جدول 11: النشاط البيولوجي لبعض الراتنجات

نوع الراتنجات	مصدرها	التاثير العلاجي والاستعملات
راتنج قلفونة (Golophany Resin)	الصنوبريات	منبه ومدر للبول يدخل في صناعة الصابون
راتنج البودوفيليين (Resin Podophyllum)	جذور وسيقان نبات *Podophyllum pellatum*	يحد من انتشار السرطان يستعمل كمرهم لكي اورام البشرة
راتنج (Cannabis)	القمم المزهرة لنبات *Cannabis sativ*	مضاد للجراثيم والصرع موسع للقصبات
راتنج القديسين (Guaiaun Resin)	*Guaiacum officinalis*	مضاد لالتهاب المفاصل

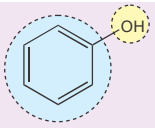
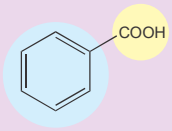
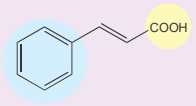
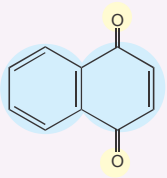
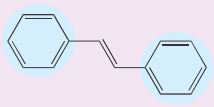
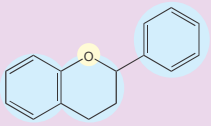
V المركبات الفينولية

المركبات الفينولية هي واحدة من أكبر مجموعات المركبات الثانوية للنباتات، تنتج من الفواكه الخضروات، الشاي والكاكاو وغيرها من النباتات التي تملك فوائد صحية، تعرف الفينولات على أنها مركبات غير أزوتية يتم تخليقها من أيض حمض الشكميك أو من متعدد الاسيتات ، تظم مجموعة واسعة من المركبات العضوية التي تحوي في هيكلها البنيوي واحدة أو أكثر من الحلقات العطرية (بنزين) مرتبطة بمجموعة واحدة أو أكثر من مجاميع الهيدروكسيل (OH) ، بالإضافة إلى ارتباطها بمجاميع عديدة أخرى مثل الأستر ومجاميع الكربوكسيل ($-COOH$) وكذلك مجاميع الميثيل (CH_3) ، وقد تم التعرف على أكثر من 8000 مركب فينولي يستند تصنيفها حسب:

- عدد مجموعات الهيدروكسيل.
- التركيب الكيميائي: أحادية، ثنائية ومتعددة الفينولات.
- بدائل في الهيكل الكربوني: عدد الحلقات العطرية وذرات الكربون في السلسة الجانبية.

مما يجعلها تنقسم إلى عدة مجموعات كما هو موضح في(جدول 12)

جدول 12: النشاط البيولوجي لبعض الراتنجات

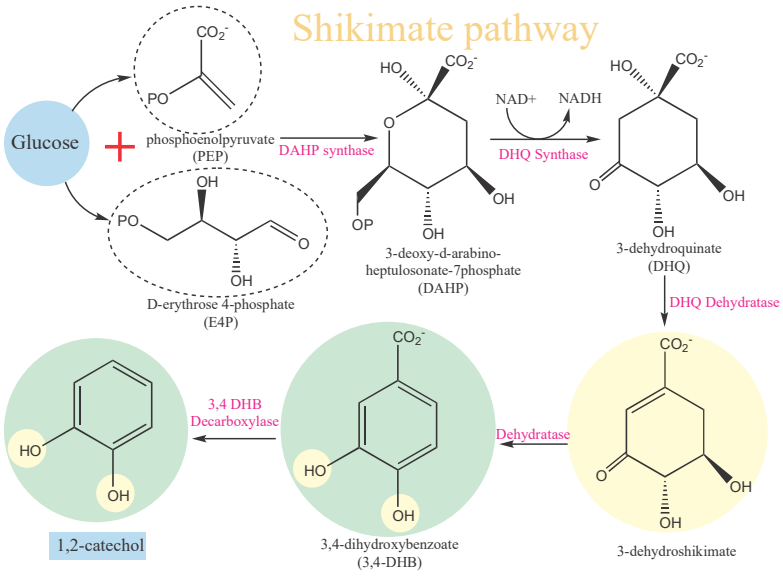
الهيكل الكربوني	أقسام المركبات الفينولية	البنية الأساسية	مثال	المصدر الغذائي
C_6	Phenols simple		Catechol	Epices, Fraise
$C_6 - C_1$	Acide hydroxybenzoïque		p-hydroxybenzoic	Pomme, pomme de terre
$C_6 - C_3$	coumrine, Acide hydroxyl-cinnamique		Acide cafeique, scopoletine	Citrus
$C_6 - C_4$	Naphthoquinone		Juglone	Noix
$C_6 - C_2 - C_6$	Stilbene, Anthraquinones		Resveratrol	Vingne
$C_6 - C_3 - C_6$	Flavonoides		Kaempfeerol quercetine	Fruits, légume, fleurs
$(C_6 \cdot C_3)_2$ $(C_6 \cdot C_3)_n$	Lignanes Lignines		Pinorésinol	Pin Bois
$(C_6 \cdot C_3 \cdot C_6)_n$	Tannins condenses		Pocianidine	Raisin rouge, Kaki

1.V تصنيف المركبات الفينولية

تصنف المركبات الفينولية إلى عدة مجموعات منها الفينولات البسيطة ، الأحماض الفينولية ، الكومارينات ، الفلافونويدات ، التنينات ومركبات Lignan

