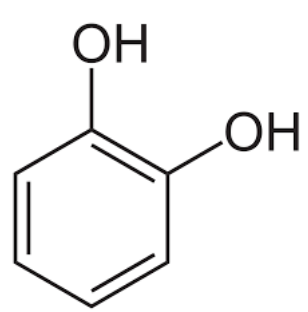
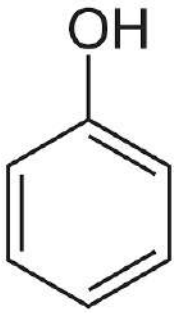
الفينولات Phenols

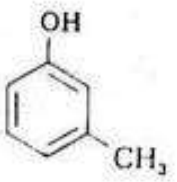
تعد الفينولات ثاني أكبر مجموعة من مركبات الايض الثانوي في النبات بعد القلويدات وتحتوي جزيئة الفينول البسيط على حلقة بنزين ترتبط بها مجموعة او اكثر من مجاميع الهيدروكسيل (OH) وتوجد هذه المركبات في النباتات الراقية وغير الراقية كالسرخسيات والحزازيات والعديد من الاحياء الدقيقة وتسمى الفينولات أيضا بالمركبات العطرية Aromatic compound لرائحتها المميزة او تسمى بالمركبات الحلقية المغلقة ويعزى سبب التسمية الى احتواء المركبات الفينولية على حلقة البنزين وتتميز هذه المركبات بوجود مجموعة هيدروكسيل (OH) مرتبطة مباشرة بالحلقة الاروماتية واحيانا ترتبط عدة مجاميع مختلفة بالمركب الفينولي مثل مجموعة الهيدروكسيل والكاربوكسيل (COOH) ومجموعة المثيل (CH3) وقد توجد المركبات الفينولية بهيئة مركبات ذات سلسلة مفتوحة او تسمى اليفاتية (غير حلقية) وتختلف الفينولات البسيطة عن الدهون :

1- تذوب جزئيا في الماء

2- قليلة الذوبان في المذيبات العضوية لكنها تذوب عندما يكون الوسط حامضي (PH منخفض) وتعزى قابلية الفينولات الضعيفة للذوبان في الماء والمذيبات العضوية القطبية الاقطبية الى الوسط الحامضي الى عدم تأين مجموعة (OH) و (COOH) في المركب الفينولي

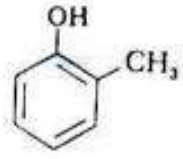




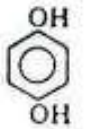


ميتا – كريزول

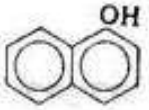
6، 4، 2 – ثلاثي بروموفينول



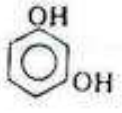
أورثو-كريزول



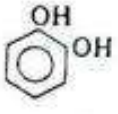
هيدروكوينون



ألفا – نفثول



رسورسينول



كاتيكول

حامض ساليسيليك

ان معظم المركبات الفينولية لا توجد حرة داخل الخلية النباتية بل توجد مرتبطة مع جزيئة او عدة جزيئات من السكريات لتكون على هيئة مركبات جليكوسيدية لذا نلاحظ ان بعض التصنيفات تدرج المركبات الفينولية ضمن المركبات الجليكوسيدية، وتوجد الفينولات أيضا مرتبطة مع السكريات الدهنية بواسطة اصرة استر سكرية مع احد حوامض الهيدروكسيل والكاربوكسيل لتكون مركبات كلايكولبيد Glycolipids تخزن في الفجوات العصارية للخلية، وان بعض الاحماض الامينية مثل التربتوفان Tryptophan والتايروسين Tyrosine والفينيل النين Phenylalanine تصنف من ضمن المركبات الفينولية العضوية الحلقية المغلقة وذلك لتشابه طريقة ايض هذه الحوامض الامينية مع المركبات الفينولية.

