

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة محمد بوضياف - المسيلة

ميدان: علوم المادة  
فرع: الكيمياء



كلية: العلوم  
قسم: الكيمياء  
رقم: ...../2019 تخصص: كيمياء عضوية

مذكرة مقدمة لنيل شهادة الماستر أكاديمي  
إعداد الطالب(ة): سويح أمال  
تحت عنوان:

# التربينات

أمام لجنة المناقشة:

رئيسا	جامعة المسيلة	دغفل نذير
مقررا	جامعة المسيلة	العايب النوري
ممتحنا	جامعة المسيلة	بن يحي عز الدين

السنة الجامعية 2019/2018

# كلمة شكر وتقدير

الحمد لله سبحانه حمدا يوافي جلال وجهه وعظيم سلطانه ووفير نعمه.

أحمدك ربّي على اعتنائك الكبير في حياتي، وعلى عونك لي في انجاز وإتمام عملي هذا.

أتقدم بأخلص وأسمى عبارات الشكر والعرفان إلى الأستاذ المشرف العايب النوري على قبوله وتحمله أعباء الإشراف على هذا العمل وتوجيهه ونصحه لي. كما أشكره على المعاملة الكريمة التي حظيت بها من قبله وعلى صبره على جزاه الله عني خير جزاء.

إلى كل من ساعدني من قريب أو بعيد ولو بكلمة هنية.

# الإهداء

إلى من سهرت الليالي وبكت أفراحي وأحزاني

ولم تبخل علي بحنانها، حفصك الله أُمي

إلى الذي أُنسى عمره من أجلي ولم يبخل علي، حفصك الله أُمي

إلى كل إخوتي وأخواتي:

صلاح الدين، محمد، أيمن، ليندة، روميساء.

إلى زوجي: ديلمي عبد الله.

إلى كل هؤلاء، أهدي هذا العمل المتواضع.

# الفهرس

شكر و عرفان

إهداء

الفهرس

قائمة الجداول

قائمة الأشكال

مقدمة عامة

## الفصل الأول

### عموميات حول المكونات الثانوية للنباتات

مقدمة

- 01 ..... I- المركبات الثانوية للنباتات
- 01 ..... I-1 - الألكلويدات Alcaloïdes
- 01 ..... I-1-2 تواجد وتوزيع الألكلويدات
- 02 ..... I-3 - تصنيف الألكلويدات
- 04 ..... I-4 - استخلاص الألكلويدات
- 05 ..... I-5 - دور الألكلويدات وفائدتها العلاجية
- 05 ..... II- الفلافونويدات Flavonoïdes
- 05 ..... II-1 - خواص الفلافونويدات
- 06 ..... II-2 - تصنيف الفلافونويدات
- 08 ..... II-3 - تواجد وتوزيع الفلافونويدات
- 10 ..... II-4 - فوائد الفلافونويدات
- 10 ..... II-5 - النشاطية الحيوية الفلافونويدات

11	.....III_الزيوت الأساسية
11	.....III-1-التركيب الكيميائي للزيوت الأساسية
13	.....III-2-طرق استخلاص الزيوت الأساسية
13	.....III-2-1-التقطير
14	.....III-2-2-الاستخلاص بواسطة الأمواج
14	.....III-2-3-الاستخلاص بواسطة المذيبات الدهنية
14	.....III-3-مكان تواجدها في الزيوت
15	.....III-4-استعمالات الزيوت الأساسية

## الفصل الثاني

### دراسة التربينات

#### مقدمة

16	.....II-1-التربينات
16	.....II-2-التركيب الكيميائي
18	.....II-3-الاصطناع الحيوي لتربينات
20	.....II-4-تصنيف التربينات
21	.....II-4-1-التربينات الأحادية <b>Mono terpène</b>
21	.....II-4-1-1-التربينات الأحادية اللاحلقية
22	.....II-4-1-2-التربينات الأحادية الحلقية
23	.....II-4-1-3-التربينات الأحادية ثنائية الحلقة
24	.....II-4-2-أحاديات ونصف التربينات <b>Sesquiterpènes</b>
24	.....II-4-2-1-سيسكوتربينات اللاحلقية

25	..... 2-2-4-II سيسكوتربينات أحادية الحلقة
25	..... 3-2-4-II سيسكوتربينات متعددة الحلقات
26	..... Di terpènes الثنائيات Di terpènes
26	..... 1-3-4-II الثنائيات الثنائية اللاحقية
27	..... 2-3-4-II الثنائيات الثنائية الحلقية
27	..... 3-3-4-II الثنائيات الثنائية أحادية الحلقة
28	..... Tri terpènes الثلاثيات Tri terpènes
29	..... Tetraterpenes الرباعيات Tetraterpenes
30	..... Carotènes الكاروتينات Carotènes
31	..... Poly terpènes المتعددة Poly terpènes
32	..... 5-II أهم تفاعلات التربينات
32	..... 1-5-II تفاعلات التربينات غير حلقية
32	..... 2-5-II تفاعلات التربينات الحلقية

## الفصل الثالث

### أهمية التربينات

#### مقدمة

36	..... 1-III أهمية التربينات في الميدان الطبي
37	..... 2-III أهمية التربينات في الميدان البيولوجي
38	..... 3-III أهمية التربينات في الميدان الصناعي
38	..... 4-III أهمية التربينات في الميدان الزراعي

39.....III-5-5 دور التريينات في الطبيعة

39.....III-5-1 دور الوظائف

39.....III-5-2 دور الدفاعي

41.....III-5-3 دور اتصالي

خاتمة

المراجع

الملخص

## قائمة الجداول

الصفحة	عنوان الجدول
04	الجدول(01): التصنيف الكيميائي الألكلويدات حسب طبيعة النواة الأساسية.
07	الجدول(02): أنواع الفلافونويدات مع بعض الأمثلة .
10	الجدول(03): بعض الفلافونويدات المستعملة في صناعة الأدوية.
12	الجدول(04): المكونات الموجودة في الزيوت الأساسية .
20	الجدول(05): تصنيف التربينات حسب عدد وحدات الإيزوبرين الداخلة في تركيبها .
37	الجدول(06): مجالات النشاط الحيوي لبعض التربينات .

## قائمة الأشكال

الصفحة	عنوان الشكل
2	الشكل(01): الصيغة الكيميائية Apoatropine
3	الشكل(02): $\beta$ -Skytanthine
3	الشكل(03): (-)كاتيون
5	الشكل(04): البنية الكيميائية Flânonس(phényle 1-2chromone)
9	الشكل(05): توزيع الفلافونويدات في المملكة النباتات
13	الشكل(06): المستخدم في عملية التقطير المائي Clevenger
14	الشكل(07): الأنماط المختلفة للبنيات المسؤولة عن تشكل الزيوت الأساسية
17	الشكل(08): صيغة لوحدة الإيزوبرين
19	الشكل(09): مخطط التحضير الحيوي للترينيات
21	الشكل(10): بعض الأمثلة عن Mono terpène
22	الشكل(11): الصيغة الكيميائية للأوسيمان
23	الشكل (12): صيغة المنثول
23	الشكل(13): بنية المركب $\alpha$ بينين
24	الشكل(14): بعض الأمثلة عن Sesquiterpènes
24	الشكل(15): بنية مركبات سيسكوترين اللاحقية
25	الشكل(16): بنية مركبات سيسكوترين أحادية الحلقة
25	الشكل(17): بنية مركبات سيسكوترين متعدد الحلقات
26	الشكل(18): بنية الفيتول
26	الشكل(19): بنية تربين لالحقي
27	الشكل(20): بنية الفيتول
28	الصيغة الكيميائية الشكل(21) Squalène
29	الشكل(22): الصيغة الكيميائية Lanostérol
29	الشكل(23): الصيغة الكيميائية كولسترول
30	الشكل(24): الصيغة الكيميائية B-Carton
30	الشكل(25): بنية $\alpha$ _Carotone
31	الشكل(26): الصيغة الكيميائية Lycope né
31	الشكل(27): المطاط الطبيعي
40	الشكل(28): راتنج الصنوبريات

## مقدمة عامة

كان القدماء المصريين والعرب أكبر جولة عرفها التاريخ في ميدان النباتات الطبية . ولقد لجأ الإنسان منذ القديم إلى استخدام العقاقير النباتية ضد الأمراض وقد تطورت استعمالات المواد النباتية عند الصينيين ثم الإغريق والعرب حيث برز الكثير من الأطباء المسلمين في مجال التداوي بالأعشاب وصنفوا هذه الأخيرة حسب استعمالاتها الطبية وقد توصل ابن سينا إلى استخلاص البعض منها وهو أول من أطلق اسم الكافور على التربين الطبيعي المستخلص من شجرة الكافور، ومع تطور الكيمياء استغل الأوروبيون ما توصل إليه الأطباء المسلمون من دراسة في هذا مجال وبدؤوا باستخلاص المواد الفعالة وتجريبها على الكثير من الأمراض ودراسة فعاليتها البيولوجية، ثم بعد ذلك تحديد صيغ هذه المركبات الفعالة وحاولوا إيجاد طرق تحضير كيميائي لمثل هذه المركبات الطبيعية ونجحوا في ذلك إلى حد كبير .

إن عالم النباتات واسع التعقيد حيث نجد المئات المركبات العضوية في النبتة الواحدة ، تختلف بنيتها وصيغتها . فقد أسهم الرومان والإغريق في التطور العلمي للنباتات حيث ضمنت مراجعهم وصفا لنحو 5000 نوع من النباتات والمواد الطبية . ودراستنا سوف تقتصر على الأنواع الأكثر انتشارا من هذه المركبات الفعالة والتي لقيت روجا كبيرا في الصناعات الصيدلانية وتعتبر اللبنة الأساسية لتخليق أدوية جديدة في كثير من الأحيان، هذه المركبات هي التربينات حيث سنتناولها في عملنا هذا وهي كالآتي:

- الفصل الأول : عموميات حول المكونات الثانوية للنباتات حيث تطرقنا فيه إلى دراسة نواتج الأيض الثانوية التي تتمثل في الألكلويدات، التربينات، الفلافونويدات والزيوت الأساسية.
- الفصل الثاني : تطرقنا فيه إلى دراسة التربينات بالعرف على التربينات وأنه هناك أنواع من التربينات وتشمل التربينات الأحادية والنصف الأحادية والتربينات الثنائية والثلاثية والرباعية.
- الفصل الثالث : تتمثل أهمية التربينات في عدة مجالات منها الطبية والزراعية والبيولوجية والصناعية.

خلاصة عامة وخاتمة.

# الفصل الأول

عموميات حول المكونات الثانوية للنباتات

## مقدمة

هناك العديد من المركبات التي تنتج في النبات يطلق عليها اسم المكونات الثانوية لعمليات التمثيل الغذائي للكربوهيدرات والبروتينات والدهون وتشمل كل من التربينات والزيوت الأساسية، الألكلويدات، الفلافونويدات وغيرها. إلا أن البعض يري أهميتها للنبات فهي مصدر للصبغات النباتية والكلوروفيل كما أنها مصدر الهرمونات النباتية والفيتامينات وقرائن الإنزيمات والقواعد النيتروجينية والزيوت العطرية بالإضافة إلى لكونها خط دفاع الثاني للنبات بعد الخط الأول وهو الشعيرات التي توجد على أسطح الخلايا أو كامتدادات لطبقة البشرة، حيث تفرز للقيام بحماية النبات من الغزوات الخارجية من الميكروبات والحشرات فهي بمثابة جهاز المناعة للنبات فعندما يهاجم النبات من الخارج بالآفات والأمراض تتكون الفينولات الألكلويدات التي من شأنها إيقاف عمل تلك الكائنات أو قتلها أو قتل الخلايا الحية التي أصيبت ليصبح النبات ببعض من خلاياه لمحاصرة المرض وهو ما يظهر كبقع بنية عند الإصابة المرضية أو الحشرية. تمثل تلك المركبات أهمية كبيرة أيضا للإنسان حيث تستخدم تكنولوجيا في كثير من الصناعات الهامة مثل : الصناعات الدوائية، صباغة الجلود وصناعة الصابون واستخراج الزيوت العطرية وفي صناعات التجميل، صناعات الغذائية كمكسبات للطعم والرائحة وفي صناعة المطاط.... الخ.

## 1\_ المكونات الثانوية للنباتات

### 1\_1\_ الألكلويدات Alcaloïdes:

الألكلويدات هي قواعد ازوتية معقدة التركيب ذات أصل نباتي، تحتوي على عنصر النيتروجين كعنصر أساسي مما يعطي لها هذه الصفة، معظم الألكلويدات تحتوي التركيب البنائي لها على مجموعات فعالة بها ذرة الأكسجين مثل المجموعة الهيدروكسيلية أو المجموعة الكيتونية، كما يحوي الكثير منها في البنية التركيبية على حلقة غير متجانسة أو أكثر وقد يحتوي النبات أكثر من 100 من الألكلويدات المختلفة، إلا أن تركيزها لا يتجاوز 10% من الوزن الجاف لنبات .

### 1\_2\_ تواجد وتوزيع الألكلويدات:

لقد كان المصدر الرئيسي الألكلويدات في الماضي النباتات الزهرية إلا أنه في الوقت الحاضر تم عزل الكثير من هذه المركبات من مصادر مختلفة مثل : الحشرات والكائنات البحرية الدقيقة... وهذا ولا يزال عدد الألكلويدات التي تم استخلاصها من النباتات الزهرية يفوق عدد الألكلويدات التي تم استخلاصها من المصادر الأخرى ، توجد الألكلويدات بكثرة وتتوزع عند مغلفات البذور وخاصة عند ثنائيات الفلقة مقارنة بأحاديات الفلقة.

