلك في عمليات التأكسد والاختزال
5) يطري المفاصل فتسهل حركتها عند الرياضيين، ويحسن وظيفة العضلات ويطري كذلك الجلد ويحافظ على نضارته ويرطب جهاز التنفس وهذا أمر في غاية الأهمية للرياضيين.
6) ضروري لتحريك الدم داخل الأوعية الدموية فلولا الماء وسيولة الدم لما تحركت خلايا الدم الحمراء بنقل الأوكسجين إلى كل خلية في الجسم، وطرد ثاني اوكسيد الكاربون السام، كذلك لم تستطع كريات الدم البيضاء المناعية من الوصول إلى أهدافها النهائية وما بلازما الدم (سائل الدم) إلا بماء مذاب فيه العناصر الغذائية التي تنتقل مع حركة الدم إلى كل خلية في الجسم بعد آمتصاصها من القناة الهضمية.
7) يشكل الماء (70%-85%) من كتلة الخلية الحية لأنه ضروري لسير العمليات الكيميائية داخل جسم الخلية، فكثير من خمائر (أنزيمات) عمليات الأيض (الإستقلاب أو التمثيل الغذائي) لا تعمل إلا في

الوسط المائي السائل، أي لا تتم تفاعلاتها في وسط صلب جاف، ويقل الماء داخل الخلية بمعنى جفافها ويعطل سير العمليات الحيوية وقد يؤدى إلي تلفها وموتها.

8) يدخل في تركيب الخلايا والأنسجة جميعها، وتختلف نسبته من نسيج إلى آخر ففي الأنسجة الدهنية يكون بحدود (20%) وفي العظام (45%) وفي العضلات المخططة من (70%-80%) بينما في بلازما الدم من (90%-92%).

9) يعد عاملاً منظماً لحرارة الجسم إذ يعمل على توزيع درجة حرارة الجسم وتنظيمها، وتتم هذه العملية بواسطة الدم الذي له قابلية التوصيل الحراري إذ يأخذ الحرارة بسرعة من الأعضاء الفعالة في الجسم كالعضلات في أثناء التمارين الرياضية ويقوم هذا بآمتصاص الجزء الأكبر من الحرارة المتولدة مع آرتفاع بسيط بدرجة الحرارة وإيصالها إلى الأعضاء غير الفعالة، كالعظام والنسيج الرابط، ويعمل التعرق الذي يصاحب الفعاليات الرياضية بتخفيف حرارة الجسم.

10) يلعب دوراً في الأعضاء الحسية كالتذوق والشم وآنتقال الصوت في الاذن الداخلية إذيتم انتقال الصوت في وسط مائي, وينظم توازن الجسم بواسطة وجود الماء داخل القنوات نصف الدائرية الموجودة في الاذن الداخلية،كما يعمل وسيطاً في عملية النظر في كرة العين.

1-2-الخواص الفيزيائية للماء :

الماء النقي لا لون له ، ولا طعم ، ولا رائحة ، ويتجمد هذا الماء على درجة الصفر المئوي ، مكونا أقل كثافة منه ، ويغلي على درجة 100 ^{0} ، على مستوى سطح البحر ، حيث الضغط الجوي 760 ملم زئبق

- الحرارة النوعية :

هي كمية الحرارة اللازمة لرفع 1 غ من المادة بمقدار درجة حرارة مئوية واحدة و تكون الحرارة النوعية للماء عالية بالمقارنة مع سوائل أخرى حيث تقدر بـ(1) حريرية و الجدول التالي يوضح ذلك

- حرارة التبخر:

هي كمية الحرارة اللازمة لتحويل 1 غ من المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية، و تكون هذه الحرارة عالية في الماء، مقارنة باالسوائل الأخرى حيث تقدر ب 537 حريرة .

- الكثافة :

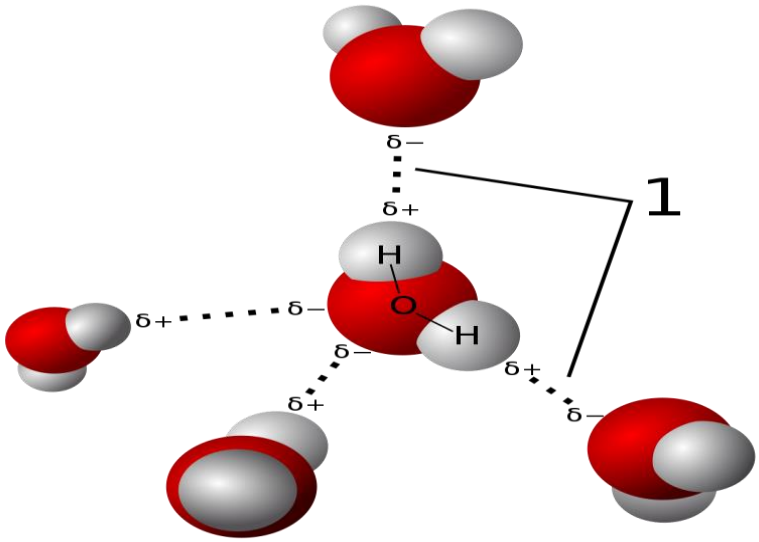
كثافة الماء عالية حيث عند التجمد يتمدد ويزد اد حجمه فتقل كثافته عنئذ يطفو إلى الأعلى و هذه الخاصية لها أهمية كبيرة من الناحية البيولوجية .

- درجة الغليان :درجة غليان الماء هي 100° م.

1-3- أهم الخواص الكيميائية للماء:

يتكوز جزيئ الماء من ذرتين من الهيدروجين وذرة أوكسجين .ويرتبط الهيدروجين بالأوكسجين برابطة تساهمية ، يكون الإلكترونات فيها منجذبين بقوة أكبر نحو نواة الأكسجين ، مما يؤدي إلى تكون شحنة سالبة جزيئية عليها ، وبالتالي تكون شحنة موجبة جزئية على نواة الهيدروجين .وتمنح هذه الشحنات جزيئ الماء القطبية الكهربائية ويصبح جزيئا قطبيا .

وعندما تقترب جزيئات الماء من بعضها البعض يحصل التجاذب بين الشحنة السالبة (ذرة الأوكسجين) على الجزيئ الأول من الشحنة الموجبة (ذرة الهيدروجين) من الجزيئ الثاني فينشأ نوع من الترابط يطلق عليه وصف الترابط الهيدروجيني وهو الذي يؤدي إلى ترتيب الجزيئات كما موضح في الشكل التالي :



- **درجة حموضة الماء (P H)** : حموضة الماء معتدلة حيث PH = 7 لذلك يعتبر الوسط الأمثل لحدوث العديد من التفاعلات كالتحليل (الإماهة)و التركيب.كما يعتبر الماء ضعيفًا كيميائيا، وهذه الخاصية لها قيمة عظمى في عملية نقل و توزيع المواد مع المحافظة على بنيتها.

4-1- أشكال تواجد الماء :

يتواجد الماء بشكلين : إما مرتبطا كالماء الداخل في تركيب الدم، ونقصه يسبب أضرارًا إن لم يعوض . أو حرًا كالماء الزائد الذي يطرح على شكل عرق وبول.

5-1 -مصادر الماء:

يحصل الجسم على الماء من ثلاثة مصادر رئيسة وهي:

1) **السوائل والمشروبات**: كالماء المتناول في صورته الطبيعية أو على شكل سوائل كمشروبات القهوة والشاي والعصائر، ويتناول الإنسان في الظروف العادية من (1-2 لتر) من الماء، لكنها ترتفع في بعض الحالات من (5 – 6 لتر) يومياً.
2) **ماء الأطعمة:** هو الماء الذي يدخل في تركيب المواد الغذائية فالمواد الغذائية جمعيها تحتوى على الماء ولكن بنسب متفاوتة، فمثلاً نسبة الماء في البيض(75%) وفي الخبز بحدود (30%) وفي التفاح (85%) وفي الخيار (96%) ويتراوح ما يتناوله الإنسان من ماء الأطعمة بحدود (0,25-0,75 لتر).
3) **الماء الناتج من عمليات التمثيل الغذائي**: وهو الماء الذي يتكون في جسم الكائن الحي كأحد نواتج التأكسد الخلوي للعناصر الغذائية المنتجة للطاقة وهي الكاربوهيدرات والدهون والبروتينات وتختلف كمية الماء التمثيلي لهذه المواد الثلاث إذ تقدر كمية ماء التمثيلي الناتجة من غرام واحد من الكاربوهيدرات (0.6، 0.1، 0.42) على التوالي.

1-6-الاحتياجات اليومية للجسم من الماء:

إنّ آحتياجات الجسم من الماء يومياً تختلف وفقاً للعديد من المتغيرات التي من أهمها:

1. **السن**: أشارت الدارسات العلمية الى أنَّآحتياجات الشخص البالغ للماء تقدر بـ (1ملل)لكل كيلو كالوري من الطاقة المستهلكة، بينما يحتاج الطفل الرضيع إلى ما يقارب من (1.5 ملل) لكل كيلو كالوري من تلك الطاقة المستهلكة.
2. **الظروف البيئة**: تزداد آحتياجات الشخص من الماء بآرتفاع درجة الحرارة والطقس وآنخفاض مستوى الرطوبة في الجو, وذلك يرجع إلى زيادة كمية العرق في الأجواء الحارة عن تلك الكمية التي يتم فقدها في الأجواء الباردة أو المعتدلة الحرارة.
3. **الحالة الصحية**: تزداد الإحتياجات اليومية للشخص من الماء عند إصابته بالإسهال أو الإلتهابات أو الحروق أو الحمى أوالإصابة بمرض السكري أو الجفاف.
4. **حجم النشاط**: يكون الرياضيون بحاجة إلى الماء أكثر من آحتياج الأشخاص محدودي النشاط أوالذين يمارسون نوعاً من النشاط المعتدل في كثافته أو شدته.
5. **نوع الغذاء**: لنوع الوجبة الغذائية التي يتم تناولها دور في تحديد كمية الماء التي يحتاجها الشخص يومياً فالأغذية تحتوى على الماء، ولكن بنسب مختلفة فمثلاً الفواكه والخضراوات تحتوى على (70%-90%) من الماء، والحليب كامل الدسم يحتوى على (87%) من وزنه ماء، بينما اللحوم المطهية تحتوى على (40%-50%) من الماء والخبز الأبيض يحتوى على (36%) من الماء، لذلك فإن تناول البطيخ أو

الخيار أو الخس يقلل من آحتياجات الجسم الى الماء، بينما تناول الخبز أو شرائح الذرة أو البروتينات يزيد من آحتياجات الجسم إلى الماء.

6. **كمية الغذاء**: تزداد حاجة الجسم من الماء بزيادة كمية الأغذية الصلبة المستهلكة في التغذية وبزيادة محتوى وكم الوجبة الغذائية من المواد غير القابلة للهضم،إذ تمتص هذه المواد كمية كبيرة من الماء في القناة الهضمية ومن ثم يتم فقدها مع البراز.
7. **العمليات البنائية**: تحتاج عملية تكوين اللبن في الغدد اللبنية الموجودة بثدي الأم المرضع إلى كمية أكبر من الماء قد تصل إلى مايقرب من (900 ملل)يومياً بينما تحتاج عملية بناء الأنسجة إلى كمية أقل من الماء.

1-7-أشكال إخراج الماء المفقود في الجسم :

إنَّ الكميات المفقودة من الماء تخرج من الجسم عن طريق فقدان سوائل محسوس بها وعن طريق فقدان سوائل غير محسوس بها.

ويتم وفقاً للأشكال الآتية:

1. **البول**: تقدر كمية البول في اليوم الواحد بمايترواحمن (0.6-1.5 لتر) ويتكون البول بحدود (97%) ماء.
2. **العرق**: ويمثل الماء التي يفقد عن طريق الجلد والذييزدادبآرتفاع درجة حرارة الطقس أو بآزدياد المجهود البدني الذي يؤديه الشخص والجدول (1) يبين حجم الماء المفقود.
3. **الماء المفقود عن طريق التهوية الرئوية**: وهو الماء الذي يخرج بصورة بخار ماء في هواء الزفير، وتزداد هذه الكمية المفقودة بزيادة معدل التنفس.
4. **البراز**: يفقد الجسم الماء عن طريق القولون مع كمية البراز التي تخرج من الجسم وتزداد هذه الكمية بزيادة نسبة الألياف التي يتم تناولها في الوجبة الغذائيةوالجدول (1) يبينحجمالماءالمفقود.

الجدول يبن حجم الماء المفقود من جسم الفرد البالغ بالملليتر

نوع الماء المفقود	في حالة الطقس المعتدل والصحة السلمية	في حالة الحر الرطب أو السخونة الشديدة	في حالة قيام مجهود عضلي شاق أو تمارين أو العاب رياضة قاسية
مع هواء الزفير كبخار ماء	350 مل	350 مل	350 مل
من خلال الجلد ومساماته	350 مل	250 مل	650 مل
في علمية التبول	1400 مل	1200 مل	500 مل
في حالة تصبب العرق	100 مل	1400 مل	5000 مل
مع البراز، واللعاب، وعصارات هاضمة، وغيرها	200 مل	200 مل	200 مل
مجموع الكميات المفقودة يومياً	2400 مل/اليوم	3400 مل/اليوم	6700 مل/اليوم

منه وهذا النظام يعتمد في عمله على العمل الهرموني للغدة النخامية التي تخضع بدورها الى سيطرة مركز تحت المهاد (Hypothalamus)في تحديد إفرازاتها إذ يلعب الفص الخلفي للغده النخامية دوراً مهماً في تنظيم التوازن بين كمية الماء المطروحة وبين كمية الماء المأخوذة في الجسم وذلك بسيطرتها على وظيفة الكليتين وتحديد كمية الماء المطروحة من الجسم وإعادة آمتصاص الماء داخل الكلية، وتتم هذه السيطرة بوساطة هرمون خاص وتسيطر تحت المهاد على تحرير هذا الهرمون.

وإنَّ المقدار الكلي لحجم سائل الجسم والمقادير الكلية للمذابات ومقادير تركيزها أيضاً تكون ثابتة نسبياً في شروط الحالة المستتبة التي تتطلبها عملية الإستتباب، وينشأ هذا الثبات بسبب وجود تبادل مستمر للسائل والمذابات مع المحيط الخارجي، وداخل مختلف أحياز الجسم أيضاً، فمثلاً يجب أن يتساوى بدقة المدخول السائلي شديد التغير مع نتاج الجسم منه، وذلك لمنع حجوم سوائل الجسم من الزيادة أو النقصان.

إنَّ نقصان كمية الماء في الدم نتيجة فقدانه بوساطة التعرق أو الادرار أو من خلال طرحه مع هواء الزفير يؤدي الى زيادة تركيز الدم وآرتفاع ضغطة الاوزموزي مسبباً آستثارة خلايا المستقبلات الاوزموزية (Osmo receptors) الموجودة في مركز تحت المهاد (Hypothalamus) مما يؤدي الى إرسال سيالات عصبية الى الفص الخلفي للغدة النخامية لإفراز هرمون(ADH) الى الدم الذي يتجه الى الكلية مؤثراً بذلك في قابلية

النفاذية ومحفزاً إياها الى إعادة آمتصاص الماء حتى يعاد مرة أُخرى الى الدم، وبذلك يرجع تركيز الدم وحجمة الى معدله الطبيعي

1-10- العطش وتوازن الماء:

ينظم إحساس الفرد بالعطش بواسطة مركز في مهاد الدماغ يعرف بمركز الشرب يقع قريباً جداً من مركز آخر يعرف بمركز منع الادرار البول(ADH) ومن أهم العوامل المحفزة لمركز الشرب، فرط تركيز الأملاح في الجسم وآرتفاع درجة حرارته أو درجة حرارة الجو المحيط، كما ينبه مركز الشرب عندما ينقص حجم الماء أو سوائل الجسم عامة، وملاحظ أنَّ هذه العوامل مجتمعة تكون مرافقه لأداء الجهد البدني وخاصةً عند الأداء في الجو الحار، ويؤدي شرب الماء الى تخفيف حدة العطش للفرد بصورة مؤقتة ويحدث ذلك حتى قبل آمتصاص الماء في المعدة

1-11-الحاجة للماء خلال التمرين:

العرق:هواحد السوائل العضوية التي تفرزها الغدد العرقية الواقعة تحت الجلد نتيجة للنشاط الوظيفي للجسم بصورة عامة ونشاط الغدد العرقية بصورة خاصة ويتكون هذا السائل من ماء نسبته كبيرة (99.3 – 99.5) تقريبا ونسبة (0.5 – 0.7) تقريباًمن مواد عضوية مثل يورياوحامض اللبنيك وسكر ومواد لاعضوية مثل ، الصوديوم والبوتاسيوم والحديد والكالسيوم والفوسفات)كما يظهر مع العرق مواد دهنية وقشور الطبقة الطلائية تحت الجلد.

