جامعة البصرة
كلية الادارة والاقتصاد
قسم الاقتصاد

محاضرات مادة

التقنيـــــات النفطيـــــــة

لطلبة المرحلة الثالثة/فرع النفط

د. امجد صباح

2020/2019

تتعدد التقنيات التي يتم استخدامها في مراحل الصناعة النفطية اذ يتكون عقدها من مراحل الكشف والتحري والاستخراج والنقل ثم التكرير والتوزيع ولكل مرحلة من تلك المراحل خصائصها وتقنياتها اللازمة لإنجازها والتي تحدد فيها جملة من المسائل الاقتصادية والفنية ، والتي تتسم بالاتي:

1.ان مراحل الصناعة النفطية تحتاج الى استخدام معدات وتقنيات متعددة ومتطورة.

2.تتصف تلك المراحل بارتفاع تكاليفها وخصوصا الثابتة منها .

3.ان الفترة الزمنية اللازمة لانحاز أي مشروع نفطي تكون طويلة نسبياً والتي تتراوح ما بين7−10 سنوات من خلال الاستثمارات الكبيرة .

4.تتصف المشاريع الاستثمارية النفطية بارتفاع الطاقة الانتاجية والتقنيات المستخدمة فيها فضلاً عن حجم الاستثمارات الكبيرة .

اولاً: مرحلة الكشف والتحري والتنقيب

تهدف هذه المرحلة الى تحديد تواجد النفط الخام نظرياً وعلمياً وكل ما يتعلق بنوع الثروة النفطية وكميتها ، ودرجة تجارية النفط المتواجد فيها ويتوقف قيام المراحل اللاحقة على نجاح المهمة الخاصة بالتنقيب. وتتضمن هذه المرحلة ما يأتي :

1.المسح الجيولوجي : ويتم استخدام مجموعة من التقنيات الخاصة بأجراء المسوحات الجيولوجية التي تتضمن وضع الخرائط الخاصة بالأراضي النفطية واجراء المسح السطحي والجوي والجيولوجي . من خلال استخدام ؛ ادوات الاستشعار عن بعد والتصوير بالاقمار الصناعية لغرض تحديد العناصر الرئيسة في مناطق الاستكشاف النفطي وانواع الصخور وامتدادها السطحي وتراكيبها المتنوعة ورسم الخرائط الجيولوجية لها وتقدير احتمالات تكون النفط في الطبقات الرسوبية الصائدة لها وترتيب اعماقها واسماكها وبعض خصائص المصائد النفطية. ويمكن تدقيق المعلومات المرجحة عن التراكيب الجيولوجية بواسطة انظمة التصوير الراداري المحمولة بواسطة الاقمار الصناعية التي تعمل طوال اليوم ولا تتأثر بطبيعة المناخ الجوي السائد وتحدد الاحواض الرسوبية النفطية بدقة فضلاً عن تحديد مواقع

المسح الجيوفيزيائي التالي للمسح الجيولوجي . ومن احدث التقنيات استخدام صور اقمار (لاند سات) الصناعية في ولاياتي اوكلاهوما وتكساس الأمريكيتين لتحديد 59 حقلاً نفطياً منتجاً ، كما استخدمت تقنية صور (لاند سات) في تحديد خمسة حقول نفطية ضخمة في العالم وهي حقول ؛ الغوار في السعودية ، برقان في الكويت ، بزركان في العراق ، المسلة في ليبيا والبرمة في تونس .

2.المسح الجيوفيزيائي : يتضمن المسح الجيوفيزيائي فحص ومعرفة صفات التراكيب الصخرية الارضية وطبقاتها وتحديد درجة الجاذبية والمغناطيسية لها .اذ يعد المسح الجيوفيزيائي مكملاً لعملية المسح الجيولوجي لاستكمال المعلومات اللازمة عن بنية الطبقات الارضية وتراكيب المكامن النفطية في المناطق الصحراوية والبحرية والجبلية او الجليدية من خلال استخدام اجهزة خاصة تسمى الجرافميترات Gravimeters ، وترجع بدايات استخدامه الى اواسط العشرينات من القرن الماضي . ويشمل المسح الجيوفيزيائي اربعة طرق رئيسة شائعة ، وهي :

أ. المسح السيزمي او الزلزالي : وتمثل هذه الطريقة 90% من المسح الجيوفيزيائي الحقلي في التنقيب عن النفط وتمثل تلك النسبة المرتفعة اهمية هذا النوع من القياسات التي تساعد وبنسبة كبيرة في توضيح الصور الخاصة بالتراكيب الجيولوجية . ويتم استخدام تلك الطريقة من خلال تفجير شحنة صغيرة من المتفجرات تنتج عنها صدمة الية واهتزازات او موجات سيزمية وهذه الموجة بعد الاصطدام بالصخور تحت باطن الارض ذات الكثافة المختلفة تنعكس لتعود الى السطح مرة اخرى ويتم قياسها وحسابها بأجهزة الكترونية مختلفة لتحسب الاوجه الفاصلة بين الطبقات وخصائصها المختلفة واعماق الطبقات وسمكها واستنتاج انواعها بقياس ازمنة الانعكاس ومقارنتها ، اضافة الى الظواهر التركيبية وبيئة الترسيب ومن ثم انتاج خرائط تركيبية لأي مستوى جيولوجي وتحديد المكامن المحدبة والقباب الملحية ، كما يجرى المسح السيزمي في المناطق البحرية ايضا من خلال استخدام قوارب بحرية خاصة لغرض تحديد المكامن النفطية البحرية .

ب. طريقة الجاذبية: تستعمل طريقة الجاذبية في المناطق التي لم يستكشف فيها النفط كثيراً وتعتمد هذه الطريقة علة قياس التغييرات الصغيرة في جذب الصخور للأجسام والكتل فوق

سطحها التي تختلف فيها قوة الجاذبية من طبقة صخرية لأخرى طبقاً لاختلافات كثافة الصخور تحت سطح الارض حيث ان الجاذبية تتناسب طردياً مع الكتل الجاذبة .ويتم قياس الجاذبية بأجهزة الكترونية ذات حساسية عالية لدرجة ان تسجل التغييرات في الجاذبية لجزء من المليون وقد استخدمت هذه الطريقة في الكشف عن التراكيب النفطية المحدبة في ساحل خليج المكسيك. وبسبب اختلاف طبيعة انواع الصخور وخصائصها لابد من استخدام طرق كشف متنوعة للبحث عنها .

جـ. الطريقة المغناطيسية : يستخدم المسح المغناطيسي لقياس التغيير في شدة المجال المغناطيسي للطبقات الصخرية المختلفة تحت باطن الارض نتيجة اختلال التراكيب الجيولوجية والتغييرات الطبوغرافية لأسطح صخور القاعدة والصخور النارية او المتحولة التي تحتوي على نسب عالية من المعادن واماكن الطيات والصدوع في القشرة الارضية المرجح وجود تجمعات النفط الخام فيها ، وذلك من خلال قياس التأثيرات المغناطيسية لها وذلك باستخدام المسوحات البرية او البحرية ويتم استخدام الاقمار الصناعية في رسم الخرائط الكنتورية للتغيرات في شدة المجال المغناطيسي وقد تم اكتشاف حقول نفطية عديدة باستخدام هذه الطريقة في المسح مثل ؛حقول الحوطة والدلم عام 19989 وحقول الرغيب والنعيم وحلوة والهزمية والغنية في المنطقة الوسطى من السعودية عام 1990 .

د. الطريقة الكهربية : تعتمد هذه الطريقة في المسح من خلال قياس وحساب المقاومة اليت تعترض مرور التيار الكهربائي في الانواع المختلفة من الصخور وعلى سبيل المثال تتميز الصخور الجيرية بمقاومتها الشديدة للتيارات الكهربائية وبذلك تكون هذه الطريقة ناجحة جدا مع الصخور المكمنية المطمورة في الاعماق .

ثالثاً: المسح الجيوكيميائي : يهدف المسح الجيوكيميائي الى تحديد الطبقات القادرة على توليد النفط الخام والصخور الصائدة له ، وتحديد انواع الهيدروكربونات الموجودة . ويبدأ المسح الجيوكيميائي بالدراسات السطحية التي تشمل قياس كمية الغازات الممتصة على حبيبات التربة او الصخور وتحديد انواع البكتريا التي تنمو مع الهيدروكربونات . ويمكن اجراء هذا المسح من التحديد الدقيق لاختيار اماكن الحفر وتوريع الحقول النفطية على المكمن النفطي حيث ان استكمال المسح الجيوكيميائي للصخور يقدم المعلومات الكافية عن

تواجد التجمعات النفطية الضخمة وبالأخص الصخور المسامية التي ترتفع بها نسبة الكربونات .

ان عملية اجراء هذه المسوحات يتطلب تحديد حجم الاستثمارات والفترة الزمنية اللازمة لإنجازها حيث يتوقف نجاح المراحل اللاحقة على نتائج هذه المسوحات ودقتها .

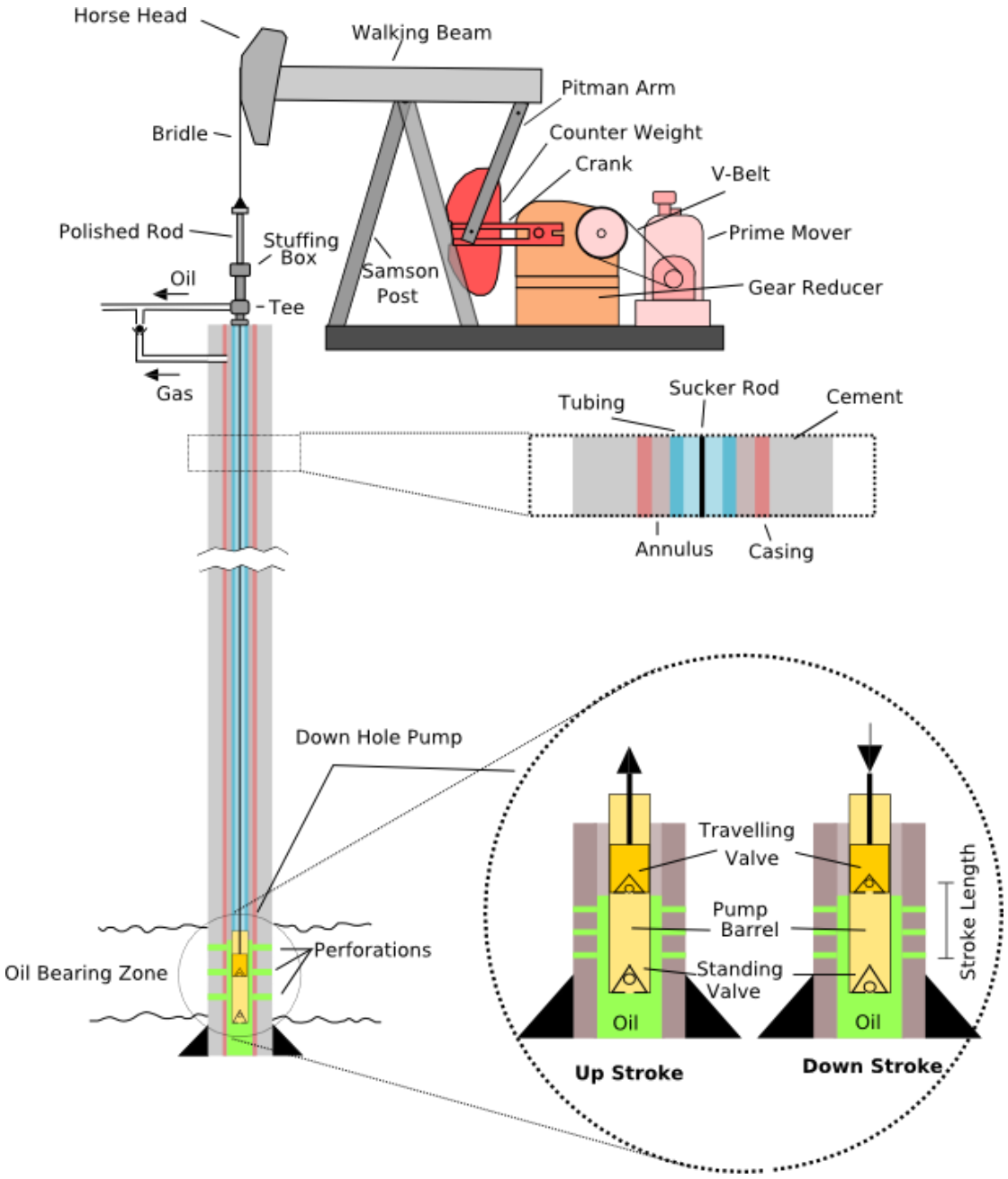
ثانياً: مرحلة الحفر الاستكشافي والتطويري او التنموي

