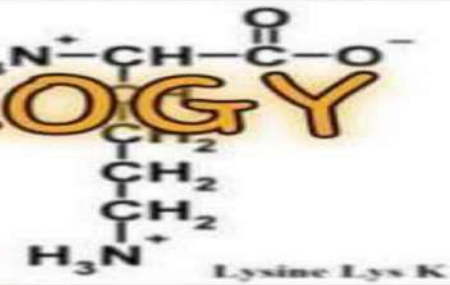


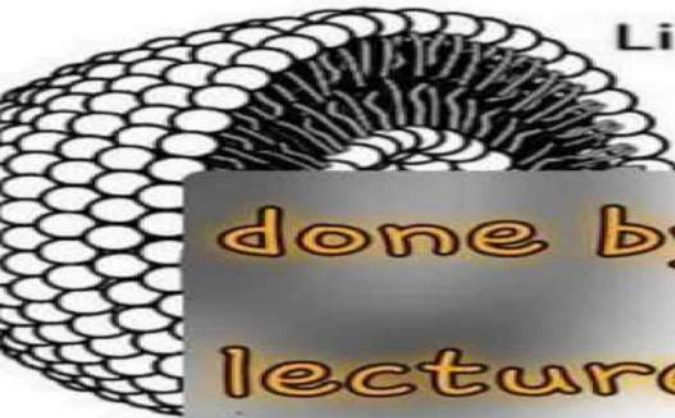
Aspartic acid Asp D



# MOLECULAR BIOLOGY

## HAYAT BATCH

Liposome



Micelle



done by : Abdullah Harahsheh

lecture no: 3

Bilayer sheet





# Disaccharides & Polysaccharides

Nebras Melhem

Dr. Walaa Bayoumie El Gazzar

# Reducing vs non-reducing sugars

- Sugars can be classified as **reducing or non-reducing**; this classification is dependent on their **ability to donate electrons**

1. **Reducing sugars** can **donate electrons** (the **carbonyl group** becomes oxidized), the sugars become the reducing agent

- Reducing sugars can be detected using the **Benedict's test** as they reduce the soluble **copper sulphate** to **insoluble brick-red copper oxide**. Examples: glucose, fructose, maltose

2. **Non-reducing sugars** **cannot** donate electrons, therefore they cannot be oxidized

To be detected, non-reducing sugars **must first be hydrolyzed** to break the disaccharide into its two monosaccharides before a Benedict's test can be carried out. Example: sucrose

ال reducing هو قدرة المركب على الاختزال ،منح e

اول اشني ،كان فيه عالم اسمه benedict صار بده يعمللنا تفريق بين ال-reducing and non-reducing sugar ف عمل اشني اسمه benedicts test وهو عبارة عن انه يضيف مادة على السكر تميزلة هذا السكر reducing or non-reducing شو هاي المادة ؟ cooper sulphate (نحاس)

طيب ،شو فائدة اصلاً اعرف لو المركب reducing or non-reducing ؟ لو كان reducing فهو قادر على ان يرتبط مع سكر اخر واذا كان non فهو مستحيل يرتبط مع سكر ثاني طيب كيف بدنا نميز السكر لنعرف هل هو reducing or non-reducing ؟ من خلال شكله 😊 لانه يفلطح معكيش بالامتحان مادة benedict

كيف بصير الربط بيناتهم ؟

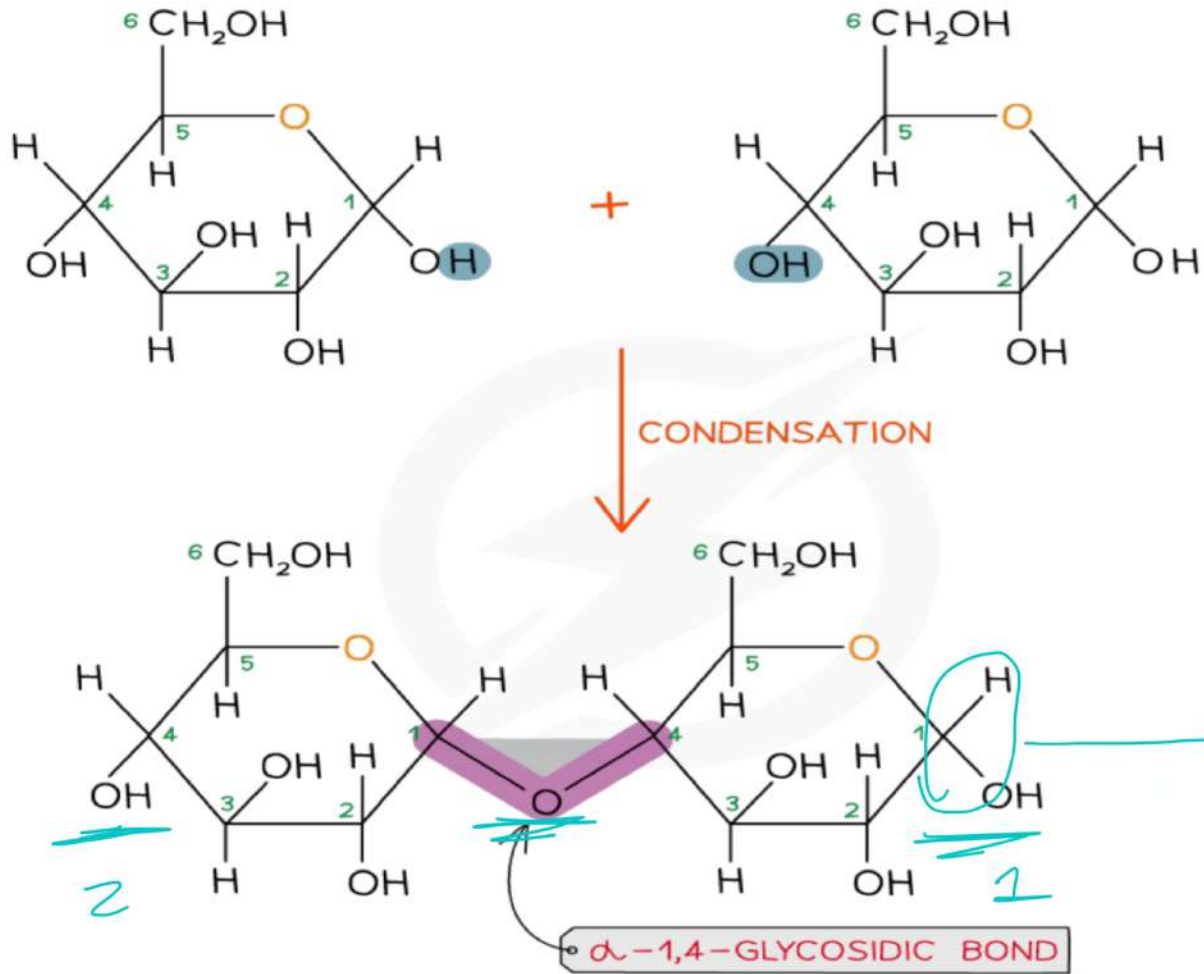
ال carbon (شروط تكون كربونة anomeric) للسكرين يكونوا حاملين ال OH ف يرتبطوا

مع بعض وبصير الاتي



وذرة ال O اللي ضلت بتصير بالنص بين الرابطتين

اول اشني بروح لل anomeric carbon /active group (كربونة رقم واحد الدو ،  
رقم اثنين كيتو ) بسأل حالي سؤال ، هل مرتبطة مع سكر ثاني ولا لا ، هسا تحت ال  
active هي كربونه رقم ١ ومش مرتبطة بسكر ثاني فيحكي انه reducing sugar  
والثانية برضو نفس الاشني



هسا هل هذا المركب الجديد اللي طلع بقدر  
 اربطة مع مركب ثاني ؟ بكون عندي  
 2ends لهل مركب بشوفهم ويحكي هل  
 هاي النهاية هي ال active group ؟ لو  
 كان اه فهل مرتبط مع سكر ثاني ؟ لأ ف  
 بنسمي هاي ال end ال reducing  
 end فبتقدر ترتبط مع سكر ثاني

هسا النهاية الثانية ما بنقدر نربطها  
 مع غلوكوز ثاني لانها مش ال active

طيب هسا الرابطة الجديدة اللي طلعت معي شو بدي اسميها ؟

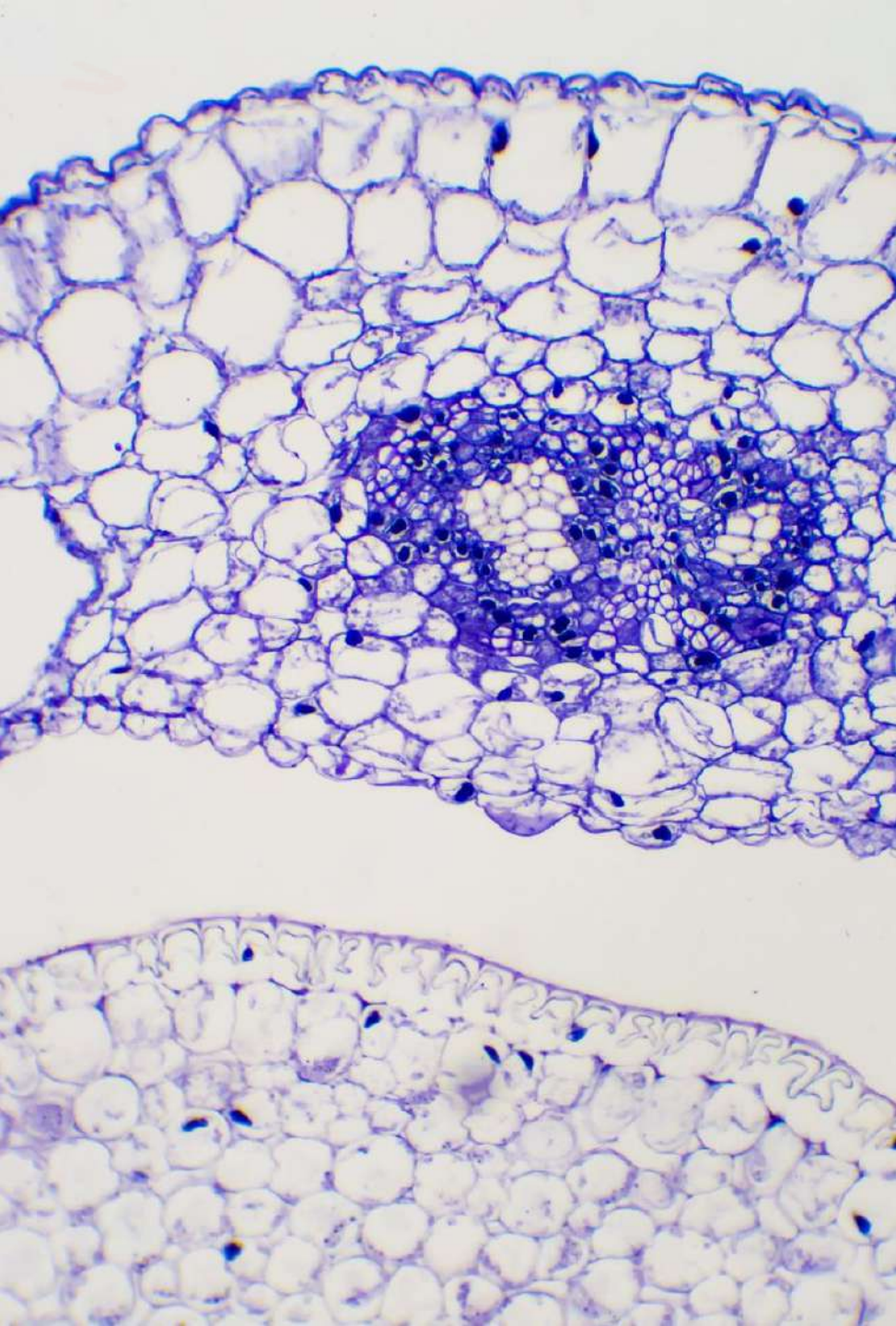
بنشوف ارقام الكربونات اللي كونوا الرابطة = ١+٤