الألكلويدات في ثنائيات الفلقة في الفصائل التالية :

الفصيلة الخشخاشية Papaveraceae

الفصيلة الباذنجانية Solanaceae

الفصيلة المركبة Asteraceae

الفصيلة الشفوية Apocynaceae

الفصيلة الزنبقية Fabaceae

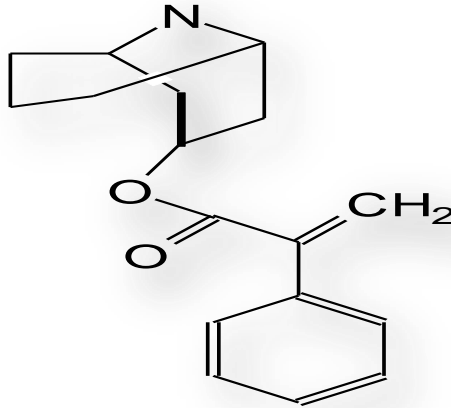
وتختلف كمية توافر الألكلويدات باختلاف أنواع جنس النبات الواحد، هذا وقد يتواجد الألكلويد في أجناس كثيرة من النباتات. زد على ذلك أن بعض الألكلويدات وعلى الأخص الألكلويدات المعقدة التركيب مثل المورفين يقتصر تواجدها على نوع واحد أو ربما جنس واحد من النبات .

الألكلويدات قد تكون مركزة في جزء واحد من النبات دون غيره من الأجزاء الأخرى التي يخلو منها أو ربما يحتوي بعضها على كميات يسيرة من هذه الألكلويدات. ومن الملاحظات المهمة في كيمياء الألكلويدات التي يتم استخلاصها من النبات الواحد الغالب يكون لها بناء هيكلي واحد [1].

### 1\_3\_ تصنيف الألكلويدات:

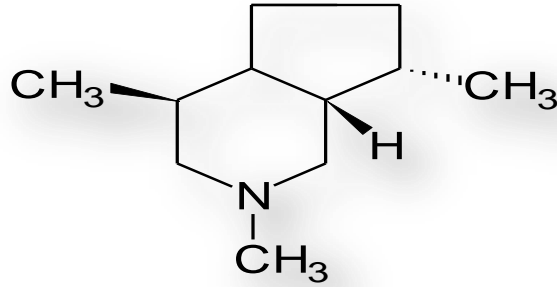
قد تلجأ بعض المصادر إلى تصنيف الألكلويدات وفقا للفصائل النباتية المستخلصة منها ولكن تزايد اكتشاف المئات من هذه المركبات في الوقت الحاضر حال دون استخدام مثل هذا التقسيم وهناك تصنيف جامع إلى حد ما لأنواع المختلفة من الألكلويدات. وتنقسم إلى ثلاثة أقسام رئيسية هي :

1- الألكلويدات الحقيقية (les Alcaloïdes Vrais): وهي الألكلويدات التي تكون ذرة النتروجين جزءا من الحلقة غير متجانسة ، وفي الغالب تتكون في الطبيعة النباتات على هيئة أملاح. كما أنها تشتق من الأحماض الأمينية [2] ومثال على ذلك الأتروبين (Atropine) (الشكل (01)).



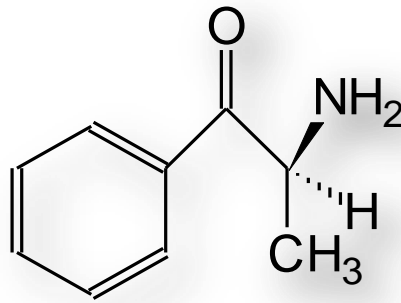
الشكل (01): أتروبين (Atropine).

2-شبيهة الألكلويد:وهي تلك الأفراد الأمنية بسيطة التركيب،مركبات لا تشتق من الأحماض الأمنية ولها نفس خصائص الألكلويدات الحقيقية.ومثال على ذلك  $\beta$ -سكيتانتين(Skytanthine)(الشكل رقم(02)).



الشكل(02):  $\beta$ -سكيتانتين(Skytanthine)

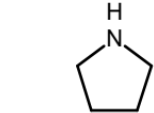
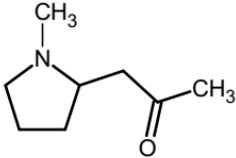
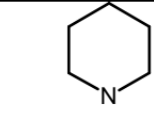
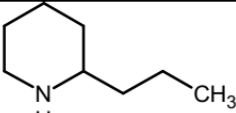
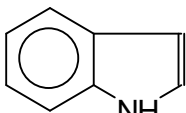
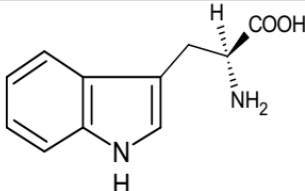
3-البروتوألكلويد (Proto-Alcaloides):وهي مركبات التي تشتق من الأحماض الأمنية،وهي تحتوي على مجموعة أمينية جانبية لا تنتمي إلى النظام الحلقي .مثل (-)كاثينون (الشكل رقم (03)).



الشكل (03):كاثينون ((-)-Cathinone)

تنتهج غالبية المصادر تقسيم الألكلويدات إلى مجموعات تبعاً لتركيبها البنائي، حيث يؤخذ بعين الاعتبار طبيعة النوى غير متجانسة الموجودة بجزيئات هذه المركبات،ومن بين هذه المجموعات نجد : مجموعة فنيل إيثيل أمين، مجموعة بيرو ليدين ، مجموعة بيريدين، مجموعة كينولين ، مجموعة الإندول وغيرها [3] كما يبين الجدول(01).

الجدول(01):التصنيف الكيميائي للألكلويدات حسب طبيعة النواة الأساسية .

<i>Alcaloïdes dérivés par</i>	<i>Exemple</i>	<i>Structure</i>	<i>Origine</i>
 <p>pyrrolidine</p>	Hygrine		/
 <p>Pipéridine</p>	Conine		Conium maculatum L. Ombelliferae
 <p>Indole</p>	Tryptophane		/

#### 1\_4\_ استخلاص الألكلويدات:

يكشف عن وجود الألكلويدات على كمية بسيطة من الأجزاء النباتية للتأكد من وجودها .والطريقة المألوفة بهذا الصدد هي استخلاص الأجزاء النباتية الجافة بالكحول الإيثيلي (80%) مع الغلي، وبعد التبريد يتم الترشيح ويغسل المتبقي بكحول الإيثانول ومنها تتبخر الرشاحة ويعامل المتبقي بالماء .يحمض عندئذ هذا المحلول المائي بحمض الهيدروكلوريك 2%. ويتم عندئذ ترسيب الألكلويدات بواسطة كاشف ماير أو أي كاشف آخر، فإذا ما كانت النتيجة ايجابية فإنه يتم استخلاص الألكلويدات على الكميات الكبيرة من الأجزاء النباتية وفقا للطريقة التالية :

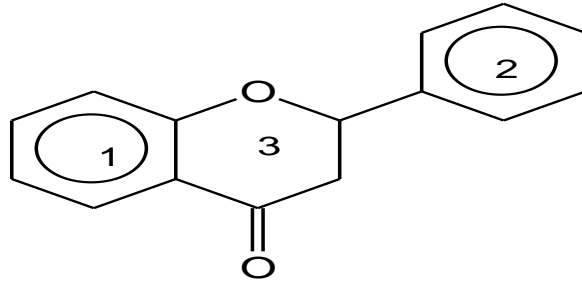
تعامل الأجزاء النباتية أولا بالإيثر البترولي وذلك للتخلص من المركبات غير القطبية الموجودة مثل: الدهون والشموع حيث إن الكثير من النباتات وعلى الأخص بذور وأوراق هذه النباتات تحوي الكميات الكبيرة من هذه المركبات غير القطبية . ومعظم الألكلويدات غير ذوابة في الإيثر البترولي .وبدون شك فإن بقاء الدهون والشموع قد يسبب الكثير من الصعوبات في عملية الفصل،حيث إنها تكون مستحلبات ويتم استخلاص الألكلويدات بعد التخلص من الدهون باستعمال المذيبات المناسبة.وأنسب المذيبات المستخدمة هو كحول إيثيل، حيث إن معظم الألكلويدات تتوفر في الطبيعة على هيئة أملاح لها خاصية الذوبان في الكحول المخفف .

### 1\_4\_ دور الألكلويدات وفائدتها العلاجية:

إن التأثير الطبي للألكلويدات يختلف حسب نوع الألكلويدات فمثلا المورفين والكوديين ألكلويدان مسكنان ومحذران. تستعمل الألكلويدات في علاج أمراض القلب والأمراض التنفسية والهضمية، وما يزيد من أهميتها هو أن مستحضراتها ذات تأثير سريع وفعال، ولا تملك خواصا تراكمية [4]. وهي تستخدم لخفض كفاءة الغدة الدرقية ، وتسكن الآلام المعدية والكبدية [5]. ويستعمل أطباء العيون الأتروبين لدراسة العين وفحصها طبيا حيث تعمل على توسيع حدقة العين [6]. كما تستعمل كولشيسين لعلاج الروماتيزم (Colchicine).

### II\_ الفلافونويدات Les Flavonoïde:

تم تعريفها على أنها عبارة عن عائلة واسعة من المركبات الفينولية التي ينتجها النبات، حيث تحتوي على أكثر من 60000 نوع، تملك بنية كيميائية مشتركة موزعة على حلقتين عطريتين سداسيتين (1) و(2) مرتبطين بحلقة غيرمتجانسة تحتوي عنصر الأكسجين. ويحمل الهيكل الكربوني من 15 ذرة كربون.



الشكل (04): البنية الكيميائية (Flavones(Phenyl1,2chromone)

### 1\_1\_ خواص الفلافونويدات :

المركبات الفلافونيدية هي مركبات هيدروكسيلية، ولهذا فهي تتمتع بخواص وصفات الفينولات حيث أنها مركبات خاصة حمضية ضعيفة تذوب في القواعد القوية .

الفلافونويدات ذات الخاصية القطبية هي التي تحمل أكبر عدد من مجموعات الهيدروكسيل الحرة أو التي تحوي بقية سكر ذو خاصية قطبية، فهي تذوب في المذيبات القطبية كالميثانول والإيثانول والأسيتون والماء، أما الفلافونويدات الأقل قطبية فهي التي تحمل أكبر عدد من مجموعات الميثوكسيل وهي تذوب في الكلوروفورم والإيثر [8] .

## 1\_2\_ تصنيف الفلافونويدات:

تتضمن الفلافونويدات مجموعات بديلة قد تكون مجموعات هيدروكسيل أو ميثوكسيل وقد توجد هذه المجموعات على هيئة جليكوزيدات في صورة سكر أحادي أو ثنائي ، أو قد يدخل في بناء المركب أكثر من مستبدل سكري، أغلب السكريات الاحادية المتوفرة في بناء الفلافونويدات هي (جلوكوز \_جالاكتوز...) إذ يطلق على الفلافونويدات التي تحوي مجموعة أو أكثر بالفلافونات، أما إذا وجدت مجموعة بديلة هيدروكسيلية حرة أو مستبدلة على الموضع رقم(03)لمركب في هيكل الفلافون مشبعة فيسمى المركب الفلافوني فعندئذ يطلق على المركب اسم فلافونول، إذ كانت الرابطة (2) عندئذ فلافونون، كما أن هناك منتجات طبيعية وثيقة الصلة بالتركيب البنائي للفلافونات تسمى ايزوفلافونات وهي توجد مرتبطة بالموضع(03)إلا أن هذه الأخيرة (B) تختلف في بنائها عن الفلافونات إلا باختلاف ارتباط الحلقة حيث لا تنتشر بكثرة في الطبيعة بخلاف الفلافونات والفلافونولات التي توجد بشكل واسع. تمثل الفلافونات والفلافونولات 80% من الفلافونويدات ، بالنسبة للحلقة (A) أكثر من 90% تكون مستبدلة بواسطة مجموعات هيدروكسيل في الموضعين (C-7) ((C-5) وقد تكون الهيدروكسيلات حرة أو مرتبطة بسكريات. الحلقة (B) مستبدلة ب80% في الموضع (4) وقد تكون ثنائية الاستبدال في الموضعين 3،4' وبنسبة أقل تكون ثلاثية الاستبدال في المواضع 3،4،5' وأغلب هذه المستبدلات هي  $OH$  و  $OCH_3$  أما بالنسبة للموضعين 2،6' فنادرًا ما تكون مستبدلة وذلك حسب الجدول رقم(02).

الجدول(02): أنواع الفلافونويدات مع بعض الأمثلة.