وتعني هذه المرحلة حفر الابار النفطية مع انجاز عمليات البحث والتنقيب عن النفط الخام لغرض العثور على المزيد من الثروات النفطية او تحديد مكونات الطبقات الحاوية للنفط . اما في مرحلة الحفر التطويري يتم حفر العديد من الابار الانتاجية المعدة للاستخراج او ابار تحديدية لمعرفة حدود الحقل النفطي او ابار للمراقبة والحقن بالماء او الغاز ، وتهدف هذه المرحلة الى زيادة استغلال النفط او الحقل النفطي بشكل كفوء والمحافظة على التدفق الطبيعي للنفط وزيادة معامل الاستخراج مع تحديد دقيق لحجم الاحتياطي. ان حفر الابار يتم بتقنيات عديدة تطورت مع تطور الصناعة النفطية مثل (الحفر بالدق ، الحفر الدوار ، الحفر التوربيبني) والتي تعتبر من احدث الطرق المستخدمة في وتتميز بإمكانية الوصول للطبقة الحاوية على النفط الخام بشكل واسع مع ارتفاع كفاءة العمل بهذه الطريقة وانخفاض حجم الجهود المبذولة فيها .

بئر النفط oil well

هو مصطلح عام لوصف أي جزء من المكمن النفطي مجهز للوصول إلى الصخور التي تحتوي على النفط أو الغاز الذي يمكن استخراجه منهما ، لكن النفط والغاز يزحفان تحت طبقات سميكة من الصخور في مساحات اعمق تسمى حقولاً الذي يعرف بانه عبارة عن مساحة شاسعة تتجاوز المئة متر كيلو مربع ، يوجد بها العديد من الابار الضخمة لاستخراج النفط من باطن الارض ، وعددها في العالم حوالي 43000 حقل ، وقد تم اكتشاف 94 % منها . تخترق الآبار النفطية أعماق الأرض لتصل إلى هذه الحقول وتأتي بهما إلى السطح،

ويتم البحث عن أماكن النفط والغاز بعمل آبار وحفر في مناطق ما للبحث عن حقول نفطية جديدة ، بينما تحفر البئر المنتجة في الحقل المؤكدة. وحفر آبار النفط والغاز علم غاية في التقدم، والعاملون الذين يحفرون آباراً عميقة يجب أن يحصلوا على تدريب وخبرة لسنوات عديدة فبئر نفط عميقة تُكلِّف الكثير حتى تحفر.



يتم تخطيط حفرة البئر مع امتدادات أنبوب الفولاذ الذي تجتمع معاً لتشكل أنبوباً مجوفاً فارغاً ممتداً يتم ضخ نوع خاص من الاسمنت إلى قاع الأنبوب، يقوم الاسمنت وتحت الضغط بدفع الأنبوب الفولاذي لمليء أية فجوات بين الأنبوب والصخر، يتم عمل ثقوب خلال الأنبوب الفولاذي على العمق الذي يتوقع أن تحتوي فيه الصخور على نفط وغاز وتدعى

هذه العملية التجويف . يتم وضع الصمامات وأدوات المراقبة الإلكترونية في قعر البئر حيث يمكن إرسال المعلومات عن مقدار النفط والغاز والماء الذي يغمر البئر بشكل إلكتروني بواسطة قمر صناعي إلى الخبراء النفطيين باستخدام هذه المعلومات، يمكن فتح الصمامات في آبار النفط وإغلاقها بالتحكم عن بعد وذلك لزيادة إنتاج الغاز في كل بئر النفط .

اما ابرز الحقول النفطية في العالم :

1. حقل الغوار Ghawar Field : يقع في المملكة العربية السعودية ، وتم اكتشافه في عام 1948 ، بداية الإنتاج منه عام 1951 وهو أكبر حقل نفط في العالم ، حيث يبلغ اتساعه 30×280كم ويحتوي تقريبا على 100 مليار برميل من النفط تابع لشركة ارامكو السعودية .

2. حقل برقان Burgan field : يقع في الكويت وقد تم اكتشافه في عام 1938 ، وبدأ الإنتاج في عام 1946 وهو ثاني أكبر حقل نفط عالميا ،ويحتوي على 65 مليار برميل من النفط الخام .

3.حقل سفانية Safaniya Oil Field : يقع في ايضا السعودية، واكتشف عام 1951 وبدأ الإنتاج في عام 1957 وهو أكبر حقل نفط تحت سطح الماء في العالم ، ومساحته حوالي 50×15 كم ، ويحتوي على 35 مليار برميل وإنتاجه حوالي 12 مليون برميل تابع هو الاخر لشركة ارامكو السعودية .

4. حقل فردوسي Ferdows field : يقع في ايران اكتشف عام 2003 وهو اكبر حقل نفطي في إيران حيث يبلغ احتياطي النفط منه حوالي 35 مليار برميل ،وينتج 10 الاف برميل في اليوم الواحد تابع للشركة الوطنية للنفط الايرانية .

5.حقل شوغر لوف Sugar Loaf field : يقع في البرازيل واكتشف عام 2007 وهو حقل نفط بحري يحتوي على 25 –40 مليار برميل تقريباً.

6.حقل كانتاريل Cantarell Field : يقع في المكسيك تم اكتشافه في عام 1976 وبدأ الإنتاج منه عام 1981 وهو من أكبر حقول النفط دي المكسيك ويبلغ إنتاجه اليومي حوالي 495 مليون برميل ويحتوي على 18 مليار برميل من النفط .

7.حقل بوليفار الساحلي Bolivar Coastal Field : يقع في فنزويلا اكتشف عام 1917 وبدأ الإنتاج منه عام 1922 ويحتوي على 30–32 مليار برميل من النفط ويبلغ إنتاجه للنفط حوالي 2.6–3 مليون برميل في اليوم .

8.حقل ازادغان Azadegan field : يقع في ايران اكتشف عام 2004 تبلغ مساحته حوالي 900 كم2 ويحتوي على 26 مليار برميل من النفط وينتج حوالي 40.000 برميل من النفط في اليوم تابع لشركة النفط الوطنية الايرانية .

9.حقل لولا Lula Field : يقع في البرازيل اكتشف عام 2007 وبدأ الإنتاج منه عام 2010 يحتوي على 5–8 مليار برميل من النفط وينتج حوالي 100.000 برميل من النفط في اليوم. **10.حقل الرميلة Rumaila Field** : يقع في العراق اكتشف عام 1953

يبلغ احتياطي النفط منه حوالي 17 مليار برميل وهو يعتبر من أكبر حقول النفط في العراق ، تابع لشركة نفط البصرة في محافظة بالبصرة .

المواد الكيميائية المستعملة في حفر ابار النفط

Chemicals used in the drilling of oil wells

هناك العديد من المواد الكيمياوية التي تستعمل في المراحل المختلفة من صناعة النفط والغاز الطبيعي مثل ؛ الحفر – Drilling الإكمال – Completion ومرحل أنتاج النفط والغاز الطبيعي. وبشكل عام كلما زاد عمق المكمن أو البئر يجب استخدام المزيد من المواد الكيمياوية للحفاظ على خواص الموائع ، ويمكن تقسيمها الى أنواع تبعاً لوظيفتها:

1.مواد الموازنة: Weighting Materials

وتستعمل لتعيير كثافة المائع وبالتالي الضغط المسلط على المكمن ، والغاية منه منع حدوث تغيرات مفاجئة في الضغط أثناء الحفر وتجنب تسرب السائل نحو الطبقة في نفس الوقت ، وأكثر هذه المواد شيوعاً هو كبريتات الباريوم (Barite) كما توجد العديد من المواد الأخرى تستعمل لنفس الغرض مثل – Hematite - Siderite : كبريتيد النحاس، أن أغلب هذه المواد تكون مسببة للتآكل لذا يتوجب استخدام بعض أنواع مانع التآكل Corrosion Inhibitor.

2.إضافات فقدان الموائع: Fluid Loss Additives

وأهم أمثلتها البوليمرات المُثخنة التي تضاف الى طين الحفر Drilling Mud لتقليل خسارة الموائع من جوف البئر ، ومن أمثلة هذه المواد ؛ البنتونايت Bentonite وغيرها من أنواع

الصلصال ، يتم معالجتها بمصادر مختلفة مثل الليكنايت المعالج بالمواد الكاوية أو الأمين – الراتنجات المختلفة – الكلسونايت – رقاقات حامض البنزويك – المايكا.

3.المُثخنات والمُشتتات:Thinners & Dispersants

تستخدم لمعالجة جزيئات الطين والحفاظ على قابلية ضخه ، وأمثله هذه المواد هي : رابع فوسفات الصوديوم وأنواع أخرى من الفوسفات والبوليمرات الصناعية مثل البولي ستايرين ، كما يتم أستخدام المواد المُقللة للأحتكاك Friction Reducers مثل بولي أكريلمايد ، حيث أنها تسهل تدوير السائل خلال تجويف البئر مما يقلل الإجهاد على المضخات.

4.مانع التآكل:Corrosion Inhibitors

يستخدم لتقليل الأحتكاك في المعدات والذي قد يسببه أستخدام سوائل الحفر ، حيث تستعمل العديد من المواد مثل: أملاح الأمين – سلقات الأمين – كاربونات الزنك – كرومات الزنك – أحادي اثيل أمين.

5.قاتل البكتريا:Bactericides

للسيطرة على نمو البكتريا التي قد تسبب التآكل أو قد تسبب انسداد مسمامات المكمن أو تغيير خواص سوائل الحفر مثل : بارافورمالديهايد – هيدروكسيد الصوديوم – أثيل أمين.

6.السيطرة على الحامضية: PH Control

ويساعد أيضا على تقليل التآكل ، ويمنع حدوث أي تفاعل بين سوائل الحفر ومعادن المكمن وتستعمل المواد التالية: هيدروكسيد الصوديوم – كاربونات الكالسيوم – هيدروكسيد البوتاسيوم – أوكسيد المغنسيوم – أوكسيد الكالسيوم – حامض الفورميك.

7.السيطرة على التضرر الطبقي:Formation Damage Control

وتُضاف لتقليل التضرر النفاذي الذي يحدث عند دخول سوائل الحفر الى المكمن كما أنه يساعد في منع تآكل تجويف البئر ومن هذه المواد ؛ كلوريد الأمونيوم – كلوريد الصوديوم – سليكات الصوديوم .. وغيرها.

8.مانع الصدأ: Scale Inhibitors

يستخدم لمنع تكون أملاح الكالسيوم غير الذائبة عند تلامس سوائل الحفر مع المعادن الموجودة في المكمن والمياه المالحة في المكمن وأمثلة هذه المادة هي ؛ هيدروكسيد الصوديوم – كاربونات الصوديوم – بيكاربونات الصوديوم .. وغيرها.

