جَامعة
المَنارة
MANARA UNIVERSITY

الفصل الثاني
Chapter II

الكربوهيدرات
Carbohydrates

لطلاب السنة الأولى - طب الأسنان

الدكتورة سوسن يوسف سعد

1 مبادئ أولية في الكيمياء الحيوية

2 الكربوهيدرات (السكريدات)

3

4

1-2- مقدّمة Foreword:

تتم في أوراق النبات أعظم عملية تصنيع في الطبيعة وهي عملية التصنيع الضوئي (Photosynthesis) التي تنتج فيها السكريات كسكر الغلوكوز من ثاني أوكسيد الكربون والماء. وتقوم صبغة الكلوروفيل بامتصاص الطاقة الضوئية اللازمة لعملية الاصطناع، يمكن للنبات بعد ذلك أن يربط آلاف الجزيئات من الغلوكوز لتكوين السيللوز الذي يشكل دعامات بناء الخلايا النباتية، ولتكوين النشاء الذي يتم تخزينه مصدراً للطاقة عند الحاجة وعند إنبات البذور. يؤدي النشاء وأحياناً السيللوز دور غذاء مهم للحيوانات حيث تحلله إلى غلوكوز تتم أكسدته إلى ثاني أوكسيد كربون وماء وينتج عن ذلك طاقة يستفيد منها الحيوان، أو قد تتم إعادة ربط جزيئات الغلوكوز وتخزين الناتج – الغليكوجين – في الكبد والعضلات لحين الحاجة. كما قد يتم تحويل الزيادة من الغلوكوز إلى دهن داخل الجسم، أو استخدام بعض نواتج تحلله في بناء مركبات حيوية مهمة للخلية كالأحماض النووية.

يتبع الغلوكوز والنشاء والسيللوز والغليكوجين مجموعة المواد العضوية الواسعة الانتشار في الطبيعة والمسماة بالكربوهيدرات. والكربوهيدرات تزود الإنسان ببعض أهم ضروريات الحياة من غذاء وكساء ومأوى – سيللوز وخشب ومشتقاتهما – كما أنّ أحد أهم مستلزمات الحضارة وهو الورق يتكون أساساً من السيللوز.

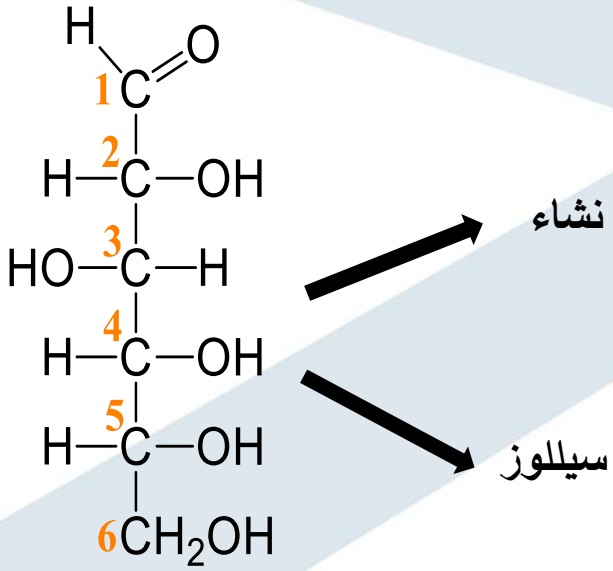
تصنيع السكريات في الطبيعة:

يتم تصنيع السكريات في النباتات بواسطة عملية التركيب الضوئي Photosynthesise، بوجود ضوء الشمس (كمصدر للطاقة) والماء وغاز **CO2** واليخضور

أشعة الشمس

$$CO2 + H2O \longrightarrow C6H12O6$$

فيتم تصنيع الغلوكوز Glucose سكر العنب (سكر الدم) وهو أهم السكاريدات في الطبيعة



من هنا تبزغ أهمّية النباتات من خلال تزويد الهواء بالأوكسجين الضروري للتنفس وصنع السكريات إذ أن كل النباتات تحوي سكريات بنسب متفاوتة وهذا ما يفسّر الطعم الحلو لبعض النباتات.

كيف يحصل الإنسان على السكريدات ؟

السكريات أكثر الجزيئات البيولوجية وفرة، وتوجد في مختلف أنواع الأغذية (فواكه، خضراوات، حبوب، بقوليات، رز، خبز بأنواعه) بنسب متفاوتة، ومن خلال استهلاك هذه الأغذية يحصل الإنسان على حاجته من السكريات.

كيف يؤمّن الجسم حاجته من السكريات عند عدم توفّر الغذاء؟

يمكن للعضوية اصطناع السكريات تبعاً لحاجة الجسم (في حال نقصها في الغذاء اليومي)

السبيل الأول
غلوكوجينيسيز
(Glucogenesise)

استحداث السكريات من مركبات سكريدية:

يمكن تصنيع كل السكريات من سكريات أدنى منها كاستحداث السكر الرباعي (التتروز) من السكر الثلاثي (التريوز)، أو استحداث الغلوكوز من السكريات الثلاثية.

السبيل الثاني
غلوكونيوجينيسيز
(Gluconeogenesise

استحداث السكريات من مركبات غير سكرية:

حيث يمكن أن يتم بناء السكر بدءاً من مواد أخرى كالبروتينات والدسم

أين توجد السكريات في جسم الإنسان؟

1- في النسج والعضلات: غالباً ما تكون مرتبطة مع مركبات أخرى:

- مع البروتينات بشكل سكريات بروتينية Proteoglycon.
- مع الليبيدات بشكل سكريات ليبيدية Lipopolysaccharides.

- يتميّز النسيج العصبي بكونه غني بالسكريات، ويتميّز النسيج العضلي بكونه غني بالبروتينات، أما النسيج الشحمي فيتميّز بكونه غني بالدسم (الليبيدات).
- أكثر عديدات السكريد تواجداً في الأنسجة والأعضاء هو الغليكوجين Glycogen ويوجد بشكل أساسي في الكبد والعضلات.

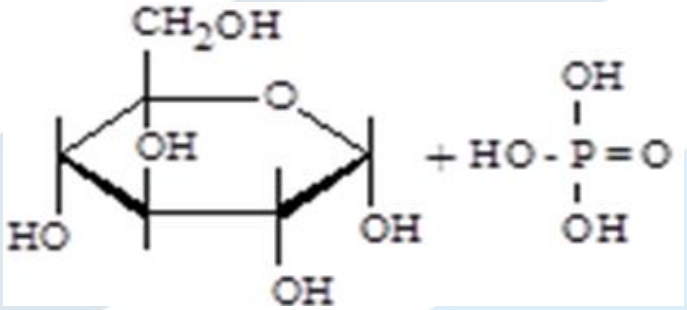
- يتم تخزين الغليكوجين في الكبد من أجل الحفاظ على مستوى سكر الدم.
- يتم تخزين الغليكوجين في العضلات من أجل تخزين الطاقة وللتآزر مع بروتينات العضلات.

2- في الأغشية الخلوية:

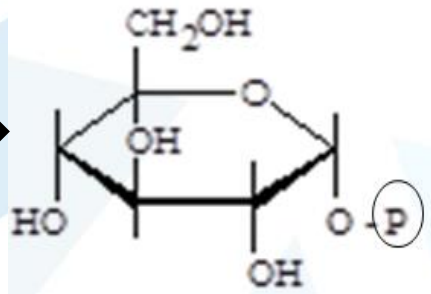
توجد السكريات على سطح الأغشية الخلوية مرتبطة مع مركبات أخرى كالبروتينات والليبيدات، لتشكل المعطف الخلوي السكري.

3- في الدوران: أكثر السكريدات تواجداً في الدوران هي السكريدات الأحادية غير مفسفرة بشكل أساسي الغلوكوز (سكر الدم) وبشكل ثانوي الفركتور والغالاكتوز.