Classes	Structures chimiques	R <sub>3</sub> '	R <sub>4</sub> '	R <sub>5</sub> '	Exemples
Flavones		H	OH	H	Apigénine
		OH	OH	H	Lutéoline
		OH	OCH <sub>3</sub>	H	Diosmétine
Flavonols		H	OH	H	Kaempférol
		OH	OH	H	Quercétine
		OH	OH	OH	Myrecétine
Flavanols		OH	OH	H	Catéchine

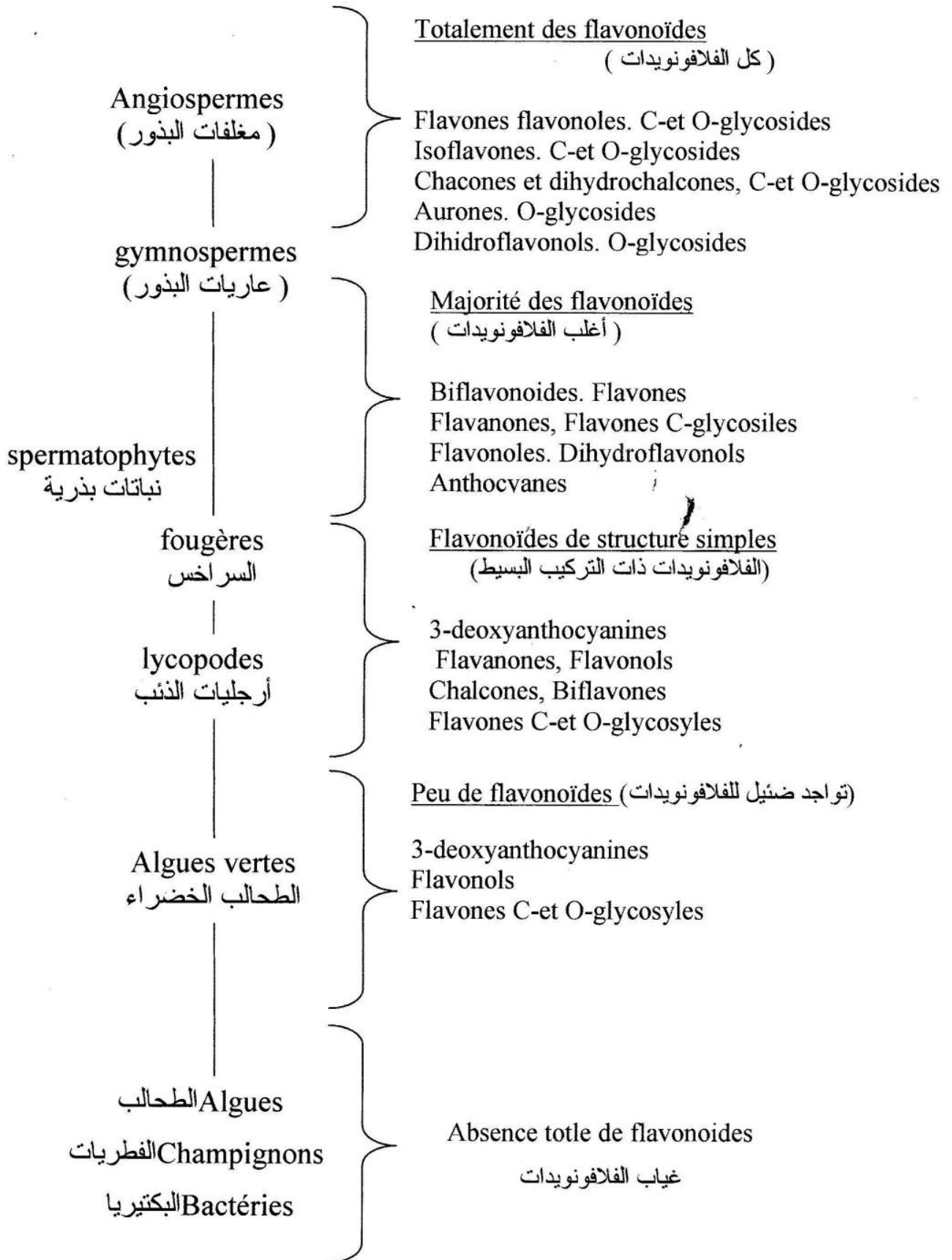
## II\_3\_ تواجد وتوزيع الفلافونويدات:

توجد الفلافونويدات في كل المملكة النباتية ماعدا الطحالب، وتوجد توجد في جميع أجزاء النباتات (جذور، سيقان، أوراق أزهار، حبوب الطلع والخشب).

الفلافونويدات هي الأكثر شيوعا باسم أوراق النوى، براعم الزهور. وتتواجد في السراخس وعاريات البذور أين يختلف توزيعها تبعا للأعضاء (خشب، أوراق...) لكن تنوعها التركيبي الأقصى يظهر عند مغلفات البذور، فمثلا يمكن أن نصادف أكثر من 30 نوع فلافونويدي عند العائلة المركبة [9].

الأشكال الفلافونويدات المرتبطة بالسكريات والمنحلة في الماء تتجمع في الفجوات وتتركز للأوراق أو تتوزع بين البشرة خلايا البشرة (تبعا لأنواع Epiderme) وخلايا الأوراق الوسطى.

أما الفلافونويدات غير المرتبطة بالسكريات فهي تتجمع في المناطق المحبة للدهون مثل الغدة المفرزة للزيوت وشموع وراتجينييات الأوراق.



الشكل (05): توزيع الفلافونويدات في المملكة النباتية .

II\_4\_ فوائد ودور الفلافونويدات:

ومن بين ذلك نذكر ما يلي :

- \*الفعل الجاذب :تعمل على جذب الكائنات بواسطة اللون ,الذوق والرائحة .
- \*اللون :خاصة الجذب الحشرات لإكمال عملية التلقيح وتوزيع البذور .
- \*الذوق :بعض النباتات تطرد الحشرات بواسطة ذوقها غير المحتسب .
- \*الحماية : بعض الفلافونويدات الموجودة في خشب الصلب لها خواص مبيدة للفطريات والبكتيريا وحتى الحشرات .
- كما تلعب الفلافونويدات دور شاشة لتصفية الأشعة الشمسية ،فهي تحمي النبات من الأشعة فوق البنفسجية،خاصة الأحماض النووية .
- تحتوي العائلة المركبة على العديد من المركبات الفلافونويدية ومنها على سبيل المثال الأبيجين(Apigenin )وهو عبارة عن (Tri-Hydroxy Flavon)الموجودة في البابونج ، ويستعمل كطارد للأمراض المعدية ، وكمضاد لحالات الدوسنتاريا .

III\_5\_النشاطية الحيوية للفلافونويدات:

أثبتت كثير من الدراسات أن تناول الأغذية الغنية بالمركبات الفينولية خاصة الفلافونويدات لها تأثيرات ايجابية على الصحة إذ تتميز الفلافونويدات بتأثيرات حيوية مختلفة كمضادات أكسدة ومضادات إلتهاب كما تحمي من أمراض القلب والأوعية،مرض السرطان ولها دور في حماية الجهاز العصبي. كما يبين الجدول(03).

الجدول(03): بعض الفلافونويدات المستعملة في الصناعة الدوائية.

الأمراض المعالجة	إسم الفلافونويد
ضد الاسهال ومساعد للهضم	Cirsiliol
معالج الاضطرابات القلبية	3_Rutinosidekaempferol
مضاد للملاريا	Quercetin
معالج شلل الاطفال الفيروسي	Morine
معالج لارتفاع ضغط الدم	Rutinoside-7-Hesperetine
فعال في التخدير	3-RhamnosideKeampferol

**III\_ الزيوت الأساسية huiles Essentielles :**

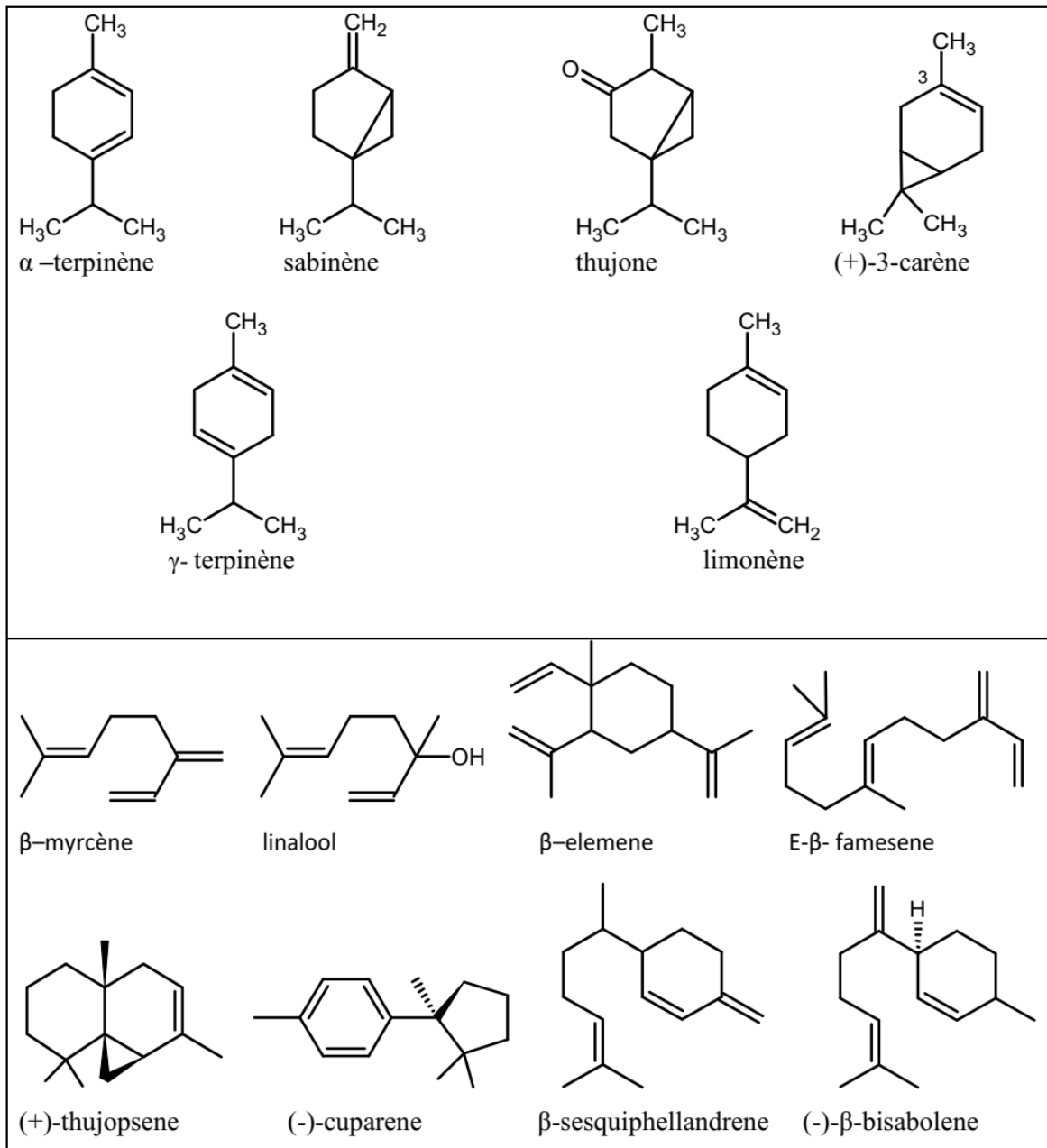
هي مواد زيتية ذات روائح عطرية مميزة، تتجزأ وتتطاير عند درجات الحرارة العادية دون أن تتحلل، على عكس الزيوت الثابتة والتي لا تتطاير ولكنها تتحلل إذا عرضت للتبخر أو التسخين، وهي قابلة للذوبان مع الإيثانول الكلوروفورم والإيثر ولا تذوب في الماء ويتغير لونها وتسوء رائحتها وتزداد لزوجتها إذا تعرضت للهواء، ويتكون من جزيئات مع الهيكل الكربوني، وعدد ذرات الكربون يتراوح بين 5 و22 (وفي كثير من الأحيان 10 أو 15) [10].

**III\_1\_ التركيب الكيميائي للزيوت الأساسية:**

الزيوت الأساسية عبارة عن مخاليط معقدة يمكن أن تحتوي على أكثر من 300 مركب مختلف. هذه المركبات جزيئات متقلبة [11]. وتوجد فقط في التربين الأكثر ثقلًا، أي تلك التي لا تكون كتلتها الجزيئية عالية جدًا (التربينات الأحادية والتربينات نصف الأحادية)، والمركبات الأكسجينية المشتقة من هذه هيدروكربونات بما في ذلك الكحول والألدهيدات، الإسترات، الفينولات والقيونات .

ويقدر أن هناك أكثر من 1000 من التربين الأحادي بما في ذلك 3000 صيغة، وتشمل المركبات الأخرى الفينيل بروبان والتربينات نصف أحادية التي تحتوي على الكبريت أو النتروجين [12] كما يبين الجدول رقم (04).

الجدول(04): المكونات الموجودة في الزيوت الأساسية.



III\_2\_ طرق استخلاص الزيوت الأساسية:

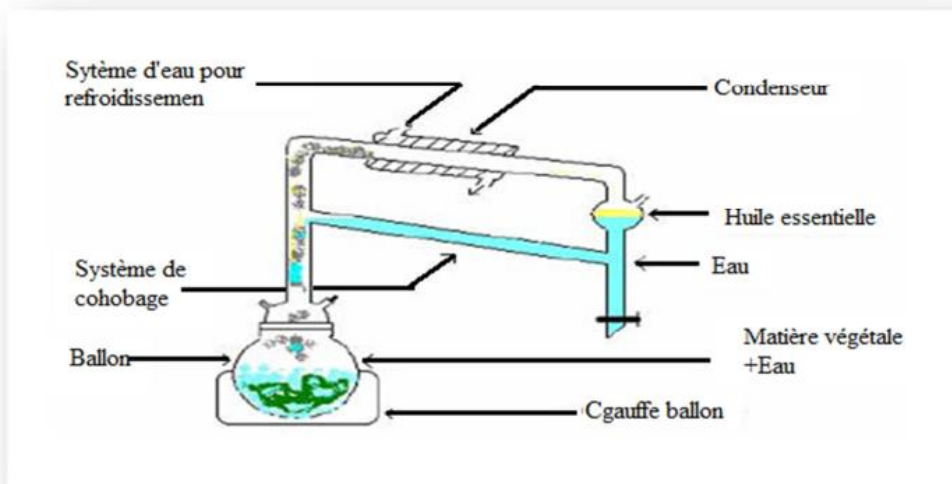
لاستخلاص الزيوت الأساسية يوجد العديد من طرق الاستخلاص ولكن يوجد طريقة أفضل من أخرى وذلك حسب التركيب للزيت الكيميائي للزيت الأساسي وكميته المتواجدة في النبات واستعمال الطريقة الأقل كلفة لكي نحصل على زيت عطري بجودة ومن أهم الطرق لاستخلاص الزيوت الأساسية ما يلي :

III\_2\_1\_ التقطير :

تستعمل هذه الطريقة إذا كانت جميع مكونات الزيت لا تذوب في الماء ولا تتأثر بالحرارة وهي :

\*التقطير المائي (L'hydro-distillation):

تستخدم هذه الطريقة للنبات الجاف الذي يحوي على نسبة عالية من الزيوت الأساسية كما يبين الشكل(06).



الشكل(06):Clevengerالمستخدم في عملية التقطير المائي

\* التقطير المائي البخاري (distillation par entrainement à vapeur d' eau):

في هذا النوع من التقطير لا تتأرجح مادة النبات مباشرة في الماء .يتم وضعها على شبكة مثقبة يمر خلالها الماء يدمر البخار بنية الخلايا النباتية ويطلق الجزيئات المتطايرة التي يتم سحبها بعد ذلك إلى المبرد . تعمل هذه الطريقة على تحسين جودة الزيوت الأساسية من خلال تقليل التعديلات المائية [13].

**\*التقطير البخاري (Hydro-diffusion):**

هذه التقنية حديثة نسبياً، تستعمل على النباتات الطازجة حديثة القطف حيث تتعرض إلى بخار الماء فيتبخر الزيت العطري فتكثف ثم تفصل عن الماء.