9.عوامل الاستحلاب :Emulsifiers

يستخدم لإعداد مستحلب نفط خارجي في سائل الحفر ، حيث يتم أستخدام المواد النشطة سطحياً Surfactant مثل الأملاح الدهنية ، والأحماض الامينيةً .

المصائد النفطية

المصيدة هي نسق هندسي للطبقات الرسوبية يسمح للنفط أو الغاز أو لكليهما بالتجمع فيه بكميات اقتصادية ويحول دون هروبهما منها، ويتخذ هذا النسق الطبقي الهندسي أشكالاً عدة، لكن تظل السمة الرئيسية للمصيدة هي وجود صخر مسامي مغطى بصخور حابسة غير منفذة. ويعد الماء عاملاً أساسياً في توجيه النفط والغاز إلى المصيدة في أغلب الحالات، مثلما يساعد في إزاحة النفط والغاز إلى فتحات الآبار في مرحلة الإنتاج .ويسمى

الجزء المنتج من مصيدة النفط بنطاق العطاء Pay zone ويختلف سمكه من مترين في بعض حقول ولاية تكساس بالولايات المتحدة الأمريكية إلى مئات الأمتار في حقول بحر الشمال والشرق الأوسط . ومع ذلك ليس ضروريا أن تنتج كل كمية النفط في "نطاق العطاء الإجمالي"، ولذا نميز بينه وبين "العطاء الصافي" الذي يمثل السمك العمودي التراكمي للمكمن المنتج للنفط ، وفي تطوير أي مكمن نفطي لابد من تحديد نسبة المنتج الصافي إلى المنتج الإجمالي في الحقل . ومن الممكن أن تحتوي المصيدة على النفط أو الغاز أو كليهما، ويمثل سطح تماس النفط والماء Oil Water Contact-OWC أعمق مستوى لإنتاج النفط ، بينما يعتبر سطح تماس الغاز والنفط Gas Oil Contact-GOC أدنى مستوى لإنتاج الغاز، ومن الضروري تحديد هذين السطحين بدقة قبل حساب احتياطي النفط والغاز الطبيعي في المكمن وتقدير معدل الإنتاج. ويمكن تقسيم انواع المصائد النفطية الى الانواع الاتية :

1. مصائد الطي المحدبة التضاغطية : وهي من أكثر أنواع المصائد شيوعاً وتتكون بفعل تقاصر قشرة الأرض Crustal Shortening، ومن أمثلتها حقول النفط في جنوب غرب إيران، التي تشمل 16 حقلا عملاقا عند سفوح جبال زاجروس بالقرب من منطقة اندساس الصفيحة العربية تحت الصفيحة الإيرانية، وكذلك مصائد عديدة في الجانب الغربي من الخليج العربي، تتميز بأجناب ذات انحدار خفيف للطيات المحدبة العريضة، وتنتشر في حقول النفط شرقي المملكة العربية السعودية، وأهمها حقول الغوار، أبقيق، السفانية، والخفجي.

2.مصائد الاختراق القبوي : وتتكون نتيجة تحرك كتل من الملح أو الطين إلى أعلى، ويندر وجود القباب الطينية، لكن القباب الملحية ظاهرة جيولوجية منتشرة، وهي تتكون نتيجة اختلاف كثافتي الملح والطبقة الرسوبية التي تعلوه، فالملح أقل كثافة، ومن ثم يندفع إلى أعلى، ويتسبب في "تقبب" الطبقات الرسوبية التي تعلوه، فإذا وجد بها النفط فإنه يتحرك نحو الجوانب الخارجية للطبقة الملحية، وينحصر بين الطبقات الرسوبية من جهة والقبة الملحية من جهة أخرى.

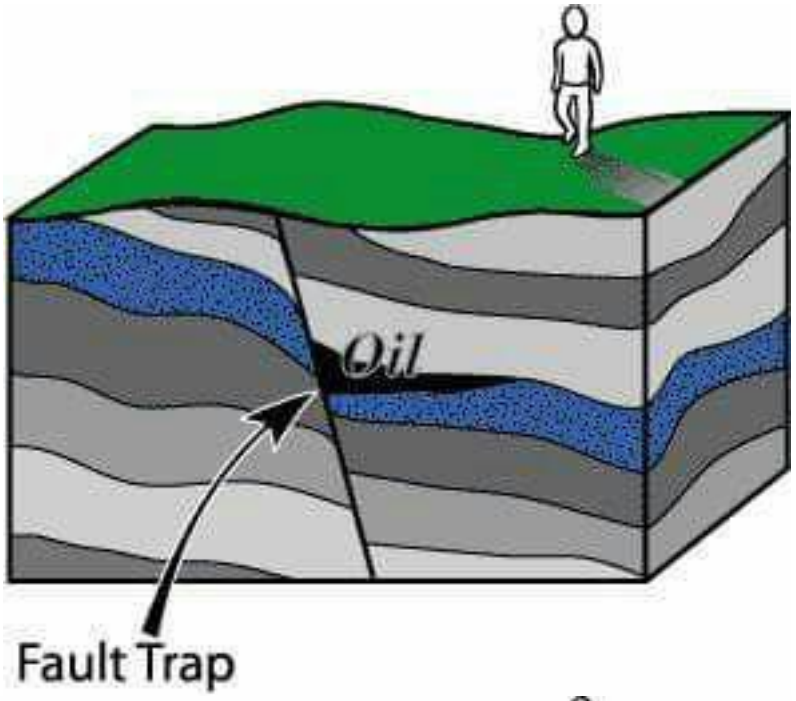
3.المصائد الطبقية : وهي التي تتكون نتيجة تغييرات جانبية من حيث السماحية والنفاذية في صخور المكمن أو عدم استمراريتها، وفي هذا النوع يكون تماس الصخور المختلفة حاداً أو تدريجيا ومتوافقا. ومن أهم المصائد الطبقية تلك التي يحاط فيها صخر المكمن المنفذ بآخر غير منفذ مثل الطفل الصفحي، وبذلك يكون التغير في النفاذية أساس تكوين المصيدة .

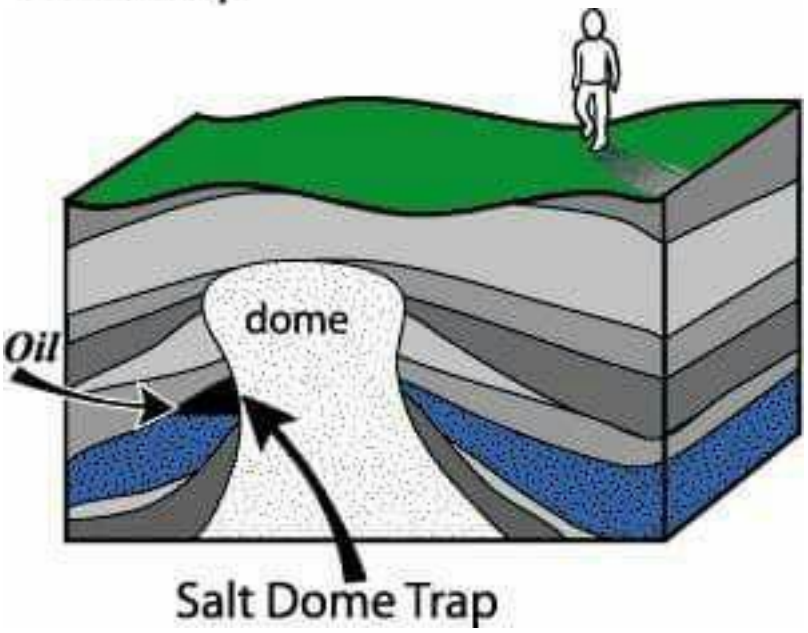
4.مصائد القنوات Channels : عبارة عن وسط بيئي لنقل الرمال على شكل قنوات طويلة ذات مسامية ونفاذية عالية، يتم اصطياد النفط والغاز فيها. أما مصائد الحواجز Barrier Bar Traps فهي كتل رملية أو من الزلط والحصى، وتظهر غالبا بشكل جزيرة على الشاطئ، ورمالها غالباً نظيفة وجيدة التصنيف Well-sorted. وهناك حواجز رملية مطوقة بطين صفحي بحري، أو طين صفحي من بحيرات شاطئية، تكون مصائد نفطية.

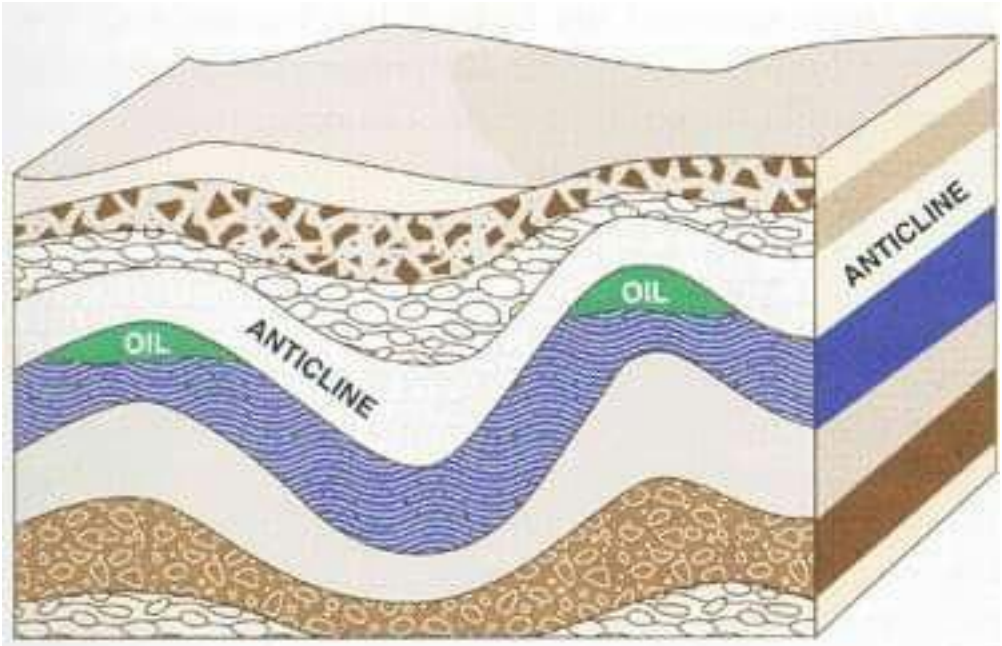
5.مصائد النفط الهيدروديناميكية : حيث تقوم قوة الماء بدور أساسي في منع النفط من التحرك في اتجاه أعلى الميل في الطبقة الرسوبية، إذ يعترض الماء المتحرك هيدروديناميكيا في اتجاه أسفل الميل السوائل النفطية الصاعدة إلى أعلى عندما تكون القوة الهيدروديناميكية

للماء أكبر من القوة الناتجة من قابلية طفو قطرات النفط في الماء Buoyancy، وبذلك يمنع الماء تحرك النفط لأعلى، ما يمكِّن من اصطياده دون الحاجة إلى وجود حاجز غير منفذ .

