اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا)

ترشيد استهلاك الطاقة، وتحسين كفاءتها في القطاعات العليا لإنتاج الطاقة في دول مختارة، أعضاء بالإسكوا

الأمم المتحدة

Distr.
GENERAL

E/ESCWA/SDPD/2007/8
18 December 2007
ORIGINAL: ARABIC

اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا)

ترشيد استهلاك الطاقة، وتحسين كفاءتها في القطاعات العليا لإنتاج الطاقة في دول مختارة، أعضاء بالإسكوا

الأمم المتحدة
نيويورك، 2007

07-0497

ملخص تنفيذي

يمثل قطاع الطاقة في دول الإسكوا أهم القطاعات الاقتصادية التي تسهم في توفير احتياجات برامج التنمية من الموارد المالية، ومصادر الطاقة، إضافة إلى الدور الكبير الذي يلعبه قطاع النفط والغاز، وسيظل، لتوفير موارد الطاقة على مستوى العالم. وفي ضوء ذلك أولت الأمانة التنفيذية للإسكوا منذ العام 2002 اهتماماً كبيراً، بمساندة جهود الدول الأعضاء لتنمية قطاع الطاقة، وتأكيد دوره في تحقيق التنمية المستدامة. وقد أثمرت هذه الجهود العديد من النتائج بالتعاون مع الجهات المختصة في الدول الأعضاء، وبخاصة في المجالات الخمسة التي حددتها خطة جوهانسبرغ في مجال "الطاقة لأغراض التنمية المستدامة" وهي تعزيز وإمدادات خدمات الطاقة، وكفاءة الطاقة، وتنمية استخدام مصادر الطاقة المتجددة، وتطوير تقنيات الوقود الأحفوري المتقدمة، والطاقة في النقل.

في ضوء ما تقدم، ونظراً إلى أن أنماط انتاج واستهلاك الطاقة في العديد من القطاعات في دول المنطقة تتسم بعدم الاستدامة، وبخاصة انخفاض كفاءة استخدام الطاقة في القطاعات المستهلكة لها، لذا فقد ركزت الانشطة التي نفذتها الإسكوا في مجال تحسين كفاءة استخدام الطاقة، وترشيد استهلاكها حتى العام 2006 على القطاعات الأكثر استهلاكاً للطاقة، وهي قطاعات المباني والنقل والصناعة وانتاج الكهرباء. لذلك ولاستكمال الدراسات المشار إليها على جانبي الانتاج والاستهلاك، واستجابة لتوصيات اللجنة الحكومية للطاقة بالإسكوا في دورتيها الخامسة والسادسة، فقد تضمن برنامج عمل الإسكوا للفترة 2006-2007 إجراء الدراسة موضوع هذه الوثيقة حول "ترشيد استهلاك الطاقة، وتحسين كفاءتها في القطاعات العليا لإنتاج الطاقة في دول مختارة، أعضاء بالإسكوا" وعلى أن تركز الدراسة على قطاع انتاج النفط والغاز الذي يمثل أكثر من 99 في المائة من إنتاج موارد الطاقة في المنطقة.

وتهدف الدراسة إلى التعرف على الإجراءات المتبعة لتحسين كفاءة استخدام الطاقة في قطاع إنتاج النفط والغاز الطبيعي، وإمكانية تطبيقها عملياً في دول الإسكوا لترشيد استهلاك الطاقة في هذا القطاع. وعلى ذلك تستعرض الدراسة التقنيات الأساسية المستخدمة في القطاع، والأساليب والوسائل المتبعة فيه لترشيد استهلاك الطاقة وتحسين كفاءتها، فضلاً عن تلك المتاحة عالمياً ويمكن الاستفادة منها. كما تعرض أيضاً الإجراءات المتبعة للحفاظ على البيئة في عمليات إنتاج النفط والغاز الطبيعي في دول المنطقة. وفي هذا الإطار اعتمدت منهجية الدراسة بشكل أساسي على:

أولاً: مراجعة البحوث والبيانات المنشورة حول أنشطة قطاع النفط والغاز في المنطقة، والتقنيات المستخدمة فيه، والجهود المبذولة لرفع كفاءة استخدام الطاقة في العمليات الإنتاجية في القطاع. وقد تم الرجوع في ذلك بصفة أساسية إلى الأوراق القطرية التي قدمتها الدول الأعضاء إلى مؤتمر الطاقة العربي الثامن الذي عقد في عمان/المملكة الاردنية الهاشمية في أيار/مايو 2006، والتقارير الصادرة عن منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول "أوابك".

ثانياً: تم تصميم استبيان حول تتابع عمليات الاستكشاف والإنتاج والنقل في قطاع النفط والغاز في كل دولة - وبيان التقنيات الحديثة التي أدخلت على عمليات الانتاج في مراحله المختلفة، مصنفة طبقاً للتقنيات الأساسية المستخدمة، وتأثير استخدامها على استهلاكات الطاقة في العمليات الانتاجية المختلفة - مع تصنيف موارد الطاقة المستخدمة ومجالات استخدام كل منها. وتم إرسال الاستبيان إلى الدول الأعضاء المنتجة للنفط

والغاز الطبيعي[*] وقد تلقت الإسكوا ردوداً من ست دول أعضاء هي: الجمهورية العربية السورية، وجمهورية مصر العربية، ودولة قطر، ودولة الكويت، ومملكة البحرين، وسلطنة عمان، وقد تضمنت أغلب الردود بيانات من الشركات المنتجة العاملة في تلك الدول.

ثالثاً: استناداً إلى تحليل البيانات الواردة من الدول والمعلومات التي تم تجميعها، جرى إعداد هذه الوثيقة في ستة فصول، تعرض لنتائج التحليل، إضافة إلى ثلاث دراسات حالة عن الإجراءات التي تم تطبيقها في كل من الجمهورية العربية السورية، ودولة قطر، ودولة الكويت.

وقد خلصت الدراسة إلى عدد من النتائج التي تعرض للخبرات المتوافرة لدول المنطقة في المجال والتقنيات المستخدمة والممكن استخدامها لترشيد استهلاك الطاقة في المراحل الانتاجية المختلفة لقطاع النفط والغاز، إضافة إلى الإجراءات والمعايير المتبعة لحماية البيئة في هذا القطاع المهم. ومن أهم ما خلصت إليه الدراسة ما يلي:

أولاً: إن معظم شركات النفط والغاز في دول الإسكوا قد واكبت التطور التقني في مجال صناعة النفط والغاز، وأن المساعي فيها جادة ومستمرة في تطوير عملياتها الإنتاجية بما في ذلك إتخاذ الإجراءات التي من شأنها تحسين كفاءة استخدام الطاقة في المراحل المختلفة للعمليات الإنتاجية. كما أنه ما زالت هناك فرص متعددة تتيحها التقنيات المتوافرة عالمياً لإدخال مزيد من إجراءات ترشيد استهلاك الطاقة في العمليات الانتاجية في القطاع ما يمكن أن تسهم في تحسين اقتصاديات هذه الصناعة والحفاظ على البيئة.

ثانياً: إن استخدام تقنية المسح السيزمي ثلاثي الأبعاد المتفرق في قطاع الاستكشاف والتنقيب قد حقق نتائج مرضية في بعض مواقع الإنتاج في دول المنطقة، من حيث تقليل زمن دورة العمل، وبخاصة مع استخدام برامج الحاسوب المتطورة في تحليل بيانات المسوحات السيزمية. كما إن إعادة مسح المناطق التي سبق مسحها بتقنية المسح السيزمي ثنائي الابعاد يمكن أن ينتج منه تخطيط وإدارة أفضل لعمليات حفر الآبار من النواحي الفنية ويقلل من المخاطر.

ثالثاً: إن تقنيات الحفر المتطورة للآبار قد أسهمت في خفض استهلاكات الطاقة وكلفة الحفر، حيث ساهمت تقنيات الحفر الموجه في تخفيض كلفة حفر الآبار الأفقية بنسبة 50-75 في المائة، كما يؤدي نظام حفر الآبار بأقطار صغيرة إلى خفض كلفة الحفر بنسبة 30-40 في المائة، كما يسهم ذلك في حماية البيئة وبخاصة في خفض المساحة التي تحتاجها معدات الحفر.

رابعاً: تمثل الكهرباء أحد مصادر الطاقة الأساسية للعمليات الإنتاجية في قطاع النفط والغاز، وعلى ذلك، فإن تحقيق كفاءة المعدات الكهربائية المستخدمة وترشيد استهلاك الكهرباء في العمليات الإنتاجية يمكن أن يسهم في تحقيق اقتصاديات هذه العمليات. ومن أهم الإجراءات اللازمة لتحقيق ذلك مد شبكات الكهرباء الوطنية إلى مواقع الحفر والحقول المنتجة للنفط والغاز، وإجراء تصحيح لمعامل القدرة للمعدات الكهربائية المستخدمة، واستخدام الغاز المصاحب كوقود لإنتاج الكهرباء، واستبدال مضخات الإنتاج بتقنية الرفع بالغاز المصاحب ما أمكن ذلك.

(*) تم إرسال الاستبيان إلى كل من مملكة البحرين، جمهورية مصر العربية، جمهورية العراق، المملكة الاردنية الهاشمية، دولة الكويت، سلطنة عمان، دولة قطر، المملكة العربية السعودية، الجمهورية العربية السورية، دولة الإمارات العربية المتحدة، الجمهورية اليمنية.

خامساً: يمكن تحسين كفاءة استخدام الطاقة في عمليات نقل النفط والغاز في خطوط الأنابيب من خلال تغيير الأنابيب ذات الاقطار الصغيرة بأنابيب ذات أقطار أكبر، وبما يلائم سعات الخطوط الجديدة، وكذلك استخدام خطوط أنابيب النقل المصممة لضغوط عالية. كما أن تزويد جميع خطوط أنابيب نقل النفط والغاز في نظم الحماية المهبطية ولاسيما في استخدام نظم الخلايا الشمسية الكهروضوئية يحقق نتائج مرضية من حيث زيادة العمر الافتراضي لشبكات الأنابيب. ومن الناحية الاقتصادية، يفضل نقل الغاز بخطوط الأنابيب إلى المسافات التي تقل عن 000 5 كيلومتر مع اللجوء إلى نقل الغاز بالناقلات للمسافات التي تزيد عن ذلك.

سادساً: إن تفعيل برامج ترشيد استهلاك الطاقة في قطاع إنتاج النفط والغاز يتطلب العديد من الإجراءات، من أهمها: توفير البنية المعلوماتية الأساسية التي تمكن من إنشاء قاعدة بيانات تتضمن المؤشرات التشغيلية المطلوبة، لمراقبة ومتابعة أعمال الحفر والإنتاج بصورة آنية (Real time)؛ وإعداد الكوادر وتدريبها في المجالات ذات العلاقة، إضافة إلى تعزيز قدرات شركات خدمات الطاقة القائمة و/أو إنشاء شركات وطنية لخدمات الطاقة، تكون قادرة على استيعاب وتطبيق التقنيات والنظم المتطورة اللازمة لتحسين كفاءة استخدام الطاقة في مختلف العمليات الإنتاجية في القطاع، وعلى أن تكون هذه الشركات قادرة على جذب رؤوس الأموال الوطنية والاجنبية للإستثمار في المجال والإستفادة من آليات التمويل الموجهة لمشروعات الطاقة النظيفة.

سابعاً: استناداً إلى ما يتوافر من خبرات لدى بعض دول المنطقة في المجال، ولتسهيل وتعميم انتشار التقنيات والإجراءات السابق الإشارة إليها، يقترح أن تتبنى المنظمات الإقليمية المعنية، ومنها الإسكوا والأوابك، إعداد برامج تدريبية إقليمية في المجالات ذات العلاقة، بالتنسيق مع دول المنطقة التي اكتسبت الخبرات المناسبة في مجال تطوير العمليات المختلفة لهذا القطاع.

ثامناً: أوضحت الدراسة الاعتبارات الواعدة لتقنيات عزل غاز ثاني أكسيد الكربون، وتخزينه، وامكانية استخدامها لترشيد استهلاك الطاقة في قطاع النفط والغاز، فضلاً عما لها من مزايا بيئية، إلا أنه ما زالت هناك حاجة لمزيد من التقييم الفني والاقتصادي لهذه التقنيات، كما أن تطبيقها ما زال يحتاج إلى تطوير أساس معرفي وتقني كدعامة لنقل التقنيات؛ وإيجاد تجمعات إقليمية وصناديق للبحوث في المجال. وحيث أن هذه التقنيات تحظى بإهتمام عددٍ من دول المنطقة، فسوف تقوم الإسكوا خلال العام 2008 بإفراد دراسة منفصلة حول هذه التقنيات، وامكانات وعوائد تطبيقها من دول المنطقة.

المحتويات

	الصفحة
ملخص تنفيذي.....	ج
المصطلحات الفنية.....	ح
مقدمة	1
الفصل	
أولاً- الخصائص الأساسية لقطاع إنتاج النفط والغاز الطبيعي في دول الإسكوا.....	4
ألف- احتياطيات وإنتاج النفط والغاز الطبيعي.....	4
باء- تطور أنشطة إنتاج النفط والغاز الطبيعي	5
ثانياً- التقنيات المستخدمة في عمليات إنتاج النفط والغاز الطبيعي	7
ألف- تقنيات الاستكشاف	7
باء- تقنيات الاستخراج والتجميع	9
جيم- تقنيات نقل النفط والغاز الطبيعي	11
دال- مؤشرات استهلاك الطاقة في العمليات الإنتاجية.....	13
ثالثاً- ترشيد استهلاك الطاقة وتحسين كفاءة استخدامها في قطاع إنتاج النفط والغاز الطبيعي في دول مختارة، أعضاء بالإسكوا	14
ألف- برامج الصيانة الوقائية لضبط عمل المعدات وتحسين كفاءتها	14
باء- استبدال المعدات القديمة بأخرى ذات كفاءة عالية	16
جيم- تعميم استخدام التقنيات المتطورة	19
دال- تقنية اصطياد واستخدام غاز ثاني أكسيد الكربون	24
هاء- الاستفادة القصوى من مصادر الطاقة المتاحة	25
واو- تحسين نظم إدارة حقول النفط والغاز الطبيعي	27
زاي- تفعيل برامج ترشيد الاستهلاك وتحسين الكفاءة في إنتاج النفط والغاز	31
رابعاً- دراسات حالة الإجراءات المعتمدة في ترشيد الاستهلاك وتحسين كفاءة الطاقة بقطاع إنتاج النفط والغاز الطبيعي في دول مختارة، أعضاء بالإسكوا	33
ألف- دراسة حالة الجمهورية العربية السورية	33
باء- دراسة حالة دولة قطر.....	37

جيم- دراسة حالة دولة الكويت 41

المحتويات (تابع)

الصفحة

خامساً- الإجراءات المتبعة لحماية البيئة أثناء إنتاج النفط والغاز الطبيعي في دول الإسكوا . 45

ألف- تقليل التأثيرات السالبة للقطاعات العليا لإنتاج الطاقة في التربة والماء والهواء.. 45
باء- الإجراءات المطبقة لحماية البيئة في شركات استكشاف وإنتاج النفط السورية... 46
جيم- الطاقة والمناخ وتقنيات تخزين غاز ثاني أكسيد الكربون 47

سادساً- الخلاصة والتوصيات 49

ألف- الخلاصة..... 49
باء- التوصيات..... 51

المراجع 54

قائمة الجداول

1- نسب استهلاك الطاقة في العمليات الحقلية في حقول النفط..... 13
2- مؤشرات عامة لاستهلاك الطاقة في قطاع إنتاج النفط والغاز الطبيعي..... 13
3- خطوط الأنابيب في عدد من دول الإسكوا وتعدد اختلاف أقطارها..... 18

قائمة الأشكال

1- أثر قطر أنبوب النقل في كلفة نقل المواد النفطية 18
2- تطور الإنتاج اليومي للنفط في الحقول البرية والبحرية في دولة قطر (2005-1980) 37
3- إنتاج الغاز الطبيعي في المناطق البرية والبحرية في دولة قطر..... 38

المصطلحات الفنية(*)

Enhanced Oil Recovery (EOR)	الاستخلاص المعزز للنفط
Coupling alignment	انحياز القارنة
Well casing	أنبوب تبطين البئر
Discovery Well	بئر اكتشافية
Exploration Well	بئر إستكشافية
Development Well	بئر إنتاجية (تطويرية)
Disposal Well	بئر تصريفية
Appraisal Well	بئر تقويمية
Exploratory Well	بئر تنقيبية
Derrick	برج الرفع
PCB	ثنائي الفينيل متعدد الكلورة
Pump-off Controller	منظم إيقاف المضخات
Soft-Start Controller	منظم التشغيل الناعم
Variable Speed Drive (VSD)	جهاز تحكم متعدد السرعات
Blow out Preventor	جهاز مانع الإنفجار
Mineral Scales	حراشف معدنية
Slim hole drilling	حفر آبار بأقطار صغيرة
Directional (Horizontal) Drilling	حفر أفقي موجه
Under Balance Drilling	حفر تحت التوازن
Drilling rig	برج حفر الآبار
Cathodic Protection	حماية مهبطية
Aquifer	خزان جوفي مائي
Flow Line	خط تدفق
Corrosion Cell	خلية تآكل
Pump impeller	دفاعة المضخة
Artificial lift	رفع اصطناعي
Gas Lift	رفع بالغاز
Power Factor	معامل القدرة
Subsurface Pumping	عملية ضخ جوفي (تحت السطح)
Kelly	عمود الحفر
Radon Gas	غاز الرادون

(*) جرى ترتيب المصطلحات الفنية وفق ترتيب الحروف الأبجدي باللغة العربية.

المصطلحات الفنية (تابع)

Rotary Table	القاعدة الرحوية ببرج الحفر
Fragmentation strength	قدرة تفتيتية
Electrical Hollow Sucker Rod (EHSR)	قضيب ماص كهربائي مجوف
Upstream Sectors	القطاعات العليا
Multiphase flow-meters	عدادات قياس متعددة المراحل
Drilling bit	أداة ثقب حادة (مثقاب)/دقاق (رأس) الحفر
Rotary Bit	أداة ثقب رحوية قاطعة
Magnetic Aerial Survey	مسح جوي مغناطيسي
Seismic Survey	مسح سيزمي
Steam traps	مصائد البخار
Electrical Hollow Sucker Rod (EHSR)	مصدر حراري كهربائي خارجي
Submersible pump	مضخة غاطسة
Progressive Cavity Pump	مضخة ذات تجويف تدريجي
Rod pump /Pump jacks	مضخة ذات القضيب
Multi-phase Pump	مضخة متعددة المراحل
Beam Pump	مضخة ذات عارضة
Jet Hydraulic Pump	مضخة النفاث الهيدرولكية
Piston Hydraulic Pump	مضخة هيدرولكية ذات الكباس
Condensate	مكثفات (سوائل بترولية خفيفة مرافقة للغاز)
Electrolytes	منحلات كهربية
Surfactants	مواد كيماوية غروية
TENORM	مواد مشعة متشكلة طبيعياً متحرضة تكنولوجياً
Success Ratio	نسبة النجاح
Real-time data	معلومات آنية
Naturally Occurring Radioactive Materials (NORM)	مواد مشعة متشكلة طبيعياً (نورم)

مقدمـة

يؤدي قطاع الطاقة في منطقة الإسكوا دوراً محورياً في تحقيق التقدم والرفاهية لشعوب المنطقة حيث يمثل مصدراً مهماً للدخل القومي في العديد من دول المنطقة، كما يلبي خدمات الطاقة اللازمة لبرامج التنمية الاقتصادية والاجتماعية المختلفة. ذلك فضلاً عن الدور المهم الذي يلعبه، وسيظل، لتوفير الاحتياج العالمي من مصادر الطاقة. ويتميز قطاع الطاقة في المنطقة بوجود قطاع ضخم للنفط والغاز، وقطاع كبير للطاقة الكهربائية التي يغلب عليها استخدام النظم الحرارية لإنتاج الكهرباء (92 في المائة). ويمثل قطاع النفط والغاز أكبر قطاع اقتصادي في المنطقة، حيث بلغ احتياطي النفط في عام 2006 في دول الإسكوا 610 مليارات برميل وهو ما يمثل 75 في المائة من مجموع الاحتياطيات في العالم، بينما قدر ما لديها من احتياطيات الغاز الطبيعي بنحو 48.687 مليار متر مكعب، أي ما يمثل حوالي 30 في المائة من الاحتياطات المؤكدة في العالم. وفي جانب الاستخدام النهائي يخدم قطاع الطاقة جميع القطاعات الأخرى، وأكثرها استهلاكاً، وهي قطاعات النقل، والمباني، والصناعة فضلاً عن قطاع إنتاج الكهرباء.

وعلى الرغم مما تقدم ومن الجهود التي كرستها السلطات الوطنية في الدول الأعضاء، لتحقيق الأهداف التي حددتها خطة جوهانسبرغ للتنفيذ في مجال الطاقة، لأغراض التنمية المستدامة، فإن أنماط إنتاج واستهلاك الطاقة في دول المنطقة ما زالت تتسم في كثير من الحالات بانخفاض الكفاءة، كما أن حوالي 40 في المائة من السكان لا تصلهم خدمات الطاقة الحديثة، أو يحصلون على خدمات غير كافية وبخاصة في المناطق الريفية والحضرية الفقيرة. وعلى ذلك، فإن هناك حاجة إلى اتخاذ المزيد من الخطوات لاعتماد سياسات وتدابير مستدامة للطاقة من شأنها أن تدعم إسهام القطاع في تحقيق التنمية المستدامة.

وفي ضوء ما تقدم، ونظراً إلى الدور الحيوي الذي يؤديه قطاع الطاقة في دعم برامج التنمية الاقتصادية والاجتماعية والنمو المتزايد في الطلب على الطاقة في دول الإسكوا، فقد أولت الأمانة التنفيذية للإسكوا، اهتماماً كبيراً، بمساندة جهود الدول الأعضاء، لتنمية قطاع الطاقة، وتأكيد دوره في تحقيق التنمية المستدامة، وبخاصة في ما يتعلق بالقضايا الخمس التي حددتها خطة جوهانسبرغ للتنفيذ في مجال الطاقة لأغراض التنمية المستدامة، وهي: تعزيز وإمدادات خدمات الطاقة وكفاءة الطاقة، وتنمية مصادر استخدام مصادر الطاقة المتجددة، وتطوير تقنيات الوقود الأحفوري المتقدمة، والطاقة في النقل. وفي مجال ترشيد استهلاك الطاقة وتحسين كفاءتها، فقد أصدرت الإسكوا عدداً من الدراسات التي ركزت على هذه القضايا في القطاعات الأكثر استهلاكاً للطاقة وهي: قطاعات المباني، النقل، الصناعة وإنتاج الكهرباء، كما نفذت الإسكوا عدداً من برامج بناء القدرات وورش العمل حول ترشيد استهلاك الطاقة، وتحسين كفاءتها في مختلف القطاعات المستهلكة للطاقة. ولأهمية استكمال الدراسات المتعلقة بهذا المجال على جانبي الاستهلاك والإنتاج ضمنت الإسكوا برامجها لعام 2007/2006 الدراسة موضوع هذه الوثيقة "حول ترشيد استهلاك الطاقة وتحسين كفاءتها في القطاعات العليا لإنتاج الطاقة".

ولما كان قطاع النفط والغاز يمثل أكثر من 99 في المائة من إنتاج موارد الطاقة في المنطقة، فإن الحفاظ على كفاءة استخدام الطاقة في العمليات الإنتاجية يمكن أن تمثل قيمة فنية اقتصادية وبيئية لأداء القطاع. فإن الدراسة موضوع هذه الوثيقة سوف تركز على ترشيد استهلاك الطاقة، وتحسين كفاءتها في قطاع النفط والغاز الطبيعي، والذي يتميز بتنوع وضخامة العمليات الإنتاجية فيه، ومنها عمليات الاستكشاف والتنقيب واستخراج وتجميع النفط والغاز. كما أن الشركات العاملة في هذا المجال تمتلك آلاف الآبار المنتجة وآلاف الكيلومترات من خطوط الأنابيب ومئات نقاط التجميع، إضافة إلى المعدات المصاحبة من

ضواغط وعنفات، ومضخات، وحفارات منتشرة في رقعة تزيد على آلاف الكيلومترات المربعة. وعليه يستلزم تطبيق برامج ترشيد استهلاك الطاقة، في هذا القطاع، جهوداً وموارد مالية كبيرة، وموارد بشرية متخصصة، ولا يتسنى ذلك إلا إذا وضعت هذه البرامج على أسس علمية، ومناهج إدارية سليمة، ضمن أطر سياساتية معتمدة.

في ضوء ما تقدم، تهدف الدراسة إلى التعرف على الإجراءات المتبعة لتحسين كفاءة استخدام الطاقة في قطاع إنتاج النفط والغاز الطبيعي، وإمكانية تطبيقها عملياً في دول الإسكوا لترشيد استهلاك الطاقة في هذا القطاع. وعلى ذلك، تستعرض الدراسة التقنيات الأساسية المستخدمة في القطاع والأساليب والوسائل المتبعة في القطاع لترشيد استهلاك الطاقة وتحسين كفاءتها فضلاً عن تلك المتاحة عالمياً، ويمكن الاستفادة منها. ونظراً إلى لإرتباط بين استهلاك الطاقة، وتحقيق السلامة البيئية للعمليات الإنتاجية في القطاع، فإن الدراسة تعرض أيضاً الإجراءات المتبعة للحفاظ على البيئة في عمليات إنتاج النفط والغاز الطبيعي في دول المنطقة. وتعرض مخرجات هذه الدراسة في خمسة فصول لتتضمن الآتي:

الفصل الأول: يتضمن عرضاً للخصائص الأساسية لقطاع انتاج النفط والغاز الطبيعي في دول الإسكوا، وتسليط الضوء على حجم احتياطيات، وإنتاج، ونقل النفط والغاز الطبيعي في الدول الأعضاء، وانشطة هذه الدول في المجال.

والفصل الثاني: يتضمن عرضاً للتقنيات المتطورة المستخدمة في دول الإسكوا في استكشاف واستخراج، ونقل النفط الخام والغاز الطبيعي، وأساليب المعالجة، والحاجة إلى تعميم استخدام المتطور منها لزيادة ترشيد استهلاك الطاقة في هذا القطاع، كما يعرض لأنماط ومؤشرات استهلاك الطاقة.

والفصل الثالث: يعرض الوسائل والأساليب الممكنة لتعزيز الخدمات في قطاع انتاج النفط والغاز من خلال تبني حزمة إجراءات لترشيد استهلاك الطاقة، وتحسين كفاءة استخداماتها (الكهربائية والحرارية)، وتحسين برامج الصيانة لنظم ضخ النفط الخام، ونظم ضغط الغاز، وتقليص كميات الغاز المحروق على الشعلة، والتقنيات المستخدمة في نظم الحماية المهبطية لمنشآت وأنابيب النقل، واستخدام الطاقة الشمسية الكهروضوئية لذلك، كأحدى الفرص المثلى لترشيد استهلاك الطاقة. ويتضمن هذا الفصل أيضاً عرضاً موجزاً لتقنيات احتجاز غاز ثاني أكسيد الكربون، واستخدامه في تعزيز استخلاص النفط، بإعتبارها تقنيات واعدة في المجال، وتحظى بإهتمام عددٍ من دول المنطقة، كما يتضمن عرضاً لبعض المقترحات، لتفعيل تطبيق برامج ترشيد وتحسين كفاءة استخدام الطاقة في قطاع إنتاج النفط والغاز الطبيعي في دول الإسكوا.

والفصل الرابع: يتضمن ثلاث دراسات حالة، حول إجراءات ترشيد وتحسين كفاءة الطاقة المعتمدة في قطاع إنتاج النفط والغاز الطبيعي في كل من: الجمهورية العربية السورية، ودولة قطر، ودولة الكويت. وقد استخلصت دراسات الحالة لهذه البلدان من المعلومات التي وردت في ردود الاستبيان الذي تم في هذا المجال.

