سلسلة فعاليات اكاديمية العراق للطاقة
9

# اكاديمية العراق للطاقة

# Iraq Energy Academy

IENA
Iraq Energy Academy
اكاديمية العراق للطاقة

## حلقة نقاشية حول

# "صناعة الغاز الطبيعي في العراق"

بغداد - شباط - 2015

IENA
Iraq Energy Academy
اكاديمية العراق للطاقة

# أكاديمية العراق للطاقة

## حلقة نقاشية حول صناعة الغاز الطبيعي في العراق

# اكاديمية العراق للطاقة

## مؤسسة اكاديمية علمية تنموية مستقلة

## تأسست عام 2012

## رقم التسجيل الرسمي لدى دائرة المنظمات غير الحكومية في امانة مجلس الوزراء IE75426

# المحتويات


المقدمة: كلمة د.ابراهيم بحر العلوم..... 4

المشاركون في الندوة ..... 7

محاضرة الخبير صباح الجوهر: "صناعة الغاز الطبيعي"..... 11

مداخلة الخبير أحمد الشماع:مشاريع استثمار الغاز..... 60

مداخلة الأستاذ ليث الشاهر:شركة غاز البصرة ..... 65

المناقشات..... 71

الختام: خارطة الطريق في استثمار الغاز ..... 77

الصور..... 79

# المقدمة

# كلمة الافتتاح

## كلمة د. ابراهيم بحر العلوم :

افتتح د. بحر العلوم الندوة بتحية الضيوف و اعطاء نبذة عن الاكاديمية و الندوات السابقة و خص بالذكر الندوة التي كانت تحت عنوان " الغاز العراقي، الفرص و التحديات" التي اعتبرها ندوة ناجحة حيث استثمرت بتكريم الوكيل الاقدم الاستاذ احمد الشماع و الاشادة بجهوده التي بذلها طوال 35 سنة.

خلال هذه الفترة،عقدت الاكاديمية الكثير من الحلقات النقاشية، و من احد محاسن هذه اللقاءات هو توثيقها، و بعد كل لقاء توثق الحلقات، تم حتى الان حوالي 7 او 8 حلقات نقاشية جادة في مجالات مختلفة، في مجالات الكهرباء، مجالات الطاقة، الغاز و ايضا في مجالات الطاقة المتجددة، و الحقيقة استشعرنا باهمية هذه الحلقة و من خلال هذه الحلقة، نسعى للخروج بتوصيات توزع الى مصادر القرار و الجهات المعنية في الحكومة. و السادة النواب استلمو في الفترة الأخيرة الحلقة النقاشية التي خصصت حول موضوع الكهرباء، و ستوزع عليكم حقائب تحتوي على كتيب فيه تعريف بنشاط الاكاديمية و ايضا كراس بالعربي و بالانكليزي عن الاكاديمية ايضا و كذلك بعض الحلقات النقاشية، مثلا حلقة نقاشية عن **"دور القطاع الخاص في تنفيذ مشاريع الطاقة في العراق"**، هذه احدى الحلقات النقاشية المهمة التي عقدتها الاكاديمية لمناقشة دور القطاع الخاص في تنفيذ مشاريع الطاقة، و كذلك عقدت الاكاديمية احدى حلقاتها حول **"دور التعليم العالي في تطوير قطاع الطاقة في مجال النفط و الغاز"** و قد عقدنا ايضا في الشهر الماضي احد الحلقات النقاشية الناجحة حول **"ادارة المياه في المنطقة الجنوبية"** و اشترك فيها اكثر من اربعين خبير.

في الحقيقة فعالية اليوم بالتعاون مع لجنة النفط و الطاقة النيابية، تحتوي على فقرتين او ثلاثة فقرات:

الفقرة الاولى: التعريف بصناعة الغاز و اهميتها باعتبار ان الغاز يعتبر المصدر الثاني للطاقة و خاصة في العراق، لكن للاسف لم يجد العناية الكافية في

السنوات الماضية و كان يحرق القسم الاكبر منه، لكن هناك الان توجه جديد حصل في السنوات الاخيرة سنتطلع عليه من خلال خبيرنا الاستاذ صباح الجوهر.

القضية الثانية المهمة التي سنناقشها ان استثمر وجود الاخين الكريمين الحاج احمد الشماع و الاستاذ ليث الشاهر الذين عملو بشكل متواصل طوال الفترة الماضية بالنسبة لتأسيس شركة غاز البصرة و هي اول شركة في العراق تتولى استثمار الغاز المصاحب، و بعد ذلك انشاالله في جلسة قادمة نتحدث عن ادارة الغاز gas management باعتبار الغاز هو محل استفادة لقضايا النفط و كذلك الكهرباء و الصناعات البتروكيمياوية و ما الى ذلك هذه تحتاج الى ندوة خاصة اما اليوم سنركز على مسألتين اساسيتين، و لكن قبل ذلك لنتعرف على بعض اخواننا الخبراء و الأكاديمين الذين هم قسم في مجلس امناء اكاديمية الطاقة و قسم من الداعمين و الأصدقاء الذين يحرصون على انجاح هذه الفعاليات بشكل متكامل املا منا في المرحلة القادمة بدعواتكم و دعمكم ان ننتقل الى البصرة لنحتفل بوضع حجر الأساس **لأكاديمية العراق للطاقة** التي منحت ارضا تبلغ مساحتها حوالي 70 دونام لتقام عليها الاكاديمية بدعم متواصل من الوزارة و كذلك نفط الجنوب و نأمل انشاالله ان ترى هذه الأكاديمية النور بأقرب فرصة، و بالاضافة الى مهامنا التدريبية، حاليا تقام برامج تدريبية لقطاع الطاقة و خاصة قطاع النفط و مقرها بالعراصات، لكن اليوم صارت الاستضافة هنا و كانت الفكرة هي فكرة الاخ العزيز السيد فياض الموسوي الوكيل الاقدم للوزارة و كان مهتم بحضورها و لكن الذكرى السنوية لوفاة والدته جعلته يذهب الى النجف لقراءة الفاتحة، لكن هذه الندوة هي من استضافته.

الان اترك المجال نصف دقيقة لكل واحد من الاخوة للتعريف ، و الاخوة هم كوادر عراقية لها الخبرة في مجال قطاع الطاقة ان كان على صعيد النفط او الغاز اكثر من ثلاثين سنة، الاكاديمية هي مظلة لتجميع هذه الطاقات العراقية و ايضا الاستفادة منها و استثمارها في مسائل الاكاديمية و المسائل التدريبية، و انشاالله ستكون لهم العون الكامل لاستثمار هذه الطاقات و سنبدأ التعريف بالحضور.

## المشاركون فى الندوة:

- **النائب آريز عبد الله:** رئيس لجنة النفط و الطاقة النيابية.

- **النائب عواد محسن العوادي:** عضو لجنة النفط و الطاقة النيابية.

- **النائب عبد الرزاق محيبس:** عضو لجنة النفط و الطاقة النيابية.

- **النائب كاوا محمد:** عضو لجنة النفط و الطاقة النيابية

- **النائب عادل خميس:** عضو لجنة النفط و الطاقة النيابية

- **النائب عزيز كاظم علوان:** عضو لجنة النفط و الطاقة النيابية.

- **الخبير صباح الجوهر:** خبير الصناعات الغازية.

- **الخبيراحمد الشماع:** الوكيل الأقدم السابق في وزارة النفط

- **الأستاذ ليث الشاهر:** مدير عام الدائرة القانونية في وزارة النفط.

- **المهندس علي عبد الباقر الحيدري:** مدير هيئة شركة المشاريع النفطية.

- **المهندس عادل هادي الشمري:** دائرة الدراسات في وزارة النفط.

- **المهندس بشار احمد صادق:** رئيس المهندسين الاقدم في وزارة النفط.
- **المهندس زيد كاظم شريف:** مدير هيئة المصافي الخارجية في شركة مصافي الوسط.

- **المهندس ماجد نمر مكي:** مدير قسم القياس والمعايرة في شركة مصافي الوسط.

- **المهندس محمد عجام:** هندسة كيمياوية/وزارة النفط

- **الأستاذ منتصر الامارة:** رئيس اتحاد البرلمان العراقي.

- **الاستاذ زيد الصندوق:** خبير متقاعد.

- **د.ابراهيم بحر العلوم:** رئيس مجلس امناء اكاديمية العراق للطاقة.

- **د.محمد صالح الجواد:** عضو مجلس امناء اكاديمية العراق للطاقة.

- **د.احسان ابراهيم العطار:** عضو مجلس امناء اكاديمية العراق للطاقة.

- **د.علي المشاط:** عضو مجلس امناء اكاديمية العراق للطاقة.

- **الخبير حكمت الحسن:** عضو مجلس امناء اكاديمية العراق للطاقة.

- **الخبير د.صادق الجواد:** عضو مجلس امناء اكاديمية العراق للطاقة.

IENA
Iraq Energy Academy
اكاديمية العراق للطاقة

# اكاديمية العراق للطاقة

المهندس صباح الجوهر

خبير صناعات غازية

## صناعة الغاز الطبيعي

# أساسيات صناعة الغاز الطبيعي

## بغداد - 2015

إعداد
المهندس
صباح هادي محمد حسن الجوهر
خبير صناعات غازية

# المحتويات


| ت | الموضوع | الصفحة |
|---|---|---|
| أ | المقدمة | 3 |
| | الفصل الأول | 4 |
| 1 | مصادر الغاز الطبيعي وتطورات إنتاجه واستهلاكه | 4 |
| 1-1 | تركيب الغاز الطبيعي | 4 |
| 2-1 | مصادر الغاز الطبيعي | 9 |
| 3-1 | احتياطيات الغاز الطبيعي | 9 |
| 4-1 | إنتاج الغاز الطبيعي المسوق | 12 |
| 5-1 | استهلاك الغاز الطبيعي | 14 |
| 6 -1 | مشهد صناعة الغاز الطبيعي في العراق | 15 |
| | الفصل الثاني | |
| 2 | الأسس العامة لصناعة الغاز الطبيعي | 18 |
| 1-2 | هيكلية صناعة الغاز الطبيعي | 18 |
| 2-2 | مواصفات الغاز الطبيعي المسوق | 19 |
| 3-2 | عمليات تجميع ومعالجة الغاز الطبيعي | 19 |
| | الفصل الثالث | |
| 3 | تقنيات نقل الغاز الطبيعي | 25 |
| 1-3 | نقل الغاز الطبيعي بالأنابيب | 25 |
| 2-3 | الغاز الطبيعي المضغوط CNG | 27 |
| 3-3 | تقنيات تسييل الغاز الطبيعي LNG | 27 |
| 4-3 | صناعة تحويل الغاز إلى سوائل GTL | 32 |
| | الفصل الرابع | |
| 4 | مجالات استخدام الغاز الطبيعي | 34 |
| 1-4 | استخدام الغاز الطبيعي في القطاع النفطي | 34 |
| 2-4 | استخدام الغاز الطبيعي في القطاع الصناعي | 34 |
| 3-4 | خلايا الوقود العاملة بالغاز الطبيعي | 34 |
| 4-4 | استخدام الغاز الطبيعي في توليد الطاقة الكهربائية | 35 |
| 5-4 | استخدام الغاز الطبيعي في قطاع النقل | 36 |
| | الفصل الخامس | |
| 5 | تجارة الغاز الطبيعي | 40 |
| 1-5 | واقع وآفاق تجارة الغاز الطبيعي عربيا وعالميا | 40 |
| 2-5 | أسواق الغاز العالمية | 41 |
| 3-5 | تطور معدلات الأسعار العالمية للغاز الطبيعي | 42 |
| 4-5 | نظرة عامة حول تسعيرة الغاز الطبيعي | 43 |
| 5-5 | بعض أساليب تسعير الغاز الطبيعي | 44 |
| 6-5 | طريقة المعادلة السعرية للغاز الطبيعي | 44 |
| 5-7 | التعاون العربي في مجال الغاز الطبيعي | 45 |
| 6 | الاستنتاجات | 46 |
| 7 | المراجع | 47 |

## أ مقدمة

عرف الغاز منذ آلاف السنين في بلاد مابين النهرين والشرق الأوسط وبلاد اليونان، لتسرب الغاز من خلال التشققات في باطن الأرض واحتراقه مولدا دومات من النار تعرف "بالنار الأزلية ( Eternal Flames)"، والتي لا تزال مشتعلة في منطقة حقل كركوك في شمال العراق. وكان الناس يقدسون تلك النار غير مدركين بأهمية ذلك الغاز كمصدر للطاقة. وقد استغلت غازات الوقود لأول مرة في الصين قبل 2500 عام عن طريق دفع أنابيب من الخيزران إلى داخل التشققات الأرضية لجمع الغاز الطبيعي المتسرب وحرقه في غلايات مياه البحر لإنتاج الملح. اكتشف الغاز في بريطانيا عام 1659، ولم يتم استغلاله حتى عام 1790. وفي الولايات المتحدة تم حفر أول بئر للغاز عام 1821.

استغل الغاز في موقعه إلى أن أصبح نقل الغاز متيسرا وعمليا في بداية القرن التاسع عشر بعد التوصل إلى تصنيع أنابيب نقله وتوزيعه، وقد تنوعت مجالات استخدامه والتي كان اكتشاف الغاز الطبيعي غير البحث عن النفط الخام وعلى وسائل متاحة لاستغلال الغاز

استخدم الغاز لأغراض الإضاءة في حينه ، ثم أدت إلى زيادة الطلب عليه.

مرحب به في بداية القرن العشرين عند بدء الأخص في دول الشرق الأوسط. حيث لا تتوفر الطبيعي وتصديره لذا كان يحرق هدرا.

شهدت صناعة الغاز الطبيعي عالميا تطورات كبيرة خلال النصف الثاني من القرن العشرين نتيجة زيادة الطلب عليه وقد تم استغلال الغاز الطبيعي المصاحب لإنتاج النفط الخام مع استهداف اكتشاف مصادر جديدة للغاز الحر، لتلبية الطلب المتنامي عليه. وقد تحولت صناعة الغاز من صناعة احتكارية محكمة أسعار الغاز إلى تحرير سوق الغاز وإدخال المنافسة التجارية فيه وعلى الأخص في السوق الأمريكية.

تقاس كميات الغاز الطبيعي عادة بالمتر المكعب عند (الضغط الجوي) ودرجة حرارة (صفر درجة مئوية) أو تقاس بالقدم المكعب عند الضغط الجوي ودرجة حرارة (60ف). ويقاس الغاز المنتج والمجهز إلى المستهلكين بألوف أو بملايين الأقدام المكعبة والتي يرمز لها (Mcf and MMcf) أو بملايين الأمتار المكعبة، (MMcum). أما احتياطيات الغاز فتقدر بتريليون قدم مكعب (Tcf) أو بالمليار متر مكعب (BCM) .

يتم قياس القيمة الحرارية للغاز الطبيعي من خلال التحليل الكروماتوغرافي لمكوناته . وتقدر كمية الحرارة المتولدة من احتراق الغاز عادة بـ (الوحدة الحرارية البريطانية ) (و.ح.ب.) (Btu).

تضم صناعة الغاز الطبيعي مجموعة من الحلقات المترابطة تبدأ من مرحلة الاستكشاف والحفر والإنتاج والنقل وغيرها. تعتبر عمليات المسح الجيولوجي والجيوفيزيائي وحفر الآبار بأنواعها المختلفة (العمودية والأفقية) وتقييم معلوماتها الخطوة الأولى في هيكلية صناعة الغاز، ومن خلالها يتم اكتشاف التراكيب الجيولوجية والمكامن الحاوية على الغاز الطبيعي وتحديد متطلبات التطوير والإنتاج. وتتضمن هذه الورقة بحث حلقات صناعة الغاز الطبيعي ومؤشرات تجارته وعلى الأخص ما يتعلق بالدول العربية.

# الفصل الأول
# مصادر الغاز الطبيعي وتطورات إنتاجه واستهلاكه

## 1-1 تركيب الغاز الطبيعي :

الغاز الطبيعي عبارة عن مخلوط من عدد محدد من المركبات الكيماوية المختلفة في تركيبها وخواصها وكمياتها ويمكن تقسيمها كما يلي:

- مواد عضوية مشبعة ذات تركيب خطي والمعروفة بالبارافينات (Saturated Hydrocarbons Paraffins) وهذه تحتوي على عدد محدود من ذرات الكربون يتراوح بين ذرة وست ذرات (C1 – C6+) وهذه المواد هي: الميثان – الإيثان – البروبان – البيوتان – البنتان – الهكسان وتمثل المواد المذكورة النسبة الكبرى من الغاز الطبيعي.
- مواد غير عضوية وهذه هي غازات ثاني أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين وهي غازات حامضية، إضافة إلى بخار الماء.
- كما يحتوي الغاز الطبيعي على كميات قليلة من غازات النتروجين والهليوم، ومواد عضوية معدنية على سبيل المثال مركبات الزئبق العضوية،وغيرها. **الجدول (1)** .

**الجدول (1)**

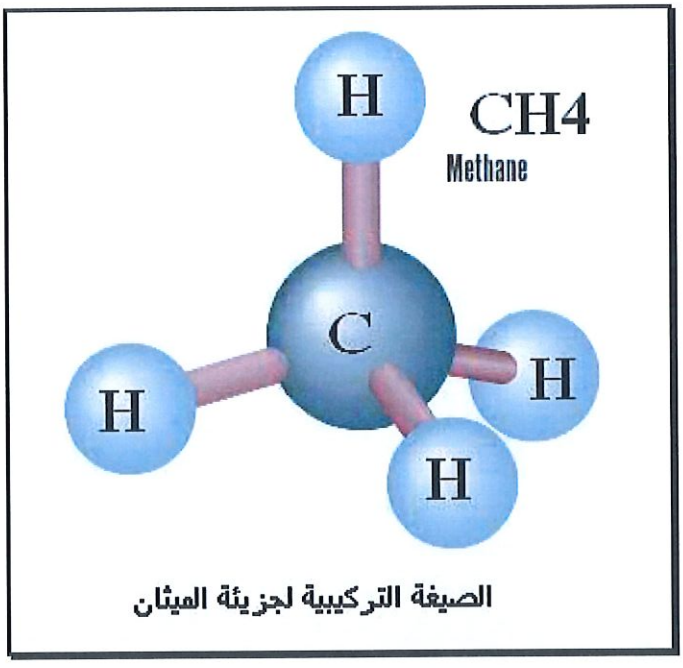
**محتوى مركبات أنواع مصادر الغاز الطبيعي (حجما %)**

| المركب | غاز مصاحب | | | غاز حر | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | السعودية | ليبيا | العراق كركوك | سوريا (الرميلان) | الجزائر (حاسي رمل) | مصر (ابوقير) | قطر (غاز الخف) |
| الميثان | 48.1 | 66.8 | 57.9 | 85.1 | 83.5 | 91.6 | 79.7 |
| الايثان | 18.6 | 19.4 | 18.6 | 3.7 | 7.9 | 4.9 | 1.3 |
| البروبان | 11.7 | 9.1 | 6.4 | 1.3 | 2.1 | 1.4 | 0.3 |
| البيوتان | 4.6 | 3.5 | 4.0 | 0.7 | 1 | 0.6 | 0.2 |
| بنتان + | 2.9 | 1.2 | 1.8 | 0.6 | | 0.1 | 0.3 |
| ثاني اكسيد الكربون | 11.1 | | 5.1 | 1.6 | 0.2 | 1 | 4.4 |
| كبريتيد الهيدروجين | 2.7 | | 6.2 | 2.7 | | | 0.2 |
| نيتروجين | 0.3 | | | 4.3 | 5.3 | 0.4 | 13.6 |
| المجموع | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

وتجدر الإشارة إلى أن الغاز الحر يحتوي على نسبة أعلى من الميثان ونسبة اقل من المواد الهيدروكاربونية الأخرى مقارنة بالغاز المرافق، ونتيجة لذلك فان القيمة الحرارية للغاز الحر ( Calorific Value) اقل من الغاز المرافق، فعلى سبيل المثال وجد أن الغاز المرافق المنتج بدبي قيمته الحرارية 1378 وحدة حرارية بريطانية لكل قدم مكعب ( Btu/Cuft) بينما تبلغ القيمة الحرارية للغاز الحر 1105 وحدة حرارية بريطانية لكل قدم مكعب، و اختلاف نسبة الميثان وبقية المواد الهيدروكاربونية في الغاز المصاحب والغاز الحر لها أثرها على استخدام الغاز الطبيعي كلقيم في الصناعات البتروكيماوية، حيث يستخدم الميثان كلقيم لإنتاج الميثانول والامونيا واليوريا بينما يستخدم غاز الإيثان كلقيم لإنتاج الاثيلين. وبالتالي فان اختلاف نسبة كلا المادتين في الغاز الحر والغاز المصاحب يجب أخذها في الاعتبار عند التخطيط لاستلام المادتين المذكورتين كلقيم في صناعة البتروكيماويات والأسمدة الكيماوية .

ولقد سبق أن اشرنا إلى أن جزيئات البارافينات ذات تركيب خطي ترتبط فيها ذرات الكربون بروابط آحادية، وهذه المواد متشابهة في خواصها الكيماوية فهي بصفة عامة غير نشطة ولا تتفاعل إلا عند درجات الحرارة عالية، غير انها تختلف كثيرا في بعض خواصها الطبيعية خاصة درجة الحرارة التي تتحول عندها إلى سائل أو يتحول عندها السائل الى غاز اى درجة الغليان، ولقد اعتمد على هذه الخاصية، في فصل مكونات الغاز الطبيعي أي تجزئة الغاز الطبيعي، إلى مكوناته، ويوضح **الجدول (2)** بعض خواص مكونات الغاز. في حين يبين الشكل (1) الصورة التركيبية لمركب الميثان وهو يمثل ابسط صورة تركيبية لمركبات الغاز.

