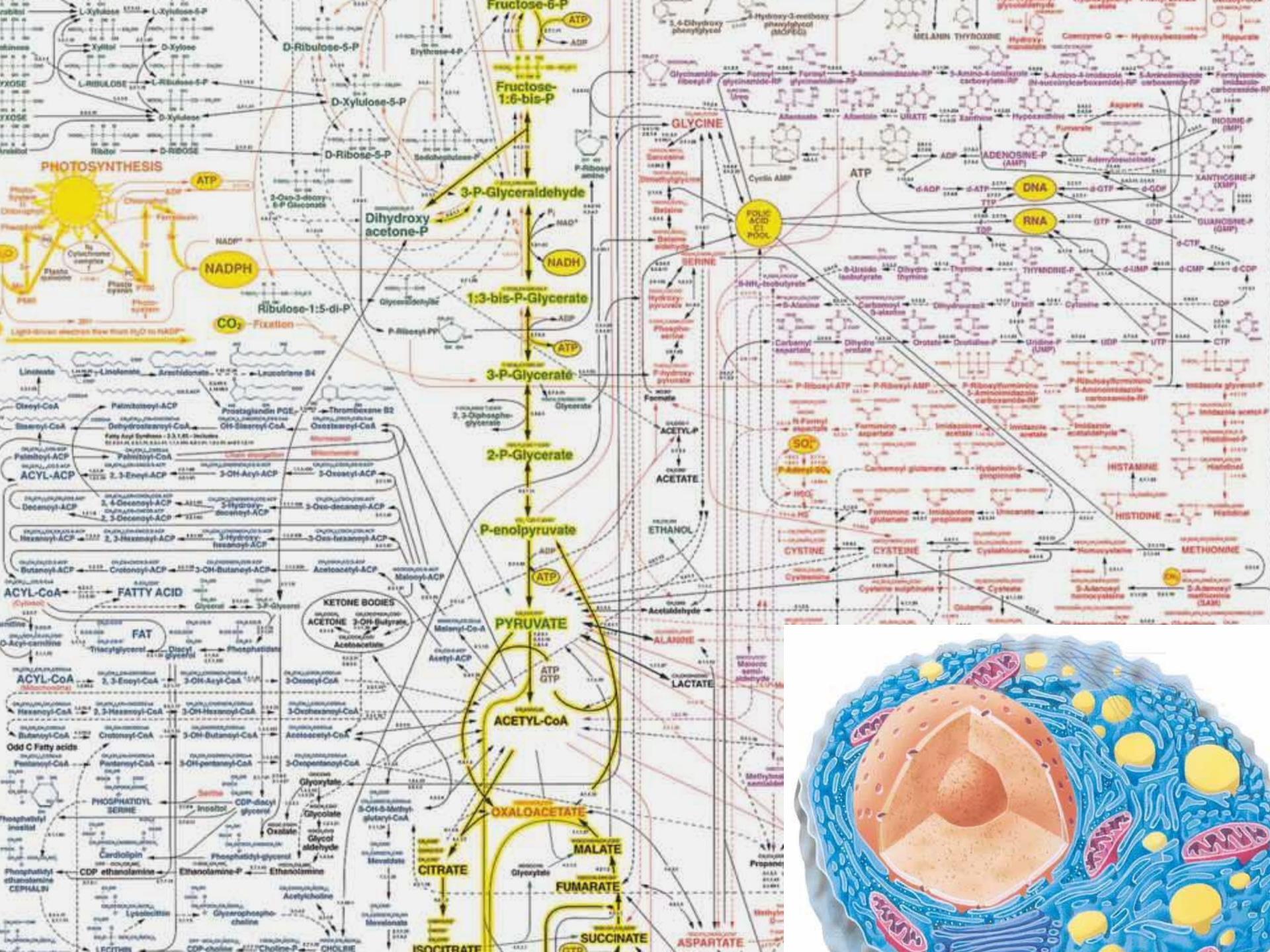
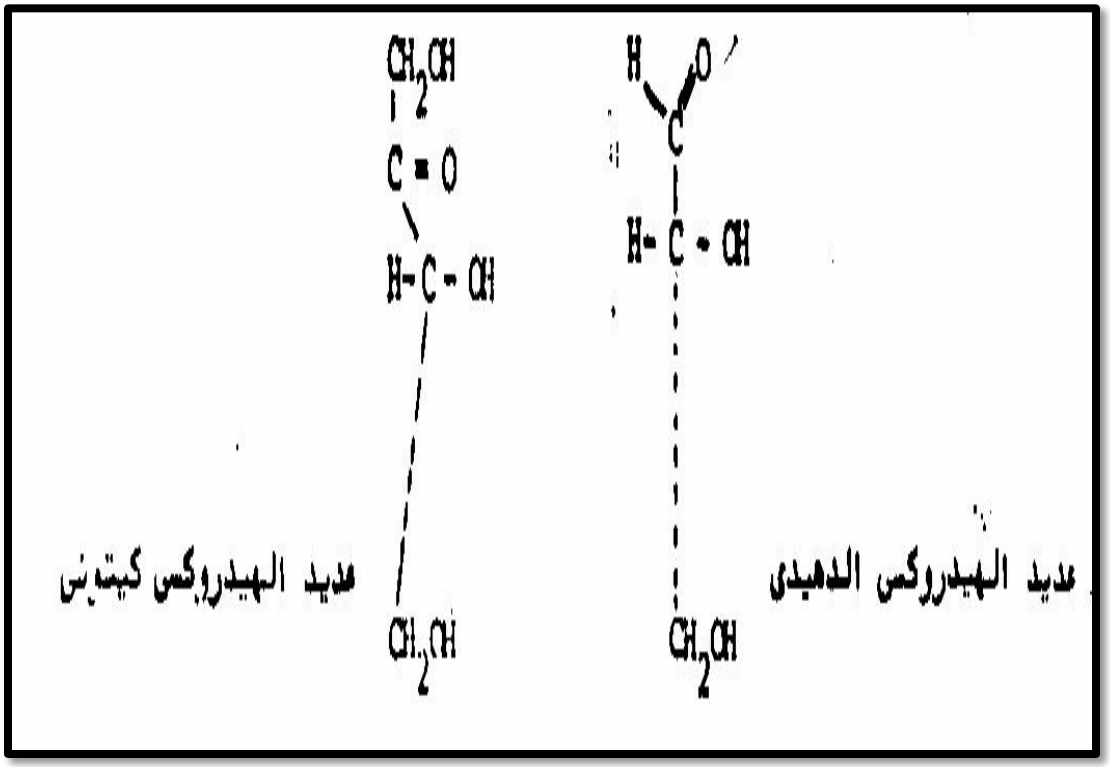

PHOTOSYNTHESIS
ATP
NADPH
NADP+
CO2 Fixation
Ribulose-1:5-di-P
3-P-Glycerate
1:3-bis-P-Glycerate
2-P-Glycerate
P-enolpyruvate
PYRUVATE
ACETYL-CoA
OXALOACETATE
CITRATE
MALATE
FUMARATE
SUCCINATE
ISOCITRATE
Fructose-6-P
Fructose-1:6-bis-P
3-P-Glyceraldehyde
Dihydroxy acetone-P
D-Ribulose-5-P
D-Xylulose-5-P
D-Ribose-5-P
Sedoheptulose-P
Erythrose-4-P
GLYCINE
SERINE
ACETYL-P
ACETATE
ETHANOL
ALANINE
LACTATE
ASPARTATE
CYSTINE
CYSTEINE
METHIONINE
HISTAMINE
HISTIDINE
DNA
RNA
ADENOSINE-P (AMP)
GUANOSINE-P (GMP)
INOSINE-P (IMP)
XANTHOSINE-P (XMP)
THYMIDINE-P
FOLIC ACID C1 POOL
KETONE BODIES
ACETONE
3-OH-Butyrate
Acetoacetate
ACYL-CoA
FATTY ACID
FAT
Triacylglycerol
Diacyl glycerol
Phosphatidate
Odd C Fatty acids
PHOSPHATIDYL SERINE
Phosphatidyl inositol
Cardiolipin
CDP ethanolamine
Phosphatidyl ethanolamine CEPHALIN
Ethanolamine-P
Ethanolamine
Acetylcholine
Glycerophospho-choline
LECITHIN
CDP-choline
Choline-P
CHOLINE
Glyoxylate
Oxalate
Glycolate
Glycol aldehyde
Inositol
CDP-diacyl glycerol
Phosphatidyl-glycerol
Cardiolipin
Mevalonate
Propanediol
Methylmalonic semialdehyde
MELANIN
THYROXINE
Coenzyme-Q
Hydroxybenzoate
Hippurate
Allantoate
Allantoin
URATE
Xanthine
Hypoxanthine
Fumarate
Aspartate
Adenylosuccinate
Cyclic AMP
Urea
Betaine
Betaine aldehyde
Choline
Dimethylglycine
Sarcosine
Formate
Formyl glycinamide-RP
Formyl glycinamidine-RP
5-Amino-4-imidazole carboxylate-RP
5-Amino-4-imidazole carboxamide-RP
Formylamino-imidazole-carboxamide-RP
Glycinamide-ribosyl-P
Urocanate
Imidazole propionate
Imidazole acetate
Imidazole acetaldehyde
Histidinol-P
Histidinol
Formimino glutamate
Formimino aspartate
Carbamoyl glutamate
Hydantoin-5-propionate
Carbamoyl aspartate
Dihydro orotate
Orotate
Orotidine-P
Uridine-P (UMP)
UDP
UTP
CTP
Cytosine
Uracil
Dihydrouracil
Carbamoyl-S-alanine
Dihydro thymine
Thymine
Thymidine-P
d-UMP
d-CMP
d-CDP
d-CTP
d-ADP
d-ATP
d-GTP
d-GDP
TTP
GTP
GDP
Cyclic AMP
Ribosyl amine
P-Ribosyl-PP
P-Ribosyl-ATP
P-Ribosyl-AMP
P-Ribosyl-formimino-5-aminoimidazole-carboxamide-RP
P-Ribosyl-formimino-5-aminoimidazole-carboxamide-RP
Imidazole glycerol-P
Imidazole acetol-P
Cystathionine
Homocystine
Cystine sulphinate
Cysteate
Glutamate
S-Adenosyl homocysteine
S-Adenosyl methionine (SAM)
Acetaldehyde
Malonyl-Co-A
Acetyl-ACP
Malonyl-ACP
Acetoacetyl-ACP
3-OH-Butanoyl-ACP
Crotonyl-ACP
Butanoyl-ACP
3-OH-Hexanoyl-ACP
2, 3-Hexenoyl-ACP
Hexanoyl-ACP
3-Oxo-hexanoyl-ACP
3-Hydroxy-hexanoyl-ACP
3-Oxo-decanoyl-ACP
3-Hydroxy-decanoyl-ACP
2, 3-Decenoyl-ACP
3, 4-Decenoyl-ACP
Decanoyl-ACP
3-OH-Acyl-ACP
2, 3-Enoyl-ACP
3-Oxoacyl-ACP
Palmitoyl-CoA
Palmitoyl-ACP
Stearoyl-CoA
Dehydrostearoyl-CoA
OH-Stearoyl-CoA
Oxostearoyl-CoA
Oleoyl-CoA
Palmitoleoyl-ACP
Linoleate
Linolenate
Arachidonate
Leucotriene B4
Prostaglandin PGE
Thromboxane B2
Fatty Acyl Synthase - 2.3.1.85 - Includes
Chain elongation
Microsomal
Mitochondrial
Glycerol
3-P-Glycerol
2, 3-Diphospho-glycerate
Glycerate
Glyceraldehyde
Light-driven electron flow from H2O to NADP+
Photo-system II
Chlorophyll
Ferredoxin
Cytochrome complex
Plastoquinone
Plastocyanin
Photo-system I
P680
P700
Fixation
Xylitol
L-Xylulose
L-Xylulose-5-P
D-Xylose
L-RIBULOSE
L-Ribulose-5-P
D-Xylulose
Ribitol
D-RIBOSE
2-Oxo-3-deoxy-6-P Gluconate
Serine
Inositol
Glycerophospho-choline
Lysolecithin
Acetylcholine
Choline-P
CHOLINE
Mevalonate
Methylmalonic semialdehyde
Propanediol
Glyoxylate
Oxalate
Glycolate
Glycol aldehyde
Ethanolamine
Ethanolamine-P
Phosphatidyl-glycerol
Cardiolipin
CDP ethanolamine
Phosphatidyl ethanolamine CEPHALIN
Phosphatidyl inositol
CDP-diacyl glycerol
Inositol
Serine
PHOSPHATIDYL SERINE
Pentanoyl-CoA
Pentanoyl-ACP
3-OH-pentanoyl-CoA
3-Oxopentanoyl-CoA
Odd C Fatty acids
Butanoyl-CoA
Crotonoyl-CoA
3-OH-Butanoyl-CoA
Acetoacetyl-CoA
Hexanoyl-CoA
2, 3-Hexenoyl-CoA
3-OH-Hexanoyl-CoA
3-Oxohexanoyl-CoA
Decanoyl-ACP
3, 4-Decenoyl-ACP
2, 3-Decenoyl-ACP
3-Hydroxy-decanoyl-ACP
3-Oxo-decanoyl-ACP
Hexanoyl-ACP
2, 3-Hexenoyl-ACP
3-Hydroxy-hexanoyl-ACP
3-Oxo-hexanoyl-ACP
Butanoyl-ACP
Crotonoyl-ACP
3-OH-Butanoyl-ACP
Acetoacetyl-ACP
Malonyl-ACP
Glycerol
3-P-Glycerol
O-Acyl-carnitine
Triacylglycerol
Diacyl glycerol
Phosphatidate
3, 6-Dihydroxy phenylglycol
3-Hydroxy-3-methoxy phenylglycol (MOPEG)
Glycolaldehyde
Acetone
Acetoacetate
3-OH-Butyrate
Malonyl-Co-A
Acetyl-ACP
Malonic semi-aldehyde
Methylmalonic semialdehyde
3-OH-3-Methyl-glutaryl-CoA
Mevalonate
Mevalonate
Propanediol
Glyoxylate
Glycolate
Glycol aldehyde
Oxalate
Ethanolamine
Ethanolamine-P
Phosphatidyl-glycerol
Cardiolipin
CDP ethanolamine
Phosphatidyl ethanolamine CEPHALIN
Phosphatidyl inositol
CDP-diacyl glycerol
Inositol
Serine
PHOSPHATIDYL SERINE
Pentanoyl-CoA
Pentanoyl-ACP
3-OH-pentanoyl-CoA
3-Oxopentanoyl-CoA
Odd C Fatty acids
Butanoyl-CoA
Crotonoyl-CoA
3-OH-Butanoyl-CoA
Acetoacetyl-CoA
Hexanoyl-CoA
2, 3-Hexenoyl-CoA
3-OH-Hexanoyl-CoA
3-Oxohexanoyl-CoA
Decanoyl-ACP
3, 4-Decenoyl-ACP
2, 3-Decenoyl-ACP
3-Hydroxy-decanoyl-ACP
3-Oxo-decanoyl-ACP
Hexanoyl-ACP
2, 3-Hexenoyl-ACP
3-Hydroxy-hexanoyl-ACP
3-Oxo-hexanoyl-ACP
Butanoyl-ACP
Crotonoyl-ACP
3-OH-Butanoyl-ACP
Acetoacetyl-ACP
Malonyl-ACP
Glycerol
3-P-Glycerol
O-Acyl-carnitine
Triacylglycerol
Diacyl glycerol
Phosphatidate
3, 6-Dihydroxy phenylglycol
3-Hydroxy-3-methoxy phenylglycol (MOPEG)
Glycolaldehyde
Acetone
Acetoacetate
3-OH-Butyrate
Malonyl-Co-A
Acetyl-ACP
Malonic semi-aldehyde
Methylmalonic semialdehyde
3-OH-3-Methyl-glutaryl-CoA
Mevalonate
Mevalonate
Propanediol
Glyoxylate
Glycolate
Glycol aldehyde
Oxalate
Ethanolamine
Ethanolamine-P
Phosphatidyl-glycerol
Cardiolipin
CDP ethanolamine
Phosphatidyl ethanolamine CEPHALIN
Phosphatidyl inositol
CDP-diacyl glycerol
Inositol
Serine
PHOSPHATIDYL SERINE
Pentanoyl-CoA
Pentanoyl-ACP
3-OH-pentanoyl-CoA
3-Oxopentanoyl-CoA
Odd C Fatty acids
Butanoyl-CoA
Crotonoyl-CoA
3-OH-Butanoyl-CoA
Acetoacetyl-CoA
Hexanoyl-CoA
2, 3-Hexenoyl-CoA
3-OH-Hexanoyl-CoA
3-Oxohexanoyl-CoA
Decanoyl-ACP
3, 4-Decenoyl-ACP
2, 3-Decenoyl-ACP
3-Hydroxy-decanoyl-ACP
3-Oxo-decanoyl-ACP
Hexanoyl-ACP
2, 3-Hexenoyl-ACP
3-Hydroxy-hexanoyl-ACP
3-Oxo-hexanoyl-ACP
Butanoyl-ACP
Crotonoyl-ACP
3-OH-Butanoyl-ACP
Acetoacetyl-ACP
Malonyl-ACP
Glycerol
3-P-Glycerol
O-Acyl-carnitine
Triacylglycerol
Diacyl glycerol
Phosphatidate

