

# الكربوهيدرات



# الكربوهيدرات

نشأت تسمية الكربوهيدرات بسبب كون عدة مواد من هذه المجموعة تمتلك صيغ جزيئية مماثلة للهيدرات في الكربون (أي أنها تتألف من الكربون والماء) أي أن الكربوهيدرات تتكون من كربون و هيدروجين و أكسجين تكون فيها نسبة الهيدروجين إلى الأكسجين ٢ : ١ .

مثال: على ذلك الجلوكوز  $C_6H_{12}O_6$

بالرغم من استقرار هذه العلاقة (الهيدرات) لمعظم المركبات المعينة اليوم ككربوهيدرات، إلا إن بعضها لا يظهر هذه النسبة و بعضها يحتوي أيضا على نيتروجين، فسفور و كبريت.

# الكربوهيدرات

- الكربوهيدرات عبارة عن الديهيدات متعددة الهيدروكسيل او كيتونات متعددة الهيدروكسيل أو مواد تعطي مثل هذه المركبات عند تحللها المائي.
- وتملك معظم الكربوهيدرات الصيغة الجزيئية  $(\text{CH}_2\text{O})_n$  حيث  $n$  من ٣-٧.

# مصدر الكربوهيدرات

- المصدر الرئيسي للكربوهيدرات هو النباتات الخضراء ،  
فهي قادرة على تكوين السكريات بعملية البناء الضوئي.

# أهمية الكربوهيدرات الفيزيولوجية

- ١- تعمل كمصدر للطاقة في الخلية الحية .
- ٢- تعمل كوحدات تركيبية لجدار وغشاء الخلية .
- ٣- تعمل كمكونات خلوية ضرورية لعمل ونمو الخلية .
- ٤- تدخل في تركيب الأحماض النووية.
- ٥- تكون أحماض أمينية غير أساسية يحتاجها الجسم و لا تكون متوفرة في الغذاء عن طريق إضافة مجموعة أمين للحمض الكيتوني.
- ٦- تكون جليكوجين الكبد و العضلات و التي تستخدم لإنتاج الطاقة عند الحاجة.
- ٧- تكوين دهن الجسم و الذي يستخدم بدوره لإنتاج الطاقة.

# أصناف الكربوهيدرات

■ تنقسم الكربوهيدرات إلى ثلاثة أقسام :

١) السكريات الأحادية **monosaccharides**

٢) السكريات قليلة الوحدات **oligosaccharides**

٣) سكريات متعددة **Polysaccharides**

# السكريات الأحادية

- تتكون السكريات الأحادية أو السكريات البسيطة **simple sugars** من وحدة منفردة للألدهيد متعدد الهيدروكسيل أو وحدة كيتون متعدد الهيدروكسيل .
- من أكثر السكريات الأحادية وفرة هو سكر الجلوكوز وهو سداسي الكربون . الذي يعتبر أهم جزيئ وقود لمعظم الكائنات الحية، ويستخدم أيضاً كلبنة بناء لبعض أنواع السكريات المتعددة المتوفرة بكثرة كما في النشا والسليولوز.

# السكريات الأحادية

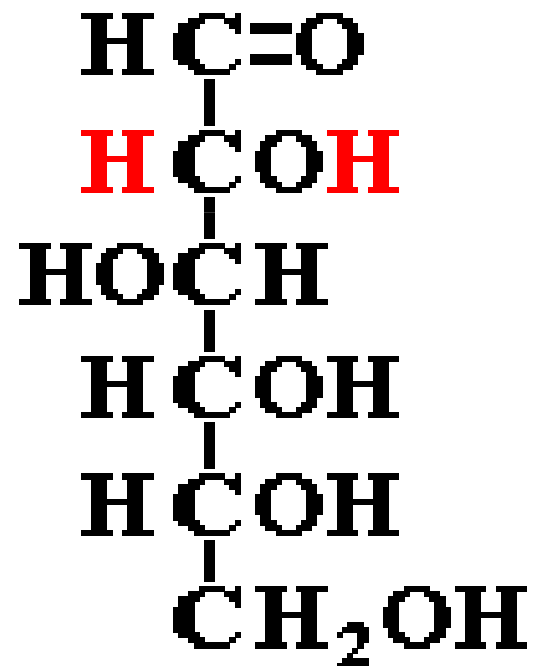
- الجلوكوز و الفركتوز لهما نفس الصيغة الجزيئية  $C_6H_{12}O_6$  أي أنهم يحتويان على نفس عدد ذرات الكربون إلا أن المجموعة الوظيفية في الجلوكوز هي الألدهيد، و في الفركتوز هي الكيتون.



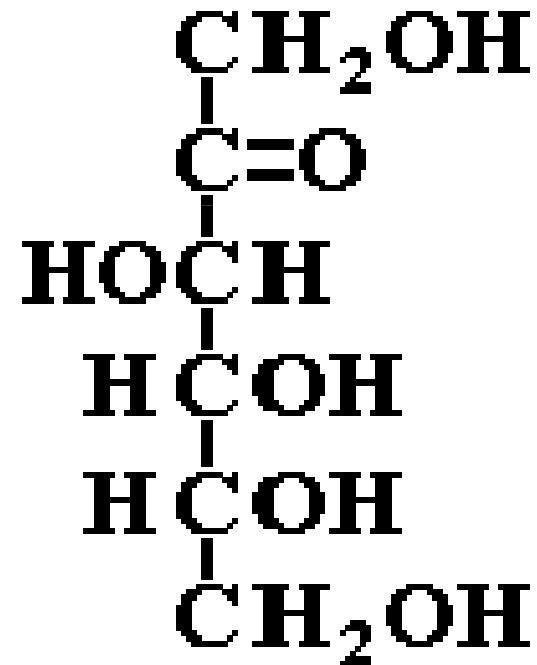
# السكريات الأحادية

جلوكوز

فركتوز



GLUCOSE



FRUCTOSE

# السكريات قليلة الوحدات

- تتكون السكريات قليلة الوحدات من سلاسل محتوية على ( 10-2 ) وحدة من السكريات الأحادية متصلة مع بعضها برابطة تساهمية جلايكوسيدية **glycosidic linkage** ومن بينها السكريات الثنائية **disaccharides** والسكريات الثلاثية **trisaccharides** التي تمتلك وحدتين وثلاثة وحدات من السكريات الأحادية على التوالي .