وقبل بنشوف هل الغلوكوز الفا او بيتا ، هو الفا

وينحط  $\alpha-(1-4)$  glycosidic bond بنشوف انه الفا او بيتا من عند ال reducing end

هسا اي رابطة بين سكر واشي ثاني بسمي الرابطة glycosidic bond واسمها عام ، طبعًا في اشفي صح وهو انه نسمي حسب السكر المكون للرابطة ، يعني زي المركب اللي فوق السكرين كان غلوكوز ف بنسمي الرابطة اللي نشأت بيناتهم gluco-sidic bond وهي اسم اخص وادق ممكن السكرين يكونوا فركتوز او غلاكتوز فبصير اسم الرابطة fructosidic, galactosidic





# Glycosidic bond

فوق

- The glycosidic linkage is named according to:
- – **anomeric carbon** to which it is attached ( $\alpha$  or  $\beta$ )
- – according to the **parent sugar** e.g. glucosidic, galactosidic or fructosidic bond ✓



## نرجع للسلايد اللي فوق

هسا مادة النحاس اللي بدي اضيفها على السكر عشان اعرف لو هو reducing or non لونها ازرق فلما اعرضها للحرارة واطيف عليها السكر لو كان السكر reducing بتغير من اللون الازرق للون البني واذا مكانش reducing بضل لونه ازرق

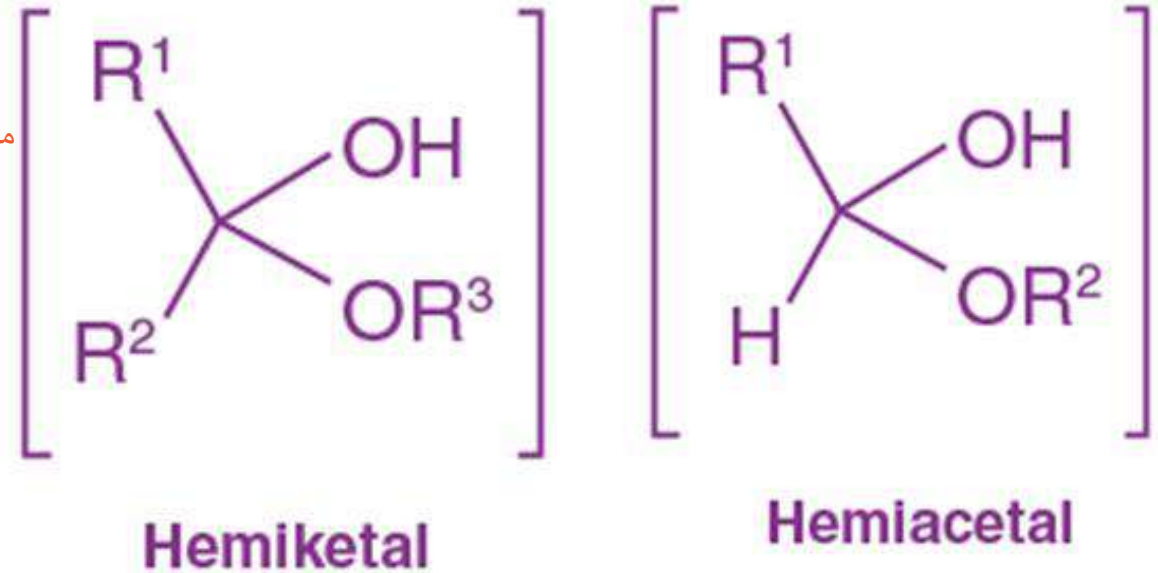
هسا ال reducing sugar بصير لل carbonly group تاكسد ، وهي C1 والسكر كامل بصير عامل مختزل

ال non ما بصيرلة فقد للالكترونات ف بصيرلهوش تاكسد ، في معلومة تحت انه ال non reducing يكون polysaccharide and sucrose ف قبل لنعمل test لازم نكسرهم ل مونو لنقدر نعرف لو بقدرنا يرتبطوا او لا

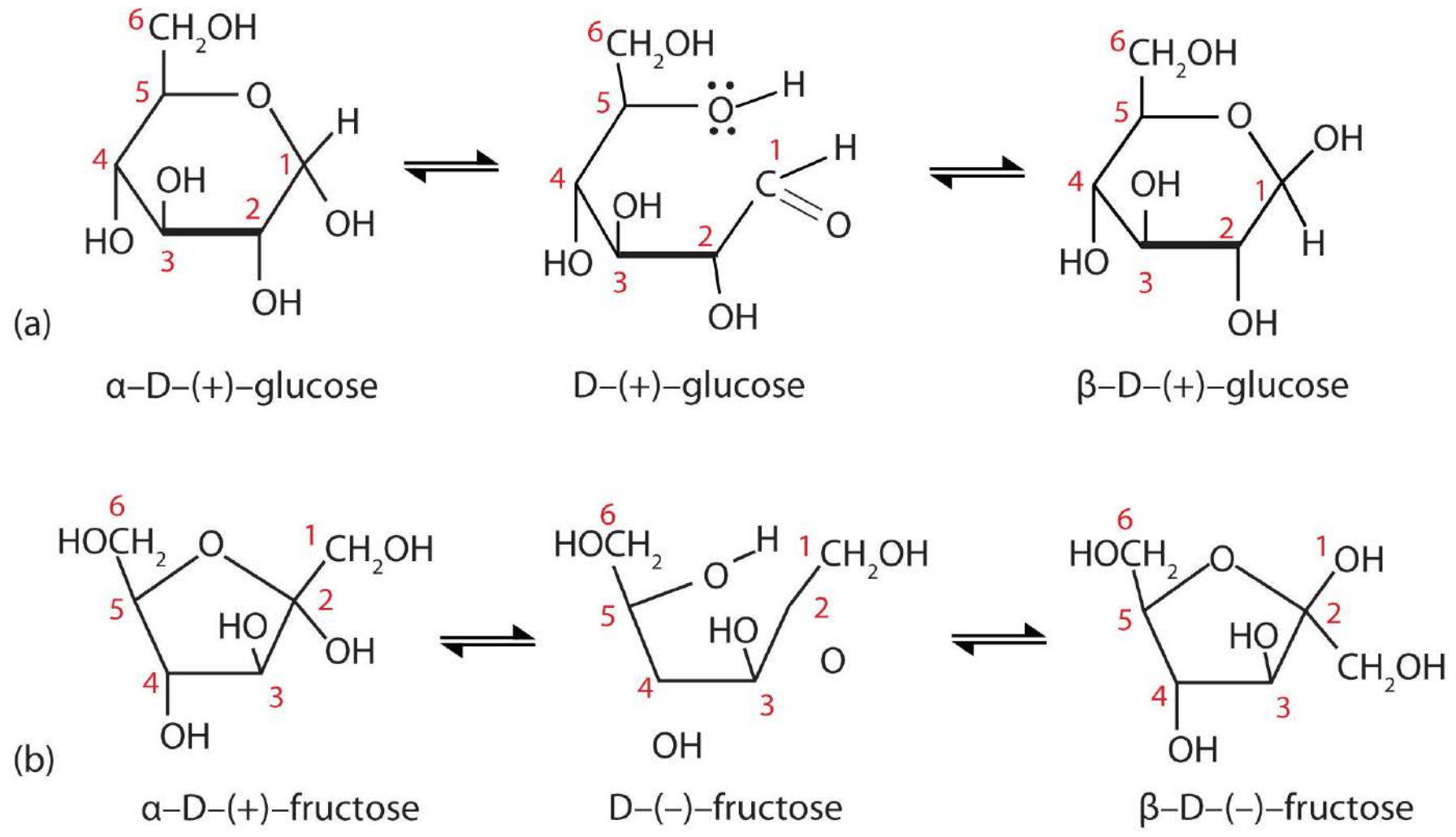
# Reducing vs non-reducing sugars

صفحة

- A reducing sugar is a <sup>معدا ال sucrose</sup> mono- or disaccharide that contains a free **hemiacetal** or a **hemiketal group**.
- All monosaccharides are reducing sugars, and all polysaccharides are non-reducing.



هاي ال groups ال anomeric carbon  
انه ال C بشو تقدر ترتبط من عناصر  
ومركبات(ما شرحت عنهم الدكتوراة احفظوا  
الاسم بس وتتعمقوش 😊)



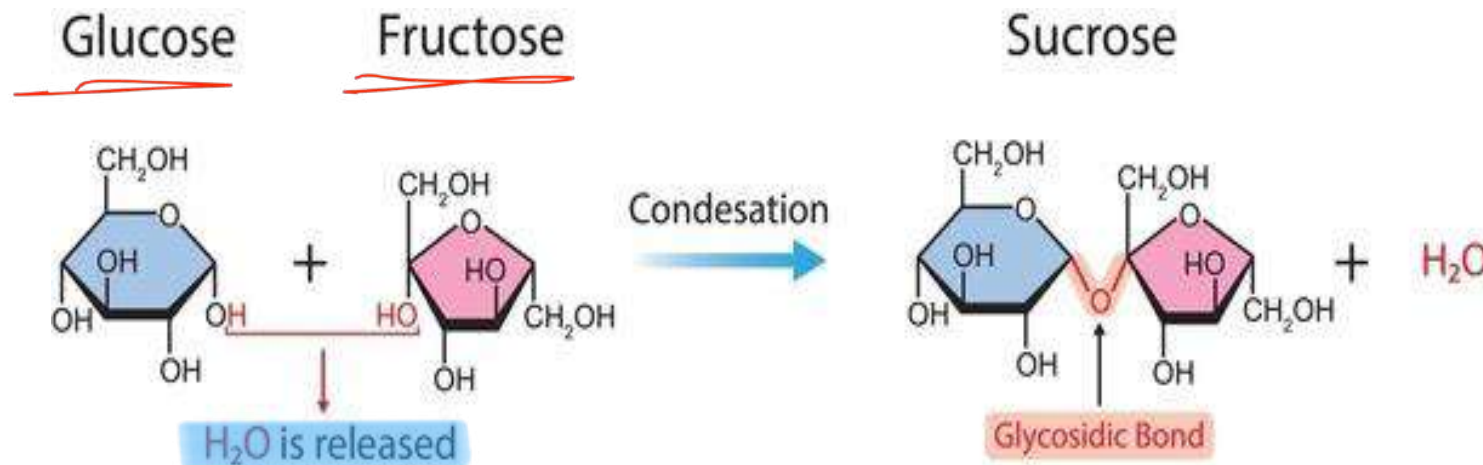
# Disaccharides

Disaccharides are sugars which contain **two molecules of monosaccharides bound** together by a **glycosidic bond**. اسم الرابطة اللي بتربطهم

The glycosidic bond **always** involves the anomeric carbon of one participating sugar.