**الشكل (1)**




الصيغة التركيبية لجزيئة الميثان

## الجدول (2)

### بعض الخواص الطبيعية للمركبات الهيدروكاربونية المكونة للغاز الطبيعي

| مكونات الغاز | الصيغة الجزيئية | درجة الغليان م | القيمة الحرارية وحدة حرارية بريطانية لكل قدم مكعب |
|---|---|---|---|
| الميثان C1 | CH4 | -161.5 | 1000 |
| الايثان C2 | C2H6 | -88.6 | 1800 |
| البروبان C3 | C3H8 | -42 | 2500 |
| ازو بيوتان i-C4 | C4H10 | -11.7 | |
| البيوتان n-C4 | C4H10 | -0.6 | 3300 |
| ازو البنتان i-C5 | C5H12 | 27.8 | 4000 |
| البنتان n-C5 | C5H12 | 36.1 | |
| الهكسان C6 | C6H14 | 68.9 | 5500 |

يوضح الشكل (2) درجة غليان المركبات المكونة لخليط الغاز الطبيعي مع التسميات المتداولة في صناعة الغاز لأنواع الغاز ومنتجاته. ويسمى الغاز الطبيعي "جافا" عندما تكون كمية المكونات الهيدروكاربونية السائلة المستخلصة منه تحت الظروف القياسية من حرارة وضغط اقل من 0.1 جالون / قدم مكعب من الغاز المعالج، اما إذا تراوحت هذه الكمية بين 0.1 و 0.3 جالون / قدم مكعب فأن الغاز يعتبر متوسط التشبع بالسوائل، وإذا ما زادت كمية تلك السوائل عن 0.3 جالون / قدم مكعب فان الغاز يعتبر مشبعا بالسوائل أو "رطبا" وفي هذه الحالة يحتوي الغاز على كميات من السوائل والمتكثفات التي يمكن فصلها والاستفادة منها في مجالات عديدة، وتسمى سوائل الغاز الطبيعي (NGL)، (Natural Gas Liquids)، وهي تلك الأجزاء من الغاز الطبيعي التي تستخلص كسوائل في أجهزة الفصل ومرافق الحقل أو من خلال عمليات معالجته وتبريده إلى ما دون درجة (-40) درجة مئوية، وتشمل سوائل الغاز الطبيعي الإيثان والبروبان والبيوتان والبنتان، ويتم تجزئة هذه السوائل للحصول على المنتجات التالية:

- **غاز البترول المسال (LPG)، (Liquefied Petroleum Gas)** ، وهو مزيج غازي البروبان والبيوتان والذي يكبس في اسطوانات بالحالتين السائلة والغازية في درجات الحرارة الاعتيادية ويكون مولدا للضغط ما دام السائل موجودا في الاسطوانة ويستخدم في القطاع المنزلي بصورة رئيسية وفي الصناعات البتروكيماوية . ونحصل عليه من تجزئة سوائل الغاز الطبيعي في

وحدات فصل ومعالجة الغاز. (LPG Plant). وتقاس شحنات LPG عادة بالطن أو بالمليون Btu في السوق الفورية .

- **الغازولين الطبيعي (Natural Gasoline)**، ويتكون من السوائل الثقيلة الناتجة من عمليات تجزئة سوائل الغاز الطبيعي، عند درجة غليان مركب C5+ وأكثر.
- **الغاز الجاف**، ويتكون معظمه من الميثان، ويكون المادة الأولية (اللقيم) في الصناعات البتروكيماوية، وفي صناعة تسييل الغاز الطبيعي، علاوة على الاستخدامات الأخرى.
- **الغاز الطبيعي المسيل (Liquefied Natural Gas, LNG)** ، غاز طبيعي يتألف بشكل رئيسي من الميثان وقليل من الإيثان ، وقد حول إلى طور السيولة بخفض درجة حرارته لتسهيل نقله غالبا. ويقاس عادة بالطن المتري للعقود التجارية البعيدة المدى.

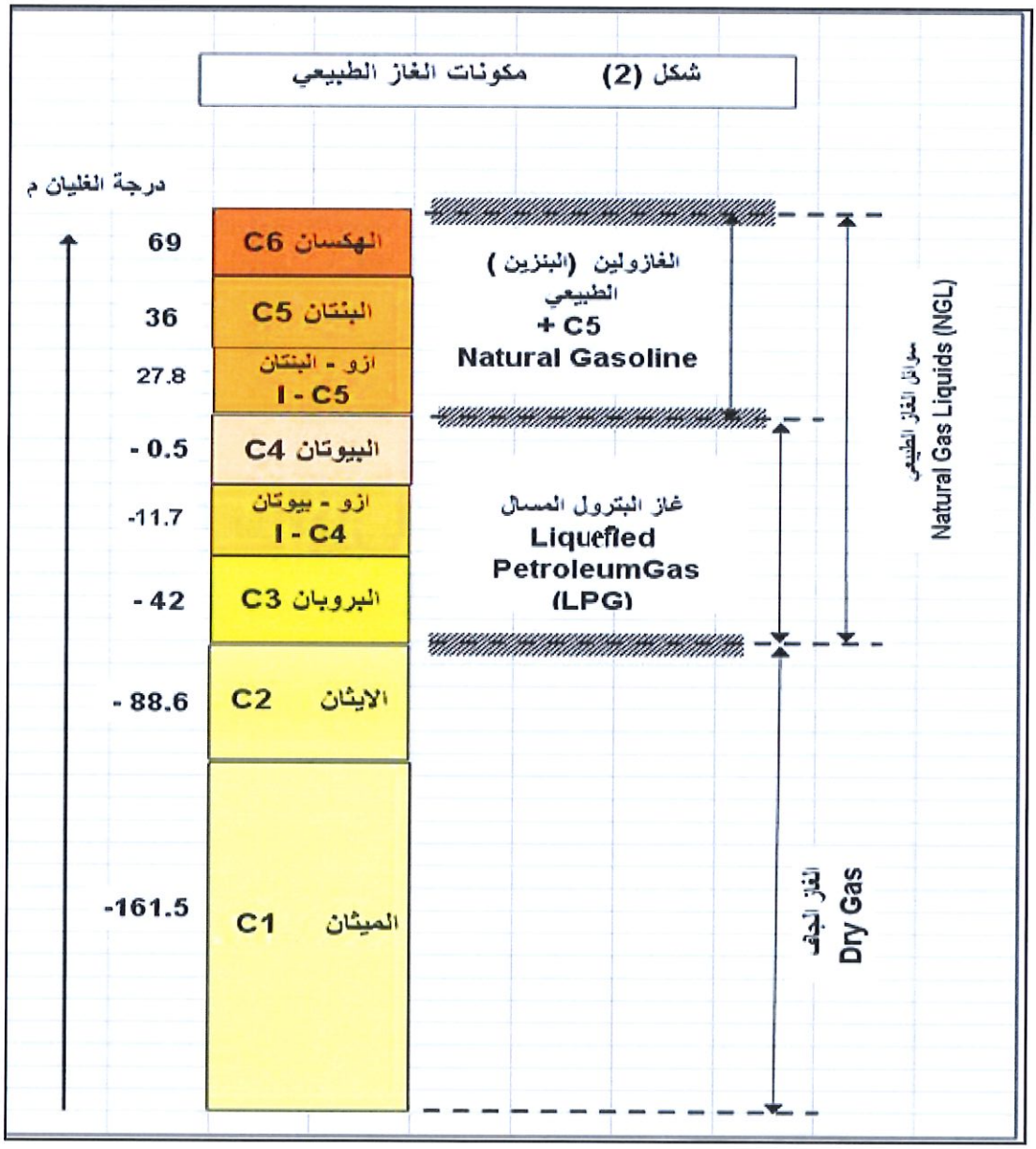
## معلومات عامة:

- كل قدم مكعب من الغاز الطبيعي ينتج حوالي 1028 Btu (و.ح.ب).
- واحد طن (LNG) = 83 قدم مكعب سائل ، 52000 قدم مكعب غاز، 2.35 متر مكعب سائل ، 1400 متر مكعب غاز، 14.8 برميل سائل . [1]

- **القيمة الحرارية الصافية (Lower heating value, or net calorific value)**[2]
كمية الحرارة المنطلقة من الاحتراق الكامل لوحدة حجم أو وزن من الوقود معين، المفترض في تحديدها بقاء بخار الماء الناتج في حالته وعدم استعادة حرارته الكامنة.

- **القيمة الحرارية الإجمالية(higher heating value , or gross calorific value)** [3]
الحرارة المنطلقة من الاحتراق الكامل لوحدة حجم أو وزن من وقود معين، المفترض في تحديدها تكاثف بخار الماء الناتج بالكامل واستعادة حرارته الكامنة.
- **وحدة الحرارة البريطانية (و.ح.ب) (British thermal unit) (Btu)**
وحدة الحرارة البريطانية هي كمية الطاقة الحرارية اللازمة لرفع درجة باوند من الماء من درجة 39.2 ف (فهرنهيت) إلى درجة 40.2 ف .

[1] Shell, Natural Gas Equivalents, 1992
[2] أوابك، معجم الطاقة ، القاهرة 1994
[3] أوابك، معجم الطاقة ، القاهرة 1994


شكل (2) مكونات الغاز الطبيعي
درجة الغليان م
69
C6 الهكسان
36
C5 البنتان
27.8
ازو - البنتان
I - C5
- 0.5
C4 البيوتان
-11.7
ازو - بيوتان
I - C4
- 42
C3 البروبان
- 88.6
C2 الايثان
-161.5
C1 الميثان
الغازولين (البنزين) الطبيعي
+ C5
Natural Gasoline
غاز البترول المسال
Liquefied
PetroleumGas
(LPG)
سوائل الغاز الطبيعي
Natural Gas Liquids (NGL)
الغاز الجاف
Dry Gas

## 2-1 مصادر الغاز الطبيعي

يتواجد الغاز الطبيعي في مصادر تقليدية اعتيادية أو في مصادر غير تقليدية :

- **مصادر الغاز التقليدية:** وهو غاز طبيعي يتواجد في مكمن صخري مسامي عادي إما في الطور الغازي أو مذابا في النفط الخام، ويمكن تقنيا استخراجه بوسائل الإنتاج العادية. وتشمل مصادر الغاز التقليدية على الغاز الطبيعي الذائب في النفط الخام وفي هذه الحالة يسمى بالغاز الذائب أو المرافق أو المصاحب للنفط (Associated Gas) ، ويتواجد طافيا فوق طبقات النفط في نفس المكمن ويعرف بغاز القبعة (Gas Cap). وكذلك تضم غازا حرا في تراكيب خاصة ويعرف في هذه الحالة بالغاز الحر (Free Gas) أو (Non- Associated Gas) .
- **مصادر الغاز غير التقليدية:** غاز طبيعي يوجد في ظروف غير عادية كالمكامن الكتيمة (منخفضة إلى عديمة النفاذية) ، أو في التجمعات الجوفية لهيدرات الغاز، أو ممتزا على دقائق الفحم الحجري. والتي تتطلب حفراً باهظ التكاليف، مع استخدام تكنولوجيا خاصة لاستخراجه.

## 3-1 احتياطيات الغاز الطبيعي[1]:

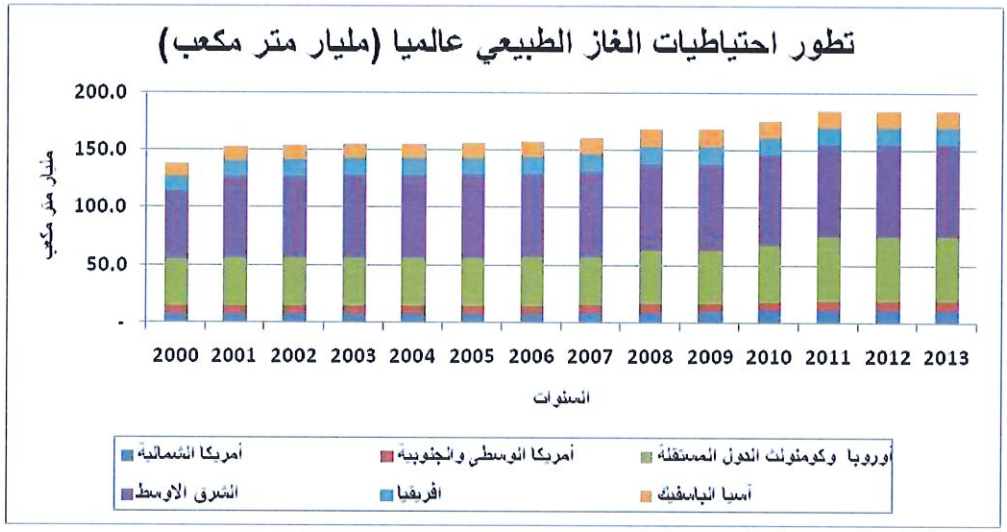
**" تعرف الاحتياطيات المؤكدة بأنها الكميات المقدرة بتاريخ محدد، والتي بينت الدراسات الجيولوجية والهندسية بدرجة معقولة من الثقة، إنها قابلة للاستخراج من مكامن معروفة تحت الظروف الاقتصادية والتشغيلية السائدة في نفس التاريخ. "**

### 1-3-1 مصادر الغاز التقليدية :

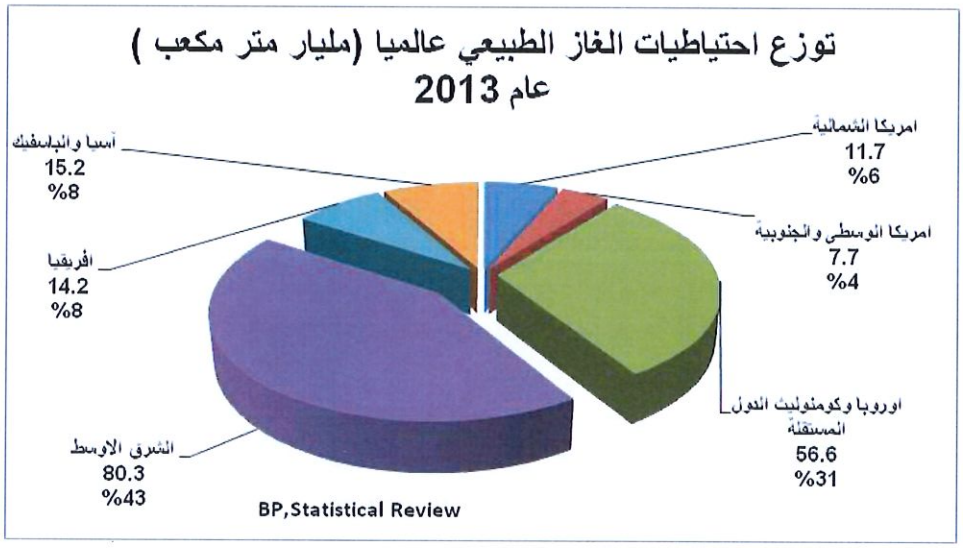
- ازدادت احتياطيات الغاز الطبيعي عالميا من 139.2 تريليون متر مكعب عام 2000 لتصل إلى 185.7 تريليون متر مكعب عام 2013، أي بنسبة 33.4% .[2] تتوزع احتياطيات الغاز الطبيعي التقليدية بنسب متفاوتة على مناطق العالم في نهاية عام 2013 ، حيث تحتل منطقة الشرق الاوسط المرتبة الاولى بنسبة 43% ، تليها مناطق اوروبا وكومنولث الدول المستقلة ومنها روسيا الاتحادية وغيرها بنسبة 31% . **الشكل ( 3 )** و **الشكل ( 4)** .
-
- تضاعفت احتياطيات الغاز الطبيعي في الدول العربية عن عام 2009 لتصل إلى 54.38 تريليون متر مكعب عام 2012 . تساهم الدول العربية بحصة مقدارها 27.9% من إجمالي احتياطيات الغاز العالمية.
- تتوزع احتياطيات الغاز الطبيعي لعام 2013 بنسب متفاوتة على الدول العربية : دولة قطر 44.8%، ثم تليها السعودية 15.1% ، دولة الإمارات العربية المتحدة 11.2% ، الجزائر 8.3% ، العراق 6.8%، مصر 4.0% ، الكويت 3.3% ، ليبيا 2.8% وغيرها. **الشكل (5 )**

[1] Opec, Annual Statistical Bulletin, 2009
2 BP, Statistical Review 2013

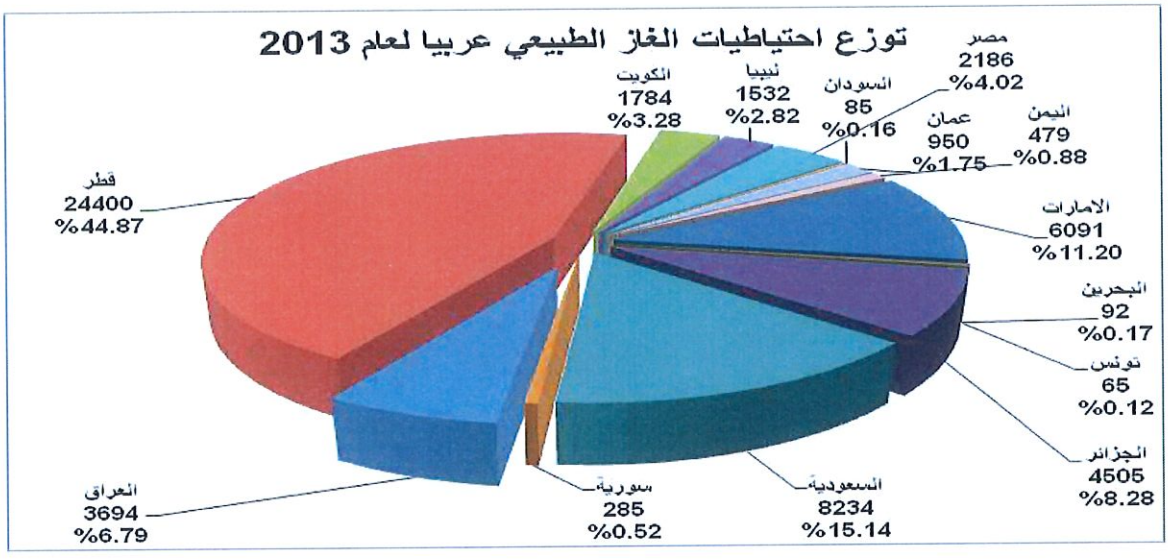
**الشكل ( 3 )**




**الشكل ( 4 )**



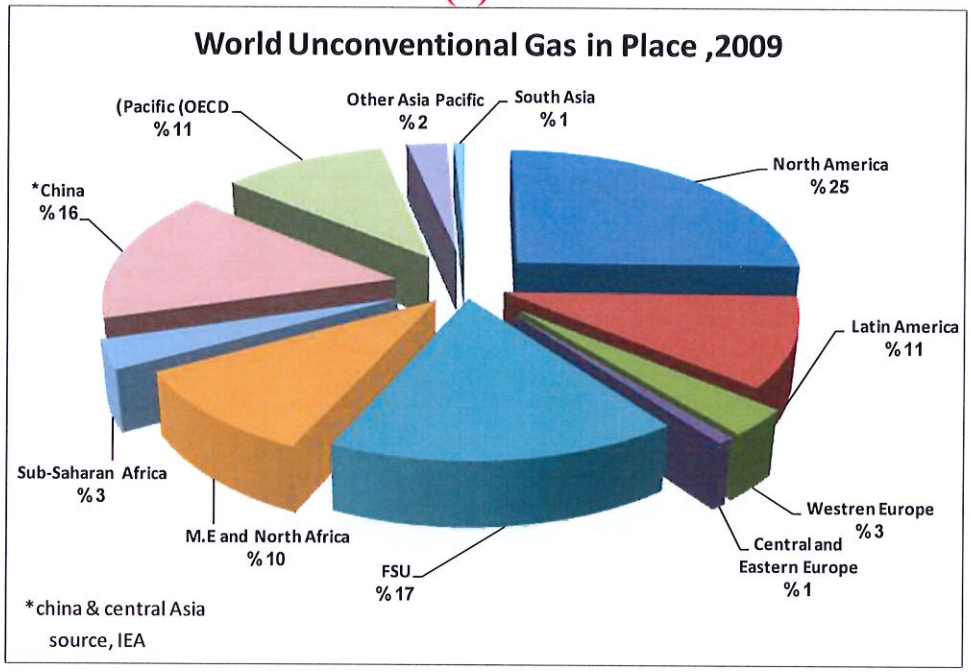
## الشكل (5)




### 2-3-1 مصادر الغاز غير التقليدية:

- تتواجد احتياطيات هائلة من الغاز الطبيعي من مصادر غير تقليدية، مثل الصخور الكتيمة أو ضعيفة النفاذية ، وطبقات السجيل، وطبقات الفحم الحجري ، وهيدرات الغاز. ويطلق عليها عموما المصادر غير الاقتصادية، إلا أن التطور التقني في مجالات الاستكشاف والاستخراج أدى إلى تحسين اقتصاديات استثمارها، وأصبحت أحد مصادر دعم إمدادات الغاز المسوق وعاملا مؤثرا على أسعاره. يبين **الشكل (6)** توزع الاحتياطي الجيولوجي لتلك المصادر في مختلف مناطق العالم ، وقد تم استبعاد مصادر هيدرات الغاز لعدم توفر بيانات دقيقة عنها . يقدر إجمالي الاحتياطي الجيولوجي للمصادر الثلاثة بحوالي (922) تريليون متر مكعب . في حالة افتراض نسبة استخلاص للغاز من هذه المصادر بحوالي 20% ، فيكون لدينا ما يقارب 184 تريليون متر مكعب احتياطيات مثبتة من الغاز الطبيعي من مصادره غير التقليدية . وتجدر الإشارة إلى أن نسبة استخلاص الغاز من مصادره التقليدية تتراوح ما بين 75% و 80 % .

