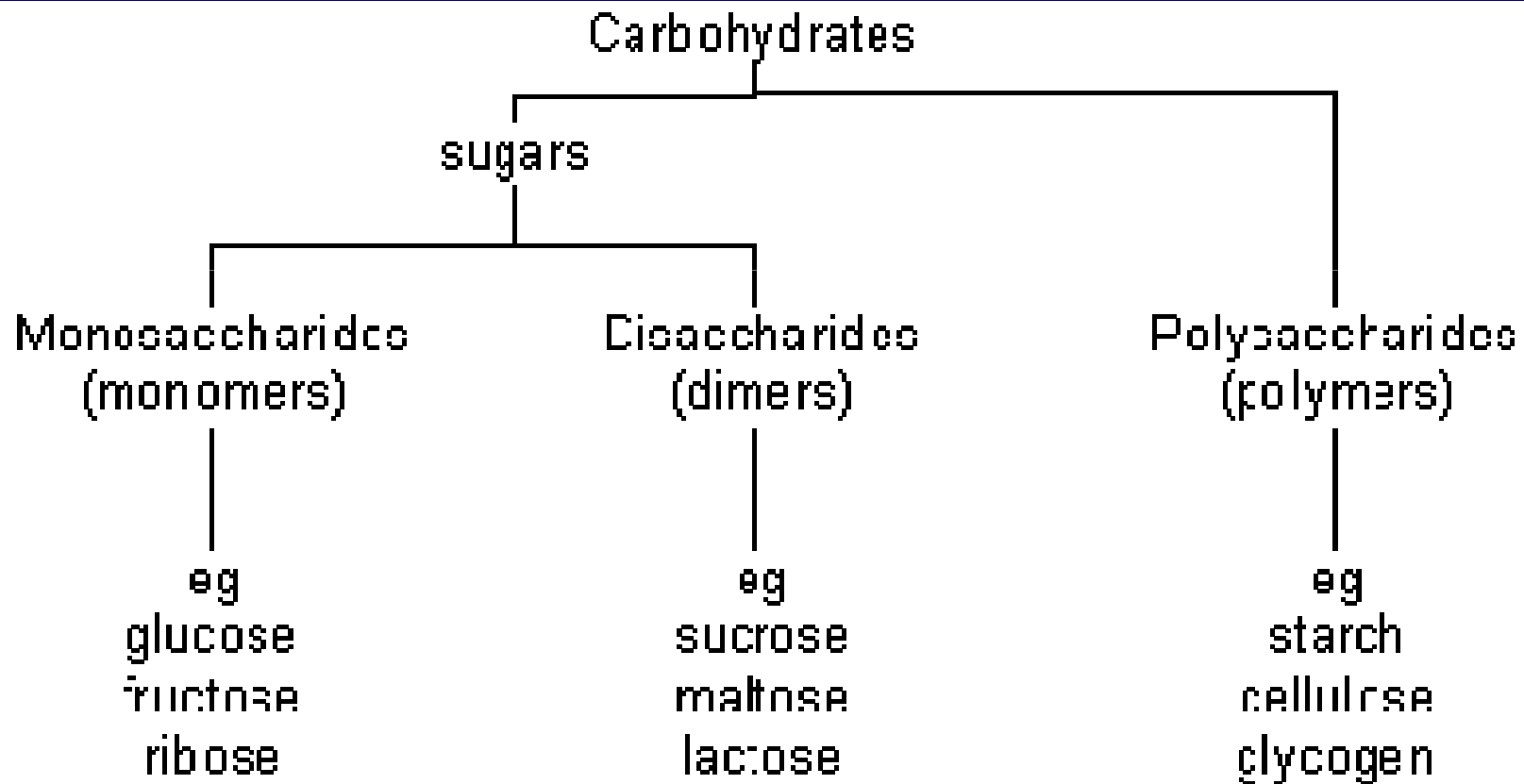


# التركيبات المفتوحة والحلقية



للسكريات  
الأحادية

# تقسيم الكربوهيدرات

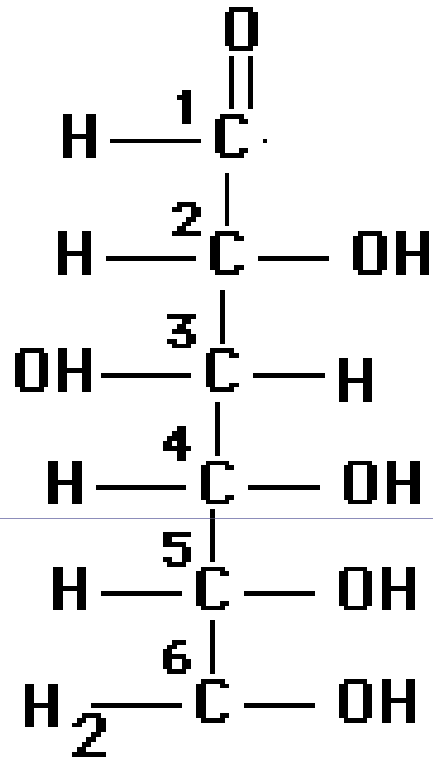


# التركيبات المفتوحة والحلقية للسكريات الأحادية

□ التراكيب المختلفة للألدوزز والكيروزز تكتب على شكل سلسلة مفتوحة إذا كان السكر الأحادي ترايوزز (سكر أحادي ثلاثي) أو تتروزز (سكر أحادي رباعي).

□ أما إذا كانت السكريات الأحادية مكونة من 5 ذرات كربون أو أكثر فإنها تكتب بشكل تراكيب حلقية تكون فيها مجموعة الكربونيل مقنعة ولا تظهر صفاتها الكيماوية الطبيعية.

# التركيب الحلقي للجلوكوز

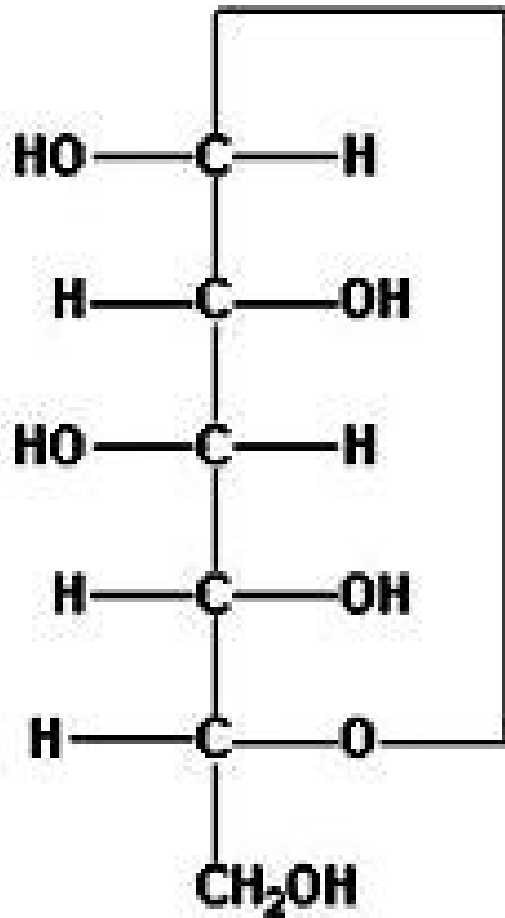


$\alpha$ -D-Glucose  
(linear form)

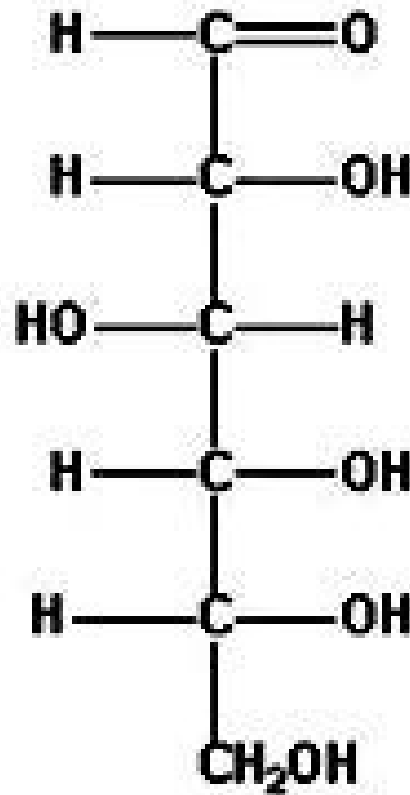
(a)

□ توجد بعض السكريات الأحادية ( البنتوزز والهكسوزز ) على شكل تراكييب حلقيه تكونت بواسطة تفاعل مجموعة الهيدروكسيل الكحولية على ذرة الكربون رقم (٥) مع مجموعة الألهيد على ذرة الكربون رقم (١) .

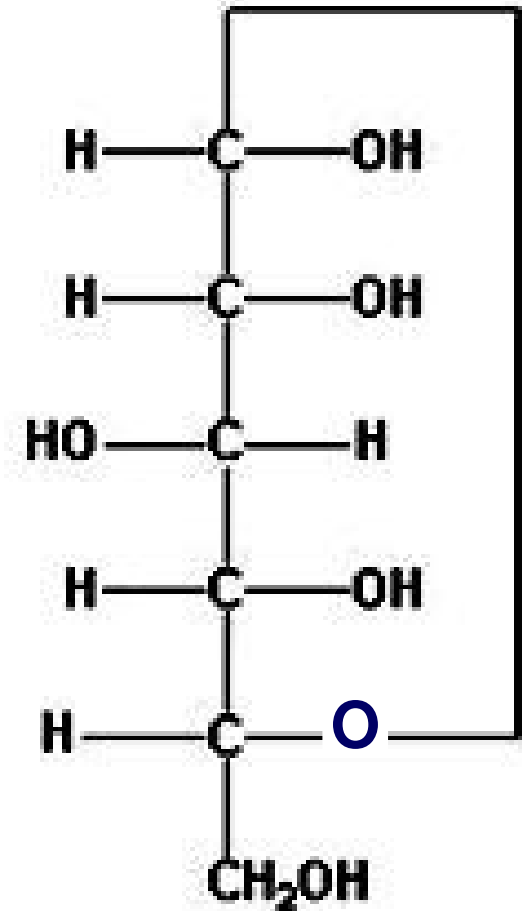
# الصيغة الحلقية للسكريات الأحادية (صيغة فيشر)



