With reference to Four Gulf Countries Experience

Dr. Abdul Jabbar .Al-Hilfi

Many Oil Failds came to it's Peak therefore it is impossible to product Oil by normal injecting , for that reson many Oil contries used enhance Oil recovery techniques to incras production to get more monetary benefits.

many countries producted about 35m b/d in 2006 by using many technical means, like injecting by Co2 and injecting by and Nitrogen Gas ,and usd smart wells. The research Concerned with four Arab Gulf Contries Experiences . KSA. UAE. Kuwet .and Dman

تقنيات الاستخلاص النفطي المدعم إشارة الى تجارب أربع دول خليجية

د. عبد الجبار عبود الحلفي
مركز دراسات الخليج العربي
جامعة البصرة

ملخص :

بلغ الكثير من الحقول النفطية في العالم الى مرحلة النضج ولم يعد بالإمكان إنتاج النفط بالحقن الاعتيادي ولذلك لجأ العديد من الدول النفطية إلى استخدام تقنيات الاستخلاص النفطي المدعم . لغرض زيادة الإنتاج. ومن ثم الحصول على عوائد نقدية أكثر . ففي العام 2006 جرى إنتاج نحو 35 مليون ب/ي باستخدام عدة تقنيات تمثل بعضها في حقن غاز Co2. والحقن بالبوليمر وغاز النتروجين . واستخدام الآبار الذكية

ويتطرق البحث الى تجارب أربع دول خليجية هي السعودية ، الإمارات ، الكويت ، عمان.

المقدمـة :

تشير كافة التوقعات الخاصة بدراسة اسواق الطاقة الى ان النفط سيبقى الى عدة عقود قادمة مصدرا" اساسيا" للطاقة . وهذا الامر يتطلب توفير كميات اكبر من هذا المصدر للمستقبل نظرا" لزيادة الطلب عليه فخلال السنوات العشر التي مضت (1997–2007) ازداد الطلب على النفط بمقدار اكثر من اثنتا عشر مليون ب/ي . من 4 ،73 مليون ب/ي الى 7 ،85 مليون ب/ي[1] . ومن المحتمل ان يتجاوز الطلب حاجز الـ(110 مليون ب/ي) سنة 2020. وان تبقى حصة النفط من اجمالي استهلاك الطاقة مرتفعة تبلغ نحو 40% سنة 2025 [2] .

لذلك أصبح من الضروري البحث المتواصل عن اساليب مبتكرة تزيد من الاحتياطي القابل للانتاج عن طريق زيادة معامل الاستخلاص النفطي ، خاصة وان المؤشرات تدل على ضعف امكانية زيادة الاحتياطيات من دول خارج اوبك . بل ومن بعض دول اوبك ايضا" . حيث تبقى دول الخليج العربي هي المرشح المحتمل لزيادة تلك الاحتياطيات[3] .

لذلك بدأت الكثير من الدول المنتجة للنفط باستخدام طرق الاستخلاص النفطي منذ مطلع النصف الثاني من الثمانينات تقريباً. ففي العام 2006 جرى انتاج نحو 35 مليون ب/ي بأستخدام عدة تقنيات في مختلف مناطق العالم. بطرق تمثلت في حقن غاز CO_2 والبوليمرات ، وغاز النتروجين والطرق الحرارية . والغازات الهايدروكاربونية كانت حصة المكسيك منها 42%والولايات المتحدة 20% . وفنزويلا 10% واندونيسيا والصين 6% لكل منهما والهند 1% [4] .

هذا البحث يتطرق الـى الموضوعات الخاصة بتقنيات الاستخلاص النفطي ويتضمن الفقرات الاتية :

- فرضية البحث .
- اهمية البحث .
- مشكلة البحث .

اولا" : اطار نظري .

ثانيا" : تقنيات الاستخلاص النفطي المدعم (E.O.R).

ثالثا" : تجارب خليجية في تقنيات الاستخلاص النفطي المدعم .

رابعا": الخاتمـة والاستنتاجات .

– **فرضية البحث** : ((ان تقنيات الاستخلاص النفطي المدعم في بلدان مجلس التعاون الخليجي ادت الى نتائج ايجابية في رفع معامل الاستخلاص وزيادة الاحتياطيات النفطية الجيولوجية وفتحت افاقا" جديدة في الصناعة النفطية)).

– **أهمية البحث:** تنطلق أهمية البحث من ان الطرق التقليدية للاستكشاف والانتاج النفطي كالحقن بالماء . تجعل البلد المنتج والمصدر للنفط والغاز يفقد كميات هائلة من الهايدروكاربونات المكتشفة في مصائدها الجيولوجية ، مع تزايد الطلب على النفط وزيادة اسعاره ، فأن تقنيات الاستخلاص النفطي الجديدة تضيف احتياطيات جيولوجية جديدة . وتخفض من كلفة الانتاج والتشغيل . وهي بذلك تضيف عوائد مالية لم تكن محسوبة من قبل .

