

المحاضرة الثانية

التركيب الكيميائي للمواد الهيدروكربونية الطبيعية السائلة والصلبة

2-1. التركيب الكيميائي للمواد الهيدروكربونية السائلة (النفط الخام):

2-1-1. تعريف النفط الخام:

النفط الخام عبارة عن مزيج معقد من مركبات هيدروكربونية وأخرى غير هيدروكربونية، وعناصر كيميائية مختلفة مثل الأكسجين، والنيتروجين، والكبريت، ونسبة قليلة من النيكل أو الفاناديوم، وتُشكل المكونات الفلزية الأخيرة به ما نسبته واحد بالمئة فقط من النفط ككل، كما تدخل الألكانات الكيميائية الثمينة في تكوينه وعددها أربعة وهي: ميثان، CH_4 ، إيثان، C_2H_6 بروبان، C_3H_8 ، بوتان، C_4H_{10} .

وتتفاوت التركيب الكيميائي للنفط نوعياً وكمياً من نفط إلى آخر، إلا أن السمة المشتركة التي تربط بين معظم المركبات الداخلة في تركيبه هي وجود ذرات الكربون والهيدروجين.

لون النفط الخام: يكون النفط الخام عادة ذو لون أسود، أو بني داكن، كما يمكن أن يكون

أصفر محمراً، أو ضارباً للسمرة، أو مخضراً، وتشير هذه الاختلافات في اللون إلى التركيبات الكيميائية المميزة للمصادر المختلفة من النفط الخام؛ فمثلاً يميل البترول الذي يحتوي على كمية قليلة من المعادن، أو الكبريت إلى اللون الأفتح.

2-1-2. العناصر الكيميائية المكونة للنفط:

يتكوّن النفط من مجموعة من العناصر الكيميائية وهذه العناصر هي:

الكربون بنسبة حوالي 85%.

الهيدروجين بنسبة حوالي 13%.

النيتروجين الذي يشكل ما نسبته 0.5%.

الأكسجين، ويشكل حوالي 1%.

المعادن؛ كالحديد، والنيكل، والنحاس بنسبة أقل من 0.1%.

2-1-3. المركبات الكيميائية المشكلة للنفط:

1. المركبات الهيدروكربونية المكوّنة للنفط الخام:

تتشكل المركبات الهيدروكربونية من اتحاد الكربون مع الهيدروجين ، ويمكن ان يتراوح عدد ذرات الكربون فيها من ذرة حتى مئات الذرات ، و تصنف الهيدروكربونات الموجودة في النفط الخام إلى أربعة أنواع رئيسية هي:

1. البارافينات (paraffins) والتي تشكّل ما نسبته 15-60%.
2. النفثينات (naphthenes) بنسبة حوالي 30-60%.
3. العطريات (aromatics) والتي تشكّل حوالي 3-30%.
4. الإسفلت (asphaltics) ويشكل الكمية المتبقية.

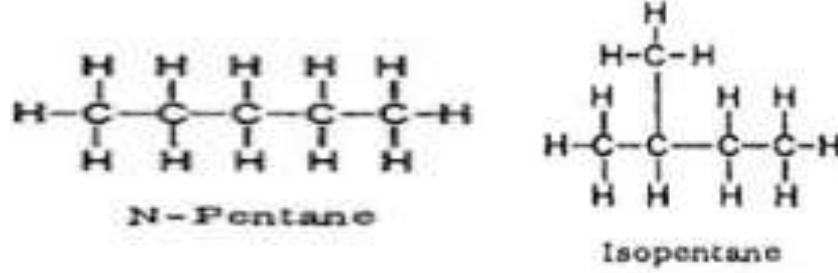
يمكن أن يحتوي النفط الخفيف على حوالي 97 % من الهيدروكربونات، أما النفط الثقيل والبيتومين فيمكن أن يحتوي على حوالي 50% فقط من الهيدروكربونات، إلى جانب كميات أكبر من العناصر الأخرى.