beta-D-glucose

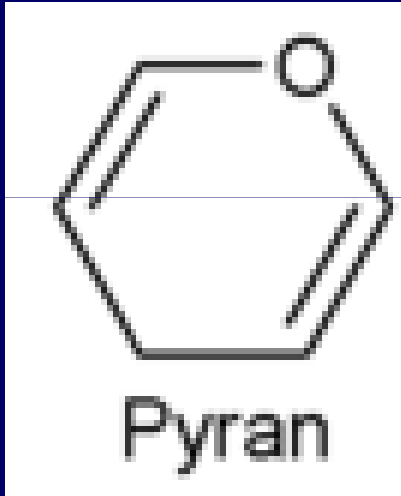


D-glucose



alpha-D-glucose

# التركيب الحلقي للجلوكوز ( البايرونوز )

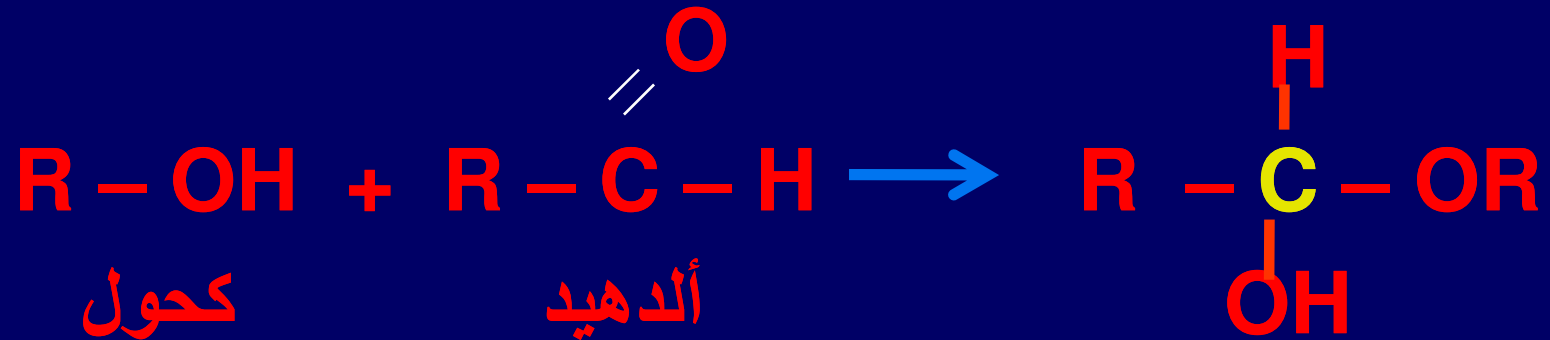


□ لذلك يستطيع الجلوكوز تكوين  
مركب حلقي ، هذا المركب ذو  
شكل يشبه شكل حلقة البايرون  
لذلك سمي هذا الشكل للسكريات

**بالبايرونوز .**

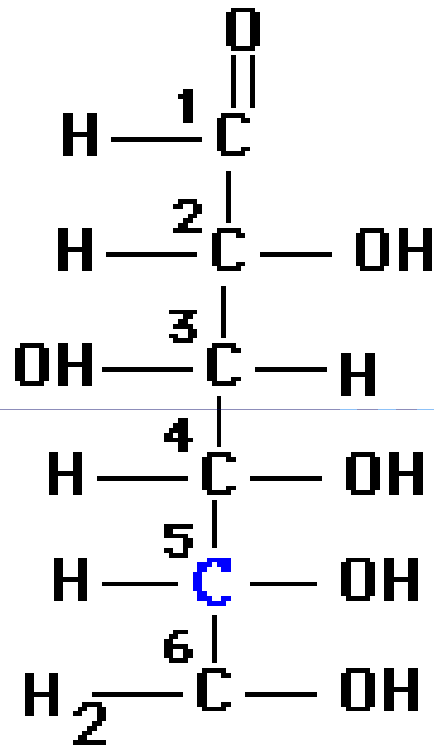
## تكوين البايرونوزز

□ يتم تكوين البايرونوزز نتيجة لتفاعل عام بين مجموعة الألدهيدات والكحولات ليكونا مشتقاً يسمى **الهيبي أسيتال**



**الهيبي أسيتال** يحتوي على ذرة كربون غير متناظرة تسمى **بالهيبي أسيتال كربون** أو **الكربونيل كربون** أو **ذرة الكربون الأنومرية**، لذلك يوجد شكلين متناظرين مجساميين للهيبي أسيتال (ستريو آيسومرز).

# جلوكوبايرونوز



$\alpha$ -D-Glucose  
(linear form)

• **جلوكوبايرونوز** عبارة عن هيمي أسيتال التي فيه

مجموعة الهيدروكسيل الحرة على C-5 تتفاعل مع

C-1 الألهيدية مما يجعل **C-1 غير متماثلة** فينتج

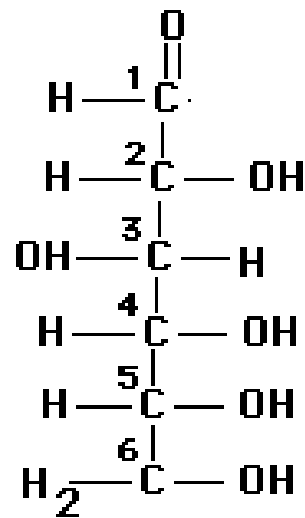
النظائر  $\alpha$  و  $\beta$  ستريو أيسومرز لل-D-جلوكوز.

• **جلوكوبايرونوز** عبارة عن هيمي أسيتال داخلي جزئيا

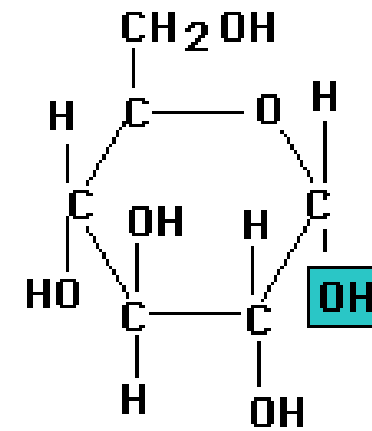
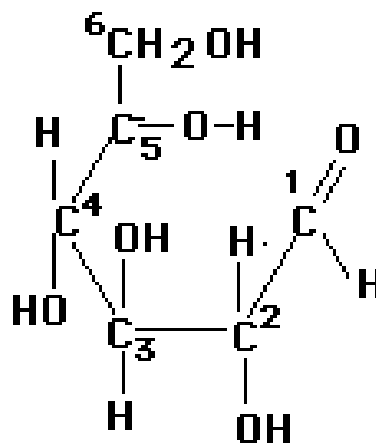
( أي مجموعة الألهيد و مجموعة الكحول المتفاعلة

موجودين في نفس جزيء الجلوكوز).

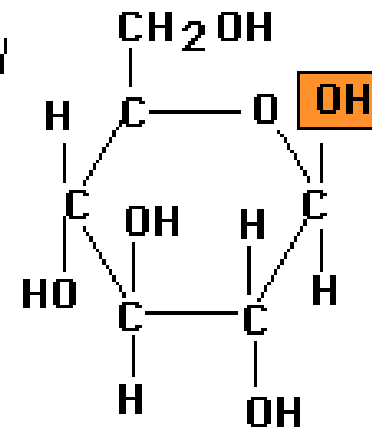




$\alpha$ -D-Glucose  
(linear form)  
(a)



$\alpha$ -D-Glucose  
(ring form)  
(b)



$\beta$ -D-Glucose  
(ring form)

البايرنوز

Fig. Linear and ring forms of glucose

# جلوكوزبايرنوزز على صيغة فيشر

في الأشكال الحلقية للجلوكوبايرنوزز على صيغة فيشر

مجموعة الهيدروكسيل (-OH)  
المتصلة بذرة C1 على اليسار

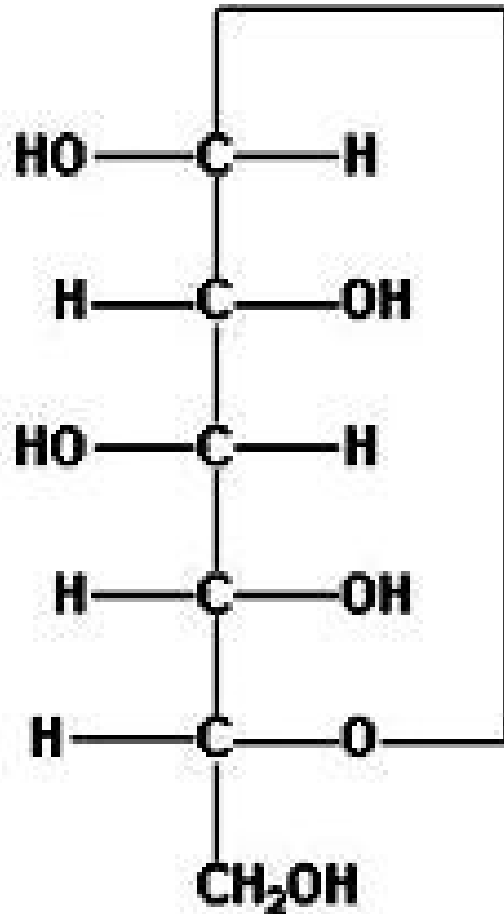
مجموعة الهيدروكسيل (-OH)  
المتصلة بذرة C1 على اليمين

D-β - جلوكوز

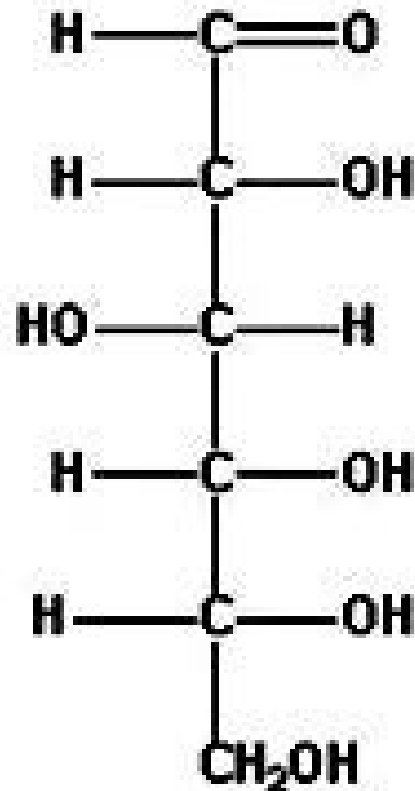
D-α - جلوكوز

أنومرز

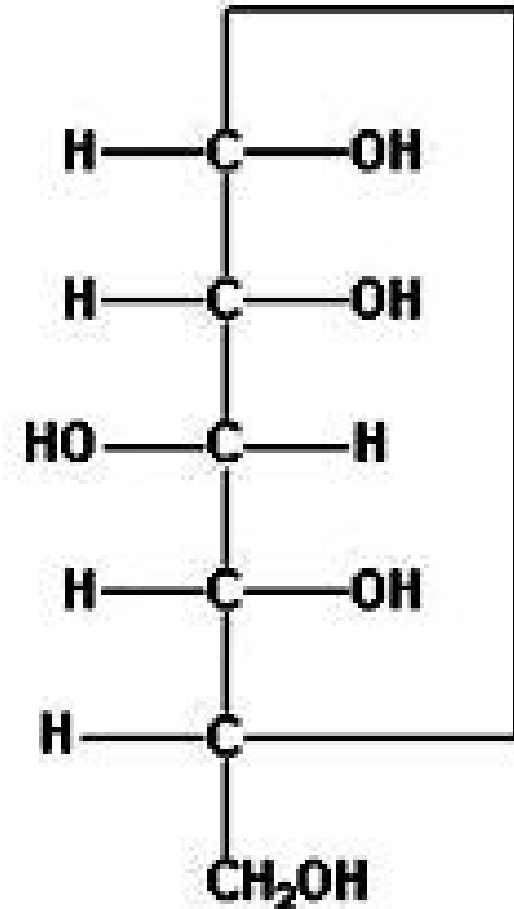
# صيغة فيشر الحلقية للسكريات الأحادية



beta-D-glucose



D-glucose



alpha-D-glucose

# الجلوكوبايرونوز على صيغة هوارث

□ في الصيغ الحلقية للجلوكوز التي وضعت فيها الذرات الستة (التي تكون الحلقة) في مستوى واحد تسمى **بصيغ هوارث**.  
مجموعة الهيدروكسيل (-OH) على C1