1.1.V الفينولات البسيطة تخليقها الحيوي ونشاطها البيولوجي

الفينولات البسيطه هي مركبات كيميائية عضوية تنتج من النباتات، تحتوى على حلقة بنزين مرتبطة بواحد أو أكثر من مجموعات الهيدروكسيل، ويعد مركب الفينول C_6H_5OH من ابسط الفينولات. تستخدم هذه المركبات بشكل واسع في الصناعة الكيميائية لإنتاج العديد من المنتجات العضوية الكيميائية المسوقة مثل انتاج حمض الساليسليك، حمض البكريك ، الكلورفينولات وانتاج المواد البلاستيكية والمواد اللاصقة والمتفجرات الخ... تميزالفينولات البسيطة بنشاط بيولوجي مهم ضد الميكروبات في النبات، ومن اهم مركباتها مركب Catechol الذي يدخل في صناعة المبيدات الحشرية وكمواد بادئة في صناعة العطور والمواد الصيدلانية ومركب Hydroquinone الذي يستخدم كتطبيق موضعي في تفتيح البشرة ومعالجة مشاكل التصبغات الجلدية. التخليق الحيوي لهذه المركبات يتم انطلاقا من اتحاد مركب (PEP) مع مركب (E 4-P) معطية حمض الشكيميك، هذا الأخير يفقد مجموعة ثنائي الكربوكسيل في وجود إنزيم 3,4-Dihydroxybenzoic Decarboxylase كماهو مبين في (شكل 42)

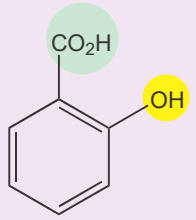
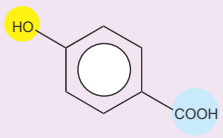
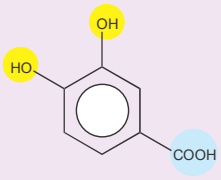
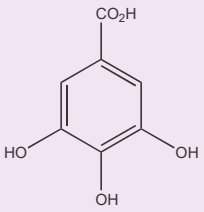
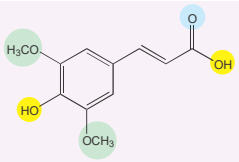
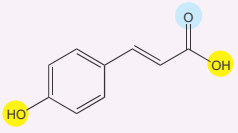
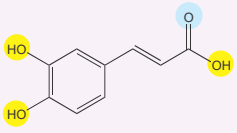
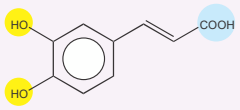


شكل 42: التخليق الحيوي للفينولات البسيطة (Catechol)

2.1.V الأحماض الفينولية البسيطة تصنيفها ،توزيعها وتخليقها الحيوي

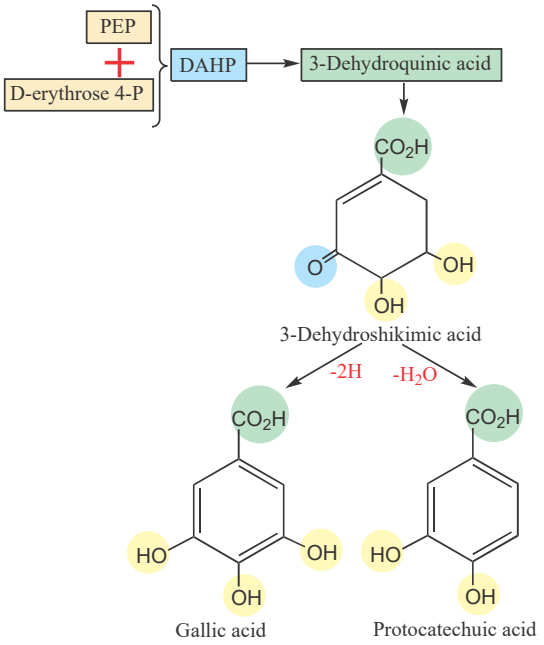
الأحماض الفينولية البسيطة هي مركبات قابلة للذوبان في المذيبات القطبية، تضم مشتقات حمض البنزويك ومشتقات حمض السيناميك (جدول 13)

جدول 13: لمشتقات أحماض البنزويك وأحماض السيناميك

أمثلة لأحماض البنزويك			
 salicylic acid	 p-hydroxyl acid	 protocatechic acid	 Galic Acid
أمثلة لأحماض السيناميك			
 sinapic acid	 p-coumaric acid	 Ferulic acid	 Cafeic Acid

أحماض الهيدروكسي بنزويك (C_6-C_1)

تعتبر البنية الأساسية في تكوين بعض الهياكل الهامة مثل حمض protocatechuic وحمض gallic ، هذا الأخير يدخل في بناء التنينات المتحللة الموجودة في المانجو، الفواكه الحمراء مثل الفرولة والتوت. يتم تخليق هذه المركبات انطلاقا من اتحاد مركب phosphoenolpyruvate (PEP) مع مركب D-Erythrose 4-phosphate مشكلا مركب سباعي الكربون 3–deoxy-D-arabino-heptulosonic acid 7-phosphate (DAHP) الذي يمر بسلسلة من التفاعلات إلى غاية الوصول إلى المركب 3-dehydroshikimc acide الموضحة في (شكل 43) هذا الاخير تحدث له اما عملية الاكسدة معطيا حمض gallic اوتحدث له عملية نزع الماء معطيا حمض protocatechuic