أ. البارافينات:

وهذه المجموعة من الهيدروكربونات تتخذ الصيغة الجزيئية C_nH_{2n+2} ، وتتواجد البارافينات العادية في معظم الخامات البترولية، حتى الإسفلتية منها ولو بنسب صغيرة. تزداد كثافة ونقطة غليان البارافينات بازدياد عدد ذرات الكربون.

تشمل هذه المجموعة الهيدروكربونات ذات السلسلة المستقيمة، والتي تسمى بالألكانات أو البارافينات العادية. وعندما تحتوي السلسلة على أكثر من 18 ذرة كربون يطلق عليها اسم الشموع البارافينية أو الشموع المعدنية و تزداد نسبة البارافينات النظامية في النفط بزيادة العمق ودرجة النضج للمادة العضوية ،بينما يمكن ان يؤدي التخریب البيولوجي أن يؤدي إلى إنقاص هذه المركبات.

الميتان (CH_4) والبروبان (C_3H_8) والبوتان (C_4H_{10}) هي مركبات غازية في الشروط النظامية من الضغط والحرارة ، والبارافينات السائلة تبدأ من البنتان النظامي (C_5H_{12}) وتنتهي بالبنتاديكان ($C_{16}H_{34}$) ، والبارافينات الصلبة النظامية تبدأ من الهيكساديكان ($C_{17}H_{36}$)



وقد تحتوي السلسلة المستقيمة على مجموعة ميثيلية CH_3 مرتبطة بذرة الكربون الثانية، وحينئذ تسمى بالإيزوبارافينات **Iso-Paraffins**. وقد تشمل السلسلة الهيدروكربونية مجموعة أو أكثر من المجموعات الألكيلية، المتماثلة أو المختلفة، موزعة على أماكن متفرقة من السلسلة وتسمى البارافينات المتفرعة، توجد البارافينات المتشعبة في شموع النباتات الحية.

يعد كل من البريستان ($C_{19}H_{40}$) والفتوان ($C_{20}H_{42}$) من أشهر البارافينات المتشعبة وأكثرها إنتشاراً في النفط ، تقاس النسبة بين هذين المركبين في النفط الخام او البيتومين المستخلص من الصخر والنسبة تشير إلى بيئات الترسيب ونوع المادة العضوية ودرجة نضجها ،البريستان يدل على بيئة مؤكسدة ، والفتوان على بيئة مرجعة.

وتستخدم البارافينات في جيوكيميا النفط كأحد المؤشرات البيولوجية الهامة على مصدر التراكمات الهيدروكربونية وعلى العينات القديمة التي عاشت بها الكائنات والتي أتت منها ، ونذكر على سبيل المثال:

$C_9 - C_{21}$ تأتي بشكل خاص من أشنيات بحرية وبحيرية

$C_{25} - C_{37}$ السلاسل المفردة : تأتي من شموع النباتات القارية

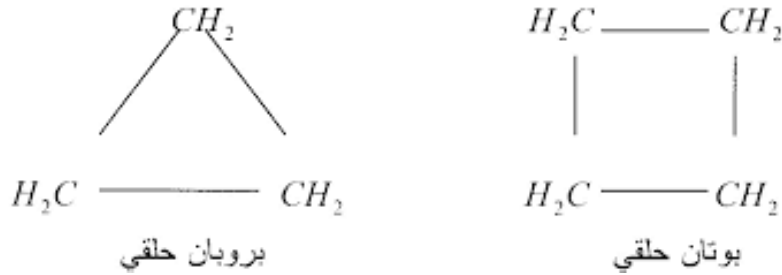
$C_{20} - C_{32}$ السلاسل المزدوجة : تأتي من بيئات مالحة فقيرة بالأوكسجين ولكن

غنية بالكربونات والمتبخرات.

ويمكن ان تتواجد بعض البارافينات الخفيفة ($C_2 - C_8$) نتيجة التحول الحراري للمادة العضوية بالرغم من غياب هذه المركبات عن تركيب الكائنات الحية او توجد بكميات قليلة.

