

ملخص ورقة عمل مقدمة الى مؤتمر التعدين الاردني الثامن والذي سيعقد في عمان 19-21/ايلول/2017

استغلال وتعدين الصخر الزيتي في الاردن ودور القوانين والتشريعات المنظمة في المحافظة على البيئة واستدامتها

تعتبر الثروات المعدنية والمتواجدة في العديد من الدول العربية ذات اهمية في تعزيز النمو الاقتصادي والتجاري للدول العربية حيث ان الاستخدام الامثل لتلك الخامات واستغلالها ، والاستثمار من خلال اتباع الانظمة والقوانين البيئية والتي تضمن ديمومة استغلال الثروات المعدنية والمحافظة على البيئة من التلوث ويسمح ببيئة محيطة تضمن استمرارية عمليا الاستغلال والتعدين .

تتواجد في الاردن العديد من الخامات المعدنية الفلزية والغير فلزية ، ومنها ما هو مستغل ومنها لايزال في طور الدراسات والتقييم ومن اهم تلك الخامات خامات الصخر الزيتي ويعرف الصخر الزيتي بانه صخر رسوبي مكون من الحجر الجيري والمارل الطباشيري ويحتوي على مواد عضوية غير ناضجة وتعتبر خامات الصخر الزيتي مصدرا هاما من مصادر الطاقة حيث يمكن انتاج الطاقة الكهربائية ناتج عمليات الحرق المباشر للصخر الزيتي وانتاج النفط والغاز بعد تسخينها على درجات حرارة تصل الى 500 درجة مئوية

تتواجد خامات الصخر الزيتي في الاردن بكميات واحتياطيات كبيرة تقدر بحوالي 23 مليار طن وتحتوي هذه الصخور على نسبة مرتفعة من زيت تصل الى 15% من النفط والغاز ومعادن اقتصادية نادرة هامة .

لقد قامت الحكومة الاردنية بطرح مناطق شاسعة للاستثمار في الصخر الزيتي لشركات محلية وعربية وعالمية ، وقد تقدمت العديد من الشركات المحلية والعالمية لاستثمار في الصخر الزيتي اما لتوليد الطاقة الكهربائية من خلال الحرق المباشر او تقطير الصخر الزيتي بعد حرقه وقد تقدمت العديد من الشركات وتم منح حقوق تعدين للعديد من الشركات المحلية والعالمية وهناك خمس شركات تعدين محلية وست شركات عربية وعالمية

منها شركة شل العالمية وشركات سعودية واستونية وهندية وصينية حصلوا على حقوق تعدين ومن المتوقع المباشرة في الانتاج في المستقبل القريب

ان تعدين و استغلال الصخر الزيتي من خلال عمليات التعدين والحرق المباشر، له اضرار بيئية كبيرة ، وذلك ناتج عمليات الحرق المباشر للصخر الزيتي لإنتاج الطاقة الكهربائية او الحرق لعمليات التقطير حيث ينتج غاز الكبريت وغاز ثاني اكسيد الكربون بكميات كبيرة وهي غازات سامة ومخلفات عمليات التعدين والحرق ، ولها اضرار بيئية مدمرة على البيئة إضافة بان عمليات الحرق بحاجة الى مياه بكميات كبيرة لذلك اولت الحكومة الجانب البيئي الاهمية القصوى وذلك لمعرفة اضرار البيئة الناجمة عن عمليات التعدين والحرق .

قامت الحكومة الأردنية بسن التشريعات والقوانين البيئية والتعدينية الصارمة والملزمة للشركات التعدينية للمحافظة على البيئة من انبعاث الغازات السامة وضمان استدامتها وعدم استغلال مياه الشرب في اماكن التعدين ، وانما اجبرت الشركات بالبحث عن مصادر مياه غير نقية لاستخدامها في عمليات التصنيع ، وعلى الشركات وضع مخططات بيئية واضحة تضمن التزود بالمياه واتباع تقنيات حديثة للمحافظة على البيئة وضمان عدم انبعاث الغازات السامة الى الغلاف الجوي وحسب التعليمات والقوانين الاردنية والعالمية المنظمة لذلك.

وستتطرق ورقة العمل شرح مفصل عن عمليات التصنيع والانظمة والتشريعات التعدينية والبيئية المنظمة التي اقرتها الحكومة الاردنية مؤخرا ، وادرجتها ضمن الاتفاقيات المبرمة مع الشركات المحلية والعالمية لضمان المحافظة على البيئة وضمان استمراريتها .