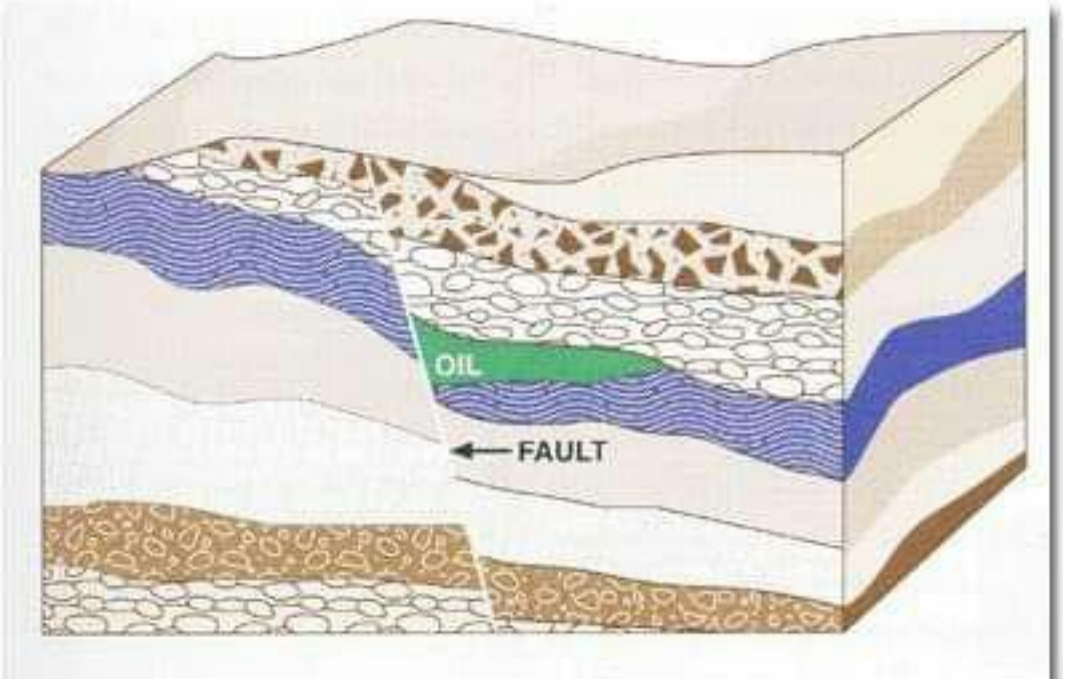
5.مصائد النفط المركبة : التي تتكون من عنصر طبقي نشأ عن وجود حافة فاصلة بين طبقات منفذة وأخرى غير منفذة، وعنصر تركيبي نتج عن حركات بنائية للقشرة الأرضية تسمى بالحركات التكتونية. ومن أمثلتها اصطياد النفط في مواجهة صدع Fault ، وهو عنصر تركيبي، في طبقة رملية أحاطت حوافها طبقة غير منفذة تمثل عنصرا طبقيا، ومصيدة طبقية مصاحبة لسطح عدم توافق تم طيها لاحقا .

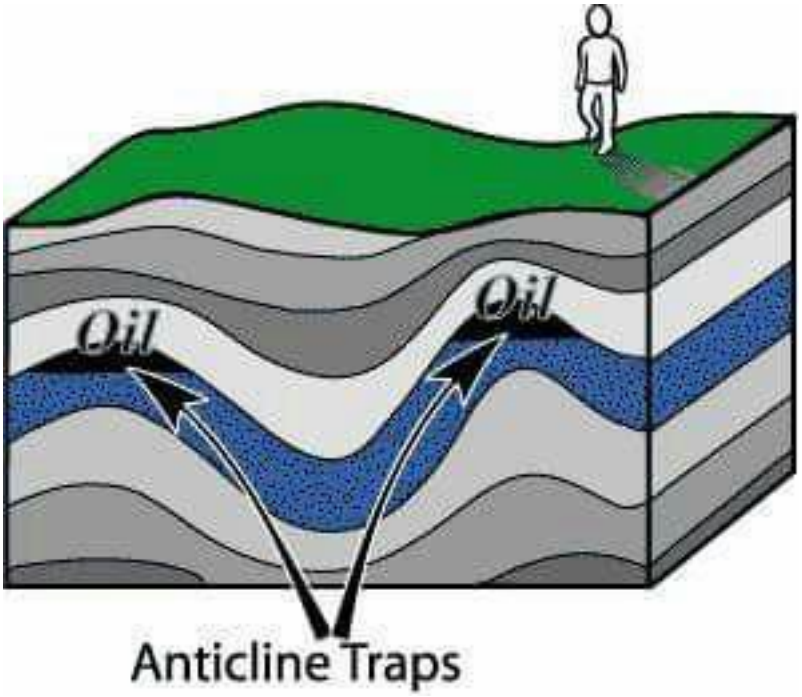

Oil
Fault Trap


dome
Oil
Salt Dome Trap



A fault trap and an anticlinal trap




Oil
Oil
Anticline Traps

ثانياً: مرحلة الاستخراج النفطي

تتحدد هذه المرحلة باستخراج النفط الخام من باطن الارض ليصبح جاهزاً للاستغلال ولأغراض متعددة وللاستخدامات المتعددة للطاقة بعد نقله وايصاله الى مراكز التكرير التي تشكل المرحلة الاولية لإنتاج النفط الخام ، وتتطلب هذه المرحلة تحديد وتهيئة الابار النفطية واقامة منشئات الاستخراج من انابيب وخزانات وتتراوح المدة الزمنية لهذه المرحلة ما بين 3-5 سنوات .

اولاً.نظام الإنتاج النفطي : يتكون نظام الانتاج النفطي من مجموعة عديدة الوحدات والتي يمكن تقسيمها على النحو الاتي :

1.المكمن Reservoir

2.البئر Well

3.راس البئر Wellhead

4.شجرة الميلاد Christians tree

4.الخانق Choke

5.أنابيب الجريان Flow line

6.العازلات Separators

1.المكمن : وهو عبارة عن مكان تواجد النفط داخل الصخور الخازن للنفط وتصنف المكمن بالاعتماد على ؛ النظرة الجيولوجية ، المواد الهيدروكاربونية ، ميكانيكية طاقة الدفع للموائع. اما انواع المكامن حسب المواد الهيدروكربونية والتي لها علاقة مباشرة بالضغط والحرارة ؛ مكامن الغاز الجاف Dry Gas res ، مكامن الغاز الرطب Wet Gas res ، مكامن الغازات المتكثفة Retrograde Gas res ، مكامن النفط الاسود Black oil res ، مكامن النفط المتطاير Volatile oil res. وتصنف المكامن حسب قوة الدفع الى ؛ مكامن حجمية Volumetric rese حيث يتم الانتاج بالاعتماد على طاقة المكمن للإنتاج حيث لا يوجد غير الغاز الذائب كطاقة انتاج النفط ، مكامن الدفع بقوة الغاز (القبة الغازية) Gas Cap Draive ، مكامن الدفع بقوة الماء المكمني (Water Drive reservoir) .

2.رأس البئر : عبارة عن مجموعة من الصمامات ومزود بمقاييس لقياس الضغط ويربط على بطاقة البئر . وتصنف الآبار الأنتاجية production well classic fication الى ؛ بئر مفتوح الجريان Open Hole ، آبار شقية (الخطية) Slotted Line ، آبار فتح في منطقة رملية Gravel Pack ، الأبار المبطنة المثقبة Cemented cased and perforated .

Wellhead, tree and flow line which miss a few part

3.شجرة الميلاد x-mass tree : بعد إكمال الحفر ممكن الشيء الوحيد الي نلاحظه في موقع الحفر هو شجرة الميلاد والتوصيلات المرتبطة بها إذن اختيارها لابد ان يكون دقيق وتهيء ظروف لاطالة عمرها من خلال الادامة والمتابعة ، وهي عبارة عّن مجموعة من الصمامات مع لوازم تركيبها يتم ربطها اعلى انابيب الانتاج وتستخدم للسيطرة على الموائع المكمنية المنتجة وكذلك لتحويل مجرى الموائع بالاتجاه المطلوب وتهيئة ربطها على أنبوب الجريان ونهايتها العليا مهيأة لإنزال معدات القياسات الحقلية، ويكون موقعها فوق راس البئر، إذ تتحكم في تدفق الموائع الخارجة والداخلة في البئر ، وتأتي بتركيبات مختلفة حسب نوع البئر(حقن – انتاج نفط – انتاج غاز) وحسب احتواء هذه الموائع على مواد تسبب التأكل او لا. اما انواع الصمامات نبدأ بالصمام الرئيسي master valve الذي

يقع فوق tubing hanger الذي يتم اغلاقه في حالة التام للبئر او في الحاجة لأجراء عمليات صيانة في الجزء العلوي من شجرة الميلاد ويمكن ان يوجد اكثر من صِمَام رئيسي علوي وسفلي احدهما مكمل لعمل الاخر والاستبدال هذا الصمام يجب سد انابيب الانتاج ، كما توجد t block تسمح بتحويل مجرى الجريان من عمودي الى خط جريان أفقي ويقع اعلى الصمام الرئيسي وبين صمامي الجناح الأولي والثانوي كما يوجد عَلى جانبي شجرة الميلاد صمامي الجناح wing valve احدهما كإنتاج رئيسي والآخر احتياط احدهما مرتبط مع الصمام الخانق choke يمر من خلالهما المائع المنتج ، اما الصمام العلوي او الصمام السحب swabbing valve الذي يتم فتحه في إنزال المعدات في البئر او عند قياس الضغط الموجود فوقه الي يقيس ضغط رأس البئر اما وحدة قياس الضغط التي توجد اعلى شجرة الميلاد يستخدم لمراقبة ضغط البئر حيث ان اغلب المشغلين يستخدمون وحدات القياس الالكترونية لأنه بيانات الضغوط العالية او الحرارة ممكن تنقل من خلال النظام الالكتروني لمراقبة افضل للبئر.

4.الخانق Choke : هو صمام خانق يسيطر على معدل الجريان .

5.أنابيب الجريان Flow line :التي تتولى مهمة نقل النفط الخام من الابار النفطية الى منشأت التكرير .

6. العازلات Separators : عبارة عن وعاء بأشكال مختلفة كروية او افقية او عمودية وبأحجام مختلفة اعتمادا على القدرة التصميمية للعازلات وتكون اما عازلات ذات طورين (غاز/ نفط) او ثلاثة أطوار (غاز / نفط / ماء) .

الاستخلاص النفطي المدعم Enhanced Recovery Methods :

ان الافتقار الى دفع طبيعي كاف في المكامن النفطية دفع بالمختصين بالصناعة النفطية الى استخدام طرق الدفع الصناعي والطريقة الاساسية لذلك الى حقن الماء الغاز الطبيعي ، ففي بداية الصناعة النفطية سمح للمكمن النفطي ان تنتج بصورة طبيعية حتى بلوغ مرحلة الاستنزاف النفطي وعرفت هذه المرحلة بمرحلة الانتاج الابتدائي Primary Production Phase ، اما في المرحلة الثانية فقد تمت زيادة الانتاج بواسطة ادخال طرق دفع صناعية (حقن ماء او غاز) وعرفت تلك الطرق بطرق الاستخلاص الثانوي Secondary Recovery Methods . اذ قبل المباشرة بمشروع للاستخلاص الثانوي لابد ان يثبت بطريقة اكيدة بان عمليات الاستخلاص الطبيعي غير كفوءة والا فان هناك خطورة محتملة لضياع رؤوس الاموال الاستثمارية والمطلوبة ضيعاً تماماً مما يتطلب توفير بيانات انتاجية كافية ، وبصورة عامة فأن انتاج المكمن النفطي لفترة زمنية طويلة من المرحلة الابتدائية فأنه من الممكن ان تقل فرص الاستخلاص الاولي وعلى سبيل المثال استخلاص اولي بواسطة التصريف الطبيعي متبوعاً بحقن الماء وبعد ذلك ثاني اكسيد الكاربون مما يشير الى اصطلاح الاستخلاص الثالثي Tertiary Recovery ولذلك فان المصطلحان (الثانوي او الثالثي) يصفان الدرجة التي تستخدم بها الطرق من دون ان تكون منسوبة الى مميزاتهما . ان الانتاج الطبيعي يعتمد على طاقة المكمن الداخلية وهو ناتج من كون الضغط في مسامات الصخور اعلى من ضغط قعر البئر ، اذ تعتمد كل طرق الاستخلاص الاخرى على توفير طاقة لتحسين الاستخلاص للاحتياطيات المتبقية .

