السجيل النفطي

أ. د. عبد العزيز محمد حبيب العبادي

قسم الجغرافية / كلية الاداب / جامعة بغداد

يعد النفط الخام Crude Oil من مصادر الطاقة اللامتجددة . وقد إتجه العالم نحو إستهلاك هذا المصدر بوتائر عالية منذ سنة ١٨٥٩ وحتى اليوم . الأمر الذي ينذر بنضوبه في منتصف القرن الحادي والعشرين . ففي عام ٢٠٠١ بلغت احتياطيات النفط الخام المؤكدة (١٠٧٤٨٥٠) مليون برميل ، وبلغ الإنتاج العالمي ٦٥٤٩٨ ألف برميل في اليوم . وعلى ضوء هذه الأرقام ، يتوقع الخبراء نضوب النفط الخام بحلول عام ٢٠٤٦ . فما هي البدائل المتاحة لإطالة عمر النفط الخام ؟ وما هي المصادر التي تستطيع أن تحل محله عندما ينضب ؟

هناك مصادر عديدة ، متجددة وغير متجددة ، تستطيع أن تحل محل النفط الخام كمصدر للطاقة ، وأن التوسع في إستعمالها يؤدي الى إطالة عمر النفط الخام ، إلا أن الكاتب يذهب الى إمكانية التوسع في إنتاج وإستعمال نفط السجيل Shale Oil واحلاله محل النفط الخام على المدى البعيد بسبب خصائصه الطبيعية المماثلة للنفط الخام ، وبسبب ضخامة أحتياطاته وإنتشارها في العالم .

تعريف السجيل النفطي Oil Shale

تعرف صخور السجيل النفطي Oil Shale على أنها صخور رسوبية متنوعة تتألف من حبيبات ناعمة ومواد عضوية صلبة ، وتصنف هذه المواد العضوية الى صنفين ، الأول بيتومين Bitumen وبنسبة حوالي ٢٠٪ من حجم المواد العضوية ، وهذا البيتومين قابل للذوبان في المذيبات النفطية . والثاني Kerogen وبنسبة حوالي ٨٠٪ من حجم المواد العضوية . وهذا الكيروجين غير قابل للذوبان في المذيبات النفطية ، ومع ذلك فهو يمثل المادة الأولية لأنتاج نفط السجيل[١] .

وذهب جافن Gavin الى تعريف السجيل النفطي على أنه صخور رسوبية مدمجة صفائحية تحتوي على مادة عضوية قابلة على إنتاج النفط بواسطة التقطير، إلا أن هذه المادة غير قابلة للذوبان بواسطة المذيبات النفطية . وتعد نسبة الرماد المتخلف عند الأحتراق قاعدة

أبرز حقول رواسب الأهوار والمستنقعات حقل فوشون Fushun في منشوريا ، حيث توجد ترسبات سميكة من السجيل النفطي فوق طبقات سميكة من الفحم وبصورة متعاقبة.

عمر السجيل النفطي :

يتفق الجيولوجيون على تكون رواسب السجيل وإستمرارها منذ الزمن الأول وحتى الزمن الحديث. وفي أوائل الزمن الأول، الباليوزويك Early Paleozoic ، وخلال العصر الكمبري والأردفيشي تكونت رواسب السجيل النفطي فوق الأرصفة البحرية، كما في شمال أوربا وشمال أسيا ، وسط وشرق أمريكا الشمالية (خارطة /١). وتتصف هذه الرواسب بالقدرة على إنتاج كميات قليلة من النفط، وفي أواسط الزمن الأول، خلال العصر السيلوري والديفوني، تكونت رواسب سجيلية نفطية فوق أرصفة بحرية تنتشر في الأجزاء الشرقية والوسطى من الولايات المتحدة الأمريكية، وفي أواسط الأتحاد السوفياتي السابق (خارطة / ٢) والرواسب الموجودة في الولايات المتحدة ذات قدرة تتراوح بين ١٠-٢٠ غالون من النفط لكل طن من السجيل ، مما يدل على قلة إنتاج هذه الرواسب .

وفي أواخر الزمن الأول ، الباليوزويك ، إنتشرت رواسب السجيل النفطي ورواسب الفحم جنباً الى جنب في جميع القارات. ومع ذلك ، فإن إستغلال رواسب هذا الزمن لا يزال محدوداً ، ومقصوراً على أسكتلنده وفرنسا وأسبانيا وأفريقيا الجنوبية ، وأستراليا والأتحاد السوفياتي السابق (خارطة / ٣) .

وفي أوائل العصر الكربوني تكونت رواسب سجيلية نفطية في حوض بحيرة تكتونية واسعة تقع في شرق كندا . وتعد هذه الرواسب الأكبر من نوعها في العالم . وفي أواخر العصر البرمي تكونت رواسب السجيل النفطي في جنوب الأرجنتين . وفي جنوب ولاية مونتانا (الولايات المتحدة الأمريكية) وفي شمال الأسكا .

وفي الزمن الثاني ، المزويك Mesoic تكونت رواسب السجيل النفطي في جميع القارات ما عدا أستراليا. فقد عثر على رواسب سجيلية نفطية تعود الى العصر الترياسي في منطقة ستانليفيل ضمن حوض الكونغو في وسط قارة أفريقيا. وعثر على هذه الرواسب في عصور تعود الى الجوراسي والكريتاسي في شمال وشرق قارة أسيا، وفي فلسطين والأردن وسوريا. كما عثر على رواسب سجيلية نفطية ترافقها رواسب فحمية تعود نشأتها الى العصر

٢. الكيروجين الطحلبي Algal-Type Kerogens :

تكون هذا الكيروجين أساسياً من طحالب تنمو في بيئة بحرية . وهو يمتاز بالقدرة على إنتاج النفط .

٣. كيروجين دبالي طحلبي تكون من تراكم مواد نباتية برية وأخرى بحرية . وهكذا أصبح يتسم بالقدرة على إنتاج النفط والغاز(٤) .

بيئة السجيل النفطي :

جيولوجياً ، تكون السجيل النفطي في ثلاثة بيئات مانية مختلفة :

١. أحواض البحيرات الكبيرة :

تكونت في هذه البيئة أغنى وأضخم رواسب السجيل النفطي ، ولاسيما في أحواض البحيرات التكتونية التي تكونت بسبب إنكسار أو التواء القشرة الأرضية أثناء بناء الجبال. ومن الأمثلة على ذلك رواسب جرين ريفر Green River في الولايات المتحدة. وهذه الرواسب تكون رقيقة عند إطراف الحوض، ثم يزداد سمكها بالأتجاه نحو المركز، حتى تصل الى ٢٠٠٠ قدم ، وهي غنية بالنفط ، وبمعدل ٤٠ غالون من النفط لكل طن من رواسب السجيل .

٢. البحار الضحلة والأرضفة القارية :

نشأت رواسب السجيل النفطي في الأرصفة القارية على نطاق واسع . ومن الأمثلة على ذلك الرواسب الموجودة في شمال سبيريا وفي شمال أوربا وفي وسط أمريكا وفي الأسكا وفي جنوب البرازيل وفي أورغواي وفي الأرجنتين . وفي شرق آسيا، وتكون رواسب هذه البيئة رقيقة يتراوح سمكها بين بضعة أقدام وعشرات الأقدام ، إلا أنها تشغل مساحات واسعة تقدر بالآف الأميال المربعة. وغالباً ما يبلغ إنتاج هذه الرواسب ٣٠ غالون من النفط لكل طن من السجيل .