في صيغة هوارث

تتجه للأسفل على  
C1

في صيغة فيشر

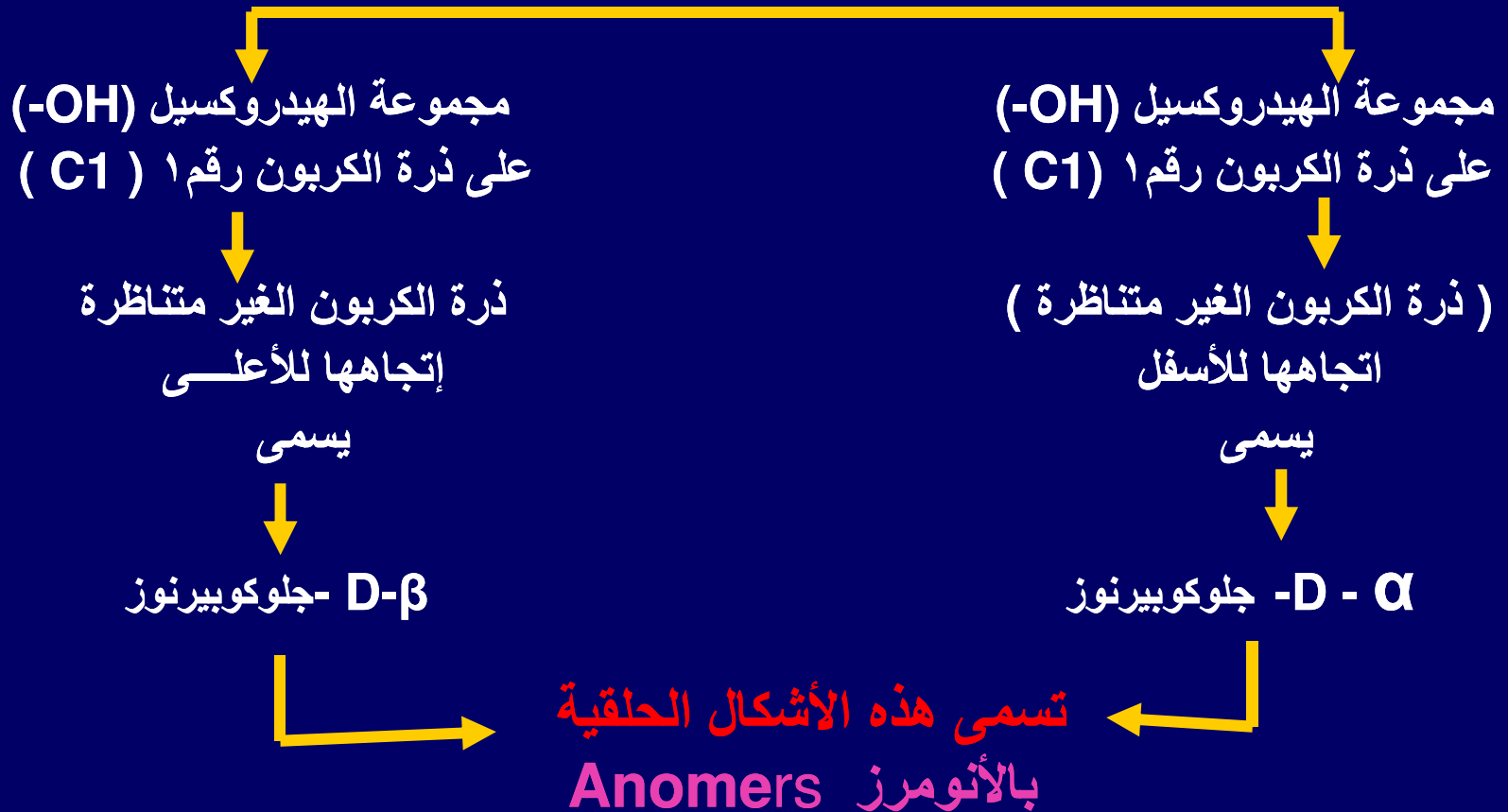
(١) تقع في الجانب  
الأيمن  
على ذرة C1

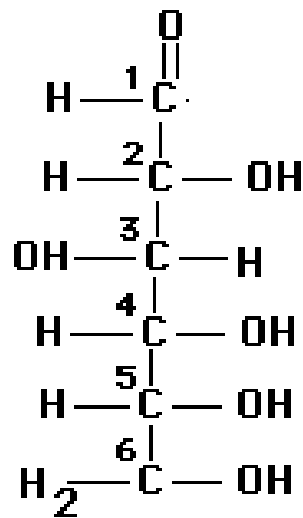
تتجه للأعلى على  
C1

(٢) تقع في الجانب  
الأيسر  
على ذرة C1

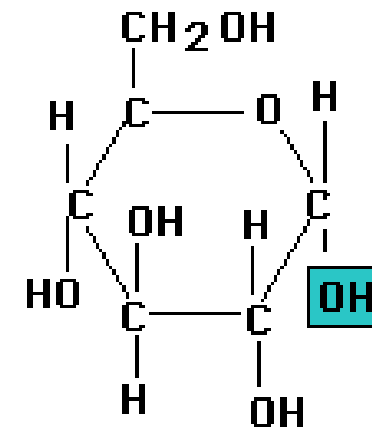
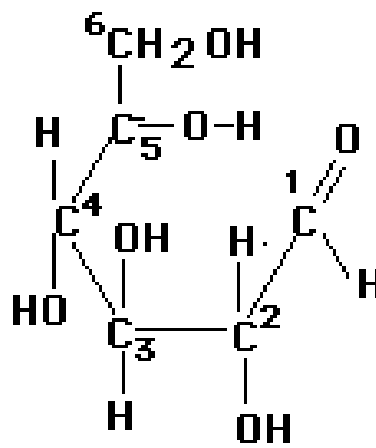
# السكريات الأحادية

## الجلوكوبايرونوز على صيغة هوارث



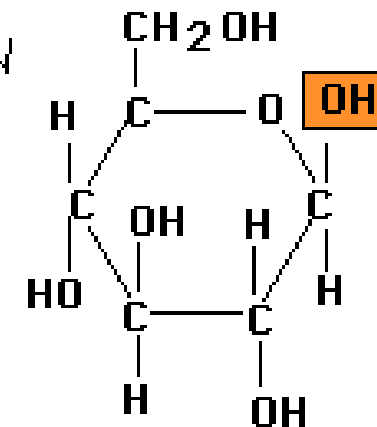


α-D-Glucose  
(linear form)  
(a)



α-D-Glucose  
(ring form)  
(b)

صيغة هوارث الحلقية  
للجلوكوبايرونوز



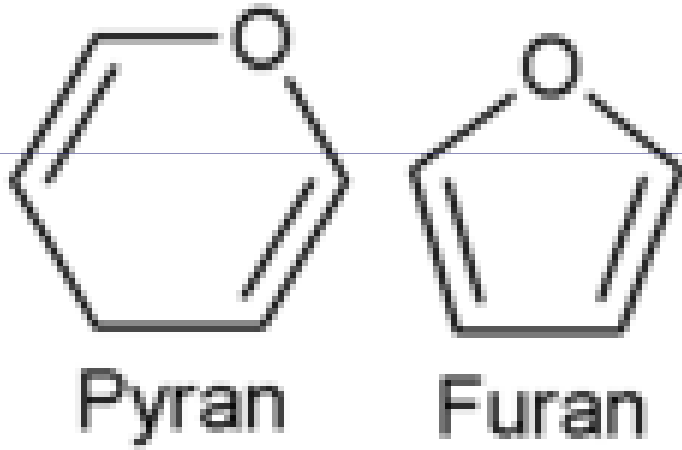
β-D-Glucose  
(ring form)

Fig. Linear and ring forms of glucose

# السكريات الأحادية

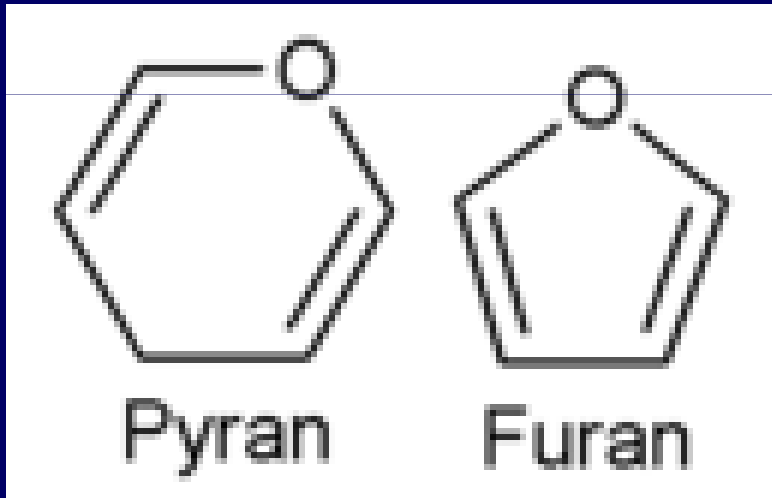
## الألدوبايرونوز و الألدوفيورانونوز

□ ومن الممكن وجود الألدوهكسوزز بشكل حلقات خماسية تشبه حلقة الفيوران الخماسية ولذلك تسمى فيورانوزز .