الفصل الخامس: والذي يعرض نموذجاً من دولة مختارة من دول الإسكوا للإجراءات المطبقة والتدابير المتبعة في حماية البيئة (التربة، الماء، والهواء)، أثناء عمليات استكشاف، واستخراج، ونقل النفط الخام والغاز الطبيعي، وتصريف المياه الطبيعية المترافقة مع إنتاج النفط، ومعالجة النفايات وسوائل الحفر.

الفصل السادس: يتضمن عرضاً لأهم نتائج الدراسة، مع تحديد حزمة من الإجراءات والأساليب التي يوصى بإتباعها، لدعم برامج الشركات النفطية في مجال ترشيد وتحسين كفاءة الطاقة، وذلك في القطاعات الفرعية للاستكشاف، والتنقيب، والتجميع، والنقل. كما تم وضع بعض المقترحات التي من شأنها تفعيل برامج ترشيد استهلاك الطاقة في هذا القطاع في دول الإسكوا.

أولاً- الخصائص الأساسية لقطاع إنتاج النفط والغاز الطبيعي في دول الإسكوا

تتمتع المنطقة العربية بمصادر ضخمة للطاقة التقليدية وبخاصة النفط والغاز الطبيعي ومصادر كبيرة ومنتشرة من الطاقة المتجددة، وقد بلغ إجمالي إنتاج الطاقة الأولية من مصادرها المختلفة في دول الإسكوا حوالي 1.22 مليار برميل مكافئ نفط (ب.م.ن) في عام 2006، بلغت حصة كل من النفط والغاز الطبيعي منها 78.9 و20.4 في المائة بالترتيب[1]. ويمثل اجمالي إنتاج الطاقة الكهربائية من المحطات المائية والطاقات المتجددة (الشمسية والرياح) معدل 0.7 في المائة حيث تم في عام 2006 انتاج ما يعادل 7.3 ملايين طن مكافئ نفط من الطاقة الكهربائية من المحطات المائية، وأكثر من مليوني طن مكافئ نفط من الطاقات المتجددة الحديثة (الشمسية والرياح). وعلى ذلك يتضح أن إنتاج النفط والغاز في دول المنطقة يتعدى 99 في المائة من إنتاج الطاقة الأولية، ولذا، يركز هذا الفصل من الوثيقة على عرض موجز حول الخصائص الأساسية لهذا القطاع.

ألف- احتياطيات وإنتاج النفط والغاز الطبيعي[2]

1- إحتياطات وإنتاج النفط

بلغ احتياطي النفط في عام 2006 في دول الإسكوا حوالي 610 مليارات برميل من أصل 670 مليار برميل، إجمالي احتياطيات الدول العربية، وذلك مقارنة بإحتياطات قدرت بحوالي 604 برميل في عام 2001 من أصل 653 مليار برميل إجمالي احتياطيات الدول العربية. ومن الجدير بالذكر أنه على الرغم من زيادة استهلاك الطاقة في منطقة الإسكوا بصورة ملحوظة، فقد تمكنت مجموعة الدول الأعضاء من الاحتفاظ بمستويات إحتياطيات النفط التي تملكها على ما كانت عليه في اوائل هذا القرن.

وقد زاد معدل انتاج دول الإسكوا من النفط في الفترة 2001-2006 من 895 مليون برميل (من إجمالي 7.1 مليارات برميل للدول العربية) إلى 1.1 مليار برميل (من إجمالي 7.8 مليارات برميل للدول العربية)، حيث كانت أكبر زيادة في معدلات انتاج النفط في كل من دولة الإمارات العربية المتحدة، ودولة قطر، والمملكة العربية السعودية.

2- إحتياطات وإنتاج الغازالطبيعي

بلغ احتياطي الغاز الطبيعي في دول الإسكوا في عام 2006 حوالي 49 تريليون (ألف مليار) متر مكعب من أصل 53.5 تريليون (ألف مليار) متر مكعب اجمالي احتياطات الدول العربية من الغاز الطبيعي، وذلك مقارنة بإحتياطيات قدرت بحوالي 46 تريليون (ألف مليار) متر مكعب في عام 2001 من أصل 52.3 تريليون متر مكعب اجمالي احتياطات الدول العربية من الغاز الطبيعي في نفس العام.

---

(1) الإسكوا، تقرير المجموعة الاحصائية لمنطقة الإسكوا، "الفصل الخامس" العدد 27، 2007.

(2) منظمة الاقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، تقرير الأمين العام السنوي الثالث والثلاثون، 2006.

وقد زاد معدل انتاج دول الإسكوا من الغاز الطبيعي في الفترة 2001-2006 من حوالي 186 مليار متر مكعب (من أصل 272 مليار متر مكعب اجمالي انتاج الدول العربية) في عام 2001 إلى حوالي 283 مليار متر مكعب في عام 2006 (من اصل 388 مليار متر مكعب اجمالي الدول العربية). وقد كانت اكبر زيادة في معدلات انتاج الغاز الطبيعي في كل من جمهورية مصر العربية، ودولة قطر، والمملكة العربية السعودية. وقد نشطت تجارة الغاز الطبيعي بين دول المنطقة، وذلك من خلال إنشاء شبكات إقليمية لأنابيب نقل الغاز الطبيعي بين الدول الأعضاء، مثال ذلك مشروع دولفين الذي يتضمن منشآت سطحية لاستخراج ومعالجة الغاز من حقل الشمال القطري، وضخه إلى دولة الإمارات العربية المتحدة من خلال خط أنابيب طوله 370 كم وبقطر 48 بوصة، ويهدف المشروع إلى تزويد دولة الإمارات العربية المتحدة بالغاز القطري الطبيعي ومستقبلاً إلى سلطنة عمان.

باء- تطور أنشطة إنتاج النفط والغاز الطبيعي[3]

لم يشهد عام 2006 زيادة تذكر في احتياطات النفط والغاز الطبيعي في دول العالم خارج المنطقة العربية، حيث تشير النتائج إلى أن أحجام الحقول والتراكيب المكتشفة في تلك المناطق من العالم تقل باضطراد، وأن الاحتياطيات الجديدة خلال عام 2006 لا تغطي إلا 15 إلى 25 في المائة من إنتاج تلك الدول. وفي نفس الوقت شهدت منطقة الإسكوا في العقود الاخيرة نشاطاً استكشافياً واسعاً على اليابسة وفي المغمورة، أدى إلى تحقيق اكتشافات جديدة تؤكد أن هذه المنطقة لا تزال واعدة من حيث الإمكانيات الكامنة، فقد تحقق خلال عام 2006 ما لا يقل عن 88 اكتشافاً نفطياً وغازياً. وقد أدت هذه الاكتشافات إلى احتفاظ دول المنطقة بمستوى احتياطيات النفط والغاز الطبيعي على الرغم من زيادة الإنتاج.

وقد بدأت بعض الأقطار بتنفيذ مشاريع تطوير حقول نفطية وأخرى غازية، وذلك، لتعويض التناقص الطبيعي في الطاقة الإنتاجية النفطية، أو حتى لزيادتها. وفيما يلي عرض مختصر للتطورات المرتبطة بأنشطة الاستكشاف في الدول الأعضاء بالإسكوا:

تعمل دولة الإمارات العربية المتحدة على زيادة طاقتها الإنتاجية من 2.6 مليون برميل في اليوم لتصل إلى 3.5 مليون برميل/يوم خلال السنوات القادمة، إضافة إلى استخدام الحقن بالغاز لإدامة إنتاج حقل (سطح)، كما تعمل إمارة أبو ظبي لزيادة إنتاجها من الغاز الطبيعي من 127.4 مليون م^3/يوم حالياً إلى 170 مليون م^3/يوم بحلول عام 2008.

وتخطط المملكة العربية السعودية لزيادة الطاقة الإنتاجية للنفط إلى 12.5 مليون برميل/يوم بحلول عام 2009، حيث تجري شركة أرامكو السعودية مسحاً مغناطيسياً يغطي جزءاً كبيراً من النصف الشرقي للمملكة، لإكتشاف تراكيب جديدة لتعزيز احتياطيات النفط والغاز. ويتوقع أن يرتفع إنتاج المملكة من الغاز من 60 مليار م^3 عام 2003 إلى 86 مليار م^3 عام 2010، وقد تم في عام 2006 تحقيق أربعة اكتشافات جديدة للغاز الطبيعي، والمتكثفات في المنطقة الشرقية، غير أن المملكة تستمر في زيادة استهلاك الغاز غير المصاحب المنتج محلياً نتيجة لإرتفاع الطلب عليه في المنشآت الصناعية، ومحطات توليد الطاقة الكهربائية ومحطات تحلية المياه. وأما في مجال الاستخلاص المدعم للنفط، فقد بدأ العمل في

(3) نفس المرجع (2).

عام 2006 بتنفيذ المرحلة الثانية من مشروع حقن بخار الماء في حقل الوفره الواقع في المنطقة المحايدة (المملكة العربية السعودية - الكويت) وذلك لإنتاج النفط بمعدل 300 ألف برميل/يوم.

تم عرض العديد من القواطع الاستكشافية على الشركات العالمية في كل من سلطنة عمان والجمهورية اليمنية، وذلك في سياق سعي الدولتين لتعويض التراجع الحاصل في الإنتاج مع دراسة احتمالات زيادة احتياطياتهما من النفط والغاز.

وفي دولة الكويت تم اكتشاف الغاز المصاحب في، حقلي أم نقا، والصابرية، وقدرت الاحتياطيات المكتشفة بحوالي تريليون متر مكعب، مع وجود نفط خفيف تتراوح كميته بين 10-13 مليار برميل.

وتتضمن الخطط الأخيرة للقطاع النفطي في العراق زيادة إنتاج النفط من حوالي 2.8 مليون برميل/يوم إلى 4.25 ملايين برميل/يوم وذلك بالتوسع في الإنتاج من الحقول النفطية الحالية.

وتتطلع الجمهورية العربية السورية إلى زيادة إنتاجها من الغاز الطبيعي والبالغ حالياً 22 مليون متر مكعب في اليوم، وذلك، في ضوء تحقيق اكتشافات جديدة للغاز الطبيعي وتطوير الاكتشافات السابقة.

وتعمل جمهورية مصر العربية على زيادة احتياطياتها من الغاز الطبيعي، وقد تم طرح 22 منطقة استكشافية جديدة على الشركات الكبرى، تتضمن مناطق بحرية في المياه العميقة، وذلك لحفر 116 بئراً بكلفة قدرت بحوالي 1.4 مليار دولار أمريكي.

وقد أشارت البيانات إلى تزايد الطلب على موارد الطاقة في منطقة الإسكوا ما أدى إلى ارتفاع إجمالي استهلاك الطاقة في المنطقة بمعدل 24 في المائة ليصل إلى 2.7 مليار ب.م.ن في عام 2006 مقابل 2.1 مليار ب.م.ن في عام 2001، وهو ما يمثل حوالي 76 في المائة من اجمالي استهلاك الدول العربية مجتمعة وفي العام 2006 بلغ 3.32 مليار ب.م.ن.

وقد أثمرت الجهود المشار إليها لتنمية قطاع النفط والغاز الطبيعي في الدول الأعضاء زيادة في عدد الاكتشافات، والاحتياطات المؤكدة من النفط والغاز الطبيعي في دول المنطقة، ما يسهم في تأكيد دور هذا القطاع في تحقيق التنمية في دول المنطقة.

ثانياً- التقنيات المستخدمة في عمليات إنتاج النفط والغاز الطبيعي

خلال العقود القليلة الماضية، قام عدد من شركات البترول العالمية بالمساهمة الفاعلة في تطوير وسائل جديدة، لاستخدامها في عمليات استكشاف وإنتاج النفط والغاز الطبيعي في مناطق مختلفة من العالم ومن بينها دول الإسكوا. وقد كان الدافع وراء هذه الجهود رغبة من تلك الشركات في زيادة احتياطي النفط والغاز الطبيعي، وتحسين معدل إنتاج آبارها المنتجة مع تقليل كلفة عمليات الاستكشاف والإنتاج. وقد اتفق خبراء هذا المجال في أن هذه التحسينات التقنية كانت العامل الأساسي في زيادة احتياطي النفط والغاز الطبيعي عالمياً، من حيث زيادة الحصيلة النهائية للنفط، ورفع معامل الاستخلاص. كما ساهمت هذه التطورات التقنية بصورة واضحة في تقليل كلفة عمليات الاستكشاف والإنتاج، حيث انخفض متوسط كلفة إنتاج برميل النفط عالمياً من 27 دولاراً أمريكياً في عام 1981 (سعر 2002)[4] إلى 9 دولارات فقط للبرميل في عام 1998[5] وهو أدنى كلفة لإنتاج برميل من النفط حتى الآن. وعليه تم تخفيض الكلفة اليومية لهذه العمليات من أجور عمالة، ومواد مستهلكة، لإتمام العملية بما في ذلك كميات الطاقة المستهلكة.

في ضوء ما تقدم، تطورت صناعة النفط في منطقة الإسكوا بدخول عدد كبير من التقنيات التي ساعدت في تحسين الأداء، ورفع الكفاءة في عمليات إنتاج النفط والغاز الطبيعي (الاستكشاف، والاستخراج، والتجميع والنقل). وقد أحدث هذا التطور زيادات ملحوظة في كل من احتياطيات النفط والغاز الطبيعي في المنطقة، كما أدى إلى إمكانية زيادة الإنتاج النفطي، لمقابلة الطلب المتزايد على الوقود الأحفوري، إقليمياً وعالمياً. ويستعرض هذا الفصل التقنيات والأساليب المستخدمة في عمليات استكشاف، واستخراج، وتجميع ونقل، ومعالجة النفط الخام والغاز الطبيعي في دول الإسكوا، ومؤشرات استهلاك الطاقة في كل منها وتأثير استخدام التقنيات المتطورة في فاعلية العمليات المشار إليها.

ألف- تقنيات الإستكشاف

تتنوع الطرق المتبعة لاستكشاف النفط والغاز الطبيعي بين عدة أساليب فنية تمكّن من الحصول على المعلومات الفيزيائية للتكوينات الجيولوجية، وملاءمتها بالخواص المطلوبة لتجمع النفط، ومن خلال تحليل تلك المعلومات يتم تحديد مواقع الآبار الاستكشافية، وحفرها. وتتنوع طرق الاستكشاف بين: المسح الجوي والاستشعار عن بعد، والمسح الجيولوجي السطحي، والمسح الجيوكيميائي، والمسح الجيوفيزيائي، وهذا الأخير هو المسح الأكثر شيوعاً في عمليات استكشاف النفط والغاز في دول المنطقة. يتم المسح الجيوفيزيائي وفق أربع طرق فنية هي: طريقة الجاذبية، والطريقة المغناطيسية، والطريقة الكهربائية، والطريقة السيزمية التي تعتبر أكثر الطرق استخداماً، ويعتمد المسح فيها على قياس الاهتزازات الأرضية. وفي ما يلي نورد عرضاً مختصراً لأهم خصائص عمليات المسح السيزمي، إضافة إلى أساليب الحفر الاستكشافي وتقويم احتياطي النفط ومؤشرات استهلاك الطاقة في كلٍ منها.

---

(4) Shihab-Eldin Adnan, New Energy Technologies: Trends in Development of Clean & Efficient Energy Technologies, 8th International Energy Forum, Osada, Japan, September 2005.

(5) جان فرانسوا جيانيسيني: "خفض التكاليف في نشاطات الاستكشاف والإنتاج"، النفط والتعاون العربي، م 24، ع 87، 1998.

1- المسح السيزمي (Seismic Survey)[6]

ساهمت المسوحات السيزمية، أحادية وثنائية الأبعاد، في معرفة تراكيب المكامن الجيولوجية، إلى أن ظهرت المسوحات السيزمية ثلاثية الأبعاد التي أدت إلى تحسين الصورة التركيبية للمكامن وتحديد المكامن الرئيسية، وبخاصة المعقدة منها، والفوالق المصاحبة لها بدقة كبيرة، مما انعكس على تحديد أفضل لمواقع الآبار التي يراد حفرها، وخفض نسبة الآبار الجافة. وقد أدى هذا التطور إلى إعادة مسح المكامن والحقول القديمة حيث تم التعرف على امتدادات لها لم تظهرها المسوحات السابقة، ومع التطور الكبير في مجال تقنيات الحاسوب، ساهمت هذه التقنية في التمكن من رسم خرائط رقمية دقيقة لطبقات الصخور الرسوبية مما يؤدي إلى تقليل مدة دورة العمل، الأمر الذي ينعكس مباشرة على كلفة عمليات التنقيب. وقد ابتكرت ادارة التنقيب في شركة أرامكو السعودية برامج متخصصة، ومتطورة للتصنيف السيزمي الفعال، تقوم بتركيب نماذج ثلاثية الأبعاد لمكامن النفط، تمكّن من متابعة العمل فيها خلال مراحل الحفر والتشغيل[7].

يستخدم ما يتم تسجيله من بيانات المسح السيزمي ثلاثي الأبعاد في توجيه عمليات التنقيب، وبخاصة ما يتعلق بإدارة المكامن فيتيح إمكانية أدق لوصف وتحديد هذه الطبقات ووجود النفط والغاز الطبيعي فيها. وهذا يساعد الفنيين في اختيار المواقع المثلى لحفر آبار الإنتاج، ويتيح استخلاص كميات أكبر من النفط والغاز بكلفة أقل.

وقد أدى استخدام تقنية المسح السيزمي المتفرق، ثلاثي الأبعاد إلى خفض الطاقة المستهلكة لكل كم^2 من المسح إلى حوالي 000 4 كيلواط ساعة، وهو ما يعادل 26 في المائة فقط من الطاقة المستهلكة في حالة المسح السيزمي ثلاثي الأبعاد (700 15 كيلواط ساعة). وتستطيع فرق المسح الثلاثي الأبعاد إكمال المسح لمساحة 5 كم^2 في اليوم الواحد.

2- الحفر الاستكشافي وتقويم احتياطي النفط

تساعد العلوم الجيولوجية والجيوفيزيائية في تحليل المعلومات لدراسة وتحديد التراكيب الجيولوجية الملائمة لتجمع النفط. ولكن لا يتم الجزم بوجود نفط أو غاز طبيعي في هذه التكوينات، أو المكامن إلا بالحفر الاستكشافي المباشر، حيث يتم تقييم قيمة المنطقة نفطياً. وتتضمن خطة تطوير الحقل النفطي تحديد ما يلي: (أ) طاقة الإنتاج القصوى للحقل؛ (ب) عدد الآبار الواجب حفرها، ومواقعها، واختيار الابعاد المناسبة لتلك المواقع؛ (ج) وسائل الاستخلاص اللازمة لانتاج النفط ولحين نضوب المكمن؛ (د) المنشآت الانتاجية، كخطوط الأنابيب، والخزانات، ومحطات الضخ، ومحطات عزل الغاز والماء، ووسائل معالجة كلٍ من النفط المنتج والغاز، ومركز التحكم بالعمليات، ومكافحة الحريق، والطرق ووسائل الاتصالات؛ و(•) الحصيلة النهائية المتوقعة للنفط المستخرج. ومن الغني عن الذكر ان احتياجات الطاقة اللازمة تتوقف على العناصر السابق الإشارة إليها، لذا، لا بد من دراسة الخدمات المساعدة التي تعنى بتحديد متطلبات المياه والطاقة الكهربائية لتنفيذ خطة التطوير الموضوعة.

---

(6) تقرير حول الحلقة الدراسية "خفض التكاليف في عمليات الاستكشاف والإنتاج"؛ النفط والتعاون العربي؛ م 24؛ ع 87؛ 1998.

(7) الورقة القطرية للمملكة العربية السعودية، مؤتمر الطاقة العربي الثامن، عمان، الأردن، أيار/مايو 2006.

يستخدم الخبراء عدة طرق لأخذ بيانات وقياسات آنية، أثناء حفر الآبار الاستكشافية، وذلك لتعديل مسار الحفر، أو لتفادي، أو تقليل المشاكل أثناء الحفر. وكل هذه الطرق تتفق في استخدام تقنيات الحاسوب المتقدمة من حيث تسجيل وتخزين كم هائل من البيانات، مع إمكانية تحليلها آنياً. وتتم بعد ذلك مقارنة هذه البيانات بالبيانات السيزمية ثلاثية الأبعاد وتقدير الاختلاف لتصحيح مسار حفر الآبار المخطط لها، ما يرفع من نسبة نجاح عمليات الحفر.

باء- تقنيات الاستخراج والتجميع

1- تقنيات حفر الآبار والعمليات المصاحبة[8]

تمثل عمليات حفر الآبار حجر زاوية في مجال استخراج مخزون النفط، أو الغاز الطبيعي المتوافر في صخور القشرة الأرضية. وعادة يتم حفر الآبار بقطر يزيد في البداية عن 30 بوصة، ويتناقص تدريجياً ليصل إلى حوالي 4 بوصات عند قاع البئر. ويتم وضع برنامج حفر لكل بئر تُحدد فيه الطبقات الأرضية والمقاطع الصخرية المتوقع اختراقها أثناء الحفر، لتقدير القدرة المطلوبة لتشغيل آلات الحفر، وبالتالي تحديد استهلاكات الطاقة فيها كما يتم تحديد مواصفات الأنواع المختلفة من طين الحفر لكل مقطع، وأنواع المجسات (كهربائية، صوتية، اشعاعية، إلخ) والتي تساعد على المراقبة الآنية لعملية الحفر، وتسجيل المعلومات المطلوبة عن خواص الطبقات.

وتتنوع أنواع أبراج الحفر في قطاع النفط والغاز، ويعتمد اختيار برج الحفر المناسب على نوعية البئر المراد حفرها، من حيث العمق وقطر البئر والقدرة الهيدروليكية المطلوبة لحفر تلك البئر، ولذا، يسبق اختيار نوع برج الحفر، عمل دراسة للطبقات التكوينية التي سيتم الحفر فيها. ويجب أن تكون مصادر القدرة في برج الحفر قادرة على مد المحرك الرئيسي بالقدرة التشغيلية الكافية، لإدارة معدات الرفع ومنصة الحفر بسرعاتها المختلفة، ومضخات طين الحفر، والآليات الملحقة، إضافة إلى توفير الإنارة في محيط البئر ومركز سكن العاملين والمكاتب. ولا تختلف عمليات الحفر في المناطق البحرية عن تلك التي تتم على اليابسة من النواحي التقنية، إذ تطورت أجهزة الحفر في المناطق البحرية وجرى تصميمها على قوائم معدنية ثابتة، أو أرصفة متحركة، أو وحدات عائمة.

ويوجد نوعان من أبراج الحفر؛ الأول تنقل فيه القدرة إلى المعدات الموجودة بطريقة ميكانيكية، أما النوع الآخر فيشمل مولدات كهربائية تعمل بوقود الديزل، ويتم مد كل الأجهزة والآليات ضمن برج الحفر بالطاقة الكهربائية لتشغيلها، ما يتيح إدارة أفضل للطاقة المستهلكة، إضافة إلى الحاجة إلى عدد أقل من المولدات في كل موقع. وقد تم إدخال أجهزة الحاسوب على هذا النوع من أبراج الحفر، ما يمكن من استخدام تقنيات المراقبة الآنية المتطورة.

وقد أدت التطورات في طرق الحفر إلى تحسين إنتاجية الآبار، وتخفيض المشاكل التي كانت تتعرض لها الآبار الرأسية، كما ساعدت على امكانية استخلاص النفط من المكامن النفطية الصغيرة، والرقيقة، أو المكامن محدودة النفاذية والسماكة ومن هذه الطرق:

---

(8) تقرير عن ندوة أوابك حول دور التقنيات الحديثة في زيادة الاحتياطي البترولي ورفع الطاقة الإنتاجية في الدول العربية، دمشق، الجمهورية العربية السورية، أيلول/سبتمبر 1997.

(أ) الحفر الأفقي والموجه Directional (Horizontal) Drilling والمتفرع. وتستخدم هذه التقنية وبخاصة عند وجود موانع في إحدى الطبقات الأرضية فوق مكمن النفط، مثال وجود خزان ماء أو حال وجود مدينة مأهولة بالسكان فوق منطقة المكمن، كما تستخدم هذه التقنية أيضاً لاستخراج النفط من مكامن بحرية تقع في نطاق عشرة أميال من اليابسة. وتساعد تقنية حفر الآبار الأفقية المائلة من الناحية الاقتصادية على حفر أكثر من بئر واحدة من على نفس المنصة (أو البرج) وبخاصةً في المناطق البحرية، حيث كلفة نقل المنصة عالية، كما تصلح هذه التقنية للمكامن غير المتجانسة، وذات الطبقات المتعددة الحاملة للنفط. ومن مميزات تقنية الحفر الموجه أنها تمكن من السيطرة المركزية على عمليات الانتاج والحقن.

(ب) نظام حفر آبار بأقطار صغيرة (الحفر النحيف) والذي يستخدم لتقليل الكلفة واستخراج النفط من المكامن الصغيرة والرقيقة، حيث لا يزيد قطر الآبار الضيقة عن 4.75 بوصات مقارنة بقطر 8.5 بوصات لقطر البئر العادية. وقد أدى ذلك إلى خفض كلفة الحفر بنسبة 30-40 في المائة، علاوة على أفضلية الآبار النحيفة في حماية البيئة، وبخاصة في ما يتعلق بخفض المساحة التي تحتاجها معدات الحفر، وتقليل كمية الفتات الصخري الناتج والمعدات الهالكة.

(ج) استخدام سوائل حفر بإضافات مختلفة بهدف تحسين الأداء في عمليات الحفر، وزيادة معدل السلامة لهذه العمليات، من خلال إخراج الفتات الصخرية formation cuttings الناتجة من عملية الحفر؛ وتبريد معدات الحفر؛ وتفادي خروج الغازات والسوائل الموجودة تحت ضغوط عالية في باطن الأرض؛ وموازنة الضغط الموجود في الطبقات الصخرية؛ والزيادة من تماسك جدار البئر لمنع انهيار الحفرة أثناء عمليات الحفر؛ وتحليل الطبقات الصخرية من خلال ما يخرج منها من فتات الصخور.

ولما كان لكل سائل من سوائل الحفر خواصه ومميزاته، فلا بد من دراسة دقيقة لمعرفة صلاحية كل منها، بحسب نوعية الصخور الرسوبية، وصلابتها، وسرعة الحفر، وإذا ما كان هناك غاز مصاحب أو لا. ولا يتم اختيار سائل الحفر الأمثل إلا بالتحليل الدقيق لكل المواد، والعوامل الموجودة في طبقات البئر المراد حفرها. وعلى الرغم من ان طين الحفر قد تم استخدامه منذ أوائل القرن العشرين، إلا أنه يعتبر حالياً من سوائل الحفر الأكثر استخداماً، حيث يغطي معظم المتطلبات التي تستخدم من أجلها سوائل الحفر. وقد توصلت بعض شركات النفط، بعد سنوات طويلة من البحوث والاختبارات، إلى إضافات معينة للماء تقلل من فاقد القدرة للتغلب على الاحتكاك بدرجة تصل إلى 83 في المائة، وهذا يعني أن متطلبات المضخات من الطاقة يقل بنسبة ستة أضعاف مقارنة بحالة استخدام الماء، فقط، كسائل للحفر.

2- المكامن النفطية ووسائل الرفع الاصطناعي لاستخلاص النفط

يعتبر عامل لزوجة النفط، وكثافته، ونفاذية النفط العمودية من الأسباب المؤثرة في إنتاج النفط ويجب أخذ هذه العوامل في الإعتبار عند وضع خطة استخلاص النفط. ويعتمد معدل انتاج النفط على الطاقات المكمنية التي تساعد في تدفق النفط، طبيعياً، من المكمن إلى البئر، وعادة، تتوافر هذه الطاقات بسبب الضغط الذي ينشأ أثناء تكوين المكمن نفسه نتيجة للغاز المذاب في النفط، أو للغاز الحر المكون للقبب الغازية، أو نتيجة الدفع المائي، أو الدفع الجذبي، أو مطاطية المستودع المضغوط. وتختلف كميات الطاقة المكمنية بحسب نوع المكامن، وبالتالي فإن معامل تعزيز استخلاص النفط يتابين بين الأنواع المختلفة للمكامن ويراوح بين (20-30) في المائة في المكامن ذات الدفع بالغاز المذاب إلى (30-60) من المائة من المكامن ذات الدفع المائي.