٣. الأهوار والستنقعات :

تكونت رواسب السجيل النفطي في بعض الأهوار والمستنقعات والبحيرات الصغيرة. وقد رافق تكوين هذه الرواسب نشوء صخور غنية بالفحم . هذا، وتتسم معظم رواسب هذه البيئة بضآلة الحجم وقلة العمق وتتابع طبقات روسوبيات السجيل النفطي وصخور الفحم الواحدة فوق الأخرى . إما إنتاجها فيبلغ ٤٢ غالون نفط لكل طن من السجيل . ومن

٢. احتياطيات إضافية Estimated Additional Reserves :

ويراد بها كمية النفط المخلق المتوفرة في مكامن رواسب نفط السجيل بالأضافة الى الأحتياطيات المؤكدة ، والتي يجري تقديرها على أسس علمية دقيقة ، إلا أن إستخراجها يتوقف على تطور تكنولوجيا التعدين والتكرير وعلى إرتفاع أسعار الطاقة .

في عام ١٩٦٥ قام الخبيران الأمريكيان دنكان وسوانسون ، من المساحة الجيولوجية في الولايات المتحدة الأمريكية بدراسة مواقع السجيل النفطي في مختلف أنحاء العالم . وقد توصل هذان الخبيران الى وجود أحتياطيات قدرها ٥٣٠٠ مليار برميل من النفط السجيلي على أساس كمية تتراوح بين ٥-١٠٠ غالون أمريكي من النفط لكل طن من رواسب السجيل . إلا أن الكمية القابلة للأستخراج تهبط الى ١٩٠ مليار برميل من النفط فقط ، وفقاً للظروف الفنية والاقتصادية السائدة في عام ١٩٦٥[٦] .

وفي عام ١٩٧٦ توصل مؤتمر الطاقة العالمي الى وجود احتياطيات نفطية سجيلية قابلة للأستخراج قدرها ١٦٩٠ مليار برميل . وذهب مؤتمر الطاقة العالمي سنة ١٩٨٤ الى تقدير الاحتياطي النفطي السجيلي القابل للأستخراج بحدود ١٥٥٤ مليار برميل. وهناك احتياطيات إضافية قدرها ١٩٥٥ مليار برميل، وبذلك يكون أحتياطي نفط السجيل ٣٥٠٩ مليار برميل[٧] . وهناك تقديرات ترفع سقف احتياطيات نفط السجيل الى ٣٠ تريليون (ثلاثون تريليون) منها ٢٪ صالحة للأستغلال التجاري في الوقت الحاضر ، وتقدر الطاقة الحرارية المتاحة في هذه الأحتياطيات بحوالي ١٦٠ مليون كوادرليون ، منها ٣٠٠ كوادرليون قابلة للأستغلال في ضوء الظروف التقنية والاقتصادية المعاصرة[٨] .

وفي عام ١٩٨٤ بلغ إنتاج نفط السجيل في العالم ٣٤٢٦٥ ألف طن (٢٥١٨٤٨ ألف برميل) وهذا يساوي ١.٣٪ من الأنتاج العالمي للنفط الخام . ويعزى التخلف في إنتاج النفط السجيلي الى أسباب اقتصادية وتقنية وبيئية سنأتي على ذكرها لاحقاً .

التوزيع الجغرافي لأحتياطيات وإنتاج نفط السجيل :

تنتشر صخور السجيل النفطي في ست وعشرين دولة، تتصدرها الولايات المتحدة الأمريكية والاتحاد السوفياتي السابق والصين الشعبية. ويتركز إنتاج النفط السجيلي في ثلاث دول وهي: الاتحاد السوفياتي السابق والصين الشعبية والبرازيل . وسوف نتعرض الى دراسة جغرافية احتياطيات وإنتاج نفط السجيل في المناطق الرئيسة ، وحيث تتوفر البيانات (الجدول المرفق) .

الجوراسي والكريتاسي أيضاً في شرق وجنوب أوربا. وخلال هذين العصرين، تكونت رسوبيات سجيلية نفطية على نطاق واسع في أمريكا الشمالية. وأكتشفت أحتياطيات سجيلية تعود الى العصر الجوراسي والكريتاسي في شمال وشرق الأسكا ، وفي ولاية منيتوبا وولاية سسكجوان في كندا ، كما إكتشفت هذه الرواسب في غرب الولايات المتحدة الأمريكية (خارطة / ٤) .

وفي الزمن الثالث Tertiary تكونت رسوبيات السجيل النفطي في أحواض بحيرات واسعة بدلاً من البيئات البحرية . وتكونت مع هذه الرسوبيات طبقات من الفحم، إذ عثر المعدنون على رواسب سجيلية في احواض بحيرية كبيرة تعود نشأتها الى أواسط الزمن الثالث في حوض جرين ريفر Green River (الولايات المتحدة الأمريكية) وفي جنوب البرازيل ، وفي يوغسلافيا وفي جنوب الأتحاد السوفياتي السابق ، وفي شرق الصين ، وتكونت بعض رسوبيات السجيل النفطي في بيئات بحرية ضحلة في أواخر الزمن الثالث ، كما في جنوب كالفورنيا (الولايات المتحدة الأمريكية) وفي الجزائر وفي صقلية وفي منطقة القفقاس في جنوب الأتحاد السوفياتي السابق (خارطة /٥) .

وفي الزمن الرابع Quaternary تكونت رواسب سجيلية غنية بالمواد العضوية في البحيرات والأهوار والمستنقعات . وهذه الرواسب صالحة لأنتاج النفط ، إلا أنها تحتوي على كميات ضخمة من الماء ، الأمر الذي يحول دون إستغلالها في هذا النشاط(٥) .

أحتياطيات وإنتاج نفط السجيل :

لا تتوفر بيانات دقيقة غن احتياطيات نفط السجيل على الصعيد المحلي والدولي بسبب ندرة الطلب عليه ، وبسبب التركيز على النفط الخام الذي يتفوق عليه في الخصائص الكيمياوية والفيزياوية والاقتصادية . وذهب خبراء النفط الى تصنيف احتياطيات نفط السجيل الى صنفين :

١. احتياطيات مؤكدة في المكان Proved Reserves in Place :

ويراد بها كمية النفط المخلق Synthetic Oil المحسوبة بدقة ، والقابلة للأستخراج من مكامن رواسب نفط السجيل بإستخدام التكنولوجيا المعاصرة وفي ظل الظروف الاقتصادية الراهنة .

وفي شرق الولايات المتحدة توجد احتياطيات ضخمة من رواسب السجيل النفطي تتركز في جاتانوجا Chattanooga الواقعة في ولاية نورث كارولينا، إلا أن وجود اليورانيوم في هذه الرواسب يحول دون إستغلالها في إنتاج النفط .

٢. البرازيل :

تعد البرازيل من الأقطار الغنية بالسجيل النفطي . وتذهب التقديرات الى وجود ٦٧٢ مليون متر مكعب من النفط السجيلي في هذه الدولة ، وهذا يكافي ٥٦٥ مليون طن من النفط الخام . وتصنف هذه الأحتياطيات الى ٤٦٥ مليون متر مكعب مؤكدة و٢٠٧ مليون متر مكعب تقديرات إضافية(٩) ، إلا أن البيانات الصادرة عن مؤتمر الطاقة العالمي لسنة ١٩٨٤ تكشف عن وجود ٤٤١ مليون طن من النفط السجيلي في البرازيل منها ٣٩٢ مليون طن مؤكدة ومنها ٤٩ مليون طن إضافية .

