التنقيب عن النفط

د. محمد حسين سعد

عملية البحث والتنقيب عن النفط ليست بالأمر السهل أو اليسير ذلك أنها تتطلب جهداً كبيراً وإستثمارات مادية ضخمة ، وتتمثل صعوبة التنقيب عن النفط في أن البحث عنه يتم بطرق غير مباشرة تشمل البحث عن تراكيب جيولوجية معينة مناسبة لتجمعه أو شواهد تشير إلى تواجده في القطاع الطبقي ، ثم البحث عن صخور ذات مسامية ونفاذية جيدة يتحرك خلالها النفط المتكون ، ثم إختبار هذه الشواهد بالحفر لمعرفة تواجد النفط من عدمه.

وتهدف المراحل الأولى من التنقيب عن النفط إلى تحديد المناطق المؤهلة لوجوده والتي تتركز في تحديد الأحواض الرسوبية والتراكيب الجيولوجية في هذه الأحواض وإتجاهاتها ، ويمر التنقيب عن النفط بعدة مراحل أهمها :-

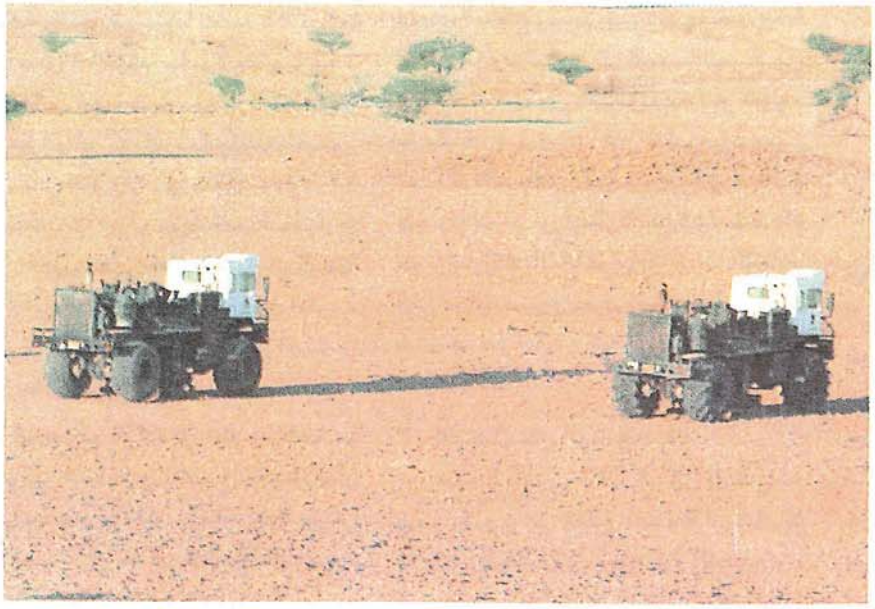
المسح الجيولوجي

يتعلق المسح الجيولوجي بتحديد العناصر الجيولوجية الرئيسة وأنواع الصخور وإمتدادها السطحي ودراسة الظواهر التكتونية والشواهد السطحية . ويتم ذلك عن طريق العمليات الآتية :-

١ - الإستشعار عن بعد

تستخدم معلومات الإستشعار عن بعد في الكشف عن النفط من خلال عمليات التصوير الجوي والطيفي والراداري وذلك على النحو التالي :-

(أ) التصوير الجوي : تعد هذه الطريقة أول وسائل الإستشعار عن بعد



للمصائد الخاوية أو أنها لم تمر عليها ، أو لعدم توفر صخور المصدر في المكان الذي توجد فيه المصائد .

صخور السقف

بما أن للنفط نزعة التحرك إلى أعلى فإن توفر سمك كافي من الطبقات المنفذة تعلو المصيدة غير كاف لمنع النفط من الهروب إلى سطح الأرض وحفظه من الضياع ، وعليه فإنه لابد من وجود طبقة حابسة تمنعه من الهروب ، وهذه الطبقة لا تقل أهمية عن وجود صخر المكمن . وقد أطلقت أسماء عدة على مثل هذه الصخور منها صخر الغطاء وصخر السقف والمحبس . وهناك رأي يقول بأن يطلق مصطلح صخور الغطاء على تلك التي تغطي القباب الملحية . ولمنع تسرب النفط جانبياً يجب أن يأخذ المكمن شكلا تركيبيا مناسبا كالطية المحدبة أو القبة ، أو طبقيا بتغير في درجة مسامية ونفاذية الصخر أو وجود ماء الحواف .

تمثل الصخور اللدنة أجود صخور السقف ومن أنواعها مايلي :-

١ - صخور الطين الصفحي

وهي صخور رسوبية مترققة تتكون بشكل كبير من جسيمات طينية ، وتشكل هذه الصخور سقفاً لمعظم الصخور المكمنية الرملية لأكثر من ٦٠٪ من حقول النفط العملاقة .

٢ - رواسب البخر

وهى رواسب محاليل سابقة ترسبت نتيجة لتبخر مُركَّز أو تام التركيز للمواد الذائبة ، ومن هذه الرواسب الجبس والأنهيدريت والهاليت (ملح الطعام) .. إلخ . وعادة ما تكون هذه الصخور سقفاً لصخور المكمن الجيرية ، وتمثل هذه الرواسب صخور المكمن لحوالي ٢٥٪ من حقول النفط العملاقة .

