الجلسة العملية الأولى

الكربوهيدرات Carbohydrates

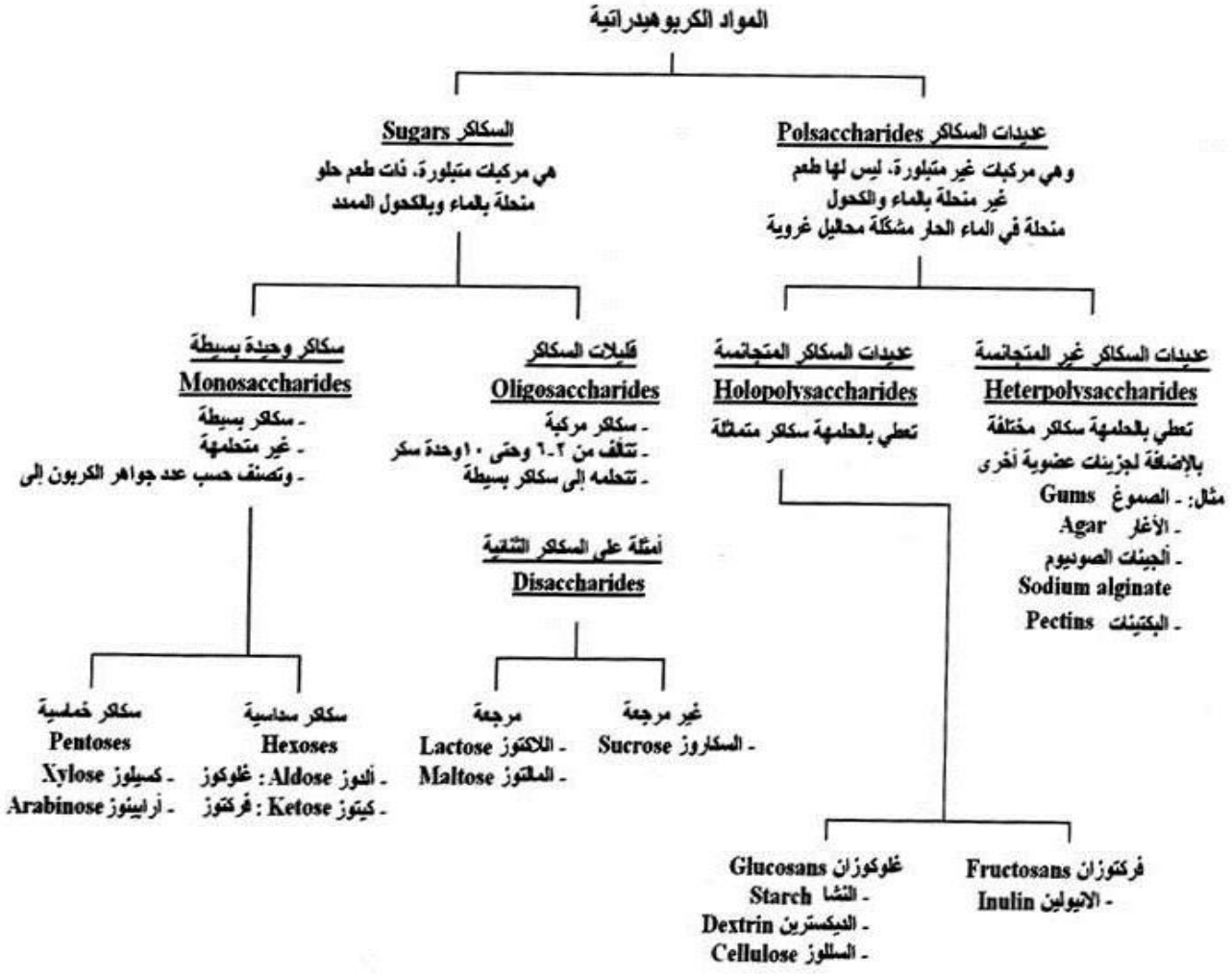
- **تمرين عملي (1): الكربوهيدرات Carbohydrates.**

أ – السكاكر الأحادية: الخماسية – السداسية (غلوكوز – فركتوز)

ب – السكاكر الثنائية (سكروز – لاكتوز – مالتوز)

ج – عديدات السكاكر المتجانسة (النشا (البطاطا) –...)

الكربوهيدرات Carbohydrates: هي مركبات تحتوي كربون وأوكسجين وهيدروجين وإن نسبة الهيدروجين للأوكسجين هي عادة 2:1 وهي نفسها بالماء لذلك تسمى مائيات الكربون، وتصنف كما الجدول التالي:



إن مركّبات الكربوهيدرات هي متعددات الهيدروكسيل للألدهيدات والكيتونات ، أو مركّبات تُنتج متعددات الهيدروكسيل للألدهيدات والكيتونات عند حلمهتها .