السكريات (الكربوهيدرات)

تعريف الكربوهيدرات:

- هى عباره عن كحول متعدد الهيدروكسيل يحتوى على الدهيدات (-CHO) أو كيتونات (-C= O) أو بأنها المركبات التي تعطى هذه المشتقات بالتحلل المائى.
- وصيغتها العامه هي $(CH_2O)n$ حيث n = ٣ أو أكثر ولذلك فإن الجلسرالدهيد glyceraldehyde and dihydroxyacetone تعتبر أبسط السكريات.
- العناصر المكونه للسكريات هى كربون وهيدروجين وأكسجين بنسبه ١:٢

Carbohydrates are widely distributed in plants and animals;


عديد الهيدروكس كيتونى
عديد الهيدروكس الدهيدى

- **فوائد وأهميه الكربوهيدرات**
- ١- تكون الجزء الآكبر من غذاء الانسان (النشا -السكروز- الكتوز والالياف).
- ٢- تعمل على تخزين الطاقه الكيميائيه المشتقه من الكربوهيدرات على شكل مركبات غنيه بالطاقه ATP، GTP
- ٣- مهمه لآنتاج Metabolic intermediate مثل

(glucose-6-phosphate and fructose-1,6-biphosphate)

- ٤- تدخل فى التركيب البنائى للخليه فى البكتريا والنبات وجدار الخليه.
- ٥- ترتبط بالعديد من البروتينات والدهون وتكون (glycopotein, glycolipids)
- تدخل فى تكون الريبوز والديئوكسي ريبوز الذى يدخل فى تركيب الRNA ,DNA

تصنيف الكربوهيدرات

- تسمى الكربوهيدرات التي تحتوي على مجموعات aldhyde (- CHO) (Aldoses)، في حين أن المجموعات التي تحتوي على كيتون (C= O-) تسمى (Ketoses).
- كما يستند التصنيف على التركيب والخصائص الفيزيائية الكيميائيه.

- تقسيم **الكربوهيدرات** Classification of Carbohydrates

- تقسم الى ٤مجموعات بناء على عدد الوحدات البنائيه التى يحتويها السكر وهى:
- السكريات الاحاديه Monosaccharide
- السكريات قليله السكاريد oligosaccharide
- السكريات العديده Polysaccharide

- النوعان الاخيران يتحللان مائيا الى الاو ل

امثله لبعض السكريات

{١} السكريات الأحادية: -

- هي السكريات البسيطة التي لا يمكن أن تتحلل مائيا إلى وحدات أصغر
- وتنقسم السكريات الأحادية وفقا لعدد ذرات الكربون في سلسلة السكريات الاحاديه الى :

السكريات الثلاثيه وتحتوى على ٣ ذرات كربون trioses،

السكريات الرباعيه tetroses والخماسيه pentoses ،

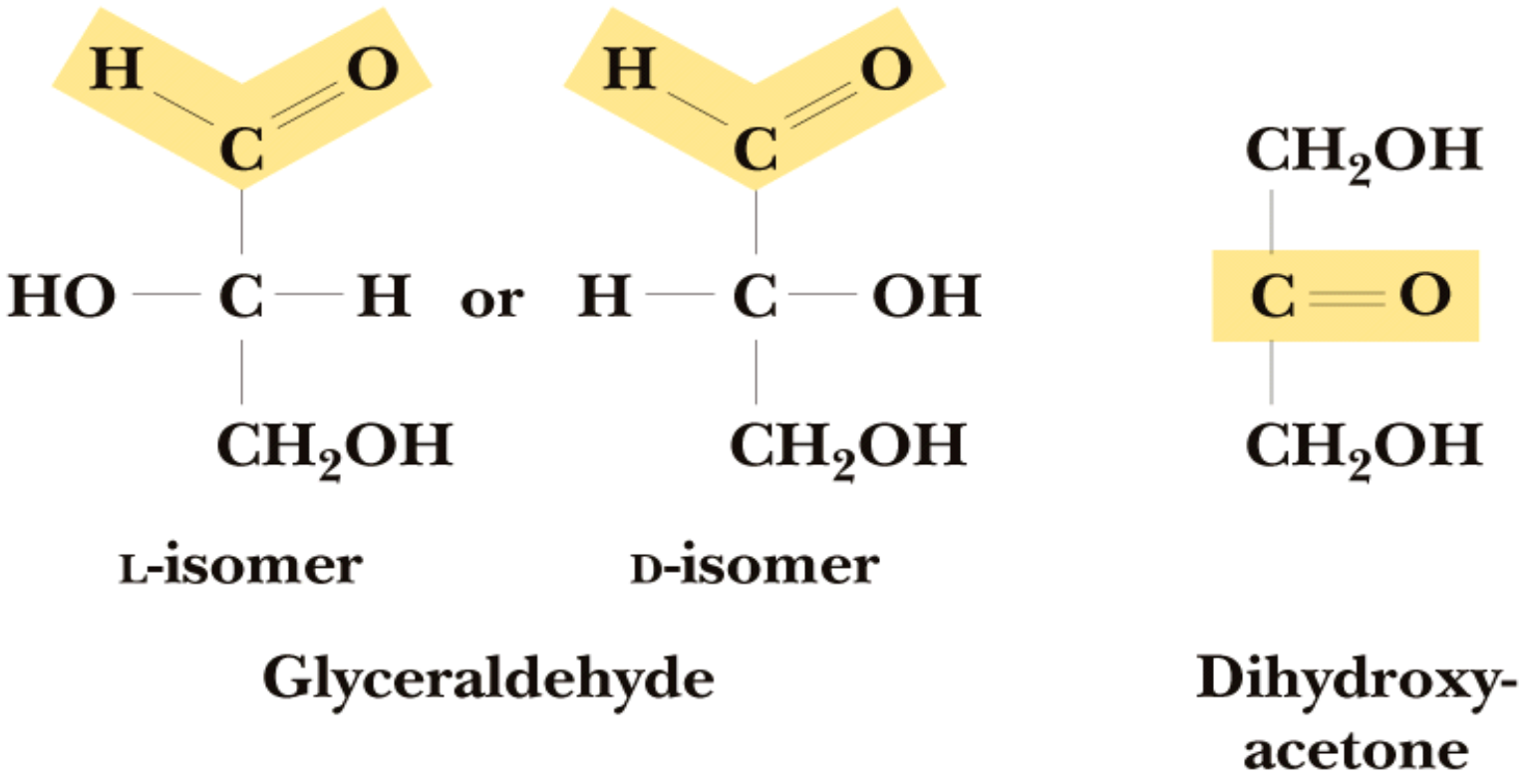
والسداسيه hexoses ، heptosesأو octoses، ...الخ.

- **ويصنف** كذلك كل من هذه المجموعات وفقا لأنها تحتوي على مجموعة وظيفية ألدهيد أو كيتون وتسمى الدوسي أو كيتوز.
- ويدمج التقسيمين السابقين للسكريات الاحاديه ويسمى الدوز ثلاثى (جلسرالدهيد) أو الدوز سداسى (جلوكوز) أو كيتوزى ثلاثى –كيتوزى سداسى وهكذا (واجب).

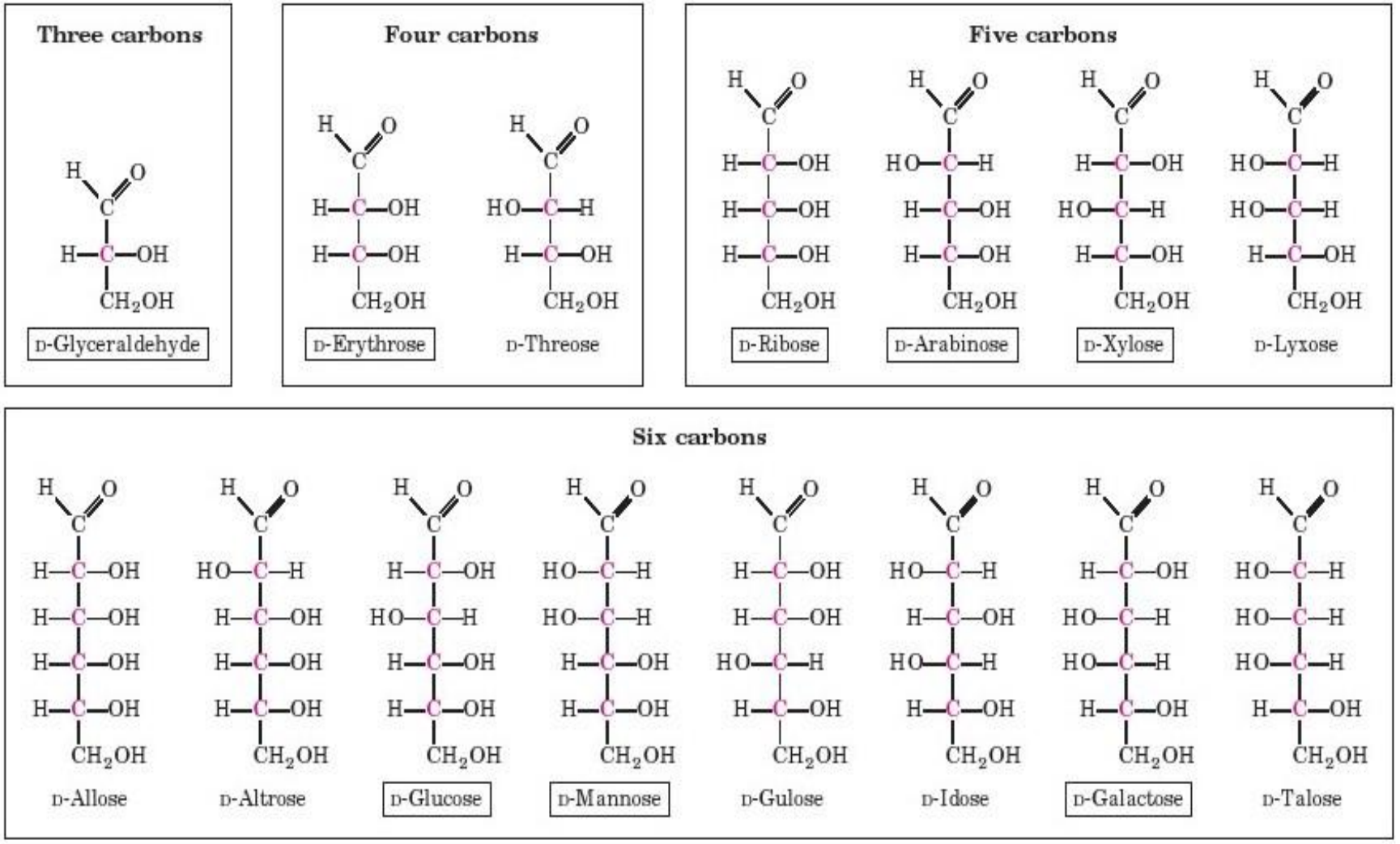
Examples

Monosaccharide	Formula	aldose	ketose
1) Triose السكريات الثلاثيه	C_3H6O_3	جلسرالدهيد glyceraldehyde	ثنائى الهيدروكس اسيتون Dihydroxyacetone
2) Tetrose السكريات الرباعيه	$C_4H_8O_4$	ارثروز Erythrose	ارثريولوز Erythrulose
3) Pentose السكريات الخماسيه	$C_5H_{10}O_5$	ريبوز ribose	ريبيولوز Ribulose
4) Hexose السكريات السداسيه	$C_6H_{12}O_6$	الجلكوز glucose الدوز سداسى	فركتوز Fructose كيتوزى سداسى

Garrett & Grisham: Biochemistry, 2/e
Figure 7.1



Saunders College Publishing

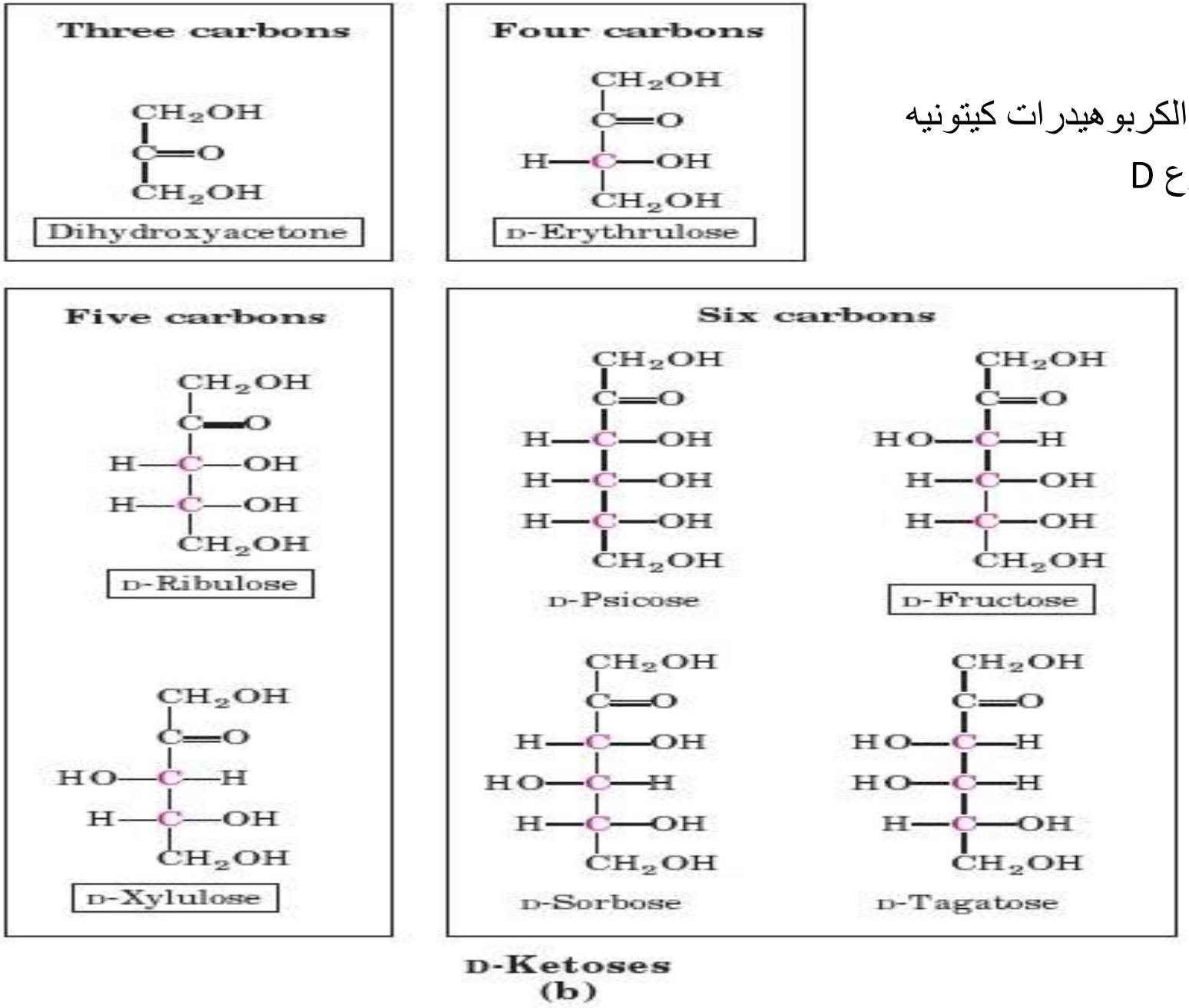


D-Aldoses

(a)