إنَّأكبر نتيجة لعملية العرق الشديدة هو فقدان الجسم للماء،إذ يكون ذلك خلال التمرين الجاد (القوي) والتعرق بآستمرار يسبب للشخص فقدان ما بين (2.1)كغم من سوائل الجسم، وبالنسبة للرياضيين الأشداء يفقد الجسم نحو4% من وزن السائل في أوقات التدريب غير العادية، وتعتمد كمية الماء المفقودة على وقت النشاط الجسدي كذلك على الظروف البيئية، وإنَّ الرطوبة النسبية في الجو المحيط مهمة، وهذا يؤثر أيضاً في فاعلية التبريد من خلال التعرق، **ومصطلح كمية الرطوبة النسبية يشير الى كمية الماء المكون للهواء**، لذلك فإن عملية تبخر السائل من الجسم تكون مستحيلة وهذه طريقة مهمة لتبريد الجسم إذ تكون مغلقة تماماً تحت هذه الظروف، وإنَّ قطرات العرق على الجلد تتدحرج عرضياً في يوم جاف ويمكن أن يحمل الهواء رطوبة معقولة كذلك فإن السائل يتبخر بسرعة من الجسم، وهذا يمكن آلية التبخر من العمل بشكل فعال جداً ويمكن ضبط درجة حرارة الجسم بسهولة

-فقدان الماءخلال التدريبوالمنافسات:

إنَّ نقص الطعام لا يمكن أن يؤدي إلى موت الرياضي جوعاً، ولكن نقص الماء والسوائل في الجسم خلال السباق أوخلال أي جهد بدني عالٍ يمكن أن يؤدي إلى عواقب وخيمة، لذلك يجب التخطيط

لتعويض وآستكمال كمية السوائل الكبيرة التي يفقدها الرياضي خلال سباق التحمل, ويعد فقدان السوائل خلال التدريب البدني أمراً بديهياً ولاسيما في الأجواء الحارة، إذيزداد فقدان الماء بزيادة درجة حرارة الجسم التي تتصاعد بتصاعد عمليات الأيض الغذائي المحركة للعمل العضلي.

ووجد أنَّ "فقدان كمية من ماء الجسم الذي يمثل (99%) من العرق يعد معيقاً للأداء البدني والإنجاز الرياضي، إذ يؤدي إلى خفض بلازما الدم، ويصبح الدم كثيفاً ومن ثميتأخر وصوله إلى العضلات وهو ما يؤخر وصول الأوكسجين ومن ثم حدوث التعب والإرهاق ".

إذ وجد ماكهان (maughan 1992) "إنَّ التمرين الطويل يؤدي إلى تصاعد فقدان الأملاح والماء من الجسم كتعرق مفرز لتعزيز فقدان الحرارة, وإنَّ معدل العرق يتوقف على عدد من العوامل، بمقدار معدل الجهد ودرجة حرارة المحيط والرطوبة".

إنّ هذه النتيجة المتمثلة في وصول الرياضي إلى مرحلة التعب لا تخدم الفعاليات الرياضية ذات الزمن الطويل، التي تجرى منافساتها في ظروف بيئية مختلفة، فراكض المسافات الطويلة والماراثون ولاعب كرة القدم والسلة الذي يريد أن ينهى السباق أوالمباراة بكفاية عالية، يجب أن يكون توازنه المائي عالياً، حتى لا يشعر بالتعب المبكر الذي قد يبعده عن تحقيق هدفه، ونظراً لفقدان الماء المتواصل خلال الجهد البدني المصاحب لظروف درجات الحرارة العالية والذي يدوم لمدة طويلة،إذ أكدت الدارسات أنَّ "تدريب الرياضيين في الأجواء الحارة يتطلب تناول الماءخلال التدريب الذي يستغرق أكثر من 30 دقيقة".

ويتفق الباحث مع هذا الرأي ويرى أنَّ تناول الماء والسوائل ضروي ولاسيما في الفعاليات الطويلة الزمن وفي الجو الحار، لأن الجسم يفقد أملاحاًوسكريات كثيره ويعتقد أنَّالماء والسوائل تساعد الرياضي على تعويض جزء من الأملاح والسكريات المفقودة ومن ثمإكمال التدريب والمنافسات بمجهود عالٍ.

فضلاً عن ذلك فإنه يساعد على تسهيل عملية التنفس التي تعد من الضروريات القصوى في فعاليات المطاولة من خلال كونه يعمل على ترطيب سطح الرئة مسهلاً بذلك التبادل الغازي،ولما كانت العمليات الأيضية المحرك الأساس للعمل العضلي فان الماء يلعب دوراً مهماً فيها، مما يؤكد ضرورة تركيزه ونسبة وجوده في الجسم خلال الجهد البدني،إنَّ هذه الوظائف التي يدخل الماء في عملها بشكل مباشر هي الأساس في عملية فقدانه، إذ أنَّ زيادة مدة دوام العمل العضلي تؤدي إلى زيادة عمليات الأيض ومن ثمآستهلاك الماء على الرغم من كون عمليات الأيض تنتج خلال تفاعلاتها كمية من الماء تصل إلى حدود (10%) من كمية الماء المكتسبة خلال الراحة،إلا أنَّه وخلال التدريب وبسبب زيادة حرارة الجسم وفقدان الماء خلال التعرق ومع هواء الزفير المطروح من الرئتين بالتنفس الذي يزداد خلال الجهد البدني، فإن كمية الماء المفقودة خلال الجهد البدني، في الحرارة أكبر من الكمية المأخوذة والمتولدة .

ويشير (Gisfic,1991) بهذا الصدد إلى إنَّ " الرياضي يفقد ما يعادل (1-2 لتر) ماء في كل جهد أو نشاط، وإذ كان النشاط البدني طويلاً تحت ظروف جوية حارة فان العملية تزداد إلى ما يعادل (3-4 لتر) كل ساعة وسيؤدي إلى تعطيل عمل الجهاز الدوري وعمل الجهاز العصبي المسيطر على درجة حرارة الجسم إلى جانب بعض الأملاح المعدنية التي تفقد في خلال عملية التعرق".

وتشير هميز (Haymes 1991) إلى "أن (4000 ملغرام) منتراتالصوديوم تفقد مع كل (3لتر) الأمر الذي يؤدي إلى تعطيل الإشارة العصبية المتجهة إلى العضلات وحدوث شد عضلي".

ومن الممكن أن ينخفض مستوى السوائل في الجسم بشكل كبير جداً ويؤدي هذا الانخفاض إلى حدوث إعاقة، وتعني الضعف في الأداء وظهور التعب المبكر للاعب مما لهآثار عكسية على الصحة.وعندما يقل حجم الدم وترتفع درجة حرارة الجسم يحدث إجهاد إضافي للقلب والجهاز الدوري، وهذا يعني أن يعمل القلب بقوة أكثر حتى يتمكن من ضخ الدم إلى أجزاء الجسم بالكامل، والذي بدوره يؤدي إلى فقدان السوائل وآنخفاضها عن مستواها مما يؤدي إلى الوصول الى حالة الجفاف.

كذلك تزداد نسبة حموضة الدم نتيجة تكوين كميات من الحامض اللبني في العضلة العاملة ويعتمد على نوع الفعالية وشدة الجهد البدني، إذ يتكون هذا الحامض بعد (3-7.5دقيقة) من العمل العضلي.

1-12- تعويض الماء خلال التدريب:

بما أنَّ الماء له وظائف كثيرة للإنسان وبوجه خاص للرياضيين عند أداء الجهد البدني وخاصة في ظروف درجات الحرارة العالية، فإن عملية تعويض ما فقد من السوائل شيء مهم جداً، وإنَّ تعارض الفكرة السائدة التي تقول إنَّالماء له تأثير سلبي خلال الجهد البدني من حيث أنَّه يزيد من وزن الجسم أويسبب شعوراً غير مريح للرياضي خلال التدريب أوالمنافسات , لكن الدراسات الحديثة تؤكد أن "الماء المعتدل لا يؤثر في وزن الجسم لأنه بكل بساطة يمتص بسرعة في المعدة ثم الأمعاء خلال مدة قصيرة إذ إنَّ الأمعاء الدقيقة يمكنها آمتصاص الماء بمعدل لتر واحد على الأقل في الساعة".

ووجد أن تناول الماء يؤدي إلى زيادة وقتية لحجمالدم، وهذا يشكل مايعد حالة مؤقته يمكن الإفادة منها خلال التدريب.

وهناك سؤال مهم يطرح نفسه هل يحتاج الجسم إلى تعويض الماء المفقود كله خلال التدريب،ولماذا ؟

ويجب أن يكون في الجسم القدر الكافي المناسب قبل بداية التدريب أو السباق فضلاً عن السوائل التي يتناولها الرياضيخلال التدريب، أو في السباق وتؤكد المصادر أنَّه ليس من الحكمة تعويض الكمية

الكاملة من الماء المفقود في العرق، وذلك لأن الكميات الكبيرة من الماء التي في المعدة تشكل وضعاً غير مريح، لذا فإن تعويض (40-50%) من العرق المفقود كافية لتقليل مخاطر آرتفاع الحرارة ورداءة الأداء.

ويرى الباحث أن تكون عملية تعويض السوائل خلال التدريب بشكل متدرج بمعنىإعطاء جرعات من السوائل في أوقات معينة، خلال التدريب لكي لا تسبب خللاً في عمل الأجهزة الوظيفية، لأن عملية الإنتقالمن حالة نقص الماء إلى زيادتهتؤثرفيها سلبياً إذ ما تم بشكل مفاجئ دون تدرج، إذ يؤدي إلى مغص معوي أوإضطرابات صحية للاعب.

وفي هذا المجال أكدت الدراسات أن "الرياضيين يجب أنيتناولوا ما يقارب من (400-500 مللتر) من الماء قبل التمرين أو الركض أوالمباريات عندما يكون الجو حاراً".

وأوصت الكلية الأمريكية للطب الرياضي "بتناول (400-500 مللتر) من الماء قبل التدريب بساعتين لزيادة مستوى السوائل في الجسم والمساعدة على تأخير التعب أو تجنب الآثار الضارة للجفاف.

وفي مصدر آخر ينصح "تناول الماء قبل المباراة أو التدريب بساعتين بما يعادل كأسين من الماء وتناوله خلال التدريب أو المباراة وما بين كأس وآخر كل (15-20 دقيقة) وتناوله أيضاً بعد التدريب أو المباراة بكميات كافية لتعويض المفقود من الجسم".

ويؤكد مصدر آخر أن تعويض الماء المفقود ربما يكون ضرورياً قبل الشعور بالعطش وعلى الرياضيين شرب (500 مللتر) من الماء قبل ساعتين من بدء التمرين و(500 مللتر) أخرى خلال (10-15 دقيقة) قبل بدء المنافسة

وإنَّ عملية تعويض السوائل خلال التدريب يجب أن تتم في أوقات معينة من التدريب وبكميات معقولة حتى لاتكون عبئاً على اللاعب خلال الجهد البدني، إذ يمكن تجنب الكثير من المشاكل التي يسببها من خلال تعويض السوائل المفقودة،وفي رياضات التحمل نرى أن البعض ينصح " بتناول الرياضيين قدراً من الماء قبل الإشتراك في المباراة وكوب من الماء كل (10-15 دقيقة) في حالة الجو الحار والرطوبة.

ووجد كاندز (Candas,1986) "أن تناول الماء خلال تمارين المطاولة من شأنه أن يخفض نسبة حدوث الجفاف كما تخفف من الإرتفاع في حرارة الجسم مقارنة بحالة الجسم عندما لا يتم تناول الماء خلال التمارين نفسها

- مشروبات الطاقة أو المشروب الرياضي:

كما معروف أن الماء لا يحتوى على أي مصدر لتعويض الطاقة المستهلكة كذلك الأملاح المفقودة في العرق ونتيجة لذلك لجأ الكثير من العلماء والباحثين إلى التفكير في طريقة للتغلب على هذه الظاهرة من خلال آستخدام السوائل التي تمد الجسم بالطاقة، أو مايسمى مشروبات الطاقة،ويسمى كذلك

المشروب الرياضي،ويعرّف المشروب الرياضي بأنَّه "عبارة عن محاليل مختلفة يدخل في تركيبها كل من الماء والكاربوهيدرات والأملاح المعدنية بنسب مختلفة بحيث يساعد هذا المشروب علىإمداد العضلات ببعض الطاقة التي تمكن الرياضي في الإستمرارية بالتمرين أو التدريب بشكل أفضل".

كما يجب أن تتميز هذه المشروبات بسرعة الإمتصاص، كما يشترط أن يكون مذاقها مقبولاً للرياضي ويجب أن يتعود الرياضي على نوع المشروب الذي سيتناوله يوم المنافسة ولا يستخدم أي مشروب لم يجربه أو يتعود عليه من قبل،يؤكد أبو العلا نقلاً عن(Sherman-1991) أن "المشروب الرياضي الذي يحتوى على الكاربوهيدرات يؤدى إلى التزويد بالطاقة وتحسين الأداء مقارنةً بالماء.

أن الكاربوهيدرات مكون أساس من مكونات المشروبات الرياضية لأنها تزود العضلات العاملة بالطاقة وتحسن من نكهة المشروب الرياضي وهي ضرورة لإثارة آمتصاص السوائل في الأمعاء الدقيقة وتحسن مستوى الأداء الرياضي، في حين لا يحتوى الماء على كاربوهيدرات، ومن ثم لايزود الجسم بالطاقة.

أمَّا الأملاح فتعد من المكونات الضرورية خلال النشاط الرياضي لأنها تساعد على إعادة التوازن المائي في الجسم بواسطة آمتصاص السوائل في الأمعاء الدقيقة، وماهو معروف عندما يقل المخزون من المواد الكربوهيدراتيةخلال المجهود العضلي العنيف فإن الجسم يبدأفي تمثيل المواد الدهنية مما يزيد من تكوين أحماض (كتيونية) وهي تزيد من حموضة الدم،كذلك فإن تعاطي الأملاح القلوية مثلالسترات يكون ذا فائدة في إزالة هذه الحموضة إلى حد كبير من المواد الطبيعية التيتحتوي على كمية وافرة من السترات وهي الموالح عموماً والليمون خصوصاً.

2- الأملاح المعدنية :

تدخل الأملاح المعدنية بنسب قليلة في بناء المادة الحية. فهي تشكل نسبة من 2 إلى 5 % من الوزن الجاف و مع ذلك فوجودها ضروري لتمكين العضوية من أداء عملها بشكل طبيعي.

تحتوي أجسام الكائنات الحية الحيوانية على نسبة 4.3 % من الأملاح المعدنية.و أغلبها يكون في صورة كاربونات الكالسيوم وفوسفات الكالسيوم . ففي الفقاريات تتكدس في العظام.ونقصها ينجم عنه أعراضا مرضية فمثلاً :

نقص الحديد في الغداء عند الانسان يسبب مرض فقر الدم.و نقص الكالسيوم يسبب مرض الكساح ونقص اليود عند الطفل يسبب تأخرًا في النمو و نقص المغنزيوم عند النباتات الخضراء يسبب إصفرار الأوراق.