والله ولي التوفيق

المهندس خليل الرواشدة

المملكة الاردنية الهاشمية

وزارة الطاقة والثروة المعدنية

مديرية المختبرات والجودة / رئيس قسم تجهيز وتحضير الخامات المعدنية

email_khalilrwa@yahoo.com

00962772405326

mobile

المملكة الاردنية الهاشمية

وزارة الطاقة والثروة المعدنية

مديرية المختبرات والجودة

ورقة عمل مقدمة الى مؤتمر التعدين الاردني الدولي الثامن والذي سيعقد
في عمان 19-21/ايلول/2017

بعنوان

استغلال وتعدين الصخر الزيتي في الاردن ودور القوانين والتشريعات المنظمة في
المحافظة على البيئة واستدامتها

اعداد المهندس خليل لرواشدة

المحتويات

- 1- تعريف بالصخر الزيتي ومكوناته المعدنية
- 2- اماكنتواجد الصخر في الاردن والاحتياطات
- 3- الشركات التي تقدمت بحقوق تعدين للعمل لإنتاج الطاقة الكهربائية والنفط
- 4- طرق استخلاص النفط والغاز
- 5- انبعاث الغازات الملوثة من الحرق او الاضرار البيئية الناتجة من تعدين الخام
- 6- مخلفات عمليات الحرق
- 7- القوانين والتشريعات الحكومية للمحافظة على البيئة

استغلال وتعدين الصخر الزيتي في الاردن ودور القوانين والتشريعات المنظمة في المحافظة على البيئة واستدامتها

تعتبر الثروات المعدنية والمتواجدة في العديد من الدول العربية ذات اهمية في تعزيز النمو الاقتصادي والتجاري للدول العربية حيث ان الاستخدام الامثل لتلك الخامات واستغلالها ، والاستثمار من خلال اتباع الانظمة والقوانين البيئية والتي تضمن ديمومة استغلال الثروات المعدنية والمحافظة على البيئة من التلوث ويسمح ببيئة محيطة تضمن استمرارية عمليات الاستغلال والتعدين .

تتواجد في الاردن العديد من الخامات المعدنية الفلزية والغير فلزية ، ومنها ما هو مستغل ومنها لايزال في طور الدراسات والتقييم ومن اهم تلك الخامات خامات الصخر الزيتي و يعرف الصخر الزيتي بانه صخر رسوبي مكون من الحجر الجيري والمارل الطباشيري ويحتوي على مواد عضوية غير ناضجة وتعتبر خامات الصخر الزيتي مصدرا هاما من مصادر الطاقة حيث يمكن انتاج الطاقة الكهربائية ناتج عمليات الحرق المباشر للصخر الزيتي وانتاج النفط والغاز بعد تسخينها على درجات حرارة تصل الى 500 درجة مئوية

تعريف الصخر الزيتي

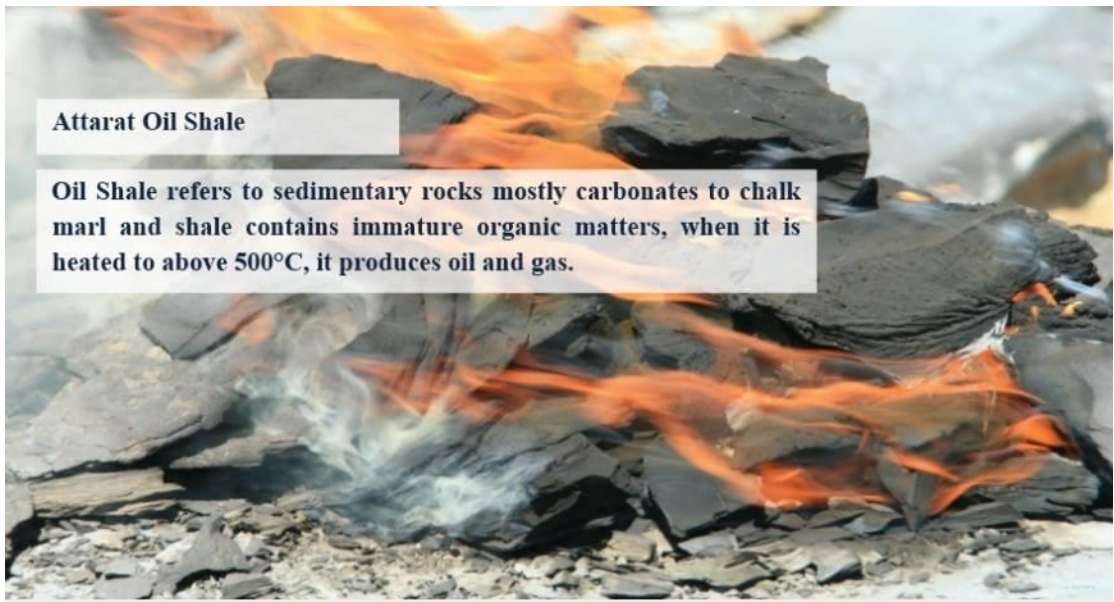
الصخر الزيتي هو صخر رسوبي مكون من الحجر الجيري والمارل غني بالمواد العضوية الغير ناضجة ، و عند تسخينه إلى 500 درجة مئوية ينتج الزيت والغاز ، تكوّن الصخر الزيتي عندما تجمعت رواسب الطحالب في المستنقعات والبحيرات ، ثم أصبحت صلبة، ومع مرور الوقت تحوّلت المادة العضوية في الرواسب إلى كروجين ،وهي مادة شمعية، تتبخر عند تسخين الصخر الزيتي حيث يمكن تبريدها وتقطيرها لإنتاج مجموعة من المنتجات النفطية السائلة.