The 2<sup>nd</sup> sugar participates in this bond by using *either*:

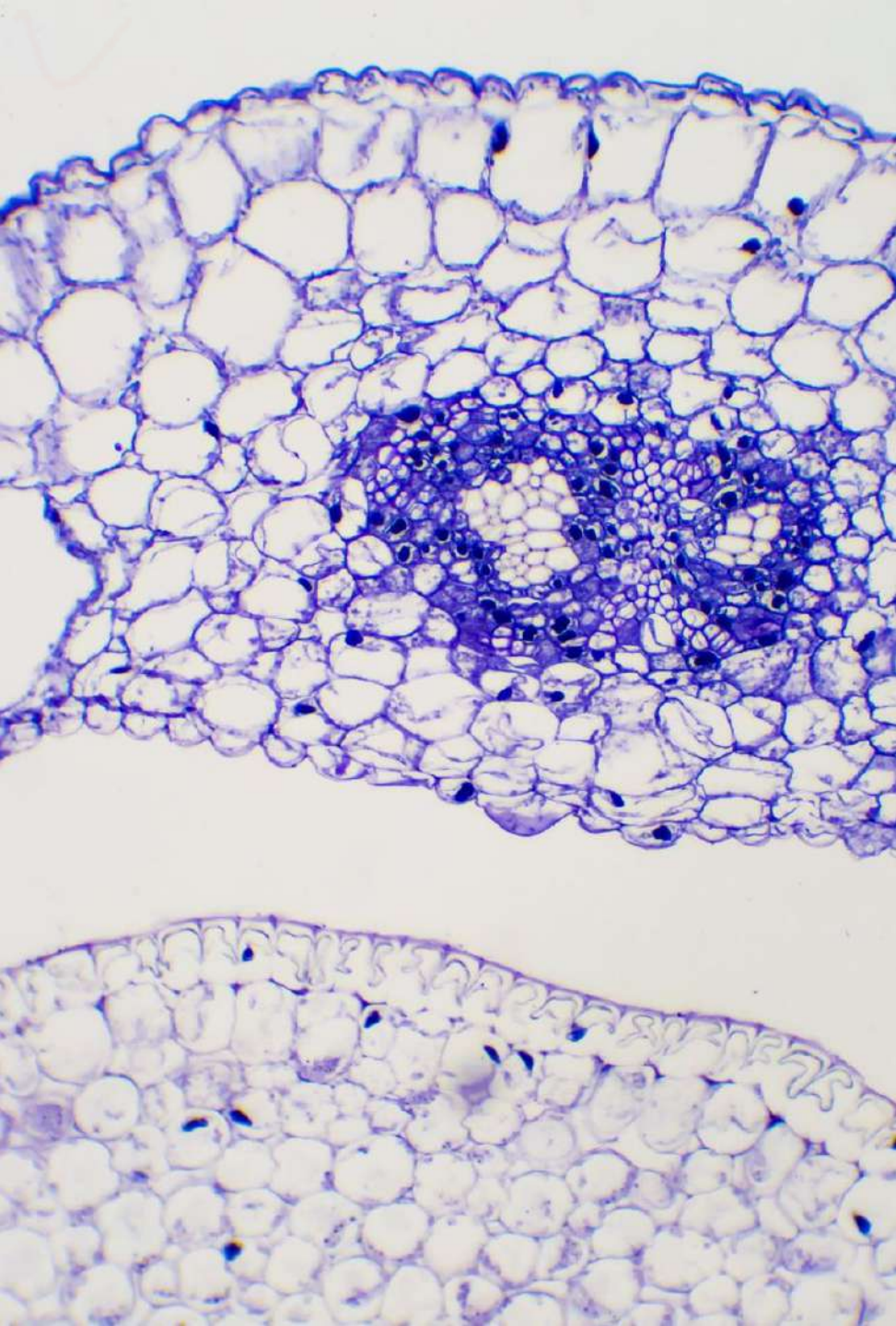
1. Its anomeric carbon in this case, the disaccharide (as sucrose) **has no free reactive group**.



اول اشني اذا بدي اعمل glycosidic bond لازم اقل اشني واحد من السكرين يشارك بال anomeric carbon  
والسكر الثاني مع اي كربونة حتى لو كانت anomeric carbon ،المهم سكر يشارك ب anomeric

ليش ال sucrose بنحكي عنه non ؟؟ لانه ال anomeric carbon الثنتين مرتبطات مع بعض ،هيك  
بطلت اقدر اضيف اي سكر ثاني لانه شرط الارتباط تكون ال end ... مجموعة فعّالة

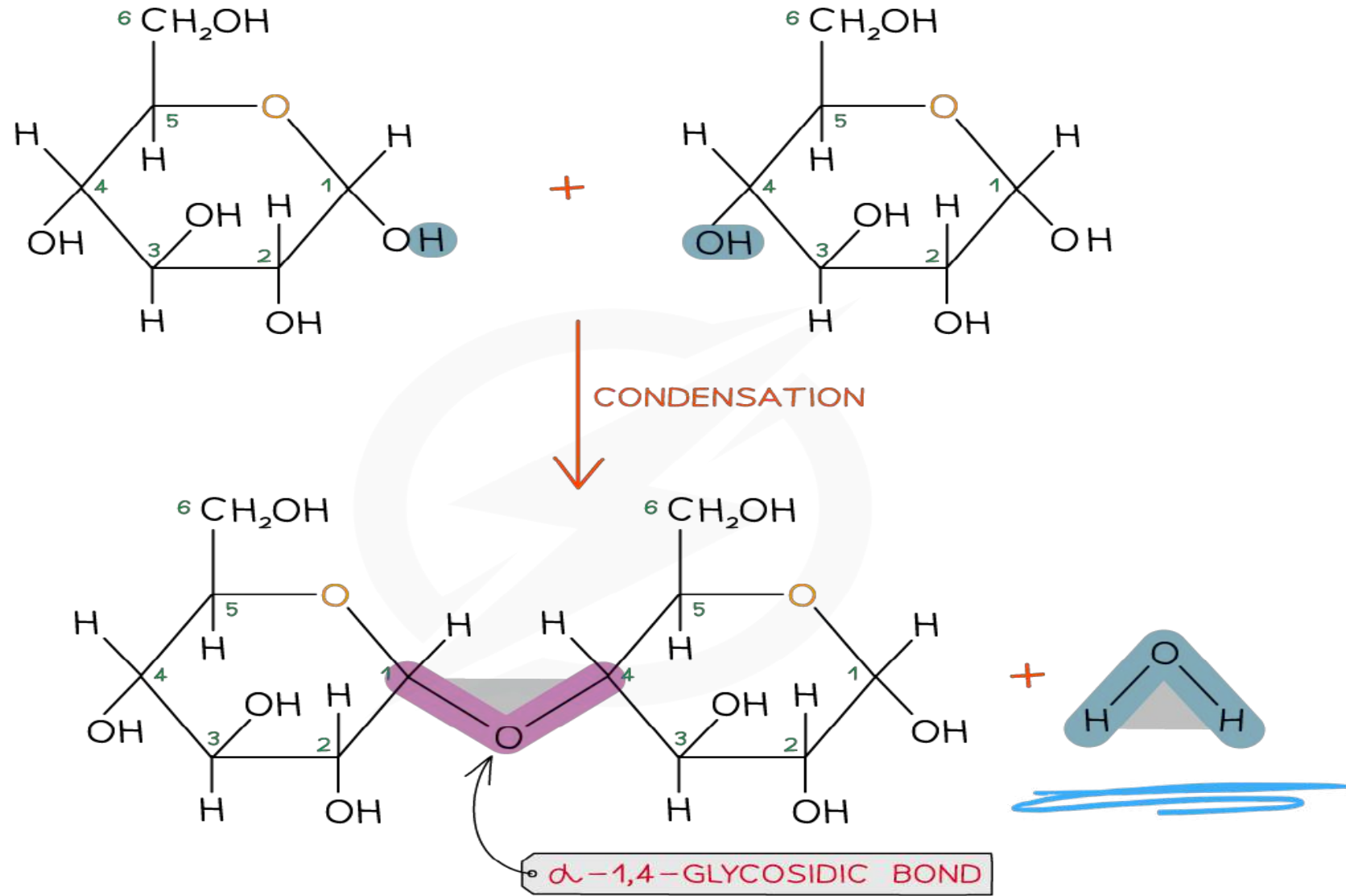




# Glycosidic bond

- It is the **covalent bond** between a carbohydrate & another compound to form a **complex carbohydrate**
- This bond is **between the hydroxyl group** of **anomeric carbon** of monosaccharide & **another compound** which may be another monosaccharide to form disaccharide

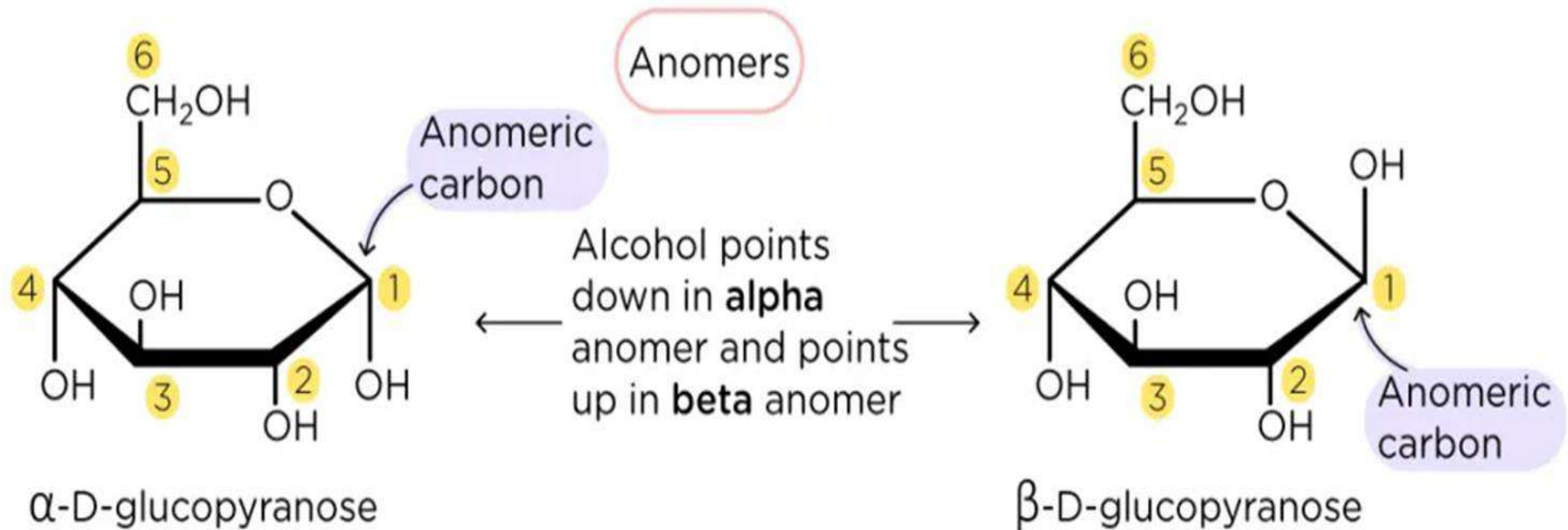
كيف بصير الربط بيناتهم ؟  
ال carbon للسكرين يكونوا حاملين ال OH ف يرتبطوا مع بعض وبصير الاتي  
 $OH+H=H_2O$   
وذرة ال O اللي ضلت بتصير بالنص بين الرابطتين