وتقسم الأملاح المعدنية إعتمادً ا على نسبة تواجدها في العضوية إلى :

- العناصر الكبيرة :

و تتواجد بنسب كبيرة و اها دور هام و وظيفي و مباشر مثل الصوديوم (+NA) والبوتاسيوم (+K) اللذان يلعبان دورًا كبيرًا في النشاط القلبي.

- العناصر الصغيرة :

و تتواجد بنسب قليلة حيث تدخل في تكوين الجزئيات المعقدة، ولها دور ضروري و نوعي. مثل : الحديد Fe+2 ضروري لتكوين خضاب الدّم (Hb) و النحاس (Cu) الضروري لتكوين هرمون الدرقين الذي تفرزه الغدة الدرقية، كما يدخل عدد كبير من العناصر الصغيرة كوسائط في التفاعلات الإنزيمية مثل المنغنيز (Mn) كما يدخل بغضها في تكوين الأنزيمات مثل :النحاس (Cu) الحديد (Fe). الزنك (Zn).

- أمثلة عن العناصر الكبرى :

1- الكالسيوم : يعتبر العنصر المعدني السائد في الجسم حيث 99% من نسبة الكالسيوم تتواجد في العظام و الاسنان.

- وظائف الكالسيوم:- تكوين و تطوير العظام: يمثل الوظيفة الرئيسية للكالسيوم حيث يكسبها صلابة وقوة وتعتبر المكون الرئيسي للعظام بجانب بعض المعادن و الفيتامينات الاخرى.

2- تكوين و تطوير الاسنان: الكالسيوم هو المكون الرئيسي للاسنان كما في العظام , لذلك يطلب من الام الحامل تناول جرعه اضافية من الكالسيوم لضمان نسبة كالسيوم مناسبة مخزنه في جسم الطفل حتى يكون له نمو اسنان سليم.

3- المساعدة على تجليط الدم : يعمل الكالسيوم على تحفيز عملية التجلط.

4- تحسين نفاذية اغشية الخلايا: يعمل الكالسيوم على زيادة نفاذية الاغشية مما يساعد في عملية امتصاص العناصر الغذائية في الامعاء.

5-الكالسيوم له دور مهم في انقباضات العضلات.

6- نقل منبهات العصبية بشكل افضل.

7- له دور فعال في تنشيط عمل الانزيمات.

مصادر الكالسيوم:

- الحليب و مشتقاتة من اهم و اغنى مصادر الكالسيوم.

اعراض نقص الكالسيوم:

- تخلخل العظام: نقص الكالسيوم يؤدي الي نقص باقي المعادن في العظام مما يؤدي ضمور و انخفاض كثافة العظام مع تقدم اعمر.
- الكساح: هو مرض يصيب عظام الاطفال في حالة نقص مخزون الكالسيوم مما قد يؤدي الى تقوس الساقين.
- التشنج: قلة الكالسيوم يؤدي الى تهيج الاعصاب و العضلات.
- لين العظام: عند نقص مخزون الكالسيوم في العظام مع تقدم العمر او حالة الحمل يؤدي الى طراوة و الالام في العظام.

العوامل التي تؤثر على امتصاص الكالسيوم:

- احتياج الجسم: يختلف معدل امتصاص الكالسيوم من شخص لاخر
- كمية الكالسيوم في الغذاء
- حموضة المعدة: يمتص الكالسيوم بشكل افضل في المعدة الحامضية.
- يزيد فيتامين د من امتصاص الكالسيوم
- نسبة وجود الفسفور في الغذاء بالنسبة للكالسيوم زيادة الفسفور يزيد من الاستفادة من الكالسيوم.
- وجود الالياف و الدهون بكثرة في الغذاء يعوق من امتصاص الكالسيوم.

2- **الفسفور:**

- يأتي الفسفور في المرتبة الثانية من الاهمية بعد الكالسيوم لانه يرتبط بالكالسيوم في كثير من وظائفة خاصه في صحة العظام.

- وظائف الفسفور:

- تطوير العظام
- تنظيم ايض الطاقة
- مكون اساسي في الاحماض النووية

- جزء اساسي من الفسفولبيدات التي تدخل في تكوين اغشية الخلايا.
- يدخل في عملية الفسفرة التي لها اهمية في العمليات الايضية المختلفة.
- منظم حموضة الجسم
- مصادر الفسفور:
- متوفر في العديد من المصادر الحيوانية و النباتية مثل اللحوم بجميع انواعها و الحليب و منتجاته و الحبوب.
- نقص الفسفور:
- يندر حدوث النقص لتوفره في العديد من مصادر الغذاء الا في حالات مرضيه او اسباب وراثية. و تكون اعراض نقصه في خلل في النمو و نمو العظام وضعف العضلات.

- **3- البوتسيوم :**

- وظائف البوتاسيوم:

- المحافظة على نشاط العضلات: لانه يلعب دور مهم في انقباض الالياف العضلية والمحافظة على نشاط القلب.
- تنظيم الضغط الاسموزي داخل الخلايا اي تنظيم دخول و خروج الماء من و الى الخلية.
- تنظيم التوازن الحمضي و القاعدي داخل الجسم.
- نقل المنبهات العصبية
- ايض البروتين و الكربوهيدرات
- مصادر البوتاسيوم:
- متوفر في اغلب المصادر الحيوانية و النباتية لكن الفواكه تعتبر اهم مصدر له خصوصا الموز و البرتقال.
- نقص البوتاسيوم:
- من الصعوبة تظهر اعراض نقصه لانه متوفر في الكثير من مصادر الغذاء الا في حالات مرضية معينة. ومن اعراضه ضعف في العضلات و شلل في الجهاز العصبي

4- الصوديوم :

يحتوي جسم الانسان على حوالي 120 جرام صوديوم، 60% توجد في السوائل خارج الخلايا و البلازما.

4-1- وظائف الصوديوم:

- تنظيم التوازن الحامضي-القاعدي: يحافظ على التوازن الحامضي – القاعدي لسوائل الجسم
- تنظيم الضغط الاسموذي: يقوم بتنظيم سوائل الجسم و الدم و يحافظ على توازنها وينظم دخول و خروج السوائل من والى الخلية.
- تنظيم نفاذيه أغشية الخلايا:أثناء امتصاص العناصر الغذائية المختلفة.
- نقل النبضات و الاشارات العصبية: المحافظه على حساسية العضلات و تنظيم الانقباضات.

- مصادر الصوديوم: موجود في اغلب انواع الاطعمة المختلفة اما بشكل صبيعي كاللحوم و البيض و الدواجن والاسماك و الحليب و بعض انواع الخضار، أو تكون مضافة للاطعمه كالاطعمه المصنعه كالاجبان و اللحوم المصنعة.
- نقص الصوديوم: يندر ما يحصل نقص الصوديوم نتيجة لتوفره في اغلب الاطعمة ولكن هناك عوامل قد تؤدي الى نقص الصوديوم في الجسم ومنها:
  - اداء الرياض′ والاعمال الشاقة في جو حار لمدة طويلة دول تعويض الاملاح المفقودة.
  - التقيؤ المستمر او الاسهال الشديد او استخدتم الادوية المدرة للبول.
  - بعض الامراض كارتفاع درجو الحرارة.

و تتمثل الاعراض بالم في العضلات خاصة عضلة القلبو الشعور بالدوار و الغثيان والاجهاد.

4-2- علاقة ارتفاع ضغط الدم بالصوديوم:

قد يؤدي ارتفاع نسبة الصوديوم في الدم من الغذاء الى ارتفاع ضغط الدم خصوصا للاشخاص الذين لهم استعداد وراثي، و ذلك لان زيادة ارتفاع نسبه الصوديوم في الدم يؤدي الى زياده حجم الدم و ضغطه على جدار الشرايين مما يؤدي الى اجهاد في القلب .

و يمكن تخفيض مستوى الصوديوم في الاكل عن طريق اكل وجبات منخفضه في الملح و الصوديوم وعدم اضافه الملح الى طاةله الطعام.البروتين وفيتامين ج يزيد من امتصاص الكالسيوم.

الفيتـــامينـــات

1- تعريفها :

هي مركبات عضوية توجد في الأغذية بكميات صغيرة للتفاعلات البيوكيميائية ، وبشكل عام لا تخلق الفيتامينات في الجسم وإنما تجهز مع الأغذية التي يتناولها الإنسان . يحتاجها الجسم بكميات ضئيلة و بصورة منتظمة ,حتى يتمكن من القيام بوظائفه الحيوية المختلفة.

2- **الطبيعة الكيميائية للفيتامينات :**

تختلف الفيتامينات اختلافا كبيرا في طبيعتها الكيميائية منها :

- بروتينات
- كحولات
- ستيرولات
- كينونات

3- تصنيف الفيتامينات :

تصنف الفيتامينات الى صنفين رئيسين هما:

1- الفيتامينات القابلة للذوبان في الدهون والمذيبات العضوية وتشمل أ, د, هـ ك.(A-D-E-K) ,

2- الفيتامينات القابلة للذوبان في الماء وتشمل فيتامين (ح (C -ومجموعة فيتامين ب المركب -B)

أولا- الفيتامينات القابلة للذوبان في الدهون والمذيبات العضوية:

تشمل فيتامين A - D - E - K وهي تذوب في الدهون والزيوت والمذيبات العضوية ولا تذوب في الماء وهي غير منتشرة في جميع أجزاء الجسم.

- خواصها :

- لا تهدم أو تتلف بسهولة أثناء عملية طهي الطعام .
- تخزن عادة في الأجزاء الدهنية من الأنسجة وخاصة كبد الانسان .
- تمتص بمعدل بطيئ مقارنة بالفيتامينات الذائبة في الماء وتنتقل بواسطة الأوعية الدموية واليمفاوية
- تستعمل أساسا لتصنيع وحدات أو أجزاء تركيبية وبنائية في الجسم .

1- فيتامين " أ " "A"

هو عبارة عن كحول غير مشبع له علاقة بمادة الكاروتين($C_{40}H_{56}$) الموجودة في النباتات ، يوجد على شكلين هما A_1 و A_2 .

خواصه :

- يذوب في الدهون ولا يذوب في الماء .
- لا يتحلل بالحرارة أو أثناء الطبخ .
- يتأثر بالضوء

مصادره :

يوجد في الكبد ، في الحليب والبيض و السمك والزبدة .

أما المصادر النباتية فيوجد في الجزر وجميع الأجزاء الخضراء والموز والمشمش.

وظائفه :

- محفز للنمو والتكاثر .
- له دور في بناء العظام والأسنان.
- له دور بالمحافظة على الأنسجة الطلائية بحالة صحية وحاصة في الجلد وقرنية العين والقنوات الهضمية والتنفسية والبولية .
- يحافظ على سلامة البصر .

نقصه يؤدي إلى :

- جفاف قرنية العين
- الاصابة بفقر الدم بسبب نقص الحديد
- تشقق اللد جفاف الأغشية المخاطية .
- فقدان الوزن عند الأطفال وتأخر في النمو
- زيادة القابلية للإصابة بالعدوى والسرطان .
- ضعف مناعة الجسم .
- زيادته تؤدي إلى حالات تسمم

2- فيتامين D

من ناحية تكنيكية يمكن اعتباره هرمون وليس فيتامين وهو هرمون المضد للكساح .يمكن انتاج D_3 في الجلد بواسطة الأشعة فوق البنفسجية ولذلك فان متطلباته اليومية قليلة مع الأغذية .وأهم مصادره هي الأسماك والكبد وصفار البيض .

أما فيتامين D2 يوجد في الغذاء ، الحليب والزبدة والبيض .

فوائده للجسم :

- يعمل على تنظيم امتصاص عنصري الكالسيوم والفسفور من الأمعاء للاستفادة منها في بناء العظام .
- ينظم مستويات الكالسيوم والفوسفات بالدم .

خواصه :

- يذوب في الدهون ولا يذوب بالماء .
- تقل فعاليته عند عند تعرضه لدرجات حررية عالية أو الضوء أو الأكسجين .
- أعراض نقص فيتامين D
- اصابة الأطفال بمرض الكساح.
- الإصابة بهشاشة العظام .
- ظهور حالة الكزاز عدم مرونة العضلات .

3- فيتامين E.

يشمل عدة مركبات مشتقة من مركب التكول ، يوجد في الخس والنباتات الخضراء أما مصادره الحيوانية فهي الحليب وصفار البيض وزيت كبد السمك .

خواصه :

يذوب في الدهون والمذيبات العضوية ، عديم اللون مقاوم للحرارة والحماض والقواعد ، كما أنه يتلف بالأشعة فوق البنفسجية .

وظائف فيتامين E

- مضاد للأكسدة
- مضاد للعقم .
- يمنع حصول نوع من فقر الدم وهو عدم نضوج كريات الدم الحمراء ويزيد من مقاومتها عند الانسان .
- يلعب دور في التنفس الخلوي وذلك بنقل الالكترون إلى المرافق الانزيم
- يمنع عند الانسان الأكسدة لدهون البروتينية منخفظة الكثافة.

-أعرض نقص الفيتامين E

- يؤدي إلى العقم .

- تحلل بعضلة القلب وضمور في العضلات الارادية .

- فقر الدم عند الاطفال ونقصان فترة حيوية الكريات الحمراء عند البالغين .

4- الفيتامين K

يسمى بالفيتامين المضاد للنزف ، كما أنه يوجد على نوعين :

K_1 الذي يوجد في النباتات .

K_2 الذي يخلق بواسطة البكتريا المعوية .

يطق عليه بالمضاد للنزف الدموي حيث أنه لازم لعوامل التخثر وتنشيط البروثرومبين .

ثانيا : الفيتامينات التي تذوب في الماء :

تعتبر هذه الفيتامينات كمرافقات انزيمية لكثير من التفاعلات البوكيميائية ، حيث تتحول إلى المرافقات الانزيمية التي تستحدم في مسارات انتاج الطاقة أو عمليات تكوين الدم بالجسم .

1- فيتامين C

له علاقة قوية بالسكريات السداسية مثل الجلوكوز من حيث التركيب الكيميائي

خواصه :

- عبارة عن بلورات بيضاء .

عديم الطعم والرائحة .

- يذوب في الماء

- حساس للضوء والهواء

- يفقد نشاطه في الوسط القاعدي .

- يتلف بالغليان وطول مدة الطبخ .

- مصادره :

يوجد في الفواكه اطازجة وخاصة الحمضيات ، كما يوجد في الفرولة ، كذلك يوجد في الخضر مثل الطماطم الفلفل كما يوجد بكميات قليلة في الحليب والبيض واللحوم .

- وظائف فيتامين C:

- مضاد لمرض الأسقروط

- مهم لتكوين الكولاجين في الأنسجة الضامة وذلك بتحويل الحامض الأميني البرولين إلى هدروكسي برولين الذي يستخدم في بناء العظام والغضاريف والأسنان والأبطة وجدران الأوعية الدموية الشعرية .

- يزيد من مقاومة الجسم الدفاعية ضد الجراتيم

- يساعد على منع تصلب الشرايين .

- يدخل في عملية تكوين كريات الدم الحمراء وذلك بامتصاص وتمثيل عنصر الحديد والمحافظة على مستوى الهيموكلوبين .

- له دور في تخليق هرمونات قشرة الادرينالين .

2- **معقد فيتامين B**

أ- الفيتامين B_1 : يعتبر مصدر أساسي NADPH لتخليق الأحماض الدهنية ، له وظيفة في عملية نقل السيالة العصبية.

نقص هذا الفيتامين يؤدي إلى :

- تثبيط الأيض الحيوي للكربوهيدرات مسببا تراكم الباروفات بالدم .

- قلة الشهية مع حالة امساك

- ضعف الذاكرة وسوء المزاج الاختلال العقلي .

- الاصابة بمرض البري بري الذي يتميز بضعف الأعصاب والعضلات في الساقين وصعوبة في المشي

- عدم التنسيق في العيون .

- بطء في ضربات القلب .

ب- **الفيتامين B_2** : يFAD و FMN التي تستدم في كثير من تفاعلات الأنزيمات النازعة للهيدروجين والتي تلب دور في انتاج الطاقة والتنفس الخلوي .

يوجد في الأوراق الخضراء ، الخميرة والحبوب مثل الفول والبزاليا ، كما يوجد في اللحوم والكبد والحليب والبيض .