– **مشكلة البحث:** ان معظم الدراسات المستقبلية تشير الى ان دول الخليج العربي وبخاصة دول مجلس التعاون الخليجي ستكون هي الضامن الاول لتدفق الامدادات النفطية للعقود الثلاثة القادمة . لما تتوفر في اراضيها من احتياطيات ضخمة غير مكتشفة . لذلك فأن تعظيم تلك الاحتياطيات لن يتأتى عن طريق استخدام الاساليب التقليدية في الاستكشاف والانتاج لكونها تخلف فاقدا" ضخما" من النفط في المكائن النفطية . وهي بذلك تجعل البلد المنتج يفقد عوائد مالية ومخلفات CO_2 ضخمة أولا. وثانيا" ان الانبعاثات من الملوثات خاصة غاز الغاز الطبيعي تلوث البيئة بشكل مستمر . بينما تستثمر تقنيات الإنتاج الجديدة هذه الغازات لاغراض الحقن لرفع معامل الاستخلاص النفطي ، ومن ثم تخليص البيئة من التلوث من عمليات الصناعة النفطية .

اولا" : اطار نظري

منذ ان حفر (ايدوين دريك) في العام 1859 اول بئر في (تيوسفيل) بولاية بنسلفانيا. فأن انتاج النفط كان يتم بطريقة الضغط المكمني الاولي والذي يبلغ كمعدل وسط 400 درجة مئوية على كل سم^2 [5] . ولم يصل بئر دريك الاول الى النفط الا على عمق يقل عن 70 قدما". كما لم يزد انتاجه عن 20 برميلا" يوميا"[6] اما اليوم فأن العمق قد يتجاوز الـ(4000) قدم في الحقول البرية . اما في الحقول البحرية فأنه يتجاوز 20 الف قدم . كما ان الشركات النفطية العملاقة اصبحت على استعداد بأن تنفق عشرات المليارات من الدولارات في حقول النفط النائية .

وكان الحفر العمودي هو السائد طوال القرن التاسع عشر وحتى ثمانينات القرن الماضي ، لكن تزايد الطلب على النفط والخوف من انخفاض الامدادات وتزايد دور شركات النفط الوطنية في دور اكبر في اسواق النفط وتماسك اعضاء اوبك. وتوقف نسبة استخلاص الاحتياطيات الجيولوجية للنفط بمعدل وسطي للاسترجاع (Average recovery rate) في كل انحاءالعالم عند نسبة (70– 35%)[7] . بمعنى ان من كل النفط الذي يثبت وجوده في مستودع ما. لاتستطيع

الشركات المنتجة ان توصّل الى السوق سوى ثلثه بالكاد كل ذلك وغيره ، دعا شركات النفط العملاقة الى البحث عن طرق جديدة لاستخلاص اكبر كمية من الاحتياطيات الجيولوجية والمؤكدة . ومرت تلك المرحلة بتجارب عديدة من خلال المختبرات ووحدات البحث والتطوير لكي تساعد الشركات على استخلاص نسبة تتراوح بين (60%- 70%) من تلك الاختياطيات ولم يكن الجيولوجيون ومهندسو الحقول يتوقعون في يوم ما انهم سيصلون بالحفر الى اعماق بسيطة في المياه الضحلة اذ كانوا يعتقدون بأن انواع الصخور الحاضنة والموصلة لتراكم النفط توجد فقط في التكوينات القريبة من شواطىء الانهار والبحار . لكن اليوم هناك كميات هائلة من النفط محصورة تحت المياه العميقة في المحيطات والبحار وافضل دليل على ذلك هو خليج المكسيك ، لكن ذلك يكلف الشركات نحو (30-40) مليون دولار لكل بئر استكشافية في المياه العميقة ومع ذلك ، ففي بحر الشمال البريطاني عل سبيل المثال جرى استنفاد (70-90%) من مخزون معظم الحقول الكبيرة اليوم[8] . ومن اللافت للنظر ان التقنيات الجديدة التي منحت الفرصة لكبريات شركات النفط بتحسين معدلات استخلاص النفط ، انتهت الى التعجيل بتلاشي احتياطيات هذه الحقول .

ولان الطلب يزداد على النفط فمن المحتمل ان يصل الى اكثر من 115 مليون ب/ي بحلول العام 2020 من 84 مليون ب /ي حاليا" (الربع الاول من العام 2008)[9] كما ان اجتياز الاسعار لعتبة الـ(100) دولار للبرميل يجعل الشركات النفطية الكبرى في العالم ، وكذلك شركات النفط الوطنية تبحث في تقنيات جديدة للاستكشاف والانتاج والحفر تؤدي الى اضافة احتياطيات جديدة وتعظم من الاحتياطيات المؤكدة بكلفة اقل من كلفة وسائل الاستكشاف والحفر والانتاج التقليدية التي تعجز عن استخلاص ثلثي الاحتياطيات الجيولوجية .

ثانيا" : تقنيات الاستخلاص النفطي المدعم E.O.R

ادى ابتكار التصوير الزلزالي ثلاثي الابعاد (Imaging 3D – ceismic) في اواخر ثمانينات القرن الماضي الى حدوث تحول جوهري في صناعة النفط من خلال خفض تكاليف الحفر واستغلال حقول اضافية ، والوصول الى ابعاد مكمنية لم تكن الطرق التقليدية للحفر والاستكشاف تصل اليها [10]. ففي معظم الدول النامية المصدرة للنفط ، اليوم ومنها العراق ، ثمة مهندس حقول يقود سيارته – البيك آ ب – ينتقل من بئر الى آخر ، ليسجل مرة واحدة في اليوم بقلمه وفي سجل صغير ، بعض القياسات الاساسية التقليدية المتوافرة ثم يقوم بأرسالها الى رئيسه المباشر وبدوره يأمر الاخرين في هيأة الحقول بتسجيلها على حواسيب او بأخر حاسوب خاص يالابار ، اما اليوم فأن شركات النفط العملاقة قد استبدلت هذه الطريقة وغير الدقيقة الى طرق كانت خيالية قبل عشرين عاما" مضت .

