كلية العلوم

القسم : علم الحياة

السنة : الثالثة

المادة : كيمياء النسج النباتية

المحاضرة : الثانية والثالثة/نظري/

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

السكريات Carbohydrates

مركبات كيميائية عضوية تتألف بصورة أساسية من العناصر (الكربون C، هيدروجين H، أوكسجين O)، كانت تسمى قديماً بمائيات الفحم (ماء وكربون)، أما حالياً فقد تم استبعاد هذه التسمية بسبب وجود الكثير من السكريات التي ليس لها علاقة بها.
تعرف السكريات بأنها عبارة عن مشتقات ألدهيدية أو كيتونية لأغوال ROH عديدة الهيدروكسيل أو بعبارة أخرى: هي ألدهيدات أو كيتونات الكحولات عديدة الهيدروكسيل ومشتقاتها، الصيغة العامة لها: Cn(H2O)n حيث (n=3) ومافوق.
توجد الكربوهيدرات في النبات على هيئة مركبين هما: النشاء والسيللوز، بينما توجد في الحيوان على هيئة مركب يسمى غليكوجين الذي يخزن بدوره في الكبد والعضلات. يقوم النبات بتركيب الكربوهيدرات عن طريق عملية التمثيل الضوئي Photosynthesis، بينما تحصل بقية الكائنات الحية (الإنسان والحيوان) عليها من النبات.

أهمية السكريات:

قديماً: كان ينظر إلى السكريات على أنها ذات وظيفة محدودة تنحصر في أمرين:
1. مصدر إدخاري: لها دور في تغطية فقدان الطاقة المستمر، وذلك عن طريق تحويل الفائض من السكر (غليكوز) إلى غليكوجين يخزن في الكبد والعضلات وهذا بدوره يتحول إلى غلكوز (سكر) عند الحاجة.
2. دور دعامي: تدخل في تركيب بعض البنى الخلوية، كالسيللوز الذي يدخل في تركيب الجدار الخلوي للخلية النباتية.

أما في الوقت الحاضر فقد تبين أن للسكريات دوراً كبيراً فهي:
1. مصدر الطاقة الرئيس للعمليات الإستقلابية.
2. تدخل بتركيب المادة الوراثية: تدخل بعض السكريات الخماسية في التركيب الكيميائي (للنكليوتيدات والنكليوزيدات) الداخلة بتركيب RNA وDNA .
3. تدخل في بناء الخلايا.
4. تدخل في تركيب العديد من البنى كالجدار الخلوي للخلية النباتية.

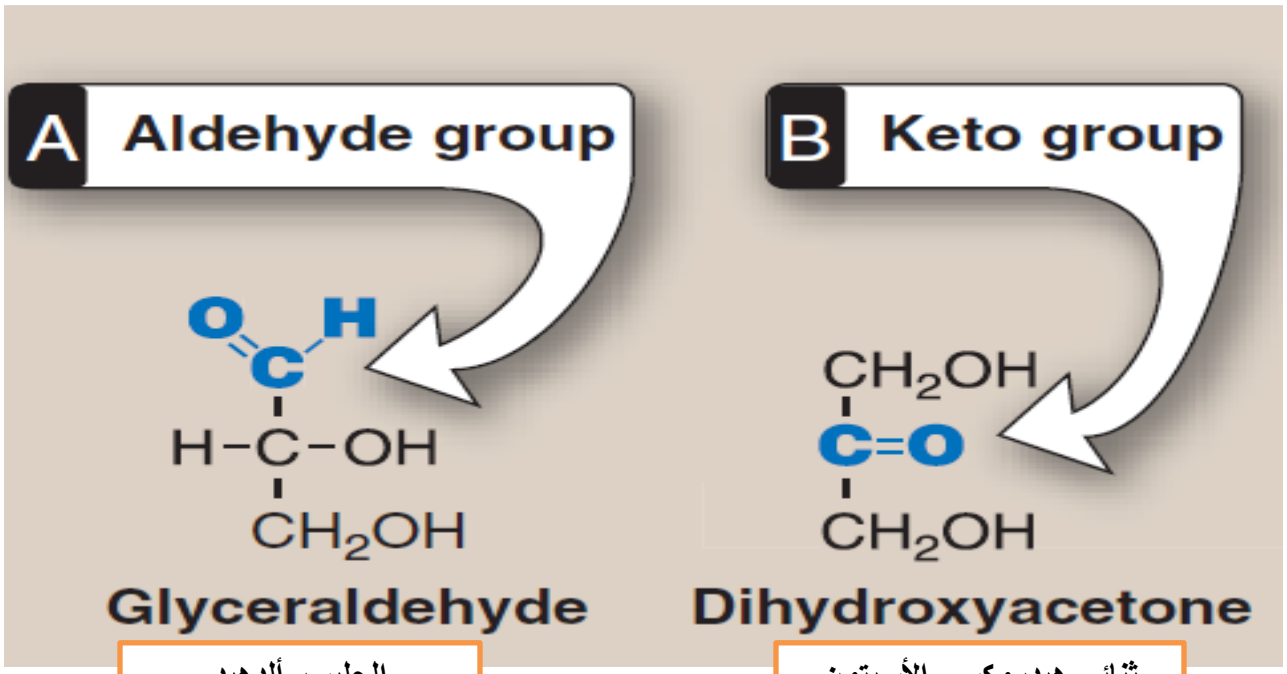
تصنيف السكريات:

تشمل الكربوهيدرات أو السكريات على ثلاثة أنواع رئيسية: السكريات الأحادية، السكريات الثنائية، السكريات المتعددة.
تتميز السكريات الأحادية والثنائية بحلاوة طعمها وقابليتها للذوبان في الماء والكحول مكونة محاليل شفافة لها القدرة على النفاذ داخل الأغشية الخلوية أما السكريات المتعددة فإنها لاتذوب في الماء أو الكحول وتشكل مواد غروية عند وضعها في الماء وليس لها القدرة على اختراق الأغشية الخلوية.