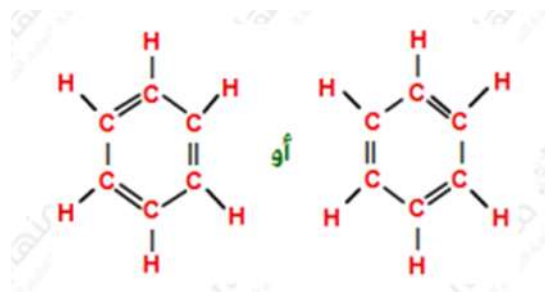
ب.النفثينات (البارافينات الحلقية):

تتكون عن طريق النفاف البارافينات المستقيمة أو المتشعبة مع المحافظة على الرابطة الاحادية بين ذرات الكربون والصيغة العامة (C_nH_{2n})



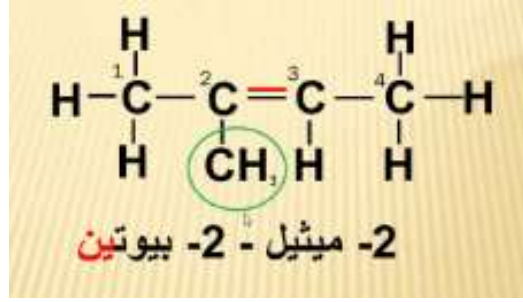
ج.العطريات (الارومات):

تنتمي إلى المركبات الهيدروكربونية غير المشبعة وتتكون البنية الرئيسية للجزيء من حلقة سداسية الشكل حيث تتكون من ستة ذرات من الكربون مرتبطة ببعضها البعض ؛ وفي نفس الوقت ترتبط كل ذرة كربون بذرة هيدروجين ، وبعد البنزن من أبسط المركبات العطرية والصيغة العامة (C_nH_{2n-6})



د.الاوليفينات:

مركبات هيدروكربونية غير مشبعة وغير حلقية تحتوي على رابطة مضاعفة واحدة على الاقل بين ذرات الكربون، مما يجعل منها مركبات ذات قدرة تفاعلية عالية ولذا لم يتواجد الهيدروجين أو العناصر الأخرى سوف تتفاعل مع بعضها لتشكل بوليميرات ذات اوزان جزيئية عالية.



2. المركبات غير الهيدروكربونية المكوّنة للنفط الخام:

تتكون من المركبات الكبريتية والمركبات النيتروجينية والمركبات الحاوية على الاوكسجين (N S O) وأحياناً تسمى هذه المركبات بالبقايا الإسفلتية.

أ. **المركبات الكبريتية:** إن نسبة قليلة من الكبريت الموجود في النفط يمكن ان تكون بشكل حر أو على شكل (S H) بينما الجزء الاعظم يرتبط مع الكربون العضوي ، ويتركز بشكل خاص في المركبات العطرية ، واهم المركبات الحاوية على الكبريت في النفط:

. **المركبات:** الصيغة العامة (R-SH) R: جذر كربوني توجد بشكل خاص في النفوط ذات درجة الغليان الاقل من (c150).

السوليفيدات : الصيغة العامة R-S-R ، R/ R : جذران كربونيان ويتواجد بكميات هامة في البنزن المستخرج من قار الفحم.

المركبات ثنائية السوليفيد : الصيغة العامة : R-S-S-R وتتركز بشكل خاص في المجموعات الثقيلة.

ب. **المركبات النتروجينية:** نسبتها أقل من المركبات الكبريتية وترتبط مع الجزيئات الكبيرة ذات الحلقات العطرية المتعددة ، ولذلك تزداد نسبتها مع زيادة كثافة النفط ويعتبر كل من الاميد (-NH2) والنتريلو ، أهم المجموعات الحاوية على النتروجين في النفط الخام.

ج. المركبات الحاوية على الاوكسجين:

أهم المركبات الحاوية على الاوكسجين هي: الفينول : يرتبط الاوكسجين مع حلقة أروماتية

الكحول : يرتبط الاوكسجين مع مجموعة مشبعة.