ففي مختبرات شركة (شومبرجيه) الفرنسية ابارا" مجهزة بكل شيء المجسمات الكترونية المعتمدة الى عنوانات مواقع الانترنت الفردية الى نقاط الاتصالات المرتبطة بشبكات الربط المحلية.يضاف الى ذلك ان بعض الجامعات الامريكية التي تدرس بشكل خاص صناعة النفط، مثل جامعة كولومبيا، فأن لديها مختبرات تتضمن (رقعة نفط افتراضية) متصلة Wired ستسمح بالوصول الفوري للمراقبة الميدانية لجميع العمليات النفطية ، من خلال حواسيب تستخدم شفرات دخول ملائمة[11].

وقبل خمس عشرة سنة لم يكن في الامكان حفر بئر اتجاهية(Directional Well) تمتد على مساحة 25 الف قدم .

وفي شركة شل وعلى منصة حقل اورسا على خليج المكسيك ، فأن الشركة تردها يوميا" معلومات من 30 الف نقطة بيانات محددة [12] .

كما ان ابتكار لقم الحفر الذكية. والمحسسات المغطية Encasing Sensors التي تقيس الصخور المحيطة ستستعمل كعيون واذان لرجال الحفر وستمكن هؤلاء من ضبط معدات الحفر. بحيث يمكن للقمة الحفر الوصول الى احواض النفط بدقة في كل مرة .

ان كل ماسبق من أدلة وإشارات للتقدم الحاصل في الصناعة النفطية ، تبرز ان هناك تحديات جديدة قادمة تتمثل في المضي قدما" في أساليب الإستخلاص النفطي المدعم او المعزز (E.O.R)[*] ، ويعني إنتاج النفط بأساليب غير إستخلاص النفط بأساليب ضغط المكمن او غمر المكمن بالماء . وهناك عدة أساليب للإستخلاص النفطي المدعم وأكثرها شهرة هي الاتي :

1- **الحقن بالغاز الطبيعي :-**

يستخدم حقن الغاز في المكامن التي لم يعد فيها ضغط مكمني طبيعي يرفع النفط بصورة طبيعية . عندما تصل حالة المزج بين الغاز والنفط الى درجة الاندماج فأن النفط يتدفق مع الغاز ، وبعد ذلك يتم فصله عن النفط واعادته مرة اخرى للحقن للمحافظة على ضغطه ورفع معامل الاستخلاص .

***- Enhanested Oil Recovery**

ويمكن استخدام طريقة التناوب بين الماء الساخن والغاز في المكمن لزيادة انتاجية المكمن واستخلاص اكبر كمية من الاحتياطي الجيولوجي [13] .

وينبغي في هذه الحالة اجراء عدة دراسات لمعرفة افضل الطرق للوصول الى الامثلية في رفع معامل الاستخلاص على سبيل المثال هل ان حقن الغاز في قمة المكمن افضل من حقنه في اطرافه أم ان حقن الماء في قمة المكمن افضل أم في اطرافه .

وتعتمد هذه المحاولات على تشخيص حساب نفادية الصخور ومعرفة نوع المسامية للصخور . وتوصيف الصخور بصورة اجمالية وتستخدم في هذه الحالة طريقة التصوير فائق الدقة باشعةْ X التي تقود الى وصف يعتمد عليه في التوزيع الفراغي والطبولوجي بشبكة المسامات[14] .

2- الحقن بالغاز (CO2)

تشير المصادر الى ان الانتاج الاضافي لكل مليار برميل نفط بهذه الطريقة يحتاج الى (300-400) مليون طن من غاز ثاني اوكسيد الكاربون . ولتوضيح هذه الكمية فانها تعادل تقريبا" اجمالي الانبعاثات السنوية لهذا الغاز نتيجة حرق الغاز الطبيعي في منطقة الشرق الاوسط بكاملها [15] . على ان هناك حقول غازية اكثرها في الولايات المتحدة تحتوي على غاز CO2 النقي ففي حقل (الماك المودوم) في غرب تكساس تديره شركة شل هناك احتياطي لغاز CO2 يقدر بحوالي 12 تريليون قدم مكعب [16] ، ومن فوائد الحقن بغاز CO2 زيادة استخلاص النفط . وتحرير الغازات الهايدروكاربونية المستخدمة حاليا" للحقن الى الاسواق ويتم اصطياد (Cupture) غاز CO2 بطرق عالية التقنية في الدول المنتجة للنفط والتي تحتوي على حقول غاز CO2 نقي .

ويقوم مبدأ اصطياد وحجز ثاني اوكسيد الكاربون في انبعاثات محطات الطاقة الكهربائية . ومن ثم حقن هذا الغاز في حقول النفط لرفع معامل الاستخلاص منها وبذلك تكون الفائدة مضاعفة . ومن فوائد هذا الغاز هو تخفيف اللزوجة للنفط الثقيل خاصة . او في الحقول شبه الناضبة . وبذلك ينبغي التمييز بين تخزين الغاز في حقول النفط الناضبة وبين استخدامه للاستخلاص النفطي المعزز ، ففي الحالة الاخيرة يراد تخفيض الكميات المحقونة (تخفيض الكلفة) مع رفع معدل انتاج النفط ، اما في التخزين فينظرالى زيادة الكميات المخزونة قدر الامكان مع مراعاة عدم تشغيل صخور الغطاء في المكمن[17].