تطلق تسمية الصخر الزيتي على بعض الصخور الرسوبية الغنية بالمواد العضوية الهيدروكربونية التي تشكلت من العصر الكامبري إلى العصر التيرشوري، وهذه المواد العضوية تتفاوت نسبتها في الصخور وقد تصل إلى 45% من وزنها، وقد تكونت من أنواع مختلفة من الطحالب البحرية وبعض النباتات وتعرف باسم الكيروجين الذي لم يتحول إلى نפט بسبب عدم ملاءمة الحرارة والضغط اللازمين لتحويله.



Attarat Oil Shale

Oil Shale refers to sedimentary rocks mostly carbonates to chalk marl and shale contains immature organic matters, when it is heated to above 500°C, it produces oil and gas.



الخواص الكيميائية والفيزيائية للصخر الزيتي

	الخواص	اللجون	السلطاني	جرف الدراو يش	درأن
معدل نسبة الزيت %	10.50	9.50	5.70	8.00	6.80
الوزن النوعي	---	0.96	0.78	0.96	0.98
معدل القيمة الحرارية للصخر كيلوجول / كغم	5480.00	5680.00	3710.00	---	---
نسبة الرماد %	54.70	55.50	58.40	53.20	57.50
نسبة الكبريت %	3.10	2.40	2.20	2.60	2.40
نسبة ثاني اكسيد الكربون %	18.90	19.20	20.20	18.40	19.40
نسبة الكربون العضوي %	79.40	79.40	78.60	74.00	---
نسبة الهيدروجين %	---	8.93	8.70	---	---
نسبة النيتروجين %	0.66	0.73	0.87	---	---
نسبة الأوكسجين %	----	1.94	1.61	---	---
نسبة الكبريت في الزيت %	9.80	9.78	8.65	---	---
القيمة الحرارية العليا كيلوجول / كغم	6905.00	6380.00	4603.00	7235.00	4773.00

تواجد الصخور الزيتي في الأردن

تتواجد خامات الصخر الزيتي في الاردن بكميات واحتياطيات كبيرة تقدر بحوالي 23 مليار طن وتحتوي هذه الصخور على نسبة مرتفعة من زيت تصل الى 15% من النفط والغاز ومعادن اقتصادية نادرة هامة .



الاستخدامات المتعددة للصخر الزيتي

تم استخدام الصخر الزيتي للديكور والزخرفة، ويوجد في بريطانيا زخارف مصقولة من الصخر الزيتي يرجع تاريخها الى العصر الحديدي، كما استخدمه الإغريق والرومان في الفسيفساء. فيما استخدمت حضارات اخرى الصخر الزيتي للأغراض الطبية والعسكرية، ويشار الى ان المغول كانوا يدهنون رؤوس السهام بالصخر الزيتي المشتعل. اما اول تاريخ موثق لاستخراج الزيت من الصخر الزيتي في تاريخ أوروبا فكان في أوائل القرن الرابع عشر 1300، وبحلول نهاية القرن السابع عشر كان الصخر الزيتي ينتج في إنجلترا من مناجم خاصة. كما عرف الزيت المقطر من الصخر الزيتي كوسيلة لإضاءة الشوارع في إيطاليا.

الانتاج الصناعي

بدأ الانتاج الصناعي للصخر الزيتي في فرنسا منذ عام 1830 فما بعد عندما تم التوصل للعملية الكيميائية المعروفة باسم الانحلال الحراري للصخر الزيتي عن طريق تسخين الصخر الزيتي، وفي عام 1850 ابتكر الكيميائي الاسكتلندي جيمس يونغ عملية لإنتاج الزيت لغايات الاضاءة، عبر استخدام الشمع والزيوت من الصخر الزيتي، وبدأت عدة دول في الخمسين عاما التي تلت ذلك باستخراج الصخر الزيتي في كل من اوروبا وامريكا الشمالية والبرازيل واستراليا ونيوزلندا. وتمحور التركيز في ذلك الوقت على انتاج الكيروسين وزيت الاضاءة والبارافين. وواجه انتاج الصخر الزيتي بعد ذلك تحديات جمة في مواجهة الانتاج المتزايد للنفط الخام .

تقنيات استخلاص النفط والغاز من الصخر الزيتي

جلُّ التقنيات القديمة يركز على التعدين ثم الاستخلاص "خارج الموقع" على ان التطورات التكنولوجية الحديثة قد نحت منحىً مختلفاً يركز على الاستخلاص الموضعي (الباطني) تحت سطح الارض و استخراج الزيت الخام في الموقع (البئر) ثم ضخه الى الخارج بالطرق التقليدية.

اولاً: تقنيات المعالجة خارج الموقع:

تتألف تقنيات المعالجة خارج الموقع من مراحل عدة هي التعدين، الطحن، التقطير، ثم التكرير. حيث تطحن (او تكسر) الصخور الى حبيبات صغيرة بقطر ١٢ الى ٧٥ ملمتر ثم ترسل الى افران عمودية او افقية لتقطير الزيت بفعل الحرارة المرتفعة و التي تقارب ال ٥٠٠ درجة مئوية ثم ترسل الغازات المنبعثة الى اجهزة فصل تعزل أبخرة الزيت عن الغازات الاخرى و تكثفها ثم تبعث بها الى وحدات التكرير التي تصفيها الى وقود سائل يمكن استخدامه.

