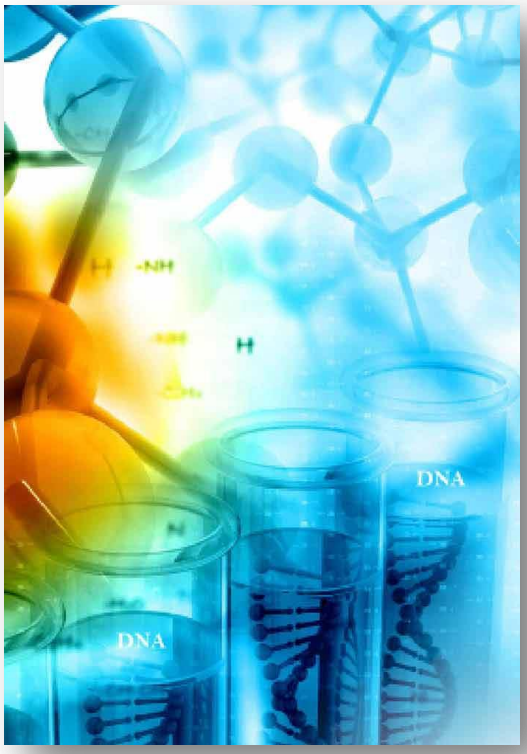
جامعة حماه – كلية طب الأسنان

السنة الثانية

الفصل الثاني



الكيمياء الطبية

Medical Chemistry

المحاضرة الثالثة

د. أسامة مخزوم

السكريات (الكربوهيدرات)

السكريات:

السكريات من العناصر الرئيسية في التغذية لكونها سهلة الهضم مقارنة بغيرها من البروتينات والشحوم، كما أنها تعتبر المصدر الرئيسي لإنتاج الطاقة.

تعد السكريات من المكونات الحيوية الهامة للخلية الحية، وتنتشر بشكل كبير في عالم النبات حيث تشكل 70-80% من كتلة الخلية الجافة، أما لدى الإنسان فهي تشكل 2% من الوزن الجاف لنسج الإنسان ولكن دورها ليس قليل الأهمية.

صيغتها العامة: $C_n(H_2O)_n$ لذا تسمى كربوهيدرات أو مائيات الفحم (ماء + كربون) أي تتألف من ذرات كربون وأكسجين بعدد متماثل وهيدروجين بعدد مضاعف، لكن بعض السكاكر تشذ عن هذه الصيغة مثل الريبوز منزوع الأوكسجين.

هي عبارة عن مركبات عضوية عديدة الهيدروكسيل (عديدة الكحول).

منها ما يذوب بالماء ومنها ضعيف الذوبان به.

أصغر السكاكر تحتوي على 3 ذرات كربون حيث n=3

- ✓ عندما n=3 يسمى السكر ثلاثي (تريوز)، عندما n=4 يسمى السكر رباعي (تيتروز)، عندما n=5 يسمى السكر خماسي (بنتوز)، عندما n=6 يسمى السكر سداسي (هكسوز) .

تصنيف السكريات:

1- السكريات البسيطة أو الأحادية.

2- السكريات الثنائية: تتكون من اتحاد سكرين أحاديين مع الاحتفاظ بخواص السكريات الأحادية.

3- عديدات سكاريد Oligosaccharide: تتكون من اتحاد (3-10) من السكاكر الأحادية.

4- كثيرات سكاريد Polysaccharide: تتكون من اتحاد أكثر من 10 سكاكر أحادية ولا تحتفظ بخواص السكريات الأحادية بل تمتلك خواص خاصة بها، وتقسم إلى متجانسة وغير متجانسة.

السكريات في الطبيعة نوعان:

1- سكريات ألدهيدية:

A. تحتوي على زمرة الألدهيد CHO على ذرة الكربون رقم (1).

B. تشتق من أب ألدهيدي هو السكر الثلاثي الغليسرألدهيد وما ينتج عنه من سكاكر تسمى ألدوزات.

2- سكريات كيتونية:

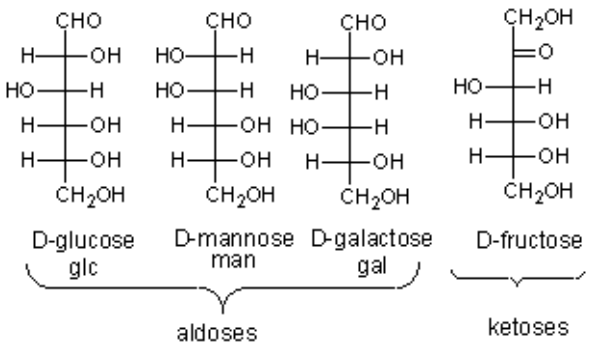
A. تحتوي على زمرة الكيتون C=O على ذرة الكربون رقم (2).

B. تشتق من أب كيتوني هو السكر الثلاثي دي هيدروكسي أسيتون وما ينتج عنه من سكاكر تسمى كيتوزات.

أولا: السكريات الأحادية

صفاتها:

1. مواد بلورية، عديمة اللون، حلوة المذاق، وهي مركبات قطبية تذوب في الماء.
2. تمثل بالرمز العام $Cn(H2O)_n$ حيث n عدد ذرات الكربون.
3. جميعها فعالة كيميائيا نتيجة وجود زمرة الكربونيل "ألدهيدية أو كيتونية" لذا لها القدرة على الإرجاع (نستفيد من هذه الفاعلية الكيميائية في إجراء التجارب حيث يقوم بإرجاع كبريتات النحاس إلى كبريتات النحاسي على شكل راسب بني وهو ما نسميه إيجابي فهلنغ، إيجابي بينديكت).
4. بناءً على وجود هذه المجموعة المرجعة، تقسم السكاكر الأحادية إلى قسمين:
   - المجموعة الأولى: المحتوية على مجموعة الألدهيد وتسمى الألدوزات (**aldoses**).
   - المجموعة الثانية: المحتوية على الكيتون وتسمى الكيتوزات (**ketoses**).



5. التماكب في السكاكر الأحادية:

ينشأ التماكب Isomerism في السكاكر الأحادية نتيجة احتوائها على ذرة كربون غير متناظرة واحدة أو أكثر (هي ذرة كربون المكونات الأربعة المتحدة معها مختلفة).

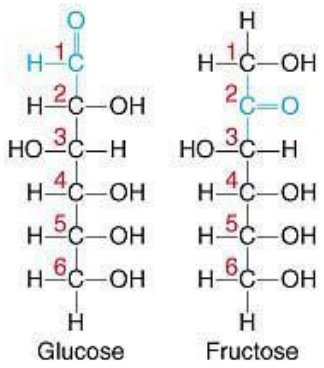
عدد المماكبات التي يمكن أن تنتج هو 2^n حيث (**n** عدد ذرات الكربون الفعالة ضوئيا أو غير المتناظرةً، 2 هي الوضعين يمين يسار حسب توضع الهيدروكسيل يمين أو يسار).