٣ - صخور السمنتة وتغير السحنة

وتتكون عندما تتعرض صخور المكمن إلى عملية السمنتة ، أو عندما تتغير سحنتها إلى سحنة طينية حيث يؤدى مثل هذا الوضع إلى تكون حافة نفاذية تفصل صخرين مختلفين . يكثر مثل هذا النوع من صخور السقف في صخور المكمن الفتاتية ويقل في الصخور الجيرية .

المستخدمة في الكشف عن النفط ، وقد استخدمت منذ عام ١٩٤٠م لوضع الخرائط الجيولوجية وتحديد طبيعة الصخور والظواهر التركيبية .

(ب) التصوير الطيفي : يشمل ذلك صور الأقمار الصناعية متعددة الأطياف ومنها صور سلسلة لاندسات التي أطلق أولها عام ١٩٧٢م ضمن برنامج تقنية الأقمار الصناعية لدراسة ثروات الأرض وتساعد هذه الصور في تحديد مناطق الإستكشاف عن طريق : ـ

- تحديد مناطق تسرب النفط إلى السطح .
- تحديد العديد من الظواهر التركيبية مثل الصدوع والطيات وغيرها .
- إعطاء تفاصيل عن بعض التراكيب التي قد تكون هدفاً للتنقيب عن النفط .
- الحصول على معلومات كثيرة عن الظواهر الخطية (Linear Features) التي تعكس بعض الظواهر تحت السطحية والتاريخ التركيبي لمنطقة الدراسة .
- إعطاء تصور إقليمي عام عن منطقة الإستكشاف .

ومن أمثلة استخدام التصوير الطيفي في التنقيب عن النفط ، الدراسة التي تمت بإستخدام صور لاندسات لحوض أناداركو (Anadarco Basin) الممتد بين ولاية أوكلاهوما وتكساس في الولايات المتحدة الأمريكية والتي نتج عنها تحديد ٧٦ تركيباً مغلقاً يمثل ٥٩ منها حقولاً منتجة و١١ تمثل تراكيب غير منتجة ، بينما لا تتطابق ٦ منها مع الواقع، كذلك تم إستخدام صور لاندسات في التعرف على مناطق وجود ١٥ حقلاً نفطياً في العالم منها خمسة حقول في الوطن العربي هي : حقل الغوار في المملكة العربية السعودية و حقل برقان في الكويت و حقل بوزرغان في العراق و حقل المسلة في ليبيا و حقل البرمة في تونس .

(جـ) التصوير الراداري : تقوم أنظمة التصوير الراداري المحمولة بالأقمار الصناعية بإجراء المسوحات ليلاً ونهاراً دون الإعتماد على ضوء النهار أو وجود السحاب ، لذلك فهي تستعمل بشكل واسع في المناطق الإستوائية المغطاة بالسحب ، وبهذه الطريقة يمكن تمييز العناصر التركيبية الرئيسة مثل أحزمة الطيات (Fold Belts) والمرتفعات(Uplifts) والأحواض (Basins) ، وعند تحديد الوحدات التكتونية الرئيسة يمكن تحديد الأحواض الرسوبية كمناطق أكثر أملاً للتنقيب عن النفط ، وبناءاً على هذه المعطيات يمكن تركيز مواقع المسوحات الجيوفيزيائية اللاحقة . كما أن الظواهر الخطية تساعد في تحديد الظواهر التكتونية السطحية وتحت السطحية والتي تعد هدفاً رئيساً للتنقيب عن النفط .

٢ ـ الجيولوجيا الحقلية

تستخدم الجيولوجيا الحقلية في الأماكن التي يسهل الوصول إليها وتكون الصخور الأرضية ذات مكشف ظاهر (Outcrop) ، ويتم الإستعانة بالصور الجوية والمعلومات الأخرى عن منطقة الدراسة ، ويلي ذلك رسم خريطة جيولوجية للمنطقة توضح أهم الظواهر الجيولوجية من حيث : التراكيب ، نوعية الصخور ، أعمارها المختلفة ، التضاريس ، حدود التكوينات الجيولوجية ، إتجاه ميل الطبقات ، إتجاهات الفوالق ، أماكن الأودية ، الطيات المحدبة والمقعرة. ومن المفيد أيضاً رسم خرائط وقطاعات عرضية لإمتداد الصخور الظاهرة على السطح وتحت السطح وجمع عينات صخرية لتحليلها ودراسة تركيبها الصخري والتأكد ممابها من معادن معتمة أو شواهد بترولية ، وبناء على تلك المعلومات يمكن تحديد الأحواض الرسوبية في المنطقة لإجراء المزيد من أعمال التقييم واستخدام طرق إستكشافية أخرى إذا كانت النتائج التي تم الحصول عليها مشجعة وتُظهِر شواهد على إمكان وجود النفط في منطقة الدراسة .