أن استخدام هذا الغاز في الاستخلاص النفطي المدعم الى الصورة المثلى تحتاج الى دراسات اقتصادية. ومعرفة بكامل عملية التخزين على المدى البعيد .

ولعل اهم خاصية في هذا الغاز هي ان القدرة الحركية العالية له تساعد على خلق حالة غازية ذات كثافة متباينة لها الأثر البالغ على الاختراق داخل المكمن لتتغلب بذلك على معوقات الجاذبية . وعن طريق هذه التقنية يمكن رفع معامل الاستخلاص الى مابين (30%-50%) ، كما

يساهم في تخفيض كميات غاز الشعلة في الابار . اذ يمكن ان يصل هذا الخفض الى نسبة 90%من غاز الشعلة ولكن يجب الحذر عند استخدام co2 في المكامن اذ ينبغي وجود مخطط الحقن وسلوكه في المكمن[18]. حيث يبدأ هذا المخطط يتبنى برنامج إختباري ، تليه دراسات الضغط والحجم والحرارة مخبريا" ، ودراسة حركة الموائع نفسها والخواص البتروفيزيائية للصخور ، ووضع معايير إختبار النموذج على الحاسوب . وقد استخدمت هذه التقنيات في حقول الإمارات والكويت والسعودية وليبيا . وفي دول الأتحاد الاوربي .

3- **الحقن بالبوليمر :**

ان البوليمر Pollymer (المتعدد الاجزاء) مواد كيمياوية تخلط بنسب معينة حسب طبيعة صخور المكمن ، ومواصفاتها وتاريخ إنتاج المكمن تؤدي إضافة البوليمرات الى المياه المحقونة في الأبار لتغيير نسبة اللزوجة في المواقع لتسييل تدفقها ورفعها الى الأعلى وبالتالي تحسين كفاءة الإزاحة [19] . لكن اضافة البوليمر عملية مرتفعة التكاليف إقتصاديا" لذلك يجب دراسة فيما اذا كانت الزيادة في تكلفة إنتاج النفط سيقابلها زيادة أكبر في معامل الاستخلاص النفطي . وأكثر ماتكون الكلفة مرتفعة في المكامن التي تحقن بالمياه المالحة . وفي المكامن ذات النفط عالي اللزوجة .

ومن الأمثلة على الحقن بالبوليمرات ماتقوم به شركة توتال في حقلي داليا وكاميليا في انغولا فباستخدام طريقة الحقن بالبوليمر بمعدل 7 طن يوميا" فانه يتوقع أن يتم الحصول على زيادة في احتياطي الحقلين تصل الى 120 مليون ب/ي[20] .

وتتمثل فاعلية الحقن بالبوليمر ايضا" في آليتين . الاولى انقاص قابلية الحركة للماء ورفعها للنفط .. والثانية هي التأثير على الرقم الشعري لتحريك النفط المتبقي وذلك عبر تخفيض لزوجة النفط .

وقد استخدمت شركة نفط عمان هذه الطريقة في حقل (مرمول)[21] وتنقسم البوليمرات الى عدة انواع منها [22] :

أ- البوليمرات الغروية .

ب- البوليمرات مع منشطات التوتر السطحي مع المواد القلوية .

وقد اثبتت التجارب الحقلية ان إستخدام البوليمرات يزيد من إستخلاص النفط بنسبة (7%-15%) .

اما إستخدام البوليمرات مع منشطات التوتر السطحي فهي ترفع من معامل الاستخلاص النفطي بنسبة (15-25%) .

وهناك بوليمرات تُحدث فقاعات مجهرية تعرف بـ(Aphros) تتحول الى كبسولات في الأوساط اللزجة وبالتالي فهي تعيق حركة السوائل في الشقوق التي عادة" ماتكون السبب في فقدان سائل الحفر.

4- التشقيق الهايدروليكي (Hydraulic Fracturing)

تستخدم هذه الطريقة لزيادة الإستخلاص النفطي من خلال الوصول الى الوضع الا مثل في المكمن . خاصة عند إزدياد نسبة المياه المصاحبة وفرز المعادن التي تضمن عصر الجوارسي .كما هو الحال في جنوب العراق والخليج العربي عامة التي تتكون من توضعات الرمال Chennal Sands والرسوبيات الضحلة[23]. كما تستخدم هذه الطريقة في المعادن ذات التدفق المحدود والذي يسمح بالإنتاج غير المنتظم للأبار المحفورة على اطراف التراكيب . وحدوث ظاهرتا الترسيب والإنسداد وتشكل المستحلبات وغيرها [24] . ويؤدي التقييم الاقتصادي للمكمن دورا" فاعلا" في تحديد استخدام هذه الطريقة من خلال دراسة كلفة الانتاج قياسا" لكميات الاحتياطي الجيولوجي والمؤكد ، ونوعية درجة النفط وذلك للحفاظ على إنتاج إقتصادي في الحقل .

وقد استخدمت هذه الطريقة في أحد الحقول التونسية وأدت إلى إضافة أكثر من مليوني برميل من النفط للاحتياطيات بكلفة 5 ،1 مليون دولار . لكن هذه الكلفة يمكن أن تنخفض الى النصف في المكامن الخليجية ومنها العراق ، بسبب وجود أحواض رسوبية تتشكل من صخور كلسية سهلة التشقيق [25] .