**III\_2\_2\_ الاستخلاص بواسطة الأمواج (Extraction assistée par micro-onde):**

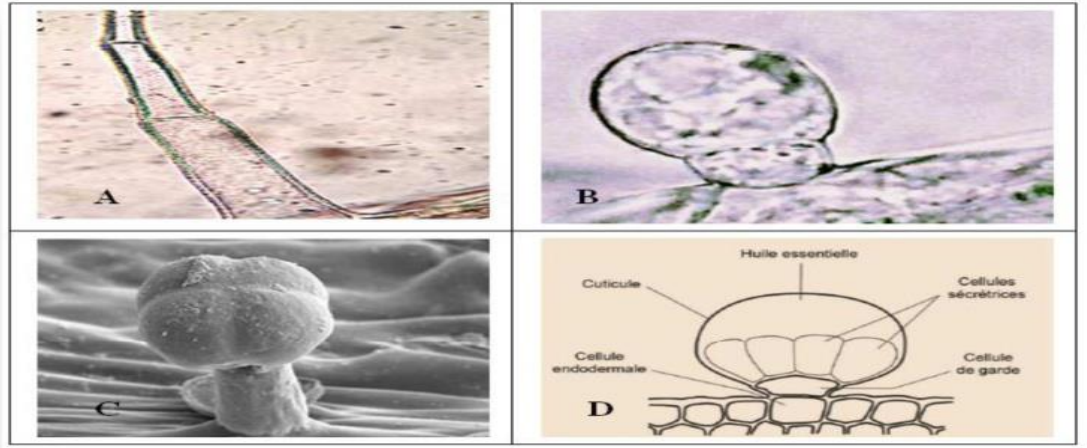
تعد هذه التقنية جديدة تجمع بين استخدام الموجات الدقيقة مع الطرق التقليدية الأخرى ، في هذه العملية يتم تسخين المواد النباتية بواسطة أفران في غرفة مغلقة حيث يتم تقليل الضغط بشكل متتابع ويتم تحريك المركبات المتطايرة بواسطة بخار الماء المتكون من مياه المصنع ثم استعادتها بالطرق التقليدية وهي الكاتيون ثم التبريد. تشير الدراسات إلى أن هذه التقنية لها العديد من المزايا مثل: توفير كميات صغيرة من المذيبات والحصول على عائد استخراج مرتفع [14].

**III-2-3-استخلاص بالمذيبات والدهون (Extraction par les solvants et les graisse):**

هذا المستخلص نباتي تم الحصول عليه عن طريق المذيبات غير مائية (هكسان، الإيثر البترولي ...) ولكن أيضاً الدهون والزيوت (امتصاص المركبات المتطايرة محبة للدهون الدهنية) تتمتع هذه المذيبات بقدرة استخراج أعلى للماء، بحيث لا تحتوي المستخلصات على مركبات متطايرة فحسب بل تحتوي على عدد كبير من المركبات غير المتطايرة مثل الشموع والأصبغ والأحماض الدهنية. الغسيل باستخدام الإيثانول يسمح المنتج بإزالة هذه المركبات غير مرغوب فيها، بعد التقطير تم الحصول عليها ويقارب تركيبها تركيبه الزيوت الأساسية. الاستخلاص بالمذيبات العضوية يطرح مشاكل السامة والمذيبات المتبقية [15].

**III\_3\_مكان توأجدها في الزيوت :**

في النبتة يمكن للزيوت الأساسية أن تخزن في مختلف الأعضاء مثل : الأزهار، الأوراق، اللحاء، الخشب والجذور، الفواكه أو في البذور . تصنيع وتجميع الزيوت الأساسية يرتبط عادة بوجود بنية نسيجية متخصصة ( خلايا غدية مغطاة بالكيوتكيل (Cuticule) والزيوت الأساسية يتم تصنيعها في سيتوبلازم الخلايا الإفرازية. إن شكل وعدد البنيات النسيجية الإفرازية يختلف من عائلة نباتية إلى أخرى وحتى من نوع إلى آخر ويمكن لعدة فئات من الأنسجة الإفرازية التواجد في نفس النوع كما يوضح الشكل (07).



الشكل (07): الأنماط المختلفة للبنيات المسؤولة عن تشكل الزيوت الأساسية

(A) : Poil Sécateur Menthapulegium, (B) : trichome glandulaire Menthapulegium

(C) : trichome glandulaire Lippia Scaberrima, (D) : Trichome glandulaire Thymus Vulgaris.

### III\_4: استعمالات الزيوت الأساسية

يسند إلى الزيوت الأساسية القيام بدور هام في اقتصاديات الإنسان ويستدل على ذلك من خلال الكمية المستهلكة منها سنويا، هذا بالإضافة إلى تنوع وتعدد مجالات استخدامها، فهي تستخدم في المجالات العلاجية كمواد طاردة للديدان والغازات المعوية أو مواد مطهرة، كما أن لبعضها تأثير موضوعيا ظاهريا على الجلد، نجد أيضا أن النباتات العطرية والطبية المحتوية على الزيوت الأساسية قد تستخدم في المجالات الغذائية كتوابل أو بهارات أو مكسبات الطعم أو النكهة. بالإضافة إلى ذلك تدخل في تصنيع الروائح والعطور ومستحضرات التجميل [16].

# الفصل الثاني

## دراسة التريينات

## مقدمة

تعتبر التربينات أكبر مجموعة في مواد الأيض الثانوية بعدد يتجاوز 30000 مركب، غالبيتهم من المصادر النباتية بتنوع هائل يشمل: الزيوت العطرية، المضادات الحيوية، الهرمونات النباتية والحيوانية. بالإضافة إلى تشكل التربينات مصدرا مهما للمركبات النشطة حيويًا والتي نجحت كأدوية فعالة مثل المركب المضاد للسرطان والمركب المضاد للملاريا. كما أن التربينات تعتبر مصادر متجددة مهمة كمنتجات ذات أهمية تجارية كبيرة مثل: المذيبات، المنظفات، مواد التغليف، البوليمرات (المطاط) وكوسائط في الاصطناع الكيميائي وغيرها.

## II- التربينات

### II-1- تعريف التربينات :

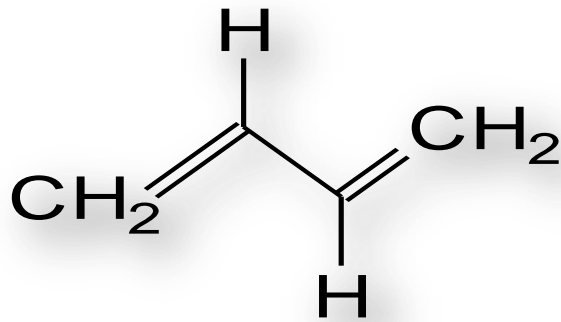
هي مركبات كيميائية عضوية ذات أهمية وانتشارا في عالم الطبيعة الحية، وقد اشتق اسمها أساسا من زيت التربينتين السائل الطيار الذي تم استخلاصه من أشجار الصنوبر، تتميز هذه المركبات بأنها غير مذابة في الماء، كما تبدو الوهلة الأولى عبارة عن وحدات مضاعفة لوحدة الإيزوبرين، يمكن أن تبني التربينات في الخلايا النباتية.

مع بداية القرن العشرين (1921) تمكن روزيكا معرفة الإيزوبرين الذي هو الوحدة الأساسية البنائية المشتركة في التربينات وهو نظام يشمل خمسة ذرات كربون تشتمل على سلسلة من أربع ذرات وذرة واحدة متفرعة ويمكن لوحدات الإيزوبرين أن تتحد بعدة طرق (رأس-رأس، ذيل-ذيل، رأس-ذيل) لتكوين أنواع عديدة من التربينات الحلقية وغير حلقية ذات مجموعات فعالة (روابط ثنائية، هيدروكسيل، كربونيل...).

### II-2- التركيب الكيميائي:

تحتوي على مركبات ذات صيغ كيميائية تدخل في هياكلها مضاعفات من 5 ذرات كربون أو مضاعفات وحدة الايزوبين. وهي عبارة عن 2\_مثيل\_3.1\_بيوتاديين. يطلق على المركبات التي تحتوي على عدد من ذرات الكربون 10 أو 15 أو 25 اسم التربينات، يطلق على هذه القاعدة قاعدة الايزوبرينات.

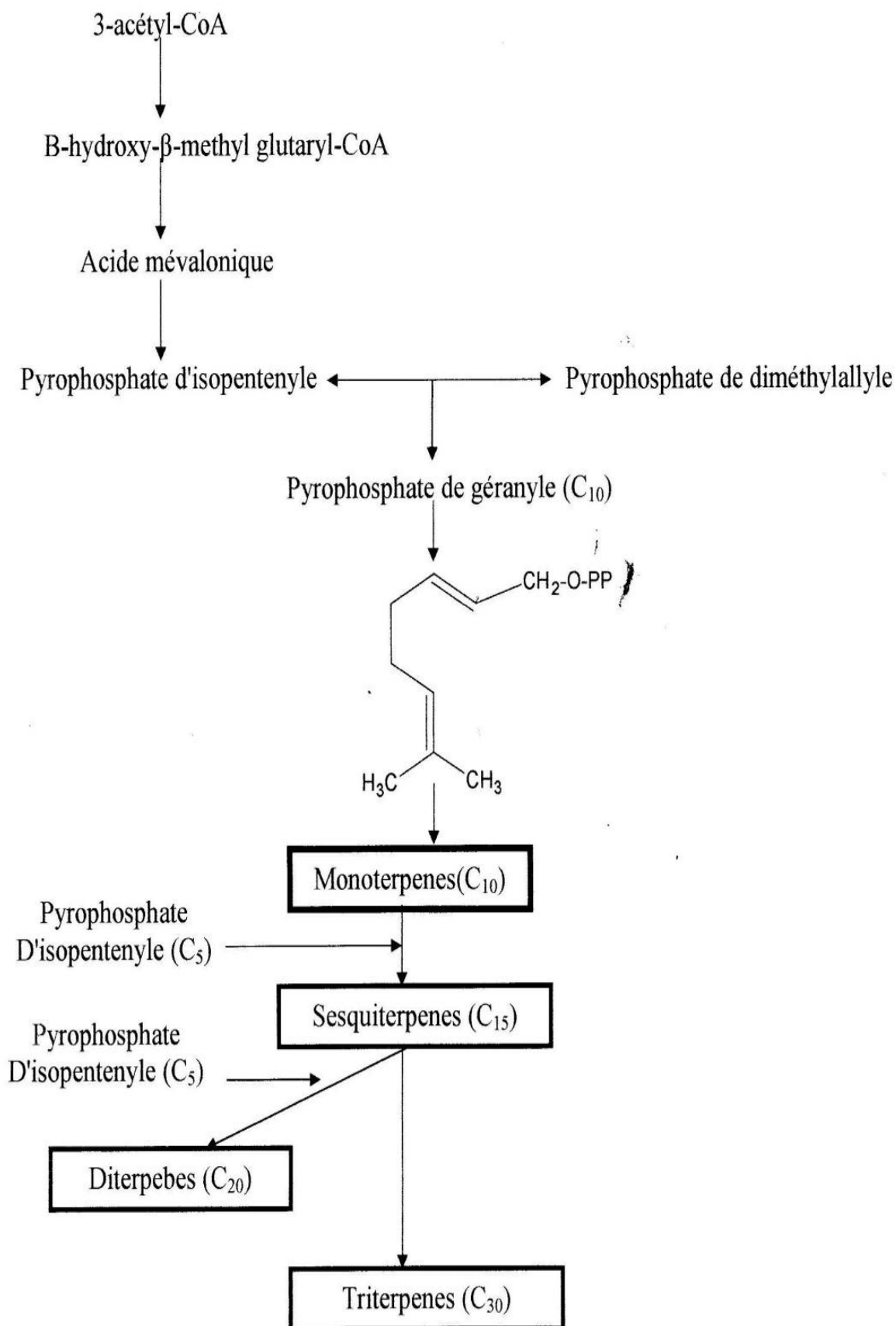
الإيزوبرين مركب لا حلقي صيغته  $C_5H_8$  يحتوي على زوج من الروابط المضاعفة المتبادلة يمكن الحصول عليه من تهشم المطاط حراريا، وهو نظام من خمسة ذرات كربون، اتحاد عدة وحدات الايزوبرينية و تكون عدة أنواع من التركيبات الهيدروكربونية (هياكل حلقية وغير حلقية) وأبسط مثال يعبر عن قاعدة الإيزوبرين هو بولي إيزوبرين.



الشكل(08): لصيغة لوحة الإزوبرين .

## II-3- الاصطناع الحيوي للتربينات :

يتم الاصطناع الحيوي للتربينات من وحدة (Acétyl-CoA) إذ تتجمع ثلاث وحدات منها لإعطاء مركب B\_hydroxy CoA\_methylglutaryl\_ والذي يتم إرجاعه فيما بعد إلى حمض Mévalonique . هذا الأخير بعد تنشيطه يخضع لعملية انتزاع لجزئية CO. وجزئية H<sub>2</sub>O ليعطي وحدة Pyrophosphate d'isopentenyle. وهي الوحدة الايزوبرينية الأساسية لتكوين التربينات، والتي قد يحدث لها تماكب لتعطي مركب Pyrophosphated'iméthylallyle. إثر ذلك وبتجميع وحدتين من هذا المركب ينتج Pyrophosphate géranyle طليع التربينات الأحادية (C10). وبإضافة وحدة ايزوبرينية إلى هذه الأخيرة تتكون السيسكوتربينات (C15). والتي يمكن أن ترتبط بها وحدة ايزوبرينية أخرى فتعطي التربينات الثنائية (C20) أو ترتبط بها وحدتان منها فتعطي التربينات الثلاثية (C30) كما يبين الشكل (09).



الشكل (09): مخطط التحضير الحيوي للتربينات .