٣ـ البحث عن الرشوحات

عندما يتسرب النفط السائل إلى السطح فإنه يكون على شكل أغشية أو طبقات بترولية رقيقة فوق سطح الماء (كالعيون ، البحيرات ، الأنهار ، البحار ، المحيطات) أو على شكل عيون بترولية متراكمة ، أو تسربات بسيطة من الصخور المسامية السطحية المتشققة ، و يمكن ملاحظةهذه الأشكال في الصور الجوية حيث تتميز الأغشية البترولية الموجودة فوق سطح الماء بلمعان خاص ، أما الرشوحات البترولية الموجودة على اليابسة فتتميز بلونها الغامق . وقد يتجمع البترول الأسفلتي الثقيل على شكل سائل قاري من الطبقات الرملية الواقعة في الأجزاء القبوية من الطيات المتآكلة . ومن أشهر الرشوحات البترولية السطحية منخفض كورا بالإتحاد السوفيتي السابق حيث تم تسجيل المئات من مخارج البترول والغاز ، وكذلك منخفض كولخيدا في غرب جورجيا ، جنوب غرب جزيرة ترينيداد حيث توجد بحيرة من القار مرتبطة بمنخفض قطره حوالى ٦٠٠ متر وعمقه أكثر من ٤٠ متراً ، وكلما أُخذ من الأسفلت الموجود بها تصاعد إليها كميات أخرى ببطء .

وقد تخرج المواد الأسفلتية على شكل تجمعات لدنة وأغشية رقيقة فوق الصخور أو على شكل كتل غير منتظمة الشكل ، ومن أمثلة ذلك ما يوجد في إقليم بوريسلان غرب أوكرانيا ، ويمكن أن تعطي هذه المواضع وغيرها من المواضع التي يظهر فيها البترول ـ ولوبكميات قليلة وأثار ضئيلة على سطح الأرض ـ مؤشرات لتواجد البترول في هذه المنطقة .

المسح الجيوفيزيائي

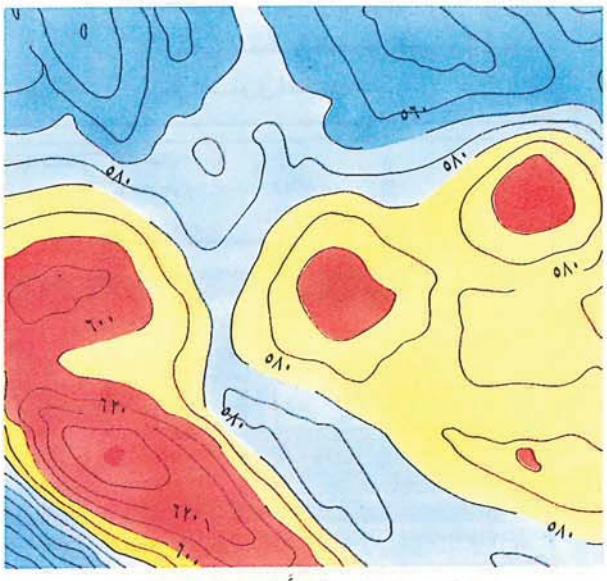
علم الجيوفيزياء هو دراسة الأرض باستخدام القياسات الفيزيائية المختلفة عند سطحها ، وتفسيرها للحصول على المعلومات المفيدة عن تركيب وتكوين الأرض. وفي مجال البحث والتنقيب عن النفط يستخدم المسح الجيوفيزيائي (Geophysical survey) في البحث عن تراكيب جيولوجية قد تكون مصائد لتجمعات النفط ، كما أنه مع تقدم التقنية وإتساع عمليات البحث والتنقيب عن الثروات الطبعية أصبح هذا المسح يمثل المرحلة الأولى التي يمكن إجراؤها فوق مختلف المناطق خاصة المناطق

صعبة التضاريس كالمناطق البحرية والصحاري الجليدية والأراضي المغطاة بالحمم البركانية . وقد إستخدم المسح الجيوفيزيائي قديماً ـ عام ١٦٠٠م ـ في الكشف عن أماكن وجود المعادن الحديدية بوساطة البوصلة المغناطيسية ، وكان له الدور الرئيس ـ بعد الله ـ في الكشف الأول عن النفط سنة ١٩٢٤م .

تستخدم عدة طرق في المسوحات الجيوفيزيائية التي تجُرى على الأماكن المطلوب البحث فيها عن النفط ومنها ما يلي :ـ

١ ـ الطريقة المغناطيسية

يسجل المسح المغناطيسي قيمة التغير في شدة المجال المغناطيسي للأرض من مكان لآخر والذي يرجع إلى التغيرات الطبوغرافية لسطح صخور القاعدة أو التأثرية المغناطيسية (Magnetic Susceptibility) المصاحبة لصخور القاعدة ، أو من المتداخلات النارية ، أو وجود خام معدني يتميز بتأثرية مغناطيسية أكبر أو أقل من الصخور المحيطة به . وتقاس قيمة هذا التغير بوساطة أجهزة حساسة تسمى مغناطومترات (Magnetometers) تعتمد على قياس قيمة إنحراف الإبرة المغناطيسية الموجودة بها عن إتجاه الزوال المغناطيسي ، ويمكن عمل مسح مغناطيسي على الأرض ، ومن الطائرة ، ومن السفن . وقد تم حديثاً إستخدام الأقمار الصناعية مع الطائرات لإجراء عمليات مسح الأماكن التي يصعب الوصول إليها بالطرق البرية . ويمكن رسم خرائط كنتورية للتغيرات أو الشذّات (Anomalies) في شدة المغناطيسية من مكان لآخر ، شكل (١) ، وبإجراء بعض التفسيرات الكيفية والكمية لهذه الخرائط يمكن منها الحصول على المعلومات الأتية :ـ



● شكل (١) خريطة للشذّات المغناطيسية .