- تراكيب الكربوهيدرات الآلدهيديه من النوع D

- تراكيب الكربوهيدرات كيتونيه
- من النوع D

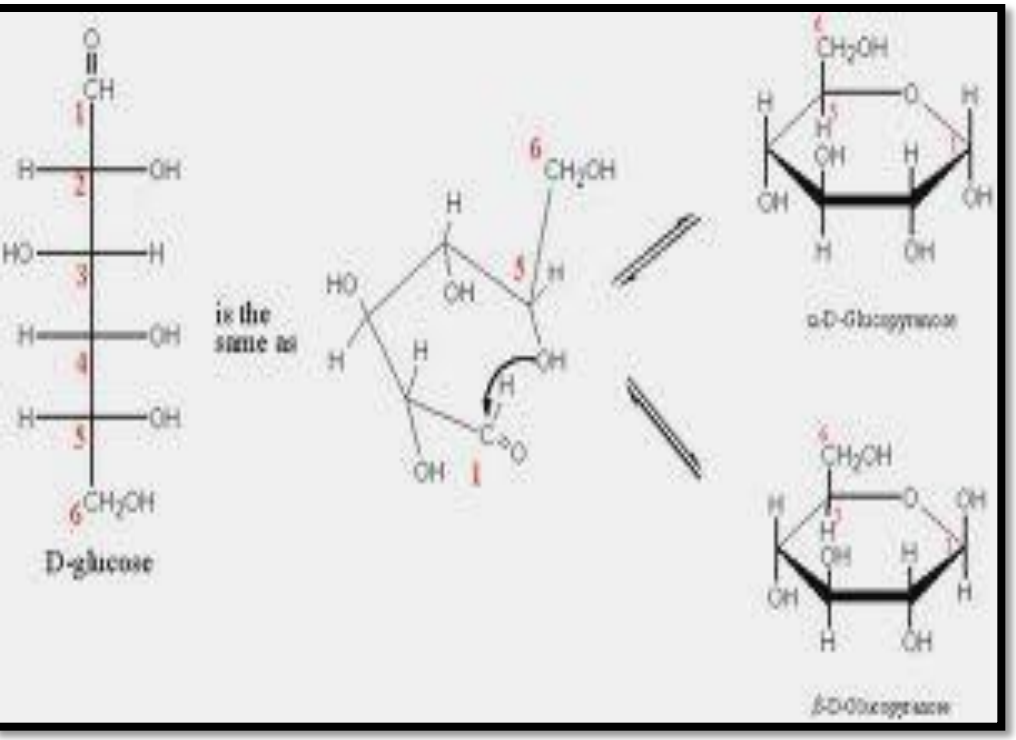


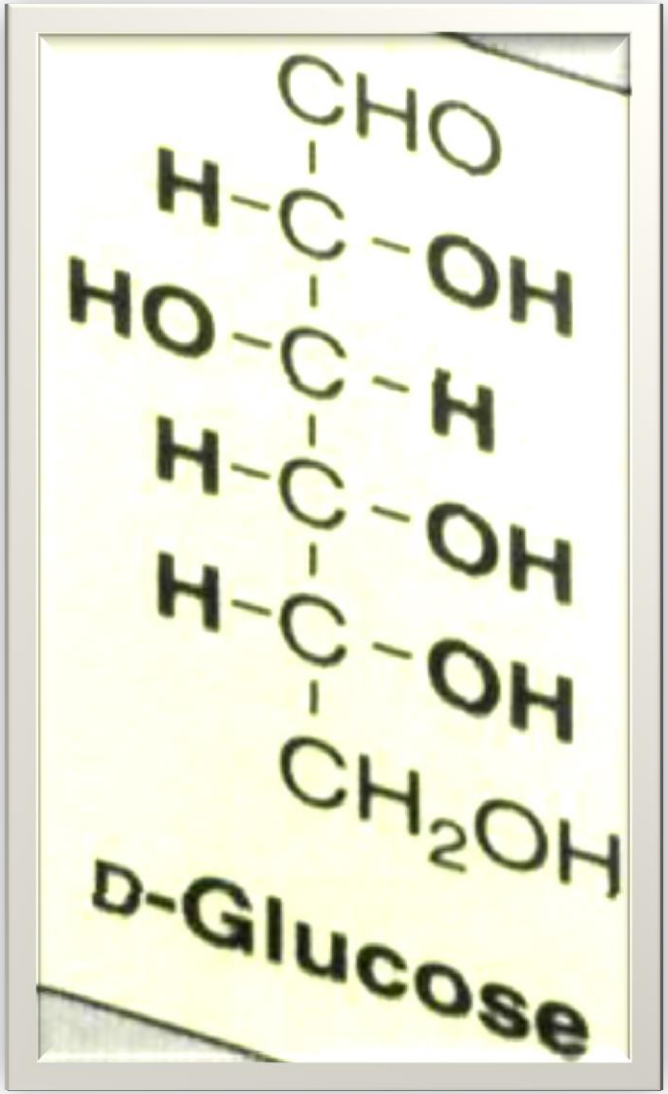
D-Ketoses
(b)

السكريات الأحادية

شكل الجلوكوز هو الشائع للسكريات الأحادية:

- الجلوكوز هو سكر الدم والأنسجة الرئيسية وهو بمثابة الوقود الأيضي الرئيسي ، وهو aldohexoses.
- يمكن تمثيل بنية الجلوكوز في ٣ طرق: -
- شكل الصيغة على التوالي
- شكل الصيغة سلسلة فيشر
- شكل الصيغة هاوورث





الرمز البناءى للجلوكوز

- **Sterioisomerism** المتشابهات (السكر له أشكال مختلفة من النظائر)

- وهى المركبات التى لديها نفس الصيغة الجزيئية ونفس الهيكل، لكنها تختلف في التكوين والذى هو ترتيب الذرات في الفضاء
- -وجود واحد أو أكثرمن ذرات الكربون غير المتماثلة (تعلق ذرات الكربون إلى ٤ ذرات مختلفة أو مجموعات) تسمح بتشكيل **ايزومرات**.

و-عدد الأيزومرات يعتمد على عدد ذرات الكربون(n) غير المتناظرة او المتناسقه وتساوي 2^n

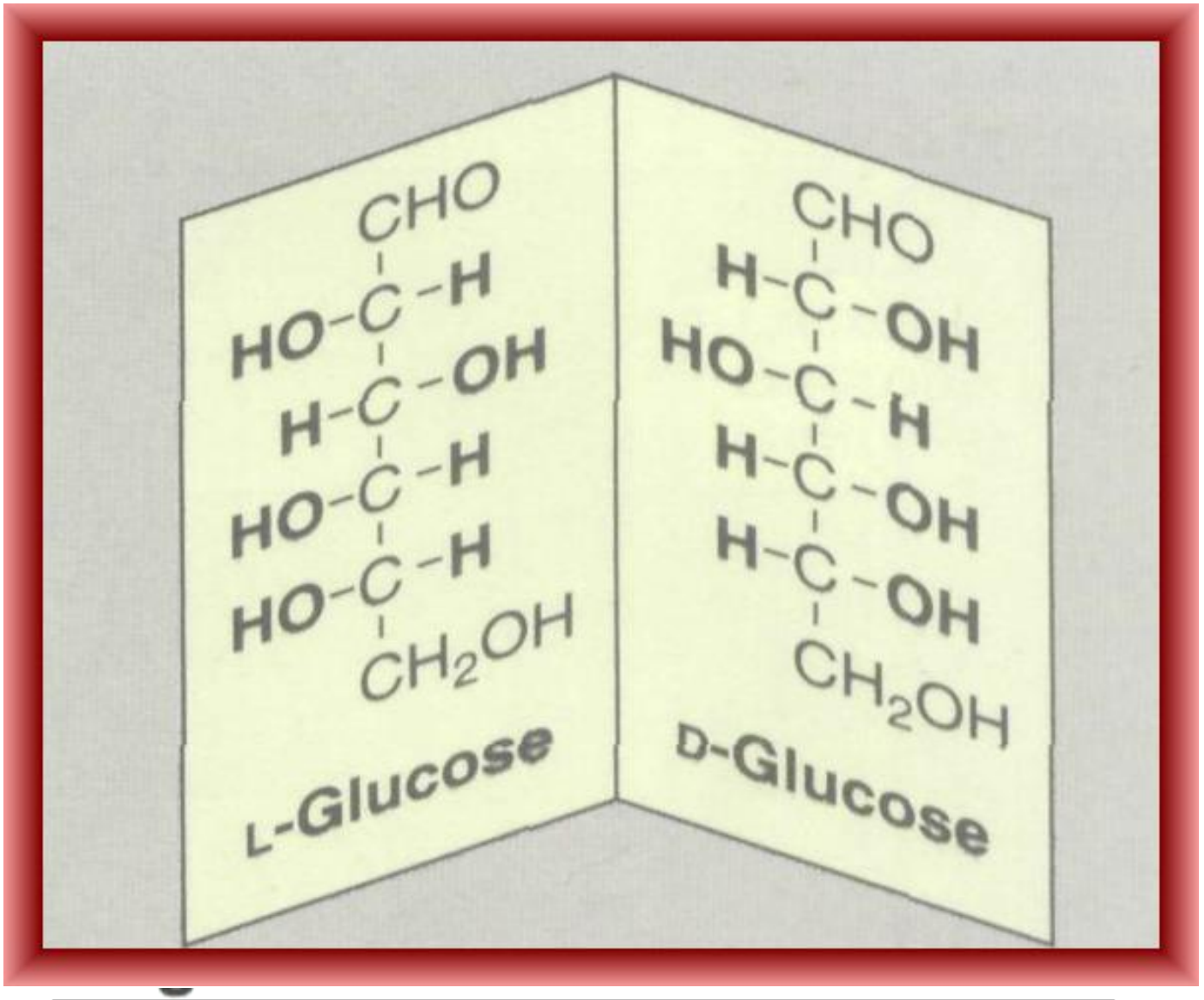
- ن = ١ trioses، ن = ٢ في tetrosis
- N = 3 في pentoses ، ن = 4 في hexoses

- يحتوي الجلوكوز على ٤ ذرات كربون غير المتناظرة، ولذلك له ١٦ أيزومرا .

- مثال احسب عدد المتشابهات (الايزومر) الضوئيه لسكر يحتوى على ٥ ’ ٧ ذرات كربون

- **وأهم أنواع النظائر الموجوده للجلوكوز هي على النحو التالي :**
- **١- D- و L –**
- تحتوى السكريات الاحاديه على ذرات كربون غير متناسقه لذلك لها القدره على ان تحرف الضوء **المستقطب** وبالتالى تكوين متشابهات ضوئيه نتعرف عليها من القانون السابق 2^n

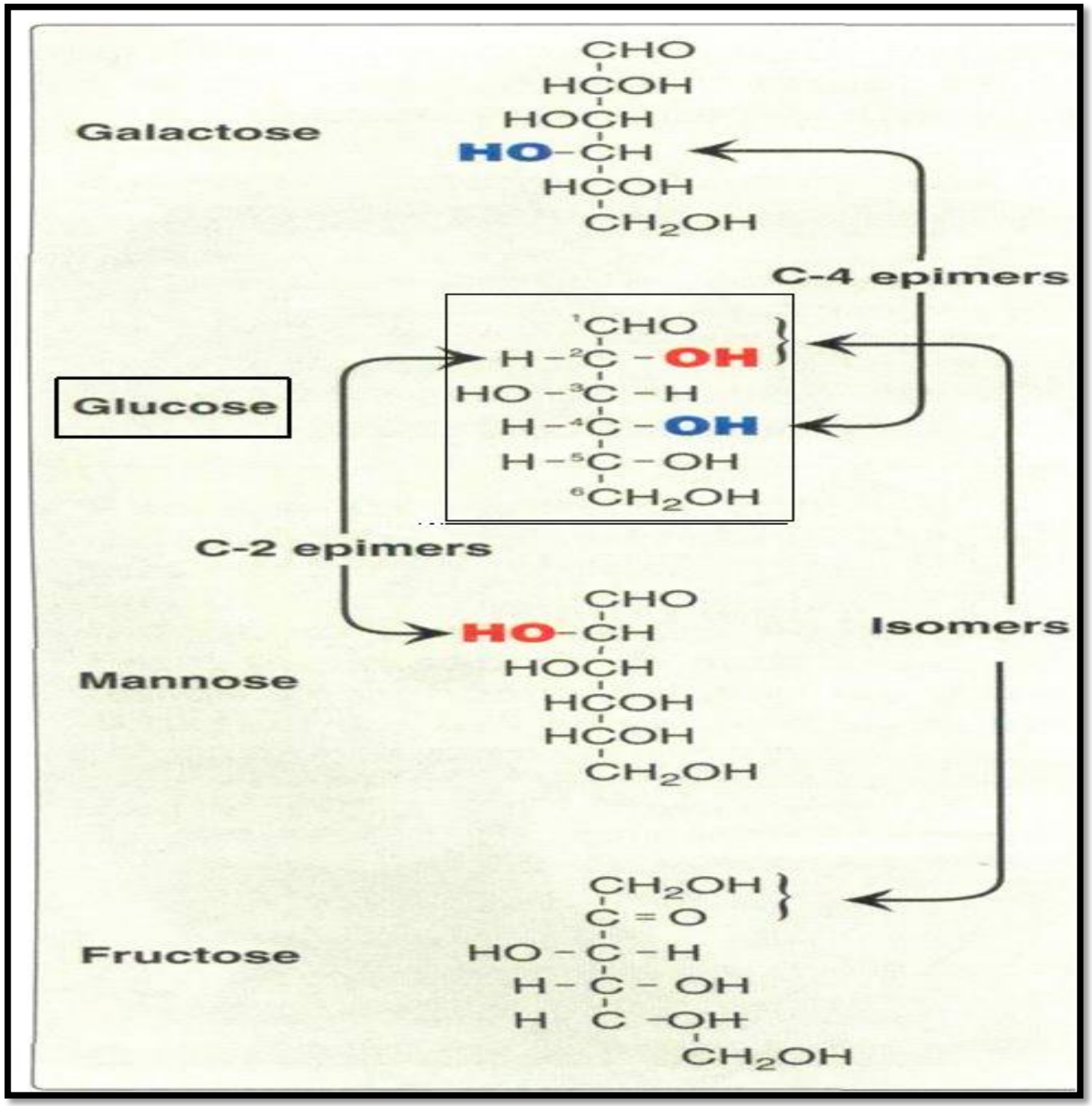
- وبتطبيق ماسبق على رمز الجلوكوز يتضح انه يوجد ٨ متشابهات فى الصوره م **D-** وهذا الحرف يدل على ان مجموعه الهيدروكسيل قبل الاخيره (على اخر كربونه غير متناسقه فى الجزئ) تتجه يمينا اما اذا كان اتجاهها يسارا فيعبر عنه بالصوره ى **L**
- وعلى ذلك تقسم المتشابهات الضوئيه ال١٦ الى:
- مجموعه م **D-** ويمثلها ٨ متشابهات
- مجموعه ى **L** ويمثلها ٨ متشابهات

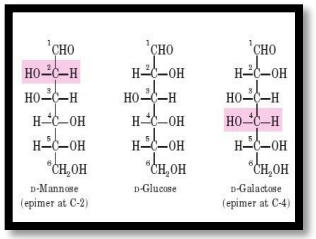


Enantiomers (mirror images) of glucose.

