الكيمياء الحيوية Biochemistry

المحاضرة ٢ Lecture 2

الكاربوهيدرات – السكريات الاحادية Carbohydrate – Monosaccharides

الكاربوهيدرات:

مركبات عضوية تتكون من الكاربون والاوكسجين والهيدروجين وان نسبة الهيدروجين الى الاوكسجين كنسبتهما في الماء. قانونها العام $C_n(H_2O)_n$ .

وتعرف ايضا بانها الديهايدات او كيتونات متعددة الهيدروكسيل، وتتصف بما يأتي:

١- وجود مجموعة كاربونيل غالبا ماتكون حرة ( لذلك فهي الديهايدات او كيتونات).

٢- هي كحولات متعددة الهيدروكسيل ( تحوي على اكثر من مجموعة OH واحدة ).

٣- فيها ذرة كاربون غير متناظرة واحدة على الاقل عدا الاسيتون ثنائي الهيدروكسيل. ( ذرة الكاربون غير المتناظرة هي التي تتصل باربع مجاميع مختلفة ).

٤- ذات نشاط ضوئي اي تحرف الضوء المستقطب المار في محلولها الى اليمين او اليسار بسبب وجود ذرات الكاربون غير المتناظرة.

عادة يطلق على الكاربوهيدرات مصطلح السكريات وغالبا مايستخدم المصطلحان بصورة مترادفة.

يستخدم المقطع وز ( ose ) لتسمية السكريات، فاذا كان السكر يحوي مجموعة الديهايد سمي الدوز واذا كان السكر يحوي مجموعة كيتون سمي كيتوز.

وتستخدم ايضا تسميات للسكريات تشير الى عدد ذرات الكاربون التي يتكون منها السكر:

٣ : ترايوز ، ٤ : تتروز ، ٥ : بنتوز ، ٦ : هكسوز ، ٧ : هبتوز.

وظائف واهمية الكاربوهيدرات:

١- توجد في جميع الكائنات وهي في المملكة النباتية اكثر تواجدا من المملكة الحيوانية هذ تشكل حوالي ٧٠ % من الوزن الجاف للنبات، وتوجد بصور مختلفة كالسكريات الاحادية والمتعددة وبعض المشتقات مثل فيتامين C .

٢- تمثل المصدر الرئيس للطاقة اذ يعطي كل ١ غم من الكاربوهيدرات حوالي ٤ سعرات حرارية.

٣- تمثل مخزون الطاقة مثل النشا.

٤- تمثل الاساس التركيبي لبعض المكونات مثل السليلوز في خلايا النبات.

٥- تمثل وحدات تركيبية في بعض المكونات مثل الكايتين في القشريات.

٦- السكر الخماسي رايبوز و رايبوز منزوع الاوكسجين هما من مكونات الاحماض النووية.

اقسام الكاربوهيدرات:

تقسم الكاربوهيدرات ( السكريات ) الى ثلاثة اقسام:

١- السكريات الاحادية ( Monosaccharides ): وهي عبارة عن جزيئة واحدة تحوي على ٣ – ٧ ذرات كاربون، واشهرها الكلوكوز والفركتوز.

٢- السكريات العديدة او النزرة او سكريات الاوليكو ( Oligosaccharides ): وهي السكريات التي تتكون من ٢ ١٠ وحدات من السكريات الاحادية، واشهرها السكروز والمالتوز.

٣- السكريات المتعددة ( Polysaccharides ): وهي السكريات التي تتكون من اكثر من عشرة وحدات من السكريات الاحادية او مشتقاتها وقد يصل العدد الى الاف، وتقسم الى :

أ. السكريات المتعددة المتجانسة ( Homopolysaccharides ): وتتكون من نوع واحد من السكريات الاحادية، واشهرها النشا والسليلوز والكلايكوجين.