عند بدء الإنتاج تكون المكامن تحت ضغط يفوق 96 كجم/سم^2 لكل 000 1 متر من عمق البئر، وذلك يكون كافياً ليستمر تدفق النفط، وصعود الغاز المصاحب إلى أعلى البئر، ليتم تجميعهما في خزانات عزل النفط. وفي حالة تدني الضغط داخل البئر يتوقف تدفق النفط، وعندئذٍ لا بد من إيجاد وسائط مساعدة لرفع الضغط داخل البئر الى مستويات إنتاج اقتصادية. إلا أنه لابد من دراسة حالة كل بئر منتج على حدة لمعرفة المواصفات المطلوبة لآليات الرفع الاصطناعي، وبخاصة لتحديد نوع المضخات. وتتم عملية الرفع الاصطناعي للنفط بإحدى الطرق الآتية:

(أ) الرفع الاصطناعي بحقن الغاز Gas injection يتم بواسطة حقن الغاز الطبيعي، ويعتبر من أفضل الخيارات للتعامل مع كميات ضخ كبيرة، أو مع أعماق آبار سحيقة، وذلك في حال توافر الغاز الطبيعي في الموقع. ويستخدم العديد من الصمامات والضواغط وأجهزة التحكم الأخرى لتركيب هذا النظام، ويجري التحكم الدقيق في ما يتم ضخه من الآبار المعنية بواسطة صمام رفع الغاز (Gas lift valve). كما يمكن استخدام غاز ثاني أكسيد الكربون إذا توافر في مواقع الإنتاج كبديل عن الغاز الطبيعي. وتستهلك عملية الرفع الاصطناعي بحقن الغاز من الطاقة نصف ما تحتاجه عملية الرفع الاصطناعي بحقن بخار الماء.

(ب) الرفع الاصطناعي بحقن بخار الماء (Steam injection) والذي يتم عن طريق الحرق الموضعي بحقن الهواء داخل المكمن وإشعاله ما يؤدي إلى حرق كمية محسوبة من النفط وتوليد طاقة حرارية تساعد على تقليل لزوجة النفط، كما أن إنتاج عدد من الأبخرة والغازات تعمل كقوة غازية دافعة للنفط في اتجاه الآبار المنتجة، أو عن طريق حقن آبار النفط ذات اللزوجة العالية ببخار الماء بدرجة حرارة تفوق 175 درجة مئوية (°C) بواسطة آبار الحقن الخاصة ولفترة تراوح بين عدة أيام وعدة اسابيع يتبعها غلق البئر المنتجة لعدة أيام. وبعدها يتم دفع النفط وتنشيط حركته بفعل الطاقة المولدة من دفع البخار والماء الحار المكثف من البخار المحقون تحت ضغط عالٍ، حيث يصبح النفط أقل كثافة، ويتسارع بالخروج بواسطة ضغط الغاز المصاحب له. وقد تم موخراً استخدام مصدر حراري كهربائي خارجي للتسخين بدلاً من استخدام تقنية حقن البخار لتسخين النفط الثقيل.

جيم- تقنيات نقل النفط والغاز الطبيعي

تعتبر عملية خفض كلفة النقل عاملاً أساسياً في عملية التوسع في تجارة النفط والغاز الطبيعي على المستوى العالمي. وقد تم تطوير العديد من التقنيات الحديثة في مجال مد خطوط الأنابيب، وتصميم ناقلات النفط والغاز المسيل ما أدى إلى التوسع الملحوظ في التجارة خلال السنوات الماضية، وتمتلك الدول المنتجة للنفط والغاز في منطقة الإسكوا شبكات ضخمة لنقل النفط والغاز، علاوة على اسطول من الناقلات العملاقة. وحيث أن هذا الكم الهائل من خطوط النقل يستهلك قدراً كبيراً من الطاقة لتشغيلها، فسوف تلقي هذه الدراسة الضوء على سبل ترشيد استهلاك الطاقة في نقل النفط والغاز الطبيعي.

1- نقل النفط

يبلغ عدد مجموع الخطوط الرئيسية والفرعية لخطوط نقل النفط ومشتقاته في دول الإسكوا أكثر من 113 خطاً يبلغ مجموع أطوالها أكثر من 945 19 كيلومتراً طولياً. ويتراوح اجمالي أطوال الخطوط للشبكات الوطنية الموجودة حالياً، بين 188 كيلومتراً في دولة قطر و387 10 كيلومتراً في المملكة العربية السعودية.

ومن بين الحلول المتاحة لشركات النفط، لخفض تكاليف الاستكشاف والإنتاج، استخدام المعالجة الكيميائية لمشاكل التآكل في أنابيب النفط، و/أو استخدام الأنابيب المرنة المصنوعة من الفولاذ والبلاستيك الحراري المضاد للرشح، والفولاذ المقاوم للصدأ والانهيار. وتستخدم هذه الأنابيب المرنة في الحقول حديثة التطوير وفي حقن الماء في المكامن، لأنها مقاومة للصدأ ولا تحتاج إلى صيانة، وكذلك يمكن مدها في المياه المغمورة، وعلى اليابسة.

2- نقل الغاز الطبيعي

يبلغ عدد مجموع الخطوط الرئيسية والفرعية لخطوط نقل الغاز الطبيعي في دول الإسكوا أكثر من 58 خطاً يبلغ مجموع أطوالها أكثر من 055 11 كيلومتراً طولياً. ويتراوح اجمالي أطوال الخطوط في الشبكات الوطنية الموجودة حالياً بين 225 كيلومتراً و760 2 كيلومتراً في كل من دولة الكويت، وسلطنة عمان.

وعلى عكس نقل النفط، فإن نقل الغاز صعب ومكلف، إذ يعتبر نقل الغاز الطبيعي إلى مسافات بعيدة مكلفاً، وتصل كلفة نقله إلى 6 أضعاف كلفة نقل النفط الخام للمسافة نفسها، حيث تمثل كلفة نقل الغاز 40 في المائة من سعره. ونتيجة لذلك، فإن النقل يعتبر عنصراً أساسياً في المعادلة النهائية للكلفة، ومع زيادة المسافات تنمو كلفة نقل كل مليون وحدة حرارية BTU سواء كان ذلك بواسطة الأنابيب، أو على شكل غاز مسيل بواسطة الناقلات. ويكون خيار النقل بواسطة الأنابيب أفضل، عندما تكون السوق الموجه إليها الغاز ناضجة، أي تتطلب كميات ثابتة ولديها تنوع في مزيج الطاقة؛ ويكون الوضع الجغرافي ملائماً لمد خطوط الأنابيب، سواء على اليابسة، أو في المياه؛ ويكون المقطع الطبوغرافي مناسباً لقاع البحر؛ وتكون الأوضاع على كامل امتداد الخط مستقرة سياسياً[9].

يتطلب نقل الغاز الطبيعي إلى المستهلك سلسلة من العمليات كما يلي[10]: إنتاج الغاز عند فوهة البئر؛ ومعالجة الغاز المنتج حتى يكون جاهزاً، إما للنقل بواسطة الأنابيب، أو للتسييل؛ ونقل الغاز المعالج، إما بواسطة الأنابيب تحت ضغط مرتفع، أو كغاز مسيل بواسطة الناقلات عبر مسافات بعيدة.

وقد طرأت تحسينات على تصميم خطوط أنابيب نقل الغاز، الطبيعي عبر مسافات بعيدة من حيث تحملها للضغوط المرتفعة، وذلك باستخدام معادن بمواصفات خاصة، كما تم تطوير تقنيات لمد الأنابيب في أعماق البحر، وعبر التضاريس الصعبة. وتلعب هذه التقنيات في مد خطوط الأنابيب الحديثة دوراً حاسماً في خفض حجم الاستثمارات اللازمة، فتصميم مشاريع نقل الغاز الطبيعي، حالياً، باستخدام أنابيب الضغط العالي، يؤدي إلى خفض كلفة النقل، لكون كميات الغاز المنقولة كبيرة، ولمسافات بعيدة.

وقد انخفض معدل استهلاك الطاقة، أيضاً، خلال مراحل تسييل الغاز، وقدر ذلك بحوالي 15–20 في المائة من إجمالي الغاز الداخل إلى مراحل التسييل في المشاريع الأولى التي تم تنفيذها، وأصبح يمثل 8–10

(9) تقرير حول ندوة "التقنيات الحديثة في مجال معالجة وتسييل الغاز الطبيعي ونقله"؛ النفط والتعاون العربي، م 26؛ ع 92؛ 2000.

(10) ماري فرانسواز شابريلي: "إقتصاديات نقل الغاز: مقارنة بين النقل بالأنابيب والنقل بالناقلات"؛ النفط والتعاون العربي؛ م 27؛ ع 99؛ 2001.

في المائة في المشاريع التي تم تنفيذها مؤخراً، وبذلك فقد أصبحت عملية نقل الغاز المسيل بالناقلات تنافس عملية نقل الغاز بالأنابيب، من حيث كميات الطاقة المستهلكة.

دال- مؤشرات استهلاك الطاقة في العمليات الإنتاجية

في ضوء الاستعراض السابق للتقنيات والأساليب المستخدمة في العمليات المختلفة لانتاج النفط والغاز، يتضح أن قطاع إنتاج النفط والغاز الطبيعي من القطاعات كثيفة الاستهلاك للطاقة، حيث تكثر فيه عمليات التسخين، وضخ السوائل الخفيفة والثقيلة إلى داخل وخارج الآبار، وبأعماق تزيد عن 2500 متر، إضافةً إلى استخدام طرق مختلفة لمعالجة المواد الهيدروكربونية، وتجميعها ونقلها إلى مناطق التسويق. وتشير بعض الأرقام العالمية إلى أن استهلاك الطاقة في قطاع إنتاج ونقل النفط والغاز الطبيعي يمثل أكثر من 70 في المائة من إجمالي الطاقة المستهلكة في هذا القطاع، وتليه الطاقة المستهلكة في المكاتب ومعامل الشركات وتمثل نسبة 20 في المائة من إجمالي الطاقة المستهلكة، بينما يقدر إجمالي الطاقة المستهلكة في عمليات الاستكشاف بنسبة تراوح بين 8 و10 في المائة من إجمالي الكميات المنتجة من النفط والغاز الطبيعي.

يتوزع الاستهلاك الإجمالي للطاقة على العمليات في حقول النفط الكبيرة والصغيرة وفق النسب الواردة في الجدول 1، كما تعتمد معدلات استهلاك الطاقة في أي من هذه العمليات على عوامل عديدة ومتداخلة تؤدي إلى توسيع المدى الذي تقع فيه هذه المعدلات، مثال ذلك، أن معدل استهلاك الطاقة في حفر 1 متر طولي يتأثر بحسب قدرة الحفـارة، وزمن الحفر، وقساوة الطبقات، والتقنية المستخدمة، ونوع وسائل الحفر المستخدمة. والحالة الفنية للمعدات المستخدمة. ويبين الجدول 2 مؤشرات نسب استهلاك الطاقة في العمليات الحقلية.

الجدول 1- نسب استهلاك الطاقة في العمليات الحقلية في حقول النفط

العمليات	الحقول الكبيرة	الحقول الصغيرة
الآبار المنتجة	40 في المائة	55 في المائة
آبار الحقن	42 في المائة	26 في المائة
تخفيف الغاز	10 في المائة	-
عمليات برج الحفر	5 في المائة	-
أخرى	3 في المائة	19 في المائة

المصدر: Optimization of Electric Consumption in 2003, California, EPRI Report # 1006210, Marginal California Oilfields.

الجدول 2- مؤشرات عامة لاستهلاك الطاقة في قطاع إنتاج النفط والغاز الطبيعي

العمليات الأساسية في القطاعات العليا لإنتاج الطاقة	مؤشرات متوسط الطاقة المستهلكة (كيلوواط - ساعة)
• المسح السيزمي ثلاثي الأبعاد لكل كم^2	70 015
• المسح السيزمي المتفرق ثلاثي الأبعاد لكل كم^2	4 000
• حفر 1 متر طولي (حسب استطاعة الحفار وعمق البئر)	2 500-1 073
• ضخ 1 برميل سائل /000 1 متر	1.5
• استخراج وتجميع 000 1 برميل نفط	333 (1.2 جيجاجول)
• نقل 000 1 برميل مسافة 1 كم	25-0.52
• نقل 1 مليون متر^3 من الغاز مسافة 1 كم	600

• معالجة 1 مليون م^3 من الغاز	280 14-000 80

المصدر: عدد من المراجع الدولية تم ذكرها في تقرير دراسة حالة الجمهورية العربية السورية، تحسين كفاءة استخدام الطاقة في القطاعات العليا لصناعة النفط، 2006.

ثالثاً- ترشيد استهلاك الطاقة وتحسين كفاءة استخدامها في قطاع إنتاج النفط والغاز الطبيعي في دول مختارة، أعضاء بالإسكوا

في الفصل السابق تم استعراض عدد من التقنيات المستخدمة في العمليات المختلفة في مجال إنتاج النفط والغاز الطبيعي، وقد دخلت هذه التقنيات حيز الممارسة في دول الإسكوا خلال العقود الثلاثة الماضية. ويمكن تقسيم هذه التقنيات إلى قسمين؛ يحتوي القسم الأول على تقنيات جديدة، وابتكارات أدت إلى تقليل دورة العمل في بعض العمليات إلى مستويات غير مسبوقة (من عدة أسابيع إلى عدة ايام فقط)، وهذا النوع من التقنيات له تأثيره المباشر في خفض الكلفة التشغيلية، وتأثيرها المباشر في تخفيض استهلاك الطاقة، وتحسين الأداء. ويحتوي القسم الثاني على ممارسات فنية نابعة من خبرات سنين عديدة أدت إلى تحسين أداء كثير من الآليات المستخدمة في مجال إنتاج النفط والغاز، وقد أثمرت هذه الممارسات فوائد عديدة مثل زيادة كفاءة هذه الآليات، وتخفيض كلفة تشغيلها.

ويختلف قطاع إنتاج النفط والغاز الطبيعي عن الصناعات التقليدية في أن جل عملياته لا تتم في حيز ضيق، إذ تملك الشركات العاملة في هذا المجال آلاف الآبار المنتجة، وآلاف الكيلومترات من خطوط الأنابيب ومئات نقاط التجميع، إضافة إلى المعدات المساعدة من ضواغط، ومضخات، وحفارات، وخزانات، وكل ذلك يكون منتشراً فوق مساحات كبيرة تقدر بمئات إلى آلاف الكيلومترات المربعة. ولعل هذه هي إحدى الحقائق التي تجعل متخذي القرار في عزوف عن تطبيق أي برامج لترشيد استهلاك الطاقة بالصورة المتكاملة في هذه القطاع، وذلك بسبب تعقيد النواحي اللوجستية، والعبء الاضافي على الموارد البشرية، والموارد المالية، لتطبيق هذا البرامج بصورة إدارية سليمة.

يعرض هذا الفصل حزم الإجراءات والأساليب المؤدية إلى ترشيد استهلاك الطاقة (الكهربائية والحرارية)، وتقليص فواقد النفط الخام، والغاز الطبيعي في عمليات استكشاف، واستخراج، ونقل النفط الخام ومعالجته، وتحسين برامج الصيانة لنظم ضخ النفط الخام، ونظم ضغط الغاز، وتقليص كميات الغاز الطبيعي المحروق على الشعلة، والتقنيات المستخدمة في نظم الحماية المهبطية لمنشآت وأنابيب نقل النفط الخام والغاز الطبيعي، واستخدام الطاقة الشمسية الكهروضوئية لذلك، كأحدى الفرص المثلى لترشيد استهلاك الطاقة. ويتضمن هذا الفصل عرضاً موجزاً لتقنيات اصطياد غاز ثاني اكسيد الكربون، لاستخدامه في تقرير استخلاص النفط واقتصاديات تطبيق هذه التقنيات، كما يتضمن الفصل عرضاً لمقترح لتفعيل تطبيق برامج ترشيد استهلاك الطاقة، وتحسين كفاءة استخدامها في هذا القطاع.

ألف- برامج الصيانة الوقائية لضبط عمل المعدات وتحسين كفاءتها

إن الصيانة الوقائية أمر ضروري في قطاع إنتاج النفط، ولكن خاصية هذا القطاع من حيث الرقع التي تنتشر فيها المعدات، يجعل النواحي اللوجستية لبرنامج صيانتها أمراً معقداً، ويتطلب التخطيط المسبق ووضع الميزانيات الخاصة لذلك. وقد قامت شركات النفط في عدد من دول الإسكوا باستخدام برامج حاسوب مخصصة لتصميم وتخطيط وتنفيذ برامج الصيانة الوقائية، بحسب ما تتطلبه بيئة العمل في كلٍ من تلك الدول. وفي ما يلي إشارة إلى بعض برامج الصيانة المستخدمة في قطاع إنتاج البترول، وما تتيحه من فرص لترشيد استهلاك الطاقة، حيث تساعد هذه البرامج في المحافظة على كفاءة المعدات والآليات وعملها بالصورة المطلوبة:

(أ) الصيانة الآلية المبرمجة للمحافظة على كفاءة المعدات (الكهربائية والميكانيكية، والفحص الدوري للمعدات والآلات، والمراقبة المستمرة لاستهلاك هذه المعدات من الطاقة، وتركيب نظم الإشعال والإطفاء الذاتي لأجهزة الإنارة؛

(ب) برامج لصيانة المعدات الجوفية للآبار بشكل دوري يتم فيها استخدام عدد من الحفارات لخدمة الآبار، بهدف المحافظة على استمرارية وتشغيل معدات إنتاج البترول وتجميعه؛

(ج) تحديث وتوسيع المحطات الرئيسية لزيادة قدراتها على التخزين والمعالجة؛

(د) الاهتمام بوضع برامج مخصصة لتقليص الفاقد من النفط الخام، ومنع تسربه من خلال حقن موانع التآكل الكيميائية، ومتابعة أعمال التفتيش الفني للأنابيب والخزانات، وتحديد نقاط التآكل ومعالجتها قبل حصول التسرب.

1- تشغيل نظم البخار بكفاءة

لما كان بخار الماء من المواد الأساسية المستخدمة في الإنتاج، فإنه في ما يلي عدد من القواعد الأساسية والإرشادات العامة التي يؤدي اتباعها إلى ضمان تشغيل نظم إنتاج وتوزيع واستخدام البخار بكفاءة عالية، ما ينتج عنه المحافظة على الطاقة وترشيد استهلاكها[11]:

(أ) إنتاج البخار بأعلى ضغط ودرجة حرارة ممكنة، واستخدام البخار في العمليات الإنتاجية بأقل ضغط ودرجة حرارة ممكنة، واستغلال الطاقة المسترجعة في عملية إنتاج البخار، مع أهمية وجود آلات قياس لكميات البخار المنتجة، والمستهلكة في مختلف الوحدات؛

(ب) تطبيق إجراءات ترشيد الطاقة في المراجل؛

(ج) اختيار النوع والحجم المناسبين من مصائد البخار steam traps تفادياً لفقدان البخار، وإجراء فحص دوري لهذه المصائد، لتفادي فقدان كميات كبيرة منه؛

(د) التأكد من وجود العزل الحراري الجيد لكل خطوط أنابيب البخار والوحدات المتصلة بها، واجراء فحوص دورية للتأكد من عدم تلف العازل، أو فقدانه لعازليته لأي سبب؛

(•) تصميم نظام البخار لضمان أقل تسرب ممكن باختيار أنسب المواد والمعدات، وإجراء الفحوص الدورية لاكتشاف أي تسرب، أو ارتشاح وإصلاحه بأسرع وقت؛

(و) استخدام البخار تحت أقل ضغط ممكن وبخاصةً في مجال التسخين.

(11) الطيب ونادة: "تحسين كفاءة الطاقة في الصناعات البترولية اللاحقة"؛ النفط والتعاون العربي؛ م 29؛ ع 106؛ 2003.

2- تشغيل نظم الهواء المضغوط بكفاءة

لما كان الهواء المضغوط من المواد الأساسية في الإنتاج، ففي ما يلي إرشادات عامة لنظم إنتاج وتوزيع واستخدام الهواء المضغوط لتشغيل أجهزة التحكم، وتشغيل كثير من أدوات المنافع العامة: التأكد من تطابق مواصفات الهواء المضغوط مع متطلبات الاستخدام؛ والتأكد من عدم وجود تسريب للهواء المضغوط؛ وإستبدال الضواغط القديمة بضواغط حديثة أكثر كفاءة؛ واستخدام أجهزة تحكم آلية لنظام الهواء المضغوط.

باء- استبدال المعدات القديمة بأخرى ذات كفاءة عالية

لقد حدث تطور كبير في جميع أنواع التقنيات المستخدمة في إنتاج النفط والغاز، وبخاصة بعد دخول استخدامات الحاسوب والنظم الرقمية. ولما كان تاريخ صناعة النفط في دول الإسكوا يرجع إلى ما قبل النظم الرقمية Digital systems فكان لا بد للشركات العاملة في هذه الدول من مواكبة التطورات، وعمل التغييرات اللازمة للمعدات القديمة كلما سنحت الفرصة، وذلك عبر تنفيذها المتواصل لمشاريع تجديد تجهيزات الحقول النفطية التي تتطلب قدراً كبيراً من رأس المال، إضافة إلى تأهيل الموارد البشرية المخصصة لذلك، من دون اللجوء إلى وقف عمليات الإنتاج أو إبطائها. كما تطلب الأمر الاهتمام بالبحوث التطويرية، ومواكبة التطور التقني عبر أطر التعاون الإقليمية والدولية المختلفة، كي يتمكن الخبراء الوطنيون من اتخاذ الإجراءات المناسبة لبيئة العمل في بلادهم.

وقد طرأ تحسن كبير على معدات ووسائل إنتاج النفط والغاز ونظم النقل، بحيث أصبحت أكثر دقة، وأسهل استخداماً وتركيباً، ويؤدي استخدامها إلى توفير في الوقت اللازم لإجراء العمليات، كما ويعمل معظمها آلياً. وقد شملت هذه التطورات: المضخات متعددة الأطوار، ومعدات قياس التدفق متعددة الأطوار (Multiphase flow-meters)، واستخدام الأنابيب المرنة، والمعالجة الكيميائية لمشاكل التآكل، وتقنيات جديدة في المنصات البحرية.

ولقد بدأ تنفيذ مشاريع تجديد الحقول النفطية وتوسعتها في عدد كبير من دول الإسكوا المنتجة للنفط بصورة فعالة، وبخاصة بعدما استبدلت معظم الخبرات الأجنبية بخبرات وطنية. وفي ما يلي قائمة بأهم المعدات التي تؤدي إلى زيادة الكفاءة إذا تم استخدام الحديث منها: استبدال المحركات الكهربائية التقليدية بأخرى متطورة لا تقل كفاءتها عن 93 في المائة؛ واستبدال المراجل القديمة بأخرى جديدة وكفية؛ واستبدال الضواغط ذات الكفاءة المتدنية بأخرى ذات كفاءة أعلى؛ واستبدال نظم السيور والسلاسل بقارنات مباشرة لنقل الحركة من المحركات الكهربائية إلى المعدات المراد تشغيلها؛ واستبدال نظم الإنارة التقليدية بنظم الإنارة الكفية؛ واستبدال المضخات الميكانيكية بمضخات كهربائية.

وتعد المضخات متعددة الأطوار التي تستخدم في نقل النفط الخام من البئر، وعبر مسافات طويلة، اقتصادية، ويساعد حجم المضخة الصغير وسهولة تركيبها على زيادة جدواها الاقتصادية، ومن فوائد استعمالاتها: زيادة معدل إنتاج النفط بتخفيض ضغط رأس البئر؛ واستعادة إنتاج الآبار المغلقة؛ وتسويق غاز الآبار ذات الضغط المنخفض بدل حرقه؛ والمحافظة على معدل إنتاج النفط في الحقول القديمة.

تتميز المضخات الكهربائية بصغر حجمها وكفاءتها العالية، كما تحقق مقدار الضغط، وحجم الضخ المطلوبين عند كفاءة متدنية نسبياً 50-60 في المائة وهو نفس مقدار الضغط، وحجم الضخ الذي يتطلب

كفاءة لا تقل عن 85-90 في المائة في المضخات الميكانيكية، كما أن بعض المضخات الغاطسة لا تتدنى كفاءتها في حالة وجود غاز مصاحب بأكثر من 15 في المائة، إضافة إلى وجود أنواع من المضخات مثل مضخة التجويف التدريجي التي تعمل بكفاءة عالية حتى في حال وجود خليط من السوائل والغازات والمواد الصلبة. واتفق الخبراء على توحيد مؤشر استهلاك الطاقة للضخ من أعماق الآبار حيث حدد معدل 0.5 كيلوواط ساعة/برميل/000 1 قدم كما حدد معدل 1.5 كيلوواط ساعة/برميل ماء/000 3 قدم[12].

وفي ما يلي عرض للإجراءات التي يؤدي اتخاذها إلى رفع كفاءة المضخات وتقليل معدلات استهلاك الطاقة فيها:

(أ) استبدال أي أنبوب تحويل (by-pass line) بجهاز للتحكم الآلي متعدد السرعات (variable speed control drive) لأن السوائل التي تمر عبر أنبوب التحويل هي طاقة مستهلكة في غير محلها؛

(ب) اختيار قدرة المضخة لتتواءم مع القدرة التصميمية لشبكة الأنابيب؛

(ج) التأكد من الإصطفاف الصحيح لإنحياز القارنة (coupling alignement) التي تربط محرك الكهرباء والمضخة، وكذلك التأكد من استمرار عملية التزييت وعدم تسريب الزيت (oil seal)؛

(د) اختيار القطر الخارجي لدفاعة المضخة (pump impeller) بشكل دقيق بحيث أن قدرة المضخة المستخدمة لرفع السوائل تتناسب طردياً مع القطر الخارجي لدفاعة المضخة[13]؛

(•) التأكد من أن القدرة التصميمية للمضخة متوافقة مع قدرة المحرك الكهربائي؛

(و) استبدال صمام التحكم اليدوي الذي يوضع بعد المضخة، بجهاز آلي متعدد السرعات، لتفادي هدر الطاقة في التغلب على الاحتكاك الناتج من وجود الصمام؛

(ز) الموازنة بين أقطار الأنابيب المستخدمة في النقل وقدرة المضخات المستخدمة، إذ يلجأ منفذو مشاريع أنابيب نقل النفط العملاقة إلى تخفيض أقطار الأنابيب، إما لعدم توافر الأحجام المطلوبة أو لخفض كلفة الأنابيب المستخدمة في المشروع، ما يؤثر سلباً على أداء المضخات التي تتحمل عبء نقل المواد إلى مسافات بعيدة. ولأن الضخ يتم لمسافات طويلة، فإن كلفة استهلاك الطاقة في الضخ كبيرة جداً تفوق في كثير من الأحيان الخفض الناتج في كلفة الأنابيب.

ويكون نقل الغاز بالناقلات على شكل غاز مسيل لمسافات طويلة (أكثر من 000 5 كيلومتر) أنسب من الناحية الإقتصادية، حيث الكلفة الرأسمالية أقل لنقل كل مليار متر مكعب لمسافة كيلومتر واحد. ويكون نقل الغاز بوساطة الأنابيب أكثر فائدة لمسافات أقل من ذلك، وفي الواقع فإن خطوط الأنابيب التي تنقل الغاز إلى الأسواق المحلية يمكن أن تكون منخفضة الكلفة لدرجة تمكن تمويلها من العائدات[14]. وتعتبر عملية

(12) Optimization of Electric Energy Consumption in Marginal California Oilfields, EPRI Report # 1006210, California, 2003.