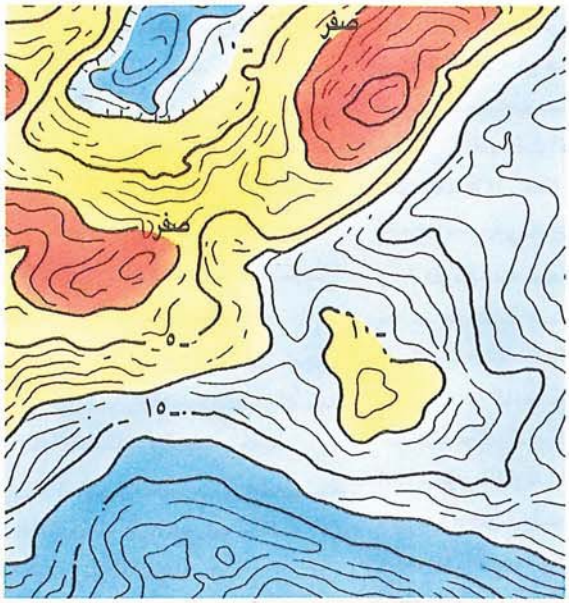
● تحديد أهم الإتجاهات التركيبية الأساس في المنطقة ، وبالتالي معرفة القوى التكتونية المؤثرة في صخور القاعدة .

● تحديد التراكيب الجيولوجية تحت السطحية وبالتالي معرفة أماكن الطيات والصدوع في القشرة الأرضية التي تلائم تجمعات البترول في ظروف خاصة .

● حساب أعماق صخور القاعدة والتي بوساطتها يمكن تعيين سمك وإمتداد أحواض الترسيب حيث أن صخور القاعدة هي الأساس التي تتراكم عليه الصخور الرسوبية .

● معرفة إندساسات الصخور النارية البازلتية المتداخلة بين الطبقات الرسوبية .

وقد تم حديثاً إستخدام تقنية المسح المغناطيسي لرسم صورة من التاريخ الجيولوجي للمناطق المترامية الأطراف في المملكة العربية السعودية كوسيلة تمهيدية فعالة للتنقيب عن النفط مما ساعد فرق المسح الزلزالي على تقييم المناطق المؤهلة لتواجد النفط ، وخير مثال على ذلك ما قامت بإكتشافه شركة أرامكو السعودية لحقول بترولية جديدة في كل من الحوطة والدلم عام ١٩٨٩م ، والرغيب والنعيم والحلوة والهزمية والغينة في المنطقة الوسطى عام ١٩٩٠م ، وفي منطقة مدين على الساحل الشمالي للبحر الأحمر عام ١٩٩٣م .



● شكل (٢) خريطة للشذّات التثاقلية .

٢ ـ الطريقة التثاقلية

تعتمد هذه الطريقة على جذب صخور الأرض للأجسام والكتل فوق سطحها وتختلف قوى الجذب من مكان لآخر تبعاً لإختلاف كثافات الصخور المكونة لما تحت السطح ، لأن الجاذبية تتناسب طرديا مع محصلة الكتل المتجاذبة وعكسيا مع مربع المسافة بينهما .

يمكن قياس التغير في شدة الجاذبية من مكان لآخر بإستخدام أجهزة ذات حساسية كبيرة تسمى الجرافيمترات (Gravimeters)، ويمكن بوساطتها قياس الشذّات التثاقلية (الحيود عن القيمة النظرية للتثاقلية عند نقطة القياس) وبالتالي رسم خريطة للشذّات أو التغيرات التثاقلية في منطقة البحث تعتمد على الإختلافات الجانبية في كثافة المواد الأرضية بجوار نقطة القياس ، شكل (٢) ، ويستدل من هذه الخرائط على مناطق الشذوذ في طبقات القشرة الأرضية

التى ترجع إلى تراكيب جيولوجية معينة مثل الطيات والفوالق ، أو تداخل صخور القاعدة ذات الكثافة العالية في صخور رسوبية ذات كثافة أقل ، أو التكوينات الداخلية للصخور . ويستفاد من الطريقة التثاقلية فى الحصول على المعلومات الأتية :-

- تعيين الحدود الفاصلة بين الكتل الصخرية ذات الكثافات المختلفة .
- تحديد الأحواض الرسوبية ، إمتدادها ، سمكها ، لأن صخور القاعدة تتميز بكثافة أعلى من كثافة الطبقات المترسبة فوقها .
- تحديد أماكن القباب الملحية (Salt Domes) وذلك لأن الملح له كثافة أقل من كثافة التكوينات المحيطة به.
- تحديد أماكن شعاب الحجر الجيري (Limestone Reefs) وذلك لوجود تفاوت في الكثافة بينها وبين الطبقات الرسوبية الموجودة حولها ، و تعد الشعاب وقباب الملح الهدف الأول للإستكشاف بهذه الطريقة .
- تحديد أماكن الطيات المحدبة ، لأنه عندما تكون الطبقات الأعلى كثافة مقوسة إلى أعلى في تركيب مرتفع مثل الطية المحدبة ، فإن شدة الجاذبية تكون فوق محور التركيب أكبر منه على الجوانب ، شكل (٣).