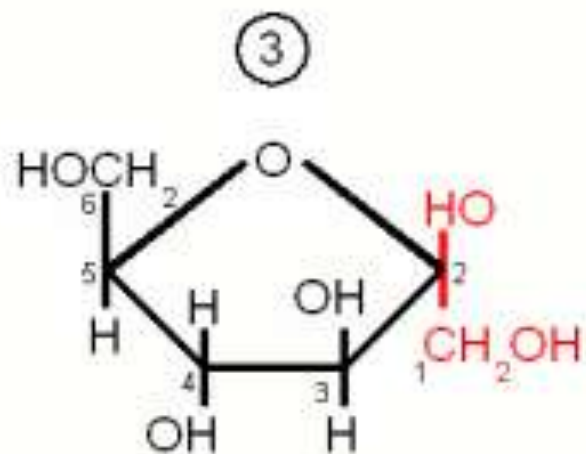
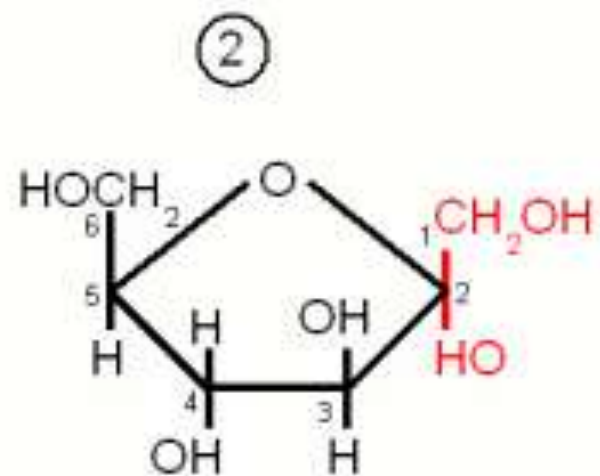
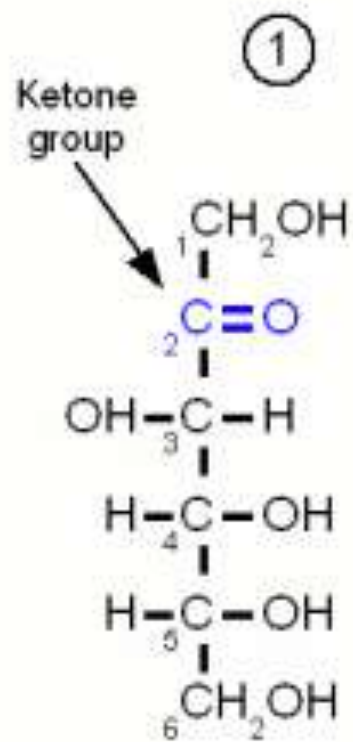


MONOSACCHARIDE + MONOSACCHARIDE  $\longrightarrow$  DISACCHARIDE + WATER  
 ( $\alpha$ -GLUCOSE) ( $\alpha$ -GLUCOSE) (MALTOSE)

الكربونة اللي حاملة ال functional group وبنحكي عنها active  
وبتكون مرتبطة مع اربع مركبات /روابط مختلفة

- **Anomeric carbon** is an asymmetric carbon atom obtained from active carbonyl sugar group carbon number 1 in aldoses & carbon number 2 in ketoses.

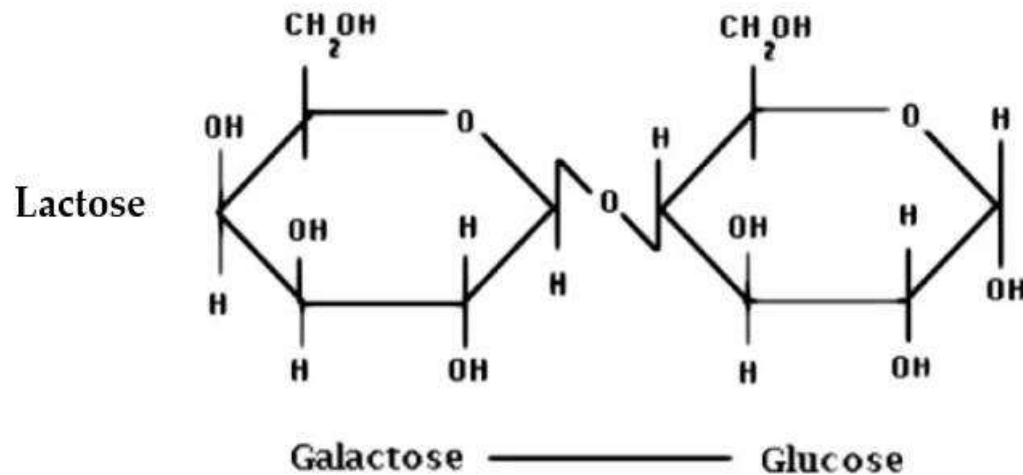




عنا طريقتين لربط ال monosaccharide مع بعض :  
١- اذا المونو يرتبطوا عن طريق ال anomeric carbon  
والمركب الناتج يكون non-reducing sugar يكونش عندي active group  
قادر على الارتباط

٢- الطريقة الثانية اذا ارتبط anomeric carbon مع اي كربونة ثانية معدا الكربونة  
الحاملة للمجموعة الفعالة ، بصير فيه عندي free reactive group قادر انه يرتبط  
مع سكر ثاني والقدرة الاختزالية بتضضل موجودة





2. A carbon *other than the anomeric one*. In this case the disaccharide will have a **free reactive group** and shows reducing character.

شرحناها والتي هي ال reducing end

حسب موقع ال OH

- They can be present either in  $\alpha$  or  $\beta$  form.
- This occurs if the second monosaccharide residue of the disaccharide contains a **free anomeric carbon atom which can be present in  $\alpha$  or  $\beta$  form**.

هسا ايش فايده يكون عندي **free reactive end** عدا عن انه بقدر يرتبط مع مركب ثاني؟

بنستفيد منها بتسمية المركب ،، تسمية المركب مش الرابطة ،، لو ال OH لفوق بيتا وبنسمي المركب كامل بيتا كذا ،، ال OH لتحت بنسمي المركب الفا غلوكوز مثلا

# Disaccharides

The most important disaccharides widely distributed in nature are:

1. Sucrose.

2. Lactose. → 

3. Maltose.

4. Isomaltose.

5. Cellobiose (formed of two  $\beta$  glucose). 

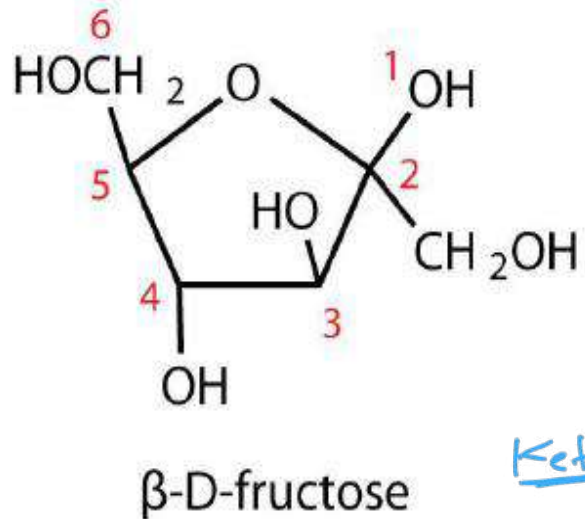
ما رح نحكي عنه، بهمناش اعرف اللي بين قوسين

# 1. Sucrose

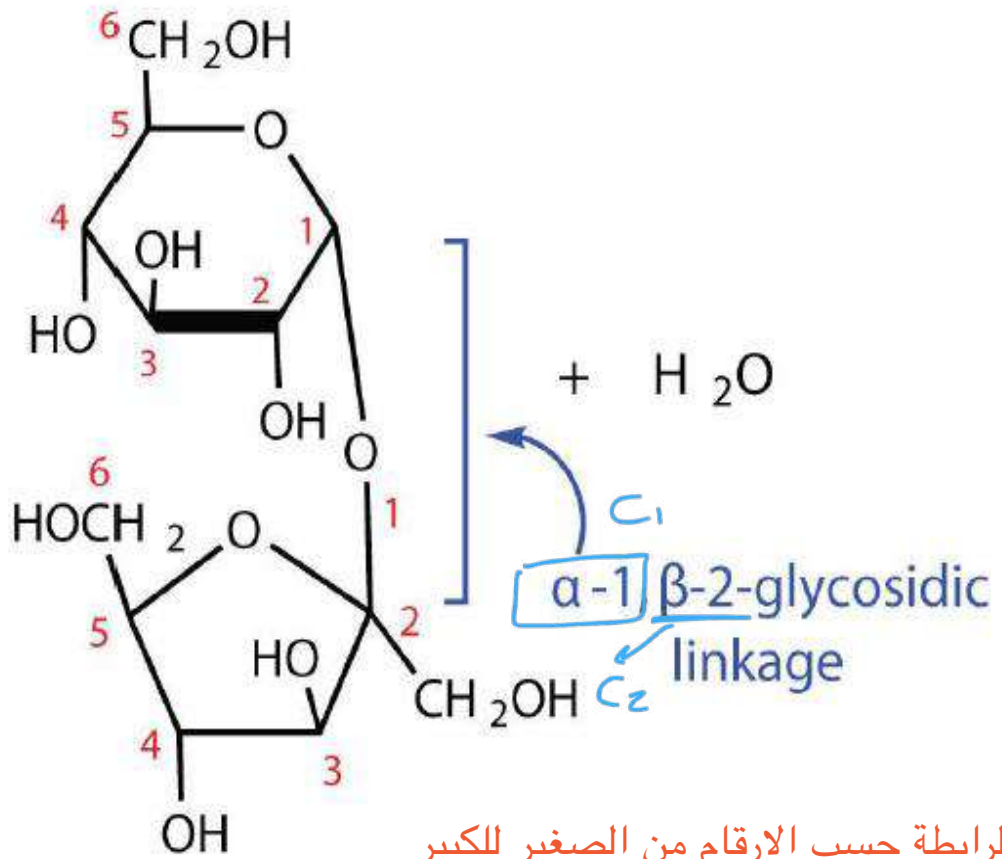
- It is called **cane or beet sugar**. قصب السكر او الشمندر
- It is the common sugar of the kitchen so; it is called **table sugar**. هو سكر موجود بكل مكان ،سكر المائدة
- It is formed of  **$\alpha$ -glucose &  $\beta$ -fructose** linked together by  **$\alpha$ -1,  $\beta$ -2 glucosidic linkage**.



+



Keton



نبلش الرابطة حسب الارقام من الصغير للكبير

Sucrose

# 1. Sucrose

ال anomeric carbon للسكرين ارتبطوا مع بعض ف مضلش اله قدرة اختزالية

- **Non reducing sugar** because the reducing groups of both glucose & fructose are **involved** in the linkage between the two sugars. So, **They cancel the action of each other.** مفعول

- **Invert sugar:**

Sucrose before hydrolysis is dextrorotatory and its specific rotation =  $+66.5^\circ$ . تحت

After hydrolysis by either **sucrase** or **invertase**, it gives a mixture of D glucose ( $\alpha = +52.5^\circ$ ) and D fructose ( $\alpha = -92^\circ$ ) which is levorotatory.

This change from dextro (**before hydrolysis**) to levo (**after hydrolysis**) is called **inversion** and the sugar is called **invert sugar**.