ومصادر الكربوهيدرات متعددة في الطبيعة، فالحبوب والبطاطا والذرة والبقوليات والفواكه المختلفة كلها غنية بالكربوهيدرات

- **تصنيف الكربوهيدرات :**

تصنف الكربوهيدرات حسب درجة تعقيدها إلى :

- سكاكر أحادية **Monosaccharides** كالغلوكوز والفركتوز .
- سكاكر ثنائية **Disccharides** كالسكاروز واللاكتوز .
- سكاكر متعددة **Polysaccharides** كالنشاء والسيللوز .

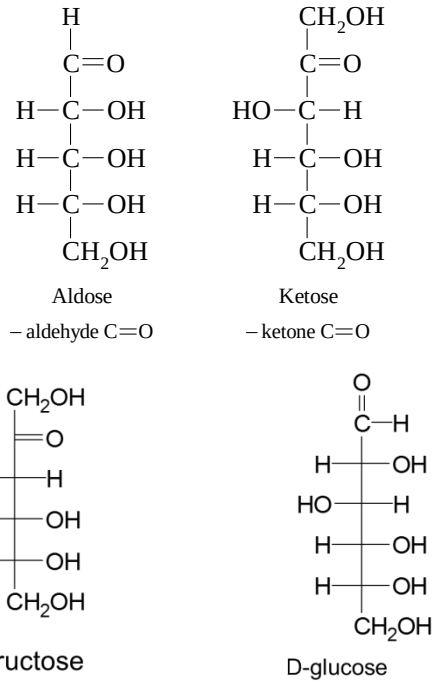
-**السكاكر الأحادية:** خماسية – سداسية (غلوكوز – فركتوز)

تصنف السكاكر الأحادية حسب مجموعة الكربونيل التي تحويها إلى :

- ألدوزات **Aldoses** وتكون مجموعة كربونيل على شكل ألدهيد .
- كيتوزات **Ketoses** وتكون مجموعة الكربونيل على شكل كيتون .

تكون السكاكر الأحادية على شكل سلاسل مفتوحة ، وفي الغالب على شكل حلقات من هيمي أسيتال أو هيمي كيتال ، وفي حال توازن مع الشكل المفتوح .

كما تصنف الألدوزات أو الكيتوزات تبعاً لعدد ذرات الكربون في الجزيئة : فالغلوكوز الحاوي على ست ذرات مثلاً ووظيفة ألدهيدية يعتبر ألدوهكسوز **Aldohexose** ، في حين أن الفركتوز الحاوي على ست ذرات أيضاً ووظيفة كيتونية يعتبر كيتوهكسوز **Ketohexose** .

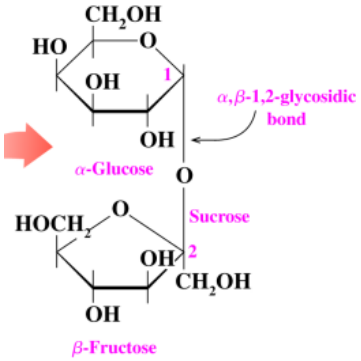


- **السكاكر الثنائية:** غير مرجعة (سكروز) – مرجعة (لاكتوز)

يوجد في الطبيعة مركّبات تتكون من وحدتي سكر أحادي، تربط بينهما ايضا رابطة غليكوزيدية ، وتتم ما بين مجموعة – OH لذرة كربون أنوميرية لوحدة السكر الأحادي الأول مع إحدى مجموعات OH– من سكر أحادي آخر.

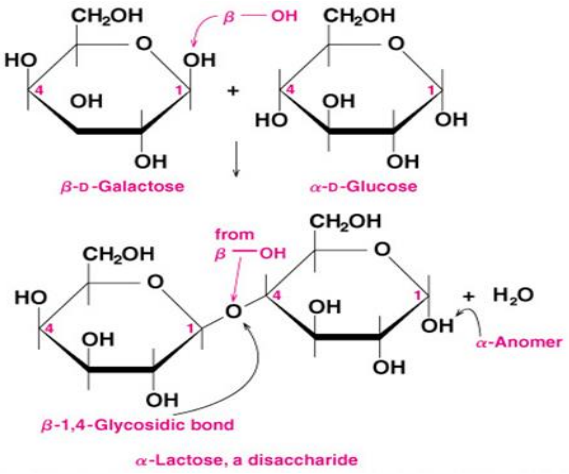
ومن الأمثلة الشائعة عن السكاكر الثنائية غير المرجعة:

- **السكّروز Sucrose** : أو سكر القصب أو سكر المائدة، ويوجد في الشوندر والقصب السكري بنسبة عالية 15 –20 % وزناً . تؤدي حلمهته إلى إعطاء جزيئتين من D–غلوكوز و D–فركتوز مرتبطتين عن طريق ذرّتي الكربون الأنوميريتين C_1 من الغلوكوز و C_2 من الفركتوز وفق α– 1 , 2 ، وبالتالي لا يوجد هيمي اسيتال وهو سكر غير مرجع له الصيغة التالية :



ومن الأمثلة الشائعة عن السكاكر الثنائية المرجعة:

- **اللاكتوز Lactose** : أو سكر الحليب، ويوجد في حليب الثدييات بنسبة 4 – 7% وهو سكر ثنائي يتألف من وحدتي D–غلوكوز و D–غالاكتوز مرتبطتين وفق 4 ، 1 –:



– عديدات السكاكر المتجانسة (النشا (البطاطا) –...)

– النشاء Starch:

– يُعدّ النشاء أحد أهم النواتج الطبيعية الذي ينتشر في عالم النبات حيث يكوّن حوالي 75% من وزن الذرة والرز و65% من وزن القمح و20% من وزن البطاطا.

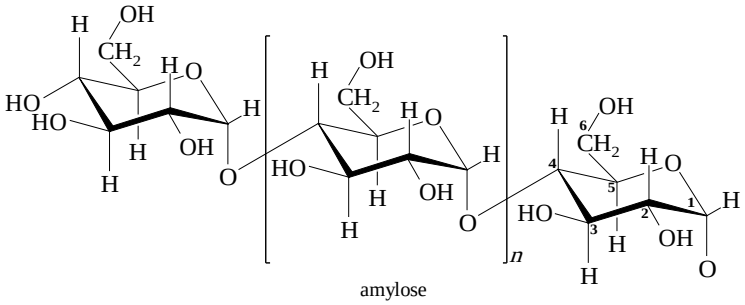
– يستخرج النشاء من الذرة والأرز في الصناعة حيث تطحن المواد المذكورة بقصد تفتيت الخلايا الحاوية على النشاء ، ثم تنخل وتخضع لتيار من الماء ثم تُرقّد حبات النشاء وتفصل، وأخيراً يُغسل النشاء بقصد تنقيته عدة مرات ثم يخضع للفصل بالقوة النابذة ويجفف.

– لا تنحل حبيبات النشاء في الماء البارد ، وتنتفخ الحبيبات بالماء الساخن وتنفجر لتعطي محلولاً غروياً يشكل كتلته هلامية عند التبريد يدعى مطبوخ النشاء.

– يعدّ النشاء بشكل عام كناتج لتكاثف المالتوز مشكلاً جزيئات ذوات سلاسل متفرعة تميزه عن السيللوز.

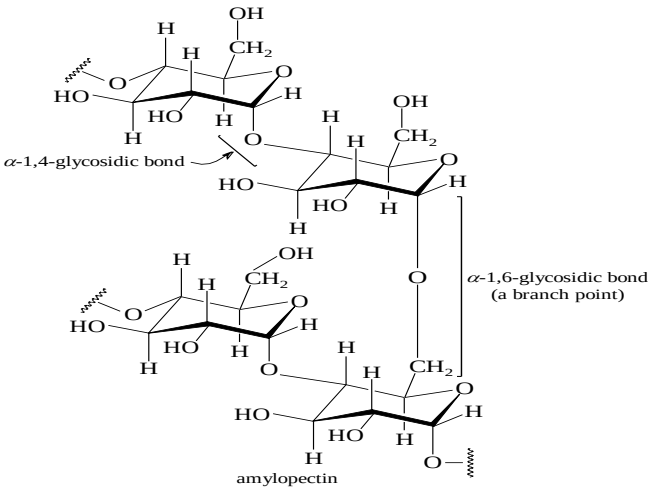
– يمكن تمييز نوعين من النشاء هما : الاميلوز والاميلوبكتين.

الاميلوز: ويشكل القسم الداخلي لحبوب النشاء وهو حلول في الماء الساخن يتراوح وزنه الجزيئي مابين 10 – 60 ألف.



– أما **الاميلوبكتين** فيشكل غلاف حبة القمح وبعض أنواع الحبوب وينتفخ بفعل الماء معطياً سائلاً شفافاً من مطبوخ النشاء ويتراوح وزنه الجزيئي بين 60 ألفاً ومليوناً ، وينتج عن التحلل المائي المحدود للأميلوبكتين **D**–غلوكوز ومالتوز.