لكن هذه الطريقة تعتمد عل التكامل بين كافة التخصصات كالجيولوجيا والجيوفيزياء، وهندسة المكامن والحفر والتقييم الإقتصادي للإنتاج .

ثالثا" : تجارب خليجية في تقنيات الاستخلاص النفطي

جرى التركيز هنا على تجارب أربع دول خليجية لأهميتها وهي السعودية ، الإمارات ، الكويت ، وعمان .

1- **المملكة العربية السعودية :-**

تبلغ الاحتياطيات الجيولوجية لشركة (ارامكو) نحو 722 مليار برميل حسب تقديرات سنة 2006 وقد أنتج منها لحد 2007 نحو 110 مليار برميل . أما الإحتياطيات المؤكدة فهي 260 مليار برميل وهناك نحو 6، 73 مليار برميل هي إحتياطيات محتملة ونظرا" لما تتميز به أسواق النفط منذ العام 2004 تقريبا" من قفزات في الأسعار والطلب فأن الشركة بدأت في إستخدام مختلف تقنيات الإستخلاص النفطي المدعم لزيادة الإحتياطيات وزيادة الإنتاج [26] ، ومن هذه التقنيات [27]:

1- استخدام طريقة الحقن بالغاز بالتبادل مع الماء. وتحقيق أكبر إتصال ممكن بالطبقة المنتجة، وذلك عبر إستخدام الحفر الموجه آنيا". وقد استخدمت هذه الطريقة في حقل (آبقيق) ، إذ بلغ أبعاد المجالات المنتجة نحو 7 كيلومترات وبلغ معدل إنتاج البئر الواحدة 7000 برميل يوميا" وهذا يشكل سبعة أضعاف الانتاجية للبئر العمودي المحفور في الحقل نفسه ، وقد بلغ معامل الإستخلاص من هذا البئر حوالي 56%، كما تستخدم ارامكو طريقة الأبار الأفقية ذات القطر القصير ، وتساهم تقنية الحفر الأفقي في اغلاق البئر المتوقفة عن الإنتاج بسبب زيادة المياه فيها (70%-80%) والوصول الى عمود الزيت المتبقي الذي يصل إجمالي سمكه الى 30 قدما" عن طريق الحفر الافقي لمسافة 1000قدم [27] .

2- **الكويت** : استخدمت الكويت طريقة الحقن بالغاز بالتبادل مع الماء لمعالجة مشكلة الإنتاج والإحتياطي في حقولها الشمالية الخمسة والتي تحتوي عل تسعة مكامن إبتدأت بالمعالجة منذ العام 1999وإنتهت في العام 2006 [28] .

وتخطط الكويت لرفع إنتاجها الى 4 ملايين برميل يوميا" في العام 2020 لذلك فأن عمليات الإستخلاص النفطي المدعم هي الوسيلة الأفضل لتنفيذ هذا المشروع . وقد قام (معهد الكويت للإبحاث العلمية) بدراسة 80 مكمنا" في عموم الكويت . وقد إنتهت الدراسة الى ان نحو 80% من المكامن الكويتية يمكن أن تنفذ فيها تقنية حقن الغاز القابل للأمتزاج بأستخدام غاز ثاني اوكسيد الكاربون والذي يمكن إصطياده من محطات الطاقة الكهربائية [29].

كما ان هذه التقنية ستساهم في الحد من التلوث البيئي بالغاز CO_2 ويعمل معهد الكويت للأبحاث العلمية بأستمرار لتطوير ورفع معايير تحديد الطرق المثلى للاستخلاص النفطي المدعم والمحسن معا" ووضع قاعدة بيانات في هذا الشأن . والسعي لتطوير كوادر بشرية مؤهلة لهذه العمليات.

3- **الامارات العربية المتحدة** :-

تنشط شركة أدنوك (ابو ظبي) في تنويع إستخدامات طرق الإستخلاص النفطي المدعم . إذ تعمل الشركة على تشغيل أكثر من 45 مشروعا" لحقن الغاز CO_2 بالتناوب مع الماء على وفق سياقات مدروسة وتقوم بأختبارات ومراقبة لتقييم إنتاجية الحقول ، وآلية عملها والريع الإقتصادي الذي يمكن الحصول عليه منها[30] ، وأثبتت الإختبارات ان حقن الغاز في قمة التركيب (خاصة في الحقول التي تحتوي على قبة غازية) من الطرق شائعة الاستخدام . ويترافق ذلك مع حقن الماء في اطراف التراكيب ، ومن أمثلة ذلك الحقل (A) الذي يتم فيه إستخدام طريقة حقن الغاز