- وظائفه :

- له دور في عملية التنفس

- له دور على تخليق الصبغة الخاصة بالابصار

- له دور في نشاط الجهاز العصبي .

- يدخل في عملية تكوين الدم وذلك بالمساعدة على امتصاص الحديد وتمثيله.

- أعراض نقصه :

- التهاب وتشقق الشفتين .
- التهاب اللسان ويصبح لونه أحمر قرمزي .
- التهاب قرنية العين وضعف النظر وكثرة الدمع
- التهاب وخشونة الجد .
- ظهور الشيخوخة المبكرة .

د- الفيتامين B_6 :

يكون المرافقالأنزيمي phosphate pyridoxal الضروري لعمليات تمثيل الأحماض الأمينية وخاصة انزيمات décarboxylase .والذي هو ضروري في تخليق بعض النواقل العصبية مثل السيروتونين والنورابينفرين .

يعتبر أساسي بالنسبة للأنزيم الذي يحفز عملية تحلل الكلايكوجين .

- مصادره : الحليب ، والكبد وصفار البيض والخميرة والأسماك وحبوب البقوليات .

نقصانه يؤدي إلى:

- خطورة الاصابة بأمراض الجهاز الدموي الوعائي .
- بطء النمو عند الأطفال لأنه لازم لتمثيل الأحماض الأمينية .
- الاصابة بفقر الدم نتيجة نقص تكوين الهيموكلوبين .
- حدوث رجفة وارتعاش في الأطراف .

هـ- الفيتامين B_{12}:

هو من أصل حيواني مثل الكبد واللحوم الحمراء والدواجن و البيض والحليب ومنتجاته.

- يعتبر ضروري لتصنيع الDNA ومهم لإنتاج الكرات الدموية الحمراء في نخاع العظام .
- يساعد على سلامة الجهاز العصبي .
- يساعد على عدم تراكم الشحوم في الكبد
- يساعد في تكوين الاحماض النووية .

يؤدي النقص إلى: - أنيميا كرات الدم الحمراء

- خلل في عمل الجهاز العصبي وتعب في المفاصل .

الهـــرمونـــــات

تمهيد :

في عام 1855 توصل الطبيب الانجليزي أديسون إلى أن تهتك الغدد الكظرية يؤدي إلى ظهور أعراض مرض البرنزي (ويطلق على هذا المرض حتى اليوم إسم مرض أديسون) .وبحلول القرن التاسع عشر كان قد تم التعرف على عدد آخر من تلك الحالات التي يظهر فيها تاثير هائل على الجسم تسببه المواد التي تفرزها الغدد الصماء .

وكان ذلك هو الأساس الذي بنى عليه يتارلينغ في سنة 1905 اقتراحه باستخدام اصطلاح الهرمونات (من الكلمة الاغريقية هورمو أي منشط أو فعال) للدلالة على المركبات الكيميائية والتي تؤثر بشدة في عمليات أيض المواد وفي وظائف الأعضاء والأنسجة .

1- تعريفها :

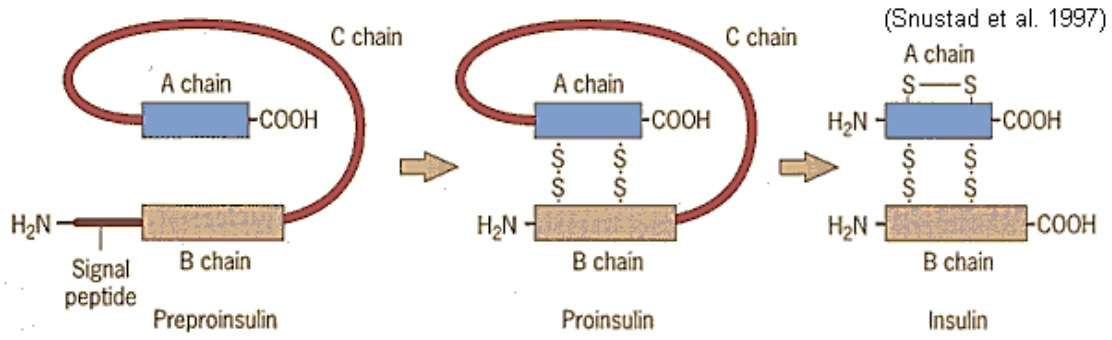
الهرمون هي كلمة يونانية " بدء الحركة " وهي الاشارة التي تنتجها الغدد في الكائنات متعددة الخلايا ، وهي عبارة عن مركبات كيميائية ذات فعالية حيوية ، حيث تؤثر بكميات قليلة جدا على الجسم وتنتجها غدد خاصة تدعى الغدد الصماء (من الأصل اليوناني endo وتعني داخلي ، Crine وتعني إفراز) وتفرز الهرمونات مباشرة في الدم الذي ينقلها إلى أهدافها المحددة في الجسم وتؤدي فاعلية الغدد الصماء هذه إلى تنظيم أيض المواد عند الكائنات الحية الراقية ، كما أن هذه الغدد الصماء نفسها تخضع لرقابة الجهاز العصبي المركزي .

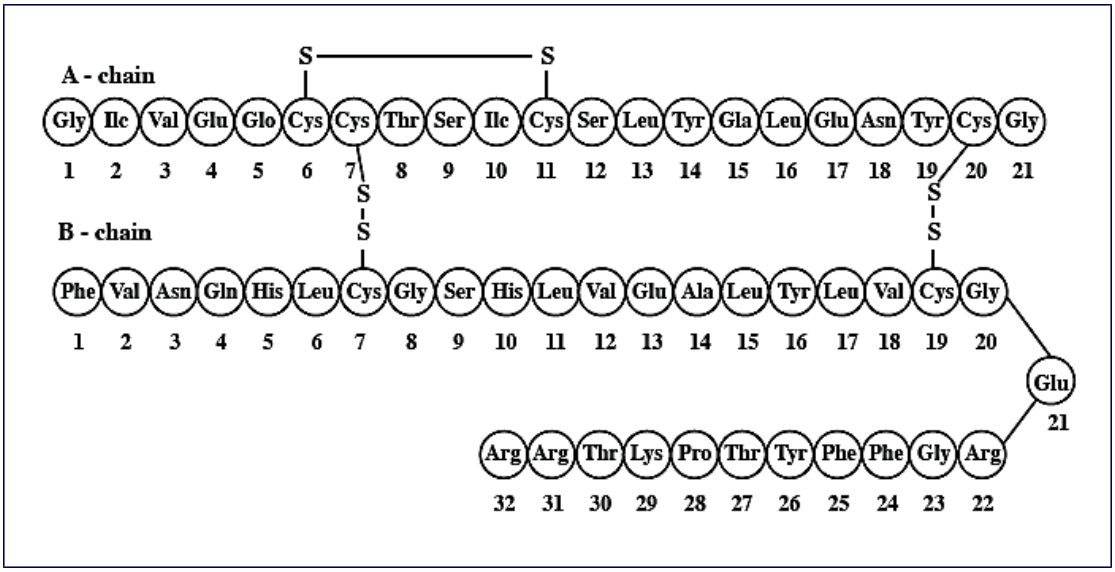
2- التصنيف الكيميائي للهرمونات

1- الهرمونات الببتيدية Peptide hormones

يتراوح عدد الاحماض الامينية في سلاسل هذه الهرمونات ما بين 3 – 200 حامضا امينيا ,من هذه الهرمونات البنكرياسية كالانسولين Insulin , الكلوكاكون Glucagon , والسوماستاتين Somatostatin , باراثايرويد Parathyroid وايضا الكالسيتونين Calcitonin وجميع هرمونات غدة الـ Hypothalamusوالغدة النخامية Pituitary gland . جميع هذه الهرمونات تصنع بشكل Prehormone ثم تنتقل الى الحويصلات الافرازية ويتم تجزئتها بالتحلل البروتيني لتشكيل الببتيد الفعال .

الانسولين هو بروتين صغير ,مكون من سلسلتي ببتيد ترتبطان معا بواسطة جسرين ثنائي الكبريت.





2- هرمونات الكاتيكول الامينية Catecholamine Hormones

الايبينفرين Epinephrine (الادرينالين) والنو ايبينفرين Norepinephrine (نور أدرينالين) وهما هرمونان ينحلان بالماء وينتميان للهرمونات الكاتيكول امينية . ويسمان هذا اشتقاقا من بنية الكاتيكول.

تتشكل الكاتيكول امينات في الدماغ وفي النسج العصبية وتعمل كنواقل عصبية , ولكن هرمون Epinephrine و Norepinephrine هما ايضا هرمونان يصطنعان ويفرزان من الغدة الكظرية Adrenaline gland .

وكما هو الحال في في الهرمونات الببتيدية تتجمع الكاتيكوا امينات بتراكيز عالية في الحويصلات الافرازية وتتحرر بالافراز وتعمل من خلال مستقبل سطحي لتشكيل وسيط ثان داخل الخلية .

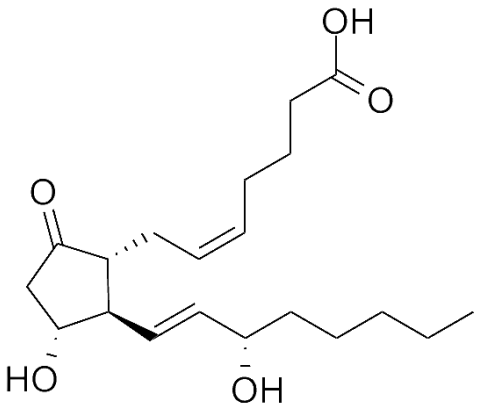
3- هرمونات الايكوسانونيدات Eicosanoids Hormones

تشتق الهرمونات الايكوسانونيدية من الحامض الدهني الاراجيدونيك Arachidonicوتشمل هذه المجموعة من الهرمونات, البروستوكلاندينات Prostaglandins , الثرمبوكسانات thromboxane's , و مركبات الليكوتريان Leukotriene's .

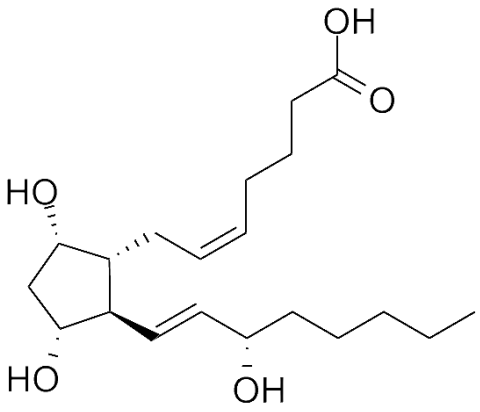
وعلى عكس الهرمونات السابقة لا تصطنع هذه المركبات ةتدخر بشكل مسبق , فهي تنتج انزيميا عندما تدعو الضرورة لوجودها من حامض الاراجيدونيك وتتحرر من الشحوم الفسفورية المتواجد في الاغسية الخلوية بواسطة انزيم الفوسفوليباز Phospholipase. معظم هذه الهرمونات الايكوسانونيدية (من نوع باراكرين Paracrine) يتم افرازها في السوائل ما بين الخلايا (وليس في الدم اولا) وتعمل فب الخلايا المجاورة لمكان افرازها.

تنشط البروستوكلاندينات تقلص العضلات الملساء بما فيها عضلات الامعاء والرحم (لهذا يمكن استخدامها طبيا لتحريض المخاض),كما انها تساهم بالشعور بالالم والتهابات جميع الانسجة , والكثير من الادوية المضادة للالتهابات تعمل على تثبيط مراحل معينة من التخليق الحيوي للبروستوكلاندينات , وتنظم هرمونات العمل الوظيفي للصفيحات الدموية وبالتالي تخثر الدم .

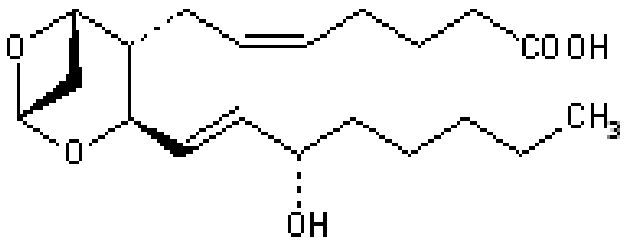
اما الليكوترينات LTC4 , LTD4 فيعملان من خلال المستقبل السيتوبلازمي الخلوي على تنشيط تقلص العضلات الملساء في الامعاء.



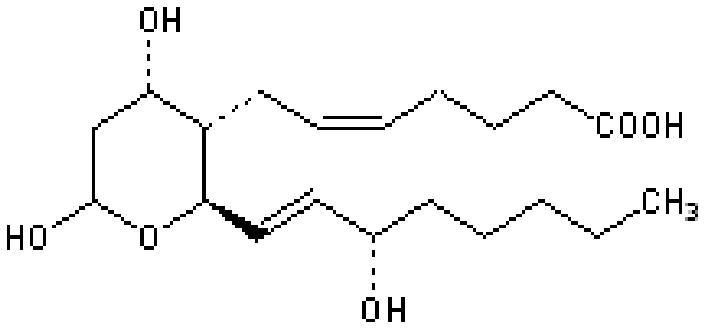
prostaglandin E_2 (PGE_2)



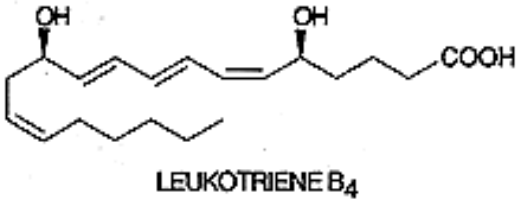
prostaglandin $F_{2\alpha}$ ($PGF_{2\alpha}$)



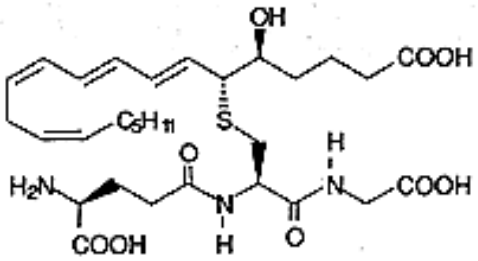
Thromboxane A_2



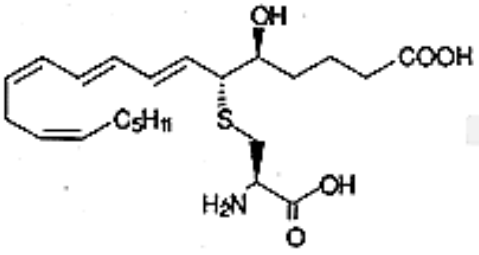
Thromboxane B_2



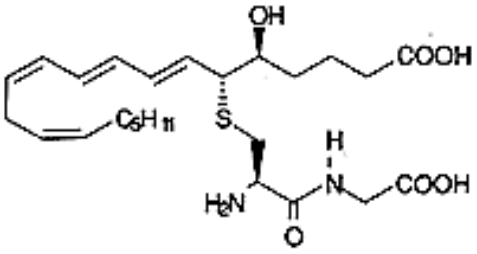
LEUKOTRIENE B_4



LEUKOTRIENE C_4



LEUKOTRIENE E_4



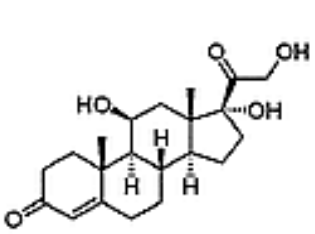
LEUKOTRIENE D_4

4- الهرمونات الستيرويدية Steroids Hormones

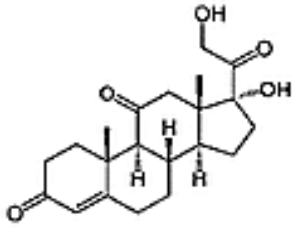
تصطنع الهرمونات الستيرويدية من الكوليسترول Cholesterol في العديد من الانسجة ذات الافراز السطحي. وتشمل الهرمونات الادرينوكورتيكالية Adrenocorticalوالهرمونات الجنسية Sex Hormones .

تنقل هذه الهرمونات نحو الخلايا المستهدفه بواسطة تيار الدم , مرتبطة مع ناقل بروتيني .