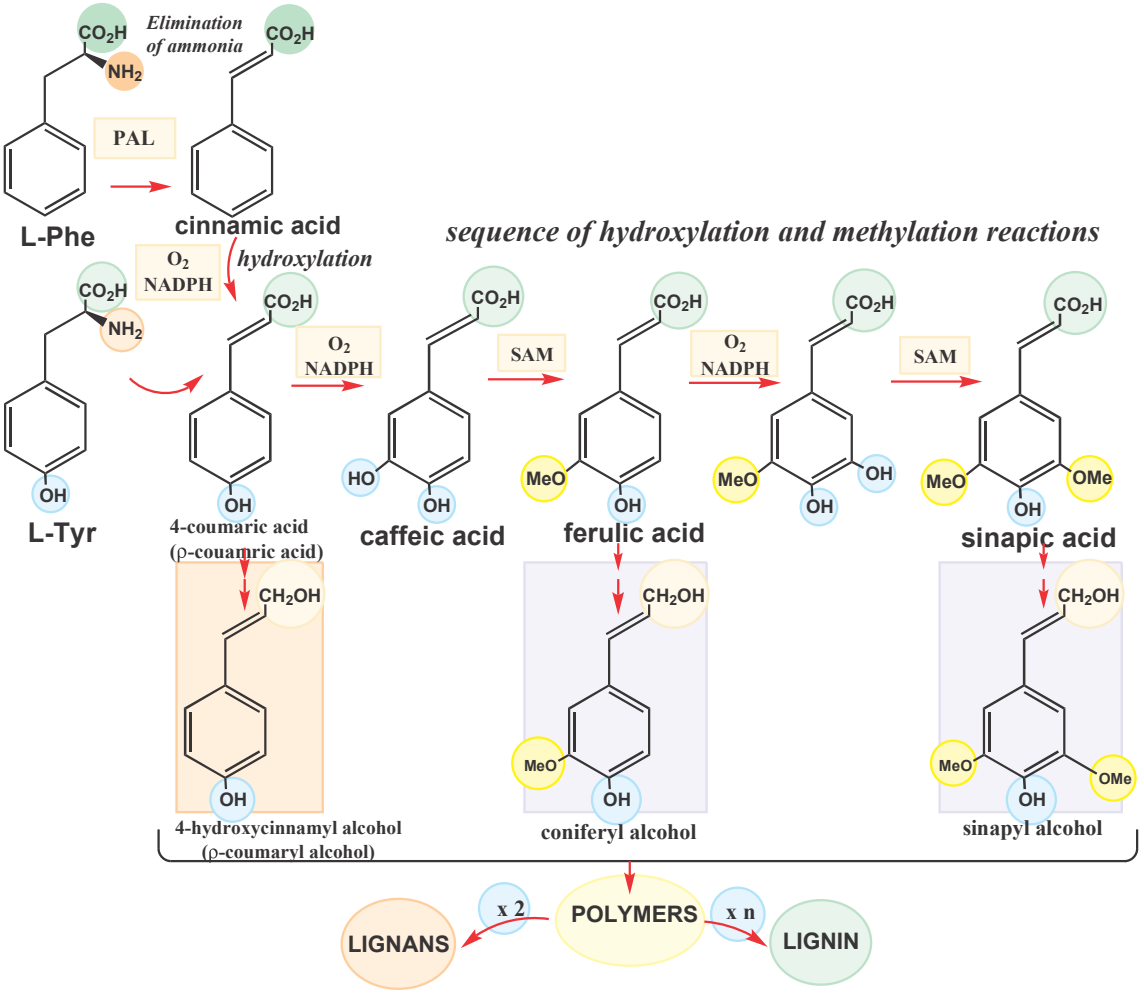


شكل 43: التخليق الحيوي لبعض مشتقات أحماض البنزويك

أحماض السيناميك (C_6-C_3)

: فهي أكثر وفرة مقارنة بأحماض البنزويك، تشمل أربعة مركبات

تتواجد بكثرة في الفواكه تتمثل في أحماض ferulic, cafeic, sinapic, ρ-coumaric ، يتم تخليقها بإزالة مجموعة الأمين من الحمض الآميني L-Phe أو L-Tyr ، بالإضافة إلى تفاعلات الأكسدة واضافة مجاميع المثيل من قبل المانح S-adénosylméthionine (SAM)، ومن خلال تكاثف هذه المركبات يتم بناء اللجنين واللغنان، كما هو مبين في مسار التخليقي (شكل 44)



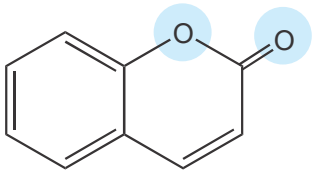
شكل 44: التخليق الحيوي لبعض مشتقات أحماض السيناميك

1.2.1.V الخصائص العلاجية للأحماض الفينولية

تملك الأحماض الفينولية ومشتقاتها خصائص علاجية تتمثل في كونها:

- مضادة للأكسدة أي تعمل على اقتناص الجذور الحرة من الجسم مثل حمض الجاليك
- مضادة للالتهاب كما تعتبر عامل خافض للحرارة مثل حمض الساليسليك salicylique acide
- مركبات واقية للسرطان وأمراض القلب والأوعية الدموية