CO_2 في قمة التركيب وحقن الماء في اطراف التركيب وبعض المناطق المتوسطة فيه ، وتتراوح النفادية في الحقل مابين 2، 0 الى 200 ميللي دارسي ، اذ تكون النفادية كبيرة في أعلى التركيب وصفيرة في الأسفل . لقد بدأ حقن الغاز في هذا الحقل في العام 1986 ، ويتم الإنتاج من 19 بئرا" فيه نفد الغاز الى 11 بئرا" منها ويتم حقن الغاز بكمية 200 مليون قدم مكعب يوميا" عبر 5 آبار حقن في قمة التركيب ثلاثة منها عمودية ، وهناك بئران أفقيان يساهمان في حقن نحو نصف حجم الغاز المستخدم[31]. وتستخدم ابو ظبي طريقة حقن الغاز بالتناوب مع الماء وذلك في الحقل (B) الواقع في الأراضي المغمورة اذ يتم حقن الغاز من بئر عمودي بينما يكون الإنتاج من بئرين افقيين ويجري حقن الماء من 4 آبار محيطة ، وقد أثبتت هذه الطريقة نجاحا" باهرا" في هذا الحقل عندما إزداد معدل الإنتاج اليومي بنسبة 400% منذ بدء الطريقة عن وضعه الاساسي .كما تستخدم الشركة طريقة أخرى تمثلت في حقن الغاز الغني بثاني اوكسيد الكاربون وثاني كبريتيد الهايدروجين في مشروع تجريبي في الحقل (D) البحري . وقد ساهم هذا المشروع في خفض كميات غاز الشعلة ، إذ إنخفض من 6، 9 مليون قدم مكعب / يوم عام 2000 الى 6 ،0مليون قدم / يوم في العام 2005 . واخيرا" دلت التجارب على ان إستخدام حقن الماء وحقن الغاز يمكن ان يرفع الإستخلاص إلى أكثر من 60% [32] .

وفي تجارب أخرى في دبي على مكمن كاربونات غير متجانس الخواص يقع في حقل بري عملاق يتكون المكمن الرئيسي من ثلاثة نطاقات . تكون المسامية والنفاذية عالية في قمتها . بينما تنخفض بأتجاه الاطراف وضغط المكمن مازال فوق ضغط الإشباع. وبهذه الخصائص ، فان حقن الماء في أطراف التركيب لن يكون كافيا" للمحافظة على معدل الانتاج وقد أُجريت عدة دراسات وإختبارات لإختيار أفضل الطرق للأستخلاص المدعم . وأظهرت النتائج إن أفضل الطرق يتمثل في حقن الغاز في قمة التركيب . وحقن الماء على أطرافه وقد ساهم ذلك في رفع معامل الاستخلاص الى 57%[33] . وبينت الدراسات الاولية إن عملية حقن الماء بالتناوب مع الغاز يمكن أن ترفع معامل الاستخلاص الى 65% . وأن الدراسات أظهرت إن حفر 40 بئرا" منتجا" على أطراف المكمن وحفر 10 آبار للحقن في القمة مع حفر 30 بئرا" للحقن على الأطراف، هو أفضل الخيارات الاقتصادية والفنية [34] .

4-عمان : تمتلك عمان العديد من الحقول النفطية والغازية وتقوم شركة تنمية نفط عمان بأعمال تقنيات الإستخلاص النفطي المدعم بعد ظهور صعوبات تعيق الإنتاج بسبب وجود النفط الثقيل في معظم الحقول . علما" أن عمان بدأت بأنتاج النفط في سبعينات القرن الماضي . ولزوجة النفط مرتفعة جدا" تصل الى 500 سنتي بواز في بعض الحقول. حيث وصلت إلى طور النضج [35] .

وفي اواخر التسعينات من القرن الماضي اجريت تجربة حقن البخار في قمة التركيب وذلك لزيادة الطاقة في القبة الغازية لأحد المكامن عندما بدأ الإنتاج بالتناقص في تسعينات القرن الماضي .

لكن بعض الصعوبات ظهرت بعد ذلك تمثلت في ضرورة حرق كميات كبيرة من الغاز لتسخين المياه وتبخيرها . كما ان هناك كميات كبيرة من المياه تتم معالجتها في محطات خاصة ولابد من التخلص من فائظ هذه المياه . وقد اظهر المشروع صعوبةالعملية لكن الشركة تحولت الى تقنية إستخدام البوليمر في حقن حقل المرمول[36]. وتقنية عملية التبادل بين الغاز والماء ، خاصة في حقول جنوب البلاد . وهناك مشروع لإستخدام ثاني اوكسيد الكاربون في بعض الحقول . وبصورة عامة فان معامل الأستخلاص في معظم الحقول العمانية يصل الى 30% من الإحتياطي المؤكد لكن تقنيات الإستخلاص النفطي المدعم المستخدمة حاليا" يمكن أن ترفع هذا المعامل الى نحو 70%[37].خاصة وان أسعار النفط الحالية تسمح بزيادة تكاليف تقنيات الاستخلاص المدعم.

رابعا": الخاتمة والاستنتاجات

لم تكن تقنيات الاستخص النفطي المدعم معروفة لغاية بداية الثمانينات من القرن الماضي . فأسعار النفط المنخفضة ، وانخفاض عمليات المضاربات على النفط في أسواقه العالمية وتوافر العرض مع محدودية التقنيات آنذاك . وعدم وضوح العوامل الجيوسياسية في التاثير على تقلبات الأسواق كلها عوامل ساعدت على إنتاج وإستخلاص النفط بالطريقة التقليدية السائدة والمتمثلة بالضغط المكمني الأولي او بأفاضة بالماء لزيادة وتحسين عامل الإزاحة . لكن تغير الظروف بعد ذلك والتي تمثلت بوصول الكثير من الحقول العملاقة إلى مرحلة النضج وقلة الإستثمارات في مجال الاستكشاف والتطوير وزيادة الطلب على النفط وإرتفاع الأسعار والتقدم في مجال البحث والتطوير وإندماجات الشركات النفطية الكبرى وبروز العوامل الجيوسياسية في اسواق النفط ، وغيرها من المتغيرات كلها دفعت بالشركات النفطية العالمية المعروفة والوطنية في الدول المنتجة الى تبني طرق الاستخلاص النفطي المدعم او المعزز (E.O.R) لرفع معامل الاستخلاص في الحقول الناضجة . لكن هذه التقنيات الجديدة تتطلب وضع خطط ودراسات تفصيلية قبل البدء بها ، ومن هذه الخطط :