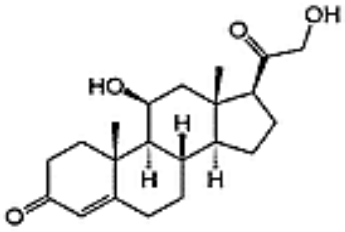
تنتمي الهرمونات الستيرولية الى نموذجين عامين , الكلوكوزتيكونيدات (مثل الكورتيزول Cortisol) ويؤثر بشكل رئيس على أيض الكربوهيدرات , والكورتيكوتيدات المعدنية Mineralocorticoids (مثل الاولدستيرون Oldsteron, اما الاندروجينات Androgen (التستوستيرون Testosterone والاستروجيناتEstrogens (مثل الاسترادايول Estradiol).



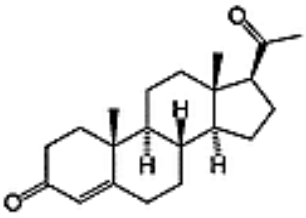
cortisol
(hydrocortisone)



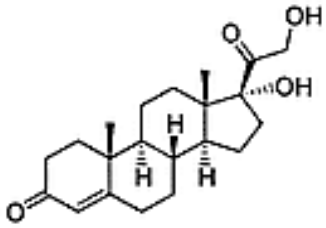
cortisone



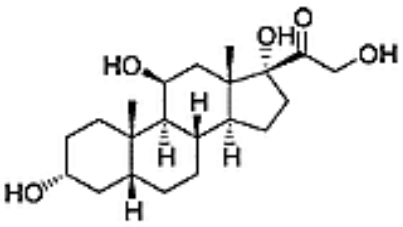
corticosterone



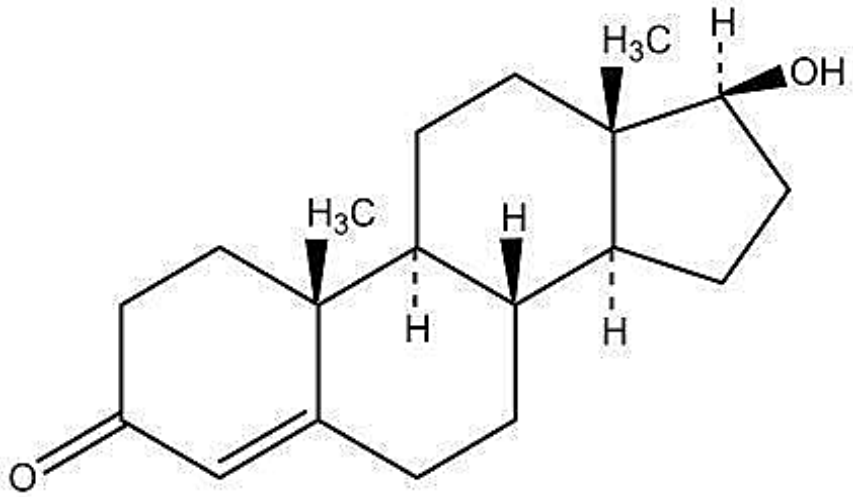
progesterone



cortexolone
(Reichsteins substance S)



tetrahydrocortisol



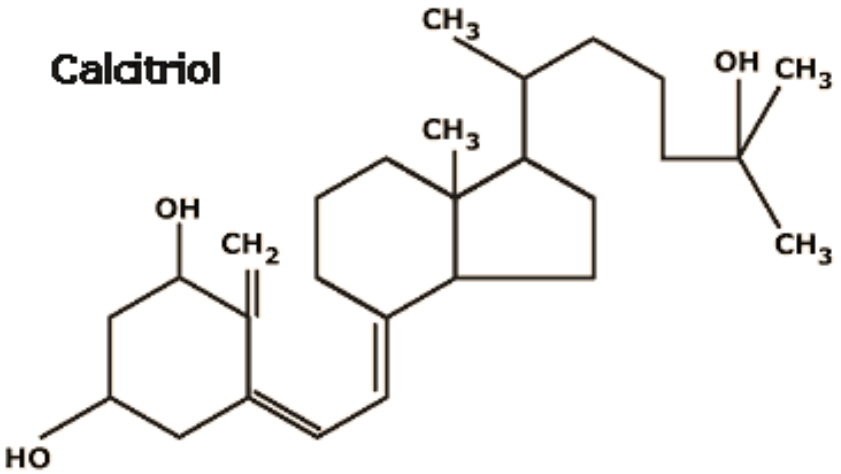
Testosterone

$C_{19}H_{28}O_2$ MW 288.42

5- **هرمونات فيتامين D Vitamin D Hormones:**

منها هرمون الكالسيتريول Calcitriol يتم تخليقه من الفيتامين D نتيجة لتفاعلات بواسطة انزيمات الكبد والكليتين.

ينشط الكالسيتريول تخليق لبروتين المعوي الرابط للكالسيوم Ca والضروري لتحقيق امتصاص الـ Ca^{+2} الوارد مع الوجبات الغذائية وبسبب انعدام فيتامين D او توقف اصطناع الكالسيتريول , يؤدي الى الاصابة بأمراض خطيرة كهشاشة العظام والشلل.



6- **الهرمونات الرتينونيدية Retinoid Hormones**

هي الهرمونات الرئيسة المنظمة للنمو وهي تساهم في تنظيم تكاثر الخلايا وحياتها وتمايزها وذلك عبر مستقبلات ريتنوئيدية نووية Nuclear retinoid receptorsتخلق من في تامين A في الكبد كما يستطيع العديد من الانسجة تحويل الريتنول الحامض الرتينوئيد Retinoic acid وفق التالي :

β- Carotene ⟶ Vitamin A (Retinol) ⟶ Retinol acid

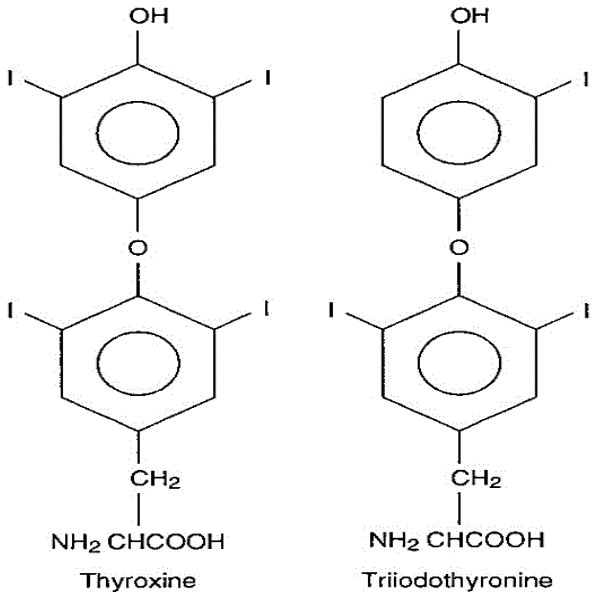
تعتبر جميع الخلايا هدفا لهذا الهرمون حيث جميعها تمتلك على الاقل شكلا واحدا من مستقبلات الرتينوئيد النووية. اما عند البالغين فان الهدف الاكثر احتمالا هي خلايا القرنية وخلايا الجهاز المناعي وخلايا النسيج الظهاري في الرئتين والقصيات الرئوية.

يقوم حامض الرتينوئيدRetinoic acid بتنظيم عملية تخليق البروتينات الضرورية للنمو والتمايز , كما ان الافراط في استخدام فيتامين A يؤدي الى الاجهاض, وتنصح الحوامل بعدم تعاطي هذا المركب بكثرة .

7- الهرمونات الثيرويدية Thyroids Hormones

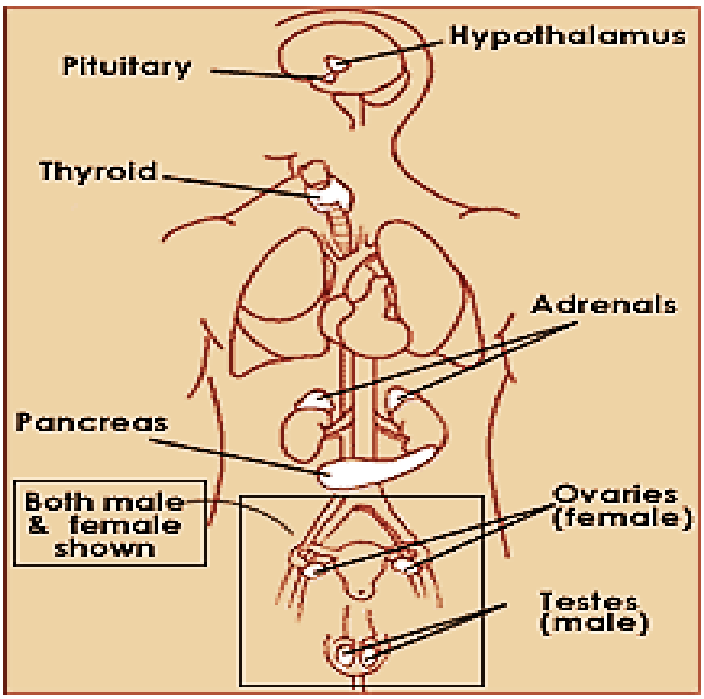
تضم هذه الهرمونات الثيروكسين (T_4) Thyroxin وثلاثي يود الثروكسين (T_3) Triiodothyroxin, اللذان يصنعان في الغدة الدرقية .

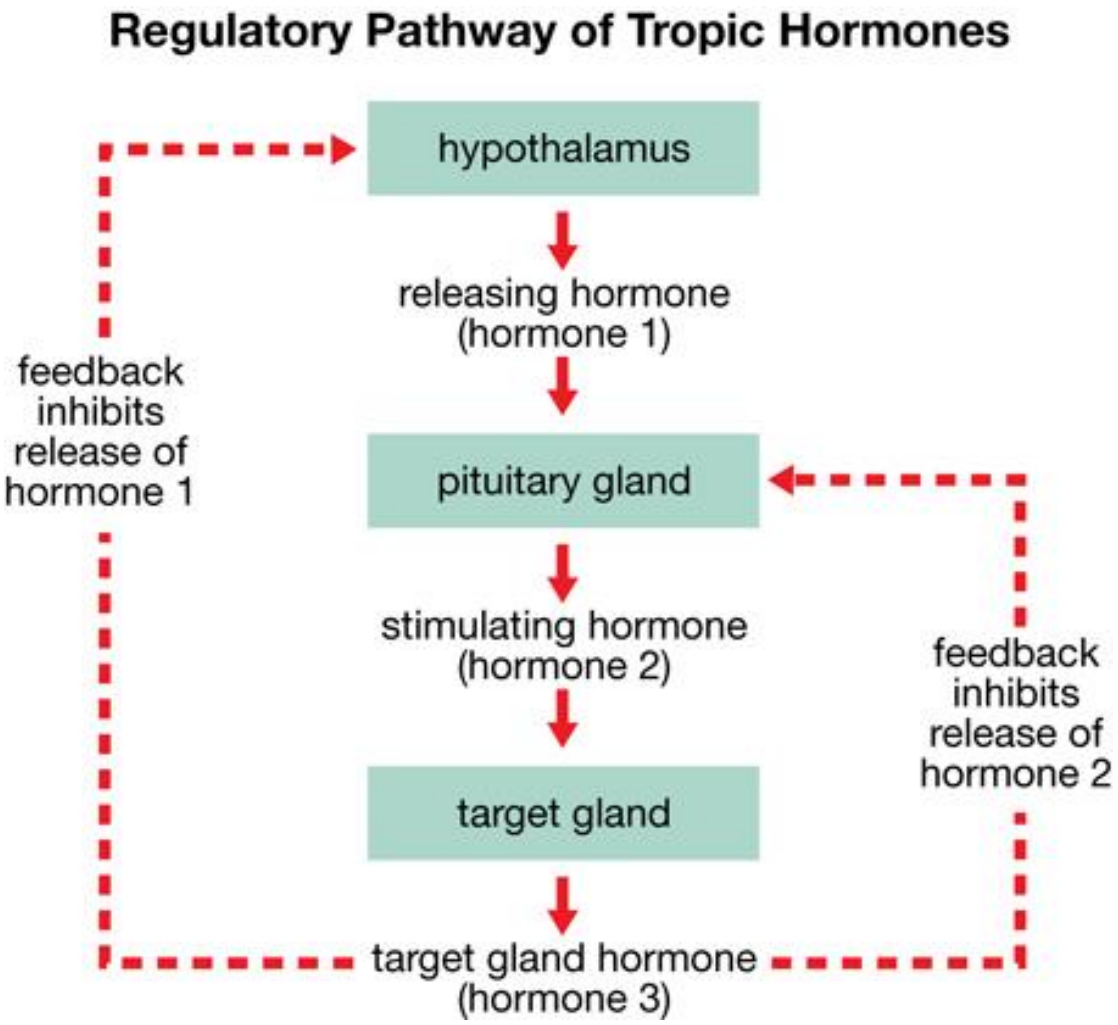
تحررهذه الهرمونات عند الحاجة التحلل البروتين اتمائيا, وتعمل ايضا من خلال مستقبلات نووية لتنشيط وصول الطاقة الى التفاعلات الايضية وخاصة في الكبد والعضلات عن طريق زيادة تنشيط المورثات المشفرة لانزيمات الكاتابوليزم Catabolism Enzymes .

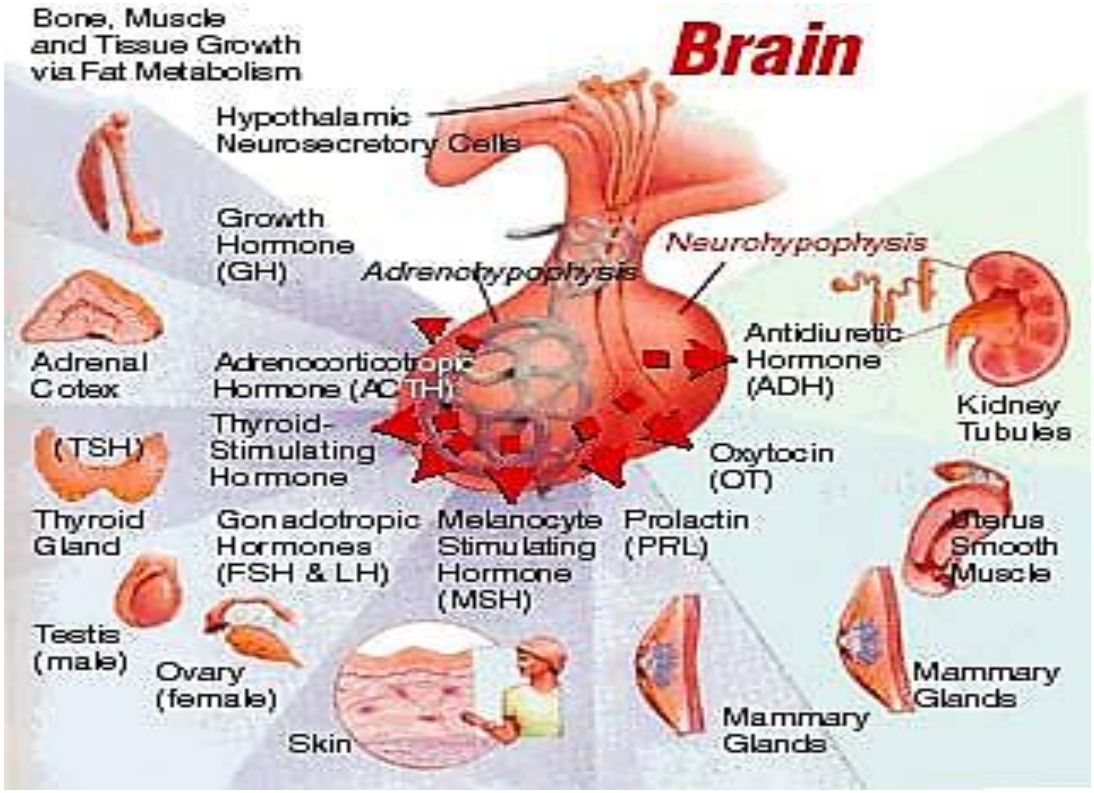


3- تنظيم افراز الهرمونات بواسطة المؤشرات العصبية والهرمونية:

تؤدي التغيرات في تركيز الهرمونات المتخصصة الى تنظيم التفاعلات الخلوية , ان الجملة العصبية المركزية تتسلم الاشارات Input من الكتير من المتحسسات Sensors مثلا اشارة Signals الخطر , الجوع , تركيب الدم وضغطه , ثم تنسق الاشارات الهرمونية المناسبة الي الانسجة الغددية المناسبة. والشكل التالي يوضح نظام الانتاج الهرموني في جسم الانسان وعلى بعض العلاقات المتبادلة الوظيفية والتوضع التشريحي لاهم الغدد الصماء في جسم الانسان.