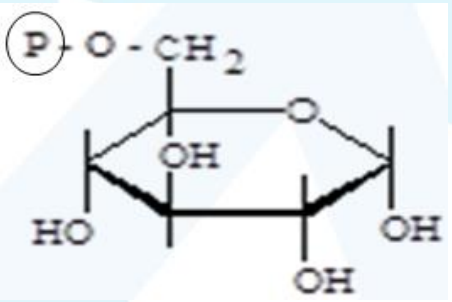
- الغلوكوز والفركتوز والغالاكتوز هي السكريات الأكثر تواجداً في الدوران، ولكنها تنتقل إلى الأنسجة عندما يكون النسيج بحاجة للطاقة، فتعبر السكريات الغشاء الخلوي للخلايا عبر نواقل خاصّة تدعى ناقلات الغلوكوز (GLUT) Glucose Transports ليتم فسفرتها داخل الخلية ومن ثمّ استقلابها بالآلية التي تختارها الخليّة. إذ لا يمكن للخلية أن تستفيد من السكريات وتحافظ عليها داخلها دون فسفرتها.
- الغلوكوز أهم السكاكر الأحادية (سكر الدوران) والمصدر الأساسي للطاقة في الجسم.
- الفركتوز هو السكر الأحادي الأكثر حلاوة، ويوجد في السائل المنوي لتغذية النطاف



α–D–غلوكوبيرانوز حمض الفوسفور



α–D–غلوكوبيرانوز – 1 –فوسفات



α–D–غلوكوبيرانوز – 6 –فوسفات

الأهمية الكيميائية الحيوية للسكريات

1- مصدر للطاقة:

- تكمن الأهمية الكبرى للسكريات في كونها المصدر الأساسي للطاقة عند الإنسان.
- إذ أن استخدامها كمصدر طاقي يعدّ الأسهل والأسرع والأقل ضرراً داخل الخلية الحيّة، كما أنّ مسالك هدم الدسم أصعب من مسالك هدم السكريات (على الرغم من كمية الطاقة الكبيرة الناتجة عن حرق الدسم)

في حالة الراحة: الجسم يستخدم الدسم كمصدر للطاقة

في حالة الجهد: الجسم يستخدم السكريات كمصدر للطاقة (لسهولة استقلابها)

2- مركبات وظيفية، تخزينية، دعامية، ووقائية:

- وحدات بنائية (Structural Units) تدخل في تركيب البنى تحت الخلوية وتعد المركب الثالث الذي يدخل في تركيب الغشاء الخلوي والأنسجة (لا سيما العصبية منها على وجه التحديد)، وكمثال عن البناء الخلوي نورد أيضاً: السيليلوز يدخل في تركيب ألياف النباتات، والكيتين يعد المكون الأساسي لقشرة الحشرات ومفصليات الأرجل.

السيللوز (عديد سكريد متجانس) والكيتين (عديد سكريد غير متجانس)

الأهمية الكيميائية الحيوية للسكريات:

لها دور في عملية التركيب والبناء الخلوي سواء عند الإنسان أو غيره، إذ أنها تدخل في تركيب الكثير من المواد المهمة بيولوجياً عند الإنسان مثل:

الحموض النووية

حيث يدخل في تركيب النكليوتيدات سكر خماسي هو الريبوز (في RNA)

والريبوز منقوص الأكسجين (في DNA)

عوامل التخثّر والهرمونات

علماً أن الهرمونات غير مكونة من سكريات فقط،

إنما المقصود هو الهرمونات البروتينية السكرية

3- نقل العديد من المركبات: تفيد السكريات في نقل العديد من الجزيئات غير القابلة للانحلال في الماء (كالليبيدات)، من خلال ارتباطها بهذه الجزيئات، بفضل خاصية انحلالها في الماء .

فمثلاً: تتمكن الليبيدات من الانتقال في الدوران بسهولة من خلال ارتباطها مع السكريات على شكل

(غليكوليبيدات / الدسم السكرية / Glycolipids)

4- التعرّف الخلوي:

- بما أنّ السكريدات تدخل في تركيب الكثير من الخلايا، فهي تؤدي دوراً أساسياً في التعرّف الخلوي.
- إذ يمكن التمييز بين النسج المختلفة عن طريق نسب الجزيئات فيها (مثلاً النسيج العصبي هو الأكثر غنى بالسكريات)
- ولذلك أهمية كبيرة في الطب الشرعي للتعرف على نسج الجثث فاقدة المعالم نتيجة الحوادث المختلفة (لا سيما الحوادث المشوهة للرأس).
- حيث يمكن التعرف على هذه الخلايا بواسطة سكريات موجودة على سطحها (لا سيما البروتينات السكرية).

مثال: تحمل كريات الدم الحمراء مستضدات تتكون بشكل أساسي من السكريات وبشكل ثانوي من الليبيدات

السكر الأساسي الداخل في تركيب الزمر الدموية هو:

سكر الفركتوز بالإضافة إلى الغالاكتوز و N- أستيل غالاكتوزأمين

أغلب أنواع المستضدات الخلوية هي مركبات بروتينية بشكل أساسي، ولكن يوجد أنواع أخرى كمستضدات خلايا الدم الحمراء (سكر الفركتوز والغالاكتوز و N- غالاكتوز أمين)

5- لها علاقة بالصحة والمرض:

بمقدار ما تكون السكريات هامة للصحة بمقدار ما يكون اختلال نسبتها في الجسم سبباً للعديد من الأمراض

الآلية الإمراضية للسكريات ترتبط بـ:

انخفاض نسبتها في الجسم

له تأثير ضار على الخلايا (لا سيما الخلايا العصبية والدماغ كونه يعتمد على السكريات كمصدر رئيسي للطاقة)، وزيادة خطر الإصابة بفقر الدم

ارتفاع نسبتها في الجسم

يسبب (داء السكري من النمط الثاني)، كما أن قسماً من هذا الفائض سيتحول إلى دهون تسبب البدانة (علماً أن السبب الأساسي للإصابة بداء السكري هو خلل في استقلاب السكريات

من الأمراض الوراثية المرتبطة بالسكريات مرض عدم تحمّل اللاكتوز الوراثي عند حديثي الولادة وهو ناتج عن عوز إنزيم اللاكتاز الذي يفكك سكر اللاكتوز

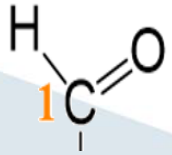
6- تساهم في إزالة السمية من البدن اعتماداً على خاصية الأكسدة.

أمثلة عن تواجد السكريات في البيئة والعضوية:

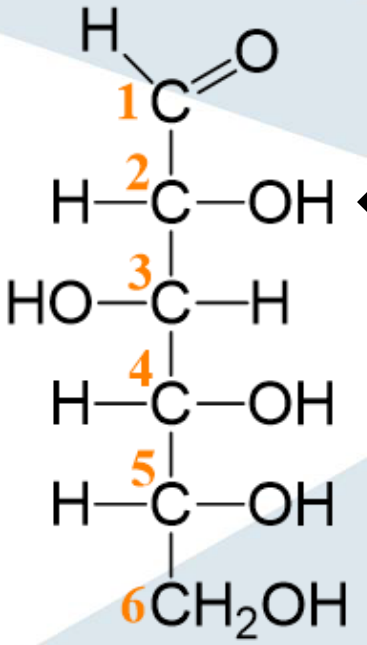
- تتبلمر جزيئات الغلوكوز لتعطي السيللوز الذي يشكل هيكل الخلية النباتية، وهو ذو أهمية طبية لدى الإنسان؛ حيث أن السيللوز عبارة عن سلسلة من جزيئات الغلوكوز المرتبطة معاً بروابط من النوع بيتا، ولا يمكن للإنسان تفكيكها لأنه لا يمتلك الإنزيم المفكك لهذه الروابط. وبالتالي لا يمكن هضمه عند الإنسان، ويساعد ذلك على تشكيل الكتلة البرازية ويحمي من الإمساك. لذا ينصح الأطباء بالإكثار من تناول الألياف النباتية كأوراق الخس والملفوف والسبانخ.....وغيرها.
- تتواجد عديدات السكريد غير المتجانسة في الغضاريف والمفاصل كمفصل الركبة والأقراص بين الفقرات.

الهدف من دراسة السكريات:

معرفة التركيب الكيميائي الحيوي وبالتالي معرفة كيفية الهضم والاستقلاب، مما يفيدنا في معرفة الاستقلاب الصحيح والخاطئ لهذه المركبات وبالتالي تشخيص الأمراض المتعلقة بالسكريات وعلى رأسها مرض السكري الشبابي والكهلي وعدم تحمل الغالاكتوز الوراثي الذي يظهر بشكل أساسي عند الأطفال



ألدهيد



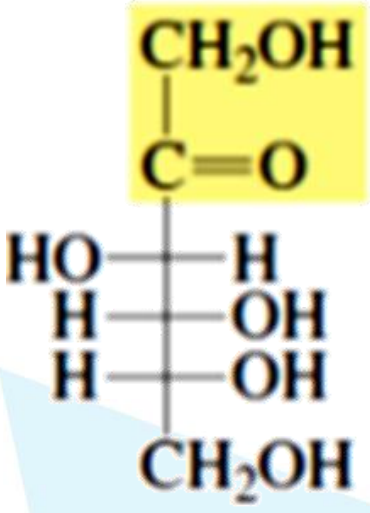
هيدروكسيل غليكوزيدي

هيدروكسيل غولي

غلوكوز –D

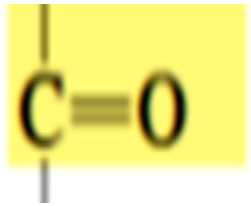
غلوكوز –D – α

هكسو ألدوز



D-fructose

2



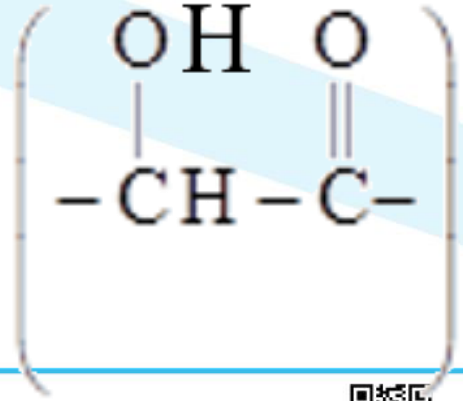
كيتون

هيدروكسيل غولي

فركتوز -D

فركتوز -D -β

هكسوكيتوز



تعرف الكربوهيدرات: بأنّها مشتقات ألدهيدية أو كيتونية لكحولات عديدة الهيدروكسيل أو بأنّها المركبات التي تعطي هذه المشتقات بالتحلل المائي