فالغلوكوز "سكر ألدهيدي" يملك مثلاً 4 ذرات كربون غير متناظرة (ذرة رقم 2-3-4-5) يستطيع ان يشكل $2^4 = 16$ إيزومير.

- ✓ الكربون الاول عليه رابطة مزدوجة فهو غير فعال ضوئيا.
- ✓ والكربون رقم ٦ عليه رابطتين متشابهتين (ذرتي هيدروجين) وبالتالي هو غير فعال ضوئياً.

أما الفركتوز "سكر كيتوني" يملك 3 ذرات كربون غير متناظرة (ذرة رقم 3-4-5) يستطيع ان يشكل $2^3 = 8$ إيزومير.

إذن مماكبات السكاكر الألدهيدية أكثر من مماكبات السكاكر الكيتونية.



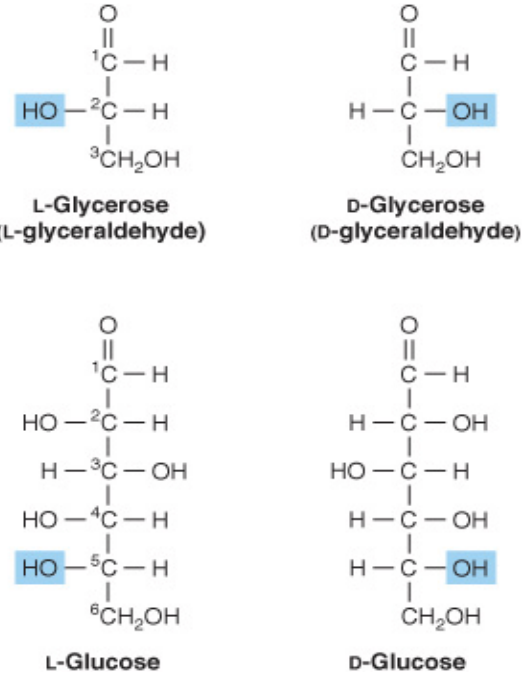
6. التماكب الفراغي Stereoisomerism

السكاكر جميعها من النوع L أو من النوع D

متى نقول عن السكر أنه D ومتى نقول L ؟؟

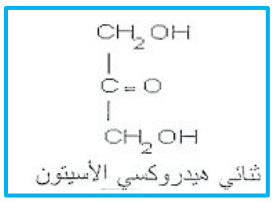
ننظر إلى طريقة فيشر في كتابة السلسلة المنشورة:

- ✓ عندما تكون الزمرة OH على يمين ذرة الكربون ما قبل الأخيرة أي أبعد ذرة كربون غير متناظرة عن كربون الكربونيل، (كربون رقم 5 في السكر السداسي أو رقم 4 في السكر الخماسي) يكون D (نوع يميني).
- ✓ عندما تكون الزمرة OH على يسار ذرة الكربون ما قبل الأخيرة، (كربون رقم 5 في السكر السداسي أو رقم 4 في السكر الخماسي) يكون L (نوع يساري).



في الطبيعة لا يوجد إلا النوع D ومن المستحيل أن نصادف النوع L في الطبيعة ولكن يمكن تصنيعه في المخبر.

يوجد استثناء وهو السكاكر الثلاثية الكيتوزية (دي هيدروكسي الأسيتون) لا يوجد فيها L ولا D وذلك لأنها لا تحوي أية ذرة كربون غير متناظرة.



لذلك: عندما يشتق (يضاف كربونات جديدة) تنشأ مراكز عدم التناظر، وبالتالي نبدأ L و D من السكر الرباعي فالخماسي والسداسي أما الأب الكيتوني كما قلنا لا يوجد منه L ولا D.

ملاحظة: إن تغير تموضع OH على ذرات الكربون غير المتناظرة يؤدي لتشكل مركب جديد، مثلا الغلوكوز يصبح غالاكتوز في حال تغير تموضع OH على ذرة الكربون الرابعة، أما تغير تموضع OH على ذرة الكربون الخامسة "التي تحدد التماكب الفراغي" فلن ينتج اسم جديد، إنما إما D-Glucose أو L-Glucose.

7- تدوير الضوء المستقطب:

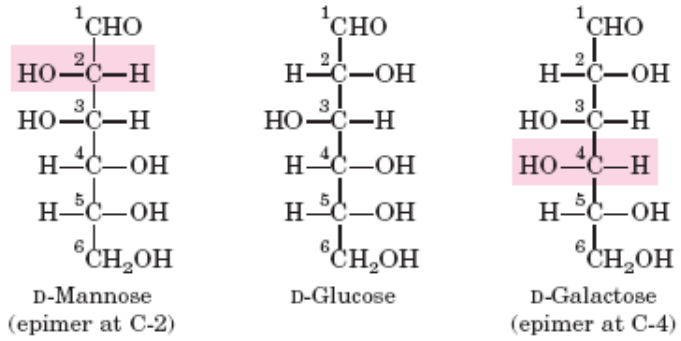
إن وجود ذرات كربون غير متناظرة يعطي المركب قدرة على تدوير الضوء المستقطب إما يمينا ويرمز له + أو يساراً ويرمز له – وهذا يسمى تماكب ضوئي.

إن النمطين D و L أو التماكب الفراغي لا علاقة له بالتماكب الضوئي، أي يمكن للنمط D أن يحرف الضوء المستقطب نحو اليمين أو اليسار وكذلك النمط L.