3.1.V الكومارينات

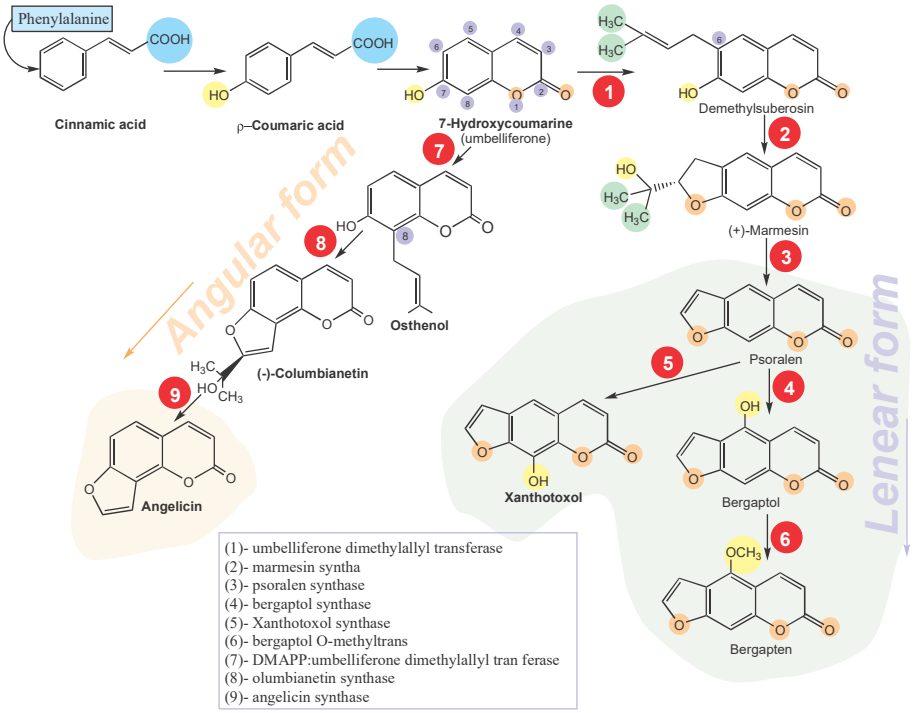


شكل 45: البنية الكيميائية لنواة الكومارين

مركب الكومارين مركب كيمائي نباتي موجود في الطبيعة، اشتق اسمه من كلمة (coumarou) وهو اسم لنبات (Dipteryx odorata Willd.) من عائلة Fabaceae ينتمي الكومارين إلى مجموعة من المركبات تسمى (benzopyranes) صيغته الجزيئية ($C_9H_6O_2$) وهو ناتج من تحلق حمض ρ-Coumaric acid وهو يعتبر المركب الأم للعديد من المنتجات الطبيعية، وذلك باستبدال موضع أو أكثر من المواضيع الغير المستبدلة في نواة الكومارين بمجموعات أكسيجينية التي توجد على هيئة فينولية أو إيثيرية أو مرتبطة بوحدة سكرية تكون في المواضيع 3 إلى 8 ، يعرف منها ما يقارب 1500 مركب تحوي في بنائها حلقة كومارين منتشرة في 800 نوع نباتي، دورها على مستوي النبات يتمثل في حماية النبات من الأشعة فوق البنفسجية ، لها دور دفاعي نظرا لكونها مضادة للبكتيريا، كما تدخل في آلية عمل الهرمونات النباتية كمثبطات النمو

1.3.1.V تواجد الكومارينات ومكان تخليقها الحيوي

تتواجد الكومارينات في عدة فصائل نباتية مثل: Compositae, Leguminosae, Magnoliaceae, Rutaceae, Oleaceae و Ranunculaceae ، حيث يتم تخليقها الحيوي على مستوى الأوراق ثم تتوزع على باقي الأعضاء النباتية، ويوضح (شكل 46) أهم الخطوات والإنزيمات المسئولة عن تخليق الكومارينات ومختلف أنواعها سواء في الوضع الخطي أو الوضع الزاوي انطلاقا من حمض الآميني فنيل الأنين.



شكل 46: يوضح المسلك الحيوي لتخليق الكومارينات ومشتقاتها

2.3.1.V تقسيم الكومارينات

يمكن تقسيم الكومارينات إلى عدة أقسام:

كومارينات مستبدلة على حلقة البيرون: تشمل هذه المجموعة كومارينات مستبدلة في الموقعين 3 و4 على حلقة البيرون بمجموعات مثل الالكيل، OH والفنيل، وهذا النوع من الكومارينات نجده في عدة عائلات نباتية مثل: Magnoliaceae, Papillonaceae وRanunculaceae .

كومارينات مستبدلة على حلقة البنزين: يكون المستبدل على حلقة البنزين بمجموعات OH، الألكيل أو الأسيتيل، يتواجد هذا النوع في أكثر من 100 عائلة نباتية مثل Umbelliferone الذي يتواجد في أزهار *Hydrangea paniculta* وقلف *Aegle marmelos* وقشور *Citrus grandis*

بيرانوكومارين: تتمثل هذه المجموعة في اندماج حلقة سداسية مع نواة الكومارين في الموقع 7 لتعطي نوع خطي أو زاوي هذه المجموعة تميز كومارينات عائلة Umbelliferae.

فيرانوكومارين: تتكون هذه المجموعة من اندماج حلقة الفيران مع الكومارين في الموقع 7 وتضم نموذجين الأول خطي مثل (psoralen) والثاني زاوي مثل (angelicine) (شكل 46)، وقد ثبت أن عائلة Apiaceae وعائلة Rutaceae تشمل على هذا النوع من الكومارينات مقارنة بالعائلات الأخرى.

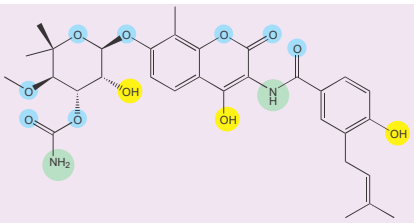
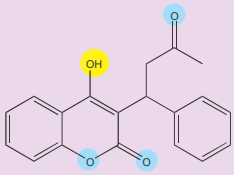
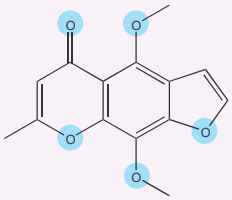
3.3.1.V الاختبار الكيمائي للكشف عن الكومارينات

من أجل الكشف عن الكومارينات في مختلف الأنواع النباتية، يتم نقع 0.5غ من المادة النباتية في الميثانول داخل أنبوب اختبار، ثم يتم غطاء فوهة الأنبوب بورق ترشيح معامل بمحلول NaOH (1N)، يوضع أنبوب الإختبار لبضع دقائق في حمام مائي، تسحب ورقة الترشيح وتفحص تحت أشعة UV. ظهور إشعاع أصفر دال على وجود الكومارينات.

4.3.1.V النشاط البيولوجي للكومارينات

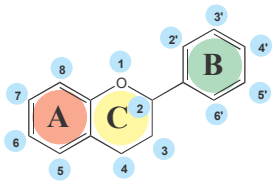
ارتبطت الكومارينات بالعديد من الأنشطة البيولوجية والدوائية المتمثلة في كونها مضادات للأكسدة، مثبطات أنزيمية لطلائع المواد السامة، مضادات الالتهاب والحساسية ، مضادات للفيروسات والسرطان، مضادات لتخثر الدم وانسداد الأوعية الدموية للقلب مثل مركب hydroxy-4-coumarine ، كما يوضح (جدول 14) بعض التسميات والبنيات الكومارينية ونشاطها البيولوجي.