II-4- تصنيف التربينات:

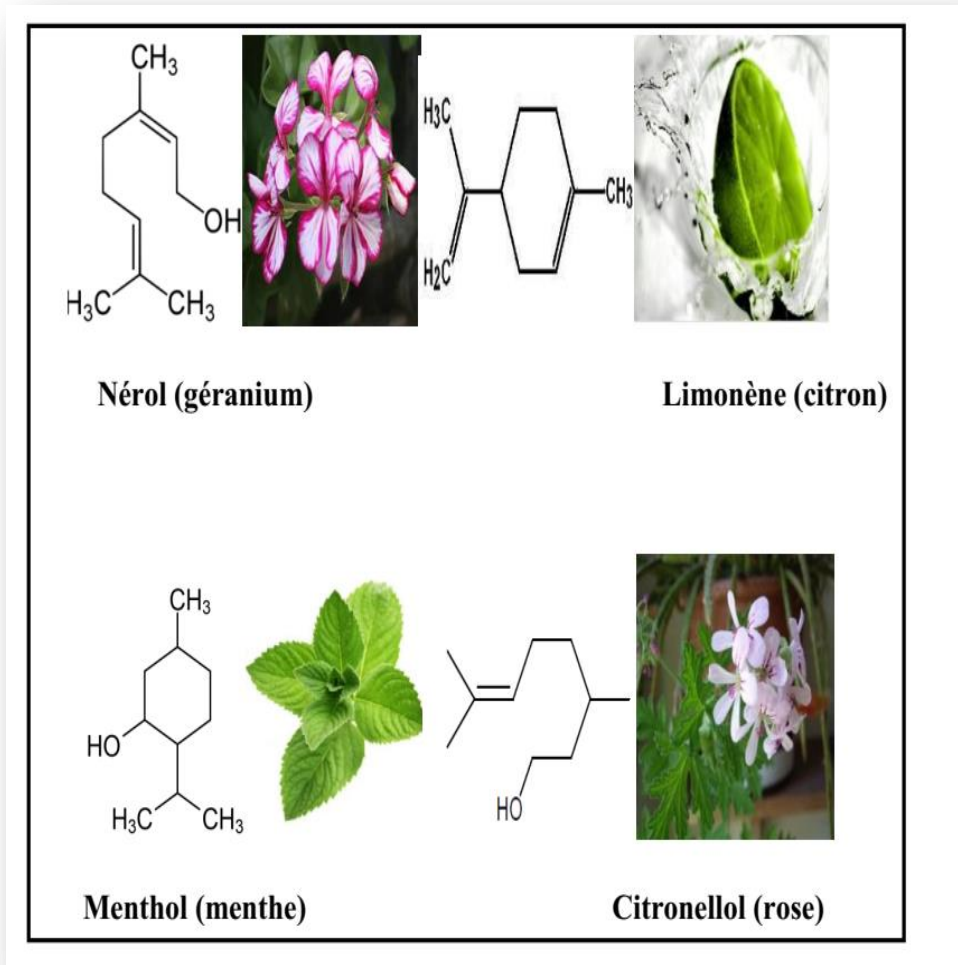
تصنف التربينات حسب وحدات الأيزوبرين الداخلة في تركيبها، أبسطها التربينات الأحادية التي تتكون من عشرة ذرات كربون يمكن تقسيمها إلى وحدتين من الأيزوبرين، والتربينات النصف ثلاثية تحتوي على خمسة عشر ذرة كربون، يمكن تقسيم هيكلها إلى ثلاث وحدات إيزوبرين، أما الثنائية الثلاثية والرابعة تحتوي على مضاعفات من الهيكل الكربوني للتربينات الأحادية والجدول 05- يوضح ذلك.

الجدول(05): تصنيف التربينات حسب عدد وحدات الأيزوبرين الداخلة في تركيبها.

عدد وحدات الأيزوبرين	عدد ذرات الكربون	نوع التربين
2	10	الأحادية
3	15	نصف الأحاديات
4	20	الثنائية
6	30	الثلاثية
8	40	الرابعة
N>8	N>8	المتعددة

II-4-1- التربينات الأحادية (Mono terpenes):

مركبات صيغتها العامة  $C_{10}H_{16}$  تشكل أساس الزيوت الأساسية المحصل عليها من أزهار، أوراق وجذور بعض النباتات وهي عبارة عن هيدروكربونات، كحولات، كربونيلات أو أسترات ونظرا لقدرتها على التعلق أو إعادة الترتيب المختلفة تقسم إلى ثلاثة أقسام رئيسية: أحادية لا حلقيّة، أحادية وثنائية الحلقة. كما يمكن أن تقسم اعتمادا على طبيعة هيكلها الكربونية أو احتوائها على مجموعات وظيفية مختلفة [17] كما يبين الشكل (10).



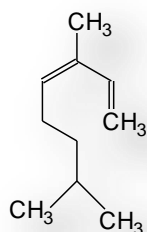
الشكل (10): بعض الأمثلة عن مركبات Mono terpène.

II - 4-1-1- التربينات الأحادية اللاحلقية (Mono terpenes Acycliques):

تتميز هذه المركبات على أنها أقل من حيث العدد مع بقية الأصناف الأخرى، لها الصيغة النصف مفصلة 2، 6- ثنائي مثيل أوكتان لكن هناك حالات تكون فيها هذه المركبات ذات هيكل 2، 5، 6- ثلاثي مثيل هبتان لكنها تعتبر شاذة.

1-الهيدروكربونات

مقارنة مع بقية التربينات، فإن هذه المركبات تعتبر أقل وجودا وكمثال على هذا النوع من التربينات نذكر الأوسيمان.



الشكل (11): بنية الأوسيمان (Ocimene)

2-الكحولات

المشتقات الأوكسجينية الكثيرة للهيدروكربونات التربينية، أكثر شيوعا من الهيدروكربونات نفسها، فتعتبر الكحولات من أهم المشتقات الأوكسجينية.

3-الكربونيلات

أكثرها شيوعا الألدهيدات، التي تتواجد في الزيوت الأساسية من أهمها: الجيرانيال، النيرال. إن عدد من التربينات ذات السلاسل المفتوحة تتحول إلى تربينات حلقية بواسطة التسخين.

II-4-1-2-التربينات الأحادية الحلقية (Mono terpène cycliques):

هذا النوع من التربينات عبارة عن هيدروكربونات حلقية ومشتقات أكسجينية أكثر تواجداً، تقسم حسب عدد الحلقات المكونة للهيكل الكربوني إلى: أحادية الحلقة، ثنائية الحلقة.

• التربينات أحادية الحلقة:

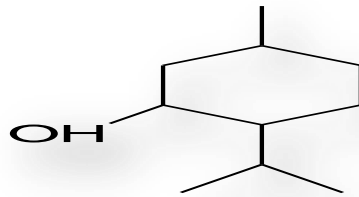
تحتوي هذه التربينات عادة في هيكلها حلقة وحيدة ورابطتين مضاعفتين وتتواجد على شكل هيدروكربونات، كحولات أو كربونيلات.

1-الهيدروكربونات :

هذه المجموعة يمثلها الليمونان حيث يعتبر التربين الحلقي الأكثر انتشاراً، يتواجد في أغلب الزيوت الطيارة وهو نشط ضوئياً، له متماكان.

2-الكحولات:

من التربينات الكحولية المشبعة المنثول فهو المشتق الأكسجيني للمنثان وينتمي تركيبياً إلى الهيدروكربون ليمونان ويحوي في هيكله ذرتين كيراليتين، نتيجة لذلك توجد له أربع متشكلات فراغية.



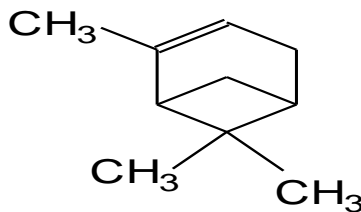
الشكل(12): الصيغة الكيميائية للمنثول

3-الكربونيلات:

المنثون كما يدل عليه الاسم فهو يحتوي مجموعة كيتون وله ذرتي كربون كيراليتين، يوجد في كثير من الزيوت الطيارة، وقد تم فصل المتشكل اليساري من زيت النعناع وأكسدة المنثول

II-4-1-3-التربينات الأحادية ثنائية الحلقة (Mono terpènebicyclique):

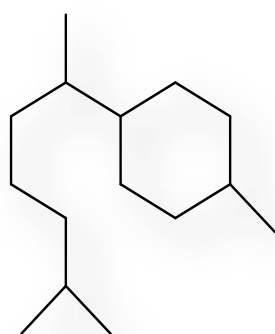
مركبات ثنائية الحلقة صيغتها الجزيئية  $C_{10}H_{16}$ ، تحتوي على رابطة مضاعفة وحيدة، توجد في أغلب الزيوت الأساسية من بين هذه المركبات: ( $\alpha$ -بينين).



الشكل(13): بنية المركب  $\alpha$  \_بينين ( $\alpha$ \_Pinène).

II-4-2-أحاديات ونصف التربينات (Sesquiterpène):

وهي التربينات التي تحتوى 15 ذرة كربون تتشكل من ارتباط ثلاث وحدات من الأيزوبين، لها هياكل مختلفة كثيرة حوالي 3000 مركبا. وهي في الطبيعة نادرة الوجود ومن أمثلتها الهامة Farnesol وهو أحد المركبات الهامة التي تدخل في تركيب عطر أزهار الزئبق والليمون وهو تربين ذو سلسلة مفتوحة أما الصورة الحلقية لمثل هذه التربينات فهو حمض الأبسيسيك والذي يعتقد أنه ينتج مباشرة من الميفالونيك أو من هدم الكاروتين زانثين [18].



Bisabolane



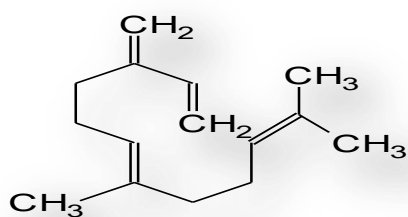
Farnesol

الشكل (14) : بعض الأمثلة عن المركبات Sesquiterpène

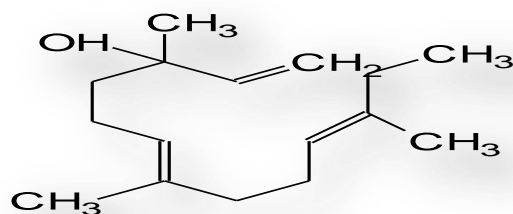
#### II-4-2-1-سيسكوتربينات لاحقية Sesquiterpènes Acycliques:

المركبات المتواجدة في هذه العائلة قليلة وذلك لطول السلسلة ووجود الرابطة المزدوجة من جهة أخرى، من الأمثلة

عن هذه المجموعة: نيروليدول ( $\beta$ \_Farnesene)، (Nerolidol).



Nerolidol



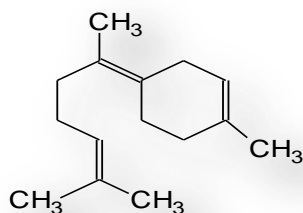
$\beta$ \_Farnesene

الشكل (15): بنية مركبات سيسكوتربينات لاحقية

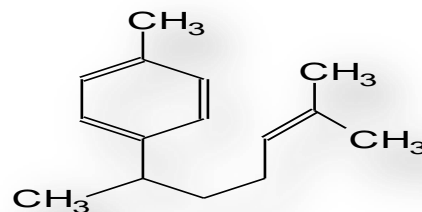
II-4-2-2-سيكوتربينات أحادية الحلقة (Sesquiterpènes Monocycliques):

تتميز بوجود حلقة واحدة من أهم مركباتها Bisabolene والذي وجد في الزيت الطيار لإكليل الجبل على الشكل

.  $\beta$ \_ Bisabolene و  $\alpha$ \_ Curumene



$\beta$ \_ Bisabolene

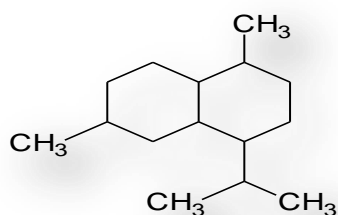


$\alpha$ -Curumene

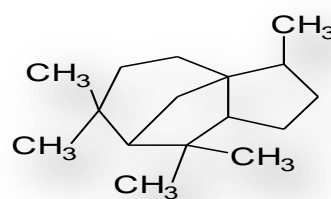
الشكل (16): بنية بعض المركبات سيكوتربين أحادية الحلقة.

II-4-2-3-سيكوتربينات متعددة الحلقات (Sesquiterpènes Polycycliques):

وهي إما ذات حلقتين و Caryophyllene و Cadinène أو أكثر من حلقتين مثل Cedrol.



Cadinène



Cedrol

الشكل (17): بنية بعض المركبات متعددة الحلقات

### II-4-3- التربينات الثنائية (Diterpens):

التربينات الثنائية هي مركبات تحتوى في هيكلها على أربع وحدات من الأيزوبين وأهم المركبات التابعة لهذا القسم

مركبان هاما هما: الفيتول والجبرلين أما الفيتول فهو تربين رباعي ذو سلسلة مفتوحة يدخل في تكوين جزيء الكلوروفيل

حيث ترتبط حلقة البيروول مع الفيتول ويتم الإتحاد بين مجموعة الكربوكسيل بحلقة البيروول مع مجموعة الأيدروكسيل

الفيتول ليتكون الأستر المعروف باسم الكلوروفيل [19].



الشكل (18): بنية مركب الفيتول (Phytol).

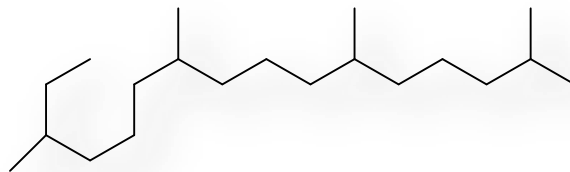
### II-4-3-1- التربينات الثنائية اللاحلقية (Diterpènes Acycliques):

إن بعض التربينات تكون ذات هيكل كربوني مفتوح، وتسمى تربينات مفتوحة وهي إما هيدروكربونات أو مشتقات

أكسجينية.

#### 1- الهيدروكربونات

كمثال على هذا النوع من المركبات نذكر الفيتان.



Phytane

الشكل(19): بنية ثنائي ترين لالحقي.

## 2-الكحولات

من بين الإيزوبرينويدات الرباعية التي لها سلسلة مفتوحة نذكر كحولين أساسيين الفيتول، والجيرانيل جيرانيول.