وتعتمد كفاءة أي طريقة للاستخلاص المدعم على :

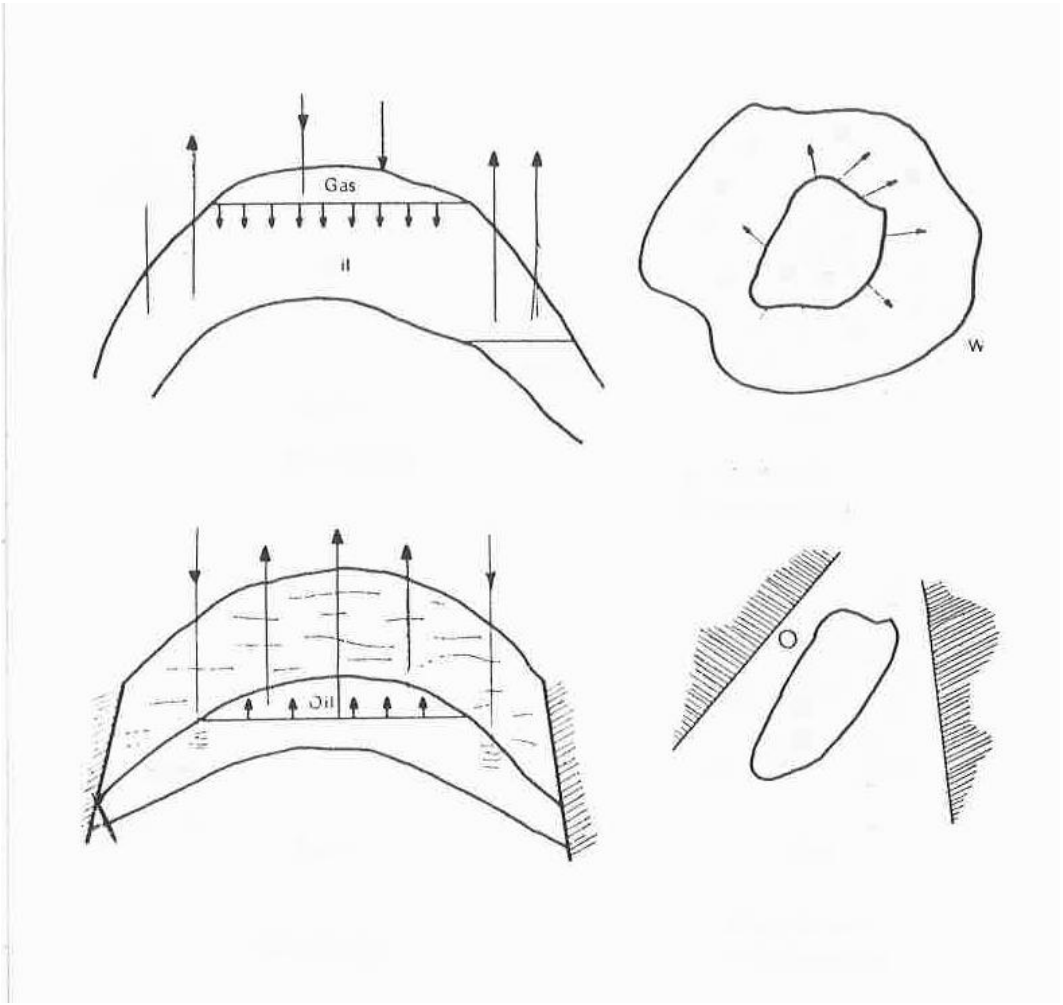
1.تأثير الخصائص المكمنية The Influennce of Recovır Characterıstıcs:

ان الخصائص المكمنية الاكثر اهمية هي ؛ معدل العمق الذي له تأثير مهم على الجوانب التقنية والاقتصادية لاي مشروع استخلاص مدعم فأن تكاليف مشروع الاستخلاص المدعم ذات الصلة مباشرة بالعمق . اما التكوين وخاصة انحدار الطبقة والذي يقصد به الحد الاقتصادي للجريان الجزئي للمائع في تيار الانتاج ، اما درجة التجانس اذ لابد لاجل تحقيق استخلاص كاربوني عالي فأنه يجب ان لا يكون هناك عائق لجريان المائع خلال المكمن التي قد تكون طبيعية مثل الماكمن المتصدعة او المتشققة عالية النفاذية التي تسمح للمائع المزيح بان يترك قسماً من النفط المكمني مما يؤدي الى معامل استخلاص واطيء واخيراً الخواص البتروفيزياوية .

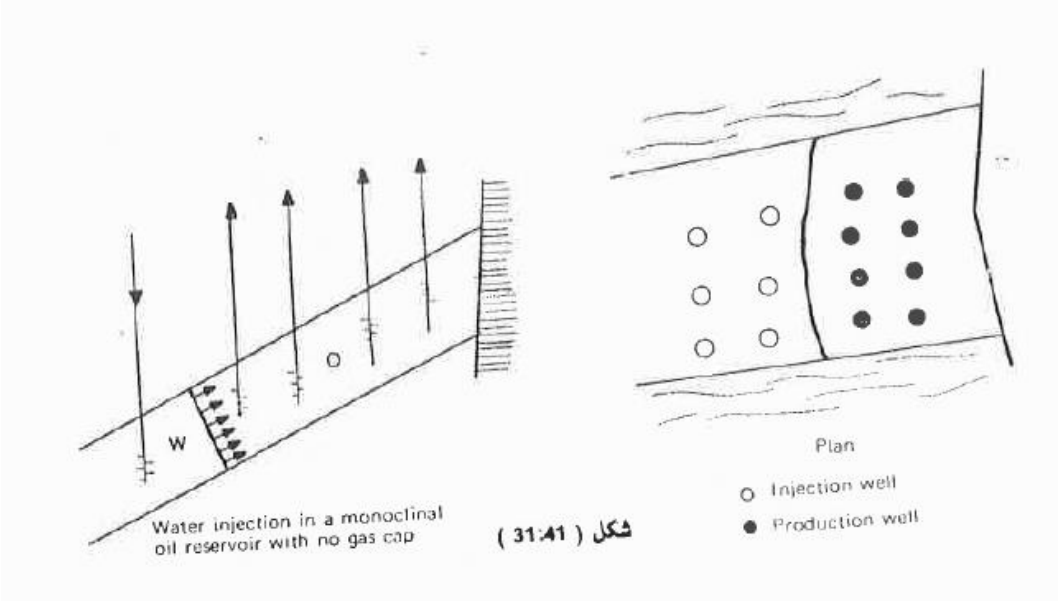
2.طبيعة الموائع المزيحة والمزاحة :ان خاصية المائع الرئيسة التي يجب ان تؤخذ بنظر الاعتبار عند تصميم مشروع للاستخلاص المدعم هي اللزوجة ، فأذا كانت الموائع عالية اللزوجة فان سرعة الازاحة ستكون واطئة وذلك بسبب محدودية الضغط المسلط وسيكون معدل انتاج النفط منخفضاً بحيث يصبح غير جاذباً من الناحية الاقتصادية ، وكذلك فأن تشبع النفط المتخلف بعد حقن الموائع سيكون اعلى من لزوجة النفط .

3.ترتيب ابار الانتاج والحقن : يعتمد الموقع النسبي لابار الحقن والانتاج على جيولوجية المكمن ونوعه وحجم الصخور الحاملة للهايدروكاربون المطلوب اكتساحه في زمن محدد بالنواحي الاقتصادية . ويقسم الحقن الى نمطين حسب موقع البئر :

1.الغمر المركزي والمحيطي Central and Peripheral Flooding : ويحصل هذا النوع من الحقن في المكامن ذات القبة الغازية والتي يحصل فيه حقن غاز ، فأذا كان المكمن عبارة عن تكوين محدب منتظم الى حدٍ ما فان بار الحقن تجمع في مجموعة حول قمة التحدب ، او المكمن المحدب ذو الحامل المائي الذي يحصل فيه حقن الماء ففي هذه الحالة تشكل ابار الحقن حلقة حول المكمن ، والمكمن احادي الميل مع قبة غازية او حامل مائي يخضع لحقن الغاز او الماء وفي هذه الحالة تجمع ابار الحقن في خط واحد او اكثر تقع نحو قاعدة المكمن في حالة حقن الماء ونحو القمة في حالة حقن الغاز .



2.الغمر غير النمطي Pattern Floodıng : يستخدم الغمر النمطي بصورة اساسية في المكامن ذات الانحدار الصغير والساحة السطحية الواسعة ، حيث توزع ابار الحقن فيما بين ابار الانتاج وذلك لاجل تامين اكتساح متجانس وينفذ ذلك اما بتحويل ابار الانتاج الموجودة الى ابار حقن بواسطة حفر ابار حقن استكمالية Infill ، وفي كلا الحالتين فأن الهدف هو الحصول على توزيع متجانس للابار .



شكل (31:41)

حقن الماء Water Injection

تبقى عملية حقن الماء من اقدم الطرق المستخدمة المساعدة للاستخلاص وهي الطريقة الاكثر شيوعاً في الولايات المتحدة التي تصل الى نسبة 80% ومن خلالها يتم استخلاص النفط المنتج وذلك من خلال كفاءة عملية الاكتساح او الازاحة . وبالإضافة الى هدف الاستخلاص المدعم فأن حقن الماء يمكن ان يستعمل لغرض :

1.صيانة الضغط المكمني عندما يكون الضغط المكمني غير كاف ومن ثم يكمن اعتباره احد عمليات صيانة الضغط وليس الاستخلاص فقط .

2.التخلص من الماء المالح المنتج مع النفط اذا كان من غير الممكن تصريفه على السطح.

اذا كانت الطاقة المكمنية غير كافية فان طريقة الاستخلاص المدعم يتم اختيارها وفقاً للمعيارين التقني والاقتصادي ، فأذا كانت هنالك اكثر من طريقة ملائمة تقنياً فعندئذ يجرى تحليل اقتصادي لكل طريقة ويقارن الدخل الفائض (العائد الى الزيادة في استخلاص النفط) مع الانفاق الاضافي المطلوب وتختار الطريقة التي تعطي الربح الاعلى .

1.العوامل التقنية Technical Factors : ويتم المقارنة بين العوامل التقنية المتعلقة بحقن الماء او الغاز ، اذ يكون الماء اكثر ملائمة للحقن في المكامن ذات الضغط المنخفض جدا وبالتالي يكون حقن الغاز غير كافياً بسبب الحاجة الى ضغط كميات اضافية كبيرة ، ففي المكامن النفطية الحاوية على نفط متطاير (نسبة عالية جداً للغاز–النفط GOR) فان حقن الغاز يكون ذو كفاءة اعلى للاستخلاص وفي المكامن الرطبة بالماء water-wet يكون الحقن بالماء اكثر كفاءة .

2.العوامل الاقتصادية Economic Factors : يجب الاخذ بنظر الاعتبار مجموعة العناصر الاقتصادية التي يجب اعتبارها مثل ؛ تكاليف الدراسات والاختبارات ، تكاليف حفر الابار ، تكاليف تحويل ابار الانتاج الى ابار حقن ، تكاليف تشغيل المعدات السطحية من مضخات وخطوط انابيب وخزانات ..وغيرها .

وبصورة عامة فأن التكاليف الرأسمالية اللازمة لأنظمة الحقن بالماء هي اقل من تلك اللازمة للحقن بالغاز ، وتزداد تكاليف كل متر مكعب من الماء المحقون مع ضغط الحقن ، وبالتالي لابد من المقارنة بين استعمال الابار ذات الضغط الواطيء او العال .