الشكل (6)

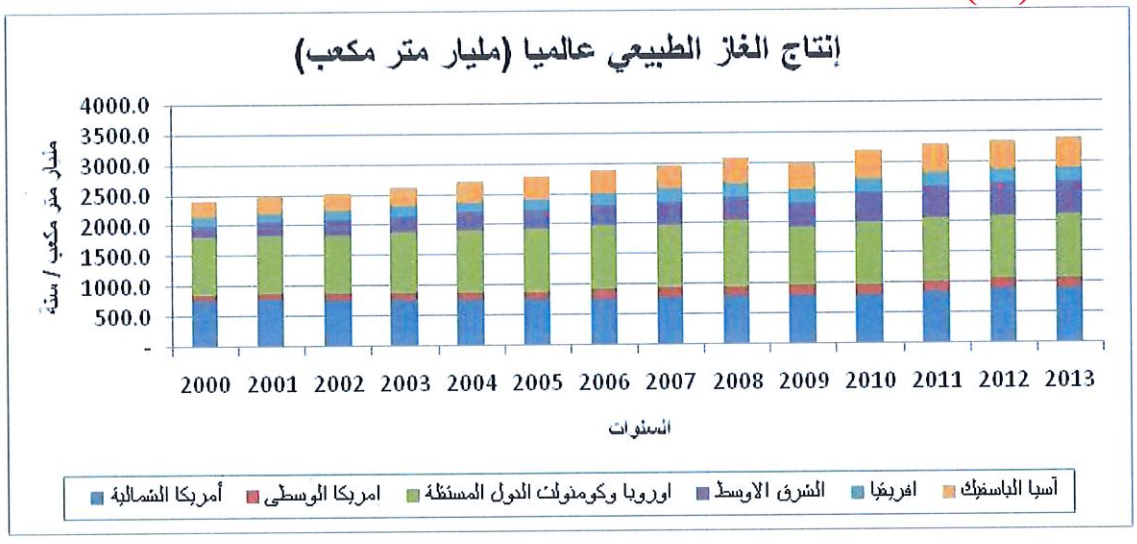



## 4-1 إنتاج الغاز الطبيعي المسوق[1]:

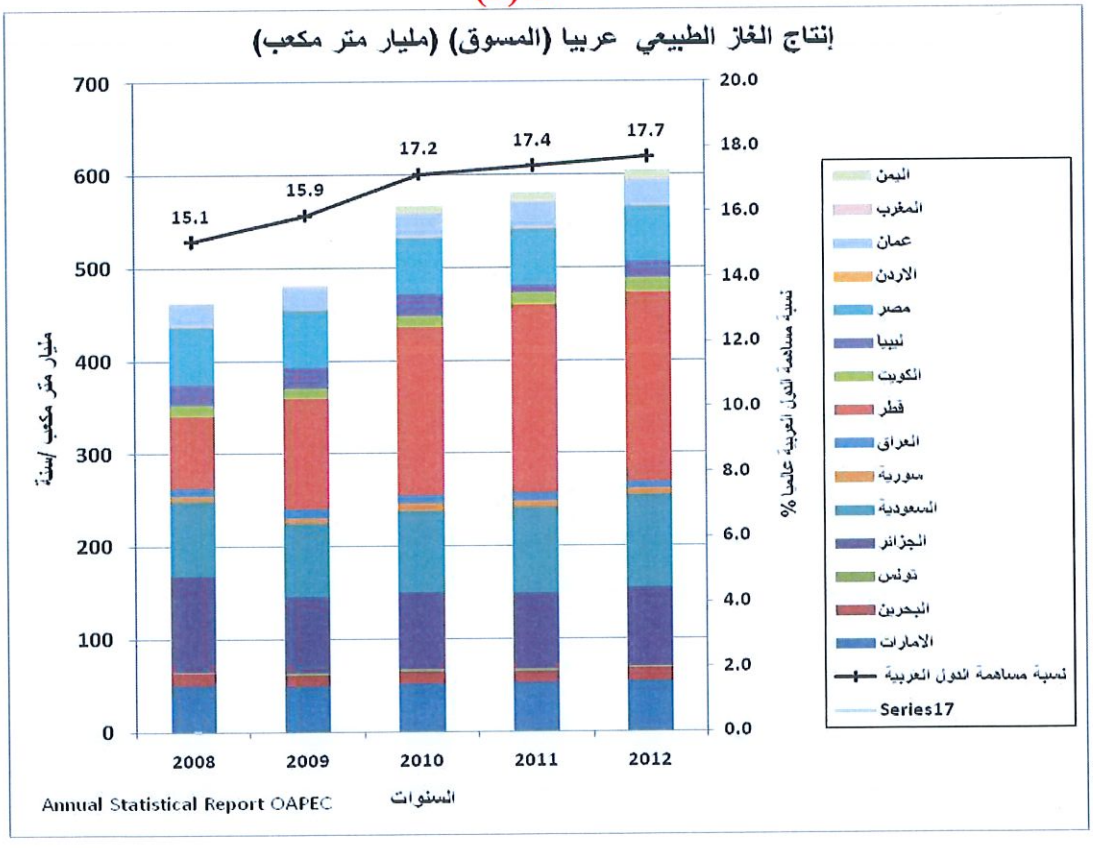
- ارتفع إنتاج الغاز الطبيعي عالميا بنسبة 1.1% خلال عام 2013 ، بانخفاض طفيف عن معدل نمو الاستهلاك العالمي (+1.4%) . كما شهد نمو الانتاج تراجعا عن المعدل العام في معظم المناطق، عدى منطقة اوروبا ودول الكومنويلث وروسيا . وقد ازداد إنتاج الولايات المتحدة بنسبة (+1.3%) وحافظة على مركزها المتقدم ظمن كبريات دول العام المنتجة للغاز الطبيعي. في حين سجلت أكبر زيادة في عام 2013 كلا من روسيا بنسبة (+2.4%) والصين بنسبة (+9.5%) . وفي المقابل تراجع إنتاج نيجيريا بنسبة (-16.4%) ، والهند بنسبة (-16.3%) ، والنرويج (-5%).
- ارتفع إنتاج الغاز الطبيعي (المسوق) عالميا من 2410.3 مليار متر مكعب عام 2000 ليصل إلى 3369.9 مليار متر مكعب عام 2013، أي بزيادة نسبتها 39.8% . حيث تتصدر منطقة اوروبا ودول الكومنويلث وروسيا من اكبر مناطق العام بانتاج الغاز الطبيعي. الشكل ( 7 )
- بلغ إنتاج الغاز الطبيعي من مصادره غير التقليدية حوالي 403 مليار متر مكعب أي بنسبة 12% من إجمالي إنتاج العالم لعام 2009 ، في حين بلغ إنتاج المصادر غير التقليدية في الولايات المتحدة وحدها ما يقارب 300 مليار متر مكعب ، أي بنسبة 74% من إجمالي إنتاج تلك المصادر.
- ازداد إنتاج الدول العربية من الغاز الطبيعي (المسوق) من 462.2 مليار متر مكعب عام 2008 ليصل إلى 604.9 مليار متر مكعب عام 2012. أي بنسبة 30.9%. الشكل (8) .

[1] BP, Statistical Review 2013

الشكل ( 7 )

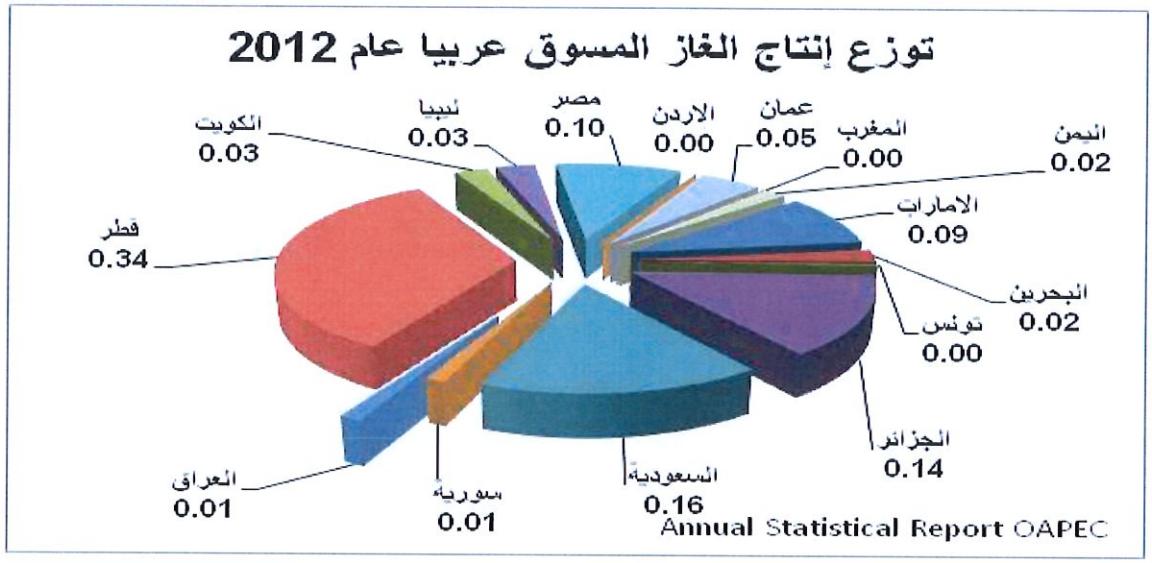



الشكل (8)



- ساهمت الدول العربية بنسبة 17.7% من إجمالي إنتاج الغاز الطبيعي (المسوق) عالميا عام 2012 ، مقارنة مع 15.1% في عام 2008. وقد ساهمت دولة قطر بحصة مقدارها 34% من إجمالي الإنتاج العربي لعام 2012. تليها السعودية 18.0%، ثم الجزائر بنسبة 14% ، ومصر 9.7%، الإمارات 9.0%، عمان 4.7%، ليبيا 3.0% ، تتوزع النسبة الباقية على باقي الدول العربية. **الشكل (9).**

**الشكل (9)**




- يتوقع مضاعفة إنتاج الغاز الطبيعي المسوق عربيا وحسب توقعات إدارة معلومات الطاقة (eia) للحالة المرجعية للفترة من عام 2007 لغاية عام 2035. ويتوقع زيادة مساهمة الدول العربية في الإنتاج العالمي للغاز الطبيعي المسوق من 13% إلى 19% ، خلال فترة التوقعات .

## 5-1 استهلاك الغاز الطبيعي[1]

- الاستهلاك: نما استهلاك الغاز الطبيعي عالميا بنسبة 1.4% خلال عام 2013، وهو أقل من معدل النمو السابق ومقداره 2.6% . وكان نمو الاستهلاك في دول منظمة التعاون الاقتصادي اعلى من معدل الاستهلاك (+1.8%) ، في حين شهدت الدول خارج تلك المنظمة نموا مقداره (+1.1%) وهو اقل من المعدل العام.
- شهدت مناطق العالم انخفاض مستوى نمو الاستهلاك عن المعدل العام عدى مناطق : امريكا الشمالية وكانت بنسبة (+2.4%) وسجلت اعلى نسبة نمو عالميا. وكذلك الصين حيث سجلت نموا بمقدار (+10.8%) ، وقد بلغت اجمالي استهلاك المنطقتين حوالي 81% من اجمالي الاستهلاك العالمي.

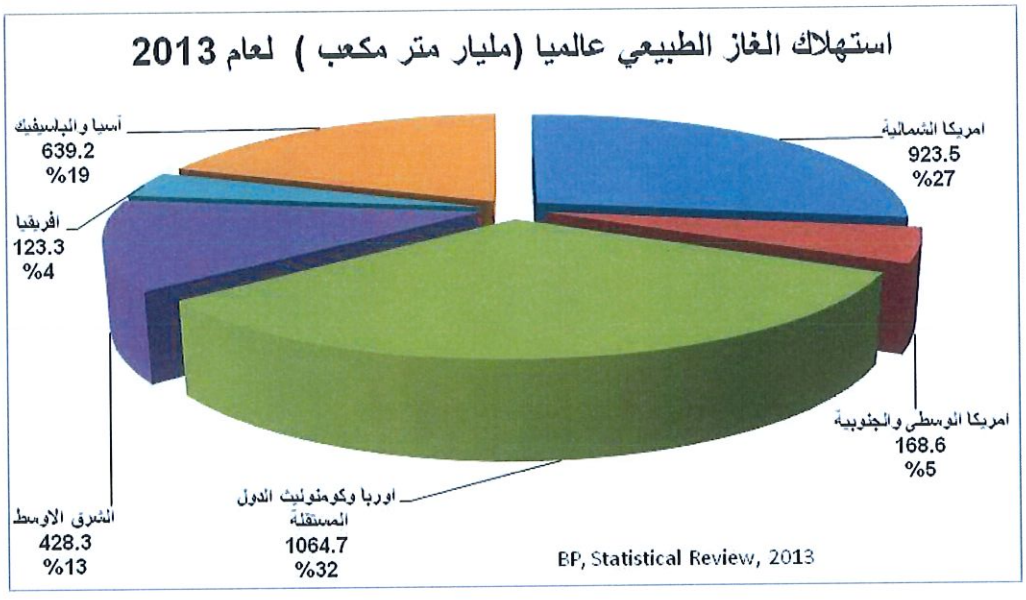
[1] BP, Statistical Review of World Energy 2013

تراجع استهلاك الهند بنسبة (-12.2%) ، حيث سجلت اكبر نسبة تراجع في الاستهلاك عالميا. في حين انخفض استهلاك الغاز الطبيعي في دول الاتحاد الاوروبي إلى ادنى مستوى له منذ عام 1999.

- شهدت مناطق روسيا وكومنوليث الدول المستقلة مع اوروبا اعلى نسبة استهلاك الغاز الطبيعي 32% لعام 2013 ، تليها امريكا الشمالية بنسبة 27%، **الشكل ( 10 )**

- تشير دراسة توقعات استهلاك الغاز الطبيعي عربيا إلى نمو الاستهلاك العربي بمعدل مقداره 3.3% خلال فترة التوقعات من 2009 إلى 2030.

**الشكل ( 10 )**

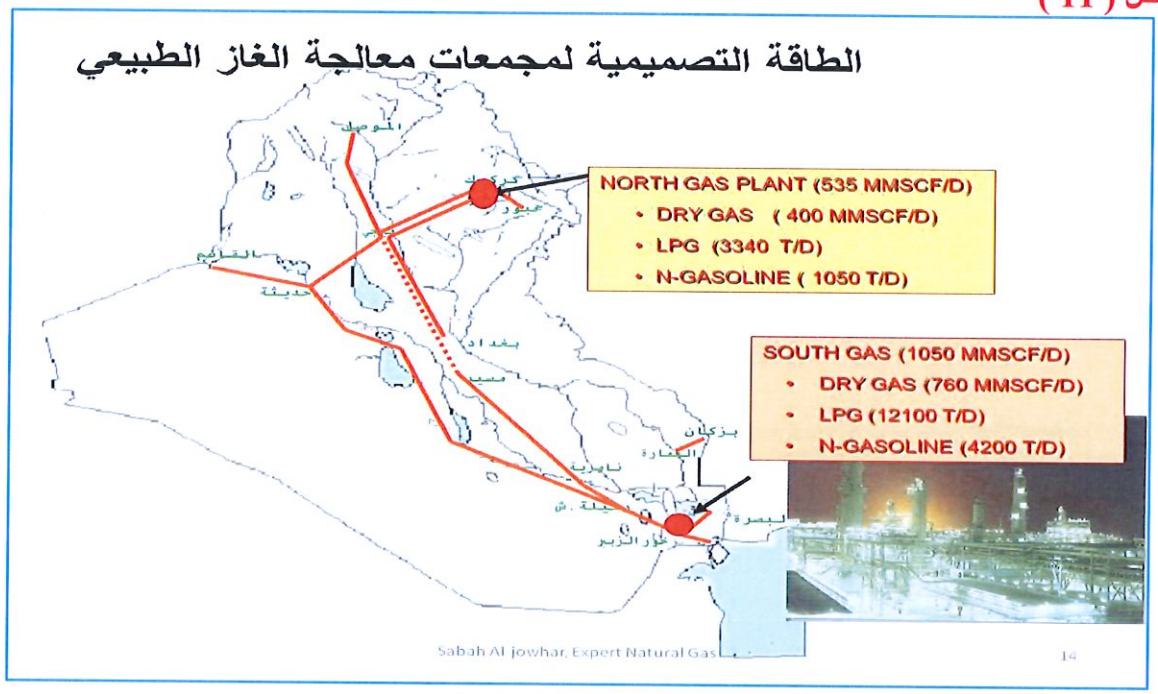



## 1- 6 مشهد صناعة الغاز الطبيعي في العراق :

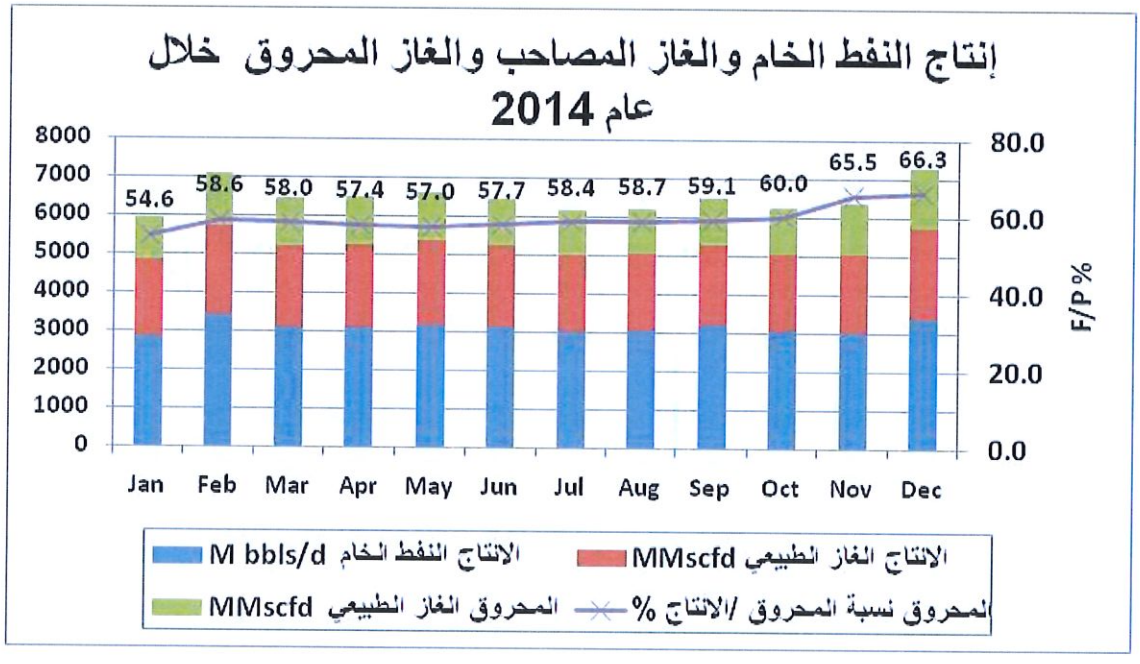
- شهدت صناعة الغاز الطبيعي في العراق تطورات كبيرة منذ اكتشاف النفط الخام في البلاد في بداية القرن الماضي . وقد تعرضت سابقا إلى ظروف قاسية ادت إلى تأثر مجمعات الغاز الحالية مع تاخر تنفيذ مشاريع الغاز الجديدة والتي سببت حرق كميات كبيرة من الغاز المصاحب ، كما وان العمل جارى لبناء مجمعات لاستثمار الغاز والحد من حرق الغاز هدرا . **الشكل ( 11 )** يبين مجمعات الغاز الحالية .
- تعتمد طاقات إنتاج الغاز الطبيعي على الغاز المصاحب لعمليات النتاج النفط الخام ، ونظرا لزيادة إنتاج النفط الخام ادى إلى زيادة كميات الغاز المحروق لعدم اكتمال مشاريع استثماره. **الشكل ( 12 )** يبين الغاز المحروق خلال عام 2014 .
- يتطلب العمل على تنفيذ مجمعات استثمار الغاز الطبيعي في البلاد مع بناء مشاريع نقل الغاز الجاف (المسوق) خلال منظومات النقل والتوزيع إلى مراكز الاستهلاك ومحطات توليد الطاقة الكهربائية.
- يتوقع توفر كميات كبيرة مستقبلا من سوائل الغاز الطبيعي مثل الكازولين الطبيعي وغاز البترول السائل (LPG) ، حيث يتوقع ان تصبح البلاد احد اكبر دول المنطقة في تصدير فائض هذه المنتجات

الى الاسواق الدولية . **الشكل ( 13 )** يبين توقعات الانتاج ومقترح بناء مجمعات استثمار الغاز الطبيعي في البلاد خلال خطة انتاج النفط الخام الافتراضية وبواقع (6) مليون برميل في اليوم .

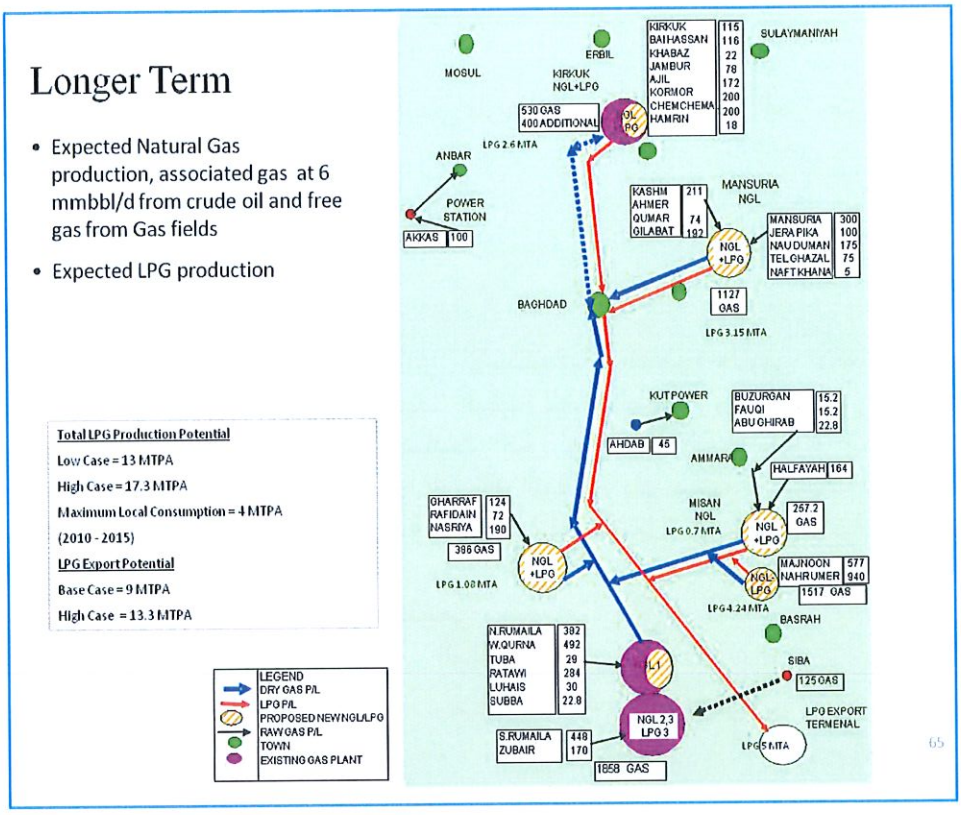
**الشكل ( 11 )**




**الشكل ( 12 )**



**الشكل ( 13 ) توقعات الانتاج ومشاريع مجمعات استثمار الغاز الطبيعي في العراق**



# الفصل الثاني
# الأسس العامة لصناعة الغاز الطبيعي

## 1-2 هيكلية صناعة الغاز الطبيعي :

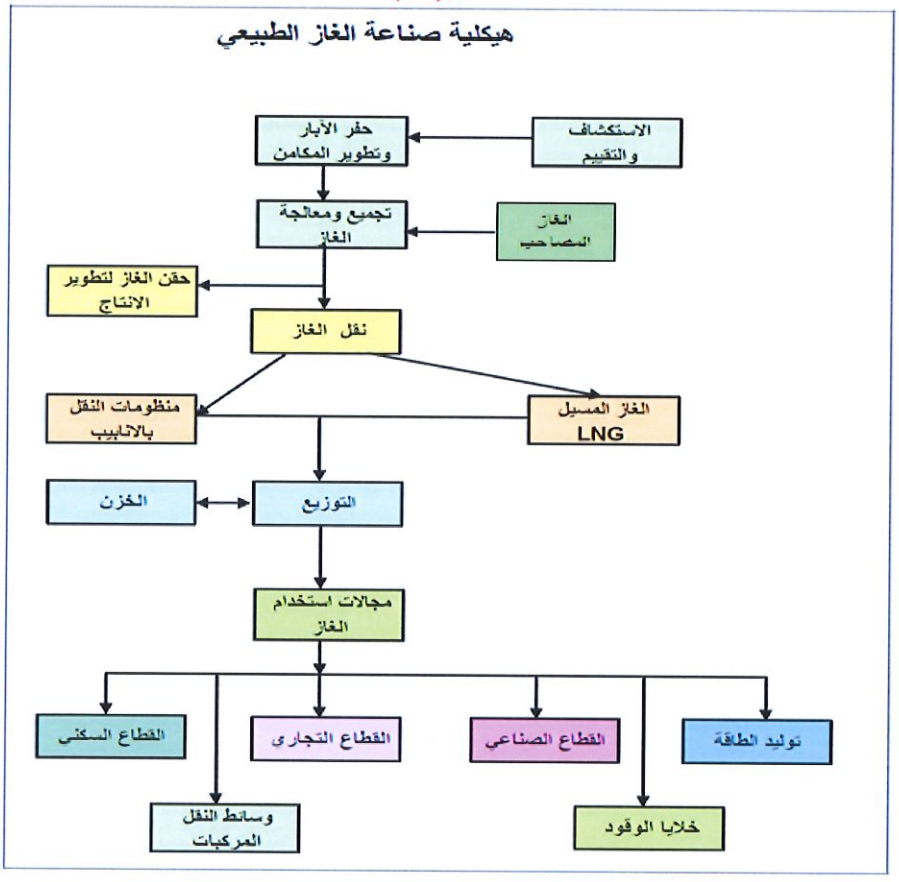
تتضمن حلقات إنتاج ومعالجة وتسويق الغاز الطبيعي بنوعيه المصاحب والغاز الحر على المحاور الأساسية التالية :

1- تجميع ومعالجة الغاز الطبيعي.
2- النقل والتوزيع والخزن.
3- تصدير الغاز الطبيعي.
4- مجالات استخدام الغاز الطبيعي.