هنالك عدة طرق لتقطير الزيت من الصخور المطحونة خارج الموقع منها:

١. تقنية الاحتراق الداخلي حيث تُخلط حبيبات الصخور بغازات مرتفعة الحرارة في الفرن تؤدي الى استخلاص الزيت منها (دون ذوبانها) على شكل بخار زيتي. و تستخدم هذه التقنية في اثنتين من العمليات الصناعية التجارية هما (KiviterProcess) في استونيا و (Fushun Process) في الصين. تعاني هذه التقنية من عدة مصاعب منها اختلاط غازات التسخين (والاحتراق) مع أبخرة الزيت و هذا عبء مضاف، بالإضافة الى عدم القدرة على التعامل مع الحبيبات ذات الحجم الأصغر من ١٠ ملم. اضافة الى ذلك ان عدم تجانس التوزيع الحراري يؤدي احياناً الى تشكل مناطق ساخنة جداً

تتسبب في ذوبان بعض حبيبات الصخور مما يؤدي الى مشاكل الانسداد في الفرن.

٢. **تقنية تدوير المواد الصلبة الساخنة** حيث تُحمى حبيبات صلبة كحبيبات الرماد الصخري مثلاً على حدة الى درجات حرارة مرتفعة جداً (٨٠٠ درجة مئوية) ثم تخلط مع حبيبات الصخر الزيتي المراد معالجتها فيتحرر الزيت من حبيبات الصخر على شكل أبخرة تُكثف و تُفصل ثم تُكرر الى وقود سائل. تُستخدم هذه التقنية في عدة عمليات صناعية منها عمليات (Galoter and Enefit) حيث تستخدم حبيبات الرماد الصخري المُحمأة كوسط صلب لتقطير الزيت، و عمليات (TOSCO II) التي تُستخدم فيها كريات السيراميك المُحمأة، و عمليات (Alberta TaciukProcess) و التي تتم كافة مراحلها في فرن افقي واحد.

٣. **تقنية الاحماء بالتوصيل "الحائط الموصل"** حيث تُسخن حبيبات الصخر الزيتي في فرن دوّار ذي جدارين تمرر بينهما (اي الجدارين) غازات بدرجة حرارة مرتفعة تؤدي الى تسخين حبيبات الصخر دون ان تختلط بها او تلامسها. يمكن كذلك ان يتم التسخين كهربائياً. تستخدم هذه التقنية في عمليات عدة منها (Oil-Tech) و (Red Leaf Resources Ecoshale In-Capsule Process). تكمن المشكلة في غلاء هذه التقنية نتيجة لارتفاع تكلفة الصفائح المعدنية المخصصة للتعامل مع درجات الحرارة المرتفعة.

٤. **تقنية استخدام الغازات المسخنة خارجياً**

تُحمى الغازات في هذه العمليات الى درجات حرارة مرتفعة خارج فرن التقطير ثم تُساق الى الفرن لتحرر بحرارتها أبخرة الزيت من حبيبات الصخور دون الاختلاط بغازات الاحتراق العادمة. تُستخدم هذه التقنية من قبل (and PetrosixParaho) و مما يعيبها عدم قدرتها على معالجة حبيبات الصخور الناعمة و عدم قدرتها على استغلال الطاقة الكامنة في الرماد مما يؤدي الى استهلاك كميات إضافية من الوقود القيم.

٥. تقنية السوائل "التفاعلية" (Reactive Fluids)

والتي يتم فيها استخلاص الزيت عن طريق سوائل "تفاعلية" تحت ظروف مختلفة بما فيها الحالة فوق الحرجة (Supercritical State). تصلح هذه التقنية بشكل أكبر للخامات ذات المحتوى الهيدروجيني القليل. تُستخدم هذه التقنية في عمليات (IGT Hytort) والتي تستخدم الهيدروجين المضغوط وعمليات (Fluidized Bed Reactor Chattanooga) والتي تتطلب فرنا هيدروجينيا للتكسير الحراري و الهدرجة. يعيق انتشار هذه التقنية كلفتها العالية و الحاجة الى انتاج (او شراء) الهيدروجين، بالإضافة الى كونها عملية معقدة نسبيا.

٦. تقنية البلازما (غازات متأينة) (Plasma Gasification)

وهي في طورها المخبري حيث يؤين فيها الهواء او الهيدروجين او النيتروجين الى بلازما ثم تُقذف الخامات بالجذور الحرة والأيونات مما يكسّر جزيئات القار الى غازات و ابخرة زيت.