Hypothalamus
Pituitary
Thyroid
Adrenals
Pancreas
Both male & female shown
Ovaries (female)
Testes (male)


Regulatory Pathway of Tropic Hormones
hypothalamus
releasing hormone (hormone 1)
pituitary gland
stimulating hormone (hormone 2)
target gland
target gland hormone (hormone 3)
feedback inhibits release of hormone 1
feedback inhibits release of hormone 2



تشكل غدة الـ Hypothalamus(تحت السرير البصري او الوطاء) موقعا صغيرا من منطقة الدماغ وتلعب دورا مركزيا في نظام الغدد الصماء , فهي تستقبل الرسائل من الجهاز العصبي وكاستجابة لهذه الرسائل تنتج الغدة Hypothalamus هرمونات منظمة Regulatory Hormones والتي تنتقل مباشرة الى الغدة النخامية Pituitary gland المجاورة لها عبر وعاء دموي خاص والخلية العصبية التي تربط الغدتين معا.

4- السيطرة على افراز الهرمونات Control the secretion of hormones

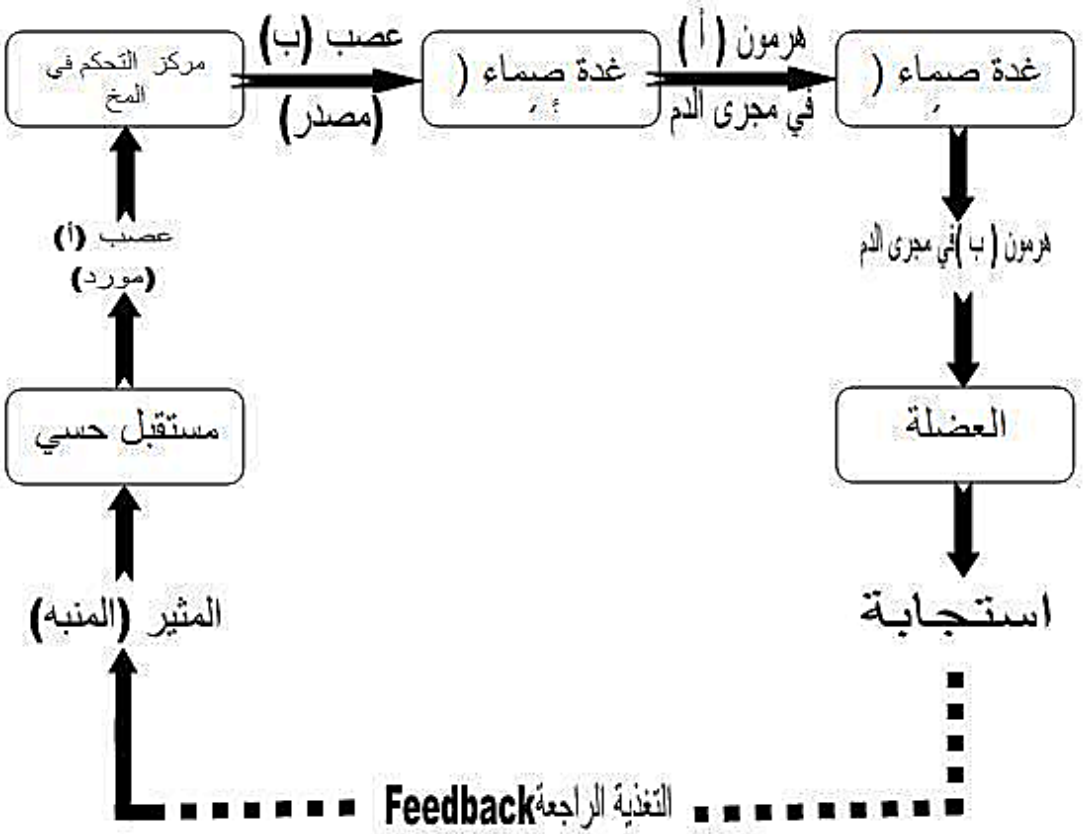
تؤثر الهرمونات على الوظائف الخلوية بتغيير معدلات عدد كبير من العمليات البيوكيميائية تؤثر بعضها على النشاط الإنزيمي وبذلك يتغير الايض الخلوي ويقوم البعض الأخر بتغيير نفاذية الغشاء، أوتخليق البروتينات الخلوية ويحفز البعض تحرير الهرمونات من غدد صماء أخرى حيث أن كل هذه العمليات ديناميكية يجب أن تتلائم مع متطلبات الايض المتغيرة ، لذا يجب تنظيمها وليس مجرد تنظيمها بواسطة الهرمونات المناسبة ويتم ذلك بواسطة الضخ الهرموني من الغدة. غير أن تركيز الهرمون في البلازما يعتمد على عاملين : معدل إفرازه، ومعد لتثبيط هو إزالته من الدورة الدموية . وبناءعليه ،فان الغدة ذات الإفرازالداخلي تحت اجل معرفة مستوى تواجد هرمونها بالذات في البلازما حتى تقوم بالسيطرة على إفرازاتها .

تتم السيطرة على العديد من الهرمونات خاصة تلك التابعة للغدة النخامية بواسطة أجهزة الاسترجاع السالب التي تعمل بين الغدد المفرزة لهرمونات والخلايا المستهدفة ويعتبر طراز الاسترجاع احد الطرازات التي تتم فيها

بصفة مستمرة مقارنة ضخ الهرمون بنقطة محدده . فمثلا : يقوم ACTHالمفرز من الغدة النخامية بتحفيز الغدة الكظرية (الخلايا المستهدفة) لإفراز هرمون الكورتيزول في البلازما فانه يؤثر على الغدة النخامية لتثبيط تحررACTH منها.

إن أهم عوامل تنظيم الهرمونات في جسم الانسان هي : التغذية الجيدة المتوازنة من ناحية التركيب،النوم الجيد ، وممارسة التمارين الرياضية.

ومن المهم جدا في تغذية النساء تناول وجبات غنية بالكالسيوم لان نقص الكالسيوم سيحرك هرمون الدرقية يمد الجسم بالكالسيوم المستمد من العظام . كما يلعب تنظيم وزن الجسم دورا هاما ايضا في تنظيم ميزانية الجسم الهرمونية لان البدانة تغير طريقة تكوين ونشاط الهرمونات .والمخطط التالي يوضح السيطرة على افراز الهرمومونات.



5- أمثلة لبعض الهرمونات :

1- هرمونات الغدة تحت السريري البصري :

❖ **هرمون محرر ثيروتروبين : TRH**

هو ثلاثي بيبتيد ،فيه الأحماض الأمينية البرولين والهيستيدين وحامض الغلوتاميك .

- **وظيفته :** تحفيز افراز الهرمون المنشط للغدة الدرقية TSH من الغدة النخامية .

❖ **هرمون محرر الغونادوتروبين :**

هو بيبتيد متعدد يتكون من عشرة أحماض أمينية .

- **وظيفته :** يقوم بتنشيط افراز هرمونات الغونادوتروفيك FSH- LH من الفص الأمامي للغدة النخامية .

❖ **هرمون سوماتوستاتين :**

يتكون من 14 حامضا أمينيا .

- **وظيفته :** وهو يثبط افراز هرمون الفص الأمامي للغدة النخامية.

❖ **هرمون مثبط للبرولاكتين :**

من المحتمل أن يكون الدوبامين مشتركا في بنائه الكيميائي .

- **وظيفته :**يؤدي إلى تثبيط افراز البرولاكتين من الفص الأمامي للغدة النخامية .

❖ **هرمون محرر كورتيكوتروبين :**

يتكون من 41 حامضا أمينيا .

- **وظيفته :**يقوم بتنشيط افراز هرمون أدرينوكورتيكوتروبين ACTHمن الفص الأمامي للغدة النخامية .

❖ **هرمون منشط لافراز هرمون النمو:**

يتكون من 44 حامضا أمينيا .

- **وظيفته :**يقوم بتنشيط افراز هرمون النمو من الفص الأمامي للغدة النخامية .

❖ **هرمون منشط للبرولاكتين :**

- **وظيفته :** يقوم بتنشيط افراز هرمون البرولاكتين من الفص الأمامي للغدة النخامية .

2- هرمونات الغدة النخامية :

تقسم الغدة النخامية من الناحية التشريحية إلى ثلاثة أقسام (فصوص) هي الأمامي والمتوسط والخلفي .وكل من هذه الأقسام عضو ذو افراز داخلي بحد داته ، حيث يقوم بصنع عدد معين من الهرمونات .

2-1- هرمونات الفص الأمامي للغدة النخامية :

❖ **هرمون النمو :** ويسمى أيضا سوماتوستاتين somatostatine ، يتكون من سلسلة فيها 191 حامضا أمينيا

- وظيفته : يتميز بتاثيره الواضح على خلايا الجسم كافة ، حيث يرفع معدل عمليات الاصطناعي الحيوي. ويعمل على زيادة الاصطناعي للبروتينات والجلايكزجين ، كما أنه يشجع على تحرك الدهون من مناطق تخزينها ،ويسرع في هدم الأحماض الدهنية ويساعد على نمو العضلات وتكون العظام ويزيد هذا الهرمون من صنع الجلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية .

تتلخص وظائفه فيما يلي :

- يقوم ببنائ البروتين

- زيادة التمثيل الغذائي للدهون والكربوهيدرات ، حيث يساعد الكورتيزول في تقليل امتصاص العضلات للجلوكوز وزيادة تعبئة الأحماض الدهنية الحرة

- يساعد على سرعة عملية بناء الجلايكوجين بالكبد. (الفتاح، 2003، صفحة 153)

2-1-1 العوامل التي تؤثر على افراز هرمون النمو :

يزيد افرازه في حالات تناول البروتينات في الطعام وفي حالات الاجهاد والرياضة والنوم وعند انخفاض مستوى سكر الدم .ويقل افراز هرمون النمو في حالات تناول الدهون والجلوكوز ، كما يقل افرازه عند زيادة تركيز الكورتيزول .

❖ **هرمون ادرينوكورتيكوتروبين:** يتكون من 39 حامضا أمينيا .

- وظيفته :يتميز هذا الهرمون بقدرته على احداث تاثير متعدد الجوانب ، حيث يرفع من فاعلية إنزيمات الفوسفوريلاز والأنزيم المختص بنزع الهيدروجين من 6- فوسفات الجلوكوز وكذلك تنشيط اصطناع البروتينات والاحماض النووية وله عدد من التأثيرات الأخرى .

❖ **هرمون ثيروتروبين** TSH

- وظيفته :يقوم بتنشيط الغدة الدرقية ، كما أن تنظيم افرازه يتم طبقا لنظرية الارتباط العكسي وذلك بواسطة هرمونات الغدة الدرقية نفسها .يؤدي نقصه إلى اضعاف نشاط الغدة الدرقية وإلى تقلص حجمها ،كما منخفض كمية هرمون الثيروكسين الدم .

❖ هرمون برولاكتين : يتكون من 198 حمضا أمينيا .

- وظيفته :يقوم بتنشيط تكون الحليب في الثديين بعد ولادة الأم لطفلها ، ويزيد افرازه في حالات ممارسة الرياضة والنوم والاجهاد والخحمل وارتفاع نسبة الاستروجين .

2-2- هرمونات الفص الخلفي للغدة النخامية :

يتم صنع هرمونات هذا الجزء في غدة تحت السرير البصري وتخزن في الفص الخلفي للغدة النخامية حيث تفرز عند الحاجة لها .

❖ **هرمون أوسيتوكسين** : oxytocine

- **وظيفته :** ليس لهذا الهرمون وظيفة لدى الذكور ، له أهمية في وقف النزيف الدموي الذي يحدث بعد الولادة كما أنه ينشط إفراز الحليب عند الرضاعة .

❖ **هرمون فازوبريسين :** يتكون من 19 أحماض أمينية .

- **وظيفته :** يؤدي إلى زيادة ضغط الدم وكذلك ، ويعمل على تنشيط الكليتين للاحتفاظ بالماء والأملاح في الدم ويقلل افرازها مع البول .

2-3- هرمونات الفص الوسطي للغدة النخامية :

يقوم بافراز الهرمون المنشط لخلايا الميلانوسايت .

3- هرمونات الغدة الدرقية :

إن تركيز أيونات اليود من العمليات الهامة التي تختص بها الغدة الدرقية .

- **وظيفتها :**لها القدرة على تنظيم تفاعلات الأكسدة في الأنسجة وتؤثر على عمليات النمو .وما يطرأ على هذه العدة من خلل يمكن أن يكون على نوعين :

- قد تنقص فعاليتها بضمور في مراحل مبكرة من سن الطفولة ، وفي هذه الحالة يلاحظ تقزم الجسم الجسم وبطء النمو ، حيث يظل الأشخاص قصار القامة ، وضعيفي البنية .

- قد يلاحظ تضخم كبير في حجم الغدة الدرقية ومن الأسباب الهامة هو نقص في كمية اليود وعليه يزيد معدل عمليات أيض المواد ، ويسرع النبض وترتفع القابلية للاثارةكما يصحب ذلك نقص الوزن وجحوظ العينين .

❖ هرمون كالسيتونين :

- **وظيفته :**يقوم بخفض تركيز الكالسيوم في الدم ن أي يقوم بوظيفة معاكسة لما يقوم به كل من فيتامين D_3 وهرمون الباراثايرويد .

3-1-هرمونات الغدة الدرقية الجانبية : يوجد عند الانسان عادة أربع غدد درقية جانبية .

- **وظيفتها :**لها دور فسيولوجي هام ، إذ أنها تفرز هرمونا هاما يتكون من بيبتيد يعرف باسم براثيرويد paratgyroide.

- **وظيفته :** يؤثر في زيادة نسبة الكالسيوم في الدم.

4- هرمون البنكرياس : تتألف هذه الغدة من من نوعين من نسيج الغدة الخاص .بانتاج الانزيمات الهاضمة ، ونسيج خاص يسمى لانجرهانس حوالي 0.01 % من مجموع نسيج الغدة العام ، وتوجد ثلاثة أنواع من الخلايا في جزر لانجرهانس هي :

- خلايا A أو ألفا &
- خلايا من نوع بيتا B
- خلايا من نوع D

وكل من هذه الخلايا ينتج نوعا معينا من الهرمونات وهي على التوالي :

4-1- الأنسولين : دل تحليله على أنه بروتين يحتوي على 51 حامضا أمينيا.

- تاثير الأنسولين على ايض المواد :

للأنسولين في الدرجة الأولى تأثير كبير على أيض السكاكر ، إذيخفض نسبة الجلكوز في الدم.(يزيد من نفادية جدار الخلايا للجلوكوز وخاصة خلايا الكبد والعضلات) كذلك يساعد على زيادة كمية الجلايكزجين في العضلات والكبد ويزيد من معدل تكون المواد الدهنية والبروتينات.كما يضاعف الأنسولين من فعالية أنزيم الذي يؤدي إلى زيادة عملية فسفرة الجلوكوز مما يؤدي إلى زيادة صنع الجلايكوجين ، ومعظم تأثيرات الأنسولين هي عكس تأثير الغلوكاجون والادرينالين .