- ويطلق على D -glucose و L- glucose وكذلك
- D- glyceraldhyde و L-glyceraldhyde
- Enantiomers –صوره مراه للاخر
- وتعرف على أن زوج من السكرات تتشابه فى جميع الخواص الطبيعية والكيميائية ماعدا درجه التحول الضوئي التي تختلف في الاشاره

- Epimers--2-
- **تعريف:** هى كل زوج من السكريات يختلف فى وضع مجموعه الهيدروكسيل الموجوده على ذره الكربون رقم ٢ التى تلى مجموعه الالدهيد وتتشابه فى باقى الجزئ .
- مثال سكر الجلوكوز والمانوز يختلفان فى توزيع مجموعه الهيدروكسيل على ذره الكربون ٢
- - اما الجلوكوز والجالكتوز يختلفان فى ذره الكربون ٤ كما فى الشكل
-





C2 and C4 epimers and an isomer of glucose

٣- التركيب الحلقي للمواد الكربوهيدراتية أحادية التسكر

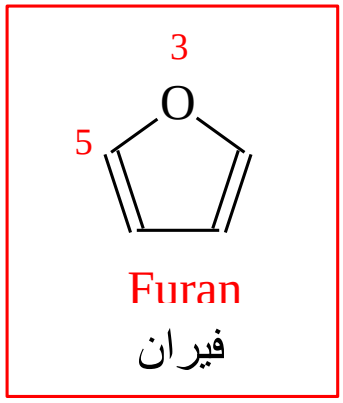
Cyclic Structure of Monosaccharides

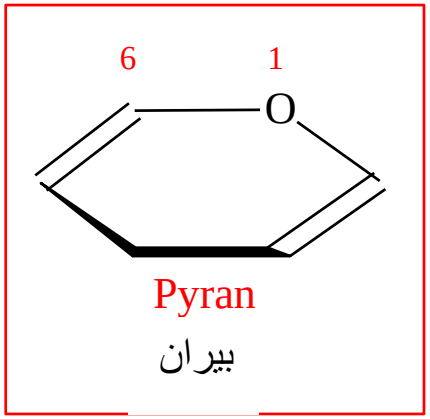
٣- Pyranose and furanose ring structures

- السكريات تعرف بأنها الدهيدات أو كيتونات كحولية عديدة الهيدروكسيل

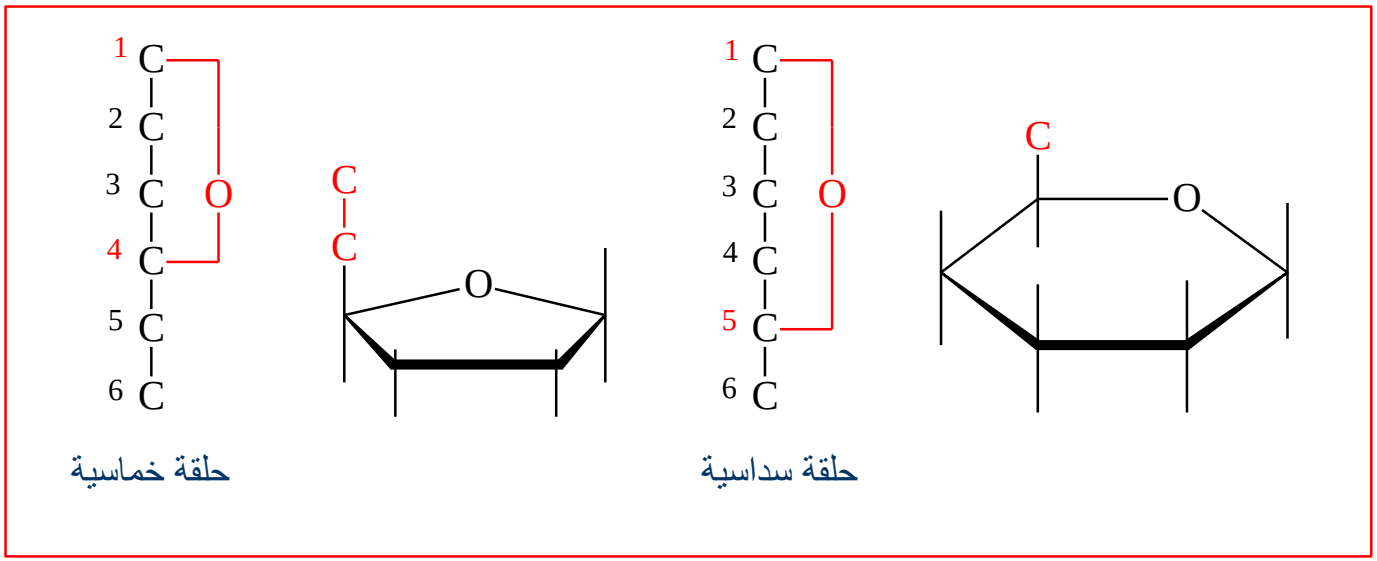
- **<u>ويوجد نوعين من الحلقات فى السكرات أحادية التسكر:</u>**
- الحلقة الخماسية: وتسمى فيرانوز وهذا نسبه إلى المركب العضوي فيران (Furan) وهذا المركب يحتوي على أربع ذرات كربون.

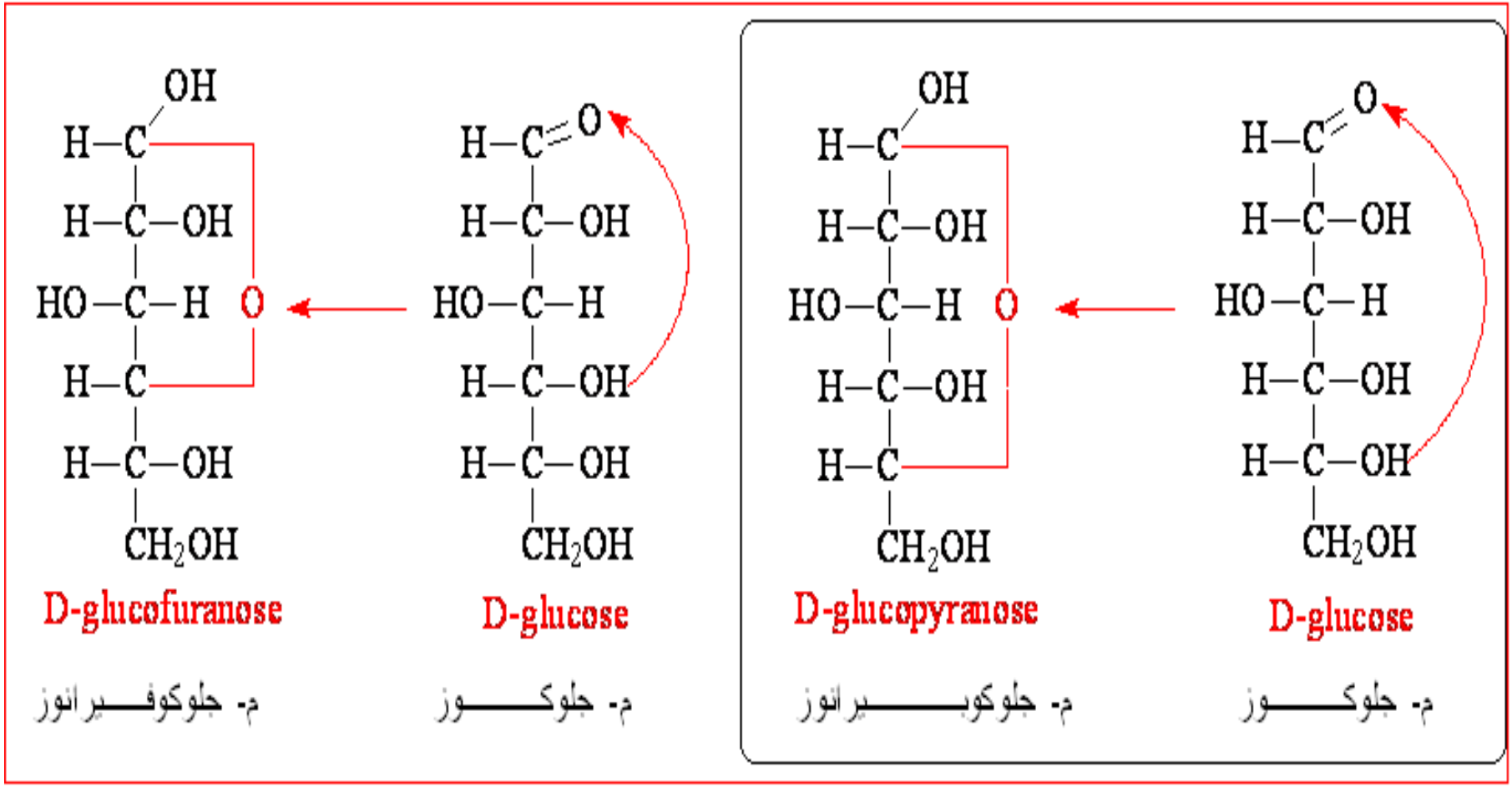
- الحلقة السداسية: وتسمى بيرانوز (pyranose) وهذا نسبة إلى المركب العضوي بيران (pyran) وهذا المركب يحتوي على خمس ذرات كربون



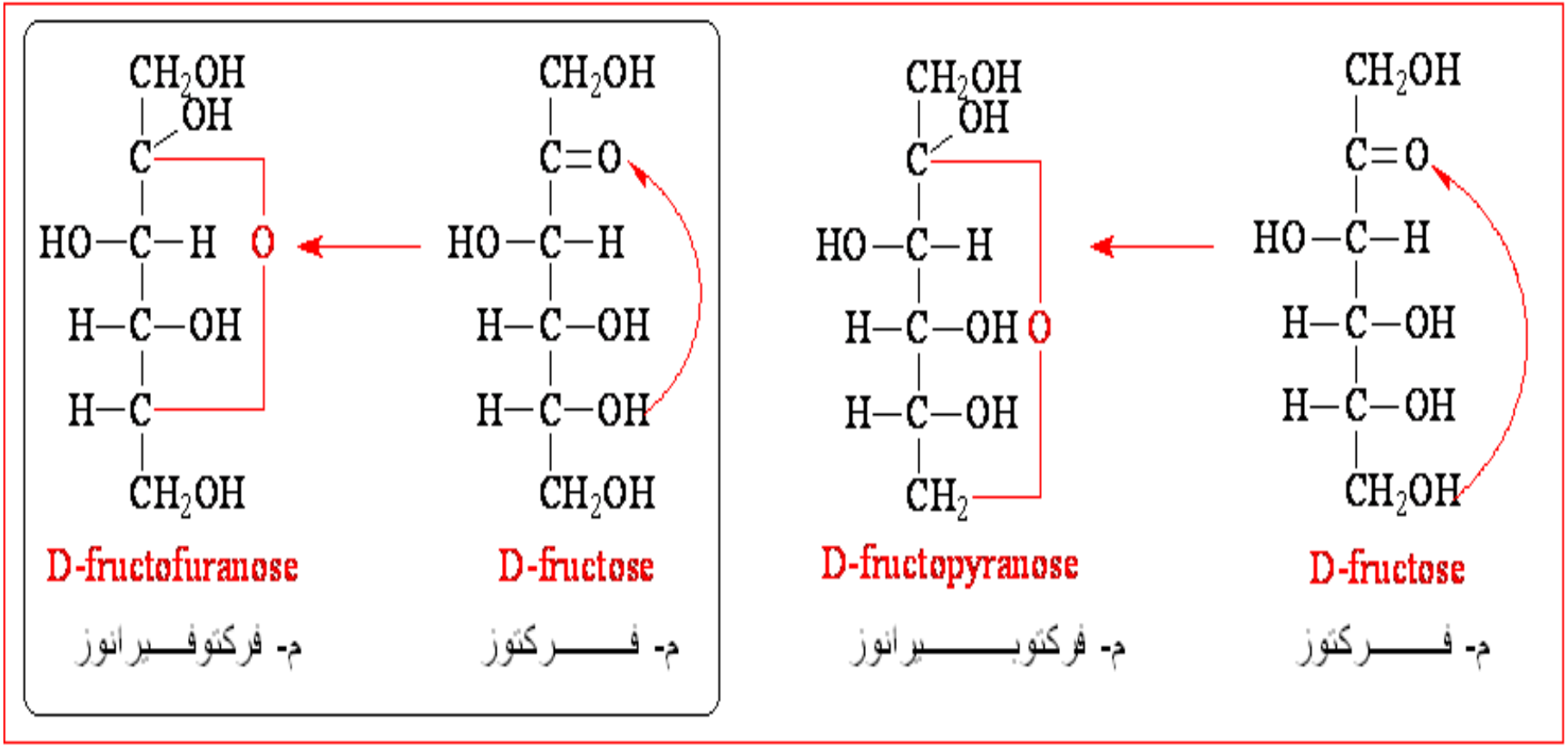


- كيفيه تكوين الحلقة:
- عن طريق تكوين نصف أسيتال **داخلي** ناتج من اتحاد المجموعة الألدهيدية أو الكيتونية مع مجموعة الهيدروكسيل في جزيء السكر ومن هنا نجد أن مجموعة الألدهيد مرتبطة وليست حرة على عكس الحالة في الألدهيد العضوي وبالتالي نستطيع تفسير أوجهة الاختلاف السابق ذكرها.
- ١- تكوين الحلقة الخماسية و السداسية في سكر الجلوكوز
- يتم الاتحاد بين مجموعة الألدهيد وذره الكربون رقم (٤) أو (٥) ويعطي في الحالة الأولى حلقة خماسية (فيرانوز) وفي الحالة الثانية حلقة سداسية (بيرانوز).





- ولقد وجد أن السكرات الألدهيدية مثل سكر الجلوكوز التركيب الحلقي السداسي لها أي الصورة البيرانوزية أكثر ثباتاً من التركيب الحلقي الخماسي أي الصورة الفيرانوزية.



- تكوين الحلقة الخماسية والسداسية في سكر الفركتوز
- يتم الاتحاد من خلال انتقال هيدروجين مجموعة الهيدروكسيل من ذره الكربون رقم (٥ أو ٦) إلى مجموعة الكربونيل معطية في الحالة الأولى حلقة خماسية (فيرانوز) وفي الحالة الثانية حلقة سداسية (بيرانوز).
- ولقد وجد أن السكرات الكيتونية مثل سكر الفركتوز أكثر ثباتاً في التركيب الحلقي الخماسي أي الصورة الفيرانوزية.

المتشابهات الضوئية في حالة التركيب الحلقي
Optical Isomer-in Cyclic Structure

في حالة التركيب الحلقي **تزداد عدد ذرات** الكربون الغير متناسقة لأن كربون الألدهيد أصبح متصل بأربع أصول مختلفة وبالتالي تصبح عدد ذرات الكربون الغير متناسقة للجلوكوز(٥) ذرات فيرتفع عدد المتشابهات الضوئية كالتالي:

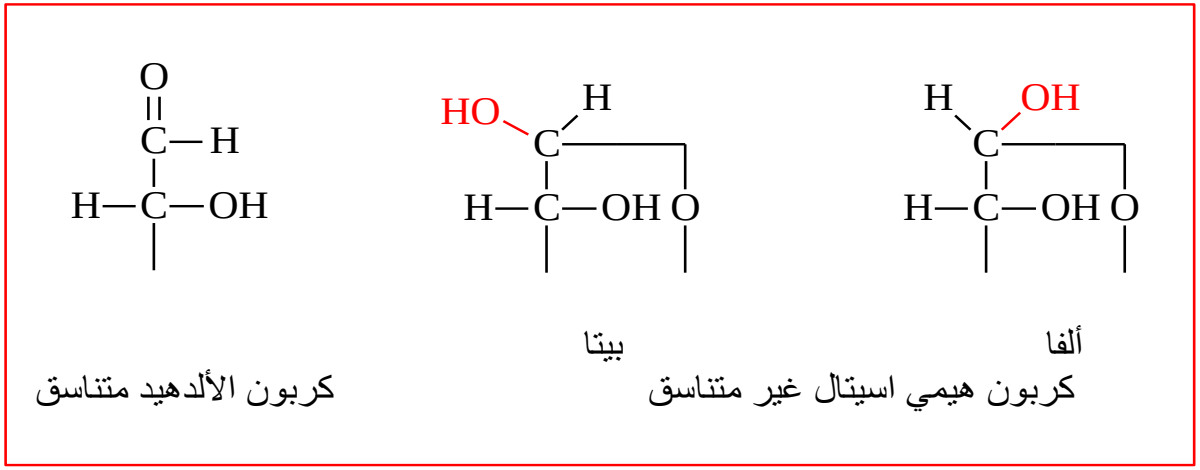
$2^5 = 32$

أما بالنسبه للفركتوز فتصبح

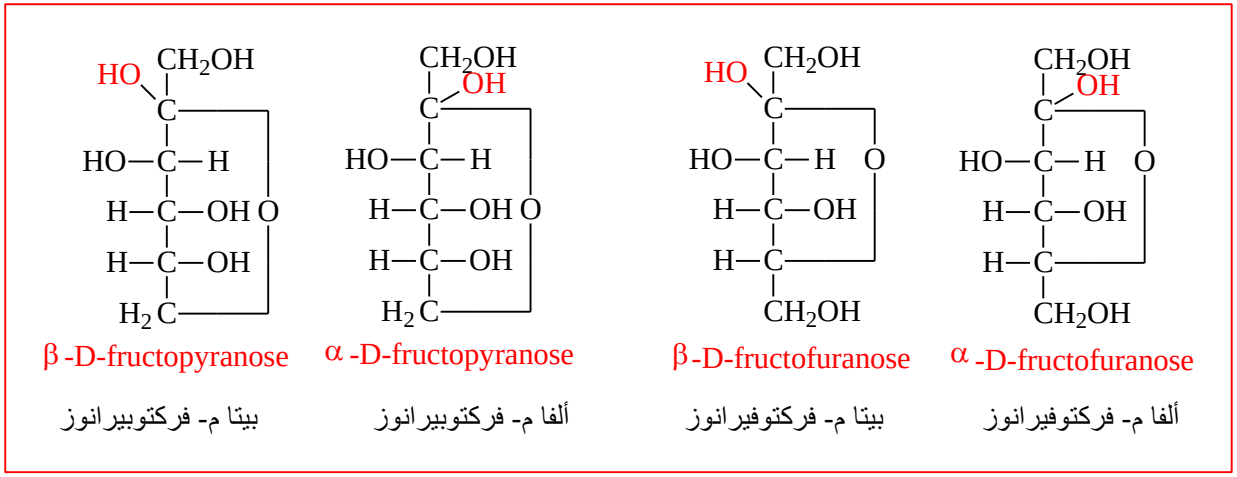
$2^4 = 16$

٤ـ المتشابهات الحلقية ألفا وبيتا

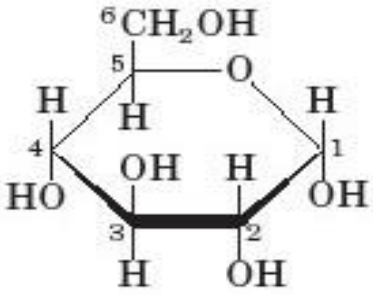
- وهنا سوف يظهر لدينا نوع أخر من المتشابهات وهي المتشابهات الحلقية ألفا وبيتا
- وتوضح الرموز التالية ذلك:



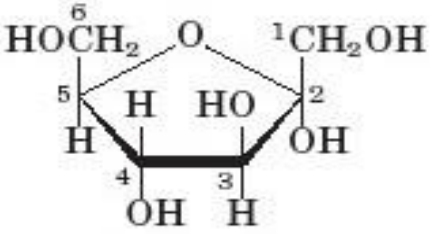
- وهذه المتشابهات يطلق عليها Anomers
- أمثلة على الصورة ألفا وبيتا:



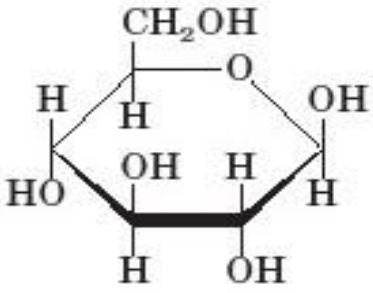
- أما السكرات الكيتونية السداسية (الكيتوهكسوز) مثل سكر الفركتوز يصبح لها ١٦متشابهاً ضوئياً بدلاً من ثمانية متشابهات، وهذا يقودنا إلى أنه يوجد متشابهان (ألفا وبيتا) تبعاً لاتجاه مجموعة الهيدروكسيل إذا كانت جهة اليمين أو جهة اليسار وهذه التسمية أيضاً تتوقف على السكرات إذا كانت من نوع م (D) أو ي (L) كالأتي:
- ١- السكرات التي تتبع المجموعة م (D):
- أ- إذا كانت مجموعة الهيدروكسيل جهة اليمين يطلق على **المتشابهات ألفا**.
- ب- إذا كانت مجموعة الهيدروكسيل جهة اليسار يطلق على **المتشابهات بيتا**.
-
- السكريات الأحادية التسكر لاتتواجد في الطبيعة بنفس الصورة التي اقترحها العالم فيشر المفتوح بل أن معظم هذه السكرات توجد في التركيب الحلقي صيغه هاورث (هيمي أو نصف أسيتال) وجزء قليل جداً منها يوجد في الشكل المفتوح بل ولها أبعاد فراغية مختلفة وبالتالي أمكانية تواجدها على صورة سداسية في وضعين:
- أ- وضع الكرسي Chair Conformation
- ب- وضع القارب Boat Conformation



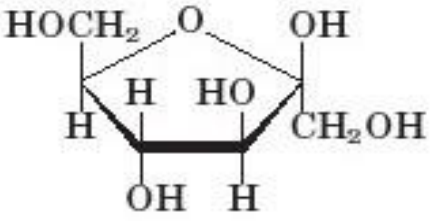
α-D-Glucopyranose



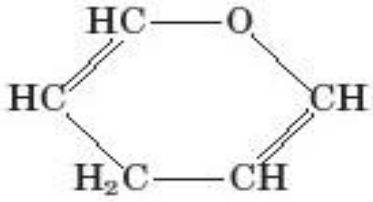
α-D-Fructofuranose



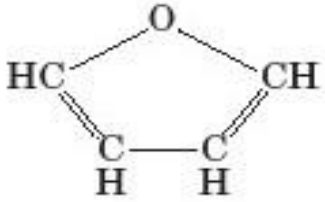
β-D-Glucopyranose



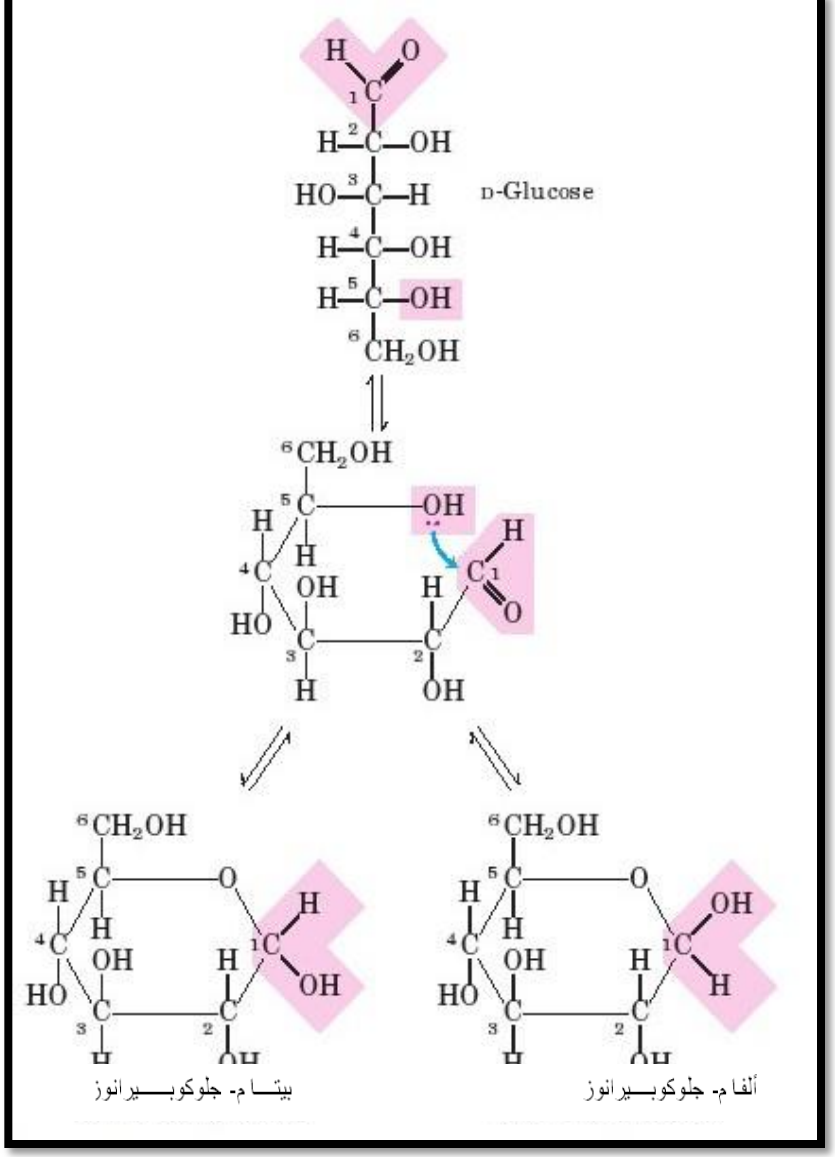
β-D-Fructofuranose



Pyran

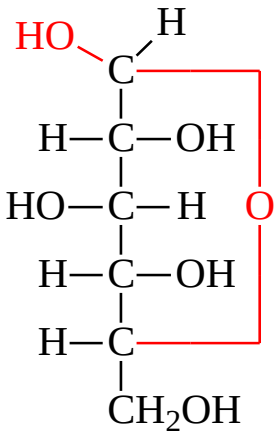


Furan

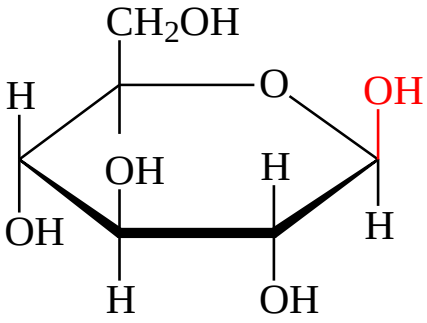


- ولكي يكتب التركيب الحلقي الخاص بتصور هاورث تتبع الخطوات التالية:
- ١- يكتب الرمز بطريقة فيشر ولكن في وضع أفقي.

- ٢- يتم ترقيم الجزيء بحيث يأخذ ذره كربون الألدهيد رقم (١) والكحول الأول تأخذ رقم (٦).
- ٣- النصف أسيتال الداخلي يتكون بين ذره الكربون رقم (١ ، ٤) لتكوين الحلقة الخماسية (جلوكوفيرانوز) وبين ذره الكربون رقم (١ ، ٥) لتكوين الحلقة السداسية (جلوكوبيرانوز).
- ٤- يتم رسم الشكل الخماسي أو السداسي ثم يوزع عليه ذرات الهيدروجين كذلك مجاميع الهيدروكسيل لأعلى ولأسفل تبعاً لوجودها.



β -D-glucopyranose

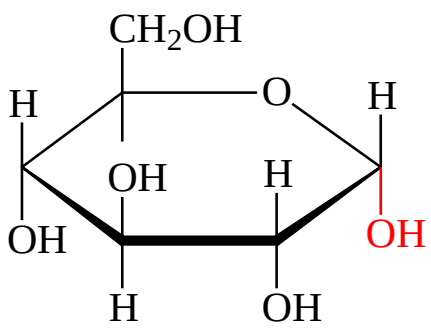


β -D-glucopyranose

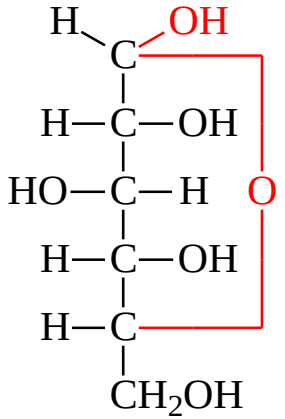
بيتا م- جلوكوبيرانوز

تصور فيشر

تصور هاورث



α -D-glucopyranose



α -D-glucopyranose

ألفا م- جلوكوبيرانوز

تصور فيشر

- وبمقارنة تركيب المركبات في تصور فيشر وهاورث نلاحظ أن كل المجموعات والذرات المتواجدة جهة اليسار (الوضع بيتا) في تصور فيشر ستكون أعلى مستوى الحلقة في تصور هاورث، والمجموعات والذرات المتواجدة جهة اليمين (الوضع ألفا) في تصور فيشر ستكون أسفل مستوى الحلقة في تصور هاورث.

- ظاهرة التحويل الضوئي Optical Rotation
- المواد الكربوهيدراتية أحادية التسكر تتميز بأنها **نشطة ضوئياً** وهذا نتيجة احتوائها على ذرات كربون غير متناسقة لذلك تحول الضوء المستقطب ناحية اليمين أو اليسار ويستخدم لقياس التحول الضوئي النوعي جهاز يطلق عليه البولايمتر.

- **خواص المواد الكربوهيدراتية أحادية التسكر**
- Properties of Monosaccharides

أولاً: الخواص الفيزيائية Physical Properties

- ١- المواد الكربوهيدراتية أحادية التسكر مواد صلبة بيضاء تذوب في الماء
- ٢- تتميز بأن لها طعم حلو
- ٣- لا تذوب المواد الكربوهيدراتية أحادية التسكر في المذيبات غير القطبية.
- ٤- ترتبط الجزيئات مع بعضها البعض بواسطة روابط هيدروجينية قوية وهذا ما يجعل لها درجات غليان مرتفعة وهذا الارتباط أيضاً يرجع إلى ما تحتويه هذه السكرات من مجموعات هيدروكسيلية.

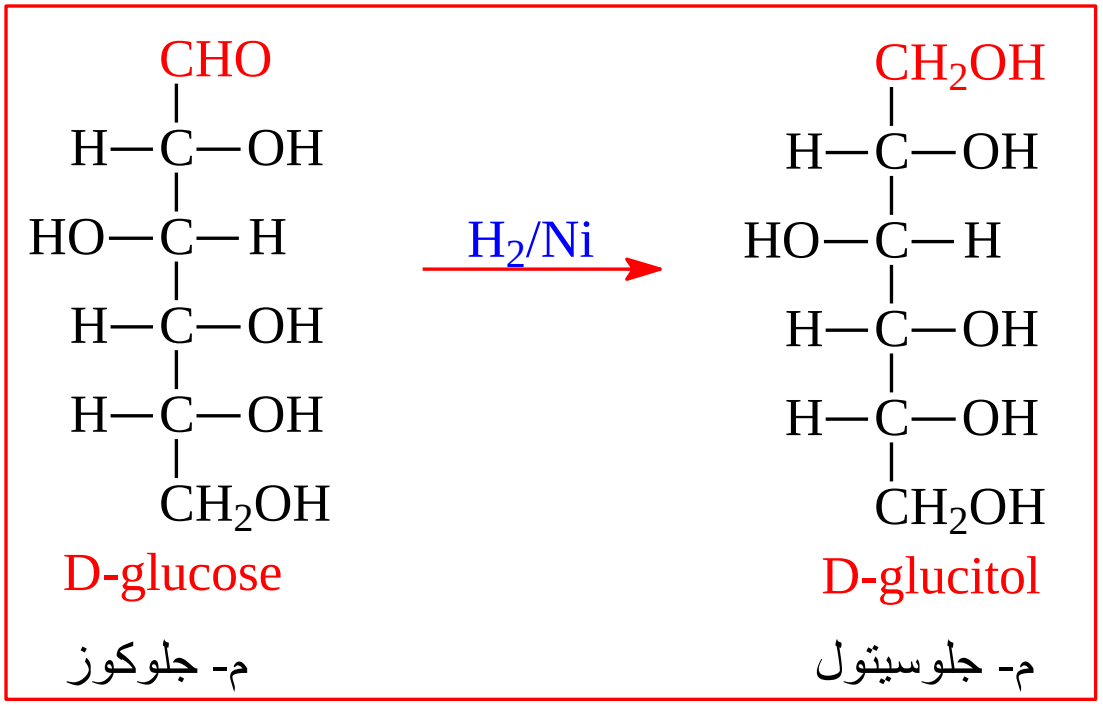
- ثانياً: **الخواص الكيميائية** Chemical Properties
- **١- الاختزال Reduction**

- المواد الكربوهيدراتية أحادية التسكر تتميز بأن لها خواص اختزالية واضحة وهذا لأنها تحتوي على مجموعة الدهيد أو كيتون في صورة حرة.