جغرافيا، تنتشر رواسب السجيل النفطي في جميع المقاطعات تقريباً، إلا أن معظم الأحتياطيات المعروفة تتركز في تكوين أيراتي Irati Formation ، الذي يمتد من ولاية ساوباولو الى حدود دولة أرغواي. وتحتوي رواسب السجيل التي تمتد بين مدينة ريودي جانيرو ومدينة ساوباولو على ١.٣ بليون برميل من النفط السجيلي المؤكد، إلا أن نسبة النفط الكامنة في هذه الرواسب قليلة تتراوح بين ٤-٥٪ وزناً .

وفي تكوين مارو Marau Formation ، في ولاية باهيا يوجد ٤.٨ مليون طن (٣٥.٣ مليون برميل) من النفط السجيلي . إتجهت البرازيل منذ فترة مبكرة نحو إنتاج نفط السجيل تحت تأثير ضخامة احتياطيات رواسب السجيل النفطي وندرة النفط الخام . وأسس أول مشروع تجاري لتقطير النفط السجيلي بطاقة ١٦٠ طن من النفط في اليوم (١١٧٦ ب/ي) . وتطورت طاقة هذا المشروع لتصل الى ٤٢٥ طن نفط في اليوم (٣١٢٤ ب/ي) بحلول ١٩٨٧. والبيانات المتاحة تشير الى قيام البرازيل بإنتاج ٣٥٠٠٠ طن من النفط السجيلي (٢٥٧٢٥٠ برميل) سنة ١٩٨٤ ، وتتركز هذه الصناعة في ولاية بارانا إعتماداً على تكوين أيراتي Irarti .

٣. الأتحاد السوفياتي السابق :

نحن نعلم بأن الأتحاد السوفياتي كان قد تفرق الى دول مستقلة في مطلع القرن العشرين، إلا أن البيانات المتاحة تجبرنا على دراسة احتياطيات رواسب السجيل النفطي

١. الولايات المتحدة الأمريكية :

تحتل الولايات المتحدة الأمريكية المرتبة الأولى في احتياطيات نفط السجيل، فهي تملك ٣٦٢٠٠٠ مليون طن (٢٦٦٠٧٠٠ مليون برميل) من النفط السجيلي . وهذا يساوي ٧٦٪ الاحتياطي العالمي. ويتكون هذا الاحتياطي من ١٤٥٠٠٠ مليون طن (١٠٦٥٧٥٠ مليون برميل) قابل للإستخراج و٢١٧٠٠٠ مليون طن (١٥٩٤٩٥٠ مليون برميل) احتياطيات إضافية . تتركز معظم احتياطيات نفط السجيل الامريكية في ثلاث ولايات هي كولورادو ، يوتاه ، وايمنج التي تتطوح في غرب الولايات المتحدة ، وفي رقعة من الأرض لا تتجاوز مساحتها ١٦٠٠٠ ميل مربع. وفي هذه الولايات توجد احتياطيات يزيد حجمها عن تريليونين برميل من النفط السجيلي. وتصنف رواسب السجيل النفطي في هذه الولايات الى صنفين رئيسيين : الأول، طبقات سماكتها ٣٠ قدم أو أكثر ، وتقع على عمق أقل من ١٥٠٠ قدم عن سطح الأرض. وفيها يتوفر النفط بمعدل ٣٠ غالون أو أكثر لكل طن من الصخر السجيلي. وفي هذه الطبقات يوجد ١٧٠ بليون برميل من النفط السجيلي ، وهو صالح للإستغلال في ظل الظروف التقنية والاقتصادية المعاصرة .

الثاني ، طبقات سماكتها ١٠ أقدام أو أكثر، وفيها يتوفر النفط بمعدل ٢٥ غالون لكل طن من الصخر السجيلي. وفي هذه الطبقات يوجد ٧٣٠ بليون برميل من النفط قابله للأستغلال في المستقبل ..

تنتشر في ولايات كولورادو ، يوتاه ، وايمنج أحواض سجيلية نفطية واسعة يأتي في مقدمتها حوض بكيانسي كريك Piceance Creek Basin بمساحة تبلغ ٤٥٠ كيلو متر مربع . وفي هذا الحوض يتركز ٨٣٪ من الاحتياطي النفط سجيلي القابل للإستخراج في هذه الولايات، يليه حوض يونتا Uonta Basin وبنسبة ٩٪ ، وأحواض جرين ريفر Green River وأشاكي Washakie وساندوش Sandwash وبنسبة ٨٪ .

وفي سبيل إستغلال النفط السجيلي في حوض بكيانسي كريك ، حيث يتوفر أضخم أحتياطي من النفط وأكثرها صلاحية للإستثمار ، أقدمت الحكومة الأمريكية على تأجير أراضي هذا الحوض الى شركات النفط الأمريكية بمعدل ٥٠٠٠ فدان لكل قطعة، وشرعت شركات النفط في الإنتاج على أسس تجارية في خمسينيات القرن العشرين، إلا ان البيانات المتاحة لا تكشف عن تطور الإنتاج في هذا النشاط .

البخارية بصورة مباشرة . ومن الأمثلة على ذلك المحطة الكهروحرارية التي تقع في جمهورية أستونيا ، تبلغ سعة هذه المحطة ٣٢٢٤ ميكاواط وبأعتماد كامل على السجيل النفطي ، لذا تعد الأكبر من نوعها في العالم .

وكان الأتحاد السوفياتي السابق يستخدم ٢٥٪ من السجيل النفطي المستخرج كمادة أولية في إنتاج النفط المخلق وتكريره في المصافي للحصول على المشتقات النفطية . يرافق ذلك إستغلال الغازات النفطية كمصدر للطاقة، كما يستخدم النفط السجيلي في إنتاج الأوليفينات التي يسود إستعمالها كمادة أولية في الصناعات الكيمياوية . وتتخلف أثناء إستخلاص النفط من الصخور كميات ضخمة من الرماد ، وهذا الرماد يستعمل في صناعة مواد البناء وفي معالجة التربة الحامضية .

٤. السويد :

تتمتع السويد باحتياطيات مؤكدة تصل الى ٨٨٠ مليون طن من النفط السجيلي (٦٤٦٨ مليون برميل) . ويتركز معظم هذا الاحتياطي في منطقة بللنجن Billingen . وفي ظل غياب مصادر النفط الخام في هذه البلاد ، فإن أحتياطيات نفط السجيل تشجع على قيام وتطور صناعة النفط السجيلي، إلا أن وجود اليورانيوم في رسوبيات السجيل السويدي لا يشجع على إستعماله في إنتاج النفط(١١) .

٥. الصين الشعبية :

تحتل الصين الشعبية المرتبة الرابعة في احتياطيات نفط السجيل بعد الولايات المتحدة الامريكية والاتحاد السوفياتي السابق وكندا . إذ تبلغ احتياطياتها الاجمالية ٢١٠٠٠ مليون طن من النفط السجيلي المؤكد (٥٤٣٥٠ مليون برميل). وتتركز هذه الاحتياطيات في منطقة فوشون Fushun ومنشوريا Manchria وماومينج Mowming وكوانجتونج Kwangtung .