# السكريات المتعددة

- تتكون السكريات المتعددة من سلاسل طويلة جداً محتوية على وحدات من السكريات الأحادية
- ربما تكون هذه السلاسل مستقيمة أو متفرعة .
- وتحتوي معظم السكريات المتعددة على وحدات السكر الأحادي المتكررة لنوع واحد ، مثال على ذلك يتكون النشأ من وحدات جلوكوز متكررة .

# أقسام السكريات الأحادية

- تملك السكريات الأحادية الصيغة الجزيئية  $(\text{CH}_2\text{O})_n$  حيث  $n = 3$  أو أرقام أخرى أكبر .
- في معظم السكريات الأحادية تحتوي كل ذرة كاربون عدا واحدة على مجموعة هيدروكسيل ( $-\text{OH}$ ) وتحتوي ذرة الكربون الباقية على كربونيل أكسجين .

# أقسام السكريات الأحادية

## مجموعة ( $\text{-C=O}$ ) الكربونيل

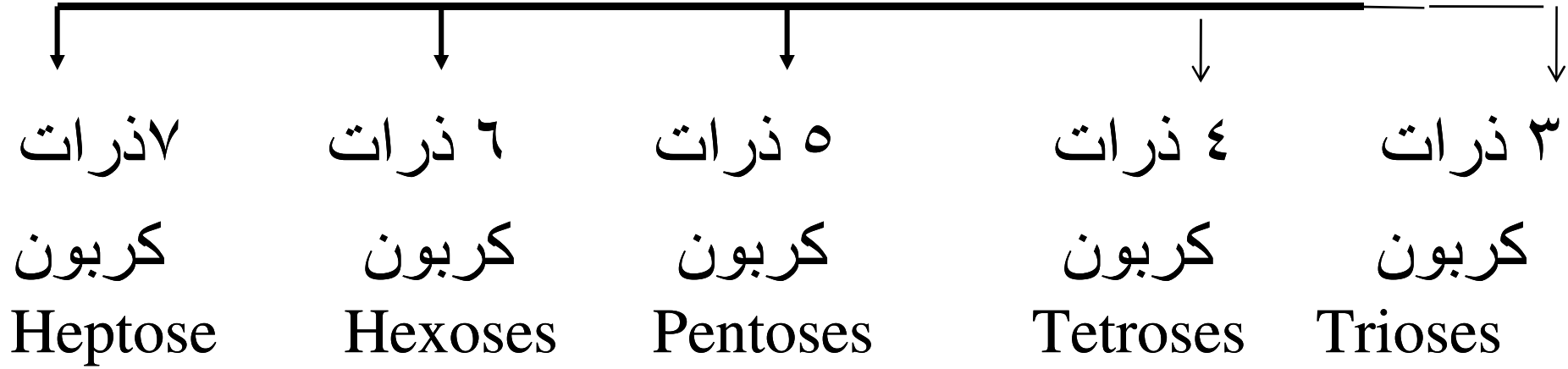


$C_nH_{2n}O_n$  أو  $(CH_2O)_n$  والصيغة الكيميائية العامة لها

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

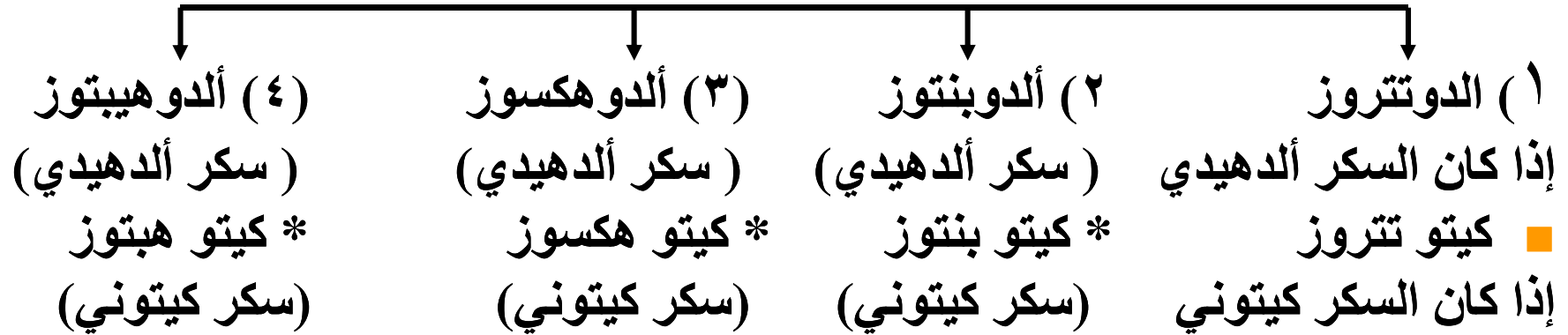
# أقسام السكريات الأحادية

السكريات الأحادية إذا احتوت على



# أقسام السكريات الأحادية

توجد كل من هذه السكريات الأحادية ذات ذرات الكربون من ٣ - ٧ بصورتين إما على هيئة





# السكريات الأحادية

- الهكسوز من السكريات الأحادية الأكثر انتشاراً في الطبيعة.
- الدوبنتوز من أهم مكونات الأحماض النووية .
- كما أن مشتقات الترايوز والهيبتوز عبارة عن مواد وسطية أثناء التفاعلات الحيوية للكربوهيدرات .
- السكريات الأحادية عموماً عبارة عن بلورات بيضاء صلبة والتي تذوب في الماء بسهولة ولكنها لا تذوب في المذيبات غير القطبية ولمعظمها مذاق حلو .