**1-الفيتول:** هذا المركب مشتق من الفيتان، وهو كحول لالحقي ثنائي التربين يمكن استخدامه كمادة أولية في

صناعة العطور ويستخدم في مستحضرات التجميل والمنظفات والذي يعتبر الأكثر انتشارا في الطبيعة.



الشكل(20):الصيغة الكيميائية phytol

**2\_الجيرانيل جيرانيول:** نوع من التربينات الثنائية ذات السلسلة المفتوحة، يتواجد في زيت الورد ويدخل في

صناعة العطور، يحتوي في هيكله مجموعة هيدروكسيل ويتم تخليقه انطلاقا من بيروفوسفات إيزوبنتنيل.

## II-4-3-2-التربينات الثنائية الحلقية:

إن عمليات الحلقة التي تتم على السلاسل الهيدروكربونية التربينية المفتوحة تنتج عنها مركبات حلقية أحادية،

ثنائية، ثلاثية، رباعية أو خماسية الحلقة.

## II-4-3-1-التربينات الثنائية أحادية الحلقة:

أكثر مركبات هذا النوع انتشارا هي المركبات التي تحتوي في هيكلها وظيفة كحولية أو كربونيلية.

## 1-الهيدروكربونات:

نذكر منها دوفان(Dovan) ، أكسيفوفتان(Acerofetan) .

2-الكحولات:

1 ريتينول(Retinol): هو الفيتامين A الذي يملك سلسلة إيزوبرينية تضم إلى بيتايونون، وهو مركب قابل للذوبان في

الدهون ويوجد في زيت الحوت وجزئيا في كبد القرش والفيتامين A ينقسم بدوره إلى  $A_1, A_2$

2 الفيتامين  $A_1$ : المادة الأم لهذا الفيتامين هي إحدى الكاروتينويدات التي تتحلل في الأمعاء الدقيقة إلى الفيتامين A

ويشارك هذا الفيتامين في عملية الرؤية، يؤدي عدم توفر هذا الفيتامين بكمية كافية إلى نقص في الوزن بالإضافة إلى

اضطرابات في الهيكل العظمي ونشاطه التناسلي.

II-4-3-4-التربينات الثنائية الحلقيتين:

أكثر هذه المركبات انتشارا هي المركبات الهيدروكربونية المحتوية في هيكلها وظيفة حمضية.من أمثلتها نذكر :

إيلوتان (Eliotan)، كولومبيان(Colombien).

II-4-4-التربينات الثلاثية(Triterpène):

يحتوي هذا النوع من التربينات ست وحدات الأيزوبرين ، وهي مركبات صلبة ذات 30 ذرة كربون ويدخل في

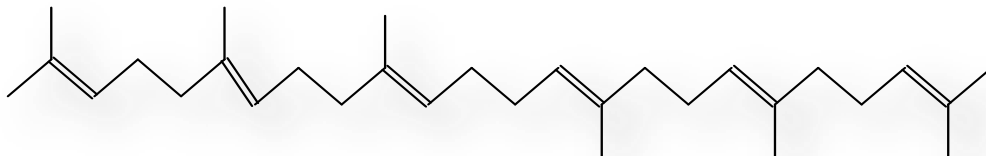
تركيب هذه التربينات أربع أو خمس حلقات إلا أن التربينات المحتوية على خمس حلقات هي الأكثر تواجدا في الطبيعة

والتي تعتبر كمضادات طبيعية ضد الفطريات وتكون مفتوحة ومتعددة الحلقات نذكر منها:

❖ السكالان(Squalène): يعتبر هذا التربين المركب للكولسترول أثناء اصطناع هذا الأخير حيويا في جسم

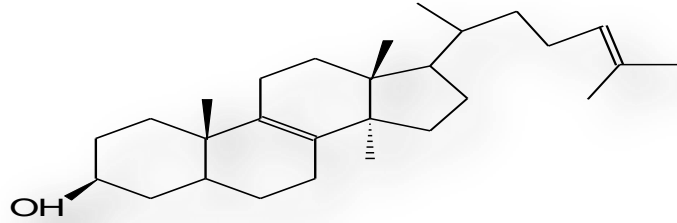
الإنسان، وله علاقة بالستيرويدات رباعية الحلقة، يوجد بكمية كبيرة في زيت كبد القرش، له بنية حاوية هيكل

كربوني مكون من جزئين من الفارنيزول مرتبطة رأسا إلى رأس.



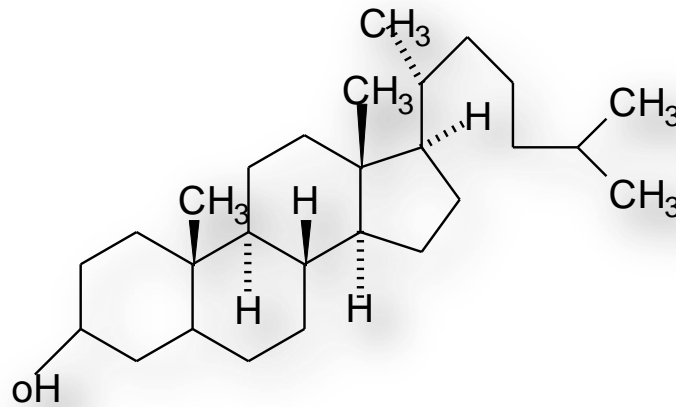
الشكل(21): صيغة Squalène

- ❖ لميران (Miren): مركب ذو لون أصفر رمادي يفرز من الحوت الأبيض ويستعمل في صناعة العطور.
- ❖ لانوسترول (Lanostérol): تربين ثلاثي معروف له أهمية خاصة وهو مركب وسطي أثناء التخليق الحيوي للكوليستيرول والهرمونات الجنسية، يتواجد هذا التربين في الإفراز الزيتي لجلد الإنسان .



الشكل (22):صيغة Lanostérol

يمثل الكوليستيرول أبرز مثال في التربينات الثلاثية، ويتوفر في جميع أنسجة الجسم وعلى الأخص الدماغ، والحصوات الصفراوية. ويحتوي الجسم على حوالي 125 غ من الكوليستيرول، كما تم العثور على الكوليستيرول بكميات قليلة في عدد من النباتات الراقية مثل: (النخيل) وفي غيرها كما في الطحالب الحمراء.



الشكل (23): الصيغة الكيميائية للكوليستيرول

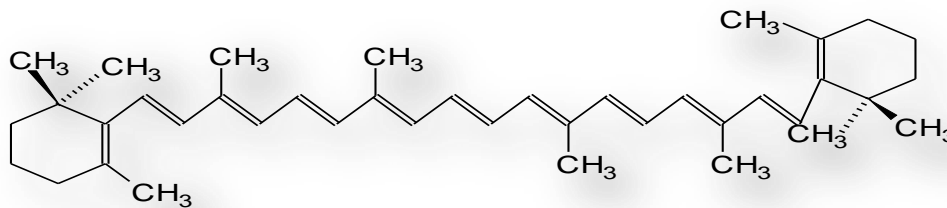
## II-4-5- التربينات الرباعية (Tetraterpenes Caroténoïdes):

عبارة عن تربينات تحتوي في هيكلها الكربوني 40 ذرة كربون، أي ما يقابل ثماني وحدات إيزوبرين. إن من أهم التربينات الرباعية المعروفة الكاروتينات وقد دعيت هكذا نتيجة لتمائل بنيتها مع  $\beta$ -كاروتين كما تلعب دور وقائي ضد الإشعاعات المضرّة كالأشعة فوق البنفسجية [20].

II-4-5-1- الكاروتينات Carotenes: هيدروكربونات ملونة ذات أهمية كبيرة في الكيمياء الحيوية، وهي عبارة عن أصبغة ذات انتشار كبير في المملكة النباتية، الخضر خاصة "الجزر" وبعض الدهون الحيوانية وهذه المركبات تحتوي على سلسلة طويلة من الروابط المضاعفة المترافقة، التي تعتبر المسؤولة عن اللون. من بين هذه الكاروتينات نذكر:

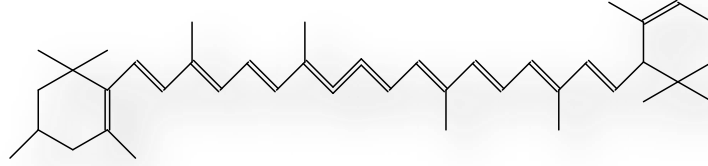
**$\beta$ -Carotène\_1**: يعتبر أكثر المواد انتشارا من مجموعة التربينات الرباعية المعروفة باسم الكاروتينات، وهو عبارة عن بروفيتامين A. يوجد هذا التربين في الجزر ويرجع اللون الأحمر أو البرتقالي إلى وجود إحدى عشر رابطة مزدوجة مترافقة ويؤدي اقترانها إلى امتصاص الضوء في المنطقة المرئية.

إن  $\beta$ -كاروتين يتأكسد في الجسم معطيا جزئيتين من الفيتامين A.



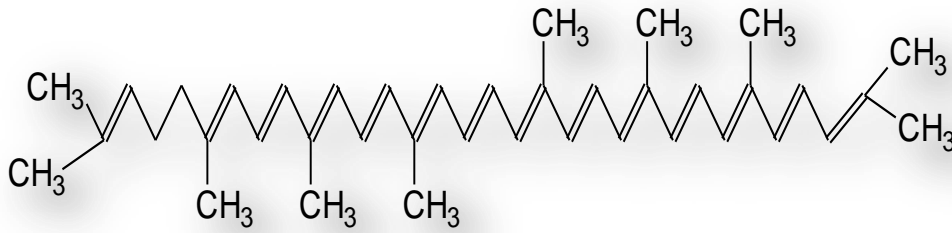
الشكل (24): الصيغة الكيميائية  $\beta$ -Carotène

**$\alpha$ -Carotène\_2**: مركب مؤلف من 40 ذرة كربون وهو ذو صبغة ذات لون أحمر داكن بلوري علاقته بفيتامين A<sub>1</sub> تزودنا بمعلومات هامة عن بنية الكاروتينات تم اقتراح بنيتها من طرف العالم KIBN وفريقه سنة 1928. كما هو مبين في الشكل (25).



الشكل (25): الصيغة الكيميائية  $\alpha$ \_ Carotène

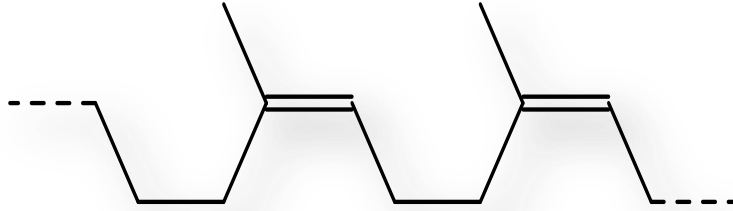
**3\_ليكوبين Lycopéné**: هو مركب خطي مؤلف من 40 ذرة كربون حيث يرتبط الكاروتين (22 ذرة كربون) من الطرفين. وهو عبارة عن لون أحمر يوجد في الطماطم وبعض الفواكه الأخرى وفي زيت النخيل، يكون هذا التربين اليغاتي وبنيته تشبه بنية الكاروتينات الأخرى. ويستعمل للوقاية من السرطان وأمراض القلب والشرايين وله تأثير ضعيف كخافض لضغط الدم.



الشكل (26): الصيغة الكيميائية Lycopéné

## II-4-6-التربينات المتعددة (Polyterpens):

تتكون التربينات من اتحاد عدد كبير من وحدات الأيزوبرين لتكون ما يعرف بالتربينات العليا وأهم مركباتها المعروفة هي Rubber، Balata جميعها تشبه المطاط في خواصها ويوجد المطاط في حوالي 2000 نوع نباتي ولكن كميته تكون محدودة ولكن يوجد بكمية كبيرة في عدد من نباتات تلك العائلات Euphorpaceae، Moraceae وتبنى التربينات العديدة من وحدات الأيزوبرين والتي يتراوح عددها من 500 إلى 50000 وحدة كما يبين الشكل (27).

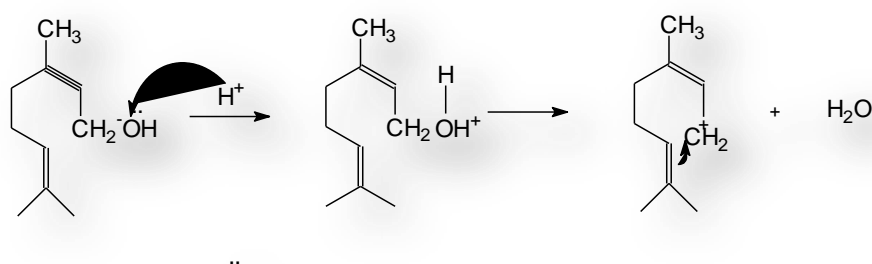


الشكل (27): المطاط الطبيعي (Caoutchouc).

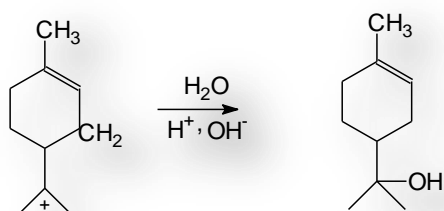
II-5-أهم تفاعلات التربينات:

II-5-1-تفاعلات التربينات غير حلقية :

- تربين للاحقي بالتسخين وفي وسط حمضي ( $H^+$ ) يعطي تربين حلقي [20].



- وفي وجود الماء  $H_2O$  يعطي كحول.