تعتبر عمليات المسح الزلزالي وحفر الآبار الاستكشافية، الخطوة الأولى لاكتشاف مصادر الغاز الطبيعي. ويتم التوصل إلى تقدير الاحتياطيات المثبتة للغاز الطبيعي وسوائل الغاز للمصادر المكتشفة وبيان خصائصها الإنتاجية. من خلال عمليات جس وفحص الآبار، وتقييم الطبقات الجيولوجية، والمكامن الحاوية على الغاز الطبيعي. وبناءا إلى تلك البيانات يتم وضع متطلبات تطوير تلك المصادر وبناء التسهيلات المرافقة ، وتأسيس صناعة غاز متكاملة ، تشمل مجمعات معالجة الغاز، وأنابيب نقله وتوزيعه وغيرها .

يبين **الشكل (14)** هيكلية صناعة الغاز الطبيعي

**الشكل (14)**



## 2-2 مواصفات الغاز الطبيعي المسوق :

يتعذر استخدام الغاز الطبيعي (الخام) المنتج من الآبار مباشرة وتوزيعه على المستهلكين عبر شبكات نقل وتوزيع الغاز، حيث يتطلب سلسة من عمليات المعالجة يتم من خلالها التخلص من المركبات غير المرغوبة والشوائب وتعديل مكوناته ليصبح ضمن المواصفات التسويقية المطلوبة من قبل مستخدمي الغاز في قطاعات الصناعة والتجارة والخدمات وغيرهم، إضافة إلى تحديد ضغط الغاز عند نقطة التسليم مع الالتزام بمحددات محتوى المركبات الملوثة والحامضية والمركبات الثقيلة. وفيما يلي نموذج لتلك المواصفات وهي متفق عليها دوليا، وقد تتغير مقاديرها تغيرا طفيفا تبعا للشروط التي توضع بين البائع والمشتري. **الجدول (3 ).**

**الجدول (3)**

**نموذج لمواصفات الغاز المسوق**

| المواصفة | | المقدار |
|---|---|---|
| معامل (وب) | Wobbe Index | 47.2 – 54.7 |
| المحتوى الحراري | Btu / Cuf | 980 - 1128 |
| الكثافة النسبية | Relative Density | 0.55 – 0.7 |
| mg/m3 H2S | | 5 |
| المركبتان mg/m3 | Mercaptan Sulphur | 8 |
| محتوى الكبريت mg/m3 | Total Sulphur | 22 – 150 |
| نقطة التندي للهيدروكاربون | HC Dew Point C @ 72 bar | -12 |
| نقطة تندي الماء م | Water Dew Point C @ 70 bar | -8 |

- **معامل وب (عدد وب):** Wobbe index (Wobbe number ) نسبة القيمة الحرارية الإجمالية (أو الصافية ) للغاز إلى الجذر ألتربيعي لكثافة الغاز النسبية.
- **نقطة تندي بخار الماء** ( Water vapor dew point) (نقطة تكاثف بخار الماء) درجة الحرارة في ظروف الضغط المحدد التي يتكاثف فيها بخار الماء في الغاز.
- **نقطة تندي الهدروكربونات:** (Hydrocarbon dew point) درجة الحرارة في ظروف الضغط المحدد التي تتكاثف فيها أبخرة الهدروكربونات في الغاز.

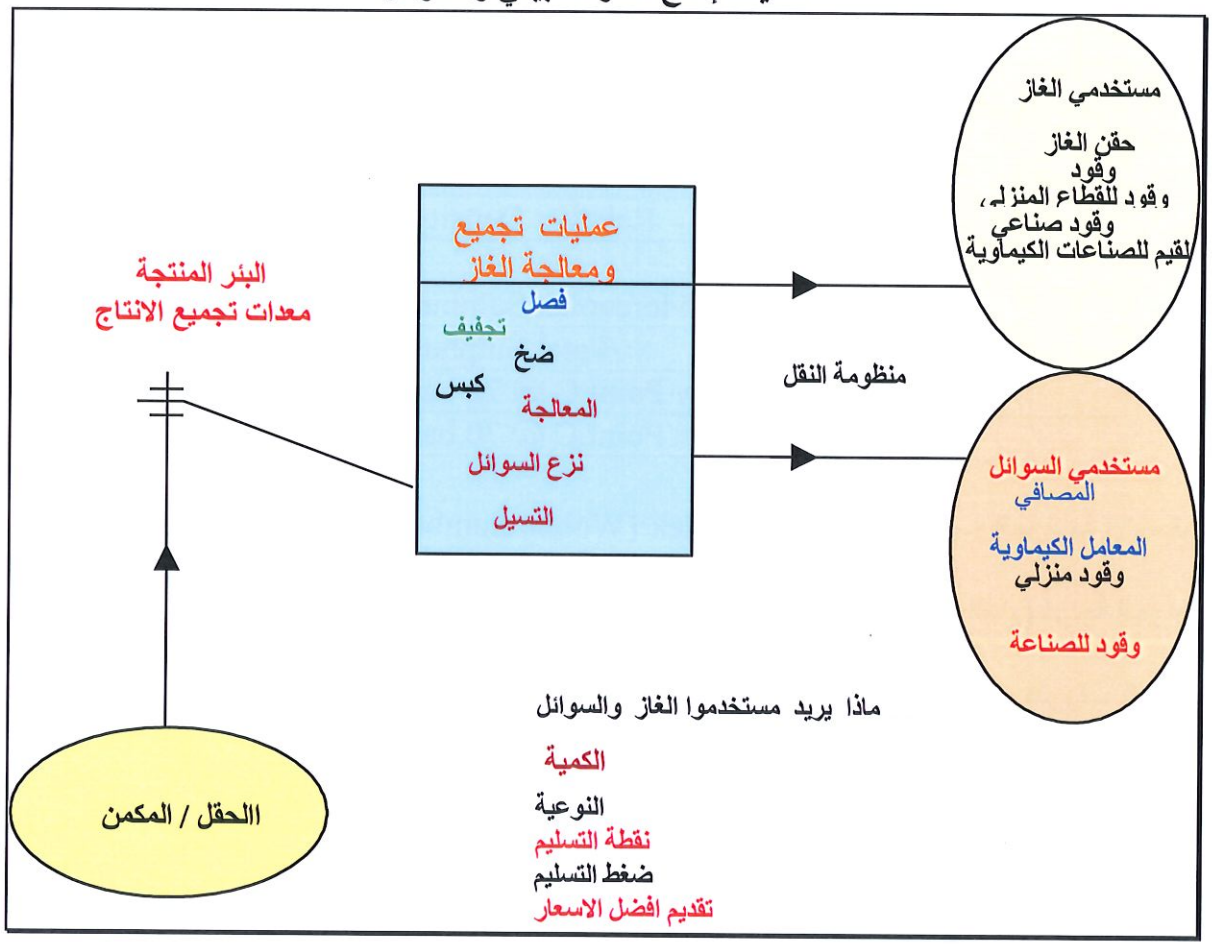
## 3-2 عمليات تجميع و معالجة الغاز الطبيعي Gas Gathering & Processing

يسبب وجود المركبات التالية في الغاز مشاكل عديدة تحد من استخدامه، وكما يلي:

- يسبب تواجد الماء تآكل الأنابيب والمعدات وتكون الهايدريت.
- أما كبريتيد الهيدروجين إضافة إلى ما يسببه من تآكل المعدات إلا انه يسبب تلوث البيئة والتسمم.
- ثاني أكسيد الكربون هو غاز حامضي وبوجود الماء يسبب التآكل أيضا للمعدات
- يسبب وجود الزئبق تآكل وتلف المعدات وعلى الأخص المصنعة من مادة الألمنيوم والمستخدمة بنطاق واسع في معدات تبريد الغاز.
- المركبات الثقيلة، تسبب الجريان المزدوج في الأنابيب وتجمع السوائل وتؤدي إلى مشاكل تقنية بعمليات الضخ والنقل بالأنابيب.

لذا يتطلب نزع تلك المركبات من الغاز ويتم ذلك خلال عمليات الإنتاج والمعالجة.
يبين **الشكل (15)** عمليات الإنتاج بصورة عامة . وتتم هذه العمليات في مرحلتين :
أولا، تشمل المرحلة الأولى على إنتاج وتجميع الغاز الطبيعي من الآبار الحقلية والمعالجة الأولية في المحطات الحقلية.
ثانيا، معالجة الغاز وفصل السوائل في معامل ومجمعات الغاز للحصول على الغاز المسوق، وباقي منتجات الغاز من السوائل والكبريت، وغاز البترول المسال .

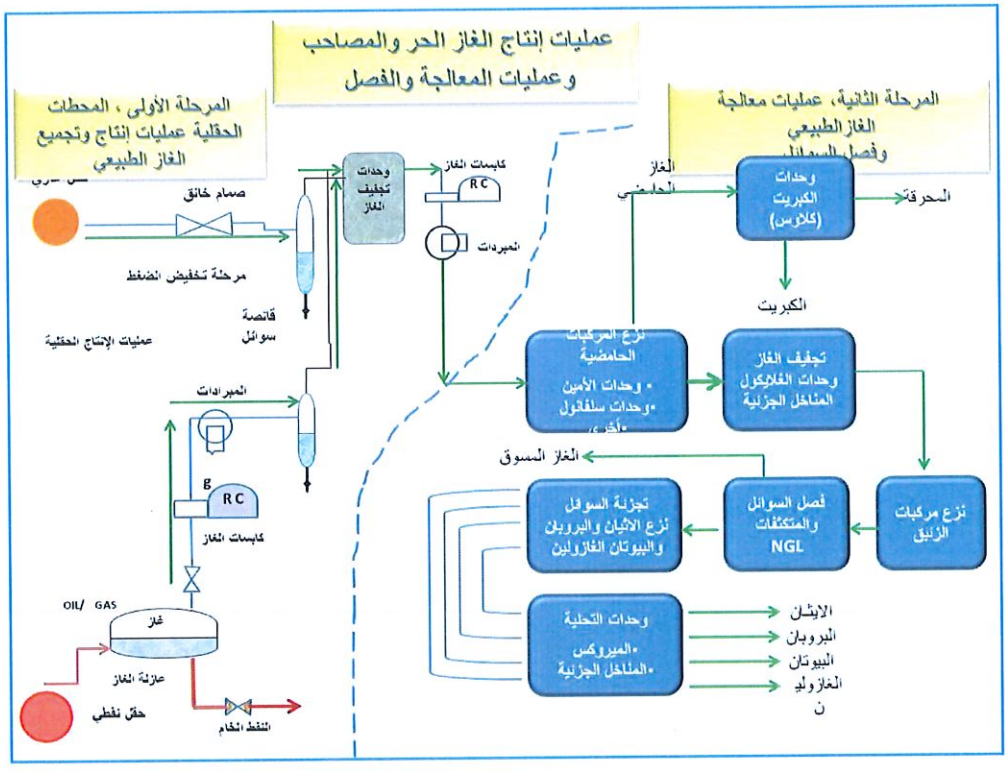
**الشكل (15)**
**عمليات إنتاج الغاز الطبيعي والسوائل**




يوضح **الشكل (16)** نموذجا مبسط لعمليات إنتاج الغاز المصاحب من حقل نفطي، وكذلك إنتاج الغاز الحر من حقل للغاز.

**الشكل (16)**

**نموذج لعمليات إنتاج حقل نفطي (غاز مصاحب) وآخر غازي (غاز حر)**




## 2-3- المرحلة الأولى ، عمليات الإنتاج الحقلية :

تتضمن آبار الإنتاج، ومعدات جمع الغاز وعازلات السوائل والماء، ومجففات الغاز الأولية. وتشمل هذه المرحلة على العمليات الأساسية التالية : والمستخدمة بصورة عامة في صناعة الغاز الطبيعي .

**1 - تخفيض الضغط:** ينتج النفط والغاز عادة عند ضغوط مختلفة، وعلى سبيل المثال الضغط عند رأس البئر لحقل نفط برينت يبلغ حوالي 140 بار، وفي بعض حقول الغاز قد يصل إلى 500 بار. يخفض الضغط عادة لتصبح عمليات إنتاج ومعالجة الغازات مجدية اقتصاديا وفنيا، وذلك بتقليل أوزان المعدات المستخدمة وتقليل تكلفتها. يخفض الضغط أولا عند مدخل عازلات الغاز باستخدام الصمام الخانق الذي يعمل على تخفيض ضغط النفط المار خلاله، أما الغاز فيتم تخفيض ضغطه من خلال صمامات خاصة، وتؤدي هذه العملية إلى خفض درجة الحرارة أيضا مما يؤدي إلى تكثف السوائل.

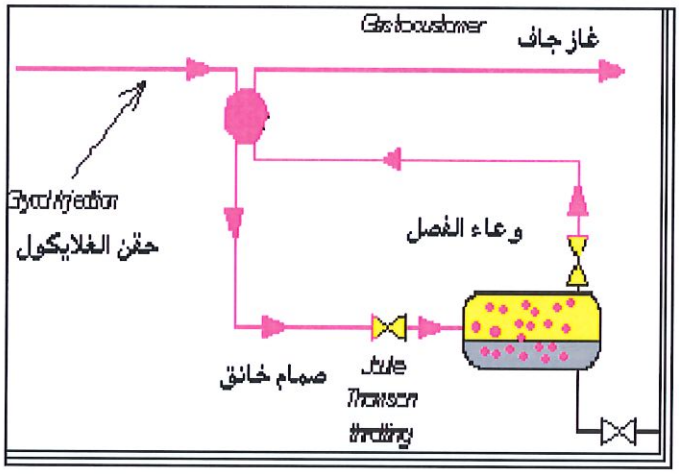
**2- كبس الغاز:** تستخدم معدات كبس الغاز في عمليات إنتاج الغاز المصاحب، والذي ينتج تحت ضغوط مخفضة عادة، لاستكمال باقي عمليات معالجته.

**3- طرق تبريد الغاز:** تهدف عملية تبريد الغاز إلى ما يلي:

- زيادة كفاءة كبس الغاز عند تبريده و خفض درجة حرارته.
- نزع مكونات الغاز الثقيلة وبخار الماء.

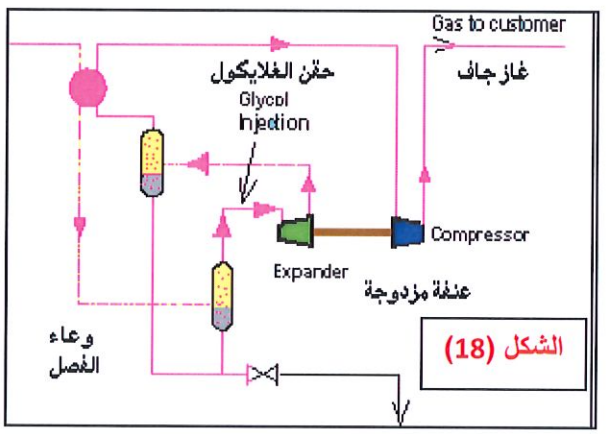
يبرد الغاز إلى درجات حرارة تصل إلى مادون الصفر المئوي باستخدام طرق مختلفة ومنها:

**أ- الاستفادة من ضغط الغاز المرتفع** بتمريره خلال صمامات خفض الضغط، حيث تنخفض درجة حرارته. وتتألف هذه العملية من المعدات الأساسية وهي الصمام، والمبادل الحراري، وعازلة السوائل مع منظومة حقن واسترجاع مادة الغلايكول المجففة. وكما موضح في **الشكل (17)**:

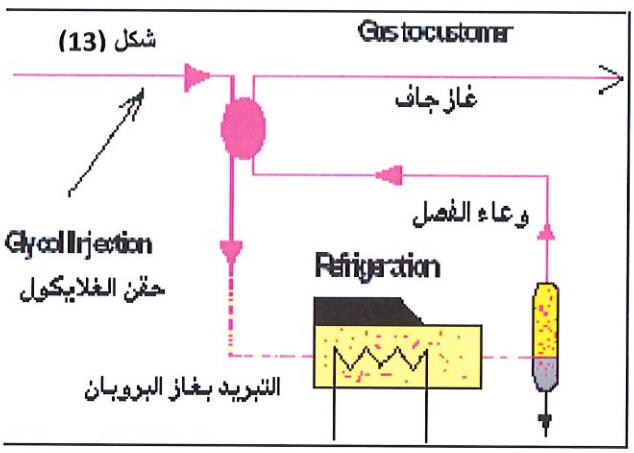



**الشكل (17)**

**ب - استخدام معدات خاصة لتبريد الغاز ( Turbo Expander):** تعتبر هذه المعدات أكثر كفاءة من الطريقة الأولى، وتتألف من جزئيين متصلين بمحور واحد للحركة، الأول يعمل عكس الكابسة الطاردة أي بتخفيض الضغط، يعمل الغاز على دوران محور الحركة محركاً الكابسة وفي نفس الوقت يؤدي إلـــــى خفض درجة حرارة الغاز، أما الجزء الآخر فيعمل كأي كابسة طاردة حيث يعاد كبس الغاز المبرد والمنزوع منه السوائل. يستخدم الغلايكول كمادة مجففة تحقن في مجرى الغاز لمنع تكون الهايدرايت، وتحوي هذه الوحدة أيضا على معدات لاسترجاع الغلايكول من السوائل، **الشكل (18)**.




**ج - تستخدم وحدات تبريد مساعدة** تعمل بغاز البروبان لتبريد الغاز الطبيعي عند تدني ضغطه وعدم كفايته لتوليد التبريد الذاتي، وتتألف هذه الوحدة من كابسات غاز البروبان حيث يكبس ويبرد، ويتكثف، وثم يخفض ضغطه عبر صمام خفض الضغط مسببا تراجع درجة حرارته إلى مادون الصفر بحوالي (-40) درجة مئوية ، ويعمل على تبريد الغاز الطبيعي



خلال المبادلات الحرارية. ويحقن الغلايكول في المنظومة لأجل منع تكون الهايدرايت، وكما موضح في الشكل (19).

## 4 - طرق تجفيف الغاز الطبيعي: Gas Dehydration

ينزع الماء باستخدام طرق عديدة منها: التبريد، والامتصاص بالسوائل، ونزع الماء باستخدام المواد الصلبة. ( Adsorption). وفيما يلي أهم تلك الطرق:

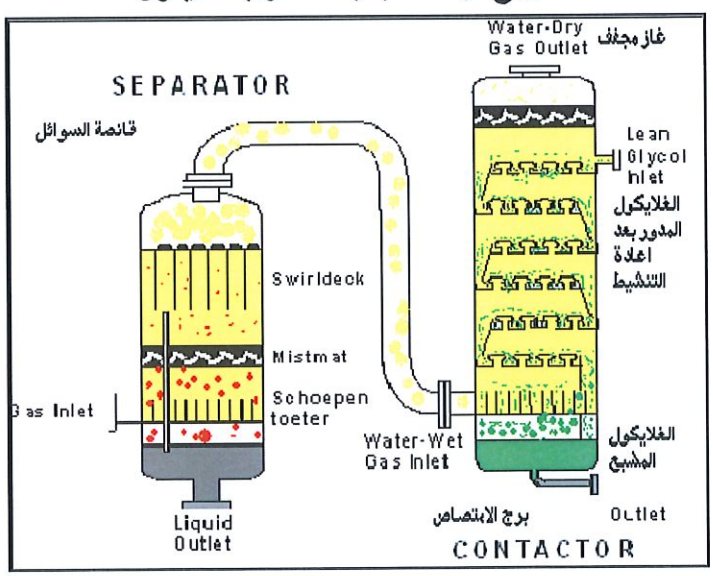
**أ- طريقة التبريد:** يبرد الغاز الطبيعي لنزع الماء والهيدروكاربونات الثقيلة معا، ولأجل منع تكون الهايدرايت في معدات التبريد، تحقن مواد مانعة وهي عادة مركبات الغلايكول وانواعها المختلفة مثل مونو-اثيلين غلايكول (MEG)، يعاد تنشيط هذه المادة بتسخينها، ويتم إعادة استخدامها وبتركيز يبلغ 60% غلايكول والباقي 40% ماء.

**ب- طريقة الغلايكول:** يجفف الغاز عادة بالطريقة المعروفة بتدوير مادة ثلاثي ايثايل غلايكول (TEG) بتركيز عالي، وذلك بتمرير الغاز الرطب وغمره بتيار من الغلايكول في أبراج الامتصاص، يخرج الغاز مجففا من أعلى البرج، يضخ الغلايكول والماء المذاب إلى وحدة إعادة تنشيطه من خلال تسخينه ورفع درجة حرارته وتبخر الماء المذاب.

الشكل (20).