8-متماثلات إبيمير Epimer

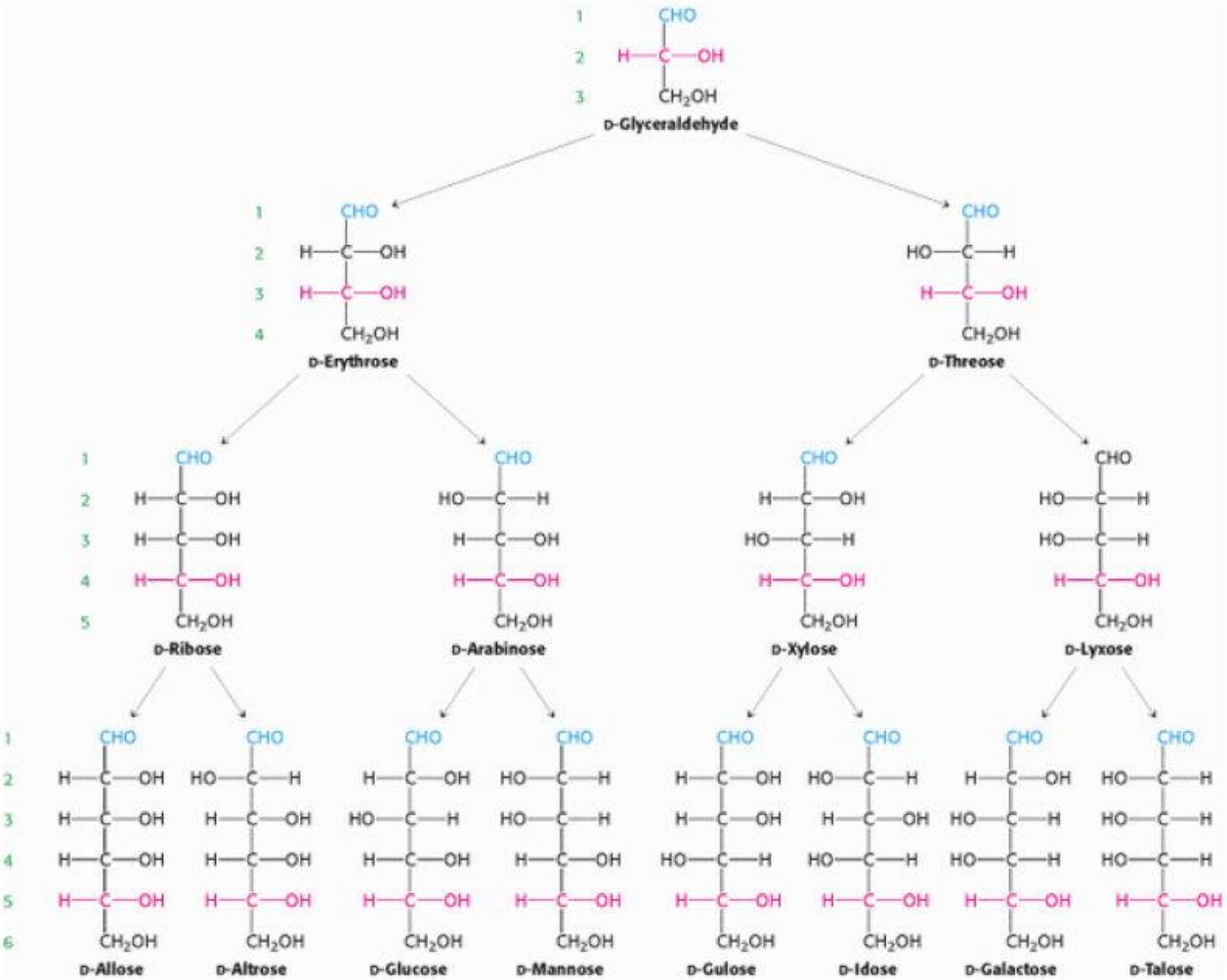
يطلق مصطلح إبيمير في حال جزيئين يختلفان بتوضع الهيدروكسيل حول ذرة كربون غير متناظرة واحدة.

مثلا الغالاكتوز إبمير للغلوكوز يختلف عنه بتوضع الهيدروكسيل في ذرة الكربون الرابعة فقط، وكذلك المانوز أيضاً حيث يختلف عن الغلوكوز بتوضع الهيدروكسيل في ذرة الكربون الثانية فقط، وإن هذا الاختلاف البسيط ينتج عنه اختلاف في الخصائص الفيزيائية والكيميائية.

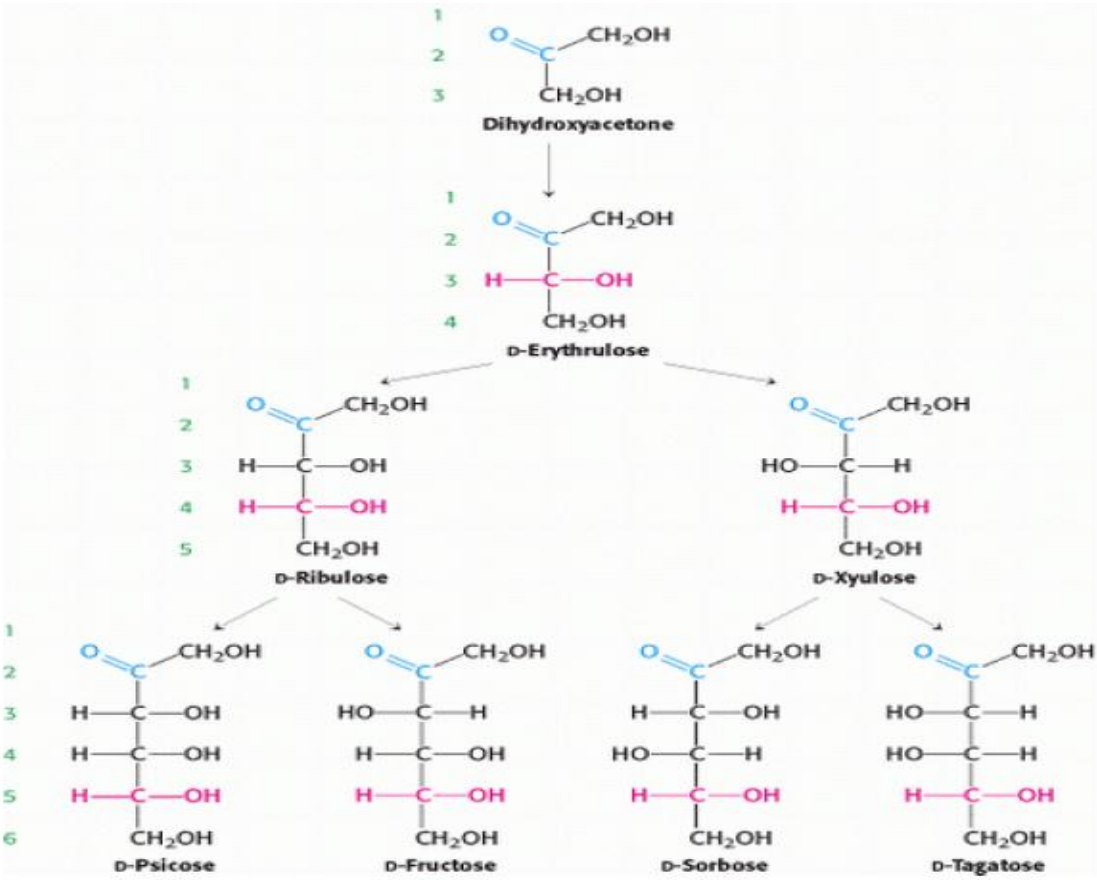


يظهر الشكل التالي جميع السكاكر الألدهيدية المشتقة من الغليسير الدهيد.

نلاحظ وجود 8 مماكبات للغلوكوز مثلا وليس 16 مماكب، لأنه بالطبيعة ذرة الكربون الخامسة من النمط D حصراً مما ينقص عدد المماكبات $2^3 = 8$ إيزومير (تنقص ذرة كربون بعدد الاحتمالات)، وإن هذه السكاكر تختلف عن بعضها بتوضع زمرة OH فقط (إما يمين أو يسار) وهذا الأمر ليس بسيط إذ أن كل سكر له صفاته الخاصة فالغلوكوز يختلف عن الغالاكتوز ويختلف عن المانوز بالرغم من جميعها سكاكر سداسية لها نفس الصيغة C6H12O6.