1- التعمق في معرفة جيولوجية المكامن ، ومراحل ظروفها الترسيبية وتحديد الإحتياطيات المؤكدة والمحتملة من خلال إدارة مراقبة المكمن بأستخدام نظام حاسوب متقدم .
2- الإختيار الأمثل لوسائل الإنتاج والمنشآت السطحية والظروف البيئية .
3- دراسة وتحليل المخاطر مع الأخذ بنظر الإعتبار عوامل عدم اليقين.
4- وضع نموذج إقتصادي يعتمد على ستراتيجية وطنية في تطوير الصناعة النفطية .

5- إستخدام المسح الزلزالي ثلاثي ورباعي الأبعاد اللذان يظهران تفاصيل تركيبية واستيراتيغرافية للحقول عند إكتشاف النفط بهدف إيجاد أفضل الطرق لتطويرها وإستثمار عامل الزمن من خلال نماذج مكامن محاكاة تخضع لاختبارات مستمرة لاختيار أفضل التقنيات للاستخلاص النفطي . وإضافة إحتياطيات هايدروكاربونية جديدة .

6- وضع برامج لاختبارات البيانات الساكنة (Static data) مثل خواص المكمن وأنواع الطبقات وأعماقها ومساملياتها البيانية الديناميكية (Dynamic deta) والتي تشمل إختبارات الأبار كالضغط ومعدل التدفق وغيرها .

ويمكن أن نستنتج مايلي من كل الفقرات التي مرت من البحث :

1- إن طرق الإستخلاص النفطي المحسن حققت نتائج باهرة في زيادة احتياطيات النفط وتحسين كميات الانتاج في معظم دول العالم المنتجة للنفط . وهي إنجاز تقني من منجزات الثورة التكنولوجية التي تعم معظم مناطق العالم .

2- إن تقنيات الاستخلاص النفطي المدعم أو المعزز تعبر عن نفسها بعدد من العمليات أهمها : إدارة المكامن وتوصيفها والتحكم بحركية النفط واستخدام CO_2 ، والمواد الكيمياوية والغاز الطبيعي القابل للامتزاج والتوصيف السكوني والديناميكي للمكامن ووضع خطط وبرامج تطوير نموذجية وإنتاج أكبر كمية ممكنة من الاحتياطي الجيولوجي والمؤكد ، ووضع طرق أفضل لأكمال الآبار

3- إن عمليات الأستخلاص النفطي المدعم تمكن المنتجين من الوصول بأنتاجية البئر إلى أعلى كمية ممكنة ، ودراسة العوائد الإقتصادية من كل بئر والنفقات التشغيلية له .

4- إن تقنيات الاستخلاص النفطي المدعم تساهم في خفض إنبعاثات ثاني أوكسيد الكاربون من خلال إستخدامه في حقن المكامن لرفع إنتاجية المكمن .

5- تحقق هذه التقنيات أفضل إتصال مباشر بالطبقة المنتجة عبر استخدام الحفر الموجه آنيا" إذ يمكن التحكم بأتجاه الحفر في أبعاده الثلاثة من خلال المراقبة المستمرة لعملية الحفر .

6- إن رفع معامل الإستخلاص بمعدل 1% سيزيد عمر المكامن المنتجة على مستوى العالم بمقدار اثني عشر عاما" .

7- اثبتت بعض الدراسات إن عملية التناوب في حقن المكمن بين الماء والغاز يمكن أن ترفع معامل الاستخلاص الى 65% .

8- حققت دول مجلس التعاون الخليجي تقدما" ملموسا" في عمليات الإستخلاص النفطي المدعم وإنعكس ذلك التقدم في زيادة الإحتياطيات الجيولوجية والمؤكدة في كثير من الحقول .

المصـادر

1- النشرة الشهرية للاوابك : السنة 33 ، العدد 10 تشرين اول 2007 ، منظمة اوابك ، الكويت ، ص20 .

2- موقع شركة BP bp.com / W W W .

3- مجلة النفط والتعاون العربي ، المجلد 31 ، العدد 114، صيف 2005 ، ندوة اوبك / المصدر الفرنسي للنفط المشتركة (احتياطيات الهايدروكاربونية ، و فرة . أم ندرة) اعداد مختار اللبابيدي ونور الدين خلقي . منظمة اوابك . الكويت . ص117.

4- http//www gasundoil . com / company / cnm 24047. htm . فيجاي ف . فيتسوران : الطاقة للجميع . ترجمة د. ايهاب عبد الرحيم ، عالم المعرفة . المجلس الوطني للثقافة والفنون والاداب ، العدد 321 نوفمبر 2003 . الكويت ص304 .

5- المصدر السابق نفسه ، ص304.

6- خالد مضيها : تعزيز الانتاج وزيادة معامل الاستخلاص في مكمن الثيلو – حقل تشرين – مجلة النفط والتعاون العربي ، المجلد 31، العدد 114 صيف 3003، منظمة اوابك . الكويت ،ص9.

