الصخر الزيتي الاردني مصدر بديل للطاقة

خالد الشوابكة
مساعد المدير العام

الشركة الوطنية لإنتاج النفط والكهرباء من الصخر الزيتي الإردني
National Company for Oil & Electricity Production from the Jordanian Oil Shale JOSECO)

1. مقـدمة

يعتبر قطاع الطاقة في المملكة الاردنية الهاشمية المحرك الرئيس لتطوير ودفع عجلة التقدم والنمو في مختلف القطاعات الاقتصادية. يهدف هذا القطاع الى توفير الطاقة بمختلف اشكالها اللازمة لجميع الاستخدامات بكلفة اقتصادية وفقاً للمعايير والمواصفات المعتمدة.

كما يهدف ايضاً الى تنويع مصادر وأشكال الطاقة لتعزيز أمن التزود بها، وتطوير مصادر الطاقة المحلية والتقليدية والمتجددة واستغلالها، وفتح القطاع امام الاستثمارات الخاصة وتحسين كفاءة استخدام مصادر الطاقة وادارتها، وتعزيز مشاريع الربط العربي والاقليمي وتعظيم الاستفادة منها.

ولكن هذا القطاع يواجه تحديات أساسية أهمها الافتقار الى مصادر محلية للطاقة التجارية وسرعة ازدياد معدل النمو في الاستهلاك للنفط الخام والمشتقات البترولية. ونتيجة لذلك؛ فإن الاردن يعتمد على الاستيراد المباشر للنفط الخام والمشتقات البترولية الاخرى من الاسواق الدولية، حيث يستورد حوالي 95% من إجمالي إحتياجاته من الطاقة، الامر الذي يجعل التكلفة المرتفعة لفاتورة النفط عبئاً ثقيلاً على الاقتصاد الوطني.

وقد ارتفعت قيمة هذه الفاتورة من 610 مليون دينار اردني (9.3% من الناتج المحلي الاجمالي) في عام 2002 الى 1153 مليون دينار اردني (14.1% من الناتج المحلي الاجمالي) في عام 2004 لتصل الى حوالي 1776 مليون دينار اردني (19.5%من الناتج المحلي الاجمالي) في عام 2005. وفي عام 2006؛ يتوقع أن تبلغ قيمة الفاتورة النفطية حوالي 1.827 مليار دينار أردني مقابل واردات متوقعة بحجم 1.461 مليار دينار أردني على فرض سعر 60 دولار/ برميل.

ومن التحديات التي يواجهها قطاع الطاقة ايضاً هو الاستمرار في تلبية الطلب على المشتقات النفطية وعلى الطاقة الكهربائية والمتوقع ان يتجاوز معدل النمو السنوي لهما 3% و 4% على التوالي. بحلول عام 2010 من المتوقع أن يصل حجم الاستهلاك من النفط الخام والمشتقات النفطية الى 8170 مليون طن (164000 برميل / اليوم) بكلفة تقدر بحوالي 2933 مليون دينار أردني (70 دولار/ البرميل) اي ما يعادل حوالي 25% من الناتج المحلي الاجمالي وهذا سيشكل عبئاً أكبر على الاقتصاد الوطني؛ الامر الذي يجعل تطوير استغلال احتياطي المملكة من الصخر الزيتي حقيقة ملحة لا سبيل الى تجاهلها.

لسنوات قليلة؛ كان استغلال الصخر الزيتي غير مجدٍ اقتصادياً بسبب ارتفاع التكلفة المترتبة على ذلك؛ ولكن تطور تكنولوجيا استغلاله في الوقت الحاضر جعل هذه الكلفة منافسة لكلفة استكشاف النفط الخام التقليدي.

إن من المنافع التي ستعود على الاقتصاد الاردني وعلى ميزان مدفوعاته تجعل إستغلال الصخر الزيتي لإنتاج النفط على جانب كبير من الاهمية وهذا سيساعد الاردن على الاكتفاء الذاتي من النفط وأن يستعيد كلفة الاستثمار فيه خلال فترة (5) سنوات تقريباً. وهذا سيساعد ايضاً في توفير

مبـلغ مقـداره 2.933 مليـون دينـار اردنـي أي (حـوالي 4.19 بليـون دولار امريكـي) لميـزان المدفوعات وهي القيمة المقدرة لفاتورة النفط لعام 2010. أضف الى ذلك بان الاردن يمكن ان يصبح مصـدراً للزيـت الصـخري وهـذا يعـزز امـن المملكـة فـي التـزود بـالوقود خـلال هـذا القـرن الحـادي والعشرين.

وعلى ضوء ارتفاع اسعار النفط المتزايدة واقتراب بلوغ انتاج العالم من النفط حدّه الاعلى وقرب انتهاء "عصر النفط" خلال الخمسين سنة القادمة كما تشير دراسات و تقارير الخبراء بأن المخزون المؤكد من هذه السلعة الاستراتيجية في باطن كوكب الأرض لن يتمكن من تلبية الاحتياجات المتزايدة للبشرية؛ يتطلب من الاردن الاسراع في تطوير استغلال احتياطه الهائل من الصخر الزيتي ليكون مصدر الطاقة البديل وقت الحاجة.

2. تطور استهلاك النفط و الغاز الطبيعي عالميا

أن الإرتفاع القياسي في سعر برميل النفط عالمياً والذي تجاوز الـ (147) دولاراً خلال العام 2007؛ أصبح يشكل تهديداً على الإقتصاد العالمي؛ الامر الذي حدا بالدول الصناعية الى التحرك والدعوة الى تعاون شامل من جانب الدول المنتجة والمستهلكة للطاقة على حدٍ سواء لتهدئة اسواق النفط والغاز وتسهيل الإستثمار في قطاع الطاقة وزيادة كفاءة إستخدامها.

وحسب التوقعات العالمية؛ فإن اسعار النفط على الرغم من تراجعها الى النصف فلن تتوقف عند هذا الحد بل يتوقع ان تتجاوز في نهاية هذا العام الـ (70) دولار/ للبرميل ويمكن اكثر. وبالطبع فإن هناك عوامل مساعدة أدت الى تعميق الشعور بالأزمة النفطية في العالم: منها الطفرة الإقتصادية التي تشهدها الصين والهند حالياً سوف تزيد الطلب على النفط والطاقة بشكل عام وخاصة أن هاتين الدولتين اللتين تضمان نحو ثلث سكان العام تعتمدان على الإستيراد لتلبية إحتياجاتهما في ظل نقص الطاقة الإنتاجية عالميا. ووفقاً لتقديرات الوكالة الدولية للطاقة وسلاح المهندسين العسكريين في الجيش الامريكي فإن الطلب العالمي سيزيد بنسبة تتراوح من 50- 60% بحلول عام 2030.

أما بالنسبة للغاز الطبيعي؛ فقد بلغ الانتاج العالمي منه عام 2005 حوالي (2729) مليار متر مكعب محققاً نسبة نمو تقدر بـ (3%) عن عام 2004. ويشكل إنتاج الدول العربية البالغ حوالي (373) مليار متر مكعب نسبة (14%) من الإنتاج العالمي. كما يقدر الإحتياطي العالمي من هذه المادة بحوالي (182036) مليار متر مكعب الذي يشكل إحتياطي الدول العربية البالغ حوالي (5730) مليار متر مكعب نسبة (31%) منه.

3. الطاقة و الإقتصاد الأردني

واجه الاردن خلال العقود القليلة الماضية الكثير من التحديات التي نشأت عن عوامل خارجية ناتجة عن النزاعات الاقليمية في المنطقة وبخاصة في عقد التسعينات من القرن الماضي حيث اندلعت حرب الخليج الثانية وتلتها الحرب على العراق في شهر آذار عام 2003 وهو البلد العربي الذي شكل تقليدياً سوقاً تصديرية رئيسية للمنتجات الاردنية والمزود الرئيس للاردن بالنفط الخام منذ (15) عام تقريباً بموجب ترتيبات خاصة بين البلدين.

و نظرا لاعتماد الاردن اعتمادا كليا على استيراد النفط الخام و المشتقات النفطية لتلبية احتياجاته من الطاقة اللازمة للنمو الاقتصادي و الاجتماعي؛ الأمر الذي يجعل فاتورة النفط تشكل عبئا كبيرا على موازنة الدولة. أنظر الجدول رقم (1) و الجدول رقم (2).

جدول رقم (1): كلفة الطاقة المستهلكة.

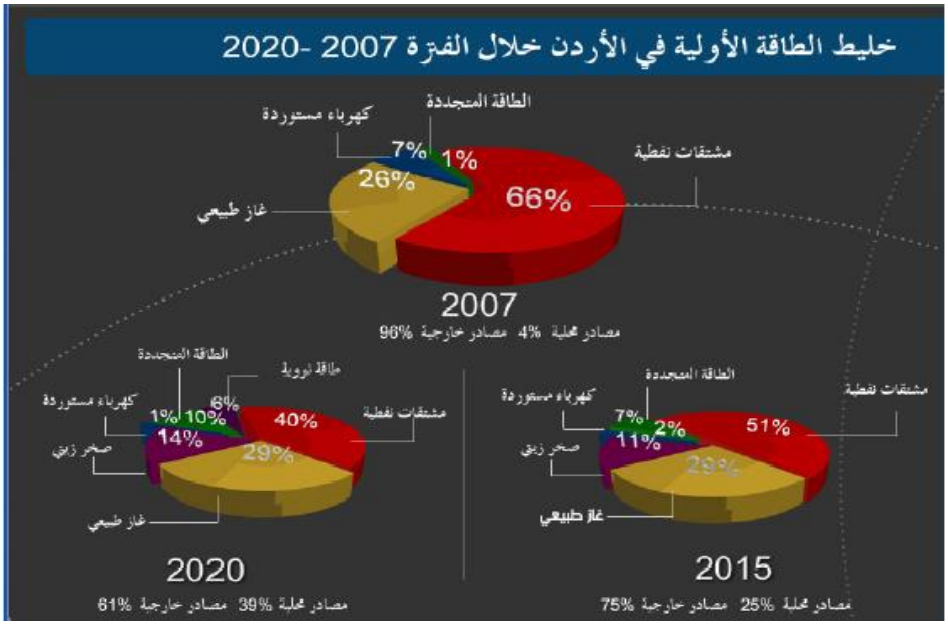
السنة	كلفةالطاقة المستهلكة (مليون دينار أردني)	كلفة الطاقة المستهلكة منسوبة الى:		
		الصادرات %	المستوردات %	الناتج المحلي الاجمالي %
2002	610	31.4	17.3	9.3
2003	764	27.2	18.8	10.8
2004	1153	41.9	19.9	14.5
2005	1776	58.1	23.9	19.5

- **المصدر: وزارة الطاقة والثروة المعدنية، الطاقة 2006- أرقام وحقائق.**

أن قيمة فاتورة استيراد النفط الخام والمشتقات النفطية الاخرى ارتفعت من 534 مليون دينار أردني (763 مليون دولار امريكي) عام 2002 لتصل حوالي 1.65 مليار دينار أردني(2.35 بليون دولار امريكي) عام 2005 بسبب توقف التزود بالنفط من العراق والارتفاع المتزايد على اسعار النفط عالمياً منذ عام 2002 ، وفي عام 2005 بلغت فاتورة استيراد النفط حوالي 20% من الناتج المحلي الاجمالي ويتوقع ان تصل الى 30% عام 2010 على افتراض أن اسعار النفط العالمية لن تتغير عن معدل 70 دولار امريكي/ البرميل.