أ) السكريات الأحادية: هي أبسط أنواع السكريات حيث تتكون من جزيء واحد من السكر الغير قابل للحلمهة (أي لاتعطي بالحلمهة سكاكر أبسط منها) مثلاً: إذا أجرينا عملية حلمهة لسكر الغلكوز يعطي غلكوز فقط ولايعطي أي سكر آخر أبسط منه.
التركيب العام للسكريات الأحادية هو Cn(H2O)n، وتصنف حسب:
1. عدد ذرات الكربون الموجودة إلى بعض الأنواع أهمها:
- السكريات الأحادية الثلاثية trioses (C3H6O3): مثل الجليسرألدهيد و ثنائي هيدروكسي الأسيتون.
- السكريات الأحادية الرباعية (C4H8O4) مثل التيتروز.
- السكريات الأحادية الخماسية pentoses (C5H10O5) مثل الريبوز RNA والريبوز منقوص الأكسجين DNA.
- السكريات الأحادية السداسية hexoses (C6H12O6) مثل الجلكوز (سكر العنب) أو الجالاكتوز (سكر اللبن) أو الفركتوز (سكر الفواكه) أو المانوز (يوجد بالتوت البري).

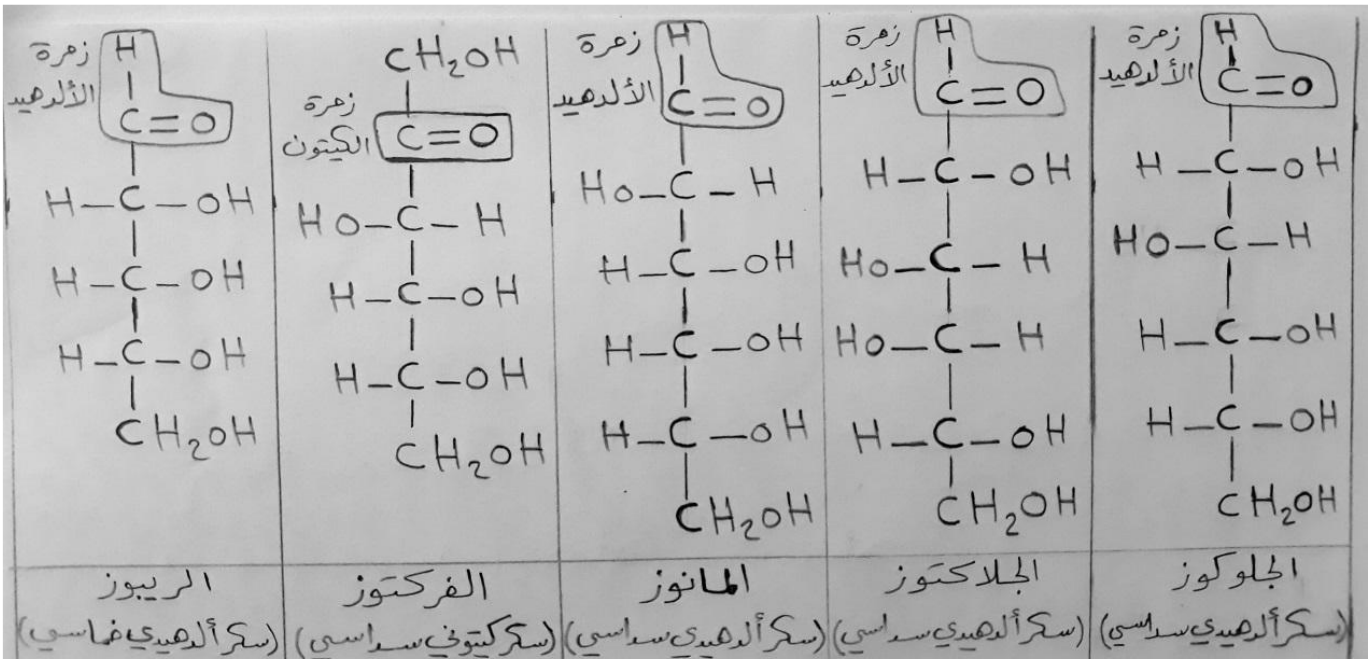
2. تصنف حسب الزمرة الوظيفية الموجودة فيها إلى:
- سكريات ألدهيدية: هي السكريات التي تحتوي في تركيبها الكيميائي بالإضافة للزمر الغولية (الكحولية) على زمرة الألدهيد CHO الحرة فتسمى ألدوزات مثل: الجلكوز والجالاكتوز.

- سكريات كيتونية: هي السكريات التي تحتوي في تركيبها الكيميائي بالإضافة للزمر الغولية على زمرة الكيتون CO فتسمى الكيتوزات مثل الفركتوز.