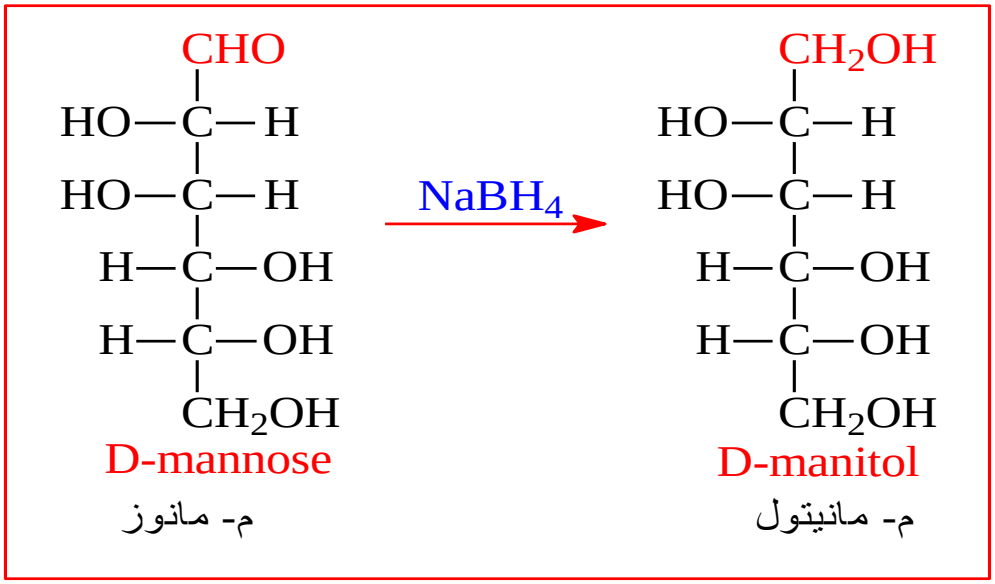
- ويتم اختزال السكرات أحادية التسكر بسهولة إلى **الكحولات المقابلة** بحيث تتحول المجموعة الألدهيدية (الألدوزات) إلى كحول أول والمجموعة الكيتونية (الكيتوزات) إلى كحول ثاني مع الاحتفاظ بباقي الهيكل

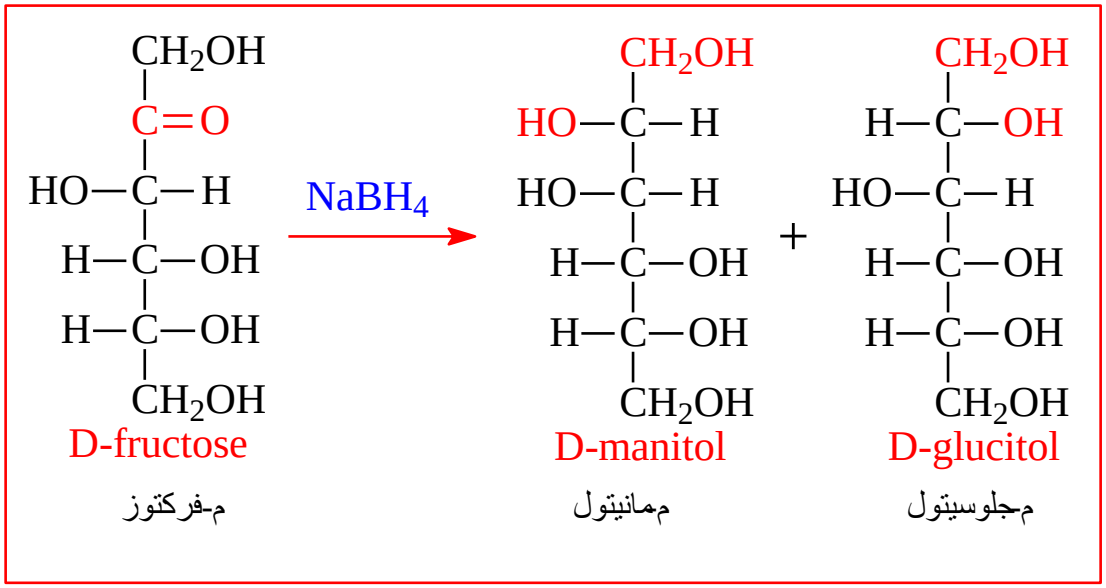
- **مثال:**

م- جلوكوز ⟵ (اختزال: هيدروجين/ نيكل) م- جلوكيتول (م- جلوسيتول أوسوربيتول)

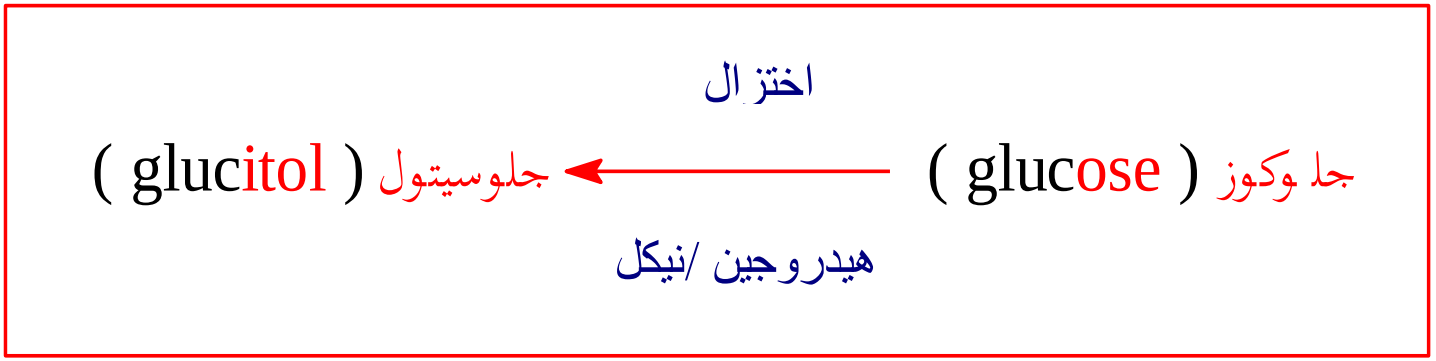


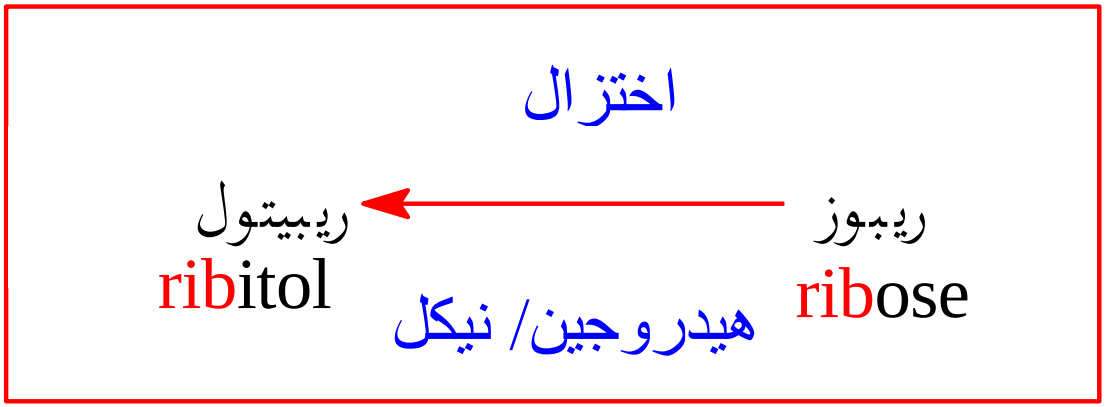
- يختزل أيضاً م- مانوز بواسطة بوروهيدريد الصوديوم ($NaBH_4$) إلى م- مانيتول والفركتوز يختزل إلى كلاً من م- مانيتول وم- جلوكيتول (جلوسيتول).





- تسمية السكر الكحولي:
- يشتق اسم السكر الكحولي من اسم السكر وهذا عن طريق استبدال المقطع ose بالمقطع itol.
- **مثال:**





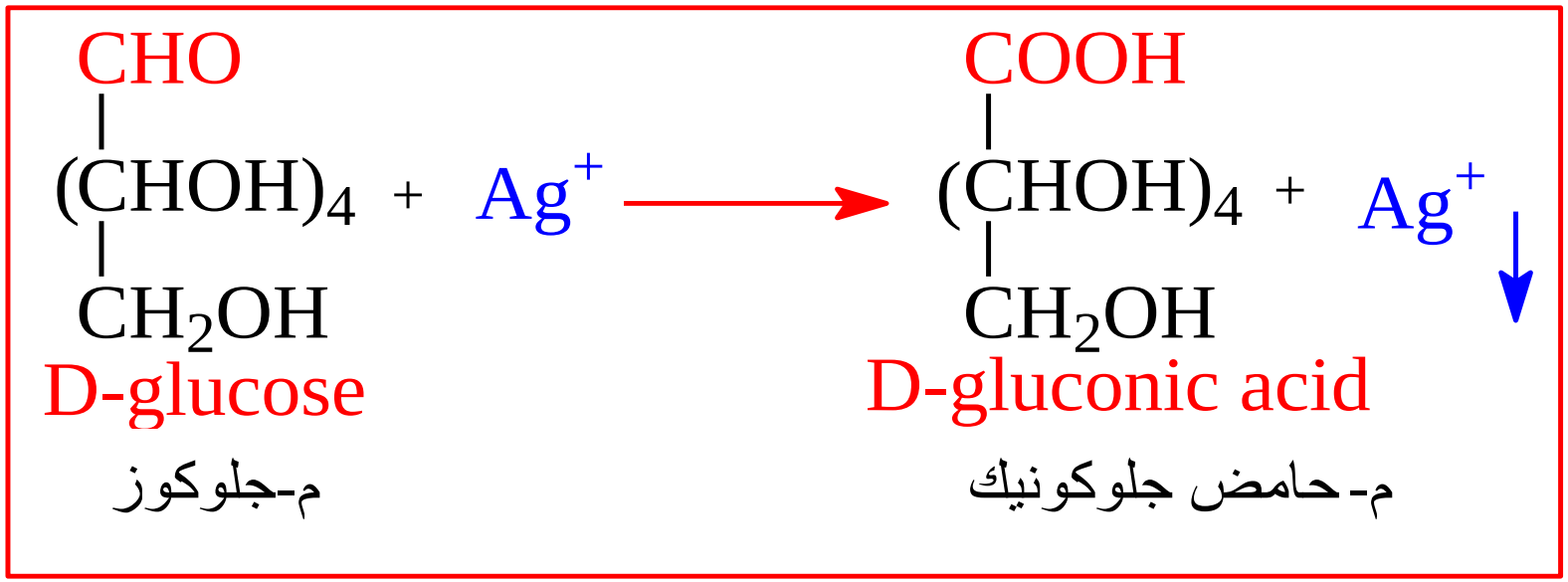
٢- الأكسدة Oxidation

- تتأكسد المواد الكربوهيدراتية أحادية التسكر بسهولة وتعطي **الأحماض المقابلة** ويرجع هذا إلى أن هذه المركبات عبارة عن الدهيدات أو كيتونات كحولية عديدة الهيدروكسيل

- عموماً الألدوزات والكيتوزات تختزل محلول فهلنج أو كاشف بارافويد ويرسب منها أكسيد النحاسوز الأحمر.

- **نتيجة عملية الأكسدة** كالأتي:
- **أ- الأحماض الألدونية Aldonic acids**

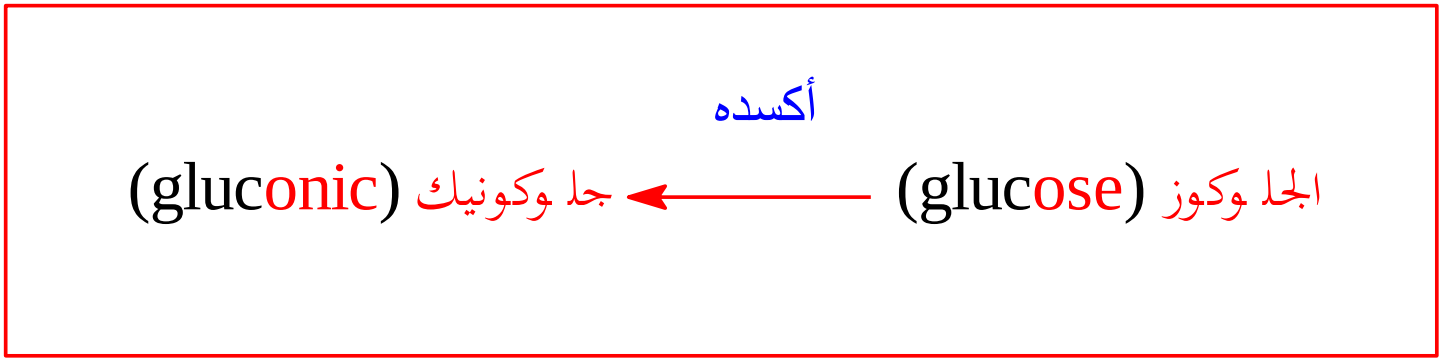
- نحصل على الأحماض الألدونية عند استخدام عوامل **مؤكسده ضعيفة** مثل نترات الفضة النشادرية أو ماء البروم أو محلول فهلنج أو بندكت.



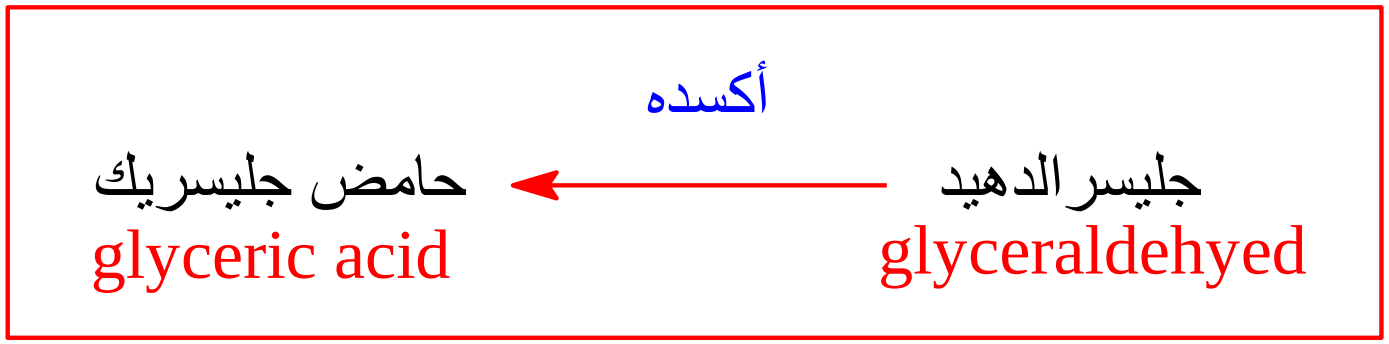
تسمية الأحماض الألدونية:

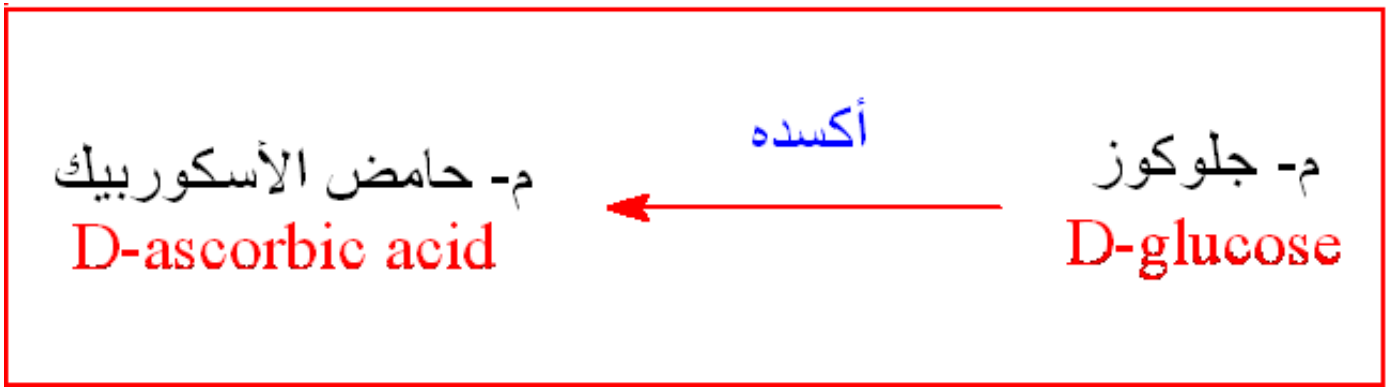
يتم تسميتها باستبدال المقطع ose بالمقطع onic.

مثال:



حامض الجلوكونيك يوجد في إدرار الإنسان مرتبط مع الفينولات والستيرويدات بواسطة روابط جليكوسيدية.


أكسده
جليسر الدهيد
glyceraldehyed
حامض جليسريك
glyceric acid


أكسده
م- جلوكوز
D-glucose
م- حامض الأسكوربيك
D-ascorbic acid

ب الأحماض اليورونية Uronic acids

- تؤكسد المجموعة **الكحولية الطرفية** فقط عن طريق معاملة السكر بالبروم في وجود البريدين والصودا الكاوية.

