

## المحاضرة الرابعة

### جيوكيمياء المادة العضوية في الصخور الرسوبية

#### 4-1. جيوكيمياء المادة العضوية في الصخور الرسوبية:

إن المادة العضوية الموجودة في القشرة الارضية عادة تكون على شكل طبقات رقيقة جداً (ميكرو طبقات) او على شكل عدسات صغيرة ، او تأخذ شكل بقع صغيرة مبعثر في الصخور الرسوبية ، ويمكن رؤية هذه المواد بواسطة المجهر او العين المجردة.

وبشكل عام فان الصخر الرسوبي يتكون من (99%) منه فلزات و(1%) مادة عضوية ، وبدورها المادة العضوية تتكون من : (90%) كيروجين ومواد فلزية و(10%) بيتومين

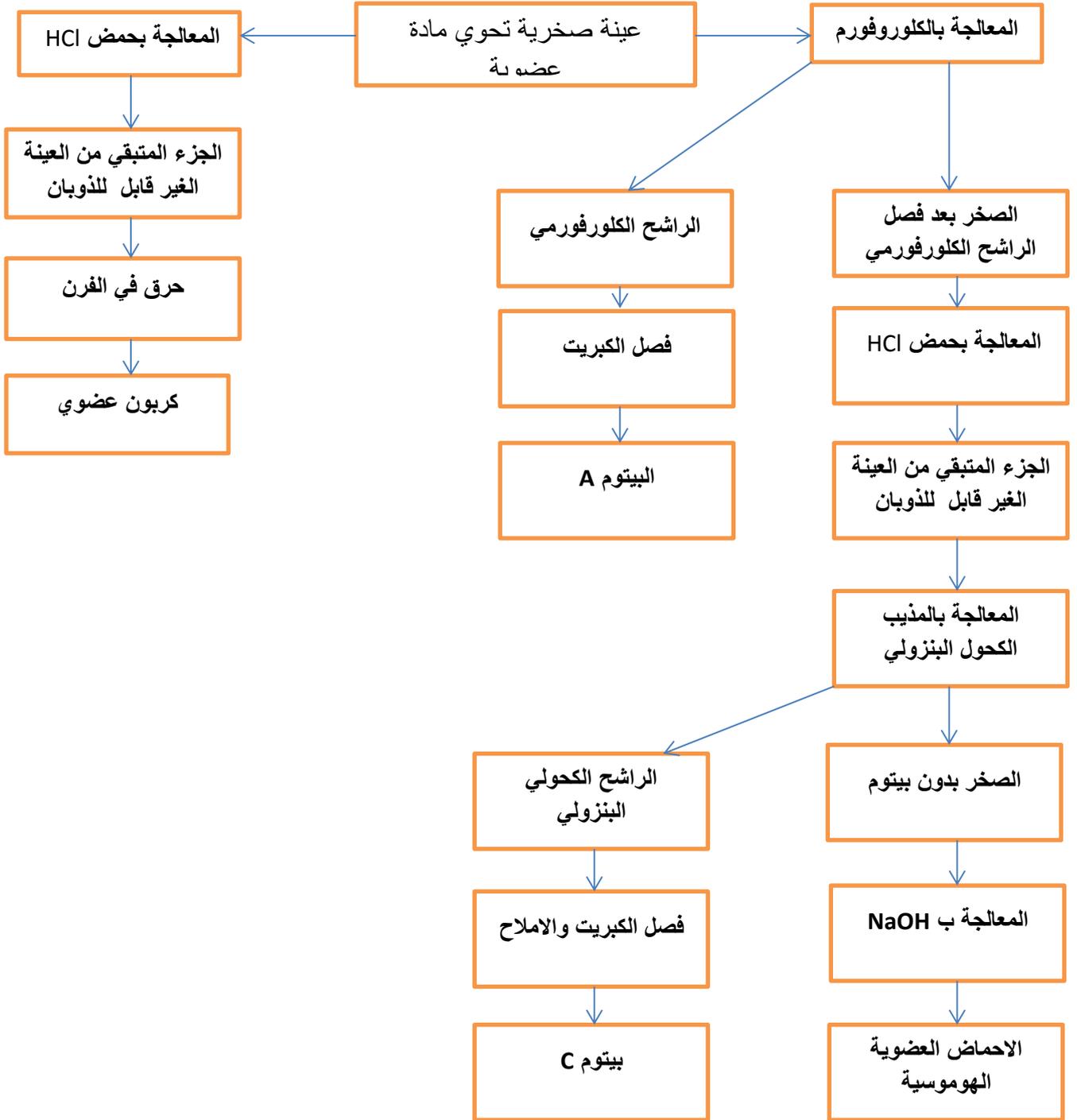
تتم دراسة تركيب هذه المواد عادة عن طريق إجراء التحليل الكيميائي والبتروغرافي لها وتتكون بشكل عام المادة العضوية إلى الاجزاء الرئيسية التالية:

1. **البيتومين** : الذي ينحل في المذيبات العضوية.