**الشكل (20)**

**نموذج لوحدة تجفيف الغاز بالغلايكول**




**ج- المناخل الجزيئية (Molecular Sieves)** مع السيلكا، وهي مواد صلبة تستخدم لنزع معظم محتوى الماء من الغاز وخفض درجة تندي الماء إلى درجات تصل إلى ما دون -40 درجة مئوية . تستخدم هذه الطريقة في معالجة الغاز قبل إجراء عمليات تبريده إلى درجات منخفضة جدا.

## 3-2 المرحلة الثانية: عمليات معالجة الغاز الطبيعي وفصل السوائل والمتكثفات:

### 1 - نزع مركبات ثاني أكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين:

يعتبر نزع مركبات الكبريت إحدى شروط استخدام الغاز الطبيعي للإغراض المنزلية والصناعية وحفاظا على البيئة. تسبب المركبات الكبريتية، التسمم وحتى عند تدني نسبها إلى ما دون 0.1% حجما، وعند احتراقها تولد اكاسيد الكبريت التي تسبب المطر الحامضي المضر بالنباتات. تتنوع طرق نزع مركبات الكبريت، إذ يعتمد بعض منها على المناخل الجزئية وأخرى على الإذابة في المواد الكيماوية مثل الأمينات، إضافة إلى طرق التفاعل الكيماوي مثل أكسيد الزنك وغيرها، واختيار المناسب منها يعتمد على مكونات الغاز وعلى الأخص محتوى المركبات الحامضية.
تستخدم طريقة تدوير المحاليل الكيماوية (الامينات) على نطاق واسع لنزع مركبات الكبريت. وتتشابه هذه الطريقة مع تلك المذكورة أعلاه حول تجفيف الغاز بالغلايكول، وبدلا عن الغلايكول تستخدم محاليل كيماوية مختلفة وعلى سبيل المثال (السلفنول Sulfinol) وغيرها. تحول مركبات الكبريت المنزوعة إلى عنصر الكبريت باستخدام طريقة (كلاوس).

### 2- مرحلة تجزئة المتكثفات:

تجزئة السوائل المتكثفة باعتماد الفرق في درجات غليان مكوناتها وخلال وحدات الفصل التي تتشابه في أساس عملها. للحصول على المنتجات التالية: البروبان، والبيوتان، والغازولين الطبيعي. ويتم خلط نسب محددة من مركبي البروبان والبيوتان للحصول على ما يعرف بغاز البترول المسال (LPG).

# الفصل الثالث
# تقنيات نقل الغاز الطبيعي

يمتاز الغاز الطبيعي بكبر حجمه وصعوبة نقله وتصديره مقارنة بالنفط الخام، وتعتبر أحد المعوقات التي أدت إلى تأخير استثماره. وقد تم تطوير تقنيات مختلفة وفرت إمكانية نقل هذه الثروة الهائلة إلى أماكن استهلاكها. ومنها : نقل الغاز بالأنابيب، تسيل الغاز الطبيعي ونقله بالناقلات مسيلا، أو تحويل الغاز إلى سوائل عالية النقاوة .

## 3-1 نقل الغاز الطبيعي بالأنابيب :

تعتبر الأنابيب وملحقاتها من الصمامات ومعدات ضغط الغاز وغيرها، أحدى الوسائل العملية والاقتصادية المتاحة لنقل الغاز الطبيعي. وهي تؤلف منظومات متكاملة مكنت من نقل الغاز الطبيعي في حالته الغازية، من مصادر إنتاجه إلى المستهلكين وبالكميات التي تفي بحاجة الطلب المحلي أو للتصدير. كما يلحق بها معدات الخزن الجوفي للغاز الطبيعي ، حيث يوفر ذلك كميات متاحة لتلبية الطلب المفاجئ، وتذبذب استهلاك الغاز في السوق المحلية. كما يوفر خزينا استراتيجيا للحالات الطارئة عند توقف إمداداته لسبب ما.

### 3-1-1 مكونات منظومات نقل الغاز الطبيعي :

**أولا**، أنابيب نقل الغاز، ومحطات الحماية الكاثودية والفحص. توجد ثلاثة أنواع من منظومات أنابيب نقل الغاز الطبيعي: هي

**أ- منظومات تجميع الغاز الطبيعي من مصادر إنتاجيه الحقلية** ونقله إلى مجمعات معالجة الغاز الطبيعي.

**ب- منظومات خطوط أنابيب شبكات نقل الغاز الطبيعي المحلية** .

تهدف إلى نقل الغاز الطبيعي من مصادره وتوزيعه على المستهلكين المحليين وفي مختلف القطاعات السكنية والصناعية. تعمل هذه الشبكات عادة تحت ضغوط مختلفة تتراوح ما بين 200 إلى 1500 psi .

**ج- منظومات أنابيب تصدير الغاز الطبيعي.**

تعمل على نقل الغاز عبر الدول لتصديره. تتألف من أنابيب ناقلة ذات أقطار كبيرة تصل إلى حوالي 48 عقدة أو اكبر ، كما يصل سماكة جدار الأنبوب الناقل إلى حوالي 0.5 عقدة. ويؤدي ضغط الغاز الطبيعي خلال منظومات النقل إلى تقليص حجمه ليصل إلى حوالي 200 مرة.

**ثانيا، محطات ضغط الغاز الطبيعي.**

تتألف من معدات لضغط الغاز الطبيعي تدار بالعنفات الغازية أو بالمحركات الكهربائية. إضافة منظومات السيطرة وغيرها مع الخدمات المساعدة. يتم بناء محطات الضغط الرئيسية عند بداية الأنبوب الناقل، لكي تعمل على ضغط الغاز الطبيعي إلى الضغط التشغيلي لمنظومة النقل، حيث يتم تدفيع الغاز عبر الأنبوب الناقل لمسافة يتم حسابها لحين انخفاض ضغطه إلى الحد الأدنى وعندها يتم وضع محطة الضغط الوسطية لإعادة ضغط الغاز مرة أخرى لإتمام تدفقه، وقد يتطلب إضافة أكثر من محطة وسطية بهدف إكمال إيصاله إلى الجهات المستهلكة .

**ثالثا، محطات قياس كميات الغاز المسوق.** وتحتوي على معدات قياس كميات الغاز الطبيعي المسوق مع أجهزة تحليل مكوناته وغيرها من المعدات اللازمة لتوفير البيانات المطلوبة لعمليات التجهيز والتسويق.

**رابعا، صمامات الغاز.** معدات ميكانيكية تعمل على التحكم في تدفق الغاز خلال الأنابيب.

**خامسا، منظومة التشغيل والسيطرة.** والتي تعرف (SCADA) تعمل على توفير مستلزمات التشغيل والتحكم بمنظومة نقل الغاز وحسن أدائها وضمن شروط السلامة المتبعة.

**سادسا، محطات خفض ضغط الغاز،** تبنى هذه المحطات عند تفرعات تجهيز الغاز من أنابيب نقل الغاز الرئيسية إلى شبكات التوزيع المحلية. حيث تعمل على خفض الضغط التشغيلي العالي للغاز المجهز من أنابيب نقل الغاز الرئيسية ، ليصبح من المتيسر استخدامه من قبل الجهات المستهلكة للغاز وضمن شبكة التوزيع.

**سابعا، معدات الخزن الجوفي للغاز الطبيعي.**

يتم تخزين الغاز الطبيعي في ثلاثة طرق :

المكامن البترولية المستنزفة .

الطبقات المكمنية المائية.

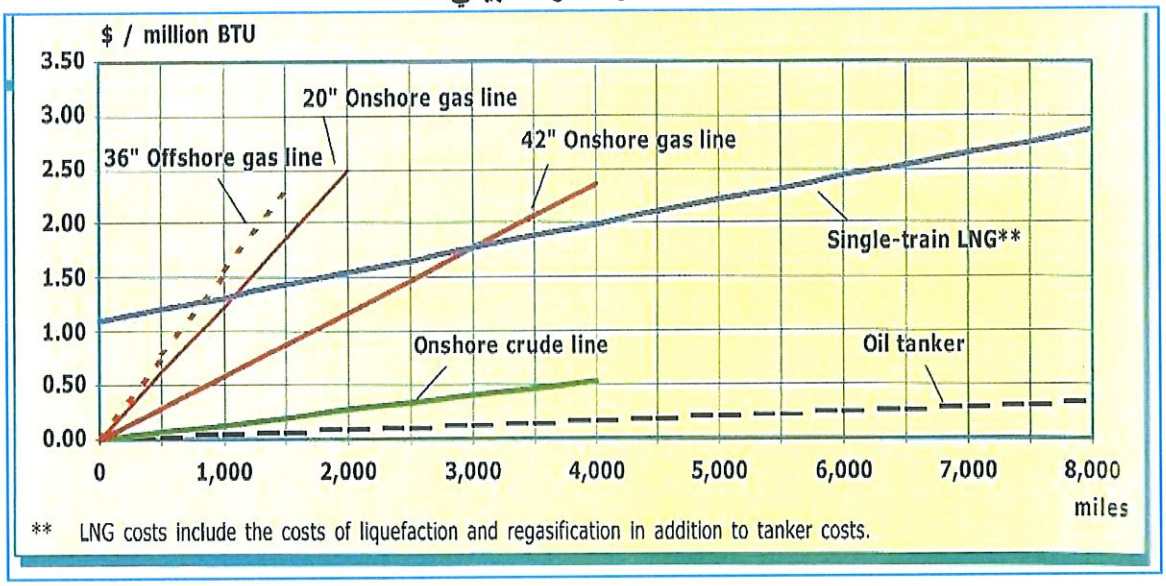
كهوف الطبقات الملحية .

وقد أصبحت هذه التقنيات من المكونات الرئيسية لمنظومات الغاز الطبيعي وشبكات توزيعه وتصديره ليس للدول المستهلكة للغاز، بل لا تقل أهمية للدول المصدرة له.

## 2-1-3 الأهمية الاقتصادية لنقل الغاز بالأنابيب :

يحظى نقل وتصدير الغاز الطبيعي بواسطة الأنابيب بالأفضلية في اغلب الأحيان، وقد ساهمت تلك المشاريع بحوالي 70% من تجارة الغاز العالمية لعام 2009. ولكن عندما يراد نقل الغاز عبر مسافات بعيدة جداً أو هنالك عوائق جغرافية أو اقتصادية تمنع مد الأنابيب، يصبح تسييل الغاز ونقله بواسطة الناقلات الطريقة الوحيدة المجدية من الناحتين الفنية والاقتصادية. يوضح **الشكل ( 21)** مؤشرات الكلف المترتبة على نقل الغاز مقدراً بالدولار لكل (مليون وحدة حرارية بريطانية)، خلال وسائل مختلفة من مواقع إنتاجه الى أسواق استهلاكه وعبر مسافات بحرية وبرية، مقارنة مع النفط الخام. ويلاحظ بان المسافة الملائمة اقتصاديا لنقل الغاز خلال الأنابيب البرية تقدر بحوالي (4680 كم) ( 3000 ميل) لأنبوب قطره (42) بوصة، أما الأنابيب البحرية فتبلغ حوالي (1560) كم (1000) ميل مقدرة لانبوب قطره 20 بوصة. وعند تجاوز تلك المسافات يفضل تصدير الغاز مسيلا خلال الناقلات أو يصنع بتحويله الى منتجات سائلة تنقل بناقلاتها.

الشكل( 21 )
كلف نقل الغاز الطبيعي




## 2-3 الغاز الطبيعي المضغوط (Compressed Natural Gas – CNG)

يعرف الغاز الطبيعي المضغوط : غاز طبيعي مخزون تحت الضغط في اسطوانات، (يصل إلى حوالي 3000 psi)، حيث يتقلص حجمه بنحو 200 مرة. يستخدم بنطاق واسع كوقود في محركات السيارات. كما تستخدم تقنيات الغاز المضغوط (CNG) في نقل الغاز وتصديره عبر ناقلات خاصة.

## 3-3 تقنيات تسييل الغاز الطبيعي (LNG):

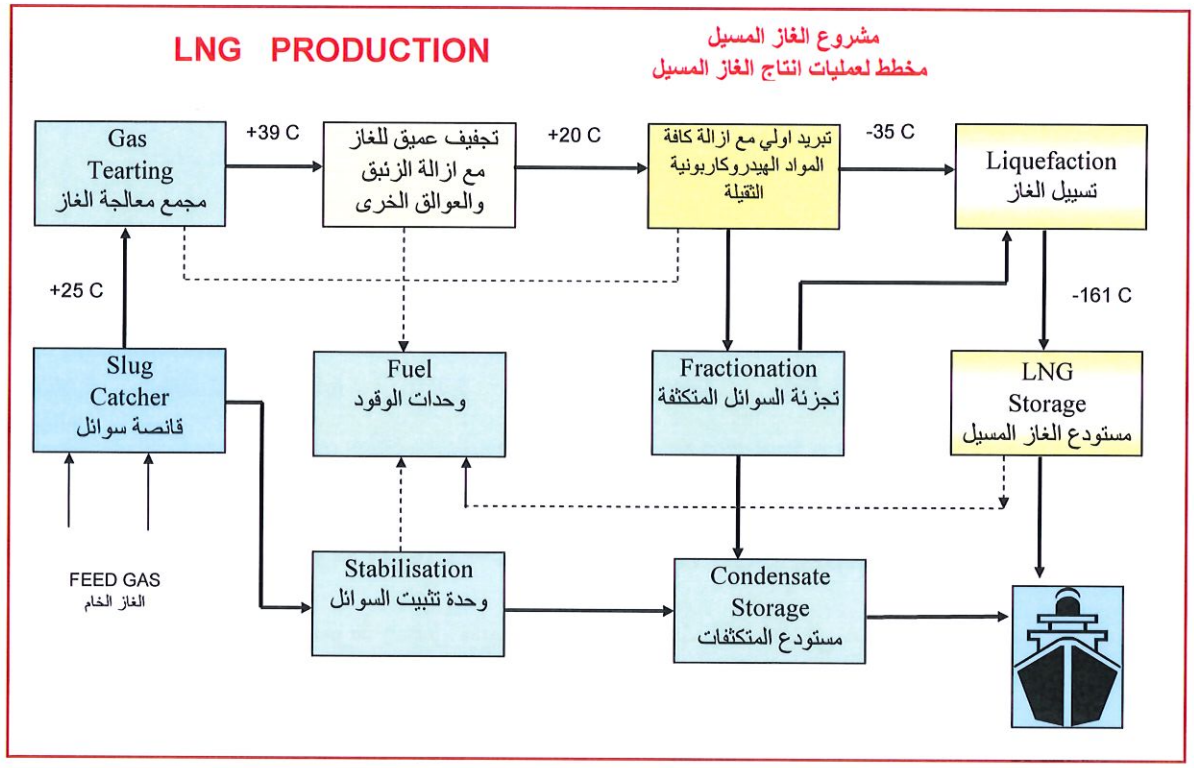
استفادت صناعة الغاز الطبيعي من الخبرة المتراكمة على مر العقود الثلاثة الماضية حيث أصبحت الآن تساهم في سد جزء كبير من احتياجات بعض الدول من الطاقة وخاصة في منطقة آسيا/ الباسفيك. وعلى الرغم من أن أوربا الغربية كانت هي البادئة بتجارة الغاز الطبيعي المسيل عندما أقيم أول مجمع تسييل غاز في العالم في أرزيو بالجزائر لتزويد كل من فرنسا وبريطانيا بالغاز الطبيعي المسيل، إلا أن منطقة آسيا /الباسيفيك سرعان ما التحقت بركب الدول المنتجة والمصدرة له.

وتشمل مشاريع صناعة الغاز المسيل (LNG) ثلاث حلقات أساسية هي:

- **منشآت التسييل و التصدير:** وتتضمن منشآت تسييل الغاز والخزن ومرافئ التحميل والمنشآت البحرية.
- **النقل:** حيث يتطلب توفير ناقلات متخصصة وبالطاقة المطلوبة.
- **منشآت الاستلام:** وتتضمن مرافئ استقبال الناقلات ومنشآت للخزن وإعادة تبخير الغاز المسيل.

ويوضح الشكل (22) عمليات تسييل الغاز الطبيعي.

**الشكل (22)**
**عمليات تسييل الغاز الطبيعي**




## أولاً- منشآت التسييل والتصدير:

شهدت كلف وحدات تسييل الغاز انخفاضاً كبيراً خلال السنوات الماضية، فبعد إن كانت كلفها لوحدها تبلغ بحدود (550) دولار /طن عام 1990، انخفضت إلي حوالي (240) دولار /طن عام 2002. و وصلت إلى حوالي (200) دولار/ طن تقريباً في عام 2010 . ويتوقع أن تنخفض إلى (150) دولار /طن في عام 2030. كما ازدادت سعات خطوط الإنتاج (Trains) تدريجياً من حوالي (0.5) مليون طن/سنة الى حوالي (7.8) مليون طن /سنة . ولكن بالرغم من ذلك فإن الكلف الإجمالية تبقى عالية خاصة بالنسبة للمشاريع الجديدة التي تتطلب إنشاء ميناء التصدير والمنشآت المساندة. وتتطلب هذه المنشآت وجود منفذ بحري مناسب لتصدير كامل إنتاج الغاز المسيل.

تتمثل عملية تسييل الغاز الطبيعي في تخليصه من الحرارة المحسوسة والكامنة وذلك عن طريق استخدام مادة مبردة، ويمكن ان تكون هذه المادة جزءا من الغاز اللقيم كما هو الحال في الدورة المفتوحة (Open Cycle Process) أو سائل مبرد يتم تدويره بصورة مستمرة في جهاز التسييل كما هو الحال في الدورة المغلقـــــــــــة (Closed Cycle Process).

وتستخدم حالياً ثلاث طرق رئيسية من دورات التبريد، لكل منها مزاياها الخاصة التي تجعلها أكثر ملاءمة من الناحية الاقتصادية لمشروع ما بناء على الطاقة الإنتاجية لهذا المشروع ومكونات الغاز المراد تسييله. ويوضح **الجدول (4)** مجمعات التسييل في الدول العربية.

- **الدورة المتتابعة (Cascade Cycle):** يتم خلال هذه الطريقة تبريد وتكثيف الغاز في المبادلات الحرارية الخاصة باستخدام ثلاث دوائر تبريد منفصلة الواحدة عن الأخرى، ويتم التحكم بها بصورة منفصلة مما يعطي لها مرونة تشغيلية، وتتكون الدوائر الثلاثة من مراحل متعددة يتم فيها ضغط ثم تمديد المادة المبردة على ثلاثة مستويات من درجات الحرارة، حيث يستخدم في المرحلة الأولى للتبريد غاز البروبان، وفي المرحلة الثانية غاز الاثيلين، أما في المرحلة الأخيرة فيستخدم غاز الميثان.
- **دورة خليط المواد المبردة (Mixed Refrigerant Cycle):** ان اغلب مشاريع تسييل الغاز التي أنشئت بعد الثمانينات والأخرى في طور الإنشاء اعتمدت طريقة الخليط المبرد مع تبريد أولي بالبروبان والتي طورتها شركة Air Production and Chemicals Inc. (APCI)، وتتلخص هذه الطريقة التي تعمل على إجراء خفض تدريجي لحرارة الغاز الطبيعي المراد تسييله إلى ان يصبح في الحالة السائلة، ويتم ذلك بواسطة استخدام خليط من الغازات المبردة (البروبان ، الايثان والميثان) بدلا من مادة واحدة مما يؤدي الى تبسيط عمليات التسييل بشكل كبير . وقد تطورت هذه الطريقة أخيرا وازدادت كفاءتها.
- **دورة تمديد الغازات (Expander Cycle):** ويتم خلال هذه الطريقة استخدام الميثان أو النيتروجين كغاز تبريد، و لأجل الحصول على التبريد اللازم يتم ضغط تيار من الغاز ثم تمديده من خلال أداء شغل خارجي، ويجري تبريد الغاز المضغوط في مبادل حراري بواسطة تيار من الغاز المبرد وكما يتم تمديد الغاز المضغوط خلال عنفة (Expander) تكون فيها الانتروبيا (Entropy) ثابتة تقريبا، بحيث يتم الحصول على خفض كبير في درجات الحرارة تفوق تلك المتوقع حصولها عند استخدام الصمام الخانق (Joule- Thomson Valve). يتم استخدام الغاز البارد المنخفض الضغط لتبريد الغاز المغذي ومن ثم يتم تدويره بإعادة ضغطه في الضاغطة الرئيسية أو إضافة ضاغطة إضافية. وتمتاز هذه الطريقة بسهولة التشغيل والإيقاف لبساطتها وعدم تأثرها بتركيب الغاز المغذي وان غاز التبريد يكون دائما في المرحلة الغازية، ومن سلبيات هذه الطريقة هي ارتفاع استهلاك الطاقة مقارنة بالطرق الأخرى، ويفضل استخدامها في المجمعات الصغيرة الحجم أو المنصات البحرية حيث يتطلب الأمر تبسيط العمليات كتعويض عن كبر استهلاك الطاقة.

## ثانيا – نقل الغاز المسيل:

بلغ عدد الناقلات العاملة في العالم في عام 2009 أكثر من 333 ناقلة ، بزيادة نسبتها 33.2% عن عام 2007. في حين ازدادت طاقة النقل المتاحة من 31.8 مليار متر مكعب عام 2007 لتصل إلى 47.7 مليار متر مكعب عام 2009 ، أي بزيادة نسبتها 49.5%. تقدر كلف الناقلة الواحدة سعة (137) ألف م3 حالياً بحدود (160 – 175) مليون دولار، منخفضا من 250 مليون دولار في عام 1990 . والجدير بالذكر ان حجم الناقلات قد وصل حاليا إلى 153 ألف متر مكعب وبكلفة بلغت أكثر من (230) مليون دولار. وعليه فإن كلفة ناقلات الغاز المسيل تعادل أكثر من ضعف كلفة ناقلات النفط العملاقة (300) ألف طن مع إن سعتها تعادل حوالي ربع سعة هذه الناقلات. لذلك فإن كلفة النقل تمثل جزءاً مهماً من اقتصاديات المشروع. **الشكل (23)** صورة لناقلة الغاز المسيل.

