# الاختبارات الوصفية للمواد الكربوهيدراتية

تنقسم التفاعلات العامة للكربوهيدرات إلى:

1. تفاعلات لونية.
2. تفاعلات اختزالية.
3. تفاعلات فلوريمِترية.
4. تفاعلات إنزيمية.

## أ) الاختبارات العامة المميزة للمواد الكربوهيدراتية (تفاعلات لونية):

الأساس النظري للتفاعلات اللونية بصفة عامة عبارة عن:

نزع 3 جزيئات ماء من جزئ السكر الأحادي عن طريق حمض الكبريتيك المركز, فتتكون الفورفيورال من البنتوزات وال 5- هيدروكسي ميثيل فورفيورال من الهكسوزات(وهذه المركبات تُعتَبَر **chromogen** أي المركبات الوسطية ذات الحلقة غير المتجانسة التي تتكون نتيجة معاملة السكر بالحمض أو القلوي).

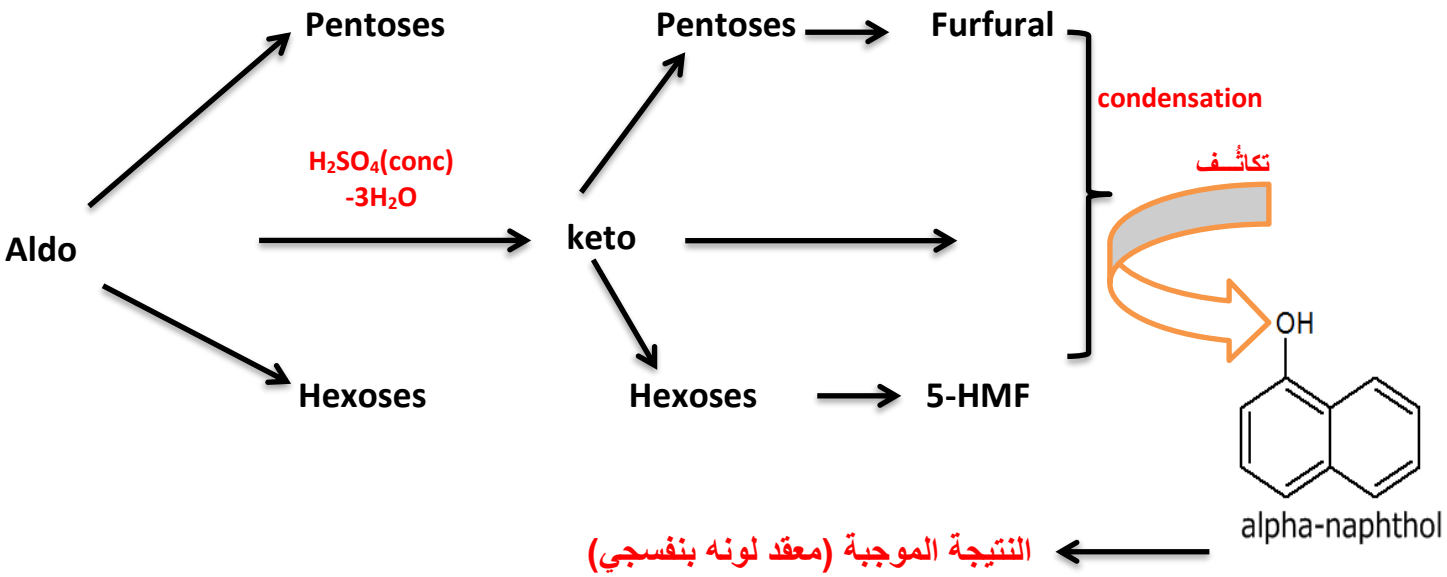
ثم يحدث تكاثُف بينها وبين مركب ال α-naphthol( والذي يعتبر **chromophor** أي الجوهر الكشّاف الذي يتفاعل مع ال chromogen ويتكاثف معه لإنتاج اللون مثل الألفا نافثول والفينول والأنثرون).