# Glyceraldehyde الجليسرالدهيد

2,3-Dihydroxy Propanol



• الجليسرالدهيد هو

سكر أحادي ثلاثي ألدهيدي ، بصيغة جزيئية

• أبسط السكريات الألديهيدية.

• ذو كريستالات صلبة عديمة اللون حلوة المذاق.

• مركب وسيط في أيض الكربوهيدرات.

• اسمه أتى من اتحاد جليسرين و ألدهيد.

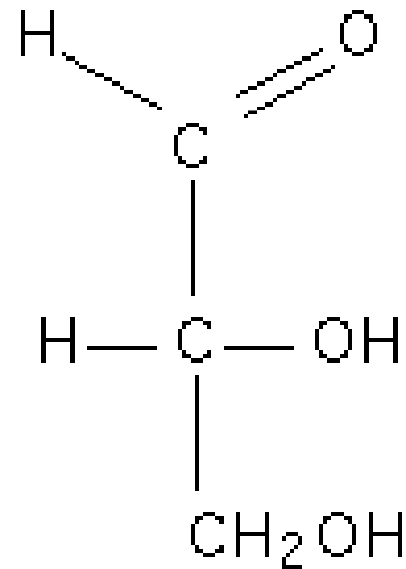
• لديه ذرة كربون واحدة فقط كيرالية ( غير متناظرة أو غير متماثلة) لذلك هو

موجود على هيئة شكلين أيسوميريين مجساميين مختلفين كل منها صورة

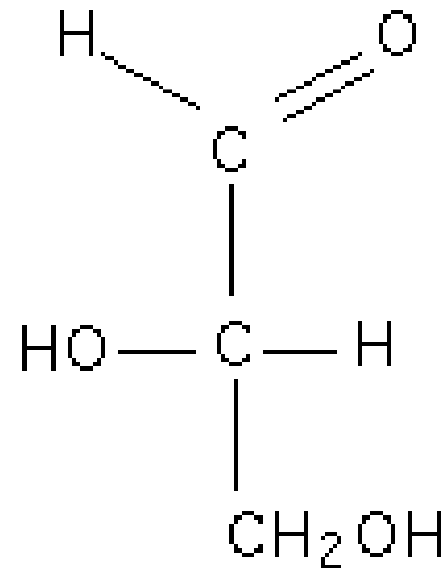
مرآوية للآخر ( enantiomers ) لذلك هما عندهما خاصية تدوير الضوء .

# السكريات الأحادية

## الجليسرالديهيد



D(+)



L(-)

# السكريات الأحادية فعالة ضوئياً

■ إذا احتوى مركب على ذرة كربون أو أكثر غير متناظرة **Asymmetric**

فالمركب فعال ضوئياً و هذا هو الحال في السكريات الأحادية والأحماض

الأمينية ، وعليه فعندما تمر حزمة لضوء مستقطب من جهاز مقياس

الاستقطاب **Polarimeter** على محلول المركب فإن شعاع الضوء

المستقطب إما يدور يميناً فيكون المركب أيمن الدوران ويرمز له ( + ) أو

يدور يسار فيكون المركب أيسر الدوران ويرمز له ( - ).

■ الجليسرالديهيد توجد به ذرة الكربون رقم ٢ غيرمتناظرة (كيرالية) والتي

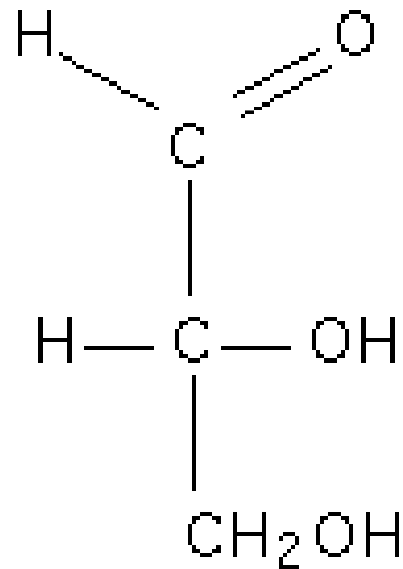
باستطاعتها تدوير الضوء المستقطب لذلك يوجد هذا المركب بشكلين

ايسوميرين **Stereo Isomers** هما (-)-الجليسرالدهيد

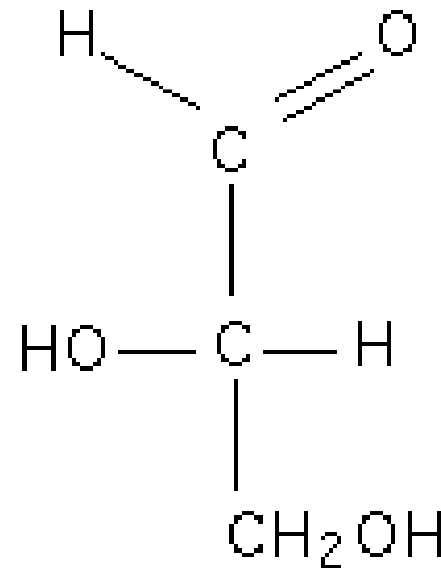
و (+)-الجليسرالدهيد .