والاستر ، الحمض ، الايتير ، الكربونيل ، الكيتونات / الالدهيدات

وتعد كل من الراتنجات والاسفلتينات من اهم المجموعات التي تحوي هذه المركبات.

الراتنجات : عبارة عن مواد سائلة لزجة إلى صلبة ، غير بلورية ، ذات ألوان تتراوح من البرتقالي المحمر إلى البني الداكن ، وهي لا تتحلل في البروبان السائل ، ولكنها تتحلل في البنجان النظامي وتتراوح أوزانها الجزيئية (500-1000 ppm).

أما الاسفلتينات عبارة عن مواد صلبة غير بلورية ، ذات لون بني قاتم إلى أسود ولا تتحلل في البنجان النظامي ، ولكنها تتحلل في ثاني كبريتد الكربون (CS_2) ، وهي ذات اوزان جزيئية عالية يمكن ان تصل إلى اكثر من (5000ppm) ، ولا يوجد في الكائنات الحية ما يقابل الاسفلتينات لذا تعد هذه المواد ناتجة عن التحولات التي تحدث في المادة العضوية.

تتكون البنية العامة للمركبات الإسفلتية والراتنجية من نوى حلقات عطرية كثيفة ، ترتبط بها ذرات من الكبريت راو الاوكسجين او النتروجين أو الفاناديوم ويمكن ان تحتوي بعض العناصر الأخرى مثل النيكل والفاناديوم ولكن بنسب ضئيلة جداً.

ويحدث عند التحول من النفط إلى الراتنجات ثم إلى الإسفلتينات مجموعة من التغيرات من اهمها:

1. ازدياد الوزن الجزيئي والكثافة.
2. ازدياد قيمة النسبة (C/H).
3. ازدياد نسب كل من الكبريت والاكسجين والنتروجين.
4. ازدياد نسبة الحلقات العطرية.

2-1-4. تصنيف النفط الخام:

يمكن تصنيف النفط حسب كثافته ، إلى نطف ثقيل (heavy) ونطف خفيف (light) ، ويجري تحديد هذه الكثافة حسب مقياس خاص ابتكره معهد البترول الأميركي يدعى (API) ووفق هذا

المعيار يصبح الخام النفطي خفيفاً ومن ثم مرتفع السعر إذا سجل 38 درجة أو أكثر على هذا المقياس، ويكون ثقيلًا (أي عالي اللزوجة) إذا سجل 22 درجة أو أقل.

وترجع خاصية اختلاف كثافة البترول إلى نسبة الهيدروكربونات الثقيلة فيه ، فكلما زادت هذه النسبة زادت كثافة النفط ، وفي الحقيقة فإنّ النفط الخفيف أكثر طلباً في السوق وأعلى سعراً وذلك بسبب امكانية الحصول منه على كميات كبيرة من المشتقات البترولية وبالذات الجازولين (gasoline) والذي يعتبر المشتقّ البترولي الأكثر طلباً في العالم .

كما يمكن تصنيف البترول حسب نسبة الكبريت المتواجدة فيه إلى :

بترول حلو sweet : تكون نسبة كبريت sulfur منخفضة تبلغ نسبته 0.5% أو أقل.

وبترول حامض sour: عندما نسبة الكبريت أعلى من 0.5% . .

وبالطبع فإنّ النفط الحلو أكثر طلباً في السوق العالمية .

2-2. التركيب الكيميائي للمواد الهيدروكربونية الصلبة:

2-2-1. الهيدرات الغازية Clathrate hydrates :

تتكون من مزيج من الماء مع بعض جزيئات الهيدروكربونات الخفيفة (غالباً ما تكون الميثان والإيثان وثاني أكسيد الكربون) وهي بلورات غير محكمة ، مواد بلورية صلبة يكون الماء أساسياً في تركيبها، وهي تشبه الثلج، تتحبس فيها جزيئات غاز داخل أفاقص من الروابط الهيدروجينية لجزيئات الماء، أي أن هيدرات الغاز عبارة عن مركبات يكون فيها الجزيء المستقبل هو الماء، والجزيء الضيف (المحجوز) هو الغاز.