ويُلاحَظ الآتي:

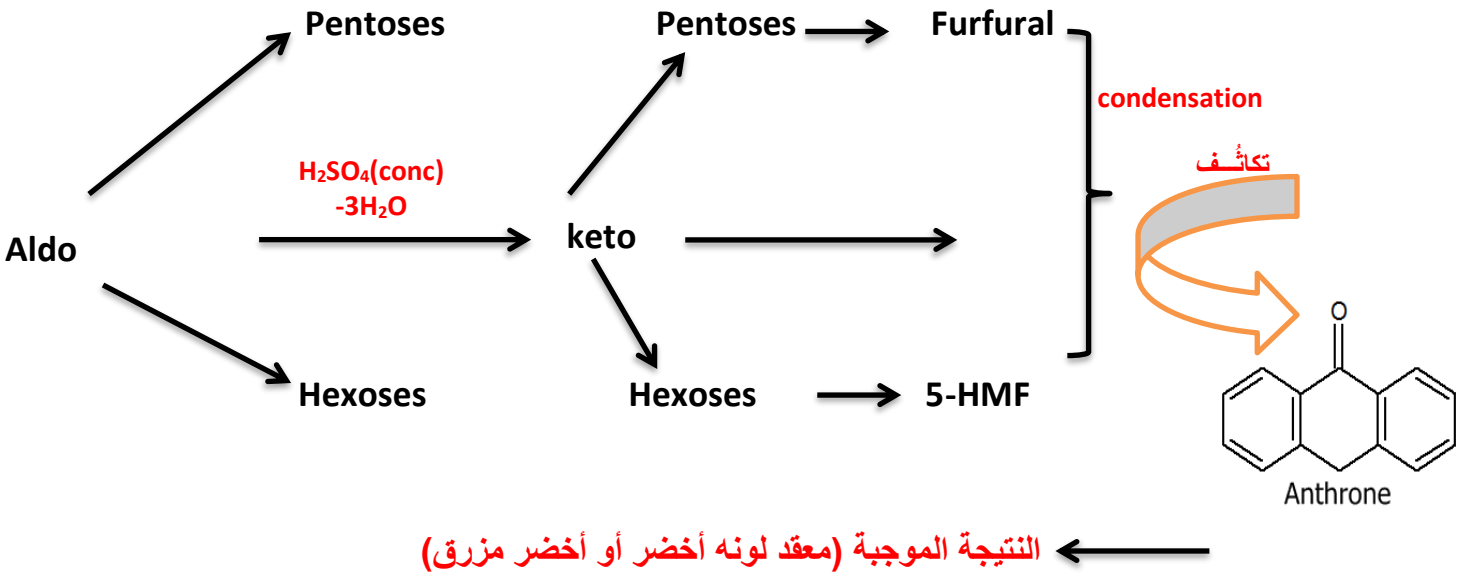
1. أنه لا تُعتَبَر الاختبارات العامة مثل الأنثرون ومولِش دليلًا قاطِعًا على وجود الكربوهيدرات وذلك بسبب:

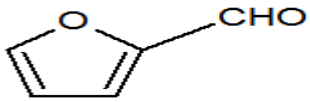
   أنَّ هذه الاختبارات تعطي نفس النتيجة مع بعض المركبات الأخرى مثل الفورفيورال ومشتقاته ومع بعض الأحماض العضوية مثل الستريك والطرطريك.
2. أهمية حمض الكبريتيك المركز في الاختبارات اللونية تكمُن في:
   - تكسير السكرات العديدة والأوليجو لسكرات أحادية.
   - تحويل السكرات الألدهيدية إلى سكرات كيتونية (حيث أنّ السُّكَّر الكيتوني هو الذي يُنزَع منه 3 جزيئات ماء في الواقع لنحصل على الفورفيورال ومشتقاته).
   - نزع ثلاثة جزيئات ماء.

## 1- اختبار مولِش (الألفا نافثول α-naphthol)

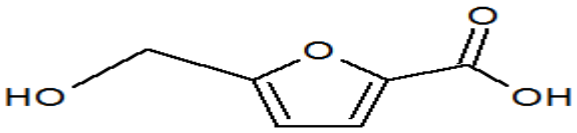



## 2- اختبار الأنثرون






Furfural




5-hydroxy methyl furfural

## ب) الاختبارات الاختزالية للكربوهيدرات (Reducing tests):

تحتاج التفاعلات الاختزالية إلى :

1- وسط قلوي مثل NaOH و $Na_2CO_3$ (وذلك لزيادة القدرة الاختزالية للسكر عن طريق تكوين ال Enediol "مركب وسطي به رابطة زوجية بين 2 كربونة " ).

2- عامل مؤكسِد مثل (حمض البكريك - $Ag^{+}$ - $Bi^{+++}$ - $Cu^{++}$) لأكسدة المجموعة الطرفية(حيث تكون هي المجموعة الفعّالة).