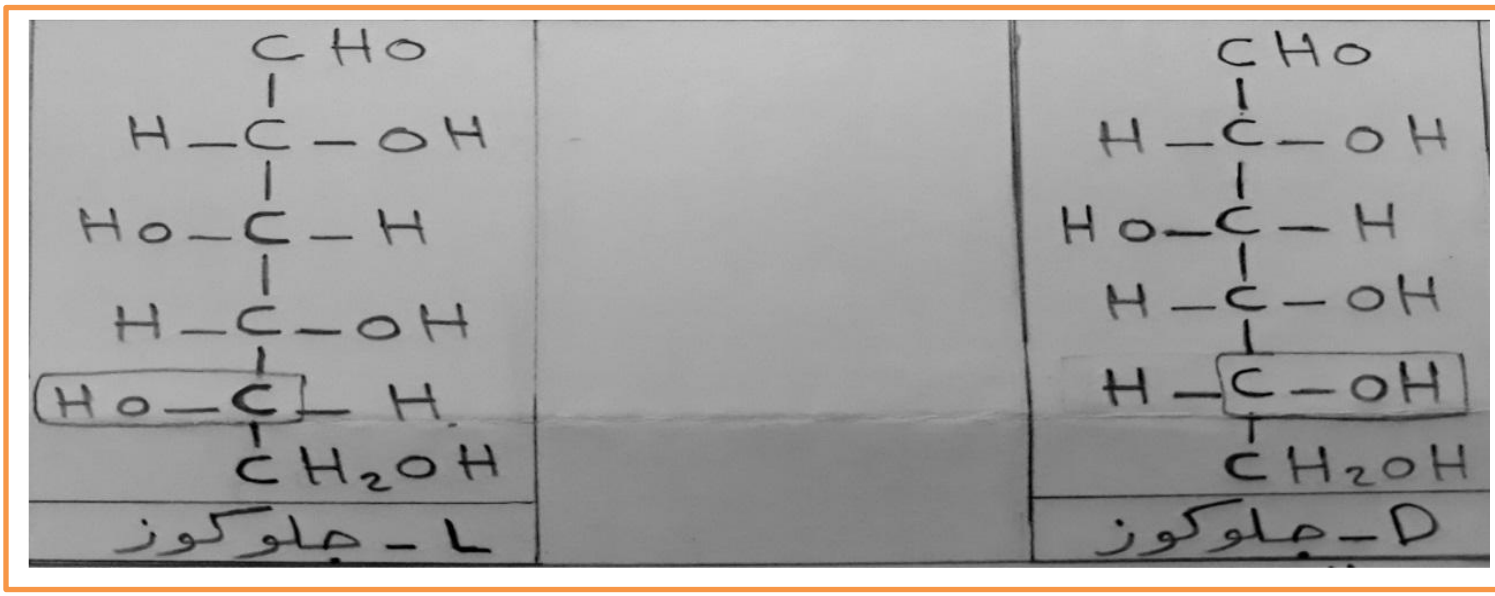


الجليسر ألدهيد

ثنائي هيدروكسي الأسيتون



ملاحظة: يرفق كل سكر أحياناً بالحرفين L أو D وذلك حسب توضع الزمرة الهيدروكسيلية لذرة الكربون ماقبل الأخيرة فعندما تتوضع زمرة الهيدروكسيل على اليمين نرفق السكر بالرمز D أما عندما تتوضع الزمرة الهيدروكسيلية على اليسار نرفق السكر بالحرف L



الخواص الكيميائية للسكريات الأحادية:

1. تذوب بسهولة في الماء.

2. قليلة الذوبان في الكحول الإيتيلي.

3. لاتذوب في الإيتر (مركب يحوي ذرة O متصلة بمجموعتي ألكيل R-O-R).

4. القدرة الإختزالية للسكريات: هناك نوعان من السكريات الأحادية (منها يملك القدرة على اختزال الشوارد المعدنية في مركباتها وهي الأكثر انتشاراً في الطبيعة وسكريات لاتملك القدرة الإختزالية وهي الأقل انتشاراً)، وتنشأ القدرة الإختزالية من وجود الوظيفة الألدهيدية والكيتونية حيث تستطيع هذه الوظيفة أن تحول الشوارد المعدنية كالنحاس مثلاً من رقم أكسدة مرتفع إلى رقم أكسدة أقل.

5. تأثير الحموض المعدنية: عند تسخين السكريات البسيطة الخماسية والسداسية مع حمض معدني قوي كحمض الكبريت مثلاً تتحول السكريات إلى مركبات الفورفورال إذا كان السكر خماسي وتتحول إلى هيدروكسي ميتيل الفورفورال إذا كان السكر سداسي، (والفورفورال: هو مادة كيميائية تدخل في الصناعات كالنايلون والبلاستيك).

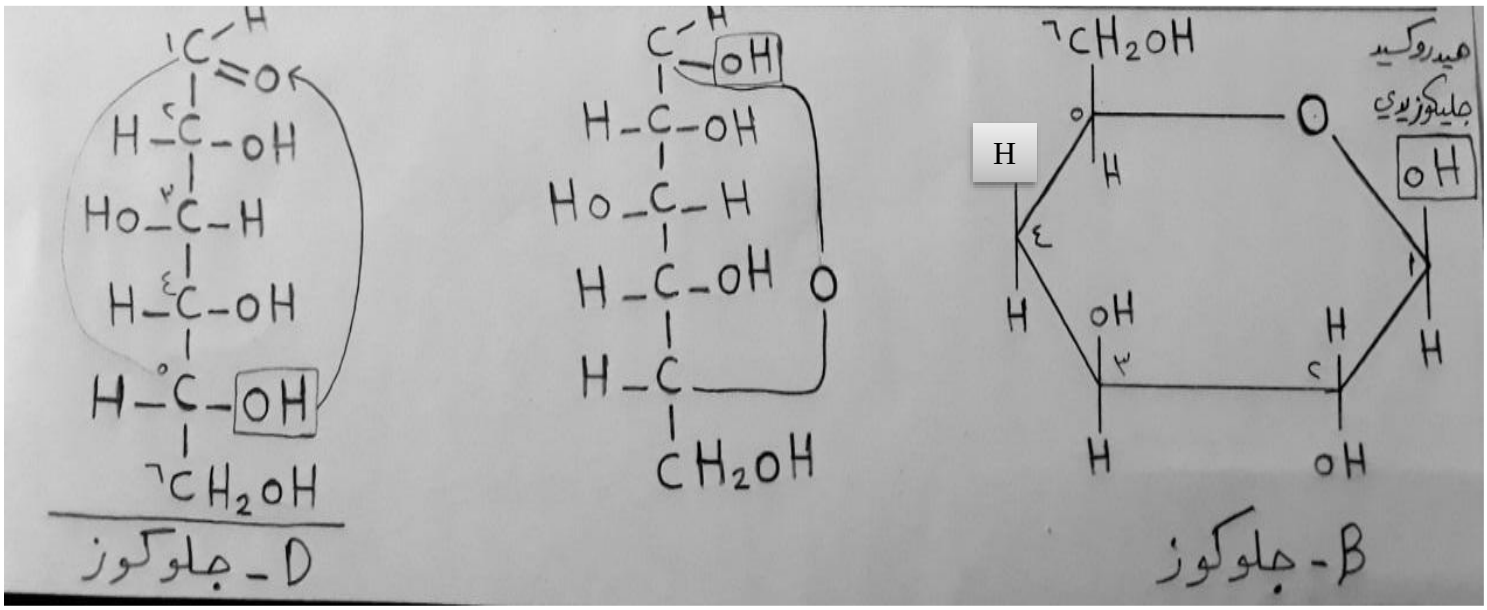
6. تكوين الرابطة الجليكوزيدية: نلجأ إلى التركيب الحلقي للسكريات نتيجة ندرة السكريات ذات البنية الخطية (غير الحلقية) والتي لاتعطي تفسير واضح للخواص الفيزيائية والكيميائية لها، حيث تقترب الزمرة الكربونية (الألدهيدية أو الكيتونية) من الهيدروكسيل المرتبط بذرة الكربون 4 أو 5. ويتم ذلك كالتالي:

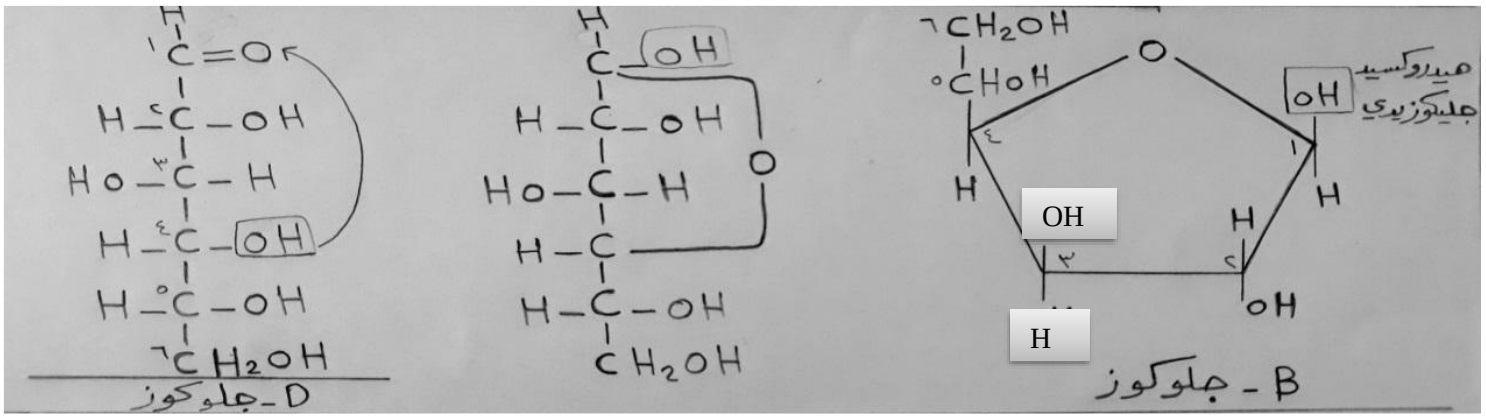
- **يتشكل هيدروكسيل جديد يسمى الهيدروكسيد الجليكوزيدي.**
- **يتشكل جسر أوكسجيني بين ذرات الكربون المرتبطة.**
- **يتشكل مركب حلقي إما أن يكون خماسي أو سداسي.**

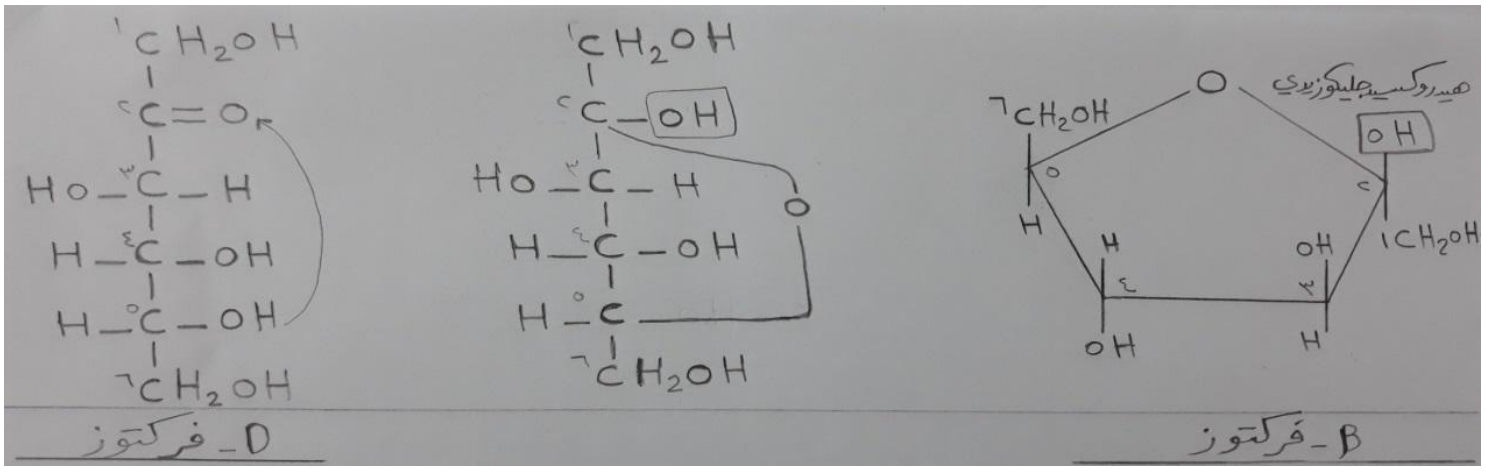
ملاحظة:1) السكريات الأحادية هي إما ألدوزية أو كيتوزية: فإذا احتوت السلسلة بالإضافة إلى الزمرة الغولية (الكحولية) على مجموعة ألدهيدية فتسمى ألدوزات، أما إذا احتوت بالإضافة إلى الزمرة الغولية على مجموعة كيتونية فتسمى كيتوزات.