**الشكل (23)**
**ناقلة الغاز المسيل (LNG)**

## ثالثا- منشآت الاستلام وإعادة التبخر:

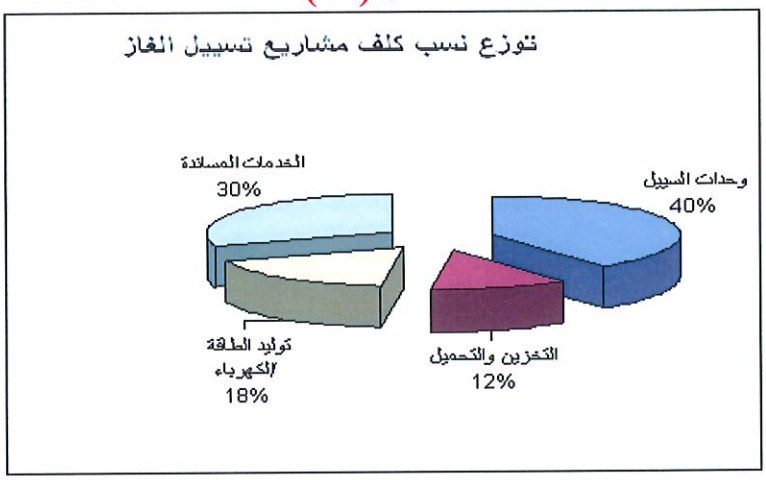
وأهم جزء من هذه المنشآت هو الميناء أو المرفأ المخصص لاستقبال الناقلات والذي يتطلب عادة استثمارات عالية، وتعتمد كلف إعادة التبخير على حجم المرفأ، حيث يمكن أن تكون بحدود (0.55) دولار / مليون وحدة حرارية بريطانية في مرفأ طاقته (3.5) مليار م3 /سنة، وحوالي (0.37) دولار /مليون وحدة حرارية بريطانية فقط في مرفأ طاقته (8) مليار م3 /سنة. هذا وقد شاع استخدام منشآت عائمة لإعادة تغويز الغاز المسيل وتفريغه (Floating Storage & Re-gasification Unit - FSRU) في السنوات الأخيرة. وقد تم استخدام بعض الناقلات القديمة بعد إعادة تحويرها وتهيئتها كمحطات استلام الغاز الطبيعي المسيل وإعادة تغويزه وضغطه إلى شبكات توزيع الغاز المحلية. وعلى سبيل المثال، تم استخدام هذه التقنيات في دولة الكويت ، لتلبية الحاجة المتزايدة للغاز في قطاع توليد الطاقة الكهربائية وتحلية المياه في فترات الاستهلاك الكبيرة في فصل الصيف.

## رابعا – منظومة خزن وتحميل الغاز المسيل (Storage & Loading):

يخزن الغاز المسيل في خزانات خاصة في انتظار تحميله على الناقلات، وتصنع هذه الخزانات عادة من الفولاذ الذي يحتوي على نسبة 9 بالمائة من النيكل لتتحمل درجات الحرارة المنخفضة للغاز المسيل. ولأجل المحافظة على درجة الحرارة التي تبلغ (-161 م) يتم إضافة نظام من العوازل لهذه الخزانات. وتستخدم الغازات الناتجة من تبخر الغاز المسيل في الخزانات كوقود في مجمع التسييل.
تمثل كلفة تلك الخزانات جزءا هاما من إجمالي كلفة المشروع، حيث تقدر بحوالي 12 بالمائة أو أكثر.

**توزع كلف مشاريع الغاز المسيل (LNG):** توزع التكاليف الرأسمالية لمختلف مكونات مجمع لتسييل الغاز كما يلي: 40% لوحدات التسييل، 12% التخزين والتحميل، 18% الخدمات العامة (كهرباء بخار...) و30% للمرافق العامة . كما هو مبين في **الشكل (24)**.

## الشكل (24)




## الجدول (4)

**مشاريع تسييل الغاز القائمة في الدول العربية والمخطط لها**

| القطر | مصنع تسييل الغاز | الطاقة التصميمية | | تاريخ بدء الإنتاج |
|---|---|---|---|---|
| | | مليون طن/سنة | عدد خطوط الإنتاج | |
| الجزائر | أرزيو GL4Z | 1.7 | 3 | 1964 |
| | أرزيو GL1Z | 8.8 | 6 | 1978 |
| | أرزيو GL2Z | 8.8 | 6 | 1981 |
| | سككيدا | 4.1 | 3 | 1972 |
| ليبيا | مرسى البريقه | 3.2 | 4 | 1970 |
| الإمارات | جزيرة داس | 5.4 | 3 | 1994،1977 |
| قطر | قطر غاز – 1 | 9.6 | 3 | 1997 |
| | قطر غاز – 2 | 15.6 | 2 | 2009،2007 |
| | قطر غاز – 3 | 7.8 | 1 | 2009 |
| | قطر غاز – 4 | 7.8 | 1 | 2012 |
| | رأس غاز – 1 | 6.6 | 2 | 1999 |
| | رأس غاز – 2 | 14.1 | 3 | 2007 ،2004 |
| | رأس غاز – 3 | 15.6 | 2 | 2009،2010 |
| اليمن | اليمن LNG | 6.7 | 2 | +2010 ،2009 |
| | ادكو | 7.2 | 2 | 2005 |
| | دمياط | 5 | 1 | 2005 |
| عمان | عمان LNG | 7.3 | 2 | 2000 |
| | عمان LNG قلهات | 3.7 | 1 | 2006 |

**Reference: World LNG, Energy Intelligence Research, 2010.**

## 4-3 صناعة تحويل الغاز إلى سوائل (GTL):

تعود تقنيات الحصول على الوقود السائل المصنع من الغاز إلى عام 1923 عندما قام العالمان ( Francz Fischer) و(Hans Tropsch) باكتشاف العامل المحفز (catalyst) الذي يعمل على تحويل مزيج من غاز أول أكسيد الكربون وغاز الهيدروجين إلى سوائل هيدروكاربونية عالية الجودة. ويدعى هذا المزيج بالغاز المصنع (Synthesis Gas) أو السنغاز (Syngas) . لقد عرفت هذه الطريقة بطريقة فيشر – تروبش (FT) نسبة إلى مكتشفيها، وكان من أهم أسباب اكتشافها في بادئ الأمر الحاجة إلى إنتاج وقود سائل من مصادر غير نفطية لعدم توفر النفط الخام في ألمانيا آنذاك لإنتاج الوقود بالطريقة الاعتيادية، ولوجود مصادر الغاز الطبيعي أو توفر الفحم الحجري ومنها يمكن إنتاج الغاز المصنع (Syngas) الذي يحول بالطريقة أعلاه إلى أنواع أخرى من الوقود السائل.

في عقد التسعينات ازداد اهتمام العديد من الشركات العالمية، ومنها على سبيل المثال: شركة (SASOL) و(SYNTROLEUM) و(SHELL) وغيرها من الشركات، بهذه الطريقة والتي صارت تسمى طريقة (GTL)، وقامت بأعمال البحث والتطوير مستهدفة خفض التكاليف، وقد قطعت خطوات هامة نحو هذا الهدف بحيث قاربت هذه الطريقة في اقتصادياتها طريقة تسييل الغاز (LNG)، وذلك حسبما أشارت إليه نتائج بعض الأبحاث على مستوى المشروع الرائد. تتصف منتجات هذه الطريقة بأنها متوائمة مع المواصفات الجديدة، التي تلائم التشريعات المتشددة من أجل حماية البيئة من الملوثات.

### 1-4-3 تقنيات (Technologies) عمليات التصنيع

يبين **الشكل (25)** مخططا عاما لعمليات تحويل الغاز ومخلفات النفط إلى وقود عالي الجودة أو مواد كيمياوية ذات استخدامات مهمة، تتألف هذه الطريقة بالأساس على عمليات الإنتاج التالية:

1. إنتاج الأوكسجين اللازم للتفاعل.
2. إنتاج الغاز المصنع.
3. إنتاج السوائل.
4. تحويل السوائل إلى وقود أو مواد كيماوية.

### 2-4-3 الطاقة الإنتاجية

أشارت الدراسات والأبحاث المنشورة الى تباين واسع في سعة الطاقة الإنتاجية النظرية لهذه الوحدات (2.5 – 300) ألف برميل / يوم أو أكثر. وتعتمد طاقة أي مشروع على معدلات الغاز المجهز (لقيم) إضافة إلى عوامل أخرى، إذ يتطلب إنتاج برميل واحد من النفط المصنع استخدام حوالي (10) آلاف قدم مكعب من الغاز الطبيعي، وبناء على ما تقدم فإن إنتاج نفط مصنع بمعدل (50) ألف برميل/ يوم يتطلب توفير غاز بمعدل (500) مليون قدم مكعب قياسي /يوم. والجدير بالذكر بدأ في دولة قطر تشغيل أول مصنع بهذه الطريقة (مصنع المها) بطاقة 34 ألف برميل /ي في عام 2006. إضافة إلى مشاريع أخرى في طور الإنشاء. وبذلك تصبح قطر من الدول الرائدة في استخدام هذه التقنيات.

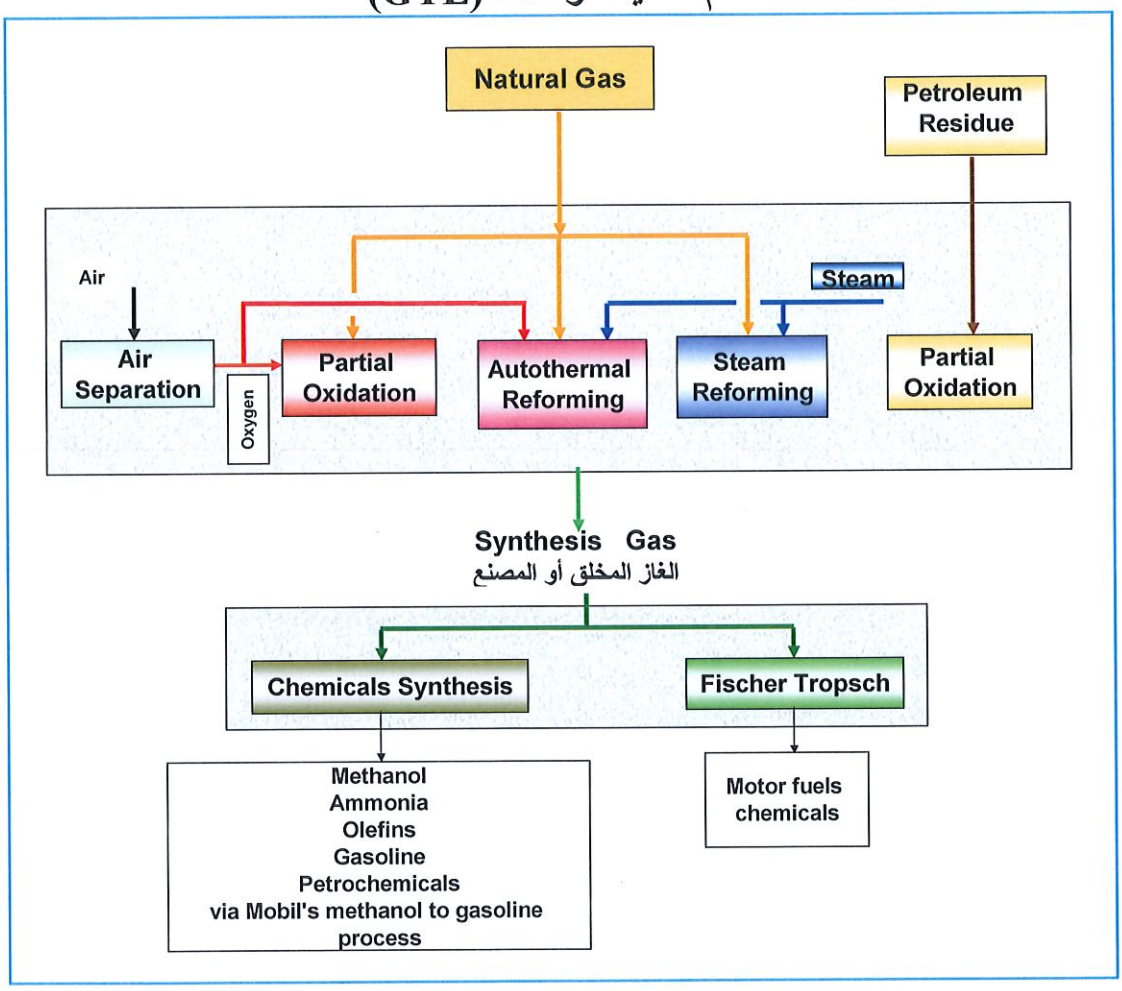
### 3-4-3 اقتصاديات طريقة GTL

حدث تقدم ملموس في تقليص كلف إنشاء وحدات تصنيع (GTL) خلال السنوات الماضية، فبينما كانت كلفة الجيل الأول من الوحدات (70) ألف دولار / لكل برميل أصبحت كلفة الجيل الجديد بحدود (30) ألف

دولار / برميل. إلا أن كلفها لا تزال مرتفعة مقارنة بوحدات تسييل الغاز. والجدير بالذكر تعتبر دولة قطر من الدول الرائدة في استخدام هذه الطريقة لتوفر احتياطيات كبيرة من الغاز وحاجتها إلى إضافة قيمة اقتصادية للغاز المنتج بتصدير منتجات هذه الطريقة ذات المواصفات الممتازة والملائمة للبيئة. وقد حذت الجزائر ومصر ودول عربية أخرى حذو دولة قطر، وبدأت في دراسة إنشاء تلك الوحدات.

**الشكل (25)**

**مخطط عام لعمليات وحدات (GTL)**




## المصطلحات المستخدمة

| | | | |
|---|---|---|---|
| Steam Reforming | التهذيب البخاري | Ceramic Membrane Reactor | مفاعل الغشاء الخزفي |
| Partial Oxidation | الأكسدة الجزئية | Slurry Bed Catalyst | عامل حفاز بالسرير الطيني |
| Compact Steam Reforming | التهذيب بالبخار المدمج | Hydro Cracker Fixed Bed Catalyst | التكسير الهيدروجيني بالحفاز المثبت |
| Auto thermal reformer | التهذيب الحراري الذاتي | | |

# الفصل الرابع

# مجالات استخدام الغاز الطبيعي

## 4- 1- استخدام الغاز الطبيعي في القطاع النفطي:

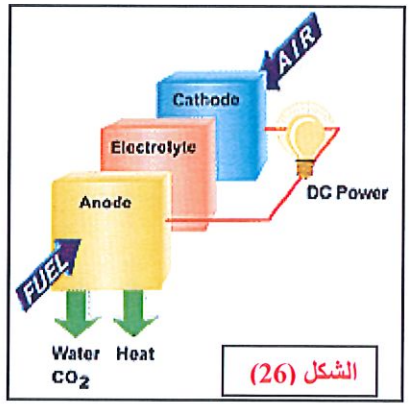
يستخدم الغاز الطبيعي في الصناعة النفطية كوقود، والجزء الأكبر من الاستخدام هو في عمليات حقن الغاز لدعم الضغط المكمني والاستخلاص الثانوي، حتى تخزينه في حالة توفره لتفادي حرقه.
ارتفعت كميات الغاز المحقونة في حقول دول أوبك، من حوالي (182.8) مليار متر مكعب عام 2005 إلى حوالي (192.4) مليار متر مكعب عام 2009 أي بزيادة نسبتها 5.3%. تحتل الجزائر المرتبة الأولى بين الدول العربية في كميات الغاز المحقون، حيث بلغت ما يقارب 95.0 مليار متر مكعب عام 2009.

## 4 - 2- استخدام الغاز الطبيعي في القطاع الصناعي:

يستخدم الغاز الطبيعي في الصناعة كلقيم ووقود وأكثر الصناعات استخداما للغاز الطبيعي، الصناعات البتروكيماوية، وصناعة الأسمدة، والصناعات المستنزفة للطاقة مثل الاسمنت والألمنيوم والفولاذ .... وغيرها.

## 4 - 3 - خلايا الوقود العاملة بالغاز الطبيعي:

تعمل خلايا الوقود بالأساس على تحويل الطاقة الكيماوية من تفاعل غازي الهيدروجين والأكسجين إلى طاقة كهربائية وتوليد التيار الكهربائي المستمر (DC) لشتى الاستخدامات ، ويتم تحويله إلى التيار المتناوب في محولات التيار إن اقتضى ذلك . وهي تشابه عمل البطارية الكهربائية ، حيث تقوم بتوليد التيار الكهربائي من التفاعلات الكيماوية ، و يكمن الفرق في قصر عمر البطارية بينما يستمر عمل خلية الوقود وإنتاجها للتيار الكهربائي لفترات طويلة طالما تغذى بالهيدروجين والأكسجين . يبين **الشكل (26)** المكونات الأساسية لخلايا الوقود. والتي تتألف من اللوح السالب ، واللوح الموجب ، والمادة الفاصلة بينهما، ومدخل الوقود ، ومدخل الهواء أي الأكسجين.



الشكل (26)

تعمل خلايا الوقود مباشرة على الأكسجين من الهواء الجوي، في حين يعتبر توفير الهيدروجين بسعر مناسب احد مثالب خلايا الوقود ، وقد تم التوصل بنجاح إلى إمكانية استخدام أنواع من الوقود الاحفوري بديلا عنه، بإضافة معدات (Reformer) إلى خلايا الوقود تعمل على تحويل الوقود وإنتاج الهيدروجين منه. حيث يعتبر استخدام الغاز الطبيعي (الميثان) و غاز البترول المسال والميثانول نقلة نوعية كبيرة في تطوير تقنيات خلايا الوقود وتصنيعها . وفي اليابان يجري العمل على تصنيع وإنتاج

خلايا الوقود تعمل على المشتقات النفطية مثل الكيروسين . لا تزال هذه المشاريع في المراحل التجريبية، وتتطلب بذل جهود كبيرة للتوصل إلى الاستخدام التجاري.
توصل العلماء إلى أنواع مختلفة من خلايا الوقود، التي تستخدم في توليد الطاقة الكهربائية، ومنها على سبيل المثال: هي

1- خلايا الوقود القلوية (Alkali Fuel Cell)
2- خلايا وقود منصهر الكربونات (Molten Carbonate Fuel Cell) (MCFC) :
3- خلايا وقود حامض الفوسفوريك (Phosphoric Acid Fuel Cell) (PAFC):
4- خلايا وقود أغشية البروتون (Proton Exchange Membrane Fuel Cell) (PEM):
5- خلايا الوقود الصلب (Solid Oxide Fuel Cell) (SOFC) :

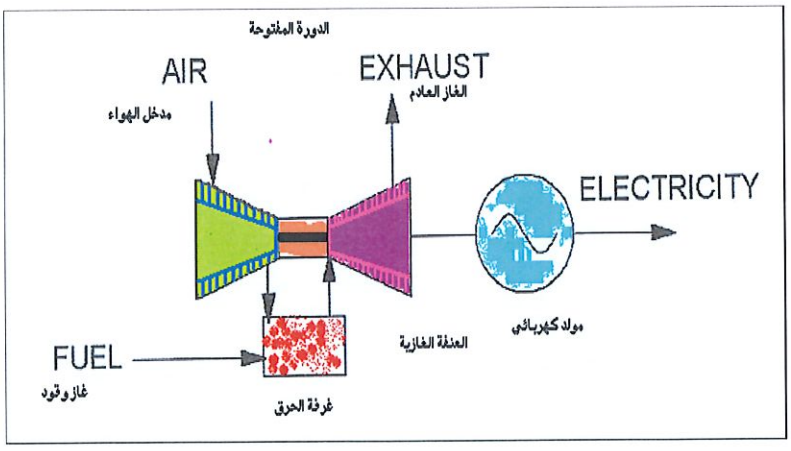
## 4-4 استخدام الغاز الطبيعي في توليد الطاقة الكهربائية:

شكل الغاز الطبيعي الوقود الرئيس والمفضل في قطاع توليد الطاقة الكهربائية، حيث يتمتع بمزايا كثيرة جعلته الخيار المفضل في محطات توليد الطاقة الكهربائية الحديثة والتي تستخدم العنفات الغازية للحصول على أعلى كفاءة تحويل الغاز إلى كهرباء وعلى الأخص في الدورة المركبة ( *COMBINED CYCLE*)، إضافة إلى المزايا الفنية والاقتصادية ، التي فاقت طرق التوليد البخارية والطرق الحرارية الأخرى ، مع الإيفاء بمتطلبات وشروط الحفاظ على البيئة ومنها قلة انبعاث أكسيد النتروجين وباقي الملوثات . تقسم العنفات عمليا إلى نوعين حسب طبيعة استخدامها في توليد الطاقة الكهربائية.

### أولا، العنفات الغازية (الدورة المفتوحة) Gas Turbine :

استخدمت العنفة الغازية بالأساس في صناعة محركات الطائرات الحديثة، وتمثل حالياً الجزء الرئيسي لمحطات توليد الطاقة ، يوضح الشكل (27) نموذجاً للعنفة الغازية أحادية الدورة .

**الشكل (27)**
عنفة غازية لتوليد الكهرباء أحادية الدورة (الدورة المفتوحة)

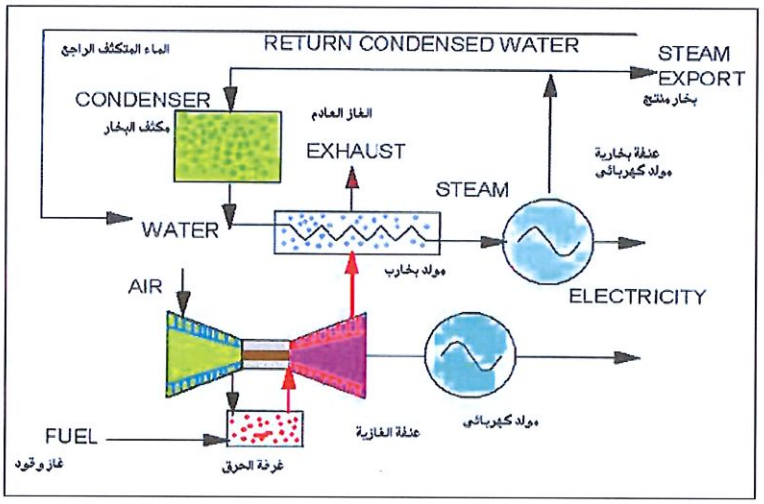


## ثانيا، العنفات الغازية (الدورة المركبة) Combined – Cycle Turbines :

وتمثل هذه المعدات احد نماذج التوليد المؤتلف للطاقة الحرارية والقدرة (CHP) ، كما اشرنا إليه آنفاً ، حيث يعاد استخدام غازات الاحتراق الحارة المنبعثة الى الجو من العنفات الغازية أحادية الدورة (الدورة المفتوحة) من خلال تركيب مولدات بخارية لغرض توليد البخار اللازم لإدارة مولدات الطاقة الكهربائية البخارية في منظومة الدورة المركبة وتسمى أحيانا بعنفات الدورة المركبة ، ويستفاد من تبريد الأجزاء الساخنة في العنفة الغازية لتوفير توليد إضافي لدورة البخار والتي تضيف كفاءة صافية تصل إلى 58% من القيمة الحرارية الدنيا (LHV). يوضح الشكل (28) نموذجاً لهذه المنظومة

**الشكل (28)**

نموذج للدورة المركبة




تستخدم هذه المنظومة في بناء محطات توليد كهربائية كبيرة تتجاوز طاقاتها 200 ميغا واط أو أكثر، وكما تمتاز بارتفاع كفاءتها وتكلفتها المالية مع الحصول على طاقة إضافية بنفس كميات الوقود المستخدم .