4. الاستراتيجية الشاملة لقطاع الطاقة في المملكة

يلعب قطاع الطاقة دوراً اساسياً في رفع مستوى البنية التحتية حيث تشكل عاملاً حيوياً للتحول الاقتصادي والاجتماعي. لذلك؛ فإن توفر خدمات الطاقة وجودتها والقدرة على تحمل كلفتها هي الاساس في تشجيع الاستثمارات الاجنبية وتعزيز المنافسة بين الشركات المحلية وتوجيه النمو الاقتصادي. على هذا الاساس لا بد من إيلاء موضوع الطاقة في الاردن الاهتمام الخاص والكبير من أجل توفير الطاقة اللازمة للتنمية الشاملة والمستدامة من خلال تنويع مصادر واشكال الطاقة المستوردة لتعزيز أمن التزود بها وتطوير مصادر الطاقة المحلية التقليدية (النفط والغاز) والمتجددة. وفتح القطاع أمام الاستثمارات الخاصة لاستغلال هذه المصادر وتحسين كفاءة استخدام الطاقة وتعظيم الاستفادة من المشاريع الاقليمية للربط الكهربائي وكذلك الغاز الطبيعي لزيادة مساهمته في مزيج الطاقة الكلي بالتحول من إستخدام زيت الوقود الى الغاز في توليد الكهرباء والصناعات الكبرى.



وقد جاءت الاستراتيجية الشاملة لقطاع الطاقة في المملكة والمقرة من قبل مجلس الوزراء في كانون الثاني عام 2004 في التوصيات الواردة بهذا الخصوص في الاجندة الوطنية التي تناولت الاولويات التنموية في القطاعات المختلفة للسنوات العشر القادمة والتي وضعت من قبل لجنة خاصة بتكليف من جلالة الملك عبدالله الثاني بن الحسين المعظم.

1-4.في مجال تطوير المصادر المحلية للطاقة التجارية

يستورد الاردن 95% من إحتياجاته من الطاقة الكلية، وقد بلغت فاتورة استيراد النفط حوالي 1153 مليون دينار في العام 2004 وهي تمثل نسبة 14.2% من الناتج المحلي الاجمالي. وفي ضوء ارتفاع اسعار النفط بشكل قياسي، فإن الاعتماد على استيراد النفط و الغاز وتنامي الطلب على الطاقة، يدفع الاردن الى البحث عن مصادر محلية بديلة وتطوير المصادر المتجددة.

وتوجد في الاردن كميات كبيرة من الصخر الزيتي باحتياطي مؤكد يزيد على (70)مليار طن تحتوي على حوالي 10% من النفط وفي ضوء تنامي ارتفاع قيمة فاتورة النفط ووجود الاحتياطي المؤكد من الصخر الزيتي لا بد من بيان الجدوى الاقتصادية والفنية لتحديد مدى إمكانية إستغلال الصخر الزيتي تجارياً بالحرق المباشر لتوليد الكهرباء أو بالتقطير لانتاج النفط وذلك من خلال إعداد دراسة جدوى بهذا الشأن في أسرع وقت ممكن ومتابعة التطورات التكنولوجية العالمية في هذا المجال، إضافة الى إبقاء الباب مفتوحاً أمام أي فرصة إستثمارية لإستغلال الضخر الزيتي. الجدول التالي يبين أن نسبة مساهمة الصخر الزيتي في خليط الطاقة الكلي تقدر بحوالي 1% في العام 2010، أي ما يعادل (86150) طن.م.ن و في العام 2015 بحوالي 3% أي ما يعادل حوالي (316000) طن.م.ن.

مصادر الطاقة الاولية في المملكة خلال الفترة 2005- 2015.

مصـــادر الطاقـــة الاولية	2005	2007	2010	2015
الـــــنفط الخـــــام والمشتقات النفطية	%76	%62.8	%52.8	%52.9
الغاز الطبيعي	%20	%35	%44	%41
الطاقة المتجددة	%1	%2	%2	%3
الكهربـــــــــاء المستوردة	%3	%0.2	%0.2	%0.1
الصخر الزيتي	ــــ	ــــ	%1	%3

- المصدر: وزارة الطاقة والثروة المعدنية، الطاقة 2006- أرقام وحقائق.

5. الصخر الزيتي

5-1 تعريف الصخر الزيتي

الصخر الزيتي (السجيل) مصطلح عامٌ يطلق على مجموعة من الصخور الرسوبية البحرية ذات حبيبات ناعمة لونه أسود إلى بني غَامِقٍ يحتوي على مواد عضوية وغير عضوية.

مواد عضوية ذات وزن جزئي عال وتتكون من:

- مواد بيتومينية تذوب في المذيبات العضوية وتتكون من كربون وهيدروجين وأكسجين ونيتروجين وكبريت.
- الكيروجين وهو مكون من مواد عضوية وهيدروكربونيه معقدة موجودة في الصخر على شكل توضعات دقيقة يدخل في تركيبها النيتروجين والأكسجين.

الكيروجين كلمة من اصل يوناني وتعني مولد الزيت، لا يذوب في المذيبات العضوية الخفيفة والثقيلة إلا قليلا" بينما يتحول بالتحطيم الحراري إلى مواد هيدروكربونيه (زيت وغاز).

مواد غير عضوية (معدنية) تتكون من:

- الكربونات (الكالسيت والدولومايت)
- الكوارتز، الصلصال، الفوسفات.
- فلزات معدنية.
- عناصر نادرة ومواد مشعة كاليورانيوم وغيرها.

الصخر ألام الحامل للكيروجين يمكن أن يكون من أي نوع من أنواع الصخور الرسوبية كالحجر الجيري (الكلسي) أو الحجر الجيري الفوسفاتي أو الغضار أو الطباشير، ، الطفلة أو الفوسفات أو أي خليط من هذه الصخور أو بعضها.

إن عوامل الضغط والحرارة التي أثرت على تحويل المواد العضوية إلى كيروجين لم تكن كافية لتحويله إلى بترول أي أن سمك الطبقات الرسوبية التي غطت الصخر الزيتي ليست كافية لإيصال درجة الحرارة والضغط إلى حد تحويل المادة العضوية إلى بترول ولهذا فان المادة العضوية ليست ناضجة.

يصنف الصخر الزيتي عادة بمحتواه من الزيت وبقيمته الحرارية وكلاهما يرتبط بالآخر. تتراوح القيمة الحرارية لأنواع الصخر الزيتي المعروفة في العالم من 1000-4000 كيلو حراري للكغم الواحد ويمكن استغلال هذه الطاقة أما بحرق الصخر الزيتي مباشرة كوقود أو بتقطيره لاستخلاص الزيت و/ أو الغاز منه ومن ثم يمكن استعمال الزيت بعد بعض المعالجات كمصدر للطاقة مثله مثل النفط والغاز الطبيعي.

2-5 استعمالات الصخر الزيتي

- توليد الطاقة الكهربائية وذلك بواسطة الحرق المباشر للصخر الزيتي .
- استخراج الزيت والغاز بعمليات التقطير.
- استغلال الزيت كناتج بتروكيماوي تستغل فيه جميع مكوناته التي تدخل في صناعة البلاستيك ومبيدات الحشرات والكيماويات وغيرها.
- يمكن استغلال المواد الثانوية الناتجة مثل الرماد لصفاته الحرارية الجيدة في المباني وكمادة عازلة واهم من ذلك ناتج الغاز الامونيا والكبريت.
- إنتاج الأسمنت.
- استعمال الصخر الزيتي لانتاج الالكترودات، المعادن النادرة كالفناديوم واليورانيوم وغيرها وذلك كنواتج ثانويه.
- يمكن استعمال الزيت الصخري لانتاج الالياف الصناعيه والبلمرة.
- إنتاج الإسفلت لتعبيد الطرق.
- المساعده على تعديل خواص التربة المفتقرة الى الكلس.
- يوجد استعمالات قديمة للصخر الزيتي في الأردن حيث تم استعمالها قبل الاف السنين في عمليات الطبخ وفي صناعة المكعبات لتزيين المساجد والقصور
- **استغلال الرماد: أثبتت الأبحاث والدراسات أن كمية الرماد الهائلة المنتجة من مختلف الوحدات يمكن استغلالها في الأوجه التالية:**
  - تخصيب التربة ومعادلة التربة الحامضية
  - تعبيد الطرق حيث يخلط مع الأسفلت
  - إنتاج القرميد
  - يستعمل كفلتر في معالجة المياه العادمة
  - عامل امتصاص للزيوت والبنزين

- كمضاف معدني لغذاء الحيوانات
- صناعة الأسمنت أحيانا
- يستعمل في السدود
- يستعمل في صناعة الأنابيب.

3-5 طرق استغلال الصخر الزيتي

رغم توفر كميات هائلة من الصخر الزيتي في العالم إلا أن الاستغلال التجاري كان محدوداً.

1-3-5 الحرق المباشر: هناك ثلاثة طرق لحرق الصخر الزيتي هي:

- طريقة السحق (Pulverization) والمستخدمة في أستونيا على نطاق تجاري.
- طريقة Circulating Fluidized Bed Combustion (CFB)
- طريقة. Pressurized Fluid Bed Combustion (PFBC)

2-3-5 التقطير: التكنولوجيات المعروفة عالميا" لتقطير الصخور الزيتيه تقسم كما يلي:

- التحطيم الحراري في المكان.
- التحطيم الحراري خارج المكان (السطحي)

3-3-5 استخلاص الغاز ثم حرقه لتوليد الكهرباء:

طرق استغلال الغاز كثيرة ومستعملة بشكل خاص في أستونيا وروسيا على نطاق واسع.

4-3-5 الطريقة المركبة :

إن نسبة الزيت والقيمة الحرارية هي التي تحدد طريقة الاستغلال وفي الغالب إذا كانت نسبة الزيت اقل من 8% والقيمة الحرارية اقل من 800 كيلو كالوري /كغم فان هذا الصخر يستعمل لتوليد الكهرباء بالحرق المباشر أما إذا زادت النسبة عن هذا الحد فيستعمل الصخر في التقطير وفي بعض الأحيان يمكن استغلال الصخر الزيتي عن طريق التقطير والحرق المباشر.

4-5 أنواع المقطرات

تم تصنيف المقطرات حسب جوتري (1964) إلى أربعة أنواع:

- مقطرات التسخين غير المباشر وذلك بالإشعاع والتوصيل عبر الجدران.
- مقطرات التسخين المباشر/الاحتراق داخل المقطرة.
- مقطرات التسخين المباشر بالناقل الحراري المدور.
- مقطرات يتم التبادل الحراري فيها ما بين الصخر الزيتي والنواقل الصلبة.

5-5 طرق تقطير الصخر الزيتي

أهم الطرق لتقطير الصخر الزيتي هي-:

- باراهو، توسكو، درافو اكسكن ويونيون وهيتروت الامريكية
- لورجي،الالمانية
- بتروبراس البرازيلية
- تاسيوك الكندية ،
- جالوتر، كيفتير، الاستونية
- فوشون الصينية
- جوسيكووالجنزير الدائري اليابانية وغيرها.
- تكنولوجيا الميكرويف .
- تكنولوجيا UTT-3000

6- الصخر الزيتي في العالم

قامت العديد من الدول في العالم بمحاولات لاستغلال الصخر الزيتي منذ عام 1837 حيث قامت بإجراء تجارب حرق وتقطير الصخر الزيتي والاستفادة منها في إنتاج الطاقة بأشكالها المختلفة مثل فرنسا في الفترة الزمنية 1837- 1957 ، البرازيل 1881- 1972 ، وفي الصين ابتدأ من 1929 وكذلك في كل من السويد، استراليا، سويسرا، إسبانيا، جنوب أفريقيا واسكتلندا إلا أن استغلاله توقف فيما بعد بسبب تدني أسعار النفط في ذلك الوقت ولكن في عقد السبعينات بدأت تظهر برامج وتقنيات متطورة لاستغلال الصخر الزيتي سواء عن طريق الحرق المباشر لإغراض توليد البخار والكهرباء أو عن طريق التقطير لانتاج المشتقات النفطية أو عن طريق تحويل المواد الهيدروكربونيه الموجودة في الصخر الزيتي إلى غاز.