في حين يوجد 4 مماكبات فقط للفركتوز لأن ذرة الكربون الخامسة فقط من النوع D كما يبين الشكل:



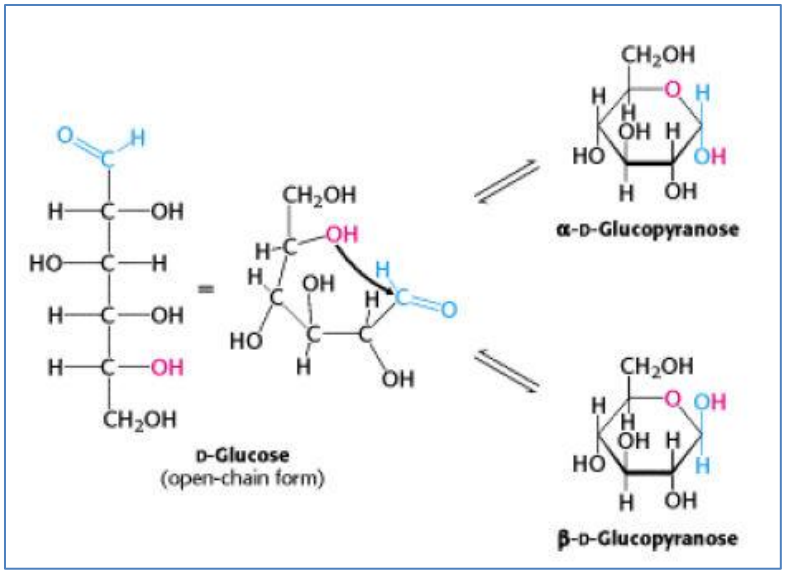
البنى الحلقية (بيرانوز – فورانوز)

تسمى طريقة الصياغة الخطية المنشورة للسكاكر بصيغة فيشر وقد وجد أنها لا تعبر عن صيغة السكاكر بشكل دقيق واعتقد أن زمرة الكربونيل تكون بشكل مقنع وليس ظاهر، فمثلا لا تتأكسد السكاكر عند تعرضها للهواء والأوكسجين عكس المركبات الحاوية على الألدهيد.

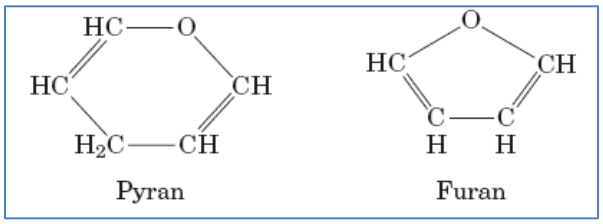
بين تولانس وجود بنية حلقية حيث وجد ان السكر عندما ينحل في الماء يكون حلقة يشترك في تكوينها ذرة الكربون الأنوميرية وهي الذرة التي تحوي زمرة الكربونيل (C=0) (أي الذرة رقم 1 أو 2) مع ذرة الكربون ما قبل الأخير (رقم 5 في السكاكر السداسية)، فهو لا يبقى على صيغته المنشورة بل يلتف على نفسه وتصبح ذرة الكربون التي تحوي الكربونيل مقابل ذرة الكربون ما قبل الاخير التي تحوي على **OH**، ويشكل بنية حلقية تدعى صيغة هاوورث **Haworth**.

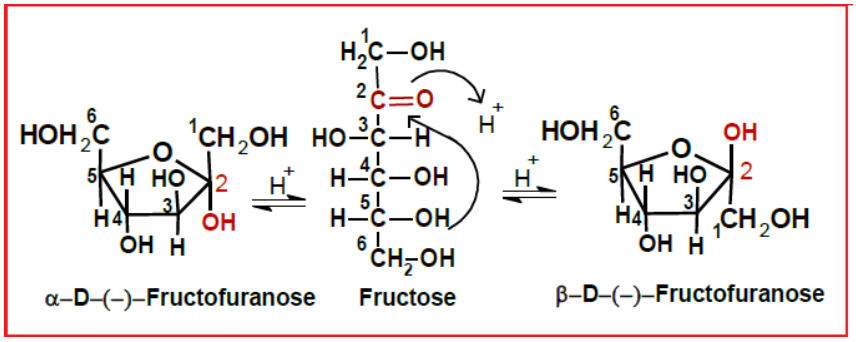
ففي الغلوكوز (ألدهيدي) نلاحظ الكربون رقم (1) يوجد عليه الرابطة المضاعفة C=0 وبالتالي هو كربون أنوميري، سيقوم بأخذ H من OH الموجودة على ذرة الكربون رقم (5) وبالتالي سيتم كسر الرابطة المضاعفة C=0 ويتشكل هيدروكسيل جديد يدعى الهيدروكسيل الغليكوزيدي له فعالية كبيرة في التفاعلات الكيميائية.

عندها تبقى -O شاغرة على الكربون رقم 5 (بعد خسارة H)، لذا يهاجم أوكسجين كربون رقم (5) الكربون رقم (1) لتتشكل رابطة تسمى هيمي أسيتال Hemiacetal وتغلق الحلقة بجسر أوكسجيني، وبالتالي تنتج حلقة سداسية في حالة الغلوكوز نسميها (بيرانوز) نسبة إلى التشابه مع حلقة البيران السداسية الكربون، ويسمى غلكوزبيرانوز.



كذلك الحال مع الفركتوز حيث يتم الهجوم بين الكربون رقم 2 الأنوميري والكربون رقم 5، لتتشكل رابطة تسمى هيمي كيتال Hemiketal وتغلق الحلقة بجسر أوكسجيني، وتنتج حلقة خماسية نسميها (فورانوز) نسبة إلى التشابه مع حلقة الفوران الخماسية الكربون، ويسمى فركتوفورانوز.





إن تفاعل زمرة ألدهيدية مع مجموعة غولية يؤدي لتشكيل مركب يسمى هيمي أسيتال Hemiacetal.

أما تفاعل زمرة كيتونية مع مجموعة غولية يؤدي لتشكيل مركب يسمى هيمي كيتال Hemiketal

توضيح

عندما كنا نكتب السكر بشكل سلسلة خطية كان لدينا نوع D يميني، ونوع L يساري، هنا أصبح لدينا نوع α، وأخر β ويسمى كل واحد أنومير.

- ✓ النوع α: يوضح توضع الـ (OH) في اسفل الحلقة للكربون رقم 1 للألدهيدي أو 2 للكيتوني وهو ما يقابله الـ (OH) على يمين السلسلة.
- ✓ النوع β: يوضح توضع الـ (OH) في أعلى الحلقة للكربون رقم 1 للألدهيدي أو 2 للكيتوني وهو ما يقابله الـ (OH) على يسار السلسلة.
- ✓ وأي ذرة OH على اليمين السلسلة نمثلها بذرة OH نحو أسفل الحلقة.