2) في السكريات الألدهيدية يكون الهيدروكسيد الجليكوزيدي مرتبط دائماً بذرة الكربون الأولي حيث يتم الإرتباط بين ذرة الكربون 1 و4 أو بين ذرة الكربون 1 و5.

3) أما في السكريات الكيتونية يكون الهيدروكسيد الجليكوزيدي مرتبط بذرة الكربون الثانية حيث يتم الإرتباط بين ذرة الكربون 2و5.





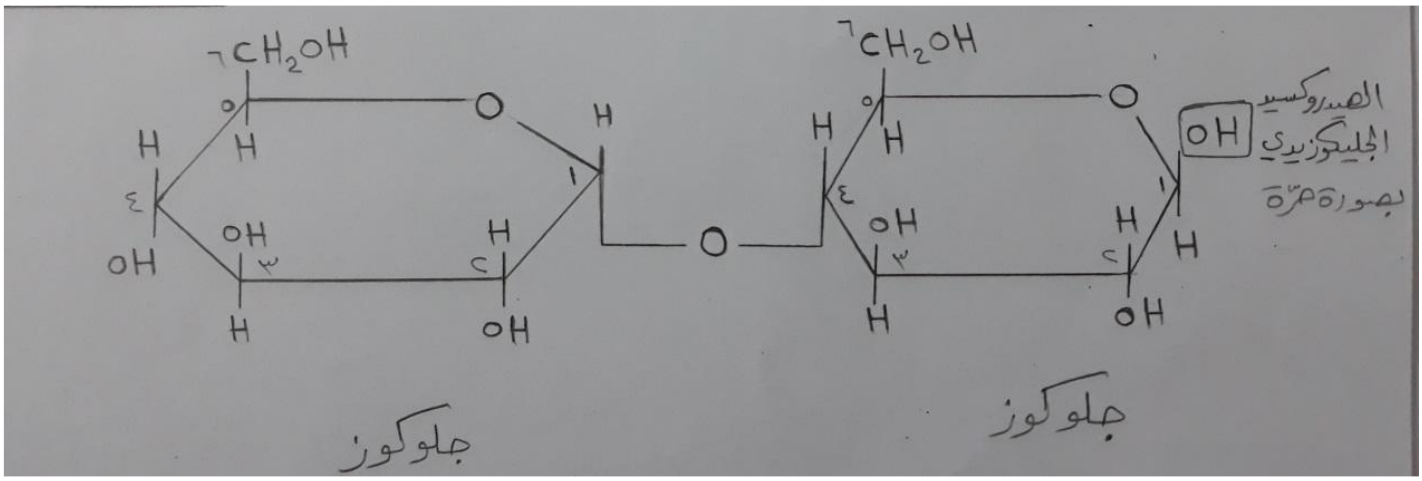


ملاحظة: عندما يقع الهيدروكسيد الجليكوزيدي المرتبط بذرة الكربون (الأولى أو الثانية) في الجهة العلوية للحلقة نرمز له بالرمز بيتا β وعندما يقع الهيدروكسيد الجليكوزيدي في أسفل الحلقة نرمز له بالرمز إلفا α كما هو موضح في الصيغ السابقة.