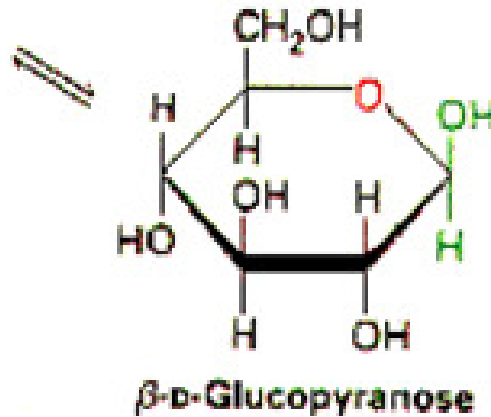
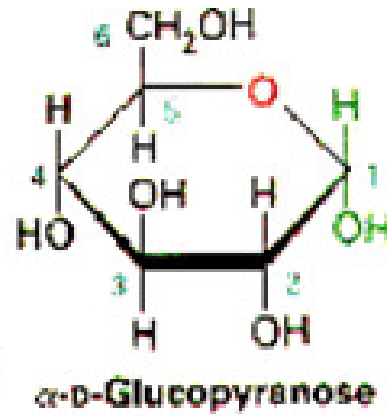
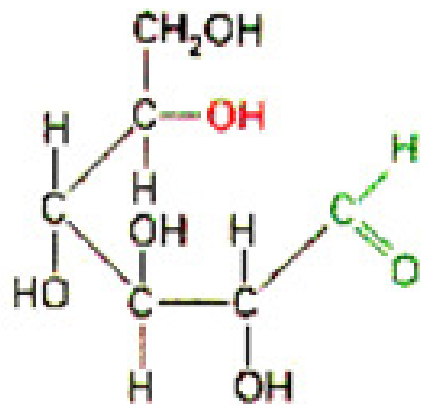
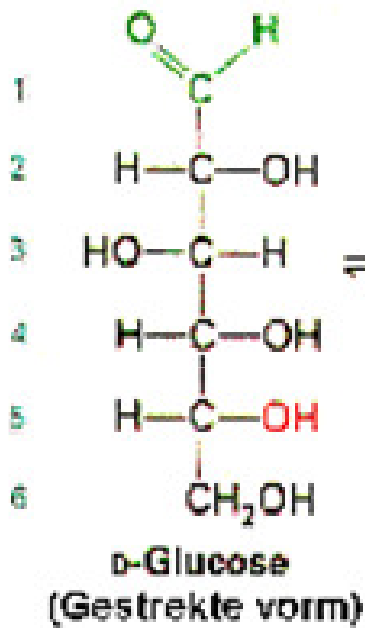
□ - وبالرغم من ذلك فإن حلقة الألدوربايرونوز السداسية أكثر ثبات من حلقة الألدوفيرانوز الخماسية (السكريات الأدهيدية السداسية) ولهذا فحلقة الألدوربايرونوز أكثر تغلباً في المحاليل المائية .

- الألدوبايرونوز حلقتة تشبه حلقة البايوران (جلوكوز - جلوكوبايرونوز)
- الألدوفيورانونوز حلقتهم تشبه حلقة الفيوران
- الكيتوفيورانونوز حلقتة تشبه حلقة الفيوران (فركتوز - فركتوفيورانونوز)



شكل البايوران  
و الفيوران

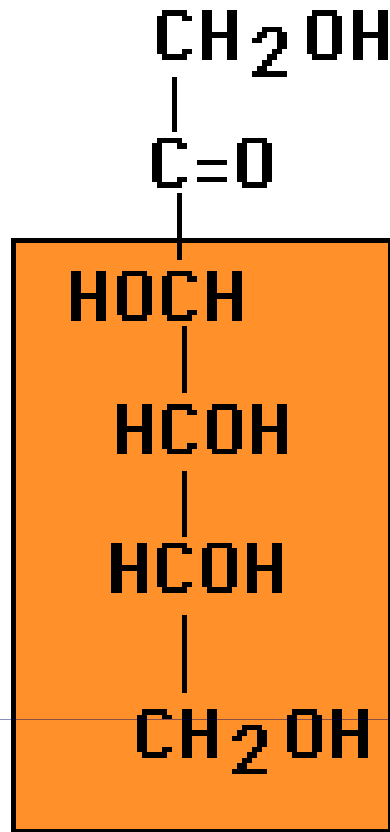




D-α-جلوكوبيرنوز

صيغة هوارث  
الحلقية للنظائر  
الأنومرية  
للجلوكوبيرنوز  
(سكر سداسي  
ألدهيدي)

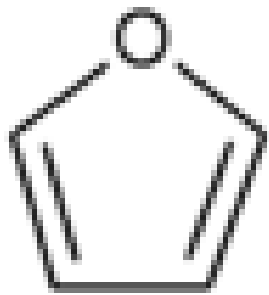
D-β-جلوكوبيرنوز



Fructose

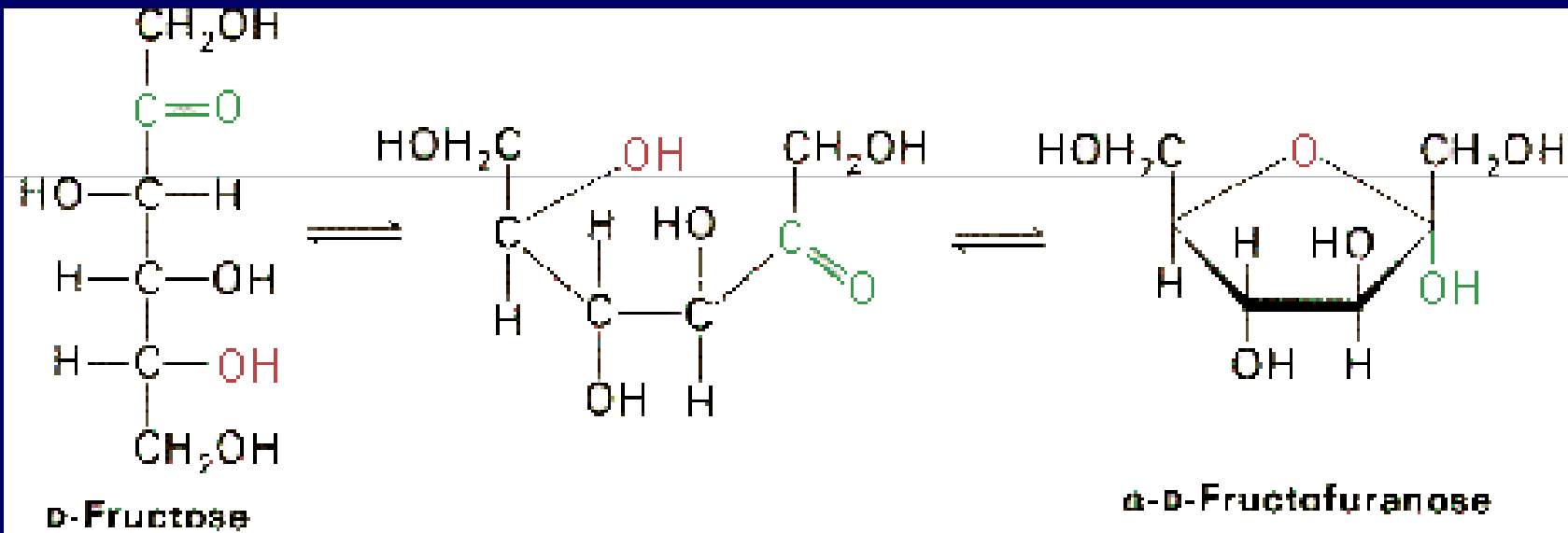
## السكريات الأحادية الفركتوز

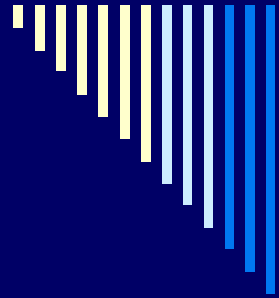
□ في حالة السكريات الكيتونية مثل الفركتوز فإن ذرة الكربون الأنومارية (الغير متناظرة) هي ذرة الكربون رقم (٢) لذلك مجموعة الهيدروكسيل المتصلة بها هي (-OH) المحددة للشكل  $\alpha$  و  $\beta$  للفركتوفورانوز (الفركتوز سكر سداسي كيتوني يوجد بصورة حلقية تشبه حلقة الفيوران).



Furan

# تكوين الفركتوفورانوز





# السكريات الأحادية

## الفركتوفورانونوز

في الفركتوفورانونوز ( مثل الجلوكوبيرانوز ) إذا كانت (OH) على ذرة الكربون الأنومارية إلى أسفل فإن المركب يكون  $\alpha$  أما إذا كانت إلى أعلى فيكون المركب  $\beta$

**D- $\alpha$ -فركتوفورانونوز**      **D- $\beta$ -فركتوفورانونوز**

**أنومرز**  
Anomers

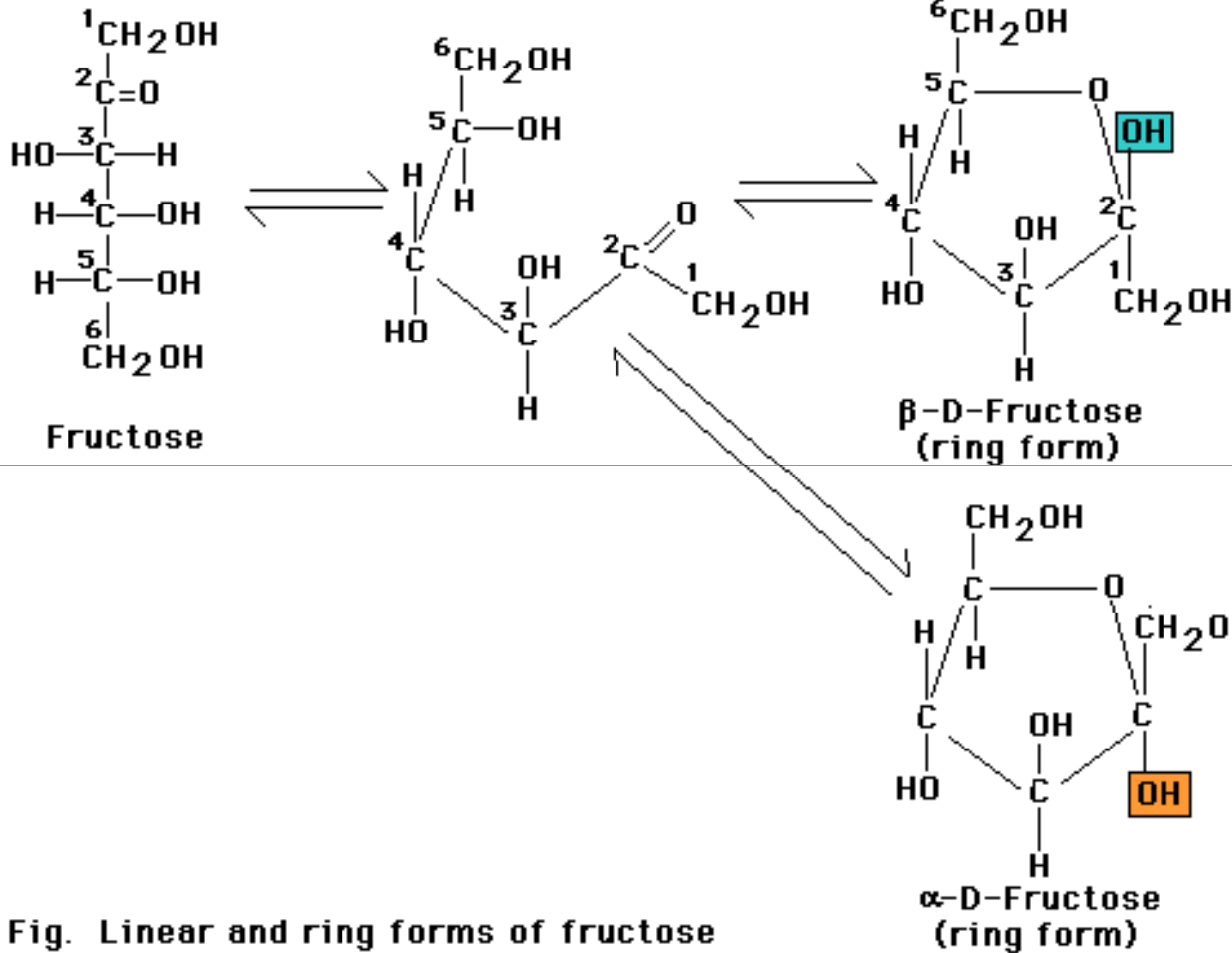
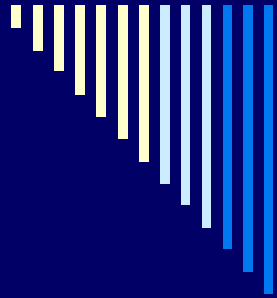