الزمرة الوظيفية: هي مجموعة من ذرات وروابط محدّدة تشكل جزءاً من السلسلة الهيدروكربونية، وتعطي للمركب سلوكاً كيميائياً خاصاً به (فالألدوزات لها خواص كيميائية مختلفة عن الكيتوزات)

تتشابه جميع السكريات باحتوائها على زمرة كربونيلية واحدة وأكثر من زمرة هيدروكسيلية، ولكن تختلف في موضع زمرة الكربونيل في السلسلة وعدد زمر الهيدروكسيل (كلما كان عدد زمر الهيدروكسيل أكثر كان السكر أكبر حجماً أو كمّاً)

من أين أتت تسمية كربوهيدرات؟

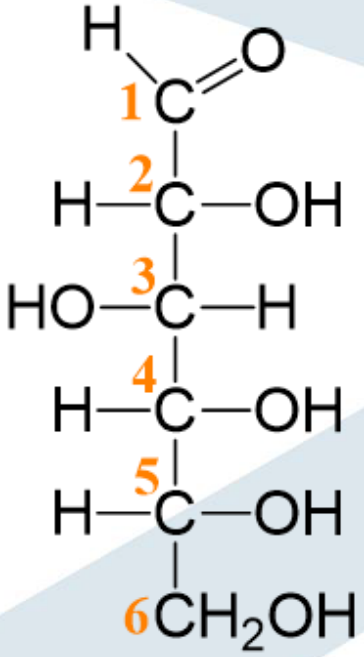
ترجع تسمية الكربوهيدرات – أي مائيات الفحم – إلى اعتقاد قديم مفاده أن تلك المركبات تحتوي دوماً بالإضافة إلى الكربون على الأوكسجين والهيدروجين بنسبة وجودهما في الماء أي أن صيغتها العامة $(CH_2O)_n$ وقد ثبت خطأ هذا الاعتقاد فيما بعد

فلحمض اللاكتيك مثلاً الصيغة الإجمالية $C_3H_6O_3$ ولكنه مركب غير كربوهيدراتي، في حين صيغة سكر الريبوز منقوص الأوكسجين (Deoxy Ribose) $C_5H_{10}O_4$ وهو مادة كربوهيدراتية موجودة في جميع الخلايا الحية.

للقاعدة شواذ | **$Cn(H_2O)n$** | **$(CH_2O)n$**

$C_3H_6O_3$ حمض اللاكتيك

$C_5H_{10}O_4$ سكر الرايبوز منقوص الأوكسجين



α -D- غلوكوز

حيث $n \geq 3$

الكربون C (كربو) + **الماء H_2O (هيدرات)** = **السكريات $Cn(H_2O)n$ (كربوهيدرات)**

- توجد ذرات الكربون والهيدروجين والأوكسجين في بنية الكربوهيدرات بنسبة **(C:H:O = 1:2:1)**
- السكريات (الكربوهيدرات أو الأوزيدات) هي الفئة الأكثر توافراً بين الجزيئات الكيميائية الحيوية.
- السكريات مركبات واسعة الانتشار في كل النسج الحيوانية والنباتية.

إذا علمنا أنّ دواء ما يحتوي على كربون وهيدروجين وأوكسجين بالنسبة السابقة، استطعنا معرفة أنه مركب سكريدي واستطعنا بذلك استنتاج الخصائص المتعلقة بهذا الدواء كالانحلال في الماء والقابلية للأكسدة والإرجاع

تصنيف السكريدات حسب الخاصية الفراغية (التماكب)

عدد المماكبات الضوئية (Z) للسكريات (الإيزوميرات Isomers)

$$Z = 2^{n}$$

تمثل n: عدد ذرات الكربون اللاتناظرية (الفعالة ضوئياً) (الكيرالية)

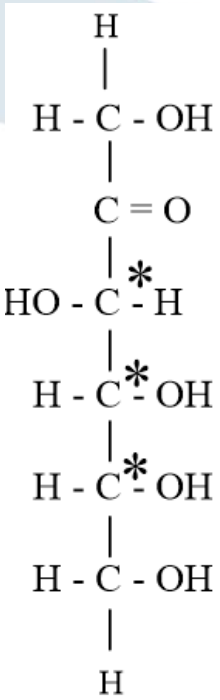
ذرة الكربون الكيرالية (اللامتناظرة) Asymmetric: تعود تسميتها بالكيرالية نسبة إلى كلمة كيرال والتي تعني الكرسي، إذ شبهت شكلياً به

- وجود ذرة الكربون غير المتناظرة يجعل المركب فعالاً ضوئياً ومتخايلاً، أي أن له مركباً شبيهاً (مماكباً)، لكنه يختلف عنه في التوضع الفراغي (يشبه خيال المركب في المرآة).

- جميع السكريات الأحادية لها مركز كيرالي واحد على الأقل باستثناء سكر ثنائي هيدروكسي أسيتون مفسفر.

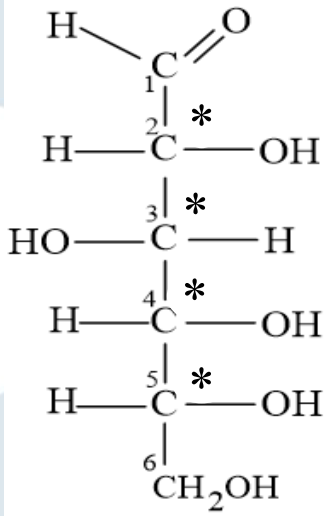
الغلوكوز والفركتوز والمانوز والغالاكتوز هي إيزوميرات فيما بينها، جميعها تمتلك الصيغة $C_6H_{12}O_6$ لكنها تختلف في الشكل الفراغي.

$$Z = 2^n$$



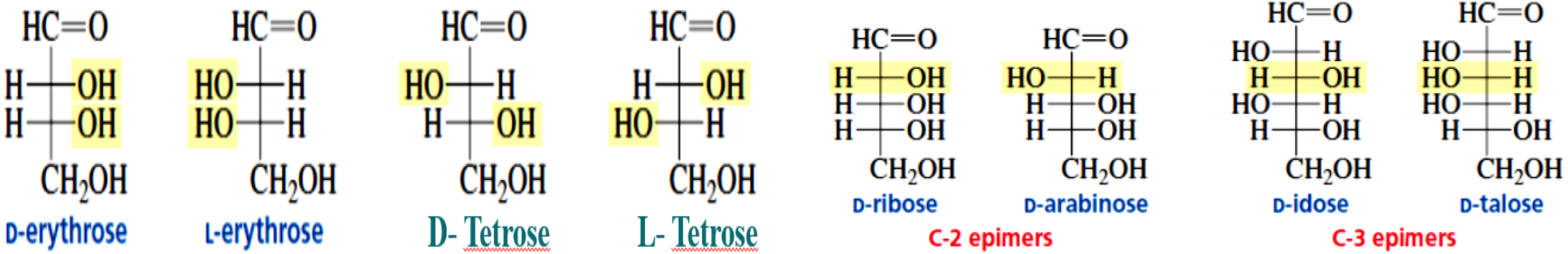
فركتوز –D –β

$Z = 2^3 = 2 \times 2 \times 2 = 8$



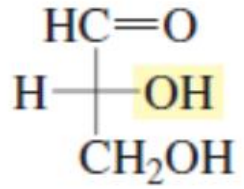
غلوكوز –D- α

$Z = 2^4 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 16$

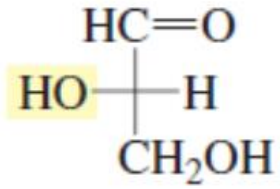


يُسمّى المركبان الفراغيان المتشابهان بالتركيب والمختلفان فقط بتوضّع مجموعة هيدروكسيل واحدة على ذرة كربون كيرالية بالإيبيمير؛ فنقول أن المركب الأول إيبيمير للمركب الثاني

الذرات الإيبيميرية: هي ذرات الكربون الكيرالية التي يحدث حولها التماكب الفراغي، حيث أن المماكب (الإيبيمير) يختلف عن الآخر بالتوضع الفراغي لـ OH و H حول ذرة كربون إيبيميرية واحدة فقط.



(*R*)-(+)-glyceraldehyde



(*S*)-(−)-glyceraldehyde

يُسمى هذان المركبان الفعالان ضوئياً والذي يكون أحدهما خيالاً للآخر في المرآة الإيناتيوميران

يحوي جسم الإنسان جميع أنواع السكريات وجميع مماكباتها

تصنيف السكريات حسب قدرتها على حرف (تدوير) الضوء المستقطب

يؤدي مرور شعاع ضوئي في مركب سكريدي إلى انحراف هذا الشعاع (تدويره) بزاوية محددة وهذا ما يدعى التدوير البصري (Optical Rotation).