تتشكل الهيدرات بشكل رئيسي من الغازات البكتيرية في الطين غير المتصلب بالقرب من السطح والذي يحتوي (40-50 %) من الماء ، ويمكن أن يصل غاز الميثان إلى هذه ويتحول إلى هيدرات إذا كانت شروط الضغط والحرارة مناسبة ، وتتخرب الهيدرات في معظم الاحواض الرسوبية في درجات الحرارة (21-27 c) وذلك لان الضغط غير كاف لحمايتها.

يمكن الكشف عن الهيدرات عن طريق السرعة السيزمية الكبيرة ، وانخفاض معدل الحفر ، حيث لاحظ الحفارون في مشروع حفر عميق انخفاضاً في سرعة الحفر عند الوصول إلى منطقة الهيدرات من متر في الدقيقة إلى متر في ست دقائق.

وتعد الهيدرات من أفضل الصخور المغطية للمكامن الغازية ، نجد الحقول الغازية العملاقة (30-3) تريليون قدم مكعب غاز مغطاة بصخور الهيرت الغازية ، لان الغازات لا تستطيع المرور منها وخاصة غاز الميثان.

توجد هيدرات الغاز طبيعياً بكميات كبيرة، فيوجد حوالي 6.4 تريليون طن من غاز الميثان محتجزاً على شكل هيدرات الميثان في قاع المحيط ،على سبيل المثال توجد هناك توضعات من هيدرات الميثان قبالة السواحل النرويجية، يمكن أيضاً العثور على هيدرات الغاز في صورة طبقة جليدية كما في كندا القطبية.

تعد هيدرات الغاز نظرياً مصدراً مهماً من مصادر الطاقة، لكنه لا توجد لأن طريقة اقتصادية لاستخلاص واستحصال هذا المصدر، فعلى النقيض من ذلك، فإن تشكل هيدرات الهيدروكربونات يعد من إحدى المشاكل المصادفة في الصناعة النفطية، إذ يؤدي تشكل هذه الهيدرات إلى حدوث انسداد في تمديدات الأنابيب النفطية. بالمقابل فقد جرى اقتراح الاستفادة من تشكل هيدرات غاز ثنائي أكسيد الكربون كوسيلة لتقليص غازات الدفيئة في الهواء الجوي.

ويمكن تصنيف الهيدرات تبعاً لترتيب جزيئات الماء في البلورة وبالتالي تركيب البلورة. إلى ثلاث أنواع هي:

النوع الأول Type I: يتكون من (46) جزيء من الماء وتحتوي تجاويف تستطيع إحتواء ثمانية جزيئات من الميثان ، ويمكن ان تحتوي أيضاً على الايتان وكبريت الهيدروجين وثنائي اكسيد الكربون.

والنوع الثاني Type II : يتكون من (136) جزيء من الماء تجاويفه اكبر من النوع الاول تستطيع إحتواء (172m³) من الميثان في كل متر مكعب منها في الشروط النظامية، ويمكن ان تحتوي أيضاً على البروبان والايزو بوتان.

والنوع الثالث. Type :

2-2-2. المواد البيتومينية الصلبة:

أ. الشموع: تتكون من سلاسل بارافينية طويلة متبلورة وتتحل في (CS₂) بسهولة.

ب. الإسفلت : عبارة عن بيتومين ذو لون بني قاتم إلى أسود ، صلب إلى شبيه صلب ، يتميع عند تعريضه للحرارة تدريجياً ، تتراوح نسبة المنتجات السائلة (25-50%) يتكون بشكل رئيسي من الكربون والهيدروجين بالإضافة للنيتروجين والكبريت والاكسجين ، وهو يحتوي على نطف ثقيل وراتجات وشموع بارافينية ذات أوزان عالية وحرارة انصهار منخفضة (65-95C).