تقدر كميات الاحتياطي العالمي المؤكد بحوالي 3.4 بليون برميل مكافئ علما" بأن الاحتياطي العالمي من المصادر الأخرى على النحو التالي:

- رمال القار: 3.5 بليون برميل نفط مكافئ.
- الفحم: 3.75 بليون برميل نفط مكافئ.
- النفط: 1.1 بليون برميل نفط مكافئ.
- الغاز: 0.8 بليون برميل نفط مكافئ.

يستغل الصخر الزيتي على نطاق صناعي واسع من قبل دولتين هما الاتحاد السوفيتي (سابقا") والصين الشعبية والبرازيل وعلى نطاق ضيق في الاتحاد السوفياتي (سابقا") والمانيا الغربيه والولايات المتحدة واسرائيل واسبانيا واليابان واستراليا

بعض الدول التي تستعمل الصخر الزيتي بالحرق المباشر والتقطير

الدولة	الحرق المباشر	التقطير
استونيا	4000 ميجاوات	نصف مليون برميل سنويا
الصين	50 ميجاوات	12 مليةن برميل سنويا"
المانيا	ميجاوات	تجارب
استراليا	تجارب	20 مليون برميل سنويا
كندا	35 ميجاوات (رمال القار)	66 مليون برميل سنويا(رمال القار)
اسبانيا	70 ميجاوات	تجارب
البرازيل	تجارب	مليون برميل سنويا
روسيا	تجارب	46 مليون سنويا
الولايات المتحدة	تجارب	3.2 مليون برميل

- **المصدر: نشرة سلطة المصادر الطبيعية التعريفية عن الصخر الزيتي**

7- التجارب السابقة في مجال استغلال الصخر الزيتي:

7-1 الصين

يوجد الصخر الزيتي في الصين في المناطق التالية:

- فوشون: منطقة ليوننج.
- ماومنج Maoming .
- هوديان Hudian: منطقة جيلين Jilin Province .
- لونج كوا: Longkow منطقة شان دونج Shandong.
- يـيلان وسـونج ياسـان Yilan and Songyasan فـي منطقـة هيلـونج جيـانق Heilongjiang.

بدأ إنتاج النفط (الزيت الصخري) من الصخر الزيتي (السجيل) في الصين منذ عام 1926 بعد الحرب العالميةِ الثّانية زاد عدد المقطرات إلى 200 مقطرة في المصفاةِ رقم 1 كُلّ منها بطاقة

إنتاجية يومية 100-200 طن من الصخر الزيتي. وأنضم إليها المصفاةِ رقم 2 التي بدأت العمل في عام 1954، أما في المصفاةِ رقم 3 فقد عولج الزيت الصخري بطريقة خاصة لإنْتاج الوقودِ السائلِ الخفيفِ.

في نهاية عام 1959 ارتفع عدد المقطرات إلى 266 مقطرة تعمل في مصافي فوشون رقم 1 و 2 وكان الزيت الصخري المنتج قد وصل إلى 780000 طن في المصفاتين في فوشون أما في هوديان كان الإنتاج بكميات قليلة.

في ماومنج كان الصخر الزيتي يعدن بطريقة الحفر المفتوحة وأقيم مصنع الزيت الصخري في بداية الستينات ، في عام 1984 كان الإنتاج المشترك لفوشون وماومنج حوالي 1.6 مليون برميل من الصخر الزيتي. بالإضافة فهنالك نواتج ثانوية مثل الكوك , كبريتات الامونيوم الرماد لانتاج الإسمنت.

ثم بعد ذلك تأرجح إنتاج النفط من الصخر الزيتي حتى بداية التسعينات وكان من أهم أسباب هذا التارجح ما يلي:

- توفر النَفط الخامِّ الأرخصِ كثيرا من تكاليف إنتاج النفط من الصخر الزيتي مما أدّى إلى إغلاق بعض عمليات التعدين في ماومنج ومصافي فوشون لفترات مختلفة.
- عندما اصبح تعدين الفحم يتم بواسطة المناجم تحت الأرضية عندها لم يعد هنالك حاجة لإزالة الغطاء الصخري (الصخر الزيتي) لهذا انخفض إنتاج الصخر الزيتي.
- وجود مصادر أخرى محلية كالفحم واكتشاف البترول والغاز حيث تبلغ موارد الفحم القابلة للاستخراج حوالي مليارى طن من الفحم سنويا وان استهلاك الفحم يشكل حوالي 50 بالمائة من استهلاك الطاقة بالصين وسيستمر كذلك فى غضون 30 إلى 50 عاما.
- التوسع في استعمال الطاقة النووية.
- التوجه العالمي للمحافظة على البيئة مما يستدعي اتباع تكنولوجيا حديثة اقل تأثيرا" على البيئة.

في عام 1992 بَدأَ العمل في مصنع فوشون لتقطير الصخر الزيتي تحت إدارة مكتبِ فوشون للتعدين، وكانت مقطراته ال60 تنتج ما يقارب من 60000 طن من الزيت الصخري سنويا" الّتي ستُباع كزيت وقود، وكربون اسود كناتج ثانوي .

في عام 2002 انتج مصنع الزيت الصخري في فوشون حوالي90000 طن (630000 برميل) من الزيت الصخري (لانتاج 1 طن زيت صخري يستنفذ حوالي 33 طن من الصخر الزيتي بنسبة 6%).

مع مرور 50 سنةِ مِنْ تأريخِ البدء في الإنتاج المستمر للزيت الصخري فانه يبدو بان الصين جادة في تَطوير صناعة صخر زيتي كبيرةِ بغض النظر عن التغييراتِ في سوق النفط العالمي فمثلاً:

- قام الصين أيضا" ببناء وحدة تجريبية بقدرة 50 ميجاوات تحرق الصخر الزيتي كمرحلة أولى للدخول في محطات تجاريه
- بالإضافة إلى مصنع الحرق المباشر في هوديان /منطقة جيلين هنالك خطة لبناء مصنع لمعالجة 1.5 مليون طن صخر زيتي (حوالي 5000 طن يوميا").
- كما ان بعض شركات الفحم تخطط لانتاج الزيت الصخري كناتج ثانوي مثل مثل شركة هاربن للغاز والكيماويات Harbin Gas and Chemical Company (1000طن صخر زيتي يوميا) وشركة لونج كوا Longkow (1000 طن صخر زيتي يوميا") وشركة سونج يا سان لتعدين الفحم Song Ya San Coal Mining Company (2500 طن صخر زيتي يوميا").

2-7 استونيا

أستونيا فريدةُ بين الأممِ في استعمالها الضخم للصخر الزيتي الذي كَانَ مصدر الطاقة الرئيسي لعدّة عقود وتمثلُ أستونيا حول 70 % مِنْ الإنتاج العالمي للصخر الزيتي. فمنذ عام 1916 كَانَ للصخر الزيتي تأثيرُ هائلُ على اقتصاد الطاقةَ، خصوصاً أثناء فترةِ الحُكُمِ السوفيتيِ وبعد ذلك تحت الجمهوريةِ الأستونيةِ.. مواصفات الصخر الزيتي الاستوني شبيهة إلى حد ما بمواصفات الصخر الزيتي الأردني.

وسعت أعمال تعدين الصخر الزيتي في أستونيا بشكل رئيسي بعد الحرب العالمية الثانيةِ ففي عام 1955 وصل الإنتاج من الصخر الزيتي 7 مليون طنَ وأستعمل بشكل رئيسي في محطات الكهرباء وكوقود للمصانع الكيميائيةِ وفي إنتاجِ الإسمنتِ. كما وعرفت طرق تعدين جديدة وبوشر بتَزود الوقود السائلِ للبحرية السوفيتيةِ القاطنة في لينينغراد وحيث أن الإنتاج ازداد بشكل واضح في عام 1958 فقد أُسّسَ معهد بحوثِ الصخر الزيتي لإجراء الأبحاث المستفيضة على تعدين الصخر الزيتي ومشاكل المعالجة.

في عام 1965 تم افتتاح محطة توليد طاقة حرارية بقدرة 1400 ميجا وات واخرى بقدرة 1600 ميجا وات وفي عام 1973وبحلول الـ1980 (سَنَة الحَدّ الأقصى للإنتاجِ) بلغ الإنتاج 31.35 مليون طنّ. وفي عام 1981،أدى افتتاح محطة طاقة نوويةِ في منطقةِ لينينغراد الروسية إلى بِداية الهبوطِ في إنتاجِ الصخر الزيتي الأستوني. والذي استمر حتى عام 1995، مع بَعْض الزيادات السنويةِ الصغيرةِ فيما بعد الاستغلال عن طريق الحرق المباشر لتوليد الطاقة الكهربائية في أستونيا 4000 ميجاوات أما الاستغلال غير المباشر عن طريق التقطير لاستخلاص الزيت من الصخر الزيتي يبلغ نصف مليون برميل سنويا"

منذ أن بَدأَت أستونيا باستعمال الصخر الزيتي تم تعدين حوالي 900 مليون طنَ متريَ. المصادر الحالية للصخر الزيتي الأستونيةِ تصل حالياً إلى 5 بليون طنّ تَتضمّنُ 1.5 بليون طنَّ متريَ احتياطات قابلة للتعدين ،هناك في الوقت الحاضر ستّة مناجم عميقةِ وثلاثة مناجم حفرِ مفتوحةِ عاملة في أستونيا.

السعر المتوسط مِنْ الصخر الزيتي ثُبّتَ من قبل الحكومةِ الأستونيةِ منذ أيار 1997بـ 6.38 $ أمريكي لكلّ طنّ
تستعمل مقطرة كيفيتر ذات ناقل حراري غازي وهذا النوع من المقطرات مناسب للاحجام الصغيرة من الحبيبات.

يتمّ توليد الطاقة الكهربائية بنسبة حوالي 96% من إجمالي الاستطاعة التوليدية تبلغ كفاءة محطات التوليد الإستونية التي تستخدم نظام PC (النظام القديم) حوالي 30%، في حين تبلغ الكفاءة بنظام CFB الجديد حوالي 36.5%، وهذا يؤدي إلى تخفيض استهلاك الطاقة بنسبة 25 %.

الصخر الزيتي يعدن في شمال شرق أستونيا، قُرْب كوهتلا مِن قِبل ،شركة ايستي بوليفكيفي Eesti Polevkivi التي كَانتَ شركة مملوكة للدولة حتى العام ِ2000 التي تعتقدُ بأنّ إنتاجِ الصخر الزيتيِ سَيَبْقى في مستوى حوالي 10.5 مليون طنَ.