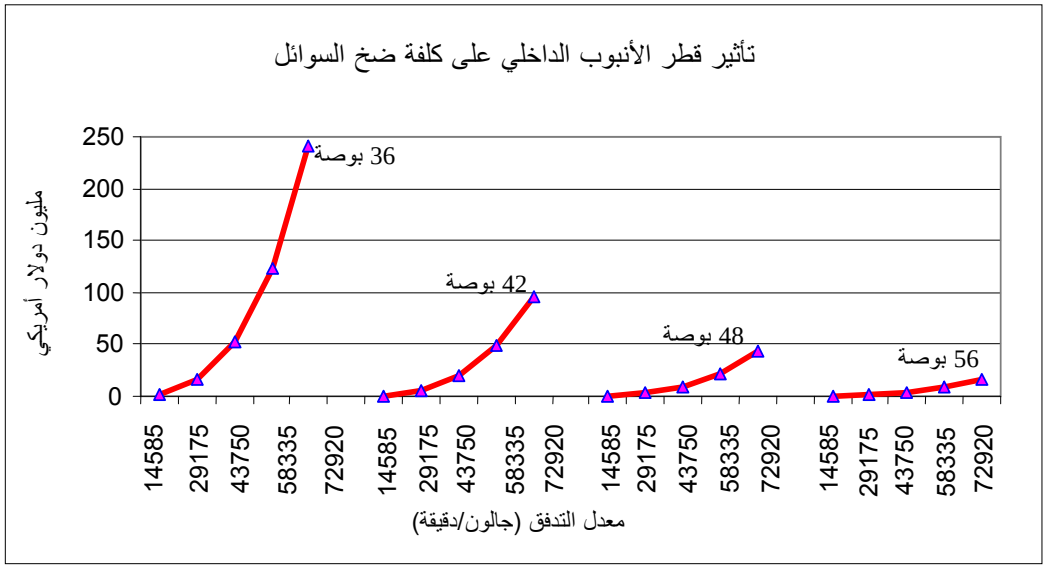
(13) Guide to Energy Efficiency in the Oil Field, http://www.naseo.org/; National Association of State Energy Officials, Alexandria, Virginia.

(14) نفس المرجع (10).

خفض كلفة النقل عاملاً أساسياً في عملية التوسع في تجارة الغاز الطبيعي على المستوى العالمي. وقد تم تطوير العديد من التقنيات الحديثة في مجال مد خطوط الأنابيب، وتصميم ناقلات الغاز المسيل الأمر الذي أدى إلى التوسع في تجارة الغاز دولياً خلال السنوات الماضية.

يوضح الشكل 1 كيف أن استبدال أنبوب النقل بقطر أصغر يزيد من كلفة الضخ زيادة تتناسب طرداً مع مكعب معدل التدفق، وتتناسب عكساً مع الأس السادس لقطر الأنبوب الداخلي.

الشكل 1- أثر قطر أنبوب النقل في كلفة نقل المواد النفطية



المصدر: ماري فرانسواز شابريلي: "إقتصاديات نقل الغاز: مقارنة بين النقل بالأنابيب والنقل بالناقلات"؛ النفط والتعاون العربي؛ م 27؛ ع 99؛ 2001.

يوضح الجدول 3 أن بعض خطوط الأنابيب في عدد من دول الإسكوا يتكون من عدة أقطار مختلفة ما يكلف الشركات العاملة مبالغ طائلة، أثناء عمليات الضخ، تفوق التوفير في كلفة رأس المال.

الجدول 3- خطوط الأنابيب في عدد من دول الإسكوا وتعدد اختلاف أقطارها

البلد	المسافة (أميال)	القطر
المملكة العربية السعودية	598	56/42
الجمهورية العربية السورية	304	32/30/26
العراق	213	48/42
الكويت	26	18/14
مصر	135 124	36/31 16/12

المصدر: منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، تقرير الإحصاء السنوي، 2006.

وتمثل عملية نقل الغاز الرطب (الذي يحتوي على سوائل غازية) من الحقل إلى وحدات المعالجة أهم جزء في كلفة الإنتاج. وقد تم حديثاً تطوير تقنية تمكن من نقل الغاز في حالتيه الغازية والسائلة بعد التغلب على المشاكل الهيدروليكية، ومشاكل التآكل في الأنابيب نتيجة إحتواء الغاز على شوائب مثل ثاني أوكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين. وقد طبقت هذه التقنية بنجاح في حقل الشمال في قطر، كما أنشأت دولة الكويت مجمعاً لمعالجة الغاز الطبيعي بهدف معالجة الغازات والسوائل الغازية المنتجة في مختلف الحقول، ويحتوي على وحدة الامتصاص، والفصل لاسترجاع البروبان والبيوتان، ووحدة التجزئة ووحدة فصل غاز الإيثان، ووحدة نزع البروبان، ووحدة نزع البيوتان، ووحدة تبريد السوائل[15].

وقد شهد قطاع الغاز الطبيعي، عربياً، تراجعاً كبيراً في كميات الغاز المحروق على الشعلة، حتى إنها توقفت نهائياً في بعض الأقطار، مثل: دولة الإمارات العربية المتحدة zero flaring، كما ارتفع الاستهلاك المحلي للغاز، وبخاصة في قطاع توليد الكهرباء وتحلية المياه. ويتوقع أن يستمر استهلاك الغاز الطبيعي بالنمو بمعدلات مرتفعة مع زيادة الطلب على الطاقة خلال العقدين القادمين. وقد تمثلت أغلب التطورات التي شهدتها تقنيات تسييل الغاز الطبيعي في تحسين المواصفات الفنية لأهم المعدات المستخدمة، مثل: الضواغط والعنفات (التوربينات)، من حيث كفاءتها وتحسن أدائها، وانخفاض استهلاكها من الطاقة.

وقد تم تنفيذ عدد من مشاريع تسييل الغاز بمنطقة الإسكوا، حيث كانت البداية الناجحة في عام 1977 لمشروع ADGAS لتسييل الغاز في جزيرة داس في أبو ظبي/دولة الإمارات العربية المتحدة، وإنتاج الغاز الطبيعي المسيل LNG وغاز البترول المسال LPG. ومنذ عام 1977 دخلت مرحلة التشغيل ثلاثة معامل أخرى لتسييل الغاز وهي: قطر غاز 1996، رأس غاز عام 1999 في دولة قطر، وعمان LNG عام 2000 في سلطنة عمان، وتبلغ الطاقة الإجمالية لتلك المشاريع الأربعة 26.4 مليون طن/سنة (أو 36.5 مليار متر مكعب/سنة). وتبلغ حصة دولة قطر 54 في المائة من الطاقة الإجمالية.

جيم- تعميم استخدام التقنيات المتطورة

دخلت عدد من التقنيات المتطورة في عمليات الاستكشاف، أو التنقيب، أو الإنتاج، أدت إلى تقليل دورة العمل بشكل ملحوظ، وتخفيض كلفة هذه العمليات، وبالتالي انخفاض إجمالي الطاقة المطلوبة لهذه العمليات. وقد قامت شركات النفط بدول الإسكوا بإدخال واستخدام بعض هذه التقنيات جزئياً في بعض حقول النفط والغاز الطبيعي في هذه الدول، ما ساهم في ترشيد استهلاك الطاقة، وتحسين استخدامها في هذه الحقول. وما تزال هناك العديد من الفرص المواتية لزيادة ترشيد استهلاك الطاقة بتعميم استخدام باقي هذه التقنيات. وفي ما يلي عرض لبعض إجراءات ترشيد استهلاك الطاقة التي سيكون لتعميم استخدامها أثر واضح في تقليل دورة العمل للعمليات التي أدخلت فيها.

1- باستخدام تقنيات المسح السيزمي المتفرق ثلاثي الأبعاد

تطورت تقنية المسح السيزمي من ثنائي الأبعاد إلى ثلاثي الأبعاد، ومنه إلى مسح سيزمي متفرق ثلاثي الأبعاد، حيث تقلصت دورة العمل لمسح كل 20 كيلومتراً مربعاً من أسبوعين إلى 2-3 أيام فقط، ما يقلل كلفة عملية الاستكشاف. وبمقارنة أنواع تقنيات المسح ثلاثي الأبعاد المختلفة، فقد أدى ذلك إلى

(15) نفس المرجع (10).

انخفاض استهلاك الطاقة من 600 7 لتر مازوت لتغطية مساحة 5 كلم^2 بواسطة المسح ثلاثي الأبعاد إلى 900 1 لتر مازوت فقط للمسح المتفرق ثلاثي الأبعاد، هذا إضافة إلى عدة مميزات أخرى نذكر منها[16]: المساعدة في الكشف عن المكامن، والتعرف على الإمتدادات الأفقية والعمودية للمكامن والحقول المنتجة، والتراكيب المعزولة والمعقدة، واختيار مواقع الآبار الناجحة؛ وإدارة المكامن واستغلالها بشكل أفضل؛ وخفض كلف عمليات الاستكشاف والحفر والتطوير والانتاج؛ واختصار الوقت اللازم لذلك. وقد استخدمت شركة أرامكو في المملكة العربية السعودية تجربة المسح المتفرق ثلاثي الابعاد بنجاح، وقامت بتطبيق هذه التقنية في عمليات الاستكشاف من خلال الكوادر الوطنية المؤهلة[17].

وفي إطار جهود شركات النفط العاملة في استخدام كل التقنيات الجديدة المتاحة، قامت شركة أرامكو في المملكة العربية السعودية بتطوير واستخدام برامج حاسوب لتحليل البيانات المسجلة في المسوحات الاهتزازية لتصنيف المكامن وتفسيرها. وقد أكملت هذه البرامج دورة العمل في عدة أيام بدلاً من عدة أسابيع، ويصاحب التخفيض الكبير في كلفة عمليات المسح ترشيد في استهلاك الطاقة من حوالي 420 كيلوواط ساعة إلى 90 كيلوواط ساعة لتحليل نفس الكم من البيانات السيزمية باستخدام برامج الحاسوب المتطورة المشار إليها.

وقد أجرت الكويت ابتداءً من عام 1996 مسوحات ثنائية وثلاثية الأبعاد على بعض حقولها المنتجة. وساعدت المسوحات على تحديد نظام الفوالق في طبقة الكريتاسي في حقل صابرية، حيث كان يعتقد سابقاً ومن خلال المسوحات ثنائية الأبعاد وجود مستويين لالتقاء النفط والماء مفصولين عن بعضهما بفالق، كما اظهرت النتائج تغيرات في المسامية، وفي مستوى التقاء الماء مع النفط، كما كشفت هذه المسوحات عن خصائص المكمن المختلفة وادارته بصورة أفضل.

واستخدمت شركة دير الزور في الجمهورية العربية السورية المسوحات ثلاثية الأبعاد عام 1991 لتنقية تفسيرات التراكيب في الحقل قبل عمليات الحفر، واستطاعت بذلك اعطاء خصائص مختلفة لما اعطته المسوحات السابقة ثنائية الأبعاد، ما أدى إلى نجاح استكشاف الحقل وتطويره بطريقة أفضل. وفي عام 2005 تم تنفيذ مسح سيزمي ثلاثي الأبعاد في المياه الإقليمية السورية لمساحة 500 8 كم^2 وبطول إجمالي 000 5 كم، كما تم الإعلان عن 9 مناطق استكشاف جديدة تبلغ مساحتها الإجمالية 553 64 كم^2 حيث يجري تقييم واختيار العروض الأنسب والتفاوض مع الشركات على شروط وأحكام العقود[18].

وكذلك قامت شركة بتروبل في جمهورية مصر العربية بعمليات الاستكشاف في منطقة بور فؤاد والتمساح في الفترة من 1981-1982 حتى عام 1998، تحقق خلالها حوالي 19 اكتشافاً من الغاز و/أو المكثفات باستخدام المسوحات ثلاثية الأبعاد، ومعالجة وتفسير المعلومات بأجهزة ذات إمكانيات عالية.

---

(16) نفس المرجع (7).

(17) نفس المرجع (7).

(18) الإسكوا، تقرير دراسة حالة الجمهورية العربية السورية، "تحسين كفاءة استخدام الطاقة في القطاعات العليا لصناعة النفط"، 2006.

وكذلك قامت دولة قطر في عام 1989 بتطبيق تقنيات المسوحات السيزمية ثنائية وثلاثية الأبعاد ومعالجتها وتفسيرها، إضافة إلى الحفر الأفقي وتحفيز المكامن الجديدة وتقنيات إكمال الآبار. وكان من نتائج هذه التطبيقات اكتشاف حقل الخليج وتطوير ناجح لحقلي الريان والشاهين، حيث يتكون كل منهما من مكامن مركبة، كما دلت شواهد نفطية وغازية على توقع اكتشاف حقول مشابهة، جيولوجياً، في المستقبل. فقد تطور الإنتاج في حقل الشاهين من معدل (325-700 برميل/يوم) من بئر عمودية في فترة الثمانينيات من القرن الماضي إلى (300 4-700 11 برميل/يوم) من بئر أفقية في فترة التسعينيات[19]. وكذلك تطور الإنتاج في حقل الريان من معدل 200-100 1 برميل/يوم في فترة الثمانينيات من بئر عمودية إلى معدل 000 4-655 9 برميل/يوم في فترة التسعينيات من بئر افقية.

ولعبت المسوحات السيزمية ثلاثية الأبعاد دوراً مهماً في استكشاف وانتاج النفط في سلطنة عمان حيث بدأ إجراء هذه المسوحات منذ عام 1987، وما زالت مستمرة، ما أدى إلى تحسين في نوعية المعلومات. وقد طبقت هذه المسوحات في مناطق مختلفة في السلطنة، ووصلت إلى أعماق تراوح بين 500-500 1 متر ومنه إلى 400 2 متر[20].

وكذلك أجرت البحرين في أواخر التسعينيات مسوحات سيزمية ثلاثية الأبعاد لاكتشاف مناطق نفطية جديدة لتعزيز انتاجها واحتياطياتها البترولية[21].

وقد أظهرت نتائج الإستبيان الذي اجرته شركة أموكو العالمية في الفترة 1990-1996 أن نسبة نجاح الآبار الغازية بواسطة المسوحات ثنائية الأبعاد كانت 24 في المائة مقابل معدل 50 في المائة باستخدام المسوحات ثلاثية الأبعاد، وان نسبة نجاح الآبار النفطية كانت 3 في المائة مقابل 44 في المائة بالطرق نفسها. وكذلك ساهمت تقنية المسوحات ثلاثية الأبعاد، أيضاً، مساهمة فاعلة في تطوير وانتشار تقنيات الحفر الموجه أو الأفقي.

وفي نفس السياق تطور المسح ثلاثي الأبعاد في السنوات الماضية إلى ما يعرف بالمسح السيزمي المتفرق ثلاثي الأبعاد والذي يمكن الفرق العاملة من تغطية مساحات تفوق العشرين كيلومتراً مربعاً في اليوم، وبطريقة غير مكلفة بحسب تجربة شركة أرامكو في المملكة العربية السعودية[22]، وهذا التطور ينعكس بصورة مباشرة على تقليل دورة العمل وترشيد الطاقة المستهلكة إلى حد ربع الطاقة المستهلكة سابقاً في هذه العمليات. كما قام عدد من شركات النفط في بعض دول الإسكوا مؤخراً باستخدام المسح الرباعي الأبعاد وهي آخر ما وصلت إليه تقنيات المسح السيزمي الذي أدى إلى فهم التغير في درجة التشبع والتغير في درجة الحرارة والضغط المكمني أثناء إنتاج النفط.

يتضح مما سبق أن المسح السيزمي الثلاثي الأبعاد له مميزات كثيرة تؤدي إلى رفع نسبة نجاح اكتشافات نفطية جديدة إضافة إلى التعرف على الامتدادات الأفقية والعمودية للمكامن المنتجة واختيار أفضل

---

(19) نفس المرجع (5).

(20) نفس المرجع (5).

(21) نفس المرجع (5).

(22) نفس المرجع (7).

لمواقع الآبار الناجحة. وهذه المميزات بمثابة دعوة للشركات النفطية إلى وضع الخطط اللازمة لإكمال المسوحات السيزمية ثلاثية الأبعاد على كل اراضي الدول التي تعمل فيها.

2- استخدام التقنيات المتطورة في طرق الحفر

أصبحت تقنيات الحفر الحديثة احد الخيارات الإستراتيجية في زيادة الإنتاج، وتتمثل هذه التقنيات في طرق الحفر الأفقي والمائل والنحيف والمتشعب وإعادة حفر الآبار المنتجة أفقياً، إضافة إلى التقنيات الحديثة المصاحبة في إكمال الآبار الإنتاجية، وعمليات الجس والقياسات أثناء الحفر، والتحسن الذي طرأ على كل من رؤوس الحفر، وأداء مضخات طين الحفر، وتقنيات تنظيف البئر. وقد أدت هذه التطورات إلى مضاعفة مساحة الطبقة المنتجة، وبالتالي مضاعفة إنتاجية البئر العمودية بمقدار 2-6 مرات، وزيادة الإحتياطيات المستخلصة ورفع معامل الاستخلاص بحوالي 35 في المائة في كثير من الأحيان، إضافة إلى خفض نسبة الماء والغاز المصاحب للنفط، وهذا بدوره خفض كلفة عمليات فصل الماء والغاز عن النفط، كما تم خفض كلفة الإنتاج بسبب زيادة معدل الإنتاج، وتقليل عدد الآبار الإنتاجية المطلوب حفرها.

وباستخدام تقنية الحفر الموجه أصبح من الممكن حفر بئر واحدة في سطح الأرض ثم توجيه مسار الحفر إلى مائل، أو أفقي، للوصول إلى الطبقات المنتجة مع إمكانية حفر جذوع جانبية متعددة تمتد إلى مواقع أخرى من طبقات الصخور الرسوبية بغية تحسين الإنتاج. وتحل هذه الجذوع الجانبية مكان عدد مماثل من الآبار الثانوية في مواقع متعددة ومحيطة بالبئر الأساسية. إن عملية حفر إحدى هذه الآبار الثانوية بحفار قدرته 500 1 حصان وإلى متوسط عمق 300 2 متر يستغرق حوالي 30 يوماً ويكون استهلاك الحفار حوالي 073 1 كيلوواط ساعة من الطاقة الكهربائية لكل متر طولي. وعليه فإن إجمالي استهلاك الطاقة لكل بئر ثانوية يقدر بحوالي 468 2 ميغاواط ساعة. وباستبدال ثلاث فقط من هذه الآبار الثانوية بجذوع فرعية داخل البئر الأساسية يكون قد تم توفير ما يزيد عن 7400 ميغاواط ساعة من الطاقة[23].

وقد استخدمت شركات النفط في عدة دول في منطقة الإسكوا هذه التقنيات لإعادة حفر الآبار العمودية لزيادة إنتاجيتها، وتحسين معامل الاستخلاص فيها. ففي سلطنة عمان تم تنفيذ إعادة حفر الآبار القديمة بالحفر الأفقي، وتبين أن كلفة إعادة الحفر تعادل 50-75 في المائة من كلفة حفر البئر الأفقية الجديدة، وقد ضاعفت هذه التقنية مساحة التصريف من الطبقة المنتجة ما أدى إلى مضاعفة إنتاجية البئر العمودية 2-5 مرات في حقول عمان والمملكة العربية السعودية، و4-6 مرات في الجمهورية العربية السورية وقطر والكويت. وفي العراق أدت هذه التقنية إلى زيادة الإحتياطيات المستخلصة، ورفع معامل الاستخلاص بحوالي 35 في المائة. كما استخدمت دولة قطر تقنية الحفر الأفقي لتطوير حقلي الريان والشاهين تطويراً ناجحاً[24].

ويمكن تحسين كفاءة برج الحفر التقليدي، وذلك بتغيير محركات الكهرباء القديمة ذات الكفاءة المتدنية بمحركات كهربائية جديدة ذات كفاءة عالية تزيد عن 93 في المائة؛ وتغيير المضخات والضواغط العاملة على برج الحفر بأخرى ذات كفاءة أفضل. وقد تم مؤخراً ابتكار برج حفر كهربائي متطور له قدرة على

(23) نفس المرجع (6).

(24) نفس المرجع (6).

حفر آبار يصل عمقها إلى 000 3-000 4 متر طولي، يسهل إنتقاله من موقع بئر إلى أخرى دون الحاجة إلى فك وربط أجزائه. إن عملية فك وربط وتحريك برج الحفر التقليدي من موقع إلى آخر يتطلب ما بين 6-8 أيام[25]، بينما لا تزيد مدة تحريك الحفار الكهربائي المتطور إلى موقع جديد عن الزمن الذي يستغرقه لقطع المسافة بين الموقعين الحالي والجديد. وينعكس هذا بصورة مباشرة على تخفيض دورة العمل لإكمال حفر البئر من 4 إلى 3 أسابيع فقط.

وتعمل المعدات المركبة على برج الحفر الكهربائي الجديد بكفاءة تزيد على معدات الحفار التقليدي بنسبة 15 إلى 20 في المائة وذلك بسبب استخدام محركات كهربائية كفية موصلة مباشرة إلى المعدات المراد تشغيلها من دون الحاجة إلى سيور أو سلاسل أو تروس لنقل الحركة إليها. ويؤدي تغيير كل وصلات الأنابيب الخاصة بمضخات الوقود وطين الحفر على برج الحفر بوصلات مطاطية ضاغطة لا يحتاج تأمينها إلى براغي ربط، إلى تقليل دورة العمل في تجهيز برج الحفر وشروعه في الحفر في الموقع الجديد. كما يمكن تغيير كل مصابيح الإنارة في موقع الحفر مصابيح ذات كفاءة عالية. وقد قدر ترشيد الاستهلاك الناتج من جراء تغيير مصابيح الإنارة، فقط، بما يقارب 0.5 ميغاواط ساعة في كل شهر.

وقد تم مؤخراً إدخال تقنية المسار الآلي التي تم تطويرها بهدف إيجاد نظام للحفر الموجه بشكل فعال. يعمل نظام المسار الآلي في دورانه على إزالة قطع الحفر وتحسين جدار البئر. ويستطيع هذا الجهاز تغيير مسار البئر إنطلاقاً من السطح من دون إخراج أنابيب الحفر، أو من دون توقف الحفر، كما يغني عن القياسات أثناء الحفر وعن مضخات طين الحفر، ويوفر إتصالاً بين الآلة وسطح البئر.

تبين مما سبق أن استخدام تقنيات الحفر الأفقي والمائل والنحيف تؤدي إلى زيادة إنتاجية حقول النفط من خلال مضاعفة الطبقة المنتجة في المكامن، ورفع معامل الاستخلاص، كما تمكن من إستبدال حفر آبار عمودية بجذوع ترشيد استهلاك الطاقة في عمليات الحفر، وتقليل كلفة حفر الآبار. ويتوقع من شركات النفط أخذ هذه المميزات في الاعتبار، ووضع الخطط اللازمة لإعادة حفر الآبار العمودية كلما أمكن ذلك وحفر جذوع جانبية لزيادة إنتاجية حقول النفط، لمواجهة الطلب المتزايد على الطاقة.

3- استخدام أسلوب الحقن بالسوائل و/أو الغازات

تم استخدام هذه التقنيات في العديد من دول الإسكوا المنتجة للنفط، فقد تم استخدام عمليات الحقن بالغاز في حقل البحرين عام 1938، حيث تم حقن مكمن المودود بالغاز بمعدل يراوح بين 2.83 و3.12 ملايين م^3 في اليوم من الغاز. ومنذ مطلع الثمانينات أصبح حوالي 93 في المائة من الآبار السورية المنتجة تستخدم وسائط الرفع الميكانيكي. كما تم إدخال تقنيات الاستخلاص الثانوي، والاستخلاص المدعم في الحقول النفطية لدولة قطر في منتصف الخمسينيات، ونظراً إلى بعض الصعوبات التي قابلت هذه العمليات آنذاك، فقد قام الخبراء بعمل دراسات مكثفة لهذه الحقول التي يراوح عمقها بين 252 1 و435 2 متراً، لمعرفة أنجع وسائل الاستخلاص لهذه المكامن. وكذلك تم في مطلع الثمانينيات تطبيق مرحلة الاستخلاص الثانوي بحقن الغاز في عدد من المكامن النفطية في ثلاثة من حقول دولة الكويت (المناقيش والروضتان وحقل برقان الرئيسي)، كما تم تنفيذ طرق التنشيط بالبخار على عدة مكامن يذكر منها مكمن الفارس السفلي.

(25) Nazar Hassan: "Study Report on Rig Move Process Optimization", Internal Company Report; Nabors Drilling USA, INC, Houston, Texas, 1998.

ويجري منذ الثمانينيات تطبيق عمليات الحقن بالماء في حقول النفط في دولة الإمارات العربية المتحدة، حيث يتم حقن مياه البحر بعد تنقيتها ومعالجتها في الحقول البحرية، أما الحقول التي تقع في اليابسة فيجري حقن مياه الطبقات فيها بعد رفعها إلى السطح وإعادة ضخها بواسطة مضخات صممت لذلك. وللإستفادة من الغاز المصاحب تم حقن حقل (سطح) بالغاز لإدامة إنتاجه، كما تم استبدال مضخات الإنتاج تحت السطحية والاستعاضة عنها بوسائط الرفع بالغاز المصاحب كبديل اقتصادي لاستخراج النفط.

وقد قامت كل من دولة البحرين، والمملكة العربية السعودية، وقطر، والكويت، والجمهورية العربية السورية في أواخر القرن الماضي بوضع البرامج اللازمة لتطبيق أساليب الاستخلاص المدعم بالطرق الحرارية، وذلك نسبة إلى وجود كميات هائلة من النفط الثقيل في هذه الدول التي لا يمكن استخراجها إلا باستخدام الاستخلاص بالوسائل الحرارية. فقد بدأ العمل في عام 2006 بتنفيذ المرحلة الثانية من مشروع حقن بخار الماء في حقل الوفره الواقع في المنطقة المحايدة (المملكة العربية السعودية - الكويت) وذلك لإنتاج النفط بمعدل 300 ألف برميل/يوم.

ويستهلك إنتاج بخار الماء المشبع بدرجة حرارة قدرها 215 درجة مئوية كميات كبيرة من الطاقة ويتم استغلال الغاز المصاحب إن وجد في إنتاج بخار الماء المشبع المطلوب. وفي حال وجود كميات كبيرة من الغاز المصاحب في الحقول الكبيرة لإنتاج النفط يتم إنشاء محطة رفع اصطناعي مركزية تغذي الآبار المنتجة بالضغط المطلوب في حالة انخفاضها. وقد أخذت هذه التقنية في الانتشار التدريجي بين دول الإسكوا، حيث قامت الشركة السورية للنفط بالجمهورية العربية السورية في عام 2005 بإنهاء مشروع لتجميع الغاز المصاحب مع انشاء عدد من معامل معالجة الغاز[26]. ومن فوائد تطبيق نظام المحطات المركزية للرفع الاصطناعي بالغاز توفير ما يعادل 0.9 جيجاجول (حوالي 300 كيلوواط ساعة) لكل 000 1 برميل منتجة باستخدام الغاز المصاحب بديلاً عن بخار الماء المشبع؛ وتجميع الغاز المصاحب والاستفادة منه بدلاً من حرقه، أو تبديده في الهواء، ما يؤدي إلى تقليل الآثار السلبية على البيئة.

ويمكن استبدال الغاز المصاحب بغاز ثاني أكسيد الكربون، أو استعمالهما متوازيين معاً، وذلك بتخصيص خزانات لغاز ثاني أكسيد الكربون كجزء من نظام المحطات المركزية. ويقودنا الحديث هنا إلى إلقاء الضوء على تقنية اصطياد واحتجاز غاز ثاني أكسيد الكربون كإحدى الوسائل للإسهام في زيادة إنتاج آبار النفط، بجانب تخفيض معدلات انبعاث هذا الغاز نتيجة استخدام النفط كوقود.

دال- تقنية اصطياد واستخدام غاز ثاني أكسيد الكربون

إن غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) هو أحد الغازات المسببة للاحتباس الحراري والتي بدأ وجودها بكمية مفرطة في الغلاف الجوي برفع درجة حرارة الكرة الأرضية، والتسبب في تغير مناخ العالم. ولتقليل انبعاثات الغازات الدفيئة تجري محاولات عزل غاز CO_2 من خلال جمعه من الانبعاثات الغازية الناجمة عن محطات توليد الكهرباء، ومحطات معالجة النفط الخام، والغاز الطبيعي وتكرير البترول ومعامل إنتاج الأسمدة وغيرها من المرافق الصناعية العاملة بالوقود الأحفوري.

(26) نفس المرجع (18).