2. **الاحماض العضوية** : التي تستخرج بالمحاليل القلوية بعد معالجة المادة الصخرية بالاحماض الهوموسية.

3. **الكيروجين** : وهي المادة المتبقية الغير قابلة للذوبان في المذيبات العضوية ، وتذوب في حمض فلور الماء .

ولتحديد اجزاء ومكونات المادة العضوية نستعين بالمخطط التالي:



بيتوم A: هو الذي نحصل عليه عند استعمال المذيبات العضوية ويسمى بالبيتوم الحر.

بيتوم C: هو الذي نحصل عليه عند معالجة الصخر بالحمض ويسمى البيتوم المرتبط.

## 4-2. الكيروجين:

عبارة عن بوليميرات غير قابلة للذوبان بالمذيبات العضوية ( الكلورفورم ، الاسيتون، البنزول الكحولي) ويتكون من نوى المركبات الحلقية الكثيفة والتي ترتبط ببعضها عن طريق سلاسل أليفاتية. ولكنها تعطي عند تقطيرها مواد متنوعة مثل النفط والغاز. الشكل (1-4)



الشكل (1-4) الكيروجين

وتتكون مادة الكيروجين من كربون بنية تتراوح بين 77 و 83% وهيدروجين 5 و 10 % واكسجين 10 و 15 % و نيتروجين بنسبة ضئيلة جدا .

ومن ناحية التركيب العنصري يتكون بشكل رئيسي من : الكربون والهيدروجين ، الاوكسجين ، النيتروجين ، الكبريت ، ويتراوح عدد ذرات هذه العناصر والتي تقابل كل ألف ذرة كربون:

العدد	العنصر
300-25	H
35-10	O <sub>2</sub>
30-5	N <sub>2</sub>

يبدأ تشكل الكيروجين عند بداية التفكك الكيميائي والبيولوجي للأنسجة العضوية للكائنات الحية الميتة ، حيث تتفكك بشكل كلي او جزئي الكربوهيدرات والبروتينات فتتشكل بذلك بنيات جديدة تسمى الجيوبوليميرات تتميز بعدم وجود بنية بيولوجية نظامية وهي تعد اصل الكيروجين.

وأثناء عملية **الدياجينز** يزداد حجم الجيوبوليميرات لتصبح أكثر تعقيداً وذات اوزان جزيئية عالية جداً ، حيث يخسر الماء و  $CO_2$  والامونيا وتتحول الروابط الكربونية المضاعفة إلى بنيات مشبعة او حلقية ، وإذا كانت الرسوبيات فقيرة بالمعادن الثقيلة وحدث إرجاع السلفات بواسطة الميكروبات غير الهوائية فأن كميات كبيرة من الكبريت سوف تتشكل وتدخل في تركيب الكيروجين، ويتعرض الكيروجين المتشكل إلى تفاعلات غيرعكوسة ناتجة عن الحرارة تدعى تفاعلات **النضج الحراري** وينتج عنها تحطم جزيئات صغيرة من بنية الكيروجين وتبقى الجزيئات ذات المقاومة الأكبر وخلال النضج الحراري للكيروجين: تتناقص النسبتين ( $H/C$ ,  $O/C$ ) ويخسر الكيروجين كلاً من الكبريت والنيتروجين.

ويزداد محتوى الكربون في الكيروجين مع زيادة المواد المترسبة لاحقاً.

#### 3-4. البيتومين (البيتوم):

وهو القسم من المادة العضوية والذي يذوب في المذيبات العضوية ، ويتضمن العديد من المركبات العضوية والتي لها الدور الكبير في توليد وهجرة النفط وتشكل الحموض الدسمة القسم الاكبر من الشحوم في العديد من العضويات ، وهذه الحموض تتمتع بمقدرة تحمل وثبات عالية للأعمار الجيولوجية الطويلة، وبشكل عام يتكون البيتومين من:

أ. **الحموض الدسمة**: تتكون من مركبات مشبعة السلسلة ،بينما المركبات ذات السلاسل المتفرعة وغير المشبعة تكون نسبتها قليلة، ويعتقد ان بعض الحموض الدسمة هي من المواد المشكّلة للبارا فيينات في النفط.

ب. **الشموع** : وهي استيرات لحمض طويل السلسلة وكحول احادي الهيدروكسيل وتعتبر الشموع المركب الرئيسي للشحوم او الدهون للنباتات القارية.

ب. **المركبات الحلقية**: تعتمد على اجتماع خمس او ست حلقات فرعية مثل الكوليسترول والكلورفيل والذي يعد المصدر الأساسي لإنتاج **الايرونويدات والبورفيرين**.