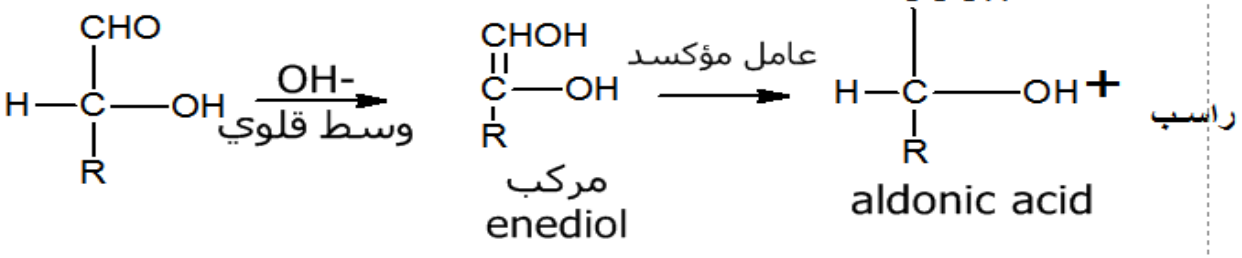
3- مادة مانعة للترسيب مثل (طرطرات الصوديوم والبوتاسيوم – سترات الصوديوم), وذلك بغرض حماية المادة المؤكسِدة ومنع ترسيبها في الوسط القلوي.

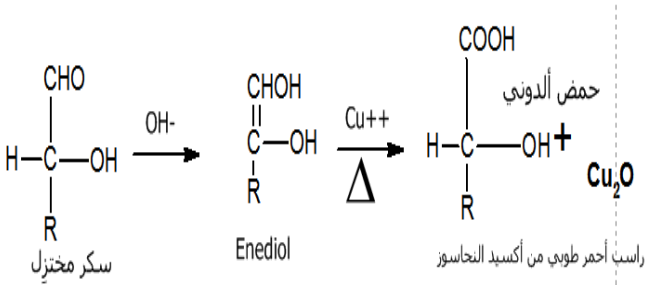
الأساس النظري للتفاعلات الاختزالية بصفة عامة عبارة عن:

$OH^-$ وسط قلوي — عامل مؤكسد

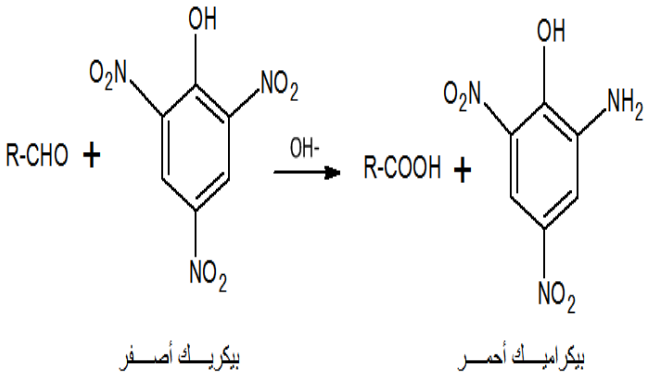
$$R\text{-}CHO \longrightarrow Endiol \longrightarrow Aldonic\ acid + Cu_2O + Ag\downarrow$$