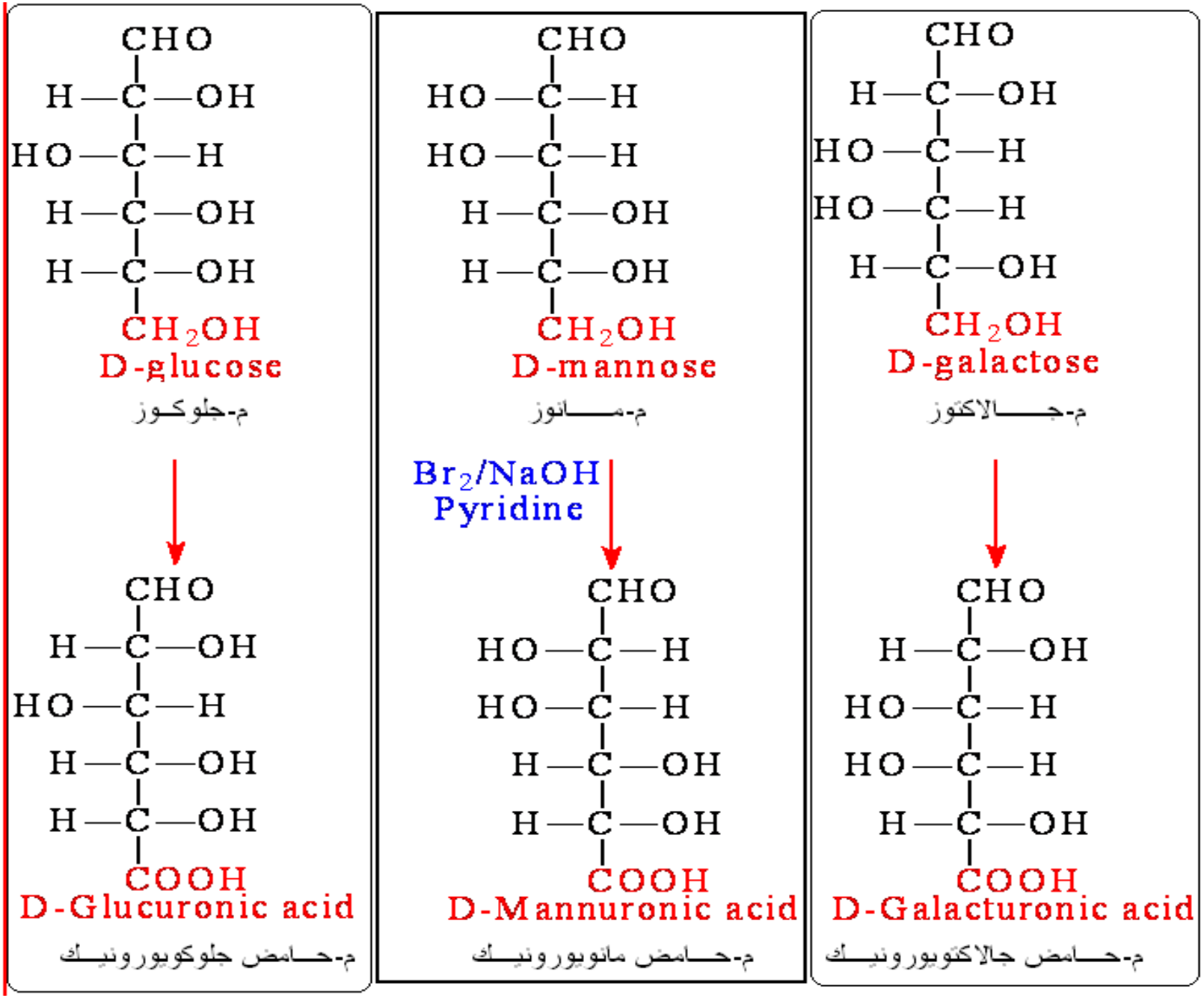
■ تسمية الأحماض اليورونية:

■ يتم تسميتها باستبدال المقطع ose بالمقطع uronic.

■ **مثال:**

جلوكوز (glucose) ⟵ حامض الجلوكويورونيك (glucouronic acid)

جالاكتوز (galactose) ⟵ حامض الجالاكتويورونيك (galactouronic acid)


CHO
H—C—OH
HO—C—H
H—C—OH
H—C—OH
CH2OH
D-glucose
م-جلوكوز
Br2/NaOH
Pyridine
COOH
D-Glucuronic acid
م-حامض جلوكويورونيك
HO—C—H
D-mannose
م-مانوز
D-Mannuronic acid
م-حامض مانويورونيك
D-galactose
م-جالاكتوز
D-Galacturonic acid
م-حامض جالاكتويورونيك

ج- أحماض السكاريك أو الألداريك Saccharic acids

- بواسطة عامل **مؤكسد قوي** مثل حامض النتروجين ٥٠٪ ، يحدث أكسده لمجموعة الألدهيد والكحول في أن واحد وتتحول إلى كربوكسيل.
- تسمية الأحماض السكارية:
- يتم تسميتها باستبدال المقطع ose بالمقطع aric.
- **مثال:**

حمض النيتريك 50%

جلوكوز (glucose) ← حامض جلوكاريك (glucaric acid)

حمض النيتريك 50%

جالاكتوز (galactose) ← حامض جالاكتاريك (galactaric acid)

مشتقات السكريات ا لاحاديه (الناتجه من تفاعلات السكريات الاحاديه):

١-السكريات الكحوليه	Acohol sugar
٢-الأحماض السكرية	Acid sugar
٣-الجلايكوزيدات	Glycosides
٤- سكريات الديؤكسي	Deoxy sugar
٥-السكريات الامينيه	Amino sugar
٦-السكريات الفسفوريه	Phosphorylated sugar
٧ السكريات الكبريتيه	Sulphated sugar

امثله على المواد الكربوهيدراتيه احاديه التسكر

السكريات السداسيه

- هى من اهم المواد الكربوهيدراتيه احاديه التسكر واكثرها انتشارا فى الطبيعه وتتواجد فى صوره حره او مرتبطه مع جزيئات اخرى
- واهمها سكر الجلوكوز و الفركتوز وسكر الجلاكتوز والمانوز
- *من خواص السكريات السداسيه انها*
- مركبات نشطه ضوئيا
- سهله الذوبان فى الماء ٠

١- سكر م الجلوكوز

- يعرف باسم سكر العنب او الدكستروز dextrose وهذه التسميه لانه يمينى الدوران
- وهو من اهم السكريات الاحاديه للاتى: ا- يوجد مع الفركتوز من عصير معظم الفواكه
- ب- يوجد فى عسل النحل
- ج- يوجد فى الدم وعندما ترتفع نسبته عن ١٨٠ مجم% يظهر فى البول فى حاله مرضى البول السكرى

- الاهميه الفسيولوجيه لسكر الجلوكوز
- ١- هو السكر الرئيسى الذى يستخدم بواسطه الخلايا لانتاج الطاقه النظيفه لذلك يعتبر من اهم السكريات
- ٢- وهو سكر الدم وعندما يرتفع hyperglycemia ويوجد فى البول
  ٣- يوجد فى عصير كثير من الفواكه وفى العسل ونواتج تحلل سكر المالتوز والسكروز والنشا
- ٤- يوجد فى سوائل الجسم وخلايا الدم
- **سكر الفركتوز**
- يعرف باسم سكر الفاكهه او اللفيولوز levulose وذلك لانه يحول الضوء الى اليسار
- اهميه سكر الفركتوز
- ١-يوجد فى صوره حره او مرتبطه مع الجلوكوز فى عصير معظم الفواكه وسكر السكروز
- ٢- يوجد فى عسل النحل وكذلك فى الانيولين

- الاهميه الفسيولوجيه لسكر الفركتوز:
- يتحول الفركتوز الى جلوكوز فى الكبد وبذلك يدخل فى عمليات الايض الغذائي
- يوجد فى السائل المنوى وهو مصدر الطاقه للحيونات المنويه
- يوجد الفركتوز فى الانسجه على هيئه مرتبطه مع حمض الفسفوريك

- السكريات الاحاديه الخماسية
- ١- ينتشر الريبوز والدي اوكسي ريبوز كسكر خماسى فى الخلايا النباتيه والحيوانيه
- ٢- ويوجد الريبوز فى حامض الريبونيكليك وفى الانزيمات المساعده مثل NAD, ATP, COASH, FAD, NADP
- ٣- وسكر الدى اوكسى ريبوز(2-deoxyribose) يوجد فى حامض الدى اوكسى نيوكليك (DNA).
- ٤- توجد فى الانسجه الحيوانيه والبكتيريا والحشائش والاعشاب
- امثله:

- L-fucose- D -xylose- arabinose

- سكرات الاوليجو- قليله التسكر
- تحتوى على ٢-١٠ من الوحدات السكريه
- يشمل العديد من من السكرات وتختلف عن بعضها تبعا للاتى:
- ١-عدد وحدات السكر المكونه له ٢- نوع السكر الاحادى متشابه او مختلفه
- ٣- نوع الرابطه الفا ام بيتا ومكانها ٤- سكر مختزل ام غير مختزل
- ٥- نوع الحلقه بيرانوز ام فيورانوز

- ***{2}السكريات الثنائيه Disaccharides***

- عند التحلل تسفرعن جزيئان من نفس أومختلف السكريات الأحادية

- الصيغة العامة هو Cn (H2O) n-1

أمثلة ١) السكريات الثنائيه المختزله (اللاكتوز والمالتوز)

- ٢) السكريات الثنائيه الغير مختزله (السكروز)

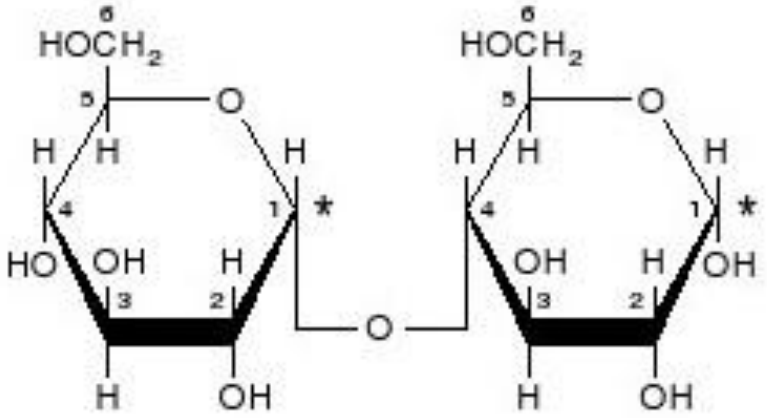
- السكرات الثنائيه

- الاكثر انتشارا فى الطبيعه وهى مركبات جليكوسيديه
- اكثر هذه السكريات اهميه هى المالتوزوالسكروز واللاكتوز السلوبيوز

انواع السكريات الثنائيه المنتشره فى الطبيعه

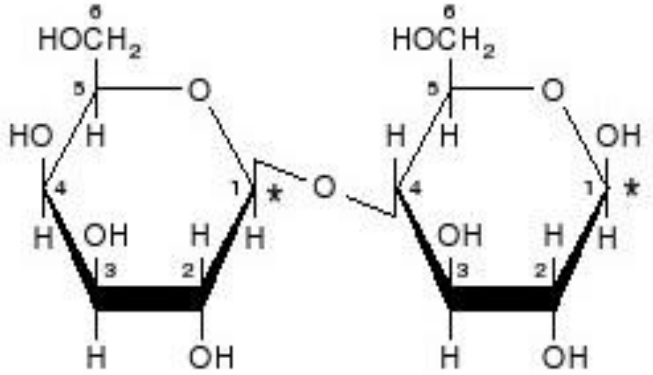
السكر	نوع الرابطه	مكوناته	اهميته ووجوده	الخواص
سكريات مختزله **المالتوز**	**الفا١-٤**	جلوكوز+ جلوكوز	سكر الشعير-عسل الذره - صناعه البيره -يحصل عليه من تحليل النشا بالاحماض وبالانبات والهضم باللاميليز	١-سكر ثنائى مختزل ٢-يمينى الدوران ٣-يكون مالتوسازون ٤-يتخمر بالخميره ويعطى كحول وثانى اكسيد الكربون ٥- مع خلات الصوديوم يعطى ثمانى الخلات
لاكتوز	**بيتا١ - ٤**	جالاكتوز+ جلوكوز	سكر اللبن -يظهر فى البول خلال فتره الرضاعه - يتكون فى الغدد اللبنيه ونسبته ٧% فى الام ، ٥% للبقر	١- سكر ثنائى يختزل محلول فهلنج ٢-يعطى لاكتوسازون ٣-اقل حلاوه من السكروز *مالفائده* ٤-لايتخمر *مالفائده* -ملين ٥-يتحلل بانزيم اللاكتيز ويعطى جالاكتوز ٦-بكتيريا str.lactisتحلله الى حمض اللاكتيك ممايساعد على تجبن اللبن بالمعده
سكريات غيرمختزله **السكروز**	**الفا بيتا ١-٢**	جلوكوز+ فركتوز	سكر القصب والمائده صناعه السكر البنجر الذره الرفيعه –الفواكه الناضجه	١-سكر ثنائى غير مختزل ٢- يتخمر بالخميره ٣- لا يكون اوسازون ٤-سهل الذوبان حلو الطعم ٥- يمينى الدوران وبتحليله مائيا يصبح يسارى لأن الفركتوز يسارى ويعرف بالسكر المحول invert sugar ٦-يتحلل بانزيم الانفرتيز أو السكريز الى مكوناته

Maltose



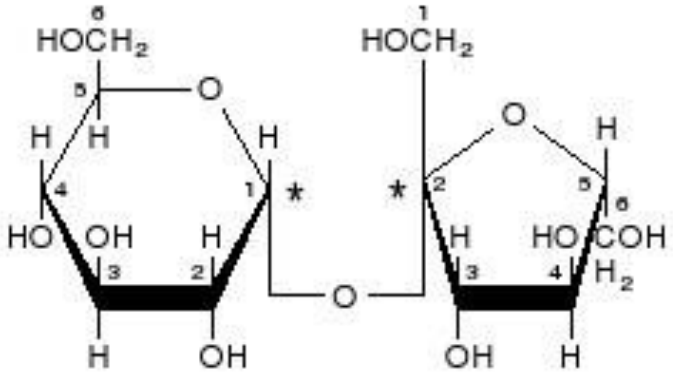
O-α-D-Glucopyranosyl-(1 → 4)-α-D-glucopyranose

Lactose



O-β-D-Galactopyranosyl-(1 → 4)-β-D-glucopyranose

Sucrose



O-α-D-Glucopyranosyl-(1 → 2)-β-D-fructofuranoside

- السكريات الثلاثيه
- سكريات تنتج من اتحاد ٣ وحدات احاديه التسكر بواسطه رابطه جليكوسيديه
- تتحلل بواسطه جزيئات الماء
- تنتشر بالطبيعه واهمها
- سكر الرافينوز: يوجد فى بذور البقوليات وبادرات القمح وبذور القطن وبنجر السكر
- يتكون من ٣ وحدات هم جالاكتوز جلكوز وفركتوزمرتبطين بروابط جليكوسيديه
- 1-α-D-galactopyranose , 6-α-D glucopyranose -2-β-D fructofuranose

الخواص:

يمينى الدوران- يتحلل مائيا الى جالاكتوز جلكوز وفركتوز بواسطه الاحماض وانزيم الانفرتيز

سكر ثلاثى غير مختزل يتخمر بواسطه الخمائر

Polysaccharide السكريات العديده {3}

عند التحلل تعطى أكثر من ١٢ جزيئا من السكريات الأحادية

وهي سلاسل طويلة جدا أو بوليمرات من السكريات الأحادية التي قد تكون إما خطية

أو متفرعة السلاسل. وتقسم الى:

Heteropolysaccharides السكريات العديدة الغير المتجانسة	Homopolysaccharides السكريات العديدة المتجانسة
تتكون من أنواع مختلفة من السكريات الأحادية	تتكون من نفس النوع من السكريات الأحادية

- **السكرات عديده التسكر**

- ويطلق على السكريات العديده المتجانسه homoglycans والغير متجانسه heteroglycans
- امثله:
- المصادر النباتيه: النشا والدكسترينات والسليلوز والانيولين
- المصادر الحيوانيه: الجليكوجين والكيتين

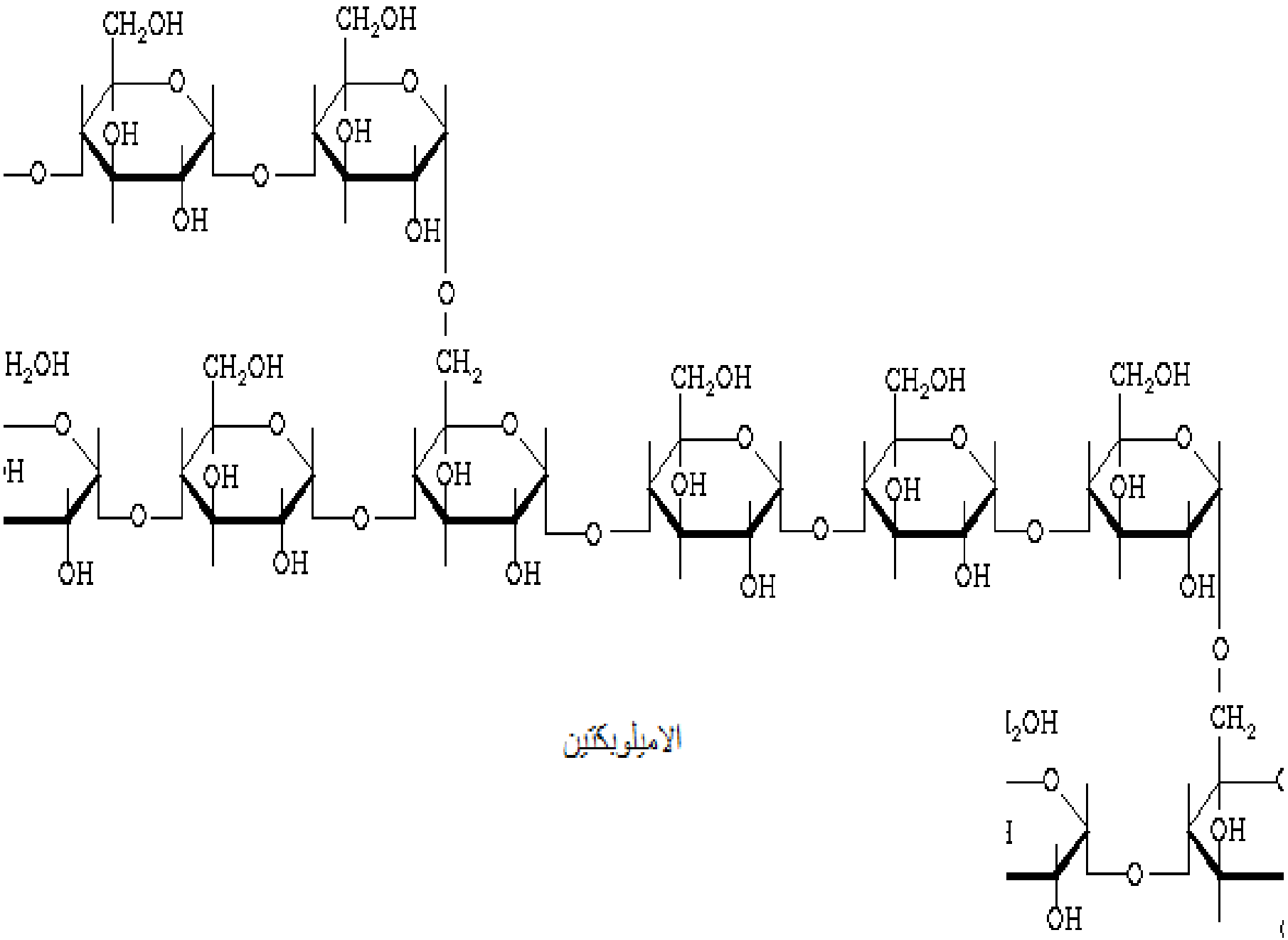
- امثله للسكريات العديده المتجانسه النشا والجليكوجين (تخزينيه) و السليلوز (سكريات تركيبيه)
- النشا:

- يوجد مخزن فى الدرنات مثل البطاطس ٧-٢٧%والبطاطا ٣-٢٥% وفى البذور والحبوب
- يتكون حبيبات النشا من **الاميلوز والاميلوبكتين** ويكون بنسبه ١:٤ وترتبط ببعضها بروابط هيدروجينيه. النشا كربوهيدرت غير مختزله
- يبين الجدول الفروقات بينهما.