Fig. Linear and ring forms of fructose

الفركتوفورانوز  $\beta$ -D

النظائر الأنومرية  
للفركتوفورانوز

الفركتوفورانوز  $\alpha$ -D



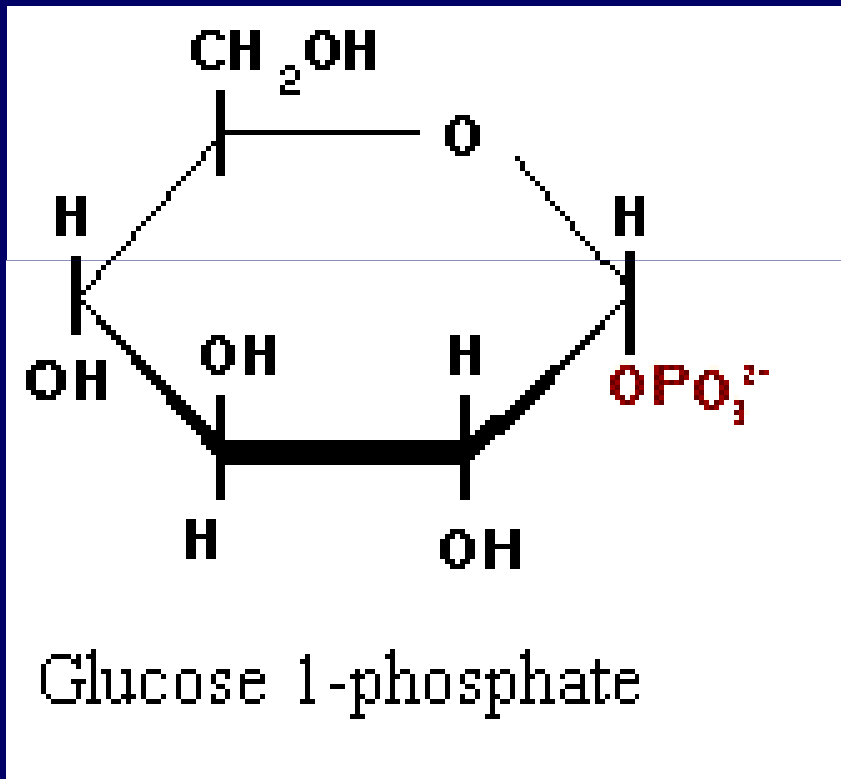
# السكريات الأحادية

## المشتقات الحيوية المهمة للسكريات الأحادية

- توجد بعض السكريات في الطبيعة على شكل مشتقات أي يكون فيها واحد أو أكثر من مجاميعها الفعالة محورة :
- (١) سكريات فوسفاتية ( إسترات حامض الفوسفوريك )
  - (٢) السكريات اللا أوكسجينية ( ديوكسي ) .
  - (٣) السكريات الأمينية .
  - (٤) الأحماض السكرية .
  - (٥) السكريات الكحولية .

# المشتقات الحيوية المهمة للسكريات الأحادية

## سكريات فوسفاتية



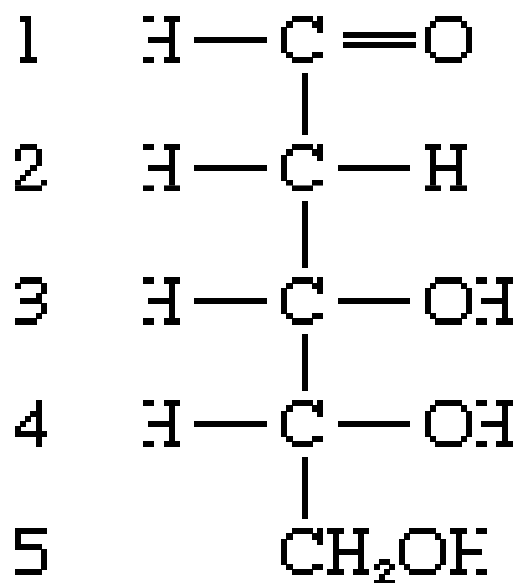
□ استرات حامض الفوسفوريك  
: لقد تم التعرف على أنواع  
عديدة من استرات حامض  
الفوسفورك للسكريات الأحادية  
وهي تستخدم كنواتج وسطية  
مهمة أثناء التفاعلات الحيوية  
للكربوهيدرات .

□ مثال: جلوكوز-١- فوسفيت

# المشتقات الحيوية المهمة للسكريات الأحادية

## السكريات اللاأوكسجينية

### (ديوكسي)



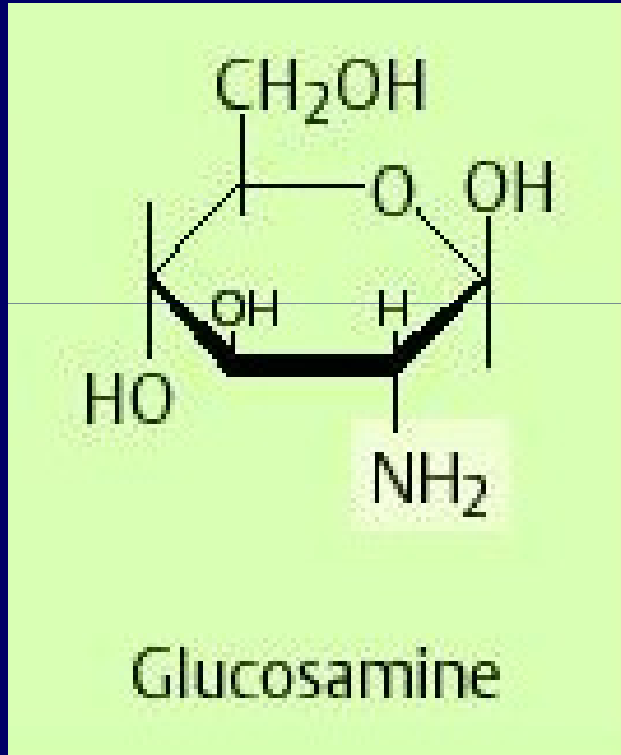
2-deoxy-D-ribose

- تفتقر سكريات الديوكسي إلى ذرة أوكسجين أو أكثر . ومن أكثر هذه الأنواع انتشاراً في الطبيعة هو
- سكر: 2 - ديوكسي-D - رايبوز
- 2-deoxy-D-ribose
- هذا السكر يدخل في تركيب الأحماض النووية .



# المشتقات الحيوية المهمة للسكريات الأحادية

## السكريات الأمينية



- في السكريات الأمينية يحل مجموعة أمين محل مجموعة هيدروكسيل ، هناك نوع من السكريات الامينية الواسع الانتشار هو **D - جلوكوسامين**
- D - Glucosamine** و التي يحل فيها مجموعة أمين محل مجموعة الهيدروكسيل عند ذرة الكربون رقم 2.