وعلى الرغم من إكتشاف رواسب السجيل النفطي في بلاد الصين منذ زمن قديم ، إلا أن إستغلال هذه الرواسب في إنتاج النفط لم يتحقق إلا في بداية الخمسينيات من القرن العشرين . ففي هذا التأريخ تم إنشاء معمل بطاقة ٢٢٠ طن نفط في اليوم . ثم تطورت هذه الصناعة وأسست وحدات إنتاجية أكبر في منطقة فوشون ومنطقة ماومينج بطاقة ٧٠٠٠ برميل في اليوم. وهكذا تطور إنتاج النفط السجيلي حتى وصل الى ٣.١٤ مليون

وصناعته ضمن الحدود الجغرافية لهذا الإتحاد .

يمتلك الاتحاد السوفياتي السابق احتياطيات نفط سجيلية هائلة تصل الى ٣٧٠٠٠ مليون طن (٢٧١٩٥٠ مليون برميل) منها ٢٠٠٠ مليون طن (١٤٧٠٠ مليون برميل) قابلة للأستخراج ومنها ٣٥٠٠٠ مليون طن (٢٥٧٢٥٠ مليون برميل) احتياطيات إضافية. وبذلك يستأثر الأتحاد السوفياتي السابق على ٧.٧٪ من الاحتياطات العالمية للنفط السجيلي ، والمرتبة الثانية بعد الولايات المتحدة الامريكية .

جغرافياً ، تنتشر رواسب السجيل النفطي في حوض بحر البلطيق ، في جمهوريات أستونيا، لاتفيا، ليتوانيا. كما تنتشر في دلتا نهر الفولجا ، وفي منطقة تشيمانو بيشارو، وفي سهل الأورال. وتتوفر في حوض البلطيق احتياطيات نفط سجيلية وزنها ١١.٣ بليون طن قابلة للإستثمار الاقتصادي. وهذه الاحتياطيات تتوزع بمقدار ٨.٤ بليون طن في أستونيا ، ٢,٩ بليون طن في منطقة لينينجراد (بطرسبرج) . والاحتياطيات السجيلية المتوفرة في أستونيا توجد في طبقات سماكتها ثلاثة أمتار وعلى عمق تتراوح بين ١٠-٤٠ متراً، الأمر الذي يشير الى سهولة إستخراجها. وفي منطقة لينينجراد (بطرسبرج) تتراوح سماكة الرواسب النفط سجيلية بين ١-٢ متراً. والسجيل المتاج في هذا الحوض يحتوي على ٢-٣ أضعاف الكيروجين الموجود في السجيل الأمريكي أو البرازيلي. كما يتراوح محتواه من المواد العضوية بين ٢٠-٦٠٪، أما معدل إنتاجيته فتصل الى ٣٥٪، وهذا يعني القدرة على إنتاج كمية تتراوح بين ٥٠-٧٠ غالون من النفط لكل طن من السجيل(١٠) .

إتجه الاتحاد السوفياتي نحو إستغلال رواسب السجيل النفطي منذ ١٩٢٠ . وقد تطور إنتاج النفط السجيلي حتى وصل الى ٣١.١ مليون طن سنة ١٩٨٤ (٢٢٩ مليون برميل) وهذا يساوي ٩١٪ من الإجمالي العالمي للنفط السجيلي . ومن أسباب هذا التقدم ضخامة الاحتياطي وإرتفاع معدل الغلة . فالأتحاد السوفياتي السابق يمتلك ٢٠٠٠ مليون طن من النفط السجيلي المؤكد وبإنتاجية تتراوح بين ١٠٠-٢٦٠ كيلو غرام نفط لكل طن من السجيل ، وهي أعلى إنتاجية متاحة في العالم .

كان الأتحاد السوفياتي السابق يستهلك ٧٠٪ من جملة السجيل النفطي المستخرج في توليد الطاقة الكهربائية ، حيث يسحق السجيل ويستعمل كوقود في المحاطات الكهربائية

٧. أستراليا ونيوزيلند :

وهبت أستراليا احتياطيات نفط سجيلية كبيرة تصل الى ٧١٥١ مليون طن من النفط (٥٢٥٦٠ مليون برميل) ، منها ٣٦٥١ مليون طن احتياطيات مؤكدة (٢٦٨٣٥ مليون برميل) ومنها ٣٥٠٠ مليون طن (٢٥٧٢٥ مليون برميل) احتياطيات اضافية .

جغرافياً ، تتركز احتياطيات النفط السجيلية الأسترالية في سبعة حقول بولاية كوينزلاند ، وبمعدل ٥٨ لترا من النفط لكل طن من الصخور ، وتعد رواسب السجيل النفطي الموجودة في هضاب نيوساوث ويلز واحدة من أغنى الرواسب في العالم ، إذ يبلغ معدل إنتاجها ١٢٠ غالون نفط لكل طن من الصخور ، أو ما يساوي ٥٠٠ لتر من النفط لكل طن متري (١٣) .

وفي تكوين تولبوك Toolebuk Formation توجد احتياطيات هائلة من رواسب السجيل النفطي . وهذا التكوين ينتشر إنتشاراً واسعاً في ولاية كوينزلاند وفي جنوب إستراليا، إلا أن هذه الاحتياطيات من النوع الرديء ، ولا تتوفر عنها معلومات دقيقة .

وفي نيوزيلند يوجد ٢٢٤ مليون طن من النفط السجيلي المؤكد (١٦٤٦ مليون برميل) ، وهذه الاحتياطيات تتركز في أرض مساحتها ٣٢٧ كيلو متر مربع وسماكه تتراوح بين ١-٢٦ متراً، وبمعدل ٣١ كيلوغرام من النفط لكل طن من الصخر . وهذه الغلة لا تشجع على الإستثمار في ظل الظروف التقنية والاقتصادية المعاصرة .

٨. إثيوبيا :

تعد إثيوبيا من الأقطار المتخلفة في دراسة رواسب السجيل النفطي المتوفرة في صخورها . ولا تتوفر بيانات دقيقة عن حجم احتياطيات هذا المورد لندرة عملية الاستكشاف والتنقيب. ومع ذلك فهناك من الشواهد التي تدل على وجود رواسب السجيل النفطي في مناطق عديدة وبكميات ضخمة .

وفي ولو Wollo يوجد السجيل النفطي في مساحة تمتد ١٧٠ كيلومتر طولاً و٢٠ كيلومتر عرضاً. كما يوجد السجيل النفطي في الوادي الأخدودي حيث يصب نهر بول بولا Bul Bulla في بحيرة زيواي Ziway وبحيرة أبياتا Abiata وفي هذه المنطقة توجد الرواسب السجيلية النفطية في صخور رملية هشة غنية بالبيتومين .

طن (٢٣ مليون برميل) سنة ١٩٨٤ . وبهذا الأنتاج أحتلت المرتبة الثانية بعد الأتحاد السوفياتي السابق . ومن العوامل المسؤولة عن تطور صناعة نفط السجيل في الصين :

١. تقع أغلب رواسب السجيل النفطي فوق رواسب الفحم وهكذا أصبح إنتاج الفحم الذي يشتد الطلب عليه ، يوجب إستخراج رواسب السجيل .

٢. إستغلال المنتجات الثانوية المتوفرة من عمليات إستخلاص نفط السجيل ، ومن ذلك :

أ. إنتاج الأمونيا كناتج من عمليات الهدرجة وإستعمالها في صناعة سماد كبريتات الأمونيوم .