## 4 - 5 استخدام الغاز الطبيعي في قطاع النقل:

استحوذ الغاز الطبيعي ومشتقاته مثل غاز البترول المسال (LPG) والميثانول المنتج من الغاز باهتمام متزايد في السنوات القليلة الماضية كمنافس بديل للمشتقات البترولية التقليدية وخصوصا الغازولين والديزل المستخدمة في وسائط النقل المختلفة ، وذلك للمزايا العديدة التي يمتاز بها الغاز الطبيعي كوقود نظيف واقل تلويثا للبيئة إضافة إلى المزايا الفنية العديدة ، حيث شهدت استخدامات الغاز الطبيعي المضغوط في وسائط النقل المختلفة نموا في العديد من الدول كبديل محتمل للغازولين كوقود للسيارات خاصة في المدن المزدحمة لما يتمتع به من مزايا، لعل أبرزها خلوه من الكبريت وعدم تركه مخلفات عند احتراقه، كما ان استخدامه كوقود للنقل بعد معالجته يقلل من انبعاث أول أكسيد الكربون بشكل كبير مقارنة بالغازولين لأنه يحترق بشكل أفضل من الوقود السائل، مما شجع على استخدامه على نطاق واسع خاصة في المدن الكبرى في العالم كما هو الحال في العاصمة الباكستانية كراتشي والعاصمة الأرجنتينية بيونس آيرس. وتجدر الإشارة إلى إصدار باكستان تشريعات ملزمة باستخدام هذا الوقود منذ

عام 2007 مع توفير الدعم بكلف إجراء تحوير المركبات والتي تقدر بحوالي 400 دولار لكل سيارة. وقد شهدت إيران والبرازيل أنشارا واسعا في استخدام الغاز المضغوط في وسائط النقل.

وعلى رغم ميزات الغاز الطبيعي المضغوط إلا أن معوقات انتشار استخدامه ما تزال ماثلة أمام المستهلك، ومن هذه المعوقات تعقيدات بنية التوزيع والإمداد، والمساحة الكبيرة المخصصة لخزن الغاز في المركبة، والبطء في وتسارع المركبة ومحدودية المسافة التي تقطعها، فضلا عن مخاطر الضغط المرتفع في الخزانات. ومع ذلك فقد ازداد عدد السيارات العاملة بالغاز الطبيعي المضغوط في العالم من حوالي 5.6 مليون سيارة بداية عام 2007 إلى حوالي 11.36 مليون مركبة في نهاية عام 2009 . كما هو موضح في

**الجدول (5).**

**الجدول (5)**

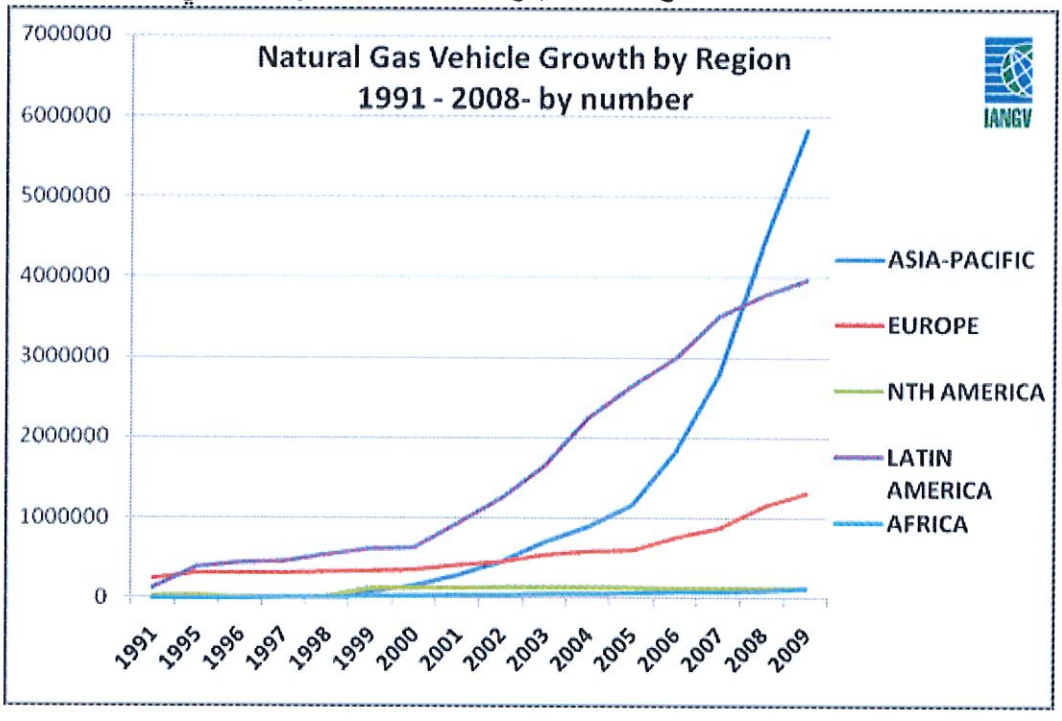
**توزع السيارات العاملة بالغاز الطبيعي المضغوط في العالم عام 2009**

| الدولة | عدد المركبات | عدد المحطات |
|---|---|---|
| باكستان | 2,300,000 | 3,068 |
| الأرجنتين | 1,807,186 | 1,851 |
| إيران | 1,665,602 | 1,021 |
| البرازيل | 1,632,101 | 1,704 |
| الهند | 935,000 | 560 |
| إيطاليا | 628,624 | 730 |
| الصين | 450,000 | 870 |
| كولومبيا | 300,000 | 460 |
| أوكرانيا | 200,000 | 285 |
| بنكلادش | 177,555 | 500 |
| تايلاند | 162,023 | 391 |
| بوليفيا | 121,908 | 128 |
| مصر | 119,679 | 119 |
| الولايات المتحدة | 110,000 | 1,300 |
| أرمينيا | 101,352 | 214 |
| روسيا | 100,000 | 244 |
| ألمانيا | 85,000 | 860 |
| البيرو | 81,024 | 94 |
| تركيا | 3,056 | 9 |
| الإمارات العربية | 305 | 2 |
| الجزائر | 125 | 3 |
| تونس | 34 | 2 |
| باقي دول العالم | 375,211 | 2,098 |
| الإجمالي | 11,355,785 | 16,513 |

وقد شهدت مناطق آسيا الباسفيك أكبر زيادة في عدد المركبات التي تعمل بالغاز تليها مناطق أمريكية الجنوبية، وأوروبا. **الشكل ( 29)** .

**الشكل (29)**

معدلات نمو عدد السيارات العاملة بالغاز الطبيعي




وعلى صعيد الأقطار الأعضاء تعد جمهورية مصر العربية من أوائل الدول التي قامت بتنفيذ برنامج يعتمد على مواردها المتاحة من الغاز الطبيعي واستخدامه وقودا لمركبات النقل. كما يمكن لهذا البرنامج العمل على الحد من التلوث الناجم عن عوادم السيارات التي تعد إحدى المشاكل الكبيرة في مصر وعلى الأخص في العاصمة. حيث ازداد عدد المركبات العاملة بالغاز من 60.9 ألف مركبة عام 2005/2004 مع 93 محطة تموين يتوقع أن تصل إلى 150 ألف مركبة مع 135 محطة تموين عام 2011/2010.

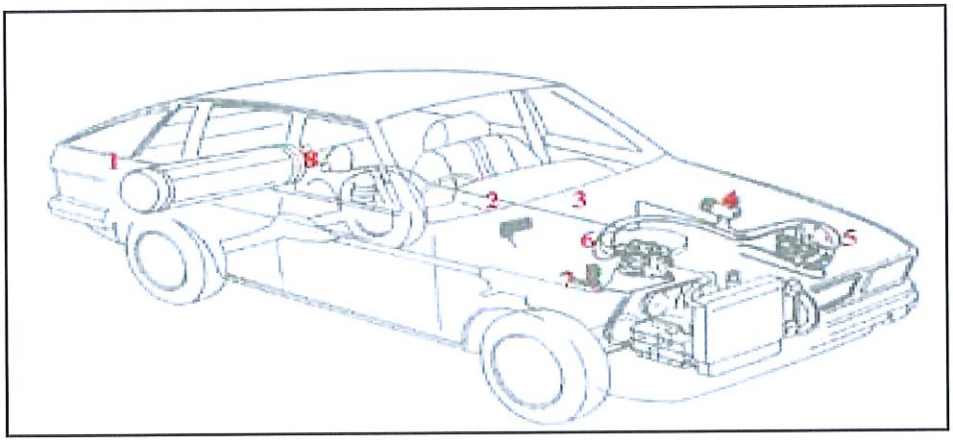
ومن الجدير بالذكر، أن الحكومة المصرية تعمل على تقديم الدعم لاستخدام الغاز الطبيعي المضغوط في السيارات، ومن هذه الإجراءات:

- تسعيرة الغاز بأقل من نصف تكلفة الغازولين.
- تقسيط تكاليف تحويل السيارة إلى الغاز الطبيعي في المرحلة الأولى، ثم إضافتها إلى كلفة الغاز عند شرائه.
- الاستفادة من محطات الغازولين لإضافة مرافق تموين السيارات بالغاز الطبيعي المضغوط، مما يؤدي إلى تخفيض التكاليف المترتبة على إنشاء محطات جديدة للتموين بالغاز. علما بان عدد محطات التموين بالغاز الطبيعي وصل إلى أكثر من 99 محطة تتركز اغلبها في المحافظات ذات التشكيلة السكانية الكبيرة.

وتشير أسواق الغاز المضغوط (CNG) في الولايات المتحدة على اعتماد سعر جالون الغازولين المكافئ لاحتساب سعر الغاز المضغوط. وبما أن الغاز يقاس بالقدم المكعب وليس كالسائل بالجالون لذا تعتمد الوحدة الحرارية البريطانية (Btu) (و.ح.ب) كأساس للمقارنة، وتجدر الإشارة إلى أن حجم (127.77) قدم مكعب من هذا الغاز يكافئ جالون واحد من الغازولين وعلى أساس القيمة الحرارية الدنيا للغاز 900 و.ح.ب / قدم مكعب، وللغازولين 115000 و.ح.ب / جالون. علما بان حجم الغاز المكافئ عند الضغط 200 بار يعادل 0.77 قدم مكعب وان هذا الحجم من الغاز يكافئ واحد جالون من الغازولين. يبين الشكل (30) سيارة تعمل بالغاز الطبيعي المضغوط.

**الشكل (30)**

**سيارة الغاز المضغوط**



# الفصل الخامس

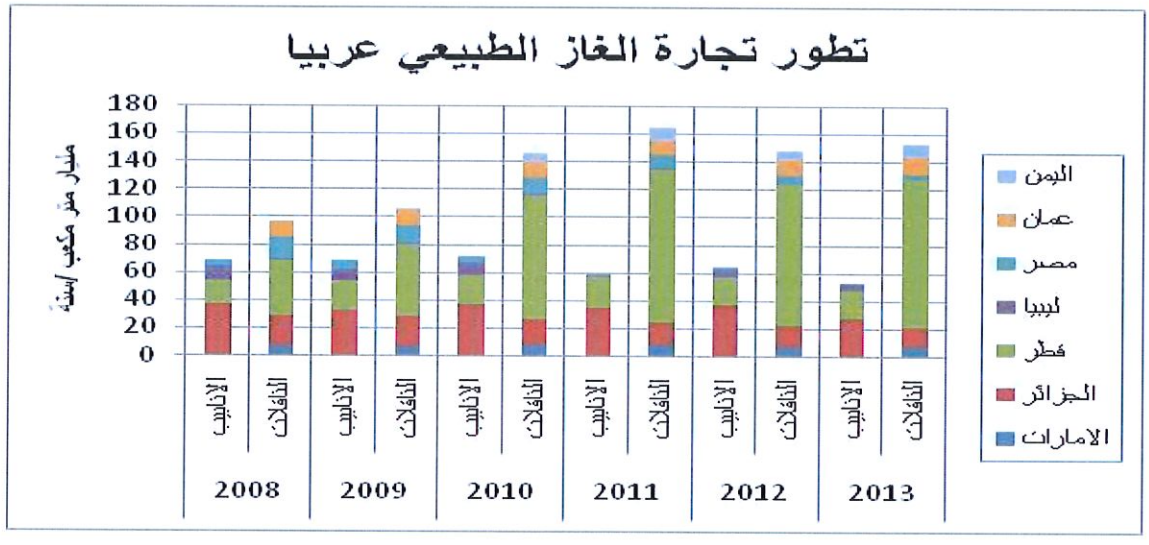
# تجارة الغاز الطبيعي

## 5-1- واقع وآفاق تجارة الغاز الطبيعي عربيا وعالميا:

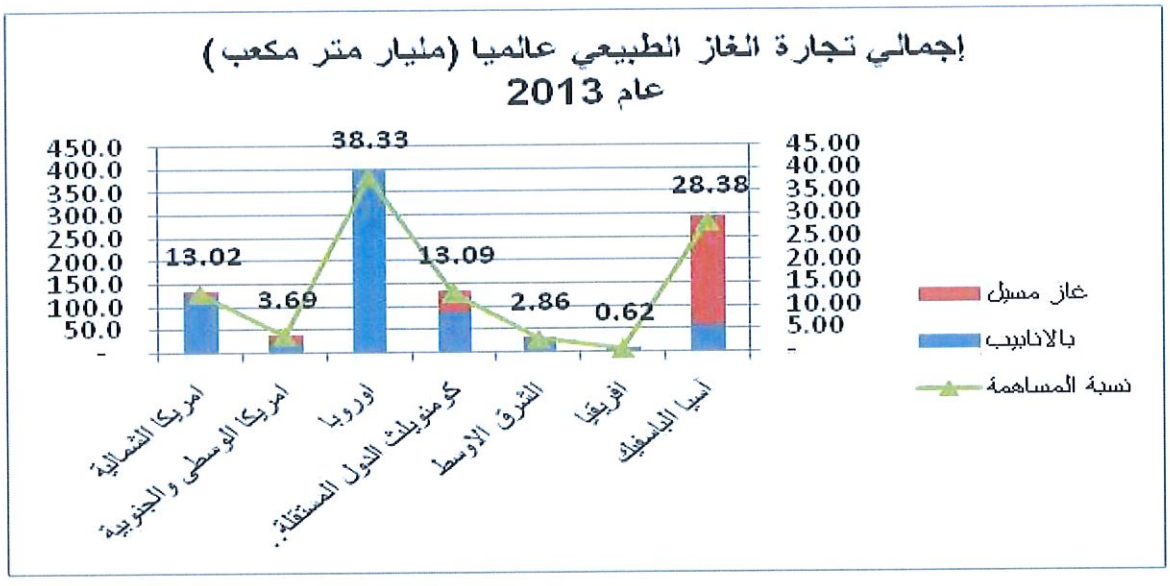
- يسوق الغاز الطبيعي عادة من خلال أنابيب تصدير الغاز في حالته الغازية، أو عن طريق الناقلات بعد تسييله. وقد شهدت تجارة الغاز على المستوى العالمي زيادة إجمالي الصادرات (بنوعيه المسيل وخلال الأنابيب) من 1020.8 مليار متر مكعب عام 2012 لتصل إلى 1035.9 مليار متر مكعب عام 2013 أي بنسبة 1.48% . وتجدر الإشارة إلى أن صادرات الغاز الطبيعي تمثل حوالي 30.7% فقط من إجمالي الإنتاج العالمي للغاز الطبيعي ، حيث يتم استهلاك معظمه محليا.
- حظيت الدول العربية زيادة إجمالي صادراتها من الغاز الطبيعي بنوعيه، من 165.2 مليار متر مكعب عام 2008 لتصل إلى 205.8 مليار متر مكعب عام 2013 بنسبة 24.6% . في حين تراجعت صادراتها عن عام 2012 من 212.7 مليار متر مكعب إلى 205.8 مليار متر مكعب عام 2013 أي بنسبة -3.2%. وتجدر الاشارة إلى ان صادرات الغاز الطبيعي العربية تمثل حوالي 19.87% من إجمالي تجارة الغاز العالمية..
- شهدت تجارة الغاز الطبيعي عالميا خلال عام 2013 نشاطا متباينا في مختلف مناطق العالم، حيث بلغت نسبة مشاركة اسواق دول اوربا حوالي 38.3% من اجمالي حركة تجارة الغاز العالمية تليها منطقة آسيا والباسيفيك بنسبة 28.4% ،

يبين **الشكل ( 31)** تطور تجارة الغاز الطبيعي عربيا ، في حين يبين **الشكل (32)** تجارة الغاز الطبيعي عالميا خلال عام 2013.

**الشكل (31)**



الشكل ( 32 )




## 2-5 أسواق الغاز العالمية:

تقسم الأسواق الرئيسية للغاز الطبيعي في العالم إلى ثلاث أسواق رئيسية لكل منها خصائصها ومتطلباتها وهي: السوق الأمريكية، السوق الأوربية، والسوق الآسيوية/الباسيفيك. ونستعرض فيما يلي تلك الأسواق:

### أولا- السوق الأمريكية

تضم السوق الأمريكية بالدرجة الأولى مناطق أمريكا الشمالية : الولايات المتحدة ، وكندا، والمكسيك وغيرها . ازداد تأثير السوق الأمريكية في العقد الأخير وأخذت تلعب دورا مهما في تجارة الغاز العالمية، نظرا للحاجة المتزايدة للغاز في الولايات المتحدة، خاصة في مجال توليد الطاقة الكهربائية، وأصبحت سوق الغاز الأمريكية من أكثر الأسواق تقدما في الوقت الحالي، حيث شكل استهلاكها حوالي 27% من إجمالي استهلاك الغاز الطبيعي عالميا عام 2013. تمتاز هذه السوق بتجارة الغاز الحرة وعدم وجود أسعار محددة. وتجدر الإشارة إلى أن هذه السوق تشهد أيضا حجما كبيرا في التجارة البينية بين الولايات المتحدة وكندا والمكسيك. كما تتميز السوق الأمريكية عن باقي أسواق الغاز العالمية بالتنظيم والانفتاح وارتباطها بعمليات الخزن الجوفي للغاز الطبيعي، واعتمادها بشكل أساسي على مبدأ التنافس الغاز للغاز (Gas to Gas Competition) .

أدى اكتشاف المصادر غير التقليدية للغاز الطبيعي ونجاح تطويرها وعلى الأخص مصادر غاز صخور السجيل في الولايات المتحدة، إلى زيادة إنتاجها من الغاز الطبيعي لتلبية الطلب المحلي ، وقد أدى ذلك إلى خفض أسعار الغاز الطبيعي على الرغم من حجم الاستهلاك الكبير الذي يشهده ذلك السوق. في حين تراجع استيراد الغاز الطبيعي المسيل في الولايات المتحدة، وتحويل الشحنات المصدرة للسوق الأمريكية إلى باقي أسواق الغاز العالمية في أوروبا وآسيا، مما زاد العرض وتراجع الأسعار في تلك الأسواق أيضا.

## ثانيا - سوق الغاز الأوربية

تشمل منطقة سوق الغاز الأوروبية: دول الاتحاد الأوروبي وباقي الدول الأوروبية. حيث تحتل سوق أوروبا المرتبة الثانية بين أسواق العالم بعد سوق أمريكا الشمالية. حيث وصلت نسبة استهلاكها حوالي 16.8% من إجمالي استهلاك العالم للغاز الطبيعي عام 2013. تسد أوروبا احتياجاتها من الغاز من ثلاثة مصادر هي: روسيا وكومنولث الدول المستقلة، و دول شمال إفريقيا (الجزائر، و ليبيا)، وبحر الشمال وتأتي معظم الصادرات ( تجارة بينية ) من دولتين هما النرويج و هولندة. تسعى الدول الأوروبية إلى البحث عن مصادر جديدة لتأمين وارداتها من الغاز الطبيعي المصدر وعلى الأخص من دول منطقة الشرق الأوسط. وهي بذلك تدعم فنيا وماليا بناء أنابيب نقل الغاز العملاقة مثل خط نابوكو، وخط الغاز العربي لنقل الغاز الطبيعي من الدول العربية عبر تركيا إلى السوق الأوروبية، بالإضافة إلى ما يجري تصديره حالياً إلى السوق الأوربية وتركيا، لتلبية جزء من العجز المتوقع في أوروبا، لاسيما لبلدان جنوب أوروبا وتركيا.

تعمل الدول الأوروبية حاليا على تطوير مصادرها الهائلة من المصادر غير التقليدية للغاز الطبيعي ومنها : غاز صخور السجيل، و غاز طبقات الفحم. إضافة إلى بناء المزيد من أنابيب نقل الغاز الطبيعي الروسي عبر بحر البلطيق و عبر البحر الأسود. ستؤدي هذه المشاريع عند اكتمالها إلى تأمين حاجات السوق الأوروبية من الغاز الطبيعي مستقبلا والحد من زيادة الأسعار، بتوفير المنافسة التجارية بين مختلف مصادر الإمدادات.

## ثالثا - سوق الغاز الآسيوية - الباسيفيك

تضم هذه السوق دول مناطق جنوب شرقي آسيا والباسيفيك، مثل اليابان وكوريا الجنوبية والصين، والهند، وماليزيا، واستراليا، وغيرها . وهي ثالث سوق غاز في العالم من حيث الحجم، فقد بلغ استهلاكها للغاز ما يعادل حوالي (19%) من مجموع الاستهلاك العالمي لعام 2013، وبسبب البعد الكبير بين مراكز الاستهلاك والتجهيز فان معظم تجارة الغاز تتم بالناقلات بصورة (غاز مسيل)، وفي هذا المجال تعتبر هذه السوق اكبر سوق في العالم للغاز المسيل.

أدت التطورات الأخيرة في أسواق الطاقة، إلى ظهور الأسواق الفورية والمستقبلية للغاز الطبيعي، إضافة إلى ظهور مشاريع جديدة ودخول مصدرين ومستوردين جدد إلى سوق الغاز. وتشير الدراسات إلى أن سوق الغاز تمر بمرحلة تحول كبيرة باتجاه توحيد مؤشرات الأسعار والاستقلال والابتعاد تدريجيا عن تقلبات أسواق النفط العالمية .

