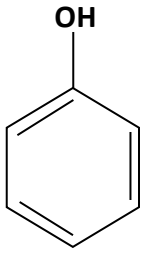
المركبات الفينولية **Phenolic Compounds:**

بدأ تاريخ المركبات الفينولية المستخلصة من النباتات في مجال الصناعة أولاً ومن الأصناف الأكثر شهرة لهذه المركبات هي التانينات والتي استعملت منذ القدم في دباغة الجلود وصناعة الحبر، وكذلك تدخل بعض المركبات الفينولية في صناعة البلاستك والمواد الملونة وتعرف المركبات الفينولية على أنها مركبات فعالة ذات أوزانٍ جزيئية منخفضة حاوية على حلقة أروماتية تحمل واحداً أو أكثر من مجاميع الهيدروكسيل.

وتؤدي المركبات الفينولية دوراً مهماً في نمو وتكاثر النباتات فضلاً عن أنها تحميها من الإصابة بالأمراض والحشرات وبالتالي تعد عوامل مقاومة طبيعية للنباتات، إذ تجعل جدران الخلايا غير منفذة للماء والغازات، و أنها تكون مسؤولة عن أعطاء صفة الصلابة للنباتات.

تكون اغلب الفينولات ذائبة في الماء وهي توجد مرتبطة مع السكر على هيئة كلايكوسيدات وتنشأ في جدران الخلايا، أن لموقع وعدد مجاميع الهيدروكسيل في الفينولات علاقة مع الفعالية المضادة لهذه المركبات تجاه الأحياء المجهرية والفعالية المضادة للأكسدة

تتواجد المركبات الفينولية بالطبيعة على هيئة فلافونيدات، حوامض فينولية، تانينات ، اللكنينات.

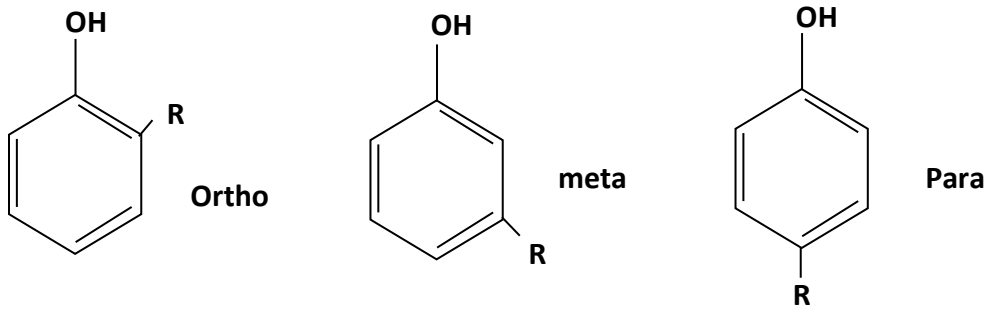


تركيب الفينول

تصنيف المركبات الفينولية ***Classification of phenolic compounds***:

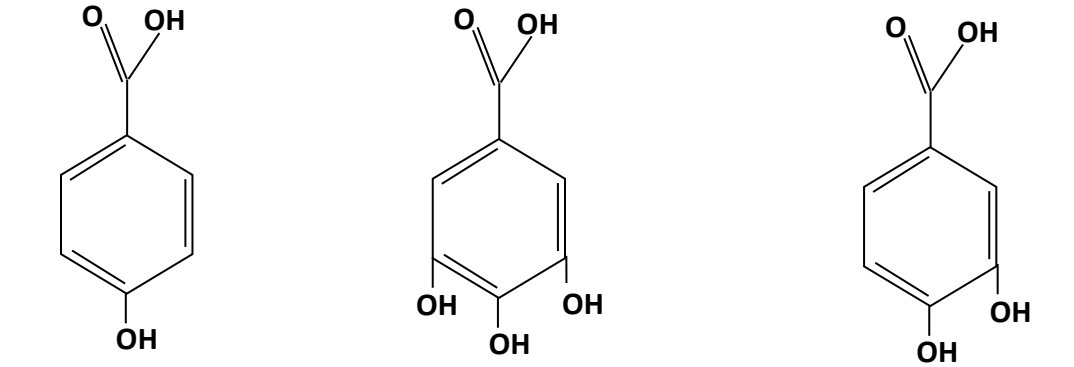
١ - الفينولات والأحماض الفينولية **Phenols and phenolic acid**

الفينولات البسيطة هي المركبات التي تحتوي على مجموعة هيدروكسيلية متصلة بذرة الكاربون يستبدل فيها موقع مجموعة (R) على حلقة البنزين لينتج عنها Para أو Meta أو Ortho وفي هذه الحالة تكون المجموعة الفعالة هي المجموعة الهيدروكسيلية.