جدول 14: الأهمية الصيدلانية لبعض الكومارينات

نوع الكومارين	البنية الكيميائية	الخاصية العلاجية
Aminocoumarine		مضاد حيوي
Coumaphène		مضاد للتخثر يمنع انسداد الأوعية الدموية
Khelline		معالجة المغص الكلوي المرض الشريان التاجي، الربو و الأمراض الجلدية مثل الصدفية

4.1.V الفلافونويدات

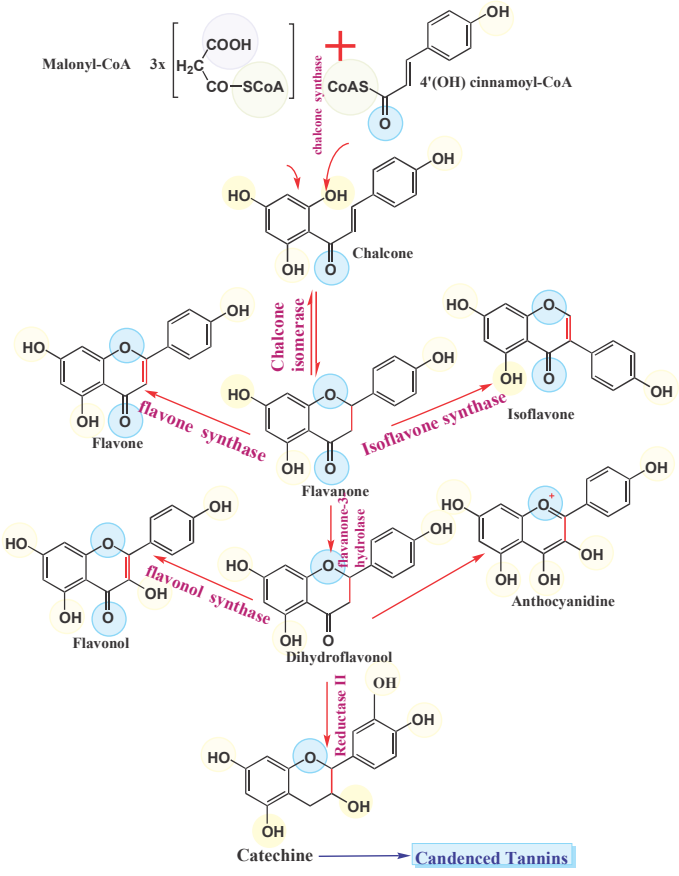
الفلافونويدات هي مجموعة واسعة من المركبات الفينولية التي تنتجها النباتات خاصة كاسيات البذور ومتوسطة عند عاريات البذور وشبه منعدمة عند الطحالب والفطريات، تخليقها يكون في الكلوروبلاست، تتواجد في جميع أنسجة النبات خاصة في الفجوات ، تعتبر الفلافونويدات مسئولة عن لون الأزهار والفواكه، يقدر عددها حاليا أكثر من 4500 مركب فلافونويدي ، تتكون بنيتها من 15ذرة كربون موزعة على حلقتين بنزينيتين(حلقة A وB) تفصلهما حلقة غير متجانسة من نوع البيران (C) مشكلة هيكل مكون من (C_6-C_3-C_6) (شكل 47)، وهي مركبات عموما قابلة للذوبان في الماء.



شكل 47: بنية الفلافونويدات

1.4.1.V التخليق الحيوي للفلافونويدات

يتم التخليق الحيوي لمختلف الفلافونويدات انطلاقا من مسلكي الشكيمات والمالونات، حيث يعتبر مركب الشالكون الوسيط الأساسي في اصطناع الفلافونويدات، الناتج من تكاثف ثلاث جزيئات من Malonyl-CoA مع ρ-cinnamoyl-CoA بتحفيز من إنزيم chalcone synthase (CHS). ويعد مركب الفلافون أول فلافونويد متشكل من خلال عملية تحوير فراغي من قبل إنزيم chalcone isomerase، وبتفاعلات الأكسدة، الإرجاع والحلمهة ...إلخ، وبتحفيز من إنزيمات خاصة (شكل 48) يتم تخليق مختلف البنيات الفلافونويدية.



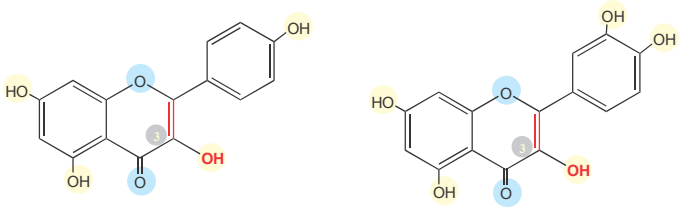
شكل 48: التخليق الحيوي لمختلف البنيات الفلافونويدية

2.4.1.V أقسام الفلافونيدات

تتميز الأقسام المختلفة لهذه المركبات بإضافة مستبدلات على الحلقتين A و B ،وكذلك درجة عدم التشبع وأكسدة الحلقة C ،مما يجعلها تحتوي على هياكل مختلفة (شكل 48)

1.2.4.1.V الفلافونول Flavonols

هي المركبات الفلافونويدية الأكثر وفرة في المواد الغذائية، تتميز بعدم التشبع في الحلقة غير متجانسةالحلقة (C)، مع وجود مجموعة هيدروكسيل في الموضع C_3 من حلقة البيرون ومن أشهر مركباتها Kaempferol و Quercetine

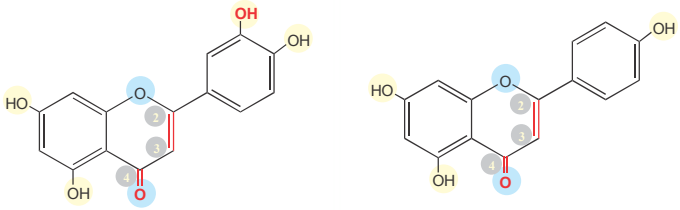


Kaempferol Quercetine

شكل 49: بعض بنيات الفلافونول

2.2.4.1.V الفلافون Flavones

تتميز هذه المركبات بوجود رابطة زوجية في الموقع 2-3 للحلقة C، ومجموعة كيتونية على ذرة الكربون 4، تتكون أساسا من Luteoline و Apigenine.