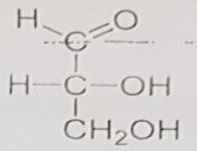
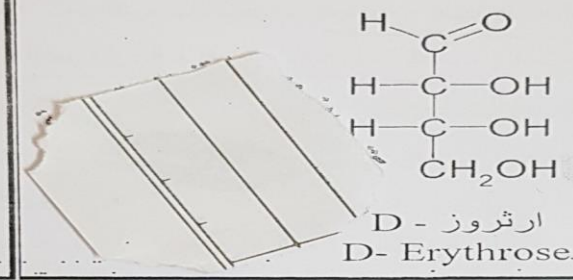
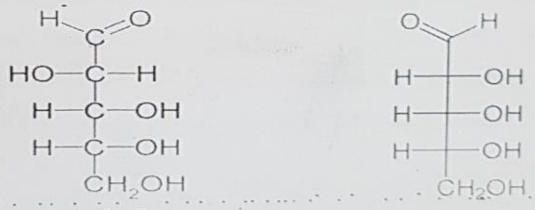
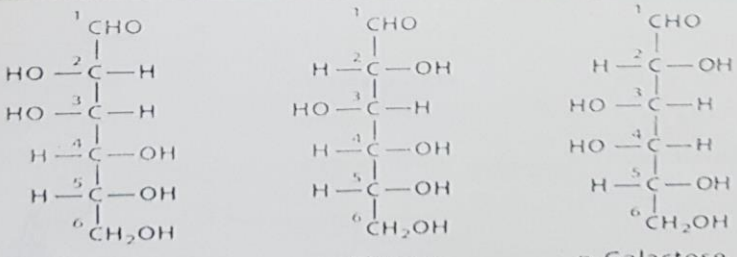
ب. السكريات المتعددة غير المتجانسة ( Heteropolysaccharides ): وتتكون من اكثر من نوع من السكريات الاحادية ومشتقاتها مثل البكتين والهيبارين.

السكريات الاحادية:

تحوي مجموعة الديهايدية او كيتونية واحدة مع عدة مجاميع هيدروكسيلية، وتختلف عن بعضها البعض باختلاف المجموعة الكاربونيلية ( الدوزات او كيتوزات ) وباختلاف عدد ذرات الكاربون ( ترايوزات، تتروزات، بنتوزات،

هكسوزات، هبتوزات ) وباختلاف مواقع مجاميع الهيدروكسيل ( OH ) حول ذرات الكاربون غير المتناظرة ( اي المشابهات الفراغية او الايزوميرات ).وفيما يأتي اهم السكريات الاحادية :

السكريات موضحة بالشكل مفتوح السلسلة اي مايسمى صيغة فيشر ( Fischer )، مع ملاحظة ان ذرات الكاربون لاتوجد جميعها ضمن نفس المستوى الفراغي.

| كيتوز | الدوزات | نوع السكر الاحادي |
|---|---|---|
| $H_2OH$ <br> $=O$ <br> $H_2OH$ <br> استون ثنائي ا <br> ky acetone |  <br> كليسير الديهايد - D <br> D- Glyceraldehyde | ثلاثية الكاربون |
| $CH_2OH$ <br> $C=O$ <br> $OH$ <br> $CH_2OH$ <br> ارثرولوز <br> ythrulose |  <br> ارثروز - D <br> D- Erythrose. | رباعية الكاربون |
| $CH_2OH$ <br> $=O$ <br> $OH$ <br> $OH$ <br> $CH_2OH$ <br> رايبولوز <br> ibulose |  <br> D- ارابينوز <br> D- Arabinose <br> D- رايبوز <br> D- Ribose | خماسية الكاربون |
| $CH_2OH$ <br> $C=O$ <br> $C-H$ <br> $C-OH$ <br> $C-OH$ <br> $CH_2OH$ <br> فركتوز - <br> Fructose |  <br> D-Mannose <br> D- مانوز <br> D-Glucose <br> D – كلوكوز <br> D-Galactose <br> D- كالاكتوز | سداسية الكاربون |

التشابه في السكريات الاحادية:

اولا. التشابه الفراغي:

وهي وجود مجموعة من السكريات متشابهة في الصيغة الجزيئية لكنها تختلف عن بعضها بالتوزيع الفراغي للذرات او المجاميع، واهم المجاميع التي ينتج عنها المشابهات الفراغية في السكريا الاحادية هي ( OH ) و ( H ).

يقسم التشابه الفراغي في السكريات الى :

١- ايناتشيومير ( Enantiomer ): هي المشابهات الفراغية التي يختلف فيها توزيع ( OH ) و ( H ) حول جميع المراكز غير المتناظرة، فهي تكون متعاكسة مع بعضها البعض او تشكل مايسمى صورة مرآة احدها للاخر.