٣ ـ الطريقة السيزمية (الزلزالية)

التسجيلات السيزمية عبارة عن قياسات سطحية لموجات مرسلة إلى داخل الأرض تنعكس أو تنكسر على الحدود الصخرية المختلفة ، ويمكن توليد هذه الموجات عن طريقة تفجير ديناميت أو صدمة آلية أو هزة وإستقبالها في الوقت نفسه بوساطة أجهزة حساسة تسمى لاقطات الموجات أو جيوفونات (Geophones) ، شكل (٤) . ويمكن إجراء المسح السيزمي بإحدى طريقتين هما :-

(أ) طريقة تسجيل الإنعكاسات :

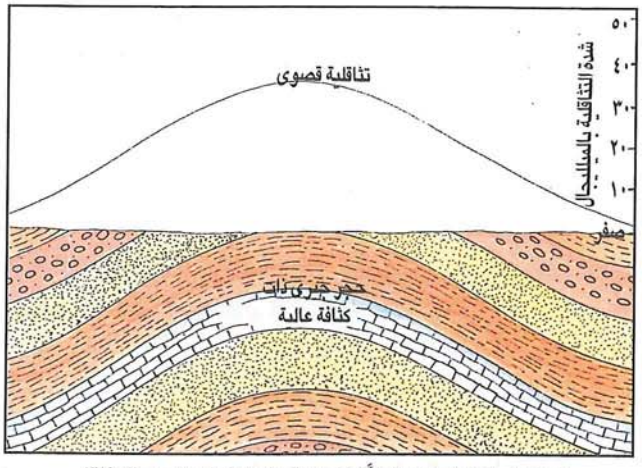
تعد طريقة تسجيل الإنعكاسات (Reflection Method) ، الأكثر شيوعاً في التنقيب عن النفط حيث تستخدم لرسم خرائط جيولوجية للتراكيب والطبقات الصخرية الموجودة تحت سطح الأرض ، وفى هذه الطريقه تقوم الجيوفونات بتسجيل الموجات المنعكسة من السطوح الفاصلة بين الطبقات الصخرية المختلفة نظراً لإختلاف كثافتها . ومن هذه الطريقة يمكننا معرفة الأتي:-

- الظواهر التركيبية الموجودة تحت سطح الأرض مثل الطيات المحدبة ، الفوالق ، القباب الملحية والشعب المرجانية المؤمل وجود تجمعات النفط والغاز فيها .
- خصائص الصخور مثل الكثافة ، المسامية . . . الخ
- عمق السطوح الفاصلة «العاكسة» وذلك بقياس الأزمنة اللازمة لإنتقال الموجات السيزمية من السطوح العاكسة وإليها ، وأيضا بقياس سرعة الموجات التي يمكن الحصول عليها من الإشارات المنعكسة .
- التعرف على بيئة الترسيب .

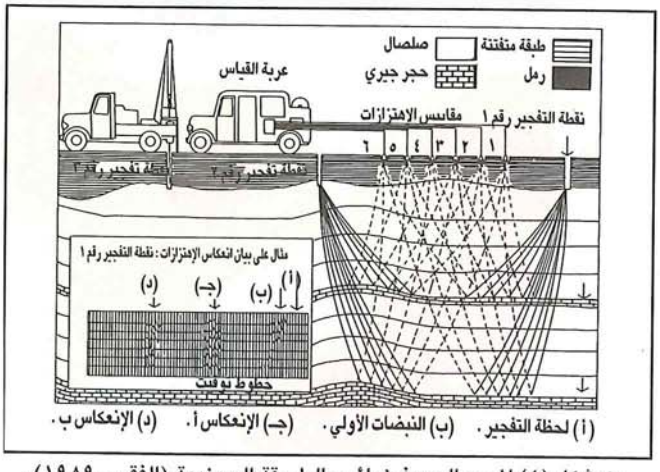
(ب) طريقة تسجيل الإنكسارات :

إستخدمت طريقة تسجيل الإنكسارات (Refraction Method) ، بكثرة في عمليات البحث عن القباب الملحية حتى عام ١٩٣٠م قبل إستخدام الطريقة الإنعكاسية فى تحديد جوانب قباب الملح التى عادة ما تتواجد على جنباتها مكامن البترول ، وعلى الرغم من أن هذه الطريقة لا تعطي معلومات كثيرة أو دقيقة للشكل التركيبي للصخور مثل طريقة الإنعكاس إلا أنها تعطي معلومات عن سرعة إنتشار الموجات في طبقات الإنكسار تسمح بتعيين موضع وعمق طبقات صخرية أو تكوينات جيولوجية معينة تنتقل فيها الموجات الصوتية بسرعة عالية مثل صخور القاعدة أو الحجر الجيرى أو الملح الصخرى ، حيث يختلف معدل إنتشار الموجات السيزمية من ٥٥٠٠ قدم/ثانية في الرواسب الفتاتية العادية إلى أكثر من ٢٣٠٠٠ قدم/ثانية فى بعض الصخور النارية الجوفية ، وبذلك يمكن إستخدام هذه الطريقة في تحديد عمق وشكل حوض رسوبي برسم خريطة لسطح صخور القاعدة التى تتراكم عليها الصخور الرسوبية .