4-2- **الغلوكاجون** glucagon :

يصنع من طرف خلايا ألفا في جزر لانجرهانس وهو بلوليبيبتيد polypeptide مؤلف من 24 حامضا أمينيا وله تأثير على أيض الجلوكوز يشبه تأثير الأدرينالين .ويفرز عمدما ينقص تركيز سكر الدم ، فيضاعف من عملية تفكك الجلايكزجين في الكبد وبالتالي يرفع تركيز سكر الدم .ويتم ذلك بزيادة فعالية أنزيم Glycogene phosphorylase المسؤول عن تكسير الجلايكوجين .

4-3- **سوماتوستاتين** somatostatine :

وهو مماثل للهرمون الذي يفرز من غدة تحت السرير البصري من حيث البناء والوظيفة ولكن البنكرياس هو المصدر الرئيسي له .

5- هرمونا الغدة الكظرية : glande surenale

تتألف الغدة الكظرية عند الانسان من قسمين الايمن والأيسر وكل منهما ذو طبقتين ، طبقة القشرة cortex واللب ، كما أن لكل من الطبقتين نسيج خاص ووظائف إفراز داخلي مختلفة .

وتنتج طبقة اللب للغدة الكظرية هرمون الأدرينالين والنور أدرينالين ، أما القشرة فتنتج هرمونات تحتوي في بنائها على هيكل ستيرولي sterole .

5-1- هرمون لب الكظر : يفرز اللب في الغدة الكظرية هرمون الأدرينالين وقد لوحظ ازدياد في ورود الادرينالين في الدم أثناء استثارة الأعصاب .

- وظيفة الأدرينالين :يزيد من أيض المواد بشكل عام ، ففي أيض السكاكر يؤدي إلى تفكك الجلايكوجين ، وبالتالي فهو يرفع تركيز الجلوكوز في الدم والأنسجة ويحدث هذا عن طريق انزيم الفسفرة phosphorylase كذلك يسرع الادرينالين عملية تفكك الجلاكوجين الموجود في العضلات فيؤدي إلى تجمع حامض اللاكتيك الذي يتعرض فيما بعد إلى تحولات أخرى مثل تحوله إلى حامض البيروفيك ومن ثم إلى الجلوكوز في الكبد.ويتم تاثير مشتقات كاتيكول أمين بواسطة مستقبلات خاصة للادرينالين توجد في الخلايا ويرمز لها بألفا وبيتا .ويمكن النظر إلى تأثير مشتقات كاتيكول أمين الأساسية على أنها استجابة الطوارئ ، حيث أن تأثيرها سريع وقصير المدى .

ومن المؤثرات التي تؤدي إلى افراز هذه الهرمونات ممارسة الألعاب الرياضية وبرودة الجو والخوف وانخفاض تركيز سكر الدم .وتزيد مشتقات كاتيكول أمين كذلك تركيز الأحماض الدهنية في الدم ، كما ترفع من معدل استهلاك الأوكسجين وضغط الدم نتيجة لزيادة خفقان القلب .كما انها تزيد من افراز هرمونات محتلفة مثل الغلوكاجون ، والانسولين والثيروكسين .

5-2- هرمونات قشرة الغدة الكظرية :

تحتوي جميع هذه الهرمونات في بنائها على نواة بيرهيدروفينانثيرين وهو بناء من أربعة حلقات ، يوجد في الكولستيرول واحماض الصفراء وطلائع فيتامين D والهرمونات الجنسية .

وستيرويدات قشرة الغدة الكظرية هذه مشتقة من الكوليسترول وتقسم إلى :

أ- **غلوكوكورتكويد** glucocoticoid:

وهي ذات تأثير على أيض المواد ، كما تعمل ضد الالتهابات ومكان صنعها قشرة الغدة الكظرية .

ب- **منيرالوكورتيكويد** mineralocorticoid :

تصنع في القشرة الكظرية ، لهل تأثير على اخراج الماء والأملاح بواسطة الكليتين .

ج- **أندروجينات** androgenes

تصنع أساسا في الخصيتين ولها تأثير على خصائص الذكورة

د- **ايستروجينات** estrogenes

تصنع في المبيضين وتؤثر على الخصائص الأنثوية الجنسية .

هـ- **بروجسترون** progesterone:

يصنع في المبيضين وقشرة الغدة الكظرية ويؤثر على نمو الرحم والمبيضين .

- الاستجابات الهرمونية للتمارينات الرياضية :

أثناء التدريبات الشاقة هناك مطلب إلزامي لاكسدة الكربوهيدرات ، حيث لا يمكن أن تحل اكسدة الأحماض الدهنية محل ذلك أو تكون بديلا ، وعلى الصعيد الأخر تحدث زيادة في أكسدة الدهون أثناء التدريب الطويل المعتدل ، وذلك لأن الوقود أو الكربوهيدرات تكون قد استنفدت ، بينما تكون فترة وشدة التدريب لا زالت مستمرة وهي عملية هامة جدا للرياضي .

- الاستفادة من جليكوجين العضلات :

في البداية معظم أنواع التمرينات وخاصة التمرينات الشاقة فإن جلايكوجين العضلات هو الوقود الكربوهيدراتي الأول والأساسي للتدريبات العضلية، وتتحدد شدة التدريب عكسيا بمدة التدريب ، تحديد المعدل الذي عنده يستخدم جلايكوجين العضلات كوقود ، وتوضح نتائج الدراسات في هذا المجال أن معدل تحلل الجلايكوجين أثناء التدريبات مرتبطة بشدة التدريبات وتعبر عنها كنسبة مئوية لحجم الأوكسجين ، وكلما زادت شدة التدريب كان تحلل الجلايكوجين أسرع .

- توازن جلوكوزالدم أثناء التدريب :

إن النقطة الأساسية لعمل الهرمونات في الحفاظ على تركيز جلوكوز البلازما في حالات نقص الكربوهيدرات مثل أوقات الصوم والاسراع بإزالة الجلوكوز من الدورة الدموية (التدريب) وفي كلتا الحالتين تستخدم مخازن الطاقة بالجسم لمواجهة النقص ، واستجابة الهرمونات لهذين الموقفين المحتلفين (التدريب ، الجوع الشديد) تكون متشابهة تماما .

ويمكن الحفاظ على تركيز الجلوكوز بالبلازما بواسطة أربعة عمليات مختلفة وهي كما يلي :

1- تعبئة الجلوكوز من مخازن الجلايكوجين بالكبد .

2- تعبئة الأحماض الدهنية الحرة بالبلازما من النسيج الدهني لتوفير جلوكوز البلازما .

3- تكوين جلوكوز جديد بالكبد من خلال الأحماض الأمينية وحامض اللاكتيك .

4- منع دخول الجلوكوز إلى الخلايا لإجبار الأحماض الدهنية الحرة على إطلاق الطاقة .

إن الهدف الرئيسي لهذه العمليات الأربع هو امداد الشخص الرياضي بالوقود أثناء العمل وكذلك الحفاظ على تركيز جلوكوز البلازما ، وهذه مهمة أساسية خاصة أن الكبد لا يمتلك سوى 80 عرام فقط من الجلوكوز قبل بدء التدريب ولابد أن تعي جيدا أن كل عملية من العمليات الأربع السابقة ذكرها يتم التحكم فيها بواسطة أكثر من هرمون واحد ، وأن جميع هذه الهرمونات بطيئة العمل والبعض الآخر سريع العمل .

- الهرمونات بطيئة المفعول :

يشترك كل من الهرمونات الدرقي والكورتزول وهرمون النمو في تنظيم الكربوهيدرات والدهون والعمليات الحيوية اللازمة لبناء البروتين ، وهذه الهرمونات ،ما أن تسهل عمل الهرمونات الأخرى أو تستجيب للمثيرات بطريقة بطيئة ، ويجب أن نتذكر أنه لكي يعمل الهرمون بطريقة سهلة فإن تركيز الهرمون لا يتغير ، وسوف نرى أن هناك مواقف معينة بها توتر والتي تكون فيها الهرمونات بطيئة المفعول ، ويمكن أن تحقق مثل هذه التركيزات العالية في البلازما والتي تعمل مباشرة للتاثير على الكربوهيدرات وعمليات بناء الدهون من مجرد كونها تسهل عمل الهرمونات الأخرى .

- الهرمونات سريعة المفعول :

على النقيض نجد الهرمونات سريعة الاستجابة والتي سرعان ما تعمل آثارها على استعادة جلوكوز البلازما إلى الوضع الطبيعي ، ومرة أخرى على على الرغم أن كلا منها يتم تقديمه منفصلا أو مستقلا بمفرده ، إلا أنها تسلك يشكل جماعي وبطريقة يمكن التنبؤ بها أثناء التدريب وذلك للحفاظ على تركيز جلوكوز البلازما

- هرمون الأنسولين والجلوكاجون :

سوف نناقش هذين الهرمونين سويا لأن كليهما يستجيب إلى نفس المثيرات ، ولكن لكل منهما تأثيرا معارضا بالنسبة لتعبئة جلوكوز الكبد والنسيج الدهني .وفي الخقيقة أن نسبة الجلوكاجون إلى الأنسولين واحدة والتي تمكن من السيطرة على تعبئة الوقود ، ويشترك هرمون الأنسولين مباشرة في استعاب الجلوكوز إلى داخل الأنسجة ، كما يزيد الجلوكوز الذي امتصته العضلة من سبعة إلى عشرين مرة أثناء التمرين ، ولكن ماذا يجب أن يحدث لتركيز الأنسولين أثناء التمرين ؟

إن تركيز الأنسولين ينخفض أثناء التمرين عالي الشدة وبالطبع هذه استجابة مناسبة إذا ما ارتبط التدريب بزيادة في الأنسولين حيث إن الجلوكوز سوف يتم استعابه داخل كل الأنسجة .

وكلما انخفض تركيز الأنسولين أثناء التمرين كان من الأفضل تعبئة الجلوكوز من الكبد والحامض الدهني الحر من النسيج الدهني ، وكلاهما هام وضروري للحفاظ على تركيز جلوكوز البلازما .

إن أنسولين البلازما أثناء التدريب معتدل الشدة طويل المدى ، وبانخفاظ أنسولين البلازما أثناء التدريبات طويلة المدى من الطبيعي أن يزداد تركيز الجلوكاجون ، وهذه الزيادة في جلوكاجون البلازما تكون لصالح تعبئة أو حشد الحامض الدهني الحر من النسيج الدهني ، والجلوكوز من الكبد ، وعلى كل حال فإن استجابة الجلوكاجون لمهمة تدريبية ثابتة بعد برنامج تدريب التحمل ، تنخفض للحفاظ على الجلوكوز بالبلازما مع تغير قليل أو عدم تغير في هرموني الجلوكاجون والأنسولين يقابل الانخفاض في امتصاص

الجلوكوز بواسطة العضلات ، زيادة في استفادة العضلة من الدهون كوقود ، ويعتبر تركيز الجلوكوز في البلازما المثير الأساسي الذي يحفز إفراز الأنسولين والجلوكاجون glucagon.

إن التغيرات التي في تركيز جلوكوز البلازما هام لضبط إفراز الجلوكاجون والأنسولين ، وعندما يكون تركيز البلازما مستمرا فإن الجهاز العصبي السيمبتاوي يمكنه تعديل إفراز هرموني الأنسولين والجلوكاجون .

إلا أن الملاحظة التي تقول أن أنسولين البلازما ما ينخفض أثناء التدريبات الطويلة تثير سؤال آخر وهو كيف تستطيع العضلة العاملة استيعاب (امتصاص) الجلوكوز أسرع من وقت الراحة إلى 20 مرة وذلك إذا قل تركيز الأنسولين .؟

جزء من الإجابة على هذا السؤال يكمن في الزيادة الكبيرة في تدفق الدم إلى العضلة أثناء التدريب ، ولهذا أثناء التدريب يصل مزيد من الجلوكوز والأنسولين إلى العضلة مما يصل وقت الراحة ، أما الجزء الآخر من الإجابة فهو يتعلق بالتغيرات في عدد ناقلات الجلوكوز في الغشاء البلازمي ولكن يكمن السؤال في : ما الذي يسبب التغيرات في ناقلات الجلوكوز أثناء التدريب ؟

وتكمن الإجابة في ارتفاع تركيز الكالسيوم داخل العضلة أثناء التدريب ، حيث يظهر ca الكالسيوم لتنشيط ناقلات الجلوكوز غير النشطة لدرجة أن كمية كبيرة من الجلوكوز تنقل لنفس تركيز الأنسولين ، وهذا يعمل على تحسين الجلوكوز المنقول بعد التدريب ويسهل إعادة ملأ مخازن الجسم ، مما يجعل التدريب جزءا هاما من خطوات علاج مرضى السكري .

والخلاصة : إن انخفاض إفراز هرمون الأنسولين والزيادة في كل الهرمونات الأخرى تفضل تعبئة الجلوكوز من الكبد ، والحامض الذهني في الكبد ، بينما تعوق استيعاب وامتصاص الجلوكوز ، وهذه الأعمال المتحدة مع بعضها البعض تحافظ على التوازن النسبي لتركيز جلوكوز البلازما حتى يأخذ كل من الجهاز العصبي المركزي والعضلات على الوقود الذي تحتاجه ، وهكذا فإن التدريب يسبب انخفاضا في إفراز هرمونات epinephrine، norepinephrine، والكورتزول ، وهرمون النمو ، واستجابات هرمون الجلوكاجون glucagon، والانسولين للتدريب .

- التفاعل غير المباشر للهرمون :

إن هرمون الأنسولين والجلوكاجون يستجيب كل منهنا للآخر ، كما يعملان أثناء التمرين مع التركيز جلوكوز البلازما الطبيعي ويعزى ذلك إلى تأثير الجهاز العصبي السيميتاوي ، ومما هو جدير بالذكر أنه غذا حدث أي تغير في الجلوكوز البلازما أو بمعنى أدق في تركيز جلوكوز البلازما أثناء التدريب ، فإن تلك الهرمونات سوف تستجيب لتلك التغيرات ، على سبيل المثال ... إذا كان تناول الجلوكوز قبل التدريب قد يسبب

ارتفاعا في جلوكوز البلازما فإن تركيز أنسولين البلازما سوف يزداد بالتعبئة ، هذا التغير الهرموني سوف يخفض تعبئة الحامض الدهني الحر وتجبر العضلة على استخدام جليكوجين العضلات بكثرة .

أثناء التدريبات الحادة يرتفع إفراز جليكاجون glucagon البلازما ، وهرمون GH وهرمون الكورتيزول و E ، NE بينما ينخفض إفراز هرمون الأنسولين ، وتميل هذه التغيرات الهرمونية إلى حشد وتعبئة الحامض الدهني الحر من النسيج الدهني FAA والذي يحرر الكربوهيدرات ويساعد في الحفاظ على تركيز جلوكوز البلازما ، وإذا كان هذا هو الحال فلماذا إذن ينقص استخدام البلازما للحامض الدهني الحر بزيادة شدة التدريب ؟

جزء من الاجابة هو أن هناك حد أقصى لقدرة خلايا النسيج الدهني على توصيل الحامض الدهني الحر إلى الدورة الدموية أثناء التدريب .على سبيل المثال : في حالة الرياضيين المدربين فإن معدل إطلاق الحامض الدهني الحر من النسيج الدهني كان أعلى ما يمكن عند حجم أوكسجين 25 % ، ثم انخفض بزيادة حجم الأكسجين المستهلك إلى 65% و75 % vo_2 ، وإذا أخذنا بعين الاعتبار الحقيقة أن الخلية الدهنية تكون تحت تحفيز هرموني قوي جدا في معدلات العمل الأعلى ، فإنه يبدو لنا فعلا أن الحامض الدهني الحر (محصور) أو واقع في فخ في الخلية الدهنية ، وربما يرجع ذلك إلى عدد متنوع من العوامل ، إحداها الأحماض الدهنية ، حيث ارتفاع تركيز حمض اللكتيك بالدم وانخفلض الحامض الدهني الحر بالبلازما ، وتشمل التغيرات الأخرى لانخفاض الحامض الدهني الحر بالنسيج الدهني .أثناء الجهد الشاق يتدفق دم منخفض إلى النسيج الدهني مما ينتج عنه انخفاض في الحامض الدهني الحر المنقول إلى العضلة ، وتكون النتيجة أن الحامض الدهني لا يصدر من البخلية الدهنية وينخفض مستوى الحامض الدهني بالبلازما ، ويجب أن تستخدم العضلة مزيدا من الكربوهيدرات كوقود ، واحد فوائد تدريبات التحمل هو تقليل تركيز اللاكتات عند أي معدل عمل ثابت ، ومثل التكييف سوف يقلل من إعاقة تعبئة الحامض الدهني من النسيج الدهني وتسمح للشخص المتدرب باستعمال دهون اكثر كوقود ، وهكذا يوفر استخدام مخازن الكربوهيدرات المحدودة ويحسن الأداء .