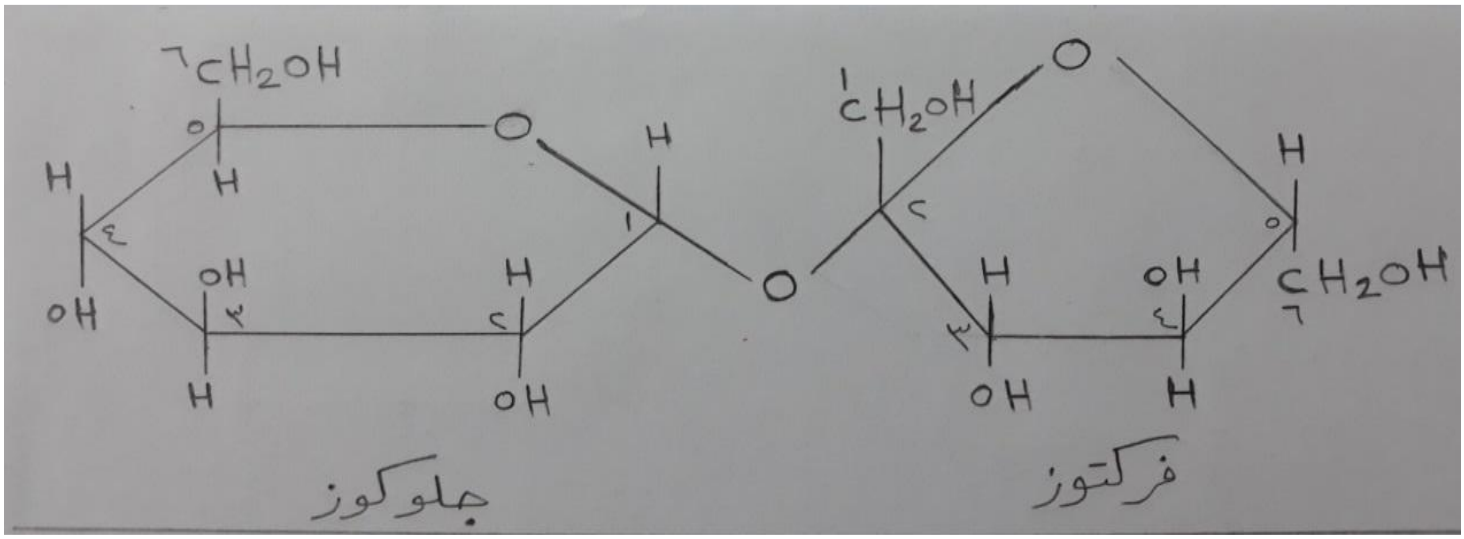
السكريات Carbohydrates

ب) السكريات الثنائية (قليلة التعدد): هي أكثر أنواع السكريات انتشاراً في الطبيعة والتي تعطي عند تحليلها مائياً (من اثنين إلى تسع وحدات من السكريات الأحادية البسيطة) ومن أمثلتها: المالتوز – السكروز – اللاكتوز. أكثر أنواع السكريات القليلة التعدد انتشاراً في الطبيعة هي السكريات الثنائية، والتي تتكون من 2 مول (جزيء) من السكريات البسيطة.
تكون الرابطة بين جزيئي السكر إما أحادية الكربونيل كما في سكر المالتوز (سكر الشعير) أو ثنائية الكربونيل كما في سكر السكروز (سكر القصب).

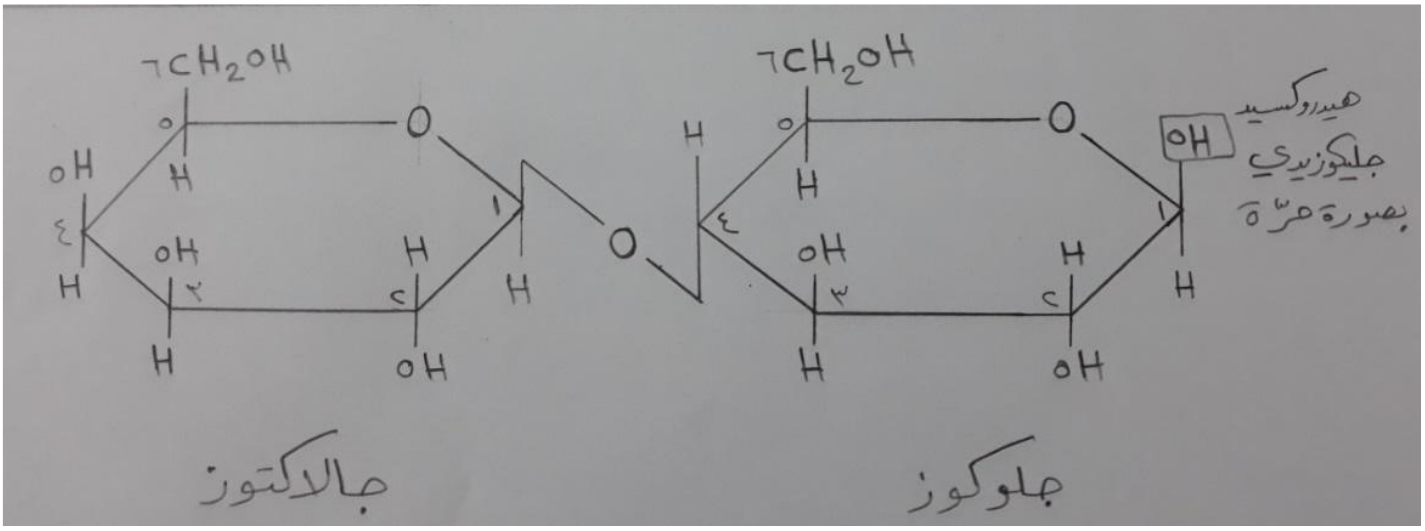
- **المالتوز (جلوكوز + جلوكوز): يعرف باسم سكر الشعير ويتواجد في الحبوب، وهو سكر ثنائي يتكون من جزيئتين من سكر الجلوكوز(سكر سداسي بسيط) بحيث تقع الرابطة مابين الهيدروكسيل الجليكوزيدي الموجود على ذرة الكربون الأولى بالنسبة للسكر الأول مع الهيدروكسيل الغولي (الكحولي) الموجود على ذرة الكربون الرابعة للسكر الثاني وتتشكل رابطة (جلوكوزيد – جلوكوز).**



- **السكروز (جلوكوز + فركتوز): يعرف باسم سكر القصب حيث يتواجد بنسبة عالية في قصب السكر والشوندر السكري، وهو سكر ثنائي يتكون من اتحاد جزيئة من جلوكوز مع جزيئة فركتوز حيث يرتبط الهيدروكسيل الجليكوزيدي الموجود عند ذرة الكربون الأولي للجلوكوز مع الهيدروكسيل الجليكوزيدي الموجود عند ذرة الكربون الثانية للفركتوز بواسطة جسر أوكسجيني وتتشكل رابطة (جليكوزيد – جليكوزيد).**



❖ **اللاكتوز (جلوكوز + جالاكتوز): يعرف باسم سكر الحليب، وهو السكر الوحيد ذو الأصل الحيواني وليس له أصل نباتي وهو سكر ثنائي يتكون من اتحاد جزيئة جالاكتوز مع جزيئة جلوكوز حيث يرتبط الهيدروكسيل الجليكوزيدي الموجود عند ذرة الكربون الأولى للجالاكتوز مع الهيدروكسيل الغولي الموجود عند ذرة الكربون الرابعة للجلوكوز وتتشكل رابطة (جلوكوزيد – جلكوز).**



ج) السكريات المتعددة: تتكون من مجموعة كبيرة من السكريات البسيطة (أكثر من 10 وحدات)، حيث ترتبط هذه السكريات مع بعضها بوساطة روابط جليكوزيدية.