ثانيا: تقنيات التعدين الموضعي (الباطني)

تعتمد تكنولوجيا التعدين الموضعي على تسخين الصخور تحت الارض بطرق عدة منها على سبيل المثال لا الحصر حقن التشكيلات الصخرية بسوائل مُحماة الى ان تصل حرارتها الى الحد اللازم لانبعاث الزيت منها ثم يُصار الى تصديع التشكيلات الصخرية تحت الارض، متبوعة باستخراج الزيت من البئر ثم تكريره. هنالك العديد من التقنيات في هذا المجال منها:

١. تقنية التوصيل الحراري (Wall Conduction)

و يتم فيها غرز أنابيب او خلايا تسخين في التشكيلات الصخرية لأحماؤها و دفع الزيت الى مغادرتها الى بئر محفورة يتم من خلالها سحب الزيت المستخرج الى السطح. هنالك عدة عمليات تستخدم هذه التقنية بأشكال مختلفة منها:

(١) تقنية شل للتحويل الموضعي (Shell In Situ Conversion Process)

والتي طورتها شركة شل كما هو واضح من الاسم و يتم فيها غرز أنابيب تسخين كهربائية في باطن الارض حيث خامات الصخور الزيتية لترفع حرارتها الى ٣٤٠ - ٣٧٠ درجة مئوية خلال مدة تقارب الاربع سنوات و يتم فيها عزل منطقة التسخين عن المياه الجوفية المحيطة بـ "حائط جليدي" اصطناعي يُشكّل من خلال حفر آبار محيطة مملوءة بسائل مُبرّدٍ دوار. جرى العمل على تطوير هذه التقنية منذ مطلع الثمانينات من القرن المنصرم و اجريت تجربة مصغرة عام ١٩٩٧ في ولاية كولورادو الامريكية ثم اخرى في ٢٠٠٤ انتج من خلالها ١٧٠٠ برميل و استمرت جهود التطوير عبر الأعوام اللاحقة.

رغم محاسن هذه التقنية العديدة الا انها تتطلب كميات كبيرة من الطاقة الكهربائية (والتي يمكن في حالة كالارن مثلا ان ينتج قسم كبير منها من الطاقة الشمسية)، زد على ذلك اننا لا نعرف على وجه اليقين فعالية "الحائط الجليدي" في حماية المياه الجوفية ثم اني لم استطع ان أتأكد عن طريق أية مصادر محايدة رغم محاولاتي من نسبة الطاقة المنتجة الى تلك المستهلكة في عملية الاستخلاص و هي عنصر مهم في تحديد جدوى هذه التقنية اقتصاديا.

CCR Process(ب)

يتم في هذه العملية تمرير بخار الماء الساخن (او اوساط ناقلة اخرى) من خلال أنابيب توضع تحت الطبقة الصخرية المعنية عن طريق آبار أفقية و اخرى عمودية لتسخين الصخور و استخراج الزيت. تحتاج هذه التقنية الى حرق كميات من الغاز الطبيعي في بادئ الامر لتوليد البخار ثم يستعاض عنه بالزيت المستخرج لحظة بدء الانتاج.

Geothermic Fuel Process(ج)

تُسَخَّن التشكيلات الصخرية في هذه التقنية عن طريق خلايا وقود مرتفعة الحرارة تزرع في باطن الارض حيث الصخور المراد معالجتها.

٢. تقنية استخدام الغازات المسخنة خارجيا (Externally Generated Hot Gas)

يتم في هذه التقنيات احماء الغازات خارجيا الي درجات مرتفعة ثم يتم حقنها في التشكيلات الصخرية تحت سطح الارض. و هنالك عدة عمليات تستخدم هذه الطريقة:

The Chevron CRUSH Process(ل)

و يعمل علي تطوير هذه التقنية شركة شيفرون بالتعاون مع مختبرات لوس الاموس الوطنية الامريكية (Los Alamos National Laboratory). و يتم فيها حقن ثاني أكسيد الكربون المُحمى عن طريق آبار تحفر لهذه الغاية يتم من خلالها تصديع التشكيلات الصخرية أفقيا لتسمح للغاز الساخن ان يتغلغل في الصخور فيساعد في اخراج الزيت الى البئر

والتي يقوم علي تطويرها شركة (General Synfuels International) ويتم فيها تسخين كميات من الهواء الى درجات مرتفعة جدا ثم تحقن بها التشكيلات الصخرية بطرق مشابهه لما ذكر سابقا.

ExxonMobil Electrofrac. ٣

و تطوِّع هذه التكنولوجيا عملية التسخين الكهربائي (Electrical Heating) مصحوبة بالتوصيل (Wall Conduction) و التسخين الحجمي (Volumetric Heating) حيث تُحقن مادة موصله كهربائيا كالفحم البترولي المكلس (Calcined Petroleum Coke) لتشكل عنصر تسخين كهربائي في ابار مصدعه هيدروليكي متوازية عموديا و أفقيا تؤدي الي استخلاص الزيت الذي يتم استخراجه عن طريق آبار منفصلة تحفر لهذه الغاية. نتائج التجارب في هذا المضمار تبدو مشجعة الي الان.

٤. تقنية التسخين الحجمي (Volumetric Heating) بطريق الأمواج (او الترددات) الراديوية. و قد قام بتطوير هذه التقنية ابتداءك معهد إلينوي للتكنولوجيا (Illinois Institute of Technology) ثم تلتها مختبرات لفرمور الوطنية (Lawrence Livermore National Laboratory) حيث يتم التسخين بمصفوفات عمودية من الإلكترونات.

يكن موطن الضعف في هذه التكنولوجيا بالحاجة الي كميات كبيرة من الكهرباء ناهيك عن امكانية ضياع بعض هذه الطاقة عن طريق امتصاصها من قبل المياه الجوفية القريبة. و تجدر الاشارة الي ان مؤسستي ريثيون (Raytheon) و (CT Technologies) يعملان علي تطوير تقنية تستخدم الترددات الراديوية مصحوبة بالسوائل الحرجة (Critical Fluids) و تقوم شركة (Schlumberger) بالفحوصات التطبيقية لها.