أَخذتْ الحكومةُ الأستونيةُ الخطواتُ الأولى نحو خصخصةِ صناعةِ الصخر الزيتي وركزت على مُعَالَجَة مشاكلَ تلوثِ الهواءِ والماء التي سببها قرن من معالجة الصخر الزيتي . فبدأت في عام 2001 بتحريرِ مرحلي لقطاعِ الكهرباء ، لِكي يَبقي على الطريق الصحيح لموافقته المتوقّعة إلى الاتحاد الأوربي.

هنالك محطتان رئيسيتانِ للكهرباء في أستونيا تعتمد على حرق الصخر الزيتي التي تُنتجُ الجزء الأكبر من كهرباء أستونيا، بالإضافة إلى التصديرِ إلى روسيا ولاتفيا هما:

- محطة كهرباء أستو نيا Estonian Power Station (Eesti Elekrijaam)
- محطة كهرباء بلطيقيا Baltic Power Station (Balti Elektrijaam)

اكبر محطاتَ الكهرباء في العالمِ المعتمدة على الصخر الزيتي كوقودِ وتقع هذه المحطات على الحدودِ الشمالية الشرقيةِ لأستونيا. ويشكل إنتاجهما حوالي 95 % مِنْ كهرباءِ أستونيا

وتمتلك هاتان الشركتان الآن شركة نارفا باور Narva Power . إن العمل الأساسي للشركة هو توليد الكهرباء ومقرها بلدةِ Narva التي تقع على بعد حوالي 210 كيلومترَ شرق تالين، بالقرب من الحدودِ الروسيةِ. كما يتم إنتاج الحرارةَ التي تباع إلى الزبائنِ في المنطق السكنية والصناعية في منطقة Narva

في حزيرانِ 2000، أنهت أستونيا عملية مفاوضاتِ مع شركة ان آر جي الأمريكية دامت أربعة سَنَواتِ وطبقاً لشروطِ الاتفاقية تقوم شركة ان آر جي بشراءِ 49 % مِنْ محطاتِ كهرباء نلرفا Narva ، البيع تضمن أيضاً المسيطرة على مناجم الصخر الزيتي في Eesti Polevkivi التي تُجهّزُ الوقودَ إلى محطاتِ الكهرباء. فأَصْبَحت Eesti Polevkivi شركة تابعة مِنْ محطاتِ كهرباء Narvaوتمتلك إن آر جي الآن % 51 من اسهمِ .Eesti Polevkivi تَتضمّنُ الصفقةُ التزام إن

آر جي أيضاً لاستثمار 80$ مليون في Eesti Polevkivi لعصرنة تقنية الشركةَ وتطير البنية التحتية التحتي.

الاتحاد الأوروبي ضَغطُ على أستونيا لتَخفيض استعمال الزيت الصخري حيث كَانَ قلقا" بشأن التلوث مِن عملياتِ الصخر الزيتي. طَلبتْ أستونيا من الاتحاد الأوربي اعتبارُ الصخر الزيتي نفس الاعتبار لاستعمال الفحمَ، والطلب مُنِحَ في تموز 2002. هذا مكن أستونيا من إغْلاق ملفِ الطاقةَ في مفاوضاتِ الموافقة على الانضمام للاتحاد الأوربي.
في الوقت الحاضر، هناك ثلاثة شركات أساسية تتعامل معِ للصخر الزيتي الأستونيِ:

- الشركة المنتجة للطاقة الكهربائيةِ Eesti Energia
- الشركة المنتجة للنفطِ. (سابقاً Kiviter والآن قسم من مجموعةِ Viru الكيميائية)
- شركة تصنيع إلاسمنتِ Kunda-Nordic Tsement

وضع الجانب الإستوني خطة عمل وبرنامج زمني محدد ينتهي مع عام 2015، وذلك لتطوير المحطات القائمة، واستبدال البويلرات PC الموجودة ببويلرات حديثةCFB ، وذلك لتقليل الانبعاثات البيئية إلى المستوى المقبول أوروبياً.

3-7 البرازيل

الصخر الزيتي في البرازيل من أكبر المصادر في العالمِ وتأتي البرازيل بعد الولايات المتحدة الأمريكية من حيث الاحتياطي وأستغل أولاً في أواخر القرن التاسع عشرِ في ولاية باهايا . أنتجَ الزيت الصخري في عام 1935 في مصنع صغير في سايوماتيوس دو سول في ولاية بارانا.
بعد تأسيس شركة بتروبراس Petrobras في 1953 ركزت الشركة العمليات على راسب سايوماتيوس دو سول وقامت بتطوير اكبر مقطرة في العالم لإنتاج الزيت الصخري سميت Petrosix بانتاج يبلغ 3870 برميل يومياً للمقطرة الواحدة بالاضافة الى مواد اخرى
بدأت الشركة بمصنع تجريبي(18 قدم قطر داخلي) بطاقة اسمية 2200 طن بِاليوم، (مصنع اراتي) في عام 1972 هدفه كان لمعرفة بعض خصائص الصخر الزيتي، وتطويرَ البيانات للتقييمِ الاقتصادي للمصانعِ التجارية الجديدة. ثم بَدأَ العمل على مستوى تجاري في 1981 حيث انشأ مصنع تجاري بشكل أكبرَ (36 قدم قطر داخلي) بدء بالعمل بالتقطير بمصنع آخر وضع بالخدمة في ديسمبر/كانون الأولِ 1991 المصنعان التجاريانُ يعالجان سوية حوالي 7800 طنٌ مِنْ الصخر الزيتي يومياِ.

8- الصخر الزيتي في الأردن

يشكل الصخر الزيتي أهم مصدر طاقة طبيعي في المملكة حيث قطع الاردن شوط كبير في الدراسات الإستكشافية لمواقع تواجده كما تمت دراسة مختلف الجوانب الجيولوجية والهيدرولوجية وأساليب التعدين بشكل وافي. كما أن المياه الجوفية المتوفرة في مواقع تواجده كافية لبدء العمليات الإنتاجية.

وقد تم إجراء العديد من دراسات الجدوى الفنية والإقتصادية بالإضافة لتجارب التقطير والحرق لمباشر بالتعاون مع مؤسسات عالمية حيث أثبتت تلك الدراسات والتجارب بأن الصخر

الزيتي الأردني هو من النوعية عالية الجودة حيث ينتج الطن الواحد منه حوالي 106 كغم من النفط و 53 متر مكعب من الغاز، ويمكن من الناحية الفنية إستغلاله لغايات توليد الطاقة الكهربائية أو إستخراج النفط.إن إستغلال الصخر الزيتي يكون مجدي إقتصادياً عندما ترتفع أسعار البترول الى مستويات أعلى من 23 -30 دولار/ البرميل.

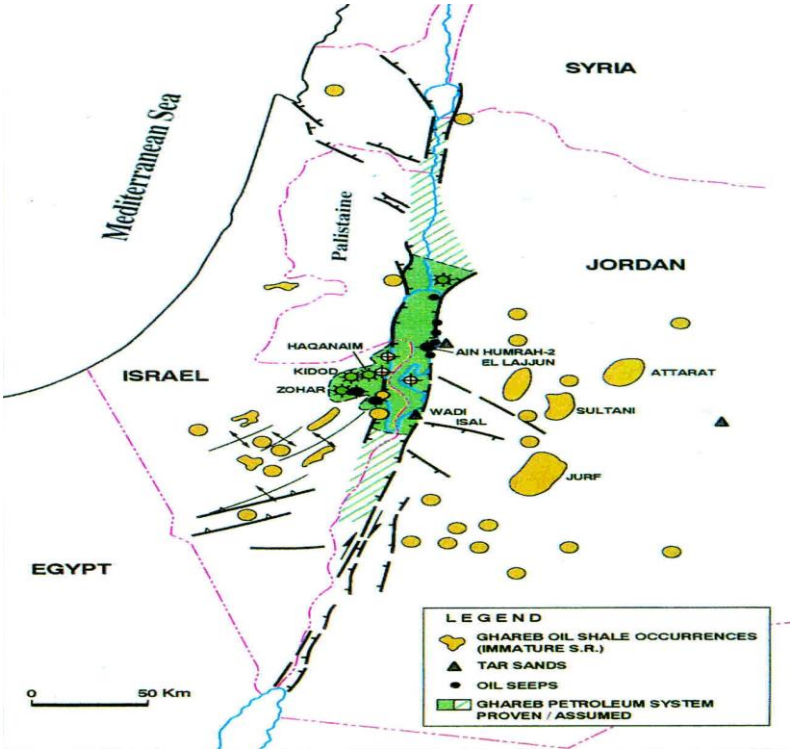
1-8 أماكن وجوده

يوجد الصخر الزيتي في الأردن بكميات كبيرة جدا" في مناطق متعددة من المملكة من معان جنوبا" وحتى نهر اليرموك شمالا" إما على شكل تكشفات سطحيه أو على أعماق مختلفة من السطح لذا يمكن تقسيم الصخر الزيتي إلى ثلاثة مجموعات كما يلي:

- **المجموعة الأولى:** رواسب قريبة من السطح يمكن استغلالها بواسطة التعدين السطحي مثل مناطق اللجون، السلطاني، جرف الدراويش، الحسا، عطارات ام الغدران، وادي المغار باير ووادي البهية ..

- **المجموعة الثانية**: رواسب متوسطة العمق السطح (100-300م) يمكن استغلالها بواسطة المناجم مثل سواقة، والثمد ، خان الزبيب ، الجفر، شرق معان، الشوبك ومنطقة اليرموك.

- **المجموعة الثالثة:** رواسب عميقة (يصل عمقها من السطح أحيانا اكثر من 300م) ويمكن استغلالها بواسطة عمليات التقطير في نفس الموقع In situ ، حوض الأزرق .



اماكن وجود الصخر الزيتي في الاردن

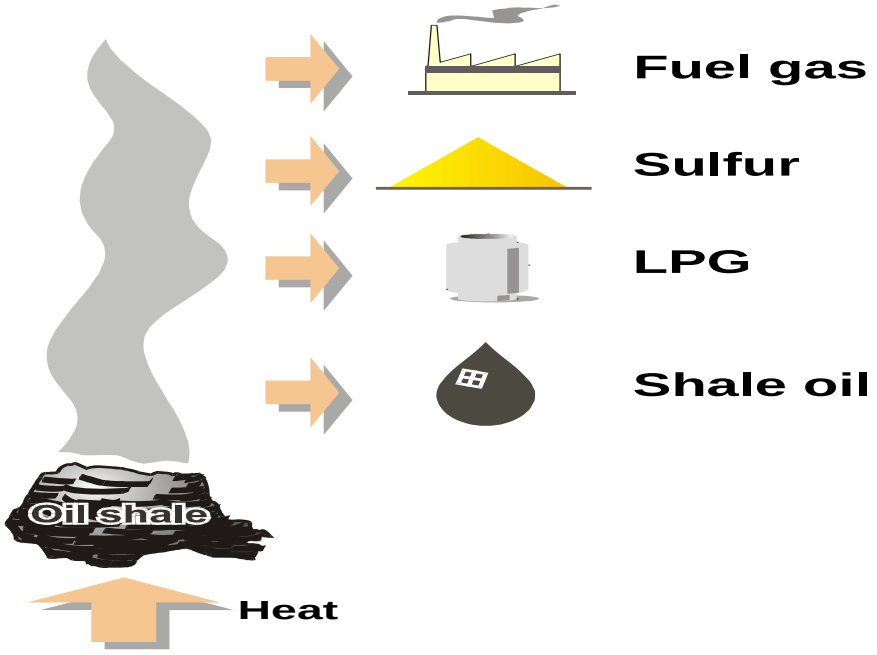
2-8 نبذة تاريخية عن أعمال التنقيب عن الصخر الزيتي

- الفترة 1967-1969 تم تنفيذ برنامج تنقيبي عن الصخر الزيتي في وسط الاردن من قبل سلطة المصادر الطبيعية تم خلالها اجراء دراسات جيولوجية وتعدينية وتم حفر العديد من الابار وتحاليل مخبرية.