للسكريات المتعددة نوعان:

1) سكريات متعددة متجانسة: والتي تتألف من جذور تابعة لنوع واحد من السكريات البسيطة مثل: النشاء والغليكوجين والسيللوز (حيث تكون الوحدة الأساسية فيها هي جلوكوز وترتبط ببعضها على شكل سلاسل خطية طويلة).

2) سكريات متعددة غير متجانسة (مختلطة): والتي تتألف من جذور تابعة لأكثر من نوع من السكريات البسيطة أو أنها تحتوي على عناصر إضافية كالآزوت والكبريت مثل حمض الهيالورونيك والهيبارين. ومن مميزات السكريات المتعددة وجودها بالحالة الغروية وامتلاكها وزناً جزيئياً مرتفعاً.

أمثلة عن بعض السكريات المتعددة:

أ. النشاء: يمثل المخزون الإحتياطي الأكثر أهمية للنبات، كونه الناتج الأخير لعملية التركيب الضوئي. يوجد النشاء في الخلايا النباتية والحبوب والبطاطا، وتصل نسبته في القمح إلى (75% من الوزن الرطب نشاء ومن 20-25% ماء) بينما نسبته في البطاطا (أقل من 20-25% من الوزن الرطب). وهوسكر متعدد متجانس يتكون من اتحاد نوعين من السلاسل الكروية المتعددة (لو أجرينا مقطع عرضي في حبيبة النشاء نجد أنها مكونة من قسمين) وهي:

الأميلوز: هو القسم الذي يكون الجزء الداخلي للحبيبة، ويتكون من اتحاد جزيئات سكر الجلكوز البالغ عددها (حوالي 1000 جزيء) في الموقع (1-4) α على شكل سلسلة مستقيمة غير متفرعة، ويشكل 20% من وزن النشاء.

الأميلوبكتين: هو القسم الذي يكون غلاف الحبيبة، ويتكون من اتحاد جزيئات الجلكوز البالغ عددها (100ألف إلى مليون جزيء) في الموقع (1-4) α و(1-6) α على شكل سلسلة متفرعة وهو يشكل الجزء الخارجي من جزيئة النشاء وتبلغ نسبته 80 % منها.

ملاحظة: 1. نسبة الأميلوز 20% بينما نسبة الأميلوبكتين 80%.

2. هناك أنواع من النشاء يتألف من الأميلوبكتين فقط، لكن بالعموم يتكون من الإثنين معاً.

3. تعطي جزيئة النشاء بالتفاعل مع اليود اللون الأزرق.

4. يستعمل النشاء في الصناعات الغذائية والنسيجية والورق والمواد اللاصقة.

يعود اللون الأزرق لحبيبات النشاء إلى تلون الأميلوز (الجزء الداخلي للحبيبة)، لأنه عند إضافة اليود للنشاء تلتف السلسلة الخطية بشكل حلزوني وتتثبت عليها شوارد اليود، فاللون الأزرق يعود إلى البنية الحلزونية لسلسلة الأميلوز الخطية بينما يختفي اللون إذا بردنا المزيج لأن السلسلة الحلزونية تنفرد، وإذا سخنا مرة أخرى المزيج يعود اللون الأزرق وذلك لعودة

الشكل الحلزوني لسلسلة الأميلوز وكل ذلك تبين من خلال الدراسات الفيزيائية بالأشعة X. أما الأميلوبكتين ليست له بنية حلزونية فلايتلون باللون الأزرق عند إضافة اليود، حيث يعطي الأميلوبكتين مع اليود لوناً أحمر فاتح أو بنفسجي فقط. وبسبب التركيب الكيميائي المتفرع للأميلوبكتين يجعل منه أقل انحلالاً وذوباناً في الماء مقارنة مع الأميلوز، ويمكن فصل الأميلوبكتين عن الأميلوز وذلك بوضع النشاء لفترة طويلة في الماء فالأميلوز ينحل بالماء بينما الأميلوبكتين يبقى دون انحلال.

<u>يتميز النشاء بمايلي:</u>

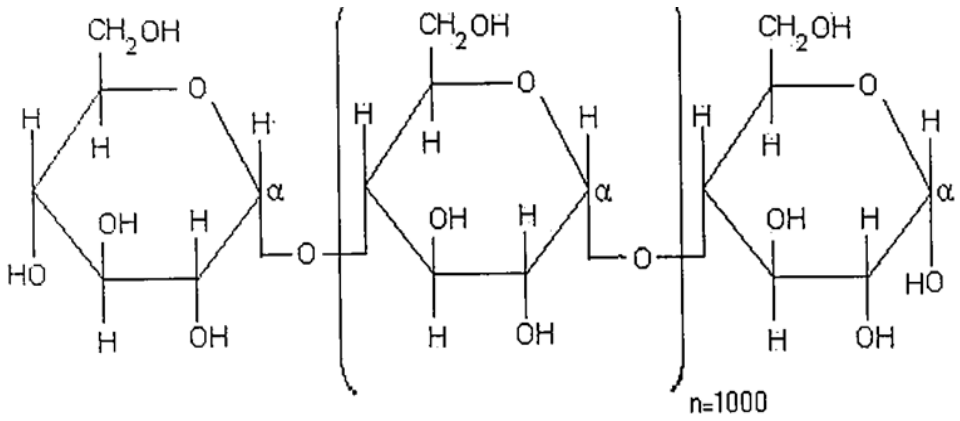
-المركب الرئيسي في عملية التركيب الضوئي.