التغير من d ل l اسمه inversion

Invert sugar is **sweeter than** sucrose e.g., **honey** is a chiefly **invert sugar**



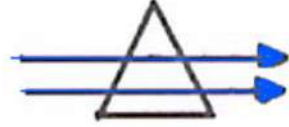
ال ordinary اللي طالع من اللمبة في جميع الاتج



Ordinary light

(i.e. light vibrates in all directions)

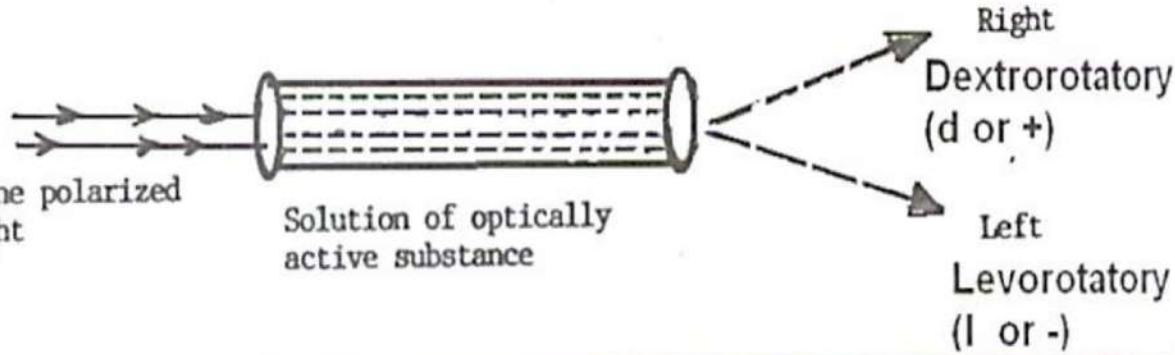
ال plan ضوء بروح باتجاه واحد (موجه)



تذكير

Plane polarized light

(i.e. light vibrates in one direction)



سكر متحول زبي بس نعمل  
قطر، نضيف ماء على السكر وبصير  
القطر احلى من السكر، ليش؟ لانه  
السكروز مكون من غلوكوز وفركتوز  
ف بس نضيف مي الفركتوز بتحرر  
وهو طعمه احلى  
،، من المحاضرة الاولى ، السكروز  
dextrorotatory ولما يتكسر  
غلوكوز dextro بدرجة 52 والفركتوز  
levorotatory  
92 وهي درجة اعلى من الغلوكوز  
فيكون احلى

بشكل عام السكروز بتحول من d ل l بعد التكسير

# 2. Lactose

- It is called **milk sugar**.
- It is formed of one **glucose unit** & another one **galactose unit**.
- Lactose is a **reducing sugar**. خلص احنا حكيناها قاعدة كل ال disaccharide يكون reducing معدا السكروز non
- Usually appears in **urine of pregnant females**. وين موجود ؟
- **Less sweet; doesn't** block the appetite. اقل حلاوة من باقي انواع السكر ف ما بسد الشهية
- It can be **digested** by **lactase enzyme**. الانزيم بكسر اللاكتوز
- **Deficiency** of this enzyme **in adults** leads to **lactose intolerance**, which causes **distension and diarrhea**.

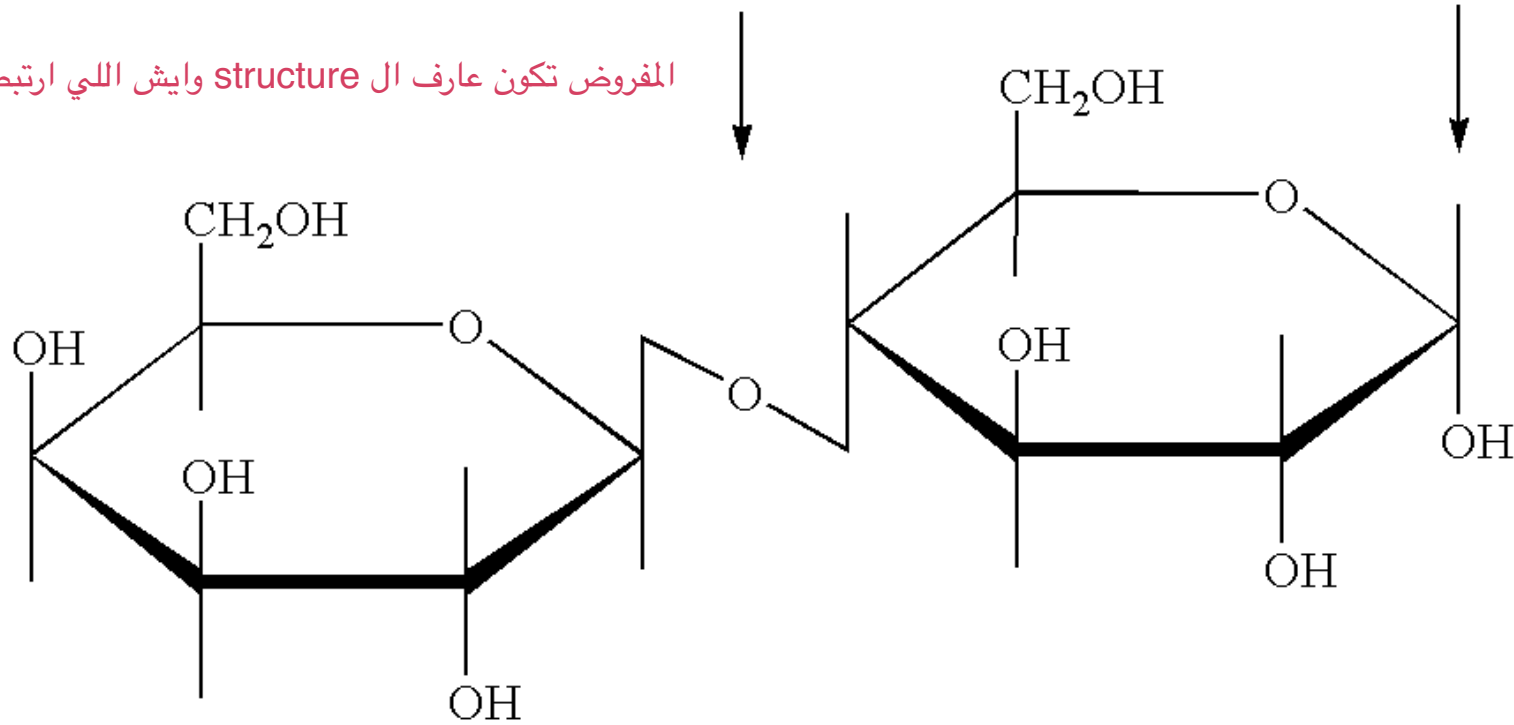
بعض الناس ما عندهم هذا الانزيم ف بس يشربوا حليب او جبنة وألخ... بصير عندهم انتفاخ واسهال من تجمع اللاكتوز بالمعدة لانه فش اشفي قادر يكسره ،الانزيم غير

موجود

$\beta$ -1,4-galactoside linkage

C1 atom

المفروض تكون عارف ال structure وايش اللي ارتبطوا مع بعض وكونوا الرابطة



$\beta$ -D(+)-galactose

$\alpha$ -D(+)-glucose

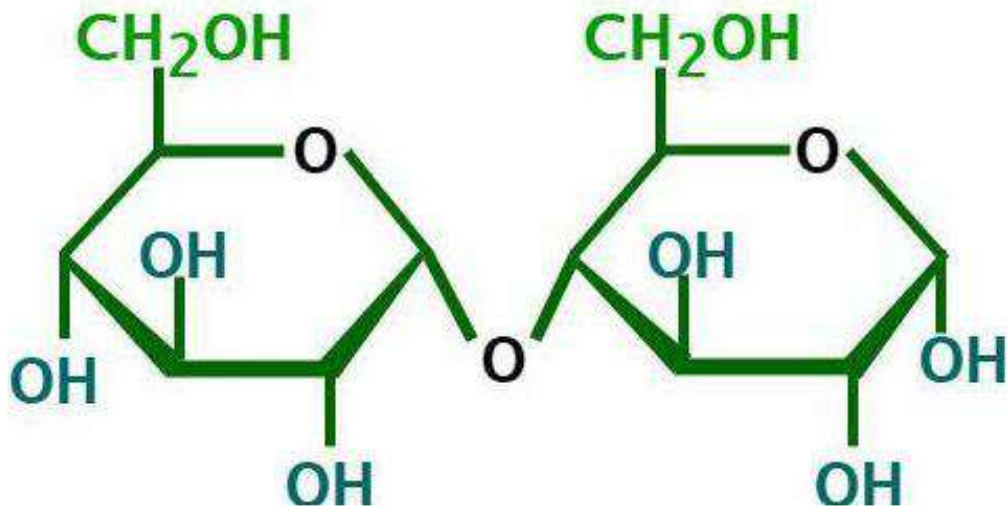
ال anomeric carbon للغلوكوز

$\alpha$ -lactose

# 3. Maltose

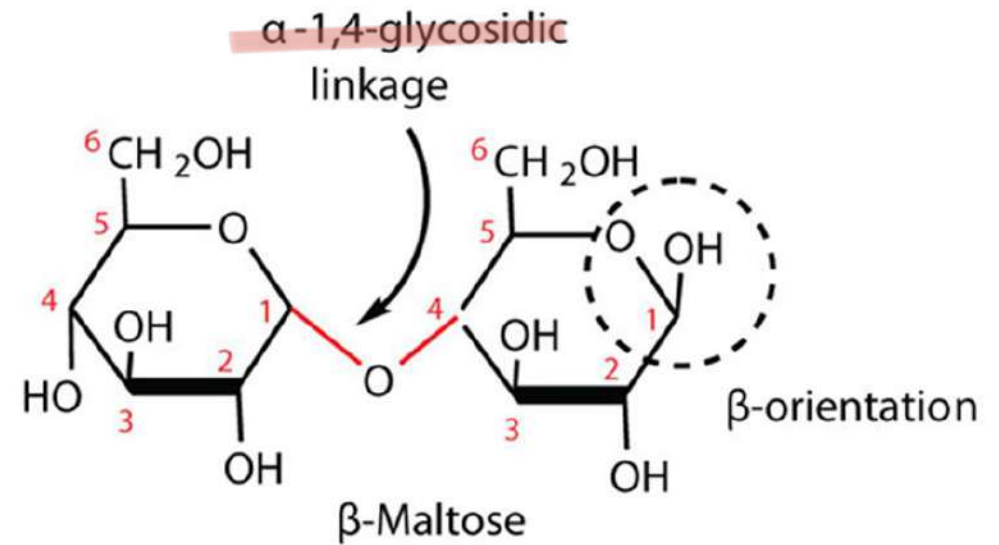
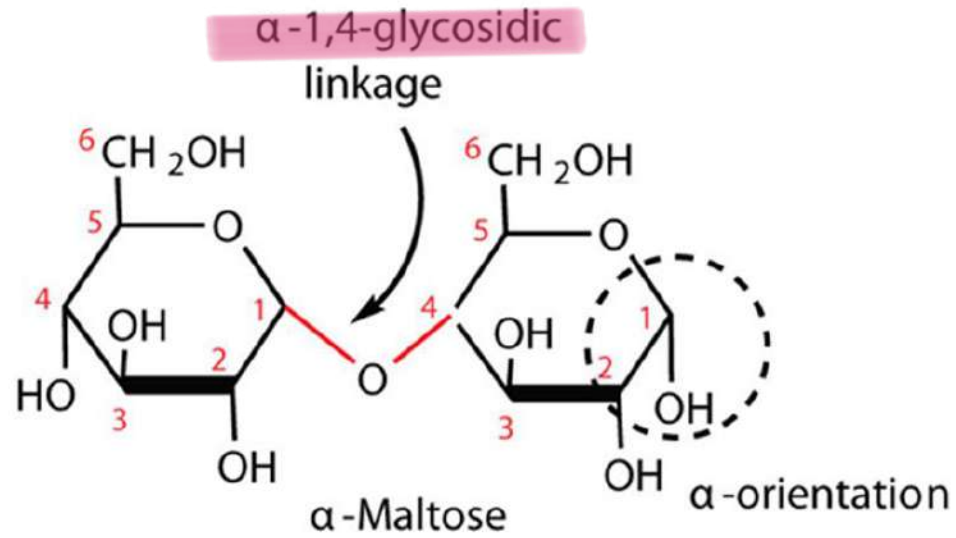
سكر الشعير وبطلع من تكسير النشا عن طريق اتزيم ال amylase

Maltose



- It is called **malt sugar**.
- The main product of **digestion of starch by amylase**. الانزيم موجود باللعاب والبنكرياس
- It is present in 2 forms:  
( $\alpha$ -maltose form) =  **$\alpha$  glucose +  $\alpha$  glucose**  
( $\beta$ -maltose form) =  **$\alpha$  glucose +  $\beta$  glucose**
- It is a **reducing sugar**

عشان نعرف لو الفا او بيتا ، نشوف  
كربونة اللي بعد ال O (الكربونة المتصلة  
المكونة للرابطة )