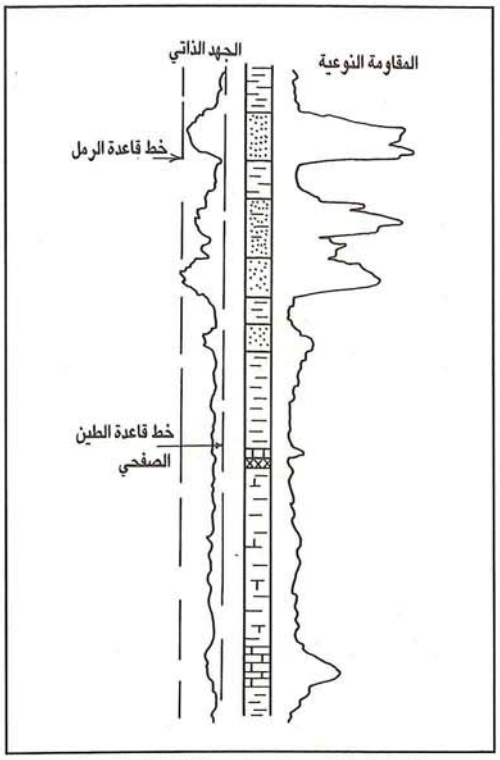
وتختلف طريقة الإنعكاس عن طريقة الإنكسار في كيفية وضع أجهزة التسجيل ففي طريقة الإنعكاس توضع الأجهزة على مسافة قصيرة من نقطة التفجير مقارنة بعمق السطح العاكس ، بينما في طريقة الإنكسار تكون المسافة بين أجهزة التسجيل ونقطة التفجير كبيرة مقارنة بعمق المستوى المطلوب تحديده .



● شكل (٣) تحديد الطيَّة المحدبة باستخدام المسح التثاقلي .



● شكل (٤) المسح الجيوفيزيائي بالطريقة السيزمية (الفقي ـ ١٩٨٩) .



● شكل (٥) تسجيلات كهربائية لبئر (السياب وعبد الحميد ـ ١٩٧٩) .

٤ ـ طريقة تسجيلات الآبار

تعد تسجيلات الآبار (Well Logging) من الأساليب الناجحة ـ أثناء أو بعد عملية الحفر ـ لدراسة الخصائص الفيزيائية المختلفة للطبقات تحت السطحية ، ويتم ذلك بإنزال أجهزة القياس والرصد في البئر بعد تبطينها (Casing) ، ومن أهم هذه التسجيلات ما يلي :ـ

(أ) تسجيلات كهربائية : وهي تشمل العديد من الأنواع تبعاً للخاصية الكهربائية المقاسة في البئر ، ومن أمثلة ذلك قياس المقاومة النوعية (Resistivity) والجهد الذاتي (Self Potential) والتأثيرية (Induction) ويستخدم في ذلك أقطاب كهربائية متصلة بمصدر تيار كهربائي بوساطة أسلاك في أجهزة مدلاّة في البئر ثم أقطاب إستقبال لقياس الجهد الناشيء أثناء مرور التيار الكهربائي في الطبقات تحت السطحية . وتسجل القراءات الناتجة على هيئة منحنيات تعتمد في شدتها وإتساعها على التغير الرأسي في الطبقات وعلى سمكها ، شكل (٥) . ويمكن الحصول من هذه التسجيلات على معلومات كثيرة ، منها قياس المقاومة النوعية الحقيقية للصخور ولمنطقة تدفق السائل ، ومنها أيضاً تعيين الطبقات المنفّذة للسوائل والأسطح التى تحدها .

(ب) تسجيلات إشعاعية : مثل تسجيلات أشعة جاما (Gama Ray) وتسجيلات النيوترونات(Neutrons) ، وتعتمد على قياس التغير الذي يحدث للأشعة الصادرة من مصدر إشعاعي أثناء إختراقها للطبقات تحت السطحية في البئر ، ويستخدم في ذلك مصدر لإشعاع النيوترونات مع مستقبل للإشعاع المنطلق من الصخور يتم إنزالهما في البئر عن طريق كابل (Cable) حيث يتم قياس درجة إمتصاص النيوترونات بوساطة أيونات الهيدروجين الموجودة في الماء أو النفط أو الغاز ، وتمدنا هذه التسجيلات بمعلومات هامة مثل تعيين مسامية الصخور والتعرف على السحنة الصخرية (Facies) للطبقات تحت السطحية ومدى إحتوائها على سوائل ونوعية هذه السوائل ، وتحديد طبقات الطَّفل وتواجد الغازات الطبعية ، وتعيين وتقييم رواسب المعادن المشعة تحت السطح .