ملاحظة: عندما يرتبط الكربون الأنوميري مع الكربون ما قبل الأخير يصبح لدينا مركز عدم تناظر جديد وهي ذرة الكربون الانوميرية (رقم 1 في الألدهيدية و2 في الكيتونية) وبالتالي الحلقة تضيف كربون فعّال ضوئياً جديد للسكر وبالتالي يزداد عدد المماكبات الفراغية.

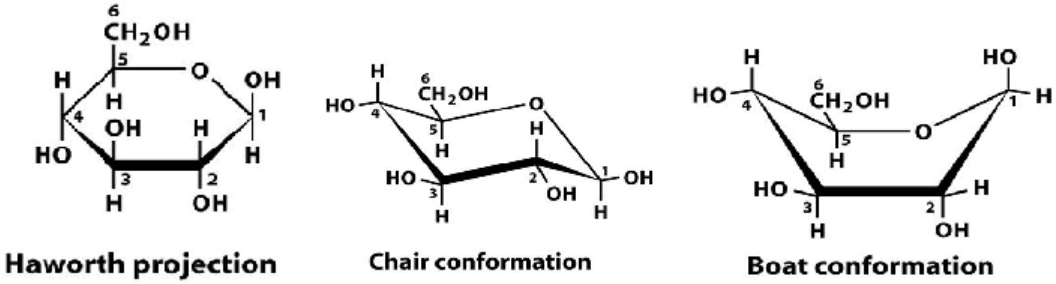
2^{n+1} مركز عدم تناظر.

الغلوكوز يملك أربع مراكز عدم تناظر (مماكب 2^4=16) أما غلوكوبيرانوز يصبح عدد مماكباته 32 وذلك لزيادة كربون فعّال ضوئياً جديد $2^{4+1}=2^5$ =32

الفركتوز يملك (مماكب 2^3=8) أما فروكتوفورانوز يصبح 2^4=16 =3^{1+2} مماكب

بنية الكرسي أو القارب:

بينت الدراسات الأكثر عمقا أن الحلقة السداسية (البيران) ليست مسطحة تماما وإنما تكون على شكل هيئة الكرسي chair أو القارب boat، وهي تسمى صيغة ريويس Rewes كالتالي:

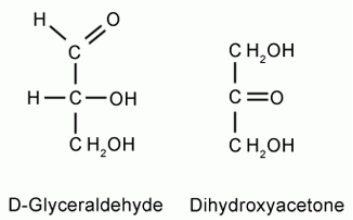


السكريات الأحادية

تقسم السكريات الأحادية حسب عدد ذرات الكربون الموجودة في الجزيء إلى أربعة أنواع:

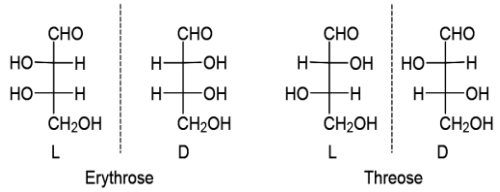
1- السكريات الثلاثية (تريوز):

- هي أصغر الكربوهيدرات ومنها الغليسرألدهيد وثنائي هيدروكسي الأسيتون، وهي وسائط استقلابية هامة.



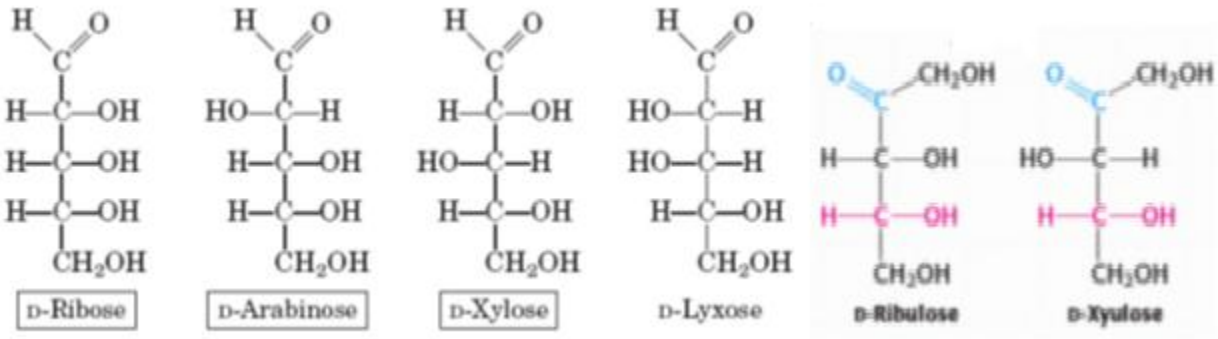
2- السكريات الرباعية (تيتروز):

- تحوي 4 ذرات كربون أهمها التريوز والإريتروز، ولا تلعب دوراً مهماً في عمليات الاستقلاب عند الإنسان.

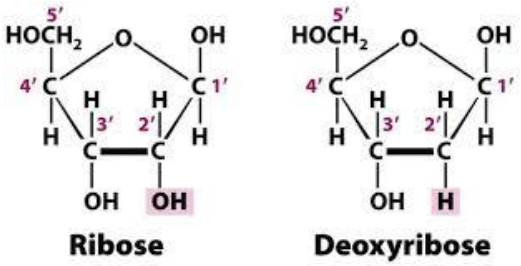


3- السكريات الخماسية (بنتوز):

- تحوي 5 ذرات كربون صيغتها المشتركة $C_5H_{10}O_5$ وأهمها ريبوز، كسيلوز، أرابينوز، ليكسوز (ألدهيدية)، ريبولوز، كسيولوز (كيتونية مع اللاحقة **ulose**) ، ونادراً ما تتواجد بشكل حر في الطبيعة.



- **ريبوز:** سكر الدهيدي يدخل في بناء الحموض النووية على شكلين:
  - ✓ الريبوز الذي يدخل في تركيب **RNA** كما يدخل في تركيب جزيئات **ATP، NAD، FAD**.
  - ✓ الريبوز منقوص الأوكسجين (عند الكربون رقم 2). الذي يدخل في تركيب **DNA** .



- **د-كسيلوز D-xylose** :عبارة عن سكر خماسي ألدهيدي أحادي مثله مثل الريبوز، لكن لا يتعامل معه جسم الإنسان إذ يتم امتصاصه بالكامل لكنه لا يذهب لأي سبيل في الجسم ويخرج من الجسم كما هو.

فائدته المخبرية:

- ✓ عند إجراء اختبار سوء الامتصاص لكشف مشاكل في مخاطية الأمعاء حيث أن امتصاصية هذا السكر تتطلب فقط عبوره عبر المخاطية.