# السكريات الأحادية

## الجليسرالديهيد



D(+)



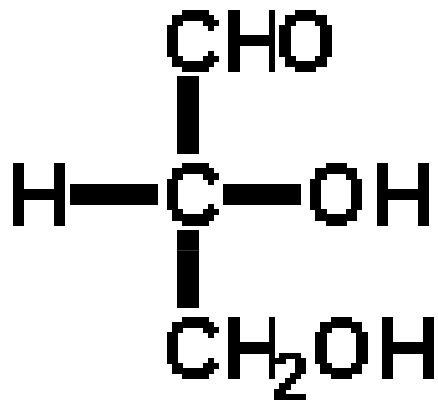
L(-)

# التناظر الفراغي للسكريات الأحادية

## Stereoisomerism of Monosaccharides

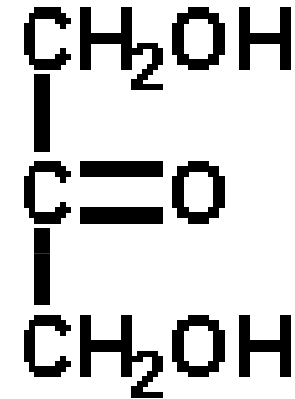
■ تحتوي جميع السكريات الأحادية ما عدا الـ asitons ثنائي الهيدروكسيل dihydroxyacetone على ذرة واحدة أو أكثر من ذرات الكربون غير المتماثلة. ومن أبسط أنواع السكريات الأحادية الثلاثية الـ aldose هو الجليسرالديهيد الذي يحتوي على ذرة كربون واحدة فقط غير متماثلة، فهو موجود على هيئة نظيرين (ستريو آيسومرز).

# السكريات الأحادية



**Glyceraldehyde**

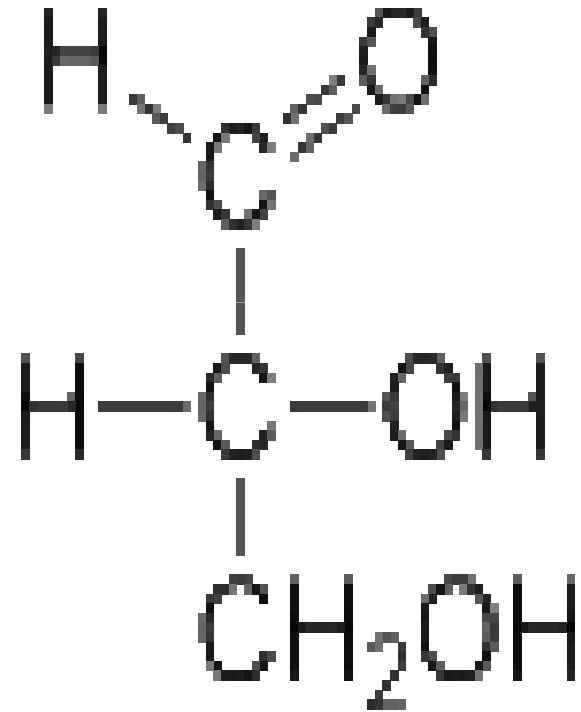
سكر ألدهيدي  
يحتوي على ذرة كربون غير  
متماثلة واحدة فقط



**Dihydroxyacetone**

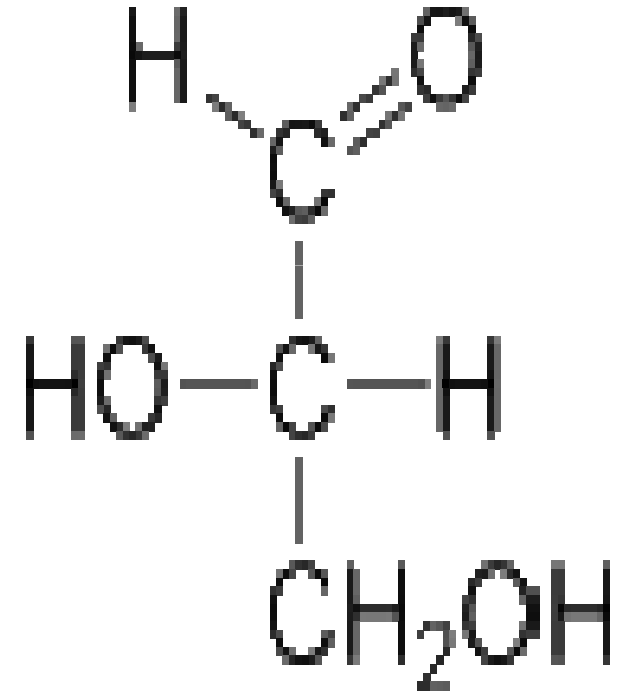
سكر كيتوني  
لا يحتوي على ذرة كربون غير  
متماثلة

# التناظر الفراغي للجليسرالدهيد



D- Glyceraldehyde

الأشكال  
التناظرية  
المجسامية  
للجليسرالدهيد



L-Glyceraldehyde



# التناظر الفراغي للسكريات الأحادية

- الأشكال الأيسومرية المجسامية للسكريات الأحادية يمكن أن تعود جميعها إلى المصدر (الذي يعتبر مركباً قياسيًّا) الجليسرالديهيد الذي له شكل واحد D وشكل واحد آخر L
- أما بالنسبة للسكريات المحتوية على ٢ ذرات أو أكثر من ذرات الكربون غير المتماثلة فإنه بالاتفاق العام المعتمد بأن الرموز D و L تعود إلى ذرة الكربون غير المتماثلة المزاحة من أبعد ذرة عن ذرة الكربونيل – كربون .

# التناظر الفراغي للسكريات الأحادية

■ إذا وجد اختلاف في تركيب السلسلة الكربونية لسكر أحادي عن السلسلة الكربونية لنفس السكر الأحادي حول ذرة الكربون الكيرالية الأبعد في المسافة عن ذرة الكربون الكربونيلية. فهذا يمكن أن يقسم السكر الأحادي إلى نظيرين.