(جـ) تسجيلات الإنتشار الصوتي : تعتمد هذه الطريقة على قياس سرعة إنتشار الموجات الصوتية في الطبقات تحت السطحية وذلك بإستقبال المنعكس منها والمنكسر على أسطح تلك الطبقات . ومن أهم إستخداماتها قياس مسلمية الصخور تحت السطحية .

الدراسات الجيوكيميائية

تتم هذه الدراسة أثناء أو تلي مرحلة الحفر الأولى وتعد إحدى الطرق المباشرة للبحث عن النفط ، وتعتمد الدراسات الجيوكيميائية على إفتراض هجرة بعض الهيدروكربونات من مكمن للبترول أو الغاز الطبعي ذات ضغط مرتفع وتحركها رأسيا إلى سطح الأرض ، ويرتبط هذا التسرب بوجود تراكمات بترولية أو غازية في الأعماق ، غير أن عدم وجود الآثار الغازية أو النفطية على سطح الأرض لا يعنى عدم وجود مكامن ، حيث أنها تكون محاطة عادة بصخور صماء لا تسمح بنفاذ الغاز منها أو تسرب قطرات البترول خلالها . وتهدف الدراسات الجيوكيميائية إلى إنجاز الأهداف التالية :ـ

- تقدير كميات البترول الناتجة عن تحلل المواد العضوية الموجودة في هذه الطبقات.
- تحديد الطبقات الصخرية القادرة على توليد البترول.
- تحديد أنواع الهيدروكربونات الموجودة سواء أكانت نفطاً أم غازاً أم مكثفات.
- تحديد الصخور المحتوية على تجمعات البترول المكتشفة.

وتتطلب الدراسات الجيوكيميائية إجراء تحاليل ودراسات سطحية وتحت سطحية وذلك كما يلي :ـ

١ ـ الدراسات السطحية

وتشتمل على ما يلي :ـ

- قياس كمية الغازات المتصة على حبيبات التربة أو حبيبات الصخور تحت السطحية وقياس كمية الإستشعاع (Fluorescence) الصادر من التربة وتحليلها لمعرفة أنواع البكتيريا التى تعيش وتنمو مع أنواع من الهيدروكربونات.
- المسح بطريقة الوميض الإشعاعي (Radioactive Scintillometer) وهي التي تعتمد على هجرة الهيدروكربونات من المكمن إلى أعلى بوساطة الضغط ، وقد أثبتت هذه الطريقة نجاحها تحت الماء.

٢ ـ الدراسات تحت السطحية

وتشتمل على ما يلي :ـ

- تحديد كمية الكربون العضوي في الصخور لمعرفة قدرتها على توليد النفط حيث أنه كلما زادت نسبة الكربون في الصخر زادت مقدرته على توليد النفط ، وتتراوح نسبة الكربون في الصخور المولدة للحقول العملاقة ما بين ٢ إلى ١٠٪ .
- التحليل الغازي لسائل الحفر

وفتاتـه (Mud and Cuttings) حيث وجد أن الـرواسب القـريبـة جـداً من تجمع نفطي تعطـي كميـة غـازات أكبر ممـا لوكـانت بعيدة عنه .

● السِّحنة الحرارية (Temperature Facies) حيث وجـد أن مـادة الكيروجين (Kerogene) في الطفل الصفحي يتغير لـونها من الأصفر إلى البني البرتقـالي ثم إلى الأسود مع زيـادة درجة الحرارة ، وعليه فـإن وجود هذا التغير اللـوني مـع الحرارة يشير إلى دلائل وجـود نفط وغاز .

● قياس النفط والغاز في الفتـات القادم من البئر لتحديد المنطقة التـي تولّد فيها النفـط تحت السطـح وتلك التـي سينفصل فيهـا الغاز المبلل .

● تحليل الهيـدروكـربـونـات الثقيلـة في كـاشف الطبقـات والنماذج الإسطـوانيـة لتحديد نـوعية الصخر سواء أ كـان صخراً مصدريـاً (Source Rock) للغاز أم النفط أم كلاهما ، أو إذا كان لا يولدهما .

تسـاعـد الدراسـات السطحيـة وتحت السطحيـة على تقييم حـوض الترسيب الموجـود في منطقة البحث ، وتمكننـا مرحلـة المسح الجيـوكيميائي مـع المراحل السابقـة من رسم صـورة واضحـة عن إحتمالات تواجـد التجمعات النفطية والغـازية ، وعمق الصخـور المولـدة والخازنـة والحابسـة ، ونـوعيـة المصـائد ، وإتجاه ومقـدار ميل الطبقـات المختلفـة . ويستفـاد من هـذه المعلومـات بطريقـة مباشـرة فـي إختيـار مكان الحفر .