ب. الكبريت الذي يستخدم في إنتاج الأحماض الكبريتية .

جـ. الرماد المتبقي الذي يستخدم في صناعة السمنت .

٦. تايلاند :

تتوفر في تايلاند أحتياطيات نفطية سجيلية مؤكدة قدرها ١٧٠٠ مليون طن (١٢٤٩٥ مليون برميل) . ويتركز هذا الاحتياطي في أرض مساحتها ١٣٨ كيلو متر مربع وبسمك ٥٠٠ متر وبمعدل ٥٠ كيلو غرام نفط لكل طن من السجيل .

جغرافياً ، تتجمع رواسب السجيل النفطي التايلاندي في حوض ماي سود Mae Sod الذي يتألف من طبقتين مقعرتين تحتويان على رسوبيات غنية بالنفط . تشغل الطبقة المقعرة الشمالية ٢٤ كيلومتر مربع وتشغل الطبقة المقعرة الجنوبية ٢٩ كيلو متر مربع. وفي كل واحدة من هذه الطبقات توجد الرسوبيات الحاملة للنفط على عمق ٤٠٠-٦٠٠ متر على التوالي . ويقول الخبراء بوجود ١٩ مليون طن من النفط الخام (١٤٠ مليون برميل) في رسوبيات هذه الطبقات . وهنا يتوفر النفط السجيلي أيضاً .

تتألف الطبقة المقعرة الشمالية من طبقتين غنيتين بالنفط ، الطبقة العليا سماكتها ٦.١٩ متر، وفيها يتوفر الكيروجين بنسبة ٤.٨٢٪ وزناً، والطبقة السفلى سماكتها ١٠.١٤٥ متراً ، وفيها يتوفر الكيروجين بنسبة ٤.٦٢٪ وزناً . وفي الطبقة المقعرة الجنوبية توجد رسوبيات سجيل النفط بسماكة ١٠.٢٣ متراً وكيروجين بنسبة ٥٪ وزناً[١٢] .

تتسم الاحتياطيات النفط سجيلية الفلسطينية بخصائص ممتازة مماثلة لنظيرتها الأردنية ، إذ تتراوح سماكتها بين ٧٠-١٠٠ متر وبمعدل ١٤٠ كيلوغرام نفط لكل طن من الصخر. وهذه الخصائص شجعت فلسطين على إستثمارها في إنتاج النفط وتوليد الطاقة الكهربائية .

التخلف في إنتاج نفط السجيل :

إذا أعدنا قراءة بيانات نفط السجيل نجد ضآلة الإنتاج وتركزه في ثلاث دول تشمل الاتحاد السوفياتي السابق والصين والبرازيل. مقابل احتياطيات ضخمة تنتشر في رقعة جغرافية واسعة تضم أكثر من ست وعشرين دولة . والاحصاءات الرسمية تشير الى وجود احتياطيات لا تقل عن ٣٥٠٩٠٠٠ مليون برميل من النفط السجيلي في حين بلغ الإنتاج ٢٥٢ مليون برميل سنة ١٩٨٤. وبذلك تكون نسبة الإنتاج الى الاحتياطي ٠.٠٠٠٠٧ وهذا يعني إننا نستخرج ٧٠ برميلاً من النفط السجيلي لكل مليون برميل للاحتياطيات المتاحة. وبالموازنة مع النفط الخام نجد أن احتياطياته المؤكدة لا تزيد عن ١٠٧٤٨٥٠ مليون برميل في حين بلغ انتاجه ١٩٦٩١ مليون برميل سنة ١٩٨٤ . وبذلك تكون نسبة الإنتاج الى الاحتياطي ٠.٠١٢ ومعنى ذلك إننا نستخرج ١٢٠٠٠ برميل من النفط الخام لكل مليون برميل من الاحتياطيات المتاحة . وهذه المؤشرات تدل بوضوح على تخلف كبير في إنتاج النفط من رواسب السجيل النفطي. ويرجع ذلك الى الأسباب الآتية:

١. ضخامة رأس المال المستثمر . ففي الولايات المتحدة الأمريكية وبناءاً على خبرة الشركات النفطية الكبرى ، يتراوح رأس المال المستثمر في مشروعات إستخلاص ومعالجة النفط السجيلي بين ١.٧ مليار دولار في حالة مشروع نفط معالجة بالهدرجة بسعة ٤٨٣٠٠ برميل في اليوم ، الى خمسة مليارات دولار في حالة مشروع تكرير ومعالجة بسعة ٢٠٠٠٠ برميل في اليوم وبحسب الأسعار السائدة في ١٩٨٠ . وتعزى ضخامة رأس المال في هذه الصناعة، إلى إستخدام وحدات إنتاجية كبيرة ومتقدمة تكنولوجياً وعمالة قليلة ذات مستوى مرتفع من التعليم والتدريب(١٨) .

٢. إرتفاع كلفة إنتاج برميل نفط السجيل ، حيث تبلغ كلفة إستخراج النفط من السجيل ٢٠.٣٠ دولار للبرميل الواحد في حالة التصنيع فوق سطح الأرض ، لكنها تهبط الى ١٧.٠٥ دولار للبرميل في حالة التصنيع في الموضع In-Situ وبحسب الأسعار السائدة

٩. الوطن العربي :

ينعم الوطن العربي باحتياطيات نفط سجيلية وزنها ١٧٩٨٣ مليون طن (١٣٢١٧٥ مليون برميل)، وهذا يعادل ٣,٨٪ الاحتياطي العالمي . وتتركز هذه الاحتياطيات في بلاد المغرب والاردن وفلسطين بعيداً عن حقول النفط العربية العملاقة .

في بلاد المغرب الفقيرة بالنفط يتوفر ١٠٤٨٣ مليون طن من النفط السجيلي (٧٧٠٥٠ مليون برميل) منها ٣٠٨٣ مليون طن (٢٢٦٦٠ مليون برميل) احتياطيات مؤكدة ، ومنها ٧٤٠٠ مليون طن (٥٤٣٩٠ مليون برميل) احتياطيات إضافية .

جغرافياً، تنتشر رواسب السجيل النفطي على نطاق واسع في بلاد المغرب، إلا أن معظم الأحتياطيات المكتشفة تتركز في طرفايا (١١ مليار طن من النفط السجيلي) وفي تمحضيت بالأطلس الأوسط جنوب مدينة فاس[١٤] . وهناك احتياطيات ضخمة من النفط السجيلي توجد في رواسب تقع تحت طبقات الفوسفات في جيال الريف وجبال الأطلس الكبير وفي الصحراء المغربية[١٥] .

وفي بلاد الأردن الفقيرة بالنفط الخام يتوفر ٧٠٠٠ مليون طن (٥١٤٥٠ مليون برميل) من النفط السجيلي، منها ٤٠٠٠ مليون طن مؤكدة (٢٩٤٠٠ مليون برميل) ومنها ٣٠٠٠ مليون طن إضافي (٢٢٠٥٠ مليون برميل). وتتركز جميع هذه الاحتياطيات في منطقة الكرك والقطرانة[١٦] . والاحتياطيات المؤكدة تشغل ٢٥ كيلو متر مربع من الأرض وسمك ٣٢ متر وبمعدل ١٠٠ كيلوغرام نفط لكل طن من الصخر. وجميع هذه المؤشرات تشجع على إستغلال هذا المورد .