# المشتقات الحيوية المهمة للسكريات الأحادية السكريات الأمينية

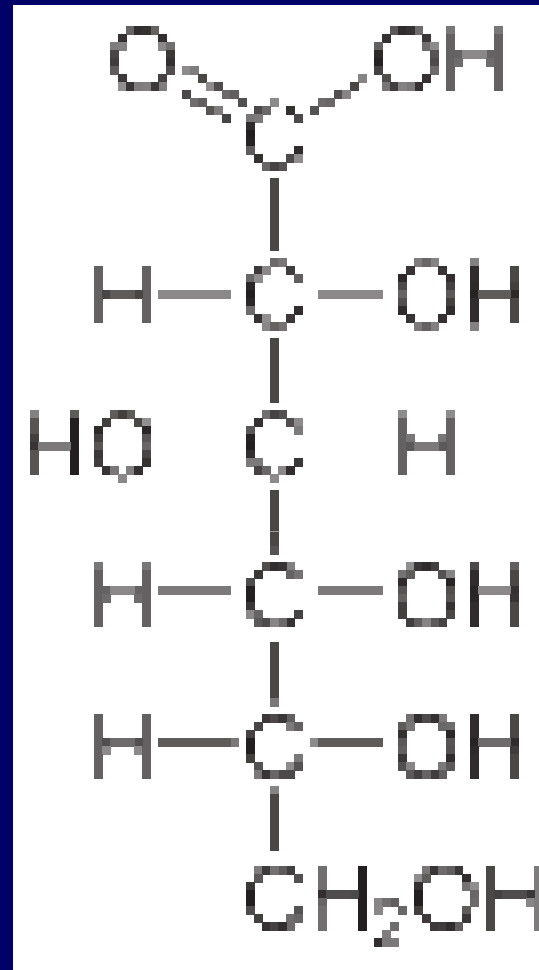
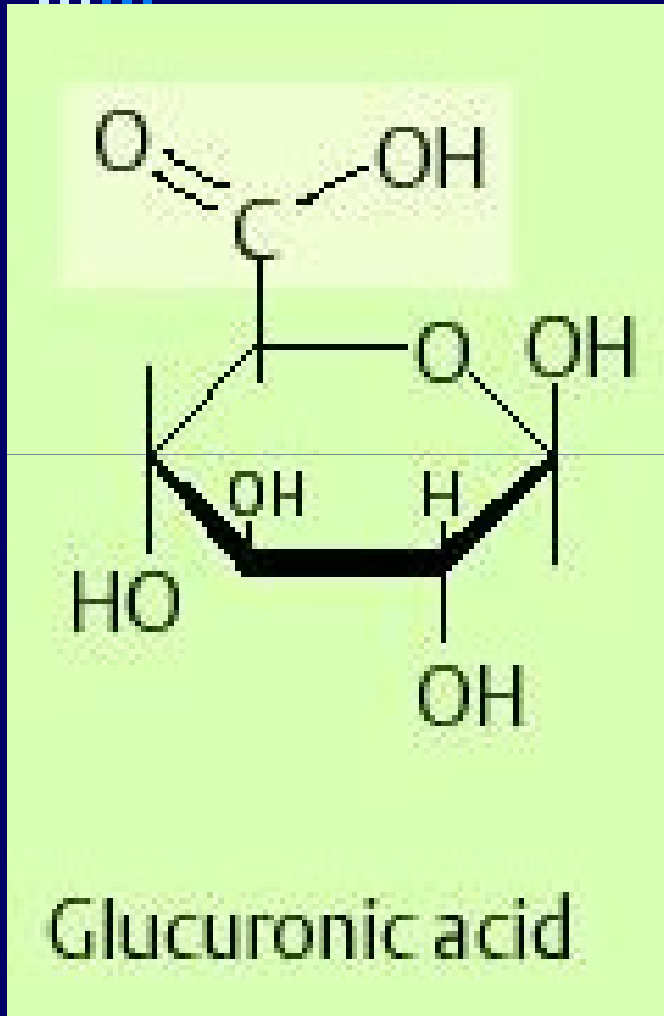
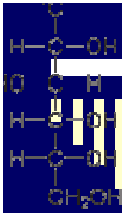
- وجد **جلوكوسامين** في السكريات المتعددة لأنسجة الفقريات وكذلك فهو من المكونات الرئيسية للكيتين الذي هو عبارة عن متعدد سكريات تركيبي يوجد في الهيكل الخارجي للقشريات .

# المشتقات الحيوية المهمة للسكريات الأحادية

## الأحماض السكرية

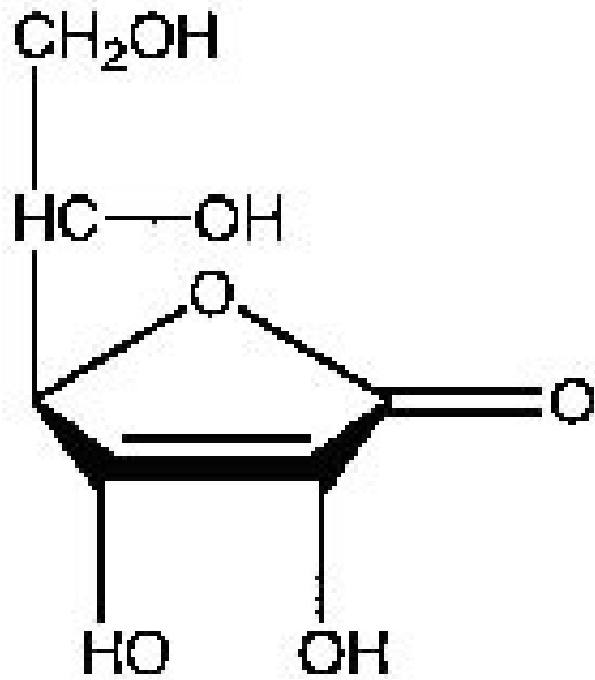
□ عندما تتأكسد ذرة الكربون الأليهدية إلى مجموعة كربوكسيل فالنتاج هو **حامض الجلوكونك D-gluconic** وهو عبارة عن ناتج وسطي أثناء التفاعلات الحيوية للجلوكوز في بعض الكائنات . عندما تتأكسد ذرة الكربون رقم 6 الحاملة لمجموعة الهيدروكسيل إلى مجموعة كربوكسيل فالنتاج هو **حامض الجلوكويورنك .D- glucuronic**

□ من الأحماض السكرية المهمة الأخرى هو **حامض الاسكوريك** او ( **فيتامين ج** ) وهو مركب غير ثابت ويتحول بالأكسدة إلى حامض ديهيدرواسكوريك . يسبب نقص فيتامين ج في غذاء الإنسان مرض الاسقربوط ، ويوجد حامض الاسكوريك بكميات كبيرة في الحمضيات



**D-Gluconic acid**

الأحماض  
السكرية

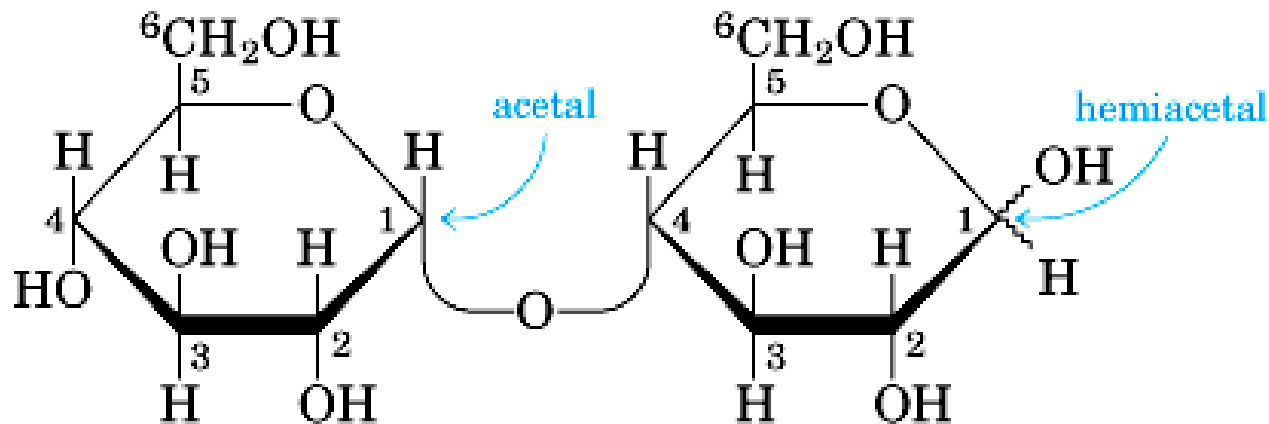
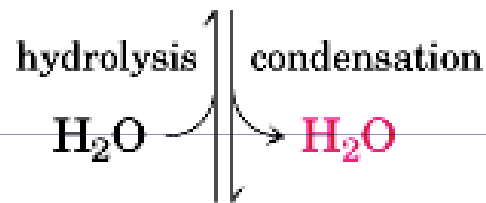
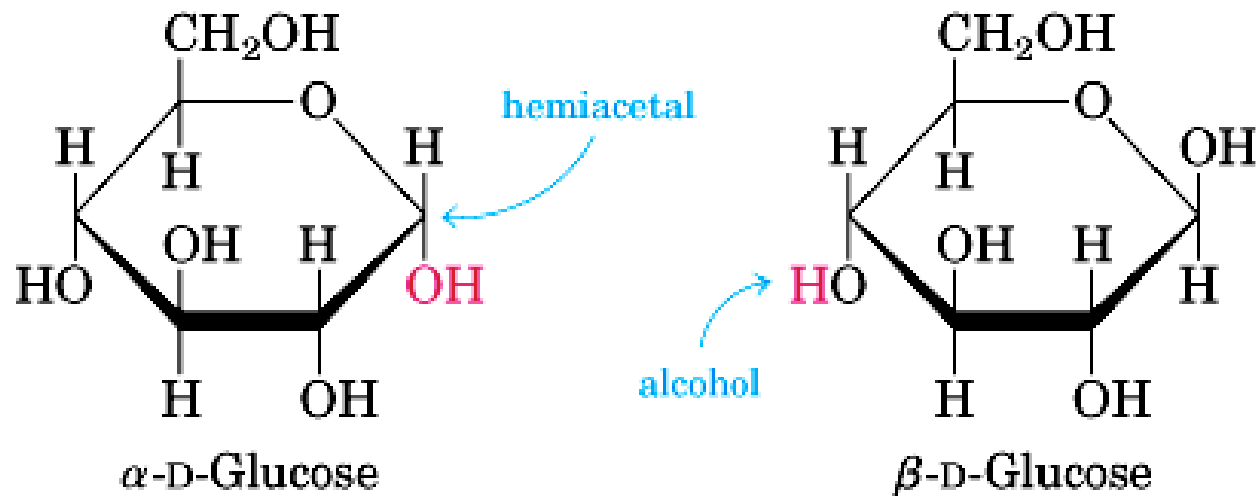


الأحماض السكرية

حمض  
الأسكوربك  
(فيتامين ج)

# الرابطه الجلايكوسيدية

- تتكون الرابطه الجلايكوسيدية عن طريق:
- ارتباط جزيئين من السكريات البسيطة معاً بتفاعل يتضمن إزالة جزيء ماء ( **dehydration reaction** ) .
- مثال : المالتوز سكر ثنائي يتكون من جزيئين جلوكوز: ترتبط مجموعة الهيدروكسيل (OH) لل C1 (الكربون الأنومرية) لجزيء جلوكوز واحد منهما مع ذرة الهيدروجين لمجموعة الهيدروكسيل المرتبطة بذرة C4 للجزيء الآخر.
- في الشكل التالي جزيئين جلوكوز (من النوع  $\alpha$ ) يرتبطان برابطه بين الكربون رقم (1) (ألفا كربون) والكربون رقم (4) في الجزيء الآخر لذلك تسمى الرابطه بـ **ألفا (  $\alpha$  ) - 1 ← 4** رابطه جليكوسيدية .



$\alpha$ -D-glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 4)-D-glucopyranose

تكوين الرابطة  
الجليكوسيدية

# خاصية الذرة الأنومرية للاختزال

• إذا ارتبطت ذرة الكربون الأنومرية (أصبحت مرتبطة أو مقيدة) برابطة جلايكوسيدية فإنه لا تتم أكسدتها بواسطة أيونات النحاس (كبريك أيونز) أو أيونات الحديد (فيريك أيونز) و بالتالي السكر الذي يحتوي على هذه الذرة الأنومرية المرتبطة يصبح سكر **غير مختزل** أي لا تتم أكسدته بواسطة أيونات النحاس (كبريك أيونز) أو أيونات الحديد (فيريك أيونز) .