فالاميلوبكتين على عكس الاميلوز، يتالف من سلسلة معقدة فيها مايقرب من 5000 وحدة غلوكوزية فيها عدة مئات من التفرعات مؤلفة من سلاسل قصيرة . تختلف نسبة الاميلوز/أميلوبكتين في أنواع النشاء حسب مصدره.



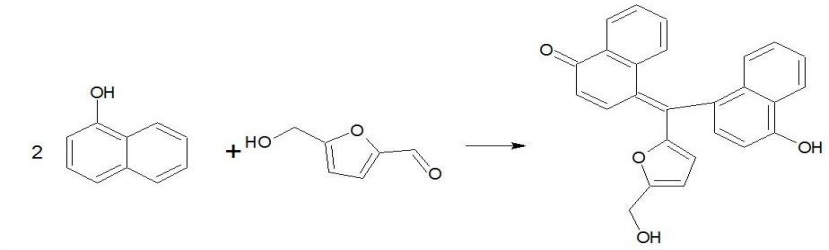
– يستعمل النشاء في مساحيق التعفير **Dusting** لما له من خواص ماصة كما يستعمل كمطري للجلد، وفي الحقنات الشرجية، ويستعمل كعامل مفتت للأقراص الدوائية **Tablet disintegrate** كما يدخل في صناعة الأطعمة والمشروبات.

الاختبارات العامة للكربوهيدرات:

1- اختبار موليش Molish`s test :

يهدف الاختبار إلى التعرف على المواد السكرية وتفريقها عن البروتينات والشحوم وغيرها .

- **مبدأ الاختبار** : يعتمد هذا الاختبار على قدرة حمض الكبريت المركّز في نزع جزيئات الماء من السكر ، وذلك بعد أن تنفصم الرابطة الغليكوزيدية وتتشكل سكريات أحادية أولاً، ثم يتحول السكر الاحادي الخماسي إلى فورفورال Furfural أو هيدروكسي متيل فورفورال إذا كان سداسياً . حيث يتم تفاعل الناتج مع كاشف α-نفتول، فيتشكل معقد يظهر على شكل حلقة بنفسجية بين سطحي السائلَين المنفصلَين.



- **المواد المستخدمة :**

- حمض الكبريت المركّز . - عينات تحوي سكاكر مختلفة.
- محلول α-نفتول (50 غ /ل α-نفتول في الايثانول المحضر حديثاً).

- **طريقة العمل :**

يوضع في أنبوب اختبار /2/مل من العينة المراد فحصه، ثم تُضاف قطرتين من محلول α-نفتول.

يُرَجّ الأنبوب جيداً ثم يُضاف بحرص على جدار الأنبوب حوالي /2/مل من حمض الكبريت المركّز. فيشكل الحمض طبقة سفلية تحت المزيج الأصلي، وتتشكل حلقة بنفسجية محمرة عند السطح الفاصل بين الطبقتين دليلاً على وجود السكر. واذا خُلطت محتويات الأنبوب فإن الحلقة تتلاشى ويتوزع اللون في المحلول.

تعطي المحاليل السكرية الممدّدة اختباراً ايجابياً، وان تفاوت ظهور الحلقة البنفسجية مرتبط بكمية السكر المستخدمة. يتشكل في بعض الأحيان لون أخضّر أسفل الحلقة نتيجة وجود كمية زائدة من α-نفتول تتفاعل مع حمض الكبريت. تكرر التجربة مع مواد أخرى غير سكرية وتُدوَّن النتائج كما في الجدول التالي:

اسم المادة	نوع السكر	النتيجة	الملاحظات
غلوكوز	أحادي سداسي		
فركتوز	أحادي سداسي		
سكروز	ثنائي غير مرجع		
لاكتوز	ثنائي مرجع		
نشاء	عديد متجانس		
مادة غير سكرية	-		

2- الانحلال في الماء والمحلاّت العضوية:

- **مبدأ الاختبار** : يهدف الاختبار إلى التفريق بين السكاكر الأحادية والثنائية من جهة والسكاكر المتعددة من جهة أخرى ، فتنحل السكاكر الأحادية والثنائية في الماء في حين تكون السكاكر المتعددة قليلة أو عديمة الانحلال في الماء، وذلك بسبب ضخامة الجزيئات. واذا ما تم انحلالها فإنها تعطي محاليل معلقة وعكرة. كما أن انحلال السكريات في المُحلاّت العضوية يختلف من سكر لآخر وتقل سرعة الذوبان بارتفاع الوزن الجزيئي للسكر.