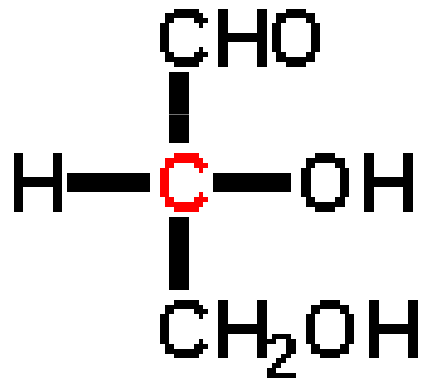
١. فإذا كانت مجموعة الهيدروكسيل على يمين ذرة الكربون الكيرالية يكون السكر على شكل D، و يكون النظير D-

**D-isomer**

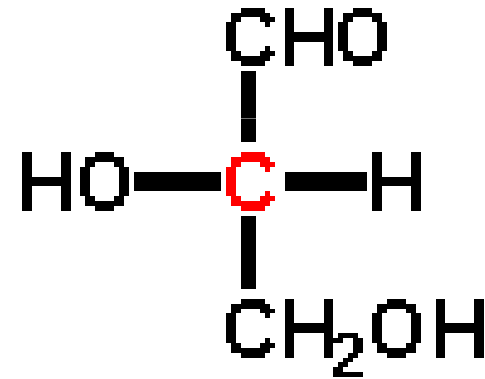
١. أما إذا كانت مجموعة الهيدروكسيل على يسار ذرة الكربون الكيرالية يكون السكر على شكل L، و يكون النظير L-

**L-Isomer**

# التناظر الفراغي للجليسرالدهيد

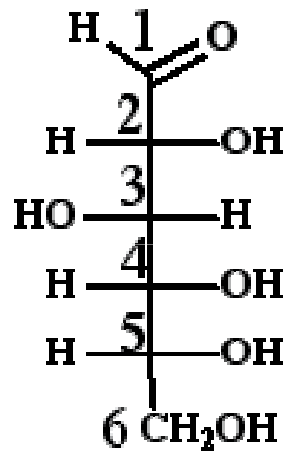


D-Glyceraldehyde

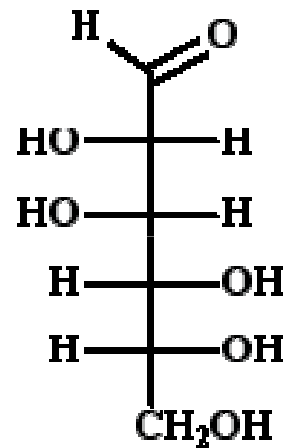


L-Glyceraldehyde

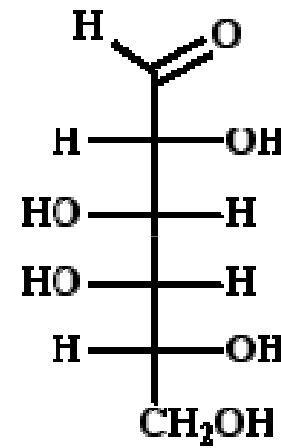
# التناظر الفراغي للسكريات الأحادية السداسية



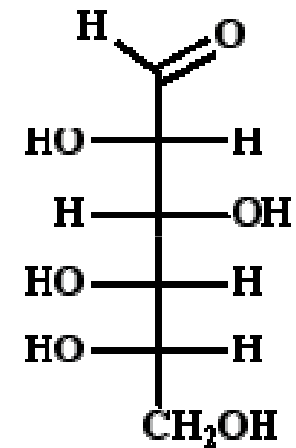
D-glucose



D-mannose

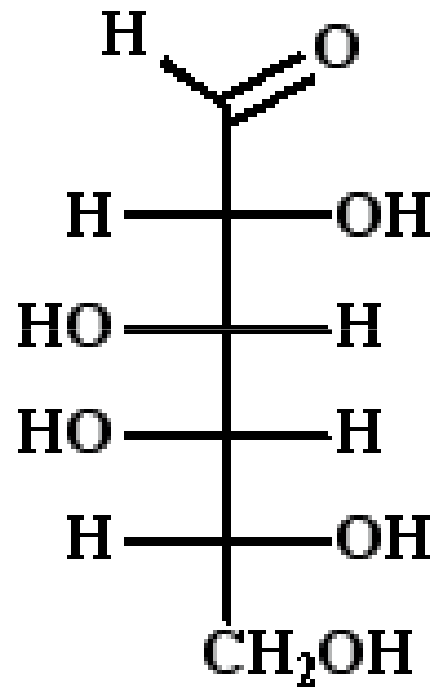


D-galactose

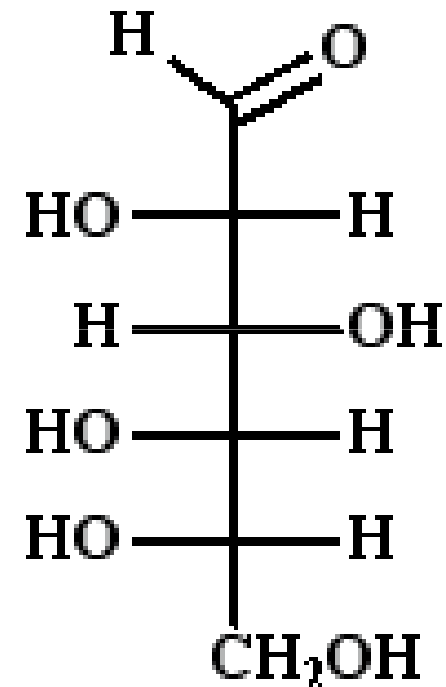


L-glucose

# التناظر الفراغي للسكريات الأحادية



D-galactose



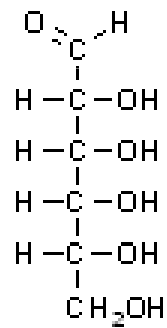
L-glucose

# التناظر الفراغي للسكريات الأحادية

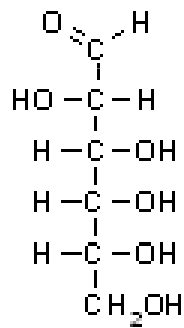
- يمكن حساب عدد النظائر الموجودة لكل سكر أحادي عن طريق قانون  $2^n$  حيث أن  $n$  عبارة عن عدد الكربونات الغير متناظرة ( الغير متماثلة ) في السكر الأحادي .
- فمثلاً : يملك الألدوهكسوز ٤ ذرات كاربون غير متماثلة فبتطبيق  $2^n$  عليه يكون عدد النظائر له  $(2^4)$  هو ١٦ نظير مختلفين عن بعضهم البعض .
- هناك ٨ سكاكر لكل ألدوهكسوز من الطائفة D و ٨ من طائفة L، و المجموع هو ١٦ من ضمنها الجلوكوز.