ويجري منذ حوالي سبعين عاماً، في الولايات المتحدة ومختلف أنحاء العالم، عزل غاز CO_2 المنبعث من المداخن الصناعية، كما يجري حقنه في باطن الأرض منذ 30 عاماً لتعزيز القدرة على استخراج النفط، حيث يوجد حالياً حوالي 35 مليون طن من غاز CO_2 المحتجزة في الولايات المتحدة، والهدف الأساسي من ذلك هو تعزيز استخراج البترول. وقد بات من المعروف أن حقن غاز CO_2 في مكمن النفط يقلص لزوجة الزيت، ويزيد حجمه، ويغير من تدبقه، وكلها أمور تتيح استخراج كمية أكبر من النفط من باطن الأرض.

وتستهلك عملية إنتاج وحقن بخار الماء المشبع طاقة حرارية مقدارها 2.1 جيجاجول لإنتاج 000 1 برميل من النفط، مقابل استهلاك 1.2 جيجاجول عند استخدام تقنية الحقن بالغاز المصاحب، أو غاز ثاني أكسيد الكربون إن توافر في مواقع قريبة. ويتوقع أن تكون طرق الإزاحة بغاز ثاني أكسيد الكربون أكثر اقتصادية في حقول النفط العربية، لوجود مصادر طبيعية لغاز ثاني أكسيد الكربون مع وجود بعض المصانع التي تنتج هذا الغاز كمنتج ثانوي لها، وفي أماكن قريبة من حقول النفط.

وعلى الرغم من أن عملية حقن غاز ثاني أكسيد الكربون تكلف ما بين 5.0 و8.0 دولارات أمريكية لكل طن من غاز CO_2 يتم حقنه، فالفائدة الاقتصادية الحقيقية من عملية حقن غاز CO_2 من أجل استخلاص مزيد من النفط تكمن وتعتمد على أسعار النفط السائدة. وقد تم تقييم صافي كلفة حقن كل طن من غاز CO_2 بين 10-16 دولاراً أمريكياً، وذلك حين يراوح سعر برميل النفط بين 15-20 دولاراً أمريكياً. وبمقارنة أسعار النفط السائدة اليوم بين 50-70 دولاراً أمريكياً نجد أن الفائدة الاقتصادية لعملية حقن غاز ثاني أكسيد الكربون ترتفع إلى 30-50 دولاراً أمريكياً لكل طن غاز[27].

وبينما تعمل الدول المنتجة للنفط والغاز الطبيعي في منطقة الإسكوا جاهدة على أن يتم إدراج تقنيات عزل واحتجاز غاز ثاني اكسيد الكربون ضمن التقنيات المعتمدة في آلية التنمية النظيفة، يرى القطاع الخاص الأوروبي في تطبيق هذه التقنيات بمنطقة الخليج العربي، فرصة تجارية ذهبية، ما يزيد من جهوده في إثراء تجاربه وخبراته في التطبيقات العملية المطلوبة في هذا المجال[28].

وبينما تخوض دول مجلس التعاون الخليجي المنتجة للنفط والغاز الطبيعي هذه المعركة ستفقد هذه الدول السبق في تطوير واقتناء هذه التقنيات. وفي حال تطبيق تقنيات عزل وتخزين الكربون في المنطقة ستلجأ هذه البلدان في نهاية المطاف إلى اصحاب الخبرة في هذا المجال. وكاستراتيجية أكثر فعاليةً فإنه من الضرورة بمكان توجه هذه البلدان إلى تمويل البحوث التطويرية، وتنفيذ مشاريع ريادية جادة لكسب الخبرة المطلوبة لتطوير وامتلاك هذه التقنيات، وبناء القدرات الوطنية على امكانية تطبيقها في المنطقة. وحتى إذا ما تقرر اعتماد هذه التقنيات كمنهجية في إطار آلية التنمية النظيفة، فستكون شركات النفط في هذه الدول تقنياً في المقدمة، ومهيئة لتَنفيذ مشاريع قومية في هذا المجال.

ونسبة إلى عدم توافر المعلومات الأساسية عن أوعية التخزين الصالحة في منطقة انتاج النفط والغاز الطبيعي بالإسكوا لتغطية كل جوانب هذه التقنية وجدوى استخدامها الفنية والاقتصادية. وحيث أن هذه

(27) Kalaydjian F.: CO2 EOR, An Opportunity for a Sustainable Development of Mature Reservoirs"; OAPEC Workshop on Technologies of CCS, Cairo, Egypt, October 2007.

(28) G. Haarr: "CO2 Capture and Storage – The StatoilHydro Experience"; OAPEC Workshop on Technologies of CCS, Cairo, Egypt, October 2007.

التقنيات تحظى باهتمام كبير من دول المنطقة ستقوم الإسكوا خلال العام 2008 بإفراد دراسة منفصلة حول هذه التقنيات وإمكانات وعوائد تطبيقها في دول المنطقة.

هاء- الاستفادة القصوى من مصادر الطاقة المتاحة

في ما يلي بيان بحزمة إجراءات لترشيد استهلاك الطاقة، التي قد تساهم بها مصادر الطاقة المتاحة:

1- إمداد مواقع الحفر والحقول المنتجة للنفط بالطاقة الكهربائية من الشبكة الكهربائية الوطنية

تتمتع معظم الدول الأعضاء في الإسكوا بوصول الشبكة الكهربائية الوطنية إلى معظم مواطنيها، إذ تصل النسبة في بعض الدول إلى 100 في المائة. وتتفاوت اقتصاديات إنتاج الطاقة الكهربائية في هذه الشبكات تفاوتاً كبيراً بين الأوقات الدنيا، وأوقات الذروة لاستهلاك الكهرباء.

ويمكن لقطاع إنتاج النفط والغاز الاستفادة من الطاقة الكهربائية المنتجة في الأوقات الدنيا وبتعريفة كهرباء متفق عليها، وذلك بمد شبكة الكهرباء الوطنية إلى مواقع الحفر وحقول إنتاج النفط والغاز ما يؤدي إلى: تحسين اقتصاديات إنتاج الطاقة في أوقات الحمولات الدنيا برفع استهلاك الطاقة الكهربائية؛ وتوفير الطاقة المطلوبة لحقول إنتاج النفط والغاز بأسعار رخيصة؛ وتقليل الانبعاثات الغازية الناتجة من شبكة الكهرباء الوطنية باستهلاك الوقود المفترض حرقه لإنتاج نفس الكمية من الطاقة؛ وتطوير البنية التحتية بمد خطوط الكهرباء إلى مناطق جديدة، والاستفادة منها لإيصال الخدمات إلى مدن، أو قرى صغيرة حول تلك الحقول. كما يمكن اتخاذ عدد من الإجراءات لترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية في تلك المواقع، منها: إجراء تصحيح لمعامل القدرة الكهربائية بتركيب مكثفات. حيث يقدر التخفيض في فاقد الكهرباء في المحولات بمعدل 25 في المائة في حالة تصحيح عامل القدرة من 0.85 إلى 0.95[29]؛ استخدام محركات كهربائية جديدة متطورة ذات معامل القدرة العالية؛ تركيب منظم إيقاف المضخات (Pump-off Controller) بحسب الضوابط التشغيلية لتحقيق التتابع في تشغيل المحركات الكهربائية ذات القدرات العالية لحماية الدارة الكهربائية، وزيادة العمر الافتراضي لهذه المحركات؛ وتركيب جهاز تحكم متعدد السرعات (Variable Speed Drive) للمحركات الكهربائية الكبيرة لتقليل عزم الاقلاع عند تشغيل هذه المحركات.

2- اختيار مواقع مصافي التكرير الجديدة ومحطات تحلية المياه بالقرب من الحقول المنتجة للنفط

تحتاج كل من مصافي التكرير، ومحطات تحلية المياه مصادر للطاقة لتشغيلها، وتحول تلك الطاقة إلى طاقة حرارية وكهربائية لاستخدامهما في عمليات الإنتاج. وباستخدام تقنية دورة التوليد المشترك (Cogeneration) يرتفع معدل الكفاءة لنظم الطاقة في مصافي التكرير ومحطات تحلية المياه. وعند بناء مصفاة تكرير، أو محطة تحلية مياه جديدة، يتم اختيار الموقع الأمثل لهذه المنشآت باعتبار عدة عوامل فنية واقتصادية ذات أولويات متفاوتة. ويفضل اختيار مواقعها بالقرب من حقول النفط ما يساعد على تقليص عدد

(29) نفس المرجع (18).

وسعة خزانات النفط في المصفاة ومحطة تحلية المياه، وأطوال الأنابيب الناقلة للنفط فيتحقق توفير استهلاك كميات هائلة من الوقود سنوياً لتشغيل تلك المنشآت.

3- الاستفادة من الغاز المصاحب لتغطية بعض أو كل احتياجات حقول النفط من الطاقة

يمكن الاستفادة من الغاز المصاحب والمنتج في حقول النفط بربط عدة حقول وتجميع الغاز ونقله إلى مصانع لمعالجة الغاز، ويشمل ذلك استرجاع الأبخرة البترولية من رأس الآبار وعند ضغوط منخفضة اقل من 0.5 بار. وفي حالة عدم وجود جدوى اقتصادية لإنشاء خط ناقل لأقرب معمل غاز فيمكن أن يتم تجميع الغاز في الموقع واستخدامه لإنتاج طاقة كهربائية بواسطة عنفة (توربينة) غازية بقدرة صغيرة، أو لإنتاج طاقة حرارية يستفاد منها في إحدى عمليات الإنتاج في ذلك الموقع.

وقد استخدمت عدد من دول الإسكوا المنتجة للنفط هذه التقنية، فمثلاً: قامت الجمهورية العربية السورية بإنشاء نظام تجميع للغاز المصاحب وإرساله إلى معامل للغاز أنشئت حديثا، وعليه انخفضت كميات الغاز التي كانت تحرق على الشعلة من 420 3 ألف متر^3/يوم في عام 2003 إلى 952 ألف متر^3/يوم الأمر الذي أدى إلى الاستفادة من الغاز وإلى تقليل انبعاثات الغازات الدفيئة[30].

4- الاستفادة من مصادر الطاقات الجديدة والمتجددة

تم في العقود الأخيرة تطوير عدد من نظم استخدام الطاقة المتجددة التي عم انتشارها وتطبيقها في كثير من الصناعات، مثل: نظم تركيز الأشعة الشمسية لإنتاج البخار، واستخدام النظم الكهروضوئية في توليد الكهرباء للاستخدام في كثير من نظم الاتصالات، والمعدات الإلكترونية، والحماية المهبطية. وفي قطاع إنتاج النفط والغاز يمكن استخدام بعض هذه النظم في ترشيد استهلاك الطاقة لهذا القطاع، يذكر منها:

(أ) إنتاج بخار الماء المستخدم في عمليات التسخين في حقول النفط، وذلك بتركيب نظام لتركيز الأشعة الشمسية في إنتاج البخار وتوفير الوقود المفترض استهلاكه أثناء النهار لإنتاج نفس كميات البخار؛

(ب) حماية خطوط أنابيب النفط وأوعية التخزين من التآكل: تُنقل المواد الهيدروكربونية (نفط وغاز ومشتقاتهما) بواسطة أنابيب فولاذية، كما تخزن في صهاريج معدنية، وبتلامسها مع الوسط المحيط (التربة، الماء، والهواء) يحدث تآكل في السطوح الخارجية نتيجة التفاعل الكهروكيميائي للمعدن مع الوسط المحيط به. وتظهر نتائج التآكل كثقوب صغيرة، أو كبيرة مؤدية إلى تسرب المواد النفطية، أو فقدان الضغط في المواد الغازية المنقولة. ويتناسب معدل تآكل المعدن مع شدة التيار التآكلي حيث يتمكن تيار شدته 1 أمبير من انتزاع ما يزيد عن 9 كلغ من المعدن خلال عام. وتتم حماية المعدن من التآكل باستخدام نظام الحماية المهبطية (Cathodic Protection) الذي يسمح بمرور تيار كهربائي في لأنبوب أو جدار وعاء التخزين بجهد حوالي (850 مليفولت) ويساعد على تثبيط عملية التآكل، ولا بد من تكرار نقاط الحماية كل 20 كيلومتراً على طول خطوط الأنابيب، ما يتطلب وجود مصدر كهربائي عند كلٍ من هذه النقاط. ومع آلاف الكيلومترات من خطوط الأنابيب يكون من الصعب والمكلف مد خطوط الكهرباء لآلاف الكيلومترات، لتأمين

(30) نفس المرجع (18).

التغذية الكهربائية لنظام الحماية المهبطية. ولكن بديلاً لذلك يمكن استخدام اللوحات الشمسية الكهروضوئية لتغذية نظام الحماية المهبطية بالطاقة الكهربائية اللازمة، وحماية أنابيب النفط وخزانتها من التآكل[31].

واو- تحسين نظم إدارة حقول النفط والغاز الطبيعي

بالرغم من التدني الملحوظ في معدل اكتشافات حقول جديدة للنفط والغاز، لم يطرأ أي تغيير على نسبة احتياطي النفط لدى الدول المنتجة للنفط غير المنتسبة لأوبك، مقارنة بمعدلات الزيادة في إنتاجها التي تراوح بين 16 و19 في المائة، ويرجع الفضل في ذلك إلى نظام الاستخلاص المحسن للنفط Enhanced Oil Recovery (EOR) الذي يتيح إدارة أفضل لحقول النفط، واستخدام تقنيات جديدة في قطاعاته المختلفة. فقد استطاعت الولايات المتحدة، بتطبيق هذا النظام (EOR)، من زيادة إنتاجها في عام 1990 بنسبة 6.2 في المائة من إنتاجها الكلي. وقد قام عدد من شركات النفط الكبرى في دول غير الأوبك بتطبيق برامج ناجحة في تخفيض كلفة الانتاج، وترشيد استهلاك الطاقة في عمليات التنقيب واستخراج النفط ما أدى إلى اكتشاف وانتشار عدد كبير من التقنيات الجديدة الفاعلة[32]. من المعلوم أن إجراءات ترشيد استهلاك الطاقة، وتحسين كفاءة استخدامها تنضوي تحت ثلاثة أنماط كما يلي:

(أ) التغيرات السلوكية - مثال إعادة برمجة (أو تصفير) منظمات الحرارة temperature thermostats بعد ترك المكان المشغول؛

(ب) استخدام الأسعار، و/أو السياسات التشجيعية لمكافأة التغييرات السلوكية المطلوبة؛

(ج) التحسينات التقنية لرفع كفاءة استخدام الطاقة، وتشمل كل ما سبق ذكره في هذا الفصل من إجراءات حازمة تؤدي إلى ترشيد استهلاك الطاقة. وقد أبلت شركات النفط العاملة في دول الإسكوا بلاءً حسناً بتنفيذ كثير مما ذكر من هذه الإجراءات، كما أنه من الأهمية متابعة هذه الشركات تبني وتنفيذ باقي هذه الإجراءات، لزيادة معدل ترشيد استهلاك الطاقة في حقولها النفطية.

إن مقدار ترشيد استهلاك الطاقة الذي يمكن تحقيقه من خلال التصاميم الابداعية للنظم، أو من خلال تقنيات جديدة مستحدثة، أو من خلال تبني سياسات ذكية وطرق جديدة للتسويق، يمكن أن تكون أكبر كماً، وأقل كلفة، من عملية اكتشاف احتياطيات جديدة من النفط والغاز الطبيعي في هذه الحقبة الزمنية. وأنه من الأهمية وضع الآليات التي تضمن استمرارية تطبيق هذه الإجراءات بما يتناسب وحاجة المعدات المعنية بكل إجراء، وتفادي الوقوع في الحالات التي يمكن أن تُطبق فيها بعض إجراءات ترشيد استهلاك الطاقة، ولا يعود فيها المجهود بفائدة تذكر، مثال ذلك ما يلي[33]:

(أ) حساب الأحمال الطفيلية Parasitic Loads في نظام معين كجزء من الحمل الرئيسي على ذلك النظام، بدلاً من تحليل هذه الأحمال الطفيلية، وإجراء اللازم للتخلص منها؛

---

(31) نفس المرجع (18).

(32) نفس المرجع (4).

(33) Lovins A.; "Energy End-Use Efficiency"; Part of the study: "Transitions to Sustainable Energy Systems." InterAcademy Council, Amsterdam, 2005.

(ب) محاولة تقديم خدمات متعارضة مثل: تبريد و/أو تدفئة نفس الحيز على التوالي، أو تقديم خدمات مساءة الاستعمال كتبريد و/أو تسخين حيز مفتوح؛

(ج) ترك المعدات الكهربائية تعمل على الدوام ومن دون أكتراث، أو تبذير الطاقة في القطاعات الدنيا لنظام يعمل بكفاءة عالية؛

(د) استخدام معدات ذات كفاءة عالية في غير موضعها كاستخدام مبرد ميكانيكي Mechanical Chiller بدلاً من تدوير المياه الجوفية في بعض المناطق للحصول على نفس النتائج أو الخدمة المطلوبة.

وتجدر الإشارة إلى أن إحصائيات الطاقة، التي غالباً ما يصدرها القطاع الاقتصادي، تتركز دائماً على بيان الاستهلاك الكمي و/أو امدادات الطاقة، ولا تعكس هذه البيانات القيمة الحقيقية لاستخدامات الطاقة النهائية أو كفاءة استخدامها في الخدمات المنشودة. والسبب في ذلك يرجع لحاجة المحللين للسياسات الطاقوية حيث يدور جل اهتمامهم في كميات الطاقة التي يمكن إمدادها بدلاً من معرفة الحاجة المناسبة للطاقة، وماهية درجة الجودة التي يمكن أن يتم فيها امداد تلك الكميات من الطاقة. إن تحليل معدل الاستخدامات النهائية من الطاقة ذو أهمية ليتم من خلاله توضيح كيفية مواءمة إمدادات الطاقة من حيث النوعية والمقدار بالخدمات المرجوة، الأمر الذي يمكن من خلاله الكشف عن حالات يتم فيها وفر كبير في استهلاك الطاقة. وهذا يقودنا إلى أهمية تطوير نظم معلوماتية تتيح للفنيين الحصول على كل البيانات التي تمكنهم من إجراء الدراسات وتحليل المعلومات لفهم النظم والتقنيات المستعملة في مجال إنتاج النفط.

1- استخدام تقنية المعلومات لتطوير قطاع إنتاج النفط والغاز الطبيعي

للصناعة البترولية ثلاث خواص تؤهلها لوضع أمثل، لاستخدام تقنية المعلومات في تطويرها:

(أ) تعتمد عمليات التنقيب، والاستكشاف، والاستخراج على التسجيلات الرقمية الآنية وتحليل هذه القواعد البيانية في التخطيط السليم، من حيث الاقتصاد والسلامة في استخلاص البترول من التكوينات الجيولوجية المناسبة، وعليه فإن إنشاء وحدات تقنية معلومات متكاملة لهذا القطاع سيكون سهلاً توفير البنية الأساسية لها؛

(ب) في صناعة البترول توجد حاجة كبيرة لاعتماد طرق جديدة أو معدلة تمكنها من مواجهة التحديات، ولا يتأتى ذلك إلا بامتلاك التقنيات، وبناء القدرات العملية والتقنية للحكم على العمليات الصناعية أولاً وقبل الشروع في تطويرها، مع الوضع في الاعتبار أن التعرف على كنه العمليات المختلفة في صناعة البترول هو عمل تراكمي بطبيعته، وان المعرفة فيها تتم بعامل الخبرة وبشكل تدريجي؛

(ج) بسبب تماثل بيئة قطاع إنتاج النفط بين الدول المنتجة للنفط في الإسكوا، يمكن لشركات النفط في هذه الدول الرقي بمستوى التعاون في ما بينها في مجال إنتاج النفط والغاز والتآزر لتسهيل عملية نقل وتطوير التقنيات للمنطقة بتأمين الموارد (البشرية، والمالية والإدارية) وغيرها من العوامل اللوجستية.

وحتى يتسنى لشركات النفط العربية الدور الريادي في هذا المجال، لا بد من: (1) تبني خطة لنقل التكنولوجيا الملائمة والاستفادة من آخر التطورات في عمليات القياس، وتقنيات الإنتاج والتطبيقات

الاقتصادية؛ (2) إيجاد الآليات اللازمة لتوفير الاعتمادات المالية لتمويل هذه البرامج والمشاريع الواجب تنفيذها، ليصبح دمج التغيرات التقنية في عمليات إنتاج البترول محركاً أساسياً لتنميتها وتطويرها كما يكفل لها توافر المعلومات المطلوبة لتكون في متناول الأيدي في أماكن صنع القرار.

2- استخدام نهج تصميم النظم المتكاملة لتطوير قطاع إنتاج النفط والغاز الطبيعي

تمت إعادة تصميم دورة لضخ سائل حراري لتستهلك 5.3 كيلوواط بدلاً من 70.8 كيلوواط من الطاقة لعملية الضخ، أي بمعدل 92 في المائة وفر في الطاقة المستهلكة وكلفة رأس مال أقل. ولم يتم ذلك باستخدام تقنيات جديدة، بل بإدخال تعديلات طفيفة على التصميم الأساسي كما يلي[34]:

(أ) استخدام أنابيب كبيرة ومضخات صغيرة بدلاً من أنابيب صغيرة ومضخات كبيرة، ما يقلل من قوة الاحتكاك الناتجة من سريان السائل داخل الانبوب والتي تتناسب عكساً بما يقارب الأس الخامس لقطر الأنبوب (4.84 تحديداً). ويتم بذلك تخفيض استهلاك الطاقة المطلوبة لضخ نفس كمية السائل، علاوة على استخدام أحجام أصغر لكل من الفلتر والمحرك الكهربائي والمعدات الكهربائية التابعة لدورة الضخ. وبينما ترتفع كلفة الأنبوب الأعرض بما يقارب ضعف قطر الأنبوب، نجد أن سعر المعدات سينخفض بما يقارب الأس الخامس لقطر الأنبوب؛

(ب) تركيب الانابيب أولاً، ثم المعدات قلل من إجمالي القدرة المطلوبة لضخ السائل. وقد جرت الممارسة بتركيب المعدات (المضخة وغيرها) أولاً وبعد ذلك يتم توصيل الأنبوب، الذي غالباً ما يتطلب أطوالاً متباعدة، وتعترض طريقه عدة موانع تمنع من تركيبه على خط مستقيم، ويحتاج عندئذٍ إلى عدة منحنيات. ويزيد ذلك من قوة الاحتكاك الناتجة بمعدل بين 3 و6 مرات مقارنةً بتركيب أنبوب مستقيم. كما أدى هذا التغيير في طريقة التركيب إلى تقليص فواقد الطاقة الحرارية بما يقارب 70 كيلوواط من خسائر الحرارة الشديدة الكلفة، وذلك لأنه من الأسهل عزل الأنابيب القصيرة والمستقيمة.

وقد أدخل هذا التعديل في التصميم سبع مزايا إضافية على دورة الضخ، كحاجة النظام إلى مساحة أقل، وتقليص وزن المعدات، وإنخفاض معدل الضجة عند التشغيل، وسهولة أعمال الصيانة، وتخفيض كلفتها، مع زيادة وقت التشغيل والعمر الافتراضي للمعدات (لأن مرافق الانابيب المبعدة لن تتآكل بالسوائل المتفرعة من الزوايا). إن الحساب الدقيق لهذه الفوائد يشير إلى خفض كلفة رأس المال، وترشيد في استهلاك الطاقة قد يصل إلى 98 في المائة مقارنةً بالتصميم التقليدي.

ان تحسين النظام بشكل متكامل بدلاً من محاولة تحسين الأنبوب كعنصر معزول عن باقي النظام، ستنتج عنه انابيب أكبر ومضخات أصغر، وسيصبح إجمالي رأس المال في إنخفاض طفيف، بينما تنخفض كلفة التشغيل بشكل كبير كما ورد أعلاه. ان نهج تصميم الانظمة كوحدات متكاملة ليس بعلم جديد، ولكن إعادة لاكتشاف درجة أعلى لتناسب عناصر النظام الواحد بعضها مع البعض، الأمر الذي لم يكن من متطلبات النهج الهندسي التقليدي. ولا بد من الإشارة إلى أن تطبيق نهج تصميم الأنظمة كوحدات متكاملة يحتاج إلى فريق ذي مؤهلات متعددة، وخلفية، وخبرة في مجالات متعددة، وإنتباه دقيق إلى التفاصيل.

(34) نفس المرجع (33).

ولعدم استكمال المعلومات التي وردت في الإستبيان الذي تم إرساله للدول الأعضاء بالإسكوا لم يعد ممكناً بيان فرص تطبيق نهج تصميم الأنظمة كوحدات متكاملة في تلك البلدان، بيد أن قطاع إنتاج النفط والغاز يحتوي على كثير من الأمثلة والفرص المواتية لتطبيق هذا النهج الهندسي.

وفي ظل التحول التقني الكبير الذي تشهده دول الإسكوا المنتجة للبترول، والجهود المبذولة لتأهيل الكوادر الوطنية في مجال صناعة النفط، تقع على عاتق هذه الدول مسؤولية استمرار الاستثمار في صناعة النفط، لإيجاد تقنيات جديدة، وبدائل أفضل لرفع إنتاج الآبار الحالية من دون انتظار نضوب إنتاجها، كما حدث في بعض من دول العالم الأخرى. ولا يتسنى لدول الإسكوا تحقيق ذلك إلا بالاهتمام بصناعة النفط من حيث خلق البنية التحتية المطلوبة لتطبيق برامج إقليمية متكاملة لتحسين الكفاءة والأداء في عمليات صناعة النفط المختلفة، مع الحرص على سلامة البيئة، واتخاذ السبل الناجعة لتقليل مخاطر التحول المناخي.

زاي- تفعيل برامج ترشيد الاستهلاك وتحسين الكفاءة في إنتاج النفط والغاز

في ما يلي الخطوات المطلوبة لتفعيل برامج لترشيد استهلاك الطاقة في قطاع إنتاج النفط والغاز الطبيعي، وأهمية استخدام تكنولوجيا المعلومات في إنجاح هذه البرامج، إضافة إلى مقترح لتعزيز قدرات وتفعيل دور شركات خدمات الطاقة، أو إنشاء شركات جديدة لخدمة قطاع النفط والغاز الطبيعي.

1- الخطوات الفنية لتنفيذ برامج كفاءة الطاقة في قطاع إنتاج النفط والغاز الطبيعي[35]

يحتاج تطبيق مثل هذا البرنامج إلى ما يلي:

(أ) توفير قاعدة بيانات تتضمن المؤشرات التشغيلية المطلوبة لاستنباط مؤشرات أداء طاقم العمل في الحقول، وتخصيص كل بئر من آبار الإنتاج والحقن فيها بمعامل كفاءتها التشغيلية، وعليه يسهل بعدها مراقبة هذه المؤشرات، ووضع برنامج آلي لصيانة المعدات، بحسب ما توضحه تلك المؤشرات من ارتفاع أو هبوط. ويمكن تصميم نظام معلومات خاص لكل حقل على حدة وربط النظم بعد ذلك بعضها مع بعض لتعمل كنظام واحد؛

(ب) دراسات تدقيق الطاقة: بعد وضع مؤشرات الأداء الطاقي، يتم إجراء مسح تفصيلي لنظام الطاقة وأوجه الاستخدام، للتعرف على استهلاك الطاقة في المنشأة، يلي ذلك إجراء تحليل تفصيلي لحركة الطاقة داخل وخارج المنشأة، وتحديد مواقع الاستهلاك التي يمكن إجراء تحسينات فيها، والتي يتوقع أن تساهم في تحقيق وفر في استهلاك الطاقة. وتستخدم بعدها نتائج التحليل التفصيلي لهذه القياسات لتحديد الوفورات الممكن تحقيقها. ونظراً إلى صعوبة تطبيق برامج ترشيد استهلاك الطاقة في قطاع النفط والغاز الطبيعي بسبب انتشار المعدات في مساحات كبيرة ما يتطلب كوادر بشرية متخصصة، فإن إسناد هذا الدور لشركة متخصصة في هذا المجال يضمن التنفيذ الأمثل لهذه البرامج الضرورية، ويقلص دور الإدارات

(35) أنهار حجازي: "ترشيد الاستهلاك النهائي للطاقة في الدول الأعضاء في الإسكوا"، النفط والتعاون العربي، المجلد الرابع والعشرون، العدد 85، 1998.