الاعتبارات البيئية للصحور الزيتية والملوثات الناتجة عنها:

تترك عمليات استخلاص الصخر الزيتي وخصوصا تلك التي تتم خارج الموقع آثارا بيئية ملموسة في مجالات عدة أبرزها:

(أ) استخدام الأراضي، حيث يحتاج التعدين الي مساحات واسعة من الأراضي التي يتم فيها الحفر و الاستخلاص و بقية العمليات المساندة

(ب) المخلفات و النفايات، حيث الرماد و المياه العادمة و بقايا التعدين، و بعض المعادن الثقيلة و امور اخري تنتج عن هذه العمليات المعقدة

(ج) تلوث الهواء اذ تتسبب هذه العمليات بانبعاث بعض الملوثات كأكسيد الكبريت، كبريتيد الهيدروجين، كبريتيد الكاربونيل، و أكاسيد النيتروجين.

(د) تلوث المياه

(هـ) استهلاك المياه

تستهلك عمليات الاستخلاص خارج الموقع كميات كبيرة من المياه تتراوح من برميل واحد الي خمسة براميل لكل برميل زيت منتج في حين يقدر استهلاك تقنيات الاستخلاص الموضعي (في باطن الارض) بعشر تلك الكميات فقط و تجدر الاشارة الي ان تقنيات الاستخلاص الموضعي (الباطني) تخفف و بشكل ملموس من حدة معظم هذه الاثار البيئية مقارنة مع تلك التي تتم خارج الموقع.

فعالية عالية في استغلال الطاقة

تتميز التكنولوجيا الحديثة بوجود اكتفاء ذاتي تام لمحطات انتاج الطاقة من الصخر الزيتي بحيث لا تحتاج هذه المحطات لمصادر طاقة خارجية لعملها مما يقلل بالتالي من انبعاث ثاني اكسيد الكربون، كما من الممكن استغلال الحرارة العالية الزائدة عن الحاجة في توليد الكهرباء مما يحد من انبعاث ثاني اكسيد الكربون المعهود في محطات الطاقة.

استهلاك قليل للمياه

تتميز التقنيات الحديثة باعتمادها اساليب متقدمة لتوفير المياه حيث لا يتم استخدام المياه مطلقا في عملية "الانحلال الحراري"، ويتم الاعتماد على المياه المالحة غير الصالحة للاستخدام البشري دون معالجة في عملية اطفاء الغبار في التعدين والتخلص من الرماد وتحويل الزيت الصخري الى وقود صناعي، بحيث يتم وضع الكثير من الجهد في عمليات معالجة المياه وإعادة تدويرها لاستخدامها في مراحل الانتاج اما في محطة توليد الكهرباء فسيتم

و البنك الدولي استخدام مكثفات التبريد Equator والأوروبية والدولية في مجال البيئة (معايير بالهواء لتجنب استخدام المياه خلال عملية التبريد

ماهي الخطوات التي تم اتخاذها لتجنب الإضرار بالبيئة؟

- مراقبة المؤشرات الرئيسية كنوعية الهواء والمياه على نحو مستمر.
- اختيار تكنولوجيا (ATP) والتميز بكفاءتها في استخدام الموارد، حيث تستخدم كمية قليلة من المياه غير الصالحة للشرب لغايات قد تم اختيار تطوير الصخر الزيتي في منطقة اللجون بناءً على توفر عدة خصائص مميزة، أهمها: الغبار

"يرافق عمليات تعدين الصخور الزيتية تجريف لمساحات شاسعة من التربة وانبعاثات غازية ضارة خلال عمليات المعالجة يمكن أن تتسبب بأضرار جسيمة بالنظام البيئي في حال انطلقت تلك الغازات إلى الهواء الجوي"

وينتج عن عملية التسخين تلك تسرب للنفط الخفيف إلى بعض الآبار التي تم حفرها حيث يضح النفط الذي تجمع في خزانات خاصة تمهيدا لمعالجته كيميائيا، وهذه التقنية تستطيع استخلاص نحو 70% من المواد الهيدروكربونية القابلة للاستخلاص الموجودة في الصخور.

جسيمة بالنظام البيئي في حال انطلقت تلك الغازات إلى الهواء الجوي، وهو ما تسعى كافة التقنيات الخاصة باستخراج الزيت من الصخور إلى منع حدوثه.

وتم إجراء المعالجات الكيميائية لكافة الغازات الضارة المنبعثة والتخلص منها بطرق آمنة، أما الحرق المباشر للصخور الزيتية فبالإضافة إلى تلويثه للهواء الجوي فقد يؤدي إلى طرح بعض المعادن والعناصر الثقيلة في المياه الجوفية، كعنصر الزئبق ذي التأثيرات الضارة على الإنسان والبيئة.