- **المواد المستخدمة :**

- غلوكوز، نشاء. - المحلاّت العضوية : ايثانول ، اسيتون ، كلوروفورم ، ثنائي كلورو ميتان ، بنزن .

- **طريقة العمل :**

تؤخذ / 2 / أنابيب اختبار وتُرقَّم ثم يوضع في كل منها 0.5 غ من المادة المراد فحصها، ويضاف إلى كل أنبوب 3 - 4 مل من الماء البارد وترج جيداً . في حال عدم الانحلال نعمد إلى التسخين بضع دقائق. وتُدوَّن على جدول خاص الملاحظات حول سرعة ذوبان كل مادة .

تكرر التجربة مع المُحِلات العضوية مثل الإيثانول ، الأسيتون. وتُدوَّن النتائج على نفس الجدول كما في الشكل التالي:

اسم المادة	نوع السكر	مع الماء	مع الإيتانول	مع الأسيتون
سكروز	ثنائي			
نشاء	عديد متجانس			

3- اختبار الخواص الإرجاعية : اختبار فهلنغ Fehling test:

- **مبدأ الاختبار:** يهدف هذا التفاعل إلى التفريق مابين السكاكر المرجعة وغير المرجعة ، إذ يقوم هذا التفاعل بإرجاع ماءات النحاس $Cu(OH)_2$ المتشكلة من تفاعل ماءات الصوديوم وكبريتات النحاس إلى أوكسيد النحاسي Cu_2O وهو راسب ذو لون أحمر آجري.

$$R-CHO + 2Cu^{2+} \longrightarrow R-COO^{-}Na^{+} + Cu_2O\downarrow$$

- **المواد المستخدمة:**

- فهلنغ A: 33.64 غ من كبريتات النحاس منحلة في مزيج من 0.5 مل حمض الكبريت ومقدار كاف من الماء حتى 500مل حجماً.

- فهلنغ B: 176غ من طرطرات البوتاسيوم والصوديوم (ملح روتشل) بالإضافة إلى 77غ هيدروكسيد الصوديوم وكمية كافية من الماء حتى الحجم 500مل.

- **طريقة العمل:**

نأخذ أنبوب اختبار ونضع فيه /2/مل محلول فهلنغ(/1/ مل من محلول فهلنغ آ + /1/ مل من محلول فهلنغ ب)، ثم نضيف إليه /2/مل من محلول سكري تركيز (1 %).

نسخن أنبوب الاختبار على حمّام مائي لمدة / 5–10 /دقائق . ونلاحظ ظهور راسب أحمر مصفر أو قرمزي في الأنابيب الحاوية على سكاكر مرجعة.

وهو إيجابي مع كل من وحيدات السكاكر وقليلات السكاكر، التي تحوي على وظيفة ألدهيدية أو كيتونية حرة.

– **جدول اختبار السكاكر المرجعة وغير المرجعة:**

رقم الأنبوب	السكر	نوع السكر	فهلنغ	مرجع/غير مرجع
1	غلوكوز	أحادي سداسي مرجع		
2	فركتوز	أحادي سداسي مرجع		
3	سكروز	ثنائي غير مرجع		
4	لاكتوز	ثنائي مرجع		
5	نشاء	عديد متجانس		

4– اختبار النشاء بكاشف اليود:

– **مبدأ الاختبار** : من المعلوم أن حبات النشاء تتكون بشكل أساسي من **الأميلوز** (الطبقة الداخلية) القابلة للذوبان بالماء ، والتي تتلّون باليود باللون الأزرق نتيجة ادمصاص اليود على السلسلة المتحلزنة. فعند تسخين المحلول الأزرق يختفي اللون ويعود بالتبريد ، بينما تشكل مادة **الأميلوبكتن** الطبقة الخارجية ، وهي عديمة الذوبان بالماء ولا تعطي مع اليود اللون الأزرق .

– **المواد المستخدمة :**

- محلول يودي (يذاب /10/غ يوديد البوتاسيوم في /10/مل ماء مقطر ويضاف 1.3غ يود صلب ثم يمدد إلى /500/مل بالماء المقطر) .
- محلول /3/ن **HCl** (25 مل حمض مركّز ، ويضاف ماء مقطر حتى 100 مل) .
- محلول /3/ن **NaOH** : (60غ **NaOH** تذاب بالماء المقطر ثم تكمل الى500 مل) .

– **طريقة العمل :**

- أَضِف بضع نقاط من محلول اليود إلى 2 مل محلول النشاء فيتشكل لون أزرق غامق يختفي بالتسخين ويعود بالتبريد، ويختفي عند إضافة القلوي ويعود عند إضافة الحمض.

****