- في عام 1979 قامت سلطة المصادر الطبيعية بالتعاون مع المعهد الالماني الاتحادي لعلوم الارض (BGR) باجراء دراسات تقييمية لخامات الصخور الزيتية لكل من اللجون والحسا والسلطاني.

- في عام 1986 قام ائتلاف شركة لورجي كلوكنر بعمل دراسة لما قبل الجدوى لانتاج 50.000 برميل / يوم تتعمق مجمع تقطير باستخدام (CFB) ووحدة التكرير وقد خلصت الدراسة الى ان كلفة انتاج البرميل تتراوح بين (20-25) دولار وان تكلفة انتاج الكيلووات ساعة من الكهرباء تبلغ (19 فلس) وان الصخر الزيتي اللازم هو 7400 طن/يوم وقد اثبتت الدراسة ان الناتج السنوي هو كما يلي:

- 656000 $م^3$ Naphtha
- 612000 $م^3$ كيروزين
- 690000 $م^3$ ديزل
- 482000 طن زيت وقود
- 3400000 طن كبريت



- في عام 1985 قامت شركة البتروكيماويات الصينية (سينوبك) بعمل تجربة لتحديد امكانية تقطير الصخر الزيتي في منطقة اللجون فنياً في مقطرة فوشون الصينية حيث اثبتت التجربة التي اجريت على 1100 طن هذه الامكانية وان كلفة انتاج البرميل تبلغ (15-20) دولار.

- في عام 1988 قامت شركة الستروم الفلندية بعمل دراسة للحرق المباشر على خامات الصخر الزيتي في منطقة السلطاني لعينة زنه 75 طن وقد تبين قابليته للحرق وبكفاءة عالية لتوليد النجار والكهرباء.

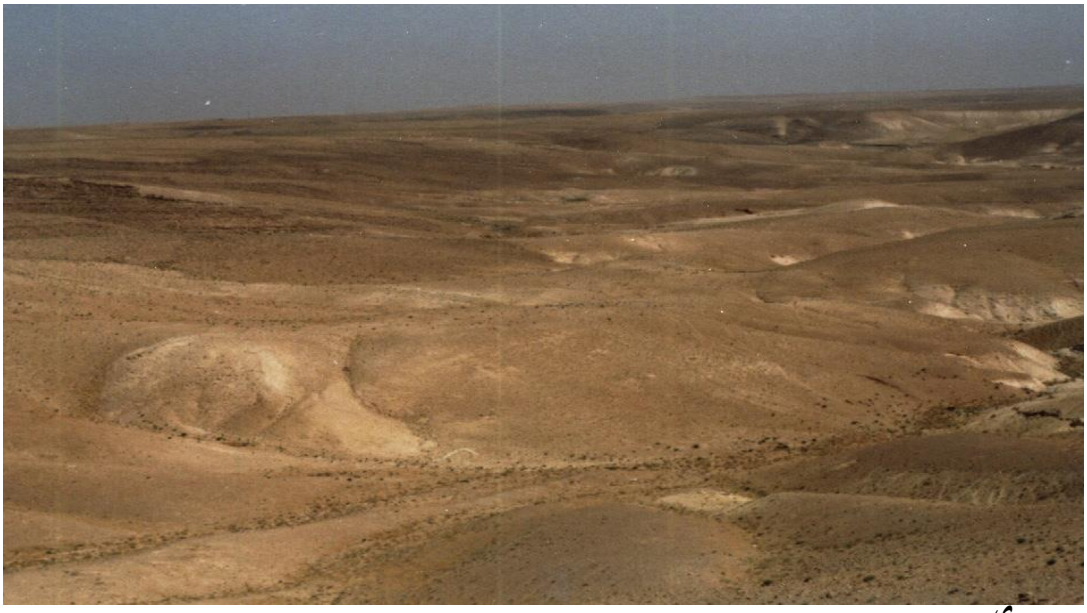
- في عام 1995 تم توقيع اتفاقية بين شركة شل الامريكية والحكومة الاردنية حيث قامت الشركة بحفر عدد من الآبار في مناطق خان الزبيب والثمدة والعطارات وذلك لتقطير الصخر الزيتي العميق في الموقع وقد وقعت الشركة في عام 2009 اتفاقية مع الحكومة للبدء في عمليات التجارب ودراسات الجدوى الاقتصادية وتستمر لمدة (15) عام.

- في عام 2004 قامت شركة فوسترويلر الفلندية بزيارة الى الاردن وقدمت عرضاً فنياً لمؤسسات قطاع الكهرباء حول تجربتها في مجال حرق الصخر الزيتي تجارياً باستخدام تكنولوجيا الطبقة المميعة الدائرية Circulating Fluidized Bed Boiler (CFB) لتوليد الطاقة الكهربائية حيث تعتبر هذه الشركة من الشركات الرائدة في العام في مجال تصنيع حارقات ومراجل الصخر الزيتي لاكثر من اربعين عام وقد تم اجراء تقييم اقتصادي اولي لتكنولوجيا الحرق المباشر بنظام CFB وحسب المعطيات التالية:
  - قدرة المحطة 100 ميجاوات
  - التكلفة الرأسمالية للمحطة 140 مليون
  - عمر المحطة الافتراضي 25 سنة ومعدل الخصم 8% ، ومعامل عمل المحطة 85%.
  - كلفة التعدين 2 دولار للطن.
  - القيمة الحرارية للصخر الزيتي 1500 كيلو كالوري / كغم.
  - الاستهلاك النوعي للصخر الزيتي وحسب الكفاءة 36%.
  - تكاليف التشغيل والصيانة (3%) من التكلفة الرأسمالية.
  - وقد اظهرت نتائج التقييم الاقتصادي ما يلي:
    - تكلفة انتاج الكهرباء من الاستثمار 2.07 سنت/ك وس
    - تكلفة انتاج الكهرباء من الصخر الزيتي 0.40 سنت / ك و س
    - تكلفة الانتاج من التشغيل والصيانة 0.56 سنت/ ك وس

وبالتالي فأن مجموعة تكلفة التوليد من محطة الصخر الزيتي هي 3.02 سنت/ ك وس تتواجدالصخور الزيتية بصفة عامة في القسم العلوي من حقبة الكريتاسي وقد تمتد هذه الحقبة حتى عصر الباليوسين والايوسين وتسمى هذه الطبقات محليا" مجموعة صخور البلقاء إن الصخور الزيتية تتواجد في الجزء السفلي من وحدة الطباشير-المارل (B_3) والمكونة من صخور جيرية طباشيرية ومارلية مع كميات قليلة من الصوان أحيانا.

ان التركيب لترسبات الصخر الزيتي إقليميا" يظهر أن هذه الترسبات المحتوية على المواد العضوية قد ترسبت في أحواض أثناء الحركات التكتونيه فوق وحدات الفوسفورايت وهي تكون الجزء السفلي من وحدة الطباشير-المارل حيث توجد هذه الترسبات حاليا" على شكل مسطح طولي او عدسي يشغل الأخاديد والقيعان المصدعة. ان الصخر الزيتي في منطقة اللجون على سبيل المثال يشكل عدسة كبيرة سميكة في المركز.

- تكوين الموقر الطباشيري-المارلي (B3) ماسترختيان-باليوسين، يتالف هذه التكوين من المارل (الحثان) الطباشيري مع تداخلات رقيقة من طبقات الحجر الجيري والصوان حيث يحتوي الجزء السفلي من هذه التكوين على ترسبات الصخر الزيتي حيث يتراوح سمك هذه الوحدة ما بين (150م) في الجزء الشرقي من وسط الأردن إلي (250م) في الشمال الشرقي والشرق لحوض الازرق والجفر.



الموقر الطباشيري-المارلي في منطقة اللجون

ان معظم الصخور الزيتية في الأردن هي من الحجر الجيري أو الحجر الجيري الفوسفاتي أو المارل مع تواجد كميات قليلة من الصوان أحيانا" وان مصدر الكيروجين هو بقايا النباتات الأولية والحيوانات والتي تجمعت في البحار قبل (80) مليون سنة.

أما من ناحية الوضع التركيبي لبعض مناطق تواجد الصخر الزيتي في الأردن فان منطقة اللجون عبارة عن حفرة انهدام محددة بفالقين يتجهان شمال-جنوب وان امتداد الصخر الزيتي شرق غرب محدد بالفالقين المذكورين.

أما منطقة السلطاني فهي عبارة عن حفرة انهدام محددة بفالقين، الفالق الأول من الشرق ويتجه شمال-شمال غرب/ جنوب-جنوب شرق والفالق الثاني من الغرب بنفس اتجاه الفالق الشرقي

لكنه ينحرف باتجاه غرب شمال غرب/شرق-جنوب شرق حيث يلتقي الفالقان في الزاوية الجنوبية الشرقية للمنطقة كما يوجد فوالق أخري تقطع المنطقة بالاتجاهات شمال غرب/جنوب شرق مع وجود هضبة صغيره في الجهة الشمالية الغربية من المنطقة وان ميل الطبقات بشكل عام شمال شرق.

3-8 سمك الصخر الزيتي وامتداداته والاحتياطي:

يترواح سمك مكامن الصخر الزيتي ما بين 2-450م حيث يزداد سمك الصخر الزيتي في الأردن كلما اتجهنا شمالا" حيث يصل أعلى سمك (250م) في مناطق الشلالة ونهر اليرموك. أما في الجنوب فيصل سمك هذه الصخور (حوض الجفر) الى حوالي (450) م وعمقها من السطح ما بين (صفر-اكثر من 784م) حيث يوجد الصخر الزيتي على شكل مسطح طولي او عدسي يشغل الاخاديد والقيعان المصدعة في معظم مناطق المملكة.

المنطقة	سمك الصخر الزيتي (م)	معدل السمك (م)	سمك الغطاء الترابي(م)	معدل سمك الغطاء (م)	نسبة الزيت (%)	معدل نسبة الزيت (%)
اللجون	1-111	29.6	15-62	25.8	2.2-15.8	10.5
الجرف	19- اكثر من 128	68.3	29-62	47.3	1.1-14.9	5.7
السلطاني	2-65	31.6	44-90	69.3	3.2-17.2	9.7
العطارات	23-63	53.3	28-100	53.3	9-13	8
وادي المغار	10-61	40	10-34	40.5	5.8-9	6.8
الثمد		120				11

مساحة مناطق الصخر الزيتي والاحتياطي الجيولوجي والمثبت وعدد الابار التي حفرت في كل منطقة.