فوائد الفينولات

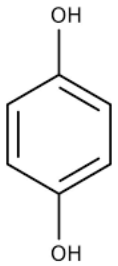
1 - التخلص من ضرر السطوع الشمس الطويلة خاصة صيفا اذ تمتص الفينولات الطاقة الضوئية الفائضة عن حاجة النبات لحماية مركباته الحيوية
2 - تكييف بيئة الخلية من خلال تنظيم درجة الحرارة من الغليان والانجماد وتنظيم المحتوى الازموزي.
3 - تسبب الفينولات سبات بعض البذور مثل فعالية مركب الكومارين Coumarin.
4 - تعطي الفينولات الالون الزاهية الأزهار الذي يساعد في جذب الحشرات لأغراض التلقيح.
5 - تؤدي الفينولات دورا مهما في منع إصابة بعض النباتات با لأمراض مثل حامض Protocatechuic acid الذي يمنع مرض التبقع الفطري في البصل، وان النسبة العالية من حامض Chlorogenic acid تمنع مرض جرب البطاطا او جرب التفاح اذ ان الضرر الميكانيكي الذي يحدث للبطاطا يسبب حدوث اسوداد للدرنة ناتج عن حدوث عملية الاكسدة بأنزيم Phenol Oxidase ثم يحدث تجمع للفينولات Phenolization مسببة بذلك اسوداد في الانسجة المقطوعة اذ تعمل هذه الفينولات كمضادات طبيعية للفطريات.
6 - تسيطر على فعالية تكوين بعض الانزيمات وتنظم نمو وتطور النبات
7 - وجد ان المركب الفينولي الكومارين Coumarine يتحول الى كحول Dicoumarol ذو التأثير السمي على الحيوانات التي تتغذى على البرسيم بعد خزنه لفترة طويلة.
8 - تسيطر على فعالية تكوين بعض الانزيمات وتنظم نمو وتطور النبات
9 - تعد الفينولات أحد الصور التي يخزن بها النبات الطاقة والمغذيات التي يمكن للنبات استرجاعها عند الحاجة اليها
10 -تقوم بدور مضاد الأكسدة Antioxidant اذ انها تعرقل اكسدة الكلوروفيل والهرمونات

تصنيف الفينولات Phenols classification

تصنف الفينولات وفقا لهيكلها الكاربوني الى

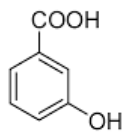
أولا : - الفينولات البسيطة Simple phenolics

تحتوي هذه المجموعة في تركيبها حلقة بنزين مرتبطة بواحد او أكثر من مجاميع الهيدروكسيل مثل مركب Hydroquinone ومركب Arbutin .

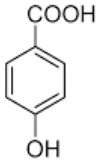


ثانيا:- الاحماض الكربوكسيلية الفينولية Phenol Carboxylic Aci

تحتوي هذه المجموعة في تركيبها على حلقة بنزين مرتبطة بمجموعة حامضية هي مجموعة الكربوكسيل COOH فضال عن ارتباط واحد أو أكثر من مجاميع الهيدروكسيل. مثل مركب Hydrobenzoic Acid ومركب Protocatechuic acid وفي بعض المركبات قد ترتبط مجاميع أخرى بالحلقة مثل مجموعة المثيل CH3 مثل مركب Hydroxy Phenolic acid .



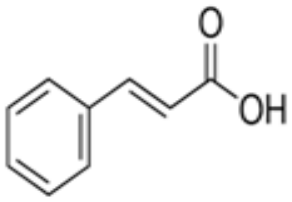
1. 3-Hydroxybenzoic acid



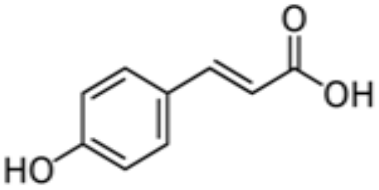
2. 4-Hydroxybenzoic acid

ثالثا:- الفينل بروبان ومشتقاته Phenylpropanes and Derivative

يتكون الهيكل الكاربوني لهذه المجموعة من حلقة بنزين إضافة الى سلسلة جانبية من ث ذرات كربون، وتنتمي لهذه المجموعة اهم الفينولات داخل النبات مثل Cinnamic acid و Coumaric acid .



Cinnamic acid



Coumaric acid

رابعا:- **مشتقات الفلافين** Flaven Derivatives

تضم هذه المجموعة مشتقات الفلافونات التي تتميز بالهيكل الكربوني للفلافون الذي يتكون ثلاث حلقات بنزين هي الحلقة (A) والحلقة (B) ثم الحلقة الوسطية (C) التي تحتوي على الاوكسجين وتشمل هذه المركبات مجموعتين هما الفلافونات والانثوسيانات.