# التناظر الفراغي للسكريات الأحادية

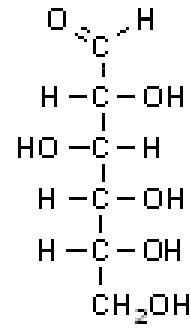
## نظائر الجلوكوز



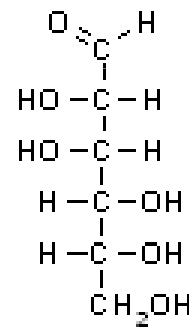
D-(+)-allose



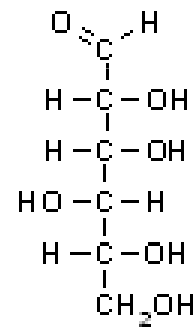
D-(+)-altrose



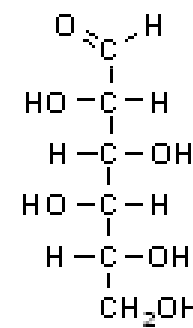
D-(+)-glucose



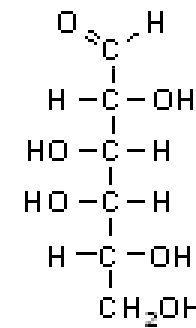
D-(+)-mannose



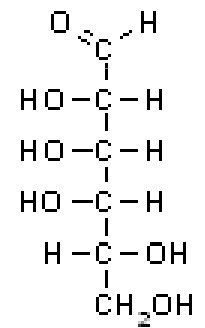
D-(-)-gulose



D-(-)-idose

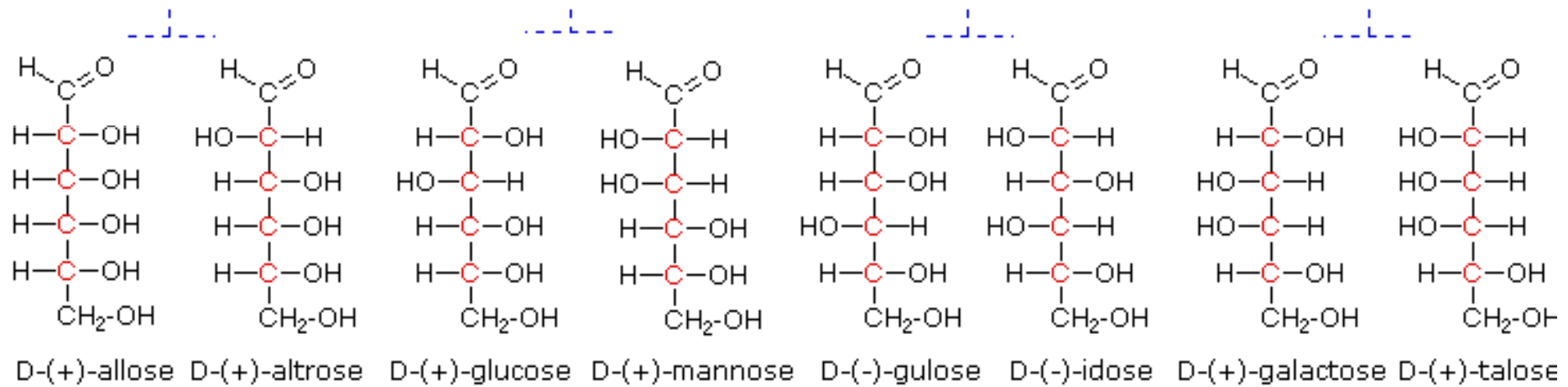


D-(+)-galactose



D-(+)-talose

# التناظر الفراغي للسكريات الأحادية



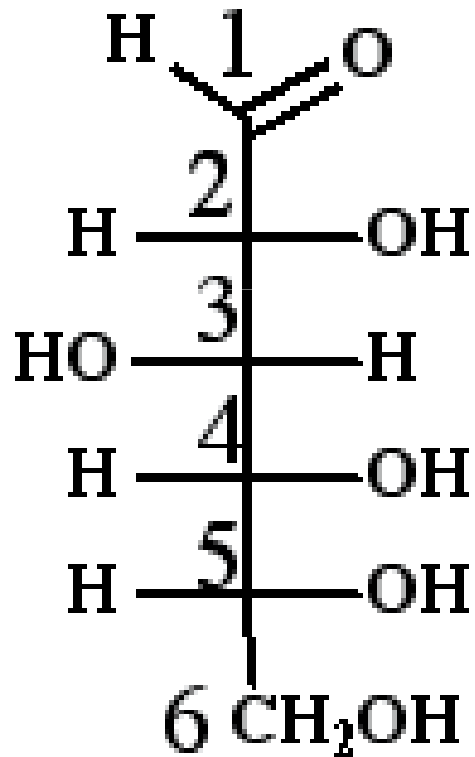


# Epimers إبيمرز

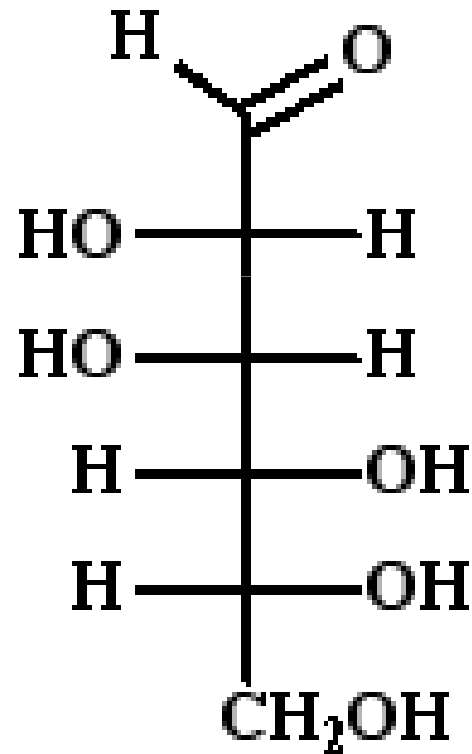
- إذا اختلف سكرين في الشكل الأبعادي حول ذرة كاربون متخصصة فهما أبمرز **epimers** الواحد للآخر، متشابهين بكل شيء ماعدا الترتيب الفراغي حول ذرة كاربون واحدة .
- وهكذا فإن D – جلوكوز و D – مانوز هما epimers فيما يتعلق بذرة الكاربون رقم 2 وأن D – جلوكوز و D – جلاكتوز هما epimers فيما يتعلق بذرة الكاربون رقم 4 .