وفي فلسطين توجد احتياطيات بحجم ٥٠٠ مليون طن (٣٦٧٥ مليون برميل) من النفط السجيلي المؤكد . وهناك من يرفع سقف الاحتياطي الفلسطيني من النفط السجيلي الى ٤٠٠٠ مليون طن (٢٩٤٠٠ مليون برميل) [١٧] ، هذا ، وينتشر السجيل النفطي في فلسطين إنتشاراً واسعاً، إلا أن الاحتياطيات المعروفة تتركز في حقول زين Zin ، أورون Oron ، أيفي Efe ، هارتوف Hartuv ، النبي موسى Nabi-Musa ، عين بقيق En Boqeq . وتنتشر معظم هذه الحقول في صحراء النقب وعلى مقربة من وادي عربة والبحر الميت . ويتوقع الخبراء العثور على رواسب السجيل النفطي في نطاق يمتد بين مدينة حيفا وتل أبيب .

وتأسيساً على ما تقدم ، فإن التطور في إنتاج نفط السجيل يتوقف على :

١. تصاعد أسعار النفط الخام تحت تأثير تزايد الطلب العالمي .

٢. تدهور أحتياطيات النفط الخام في حالة عدم العثور على احتياطيات نفطية جديدة .

٣. تدهور إنتاج وعرض النفط تحت تأثير تناقص أحتياطيات النفط الخام .

٤. إرتفاع أسعار مصادر الطاقة الأخرى ولاسيما الغاز الطبيعي والفحم الحجري .

٥. تطور تكنولوجيا تعدين وتقطير السجيل النفطي ، الأمر الذي يؤدي الى إنخفاض كلفة إنتاج برميل النفط السجيلي .

أحتياطيات وإنتاج نفط السجيل لسنة ١٩٨٤

الدولة	الأحتياطيات مليون طن نفط		الأنتاج مليون	الدولة	الأحتياطيات مليون طن نفط		الأنتاج مليون
	المؤكد	الأضافي	طن نفط		المؤكد	الأضافي	طن نفط
البرازيل	٣٩٢	٤٩	٠,٠٣٥	السويد	٨٨٠	-	-
كندا	٢٤٨٦٠	-	-	يوغسلافيا	١٥٨	-	-
المانيا	٢٥١	-	-	الاتحاد السوفياتي	٢٠٠٠	٣٥٠٠٠	٣١,١
فلسطين	٥٠٠	-	-	الولايات المتحدة	١٤٥٠٠٠	٢١٧٠٠٠	-
الأردن	٤٠٠٠	٣٠٠٠	-	الأرجنتين	٤٥	-	-
تركيا	٣٠٠	٨٠	-	شيلي	٢٥	-	-
بلغاريا	٢٠	-	-	استراليا	٣٦٥١	٣٥٠٠	-
تشكوسلوفاكيا	١	-	-	نيوزيلند	٢٢٤	-	-
فرنسا	٢٣٧	-	-	زائير	١٥٥٠	-	-
ايطاليا	١٠٨٧	-	-	المغرب	٣٠٨٣	٧٤٠٠	-
لكسمبورج	١٠٩	-	-	جنوب أفريقيا	١٣	-	-
أسبانيا	١٨,٢	١٢	-	الصين الشعبية	٢١٠٠٠	-	٣,١٣
أكرانيا	٣٠٠	-	-	تايلاند	١٧٠٠	-	-

أجمالي المؤكد ٢١١٤٠٤ مليون طن إجمالي الأضافي ٢٦٦٠٤١ مليون طن

U. N. World Energy Conference - Survey of Energy Resources, London, 1986 , Table 3 .

U. N. Energy Statistics Yearbook , New York 2000 , Table 38.

في عام ١٩٨٠ . في حين بلغ متوسط تكلفة إنتاج النفط في الوطن العربي ٠,٠١-٠,٢٥ دولار للبرميل خلال المدة ١٩٦٧-١٩٧٧ أرتفع الى ٠,٥-٠,٥ دولار للبرميل في عام ١٩٩٦[١٩] .

٣. يتصف نفط السجيل بأرتفاع الوزن النوعي وإرتفاع اللزوجة ودرجة الأنسكاب. وهذه الصفات توجب تكريره وإستهلاكه محلياً. ولا تشجع على تسويقه الى الأسواق البعيدة. على خلاف النفط الخام الخفيف والمتوسط، فهذه النفوط قابلة للتسويق لمسافات بعيدة وبتكاليف واطئة .

٤. يتطلب إستخلاص نفط السجيل كميات كبيرة من الوقود . الأمر الذي يؤدي الى إستهلاك بعض النفط المنتج وخفض حجم الإنتاج .

٥. ويتطلب إستخلاص نفط السجيل أيضاً كميات ضخمة من الماء لأغراض التبريد . ولما كانت معظم حقول السجيل النفطي تتطوح في مناطق قاحلة بعيدة عن مصادر المياه ، لذا أصبحت ندرة الماء عقبة أمام تطور الإنتاج في بعض الحقول .

٦. يفضي إنتاج نفط السجيل الى تلوث البيئة . ومن ذلك :

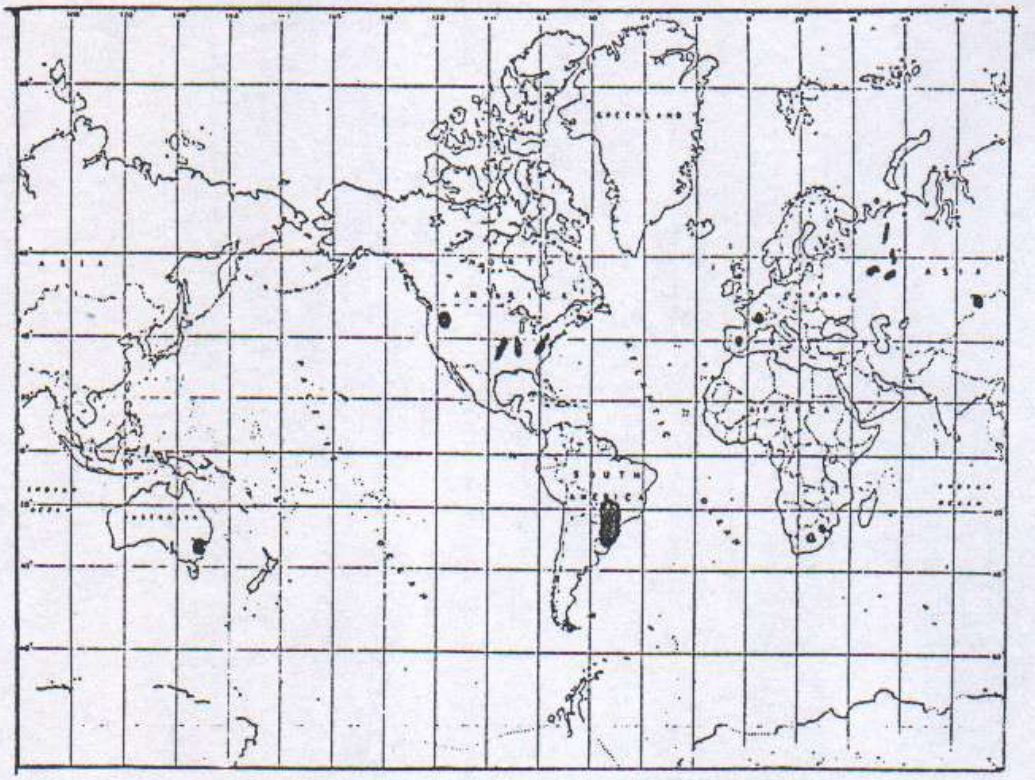
أ. يخلف إنتاج نفط السجيل كميات ضخمة من الطين والأحجار. ويتوقف حجم هذه المخلفات على نوعية الصخور ونسبة وجود الكيروجين وغلة النفط. وعندما تكون الغلة ٢٥ غالون من النفط لكل طن من الصخور، وفي حالة قيام مشروع يعمل بطاقة مليون برميل من النفط السجيلي في اليوم، في هذه الحالة يكون حجم المخلفات الصلبة ١,٧ مليون طن في اليوم. وهذه المخلفات يجب أن تنقل بعيداً عن موقع الإنتاج، الأمر الذي يتطلب تكاليف نقل كبيرة .