المنطقة	المساحة كم2	الاحتياطي الجيولوجي× 10^9	الاحتياطي المثبت× 10^9	عدد الابار
اللجون	20.4	1.2	1.17	174
جرف الدراويش	150	8.06	2.5	50
السلطاني	25	1.13	1.13	53
عطـــــارات ام الغدران	288	11.3	10.4	42
وادي المغار	29	31.5	21.6	20
الثمد	150	11.5	11.50	12
المجموع	662.4	64.69	48.30	351

ويلاحظ من الجدولين أعلاه ما يلي:

- أن هناك كميات كبيرة من الصخر الزيتي يكفي استغلالها واستخرج النفط منها لعشرات السنين.
- أن سمك الغطاء الصخري والترابي وسمك طبقة الصخر الزيتي مشجعة جداً للإستغلال هذه الأماكن بواسطة المناجم وفي بعض الأماكن من السهل جداً إزالة الطبقة المغطية للصخر الزيتي ولا تشكل عبئاً كبيراً ولا تكلفة عالية للوصول إلى الطبقة الصخر الزيتي .
- أن معظم الاحتياطي الكبير من مخزون الصخر الزيتي موجود في أماكن دلت الدراسات على وجود مياه جوفية وبكميات كبيرة تساعد في استغلال عملية استخراج النفط من الصخر الزيتي علماً بأن عملية استخراج النفط تعتمد على طريقة التقطير الجاف ولا تحتاج إلى كميات كبيرة من المياه .

4-8 الخصائص المعدنية و الكيميائية للصخر الزيتي

1-4-8 الخصائص المعدنية للصخر الزيتي.

ظهرت نتائج التحاليل المخبرية والدراسات العلمية التي أجريت على العديد من العينات المأخوذة من مختلف مكامن الصخور الزيتية في المملكة على أن أهم المعادن المكونة لهذه الصخور هو الكالسيت بالإضافة إلى أن نسب مختلفة من الكوارتز، الصلصال والفوسفات كما يوجد الدولومايت على شكل عقد والكوارتز على شكل صوان او حبيبي كما يوجد البايرايت (FeS_2) بكميات قليلة في الصخر لاتصل 5% وهو دليل على البيئة المختزلة التي تتجمع بها المواد العضوية. كذلك يوجد الاباتيت في الجزء السفلي من طبقات الصخر الزيتي القريبة من وحدة الفوسفورايت. إن معدن

الكوارتز قليل نسبيا" فهو لايصل الى اكثر من 10%. اما المعادن الطينية الموجودة في الصخر الزيتي فهي قليلة لا تزيد عن 10% وان المعدن السائد هو معدن الكاولينايت وقليل من الاليت.

2-4-8 الخصائص الكيميائية للصخر الزيتي

أظهرت نتائج التحاليل المخبريه بصفة شمولية ارتفاع نسبة الكربونات وبشكل عام أعلى من 25% من الوزن وارتفاع نسبة الكبريت حيث تبلغ في المعدل 3.2% من وزن الصخر الخام وتبلغ نسبته في الزيت الصخري (ناتج عملية التقطير) اكثر من 9.5% وان نسبة الزيت تبلغ في المعدل 10% من وزن الصخر الخام تقريبا" وتحتوي المادة العضوية على 89.5% كربون و 0.73% نيتروجين بالإضافة إلى احتوائه على نسبة عالية من العناصر النادرة التي يمكن ان تكون ناتجا" ثانويا" خلال عمليات استخراج الزيت الصخري.

أظهرت النتائج أيضا" وجود العناصر النادرة كالكوبالت, الكروم, النحاس, الموليبدنوم, النيكل, الفناديوم, الفوسفور, اليورانيوم وغيرها وان وجود عناصر الكوبالت, الكروم, النحاس, الموليبدنوم والنيكل مرتبط بالمادة العضوية والكبريت فهي تزيد إذا زادت المادة العضوية وتنقص إذا نقصت (د.عابد 1982). يبين الجدول التالي تركيز العناصر النادرة حيث لا يزال الصخر الزيتي بحاجة إلى دراسة تفصيلية لمعرفة تركيز العناصر النادرة بشكل افضل.

تركيز العناصر النادرة (جزء بالمليون) للصخر الزيتي

العناصر	اللجون	الحمه	وادي العرب	وادي الشلاله	المقارن	السلطاني
الكوبالت Co	248	260	261	243	227	-
الكروم Cr	431	315	264	226	267	298
النحاس CU	92	40	38	47	56	115
المنغنيز Mn	39	95	105	44	95	-
الموليبدنوم MO	73	29	45		65	94
النيكل NI	167	160	187	173	168	139
السترونشيوم Sr	1015	1043	1095	988	1073	707
الفاناديوم V	162	49	92		110	268
الزنك Zn	451	194	274	337	306	649

يبين الجدول التالي المعدل الوسطي للمحتوى الكيميائي للصخور الزيتية في مناطق اللجون، السلطاني، جرف الدراويش, عطارات أم الغدران و وادي المغار.

الجدول التالي المعدل الوسطي للمحتوى الكيميائي للصخر الزيتي في المناطق

النسبة %وزناً	اللجون	السلطاني	الجرف	العطارات	وادي المغار
أكسيد السيليكون SiO_2	16.13	26.3	9.3	21	24.5
أكسيد الألومنيوم Al2O3	3.8	2.9	3.8	2.7	2.3
أكسيد الحديد Fe2O3	1.5	1.12	1.55	1.7	1.2
أكسيد المغنيسيوم MgO	0.85	0.95	0.22	1.35	1.5
أكسيد الكالسيومCaO	30.43	26.3	38.8	25.7	28.2
خامس أكسيد الفوسفات P2O5	3.3	3.5	1.5	2.5	1.2
ثالث أكسيد الكبريت SO3	4.8	4.4	4.3	5.6	5.6
الزرنيخ As جزء بالمليون	-	10	17	-	-
النحاس جزء بالمليون Cu	100	68	115	92	75
الموليبدنوم جزء بـالمليون Mo	50	20	94	73	73
النيكل جزء بالمليون Ni	75	102	139	167	75
السترونشيوم جزء بالمليون Sr	500	1187	707	1015	750
اليورانيوم جزء بالمليون U	20	17	25	29	22
الزنك جزء بالمليون Zn	150	190	649	451	250
الباريوم جزء بالمليون Ba	60	35	46	113	45
الكروم جزء بالمليون Cr	275	226	267	431	325
الفاناديوم جزء بالمليون V	100	101	268	162	120

من خصائص الزيت المستخرج من الصخر الزيتي انه:

- عالي الكثافة.
- يحتوي على نسبة عالية من النيتروجين والهيدروكربونات الثقيله (الكيروجين).
- غير قابل للذوبان في المحاليل التي تذيب المواد البترولية العادية.
- يعتبر مركبا" خاملا" نسبيا" لعدم قابليته للتفاعل مع المركبات الاخرى بسهولة.
- نسبة الكبريت عالية وهذا يخفض من نوعية الزيت الصخري. وقد تم اتباع طريقة فيشر لتحديد نسبة الزيت والماء في الصخر الزيتي.

اما الجدول التالي يعطي ملخصاً لخواص الصخر الزيتي والزيت لاهم مناطق تواجده في اللجون ، السلطاني ، جرف الدراويش، عطارات ام الغدران ووادي المغار.

ملخص خواص الصخر الزيتي والزيت لاهم مناطق تواجده في اللجون ، السلطاني ، جرف الدراويش ، عطارات أم الغدران ووداي المغار.

الخواص	اللجون	السلطاني	جرف الدروايش	عطارات ام الغدران	وادي المغار
الوزن النوعي للزيت		0.964	0.778	0.964	0.98
كمية الزيت في الاحتياطي الجيولوجي م طن	126	107.4	490.2	2141	904
كمية الزيت في الاحتياطي المثبت م طن	122	107.4	142.5	832	1468.8
القيمة الحرارية العليا كيلوجاول/كغم	6906	6380	4773	7235	4603
معدل القيمة الحرارية للصخر ك جاول/كغم	5480	5680	5192	-	-
المادة العضوية في الصخر(%)	28	25	18	29	20
الكثافة Bulk Density غم/سم3	1.81	1.96	2.1	1.8	2.03
نسبة الرطوبه(%)	2.5	5.4	5.4	3.25	2.9
نسبة الرماد(%)	54.7	55.5	58.4	53.2	57.5
الكبريت(%)	3.1	2.4	2.2	2.6	2.4
ثاني اكسيد الكربون%	18.9	19.2	20.2	18.9	19.9
العناصر في المادة العضويه نسبة الكربون العضوي% نسبة الهيدروجين% نسبة النيتروجين% نسبة الاكسجين% نسبة الكبريت%	79.4 93 0.66 - 9.8	78.6 8.0 0.73 1.94 9.78	79.01 8.7 0.87 1.61 8.65	-	-

إن أهم ما يميز الصخر الزيتي الأردني هو القيمة الحرارية العالية له بالنسبة للصخور الزيتية في الدول الأخرى وكما هو مبين في الجدول التالي.

القيمة الحرارية للصخور الزيتية في عدد من الدول.

الدولة	القيمة الحرارية (كيلوكالوري/كغم)
الأردن (اللجون)	4000-500
الولايات المتحدة (الوادي الأخضر)	1400
أستونيا	2010-1870
رومانيا	1000
المغرب	1150-1100
ألمانيا	900
الصين الشعبية	1560-1270
فلسطين (صحراء النقب)	700

- **المصدر: نشرة سلطة المصادر الطبيعية التعريفية عن الصخر الزيتي**

9- الدراسات المنجمية (Mining Studies)

هناك طريقتان لتعدين الصخر الزيتي بشكل عام يحددهما مدى قرب الطبقات الحاملة للصخر الزيتي أو بعدها عن سطح الأرض وهما:
أولاَ: الطريقة السطحية أو المكشوفة(Open Cast)
ثانيا: الطريقة تحت السطحية أو المناجم تحت أرضية.

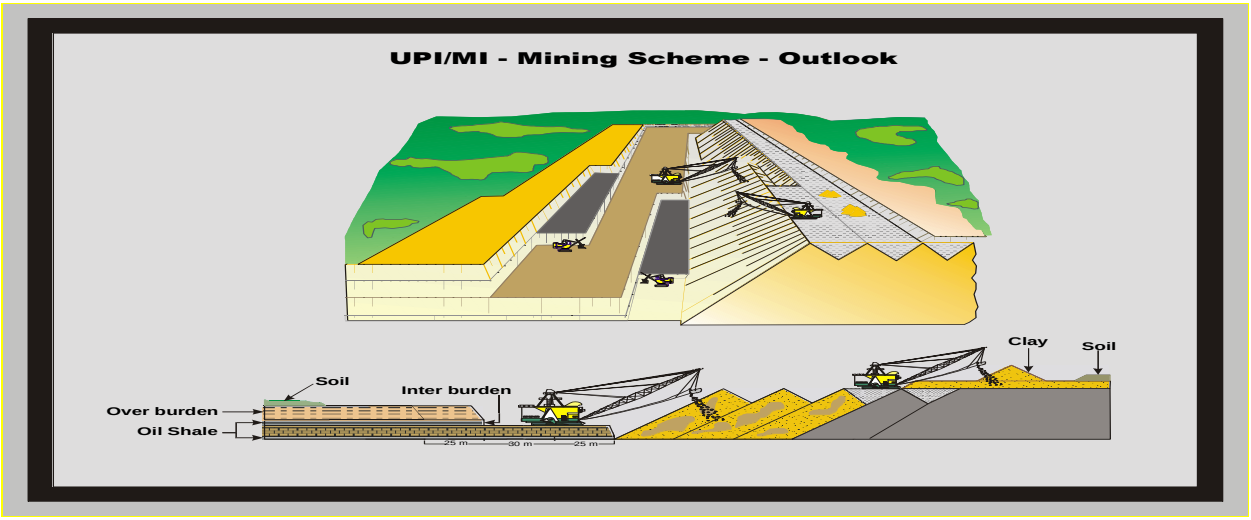
أثبتت الدراسات العلمية بأن رواسب الصخور الزيتية المتواجدة في مناطق وسط الأردن هي

على أعماق قريبة من السطح مثل اللجون، السلطاني ، وعطارات ام الغدران. وعليه فإن تعدين هذه الرواسب يتم بواسطة المناجم المكشوفة والتعدين بهذه الطريقة له مزايا عديدة منها:

أ- ذات كلفة أقل.