- إن وجود ذرات الكربون اللامتناظرة في مركب ما يمنح المركب السكريدي الفعالية الضوئية Optical Activity.
- يمكن أن يكون هذا الانحراف نحو اليمين أو نحو اليسار، فإن كان هذا الانحراف:

نحو اليمين: نسميه ميمناً (Dextro – rotary) ويرمز له (+)

نحو اليسار: نسميه ميسراً (Levorotary) ويرمز له (-)

والواحد منهما هو خيال للآخر بالنسبة للمرآة وهذا هو مفهوم التماكب البصري.

يختلف التماكب البصري عن التماكب الهندسي الفراغي، فالسكر يمكنه أن يكون L(+) أو L(-) أو D(+) أو D(-)

التصنيف العالمي للسكريات حسب البنية

جَـامعة المَـنارة

السكريات الأحادية
(Monosaccharides)

السكريات قليلة التعدد
Oligosaccharides

السكر يات المرتبطة
Glycocongugates

متعددات السكريات
Polysaccharides

السكريات الأحادية (Monosaccharides) أو السكريات البسيطة (Simple Sugaer):

- تتألف من جزيئة واحدة من السكر وتعد أبسط أنواع السكريات.
- تسمى بالسكريات البسيطة لأنه لا يمكن تحللها مائياً إلى وحدات أصغر. ولكن يمكن أن تتحول إلى مركبات أخرى غير سكرية.
- يمكن الحصول عليها من مركبات أخرى غير سكرية بشرط توافر الهيدروكسيل OH والكربون C.
- تدخل في تكوين الأنواع الأخرى من قليلات وعديدات السكريد.

أهمها:

- **سكريات ألدهيدية:** الغلوكوز Glucose – الغالاكتوز Galactose – المانوز Manose – الريبوز Ribose.
- **سكريات كيتونية:** الفركتوز Fructose.

تشترك هذه السكريات في الصيغة العامة

$(CH_2O)_n$ حيث $n \geq 3$

تصنيفها حسب عدد ذرات الكربون:

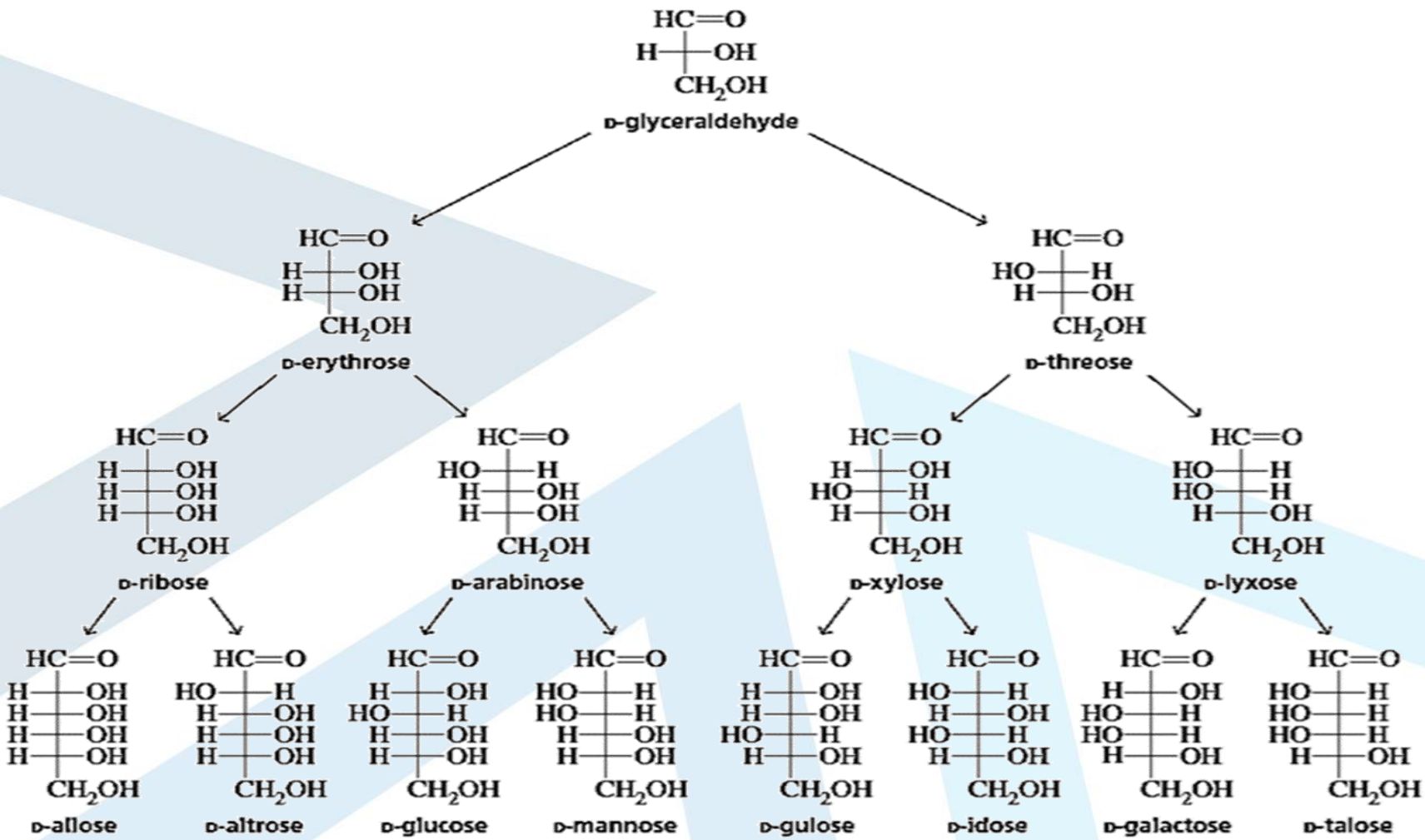
(سكريات ثلاثية ترايوزات: Trioses) أي تحتوي على ثلاث ذرات كربون. ورباعية (تتروزات: Tetroses). وخماسية (بنتوزات: Pentoses).

وسداسية (هكسوزات: Hexoses)، وسباعية (هبتوزات: Heptoses). وثمانية (أوكتوزات: Octoses)
الهبتوزات هي الأقل شيوعاً عند الإنسان

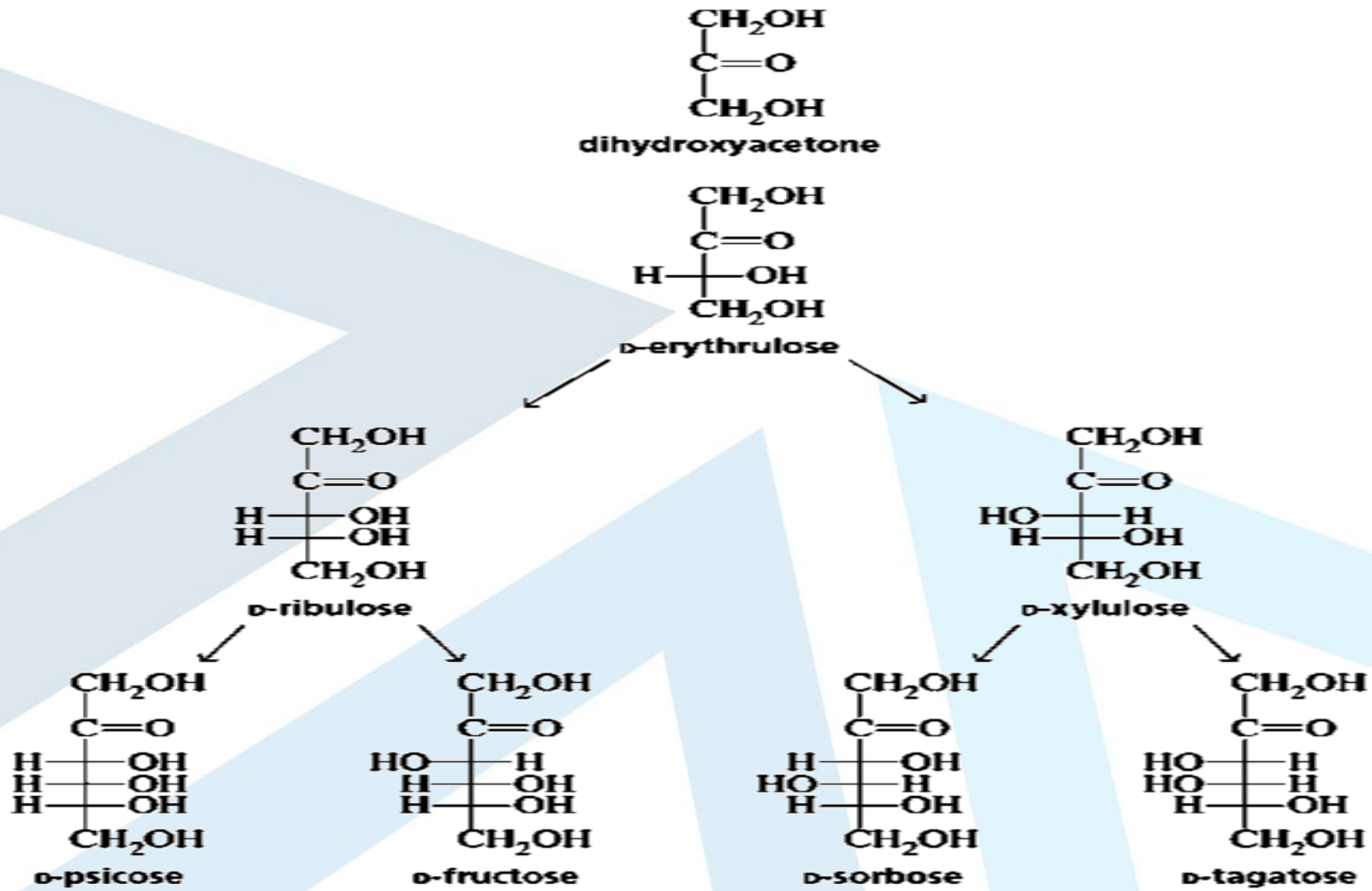
السكريات الثلاثية (التريوزات Trioses):
- لا توجد في الطبيعة بشكل حر وإنما تتشكل في العضية خلال العمليات الاستقلابية. صيغتها العامة **C3H6O3**
- تكمن أهميتها الاستقلابية من كونها جزء من مسار تحلل الغلوكوز Glucose .
- أكثر السكريات الثلاثية وجوداً في جسم الإنسان