مصادر ومعالجة المياه المحقونة Sources and Treatment of Injection Ware :

ان الاستثمار الاول المطلوب في مشاريع حقن الماء هو لحفر واكمال ابار الحقن ، ام الاستثمار الثاني فيشتمل على نوعية المنشات المطلوبة لتجهيز الماء ومعالجته لكي يمكن المرور في المكمن دون ان يسبب تأكلاً للمنشات السطحية ولأكمالات الابار. بعد ان تستمر عملية الحقن لفترة زمنية معينة يظهر الماء المحقون في ابار الانتاج وذلك عن طريق الطبقات الاكثر نفاذية ، وفي العازلات يفصل الماء عن النفط ، ومن الضروري ان يكون هنالك مصدراً مستقلاً للماء لكفاءة عملية الحقن لمليء المكمن أولاً وللتعويض عن حجم النفط المنتج ثانياً ، ويمكن تقسيم مصادر المياه الى نوعين اساسيين :

1.مصادر المياه العذبة : المياه السطحية التي توجد في الانهار والبحيرات ولكن لها خواص غير مرغوبة بسبب احتوائها على كميات كبيرة من الاوكسجين ونسبة عالية من المواد الصلبة العالقة (رمال ونتاجات حيوانية ونباتية وبكتريا) وبذلك تتطلب مجاميع مهمة من معدات الترشيح .اما المياه الغرينية المبزولة بواسطة الابار الضحلة القريبة من تجمعات

المياه السطحية بالرغم من كونها مصفاة طبيعياً لكنها لاتزال معرضة للتلوث السطحي والبكتريا الهوائية.

2.مصادر المياه المالحة : يمكن ان تضخ المياه المالحة من الابار الجوفية او مياه البحر وبسبب ارتفاع نسبة الملوحة يمكن ان يتسبب ذلك بتأكل المعدات المعدنية نظراً لاحتوائها على المعادن والفلزات مثل الحديد والكبريت التي تعتبر من لكثر الترسبات ضرراً .

معالجة الماء Water Treatment : ان هدف معالجة الماء هو لتجنب انسداد المكمن بسبب المواد الصلبة العالقة والتآكل والبكتريا ، تجنب تآكل نظام الحقن (السطحية والتي في البئر ، وتتم معالجة المياه من خلال ثلاث طرق الفيزياوية التي تعمل على الترشيح وفصل الماء عن النفط والترسبات وازالة الغاز ، والكيمياوية للتخلص من مسببات التآكل والحياتية التي تتضمن استعمال مبيدات البكتريا والطحالب .

حقن الغاز في المكمن النفطي Gas Injection in an Oil Reservoir

يتم حقن الغاز في المكمن النفطي وفي المنطقة النفطية مباشرة ، ان ضغط الغاز يمكن ان ينجح في القبة الغازية عند تكونها اثناء مرحلة الانتاج الاولي ، فأن حقن الغاز يساعد على صيانة الضغط المكمني بينما يدفع بالغاز في منطقة النفط لدفعه باتجاه ابار الانتاج .حيث ان العامل الرئيس في اتخاذ قرار الحقن بالغاز هو توفر مصدر قريب ورخيص للغاز وبكميات كافية اذ لابد من الحصول على مصدر للغاز المحقون من حقل مجاور او خط غازي قريب ولكن لابد من ملاحظة الاتي عند الحقن بالغاز :

1.ان رأسمال المطلوب للاستثمار للحقن بالغاز يكون عادة اكبر من رأسمال المطلوب للحقن بالماء .

2.ان كفاءة الازاحة للنفط الخام من قبل الغاز هو اقل بكثير من مثيلتها للماء .

2.الأهمية الاستراتيجية لنقل النفط عبر الأنابيب :

يعتبر النقل عبر الأنابيب إحدى وسائل النقل المهمة التي تلجأ إليها الدول المنتجة للمنتجات النفطية والغاز للنقل إلى جهات بعيدة، إما لأماكن الاستيراد مباشرة أو لموانئ التصدير، وتساهم وسيلة النقل عبر الأنابيب في تخفيض التكلفة بشكل فعال برغم تكلفة إنشائها. وتصل خطوط الأنابيب إلى ما يقرب من 5000 كلم من المصدر إلى المستهلك أو منافذ التصدير لبلاد أخرى، وتكون أقطار خطوط الأنابيب بين خمسة سنتيمترات و5 أمتار. ويتم دفن خطوط الأنابيب تحت سطح الأرض على بعد متر، بينما يُلْقى بعضها الآخر على سطح الأرض أو يوضع على ركائز مثبتة فوق السطح حسب اتجاهاتها والميول المطلوبة، كما تمتد بعض خطوط الأنابيب تحت سطح الماء أو عبر الصحارى، وفوق الجبال أو تحت الأنهار والبحيرات ولذا فهي مرنة وملائمة، وتحتاج إلى تجهيزات تعيش لمدى طويل وتحتاج لاتفاقيات دولية إذا كانت ستمر عبر حدود بلدان مختلفة، ونظراً لأهميتها فهناك صراعات دولية ومنتجات قد لا نجد لها قيمة اذا لم يتم تصديرها عبر هذه الوسائل، وهناك العديد من الأنواع للأنابيب، وهي:

1. **خطوط أنابيب السائل** : وهي تنشأ بغرض نقل كافة السوائل من نفط ومشتقاته من أماكن وآبار الإنتاج إلى أماكن التكرير والتصفية، وإلى تجمعات التصدير في منافذ التصدير والسفن أو التسليم لجهات الاستيراد مباشرة، كما تستخدم في نقل المياه من منابع المياه ومحطات التكرير والتحلية إلى المدن والمزارع والتجمعات العمرانية.

2. خطوط أنابيب الغاز : وهي الأنابيب التي يتم عبرها نقل الغاز الطبيعي من الآبار المنتجة للغاز إلى وحدات معالجة الغاز، ثم تمر بأنابيب أخرى تنقل المنتج النهائي إلى المدن العمرانية والمناطق الصناعية وإلى منافذ التصدير.

3. خطوط أنابيب المواد الصلبة : وهي عبارة عن مخلوط من السائل وجسيمات صلبة، مثل الفحم الحجري والماء، وخام الحديد والماء، والحجر الجيري والماء، والفحم الحجري والزيت، وهي تتدفق مثل السوائل، وتشبه خطوط أنابيب نقل المخاليط خطوط أنابيب السوائل.

وتعتمد أنابيب النقل على قوة ضغط يتم ضخها في بداية الأنابيب لتجعل سرعة تدفق السوائل لا تقل عن 24 كلم/الساعة وتصل في الغاز إلى 8 كلم/الساعة. وتتوافر خطوط الأنابيب في السعودية من آبار النفط في اتجاه الخليج العربي لتنقله إلى البحر الأحمر بمسافة 1400 كلم، ويوجد أيضاً شبكة خطوط نقل في مصر واسعة لنقل الغاز الطبيعي بعد معالجته وتوصيله إلى المنازل في أقاليم كثيرة، كما توجد شبكة أنابيب لنقل النفط الخام إلى المصافي ومعامل التكرير.

ويوجد لدى روسيا واحد من أطول خطوط الأنابيب في العالم، وهو خط أنابيب الصداقة، الذي ينقل الزيت لمسافة 4000 كلم من جبال الأورال في روسيا إلى جمهورية تشيكيا وألمانيا والمجر وسلوفاكيا، ويوجد خط آخر بطول أكثر من 6400 كلم ينقل الغاز الطبيعي من غربي سيبيريا إلى النمسا، وألمانيا، وبلجيكا، وهولندا، وفرنسا، وإيطاليا

3. كيف يتم تنظيف انابيب النفط : يتكون من مواد غازية ومواد صلبة وسائلة ، لكن مع مرور الزمن تبدأ تلك المواد بالترسب على محيط الانابيب التي تقوم بضخ النفط من مكان لآخر او من دولة لأخرى . ولكن عملية تنظيفها بعدا ان تم تمديدها تحت الارض او عبر المحيطات شيء مكلف وليس من السهل اعادة نزع تلك الانابين من الارض وتنظيفها ، لذلك اهتم المختصون في ايجاد طريقه جيده وغير مكلف ولحل هذه المشكلة على المدى البعيد وطبعاً تم تطوير تقنية pipelines pigs وهذا اللفظ معناه خنازير الانابيب وهو المقصود به ان عباره عن اداة اسطوانية الشكل تتحدب من الامام بشكل بارز يتم ادخالها في انابيب النفط على عدة مراحل ضمن سلسل من تلك الانابيب وبعد تجربتها عدت مرات على جميع احجام الانابيب واشكالها تم عمل فتحة خاصة في كل انبوب لتتيح فرصة تنظيفها بسهولة وبشكل دوري حتى يدوم عمرها ويتقلل صيانتها.

4.الخزانات النفطية : في الوقت الذي لا تخلو منطقة نفطية من هذا الهيكل الاسطواني الكبير والذي يقوم بمهمة خزن النفط الخام او مشتقاته لغرض تصريفه حسب الحاجة الا ان الكثير من الكوادر النفطية تجهل التفاصيل الدقيقة لهذه الخزانات وكل ما تراه هو ذلك الاسطوانة الكبيرة التي تخزن فيها النفط علماً بأن الموضوع يستحق الدراسة والنظر في المحتوى العلمي والعملي له ، تعرف الخزانات النفطية بأنها الوعاء المعدني الاسطواني الشكل والذي يتواجد في محطات العزل النفطية Degassing Stations او في مستودعات النفط للخزن و التصريف Reservoirs وللتعريف العام لكلتا الحالتين لابد أن نتطرق بشكل سريع لمعنى المحطة النفطية ومعنى المستودع .لغرض تصنيف الخزانات النفطية لابد من معرفة أن هنالك عدة أسس لتصنيف الخزانات وقد يجتمع تصنيفان أو أكثر في خزان واحد وسنوضح كيفية تصنيف هذه الخزانات موضوع البحث بالتفصيل وكما يلي:

1.التصنيف على أساس الضغط Internal Pressure Tanks : خزانات ذات الضغط الداخلي جوي خزانات ذات ضغط داخلي واطئ Atmospheric Presser Tanks Low Presser Tanks .

2. الخزانات ذات ضغط داخلي واطئ : فهي تعتمد طريقة تصميم معينة تؤهلها لاستخدام النفط الخام الذي تم عزل الغاز عنه في محطات العزل وفي مستودعات تصدير النفط ويكون تصميمه حسب المواصفات العالمية API Standard 650 . أما خزانات ذات ضغط داخلي واطئ فتعتمد طريقة مختلفة للتصميم تؤهلها للاستخدام المشتقات ذات الضغط البخاري العالي High VP وكذلك الأبخرة و الغازات ولكن على ان لا يزيد الضغط الداخلي على (PSI 15) والا تحولت الى اوعية ضغط Presser Vessels وتسمى المواصفة التي تصمم بموجبها هذا النوع من الخزانات API Standard 620 .

2.التصنيف على اساس القطر Tanks Diameter:خزانات ذات اقطار صغيرة ومتوسطة خزانات ذات اقطار كبيرة

Small & Medium Diameter Tanks Large Diameter Tanks

– تكون الخزانات ذات الأقطار الصغيرة والتي تصل اقصى قطر لها 60 Meter حيث تستخدم لها طريقة تصميم معينه وهي طريقة One Foot Method .

– أما الخزانات ذات الأقطار الكبيرة فقد تصل أقطارها الى 120 Meter وتستخدم طرق أخرى لتصاميمها مثل طريقة Variable Design Method .