ب. تعمل صناعة إستخراج السجيل النفطي بطريقة الحفر المفتوحة على تخريب سطح الأرض وجعلها غير صالحة للزراعة .

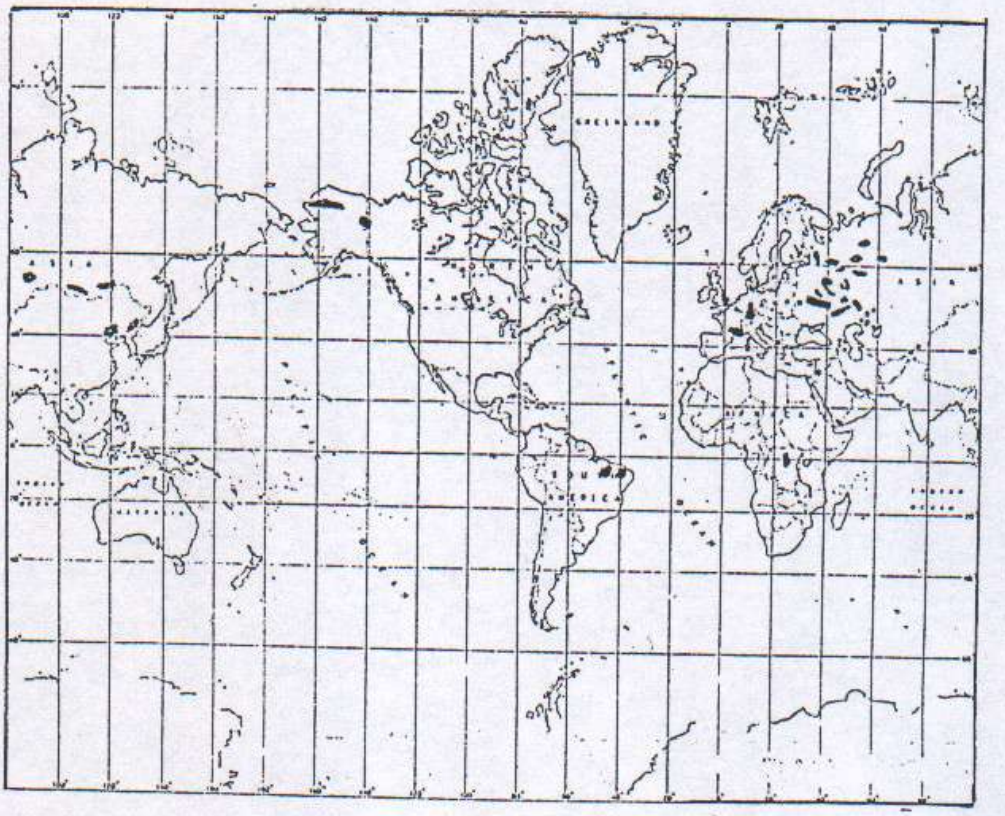
جـ. تنفث صناعة نفط السجيل كميات ضخمة من الغازات والأتربة وتعمل على تلوث الهواء. إذ ينتشر الغبار في الهواء أثناء تحميل ونقل وتفريغ الفضلات. وينطلق من وحدات إنتاج النفط غاز أوكسيد الكبريت وبمعدل عشرة مكروغرام لكل متر مكعب من الهواء عندما تكون طاقة المشروع ٣٠٠٠٠٠ برميل في اليوم[٢٠] .

د. يؤدي صرف المياه المستخدمة في صناعة نفط السجيل الى إرتفاع نسبة الملوحة في الأنهار والمياه الجوفية . عندما تجد مياه الصرف طريقها الى هذه المصادر .

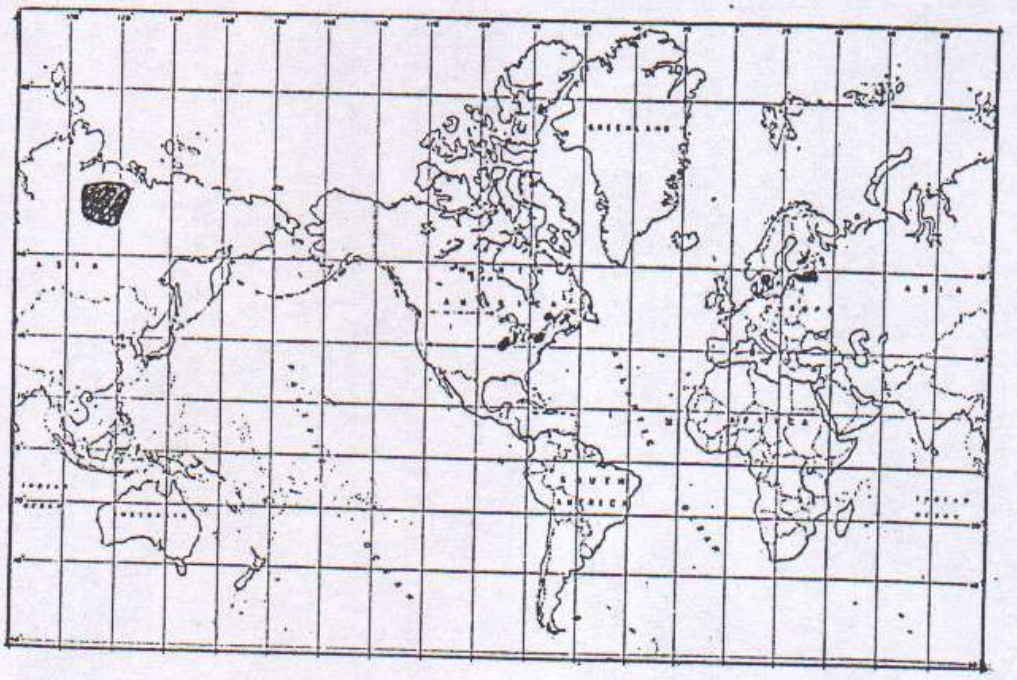
خارطة (٣) مواقع رسوبيات سجيل النفط في أواخر الباليوزيك