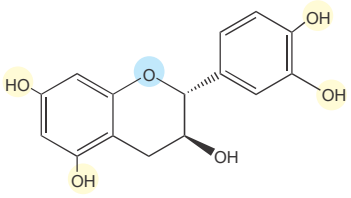


Luteoline Apigenine

شكل 50: بعض بنيات الفلافونول

3.2.4.1.V الفلافانول Flavanols

تشبه الفلافون مع غياب الرابطة زوجية بين ذرتي الكربون 2 و3، ويعد مركب Catechine من ابسط المركبات التابعة لهذه المجموعة

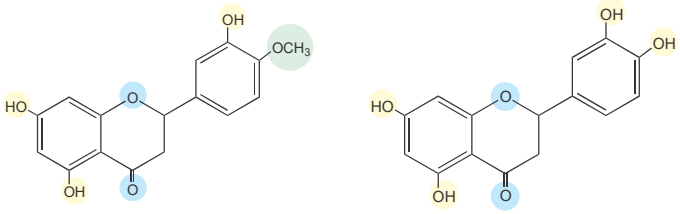


Catechine

شكل 51: البنية الكيمائية لـ Catechine

4.2.4.1.V الفلافانون Flavanones

تتميزهذه المركبات بغياب الرابطة المزدوجة بين C_2 و C_3 في الحلقة C ،وكذلك غياب مجموعة الهيدروكسيل في الموقع 3. وتعتبر الحمضيات مصدر لهذه المركبات. تتمثل في Eriodictyol المتواجد في الليمون ، Naringenin في الليمون الهندي و Hesperitin في البرتقال.

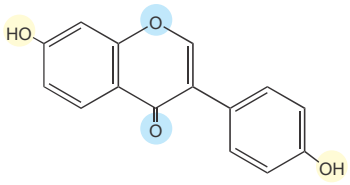


Hesperitin Eriodictyol

شكل 52: بعض بنيات الفلافانون

5.2.4.1.V الإيزوفلافون Isoflavones

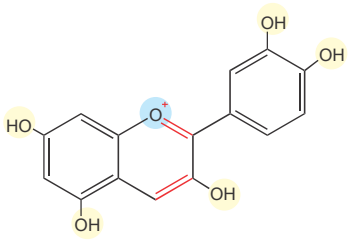
في هذه المجموعة ترتبط الحلقة B بالموضع رقم3، مثل مركب Daidzeine، تتميز هذه المركبات بهيكل كيميائي مشابه لهرمون الاستروجين يتمثل في وجود مجموعة الهيدروكسيل في الموقع C_7 و$C_{4'}$ مثل مركب الاستراديول.



شكل 53: البنية الكيمائية لـ Daidzeine

6.2.4.1.V الانتوسيان Anthocyanes

هي ملونات طبيعية توجد في مختلف أنسجة النباتات سيقان ،جذور، ثمار ، أوراق وأزهار، مسؤولة عن اللون (البرتقالي ،الوردي ،الأحمر ،الأرجواني والأزرق) ويكون اختلاف اللون مرتبط بـ pH. تتميزهذه المركبات بسهولة ذوبانها في الماء، ويعد مركب cyanidine من ابسط المركبات التابعة لهذه المجموعة.



شكل 54: البنية الكيمائية لـ Cyanidine

3.4.1.V دور الفلافونويدات ونشاطها البيولوجي

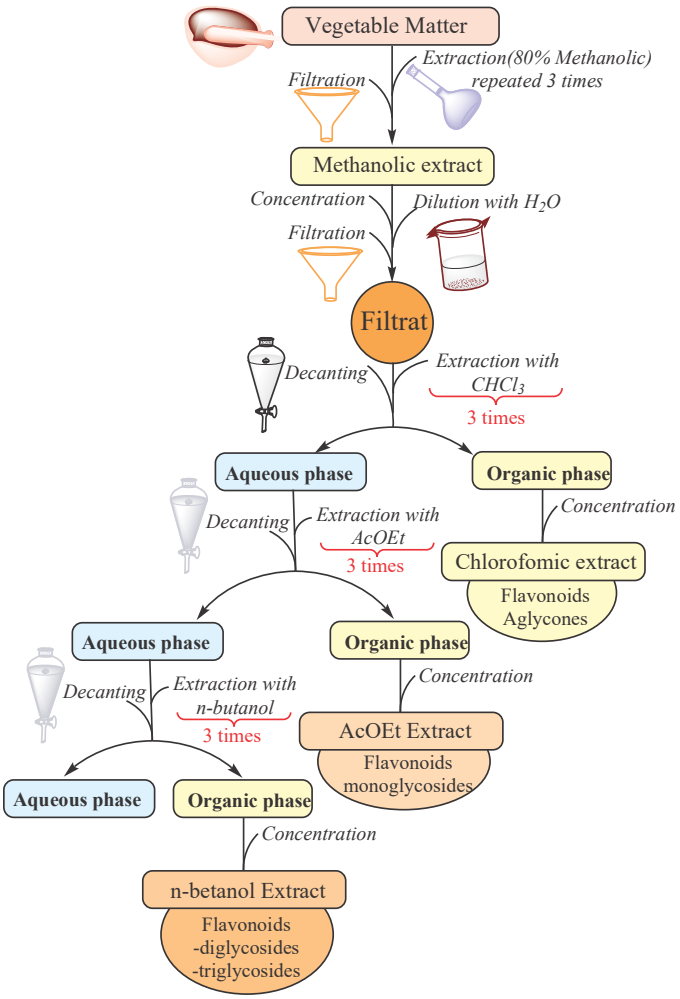
الفلافونويدات لها دور في حماية النباتات ضد الأشعة فوق البنفسجية، ومن الحيوانات أكلات الأعشاب والحشرات، فالفلافونويدات مسئولة أيضا عن إعطاء اللون للنبات وبصفة خاصة الأزهار مما يمنحها الصفة الجاذبة لجلب مختلف ملقحات النبات. بينت العديد من الدراسات أن للفلافونويدات العديد من الخصائص العلاجية منها:

- مضادة للأكسدة إذ تعمل على منع تشكل الجذور الحرة وتكوين مركبات أكثر استقرار وهذا بفضل بنيتها
- تتميز الفلافونيدات مثل (Scutellarein, Amentoflvone) بنشاطها المضاد للفيروسات بدراسة تأثيرها على فيروس HIV ، وقد تم إثبات فعالية الفلافونيدات علي كبح تضاعف فيروس HIV وذلك من خلال تثبيط أنزيم الاستنساخ العكسي لـ ADN Polymérase ، كما أن للفلافونيدات تأثير مضاد للبكتيريا.
- تملك الفلافونويدات نشاط مضاد للالتهاب حيث ثبت أن كل من Hesperidin و Quercetine لهما دور في تثبيط الإنزيمات المسئولة عن مظاهر الالتهاب مثل (cyclooxygenase, ipooxygenase)
- مضاد للحساسية، فالفلافونيدات معروفة بتثبيطها للأنزيمات التي تساعد على تحرير مادة الهيستامين مثل مركب Quercetine
- لها القدرة على منع انتشار الخلايا السرطانية مثل Hesperidin, kaempferol, Naringin و Tangertin

4.4.1.V استخلاص المركبات الفلافونويدية

أغلبية المركبات الفينولية تتواجد على مستوى الفجوات، يتم استخلاصها بسحق النبات ونقعه في الإيثر البترولي لمدة 24 ساعة، يرشح وتكرر العملية ثلاث مرات من أجل نزع الدهون والكلوروفيل مع الحفاظ على الفينولات دون انحلالها، ينقع المتبقي من النبات في الميثانول80% ، تكرر العملية ثلاث مرات من أجل إستخلاص المركبات الفينولية ثم يرشح المستخلص ويركز ويعامل بالماء المقطرالساخن، بعد ذلك تستخلص المركبات الفينولية حسب تدرج قطبية المذيبات العضوية (استخلاص انتقائي) كما هو موضح في(شكل 55)، فالمستخلص الكلوروفورمي يعمل على استخلاص الفلافونويدات غير السكرية (flavonoïdes aglycones).

أما مستخلص الأسيتات قادر على استخلاص الفلافونويدات الأجليكونية عديدات الهيدروكسيل والأجليكوزيدات أحادية السكر، في الأخير مستخلص البيتانول يعمل على استخلاص نوع خاص من المركبات الفينولية كالفلافانويدات الغليكوزيدية (ثنائية ومتعددة التسكر).



شكل 55: الإستخلاص المركبات الفلافونويدية

5.1.V التنينات

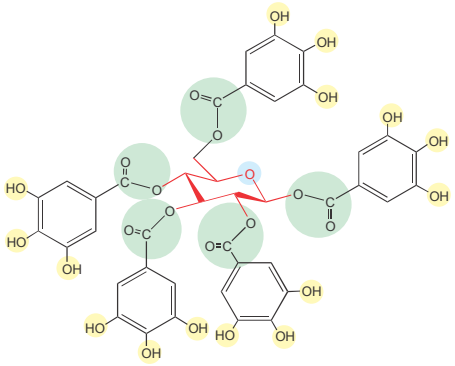
هي مركبات فينولية متغيرة البنية، وزنها الجزيئي كبير يتراوح بين 500-3000 دالتون ، وهي مواد غير متبلورة تذوب في الماء مشكلة محاليل غروية لاحتوائها على عدد كبير من مجاميع الهيدروكسيل، كما يمكنها أن تذوب في الكحول والأسيتون وغير قابلة للذوبان في المحاليل عديمة القطبية مثل البنزين، لها مذاق مر، تتواجد التنينات تقريبا في جميع النباتات وفي مختلف أعضائه: جذور، لحاء ، أوراق ، ثمار وبذور..، بشكل حبيبات في السيتوبلازم أو تكون مدمصة في الأغشية. التنينات نادرا ما تكون حرة فهي تعمل على ترسب القلويدات ، الجيلاتين ،البكتين والبروتينات معطية مركبات صعبة غير تعفنية، إذ تعتبر مادة دابغة للجلود.

1.5.1.V أقسام التنينات

تنقسم التنينات في النباتات الراقية إلى قسمين هما:

1.1.5.1.V التنينات المتحللة

هي مركبات قابلة للتحلل تتواجد في معظم العائلات النباتية مغلفة البذور وثنائية الفلقة خاصة Rosidae, Hamamelidae و Dilenidae وتغيب كليا في عائلة Asteridae، وهي عبارة عن جزيئات متعددة الأسترات لسكر وعدد متغير من جزيئات حمض الفينول تتحلل بسهولة في الأحماض، القواعد والإنزيمات لتعطي: سكرالجلوكوز عادة وحامض الفينول الكربوكسيلي



شكل 56: البنية الهيكلية للتنينات المتحللة

وتبعا لنوع الحامض الكربوكسيلي تنقسم التنينات القابلة للتحلل إلى:

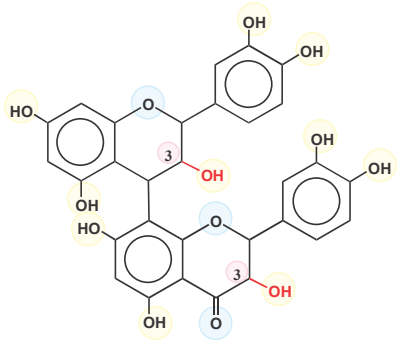
- Gallic tannins: هي أسترات لحمض الجاليك والجلوكوز تتواجد في العائلات التالية: Geraniaceae, Aceraceae, Ericeae, Fagaceae وAnacardiaceae
- Ellagic Tanins: ناتجة من حمض Hexahydroxy diphenic acid وهي تتواجد في عدة عائلات نباتية منها: Fagaceae, Myrtaceae, Rosaceae وCombretaceae ....الخ

تعطي مركبات هذه المجموعة اللون الأزرق مع محلول كلوريد الحديديك

2.5.1.V التنينات المكثفة

تعرف أيضا باسم Proanthocyanidine تتواجد في معظم النباتات ، لها بنية أكثر تعقيدا ناتجة عن تكاثف وحدات Flavane-3-ol مرتبطة مع بعضها بروابط كربونية C-C.