<u>ما نقوم به لتشخيص مثل هذه الحالة:</u> نشك بسوء الامتصاص فنفحص فيما إذا كان هناك سوء امتصاص للسكريات لأنها هي المصدر الأساسي للطاقة.

<u>اختبار سوء الامتصاص:</u> نقوم باختباره على سكر د-كسيلوز (يمتص لكن لا يستفيد منه الجسم)، حيث نعطي جرعة فموية من د-كسيلوز 25 غ، ثم نقيس كميتها في الدم بعد ساعة من الاعطاء.

في حال امتصاص جيد فإن كميتها في الدم يجب أن تكون قريبة من 25 غ لأن الجسم لا يستهلكها ولا تدخل للخلايا للاستهلاك أو الاستقلاب، وأيضا نقيسها في البول بعد 5 ساعة ويجب أن تكون الكمية المطروحة تقريبا 4.5 غ.

لذا يعد د-كسيلوز كوسيلة جيدة لمعرفة فيما إذا كان هناك امتصاص طبيعي أو ناقص.

ملاحظة:

لا نستطيع إجراء اختبار سوء الامتصاص على سكر أحادي قابل للامتصاص في الجسم كالغلوكوز لأنه سيذهب مباشرة للخلايا للاستقلاب وستقل كميته في الدم بعد امتصاصه نتيجة دخوله الخلايا.

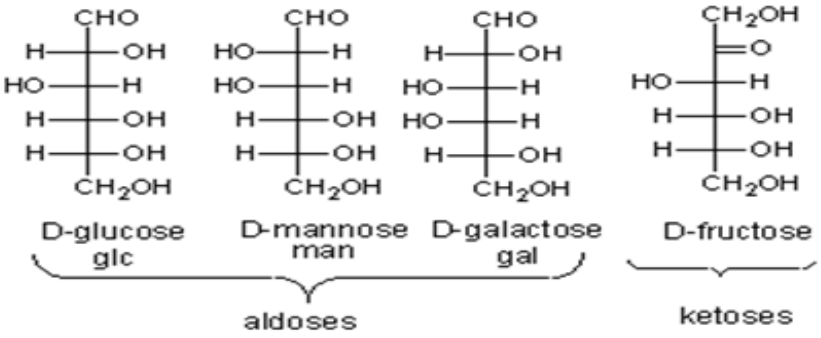
- **كسيلولوز** xylulose – **ريبولوز** **ribulose**: سكاكر خماسية كيتونية ستمر معنا في حلقة البنتوز فوسفات.

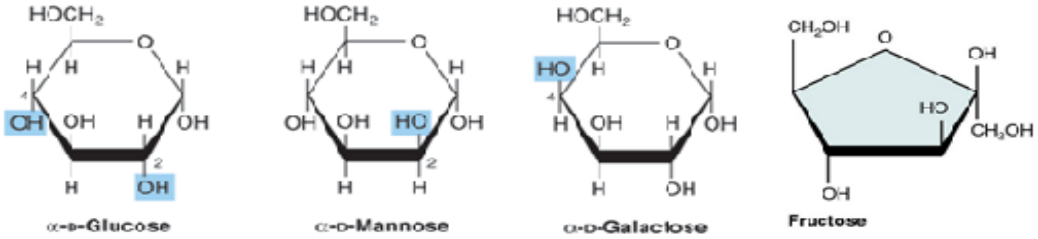
ملاحظة : إن اللاحقة **ose** تشير إلى سكر ألدهيدي، أما **ulose** تشير إلى سكر كيتوني ويشذ عن ذلك الفركتوز.

4- السكريات السداسية (هكسوز):

- تحوي 6 ذرات كربون صيغتها المشتركة لجميع أفرادها $C_6H_{12}O_6$، وهي أهم نوع ومن أهم أفرادها:

الغلوكوز و الغالاكتوز و المانوز (ألدهيدية)، والفركتوز (كيتوني).





الغلوكوز:

- ✓ أهم سكر سداسي في الجسم من أجل استخلاص الطاقة.
- ✓ يتواجد في الفواكه الحلوة كالعنب والكرز والتمر وأحيانا يسمى سكر العنب.
- ✓ يتواجد بشكل حر أو ضمن السكروز واللاكتوز والمالتوز، والنشاء والغليكوجين والسيللوز.

الفركتوز:

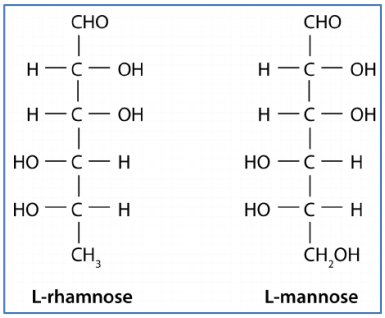
- ✓ يسمى سكر الفواكه.
- ✓ من أكثر السكريات حلاوة (أكثر حلاوة من الغلوكوز بـ 2.5 مرة ومن السكروز بـ 1.7 مرة) لذا قد يستخدم أثناء الريجيم أو للسكريين.
- ✓ يتواجد بشكل حر في الفواكه وبشكل كبير في العسل وبشكله الحر.
- ✓ مكون أساسي للسكروز.

➢ **الغالكتوز:**

- ✓ يندر وجوده بشكل حر
- ✓ يساهم في تشكيل سكر الحليب اللاكتوز.
- ✓ هو إبيمر للغلوكوز على الكربون رقم 4.

➢ **المانوز:**

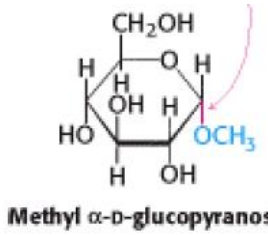
- ✓ يدخل في تركيب البروتينات السكرية Glycoprotein بشكل أساسي.
- ✓ هو إبيمر للغلوكوز على الكربون رقم 2.



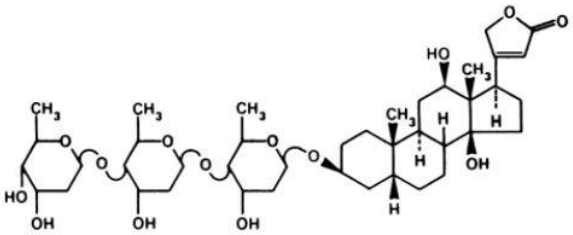
➢ كما يوجد **سكاكر سداسية منزوعة الأوكسجين** أهمها الرامنوز وهو عبارة عن مانوز منزوع الأوكسجين عند الكربون رقم 6.