ج.الإسفلتيت: بيتومين صلب ذو لون بني قاتم إلى اسود، درجة انصهاره مرتفعة (121-316 c) ينحل في المذيبات العضوية وCS₂، يتكون حتى (15%) من المواد الهيدروكربونية السائلة وأكثر من (75%) إسفلت وراتج ، وهو يدخل بنسبة كبيرة في تركيب السجيل الزيتي.

د.الرمال الإسفلتية: عبارة عن خلائط إسفلتية طبيعية بنسب متنوعة من حبات الرمل المتماسكة ، تبلغ نسبة البيتومين الذي يمكن استخلاصه منها حوالي(10%)، تتميز بإحتوائها على نسب قليلة من المواد الهيدروكربونية المشبعة والنواتج الخفيفة ، بينما تكون نسبة الإسفلتين ومركبات الاوكسجين والكبريت والنيتروجين مرتفعة.

د.السجيل الزيتي oil shel :

هو صخر يمكن ان ينتج نطف بكميات تجارية خلال التكسير الحراري عند تسخينه لدرجات حرارة عالية(500c) وهو النفط الصخري وقد يسمى حتى بالبترول الحجري.الشكل(1-2)

وهو عبارة عن صخور كربوناتية ذو حبيبات ناعمة (تحتوي على كميات ثانوية من الكوارتز والفلدسبار والفلزات الغضارية والشيل) توضع في بحيرات ضحلة أو بحار غنية بالأشنيات وتحتوي على المواد العضوية (الحيوانات والاحياء البحرية والنهرية وبشكل رئيسي لأشنيات البحار والمياه العذبة) بنسبة أكبر (33%) والتي تجعلها مماثلة للنفط.



الشكل (1-2) السجيل الزيتي

شروط تشكل السجيل الزيتي:

- إن الشروط الملائمة لتشكيل السجيل الزيتي هي تقريباً واحدة لكل انواع السجيل ونذكر منها:
1. تتزامن توضع حبيبات فلزية ناعمة مع تفسخ المادة العضوية والنتيجة عن تحلل العضويات.
 2. تتوفر نواتج عضوية بكميات كبيرة وفي وسط لا هوائي (خالي من الاوكسجين) وغني بالهيدروجين والكبريت.
 3. يجب ان يكون وسط الترسيب هادئاً (مياه عذبة ، بحار مغلقة ، دلتا) حتى لا يكون هناك تغير في نوعية الغازات في الماء.
 4. يجب ان يكون المناخ السائد مشابهاً لتشكيل الفحم (مناخ شبه استوائي).
 5. تتوفر بعض العضويات وخاصة بعض الاشنيات البحرية والبحيرية او المنخربات القاعية والطافية.

تركيب السجيل الزيتي:

يتكون السجيل الزيتي من مواد عضوية ولا عضوية ، حيث تصل نسبة الزيت في الانواع النموذجية حوالي (25 gallon/ton) ،ويمكن ان نلخص مكونات السجيل الزيتي كما يلي:

1. مواد فلزية:كوارتز بنسبة(1-9%) ، غضار(ايليت ، كلوريت) بنسبة (0-9%) ، كربونات (78-96%) ،كالسيت ن دولوميت ، بيريت

2. مواد عضوية: تحتوي بيتومين ، كيروجين وعلى على نسب هامة من الاوليفينات والكبريت والنيتروجين وبمحتواها المرتفع من الهيدروجين .نسبة H/C = 1.25-1.75 نسبة O/C = 0.002-0.2

يجب ان تكون نسبة المادة العضوية مرتفعة بشكل كاف ليصبح اقتصادياً ، حيث لايمكن أن يصبح الصخر مصدراً للطاقة اذا كان محتوى الكيروجين اقل من (2.5%) ،يعطي وجود المادة العضوية بنسب هامة للسجيل الزيتي وزناً منخفضاً حيث تتناقص كثافة الصخر كلما زادت نسبة المادة العضوية فيه.