الغليسر ألدهيد (سكر ألدوزي) ثنائي هيدروكسي أسيتون (سكر كيتوزي)

مخطط الألدوزات



مخطط الكيتوزات

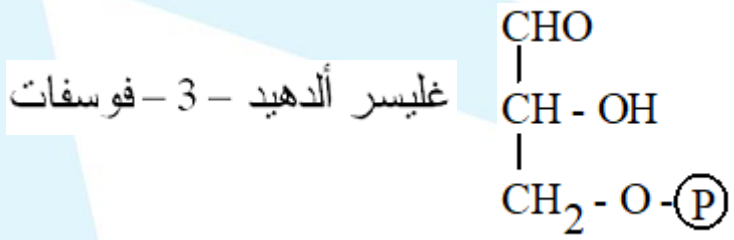


السكريات الأحادية (Monosaccharides) أو السكريات البسيطة (Simple Sugaer):

أبسط السكريات الأحادية

أبسط السكريات الألدهيدية: الغليسر ألدهيد

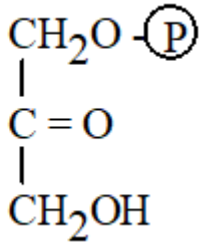
- لا يمكن للعضوية تخزينه بهذا الشكل بل يتم الحفاظ عليه مفسفراً على شكل: غليسر ألدهيد – 3 – فوسفات
- عند الحاجة إلى طاقة يتابع في مسار تحلل الغلوكوز حتى الوصول إلى حمض البيروفيك والحصول على طاقة



غليسر ألدهيد – 3 – فوسفات

أبسط السكريات الكيتونية: ثنائي هيدروكسي أسيتون

- يتم تخزينه والاستفادة منه بشكل مفسفر (ثنائي هيدروكسي أسيتون فوسفات.
- يتحول بواسطة الإيزوميراز إلى الغليسر ألدهيد متابعاً مسار تحلل الغلوكوز



ثنائي هيدروكسي أسيتون فوسفات

السكريات الخماسية:

- أهم أحاديات السكريد الخماسية الألدوزية عند الإنسان هي: الريبوز والأكسيلوز والأرابينوز والليكسوز
- أهم أحاديات السكريد الخماسية الكيتوزية عند الإنسان هما: الريبولوز والأكسيلولوز (الزايلولوز)

بما أن الريبوز والريبوز منقوص الأوكسجين يدخلان في تركيب DNA و RNA فإن لهما أهمية كبيرة في تركيب البروتين وانتقال المعلومات الوراثية عبر الأجيال

- سكر الأرابينوز D- Arabinose : يدخل في تركيب البروتينات السكرية ويمتاز بأنه لا يتخمّر بواسطة الإنزيمات
- سكر الأكسيلوز (الزيلوز) D- Xylose: سكر خماسي ألدوزي يدخل في تركيب عديدات السكاريد المخاطية وله استخدامات واسعة في الصناعات الغذائية.
- سكر الريبولوز D- Ribulose: سكر كيتوزي له دور أساسي في مسار البنتوز أحادي الفوسفات.
- سكر الأكسيلولوز D- Xylolose: سكر خماسي كيتوزي.
- سكر الليكسوز D- Lyxose سكر خماسي ألدوزي هام للعضلة القلبية.

أهم أحاديات السكريد السداسية عند الإنسان:

الغلوكوز نسبته في الدوران 90% بينما يشكل الفركتوز والغالاكتوز 10% فقط، ويتحول الأخيران ضمن مسار استقلابي خاص إلى غلوكوز، وهو سبيل استحداث السكر من المركبات السكرية (غلوكوجينيسيز Glucogenesis)

- الغلوكوز أهم السكريات الأحادية (سكر الدوران) والمصدر الأساسي للطاقة في الجسم.
- الفركتوز هو السكر الأحادي الأكثر حلاوة ويوجد في السائل المنوي لتغذية النطاف.

قليلات السكريد Oligosaccharides:

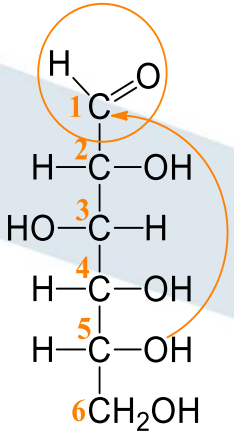
- تتألف من 2- 10 جزيئات من السكريدات الأحادية البسيطة، حيث ترتبط مع بعضها بروابط غليكوزيدية (سكرية).
- يتم ارتباط جزيئتي السكاريد الأحادي بتفاعل التكاثف عن طريق نزع جزيئة ماء.
- حسب عدد جزيئات السكاريد الأحادي الداخلة في تركيب قليل السكريد نقول أنه:

قليل سكريد ثنائي: مؤلف من اتحاد جزيئتين من السكريات الأحادية.

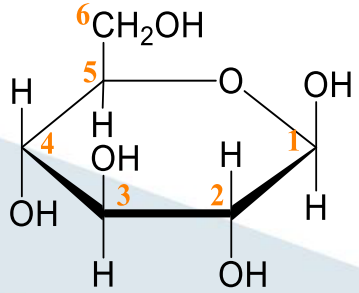
- **السكروز (سكر القصب):** غلوكوز + فركتوز
- **المالتوز (المالتوز (سكر الشعير):** غلوكوز + غلوكوز
- **اللاكتوز (سكر الحليب):** غلوكوز + غالاكتوز

قليل سكريد ثلاثي: مؤلف من اتحاد ثلاث جزيئات من السكريات الأحادية.

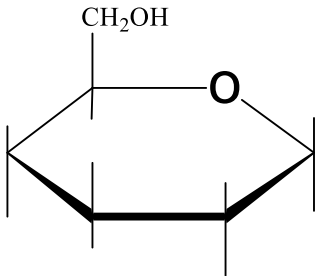
تتواجد قليلات السكاريد الثنائية في الغذاء فقط، وعند تناولها تبقى بشكل مؤقت في المعدة والجهاز الهضمي حتى تتفكك، ولا تتواجد بشكل كبير في الدوران إلا في بعض الحالات المرضية كالعوز الإنزيمي (عوز اللاكتاز)