---



# خاصية الذرة الأنومرية للاختزال

• السكريات الثنائية أو السكريات المتعددة  
الموجود في نهايتها ذرة كربون أنومرية حرة  
يقال بأن لها نهاية طرفية مختزلة.

---



## السكريات الثنائية

□ تتكون السكريات قليلة القطع **oligosaccharides**

من 2-10 وحدات من السكريات الأحادية ومن أكثرها

انتشاراً في الطبيعة هي تلك التي تتكون من وحدتين

والمسماة **بالسكريات الثنائية** .

□ توجد السكريات قليلة القطع بصورة كبيرة كنواتج تحطم

السكريات العديدة .

## السكريات الثنائية

- السكريات الثنائية تتكون من وحدتين من السكر الأحادي ارتبطا معا بفقد جزيء ماء واحد.
- تتحلل السكريات الثنائية مائياً بواسطة الأحماض المخففة وبتأثير الأنزيمات الخاصة بها إلى مكوناتها من السكريات الأحادية.
- الصيغة العامة للسكريات الثنائية (  $C_{12} H_{22} O_{12}$  ).
- أكثر السكريات الثنائية انتشاراً هو :
  - (١) سكر المالتوز ( سكر الشعير ) .
  - (٢) سكر اللاكتوز ( سكر الحليب ) .
  - (٣) السكروز ( سكر القصب ) .

# السكريات الثنائية

## المالتوز

- يتكون سكر المالتوز (سكر الشعير) كنتاج وسطي أثناء تكسير انزيم الاميليز للنشا ويتكون المالتوز من جزيئين D – جلوكوز glucose متصلة مع بعضها بواسطة رابطة جلايكوسيدية بين ذرة C1 لوحة الجلوكوز الأولى مع ذرة C4 لوحة الجلوكوز الثانية.
- الشكل العام لذرة الكربون الكربونيل (C1) في رابطة الجلايكوسيدية بين وحدات الجلوكوز هي الألفا و هكذا فيرمز للرابطة بألفا 1 ← 4 و أن كل من وحدتي الجلوكوز يكونون بشكل البايرونوز. فبتالي يمكن تسمية المالتوز:

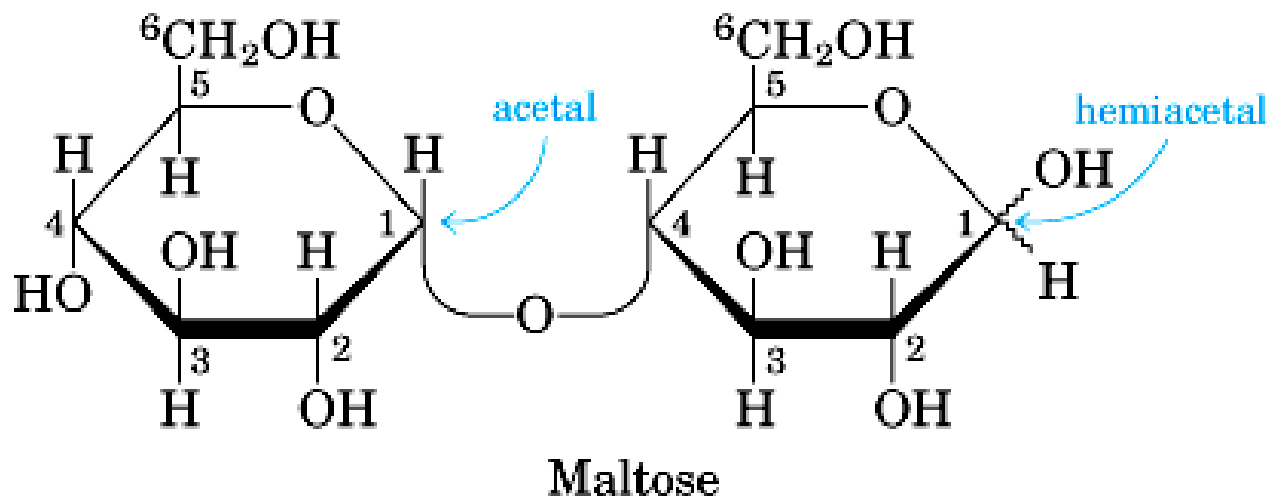
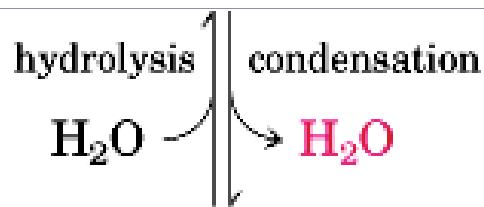
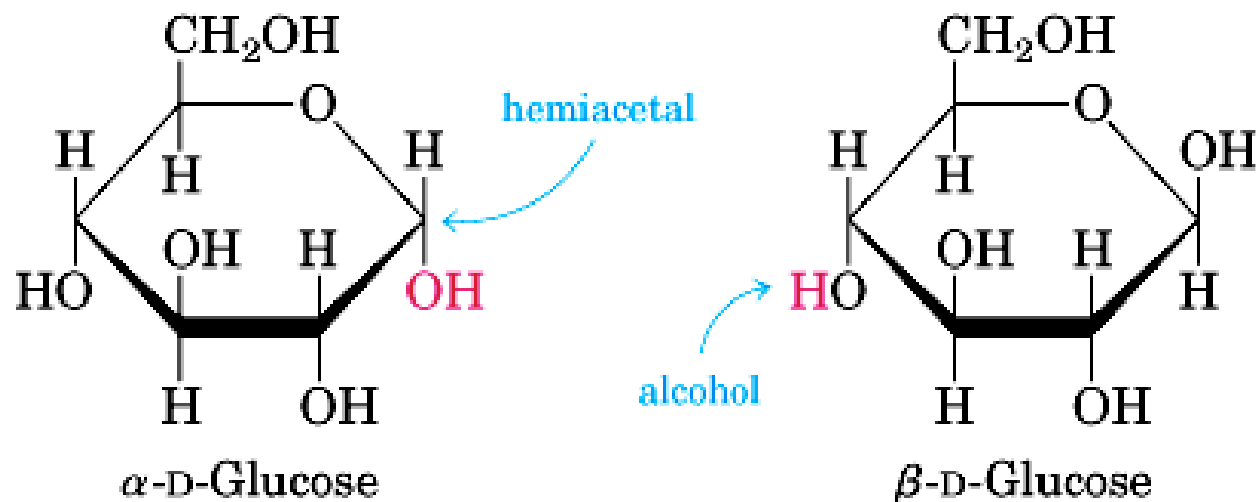
4-O-α-D- glucopyranosyl-D- glucopyranose

□ 4-O-α-D- glucopyranosyl-D- glucopyranose - (1 ← 4) - β-D- glucopyranose

# السكريات الثنائية المالتوز

- وجزيئة السكر الثانية للمالتوز لها القدرة على أن تكون بشكلين هما الفا ( $\alpha$ ) وبيتا ( $\beta$ ) النوع بيتا هو الذي يتكون نتيجة فعل انزيم البيتا امليز على النشا .
- يتحلل المالتوز بواسطة الأحماض وأنزيم في الأمعاء يسمى المالتيز ونواتج هذا التحلل جزيئين من الألفا جلوكوز .
- المالتوز سكر مختزل لإحتوائه على مجموعة كربونيل ( ذرة كربون هيمي أسيتالية أو أنومرية ) واحدة حرة.

# D-α-O-جلوكوبايرونوسايل - (1 ← 4) - D-β-جلوكوبايرونوز



السكريات  
الثنائية  
المالتوز

# السكريات الثنائية اللاكتوز

□ يوجد سكر **اللاكتوز** في الحليب ولا يوجد في أي مادة أخرى في الطبيعة وهو يتكون من وحدة بيتا (  $\beta$  ) جلاكتوز ووحدة ألفا (  $\alpha$  ) جلوكوز مرتبطين مع بعضهما برابطة بيتا جليكوسيدية وبما أنه يحتوي على مجموعة كربونيل طليقة ( مجموعة ألدهيد حرة أو ذرة كربون أنومرية) في وحدة الجلوكوز فيعتبر من السكريات الثنائية المختزلة.

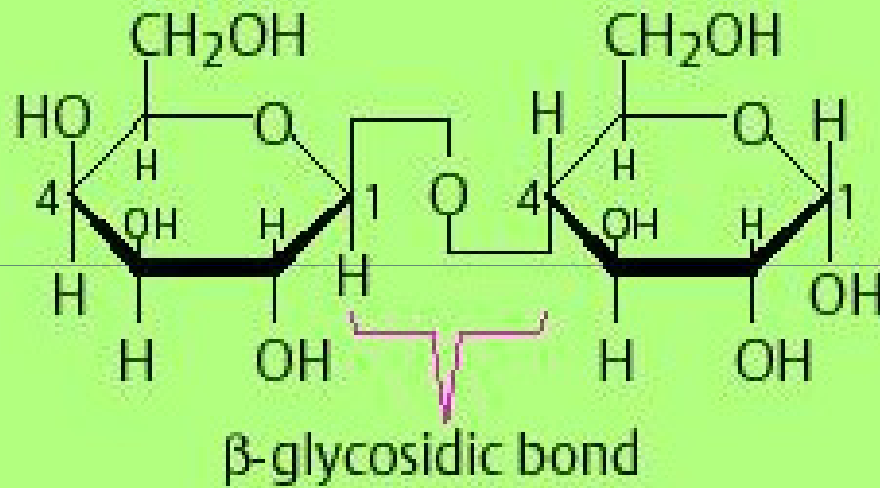
□ يتحلل بواسطة الأحماض والأنزيم الموجود في الأمعاء ويسمى **اللاكتيز**

**اللاكتيز أو أحماض**

Lactose  $\rightarrow$   $\alpha$  - glucose +  $\beta$  - galactose □

□ لاكتوز  $\leftarrow$   $\alpha$  - جلوكوز +  $\beta$  - جلاكتوز

**D-β-O-جالاكتوبايرنوسايل - ( ١ ← ٤ ) -D -α- جلوکوبايرنوز**



Lactose (Galactose-β-1.4-glucose)