3. عناصر الاثر: يورانيوم ، فاناديوم ، نيكل ، موليبيديوم ، حديد.

أنواع السجيل الزيتي:

1.التوربانيت:من اغنى أنواع السجيل الزيتي بالزيت ، يتميز بانخفاض نسبة المركبات الفلزية بالنسبة إلى المواد العضوية ، وهي ناتجة عن تجمع بقايا الاشنيات ، ويتواجد بشكل عام بشكل عدسات مترافقة مع توضعات فحمية ، توضعاته الرئيسية في استراليا وبنسلفانيا.

2.التاسمانيت:يتشكل ضمن بحار ضحلة قريباً من الشاطئ ،عناصره العضوية ذات أصل مرتبط بالاشنيات ، لا ينتشر بشكل كبير ، توضعاته في تاسمانيا وألاسكا.

3.تشكيلة الجرين رمز: ذو منشأ بحيري تتألف رسوبياته من السلستون والهاليت وينتشر بشكل رئيسي بمناطق كولورادو واوتاوه.

4.الكوركاسيت: يعود إلى العصر الاوردوفيسي ،تنتشر رسوبياته في جمهورية استونيا.

طرق استخلاص النفط من السجيل الزيتي:

وفقا لخبراء تبلغ احتياطيات الزيت الصخري في العالم هو نحو 650 تريليون طن من هذه يمكن الحصول على ما يصل إلى 26 تريليون طن من الزيت الصخري.

وهكذا، فإن حجم النفط القابل للإنتاج من الصخر الزيتي أكثر من النفط المعروف أو التقليدي ربما بـ 13 مرة في المستويات الحالية للاستهلاك، هذه الطاقة تكفي لفترة زمنية أكثر 300 سنة.

لكن الأمر ليس بالسهل. إذ تجدر الإشارة إلى أن احتياطي النفط الصخري المجدي اقتصاديا أقل بكثير من ذلك، أي أن أغلب الاحتياطيات غير مجدي استثمارها لأسباب مادية ذات علاقة بالنفقات العالية مقارنة بالمرود المادي.

وفقا لمعطيات شركة شل فإن الإنتاج المعقول يمكن أن يكون فقط من الرواسب الغنية ذات المحتوى النفطي في حدود 90 لتر لكل طن من الصخر الزيتي. عدا ذلك، يجب أن يكون سمك الطبقة المنتجة أكبر من 30 متر. وتتركز فقط ثلث احتياطيات الزيت الحجري في حقول ذات محتوى نفطي 90 لترا أو أكثر للطن الواحد. بينما معظم هذه الحقول تتكون من طبقة بسمك أقل من 30 مترا.

تتركز احتياطيات الصخر الزيتي الرئيسية في الولايات المتحدة - حوالي 450 تريليون طن (24.7 تريليون طن من الزيت الحجري). ويتركز احتياطي كبير من الصخر الزيتي في البرازيل والصين. كما أنه لدى روسيا أيضا احتياطيات كبيرة من النفط السجيل (حوالي 7% من الاحتياطي العالمي).

وتختلف نسبة النفط الممكن استخلاصها من السجيل الزيتي بالمعاملة الحرارية باختلاف كل من . **نسبة المادة العضوية في الصخر**: تزداد كمية النفط المستخلصة بزيادة نسبة المادة العضوية، و **نوع المادة العضوية** و، **التاريخ الحراري** حيث بزيادة عمق الصخور خلال تاريخها الجيولوجي سيؤدي لتعرضها لدرجات حرارة مرتفعة تؤدي إلى التوليد الطبيعي للمواد الهيدروكربونية وهجرتها بالتالي تقل كمية النفط التي يمكن استخراجها من الكيروجين المتبقي أو حتى تنعدم نهائياً.