المعنية بترشيد استهلاك الطاقة إلى دور إشراف ومتابعة لإدراج هذه المشاريع في خطط قطاع النفط والغاز الإستراتيجية وتنفيذها بحسب جدول زمني متفق عليه؛

(ج) إعداد تقرير مفصل بالتوصيات التي تشتمل على ما تحتاجه العمليات من تعديل في برامج الصيانة الدورية، ووضع خطة تمويل مفصلة للكلفة المطلوبة لعمل التغيرات اللازمة من استبدال للمعدات القديمة مع الجدول الزمني لتنفيذ ذلك.

2- مقترح لتعزيز قدرات وتفعيل دور شركات خدمات الطاقة و/أو إنشاء شركات وطنية لخدمات قطاع النفط والغاز الطبيعي

يتضمن هذا الاقتراح فكرة إنشاء شركات وطنية لخدمات النفط والغاز الطبيعي في دول الإسكوا و/أو لتعزيز قدرات وتفعيل دور شركات خدمات الطاقة، الموجودة في بعض الدول الأعضاء. ويقترح أن تُعنى هذه الشركات إجمالاً بترشيد استهلاك الطاقة ووضع الآليات العملية من تشريعات، وإجراءات فنية ضرورية لإنجاح مهام هذه الشركات. إن إسناد هذا الدور لشركة متخصصة في هذا المجال يضمن التنفيذ الأمثل لهذه البرامج الضرورية، حيث تزيد احتمالات النجاح في إيجاد الآليات اللازمة لتوافر الاعتمادات المالية، بجذب رؤوس الاموال الوطنية والخارجية للاستثمار، لتمويل هذه البرامج والمشاريع الواجب تنفيذها بحسب جدول زمني متفق عليه.

وعلى الرغم من أن هذا المقترح من شأنه تقليص دور الإدارات المعنية بترشيد استهلاك الطاقة في الدول المعنية إلى دور إشراف ومتابعة لإدراج هذه المشاريع في خطط قطاع النفط والغاز الإستراتيجية وتنفيذها، يمكن لشركات النفط، من خلال شركات خدمات الطاقة المقترحة، الرقي بمستوى التعاون في ما بينها في مجال تسهيل عملية نقل وتطوير التكنولوجيات للمنطقة بتأمين الموارد (البشرية، والمالية والإدارية) وغيرها من العوامل اللوجستية، ليصبح دمج التغيرات التكنولوجية في عمليات إنتاج البترول محركاً أساسياً لتنميتها وتطويرها، كما يكفل لها توافر المعلومات المطلوبة لتكون في متناول الأيدي في أماكن صنع القرار. وفي ما يلي، نلقي الضوء على الاطار العام المقترح لعمل هذه الشركات، وما يلزم من آليات لانجاح المهام المنوطة بها:

(أ) يقترح إنشاء هذه الشركات برأس مال وطني وبموجب قانون يمكن أن يسمى "قانون الطاقة النظيفة" يعنى بتبني هذه الدول سياسات واضحة في مجال تحسين كفاءة استخدامات الطاقة في كل مجالات إنتاجها واستهلاكها، وتقوم مجموعة الشركات العاملة في مجال النفط في كل دولة بصياغة مسودة هذا القانون بما يلائم طبيعة العمل فيها، وما يوافق طبيعة عملها، بحيث يخول هذا القانون جميع الجهات المعنية (هيئات، شركات خاصة) التعاون مع هذه الشركة لتنفيذ مشروعات الطاقة النظيفة (ترشيد استهلاك وإدخال تقنيات ذات كفاءة عالية لاستخدام الطاقة)؛

(ب) ويقترح أن تنشأ هذه الشركة بموجب شراكة بين الشركات العاملة في مجال النفط، لتقوم بدور إدارات ترشيد استهلاك الطاقة لدى هذه الشركات، حيث يتم وضع خطة عمل لها لمدة محددة وباتفاق يتم بين هذه الشركات؛

(ج) تقوم الشركات والهيئات والمؤسسات النفطية بالتعاقد مع هذه الشركة، وإبرام عقود لتنفيذ أي من مشاريع الطاقة النظيفة في مجال صناعة النفط، ابتداءً من مشاريع التدقيق الطاقي واستبدال المعدات

الموجودة بمعدات ذات كفاءة عالية للطاقة، وتنفيذ مشاريع ريادية لأحدث التقنيات المتاحة، وإجراء البحوث التطويرية في مجال عمليات صناعة البترول المختلفة، وذلك بعد وضع حزمة الإجراءات والضوابط القياسية الواضحة في هذا المجال؛

(د) وعليه تضمن هذه العقود المالية تدفق الموارد المالية على لشركة، وتمكـنها من الاستدامة في تنفيذ مشاريعها الحيوية، ويمكن مد خدمات هذه الشركة لتشمل جميع عمليات المجال النفطي بما في ذلك ترشيد استهلاك الطاقة في مصافي البترول؛

(•) كما يتاح لهذه الشركة إبرام التحالفات المختلفة مع الهيئات والشركات العالمية لنقل التقنيات الملائمة وامتلاكها.

(و) ويتوقع أن يزيد إنشاء هذه الشركات الوطنية لخدمات النفط من فرص التعاون بين بلدان الإسكوا في تطوير مشاريع مماثلة في مجالات معينة ومشتركة بين هذه الدول، كما يتيح خلق منتديات بحثية تنهض بمستوى الكوادر الوطنية، وتشجع على التفوق والإنجاز في المجالات الفنية المختلفة لهذه الصناعة العملاقة.

رابعاً- دراسات حالة الإجراءات المعتمدة في ترشيد الاستهلاك وتحسين كفاءة الطاقة بقطاع إنتاج النفط والغاز الطبيعي في دول مختارة، أعضاء بالإسكوا

ألف- دراسة حالة الجمهورية العربية السورية

1- الاحتياطي والإنتاج

يشكل النفط والغاز الطبيعي المصدرين الأساسيين للطاقة في الجمهورية العربية السورية حتى الآن، ويقدر الاحتياطي الجيولوجي للنفط الخام بـ 101 24 مليون برميل والاحتياطي القابل للإنتاج بحوالي 790 6 مليون برميل والاحتياطي المتبقي القابل للإنتاج بحوالي 2.7 مليار برميل، وهناك جهود حثيثة لتنفيذ خطط تهدف إلى رفع أرقام الاحتياطي المؤكد لكل من النفط الخام والغاز الطبيعي، ووضع الحقول المكتشفة في الإنتاج. أما الاحتياطي الجيولوجي للغاز الطبيعي بكل أنواعه فيقدر بحوالي 705 مليارات متر مكعب والاحتياطي القابل للإنتاج بحوالي 405 مليارات متر مكعب. كما بلغ إنتاج النفط ذروته في عام 2004 حيث وصل إلى 600 ألف ب/ي، ثم بدأ بالانخفاض التدريجي حتى وصل إلى 432 ألف ب/ي في عام 2005. أما إنتاج الغاز الطبيعي فقد تزايد خلال هذه الفترة إلى أن وصل إلى 24 مليون م^3/يوم.

ويجري في الجمهورية العربية السورية استخدام آخر التقنيات المستخدمة في دراسة سوائل الحفر المناسبة والملائمة لشروط الحفر ما يمكن من تطبيق البرامج الاستكشافية التي تتم دراستها بعد تنفيذها للحصول على أعلى نسب للإصابة في الحفر التنقيبي والاستكشافي، حيث تم من خلالها تحقيق اكتشافات جديدة للنفط في تسعة تراكيب، وغاز في ثلاثة تراكيب.

2- الإجراءات المتبعة لترشيد الطاقة الكهربائية والحرارية لدى شركات إنتاج النفط والغاز الطبيعي في الجمهورية العربية السورية

(أ) تم وضع مكثفات على الشبكة الكهربائية لرفع معامل القدرة لتقليص الفاقد على الشبكة. كما سيتم تركيب لوحات مكثفات 20 ك. ف. في مراكز التحويل 20 ك. ف. في المحطات الرئيسية للحد من القدرة الردية ولتحسين معامل القدرة إلى قيمة 93 في المائة. تجري حالياً دراسة الجدوى الاقتصادية والفنية لاستبدال العنفات الغازية القديمة التي بلغ عمرها ما بين 25-30 عاماً في الشركة (مديرية حقول الحسكة) وذات المردود المنخفض حوالي 20 في المائة، بعنفات حديثة واستخدام الدارة المركبة؛

(ب) يتم استبدال المعدات والتجهيزات الكهربائية القديمة ذات الوضع الفني السيئ بمعدات حديثة لتقليص الفاقد في الإنتاج بسبب الأعطال الكهربائية، حيث يجري العمل على شراء سبع حفارات جديدة لاستبدال الحفارات القديمة ذات الوضع الفني السيئ التي تحتاج إلى صيانة دائمة، وتستهلك كميات مضاعفة من الطاقة؛

(ج) يعتمد نظام ترشيد الطاقة على الصيانة الدورية المبرمجة، والتدقيق الدوري لاستهلاك هذه المعدات من الطاقة، وتركيب أنظمة الإشعال والإطفاء الذاتي لاستهلاكات الإنارة، وكذلك استخدام أنظمة الإقلاع المتسلسل (Soft Start) للمحركات الكهربائية ذات القدرات الكبيرة.

(أ) تحسين برامج الصيانة لنظم ضخ النفط الخام ونظم ضغط الغاز

(1) تم استخدام المضخات والضواغط الكهربائية بدلاً من الميكانيكية لتوفير المازوت اللازم لتشغيلها وتوفير الزيت وتقليل الأعطال وصيانتها المستمرة؛

(2) تجري مراقبة عمل أداء الآبار النفطية والغازية بشكل مستمر، ويجري وضع برامج لصيانة المعدات الجوفية لهذه الآبار بشكل دوري، ويتم استخدام عدد من الحفارات لخدمة الآبار، بهدف المحافظة على استمرارية وتشغيل معدات ضخ النفط وتجميعه، كما تتم عمليات تحديث وتوسيع المحطات الرئيسية لزيادة قدراتها على التخزين والمعالجة؛

(3) الإنتاج بالرفع الصناعي Artificial Lift في كثير من الآبار حيث تستخدم مضخات كهربائية غاطسة (Electrical Submersible Pumps, ESP)، مع متمماتها الجوفية والسطحية، أو وحدات ضخ سطحية (Beam Pumps)، وتجري دائماً دراسة لاختيار النوع المناسب للمضخات بناء على معطيات البئر ومعطيات الإنتاج والتخزين؛

(4) يجري تنفيذ مشروع الربط الكهربائي في الشبكة العامة (بين محطة الدوير وحقل الورد) من أجل تأمين تغذية كهربائية لمنشآت الشركة في الحقول في حالات الطوارئ، أو عند خروج بعض وحدات توليد الطاقة في الحقول من الخدمة والمشروع، وتأمين التغذية الكهربائية لمحطة النيشان، والاستغناء عن وحدات التوليد في محطة التيم المركزية، بهدف زيادة وثوقية التغذية الكهربائية في هذه المحطة؛

(5) نظراً إلى الطبيعة الفنية لخطوط نقل النفط الخام الخفيف والثقيل والتي تحتاج إلى صيانة دائمة لاستمرار عملها، تتم صيانة الأنابيب، واستخدام القواشط الذكية للكشف على التآكل الداخلي الموجود في الخطوط، واستخدام معدات كشف الأعطال وإصلاح الأنابيب من دون توقف، كما تجري عمليات الصيانة والإصلاح والحماية المهبطية.

(ب) الإجراءات المتخذه للحد من التسرب

في عام 2004 كان عدد حالات التسرب في الشركات السورية المنتجة 464 تسرباً نفطياً، و16 تسرباً غازياً، ومجموع كميات النفط المتسربة 755 3 برميلاً (512 طناً)، أي ما يعادل 17.5 وحدة متسربة في كل مليون وحدة منتجة. وفي عام 2005 طرأ تحسن واضح على عدد التسربات النفطية وعلى الكميات، فقد كان العدد 416 تسرباً، ومجموع الكميات المتسربة 529 2 برميلاً (345 طناً) والنسبة تعادل 16.79 وحدة متسربة لكل مليون وحدة منتجة. والإجراءات المتخذه للحد من التسرب كما يلي:

(1) تقوم مجموعات عمل يومياً بجولات لصيانة المعدات السطحية على كل الآبار ومحطات التجميع الفرعية، وتقوم المجموعات بمنع تسرب النفط الخام في هذه المواقع وفق الإمكانات

المتاحة وذلك باستخدام أجهزة تعمل بالأمواج فوق الصوتية لفحص خطوط الإنتاج، وكشف أماكن التآكل قبل حدوث التسريب، وحقن المواد الكيميائية المانعة للتآكل داخل خطوط الإنتاج وعلى رؤوس الآبار، كما يتم سحب النفط من مواقع التسرب مباشرة؛

(2) يتم رش سماد يوريا يدوياً مع التراب الملوث بالنفط، ويكون الحرث باستعمال جرار باتجاه واحد فقط في المرة الأولى من عملية المزج الجيدة. ويتم تكرار عملية الحراثة، ولكن باتجاه مخالف للحراثة الأولى، مرة، كل أسبوع ولمدة أربعة أسابيع (من ضمنها عملية المزج الأولى) أو حتى تصبح التربة بحالة جيدة وناعمة. لقد أظهرت النتائج أن 40 في المائة من الأرض نبت فيها العشب أول سنة بعد هذه العملية، مع العلم بأن الأرض صحراوية.

(ج) تقليص كميات الغاز الطبيعي المحروق على الشعلة

انخفضت كمية الغازات المحروقة على الشعلة بمقدار 72 في المائة، من 3420 ألف م^3/يوم في عام 2003 إلى 952 ألف م^3/يوم في عام 2005، ويعود ذلك إلى الإجراءات المتخذة من قبل الشركات على النحو التالي[36]:

(1) تم ربط عدد من الحقول التي ينتج فيها غاز مرافق بمعامل الغاز، وجرى تجهيز خط لربط حقل الخراطة لاستثمار حوالي 200 ألف م^3/يوم، وبالتالي تنخفض الكمية المحروقة إلى 452 ألف م^3/يوم، وتصبح نسبة التخفيض الإجمالية 78 في المائة. أما بقية الكميات التي ما تزال تحرق فهي موزعة على عدد من الحقول المتباعدة، تراوح كميات الغاز المنتجة فيها بين 500 1 و000 20 م^3/يوم، وهي تخضع حالياً لدراسات فنية واقتصادية لإمكانية ربطها والاستفادة منها؛

(2) تم تخفيض كميات الغاز المحروقة على الشعلة بتركيب وحدة استرجاع الأبخرة البترولية عند ضغوط منخفضة أقل من 0.5 بار في كل من حقلي العمر والتنك، كما تم استئجار أربعة ضواغط للعمل في محطتين رئيسيتين، إضافة إلى مشروع ربط الغاز الفائض بمعمل غاز كونوكو؛

(3) كميات الغاز التي ما تزال تحرق على الشعلة تقدر بـ 7.6 ملايين قدم مكعب يومياً (215 ألف م^3/يوم) من ست محطات وجميعها غير موصولة بمعمل الغاز لبعد المسافة أكثر من 70 كم.

3- التوصيات والإجراءات لزيادة ترشيد الطاقة الكهربائية والحرارية في الجمهورية العربية السورية

(36) الإسكوا، وزارة النفط والثروة المعدنية السورية – تقارير كفاءة الطاقة وترشيد استهلاك الطاقة والأداء البيئي للشركات – حزيران/يونيو 2006؛ تقرير دراسة حالة الجمهورية العربية السورية، تحسين كفاءة استخدام الطاقة في القطاعات العليا لصناعة النفط، 2006.

(أ) استخدام الحفر الأفقي لإعادة حفر الآبار القديمة لزيادة مساحة التصريف من الطبقة المنتجة وبذلك يتم تخفيض كلفة حفر بئر أفقية جديدة بنسبة 50 إلى 75 في المائة بما في ذلك الوفر في الطاقة المستهلكة لحفر تلك البئر؛

(ب) تركيب منظم إيقاف المضخات (Pump-off controllers) وبخاصة لمحركات المضخات ذات السعة العالية (> 100 حصان)؛

(ج) تركيب أجهزة تحكم متعدد السرعات لمحركات المضخات ذات السعة العالية (> 250 حصاناً)؛

(د) استبدال مضخات الإنتاج بتقنية الرفع بالغاز، وذلك باستخدام الغاز المصاحب، كلما أمكن ذلك حيث أن معظم الآبار المنتجة في الجمهورية العربية السورية تنتج غازاً مصاحباً؛

(•) استبدال محركات الاحتراق الداخلي، بعد انتهاء عمرها الافتراضي، بعنفات غازية، واستخدام الغاز المصاحب كوقود لإنتاج الطاقة الكهربائية في مواقع الإنتاج بدلاً من حرقه على الشعلة؛

(و) مسح المناطق باستخدام تقنية المسح السيزمي الثلاثي الأبعاد وثلاثي متفرق الأبعاد إذا أمكن لكل المناطق التي تم مسحها بتقنية المسح الثنائي الأبعاد، حيث يتم تخطيط وإدارة أفضل لعمليات حفر الآبار من النواحي الفنية وتقليل المخاطر؛

(ز) تنظيم تقليص الفاقد من النفط الخام ومنع تسربه من خلال حقن موانع التآكل الكيميائية ومتابعة أعمال التفتيش الفني للأنابيب والخزانات، وتحديد نقاط التآكل ومعالجتها قبل حصول التسرب؛

(ح) دراسة امكانية استخدام الرفع بالغاز بدلاً من الإنتاج بالرفع الصناعي Artificial Lift والذي يتم حالياً في كثير من الآبار باستخدام مختلف انواع المضخات؛

(ط) إنشاء خطوط آبار وحقن جديدة Flow Lines بين الآبار والمحطات الإنتاجية وفق برنامج العمل لاستبدال الخطوط القديمة، وذلك لتقليل معدل تسرب النفط؛

(ي) تحديث أنظمة التحكم والحماية على خط الغاز في محطات توليد جندر، ومحردة، والناصرية، وتشرين Upgrade of Safeguarding and Control Systems؛

(ك) تحديث نظام الحماية للمحطات الإنتاجية في الحقول Upgrade of ESD Systems؛

(ل) دراسة مشروع الربط الكهربائي مع الشبكة العامة لكل حقول النفط ما أمكن، وذلك لتأمين تغذية كهربائية لمنشآت الشركة في الحقول في حالات الطوارئ، أو عند خروج بعض وحدات توليد الطاقة في الحقول من الخدمة والمشروع، والاستغناء عن وحدات التوليد القديمة التي تستهلك معدلات وقود عالية.

(م) إجراء تعديلات على نظام المعالجة بمعمل غاز عمر من أجل ضمان تشغيل المعمل على كميات غاز تتناسب مع توقعات الإنتاج المستقبلية الأقل من الحقول المربوطة بهذا المعمل؛

(ن) إكمال مشروع صيانة العنفات الغازية وإستبدال ضواغط هواء الأجهزة الدقيقة في الحقول؛

(س) وضع الخطط لاستبدال خطوط النقل القديمة، حيث انخفض مستوى حالتها الفنية التي وصلت إليها بسبب كثرة التآكلات الداخلية والخارجية، ما أدى إلى انخفاض الطاقة التصميمية للخطوط، وأدى إلى ارتفاع الطاقة اللازمة لنقل كميات معينة من النفط الخام عبر هذه الخطوط.

باء- دراسة حالة دولة قطر

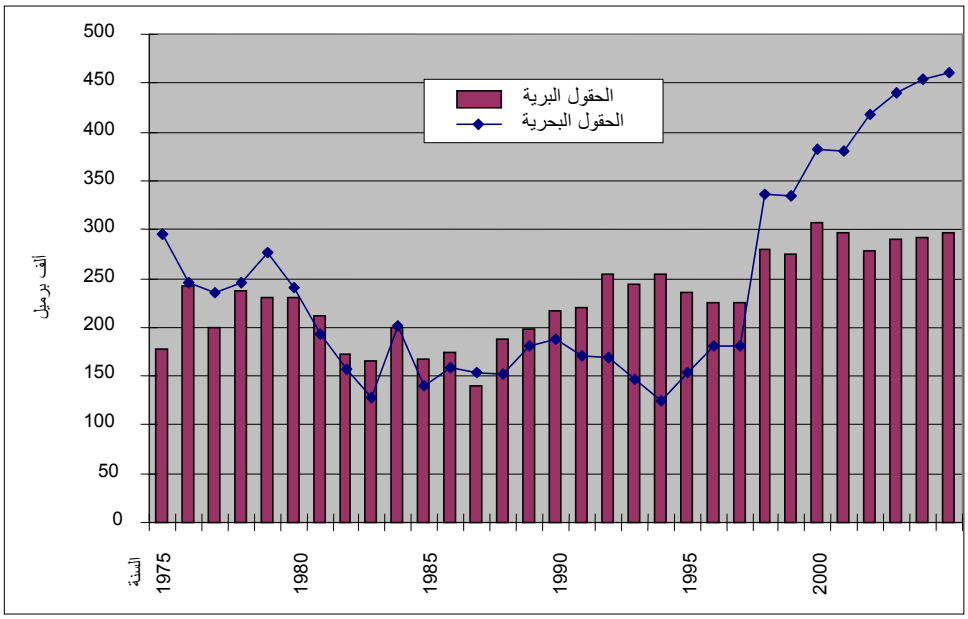
1- الاحتياطي والإنتاج

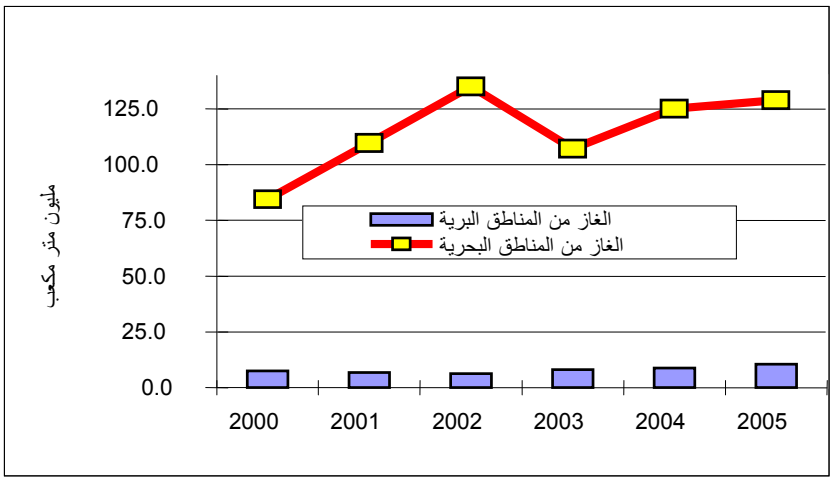
تعتبر دولة قطر من الدول الغنية بمصادر الطاقة الأولية، فهي تحتل المركز الثالث في العالم من حيث حجم احتياطي الغاز الطبيعي، إضافة إلى امتلاكها احتياطياً لا بأس به من النفط الخام. ويلعب إنتاج النفط والغاز الطبيعي الدور الرئيسي في الاقتصاد القطري، حيث يشكل الجزء الأعظم من الصادرات القطرية، ومصدر الدخل اللازم لعملية التنمية الاقتصادية والاجتماعية. وقد بلغ الاحتياطي المتوقع لدولة قطر من النفط الخام ومكثفات القبب الغازية في بداية عام 2005 حوالي 200 4 مليون برميل، منها 200 2 مليون برميل في الحقول الثلاثة التي تديرها قطر للبترول، وهي حقل دخان البري وحقلا بوالحنين وميدان محزم البحريان، وحوالي 000 2 مليون برميل في الحقول البحرية الأخرى، وعددها سبعة والتي يجري تطويرها بموجب اتفاقيات مشاركة في الإنتاج.

وتبلغ الطاقة الإجمالية الحالية لإنتاج النفط الخام من الحقول البحرية والبرية أكثر من 850 ألف برميل يومياً، منها حوالي 335 ألف برميل من حقل دخان البري، الذي يشكل دعامة الإنتاج النفطي للدولة، وقد بدأ الإنتاج منه عام 1949 وهو تاريخ بداية إنتاج النفط في قطر.

يتركز احتياطي الغاز الطبيعي في دولة قطر، في حقل الشمال الذي يعتبر أكبر حقل للغاز غير المصاحب في العالم. يقع حقل الشمال الذي تم اكتشافه عام 1971 في المياه القطرية شمال شرق البلاد ويغطي مساحة تزيد على 000 6 كيلومتر مربع، ويبلغ احتياطيه القابل للإنتاج حوالي 900 تريليون قدم مكعب من الغاز، كما يحتوي الحقل على حوالي 23 بليون برميل من المكثفات. وقد بلغ الاحتياطي المتوقع للغاز المصاحب للنفط في بداية عام 2005 حوالي 189.7 مليون متر مكعب في الحقول البحرية و212.4 مليون متر مكعب في الحقول البرية. يوضح الشكل 1 تطور الإنتاج اليومي للنفط في دولة قطر، ويلاحظ الزيادة الإطرادية في معدل الإنتاج منذ عام 2000 وما في ذلك من إشارة لضرورة مراجعة السعة التشغيلية للمعدات الموجودة في الحقول ومدى صلاحيتها لتحمل السعة الإنتاجية الجديدة، كما يبين الشكل 2 إنتاج الغاز الطبيعي في المناطق البرية والبحرية خلال الفترة (2000-2005).

الشكل 2- تطور الإنتاج اليومي للنفط في الحقول البرية والبحرية في دولة قطر (1980-2005)





2- إجراءات ترشيد الطاقة في قطاع إنتاج النفط والغاز الطبيعي في دولة قطر

في ما يلي، بعض الإجراءات المتبعة لترشيد استهلاك الطاقة في قطاع إنتاج النفط والغاز بدولة قطر:

(أ) قامت دولة قطر في عام 1989 بتطبيق تقنيات المسوحات السيزمية ثنائية وثلاثية الأبعاد ومعالجتها وتفسيرها، إضافة إلى استخدام تقنيات الحفر الأفقي، وتحفيز المكامن الجديدة، وإكمال الآبار. وكان من نتائج هذه التطبيقات اكتشاف حقل الخليج، وتحديد وتطوير ناجح لحقلي الريان والشاهين حيث يتكون كل منهما من مكامن مركبة، كما دلت شواهد نفطية وغازية على توقع اكتشاف حقول مشابهة جيولوجياً في المستقبل. وفي ما يلي مقارنة لإنتاج آبار عمودية وأفقية في حقل الشاهين التي تدل على مدى نجاح تطويره واستغلاله؛

الثمانينيات	التسعينيات	التسعينيات
(بئر عمودية)	(بئر أفقية)	(بئر أفقية)
معدل 325-700 ب/ي	700-300 1 ب/ي	300 4-700 11 ب/ي

وفي ما يلي انتاج حقل الريان الذي اكتشف عام 1976 بعد تطويره لاستخدام التقنيات الحديثة:

1980/1976	1995	1996/1995
(بئر عمودية)	(بئر أفقية)	(بئر أفقية)
معدل 200-100 1 ب/ي	200 2 ب/ي	000 4-655 9 ب/ي

(ب) استخدمت دولة قطر تقنية الحفر الأفقي لتطوير حقلي الريان والشاهين تطويراً ناجحاً، حيث ضاعفت هذه التقنية مساحة التصريف من الطبقات المنتجة ما أدى إلى مضاعفة إنتاجية البئر العمودية 4-6 مرات؛

(ج) تم إدخال تقنيات الاستخلاص الثانوي والاستخلاص المدعم في الحقول النفطية لدولة قطر، وقد تم عمل دارسات مكثفة لبعض الحقول التي يراوح عمقها بين 525 1 و435 2 متراً، وذلك لمعرفة أنجع وسائل الاستخلاص لهذه المكامن التي يتألف تكوينها من صخور العصر الجوراسي؛

(د) جرى في العقد الماضي وضع البرامج اللازمة لتطبيق أساليب الاستخلاص المدعم بالطرق الحرارية، وذلك نسبة إلى وجود كميات هائلة من النفط الثقيل التي لا يمكن استخراجها إلا باستخدام الاستخلاص بالوسائل الحرارية؛

(•) تم حديثاً تطوير تقنية تمكن من نقل الغاز في حالته الغازية والسائلة بعد التغلب على المشاكل الهيدروليكية، ومشاكل التآكل في الأنابيب نتيجة احتواء الغاز شوائب مثل ثاني أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين. وقد طبقت هذه التقنية بنجاح في حقل الشمال في قطر؛

(و) دخلت في عام 1977 ثلاثة معامل لتسييل الغاز مرحلة التشغيل وهي: قطر غاز 1996 ورأس غاز عام 1999 في دولة قطر، وعمان LNG - عام 2000 في سلطنة عمان، وتبلغ الطاقة الإجمالية لتلك المشاريع الأربعة 26.4 مليون طن/سنة (أو 36.5 مليار متر مكعب/سنة). وتبلغ حصة دولة قطر 54 في المائة من الطاقة الإجمالية؛

(ز) تتميز الناقلات التي تملكها شركة قطر غاز القطرية بانخفاض استهلاكها للطاقة، وذلك نظراً إلى انخفاض طاقة الدفع فيها بنسبة 7 في المائة بالمقارنة بالناقلات الأخرى، وانخفاض كمية الغاز المتطاير Boil-off لتصل إلى 0.15 في المائة يومياً نتيجة استخدام نظام عزل حراري يتميز بكفاءة عالية؛

(ح) تستخدم بعض شركات النفط العاملة بدولة قطر مثل شركة نفط المشرق في منصاتها البحرية نظم استرجاع الحرارة، وذلك لتقليل فاقد الحرارة، حيث يتم توجيه السوائل لتسخين وحدات فصل النفط التي ترتفع كفاءتها بالتسخين؛

(ط) تستخدم شركة توتال بدولة قطر نظم آلية لإيقاف المضخات وأجهزة تحكـم متعددة السرعات لكل المضخات والمحركات الكهربائية العاملة في منصات إنتاج النفط والغاز. كما تعمل الشركة على استخدام الغاز المصاحب في إنتاج الطاقة الكهربائية وتتطلع إلى عدم حرق الغاز على الشعلة بحلول 2010؛

(ي) تقوم شركة أكسي في دولة قطر بتطبيق عدة إجراءات فنية لترشيد استهلاك الطاقة، ورفع كفاءة استخداماتها، نذكر منها ما يلي: استخدام الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح لإنتاج الطاقة الكهربائية في بعض منشآتها؛ واستخدام تقنية المولدات الكهروحرارية لانتاج الكهرباء؛ واستخدام عنفات غازية متطورة لانتاج الطاقة الكهربائية باستخدام الغاز المصاحب.