وتتطلب صناعة استخراج الزيت من الصخر الزيتي استهلاك كميات كبيرة من المياه، وفي المعدل تتراوح بين 2 وعشرة غالونات لكل طن من الصخر الزيتي حسب التقنية المستخدمة، وينتج عنها طرح لكميات كبيرة من المياه الملوثة، وهذا خاص بالمعالجات السطحية، بينما لا تتطلب المعالجة العميقة في باطن الأرض للصخور استهلاك مثل تلك الكميات الهائلة من المياه، إلا أنها في المقابل تزيد من خطر تلوث المياه الجوفية والعميقة.

القوانين والانظمة البيئية للحد من التلوث الناجم عن استخلاص الصخر الزيتي

قانت الحكومة بسن التشريعات والقوانين البيئية للمحافظة على البيئة من
التلوث الناجم عن استغلال الصخر الزيتي

قانون حماية البيئة لسنة 2016

1- نظام التخلص من الرماد ونفايات التعدين

اقرت الحكومة خطة ادارة النفايات وادارة التعدين الشروط المتعلقة بمعالجة الردم ونفايات
التعدين كما يلي

- يمكن استخدام الاراضي المستخدمة من قبل المشروع كموقع لردم الرماد
ونفايات التعدين وفق خطة ادارة الرماد ونفايات التعدين

- يمكن ردم الرماد ونفايات التعدين شريطة التقيد التام بدراسة تقييم الاثر
البيئي

- يمكن اعادة الرماد او تكويمه على السطح وذلك وفق خطة ادارة الرماد
ونفايات التعدين

- وضع خطة للقيام بأعمال الرصد البيئي

- الكشف الميداني من قبل الجهات المختصة لضمان التقيد بالإجراءات
المتفق عليها

- الاحتفاظ بسجلات كميات الرماد

- الرصد المنتظم لاستقرار جميع مواقع طرح النفايات

- رصد نظم جمع المياه السطحية لضمان المحافظة على نوعية المياه
السطحية والجوفية

- رصد نوعية المياه في اعلى خزان مائي جوفي من خلل التحليل المنتظم
للمياه ويشمل العناصر الارضية النادرة

- يجب تغطية الرماد بطبقة من التربة السطحية

- يجب حماية موقع المشروع من الانجرافات من السيول والمطار وفق
دراسة الاثر البيئي المعتمدة

- عدم ازعاج السكان المحليين من خلال الروائح والغبار

- يجب اعد تأهيل مناطق المشروع بعد انتهاء خطة المعالجة المقدمة على كل شركة ترغب بالبدا بمشروع للصخر الزيتي أن تقوم بدراسة شاملة تقبلها الحكومة لتقييم الأثر المحتمل على الحياة الحيوانية والنباتية، وكذلك الأثر على المجتمع المحلي، ، واشتملت على الأمور التالية:-

- انبعاثات غاز الدفيئة
- الموارد المائية
- السيطرة على الروائح
- العوامل الاجتماعية والاقتصادية
- التلوث الضوضائي
- الأثر على الإرث الثقافي
- حماية الحياة البرية والبيئة

2- نظام المتطلبات البيئية لتوليد الطاقة الكهربائية باستخدام الحرق المباشر للصخر الزيتي

التماسي مع المعايير الدولية

بموجب الاتفاقيات الموقعة مع الحكومة الاردنية، تتماشى عمليات أي شركة عاملة في هذا المجال في الاردن مع المعايير الاردنية والأوروبية والدولية في مجال البيئة (معايير و البنك الدولي) التي تضمن جميعها أن تبقى الاثار البيئية ضمن الحدود المتفق Equator عليها دولياً، كما تلتزم الشركات بتقديم دراسات وافية ومفصلة عن الاثر البيئي والاجتماعي

لمشاريعها والعمل على تحديد سبل التعامل مع اية آثار محتملة بالتعاون مع المجتمع المحلي والجهات المعنية

ماهي الخطوات التي تم اتخاذها لتجنب الإضرار بالبيئة؟

- مراقبة المؤشرات الرئيسية كنوعية الهواء والمياه على نحو مستمر.
 - اختيار تكنولوجيا (ATP) والمتميزة بكفاءتها في استخدام الموارد، حيث تستخدم كمية قليلة من المياه غير الصالحة للشرب لغايات إخماد الغبار.
 - ضمان عدم تسرب أي مواد الى المصادر المائية المحيطة.
 - استغلال الإمكانيات التجارية المحتملة للصخر المستهلك لإيجاد منتجات مشتقة وإرجاع المواد غير المرغوب بها للمنجم الأصلي حيث ستسوى بشكل طبيعي لتتماشى مع محيطها الصحراوي.
 - صياغة خطط إعادة التأهيل لإرجاع المواقع لوضعها الأصلي حيثما كان ذلك ممكناً، بحيث تترك آمنةً وغير ملوثة وصالحة للاستخدام.
- الإجراء الواعي لتثبيت تركيز غازات الاحتباس الحراري من خلال خفض الانبعاثات بشكل مستدام وعلى المدى الطويل بأفضل الطرق الحديثة ، حيث ستحسن كفاءة استخدام الطاقة خلال عمليات المشروع، كما ستدرج خصائص في تصميم المشروع للتقليل من انبعاثات غاز ثاني اوكسيد الكربون (CO2) حيثما كان ذلك مجدياً من الناحيتين التقنية والاقتصادية.
- قياس الانبعاثات بشكل دوري لضمان ان تكون هذه الانبعاثات ضمن المقاييس العالمية.
- استخدام مكثفات التبريد بالهواء لتجنب استخدام المياه خلال عملية التبريد



الشركات الموقعة اتفاقيات امتياز لاستغلال خام الصخر

الزيتي:

تم متابعة عمل الشركات في تنفيذها لالتزاماتها التعاقدية في اتفاقيات الامتياز وهي:

1- شركة **JOSCO المملوكة من قبل شركة (Shell)** في مشروعها للتقطير الصخر الزيتي العميق وبحجم استثمار متوقع يقارب 20 بليون دولار امريكي وقد تم اصدارها كقانون في عام 2009.