عند تسخين النفط الصخري في ظل انعدام الهواء يتشكل لدينا هيدروكربونات سائلة او غازية وتمثل المادة الجديدة المتشكلة بسبب التسخين في ظل انعدام الاكسجين ما نسبته 20 - 70% من الحجم الاولي.

الهيدروكربونات السائلة الناتجة عن تسخين السجيل (الصخر الرسوبي النفطي) هي الزيت الصخري - الراتنج القريب من حيث التركيب من الهيدروكربونات النفطية والتي يمكن اعتبارها نفط غير تقليدي.

هناك طريقتان رئيسيتان للحصول على المواد الخام اللازمة من الصخر الزيتي.

أولاً . طريقة انتاج الصخر الزيتي المفتوح او بالمناجم ومعالجته لاحقاً في محطات خاصة: حيث يتم تعريض الزيت الحجري (الصخري) للحرارة (التسخين دون وجود الهواء)، ونتيجة لذلك يتحرر من الصخر النفط الصخري القار الحجري.

تم تطوير هذه الطريقة بفعالية في الاتحاد السوفياتي، المعروف كذلك مشاريع استخراج الصخر الزيتي في مقاطعة فوشون (الصين)، وحقل ايراتي (البرازيل).

بشكل عام، تعتبر طريقة انتاج السجيل معالجته لاحقاً وسيلة مكلفة للغاية بسبب ارتفاع كلفة الإنتاج، سعر كلفة برميل النفط بحدود 75-90 دولار بحسب أسعار النفط للعام 2005.

ثانياً. انتاج النفط الصخري بشكل مباشر من الطبقة :

وتقترح الطريقة حفر الآبار الأفقية مع التشقيق الهيدروليكي اللاحق والمتعدد، في كثير من الأحيان يتطلب منا القيام بمعالجة باستخدام مادة كيميائية أو التسخين الحراري للطبقة.

ومن الواضح أن هذا النوع من الإنتاج يتم في ظروف أكثر تعقيداً وكلفة أكبر من عمليات انتاج النفط التقليدي، بغض النظر عن الطريقة المستخدمة. بالتالي فان كلفة الاستثمار في مجال النفط الصخري بشكل عام، ستكون أعلى بكثير من التقليدية. وبحسب تقديرات شركات يكون الإنتاج للزيت الصخري معقول وذو جدوى في حال ان تكون اسعار النفط كحد أدنى من 50-60 دولاراً للبرميل.

كلتا الطريقتين تعاني من بعض السلبيات والعوائق الرئيسية. تطوير انتاج الصخر الزيتي مع تجهيزه ومعالجته في مرحلة لاحقه يجابه الى حد كبير بمشكلة التخلص من المحتوى الكبير لكميات من ثاني أكسيد الكربون (CO_2) المنبعث أثناء عملية استخراج القار (النفط) من الصخر الزيتي. التخلص من ثاني اكسيد الكربون مشكلة لم يتم حلها ، وإطلاقه (ثاني اكسيد الكربون) في الغلاف الجوي يهدد بكوارث بيئية على نطاق واسع. لحل هذه المشكلة، فقد اقترح العلماء مؤخرًا في جامعة ستانفورد ، تكنولوجيا جديدة EPICCC اذ يتزامن الحصول على الكهرباء واحتجاز ثاني أكسيد الكربون.

عند استخراج النفط الصخري بشكل مباشر من الطبقة تكون هناك مشكلة أخرى تتمثل في معدل الانخفاض العالية للإنتاج الآبار الإنتاجية. في المرحلة الأولى وبسبب الاستكمال للآبار الأفقية والتكسير المتعدد فان المرحلة تنسم بمعدل انتاج عالي جدا. بعد ذلك (بعد حوالي 400 يوما من التشغيل)، يحدث انخفاضا حادا (80%) من حجم الانتاج. للتعويض عن التراجع الحاد هذا وللحفاظ على ثبات مستوى انتاجية ابار النفط الصخري فان عملية حفر وادخال الابار الانتاجية يحدث بشكل تدريجي وعلى مراحل محسوبة.