صيغة فيشر

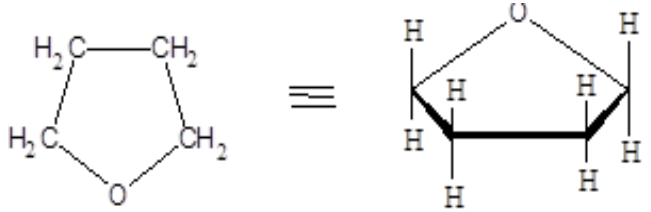


صيغة هيوارث

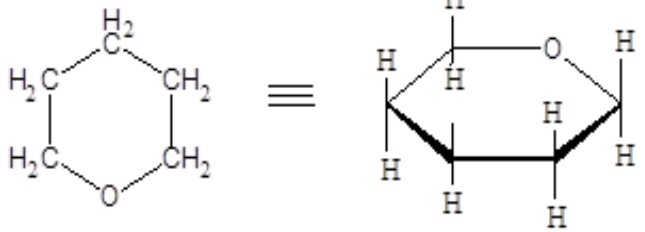


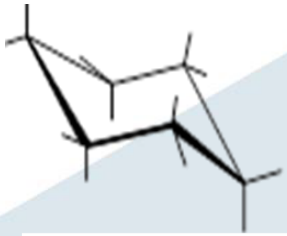
الهيكل الكربوني

رباعي هيدرو الفوران

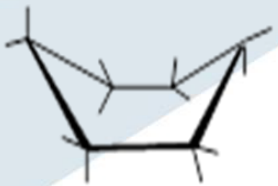


خماسي هيدرو البيران





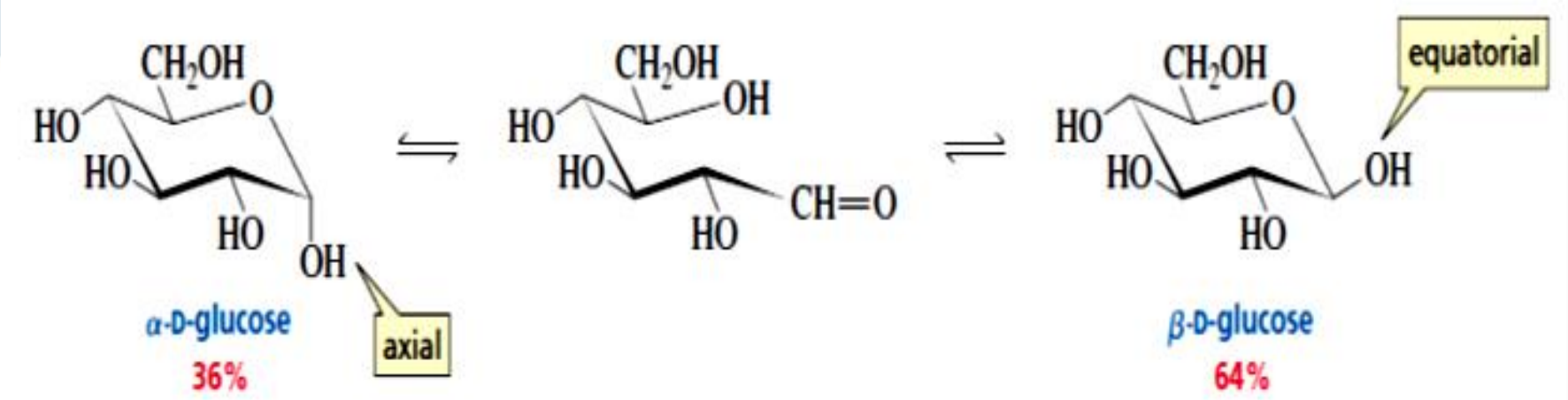
شكل الكرسي CHair



شكل القارب Boat

يتلخص اقتراح هاورث بإسقاط الحلقة عمودياً على مستوي الورقة وتُرسم الأضلاع السفلية بخط عريض للدلالة على وجود ذرات الكربون بينها أمام مستوي الورقة، ثمّ تُرسم الأضلاع الأخرى بخط رفيع للدلالة على وجود ذرات الكربون فيها خلف مستوي الورقة كما هو مبين في الأشكال السابقة

الدوران التلقائي



64 % غلوكوبيرانوز D− β	36 % غلوكوبيرانوز D− α

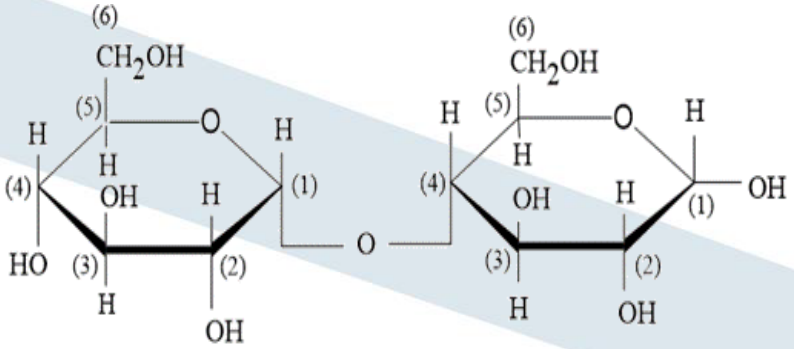
	الشكل α (مونومير α)	الشكل β (مونومير β)
درجة الانصهار	146	150
زاوية الدوران النوعي	+ 112.2	+ 18.7

جَـامعة
المَـنارة
MANARA UNIVERSITY

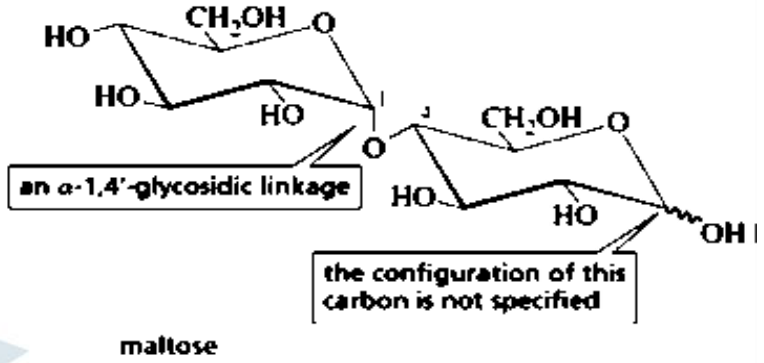
السكاكر قليلة التعدد

السكاكر الثنائية

المالتوز

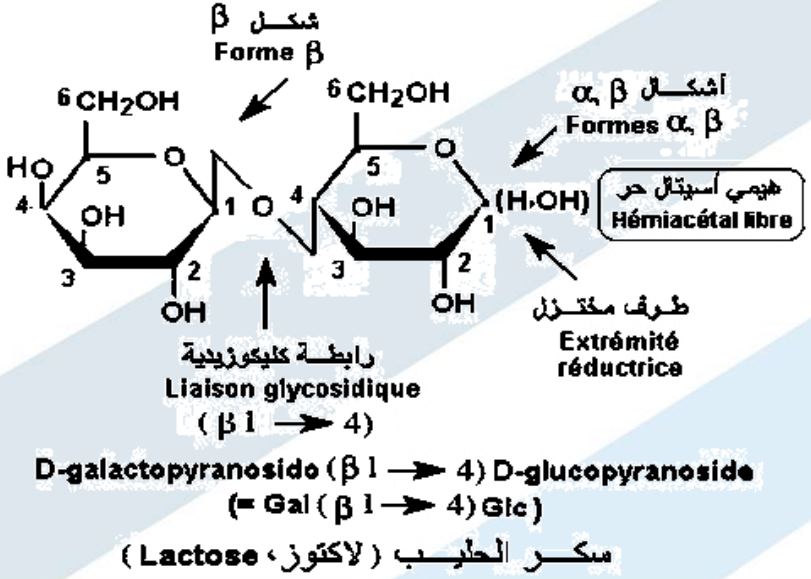


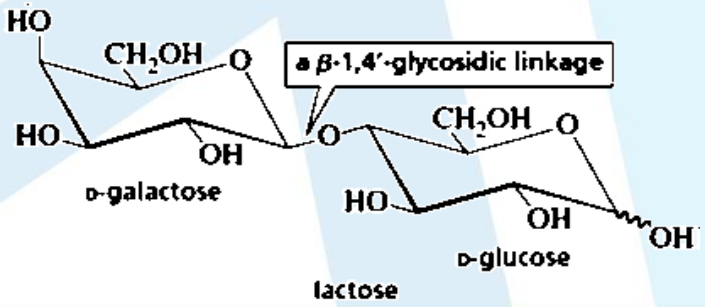
غلوكو بيرانوز – D – α غلوكو بيرانوز –D –α