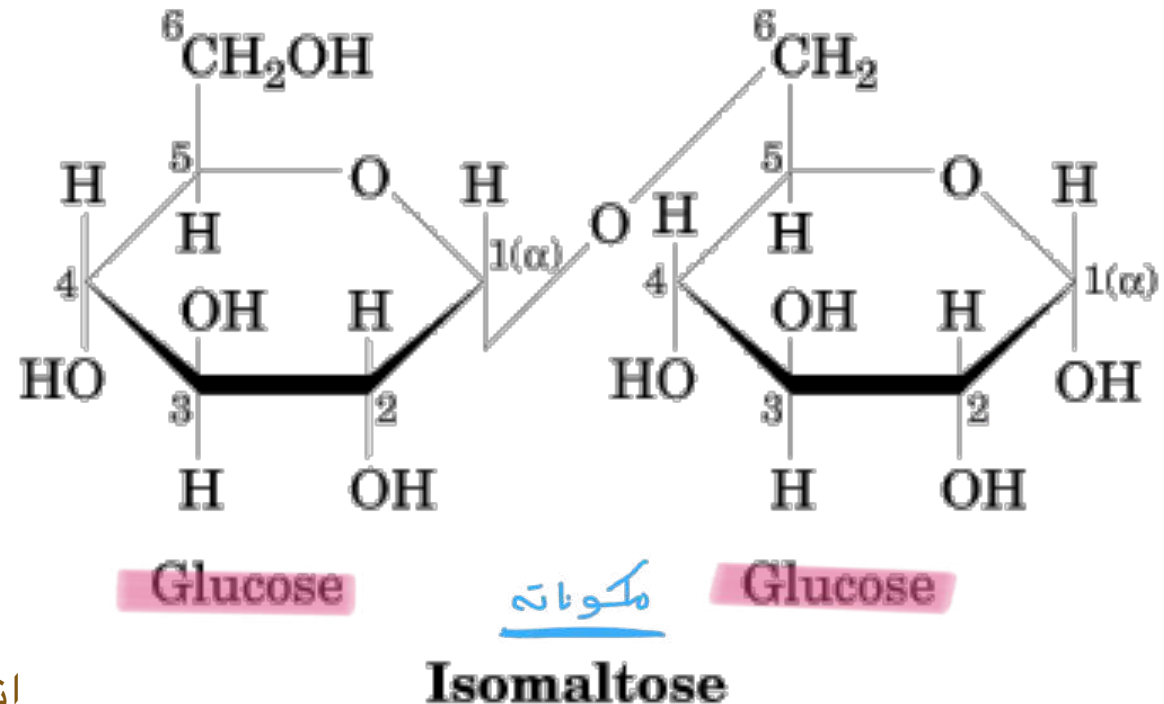


# 4. Isomaltose

بشبه المالتوز بس الرابطة بالمالتوز كانت بين ٤-١  
أما بال iso بين ٦-١

- Similar to maltose but the linkage is  **$\alpha$ -1,6-glycosidic**.
- It is one of the hydrolysis products of **starch and glycogen** by amylase.

انزائم ال amylase بكسر النشا  
وال glycogen ليطلع ال iso



# Polysaccharides

- Polysaccharides are carbohydrates of **high molecular weight**.  
لأنه أكثر من سكر مع بعض

منتشر بكثرة في النشا

- They are **widely** distributed in nature.



- Upon hydrolysis by **acid or specific enzyme**, **monosaccharides** or its **derivatives** are produced.

← اخذنا مع  
lecture 2

ممکن یصیرله تکسیر بحمض او انزیم معین  
لیصیر مونو او احد مشتقاته

# Polysaccharides

حسب الوظيفة وتركيبه الكيميائي :

Classified **chemically & functionally** as follows:

## 1. Homogeneous polysaccharides

لما يتكسر ،بعطيني نوع واحد من المونو  
انه ارتباط نفس السكر مع بعض

Polysaccharides which give a **single type of sugar** on hydrolysis as D-glucose units or D-fructose units. مثل السيليلوز ،والنشأ وال glycogen

## 2. Heterogeneous polysaccharides

Polysaccharides which give on hydrolysis **different types of sugars** associated with other substances e.g. D-Glucosamine, D-glucuronic acid, N-acetyl neuraminic acid.

بس يتكسر بعطيني اكثر من نوع مع بعض ،مكون  
من اكثر من سكر، المحاضرة الجاي رح نحكي عنه

حكت الجداول منيحه  
ومهمه

	Cellulose	Starch		Glycogen
		Amylose	Amylopectin	
Source	Plant	Plant	Plant	<u>Animal</u>
Subunit	-glucose	-glucose	-glucose	-glucose
Bonds	1-4	1-4	1-4 and 1-6	1-4 and 1-6
Branches	No	No	Yes (~per 20 subunits)	Yes (~per 10 subunits)
Diagram				
Shape				

الرابطة بين  
سيليلوز بتكون  
بين بيتا وبيتا اما  
ال amylose  
بين الفا والفا

سبب الاختلاف  
في شكلهم



# Different homopolysaccharides of biological importance

- 1- Starch:

هو الشكل اللي النباتات بتخزن السكر عليه  
السكر داخل النبات بتخزن على شكل starch، انا بخزنش نشا  
بجسمي ،بخزنه على هيئة glycogen

- It is the **storage** form of **carbohydrates in plants** (never present in animals).

- On hydrolysis, it gives only **glucose** and so it is called **glucosans**.  
هسا بما انه متجانس ،مكون من سلسلة غلوكوز بنحكيه هالاسم

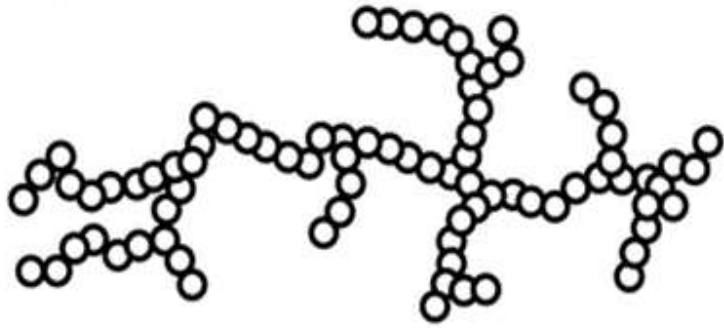
- It consists of two types of molecules, **amylose** and **amylopectin**.  
جزيئين يحتويهم starch