هنالك عدة انظمة لتصاميم الخزانات النفطية منها :

أ– النظام الأمريكي Api

ب– النظام الروسي GOST

ج– النظام البريطاني BS

وكما لكل نظام ضوابطه وشروطه فأن المعاون المستخدمة لتصنيع هذه الخزانات تكون مختلفة من نظام الى آخر علماً بأن بعض المعاون قد تكون متكافئة من الناحية الكيمياوية والفيزيائية ولكن تبقى بعض الاختلافات التي قد تكون غير ملموسة على المدى القريب ولكن تأثيراتها تظهر في المستقبل البعيد كاختلاف نسب بعض العناصر الكيمياوية مثل لتصاميم الخزانات عدة مراحل وهي :

أ.معرفة صنف الخزن : يجب معرفة صنف وحجم الخزان قبل الشروع بوضع اي معادلة للتصميم فاذا كان المنتج يخزن بالضغط الجوي سوف يستخدم الواصفة Api Standard 650 واذا كان ذو ضغط داخلي لغاية 15 PSI سوف يستخدم المواصفة Api Standard 620 وهكذا بالنسبة لباقي التصنيفات كما ذكرنا سابقاً في تصنيف الخزانات .

ب. معرفة خواص المنتج : الذي سيتم خزنه في الخزان حيث أن زيادة نسبة GOR تؤثر تأثيراً كبيراً على قياس أنبوب خروج الغاز Flare Pipe وكذلك تحديد الحاجة الى برج عزل داخل الخزان ام لا Degassing tower إضافة الى التأثير على عدد وقياس صمامات الأمان .هذا من جهة ومن جهة أخرى يجب معرفة المحتوى الكبريتي للنفط كون زيادة نسبة الكبريت عن المعتاد في النفط الخام يؤدي الى تسريع عملية التأكل للمعادن وهنا لابد من استخدام معادن حسب متطلبات المواصفات العالمية sour services requirements .

1. تصاميم الاسس (Foundation) :

من اهم العمليات في تصميم الخزان هو معرفة نوع التربة التي سوف ينصب الخزان عليها وبالخصوص قابلية تحمل التربة (Soil Bearing value) وهذه القيمة تحدد مستوى ارتفاع السائل في الخزان في الحالة الاعتيادية حيث أن كل (1 TON /m2) يعني ارتفاع السائل (1 m) محسوبا" على اساس كثافة الماء وبالتالي فأن ارتفاع السائل في الخزان سوف يعكس ارتفاع الخزان نفسه .

ويمكن معالجة حالة ضعف التربة بواسطة عدة طرق انشائية نذكر منها ما يلي:-

أ- أستبدال التربة بواسطة الجلمود (بأحجام مختارة) .

ب- تثبيت التربة بواسطة الأوتاد الكونكريتيه (PILES) .

ج – عمل قاعدة كونكريتيه تستند الى جسور كونكريتيه مستمرة .

والى أخره من المعالجات التي دائماً ما تكون ناجحة في معالجة الحالة .

فبعد اجراء المعالجة على التربة يأتي دور تصميم القاعدة الأرضية (Erath Foundation) وهي على نوعين :-

النوع الأول :- قاعدة ارضية بطوق كونكريتي(Earth Foundation with concrete ring wall) :-

للخزانات الكبيرة والثقيلة وذات ارتفاع عالي وذات سقف ثابت ذاتياً (Self Supporting Roof) وللخزانات ذات السقف العائم من المهم جداً اتباع هذا النوع من التصميم الانشائي للقاعدة الارضية .ولهذا التصميم امتيازات جيدة ومساوئ ولكن امتيازاته اكثر بكثير من مساوئه .

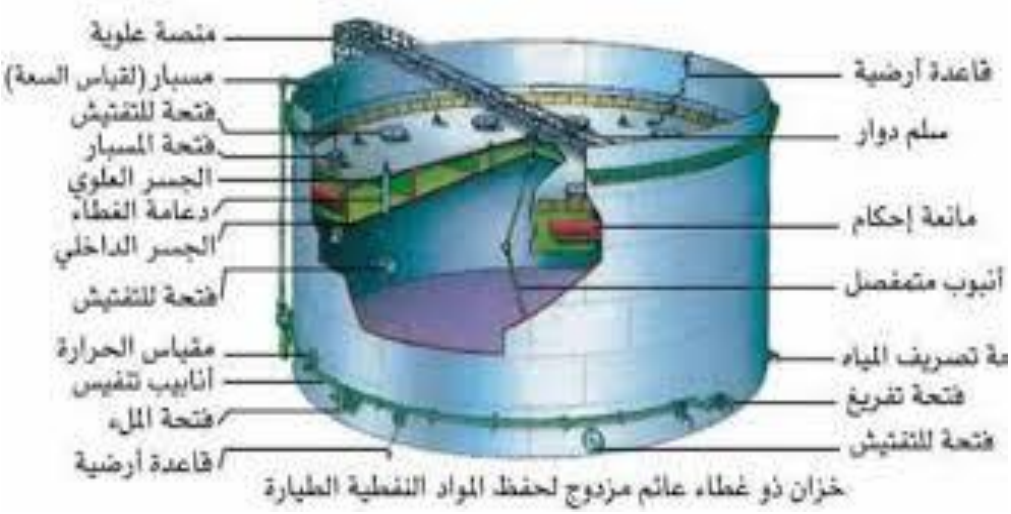
النوع الثاني : قاعدة ارضية بدون طوق كونكريتي (Earth Foundation Without ring wall) وهي التي يمكن استخدامها عندما تكون التربة ثابتة ومستقرة وكذلك قابلية تحملها عالية وتستخدم في الغالب الى الخزانات الصغيرة وذات الارتفاعات الواطئة .

في كل الأحوال يجب أن لا يقل سمك صفيح القاعدة عن (6 ملم) على ان يضاف لهذا السمك سماحية التآكل (Corrosion Allowance) حسب طبيعة المنتج من ناحية المحتوى المائي والملحي والكبريتي حيث ان العلاقة طردية بين هذه القيمة وبين المحتويات المذكورة . يتضح جليا" مما تقدم شرحه ان الخزان عبارة عن منظومة متكاملة من ناحية الأجزاء أو من ناحية الاختصاصات وبذلك نستنتج ما يلي :

1- ان تضرر أي جزء من الخزان فان ذلك يعني توقفه عن العمل لحين اكمال التصليحات اللازمة وقد تستغرق هذه العملية وقتا" طويلا" مما يؤثر بشكل كبير على اداء المحطة بسبب نقصان الطاقة الخزنية وبالتالي ينعكس على الوارد الاقتصادي من هذه المحطة .

2- يحتوي الخزان على منظومات من مختلف الاختصاصات ففيه المنظومات الميكانيكية والمنظومة الكهربائية ومنظومة السيطرة والنظم ومنظومة الحماية الكاثودية ومنظومة الصواعق ...الخ وهذه المنظومات يجب ان تحتسب بدقة ويتم اختيار الأنواع التي ثبت كفاءتها مسبقا" .

3- اختيار الصفيح يجب ان يتناسب مع مواصفات وتركيبة المائع الذي سيخزن فيه .



خزان ذو غطاء عائم مزدوج لحفظ المواد النفطية الطيارة

5.المحطة النفطية (محطة عزل الغاز Degassing Stations) : وهي المحطة التي ترتبط بها آبار النفط حيث يتم استخراجه وعزل الغاز منه في هذه المحطة وذلك بتجميع النفط القادم من الآبار بواسطة مجمع الانتاج production manifold وارساله الى عازلات الغاز separators ويتم فيها التخلص من الغاز المصاحب للنفط الخام ففي بعض المحطات يكون الخزان فقط لخزن وتصريف النفط الخام وفي البعض الآخر يكون الخزان لديه وظيفة عزل نهائية للغاز المصاحب وفي جميع الاحوال تتبقى نسبة من الغاز في النفط مما يستدعي وضع تراكيب ومنظومات خاصة في الخزانات للتخلص من الغازات المنعزلة داخل الخزان .فبعد ان يصل النفط الى هذه الخزانات وارتفاع المنسوب الى مستوى يمكن منظومة الضخ في المحطات من العمل بالكفاءة المطلوبة يتم ضخ النفط الميت dead crude oil الى المستودعات النفطية عبر انابيب الضخ الى منصات التحميل عبر المنافذ البحرية او البرية

6. المستودعات النفطية : وهي المكان الذي يتم خزن النفط به بخزانات كبيرة السعة لغرض ضخه بواسطة منظومة الضخ الخاصة بالمستودع الى أنابيب التصدير والمنصات العائمة

في البحر .مما تقدم أعلاه يتبين وجود خزانات في المحطات النفطية Degassing Stations وفي المستودعات ونستدل على أن أحجام الخزانات في المستودعات النفطية أكبر بكثير من أحجامها في المحطات النفطية مع وجود اختلاف في تفاصيل المنظومات لكل نوع من الخزانات .

منصة النفط oil platform/ المنصة الساحلية :

ويطلق عليها خطأ أحيانا **رافعة نفط** وهي بناء ضخم يحتوي على مرافق حفر، لاستخلاص ومعالجة النفط والغاز الطبيعي، وللتخزين المؤقت للمنتج حتى يتم توصيله للشاطئ حيث تُجرى عمليات التكرير والتسويق. في أحيان كثيرة، تحتوي المنصات على مرافق لإسكان العمال. حسب الاحتياجات، قد تكون المنصات ثابتة في قاع المحيط، أو تتكون من مجموعة جزر صناعية، أو يمكن أن تكون عائمة ويمكن أيضا أن يتم توصيل الآبار المغمورة بالمنصة عن طريق الخطوط العائمة وconnections umbilical؛ وقد تتكون تلك الآبار المغمورة من آبار مفردة أو مركز يتشعب منه آبار متعددة. في عام 1891 تم حفر أول آبار نفط تحت البحر من منصة بنيت على مواسير على المياه العذبة في بحيرة سانت ماريز العظمى (خزان مقاطعة مرسر) في أوهايو. الخزان العريض الضحل قد بني من عام 1837 حتى 1845 لتوفير المياه لقناة ميامي وإيري. وعام 1864 حُفرت أول آبار نفط تحت البحر في المياه المالحة في جزء من حقل سمرلاند الممتد تحت قناة سانتا باربرا في كاليفورنيا. تم حفر الآبار من أرصفة تمتد خارجة من البر حتى القناة.

منصة بحرية في خليج المكسيك

أنشطة حفر تحت البحر شهيرة أخرى وقعت على الجانب الكندي لبحيرة إيري في عقد 1900 وبحيرة كادو في لويزيانا في عقد 1910. بعدها بفترة قصيرة، تم حفر آبار في مناطق المد والجزر على إمتداد ساحل الخليج في تكساس ولويزيانا. حقل گوز كريك بالقرب من باي‌تاون، تكساس هو أحد الأمثلة على هذا. في عقد 1920، أجري الحفر من منصات خرسانية في بحيرة مراكايبو، ڤنزويلا. أقدم بئر تحت البحر مسجل في قاعدة بيانات إنفيلد البحرية هو بئر بيبي‌هيبة الذي بدأ الانتاج في 1923 في أذربيجان. وقد أُستُخدِم الردم لرفع الأجزاء الضحلة من بحر قزوين. في مطلع عقد 1930، طورت شركة تكساس أول صندل متحرك من الصلب للحفر في المناطق الساحلية المالحة من الخليج.

عام 1937 شركة پيور للنفط (حالياً جزء من شركة شڤرون) وشريكتها شركة سوپريور أويل (الآن جزء من إكسون موبيل) باستخدام منصة ثابتة لتطوير حقل على بعد 4.3 م داخل المياه، و1.6 كم من ساحل كالكاسيو پاريش، لويزيانا.