تعطي مركبات هذه المجموعة اللون الأخضر مع محلول كلوريد الحديديك



شكل 57: البنية الهيكلية للتنينات المكثفة

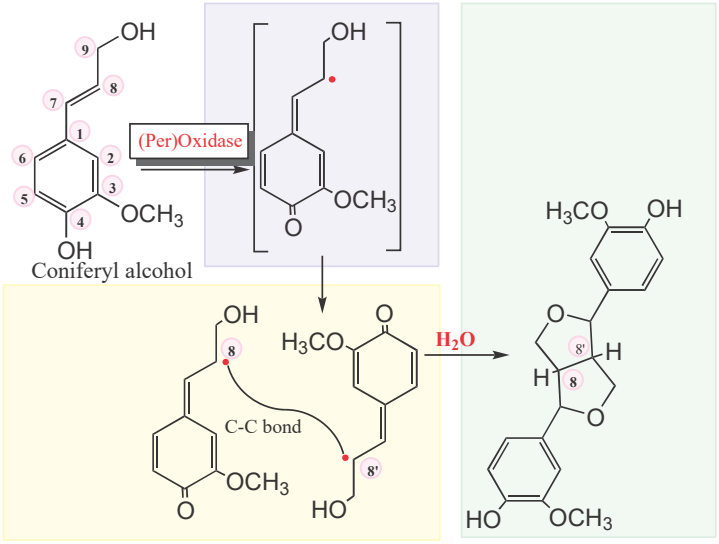
3.5.1.V دور التنينات ونشاطهاالبيولوجي

يتمثل دور التنينات كغيرها من المركبات الثانوية في:

- حماية النباتات من الحشرات والحيوانات العاشبة
- تعتبر مضادات للبكتيريا والفطريات
- مضادات للالتهاب فمثلا في البرازيل تستخدم التنينات المستخلصة من نبات *Anacardium occidentale* كمضاد للالتهاب، كما يعمل حمض التانيك على تثبيط السيتوكينات المسئولة عن الاضطرابات الالتهابية للمعدة والأمعاء
- مضادة لارتفاع الضغط مثل مركب Corilagine المستخلص من نبات *Lumnitzera racemosa*
- تستخدم كمطهرات للجروح ووقف النزيف لمفعولها القابض كما لها دور مضاد للسرطان مثل مركب Oenotheine B ينتمي إلى مجموعة Tanins ellagiques
- مضاد للأكسدة مثل تنينات نبات *Guiera senergalensis* لها قدرة على كسح الجذور.

6.1.V مركبات Lignan نشاطها البيولوجي وتخليقها الحيوي

اقترح مصطلح اليغنان من قبل العالم هاوورث سنة 1937 ، على أنها مركبات كيميائية طبيعية تخلق في النبات وتصنف ضمن المنتجات متعددة الفينول، ومن خواصها أنها عديمة اللون والرائحة ذات الشكل البلوري، مئات من مركبات اللغنان تم عزلها من سبعون عائلة نباتية تقريبا من بينها Laurales ، Magnoliales وPiperales، ففي عاريات البذور تتركز في الأخشاب بينما في كاسيات البذور تتواجد في جميع الأنسجة (الجذور، الأوراق ،الأزهار ، الثمار والبذور).
مركبات اللغنان تتميز بنشاط بيولوجي عالي ففي النبات لها دور دفاعي ضد البكتيريا، الفطريات والفيروسات ، علاوة على ذلك ففي الطب الصيني تستعمل ثمار نبات *Schisandra chinensis* وجذور وسيقان نبات *Kadsura coccinea* الغنية بمركبات اللغنان مثل enterodiol ضد مكافحة فيروس نقص المناعة البشرية وضد السرطان



التخليق الحيوي: تنتج هذه المركبات من اتحاد ذرة الكربون 8 لجزيئة فنيل بربانويد (C_6-C_3) مع ذرة الكربون 8 لجزيئة فنيل بربانويد آخر (شكل 58)، أو تنتج عن طريق تفاعل ديمرة لكحولات مستبدلة ومشتقة من حمض السينامك (شكل 44)، تحفز هذه التفاعلات إنزيمات الأكسدة والمتمثلة في Laccase و Peroxidase

شكل 58: التخليق الحيوي لمركبات Lignan

VI القلويدات

1.VI تعريف القلويدات

القلويدات عبارة عن مواد عضوية أزوتية يكون الأزوت في حلقة غير متجانسة، يتم تخليقها من الأحماض الأمينة، توجد القلويدات في النباتات بصورة حرة آو على شكل أملاح لبعض الأحماض النباتية مثل:حمض الطرطريك وحمض سيتيريك...، تم معرفة أكثر من 12.000 قلويد موجودة في حوالي 20% من الأنواع النباتية، عدد قليل فقط تم استغلاله في أغراض طبية. ينتهي إسم معظم القلويدات بمقطع -ine– خاصة المستعملة في الطب والصيدلة فمثلا نجد Morphine يستخدم في تسكين الألم و Codeine في ارتخاء العضلات. كما توجد قلويدات هامة أخرى ذات الأصل النباتي تعمل كمواد مخدرة ومنشطة للجهاز العصبي المركزي مثل Caffeine, Cocaine, Nicotine و Ephedrine.