الحفـــر

الحفر (Drilling) هـو الطريقة المباشـرة والمثلى لمعرفـة ما إذا كـانت المنطقـة تحتوي على أية دلائل هيدروكربونية أم لا. وتختلف الآبار التي يتم حفرهـا أثناء عمليات التنقيب بإختلاف الغرض منها وذلك كما يلي : ـ

١ ـ الآبار القاعيـة : ويتم حفرهـا فـي المناطق غير المدروسة بوساطة الحفر العميق ، وتحفر في الأمـاكن الملائمة لتراكم الزيت أو الغـــاز وذلك بهدف دراســـة التركيب الجيولـوجي والظروف الهيـدروجيولـوجية التي تـرسبت فيهـا الطبقـات الصخـريـة المكـونة للقشرة الأرضيـة ، وقد حققت هـذه النـوعيـة من الآبـار نجـاحـاً كبيراً في معظم دول العـالم حيث تم بوسـاطتها إكتشـاف عدة مكامن بترولية وغازية.

٢ ـ الآبـار البارامتريـة : تختص هذه الآبـار بإجـراء دراسـة أكثـر تفصيـلاً عن التركيب الجيـولـوجي والجيـوفيـزيـائي للصخـور الموجـودة في القطـاع الـذي يتم الحفر فيه ، كما تختص أيضـاً بتحديد أكثر المنـاطق مـلائمـة لإجـراء البحـوث الإستكشافية .

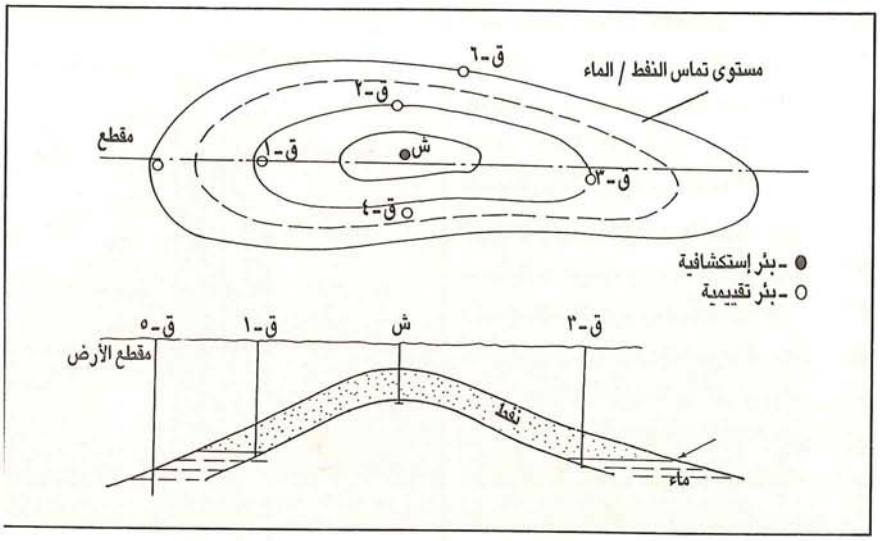
٣ ـ الآبار التركيبية : تستخدم لدراسة التراكيب التي يتم الكشف عنهـا عنـد حفـر الآبار القاعيـة أو البارامترية دراسة شـاملة وإعداد مشروع الحفر الإستكشافي لها.

٤ ـ آبـــار البحث : تحفـر في الحقـــول المكتشفة فعـلاً ، وذلك لإستكشاف مكـامن جديدة للبترول والغـاز الطبيعي ، كما تحفر هـذه الآبـار في المنـاطق التي يتم تحديـدهـا نتيجـة حفـر الآبـار السـابقـة وذلك بهدف إستكشاف حقول نفطية جديدة.

٥ ـ آبار الإستكشاف والتقييم : ويتم حفـرهـا في المنـاطق التي يتم التأكـد من إحتـوائهـا على النفط والغـاز بمقيـاس إقتصـادي بهـدف تحديـد أبعـاد الحقل وجمع البيـانـات الـلازمـة لـوضع مشروع تنميتـه ، شكل (٦) ، و يتم إختيـار مـوقع البـئر الإستكـشافية بنـاءاً على المعلـومات التي تـم الحصـول عليهـا من طـرق الإستكشاف الجيولـوجية والجيوفيزيـائية والدراسـات الجيوكيميـائية ، وتحفـر البئر الإستكشافيـة الأولـى عـادة علـى قمـة التركيب المراد إستكشـافـه أو على الموقع المناسـب الـذي يتوقـع أن يحـقق أكـبر إنتـاج ممكن. وإذا تم العثـورعلى نفط في البئر الإستكشـافية فهي بئر مكتشفـة ، أما إذا لم يوجد بها نفط فهي بئر جافة ، والبئر المكتشفة إمـا أن تحتوي على نفـط أو غاز أو مكثفات .

وهناك أنواع أخـرى من الآبار مثل الآبار التطـويـريـة التي تحفـر لتطـويـر الحقل المكتشف ، وآبـار الحقن لتعزيـز الضغط في المكامن .

وبإنتـهـاء كـل المـراحـل السـابقـة مـن إستكشـاف وحفـر توضـع النتـائج كلهـا لتقييمـهـا ورسـم الـعـديد مـن الخرائط والقطاعات لتحديد أفضل الوسائل لتنميـة أو استغـلال الحقل بعـد معـرفـة الإحتياطي المخزون من النفط والغاز ، وتبدأ عندئذ مرحلة الإنتاج .



● شكل (٦) مواقع الآبار الاستكشافية والتقييمية (الفقي ـ ١٩٨٩م) .