مثال: العلاقة بين D-glucose و L-glucose . ( رغم ان D تشير الى ان اخر مركز غير متناظر اي ذرة

الكاربون قبل الاخيرة تكون فيها مجموعة ( OH ) الى اليمين و L الى اليسار ).

٢- ابيمير ( Epimer ): وهي المشابهات الفراغية التي تختلف عن بعضها البعض في مركز غير متناظر واحد فقط.
مثال: العلاقة بين الكلوكوز والمانوز ( لاحظ الاختلاف في توزيع المجاميع في الذرة الثانية ).

٣- داياستيري ( Diastereomer ):وهي المشابهات الفراغية التي تختلف في التوزيع حول مركزين غير متناظرين.
مثال: العلاقة بين المانوز والكالاكتوز ( لاحظ الاختلاف في توزيع المجاميع في الذرتين الثانية والرابعة ).

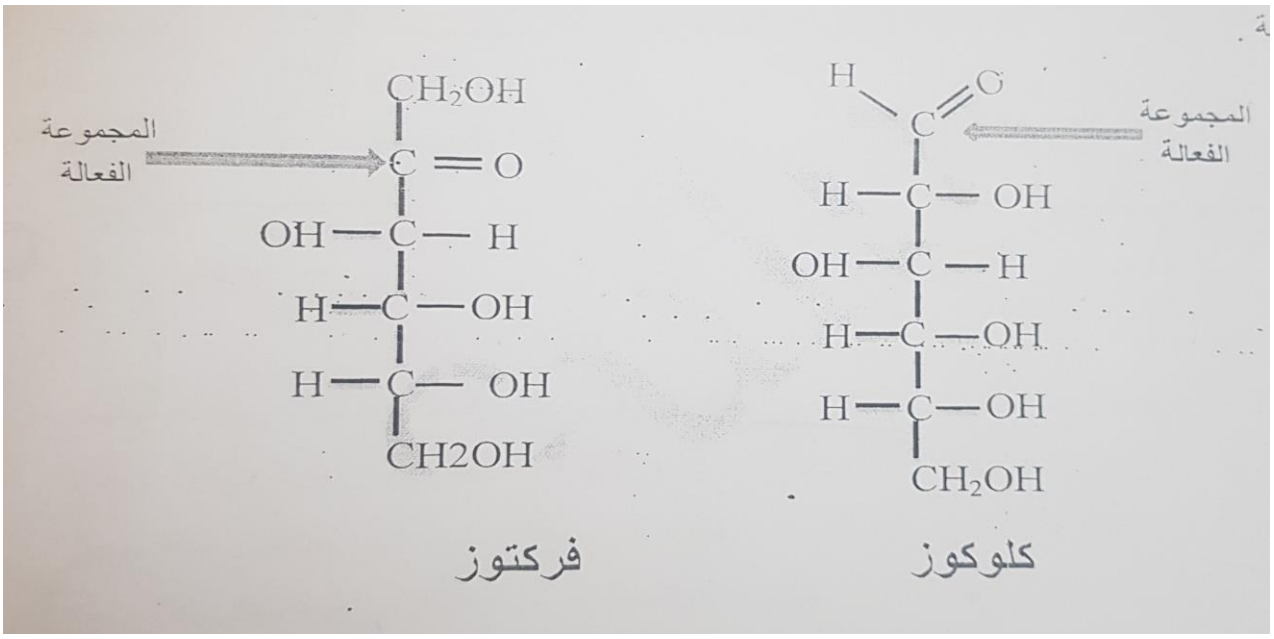
٤- انومير ( Anomer )، هذا التشابه خاص بالاشكال الحلقية للسكريات اذ يوجد نوعان من الانوميرات هي الفا ( اذا كانت مجموعة OHفي الذرة رقم ١ الى الاسفل ) و بيتا ( اذا كانت مجموعة OH في الذرة رقم ١ الى الاعلى ).

ثانيا. التشابه الضوئي:

هو وجود نوعين من السكريات احدهما يحرف الضوء المستقطب الى اليمين ويعطى الرمز + او الحرف الانكليزي d ، والثاني يحرف الضوء الى اليسار ويعطى – او الحرف l . وعند خلط نسب متماثلة من الشكلين ينتج مايسمى المزيج الراسيمي.