خصائص الايض

(حسب نوع الأنسجة - حالة الجسم - الجنس - الفئة العمرية)

1- خصائص الأيض حسب نوع الأنسجة العضلية في الجسم :

1-1- تحلل الجلايكوجين واستهلاك الجلوكوز بالعضلات :

تستخدم القياسات البيوكيمياية في التعرف على نسبة تركيز الجلايكوجين في العضلات الإرادية أثناء التدريبات البدنية المختلفة ن ويختلف تحلل الجلايكوجين بهذه العضلات تبعا لشدة ودوام التدريبات وأيضا تبعا لنوع الألياف العضلية .وقد اهتم كثير من الباحثين بهذا الموضوع بهدف التوصل إلى معيير محددة لشدة التمرينات التي عندها يزداد أو يقل تحلل جلايكوجين العضلات .

وتشير نتائج دراسات عديدة في هذا المجال إلى أن تركيز جلايكوجين العضلات ينخفض عند التدريب البدني عال الشدة ، كما وجد أنه عند أداء التمرينات البدنية متوسطة الشدة ولمدة طويلة وعند معدل من 60-75 % من أقصى استهلاك الأوكسجين لا يتأثر كثيرا تحلل الجلايكوجين العضلات ، وتؤثر أنواع الألياف العضلية البيضاء والحمراء في نسبة هذا التحلل .

ويؤدي الانقباض العضلي إلى زيادة في استهلاك الجلوكوز ، وكذلك زيادة إفراز الأنسولين الذي يساعد على تلك الزيادة ، وأثبتث إحدى الدراسات الهامة ، في هذا المجال ، أنه في حالة الراحة تستهلك العضلات من 15- 20 % من نسبة الجلوكوز بالدم ، بينما أثناء النشاط البدني بشدة 55-60% من الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين تبين أن عضلات الرجلين المشتركة أثناء الجهد البدني أدت إلى زيادة في استهلاك الجلوكوز بلغت 70 - 85 % مجموع الجلوكوز الموجود في الجسم .

وتجدر الاشارة إلى أن عملية توصيل وانتشار الجلوكوز بالخلايا العضلية تحدد عدة عوامل ، ويتأثر بكثير من المواقف التي يتعرض لها الرياضي والتي تساعد بقدر أو بآخر في قلة أو زيادة استهلاك الجلوكوز أثناء التمرينات البدنية مختلفة الشدة .

2- العوامل المحددة في استهلاك الجلوكوز بالعضلات :

على الرغم من زيادة تحلل الجلايكوجين لإنتاج الجلوكوز ، وكذلك زيادة إنتاج الأنسولين أثناء التمرينات البدنية يلاحظ أن هناك مجموعة من العوامل تتداخل وتتفاعل لتحدث الزيادة في استهلاك الجلوكوز بالعضلات ،وسوف نلقي الضوء على هذه العوامل كما يلي :

2-1- العوامل المحلية أو الموضعية :

تعتبر العوامل الموضعية أو المحلية من بين أهم عوامل كثيرة تساعد على زيادة استهلاك الجلوكوز بالعضلات .

ونشير هنا إلى أن نقل الجلوكوز عبر غشاء الخلية العضلية يتم بآلية تعمل على دخول الجلوكوز من خلال عملية غير معتمدة على الطاقة ، ولكنها تعتمد على آلية وميكانيكية التشبع من العابر الغشائي للخلية .

وقد أثبتت نتائج الدراسات المعملية في هذا المجال أن نفاذ الجلوكوز عبر غشاء الخلية يزداد أثناء التمرينات البدنية ، وتفيد دراسات أخرى في هذا المجال أن هذه الزيادة في النفاذية تتم نتيجة تنشيط وتحريك المخزون داخل الخلية العضلية ، كما أن زيادة نقل الجلوكوز واستهلاكه يكون أكثر من زيادة نفاذيته في غشاء الخلية .

وتوجد بعضلات جسم الانسان مجموعة من المواد التي تساعد على تسهيل نفاذ الجلوكوز داخل الخلية ، وهذه المسهلات أو المحفزات تعرف باسم إيزو فورم isoforme ومنها مادة تعرف باسمGlut1 و Glut4 ويعتقد أن ينتج Glut1 من الأعصاب الحركية والأوعية الدموية داخل الخلايا العصبية .

كما أن زيادة الكالسيوم في الساركوبلازم أثناء الانقباض العضلي غالبا ما يؤثر في تنشيط نقل الجلوكوز والأوكسجين وبطريقة ميكانيكية منتظمة تعتمد على إيقاع العمل البدني ، وتلك التأثيرات للكلسيوم ممكن أن تتم عن طريق تغيير وتنشيط البروتين كيناز proteine kinase .

2-2- التنظيم الهرموني :

يعتبر التنظيم الهرموني له علاقة وطيدة باستهلاك الجلوكوز ، حيث يؤدي هرمون الأنسولين دورا هاما في تنظيم وامتصاص الجلوكوز ، وان التدريب البدني يظهر أهميته في أنه يساعد على زيادة نشاط الدورة الدموية الشريانية أثناء الجهد البدني فانه يمكن التغلب جزئيا على نقص نسبة الأنسولين في بلازما الدم ، وقد اتضح أن نسبة تأثير الأنسولين والتدريب البدني على امتصاص العضلة للجلوكوز هو تاثير متصل بعضه بالبعض الآخر .

وتبث أن نقص الأنسولين يضعف من إمتصاص الجلوكوز بنسبة حوالي 5 % لدى الأفراد المدربين ويؤثر على عمليات تحلل الدهون ، وربما له تأثير على تحلل الجلايكوجين.

أما الأدرنالين فؤثر على تغيير استهلاك العضلات للجلوكوز ، حيث يعمل على زيادة نقل الجلوكوز عبر غشاء الخلية .

3-2- توفر المادة :

هذا العامل يعمل على توضيح العلاقة بين توفر الجلايكوجين داخل العضلة واستهلاك تلك العضلة للجلوكوز أثناء التدريب البدني .

أوضحت الدراسات أن استهلاك الجلوكوز يعتمد على انخفاض الجلايكوجين في العضلة غير المنقبضة أثناء التدريب البدني يصاحبه زيادة في نقل الجلوكوز على الرغم من احتمالية وجود بعض المحفزات الهرمونية .

كما أن دورة الجلوكوز والأحماض الدهنية تعمل فقط في العضلات الحمراء أثناء الراحة من التدريب ، أما في حالة الجهد البدني فان زيادة FFA الأحماض الدهنية يكون مصاحبا بنقص في استهلاك الجلوكوز.

3- العوامل المؤثرة في تمثيل كربوهيدرات العضلات أثناء التدريب الرياضي :

3-1- نوعية التمرين :

من المحتمل أن يكون استهلاك جلايكوجين العضلات أثناء الجري أكثر منه أثناء ركوب الدراجة ، ولكن قد يؤثر نوع الجري أو مدة ركوب الدراجة على نسبة هذا الاستهلاك.

والعامل المهم في ذلك أو في نوعية التمرين هو الاختلاف في شكل وإيقاع حركة الرجلين في كل من الجري أو ركوب الدراجة ، على الرغم من أن العضلات العاملة قد تكون متشابهة (العضلة الرباعية الأمامية - العضلات الخلفية ....)

حيث التبادل في عمليات الانقباض والارتخاء تكون متشابهة ، ولكن قد يختلف إيقاع كل منهما عن الآخر ، وبالتالي تزداد أو تقل نسبة استهلاك جلايكوجين وجلوكوز العضلات .

كما أن تمرين الذراع بواسطة مجهاد الذراعين يؤدي إلى زيادة تحلل الجلايكوجين وتكوين اللاكتات أكثر من تمرين الرجلين وبنفس درجة شدة التمرين ، وهذا يسبب تدفق الدم إلى كل منهما وافراز الهرمونات ، وإذا ما تم العمل العضلي للرجلين والذراعين في نفس الوقت يلاحظ أنه حدثت زيادة في نسبة تحلل الجلايكوجين وامتصاص الجلوكوز.

3-2- طريقة التدريب :

تؤثر طريقة التدريب في نسبة تمثيل الكربوهيدرات في الجهاز العضلي ، وعلى سبيل المثال تعتبر تدريبات التحمل من أحسن طرق التدريب التي تساعد على زيادة تحلل الجلايكوجين واستهلاك الجلوكوز وزيادة عمليات الأكسدة ، كما أنها تساعد على زيادة تحلل الدهون .

3-3- الغذاء:

تناول الفرد الرياضي لكميات كبيرة من المواد الكربوهيدراتية يكون مصحوبا بأكسدة لتلك المواد أثناء التدريب البدني ، وتزداد عمليات أكسدة العضلة للجلوكوز .

أما في حالة افتقار غذاء الرياضي للمواد الكربوهيدراتية فان ذلك يؤدي إلى زيادة في تمثيل المواد الدهنية واستهلاكها ، وفي حالة نقص الغذاء يتضح تأثير فعل هرمون الأنسولين والجلوكاجون ، والكاتيكولامين ، وهذا يؤدي إلى تغيرفي كل من جلايكوجين العضلة وجلوكوز الدم ، والدهون الحرة في بلازما الدم .كما أن جلاكوجين العضلات لا يتغير بصورة كبيرة في حالة الجوع أو افتقار غذاء الرياضي للمواد الكربوهيدراتية

3-4- الجنس :

بينت بعض الدراسات من خلال عرض مقارنات بين الذكور والاناث في حالة إخضاعهم لبرنامجتدريبية واحدة .

وتناولت هذه الدراسات التعرف على متغيرات الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين ، تركيب الجسم ، نسبة الدهون ، هرمونات الدم ، أحماض الدم ، وغيرها من المتغيرات الفسيولوجية .

وقد دلت نتائج هذه الدراسات أن الإنات أقل من الذكور في تأثير برامج التدريب الواحدة على كل من المتغيرات الفسيولوجيا سابقة الذكر ، مع ملاحظة أن الإناث تفوقن على الذكور في بعض المتغيرات المرتبطة بهن كإناث مثل دهون الجسم على سبيل المثال .

بينما أظرت نتائج بعض الدراسات التي أجريت على الذكور والإناث واستخدمت البساط المتحرك في برنامج التدريب المستخدمة أظهرت النتائج أنه لا توجد فروق بين الذكور والاناث في درجة تأثير هذه البرامج أو في استجابة بعض المتغيرات التي تم قياسها .

3-5- نوع النسيج العضلي :

قامت العديد من الدراسات بفحص العلاقة بين عتبة اللاكتات وبين تركيز لاكتات الدم والسعة التنفسية الخاصة بالعضلات الهيكلية ونسبة أنسجة العضلات بطيئة الانقباض وسريعة الانقباض ، وبينت نتائج الدراسات أن هناك ارتباط بين السعة التنفسية للعضلات (تم تقييمها على أساس نسبة أكسدة البيروفيك للعضلة)وبين مصطلح اللاكتات المطلقة . وتم التوصل أيضا إلى اكتشاف أن النسبة المئوية للأنسجة بطيئة الانقباض تكون مرتبطة بصورة ذات دلالة بكل من مصطلحات اللاكتات المطلقة (r= 0.74)ومصطلحات اللاكتات النسبية (r=070) .

وأشارت نتائج الدراسات عند تحليل مجموعات الألياف التي تم الحصول عليها عن طريق الأنسجة التي تم أخذها بالمحقن وتقسيمها إلى أنواع محددة بالطريقة الكيميائية الخاصة إلى تركيز اللاكتات في الألياف من

النوع الثاني السريعة أكثر من الألياف من النوع الأول البطيئة مع انحلال أكثر وضوحا في الجلايكوجين في الألياف من النوع الأول ، وتوصل إلى أن تركيزات اللاكتات الأعلى في الألياف من النوع الثاني ترجع إلى الأيض اللاهوائي الأكثر تركيزا ، في حين يعكس فقد الجلايكوجين في الألياف من النوع الأول قدرا كبيرا من مشاركة هذه الوحدة الحركية في نشاط التمرينات الرياضية التي تم أداؤها.ولأنه من المعتقد أنه أثناء التمرينات الرياضية المتزايدة فان تجديد الوحدة الحركية تنقل من التجديد الأول للوحدات الحركية الصغيرة (الألياف من النوع الأول) إلى وحدات حركية سريعة الانقباض .

- المضادروالمراجع :

1- ابو العلاء عبد الفتاح، فسيولوجيا التدريب والرياضة . القاهرة : دار الفكر العربي . 2003

2- حالد الكبسي ، الكيمياء الحيوية العلوم الطبية الساعدة . عمان : دار وائل للنشر.2002

3- ريتا زكي حمارنة ، الكيمياء الحيوية . عمان : دار الفكر ناشرون وموزعون .2007

4- سميعة حليل محمد أمين ، مبادئ الفسيولوجيا الرياضية . بغداد.2008

5- نبيل عامر ، الكيمياء الحيوية. عمان: دار الفكر، 2010

6- هاشم عدنان الكيلاني: الاسس الفسيولوجيا للتدريبات الرياضية،ط1: الامارات، مكتبة الفلاح،2000

7- نديم المصري: الرياضة والغذاء قبل الطيب والدواء، ط1، بيروت، دار الفكر المعاصر، 2001.

8- محمد محمد الحمامي: الموصل التغذية والصحة للحياة والرياضة, ط1, القاهرة, مركز الكتاب للنشر والتوزيع, 2000م

9- قاسم حسن حسين: الفسيولوجيا وتطبيقاتها في المجال الرياضي:(، دار الحكمة، 1990.

10- عائشة عبد الولى السيد: الأسس العلمية لتغذية الرياضيين وغير الرياضيين، ط1:(القاهرة، الدار العربية للنشر والتوزيع، 2000 .

11- عائد فضل ملحم: الطب الرياضي والفسيولوجي قضايا ومشكلات معاصرة، ط1: (أربد، الأردن، دار الكندي للنشر والتوزيع، 1999.

12- عادل علي حسن : الرياضة والصحة، ط1: (الإسكندرية، منشئة المعارف، 1995.

13- عادل حلمي علي: تعويض السوائل خلال تدريبات التحمل تطبيقات عملية، نشرة العاب القوى، الاتحاد الدولي لألعاب القوى للهواة مركز التنمية الاقلمي، القاهرة، العدد التاسع والعشرون 2000م،

14- بهاء الدين إبراهيم سلامة؛ فسيولوجيا الرياضة والأداء البدني (لاكتات الدم)، ط1: القاهرة، دار الفكر العربي، 2000.

15- بهاء الدين إبراهيم سلامة: الصحة والتربية الصحية، ط1 ، القاهرة، دار الفكر العربي، 2001.

16- أيتنانين: برنامج غذائي متكامل ,ترجمة,خالد العامري، ط3 ، مصر، دار الفاروق للنشر والتوزيع، 2004.

17- احمد نصر الدين سيد: نظريات وتطبيق فسيولوجيا الرياضة ،ط1، القاهرة، دار الفكر العربي ،2003 .

18- أبوالعلا عبد الفتاح؛ الاستشفاء في المجال الرياضي، ط1:(القاهرة، دارا لفكر العربي، 1999

19-CandasV,Libertjp, Brand berger G, sagotjc, Amoros G, et al, Hydration during exercise Effects on thermal and cardio vascular adjustment: Eur. J.

20- ttps://uomustansiriyah.edu.iq/media/lectures/12/12_2016_04_04!09_34_35_AM.docx