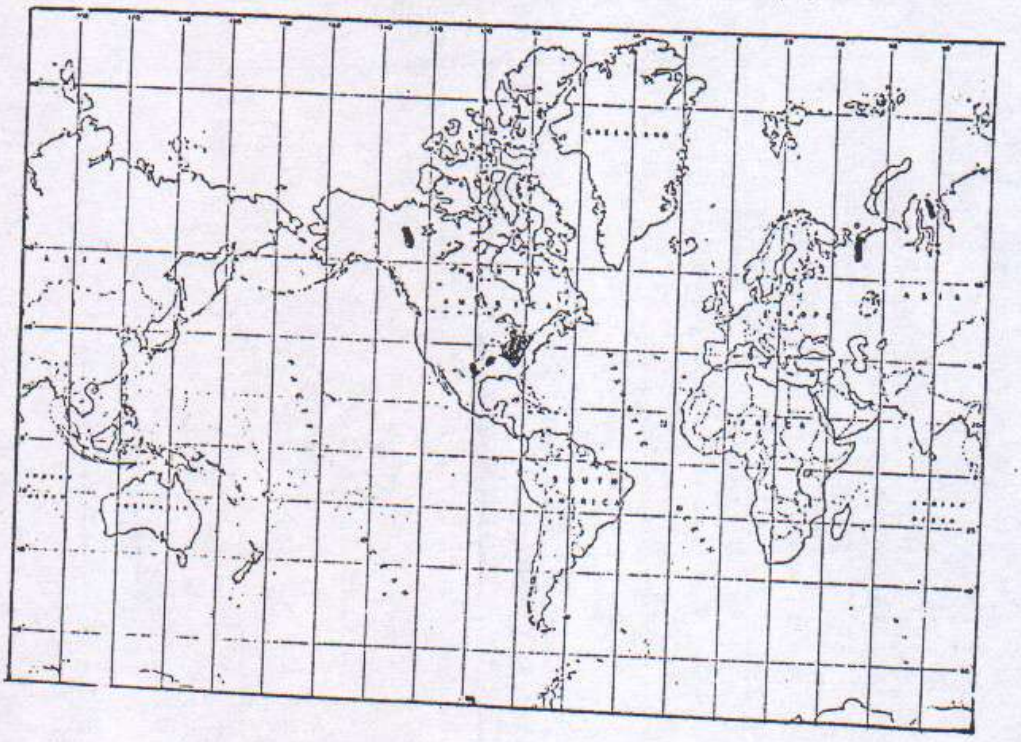
خارطة (٤) مواقع رسوبيات سجيل النفط في الميزويك



خارطة (١) مواقع رسوبيات سجيل النفط في أوائل الباليوزيك



خارطة (٢) مواقع رسوبيات سجيل النفط في أواسط الباليوزيك



9. Miknis and Mckay . Geochemistry and Chemistry of Oil Shales , Washington , D. C., U. S. A., 1983 , P. 17 .

10. Yen , Teh Fu , Op. Cit., P. 257 .

11. Carbbe, David. The World Energy Book Kogan Page Britin, 1978 , P. 133 .

12. U. N. World Energy Conference , 1986 , Op. Cit., P. 62 .

13. Yen , Teh Fu , Op. Cit., P. 236 .

١٤. جدة ، عبد الحميد ، كتاب الجغرافية ، تونس (بدون تأريخ) ، ص٤٩٤ .

١٥. منظمة الأقطار العربية المصدرة للنفط ، مؤتمر الطاقة العربي الثاني ، الجزء الرابع ، الدوحة ، قطر ، ١٩٨٢ ، ص٥٢٥ .

١٦. بحيري ، صلاح الدين ، جغرافية الأردن ، عمان ، ١٩٧٣ ، ص١٧٩ .

17. Miknis & Mckay , Op. Cit., P. 85 .

١٨. الأمانة العامة لمنظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول ، النفط والتعاون العربي ، المجلد ١٦ ، العدد ٥٨ ، السنة ١٩٩٠ ، ص١٢٤ .

١٩. مجلة نفط العرب ، العدد العاشر ، تموز ١٩٧٨ ، الكويت ، ص١٦-١٧ .

Oil and Gas , Journal , May , U. S. A., P. 41 .

20. Palz , Wolfgang - Salar Electricity . England , 1978 , P. 27 .

المصادر العربية :

١. الأمانة العامة لمنظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول ، النفط والتعاون العربي ، المجلد ١٦ ، العدد ٥٨ ، السنة ١٩٩٠ .

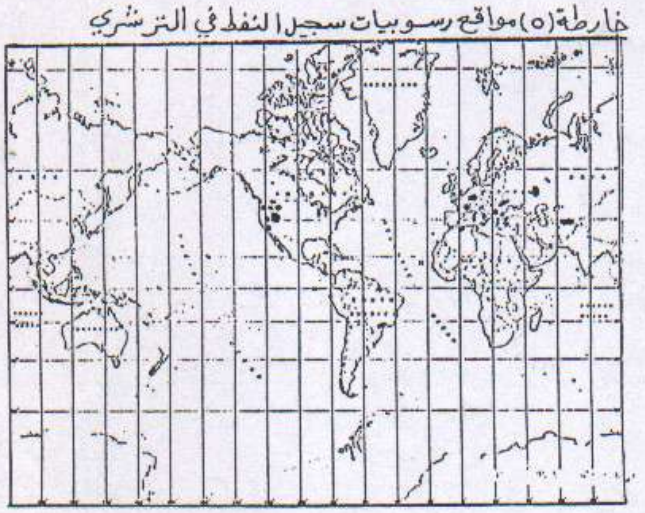
٢. بحيري ، صلاح الدين ، جغرافية الأردن ، عمان ، ١٩٧٣ .

٣. جدة ، عبد الحميد ، كتاب الجغرافية ، تونس (بدون تأريخ) .

٤. منظمة الأقطار العربية المصدرة للنفط ، مؤتمر الطاقة العربي الثاني ، الجزء الرابع ، الدوحة ، قطر ، ١٩٨٢ .

٥. مجلة نفط العرب ، العدد العاشر ، تموز ١٩٧٨ ، الكويت .

خارطة (٥) مواقع رسوبيات سجيل النفط في الترشري



الهوامش :

1. Yen, Teh Fu (Editor) . Oil Shale, New York, 1976 , P. 1.
2. Ibid ., P. 13 .
3. Lown, M. (Editor) . Oil Sand and Oil Shale Chemistry, New York , 1978 , P. 325 .
4. Ibid., P. 325 .
5. Yen , Teh Fu , Op. Cit., PP. 17-24 .

٦. هبرت ، كنغ (ترجمة منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول) ، موارد الطاقة العالمية ، الطبعة الأولى ، الكويت ، ١٩٨١ ، ص٤٩ .

7. U. N. World Energy Conference - Survey of Energy Resources , London , 1986 , Table 3 .

U. N. Energy Statistics Yearbook , New York 2000 , Table 38.

٨. كوادرليون Quadrllion وحدة بريطانية لقياس الطاقة الحرارية ، وكل كوادرليون Q = الف ترليون وحدة حرارية بريطانية .

الوحدة الحرارية البريطانية Btu = كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة باوند من الماء درجة فهرنهايت واحدة

الترليون Trillion = مليون مليون .

٦. هبرت ، كنغ (ترجمة منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول) ، موارد الطاقة العالمية ، الطبعة الأولى ، الكويت ، ١٩٨١ .

المصادر الأنكليزية :

1. Carbbe, David. The World Energy Book Kogan Page Britin, 1978 .
2. Miknis and Mckay . Geochemistry and Chemistry of Oil Shales , Washington , D. C., U. S. A., 1983 .
3. Palz , Wolfgang - Salar Electricity , England , 1978 .
4. U. N. World Energy Conference - Survey of Energy Resources , London , 1986 .
5. U. N. Energy Statistics Yearbook , New York 2000 .
6. Yen, Teh Fu (Editor) . Oil Shale, New York, 1976 .