الفينولات البسيطة

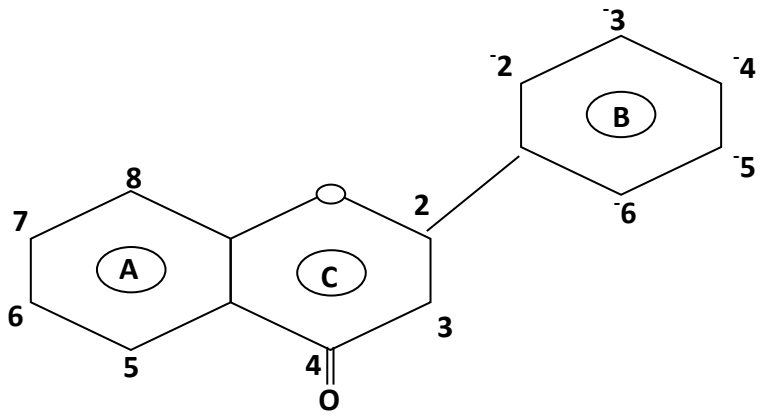
ينتج عن التحلل الحامضي للأنسجة النباتية العديد من الفينولات الحامضية الذائبة في الايثر و المتجمعة مع اللكنين وهي غير ذائبة في الكحول، أو تكون ذائبة في الكحول ومرتبطة كاكلايكوسيدات بسيطة ومن الأمثلة على هذه الحوامض هي P-hydroxybenzoic acid و Gallic acid و Protocatechuic acid وكما مبين



تركيب أنواع من الحوامض الفينولية

٢- الفلافونيدات Flavonoids:

التركيب الأساسي للفلافونيدات هو عبارة عن نواة الفلافون Flavon المحتوية على ١٥ ذرة كاربون مرتبطة في ثلاث حلقات ($C_6 - C_3 - C_6$) يطلق عليها (A – B– C) ذات مجاميع هيدروكسيل متعددة، وأن الاختلاف بين أنواع الفلافونيدات يعود إلى اختلاف تركيب الحلقة الوسطى C غير المتماثلة Hetrocycle من حيث أكسدتها وإشباعها، في حين إن التباين بين النوع الواحد ناتج عن نمط استبدال وإعادة ترتيب Rearrangement الحلقتين B و A . الفلافونيدات عبارة عن صبغات ذائبة في الماء وتوجد بالنباتات على شكل متأصرة مع السكر ككلايكوساید وهي واسعة الانتشار في الطبيعة إذ تتواجد في جميع النباتات تقريباً فهي توجد في الأزهار والأوراق والأغصان والجذور والثمار، كما تسهم في أعطاء النكهة والطعم واللون الجذاب لكثير من الفواكه والخضروات أما التركيب العام للفلافونيدات، فيوضحه الشكل

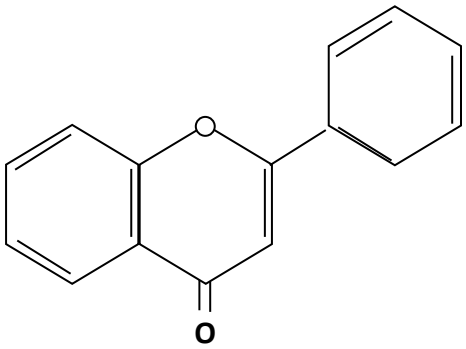


تركيب الفلافونيدات

وتصنف الفلافونيدات إلى خمسة مجاميع رئيسة هي:

١- الفلافونات Flavones:

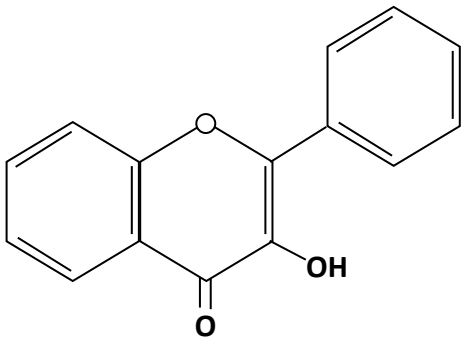
وفيها الموضع ٢: ٣ غير مشبع ويوجد ١٨ مركب منها على الأقل وهي موجودة في العديد من الفواكه والخضروات والتوابل والأعشاب ومن الأمثلة على هذه المجموعة هي Apigenin يوجد في الكرفس والبابونج Chrysin و Tricin ويبين الشكل ا لصيغة التركيبية للفلافونات



تركيب الفلافونات

٢- الفلافونولات Flavonols:

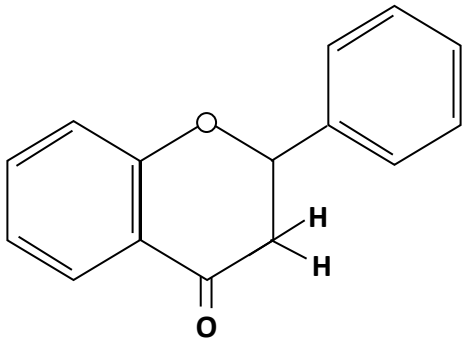
تتميز هذه المركبات عن Flavones بوجود مجموعة هيدروكسيلية في الموقع (٣) وتنتشر هذه المركبات في أوراق العديد من النباتات ويوجد على الأقل (٢٧) مركباً منها مثل Myricetin الموجود في جوزه الطيب Kaempferol و Quercetin والشكل يوضح الصيغة التركيبية لها:



تركيب الفلافونولات

٣- الفلافانونات Flavonones:

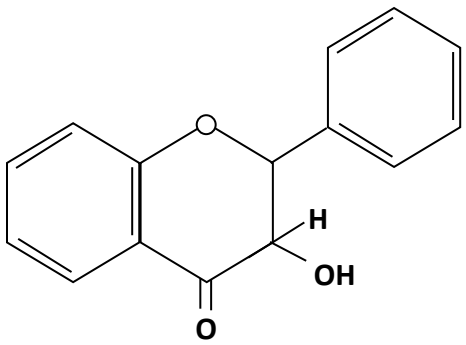
وتتميز هذه المركبات عن سابقتها كون الموقع ٢: ٣ مشبعاً، وهي تتواجد بصورة رئيسة في ثمار الحمضيات ومن الأمثلة عليها Naringenin و Hespertin و Pinocombrin ويشير الشكل إلى الصيغة التركيبية للفلافانونات.



تركيب الفلافانونات

٤- الفلافانولات Flavanols

هي مجموعة من المركبات تتميز بكون الموقع ٣ يكون مشبعا مع وجود مجموعة هيدروكسيل عليها ويوجد منها على الأقل ٥ مركبات مثل Epicatechin و Epigallo Catechin و Gallocatchin ويبين الشكل الصيغة التركيبية للفلافانولات.

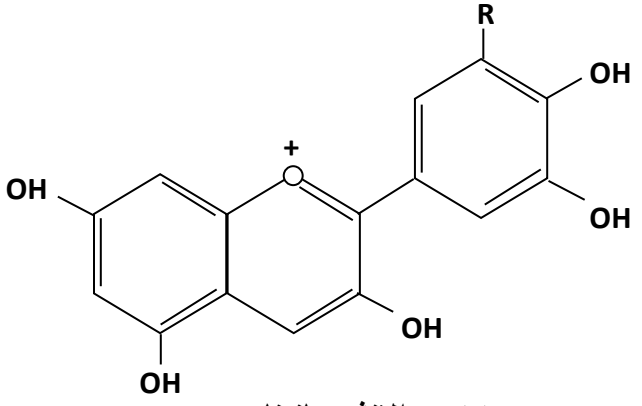


تركيب الفلافانولات

٥- الأنثوسيانينات Anthocyanins:

تنتشر هذه المركبات بكثرة في النباتات الملونة وهي صبغات ذائبة في الماء تتميز بوجود آصرة مزدوجة بين الموقعين ١: ٢ وآصرة مزدوجة أخرى بين ٣: ٤ وهذه الصبغات مسئولة عن اللون الأحمر والبنفسجي والأزرق والأسود في الفواكه والأزهار وتوجد ستة مركبات تابعة لهذه المجموعة هي Cyanidin ، Delphinidin، Penoidin، Malvidin، Petunidin و Pelarganidin.

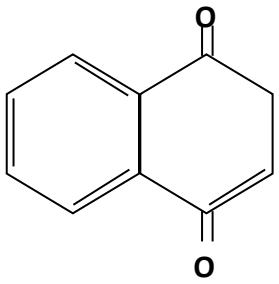
والشكل يوضح الصيغة التركيبية للـ Anthocyanin.



تركيب الانثوسيانينات

الكوينونات **Quinones**:

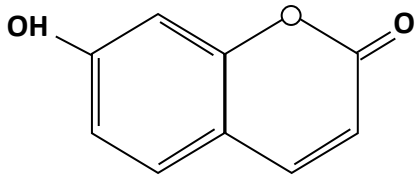
هي مركبات أروماتية تحتوي على مجموعتي كيتون معوضة ويوضح الشكل التركيب الكيميائي لها وهي مركبات ملونة تكون مسئولة عن تفاعلات البناء عند قطع أو تحطيم جدار الثمرة في الفواكه والخضروات. وتكون الكوينونات معقدات مع الأحماض الأمينية في البروتينات مما يؤدي إلى تقليل فعاليتها Inactivation وبالتالي يفقد البروتين وظيفته ....الشكل يوضح الصيغة التركيبية.



تركيب الكوينونات

الكيومارينات **Caumarins**:

هي مركبات فينولية يعبر عنها بالصيغة $C_6 - C_3$ تحتوي على مجموعة كيتونية ذرة الأوكسجين فيها تكون غير متماثلة Heterocycle في الحلقة C_3، تؤدي الكيومارنيات دوراً مهماً في مقاومة النباتات للإصابة بالأمراض وكذلك الأشعة فوق البنفسجية



تركيب الكيومارينات

التانينات **Tannins**:

تعد التانينات من المركبات التجارية المهمة في دباغة الجلود، ويمكن تعريف التانينات بأنها بوليمرات فينولية ذائبة في الماء، ذات مجاميع هيدروكسيلية متعددة وأن الوحدة الداخلة في بناءها التركيبي مشتقة من أنواع مختلفة من المجاميع الفينولية وتتواجد في كل أجزاء النباتات كالسيقان والجذور والأوراق وبسبب احتواء التانينات على عدد كبير من المجاميع الهيدروكسيلية الحرة فأن لها القدرة على تكوين أواصر هيدروجينية مع البروتينات والكاربوهيدرات