-المركب الأساسي الذي يخزن في النباتات الراقية.

-المصدر الغذائي الإحتياطي الذي تستخدمه البذور عند نموها.

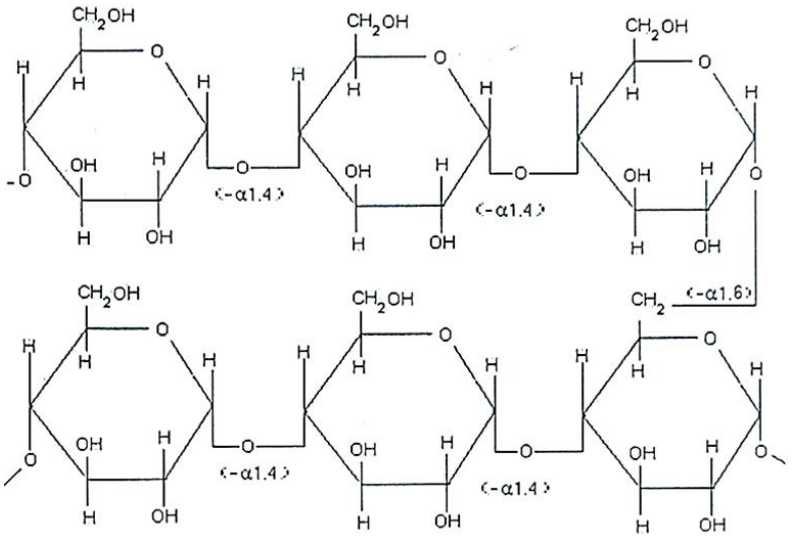
-المصدر الأساسي للطاقة لنمو البراعم في النبات.

-كما يوجد النشاء في درنات بعض النباتات حيث يمدها بالغذاء اللازم للنمو وتكوين أنسجة جديدة عندما يعاود نشاطه بعد فترة السكون (Dormancy).



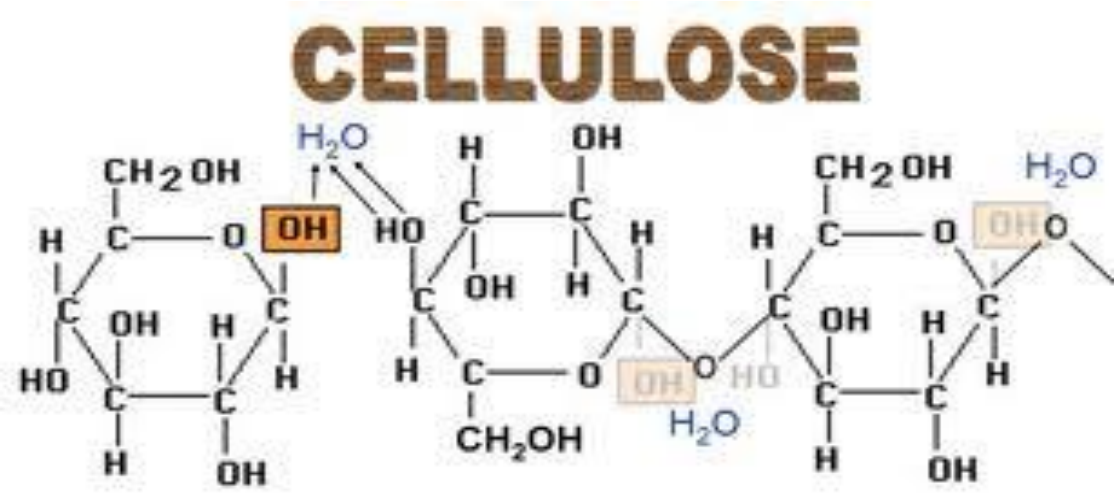
α-أميلوز

التركيب الكيميائي للأميلوز (*Amylose*).



التركيب الكيميائي للأميلوبكتين (*Amylopectin*)

ب. السيللوز: يشكل القسم الرئيسي في النباتات حيث يدخل في تكوين الجدر الخلوية لها ويكسبها القساوة والشكل، كما يوجد في جميع أنسجة النبات. يبلغ عدد وحدات الجلكوز الداخلة في تركيب السيللوز (من 1000-10000 وحدة). يتم الحصول على سيللوز القطن من ألياف القطن حيث يشكل 80% من تركيبه، و50% في الخشب. يعد السيللوز المادة الخام الأساسية في كثير من الصناعات المختلفة مثل صناعة الورق واللدائن والأنسجة. السيللوز من السكريات لكن طعمه ليس حلواً كباقي السكريات وهو من السكريات المتعددة والمكونة من نوع واحد من السكريات الأحادية (الجلكوز). يمتاز السيللوز كما السكريات المعقدة الأخرى بعدم قابليتها للذوبان في الماء وعدم نفاذيتها من خلال أغشية الخلايا. لايوجد السيللوز في الطبيعة بحالة نقية أبداً حيث تعتبر ألياف القطن هي الأنقى إذ تحتوي على مايقارب 5% من المواد الغريبة فقط، بينما في الخشب وسوق النباتات والأوراق يرتبط السيللوز بمواد أخرى مثل الليغنين (مركب كيميائي معقد يستخرج من الخشب) أو مايسمى بالهيميسيللوز. تصل نسبة السيللوز في الخشب من 40-55%. مصادر السيللوز الطبيعية: الألياف النباتية والتي ينتج منها مليارات الأطنان سنوياً عن طريق التركيب الضوئي، بعض المتعضيات البحرية متل الغلاليات (بخاخات البحر)، والسيللوز الكوني والذي يمكن جمعه بمقادير ضئيلة وبكلفة عالية من الفضاء.



مكتبة A to Z