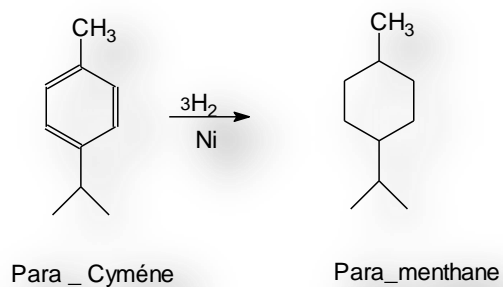


II-5-2-تفاعلات التربينات الحلقية:

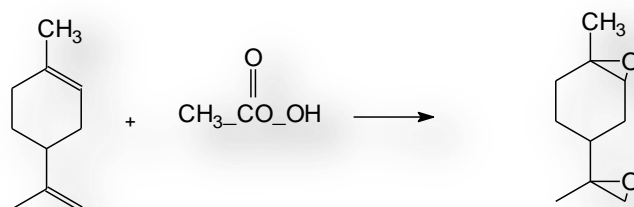
II-5-2-1-تفاعلات التربينات أحادية الحلقة:

1-الإرجاع :

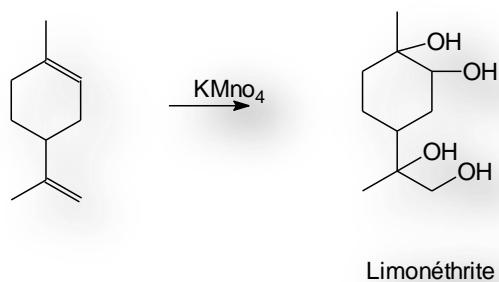
في وجود الهيدروجين  $H_2$  والنيكل المجزأ يتحول الباراسيمان إلى البارامنتان



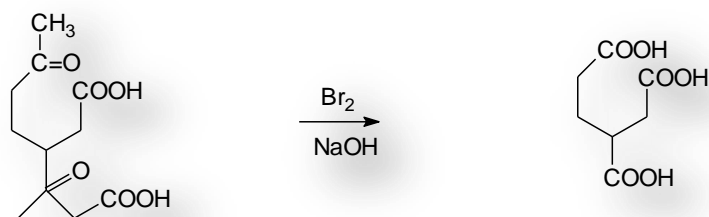
2-الأكسدة :



▪ الليمونان مع البرمنغنات البوتاسيوم  $\text{KMnO}_4$  تعطي الليمونتريت .



بإكمال عملية الأكسدة تؤدي إلى حمض ثنائي سيتونيك.

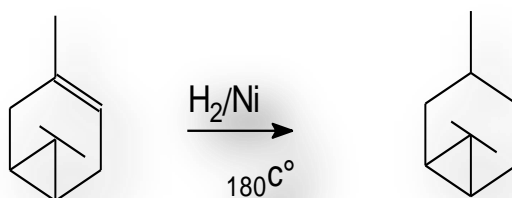


II-5-2-2 تفاعلات التربينات ثنائية الحلقة

❖ تفاعلات مجموعة الكاران (Carane):

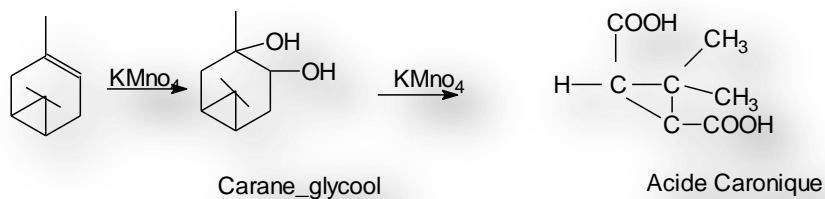
\* الهدرجة

α-Carane في وجود محفز كالنيكل وفي درجة حرارة 180°م تعطي الكاران.



\* الأكسدة

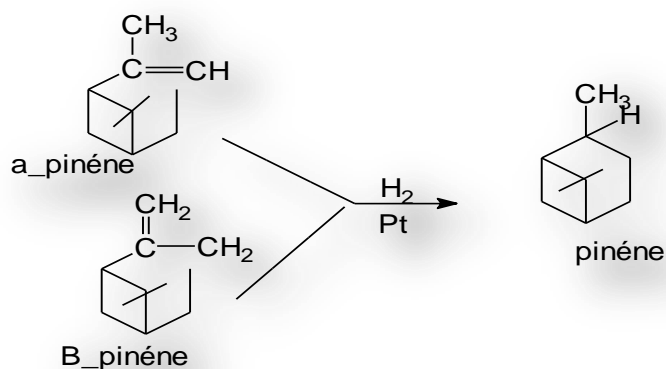
α-Carane بواسطة البرمنغنات البوتاسيوم (KMnO<sub>4</sub>) مخفف يعطي الكاران غليكول. وبمواصلة الأكسدة نحصل على حمض الكارونيك.



❖ تفاعلات مجموعة البينان (Pinène):

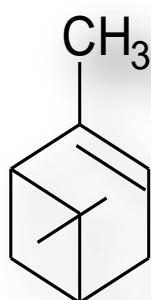
\*الهدرجة :

تؤدي هدرجة  $\alpha$  و  $\beta$  البينين في وجود البلاتين إلى البينان.

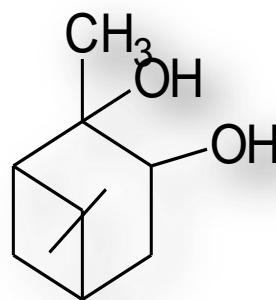


\*الأكسدة:

تؤدي الأكسدة بواسطة برمنغنات البوتاسيوم البينين  $\alpha$  إلى إنتاج غليكول البينين (Pinèneglycool).

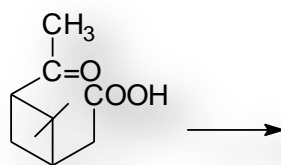
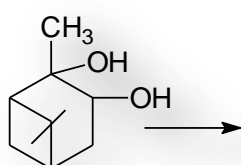


$\beta$ \_ Pinène

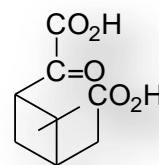


$\alpha$ \_ Pinène

بمواصلة عملية الأكسدة نحصل على حمض البينونيك ثم حمض البينولفورميك .



acide pinonique



acide pinoylformique

# الفصل الثالث

## أهمية التريينات

مقدمة

تعتمد أدويتنا اليوم على الخصائص العلاجية للنباتات في نحو 75% فقد طورت مجتمعات العالم على مرالسنين تقاليدنا المأثورة الخاصة بها لفهم النباتات واستخدامها .فالنباتات الطبية في الوقت الحاضر تحتل مكانة كبيرة في الإنتاج الزراعي والصناعي فهي المصدر الرئيسي للعقاقير الطبية النباتية أو مصدر المواد الفعالة التي تدخل في تحضير الدواء على شكل خلاصات أو مواد فعالة أو تستعمل كمادة خام تنتج بعض المركبات الكيميائية التي تعتبر النواة للتخليق لبعض المواد الدوائية الهامة كمادة الكوريتزون وبديل بلازما الدم .وتعتبر النباتات الطبية من أهم المواد الإستراتيجية في صناعة الدواء وكذلك في صناعة مواد التجميل حيث تلعب اقتصاديا دورا مهما بالنسبة لبعض الدول.إن أهمية النباتات تزداد بإزدياد الإستثمار .

III\_1\_ أهمية التربينات في الميدان الطبي :

التربينات لها أهمية كبيرة في الصناعة الصيدلانية حيث تستعمل الإستروجينات الطبيعية [22] وهي عبارة عن تربينات ثلاثية لدى الرجل و المرأة على حد سواءحيث تستعمل عند المرأة في حالات انقطاع الطمث ، اضطرابات سن اليأس ، خطر الإجهاض وعند النساء ذوات المبيض المستأصل وفي حالات العقم.تستعمل الإستروجينات عند الرجل في حالة السرطان .

أما الإستروجينات الاصطناعية فهي أقوى فعالية فلذلك تعطى عن طريق الفم وتستعمل في حالات الاضطرابات الهضمية (حروق،غثيان... ) وتعطى أثناء وجبات الطعام وتكون الفترة ما بين الجرعات طويلة نسبيا وإذا استعملت الإستروجينات الاصطناعية بكمية زائدة على المقدار الدوائي فإنها تؤدي إلى ظهور مظاهر التآنيث .

كما تستعمل الإندروجينات وهي هرمونات جنسية خاصة بالذكر في حالة البلوغ وفي ظهور أعراض الشيخوخة وفي معالجة الوهن وتأخر النمو وفي حالة تخلخل العظام. تستعمل بمقدار كبير نسبيا في معالجة الضخامة من أجل توقيف النمو ولا تعطى عن طريق الفم لأنها تخرب الأمعاء ولا عن طريق الحقن بل تعطى على شكل أقراص تزرع تحت الجلد. لا تعطى الإندروجينات للأطفال ما فوق سن 14 إلا حسب وصفة الطبيب المختص كما لا تعطى للمرأة الحامل خوفا من تأثيرها على الجنين.

تستعمل الكورتيكوئيدات في الحالات التالية:

- أعراض الحساسية ( ربو،جلدية..) .
- ارتفاع الضغط الشرياني كما تستعمل في زيادة سكر الدم .
- الاضطرابات التنفسية .
- التهاب الكبد الحاد وأمراض الأذن ، الأنف والحنجرة .
- مضادات للالتهاب ومسكنات للألم[23] .

III\_2\_ أهمية التربينات في الميدان البيولوجي :

تلعب التربينات دورا حيويا في الجانب البيولوجي فهي مكونة للمواد المخاطية في الجهاز التناسلي عند الأنثى، وتقوم بتثبيت الكالسيوم في العظام وتنقص تركيز الكولسترول في الدم . كما تنقص إفراز الهرمون المنشط للغليكولين وتزيد إفراز الهرمون المنشط للوتئين الأندر وجينات عند الذكر تؤثر على الجهاز التناسلي كما لها تأثيراتها على الصفات الجنسية الثانوية (نمو شعر البدن، الصوت....).

يعدل التستوستيرون في مخاطية الأغشية وفي غشاء الرحم كما تقوم بتسريع اصطناع الحيوي للبروتينات ويساعد على نمو العضلات وتنشيط الدورة الدموية ويحسن تغذية العضلات واستهلاك الأكسجين في القلب والدماغ ويقوم بتقوية أنسجة الكلية والكبد.

الكورتيكويدات السكرية تؤدي إلى تراكم الشحوم في الجسم وتؤدي إلى نقص في تكلس العظام كما تقوم بتثبيط فعالية الغدة النخامية، الدرقية والغدة الجنسية وتحرص على زيادة إنتاج الكريات الحمراء وتنقص نسبة الغلوبيلين في الدم كما تؤثر على الجملة العصبية المركزية وكذلك على نشاط الدماغ حسب المقادير المستخدمة. كما تؤثر على الجهاز الهضمي وذلك بإفراز حمض كلور الماء وخميرة الببسين المعدية. والجدول(06) يوضح النشاط البيولوجي لبعض التربينات.

الجدول(06): مجالات النشاط الحيوي لبعض التربينات .

النشاط البيولوجي	المركب التربيني	صنف التربين
النشاط المضاد للبكتيريا	Thymol	Mono terpène
النشاط المضاد للفطائر	Triterpenetetrol	Diterpène
النشاط المضاد للفيروسات	Putranjivain	Diterpène
النشاط المضاد للحشرات	Pyréthrine	Mono terpène
النشاط المضاد للملاريا	Cryptotanshinone	Diterpène
النشاط المضاد للسلم	Pupehenone	Sesquiterpènes
النشاط المضاد لهشاشة العظام	Triptolide	Diterpène
النشاط المضاد للأكسدة	Caroténoïdes	Tetraterpènes

### II\_3\_ أهمية التربينات في الميدان الصناعي:

التربينات هي بوليمرات عضوية غير مشعة تدخل في صناعة المطاط، وذلك بإتحاد عدد كبير من جزيئات البيوتادين تشبه خواص الزيت والمطاط مع تكوين كتلة مبلمرة ، كما تستعمل كمادة أولية في إنتاج أنواع البلاستيك وذلك انطلاقاً من القطران (المحصل عليه من مصانع الفحم) ويتم بإتحاد جزيئات صغيرة مع بعضها البعض لتكون جزيئات الكبيرة باستخدام طرق كثيرة . أما مشتقات التربينات تدخل في صناعة الصناديق ،الأدوات الكهربائية ،الأختام وهي مادة صلبة،مرنة وناعمة.

كما تدخل في صناعة النظارات، الأدوات الطبية ومواد الصباغة والأغطية الواقية. كما تستخدم في إنتاج الموائد والحقائب، الأنابيب والألواح. كما تدخل في صناعة الألياف الكيميائية منها النصف مخلقة والمخلقة كلياً مثل الملابس الداخلية وصناعة العطور،المواد اللاصقة ،الخيوط والأقمشة القطنية .

### III\_4\_ أهمية التربينات في الميدان الزراعي :

التربينات لها أهمية بالغة في العالم النباتي حيث تدخل في تركيب الزيوت وتستعمل كمواد ملونة التي تستخلص من الحشرات والأشجار الاستوائية وبعض الأصباغ الطبيعية .

كما تستعمل للأعشاب الضارة حيث تظهر بتأثيرات مختلفة من استعمالها على النباتات الحلقية والأشجار ويمكن زيادة أو نقصان عدد الأزهار التي تعطي الثمار .

يمكن السيطرة على وقت سقوط الثمار لحصاد مثالي بواسطة التربينات حيث تعطي نباتات أكثر وأقوى بمركبات تعرق نمو الساق ويمكن الحصول على نواتج أعلى من الحبوب، كما تؤثر على سرعة نضوج الموز الأخضر والمحاصيل الزراعية لإنتاج الأغذية[24].

### III\_5\_ دور التربينات في الطبيعة:

التربينات تنتج عن أنواع واسعة من النباتات، الحيوانات والأحياء الدقيقة ، بصورة عامة يمكن أن نقسم دور التربينات في الكائن الحي إلى ثلاثة أقسام دور وظيفي ، دفاعي واتصال.

#### III\_1\_5\_ دور الوظائف :

تلعب التربينات دورا وظيفيا مهما سواء بالنسبة للحيوان والأحياء الدقيقة كالفيتامين (A) (Vitamine) وفيتامين (B) (Vitamine) أو في النبات كصباغات مثل الكلوروفيل، الفيتول والكاروتينات. كما أن اليوبينونات (Ubiquinones) والتي تعتبر ميروتربينويدات (Meroterpenoids) تحمل الالكترونات عبر سلسلة نقل الالكترونات في الميتوكوندريا وهي تساعد هذه الأخيرة في إنتاج الطاقة كما تعمل كمضادات للأوكسدة تحمي العضويات الصغيرة (Organelle) وأغشية الخلايا من الجذور الحرة.