الرابطة الغليكوزيدية:

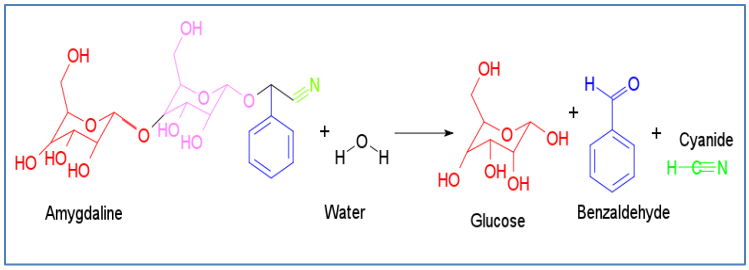
تتشكل الرابطة الغليكوزيدية نتيجة ارتباط مجموعة الهيدروكسيل الغليكوزيدي لذرة الكربون الأنوميرية لجزيء السكر مع مجموعة هيدروكسيل لجزيء آخر أو مجموعة أمين، قد يكون سكري، وقد يكون غير سكري مثل ميتانول، غليسيرول، فينول، ستيرول وتخرج جزيئة ماء.


Methyl α-D-glucopyranoside

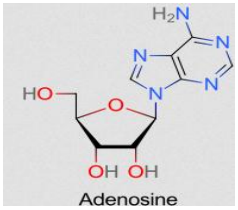
الرابطة مع الستيروئيدات تتشكل مركبات الديجتال أو **الديجوكسين** المقوية لعضلة القلب.



من الغليكوزيدات أيضا في عالم النبات **الأميغدالين** Amygdaline، ويعطي بالحلمهة جزيئتي غلوكوز مع جزيئة بنزالدهيد مع جزيئة سيانيد الهدروجين السام ومنه تأتي سمية المركب، ويتواجد الأميغدالين في بذور العديد من النباتات وأكبر تركيز له في بذور اللوز المر 2-3% لذا لا ينصح تناوله.



إذا كانت المجموعة الثانية هي أمين فتتشكل رابطة N-Glycoside bond كما هو الحال بين الأدنين والريبوز في النكليوتيدات لتشكيل الأدينوزين مثلا، أي هنا يتم الارتباط مع السكر عبر ذرة آزوت وليس مجموعة هيدروكسيل.


Adenosine

إذن لدينا : O-Glycoside و N- Glycoside حسب الارتباط.

السكاكر الثنائية

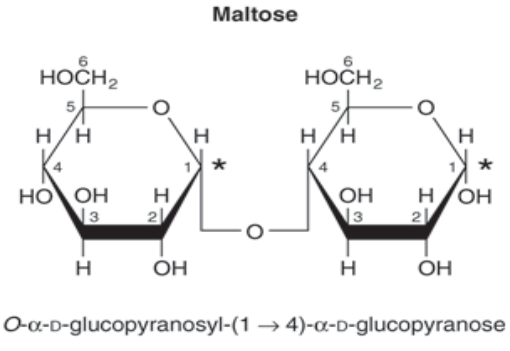
هي عبارة عن ارتباط سكرين أحاديين مع بعضهما البعض برابطة غليكوزيدية ونزع جزيء ماء.

- ✓ يتم الاتصال بين ذرة الكربون الأنوميرية في أحد وحدات السكر الأحادي مع ذرة من وحدة السكر الأحادي الثانية، وإذا كانت هذه الأخيرة ضمن مجموعة الألدهيد أو مجموعة الكيتون فإن السكر الثنائي المتكون يكون عديم الفاعلية في الإرجاع.
- ✓ أما في حال لم تكن الذرة الداخلة في الارتباط من الوحدة الثانية ليست ألدهيد ولا كيتون فإن السكر الثنائي الناتج يحتفظ بخاصية الإرجاع.

إذن هذا الارتباط سيكون أحد طرفيه على الأقل أنوميري وسيساهم أحد السكرين على الأقل بهدروكسيله الغليكوزيدي.

- ✓ ما يهمنا من السكاكر الثنائية هو: المالتوز، اللاكتوز، السكروز.

أولاً: المالتوز



مكوّن من جزيئتي غلوكوز وبالتالي هو سكر ثنائي متجانس الرابطة فيه α (4،1)، وبالتالي هو سكر مرجع لأن الرابطة استهلكت ذرة أنوميرية واحدة.

حدث الارتباط بين ذرة الكربون رقم1 والكربون رقم 4 وهي من النوع ألفا، أي الرابطة استهلكت الذرة الأنوميرية رقم 1 من الغلوكوز الأول، والكربون رقم 4 من الغلوكوز الآخر، وبالتالي لا يزال لدينا كربون أنوميري حرّ على الغلوكوز الثاني وهذا يُكسب المالتوز الخاصية الإرجاعية.

صفاته:

- ✓ يسمى سكر الشعير.
- ✓ جيد الذوبان في الماء.
- ✓ يقوم بهضمه وتفكيكه أنزيم (المالتاز) عن طريق حلمهته.
- ✓ يتشكل عند تحلل النشاء بفعل ألفا أميلاز.

آلية هضم المالتوز:

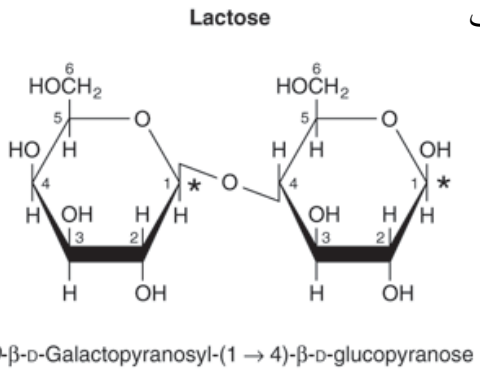
- ✓ يقوم أنزيم المالتاز بكل بساطة بإدخال الماء إلى الرابطة α (4،1)، وهذا يحدث لأجل امتصاص السكر بالأمعاء حيث لا يحدث امتصاص إلا للسكاكر الأحادية.

ملاحظة:

لا قيمة لأي سكر سواء كان نشاء أو غليكوجين أو مالتوز إلا إذا أُعيد إلى مكوناته.

ثانياً: اللاكتوز

سكر ثنائي مؤلف من غالاكتوز وغلوكوز، فهو سكر غير متجانس إذ أنّه مؤلف من وحدتين مختلفتين والرابطة هنا β (1،4)، وبالتالي هو سكر مرجع لوجود هيدروكسيل غليكوزيدي حر.



صفاته:

- ✓ اللاكتوز هو سكر الحليب وبالتالي هو عملة الطاقة بين الأم وابنها، حيث يعتمد عليه الرضيع في الشهور الأولى من حياته من أجل النمو والمقاومة.

  استخدم اللاكتوز كعملة طاقة بين الأم وابنها ولم يستخدم الغلوكوز على الرغم من كونه سكر أحادي، لأن الغلوكوز يتم امتصاصه في جسم الأم ولا تستطيع تقديمه لوليدها وبالتالي تحتاج لسكر مركب حتى تستطيع تقديمه لوليدها.

- ✓ منحل نوعا ما بالماء وذو طعم سكري حلو لكن أقل من غيره (أقل حلاوة من السكروز بـ 4-5 مرة).
- ✓ يتخمر بفعل الجراثيم ليشكل حمض اللاكتيك أو حمض اللبن (تحويل الحليب إلى لبن).