سكر مختزل — مركب وسطي — حمض ألدوني — راسب



| اسم الاختبار | الوسط القلوي "الوسط القاعدي" | العامل المؤكسد | مانع الترسيب | الأساس النظري | النتيجة الموجبة |
|---|---|---|---|---|---|
| (1) اختبار ترومير | NaOH | $CuSO_4$ | _____ | $R\text{-}CHO + Cu^{++} \xrightarrow{OH^-}$ حمض ألدوني $R\text{-}COOH + Cu_2O$<br>راسب من أكسيد النحاسوز أيونات النحاسيك سكر مختزل<br> | راسب أحمر طوبي على جدار الأنبوبة |
| (2) اختبار فهلنج "جوهر فهلنج عبارة عن محلولين"<br>فهلنج (أ)<br>فهلنج (ب) | _____<br>NaOH | $CuSO_4$<br>_____ | _____<br>ملح روشيل(طرط رات الصوديوم والبوتاسيوم) | نفس الأساس النظري لترومير ويعتبر هذا الاختبار غير دقيق,لأنه يعطي نتيجة موجبة مع الكلوروفورم وأملاح الأمونيوم برغم عدم وجود كربوهيدرات مختزلة في المحلول.<br>.....<br>نظرًا لعدم ثبات أيونات النحاسيك في الوسط القلوي, حيث تترسب في صورة أكسيد نحاسيك أسود, فإنه يتم تحضير فهلنج (أ) بمفرده , والوسط القلوي بمفرده مع ملح روشيل في فهلنج (ب).<br>$Cu^{+2} + 2OH^- \longrightarrow Cu(OH)_2 \xrightarrow{\Delta} CuO\downarrow$<br>ترسيب أيونات النحاسيك في الوسط القلوي على الساخن في صورة أكسيد نحاسيك | راسب أحمر |
| (3) اختبار بندكت | $Na_2CO_3$ | $CuSO_4$ | سترات الصوديوم | نفس الأساس النظري لترومير وفهلنج إلا أنه يعتبر هذا الاختبار أكثر ثباتًا ويمكن الاعتماد عليه, لأنه لا يعطي نتيجة موجبة مع الكلوروفورم وأملاح الأمونيوم أو حمض البوليك. | راسب أحمر طوبي (يتدرج لونه حسب تركيز أيونات النحاسوز وتركيز السكر في المحلول) "برتقالي أو أصفر" |
| | الثلاثة مع بعض يُعرَفوا ب "محلول بندكت" ولاحظ أن كبريتات النحاس تأثيرها حامضي | | | | |
| (4) نترات الفضة النشادرية | $Ag(NH_3)_2OH$<br>نترات الفضة النشادرية | | _____ | $R\text{-}CHO + 2Ag^+ \xrightarrow{3OH^-} Ag\downarrow + R\text{-}COO^- + 2H_2O$<br>أيون الفضة فلز الفضة | راسب أسود لامع في قاع الأنبوبة أو مرآة لامعة على الجدار |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| (5) اختبار ferri cyanide "اختبار اختزال الحديدي سيانيد" | NaOH | سيانيد الحديديك | لا يحتاج لعامل منع ترسيب | $R\text{-}CHO + \{Fe(CN)_6\}^{-3} \xrightarrow{OH^-} R\text{-}COOH + \{Fe(CN)_6\}^{-4}$<br>أصفر اللون(يتم اختزال اللون) — عديم اللون | اختفاء اللون الأصفر |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| (6) اختبار حمض البكريك | $Na_2CO_3$ | "حمض عضوي" | المركبات العضوية لا تحتاج لعامل منع ترسيب<br>يُستخدَم هذا الاختبار في التقدير الكمي للكربوهيدرات, لأنه يتفاعل بنسبة واحد مكافئ: واحد مكافئ, ويتناسب تركيز اللون طرديًا مع تركيز السكر. |  | لون أحمر |
| (7) اختبار صبغة أزرق الميثيلين | NaOH | ———— | ———— | ———— | اختزال لون الصبغة من الأزرق للعديم |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| (8) اختبار بارفويد "مميز للسكرات الأحادية المختزلة" | يتم هذا الاختبار في وسط حامضي من حمض الخليك المخفف | خلات النحاس $(CH_3COO)_2Cu$ | ———— | $R\text{-}CHO + Cu^{++} \xrightarrow{H^+} R\text{-}COOH + Cu_2O$<br>أيونات النحاسيك سكر مختزل — راسب من أكسيد النحاسوز<br>يُلاحَظ على هذا الاختبار أنه:<br>1- مميز للسكرات الأحادية المختزلة فقط, ولكن عند زيادة التسخين لمدة أطول من 5 دق وهو الوقت المحدد لإجراء الاختبار, فقد ينجح الاختبار مع سكرات ثنائية مختزلة ك اللاكتوز, حيث يحدث تحلل جزئي للاكتوز إلى سكرات أحادية( جلوكوز و جالاكتوز).<br>2- هذا هو الاختبار الاختزالي الوحيد الذي يتم في وسط حامضي. | لون أحمر طوبي على جدار الأنبوبة الداخلي من ناحية القاع |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **(9)**<br>**اختبار بارفويد المُعَدَّل** | **الحاجة لهذا الاختبار جاءت بسبب:**<br>**1- صعوبة رؤية الراسب المتكون على جدار الأنبوبة في اختبار بارفويد.**<br>**2- اختبار بارفويد ينجح مع بعض المركبات بنسبة بسيطة لذلك يمكن أن يكون غير دقيق.**<br>**.....**<br>**يتم هذا الاختبار في وسط حمضي أيضًا مثل اختبار بارفويد مع فارق استبدال حمض الليك المخفف ب حمض اللاكتيك, وكذلك إضافة حمض الفوسفوموليبيديك كجوهر كشاف لتوضيح النتيجة الموجبة للاختبار.** | **نفس الأساس النظري لاختبار بارفويد , مع فارق استبدال حمض الخليك بحمض اللاكتيك, وإضافة حمض الفوسفوموليبيديك.** | **لون أزرق غامق** |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **(10) اختبار الصودا الكاوية NaOH test** | **NaOH** | **_____** | **___** | | **لون أصفر مع ظهور رائحة كريهة نتيجة تكوُّن الراتنجات Resin "قد يتحول اللون الأصفر للون بني تدريجيًا باستمرار التسخين".** |
| | **ينجح مع السكرات الأحادية والثنائية المختزلة** | | | | |