ثالثا. التشابه الوظيفي:

هو وجود اكثر من نوع واحد من السكريات لها نفس الصيغة الجزيئية لكنها تختلف في المجموعة الفعالة، ويمكن ملاحظة ها التشابه بين الالدوزات والكيتوزات الحاوي كل منهما نفس العدد من ذرات الكاربون.




الاشكال الحلقية للسكريات ( صيغ هاورث Haworth ):

تتخذ جزيئات السكريات الاحادية الاشكال الحلقية بسبب ميزتها الرئيسية في قدرتها على تكوين مشتقات الاسيتال والهيمي اسيتال وهي المركبات الناتجة من تفاعل مجموعة الكاربونيل ( O= ) سواء كانت الديهايدية او كيتونية مع مجموعة الهيدروكسيل ( OH ).

في الالدوزات يكون الارتباط من ذرة الكاربون رقم١ الى ذرة الكاربون رقم ٥ ( اي ذرة الكاربون غير المتناظرة الاكثر بعدا عن المجموعة الفعالة ) ويتكون بذلك شكل سداسي يتكون من خمس ذرات كاربون وذرة اوكسجين ( التي هي في مجموعة OH في الذرة رقم ٥ )

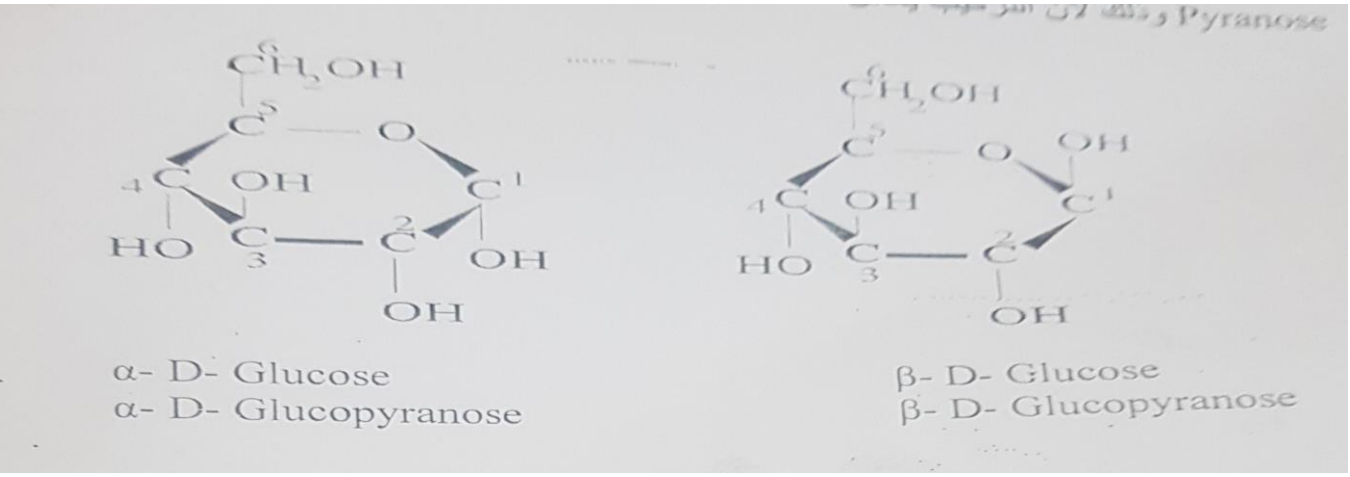
توزع المجاميع في الشكل الحلقي بحيث ان المجموعة التي في اليمين في صيغة فيشر تكتب الى الاسفل في الشكل الحلقي والتي في اليسار في صيغة فيشر تكون الى الاعلى في صيغة هاورث.وتكون الذرة السادسة خارج التركيب الحلقي.

اما الذرة رقم ١ فبها يتحدد نوع المشابه الفا او بيتا كما تم توضيحه.