آلية هضم اللاكتوز:

- ✓ يوجد لدينا أنزيم اللاكتاز يقوم بحلمهة اللاكتوز حيث يتم إدخال الماء على الرابطة β (1،4) ويفككها لسكرين أحاديين هما غالاكتوز وغلوكوز.
- ✓ اللاكتاز مورّثته محرَّضة تتفعل وتشفر الأنزيم عند الحاجة.

توضيح:

معنى مورثته محرَّضة أي طالما هناك حليب(لاكتوز) بحاجة لهضم فالمورثة تصنع اللاكتاز من أجل هضم اللاكتوز، وعندما تقل نسبة الحليب (اللاكتوز) يقل نشاط المورثة ويقل تصنيع اللاكتاز.

ملاحظة:

➢ ماذا سيحدث لو قمنا بشرب الحليب بكمية كبيرة بعد انقطاع لمدة طويلة؟

طالما أننا كنا منقطعين عن شرب الحليب لفترة طويلة سيقل نشاط المورثة وسيقل إفراز اللاكتاز أو ربما سيتوقف، وعند شرب كمية كبيرة من الحليب سيتواجد في الأمعاء كمية كبيرة من اللاكتوز وكمية قليلة جداً من اللاكتاز لهضمه، وبالتالي سيمكث اللاكتوز في الأمعاء ولن يتم هضمه ولا امتصاصه وهذا المكوث لمدة طويلة في الأمعاء سيرفع الضغط الحلولي في الأمعاء و ينتج عنه دخول الماء للأمعاء من أجل خفض الضغط الحلولي وتوحيد التراكيز داخل الأمعاء وخارجها.

- ماذا فعل الماء حينما دخل؟؟

عندما دخل الماء وجد كمية كبيرة جداً من اللاكتوز في الأمعاء واحتاج لأن يدخل بكميات كبيرة لأجل خفض الضغط الحلولي للاكتوز وبالتالي وجود كمية كبيرة جداً من الماء واللاكتوز في الأمعاء.

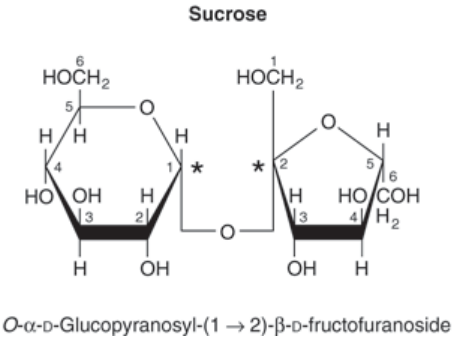
- لماذا لم يخرج اللاكتوز لخارج الأمعاء؟ بدلاً من دخول الماء؟

اللاكتوز مركب من وحدات أبسط وبالتالي لا يستطيع الخروج حتى يتفكك لوحداته البسيطة.

في النهاية ما سيحدث كردة فعل طبيعية لدى الإنسان هو طرح ما في الأمعاء، لكن خلال هذا المكوث الطويل للاكتوز (4-5) ساعات تمتلئ الأمعاء بالجراثيم وهذه الجراثيم تجد غذاء جاهز هو اللاكتوز الماكث في الأمعاء، فتقوم بهضمه وتنتج CO_2 بكميات كبيرة وهذا ما يزيد الطين بلة وتسبب انتفاخ شديد ثم اقياء.

- هذه الأعراض تسمى سوء تحمل اللاكتوز، وهي تتطور لدى البعض نتيجة عوامل وراثية أو أمراض هضمية تصيب الأمعاء تسبب خلل إفراز اللاكتاز وتتطور مع زيادة العمر، كما قد تكون موجودة لدى الأطفال أو الرضع (نتيجة إنتانات هضمية أو سبب وراثي نادر)، ونحتاج حليب خاص خالي من اللاكتوز.

ثالثاً: السكروز



هو سكر ثنائي غير متجانس، مؤلف من (غلوكوز وفركتوز) برابط α ß(2،1)

في هذا السكر الرابطة الغليكوزيدية هي بين (1،2) وبالتالي تم استهلاك الذرتين الأنوميريتين في السكرين، بالنتيجة: السكروز غير مرجع.

سكر ثنائي هام جداً ذو قيمة اقتصادية هامة جداً عند بني البشر فهو يستهلك بكميات هائلة حيث أن 15% من مجمل الطاقة المستهلكة (من جميع المركبات التي تنتج طاقة: سكريات، دسم، بروتينات) هي السكروز.

صفاته:

- ✓ يتواجد في الفواكه والعسل و قصب السكر الذي يعتبر المصدر الرئيسي له.
- ✓ هو سكر المائدة ويسمى أيضاً سكر القصب.
- ✓ يملك السكروز صفات السكر الأحادي حيث لايزال يحتفظ بالمذاق الحلو وشديد الانحلال بالماء.
- ✓ يتحلمه السكروز بإنزيم السكراز (أو يسمى انفرتاز) إلى مكوناته الأحادية.

من النادر جداً ملاحظة سوء تحمل السكروز لأن السكروز لا يملك مورّثة محرَّضة وبالتالي لا يتأثر الجسم بازدياد السكروز أو نقصانه

رابعاً: اللاكتولوز

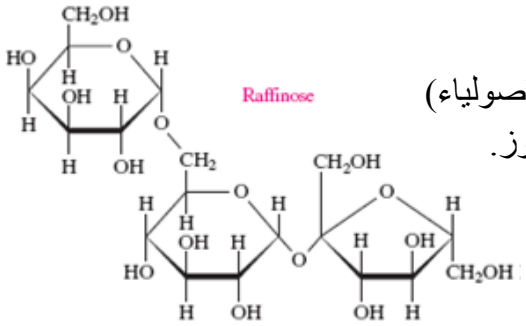
يتشكل من ارتباط غالاكتوز مع فركتوز برباط:

α -D-galactopyranosyl-(1-4)- ß -D-fructofuranose

هذا السكر لا يحلمه في الأمعاء وإنما يسحب الماء لداخل الأمعاء لمعادلة الضغط الحلولي، لذا يستخدم كدواء من أجل تليين الأمعاء.

السكاكر الثلاثية

تتألف من ارتباط 3 جزيئات سكر بروابط غليكوزيدية ومن أشهرها:



الرافينوز: منتشر في النباتات خاصة في بذور القرنيات (فول، بازلاء، فاصولياء) وهو سكر ثلاثي يتألف من ارتباط جزيئة غلوكوز مع غالاكتوز مع فركتوز.

لا تستطيع إنزيمات حلمهة السكريات في الأمعاء حلمهة الرافينوز لذلك قد يسبب هضم الفول والبازلاء، والفاصولياء بعض الاضطرابات الهضمية.