الايرونويدات : تتشكل من تكرار وحدة الايزوبرويد (التيربان) وهي عبارة عن زيوت هيدروكربونية عطرية متطايرة وتعود لسلسلة متفرعة في كل خامس ذرة كربون. وبعد البريستان والفوتان من اهم الايزونويدات

يضم البيتومين أيضاً الدسم الذي يعطي عند انحلاله بالماء الحوض الدسمة والاصباغ التي تعتبر مصدراً للعديد من الجزئيات العطرية الصغيرة.

و يمكن ان نصنف المركبات الأساسية في البيتومين حسب طريقة انحلالها بالمذيبات العضوية كما يلي:

1. الزيوت : تتألف بشكل رئيسي من المواد الهيدروكربونية الخفيفة وتذوب في الايتير البترولي
2. المواد الهيدروكربونية (الراتنج او الصمغ) : تتألف بشكل رئيسي من مركبات تحوي الكربون والهيدروجين والكبريت والآزوت وتذوب في الايتير البترولي.
3. الإسفلتين : يشبه تركيب الراتنجات ولكن يكون بأوزان جزيئية كبيرة يذوب في الكلوروفورم ولا يذوب في الايتير البترولي.
4. الكربينات : وهي الجزء من البيتوم الذي لا يذوب إلا في كبريت الفحم.

ويتعلق تركيب البيتومين حسب الظروف الحيوية والضغط والحرارة وهذا يؤدي إلى اختلاف جوهري في التركيب الكيميائي بين البيتومينات الموجودة في الرسوبيات الحديثة والقديمة

بيتومين حديث (PPM)	بيتومين قديم (PPM)	المواد الهيدروكربونية
0.002	2-1000	هيدروكربونات ذات وزن جزيئي منخفض (C <sub>4</sub> -C <sub>8</sub> )
0.1	1-25	المركبات الحلقية

أنواع البيتومين:

توجد أنواع متعددة من البيتومين ، ويمكن تصنيفه حسب المنشأ كما يلي:

1. بيتومين داخلي المنشأ: وهو الذي يتشكل في الصخر دون أن يهاجر إلى صخور مجاورة.

2. **بيتومين خارجي المنشأ:** وهو الذي يتشكل في الصخر و يهاجر إلى صخور مجاورة، وهو قريب من النفط بتركيبه الكيميائي ،يتميز باحتوائه على كميات كبيرة من الزيوت الهيدروكربونية الخفيفة (85-90%) وكميات قليلة أو معدومة من الراتنجات، واحتوائه على كمية كبيرة من الفحم وانخفاض نسبة الاوكسجين فيه.

ويمكن التمييز بين النوعين باستخدام الطرق الميكروسكوبية ، حيث نأخذ شريحة من الصخر ونعرضها للأشعة فوق البنفسجية ،المادة العضوية ستقلور وهنا نميز حالتين:

. إذا كان التفلور بشكل نقط يدل على تبثر المادة العضوية والبيتومين داخلي المنشأ.

إذا ملأ التفلور كامل المساحة أي المادة العضوية تملأ العينة وبالتالي البيتومين خارجي المنشأ.

ويمكن تصنيفه حسب تواجده في الصخر كما يلي:

1. **البيتومين ذو المنشأ الداخلي (الأتوختوني):** وهو الذي تشكل في الصخر ، إذا لم يفقد قسماً من فحومه الهيدروجينية يسمى بيتومين أتوختوني أصلي أو أولي ، وإذا فقد قسماً من فحومه الهيدروجينية نتيجة الهجرة فانه يبقى في الصخر ما يسمى البيتومين الأتوختوني المتبقي الذي يختلف بتركيبه عن البيتومين الاصلي ، ووجود البيتومين الأتوختوني المتبقي يدل على ان الصخر مولد للنفط.

2. **البيتومين الباروتوختوني:** وهو تشكل مع الصخور الرسوبية نفسها ن وأصبح بتركيبه ومواصفاته شبيه بالنفط ومستعد للهجرة من هذه الصخور ، وأحياناً قد يهاجر لمسافة قصيرة ضمن الصخر الام إلا انه لم يغادرها إلى الصخر الخازن .

2. **البيتومين ذو المنشأ الخارجي (الألوختوني):** هو غريب عن الصخر الموجود فيه ، أي تشكل في صخر ما(الصخر المولد) ونجده الان في صخر آخر(خازن) نتيجة لعملية الهجرة ، ويوجد عادة بشكل مركز في الصخور وهو عملياً النفط الخام سواء اكان تجارياً او غير تجاري.

اما النوعين الاول والثاني يوجدان في الصخور الرسوبية بشكل مبعثر.

ويتم تحديد نسبة البيتومين بالمادة العضوية بحساب العامل البيتوميني ( $\beta$ ) والذي نحسب كما يلي:

العامل البيتوميني (%) = نسبة البيتومين في الصخر / نسبة الفحم العضوي في الصخر

العامل البيتوميني (%) = نسبة البيتومين في الصخر / نسبة المادة في الصخر

نسبة المادة العضوية = نسبة الفحم العضوي في الصخر \* عامل يتبع نوع المادة العضوية