تستعد الشركة لتنفيذ التجربة الميدانية واستخدام التقنية الخاصة بها في الاردن.

انتهت الشركة المرحلة الاولى من خطتها للمشروع وتخلت عن جزء من منطقة الامتياز واحتفظت بمساحة 15 الف كيلو متر مربع للمزيد من الدراسات التنقيبية قبل اخذ القرار النهائي في المنطقة التي سيتم تنفيذ المشروع فيها. الشركة بصد عمل عرض تقديمي عن عملها

2- شركة **JOSE (المملوكة من قبل الشركة الاسستونية**

Enefit/ الماليزية/ الاردنية الاسستونيين) في مشروعها لتقطير الصخر الزيتي بالتعدين السطحي وبحجم استثمار متوقع يقارب 6 بليون دولار

امريكي والتي صدرت بقانون خاص عام 2010. تقوم الشركة بتنفيذ اعمال البرنامج السنوي لمرحلة ما قبل التطوير للسنوات الاربعة على التوالي.

3- شركة الكرك الدولية للنفط "KIO" في مشروعها لتقطير الصخر الزيتي بالتعدين السطحي وبحجم استثمار متوقع يقارب 1.9 بليون دولار امريكي والتي صدرت كقانون خاص عام 2011.

تم توقيع مذكرة تفاهم مع الشركة لمنحها منطقة اضافية جديدة في منطقة النعضية لاستكمال كمية مخزون الخام اللازم لخطة الشركة التوسعية في رفع القدرة الانتاجية الى 50000 برميل يوميا. تقوم الشركة بتنفيذ اعمال البرنامج السنوي لمرحلة ما قبل التطوير.

4- شركة SACOS (الشركة السعودية العربية للصخر الزيتي) والمملوكة من قبل مستثمر سعودي في مشروعها لتقطير الصخر الزيتي بالتعدين السطحي وبحجم استثمار متوقع يقارب 1.8 بليون دولار امريكي والتي صدرت كقانون خاص في شهر نيسان عام 2014.

تقوم الشركة بتنفيذ الاعمال المطلوبة منها في اتفاقية الامتياز تمهيداً للحصول على رخصة ما قبل التطوير.

الشركات الموقعة مذكرات تفاهم لاستغلال الخام:

يتم متابعة عمل الشركات في تنفيذها لالتزاماتها التعاقدية في مذكرات التفاهم وهي:

1. شركة GOSH الكندية بحجم استثمار يقارب 3.5 مليار دولار امريكي لاستغلال الخام في منطقة العطارات واسفير المحطة باستخدام التقنية البرازيلية المعدلة.

2. شركة ابكو للصخر الزيتي (شركة الجنوب للصخر الزيتي) والمملوكة من قبل القوات المسلحة وشركة مارفول مانجمنت لاستغلال الخام في منطقة النعضية باستخدام التقنية الروسية.

. شركة Fushun Mining Group الصينية وقد تم توقيع مذكرة التفاهم في اذار 2014 لاستغلال الخام في منطقة النعضية باستخدام التقنية الصينية الخاصة بالشركة.

6. شركة القمر للطاقة والبنية التحتية وهي شركة هندية وهي جزء من مجموعة CJ الهندية تم توقيع مذكرة التفاهم في تشرين ثاني 2014 لاستغلال الخام في منطقة العطارات وباستخدام التقنية الروسية.

التعاون والتفاوض مع الشركات الجديدة المهمة في استغلال الخام:

- تقدم الى وزارة الطاقة والثروة المعدنية العديد من الشركات الجديدة المهمة في الاستثمار في الخام في الاشهر الاخيرة وقد تم دراسة الوثائق المقدمة من الشركات للوقوف على الملاءة المالية والكفاءة الفنية للشركات المتقدمة.

- الشركات المهمة التي توجهت الى وزارة الطاقة خلال الاشهر الماضية هي:

1- شركة Questers Energy الكندية

2- شركة Arcana Resources وهي شركة كندية اردنية

3- شركة SJ Oil & Volvox وهي ائتلاف شركات من دولة "مونتينيغرو".

مشاريع الحرق المباشر لإنتاج الكهرباء

شركة العطارات للطاقة (استونية/ماليزية/اردنية):

تم توقيع اتفاقيات مشروع الحرق المباشر للصخر الزيتي من منطقة العطارات مع الشركة الاستونية/الماليزية /الاردنية باستطاعة 470 ميغاواط برعاية دولة رئيس الوزراء في تشرين اول 2014 على اساس تعرفه الكهرباء