ب- لا تتطلب وقتاً طويلاً من ناحية الاستغلال.

ج- أقل فقداناً للمواد الخام المنتجة.



منظر عام لشكل وطريقة التعدين Oil shale mining scheme

جداً للصخر الزيتي الأردني وذلك لعدم احتياج هذا الأسلوب الى أعمال فنية ذات خبرة طويلة.

وتعتمد طريقة التعدين هذه بازالة طبقة الغطاء الصخري والترابي العليا المسماة بالردم (Over Burden) والواقعة فوق طبقة الصخر الزيتي التي يتم نقلها الى موقع خارجي خلال المراحل الأولى من عملية التعدين المعروفة باسم الحفر والتفجير (Drilling and Blasting) بعدها يتم نقل الصخرالزيتي المعدن الى محطة الطحن الواقعة عند مدخل المنجم ومنها الى موقع التخزين أو مباشرة الى وحدة التحضير عند موقع الاستخلاص هذا وتدل المعلومات الفنية العلمية والدراسات المنجمية بأن تعدين الصخور الزيتية في رواسب اللجون وعطارات ام الغدران بطريقة المناجم المكشوفة وبنفس الاسلوب المتبع في تعدين خامات الفوسفات وباتباع أسلوب الحفر والتفجير والغرف الآلي مع نقل الخام من المنجم الى وحدة الطحن بواسطة الشاحنات ومن ثم يتم نقل الخام المطحون بواسطة الأقشطة الى موقع التخزين. ومن الجدير بالذكر أن عمليات التعدين الصغيرة يمكن اعطاؤها الى متعهد فرعي محلي وقد نجحت هذه التجربة في مناجم الفوسفات الأردنية.

1-9 اقتصاديات التعدين

تعتمد اقتصاديات التعدين على عدة عوامل من أهمها:

- عامل الكشف والازاحة (Stripping ratio) وهو عبارة عن نسبة حجم طبقة الردم المزاحة (Over Burden) الى حجم أو وزن طبقات الصخر الزيتي المستخرجة.
- سماكة طبقة الصخر الزيتي ونوعيتها .
- المؤثرات الفيزيوميكانيكية والتكنولوجية.
- توفر البنية التحتية.
- سماكة طبقة الغطاء الفوقي ونوعية المكونات الصخرية.

10 تكنولوجيا استغلال الصخر الزيتي لانتاج النفط:

1-10 التكنولوجيا الكندية:

لقد طورت التكنولوجيا الكندية في الاساس لانتاج النفط من الرمال القطرانية التي تمتلك كندا منها كميات كبيرة جداً حيث تنتج مليون برميل يومياً وان كلفة انتاج البرميل تتراوح بين (9-11) دولار للبرميل.

لقد طورت كندا تكنولوجيا Tacuick Process وقد خضعت للعديد من التعديلات حيث اصبحت صالحة لاستخراج النفط من الصخر الزيتي ، وتعمل هذه التكنولوجيا على اساس فرن دوار يتألف من اربعة اوعية تجري فيها عمليات التسخين للصخر الزيتي ومن ثم تجفيفه للتخلص من الرطوبة ويتم في المرحلة الثانية خلط الصخر الزيتي المسخن مع الرماد الساخن الناتج من الحرق رفع درجة حرارته الى 500م ^{5} مما يؤدي الى تحليل مادة Kerogen الموجودة في الصخر الزيتي وتحولها الى بخار نفطي وغاز وبقايا الكربون حيث ينقل بانبوب مركزي البخار الساخن والغاز الى وعاء لاستعادة الابخرة بتكثيفها ومعالجتها.

2-10 تكنولوجيا UTT-3000

لقد تم تطوير هذه التكنولوجيا على مدار سنوات من البحث والتطوير من قبل شركة JSC وشركة Gproshaht ، وشركة Atomerner Groproekt ، وان هذه التكنولوجيا تعمل بشكل بخاري في استونيا منذ ما يزيد عن 55 عاماً حيث ان هذه المعاهد او الشركات السابقة لها تاريخ طويل في مجال تصميم مناجم الصخر الزيتي، وكذلك اقامة المنشاءات النووية المولدة للطاقة الكهربائية وكذلك معالجة النفط في كافة دول العالم والمئات من المشاريع قامت بها من ناحية التصميم والتنظيم.

وان تكنولوجيا UTT-3000 قد اوفت بمتطلبات الاتحاد الاوروبي الصارمة في مجال البيئة وذلك وفق دراسة لجنة البيئة في الامم المتحدة – بازل وان هذه التكنولوجيا هي صديقة للبيئة وهي تستخدم تكنولوجيات متقدمة جداً في مجال الرصد والتخفيف من الآثار البيئية وتأثيرها على الصحة والبيئة وان تكنولوجيا UTT-3000 اذا ما قورنت بتكنولوجيات اخرى مثل Kiviter و Fushon فان انبعاث الغازات في الغلاف الجوي هل اقل لـــ(70) مرة عن غيرها ، وان استهلاك المياه هي (3-10) مرات اقل من التكنولوجيات الاخرى.

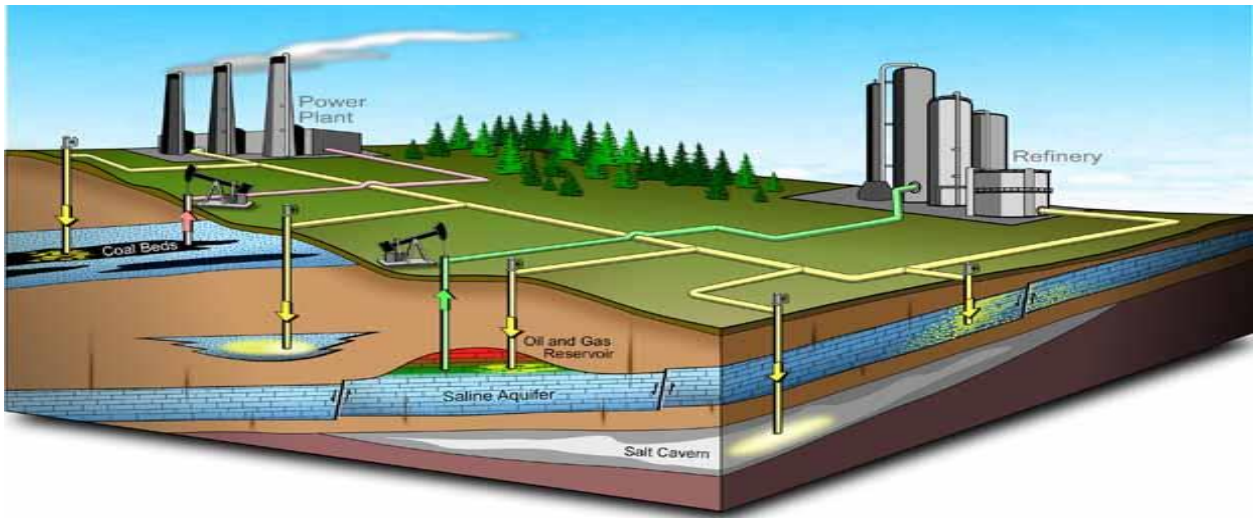
3-10 تكنولوجيا الميكرويف:

لقد تم تطوير هذه التكنولوجيا من قبل شركة GRC منذ ما يقارب من 20 عام في الولايات المتحدة الامريكية حيث يتم تعدين الصخر الزيتي ونقله الى جهاز الميكرويف حيث يتم استخدام الامواج الكهروطيسية (الميكرويف) في ادار خوائية (فراغ) ، وبالتالي فأنه لا يوجد ايه انبعاثات للغازات او ايه تأثيرات سلبية على البيئة وان ما يتم انتاجه عبارة من منتج مكرر من النفتالين والغازولين والديزل والنفط وان الصخر المتبقي من هذه العملية لا يؤثر على البيئة حيث انه صخر خامل لا يوجد له اي نشاط كيميائي وخالي من المواد العضوية ولا تحتاج هذه التكنولوجيا الى ماء في عمليات التشغيل.

4-10 تكنولوجيا شركة Shell

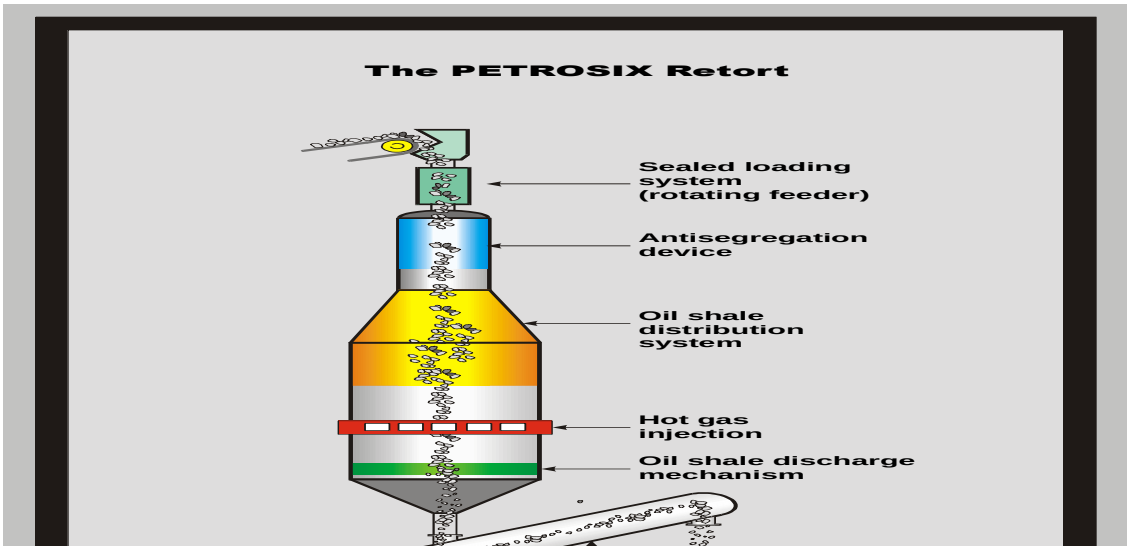
طورت شركة شل والتي تعتبر من اكبر شركات النفط في العالم تكنولوجيا خاصة بها تعرف باسم In- situ – Conversion Process (ICP) (حقن التحويل الداخلي) وتعمل هذه التكنولوجيا على مبدء الحقن الحراري في باطن الارض لموقع المشروع حيث يتم حفر آبار عميقة او ثقوب الى مكان الصخر الزيتي وادخال سخانات كهربائية الى تلك الثقوب لتسخين الصخر الزيتي في باطن الارض ، وحال وجود درجة حرارة الصخر الى درجة عالية من السخونة يحدث عندها انطلاق الغازات والابخرة من داخل الصخر مما يؤدي الى تسرب النفط الخفيف والابخرة الى آبار يتم حفرها بجانب آبار التسخين (آبار الانتاج) ويجدي شفط هذه الابخرة من آبار الانتاج ليصار الى تكثيفها في اماكن خاصة ومن ثم نقلها الى مصافي خاصة ومن اهم ميزات هذه التكنولوجيا:

1- عدم ترك ايه اثار ضارة في البيئة على السطح.
2- استخلاص كميات من النفط اعلى من التي يتم الحصول عليها بالاستخراج والمعالجة.
3- تكاليف اقل.
4- استهلاك اقل للطاقة.
5- عدم الحاجة الى استخدام المياه.