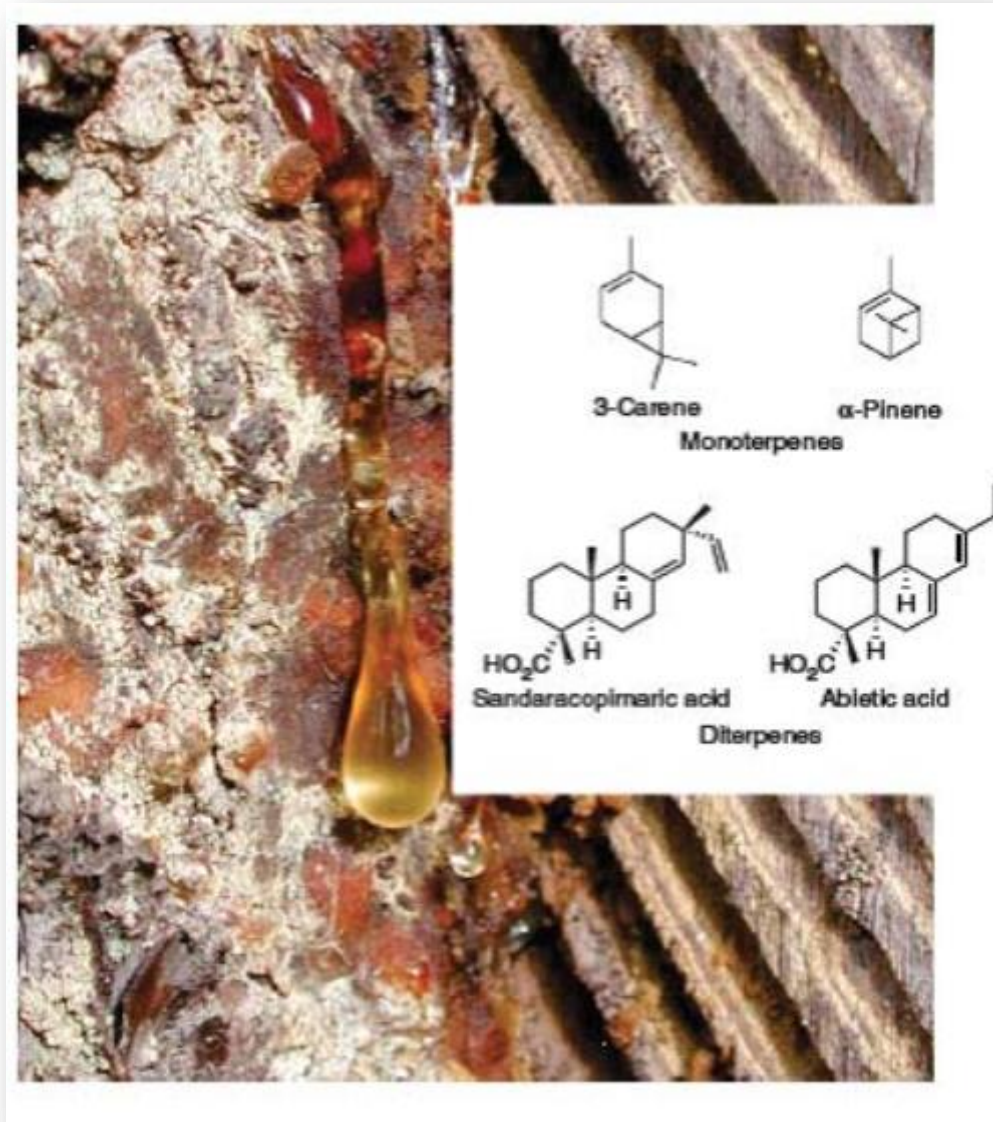
الدوليكولات (Dolichols) التي تحتوي من 14 إلى 20 وحدة إيزوبرين والمتواجدة على شكل أسترات حمض الفسفوريك في الأغشية الليبيدية مثل: الخلايا العصبية أو في مختلف أنسجة الغدد (Endocrine) للثدييات وظيفتها هو حمل ونقل من أجل الاصطناع الحيوي للغليكوليبيدات (Glycolipides) والغليكوبروتينات (Glycoprotéine) [25].

#### III\_2\_5\_ دور الدفاعي :

العديد من النباتات عندما تتعرض للضرر تنتج مواد كيميائية أو راتنج (Résine) دور الراتنج هو غلق الجرح ومنع البكتيريا والفطريات من الدخول وإلحاق الضرر بالنبات من الأمثلة الأكثر وضوحا الصمغ الذي تنتجه أشجار الصنوبر كحاجز فيزيائي ضد الكائنات المعدية عندما يتضرر اللحاء كالمطاط الذي تعتبر إفراز دفاعي طبيعي .

من الأمثلة على مواد الكيميائية التربينية المركب واربروغانال (Warburganal) الذي يتم إنتاجه من طرف النبات (Warburgia). هذا المركب يحتوي على وظيفتين الدهيديتين واحد منها غير مشبعة في المواقع (α). نذكر أن بعض النباتات عندما تتعرض للتآكل من طرف الحشرات تطلق جزيئات تربينية تعمل على جذب مفترسات خاصة لهذه الحشرات مما يشكل طريقة دفاعية غير مباشرة [26].

راتنج الصنوبريات (Resin Conifer) هو خليط من التربينات الأحادية والتربينات الثنائية وهي تتعاون مجتمعة في الدفاع عن الشجرة فبمجرد ما يتدفق هذا الراتنج بسبب هجوم من آكل النبات أو أي كائن معدي تعمل التربينات الأحادية كمذيبات تسهل التدفق السريع للتربينات الثنائية الأقل تطايرا. التربينات الثنائية هذه سامة كما أنها تتبلر عندما تتعرض للأوكسجين مغلقة الجرح كما هو مبين في الشكل رقم (29).



الشكل (29): راتنج الصنوبريات (Resin Conifer)

## III\_3\_5\_ دور الاتصالي :

العديد من التريينات تستعمل كرسائل كيميائية فإذا كان الاتصال بين مختلف الأجزاء داخل نفس الكائن الحي نطلق على اسم الهرمون. المواد الكيميائية التي تحمل إشارات من كائن لأخر تسمى سميوكيميائيات (Semiocemicals) .

أحد أهم الهرمونات المستعملة من طرف النباتات لمراقبة نسبة النمو هو التريين الثنائي حمض الجبرليك ( Gibberellic acid ) ، حمض الأبسيسيك (Abscisic acid) هو هرمون نباتي آخر ينتمي إلى عائلة السييكوتريينات [27] .

الختمة

## الخاتمة

منتجات الأيض الثانوي هي مجموعة من المركبات الطبيعية تشمل من التربينات ، الألكلويدات ، الزيوت الأساسية والفينولات، الفلافونويدات .  
تحمي النبات من الميكروبات والحشرات وهي مصدر للصبغات النباتية والزيوت العطرية ،كما تقيد الإنسان في كثير من الصناعات كصناعة الأدوية ،الصابون.  
نخلص من كل ما تقدم أن التربينات تكتسي أهمية بالغة في مختلف الصناعات خاصة الفارماكولوجية، حيث تعتبر اللبنة الأساسية في تخليق عدد كبير من الأدوية ومختلف مواد التجميل وتوضح هذه الأهمية من خلال الدراسات والأبحاث التي يقوم بها العلماء بغية إيجاد طرق حديثة لتخليق مركبات جديدة .

## المراجع

- [01] حسن الحازمي , (1995) والمنتجات الطبيعية . الطبعة الثانية عماد الشؤون المكتبات . السعودية .
- [02] Bruneton ;J,(1995) ،pharamgone ;phytochimie et plante médicinales 2ème Edition.  
Paris. PP. G25–G42
- [03] Guignard J.L.Cosson L ،Henry M(1985).Abrégé de phytochimie.
- [04] Melentyeva ; G and Antonova ;L(1988). Pharmaceutical chimistrie Mis.  
Publishers.Mosco. PP.327–373.
- [05] Hodiannont G.(1985) ;La matière médicale et les remédes végétaux 2<sup>ème</sup> Edition  
.Sinila. Paris PP.555–566.
- [06] Guermonprez M.Pinkas M. and Tork ،M.(1985); Médical Homeopathique. 2ème Edition  
Masson Paris ،PP. 708–711.
- [07] Emereciano V.P.Barbosa K.O.scotti MT et Ferriro M J P(2007);Journal of Brazilian  
chemical society ،18 (5): 891–899.
- [08] Elhazemi ،(1995); Natural Product ،149–190. H ،eds university of king Saoud .
- [09] Mecheix J. Fleuriet A ،Jay –Allemand C (2005) ;les composées phénolique des  
végétaux un exemple de métabolites secondaires d' importance économique ،presses  
polyechimiques et universitaires ronameds ;ISBN 2–88074 –625–P67–162 .
- [10] Afssaps (Agence française de sécurité sanitaire des produits de sante (2008) ;  
Recommandations relatives aux critères de qualité des huiles essentielles .
- [11] Bakkali F ،Averbeck S ،Averbeck D ، Review M.I. (2008); Biological effects of  
essential oils –A review Food and chemical Toxicology ;Vol ;46;PP446–475.
- [12] Spichiger R. E،Savolainen V .V ،Figeat M et Jeanmonod D.(2004) ; Botanique  
systématique des plantes à fleurs . 3<sup>ème</sup> édition . Lausanne .P328.
- [13] Lucchesi M.E ،(2005) ;Extraction sans solvant par micro–ondes conception et  
application à l'extraction des huiles essentielles ،thèse de Doctorat en Science ;université de  
la Réunion.

[14]Hemwimon S ، P ,Shotiprux A . (2007); Microware–assisted extraction of antioxidative anthraquinones from roots of Morinda Citrofolia . Separation and Purification Technology Vol .PP 54–50 .

[15] Hernandez –Ochoa L.R. (2005);Substitution de solvants et matières actives de synthèse par combine \*Solvant /Actif \*.Thèse de Doctorat de l’Institut National Polytechnique de Toulouse. France.

[16] Rubin M. ( 2004)–Gulde pratique de phytothérapie et d’aromathérapie .Ellipses Edition Marketing S.A.

[17] John B .,2006–Dictionary of Natural Products , England .P267

[18]Brahim H ،2011–Valorisation et identification Structurale des principes actifs de la plante de la famille asteraceae :Scorzonera Undulata ،Doctorat. Universities mentouri – constantine ، P104

[19] الحسيني محمد –تهاني المهدي ، (1990)،النباتات الطبية زراعتها ومكوناتها واستخداماتها العلاجية –مكتبة ابن سينا للنشر والتوزيع والتصدير –القاهرة ص:245–103

[20] Guignard Jean –Louis,(1996)،Biochimie végétal ،Masson –Paris <sup>1ere</sup> ،Edition

[21]الكيمياء الصيدلانية . عادل نوفل (1987) ص 405–470–512.

[22] Klyne ،W . Tame ،N.D.(1966).la chimie des Stéroïdes ،P13 ،Paris

[23]Chimie Thérapeutique .Agherib /Tome 5.A.1983.P27 –77

[24]Tokuyama ،C ،T.،Hayashi ،Y .،Nishizaawa ،M، Tokaka,S Chariul ،S.M،and Hayashi Y(1991) Phytochemistry 30،41.

[25] Plant Biochemistry Inc(2005).،Fiona Heldt ،Hans. Walter

[26] Jonathan Gershenzon et Natalia Dudarev the function of terpene natural products in the natural chemical Biology (2007).

[27] Leland J . Cseke .Kirakoyan ،Peter B.Kaufman Second Edition .Taylor et Francis (2006).

## الملخص

تتأول هذا العمل دراسة نواتج الأيض الثانوي التي هي مواد كيميائية متنوعة غير ضرورية لحياة النبات .تنتجها كائنات حية متمثلة في النباتات،البكتيريا والفطريات،حيث تتمثل أهم نواتج الأيض الثانوي عند النباتات في التربينات ، الزيوت الطيارة ،الفلافونويدات وكذلك الألكلويدات..الخ.

بعد هذه الدراسة التي تعرضنا لها خلال هذا البحث يمكننا القول بأن التربينات هي بوليمرات عضوية من صنف الهيدروكربونات غير المشبعة ولها صيغ معقدة ومختلفة الأشكال حيث توجد غالبا في الأعشاب والنباتات مثل:النعناع والصنوبر .

وفي الأخير أشرنا إلى الدور والأهمية البالغة للتربينات في عدة مجالات صناعية و زراعية وطبية.حيث في مجال الصناعة تدخل التربينات في تركيب المطاط،البلاستيك ،العطور والأدوية.وللتربينات دور أساسي في تكوين بعض الفيتامينات الضرورية لجسم الإنسان كفيتامينDوA وغالبا ما تتفاعل بالرابطة الثنائية.

**الكلمات المفتاحية:** مركبات الثانوية (الألكلويدات ، الفلافونويدات ،الزيوت الأساسية ... )، التربينات ، أهمية ودور التربينات .

## Résumé

Cette étude porte sur l'étude des métabolites secondaires, qui sont divers produits chimiques non nécessaires à la vie végétale: ils sont produits par des organismes vivants représentés par des plantes, des bactéries et des champignons, ainsi que par les principaux métabolites de plantes dans les turbines, les huiles volatiles, les flavonoïdes, les alcaloïdes, etc.

Après une étude approfondie, nous pouvons dire que les turbines sont des polymères organiques d'hydrocarbures insaturés et se présentent sous des formes complexes et différentes, que l'on retrouve souvent dans les herbes et les plantes telles que la menthe et le pin.

Enfin, nous avons souligné le rôle et l'importance des turbines dans plusieurs domaines industriels, agricoles et médicaux. Où dans l'industrie l'intervention des turbines dans l'installation de caoutchouc, de plastique, de parfums et de médicaments. Les herbicides jouent un rôle clé dans la formation de certaines vitamines essentielles pour le corps humain, telles que les vitamines A et D, et interagissent souvent avec le lien bilatéral.

**Mots clés:** Composés secondaires (alcaloïdes, flavonoïdes, huiles essentielles .), turbines, importance et rôle des turbines.