## إبيمرز

جلوكوز و مانوز هما إبيمرز فيما يتعلق بذرة الكربون رقم ٢



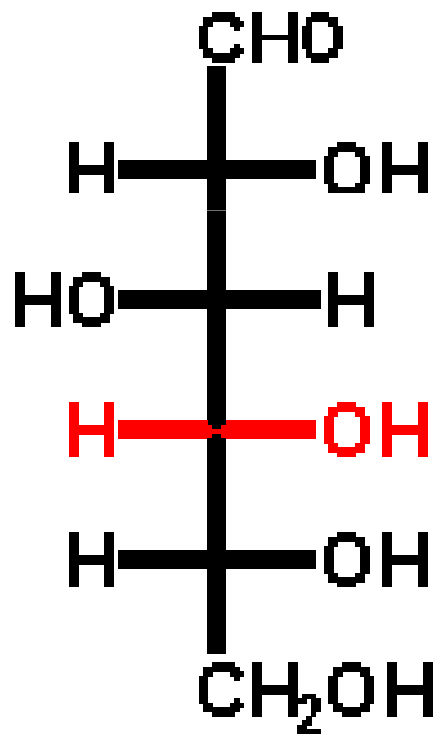
D-glucose



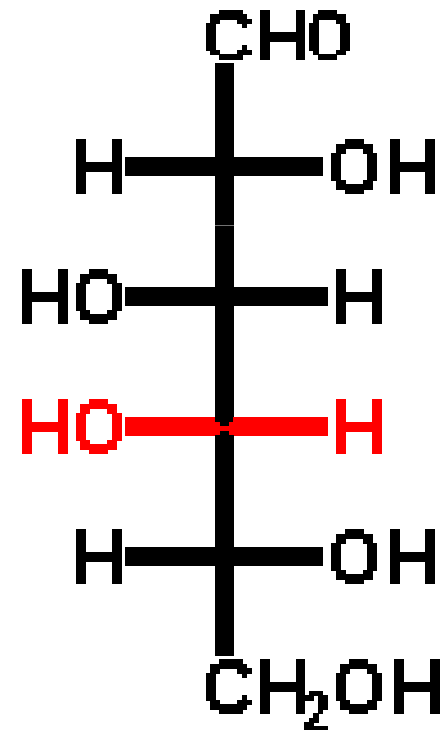
D-mannose

## إيمرز Epimers

جلوكوز و جلاكتوز هما إيمرز فيما يتعلق بذرة الكربون رقم ٤

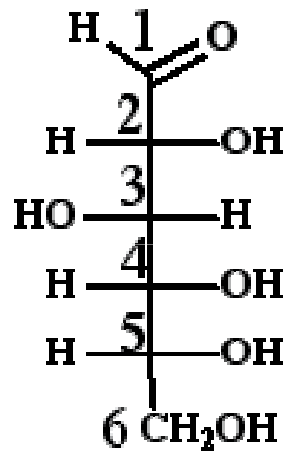


D-glucose

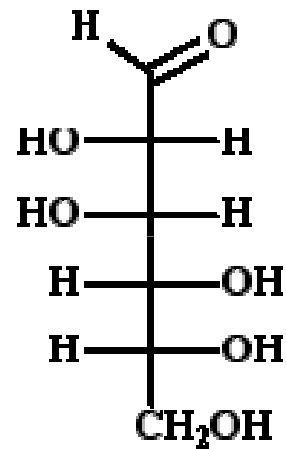


D-galactose

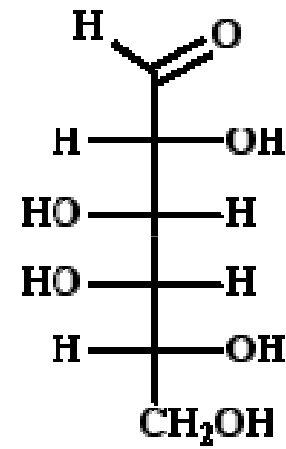
# ایپمرز



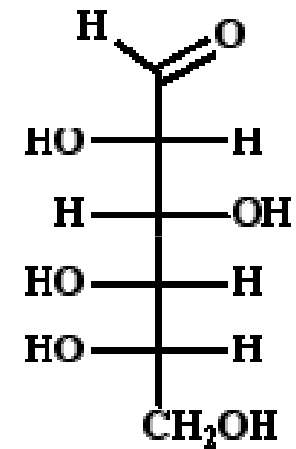
D-glucose



D-mannose



D-galactose

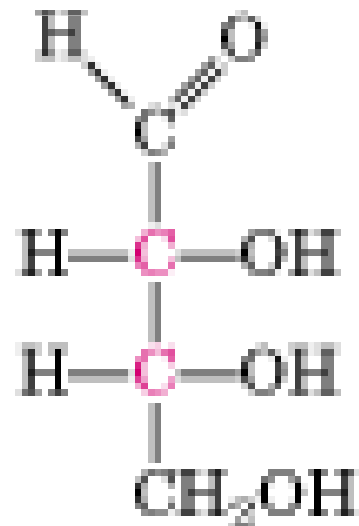


L-glucose

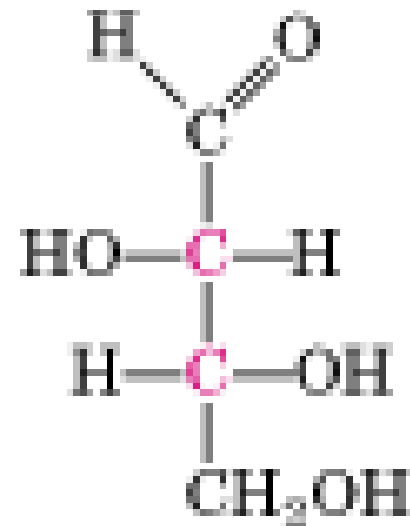
# إيمرز

ثريوز و إريثروز إيمرز فيما يتعلق بذرة الكربون رقم ٢

Four carbons



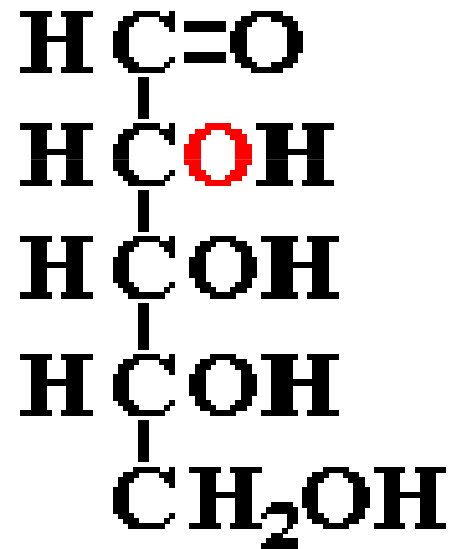
D-Erythrose