البناء الحيوي للفينولات

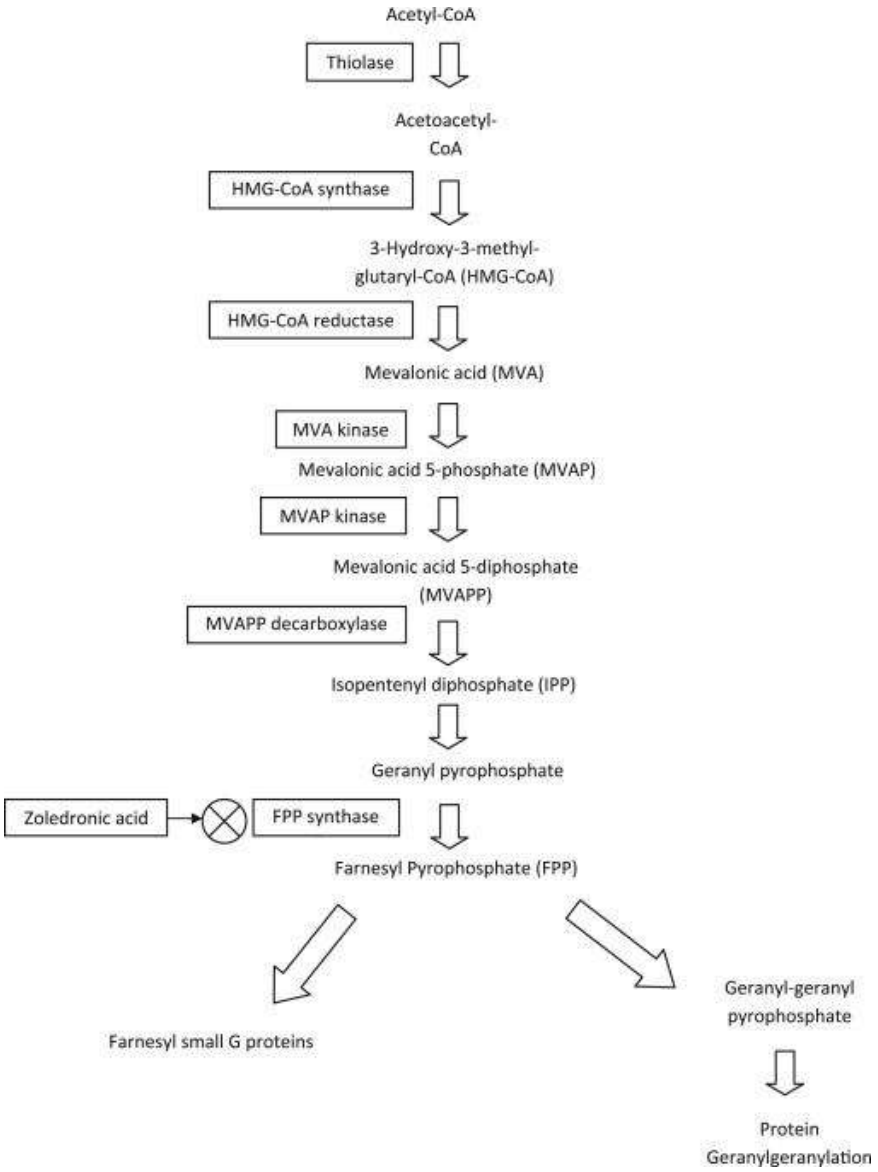
يوجد عدة مسالك لبناء النظام الحلقي Aromatic system للمركبات الفينولية في النباتات الراقية

أولا: مسلك حامض الشيكميك The Shikimic acid pathway

يعد هذا المسلك في بناء حامض الشيكميك وكذلك خطواته الوسطية ذات أهمية كبيرة للنبات ليس في انتاج الفينولات فحسب بل في بناء الاحماض الامينية الأروماتية Phenylalanine و Tyrosine و Tryptophan

ثانيا: مسلك الاستيت مالونيAcetate Malonate Pathway

وهو مسلك مشابه لبناء الاحماض الدهنية اذ يبدا كل منهما بالمرافق الانزيمي Acetyl – CoA ويشارك مرافق انزيمي اخر Malonyl - COA ، ويبدا المسلك الحيوي في بناء الفينولات التابعة لمجموعة الفلافونات بثلاث وحدات Malonyl - COA ، التي تتحد معا ثم تحدث عملية نزع لمجاميع الكربوكسيل Decarboxylation بينها ليتحد المركب الناتج في الوقت نفسه مع جزيئة Acetyl - COA لينتج مركب Polyketo acid الذي يتحلق Cyclization بطرق مختلفة لينتج في النهاية فينولات هيدروكسيلية .



اهم مجاميع المركبات الفينولية في النباتات الراقية:

أولا: مجموعة حامض السيناميك Cinnamic acid

ثانيا: مجموعة الكيومارين

ثالثا: مجموعة اللكنين

رابعا: مجموعة الحوامض الكربوكسيلية الفينولية

خامسا: مجموعة مشتقات الفلافونيدا

الكشف عن الفينولات:

يذاب (30-50 ملغ) من المسحوق النباتي في (1 مل) من الماء او الخليط من الماء والكحول ويضاف بحدود ثلاث قطرات من (2%) من المحلول المائي لكلوريد الحديديك ويلاحظ اي تغير في اللون او تكون راسب وان معظم الفينولات تنتج الالوان الاحمر والازرق والارجواني او الاخضر والبنفسجي.