هسا ال starch قبل ليصير غلوكوز ،شو يعطيني ؟

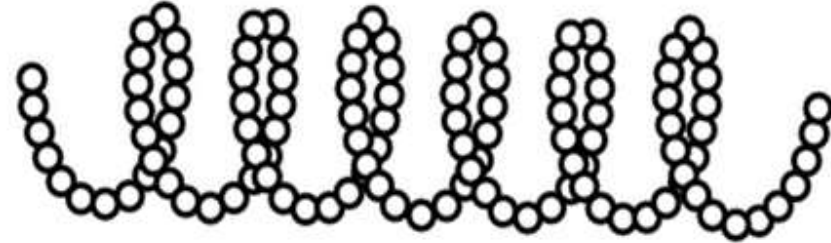
Disaccharide

Maltos and isomaltose

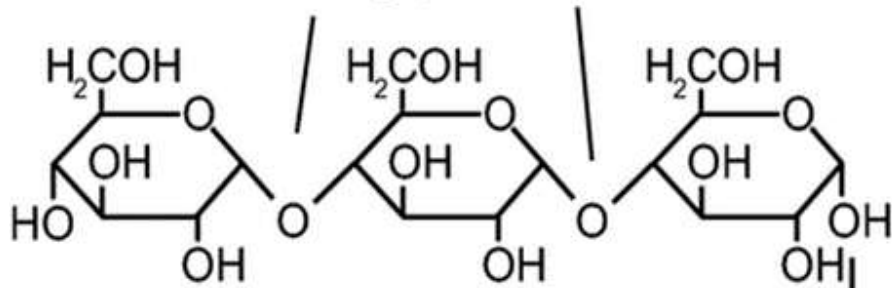
amylopectin



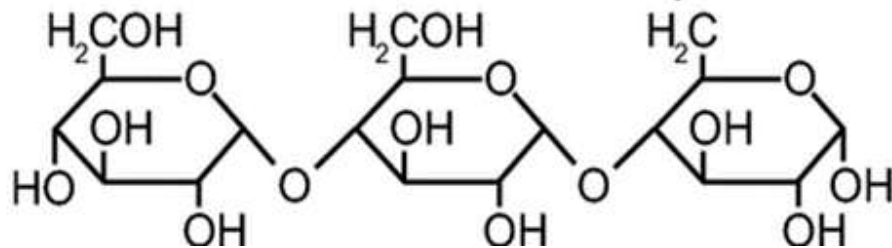
amylose



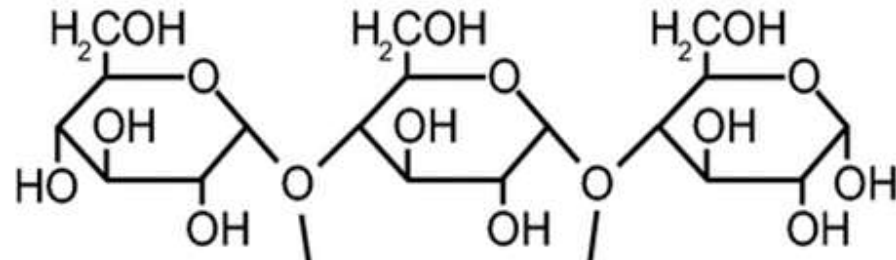
$\alpha$ -1,4-glycosidic bonds



$\alpha$ -1,6-glycosidic bond



O = single glucose unit



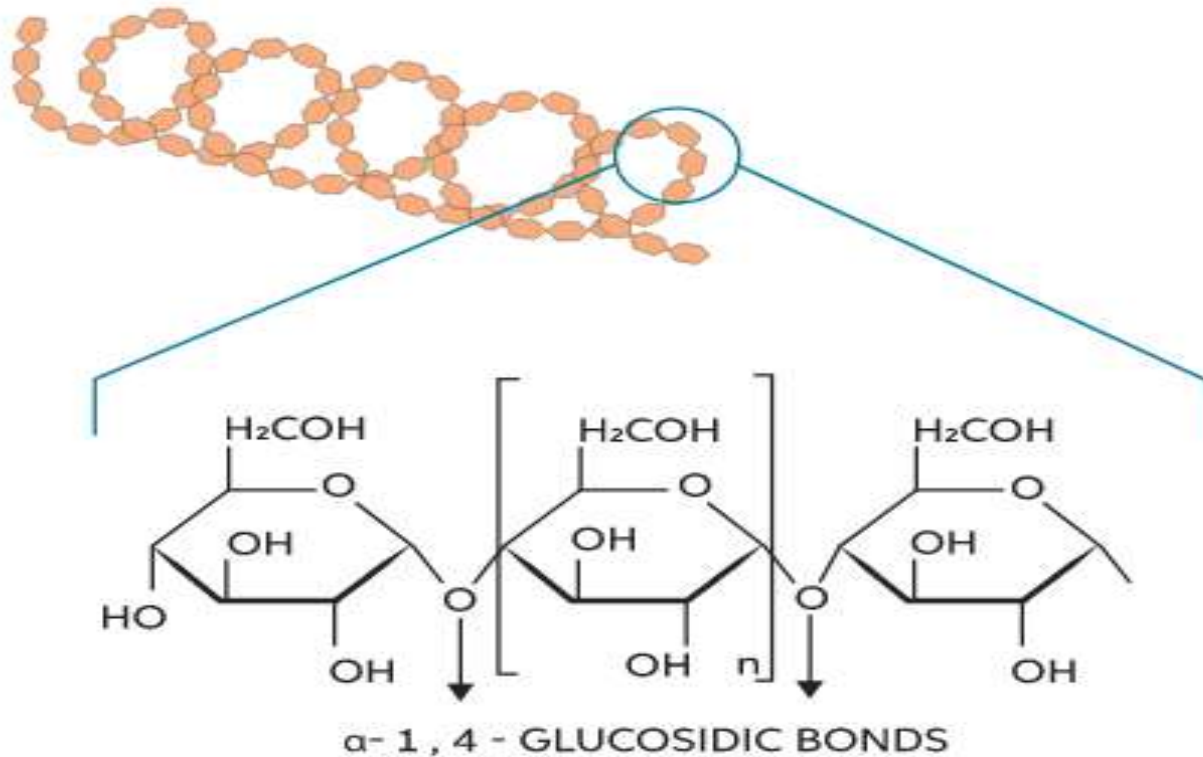
$\alpha$ -1,4-glycosidic bonds

طب هل هو reducing ؟ لا

حكينا ال poly بكون non اعرف كذا

وكثر خيرك

# Amylose



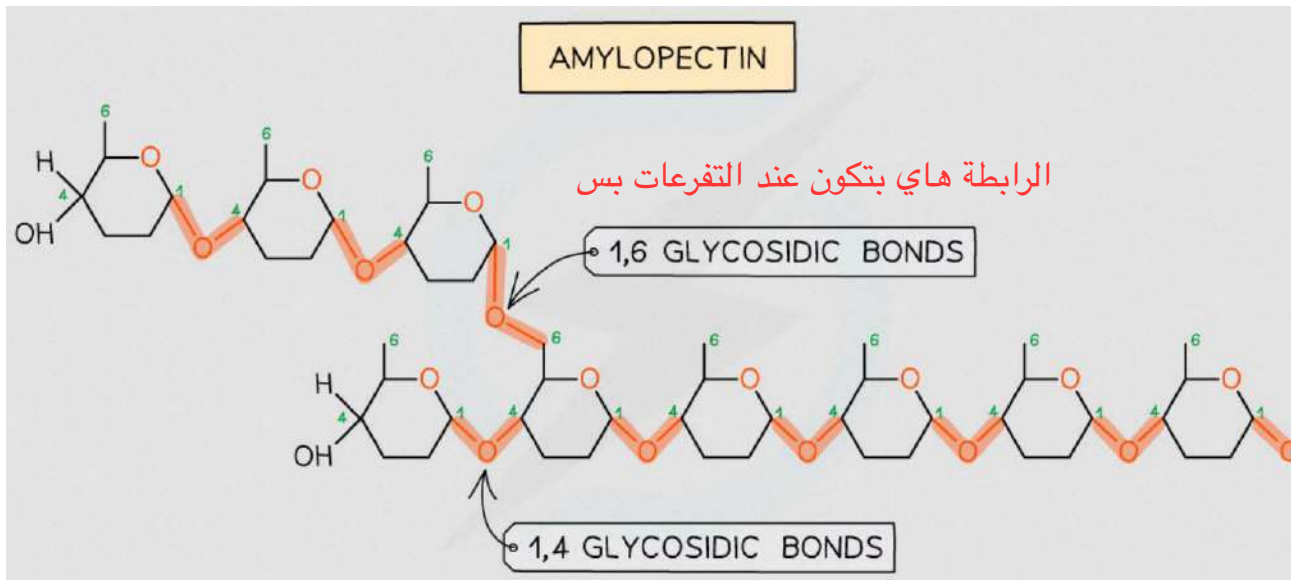
- Long, non branched chain of  $\alpha$  glucose units linked together by  $\alpha$ -1,4 glucosidic bond.
- Forms 15-20% of the starch <sup>حببيات</sup> granules.

نسبته بال starch ويتكون  
بالجزء الداخلي للمركب

بنطلع منه maltose فقط  
بس يتكسر



# Amylopectin



- Branched chain of  $\alpha$  glucose units linked together by  $\alpha$ -1,4 glycosidic bond while at the branching point, it forms  $\alpha$ -1,6 glycosidic bond.
- Forms 80-85% of the starch granules.

نسبته بالمركب + بكون بالجزء الخارجي ونسبته  
اكثر من ال amylose

بنطلع منه maltose + iso

٩٨٠

# Hydrolysis of starch

في عنّا طريقتين لتكسير ال starch :  
١- بجيب انزيم ال amylase وبكسره ل partial مش complet  
وبتحول ل disaccharide  
٢- او بجيب احماض مخففه بتعمل complet بتحطمة ل مونو

Occurs either by:

- Dilute mineral acids and called **acid hydrolysis** which results in **complete hydrolysis** to  $\alpha$ -glucose units.  
مخفف
- Enzymes as  **$\alpha$ -amylase** (salivary & pancreatic) which results in **partial hydrolysis** producing smaller molecules called **dextrins** and **maltose**.  
مكان وجود الانزيم

الاثنين التفسير تبعهم بكون جزئي ولكن اللعاب لا يهضم بشكل كامل، هضم جزئي وينتج dextrin اما بكون الهضم كامل وينتج مالتوز

**Salivary amylase**



**Incomplete digestion of starch**  
**(Dextrin mainly)**

ال dextrin هي جزيئات غلوكوز ولكن حجمه يصبح اصغر من حجم الغلوكوز لانها تعرضت لانزيم وهو poly

**Pancreatic amylase**



**Complete digestion**  
**(Maltose)**

# Hydrolysis of starch

- The products of starch hydrolysis occur according to the following sequence:

Starch → Amylodextrin (the earliest dextrin produced) → Erythrodextrin  
→ Achrodextrin → Isomaltose → Maltose → **Glucose**.

- The difference between **maltose** and **isomaltose** in the bond position as it is  $\alpha$ -1,4 in maltose but  $\alpha$ -1,6 in isomaltose (i.e. at the point of branching of starch).

المالتوز يكون هو السلسلة من غلوكوز يكون عند رابطة ١-٤  
أما ال ISO يكون التفرع عند رابطة ١-٦

## 2. Glycogen



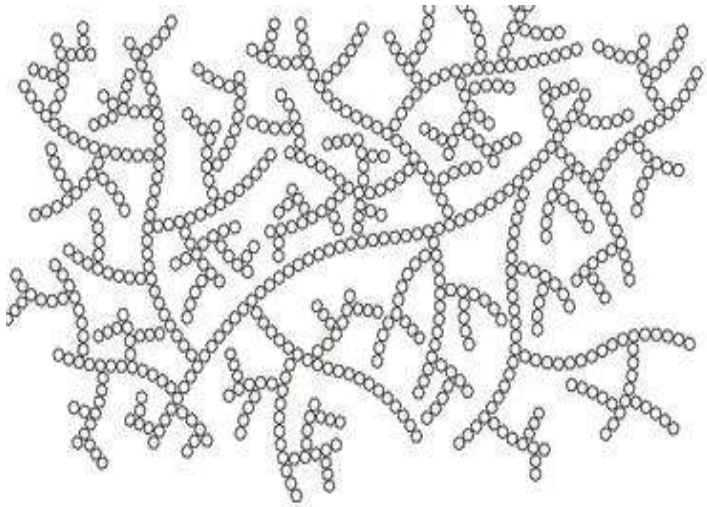
يخزن السكر داخلنا على هيئة glycogen

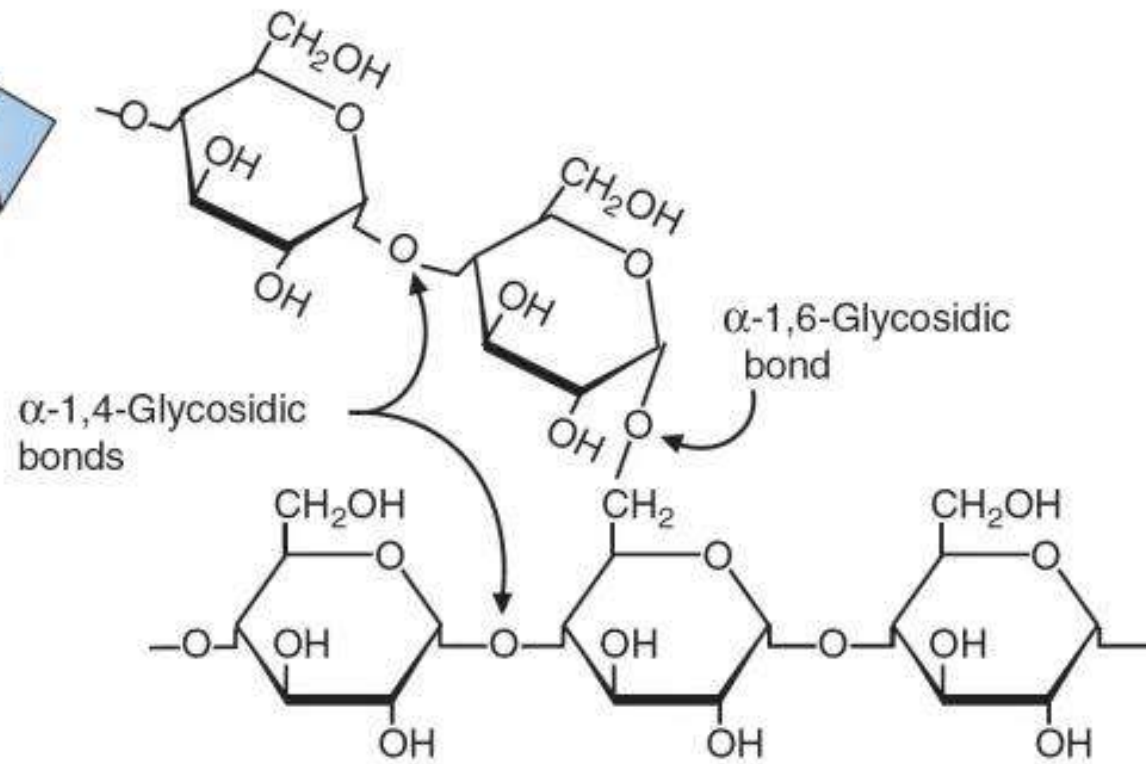
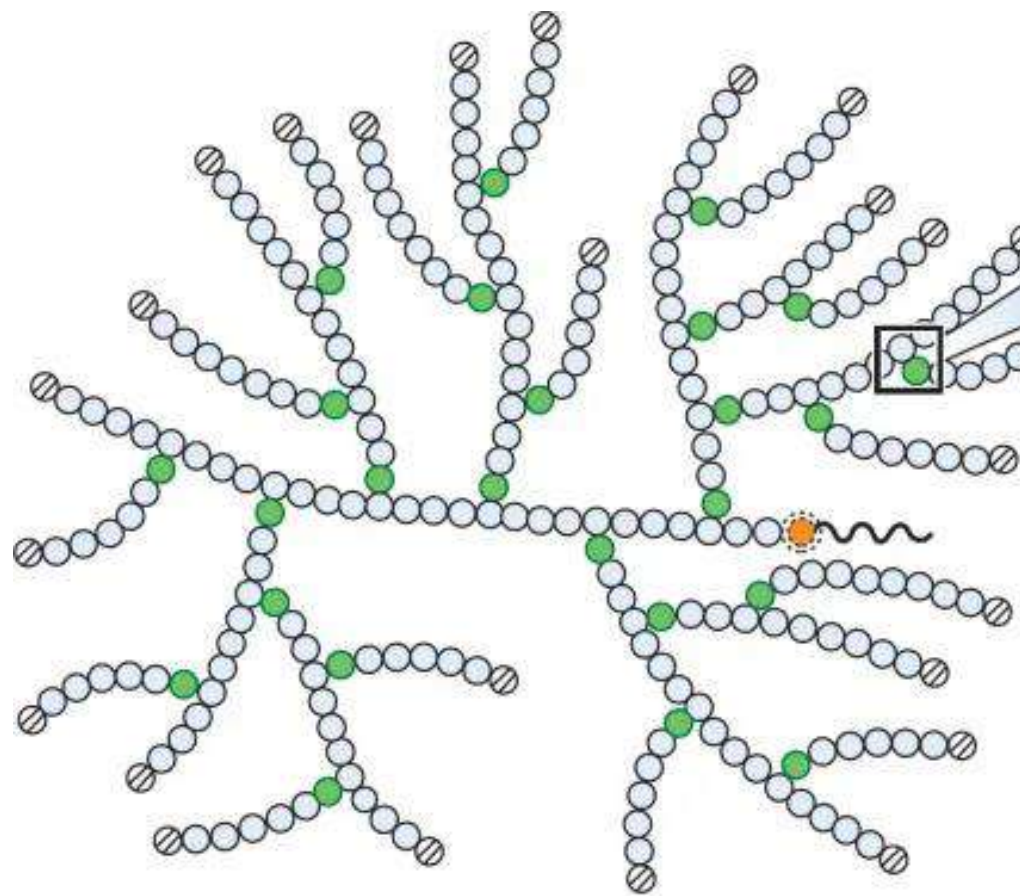
- It is the **reserve carbohydrate of animals**, and hence the name **animal starch**.
- It is **similar in its structure to amylopectin**.
- **Highly branched** formed of  **$\alpha$ -1,4** link and **1,6** at the site of branching.