3- الأهداف والقواعد التي وضعتها دولة قطر لحماية البيئة

تولي دولة قطر للبيئة والأمور المتعلقة بها اهتماماً كبيراً. فقد تم في عام 2000 تشكيل مجلس أعلى للبيئة والمحميات الطبيعية، يتولى القيام بجميع المهام والأعمال الكفيلة بحماية البيئة. وتشمل مهام المجلس ما يلي: وضع السياسات العامة لحماية البيئة وإنماء الحياة الفطرية، وحماية مواطنها الطبيعية؛ ورسم خطط العمل اللازمة لتنفيذ هذه السياسات، والإشراف على قيام الوزارات والمؤسسات العامة وغيرها بتنفيذها والتنسيق في ما بينها؛ وإنشاء قواعد معلومات بينية وطنية وإنشاء مختبر مرجعي للبيئة؛ وإعداد مشروعات التشريعات واللوائح والقرارات والنظم اللازمة لحماية البيئة، وفي ما يلي ملخص لهذه اللوائح والفوائد.

(أ) الالتزام بالاتفاقيات العالمية والإقليمية المتعلقة بحماية البيئة ومنع التلوث؛

(ب) إلزام الشركات الوطنية والأجنبية العاملة في قطر بالتقيد بالقوانين والأنظمة الصادرة عن الدولة والمتعلقة بالصحة العامة والسلامة وحماية البيئة؛

(ج) المحافظة على الموارد الهيدروكربونية ومنع حرق الغاز إلا عند الضرورة القصوى؛

(د) تخفيض انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكبريت في الجو، ومعالجة الغازات لتخليصها من المركبات الكبريتية قبل استخدامها في الحرق أو الصناعة؛

(•) مراعاة الأمور البيئية في اختيار التكنولوجيا والعمليات في الصناعات المختلفة؛

(و) إخضاع جميع أعمال تصريف الغازات والمياه والسوائل والمواد الكيميائية وغيرها إلى القواعد والاعتبارات البيئية، وبما ينسجم مع الممارسة العالمية الجيدة في هذا المجال؛

(ز) الاقتصار على استخدام الغاز في توليد الطاقة الكهربائية؛

(ح) استخدام البنزين الخالي من الرصاص في المركبات.

4- التوصيات والإجراءات لزيادة ترشيد الطاقة الكهربائية والحرارية في دولة قطر

قام عدد من الشركات العاملة في مجال إنتاج النفط بدولة قطر بالاستجابة لملء استبيان صمم خصيصاً لدراسة سبل ترشيد استهلاك الطاقة في قطاع إنتاج النفط والغاز الطبيعي. في ما يلي: مقترحات لزيادة ترشيد استهلاك وتحسين كفاءة استخدامات الطاقة التي خلصت إليها الدراسة بعد تحليل البيانات الواردة في الاستبيان:

(أ) استخدام الحفر الأفقي لإعادة حفر الآبار القديمة لزيادة مساحة التصريف من الطبقة المنتجة وبذلك يتم تخفيض كلفة حفر بئر أفقية جديدة بنسبة 50 إلى 75 في المائة بما في ذلك الوفر في الطاقة المستهلكة لحفر تلك البئر؛

(ب) زاد معدل استهلاك الطاقة الكلية في قطاع إنتاج النفط والغاز الطبيعي من 0.429 واط ساعة لكل برميل في عام 2004 إلى 0.897 واط ساعة لكل برميل في عام 2006 في إحدى الشركات النفطية، ومتوسط المؤشر العالمي هو 0.5 واط ساعة لكل برميل. وعليه لزم إجراء دراسات تدقيق الطاقة لمعرفة سبب هذه الزيادة، واتخاذ الإجراء المناسب لتخفيض استهلاك الطاقة؛

(ج) تركيب نظم آلية لإيقاف المضخات (Pump-off controllers) وبخاصة لمحركات المضخات ذات السعة العالية (> 100 حصان)؛

(د) تركيب أجهزة تحكم متعدد السرعات لمحركات المضخات ذات السعة العالية؛

(•) استبدال مضخات الإنتاج بتقنية الرفع بالغاز، وذلك باستخدام الغاز المصاحب كلما أمكن ذلك حيث أن معظم الآبار المنتجة في دولة قطر تنتج غازاً مصاحباً؛

(و) استبدال محركات الاحتراق الداخلي في مواقع الإنتاج بعد انتهاء عمرها الافتراضي بعنفات غازية واستخدام الغاز المصاحب، كوقود لإنتاج الطاقة الكهربائية في مواقع الإنتاج بدلاً من حرقه على الشعلة؛

(ز) تركيب مكثفات عند كل من محركات الكهرباء لتصحيح معامل القدرة الذي قدر بـ 0.89 في بعض مواقع الإنتاج؛

(ح) مسح المناطق باستخدام تقنية المسح السيزمي الثلاثي الأبعاد وثلاثي متفرق الأبعاد إذا أمكن لكل المناطق التي تم مسحها بتقنية المسح الثنائي الأبعاد، حيث يتم تخطيط وإدارة أفضل لعمليات حفر الآبار من النواحي الفنية وتقليل المخاطر.

جيم- دراسة حالة دولة الكويت

1- نشاط استكشاف وانتاج النفط والغاز الطبيعي في دولة الكويت

يشكل النفط والغاز الطبيعي المصدرين الأساسيين للطاقة المستثمرة في دولة الكويت حتى الآن، ويقدر الاحتياطي القابل للإنتاج بحوالي 101.5 مليار برميل وفي عام 2006 بلغت الطاقة الإجمالية الحالية لإنتاج النفط الخام من الحقول البحرية والبرية حوالي 572 2 ألف برميل/يوم مقابل 646 2 ألف برميل/يوم

في عام 2005، أي بزيادة 2.9 في المائة، كما تم اكتشاف الغاز الحر في حقلي أم نقا والصابرية وقدرت الاحتياطيات المكتشفة بحوالي تريليون متر مكعب، مع وجود نفط خفيف تراوح كميته بين 10-13 مليار برميل.

وقد أجرت الكويت ابتداءً من عام 1996 مسوحات ثنائية الأبعاد على كل مناطقها البرية والبحرية، كما أجرت مسوحات ثلاثية الأبعاد على كل حقولها المنتجة، بغرض استكشاف مناطق جديدة من النفط والغاز وزيادة الإحتياطيات في الحقول المنتجة، وتحسين نسبة النجاح في الآبار الأفقية المنتجة، واختيار مواقع هذه الآبار بحيث يتم تقليل عددها وزيادة نسبة نجاحها.

وقد أظهرت المسوحات ثلاثية الأبعاد التي أُجريت في حقل برقان ملامح التركيب الرئيسي للحافة الشرقية منه والأخدود الذي يفصل حقل الأحمدي، والتركيب المحدد العام للحقل، والفالق الرئيسي الطبيعي في طبقة الكريتاسي، والفالق العكسي في طبقة الجوارسي، كما أظهرت المسوحات تفصيلات كبيرة لجيولوجية المنطقة في حقل مناقيش، وأظهرت كذلك العناصر التركيبية، وملامح الإنحراف في الطبقات الجيولوجية وان هناك فالقاً رئيسياً باتجاه شرق - غرب في طبقة شعيبة. واستطاعت المسوحات كذلك تحديد نظام الفوالق في طبقة الكريتاسي في حقل صابرية، حيث كان يعتقد سابقاً، ومن خلال المسوحات ثنائية الأبعاد، وجود مستويين لالتقاء النفط والماء مفصولين عن بعضهما بفالق، وقد أظهرت المسوحات ثلاثية الأبعاد تغيرات في المسامية وفي مستوى التقاء الماء مع النفط، كما كشفت هذه المسوحات خصائص المكمن المختلفة التي ساعدت في إدارته بصورة أفضل. ونتج من ذلك 10 اكتشافات بترولية في الفترة 2002-2006.

تم تطبيق مرحلة الاستخلاص الثانوي بحقن الغاز في عدد من المكامن النفطية في ثلاثة من حقول دولة الكويت (المناقيش والروضتين وحقل برقان الرئيسي) في مطلع الثمانينات كما تم تنفيذ طرق التنشيط بالبخار على عدة مكامن نذكر منها مكمن الفارس السفلي. كما ضاعفت تقنية الحفر الأفقي مساحة التصريف من الطبقة المنتجة ما أدى إلى مضاعفة إنتاجية البئر العمودية 4-6 مرات في الكويت.

وقد أنشأت دولة الكويت مجمعاً لمعالجة الغاز الطبيعي بهدف معالجة الغازات والسوائل الغازية المنتجة في مختلف الحقول، ويحتوي على وحدة الامتصاص والفصل لاسترجاع البروبان والبيوتان، ووحدة التجزئة ووحدة فصل غاز الإيثان، ووحدة نزع البروبان، ووحدة نزع البيوتان، ووحدة تبريد السوائل. كما أدخلت دولة الكويت بعض التحسينات على مختلف وحدات مجمع الغاز لرفع كفاءاتها وخفض استهلاكها من الطاقة، مثل وحدة نزع المياه من الغازات والسوائل، ووحدة نزع الكبريت من البروبان ووحدة تخليص المنتجات من كبريتيد الهيدروجين. كما تم تطوير أجهزة التحكم والسيطرة في هذه الوحدات ما رفع كفاءتها وخفض استهلاك الطاقة.

قامت الدولة في أواخر القرن الماضي بوضع البرامج اللازمة لتطبيق أساليب الاستخلاص المدعم بالطرق الحرارية، وذلك نظراً إلى وجود كميات هائلة لديها من النفط الثقيل والتي لا يمكن استخراجها إلا باستخدام الاستخلاص بالوسائل الحرارية. وقد بدأ العمل في عام 2006 بتنفيذ المرحلة الثانية من مشروع حقن بخار الماء في حقل الوفره الواقع في المنطقة المحايدة سابقاً (المملكة العربية السعودية – الكويت) وذلك لإنتاج النفط بمعدل 300 ألف برميل/يوم.

وفي إطار الاعتناء ببرامج الصيانة الوقائية الآلية في قطاع انتاج النفط والغاز وتطويرها، قامت شركة نفط الكويت منذ عام 1995 بتشكيل فريق عمل متعدد التخصصات للنظر في عمليات الإنتاج،

والتعرف على مجالات خفض التكاليف الممكن تحقيقها في المجالات الآتية: الحد من حرق الغاز في حقول النفط أثناء عمليات المعالجة؛ الحد من كميات الكيميائيات المستخدمة في معالجة النفط المبلل في معامل فصل الماء منه؛ مد خطوط لعزل النفط المبلل عن النفط الجاف بحيث لا تحتاج إلى طاقة إضافية لفصل الماء؛ استخدام التكنولوجيا الحديثة والمتقدمة في مضخات النفط. وقد استطاعت الشركة تحقيق ما يلي: تقليل حرق الغاز إلى 3.63 في المائة من الغاز المنتج عام 1996-1997 مقابل 5.23 في المائة عام 1995-1996؛ وتقليل كلفة الكيميائيات المستخدمة في معامل فصل الماء وتحقيق وفر مقداره 000 495 دولاراً عام 1995-1996؛ وخفض كلفة صيانة وسائل الإنتاج وتحقيق وفر مقداره 6.6 ملايين دولار من عام 1994-1995 إلى عام 1997-1998.

2- إجراءات وسبل زيادة ترشيد استهلاك الطاقة (الكهربائية والحرارية) وتقليص الفواقد في عمليات إنتاج ونقل الغاز الطبيعي

(أ) ترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية عن طريق تركيب مضخات نقل النفط الخام، وضواغط الغاز التي تعمل بمحركات كهربائية ذات سرعات متغيرة، وتستهلك طاقة كهربائية أقل من المحركات الكهربائية العادية؛

(ب) استخدام المبادلات الحرارية للاستفادة من حرارة النفط المعالج لتسخين النفط المراد معالجته من الأملاح والماء، وكذلك للاستفادة من حرارة الماء المنفصل من معالجة تسخين الماء المستخدم للمعالجة؛

(ج) استخدام العوازل الحرارية المناسبة للمحافظة على حرارة النفط المراد معالجته، والماء المستخدم للمعالجة؛

(د) المحافظة على عوامل التشغيل المثالية التي لا تتعدى عوامل التشغيل والسعات التشغيلية المصممة لها المعدات؛

(•) تحسين برامج صيانة وتشغيل معدات استخراج وتجميع النفط لنظام فحص دوري للمعدات مثال صمامات الأمان، وأوعية الإنتاج، وفحص وصيانة الطلاء ونظام الحماية المهبطية؛

(و) تقليص فواقد الغاز الطبيعي، ومنع تسربه في عمليات الاستخراج والتجميع، وذلك عن طريق تحديث الخطوط؛ والإجراءات الوقائية عن طريق الصيانة؛ ومشروع التحكم عن بعد مع إنشاء محطة جديدة لتعزيز الغاز؛

(ز) تقليص كميات الغاز المحروق على الشعلة وفرص الاستفادة منها، وذلك بمحاولة الوصول إلى استراتجيية مؤسسة النفط الكويتية (أقل من 1 في المائة للغاز المحروق)؛

(ح) استخدام النظم الشمسية الكهروضوئية لتأمين الحماية المهبطية لأنابيب الغاز، ولكن ما زال استخدام النظم الشمسية ضئيلاً.

3- التوصيات والإجراءات لزيادة ترشيد استهلاك الطاقة في مجال إنتاج النفط في دولة الكويت

أدت التطورات في مجال إنتاج النفط في دولة الكويت إلى تخفيض كلفة الاستكشاف وإلى مضاعفة معدلات الاستخراج في بعض الحقول. ونتيجة لذلك يلاحظ بشكل عام أن إجمالي الإضافات السنوية العالمية في مخزون النفط والغاز الطبيعي نتيجة الاكتشافات الجديدة قد ارتفع خلال العقد الماضي باطراد، من حوالي 7 مليارات برميل مكافئ عام 1991 إلى 22 مليار برميل مكافئ عام 1999. وبالنظر إلى خطط صناعة إنتاج النفط المستقبلية، والمشاكل المتوقعة التي سبق ذكرها، فقد حدد المسؤولون في قطاع النفط والغاز الطبيعي بدولة الكويت من خلال الورقة القطرية لدولة الكويت في مؤتمر الطاقة العربي الثامن أن الحاجة إلى تطوير القدرات المحلية تصبح ضرورة ملحة. وقد يكون من المفيد نظراً إلى محدودية الإمكانيات، التركيز على ما يلي[37]:

(أ) توفير قواعد بيانات مفصلة حول مختلف النفوط الخام الكويتية وبشكل خاص النفوط الثقيلة؛

(ب) تطوير أساليب نمذجة وتقنيات إدارة المكامن؛
(ج) تطوير التكنولوجيا اللازمة للحد من إنتاج المياه المصاحبة؛

(د) تطوير تقنيات فصل المياه المصاحبة وتطوير مضافات أكثر فعالية لفصل النفوط الثقيلة؛

(•) تطوير تقنيات معالجة المياه المنتجة بشكل مقبول بيئياً والعمل على اللاإستفادة منها؛

(و) تطوير الوسائل المستخدمة في قياس تآكل السبائك المعدنية وطرق الحد من معدلات التآكل؛

(ز) تطوير تقنيات إنتاج النفط المعزز ورفع كفاءتها؛

(ح) تطوير تكنولوجيا عزل وتجميع وإعادة استخدام غاز ثاني أكسيد الكربون، وبخاصة في مجال إنتاج النفط المعزز، للإسهام في تخفيض معدلات إنبعاث هذا الغاز، نتيجة استخدام النفط.

(37) الورقة القطرية لدولة الكويت، مؤتمر الطاقة العربي الثامن، عمان الأردن 2006.

خامساً- الإجراءات المتبعة لحماية البيئة أثناء إنتاج النفط والغاز الطبيعي في دول الإسكوا

تعمل الشركات النفطية ضمن الحدود والمقاييس المسموح بها دولياً ومحلياً، لمنع التلوث ما أمكن، أو التقليل منه. حيث شرعت الدول قوانين ولوائح بيئية ألزمت الشركات العاملة في قطاعات النفط والغاز التقيد بها، وتتضمن هذه اللوائح بعض الإجراءات العامة للحفاظ على البيئة ضمن قطاع النفط، منها: التنسيق مع الهيئات العامة لحماية البيئة حول التعامل مع أي تلوث أو تسرب نفطي ومكافحته؛ والأخذ بالتشريعات العالمية لحماية البيئة من خلال الإجراءات والخطط المستقبلية، عند استحداث أو إقامة أي مشروع؛ وإدخال الإعتبارات البيئية عن طريق تقييم آثار المشاريع الإستثمارية بكل أنواعها على البيئة، وبخاصة في مراحل التخطيط ، وإخضاع جميع المشاريع لتقييم الأثر البيئي وفق المستويات التي حددتها الهيئات العامة لحماية البيئة؛ والتزام الشركات النفطية بتطوير نظام الإدارة البيئية، وتأسيس قاعدة بيانات بيئية خاصة بها.

ألف- تقليل التأثيرات السالبة للقطاعات العليا لإنتاج الطاقة في التربة والماء والهواء

يعتبر تقليص مساحة العمل في عمليات انتاج النفط أفضل طريقة لحماية بيئة السطح في مواقع الاستكشاف والحفر، فمثلاً: المساحة المثالية التي تشغلها حفارة نفط حالياً أصبحت أقل بـ 80 في المائة من مساحة الحفر التي كانت تشغلها حفارة في سبعينيات القرن الماضي. وتتم معالجة التربة لاسترجاع الهيدروكربونات، ومعالجة التربة بالطرق البيولوجية، والتخلص من مخلفات المواد المشعة طبيعياً، كما تعتبر المياه الملوثة أو المالحة أخطر من النفط على التربة وتتم معالجتها باستخدام نظام تصريف السائل تحت السطحي.

ويؤثر استخراج النفط في نوعية الهواء من خلال المركبات العضوية الطيارة، وأكاسيد النيتروجين والكبريت، وأول أكسيد الكربون والرماد. وتعتبر مساهمة استكشاف وإنتاج النفط في تلوث الهواء أقل من غيرها من الصناعات، وأقل ضرراً لكونها في مناطق نائية، ولكن عندما تجتمع مع صناعات أخرى تتداخل الأطراف المسببة للتلوث، ويصبح من الصعب حصرها تماماً كما هو الحال في تلوث التربة الذي يكون في موضع محدد وسببه معروف. وعادة تجري قياسات في أماكن العمل لمستوى التلوث ويتم تحليل المعطيات ومعرفة الأسباب. وتسعى الشركات لتقليص انبعاث الغازات من خلال ترشيد استهلاك الطاقة، وتقليص كميات الغاز المحروقة على الشعلة والمطروحة إلى الجو، مع وجود برامج للصيانة لمنع أي تسرب غازي.

وتلعب إدارة المياه المتوافرة دوراً حاسماً في تحسين انتاج النفط والغاز، إذ يتم حقن المياه في كثير من حقول النفط لتحسين الإنتاج، وغالباً ما تخرج المياه الطبقية مع النفط المنتج، لذلك تجري معالجتها وإيجاد أفضل الوسائل لحماية المياه الجوفية ومياه الشرب من التلوث. كما تجري مراقبة قمصان التغليف في الآبار لضمان عدم تسرب المياه منها، وإجراء الصيانة المستمرة لمعدات النفط وخطوط نقل المياه الطبقية، وأثناء حقن المياه للحؤول دون تسربها إلى المياه الجوفية. ولذلك وضعت الحكومات تشريعات وسياسات وحدوداً للمياه المصرفة على اليابسة، وفي البحار ولسوائل الحفر، وحددت مقادير الملوثات التي تصرف يومياً في أماكن عديدة وبخاصة المأهولة منها. واتبعت بعض الشركات النفطية تقنيات متقدمة لإزالة الملوثات من المياه مثل التناضح العكسي (Osmosis)، أو استعمال وسائط تنظيف متقدمة، وطرق أخرى يمكنها إزالة المركبات العضوية غير المنحلة من المياه.

وفي ما يلي: تجربة الجمهورية العربية السورية والبرنامج المتبع في شركات النفط العاملة لديها من حيث حماية البيئة أثناء إنتاج ونقل النفط والغاز الطبيعي.

باء- الإجراءات المطبقة لحماية البيئة في شركات استكشاف وإنتاج النفط السورية[38]

1- بعض الإجراءات العامة المتبعة في قطاع النفط للحفاظ على البيئة

(أ) إنشاء حفرة فنية لكل بئر لاستخدامها أثناء أعمال الصيانة والإصلاح في الآبار العاملة، ويتم نقل النفط الممكن سحبه إلى محطات التجميع، والمحافظة على حجم حفر مناسبة للرواسب، ومنع تسربها إلى التربة الزراعية المجاورة، وردم الحفر وإعادة التربة كما كانت عليه بعد تفريغ الحفر من المياه؛

(ب) استخدام نفس المياه في عمليات الحفر، وذلك بنقل سوائل الحفر بعد الانتهاء من الحفر إلى الآبار الأخرى المقرر حفرها، وحقن المياه الطبقية الملوثة والمالحة في آبار الحقن للتخلص منها، وإنشاء محطة معالجة لمياه الصرف الصحي والصناعي لجعل هذه المياه صالحة للاستخدامات الزراعية، مع مراقبة المياه الجوفية في مناطق آبار الحقن، وذلك بأخذ عينات منها بشكل دوري وإجراء التحاليل المخبرية اللازمة والتأكد من عدم وجود تسرب إليها من آبار الحقن المجاورة؛

(ج) استبدال خطوط الأنابيب القديمة والمتآكلة الواصلة من الآبار إلى المحطات الفرعية ومن المحطات الفرعية إلى محطات التجميع الرئيسية، بخطوط جديدة؛

(د) اعتماد خطة طوارئ في حال حصول التسرب النفطي أو الغازي، واستصلاح المواقع التي تتلوث بسبب التسربات النفطية في مختلف المواقع عن طريق تنشيط تحلل المواد العضوية؛

(•) العمل على تخفيض كمية الغاز المحروق على الشعلة عن طريق تنفيذ مشاريع استخلاص الغاز في المحطات المركزية، وإيجاد الطرق المناسبة من الناحية البيئية والصحية للتخلص من النفايات الخطرة، وتحديد وحصر إلقاء النفايات غير الخطرة في أماكن مخصصة لهذه الغاية؛

(و) إقامة دورات مستمرة لنشر الوعي البيئي بين العاملين، وتدريب الكفاءات في هذا المجال للوصول إلى مستوى من الوعي، يخلق دافعاً ذاتياً لدى العاملين للمحافظة على البيئة بشكل عام، وإجراء دورات توعية بيئية لطلاب المدارس.

2- بعض الإجراءات المتبعة لحماية البيئة في عمليات معالجة الغاز

(أ) توزيع حساسات الغاز في مختلف مناطق وحدات المعالجة لضبط أي تسرب للغاز، واستخدام حساسات لقياس نسبة الكبريت في مناطق عمل الوحدة، والحفاظ عليها ضمن الحدود المسموح بها؛

(ب) معالجة الغاز الحامضي واستخدام أفران لحرق نواتج معالجة الكبريت، وإطلاقها إلى الجو على شكل غازات غير سامة، والمراقبة المستمرة من قبل هيئة الطاقة الذرية والقيام بالمسح الإشعاعي في مواقع العمل لمراقبة التلوث في الهواء والتربة.

3- بعض الإجراءات المتبعة لحماية البيئة في عمليات نقل النفط

(38) نفس المرجع (18).

مراقبة خطوط نقل النفط بشكل دائم، وعند الإعلام عن أي تسرب يجري تحديد منشأ التسرب، والعمل فوراً على إيقاف التسرب، ومعالجة مناطق الضرر، مع إعداد خطط للحد من التلوث البيئي وتسرب النفط من خطوط التحميل ومعالجة النفط البحري.

4- بعض الإجراءات المتبعة لتصريف ومعالجة سوائل الحفر

يستخدم عادة في حفر الآبار النفطية نوعان من سوائل الحفر: النوع الأول، سوائل حفر ذات أساس مائي يتم نشرها لمدة تزيد على ستة أشهر في حفرة بجانب البئر، وذلك حتى تتبخر كل المواد النفطية الموجودة فيها ثم يتم طمرها، والنوع الثاني، هو سوائل حفر ذات أساس زيتي يتم إعادتها إلى مستودع الكيميائيات بعد إنتهاء العمل بها أثناء حفر البئر، وذلك ليتم معالجتها واستخدامها في آبار أخرى. أما بالنسبة للفتات الصخري الناتج من الحفر فتتم معالجته وطمره في حفرة بجانب البئر مع سائل الحفر ذي الأساس المائي بعد أن يتم تجفيفه عن طريق تعريضه للشمس. وتتم معالجة هذه الحفر لاحقاً بحيث يصبح مكانها تربة صالحة للزراعة مرة أخرى. وتوجد طرق أخرى لمعالجة الفتاتات الناتجة من الحفر، وذلك بأجهزة تقوم بتجفيف الفتات قبل رميه في حفرة النفايات، وسحب كل السوائل النفطية الموجودة فيه، وإعادتها إلى الخزانات.