تكنولوجيا بتروبراس

إن التكنولوجيا البرازيلية قد تكون انسب تكنولوجيا يبنى عليها الدراسة الأولية هذه. وفيما يلي بعض البيانات والخصائص لتكنولوجيا بتروبراس.



المصنع التجريبي في ايراتي المصنع التجاري الانتاج من الزيت الصخري 3100 برميل في اليوم كمية الصخر الزيتي المستعملة 260 طن في الساعة لغاز السائل LPG 45 طن يوميا غاز الوقود 75 طن في اليوم الكبريت 60 طن/اليوم

11- الاستراتيجية الامريكية لتطوير الصخر الزيتي:

تعتبر امريكيا اكبر دولة في العالم من حيث احتياطي الصخر الزيتي وهي بنفس الوقت اكبر مستهلك للطاقة في العالم ايضاً حيث يقدر الاحتياطي الامريكي من الصخر الزيتي حوالي 2 تريليون طن تحتوي عى 2 تريليون برميل من النفط وان الاستراتيجية الامريكية لانتاج النفط من الصخر الزيتي والتي ستبدأ عام 2011 تهدف لانتاج 2 مليون برميل في عام 2020 حيث سيبدء الانتاج في عام 2011 بـ200000 الف برميل يومياً وليصل الى 3 مليون برميل عام 2040 ولهذا سوف تكون اكبر دولة في العالم من حيث احتياطي النفط ولهذا وضعت الحكومة الامريكية خارطة طريق لصانعي القرار بخصوص استغلال الصخر الزيتي في امريكيا تتضمن استراتيجية وبرنامج عمل مقترح في هذا المجال.

12- الآثار البيئية لاستغلال الصخر الزيتي

- **الهواء:** اظهرت الدراسات السابقة ان انبعاث الغازات العادمة الناتجة عن حرق الصخر الزيتي لاتشكل اضراراً على البيئة وقد اخذت الدراسةالسابقة بعين الاعتبار اكاسيد النيتروجين والكبريت والكربون.

يمكن معالجة تطاير الغازات والأبخرة من محطة التقطير بالتحكم بنسب الأبخرة والحاوية على رذاذ الأحماض والغازات بحيث تبقى ضمن المواصفات المعمول بهاعالمياً ولا تشكل خطورة على العاملين في المحطة والأماكن المجاورة.

- **التلوث بأكاسيد النيتروجين:** لتلوث بأكاسيد النيتروجين قليلة بسبب انخفاض نسبة النيتروجين في الصخر الزيتي بالاضافة الى ان درجة الحرارة لتكوين أكاسيد النيتروجين لا تتوفر في ظروف الاحتراق سواء بوحدة التقطير او الحرق المباشر مما يجعل حدوث هذا التفاعل غير ممكن. كما يتم ايضا" تصميم مراجل بخارية خاصة لمعالجة التأثير البيئي من عمليات الحرق المباشر .

- **التلوث بالكبريت:** يمكن الحد من الكبريت الناتج من عمليات الاحتراق وذلك نتيجة وجود كربونات الكالسيوم في الصخر الزيتي الاردني والتي تتفاعل مع الكبريت مكونة كبريتات الكالسيوم (الجبص).

- **التضاريس الطبيعية:**لمعالجة الغبار الناجم عن عمليات التعدين للصخور الزيتية وإزاحة الكميات الكبيرة من الغطاء الصخري والترابي إضافة إلى عمليات الطحن والنقل يتم اتباع ما يلي:

- طرح الغطاء الصخري والزيتي والترابي المزاح في بداية عمليات التعدين في الأودية الجافة والمجاورة في أرض المخيم بعد عمليات التعدين.
- الغطاء الترابي المستخرج سينقل بالشاحنات الى خارج المنجم في المرحلة الاولى وبعد فترة تعدين بسيطة سيتم تكويمه في ارض المنجم لتعبئة المنطقة المعدنة كما هو الحال ايضا" بالنسبة الى الرماد بعد ذلك ينقل الصخر الزيتي الى مصنع التجهيز
- رش المياه في الأماكن التي يكون بها الغبار كثيفاً كأماكن الطحن.
- لموجهة متطلبات مصنع التجهيز بطريقة سلسة فقد تم اعتبار وجود خطين من الاقشطة
- لمعالجة الرماد المبلول الناتج من عمليات التقطير والذي سيكون أيضاً بكميات كبيرة.
- يتم ردمه في أرض المنجم بعد إزاحة طبقة الصخر الزيتي.
- فرشه ودحله في أرض المنجم لتعريضه لعملية التبريد الطبيعي.
- رشه بالماء لتبريده كمرحلة ثانية وبذلك تلافي أي تلوث يمكن أن يؤثر على المياه الجوفية.

- **الاحتياجات المائية**

اما من حيث تلوث الماء فسوف تتم معالجته واستخدامه في تبريد الصخر الزيتي المتبقي. كذلك فان من الممكن معالجة مشكلة الاتربة المتصاعدة اثناء عمليات التعدين والنقل حيث تتوفر الخبرة الكافية نتيجة العمل في مناجم الفوسفات كذلك لابد من تزويد مواقع التحميل والتفريغ برشاشات ماء او مرشحات.

اظهرت الدراسات ان كمية المياه اللازمه لن يؤدي الى استغلال المياه بشكل جائر وان الكميات متوفرة

13- الإستثمـار في الصخر الزيتي

- الصخر الزيتي ثروة وطنية استراتيجية تفوق في أهميتها كافة القطاعات الإنتاجية الأخرى في المملكة، لا بل هي الأساس لهذه القطاعات إذا ما تم الاستثمار بها بشكل صحيح بما يحقق المصلحة الوطنية العليا.

- إن القيمة الإقتصادية للصخر الزيتي لا تقتصر فقط على قيمة الزيت أو الغاز المنتج منه وإنما تتعداه لتشمل قيمة المنتجات الأخرى من معالجته مثل الكهرباء والمواد الاخرى مثل الكبريت وغيره من المواد التي تدخل في الصناعات البتروكيمائية والإنشائية وبعض المعادن النادرة كالنيكل،الفناديوم، الكروم، الزنك وأخرى.

- هنالك العديد من الدول التي تقوم باستغلال الصخر الزيتي للإستفادة منه في إنتاج الطاقة بإشكالها المختلفة التي تناسبها وعلى مستوى تجاري مثل أستونيا، الصين، روسيا ،استراليا ،كندا ،المانيا والبرازيل. ولكن معدل الإنتاج متذبذب لأسباب وظروف خاصة بتلك الدول أو الشركات العاملة في هذا المجال منها أسباب إقتصادية،مالية،جيوسياسية أو توفر مصادر بديلة للطاقة .

- سنوات قليلة؛ كان استغلال الصخر الزيتي غير مجدٍ إقتصادياً بسبب ارتفاع كلفة إنتاج الكهرباء او إنتاج الزيت منه بالنسبةً لأسعار النفط العالمية. هذا من ناحية، ومن ناحية أخرى بسبب الدعم الحكومي للمشتقات النفطية. ولكن تطور تكنولوجيا إستغلاله في الوقت الحاضر والإرتفاع غير المسبوق والمتصاعد لأسعار الطاقة في العالم جعل هذه الكلفة منافسة لكلفة إنتاج النفط الخام التقليدي. أضف الى ذلك الصراعات السياسية العالمية والتي أدت الى عدم الإستقرار في إمدادات النفط وكذلك نقص طاقة التكرير والانتاج بالنسبة للطلب المتزايد. جميع هذه العوامل أصبحت تشكل حافزاً قوياً لتلك الدول للإستثمار في الصخر الزيتي كمصدر بديل للطاقة.

- ونظراً للوضع الحرج الذي يعاني منه قطاع الطاقة في المملكة الأردنية الهاشمية وعدم نية الحكومة في الإستثمار المباشر في مشاريع استغلال الصخر الزيتي وتنفيذاً لسياستها الهادفة

الى فتح باب الإستثمار في مجال الإنتاج للقطاع الخاص فقد عمدت الحكومة الى المباشرة بالعديد من الإجراءات:

1- المباشرة بإعداد دراسة جدوى فنية وإقتصادية متكاملة لتحديد الاستغلال الامثل للصخر الزيتي وبتمويل من الـ USAID الأمريكية بهدف تكوين رؤيا واضحة للحكومة لوضع استراتيجية متكاملة لاستغلاله. ويتوقع المباشرة بهذه الدراسة في النصف الثاني من العام 2006.

2- في بداية شهر نيسان 2006؛ قامت الحكومة بإعلان دعوة عطاء للشركات العالمية (25 شركة) المهتمة بالاستثمار في إستغلال الصخر الزيتي، وقد إستجابت عدد من الشركات العالمية (7 شركات) حيث تقدمت برسائل إهتمام وعروض أولية تم تأهيل ثلاث منها فقط . وقعت الحكومة الأردنية ممثلة بسلطة المصادر الطبيعية وشركة **شل ب.في للإستكشاف** العالمية مذكرة تفاهم في شهر نيسان 2006 تشتمل على البنود الرئيسية التالية:

- التعاون في مجال استكشاف الصخر الزيتي وتقييم منتجات المركبات العضوية المستخرجة منه لغايات انتاج كميات من النفط ذات الجدوى التجارية من خلال استخدام تكنولوجيا INCITU المتقدمة.
- إستثمار مصادر الصخر الزيتي لإنتاج وقود نظيف عالي الجودة ومنتجات الطاقة الاخرى.
- السعي الى وضع إتفاقية إمتياز تحصل شل بموجبها على حقوق استكشاف وإستغلال الصخر الزيتي ضمن نطاق أراضٍ تصل مساحتها الى حوالي (20) الف كم^2 من مساحة تصل الى (35) الف كم^2 .

1-13 العوائد الإقتصادية والإجتماعية:

إن المنافع الإقتصادية التي تعود على المملكة من الاستثمار بالصخر الزيتي لانتاج النفط تتلخص على النحو التالي

1- تعزيز أمن التزود بالوقود بتوفير مصدر محلي بديل للطاقة.
2- سد إحتياجات المملكة من الطاقة المستوردة والإكتفاء الذاتي من النفط.
3- يمكن أن يصبح الأردن مصدراً للزيت الصخري.
4- المساهمة في معالجة الاختلال في ميزان المدفوعات وفي عجز الميزان التجاري بتوفير كلفة المستوردات النفطية والبالغة حوالي 3.49 مليار دولار امريكي عام 2008 وحوالي 4.19 مليار دولار عام 2010 وتحقيق ربح مقداره 2.2 مليار دولار من تصدير 86 الف برميل في السنة لعام 2010.
5- خلق فرص عمل جديدة والمساهمة في حل مشكلة البطالة .
6- تحسين مستوى معيشة المواطنين والحد من الفقر.
7- إيجاد صناعة نفطية جديدة ونقل تكنولوجيا متقدمة.
8- عوائد الى خزينة الدولة من:
   - رسوم رخصة التنقيب ورسوم حق التعدين.
   - ضريبة الدخل وضريبات المبيعات.
   - من اثمان المواد المستهلكة محلياً والمقاولات المحلية.من الضمان الاجتماعي للعاملين.