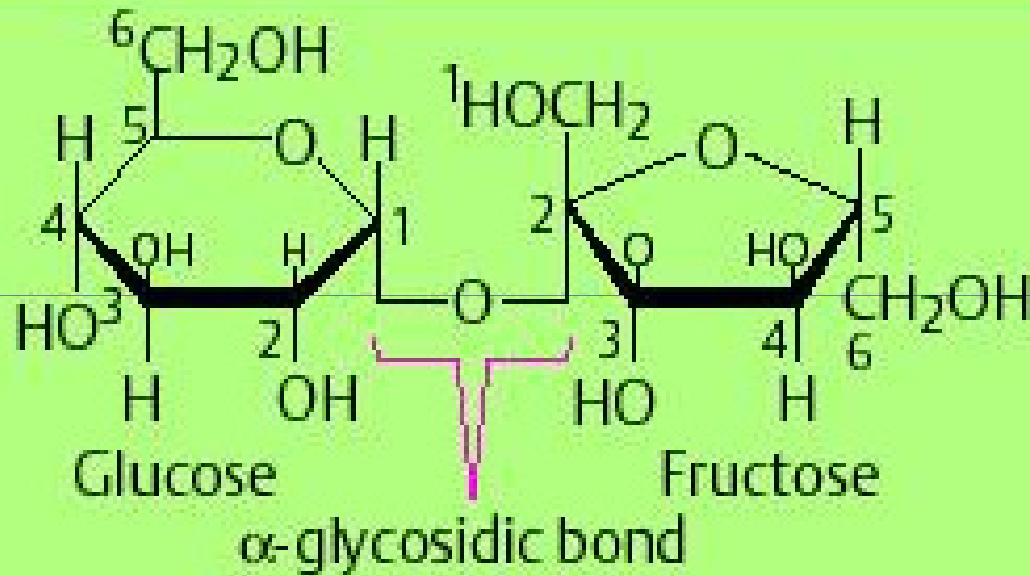
السكريات  
الثنائية  
اللاكتوز



# السكريات الثنائية السكروز

□ السكروز أو سكر القصب عبارة عن سكر ثنائي يتكون من  $\alpha$  جلوكوز و  $\beta$  فركتوز مرتبطين مع بعضهما برابطة ألفا 1  $\leftarrow$  2 جلايكوسيدية وهو ليس بسكر مختزل لأنه لا يحتوي على ذرات كربون كربونيلية طليقة ( حيث أن المجموعة الألدهيدية الخاصة بالجلوكوز والمجموعة الكيتونية الخاصة بالفركتوز مرتبطان بالرابطة الجلايكوسيدية).

**D-α-O-جلوكوبايرونوسايل - (1 ← 2) -β-D-فرکتوفیورانوسايد**



Sucrose (Glucose- $\alpha$ -1, 2-fructose)

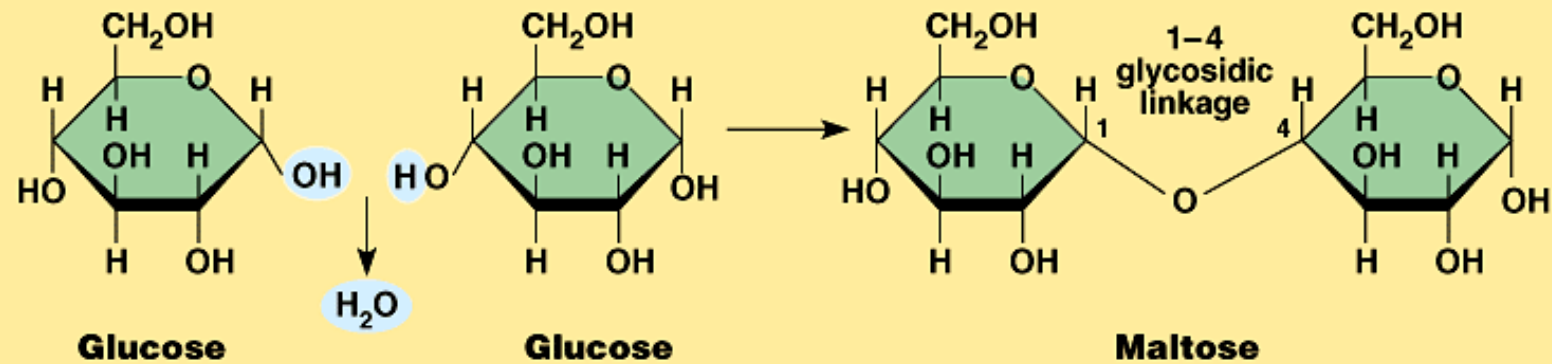
السكريات  
الثنائية  
السكروز



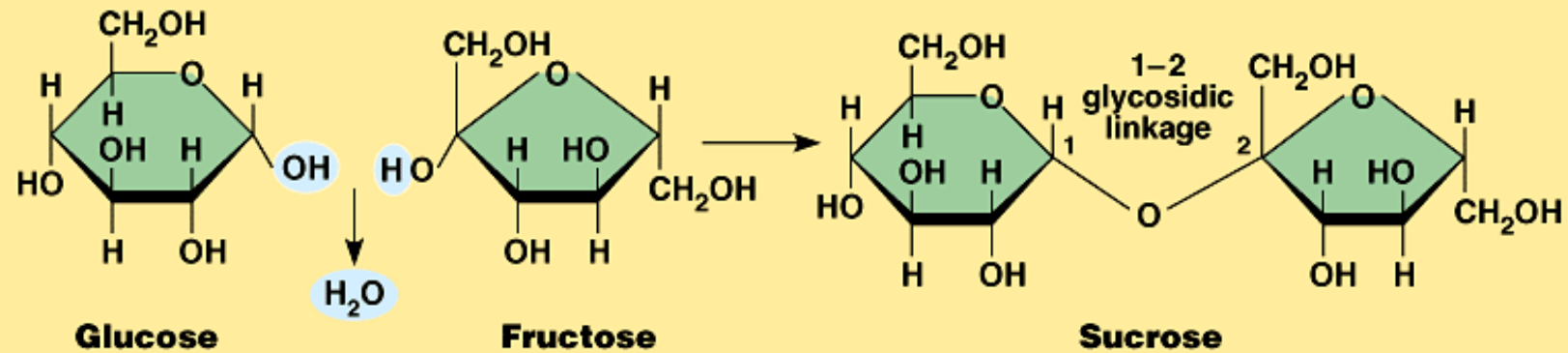
# السكريات الثنائية السكروز

□ يتحلل السكروز مائياً بواسطة الأحماض المعدنية  
وبواسطة أنزيم الأنفيرتيز = السكريز إلى خليط متساوي  
من الجلوكوز والفركتوز ويعرف هذا الخليط بالسكر  
المحلول وهو سكر مختزل .

# تصنيع المالتوز و السكروز



(a) Dehydration synthesis of maltose



(b) Dehydration synthesis of sucrose

# التحلل المائي للسكريات الثنائية

تحلل مائي بواسطة الأحماض



المعدنية المخففة أو الأنزيمات المتخصصة

سكر ثنائي

سكر أحادي

سكر أحادي

تحلل مائي

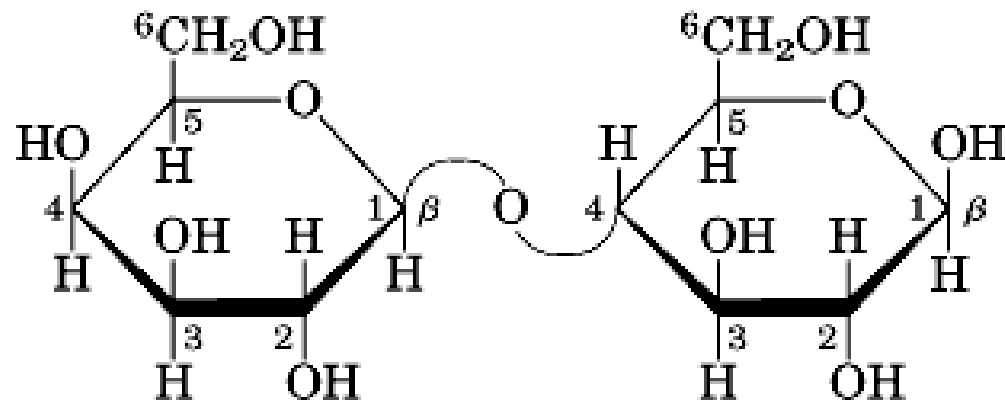
سكر الشعير ← جلوكوز + جلوكوز

تحلل مائي

سكر الحليب ← جلوكوز + جالاكتوز

تحلل مائي

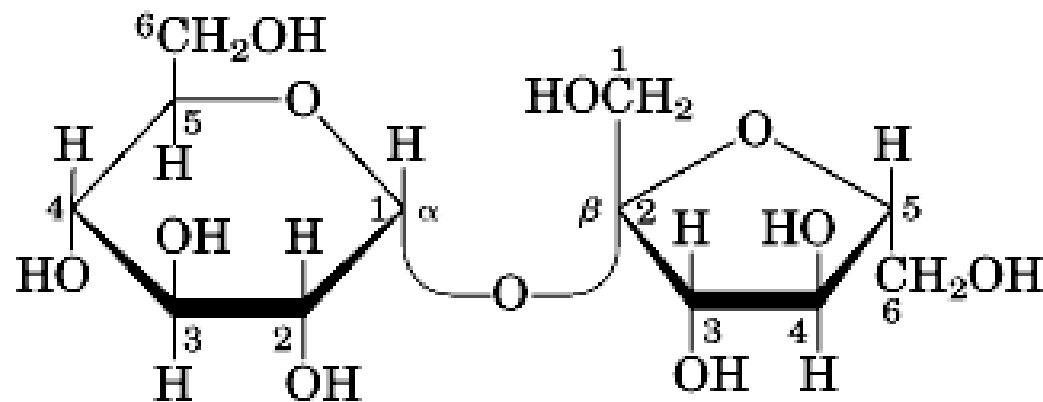
سكر القصب ← جلوكوز + فركتوز



Lactose ( $\beta$  form)

$\beta$ -D-galactopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 4)- $\beta$ -D-glucopyranose

Gal( $\beta$ 1 $\rightarrow$ 4)Glc



Sucrose

$\beta$ -D-fructofuranosyl  $\alpha$ -D-glucopyranoside

Fru( $\beta$ 2 $\leftrightarrow$ 1 $\alpha$ )Glc

الرابطه الجلايكوسيدية  
المكونه للاكتوز

الرابطه الجلايكوسيدية  
المكونه للسكروز

والصيغة الكيميائية العامة لها  $C_nH_{2n}O_n$  أو  $(CH_2O)_n$

العدد اليوناني	العدد الكربون	اسم السكر	الرمز الكيميائي
Di	٢	Diose	$C_2H_4O_2$
Tr	٣	Triose	$C_3H_6O_3$
Tetra	٤	Tetrose	$C_4H_8O_4$
Penta	٥	Pentose	$C_5H_{10}O_5$
Hexa	٦	Hexose	$C_6H_{12}O_6$
Hepta	٧	Heptose	$C_7H_{14}O_7$
Octa	٨	Octose	$C_8H_{16}O_8$
Nona	٩	Nonose	$C_9H_{18}O_9$
Deca	١٠	Decose	$C_{10}H_{20}O_{10}$