7- عبد العزيز الخويطر : الزيت الذروة والانخفاض مجلة القافلة ، المجلد 57 ، العدد (2) 2003 ، ارامكو ، السعودية ، ص 19.

8- OPEC bulletin . 5. 2007 . P 14 .

9- صلاح الدين ابراهيم الدسوقي (مهندس) الطفرات المتلاحقة لاسعار النفط ومزيد من الفرص للحقول الهامشية والانتاج المهمش . مجلة اخبار النفط والصناعة ، العدد 448 ، السنة 39 . يناير 2008 ، وزارة الطاقة ، ابو ظبي، الامارات العربية المتحدة . ص21 .

10- فيجاي ف ، فيتيسوران : الطاقة للجميع ، مصدر سابق ، ص 307.

11- موقع شركة شل www.bp.com

12- نور الدين خلقي : التقنيات الحديثة في مجال الاستكشاف والانتاج ونتائج تطبيقاتها في الدول العربية ، مجلة النفط والتعاون العربي ،

المجلد 31 .العدد 108 شتاء 2004. منظمة اوابك ، الكويت، ص 127 .

13- كيفية قياس ضغط المكمن والمحافظة عليه ، مجلة (المنهل) العدد الثاني 2007 ، شركة تنقية نفط عمان ، سلطنة عمان ، ص 45.

14- جان اركودي ريس : اصطياد الكربون من مصادر الانبعاثات الصناعية واستخدامه في تطبيقات افاضة (CO_2) القابل للامتزاج في الشرق الاوسط ، مجلة النفط والتعاون العربي . المجلد 33 ، العدد 123 خريف 2007 ، اوابك، الكويت ، ص 85.

15- المصدر السابق نفسه ص 84 .

16- لمزيد من التفاصيل يراجع : Energy

World Energy council .Energy Efficiency Policciec indicators . progress Achieved . www worldenergy . orgwec- geic.

18- يمكن الرجوع ال غييرهـ . هار : ادارة غاز ثاني اوكسيد الكاربون مفتاح التقنية المستدامة ، مجلة النفط والتعاون العربي ، المجلد 33 ، العدد 123 ، خريف 2007 ، اوابك.الكويت.

19- الغمر بالبوليمر : مجلة المنهل . العدد الثاني 2006 ، شركة تنمية نفط عمان ، سلطنة عمان ، ص 5 .

20- نور الدين خلقي : التقنيات الحديثة في مجال الاستكشاف والانتاج ونتائج تطبيقاتها في الدول العربية ، مصدر سابق ، ص 132.

21-الحقن بالبوليمر ، مجلة المنهل ، مصدر سابق ، ص 4.

International Energy Outlook 2005 . Energy information -22 Administration . www .eia . doe . org/ olaflieo/ index . html . وكذلك

بيتردوريل : طاقات المستقبل يجب ان تكون كلها نظيفة . مجلة النفط والتعاون العربي . المجلد 25 ، العدد 1999/88، اوابك . الكويت ص 97 .

Aidan Mckay : Exploration and production – achallenging Future . -23 oPEC bulletin 5/05 . P18- 21.

24- صلاح ابراهيم الدسوقي (مهندس) : الصفات البتروفيزيائية للصخور ودورها في تقييم واستغلال المكامن . مجلة اخبار النفط والصناعة ،العدد 447 السنة 38، ديسمبر/ كانون الثاني 2007 ، وزارة الطاقة ،الامارات العربية المتحدة . ص 18-.20

25- الادارة الفنية – اوابك – تقييم المكامن الهيدروكاربونية وتقنيات تحسين الانتاج . ندوة مجلة النفط والتعاون العربي . المجلد 27.العدد 99-2001 . اوابك . الكويت . ص155.

26- عمليات التنقيب والانتاج والتسويق والتكرير تتزايد في السعودية (مقابلة مع مدير جامعة الملك للبترول والمعادن) مجلة النفط ، العدد 18فبراير 2007 . وزارة الطاقة الكويت ، ص36-45.

27- تقنيات الاستخلاص البترولي المحسن ودورها في رفع معامل الاستخلاص ، ندوة ، اعداد تركي حمش . مجلة النفط والتعاون العربي،المجلد 33 ، العدد 122. اوابك.الكويت . ص247.

28- د. خالد سعد زغلول : اتفاقيات حقول الشمال النموذج الاقتصادي واطاره التشريعي. مجلة الكويت الاقتصادية، السنة التاسعة، العدد 19،صيف2005،ص1333.

وكذلك تقنيات الاستخلاص البترولي المحسن ودورها في رفع معامل الاستخلاص . ندوة. مصدر سابق . ص217.

29- المصدر السابق نفسه ، ص 217 .

30- مجلة اخبار النفط والصناعة ، وزارة الطاقة . الامارات العربية المتحدة ، اعداد مختلفة .

31- تقنيات الاستخلاص البترولي المحسن ودورها في رفع معامل الانتاج ، مصدر سابق ، ص 203 .

32- المصدر السابق نفسه ، ص2004 .

33- مجلة المنهل ، العدد الثالث ، 2006 ، ص4-5 .

34- المصدر السابق نفسه ، ص6 .

35- مجلة المنهل ، العدد الاول 2006 ، ص10-11 .

36- مجلة المنهل ، العدد الثاني 2006 . ص4-8 .

37- مجلة المنهل ، العدد الاول 2006 ، مصدر سابق ، ص12.