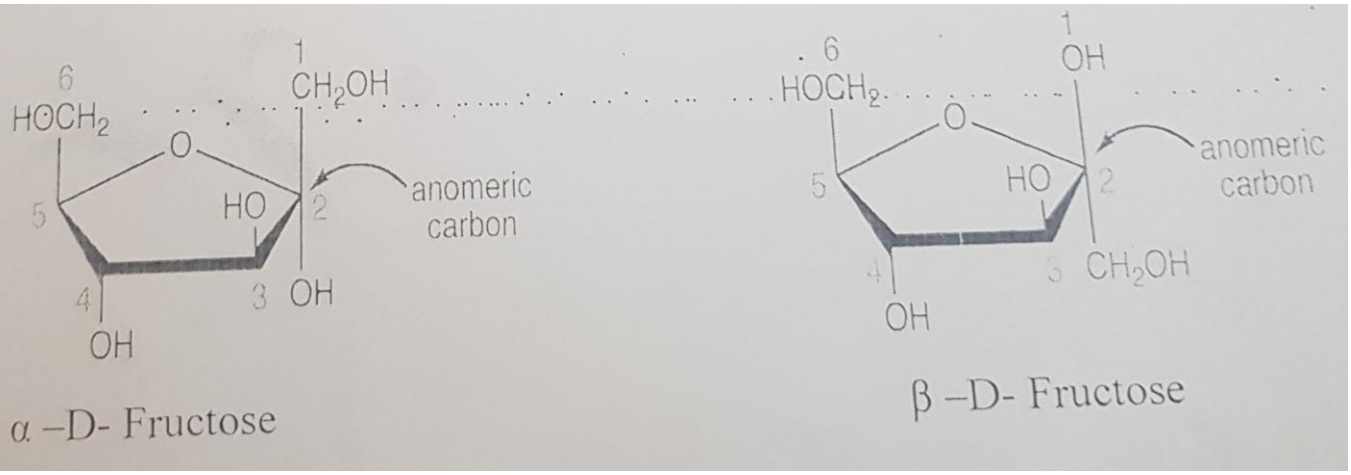
وهناك ادلة تثبت الشكل الحلقي للسكريات اهمها اثنان:

١- وجود ظاهرة التحول الدوراني: فمثلا وجد ان الكلوكوز له قيمتان في الانحراف النوعي للضوء المستقطب وهما +١١١ للصورة الفا و + ١٩ للصورة بيتا.

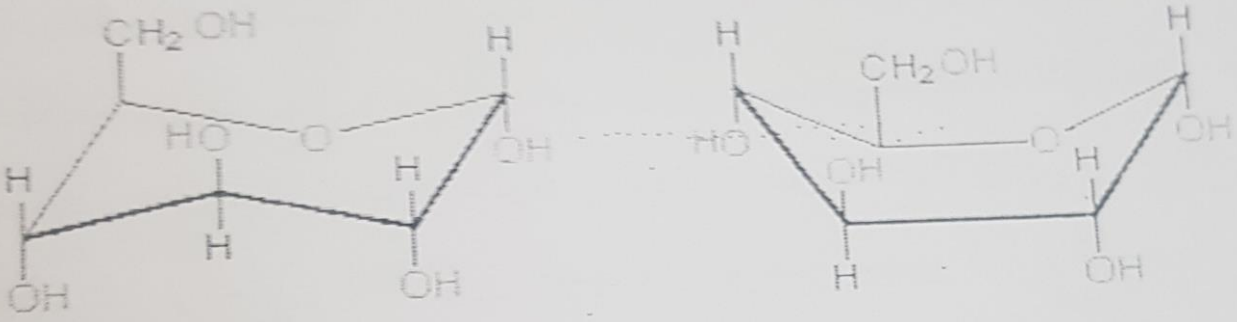
٢- طبيعة التفاعلات: فمثلا ينتج عن تفاعل الكلوكوز مع الكحول المثيلي نوعين من مثيل كلايكوسايد هما الفا و بيتا. الكلوكوز يعطي حلقة سداسية، ويطلق على الكلوكوز في شكله الحلقي اما الفا او بيتا كلوكوبايرانوسايد ( alpha or beta glucopyranoside ) لانه يشبه مركب البايران.




الفركتوز يعطي حلقة خماسية ويطلق عليه فركتو فيورانوز ( Fructofuranose )لانه يشبه مركب الفيوران.




يجب ملاحظة ان السكريات الحلقية تتواجد فراغيا في المستويات الثلاثة، فالكلوكوز الحلقي مثلا يمكن ان يوجد بشكلين رئيسيين هما شكل او هيئة الكرسي وشكل او هيئة القارب




هيئـــة الكرسي

هيئـــة القارب