عام 1946، شركة ماگنوليا پتروليوم (حالياً جزء من إكسون موبيل) أقامت منصة حفر على 5.5 متر في المياه، 18 ميل من ساحل سانت ماري پاريش، لويزيانا.[بحاجة لمصدر]

في أوائل 1947 أقامت سوپريور للنفط منصة حفر/إنتاج على بعد 6.1 متر في المياه حوالي 18 ميل من ڤرميليون پاريش، لويزيانا. لكن كانت كِر–مكگي للصناعة النفط (حالياً شركة أنادارکو پتروليوم)، كمشغل للشركاء فلپس پتروليوم (كونوكو فيلپس) وستانولیند للنفط والغاز (ب پ)، التي أنهت بئر المياه الضحلة التاريخي البلوك 13 في أكتوبر 1947، قبل أشهر من أن تقوم سوپريور فعلياً بحفر اكتشاف من منصة ڤرميليون الأكثر بعداً عن الشاطئ. على أي حال، جعل هذا من بئر كِر–مكگي أول اكتشاف نفط يتم حفره out of sight of land.[1][2]

حصون مونسل البحري من الحرب العالمية الثانية تعتبر السلف المباشر للمنصات البحرية الحديثة. تم بناؤها في فترة قصيرة جداً، بعدها تم تعويمها إلى موقعها ووضعها على القاع الضحل لمصب نهر التايمز.[2][3]

الأنواع

المنصات البحرية الأكبر في البحيرات والبحار وبريمات الحفر هي بعض أكبر المنشآت القابلة للتحريك في العالم. وهناك عدة أنواع من منصات وبريمات النفط:

من اليسار: 1, 2) منصات ثابتة تقليدية؛ 3) البرج المطاوع؛ 4, 5) رصيف رِجل الشد بالرسو الرأسي ورجل الشد الصغير؛ 6) الصاري Spar ؛ 7,8) شبه غاطسة؛ 9) منشأة طافية للانتاج والتخزين والتفريغ؛ 10) إتمام تحت البحر وربط إلى المنشأ المضيف.[4]

المنصات الثابتة

منصة ثابتة مرتكزة على بناء في نهر لويزيانا.

هذه المنصات مبنية على أرجل من الخرسانة أو الصلب، أو كلاهما، مثبّتة مباشرة في قاع البحر، داعمةً سطح بفراغ لبريمات الحفر، منشآت الانتاج وثكنات الطاقم. مثل تلك المنصات، بحكم عدم قابليتهم للتحريك، يُصممَّوا للاستخدام بعيد المدى (على سبيل المثال، منصة هايبرنيا). وتُستخدَم أنواع مختلفة من المنشآت، قميص الصلب، قيسونات خرسانية، صلبة طافية وحتى خرسانية طافية. قمصان الصلب Steel jackets هي مقاطع رأسية مصنوعة من أعضاء صلب أنبوبية، وعادة ما يُخوزَقوا في قاع البحر. منشآت القيسونات الخرسانية، التي كان رائدها مفهوم كونديب Condeep، كثيراً ما تضم تخزين للنفط في خزانات تحت سطح البحر، وتلك الخزانات كثيراً ما تُستخدم في المساعدة على الطفو، مما لهم أن يتم إنشاؤهم بالقرب من الساحل (الفيوردات النرويجية والألسنة البحرية الاسكتلندية يشيع استخدامهم لأنهم محميون وذوو عمق كافي) ثم يُعوَّموا إلى موقعهم النهائي حيث يتم إغراقهم إلى قاع البحر. المنصات الثابتة تمتازوا بجدواهن الاقتصادية للتركيب في أعماق مياه حتى نحو 1,700 m 520) ft).

الأبراج المتوافقة

هذه المنصات تتكون من أبراج ضعيفة مرنة وأساس ركامي يدعم سطح السفينة التقليدي من أجل عمليات الحفر والانتاج. الأبراج المتوافقة مصممة للحفاظ على الانحرافات الجانبية القوية والقوى، وتستخدم عادة في أعماق مياه تتراوح من 370 إلى 910 متر.

المنصات شبه المغمورة

المقالة الرئيسية: منصة شبه غاطسة

ويكون لهذه المنصات هياكل (أعمدة وطوافات) ذات طفو كافي ليجعل المنشأ طافياً، على أن يكون وزنه كافي لإبقاء المنشأ منتصباً. المنصات الشبه مغمورة يمكن نقلها من مكان إلى مكان؛ يمكن تثقيلها أو تخفيف الثقل بتغيير كمية التدفق في خزانات الطفو؛ وهي ترسو بصفة عامة بواسطة مجموعة سلاسل، حبل سلك أو حبل پوليستر، أو كلاهما، أثناء عمليات الحفر أو الانتاج، أو كلاهما، ويمكن أيضاً الإحتفاظ بها في المكان باستخدام تموضع ديناميكي. ويمكن استخدام المنصات شبه الغاطسة في أعماق مياه من 60 إلى 3.000 متر.

حفارات جاك-أپ

حفار جاك-أپ بطول 400 قدم تجره قاطرات، خليج كاچماك، ألاسكا

المقالة الرئيسية: حفار جاك-أپ

وحدات الحفر المتنقلة جاك-أپ (أو جاك-أپ)، كما يوضح الاسم، هي حفارات يمكن رفعها فوق البحر باستخدام أرجل يمكن خفضها، بما يشبه بشكل كبير الرافعات. وحدات الحفر البحري المتنقلة هذه عادة ما تستخدم في أعماق مياه أكبر من 120 متر. وهي مصممة

للنقل من مكان لآخر، ثم تثبت نفسها بنشر الأرجل على قاع المحيط باستخدام نظام غيار جريدة مسننة على كل رجل.

سفن الحفر

سفينة الحفر هي مركبة بحرية مزودة بجهاز (بريمة) حفر. غالباً ما تستخدم للحفر الاستكشافي لآبار النفط أو الغاز الجديدة في المياه العميقة لكنها تستخدم أيضاً في الحفر العلمي. الإصدارات المبكرة كانت قد بنيت على هيكل ناقلة معدل، لكن التصميمات التي بنيت لهذا الغرض لا تزال تستخدم حتى اليوم. معظم سفن الحفر مجهزة بنظام تموضع ديناميكي ليحافظ على التموضع فوق البئر. يمكنها الحفر في أعماق مياه أكبر من 3.700 متر.[5]

رابعاً: أنظمة تخزين وتفريغ الانتاج الطافية

الأنواع الرئيسية لأنظمة الإنتاج الطافية هي مخزن الانتاج الطافي والتفريغ FPSO (نظام انتاج طافي، تخزين، تفريغ). تتكون هذه الأنظمة من منشآت ضخمة وحيدة الهيكل، عامة (وليس دائماً) على شكل سفينة، مزودة بمرافق معالجة. هذه المنصات ترسو في الموقع لفترات طويلة، وفي الواقع لا تحفر للتنقيب عن النفط أو الغاز. بعض المتغيرات في هذه التطبيقات، يسمى وحدة التخزين والتفريغ الطافية FSU (نظام التخزين والتفريغ الطافي) أو وحدة التخزين الطافية، وتستخدم حصرياً لأغراض التخزين، وبها عدد محدود جداً من معدات المعالجة. تعتبر هذه واحدة من أفضل مصادر للحصول على انتاج طافي.

أول مرفق غاز طبيعي مسال طافي هو حالياً تحت التطوير. انظر قسم الأمثلة الشائعة نسبياً.

المقالة الرئيسية: منصة رجل الشد

منصات رجل الشغل هي منصات طافية تربط لقاع البحر بطريقة من شأنها أن تلغي معظم الحركة العمودية للهيكل. منصات رجل الشد تستخدم في أعماق المياه التي تزيد عن حوالي 2.000 متر. منصات رجل الشد "التقليدية" هي عبارة عن تصميم بأربع أعمدة تشبه المنصات الشبه غاطسة. الإصدارات Proprietary تشمل منصات رجل الشد الصغيرة سيستار وإمأوإسإيإس؛ وهي ذات تكلفة منخفضة نسبياً، تستخدم في أعماق مياه بين 180 و1.300 متر. تستخدم منصات رجل الشد الصغيرة أيضاً كمرفق، منصات سواتل أو انتاج مبكر لاكتشافات المياه العميقة الأكبر.

المقالة الرئيسية: منشأ يعتمد على الجاذبية

المنشأ المعتمد على الجاذبية قد يكون صلب أو خرسانة وعادة ما يتم إرساؤه مباشرة عى قاع البحر. المنشأت الصلب المعتمدة على الجاذبية تستخدم في الغالب عندما لا يكون أو يكون هناك توافر محدود للصنادل الرافعة لنصب المنصات البحرية الثابتة التقليدية، على سبيل المثال في بحر قزوين. هناك منشآت صلب تعتمد على الجاذبية عديدة في العالم اليوم (مثال تركمنستان واترز البحرية (بحر القزوين) ونيوزيلاند البحرية). المنشأت الصلب المعتمدة على الجاذبية توفر قدرة تخزين الهيدروكربون. ويتم تركيبها بشكل أساسي عن

طريق جذبها للفناء، سواء عن طريق السحب الرطب و/أو السحب الجاف، وتركب نفسها عن طريق التثقيل الموجه للمقصورات على سطح الماء. لتموضع المنشأت المعتمدة على الجاذبية أثناء التركيب، قد يتم توصيلها إما بصندق نقل أو أي صندق آخر (شريطة أن يكون بحجم كبير بما يفكي لدعم المنشأ المعتمد على الجاذبية) باستخدام رافعات بالأحبال. ستفك الرافعات تدريجياً بينما يتم تثقيل المنشأ المعتمد على الجاذبية لضمان أنها لن تميل كثيراً عن الموقع المستهدف.

المنصة الصارية برج الشيطان

المقالة الرئيسية: منصة صارية

ترسو الصواري على قاع البحر مثل منصات رجل الشد، لكن في حين أن منصة رجل الشد تمتلك حبال شد عمودية، فالصارية بها خطوط إرساء أكثر تقليدية. السواري حتى اليوم تم تصميمها في ثلاث تكوينات: الصارية ذات البدن الاسطواني من قطعة واحدة "التقليدية"،

"صارية الجمالون" حيث القسم الأوسط منها يتكون من عناصر جمالون متصلة بالبدن الطافي العلوي (يسمى الخزان الصلب) مع خزان مرن علوي يحتوي على ثقالة دائمة، و"صارية الخلية" والتي تبنى من اسطوانات عمودية متعددة. الصارية أكثر ثباتاً عن منصة رجل الشد حيث أن لديها ثقل موازن أكبر عند القمة ولا تعتمد على الإرساء للاحتفاظ بها قائمة. كذلك لديها قدرة، عن طريق ضبط توترات خط الإرساء (باستخدام رافعات سلاسل مربوطة على خطوط الإرساء)، لتنتقل أفقياً وتضع نفسها فوق الآبار على مسافة قصيرة من موقع المنصة الأصلية. أول صارية كانت نپتون من انتاج شركة كر–مككي، والتي كانت ترسو في عمق 590 م في خليج المكسيك؛ أيضاً كانت هناك صواري (مثل صارية برنت) والتي كانت تستخدم كمخازن طافية للانتاج والتفريغ.

برج الشيطان، التابعة لشركة إني، تقع في عمق 1.710 م من الماء، في خليج المكسيك، وكانت أعمق صارية في العالم حتى 2010. أعمق منصة في العالم حالياً هي پرديدو منصة في خليج المكسيك، تطفو على عمق 2.438 من الماء. تشغلها رويال دتش شل وبنيت بتكلفة 3 بليون دولار.[6][7]

أول صواري جمالون كانت بومڤانگ ونانسن من انتاج كر–مككي.[بحاجة لمصدر] أول صارية خلية (والوحيدة) هي رد هوك من انتاج كر–مككي.[8]

المقالة الرئيسية: تركيبات غير مأهولة في المعتاد

هذه التركيبات (تسمى أحياناً toadstools) هي منصات صغيرة، تتكون من خليج بئر، مهبط طائرات ومأوى للطوارئ. هذه التركيبات مصممة للتشغيل عن بعد في الظروف العادية، ليتم زيارتها في بعض الأحيان للصيانة الروتينية أو لأعمال البئر.

أنظمة الدعم الموصلة