بين كل ١٢-١٤ حبة غلوكوز يكون عندي تفرّع

Each branch is made of **12-14 glucose units**. It has shorter and more numerous chains. سلاسل قصيرة وكثيرة التفرعات

It is stored in **liver & muscle**.





○ Glucose residue linked  $\alpha$ -1,4

● Reducing end attached to glycogenin

● Glucose residue linked  $\alpha$ -1,6

⊗ Nonreducing ends

# Glycogen

## Functions of glycogen

يحافظ على تركيز السكر بالدم ، عشان ما ندوخ والسكر مصدر الطاقة اثناء الصيام ، ٨-١٢ ساعات بعد هالوقت بخلص ال glycogen من الكبد والعضلات بتتدخل

- **Liver glycogen** maintains normal blood glucose concentration especially during the early stage of fasting (between meals). After 12-18 hours fasting, liver glycogen is depleted.
- **Muscle glycogen** acts as a source of energy within the muscle itself especially during muscle contraction.

عشان ترجع مستوى السكر بالدم وبتشتغل لما يصير عندي حركة للعضلات



### 3. Cellulose

It is **unbranched** polysaccharides; it is **long straight chains** of  **$\beta$ -glucose units** linked together by  **$\beta$  1,4 glucosidic bond**.

- It is the main structural molecules in cell walls of plants. Cotton is almost pure cellulose. ولو بدى اشوفه بصورة نقيه بكون بالقطن

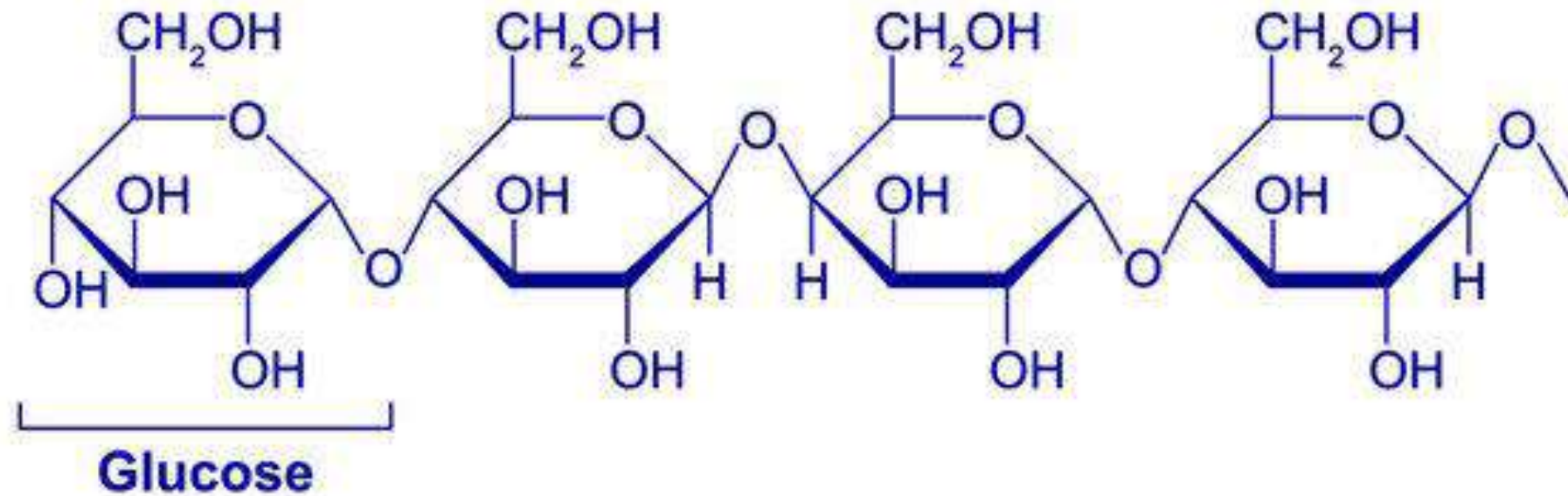
- Many mammals including humans cannot digest cellulose of diet because of the **absence of digestive enzyme that attacks  $\beta$ -linkage**.

لا نستطيع هضم السيليلوز، فقط آكلات الاعشاب لانه ما عنّا الانزائم اللي بكسر الروابط عنده

- ( $\beta$  1,4 linkages are not hydrolized by  $\alpha$  amylase)

هذا مخصص لتحطيم روابط الفا فقط

# Cellulose Structure



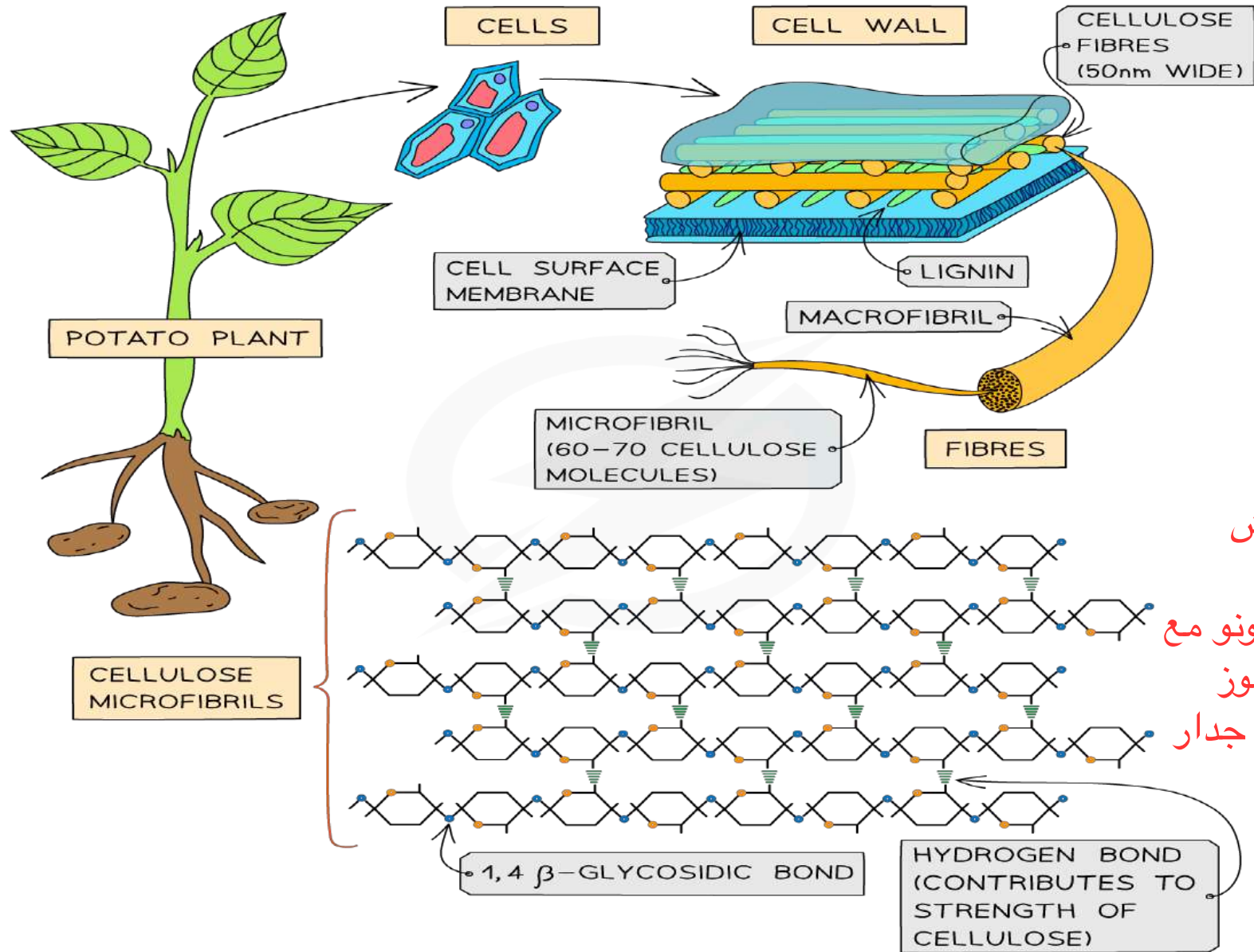
# Cellulose

- The presence of cellulose in diet is important because it **increases the bulk of stool**.  
وجود
- This **stimulates intestinal peristalsis** & prevents constipation (laxative).  
يزيد حركة الامعاء يمنع الامساك
- Cellulose is a **constituent of dietary fibers**. These fibers help in decreasing absorption of toxic compounds and reduce the incidence of colon cancer.  
موجود بالالياف الالياف المحتوية سليلوز تقلل امتصاص المركبات السامة، وتقلل الاصابة بسرطان القولون
- Cellulose can be utilized & serve as a **source of energy in herbivores** because their gut contains **bacterial enzyme that can attack  $\beta$  linkage**.

زي ما حكينا فقط اكلات الاعشاب تستخدمه ويعمل كمصدر طاقه عندها ،لانه امعائها تحتوي انزيم بكتيري بكسر الروابط

# Cellulose

- Cellulose is a polysaccharide found in plants as microfibrils.  
يعطي قوة للجدار عند النبات
- These form the structurally strong framework in the cell walls.
- Due to extensive inter-chain and intra-chain hydrogen bonding cellulose is not water soluble.  
غير قابل للذوبان لأنه يعمل روابط من الألياف بالنباتات بتكون قوية بعمل روابط هيدروجينية ممتد بين السلاسل وداخلها
- It is a straight chain polymer: unlike starch, no coiling or branching occurs, and the molecule adopts an extended stiff rod-like conformation, with high tensile strength.  
التفاف  
له شد  
تتمدد  
صلبة  
بوليمر من سلسلة ممتدة، عكس النشا ما فيه عنده تفرعات وعنده قوة شد عالية بين الجزيئات



اللي لونه اخضر مش  
 تفرعات هي روابط  
 هيروجينيه بتربط المونومع  
 بعض ليكون السيليلوز  
 قوي يعطي دعامة ل جدار  
 الخلية





قال الإمام الشافعي: كتب حكيم إلى حكيم يوصيه:

«قد أوتيتَ علماً، فلا تدنس علمك بظلمة الذنوب فتبقى  
في الظلمة يوم يسعى أهل العلم بنور علمهم».