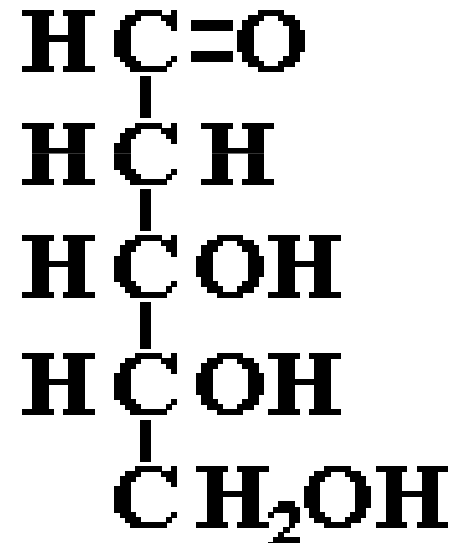
D-Threose

## إيمرز

الريبوز و الديوكسي ريبوز إيمرز فيما يتعلق بذرة الكربون رقم ٢



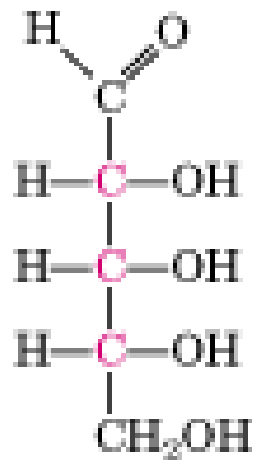
RIBOSE



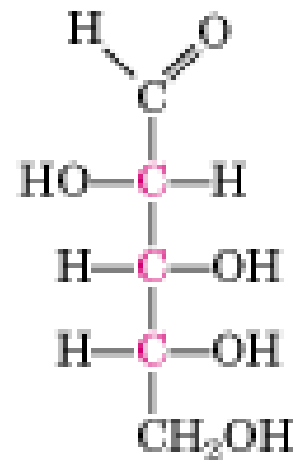
DEOXY-  
RIBOSE

# إيمرز

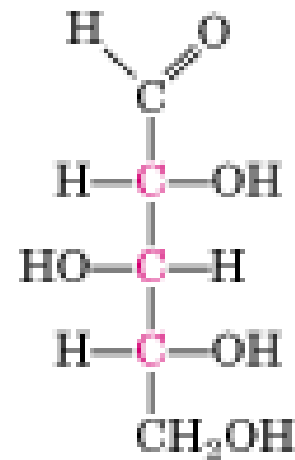
## Five carbons



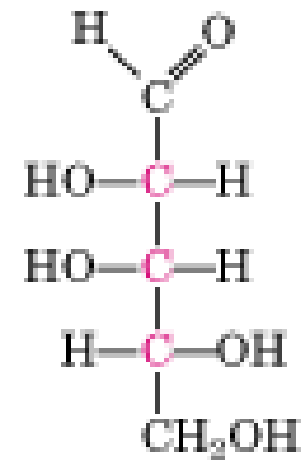
D-Ribose



D-Arabinose



D-Xylose



D-Lyxose

# نظائر السكريات الأحادية الموجودة في الطبيعة

■ معظم السكريات الأحادية السداسية موجودة في الطبيعة على هيئة D-isomer.

■ معظم الألدوزز موجودة في الطبيعة على هيئة D-isomer.

■ بعض السكريات موجودة في الطبيعة على هيئة L-isomer

مثال:

١. L-arabinose

٢. L-isomers لبعض السكريات الشائعة المشتقة في مكونات الجلايكوبروتين