- الخواص الكيميائيه للنشا: تأثير الأحماض المعدنية يتحلل مائيا إلى
- نشا—ارثرودكسترين—اكرودكسترن –اميلودكسترن---دكسترن—مالتوز-جلوكوز
- إنزيم **ألفا اميليز** يحلل الروابط الموجودة بوسط الجزئ معطيا دكسترن وقليل من المالتوز أما البيتا اميليز فيعمل من ناحية الطرف الغير مختزل معطيا مالتوز

مقارنه بين مكونات النشا

	الاميلوز	الاميلوبكتين
١	ترتبط وحدات الجلوكوز ببعضها بروابط جلوكوسيديه من نوع الفا ١-٤ وتعطى سلسله مستقيمه غير متفرعة	ترتبط وحدات الجلوكوز ببعضها بروابط جلوكوسيديه من نوع الفا ١- ٤ والفا ١-٦ (عند التفرع) وتعطى شكل متفرع
٢	نسبته فى حبيبات النشا ١٠-٢٠%	نسبته ٨٠-٩٠%
٣	عدد وحدات سكر الجلوكوز فى الجزئ الواحد ١٠٠٠-٤٠٠٠ وحده	عدد وحدات سكر الجلوكوز فى الجزئ الواحد ٦٠٠-٦٠٠٠ وحده عديد التفرع عدد الفروع ٥٠ (يتكون الفرع من ٢٤-٣٠ وحده جلكوز)
٤	يذوب بقله فى الماء ويعطى محلول رائق	يذوب بقله فى الماء ويكون محلول سميك القوام ويسمى عجينه النشا
٥	يعطى لون ازرق مع محلول اليود ٦ اضعاف اكثر كثافه لون عن الاميلوبكتين	يعطى لون بنفسجى مع محلول اليود
٦	يتحلل بواسطه انزيم البيتا اميليزويعطى مالتوز	لايتحلل كليا بواسطه انزيم البيتا اميليز
٧	ليست له خواص اختزاليه لكبر حجم الجزيئ مقارنه باللالدهيد الحره	ليست

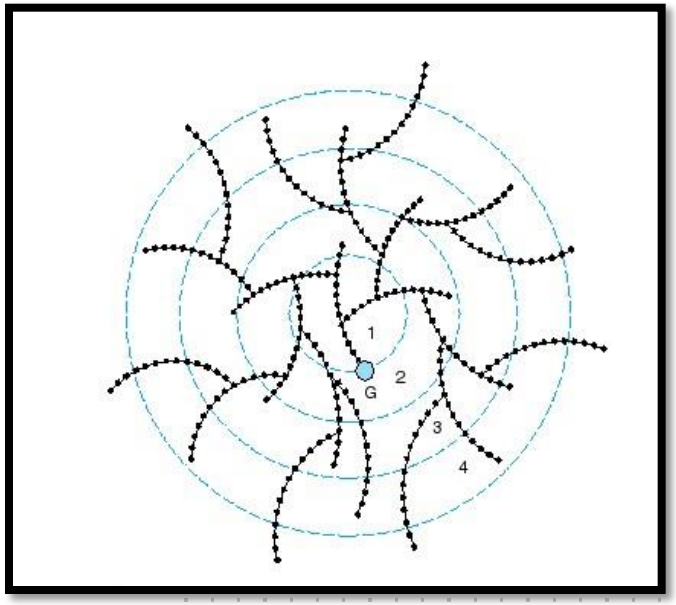


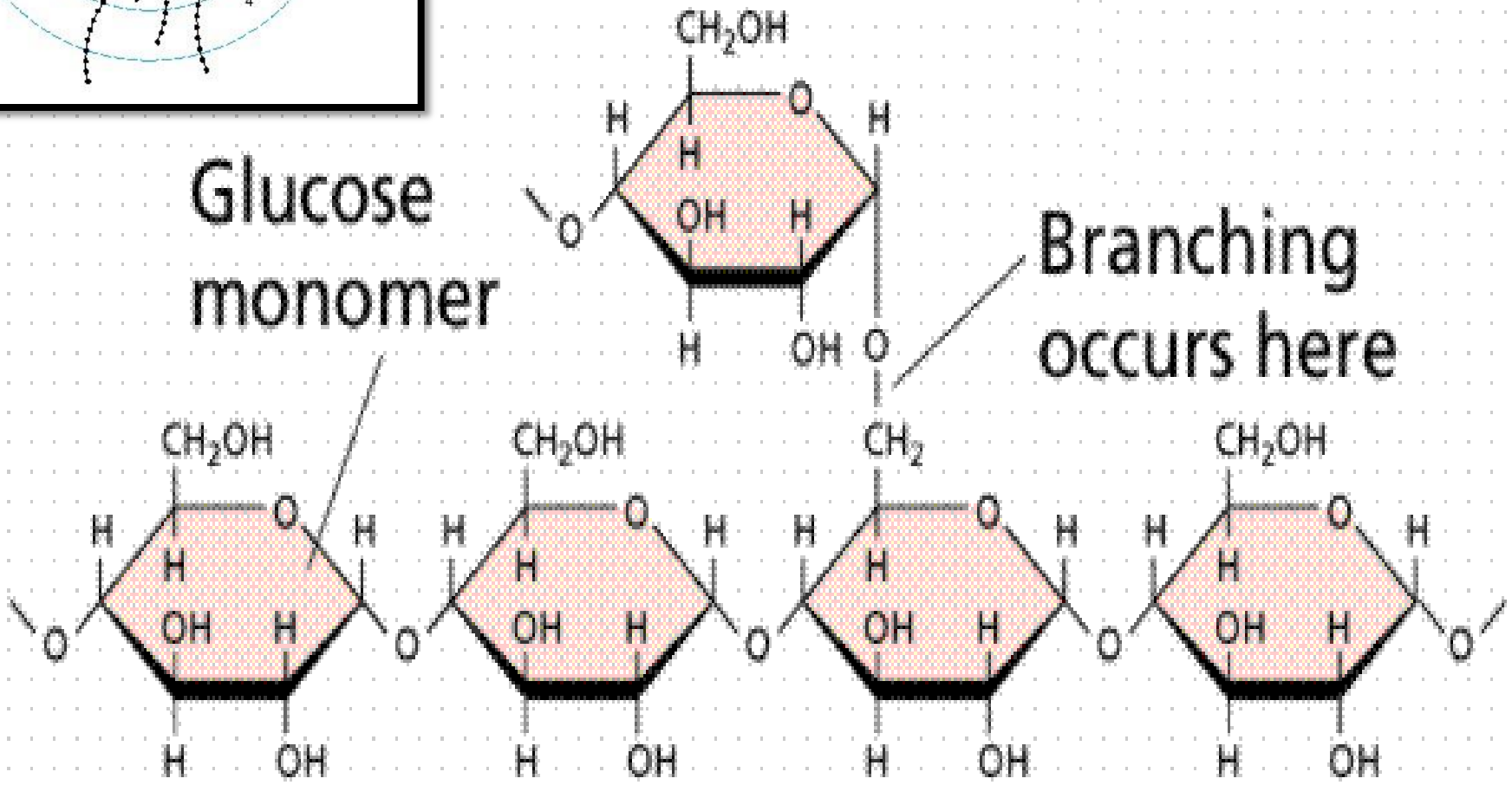
الاميلوبكتين

الجلايكوجين

- **وجوده: ينتشر فى الانسجه الحيوانيه** وهو الصوره التى تخزن فيها الكربوهيدرات فى جسم الانسان خاصا فى الكبد والعضلات والكلى ويسمى بالنشا الحيوانى.
- **وهو مثالى فى حجمه وشكله كمخزن** للكربوهيدرات (لماذا) ١- كبر حجمه يمنعه من النفاذ خلال جدار الخلية ٢- الشكل الضخم المتفرع يعد مصدرا جاهزا ورئيسا للجلوكوز والطاقة للجسم، بخاصة عند نقص نسبة الجلوكوز، فيعمل الجسم على تحويله إلى جلوكوز لإنتاج الطاقة الضرورية للعمليات الحيوية.
- **تركيبه: ترتبط وحدات الجلوكوز** ب الفا ١-٤ رابطه جليكوسيديه وتكون سلسله بسيطه من ١٢ وحده جلوكوز وترتبط السلاسل ب الفا ١-٦ وتكون شعب تحوى ١٢ وحده سكر وتشبه الاميلوبكتين ولكنه اكثر تفرعا
- **خواصه: يذوب فى الماء- يمينى الدوران** -يعطى لون احمر مع اليود - يتحلل بانزيم الاميليز

- رسم توضيحي للجلايكوجين





السليلوز

- وجوده: الماده البنائيه فى النبات يكون جدار الخلايا والخشب
- تركيبه : سلسله طويله ناتجه من ارتباط جزيئات السلوبيوز او ارتباط جزيئات الجلوكوز برابطه جلايكوسيديه من نوع بيتا ١-٤وهى مقاومه للتحلل المائى .
- يختلف جزئ السليولوز عن الاميلوبكتين والجليكوجين فى انه **غير متفرع** ويوجد فى سلسله مستقيمه والالياف تتكون من حزم من السلاسل ترتبط ببعضها بروابط هيدروجينيه
- الانسان لايستطيع هضم السليولوز لانه لايحتوى على الانزيمات القادره على كسر الرابطه بيتا ١-٤ بينما بعض البكتيريا والكائنات الددقيقه فى معده المجترات والنمل الابيض تستطيع تحليل السليولوز

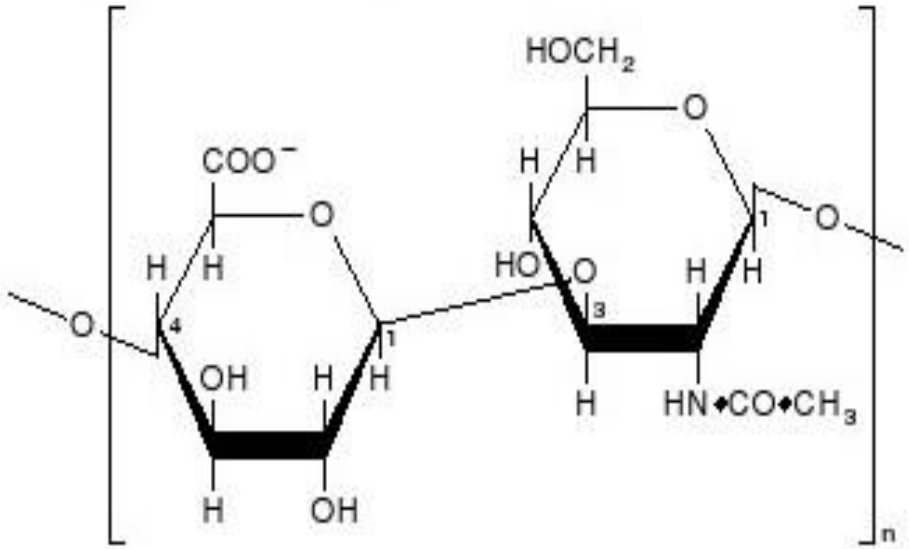
سكريات عديده غير متجانسه

- تنقسم الى :سكريات عديده غير متجانسه فى المصادر النباتيه
- تحتوى على عده انواع من السكريات الاحاديه مثل جالاكتومانان أو تحتوى على الاحماض اليورانيه فى تركيبها مثل البكتين الهميسليلوز والصمغ.
- **الهميسليلوز:**
- توجد فى اغلفه بذور الحبوب
- ينتج من اتحاد السكرات الخماسيه زيلوز وارابينوز مرتبطه مع حامض جلوكيورونيك
- يرتبط الهميسليلوز مع السليلوز فى المصادر النباتيه

سكريات عديده غير متجانسه فى انسجه الحيوان

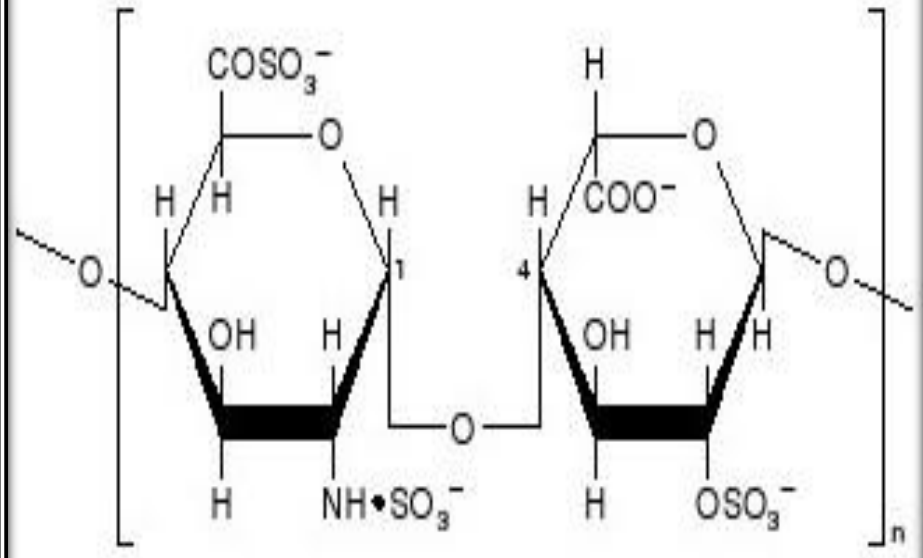
	التركيب الوحدات البنائيه	وجوده وتوزيعه بالانسجه
حمض الهيليورنيك Hyaluronic acid	-سلسله غير متفرعه من وحدات متكرره من **بيتا ١-٣ حامض جلوكويورنيك وان استيل جلوكوزامين** - انزيم الهياليورنيديز يقوم بتحليله ويوجد فى بعض البكتيريا والنخل وسم التعبان وراس الحيوان المنوى	فى اغشيه المفاصل السائل بالمفاصل والحبل السرى - سائل العين - المواد الاصقه للانسجه والجلد يعمل على تليين المفاصل بسبب ارتفاع لزوجته
الهيبارين Heparin	من ١-٤ سلفيت حامض جلوكويورنيك ، جلوكوزامين سلفات	فى انسجه الطحال والكبد والرئه والدم - يمنع تجلط الدم

Hyaluronic acid



β-Glucuronic acid *N*-Acetylglucosamine

Heparin



Sulfated glucosamine Sulfated iduronic acid