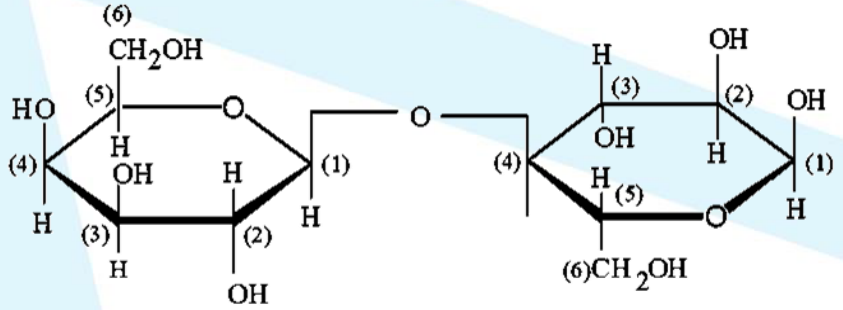
maltose

اللاكتوز





lactose

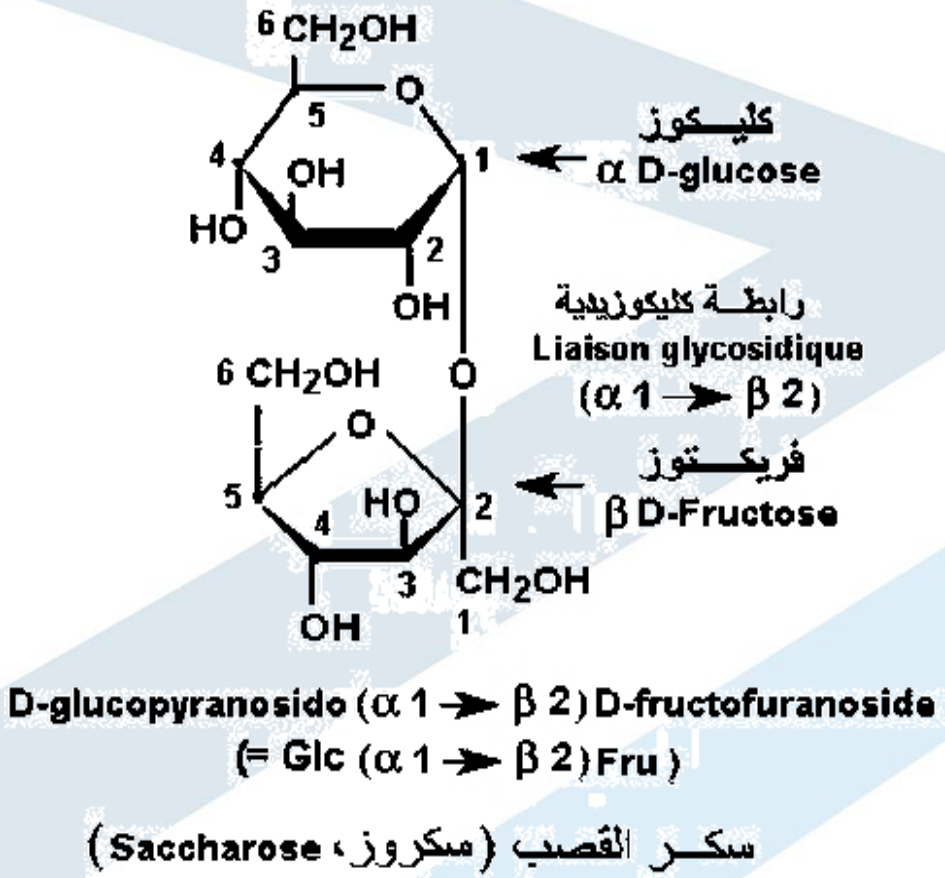


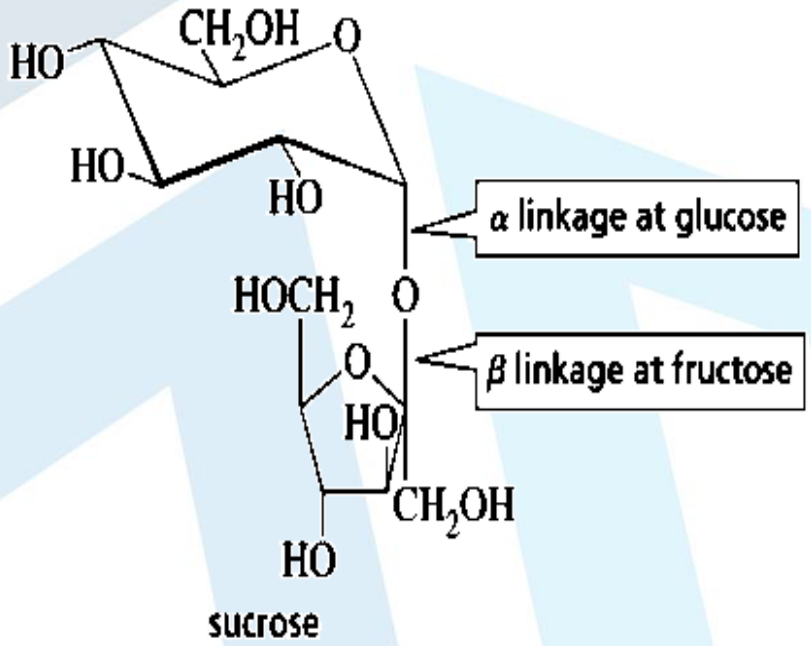
غالاكتوبيرانوز –D –β غلوكوبيرانوز –D –α

السكاكر قليلة التعدد

السكاكر الثنائية

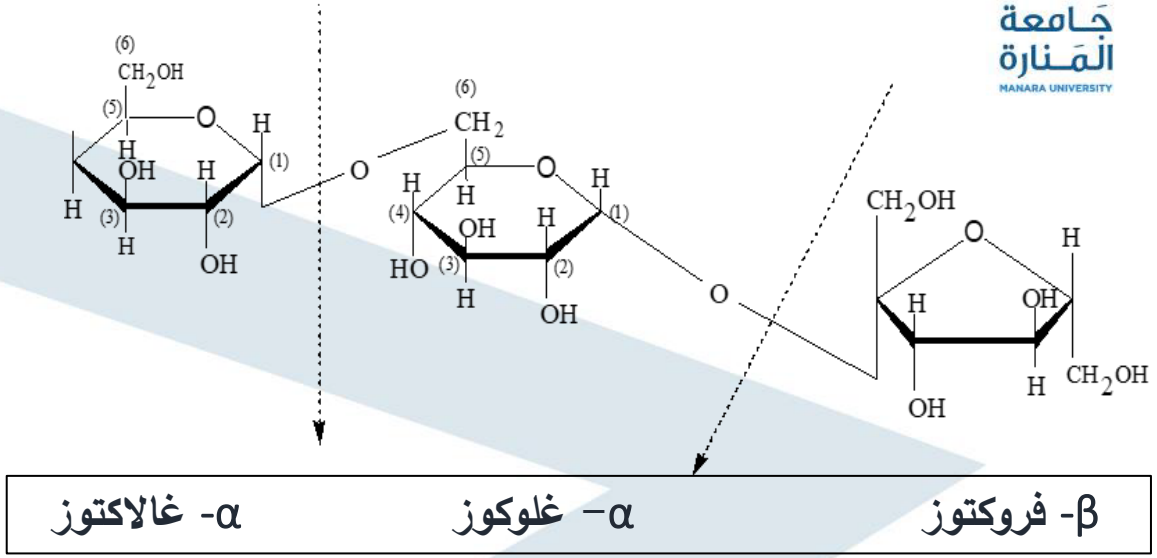
السكروز





السكريات الثلاثية

الرافينوز



β- فروكتوز　　α- غلوكوز　　α- غالاكتوز

عديدات السكريد – الغليكانات Poly Saccharides

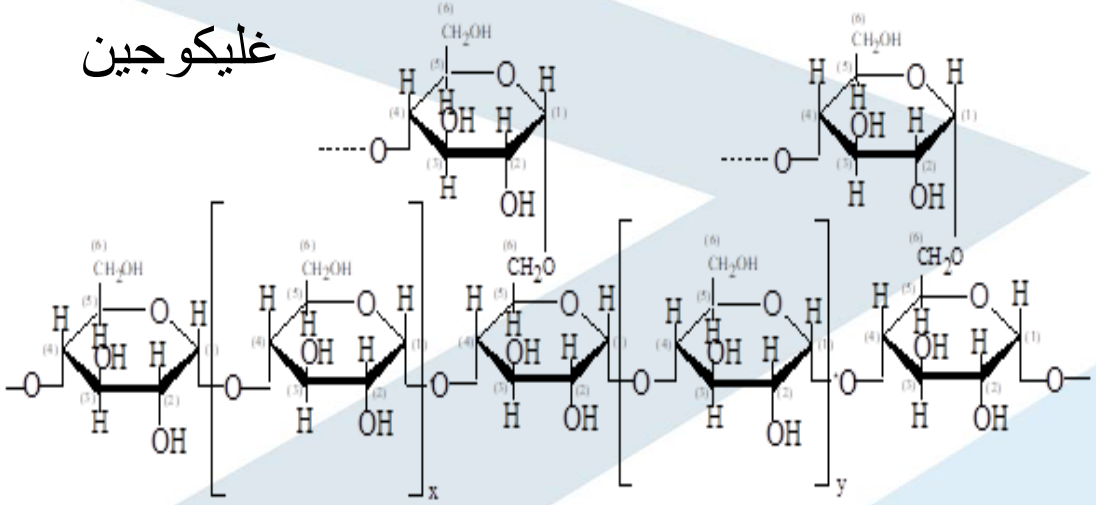
هي عبارة عن مركبات سكرية ذات وزن جزيئي مرتفع تعطي بالحلمهة عدداً كبيراً من جزيئات السكاكر الأحادية أو مشتقات ترتبط مع بعضها بروابط غليكوزيدية ناجمة عن نزع جزيئة ماء من زمرتي هيدروكسيل لسكرين متجاورين إحداهما غليكوزيدية دوماً

تتألف من أكثر من 10 جزيئات من السكريات الأحادية المرتيطة معاً بروابط غليكوزيدية

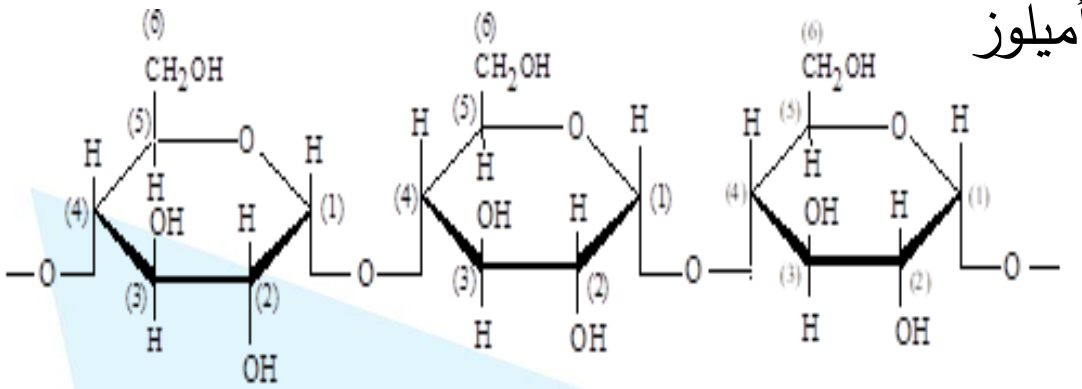
بحيث يبقى هناك جسر أكسجيني يربط جزيئات المونوزات على شكل سلسلة طويلة إما أن تكون:

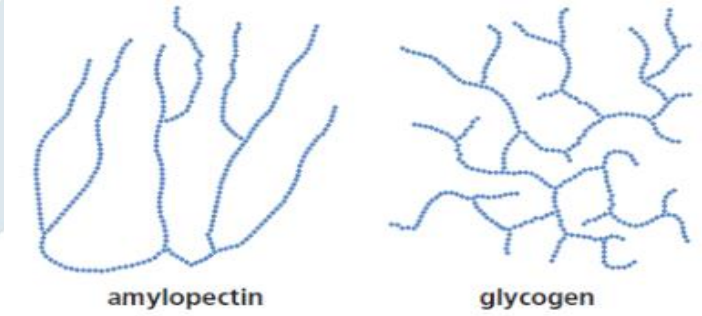
- مستقيمة غير متفرعة مثل: السيللوز
- متفرعة مثل: الغليكوجين والنشاء (أميلوز + أميلو بكتين)

غليكوجين

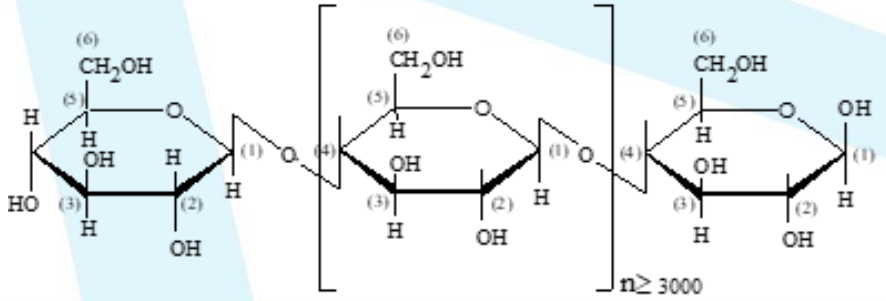


أميلوز





سيللوز



3- عديدات السكريد – الغليكانات Poly Saccharides

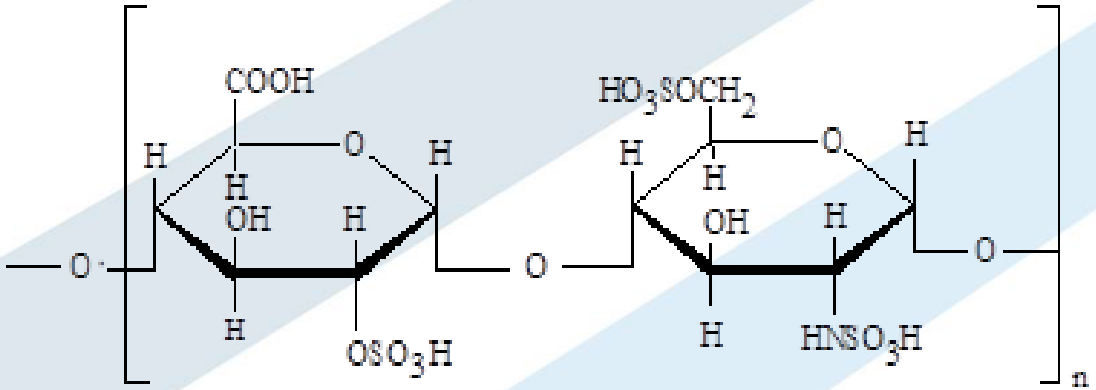
وقد تكون هذه السلاسل:

متجانسة Homogenic

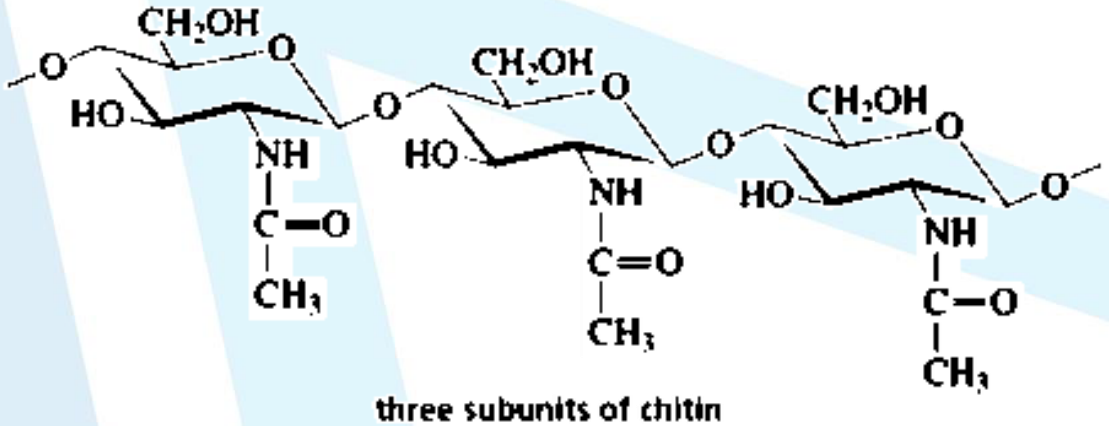
أي تتكون من نوع واحد من السكاريدات الأحادية مثل: الغليكوجين والنشاء والسيللوز

غير متجانسة Heterogenic

أي تتكون من أكثر من نوع واحد من السكاريدات الأحادية تدعى في هذه الحالة السكاريدات المرتبطة مثل: الكيتين وحمض الهيالورونيك والهيبارين



الهيبارين



3-عديدات السكريد – الغليكانات Poly Saccharides:

- الغليكوجين: عديد سكاريد متجانس يحوي أكثر من 10 جزيئات غلوكوز.
- الغليكوجين: هو عديد السكاريد الادخاري الأساسي للطاقة لدى الإنسان والحيوان والفطريات.
- يتواجد الغليكوجين في الدوران والأنسجة (ضمن الكبد والعضلات).
- السيللوز: يشكل الجزء الرئيسي في تكوين جدر وألياف الخلايا النباتية.
- النشاء: غذاء احتياطي للنباتات لكن تعتمد عليه الحيوانات أيضاً.

4- السكريدات المرتبطة Glycocongates:

- تدعى أيضاً بالسكريات المعقدة Complex Saccharides
- عبارة عن عديدات سكريد غير متجانسة مرتبطة مع مركبات غير سكرية كالليبيدات والبيروتينات بروابط تساهمية مثل:
- Glycoproteins: البروتينات السكرية، لها دور في التعرف الخلوي.
- Proteoglycans: السكاكر البروتينية، من أهم وظائفها احتباس الماء ضمن النسج والالتصاق الخلوي.
- Glycolipids: الليبيدات السكرية، تدخل في تركيب الأغشية الخلوية.
- LPS (Lipopolysaccharide): عديدات السكاكر الليبيدية.

Glycoproteins (البروتينات السكرية) **نسبة البروتين أكبر من نسبة السكر**	Proteoglycans (السكاكر البروتينية) نسبة السكر أكبر من نسبة البروتين
Glycolipids (الليبيدات السكرية) نسبة الليبيد أكبر من نسبة السكر	LPS (Lipopolysaccharide) (السكاكر الليبيدية) نسبة السكر أكبر من نسبة الليبيد

كل ما يتعلق بالتغذية والحميات لعلاج البدانة ليس مرتبط بالدسم على وجه التحديد، وإنما هو مرتبط بالسكريات

فالمصدر الأساسي للطاقة في الجسم هو السكر، وعند زيادة وارد السكر الغذائي وامتلاء مخازن الغليكوجين سيتراكم الفائض منه (لا يؤدي دوراً بنيوياً) ويخزن على شكل شحوم ثلاثية TAG بعملية Lipogenesis.

أما عندما لا تتوفر السكريات في الغذاء يلجأ الجسم للغليكوجين ثم إلى الشحوم المخزنة في الجسم ويستهلكها للحصول على الطاقة عبر المسالك الاستقلابية المختلفة، وهذا هو أساس الحميات.

فمثلاً الحميات الكيتونية تعتمد بشكل أساسي على إلغاء السكر من الغذاء، ودفع العضوية لاستهلاك الدسم كمصدر طاقي. مما يؤدي إلى إنقاص كتلة الدهون في الجسم، لذا صنفت كأفضل أنواع الحميات.

ملاحظة: سبب تسميتها بالحمية الكيتونية هو أن الجسم ينتج الأجسام الكيتونية من الدسم عند تفكيكها. والأجسام الكيتونية هي مصدر طاقة الدماغ البديل عن السكريات.

إلى لقاء
قادم

إلى اللقاء في
محاضرة قادمة