5- بعض الإجراءات المتبعة لمعالجة التربة والمعدات الملوثة

يترافق إنتاج النفط والغاز مع وجود مواد مشعة طبيعياً (Naturally Occurring Radioactive Materials) أو ما يدعى بالنورم NORM أو أحيانا يدعى بـ- TENORM، ويتركز بخاصة في البقايا التي تنتج من حفر الآبار النفطية، وسوائل الحفر، ولاسيما المياه المنتجة مع النفط، حيث يتركز التلوث نتيجة التبخر ويترسب في التربة، كما تتكون المواد الملوثة على شكل حراشف قاسية Mineral Scales على الأنابيب وجدران خزانات تجميع النفط، ومعدات استخراج النفط الأخرى. وليس بالضرورة وجود مواد مشعة في كل بئر يحفر، وغالباً ما تكون المواد المشعة المتركزة في البقايا النفطية هي الراديوم 226، أو الراديوم 228، وينطلق غاز الرادون Radon Gas إلى الجو بينما تبقى المواد المشعة الأخرى في المياه الموجودة في الحفر المعرضة للتبخر وكلما ازداد التبخر ازداد تركيز المواد الملوثة. ويكون التلوث أكبر كلما أصبح عمر الحقول المنتجة أكبر وأخذت تعتمد على حقن المياه كعامل مساعد في رفع الضغط الطبقي وزيادة الإنتاج، وبالتالي تصبح كمية المياه المنتجة مع النفط أكبر.

وتتلخص عملية معالجة التلوث هذه للتربة وللمعدات في إجراء مسح شعاعي أولي للمناطق الملوثة، لتقدير حجم التربة الملوثة بالمواد المشعة في كل موقع، وتحديد نسب التلوث، وإعداد خطة شاملة لأعمال إزالة التلوث، ومباشرة إزالة التلوث مع المسح الإشعاعي المستمر، تمهيدا للتخلص النهائي منها، وإعادة تأهيل التربة بإنشاء خلية ليثيولوجية.

أما بالنسبة للمعدات الملوثة فتتم إزالة الرواسب الحرشفية Scale في محطة التنظيف الخاصة، حيث تقوم هذه المحطة بتنظيف الأنابيب والمعدات الملوثة، باستخدام مياه بضغط عال يزيل الترسبات الحرشفية ويعاد استخدام المعدات من جديد بحسب الحاجة. ويتم تجميع النفايات والتخلص منها بطريقة فنية وعلمية بمعرفة الجهات المنظمة.

جيم- الطاقة والمناخ وتقنيات تخزين غاز ثاني أكسيد الكربون[39]

لقد أصبح من الضرورى مشاركة الدول العربية الجهود العالمية لمكافحة تغير المناخ، سواء بالإجراءات الضرورية على المستويات الوطنية، أو بالمشاركة الدولية فى مجمل الجهود العالمية للحد من غازات الدفيئة. والخطوة الأولى اللازمة في هذا السبيل هي احتساب المختزنات الوطنية من غازات الدفيئة، وتبني الاستراتيجيات الضرورية للمواءمة والتكيف مع الأخطار المرجحة للتغير المناخي وتبني السياسات والإجراءات اللازمة للتخفيف منها.

فقد شهدت معظم الدول العربية في الآونة الأخيرة جهوداً تم فيها تقليص غازات الشعلة gas flaring إلى درجة كبيرة، وتشتمل المداخل الواعدة لخفض الابتعاثات على إجراءات عديدة تتيح للدول العربية خيارات متنوعة يمكن إيجاز أهمها في ما يلي:

1- التحويل الأكثر كفاءة للوقود الأحفوري، حيث يمكن زيادة كفاءة إنتاج الطاقة الكهربائية – كمثال، من 30-40 في المائة إلى أكثر من 60 في المائة، وذلك باستخدام تكنولوجيا الدورة المركبة. ويتناسب الخفض فى غازات الدفيئة طرداً مع تحسين الكفاءة، فزيادة 1 في المائة في الكفاءة تسفر عن تقليص مقداره 2.5 في المائة فى ابتعاثات ثاني أكسيد الكربون CO_2.

2- التحول إلى أنواع الوقود الأحفوري الأقل إنتاجاً لثاني أكسيد الكربون CO_2، إذ إن التحول إلى استخدام الغاز الطبيعي يمكن أن يقلل هذه الابتعاثات بنسبة 25 في المائة.

3- اعتماد أوسع لاستخدام مصادر الطاقة المتجددة التي لا تنتج سوى كميات ضئيلة للغاية من غازات الدفيئة، أو قد لا تنتجها على الإطلاق.

وكذلك سيتنامى الدور الذي سيؤديه حقن ثاني أكسيد الكربون في الطبقات الجوفية الرسوبية، من جراء التصميم الهندسي لشبكة إقليمية لثاني أكسيد الكربون، تغطي كلاً من دولة قطر، ودولة الإمارات العربية المتحدة، والمملكة العربية السعودية، ومملكة البحرين، ويتوقع أن تكون قيد التشغيل الفعلي حوالي عام 2020. وتتركز جهود التخزين حالياً على فئات ثلاث من الخزانات/المكامن: الخزانات الناضبة للنفط والغاز؛ طبقات (عروق) الفحم غير القابلة للتعدين؛ والتكوينات الملحية.

وتتضمن القضايا المرتبطة بالتخزين: تقييم سعات التخزين على نحو موثق، والفهم الأعمق لاصطياد ثاني أكسيد الكربون، والتأثير في الماء الجوفي، ومنع حدوث التسربات ومراقبتها ومعالجتها حال حدوثها. ولا بد من معالجة التخوفات من مخاطر التسربات في مرحلة مبكرة.

وقد قدرت سعة المستودعات العالمية فى الطبقات الجوفية بحوالي 000 1 إلى 10.000 جيجا طن من ثانى أكسيد الكربون، وفي حقول النفط والغاز الناضبة بحوالى 100 1 جيجا طن، وهو ما يناظر 90 إلى 480 سنة من الابتعاثات العالمية الراهنة التي بلغت 23-24 جيجا طن من ثاني أكسيد الكربون/سنة، بل أبعد من ذلك يمكن لثاني أكسيد الكربون أن يخزن في شكله الغازي في حقول النفط والغاز الناضبة.

(39) الإسكوا، تقرير دراسة "اقتناص الكربون وتخزينه: الآفاق والفرص في الدول العربية"، أيلول/سبتمبر 2007.

وقد أعلنت وزارة الطاقة الأمريكية في تشرين الأول/أكتوبر 2007 عزمها على استثمار 197 مليون دولار على امتداد فترة عشر سنوات على هذه المشاريع، كما تعتزم وكالة حماية البيئة الأميركية إصدار قوانين وأنظمة لتخزين ثاني أكسيد الكربون في باطن الأرض في صيف عام 2008، بعد دراسة كل ما ورد لديها من تعليقات، وملاحظات من الوكالات الفدرالية الأخرى، والقطاع الصناعي[40].

سادساً- الخلاصة والتوصيات

ألف- الخلاصة

يمثل قطاع الطاقة في دول الإسكوا أهم القطاعات الاقتصادية التي تسهم في توفير احتياجات برامج التنمية في المنطقة، إضافة إلى الدور الكبير الذي يلعبه قطاع النفط والغاز، وسيظل، لتوفير موارد الطاقة على مستوى العالم. كما يحظى العمل المتعلق بتوفير إمدادات الطاقة، وتحسين كفاءة استخدامها، باهتمام بالغ من قبل صانعي القرار، وراسمي السياسات والاستراتيجيات على المستويات الإقليمية والعالمية، حيث أكدت مقررات الدورتين التاسعة والخامسة عشرة للجنة الأمم المتحدة للتنمية المستدامة، وخطة جوهانسبرغ للتنمية أهمية العمل على تحسين كفاءة إنتاج واستخدام الطاقة مع الانتقال إلى تقنيات الوقود الأحفوري الأنظف، وذلك ضمن الأولويات الرئيسية لدعم التنمية المستدامة، ولذا عمد العالم إلى وضع خطط وبرامج لترشيد استهلاك الطاقة، وتحسين كفاءة استخداماتها. وقد اثمرت هذه الجهود العديد من النتائج بالتعاون مع الجهات المختصة في الدول الأعضاء، وبخاصة في المجالات الخمسة التي حددتها خطة جوهانسبرغ في مجال "الطاقة لأغراض التنمية المستدامة" وهي تعزيز وإمدادات خدمات الطاقة وكفاءة الطاقة، وتنمية استخدام مصادر الطاقة المتجددة، وتطوير تقنيات الوقود الأحفوري المتقدمة، والطاقة النقل.

وعلى الرغم مما تقدم، ومن الجهود التي كرستها السلطات الوطنية في الدول الأعضاء، لتحقيق الأهداف التي حددتها خطة جوهانسبرغ للتنفيذ في مجال الطاقة لأغراض التنمية المستدامة، فإن أنماط إنتاج واستهلاك الطاقة في دول المنطقة، ما زالت تتسم في كثير من الحالات، بانخفاض الكفاءة، كما أن حوالي 40 في المائة من السكان لا تصلهم خدمات الطاقة الحديثة، أو يحصلون على خدمات غير كافية، وبخاصة في المناطق الريفية والحضرية الفقيرة. وعلى ذلك، فإن هناك حاجة إلى اتخاذ المزيد من الخطوات لاعتماد سياسات وتدابير مستدامة للطاقة، من شأنها أن تدعم إسهام القطاع في تحقيق التنمية المستدامة.

ولما كان قطاع النفط والغاز يمثل أكثر من 99 في المائة من إنتاج موارد الطاقة في المنطقة، فإن الحفاظ على كفاءة استخدام الطاقة في العمليات الإنتاجية يمكن أن تمثل قيمة فنية اقتصادية وبيئية لأداء القطاع. وفي نفس السياق، فقد أصدرت الإسكوا عدداً من الدراسات التي ركزت على قضايا ترشيد استهلاك الطاقة، وتحسين كفاءة استخدامها في القطاعات الأكثر استهلاكاً للطاقة، وهي: قطاعات المباني، النقل، الصناعة وإنتاج الكهرباء. ولأهمية استكمال الدراسات المتعلقة بهذا المجال على جانبي الاستهلاك والإنتاج ضمنت الإسكوا برامجها لعام 2007/2006 الدراسة موضوع هذه الوثيقة "حول ترشيد استهلاك الطاقة وتحسين كفاءتها في القطاعات العليا لإنتاج الطاقة".

---

(40) U.S. Department of State Report on: "Tests on Capturing, Storing Carbon Dioxide Move Forward"; http://usinfo.state.gov/xarchives/currentissues; October 2007.

وقد ركزت الدراسة موضوع هذه الوثيقة على الإجراءات المتاحة لترشيد استهلاك الطاقة، وتحسين كفاءتها في قطاع النفط والغاز الطبيعي، الذي يتميز بتنوع وضخامة العمليات الإنتاجية فيه، ومنها عمليات الاستكشاف، والتنقيب، واستخراج وتجميع النفط والغاز. كما أن الشركات العاملة في هذا المجال تمتلك آلاف الآبار المنتجة، وآلاف الكيلومترات من خطوط الأنابيب، ومئات نقاط التجميع، إضافة إلى المعدات المصاحبة من ضواغط وعنفات ومضخات وحفارات منتشرة في رقعة تزيد عن آلاف الكيلومترات المربعة. وعليه يستلزم تطبيق برامج ترشيد استهلاك الطاقة في هذا القطاع جهوداً وموارد مالية كبيرة، وموارد بشرية متخصصة، ولا يتسنى ذلك إلا إذا وضعت هذه البرامج على أسس علمية ومناهج إدارية سليمة ضمن أطر سياساتية معتمدة. وقد اعتمدت منهجية الدراسة بشكل أساسي على:

أولاً: مراجعة البحوث والبيانات المنشورة حول أنشطة قطاع النفط والغاز في المنطقة، والتقنيات المستخدمة فيه، والجهود المبذولة لرفع كفاءة استخدام الطاقة في العمليات الإنتاجية في القطاع، وقد تم الرجوع في ذلك بصفة أساسية إلى الأوراق القطرية التي قدمتها الدول الأعضاء إلى مؤتمر الطاقة العربي الثامن الذي عقد في عمان، المملكة الاردنية الهاشمية في أيار/مايو 2006، والتقارير الصادرة عن منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول "أوابك".

ثانياً: تم تصميم استبيان حول تفاصيل وتتابع عمليات الاستكشاف، والإنتاج والنقل في قطاع النفط والغاز بكل دولة - وبيان التقنيات الحديثة التي ادخلت على عمليات الانتاج في مراحله المختلفة، مصنفة طبقاً للتقنيات الأساسية المستخدمة، وتأثير استخدامها في استهلاكات الطاقة بالعمليات الانتاجية المختلفة – مع تصنيف موارد الطاقة المستخدمة، ومجالات استخدام كل منها. وتم إرسال الاستبيان إلى الدول الأعضاء المنتجة للنفط والغاز الطبيعي[41] وقد تلقت الإسكوا ردوداً من ست دول أعضاء هي: الجمهورية العربية السورية، وجمهورية مصر العربية، ودولة قطر، ودولة الكويت، ومملكة البحرين، وسلطنة عمان، التي تضمنت بيانات من بعض الشركات المنتجة العاملة في الدول الأعضاء.

استناداً إلى تحليل البيانات الواردة من الدول والمعلومات التي تم تجميعها، جرى إعداد هذه الوثيقة في ستة فصول، تعرض لمخرجات الدراسات طبقاً للمبين في مقدمة الوثيقة.

وقد خلصت الدراسة إلى أن الشركات النفطية في دول الإسكوا قد واكبت التطور التقني في مجال صناعة النفط، وأن المساعي فيها جادة ومستمرة في أن يكون لهذه الدول الريادة في تطوير هذه الصناعة التي هي القلب المحرك للاقتصاد الإقليمي والدولي. كما اتضح مما تم عرضه أنه ما زالت هناك فرصٌ متعددة لكلٍ من هذه الشركات لإدخال مزيد من إجراءات ترشيد استهلاك الطاقة، وتحسين اقتصاديات هذه الصناعة مع الحرص الشديد على المساهمة الفاعلة لتقليل انبعاثات الغازات الدفيئة، وأثرها السالب على التغيّر المناخي.

مثال لما تقدم، استخدام المسح السيزمي الثلاثي، والثلاثى المتفرق، بما لكلٍ منهما مميزات كثيرة تؤدي إلى رفع نسبة نجاح اكتشافات نفطية جديدة، إضافة إلى التعرف على الامتدادات الأفقية والعمودية للمكامن المنتجة، واختيار أفضل لمواقع الآبار الناجحة. وهذه المميزات بمثابة دعوة إلى الشركات النفطية إلى وضع الخطط اللازمة لإكمال المسوحات السيزمية ثلاثية الأبعاد على كل اراضي الدول التي تعمل فيها.

(41) تم إرسال الاستبيان الى كل من مملكة البحرين، جمهورية مصر العربية، جمهورية العراق، المملكة الأردنية الهاشمية، دولة الكويت، سلطنة عمان، دولة قطر، المملكة العربية السعودية، الجمهورية العربية السورية، دولة الإمارات العربية المتحدة، الجمهورية اليمنية.

ومثال آخر، ضرورة استخدام الشركات النفطية تقنيات الحفر بصورة موسعة، حيث يؤدي استخدام هذه التقنيات إلى زيادة إنتاجية حقول النفط من خلال مضاعفة الطبقة المنتجة في المكامن، ورفع معامل الاستخلاص، كما أمكن إستبدال حفر آبار عمودية بجذوع جانبية لتقل كلفة حفر الآبار، بما في ذلك ترشيد استهلاك الطاقة في عمليات الحفر. ويتوقع من شركات النفط أخذ هذه المميزات في الاعتبار، ووضع الخطط اللازمة لإعادة حفر الآبار العمودية كلما أمكن ذلك، وحفر جذوع جانبية لزيادة إنتاجية حقول النفط، ولمواجهة الطلب المتزايد على الطاقة.

باء- التوصيات

خلصت الدراسة إلى عدد من النتائج التي تعرض للخبرات المتوفرة لدول المنطقة في مجال الدراسات والتقنيات المستخدمة، والممكن استخدامها لترشيد استهلاك الطاقة في المراحل الانتاجية المختلفة لقطاع النفط والغاز إضافة إلى الإجراءات المنتجة والمعايير المعترضة لحماية البيئة في هذا القطاع المهم. ومن أهم ما خلصت اليه الدراسة ما يلي:

أولاً: ان استخدام تقنية المسح السيزمي ثلاثي الأبعاد المتفرق في قطاع الاستكشاف والتنقيب بدلاً من المسح السيزمي ثلاثي الأبعاد أو ثنائي الابعاد قد حقق نتائج مرضية، وبخاصة مع استخدام برامج الحاسوب المتطورة في تحليل بيانات المسوحات السيزمية، وذلك في ما يتعلق بخطيط وإدارة عمليات حفر الآبار من النواحي الفنية وتقليل المخاطر.

ثانياً: أن تقنيات الحفر الأفقي لإعادة حفر الآبار القديمة وتقنيات الحفر الموجه قد ساهمت بشكل كبير في تخفيض كلفة حفر الآبار الأفقية بنسبة 50-75 في المائة والسيطرة المركزية على عمليات الانتاج والحقن، كما يؤدي نظام حفر الآبار في أقطار صغيرة إلى خفض كلفة الحفر بنسبة 30-40 في المائة، علاوة على أفضلية الآبار النحيفة في حماية البيئة، وبخاصة في ما يتعلق بخفض المساحة التي تحتاجها معدات الحفر.

ثالثاً: ويوصى أيضاً في هذا المضمار باستخدام تقنية المسار الآلي كنظام للحفر الموجه الذي يغني عن القياسات أثناء الحفر، وعن مضخات طين الحفر. وأما في عمليات التجميع، فيوصى باستخدام أسلوب الحقن بالغاز الطبيعي، أو بغاز ثاني أكسيد الكربون بدلاً من بخار الماء، إلا في حالات النفط الثقيل، واستبدال مضخات الإنتاج بتقنية الرفع بالغاز باستخدام الغاز المصاحب ما أمكن ذلك.

رابعاً: إن أهم إجراءات ترشيد استهلاك الطاقة، وتحسين كفاءة استخدامها بالنسبة إلى المعدات المستخدمة في هذا القطاع، تشتمل على إبدال كل المحركات الكهربائية القديمة بمحركات كهربائية ذات كفاءة عالية تزيد عن 92 في المائة، أو بعنفات غازية في حالة وجود غاز مصاحب. كما يقترح استبدال المضخات، الميكانيكية بمضخات كهربائية مع اختيار مضخات الإنتاج بما يوافق معطيات البئر المنتج، وظروف عمل المضخات، وتركيب أجهزة تحكم آلية متعددة السرعات، وأجهزة آلية لإيقاف وتشغيل المضخات والتأكد من استبدال نظم الإنارة التقليدية بنظم الإنارة قليلة الاستهلاك للطاقة. وكذلك إبدال محركات الاحتراق الداخلي في مواقع التنقيب والإنتاج بعد انتهاء عمرها الافتراضي، بعنفات غازية واستخدام الغاز المصاحب كوقود لإنتاج الطاقة الكهربائية بدلاً من حرقه على الشعلة.

خامساً: تمثل الكهرباء أحد مصادر الطاقة الأساسية للعمليات الإنتاجية في قطاع النفط والغاز، وعلى ذلك، فإن تحقيق كفاءة المعدات الكهربائية المستخدمة، وترشيد استهلاك الكهرباء في العمليات الإنتاجية، يمكن أن يسهم في تحقيق اقتصاديات العمليات الإنتاجية. ومن أهم الإجراءات اللازمة لتحقيق ذلك مد شبكات الكهرباء الوطنية إلى مواقع الحفر، والحقول المنتجة للنفط والغاز، وإجراء تصحيح لمعامل القدرة للمعدات الكهربائية المستخدمة، واستخدام الغاز المصاحب كوقود لإنتاج الكهرباء، واستبدال مضخات الإنتاج بتقنية الرفع بالغاز المصاحب ما أمكن ذلك.

سادساً: يمكن تحسين كفاءة استخدام الطاقة في عمليات نقل النفط والغاز بخطوط الأنابيب من خلال تغيير الأنابيب ذات الاقطار الصغيرة بأنابيب ذات أقطار أكبر، وبما يلائم سعات الخطوط الجديدة، وكذلك استخدام خطوط أنابيب النقل المصممة لضغوط عالية. كما أن تزويد جميع خطوط أنابيب نقل النفط والغاز بنظم الحماية المهبطية، ولا سيما استخدام نظم الخلايا الشمسية الكهروضوئية، يحقق نتائج مرضية من حيث زيادة العمر الافتراضي لشبكات الأنابيب. ومن الناحية الاقتصادية، يفضل نقل الغاز بخطوط الأنابيب للمسافات التي تقل عن 000 5 كيلومتر مع اللجوء إلى نقل الغاز بالناقلات للمسافات التي تزيد عن ذلك.

سابعاً: إن تفعيل برامج ترشيد استهلاك الطاقة في قطاع الطاقة عامة، بما في ذلك قطاع إنتاج النفط والغاز بدول الإسكوا، يتطلب عدداً من الخطوات التي يلي ذكرها:

(أ) توفير البنية المعلوماتية الأساسية التي تمكن من إنشاء قاعدة بيانات تتضمن المؤشرات التشغيلية المطلوبة لمراقبة ومتابعة أعمال الحفر والإنتاج بصورة آنية (Real time)؛

(ب) تقوية التوجه نحو إعداد الكوادر الفنية وتدريبها على آليات تحديد وتقييم فرص ترشيد إستهلاك الطاقة، والعمل على استثمارها، والاستمرار في الاهتمام بتأهيل الكوادر الوطنية في مجال صناعة النفط والغاز الطبيعي مع استخدام نهج تصميم النظم المتكاملة لتطوير هذا القطاع، وزيادة فرص ترشيد استهلاك الطاقة، وتحسين كفاءة استخدامها؛

(ج) إيجاد البنية الصناعية والتنفيذية القادرة على استيعاب التقنيات والنظم في مجال ترشيد الطاقة واختيار ووضع النظم المناسبة لقياسات الطاقة للعمليات الصناعية المختلفة؛

(د) إعداد خطة زمنية متفق عليها لتنفيذ فرص ترشيد إستهلاك الطاقة مع إعداد الموازنات المطلوبة، وتأمينها لضمان تنفيذ الخطة المطروحة؛

(•) جذب روؤس الاموال الوطنية والخارجية للاستثمار وذلك بإيجاد مصادر وآليات التمويل الموجهة لمشروعات الطاقة النظيفة؛

(و) تعزيز قدرات شركات خدمات الطاقة و/أو إنشاء شركة وطنية لخدمات الطاقة تقوم على شراكة بين الشركات النفطية العاملة في كل دولة منتجة للنفط والغاز الطبيعي، وتكون هذه الشركة الوطنية قادرة على تخطيط وتنفيذ البنود 4(أ) و4(•) أعلاه، كما يكون لديها الاستعداد للتعاون الاقليمي بينها وبين الشركات الوطنية في باقي دول المنطقة.

ثامناً: استناداً إلى ما يتوافر من خبرات لبعض دول المنطقة في المجال، ولتسهيل وتعميم انتشار التقنيات والإجراءات السابق الإشارة إليها، يقترح أن تتبنى المنظمات الإقليمية المعنية ومنها الإسكوا والأوابك إعداد برامج تدريبية إقليمية في المجالات ذات العلاقة بالتنسيق مع دول المنطقة التي اكتسبت الخبرات المناسبة في المجال.

تاسعاً: أوضحت الدراسة الاعتبارات الواعدة لتقنيات عزل غاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه وامكانية استخدامها لترشيد استهلاك الطاقة في قطاع النفط والغاز، فضلاً عما لها من مزايا بيئية، إلا أنه مازالت هناك حاجة لمزيد من التقييم الفني والاقتصادي لهذه التقنيات، كما أن تطبيقها ما زال يحتاج إلى تطوير أساس معرفي وتقني كدعامة لنقل التقنيات؛ وإيجاد تجمعات إقليمية، وصناديق للبحوث في المجال. وحيث إن هذه التقنيات تحظى بإهتمام عددٍ من دول المنطقة، فسوف تقوم الإسكوا خلال العام 2008 بإفراد دراسة منفصلة حول هذه التقنيات، وامكانات وعوائد تطبيقها في دول المنطقة.

وختاماً يوصى بتخفيف الاعتماد على الوقود الأحفوري والطلب عليه بالسعي إلى تطبيق الإجراءات الكفيلة بزيادة كفاءة الطاقة في الدول الأعضاء، وتطوير بدائل هذا الوقود وتعزيز الموارد المتجددة للطاقة، ما يعود على دول المنطقة المنتجة للوقود الاحفوري بعائد اقتصادي أكبر من خلال تصدير النفط ومشتقاته والغاز الطبيعي.

المراجع

(1) الإسكوا، المجموعة الاحصائية، "الفصل الخامس" العدد 27، 2007.

(2) منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، "تقرير الأمين العام السنوي الثالث والثلاثون"، 2006.

(3) جان فرانسوا جيانيسيني: "خفض التكاليف في نشاطات الاستكشاف والإنتاج"، النفط والتعاون العربي، م 24، ع 87، 1998.

(4) تقرير حول الحلقة الدراسية "خفض التكاليف في عمليات الاستكشاف والإنتاج"؛ النفط والتعاون العربي؛ م 24؛ ع 87؛ 1998.

(5) الورقة القطرية للمملكة العربية السعودية، مؤتمر الطاقة العربي الثامن، عمان، الأردن، أيار/مايو 2006.

(6) تقرير عن ندوة أوابك حول دور التقنيات الحديثة في زيادة الاحتياطي البترولي ورفع الطاقة الإنتاجية في الدول العربية، دمشق، الجمهورية العربية السورية، أيلول/سبتمبر 1997.

(7) تقرير حول ندوة "التقنيات الحديثة في مجال معالجة وتسييل الغاز الطبيعي ونقله"؛ النفط والتعاون العربي، م 26؛ ع 92؛ 2000.

(8) ماري فرانسواز شابريلي: "إقتصاديات نقل الغاز: مقارنة بين النقل بالأنابيب والنقل بالناقلات"؛ النفط والتعاون العربي؛ م 27؛ ع 99؛ 2001.

(9) الطيب ونادة: "تحسين كفاءة الطاقة في الصناعات البترولية اللاحقة"؛ النفط والتعاون العربي؛ م 29؛ ع 106؛ 2003.

(10) الإسكوا، تقرير دراسة حالة الجمهورية العربية السورية، تحسين كفاءة استخدام الطاقة في القطاعات العليا لإنتاج الطاقة، 2006.

(11) أنهار حجازي: "ترشيد الاستهلاك النهائي للطاقة في الدول الأعضاء في الإسكوا"، النفط والتعاون العربي، المجلد الرابع والعشرون، العدد 85، 1998.

(12) وزارة النفط والثروة المعدنية السورية – تقارير كفاءة الطاقة وترشيد استهلاك الطاقة والأداء البيئي للشركات – حزيران/يونيو 2006.

(13) الورقة القطرية لدولة الكويت، مؤتمر الطاقة العربي الثامن، عمان الأردن 2006.

(14) الإسكوا، تقرير دراسة "اقتناص الكربون وتخزينه: الآفاق والفرص في الدول العربية"، أيلول/سبتمبر 2007.

(15) Shihab-Eldin Adnan, New Energy Technologies: Trends in Development of Clean & Efficient Energy Technologies, 8th International Energy Forum, Osada, Japan, September 2005.

(16) Optimization of Electric Energy Consumption in Marginal California Oilfields, EPRI Report # 1006210, California, 2003.

Guide to Energy Efficiency in the Oil Field, http://www.naseo.org/; National Association of State Energy Officials, Alexandria, Virginia. (17)

Nazar Hassan: "Study Report on Rig Move Process Optimization" Internal Company Report; Nabors Drilling USA, INC, Houston, Texas, 1998. (18)

Kalaydjian F.: CO_2 EOR An Opportunity for a Sustainable Development of Mature Reservoirs"; OAPEC Workshop on Technologies of CCS, Cairo, Egypt, October 2007. (19)

G. Haarr: "CO_2 Capture and Storage – The StatoilHydro Experience"; OAPEC Workshop on Technologies of CCS, Cairo, Egypt, October 2007. (20)

Lovins A.; "Energy End-Use Efficiency"; Part of the study: "Transitions to Sustainable Energy Systems." InterAcademy Council, Amsterdam, 2005. (21)

U.S. Department of State Report on: "Tests on Capturing Storing Carbon Dioxide Move Forward"; http://usinfo.state.gov/xarchives/currentissues; October 2007. (22)