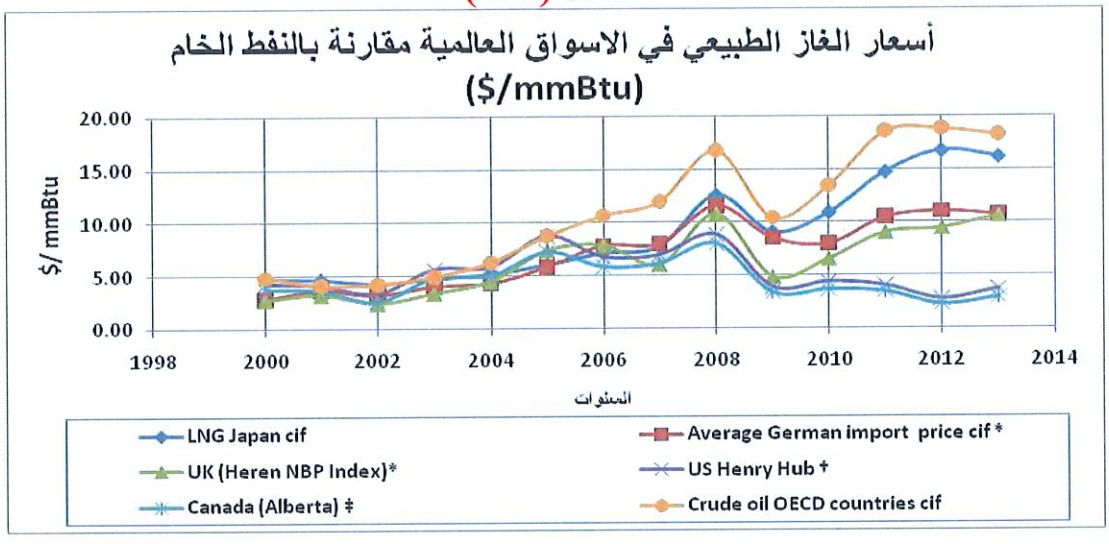
## 3-5 تطور معدلات الأسعار العالمية للغاز الطبيعي[1]

شهدت معدلات أسعار الغاز الطبيعي، سواء أكان الغاز المنقول بواسطة خطوط الأنابيب أو الغاز الطبيعي المسيل، تباين ملحوظ في اسعاره في الأسواق الرئيسية خلال عام 2013 بالمقارنة مع معدلاتها خلال عام 2012، حيث ارتفع معدل سعر الغاز الطبيعي في أسواق كندا بمعدل وصل إلى

[1] BP- Statistical Review of World Energy, 2013

29% ، كما ارتفعت معدلات أسعاره في أسواق الولايات المتحدة إلى 34.3%. وقد ارتفعت أسعاره ايضا في المملكة المتحدة بمعدل وصل إلى 12.3% ، وتراجعت أسعار الغاز الطبيعي في أسواق دول الاتحاد الأوروبي بنسبة 2.8%. كما انخفض معدل سعر الغاز الطبيعي الواصل إلى اليابان بحدود 3.5% (على شكل غاز طبيعي مسيل) . الشكل ( 33 ) . هذا وقد تراجعت أسعار النفط الخام في أسواق دول منظمة التعاون والتنمية (OECD) خلال عام 2013 بنسبة 3% مقارنة بعام 2012 .[1]

الشكل ( 33 )




## 4-5 نظرة عامة حول تسعيرة الغاز الطبيعي:

تعتمد بيانات أسعار الغاز الطبيعي على المحتوى الحراري للغاز. ويتم نشر أسعار الغاز الطبيعي عادة بالدولار الأمريكي لكل (مليون وحدة حرارية بريطانية) (MM Btu). يتألف سعر الغاز الطبيعي من الناحية النظرية من مجموعة من المكونات: هي

- التكاليف المالية لمشاريع إنتاجه، ومعالجته، ونقله ، وتسويقه (الكلف الرأسمالية والتشغيلية)، إضافة إلى تكلفة مشاريع تسييل الغاز الطبيعي، وناقلات الغاز المسيل وغيرها.
- العائدات الكبيرة من تصدير منتجات سوائل الغاز الطبيعي المصاحب لإنتاج الغاز الطبيعي المسوق، والتي تعتبر عاملا اقتصاديا داعما لمشاريع الغاز الطبيعي.
- الربح (المردود الاقتصادي المقبول تجاه الاستثمارات المالية وحركة السوق).
- معامل النضوب أو معامل ريع الغاز، وهو جزء من السعر للتعويض عن نضوب مصادر الغاز.
- استمرار زيادة الطلب على الغاز الطبيعي باعتباره وقودا نظيفا وضمن متطلبات معاهدات وقوانين حماية البيئة التي تم إقرارها دوليا.
- يتنافس الغاز كوقود مع النفط الخام ومشتقاته، و باقي أنواع الوقود، وان تحديد سعره يتطلب اخذ أسعار تلك الأنواع من الوقود بنظر الاعتبار .

[1] BP, Statistical Review 2013

تتأثر تسعيرة الغاز الطبيعي بطبيعة الموقف التفاوضي لكل من البائع والمشتري ، وكذلك بالإستراتيجية التسويقية التي يتبعها البائع، إضافة إلى العديد من الاعتبارات الأخرى والسائدة في البلدان المستوردة للغاز وتلك المتصلة بطبيعة السوق ونوعية المنتج.

## 5-5 بعض أساليب تسعير الغاز الطبيعي :

تتميز أسعار الغاز الطبيعي عالميا بطبيعة إقليمية ، حيث تختلف من منطقة إلى أخرى وأحيانا من مستخدم إلى آخر في المنطقة ذاتها. تختلف عملية تسعير الغاز الطبيعي عن النفط الخام، حيث يسوق الغاز إما من خلال منظومات الأنابيب أو بالناقلات كغاز مسيل، وفي كلا الحالتين تتأثر أسعار الغاز بتذبذب أسعار النفط الخام بصورة مباشرة أو غير مباشرة. وهذا أمر طبيعي حيث إن الغاز يحل محل أنواع الوقود الأخرى مثل زيت الوقود الذي ينتج من معامل تكرير النفط. ومن الأساليب المتبعة في تسعير الغاز: هي

- الاتفاق بين البائع والمشتري على سعر ثابت ومحدد خلال فترة العقد ولكميات محددة . وتصلح تلك العقود في حالات شراء الغاز لفترات قصيرة ، أو الشراء من السوق الفوري للغاز.
- الاتفاق على سعر محدد قابل للزيادة السنوية من خلال مراجعته سنويا. كما في العقود المتوسطة أو البعيدة المدى.
- سعر الغاز حسب المعادلة ، حيث تعتبر هذه الطريقة هي الأكثر شيوعا في توفير مرونة عالية بتسعير الغاز وعلى الأخص في العقود الطويلة الأمد.

وتعتمد طريقة التسعير بالمعادلة إلى عاملين أساسيين:

الأول، يتضمن السعر الأساسي أو (القاعدي) (Base Price) ، وهو السعر المبدئي الذي يتم الاتفاق عليه حين توقيع العقد بين البائع والمشتري.

ثانيا ، ربط سعر الغاز بمؤشر (Indexation) يتم بموجبه تعديل سعر الغاز وحسب مجريات حركة السوق مستقبلا. ويعتبر مؤشر أسعار النفط الخام ومشتقاته الأكثر استخداما في تحديد أسعار الغاز الطبيعي ضمن المعادلة السعرية.

- يتم تسعير الغاز في معظم عقود شراء الغاز الطبيعي في السوق الأوروبية بربطها مع أسعار المنتجات البترولية وخصوصا زيت الغاز، وزيت الوقود. وقد أدخلت بعض التعديلات على صيغة تلك العقود باعتماد أسعار الغاز من مصادر أخرى كمؤشر للمنافسة.
- يرتبط تسعير الغاز الطبيعي المستورد بالأسعار المحلية للغاز والتي تتحدد في مركز هنري في السوق الأمريكية .
- يرتبط تسعير الغاز الطبيعي في معظم عقود الغاز الآسيوية وبالأخص السوق اليابانية بأسعار سلة النفوط الخام والتي يرمز لها (JCC) . وقد شهدت بعض العقود الجديدة في الأسواق الآسيوية نحو المزيد من المرونة في عمليات تثبيت السعر (Fixed) لسنوات محددة أو خفض نسبة الربط بالنفط الخام.

## 6-5 طريقة المعادلة السعرية للغاز الطبيعي :

تستخدم المعادلة السعرية بصورة واسعة في تسعير الغاز الطبيعي المسيل في أسواق منطقة آسيا – المحيط الباسيفيك. وعلى الأخص في السوق اليابانية . وكما في المعادلة التالية،

$$P(LNG)= ax +b$$

حيث يمثل x سعر سلة النفط الخام المستورد في السوق اليابانية (JCC) . وقد تربط في بعض الأحيان بمؤشرات النفط الخام الأخرى مثل WTIو Brent وحسب المعادلة :

US$(JCC) ~ US$WTI- US$ 1.00 per barrel

في حين يمثل a و b كل من ميل منحنى المعادلة والقاطع .
ويتم التفاوض بين البائع والمشتري حول تحديد قيم تلك المعاملات ، ويتم مراجعتها دوريا وعلى ضوء تغير الأسعار العالمية وحالة السوق، وحسب العقود المتفق عليها بين الطرفين.

والجدير بالذكر ، تم التوصل إلى هذه الطريقة من خلال التحليل الرياضي ونظرية الاحتمالات وتطبيقاتها لحالة أسواق النفط والغاز والتوقعات المستقبلية والتي تعرف بطريقة معادلة منحنى S . وقد جرى مراجعة وتعديل هذه الصيغة بهدف التقليل من تأثير التغيرات الكبيرة التي حصلت في أسعار النفط الخام أخيرا وانعكاسها على أسعار الغاز الطبيعي.
تعتبر تفاصيل أسعار الغاز الطبيعي الواردة في العقود المبرمة والأسس المعتمدة في التسعير هي من الأمور الخاصة بالاتفاقية وغير متاحة للنشر عادة . في حين وردت في بعض الدراسات بعض المعادلات التي تم اعتمادها سابقا في تسعير الغاز منها على سبيل المثال :

P(LNG)=0.052 JCC+2.133 per MM Btu

المعادلة الصينية لتسعير الغاز الطبيعي لمشروع (Guangdong)

## 7-5 التعاون العربي في مجال الغاز الطبيعي

يمثل مشروع خط الغاز العربي ومشروع دولفن ، أهم مشروعات الغاز الطبيعي في الدول العربية ونموذجا عمليا للتعاون العربي في مجال الغاز الطبيعي . يهدف المشروع الأول إلى نقل وتصدير الغاز الطبيعي من مصر إلى كل من الأردن وسوريا، ولبنان ، ثم تركيا ومنها إلى الأسواق الأوروبية. أما المشروع الثاني (دولفن)، يعمل على نقل الغاز القطري إلى دولة الإمارات العربية المتحدة ومنها إلى عمان. تؤدي تلك المشاريع مع تصدير الغاز الطبيعي إلى ربط المصالح المشتركة بين الدول العربية وتدعيم التعاون وتحقيق الاستقرار والتقدم الاجتماعي، إضافة إلى المردود الاقتصادي.

## 6 الاستنتاجات:

1. تمثل احتياطيات الغاز الطبيعي المؤكدة في الدول العربية ثروة طبيعة هائلة تشكل حوالي 28% من إجمالي احتياطيات الغاز الطبيعي عالميا والمقدر بحوالي 185.7 تريليون متر مكعب عام 2013. تتوزع احتياطيات الغاز الطبيعي لعام 2013 بنسب متفاوتة على الدول العربية، حيث تحتل دولة قطر المرتبة الأولى بنسبة 44.8% من إجمالي احتياطيات الغاز العربية ، وتليها السعودية بنسبة 15.1%، ثم دولة الإمارات العربية 11.2% ، والجزائر 8.3% ، والعراق 6.8% ، ويتوزع المتبقي على باقي الدول العربية.

2. شهدت الفترة من عام 2008 إلى عام 2012 : زيادة إنتاج الغاز الطبيعي عربيا بنسبة 30.9% وكذلك زيادة صادرات الغاز الطبيعي بنوعيه (خلال الأنابيب ومسيلا بالناقلات) بنسبة 28.75% .

3. يتمتع الغاز الطبيعي بمزايا عديدة، ويعتبر أحد مصادر توليد الطاقة النظيفة والمتلائمة مع متطلبات حماية البيئة. وقد أدى ذلك إلى زيادة استهلاك الغاز الطبيعي عالميا بنسبة 21.1% للفترة من عام 2005 إلى عام 2013. كما ازدادت حصة الدول العربية من إجمالي استهلاك الغاز الطبيعي عالميا من 8.0% عام 2005 لتصل إلى 10% عام 2013. هذا وتشير دراسات الطاقة إلى توقعات نمو معدل استهلاك الغاز الطبيعي في الدول العربية بمعدل مقداره 3.3% للفترة (2009 إلى 2030) .

4. هنالك فوائد عديدة ومتعددة في استخدام الغاز في الصناعات النفطية ومن ضمن ذلك استخدامه في عمليات إنتاج النفط والحقن في مكامن الغاز المكثف لزيادة إنتاج السوائل وكذلك في دعم إنتاج النفط من خلال الحقن في المكامن النفطية. علماً بان الغاز المحقون في المكامن إضافة لما يحققه من فوائد، فهو لا يمثل تبديداً في الثروة.

5. يوصي باتخاذ كافة الإجراءات التي من شأنها إيقاف حرق الغاز بصورة نهائية والتي من بينها زيادة منشآت معالجة الغاز حيث سينتج منها زيادة في استخلاص السوائل مع منافع إضافية من خلال بيع المكثفات أو مزجها مع النفط الخام وكذلك استخلاص سوائل البترول المسال منها والتي بدورها توفر مورداً مضافاً.

6. تؤدي التقنيات الحديثة إلى تطوير وإنتاج المصادر غير التقليدية للغاز الطبيعي، حيث حققت زيادة كبيرة في إنتاج الغاز في الولايات المتحدة وبعض دول العالم ، مما اثر بصورة جلية على تجارته وانخفاض أسعاره وعلى الأخص في السوق الأمريكية.

7. تمثل تجارة الغاز العالمية نحو 30.7% من إنتاجه والذي بلغ حوالي 3370 مليار متر مكعب عام 2013 ، حيث يتم استهلاك الجزء الأكبر منه محليا في الدول المنتجة للغاز.

8. تتميز أسعار الغاز الطبيعي عالميا بطبيعة إقليمية حيث تختلف من منطقة إلى أخرى وحتى لنفس المنطقة. ويعتمد تسعير الغاز الطبيعي على مجموعة مكونات تتأثر بعوامل عديدة، منها أسعار النفط الخام ومشتقاته. أدت التطورات الأخيرة في أسواق الطاقة، إلى ظهور الأسواق الفورية والمستقبلية

للغاز الطبيعي، إضافة إلى ظهور مشاريع جديدة ودخول مصدرين ومستوردين جدد إلى سوق الغاز. وتشير الدراسات إلى أن سوق الغاز تمر بمرحلة تحول كبيرة باتجاه توحيد مؤشرات الأسعار والاستقلال والابتعاد تدريجيا عن تقلبات أسواق النفط العالمية .

## 7 المراجع :

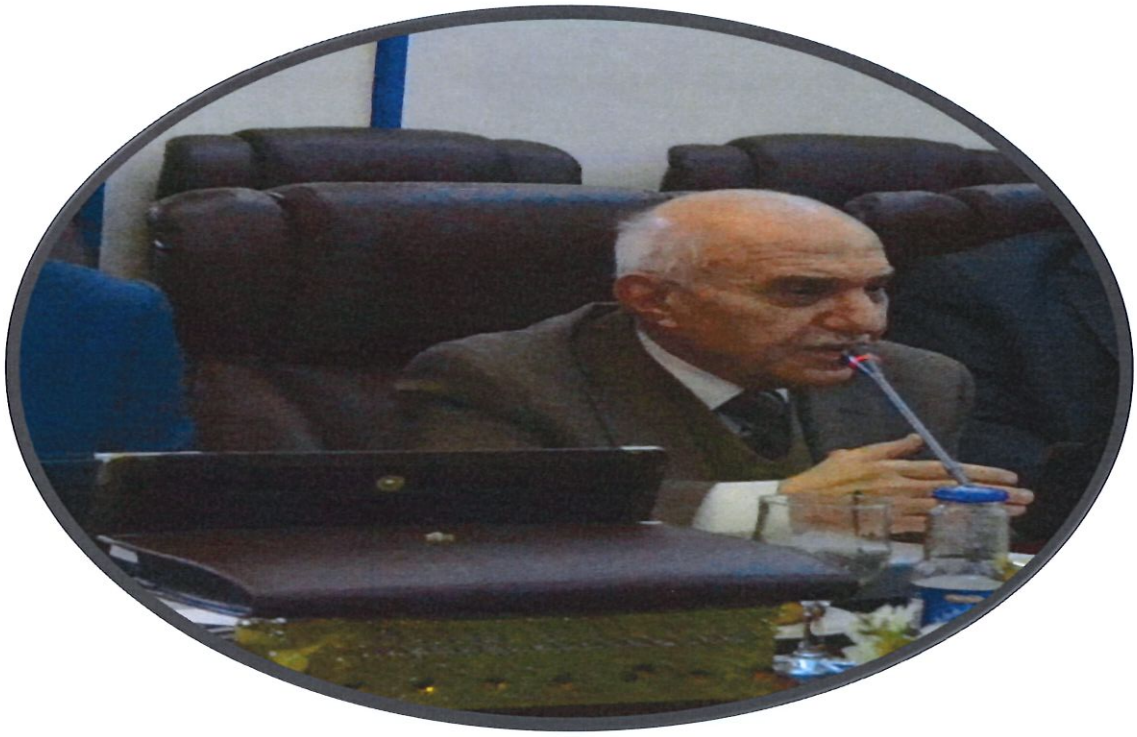

1- BP, Statistical Review of World Energy, 2010.
2- Natural Gas Vehicle , www.ngvglobal.org.
3- Information Energy Administration, IEA, www.iea.gov.org
4- OAPEC, Data bank
5- Gary, A Formula for LNG Pricing, 2006.
6- Natural Gas in the World , CDIGAZ, 2009.
7- Kaoru K, Kenji T, Sunao O., Using a Market Value Concept to Facilitate Negotiation of Alternative Price Formulas.2006
8- CGES, Natural Gas , a market in transition, Bi-monthly Foucs,2010.
9- WGI, Vol. 6, Feb. 9, 2011.
10- الملتقى الحادي والعشرون لأساسيات صناعة النفط والغاز/ صناعة الغاز الطبيعي ، صباح الجوهر ، خبير ، اوابك ، كويت، 2011 .

IENA
Iraq Energy Academy
اكاديمية العراق للطاقة

# اكاديمية العراق للطاقة

مداخلة الخبير احمد الشماع

## مشاريع استثمار الغاز: الحاضر و المستقبل



حديث الغاز حديث مشجون و الذي قدمه الاستاذ صباح هو مثال لما يجب عليه ان يكون الغاز، فالغاز الى حد الان التعاطي معه سيء جدا نتيجة فساد الشركات التي منذ ان بدأت بانتاج النفط في العراق لم تهتم بالغاز، المكان الوحيد الذي كان الغاز فيه يستغل هو البيوت التي كانو ينشروها لهم في الحقول النفطية و الباقي يحرق، كانت الادمغة انذاك موجهة على ان الغاز غير اقتصادي، طبعا في ذلك الوقت لم يكن هناك استخدامات للغاز في العراق الا قليلا ، و بدأ الاهتمام اكثر بالغاز مع تطور العالم في نظرته الى البيئة فصار للغاز اهمية اكثر و قيمة اكبر فبدأت المنشآت في نهاية السبعينيات و اول الثمانينات كغاز الشمال و غاز الجنوب لكنها لم تعمل بطاقات كبيرة بسبب حرب الكويت و من ثم الحصار.

احتياجات الغاز كانت محدودة تقتصر على بضع محطات للكهرباء كالمسيب و تغير الحال عندما تطورت الكهرباء و نشأت محطات غازية في كل انحاء العراق بدون الاخذ بعين الاعتبار مدى توفر الغاز، فكانت وزارة الكهرباء تعتبر انها قامت بواجبها و يجب على وزارة النفط توفير الغاز لتشغيل هذه المحطات و كأن هذا الغاز متوفر في خزانات لدى وزارة النفط و تقوم بتوزيعه كهدايا، كانو لا يدركون مدى صعوبة تمديد انابيب الغاز لا سيما بعد 2003 حيث اصبحت كل الاراضي التي تمر بها الانابيب غير آمنة، و بالنظر الى ان غاز البصرة انشأ في الثمانين و لم يعمل الا قليلا حيث تعرض كما تعرضت المنشآت الاخرى الى سوء الصيانة، قلة الموارد في فترة الحصار بالاضافة الى النهب و السرقة و هي اسوأ الاضرار، فكانت فكرة شركة غاز البصرة احياء هذه المنشآت من جديد و التخطيط للمستقبل، ثانيا رفع مستوى صيانة الغاز، نحن في السنوات العجاف الماضية نسينا كل المبادىء الصحية في التشغيل، من سلامة الصناعة و سلامة الافراد الى المسائل البيئية، كلها ضربت في عرض الحائط كان المهم هو الانتاج بحد ذاته فقط. و هنا جاء الهدف ان نصعد بصناعة الغاز الى مستوى عالمي و نبدأ باستغلال الغاز بشكل امثل بكل مفاصله.

شكل غاز البصرة بالاساس بانه الغاز المنتج بالجنوب ثم حددت دورة التراخيص حقول الرميلة، الزبير، غرب القرنة المرحلة الاولى، لكن هذه الاتفاقية وقعت بعد خمس سنوات و المشكلة التي صارت ان صممت شركة ان تتعاون مع 2000 مليون قدم مكعب من الحقول الثلاث و التزمت الوزارة بحد ادنى يبلغ 1700 مليون، مع الاسف هذه الارقام يبدو ليست موجودة في ذهن بعض المسؤولين لذلك نسمع حديث عن تصدير الغاز الى عدة بلدان و نحن مازلنا غير

موفرين لحاجة الكهرباء من الغاز، لقد اجريت حسابات و سأعطيكم النتيجة التي توصلت لها.

في البداية انا كنت معترضاً على مد خط من ايران الى بغداد، هذا الخط حتى عندما نصل الى ذورة الانتاج 9 ملايين برميل سنبقى نحتاجه (لاسيما اذا وفرنا حاجات الصناعة التي تبلغ 1000 مليون قدم مكعب)، الا اذا جولات تراخيص الحقول الغازية قدمت لنا اكتشافات جديدة. طبعا نحن ضمن الحسابات العامة للقطر ادخلنا عكاز و المنصورية حوالي 700 مليون قدم مكعب ولا نعرف متى سيحصل هذا الامر، فعكاز تريد محطة لاخذ كل الغاز لانهم لا يريدون ان يخرج الغاز من حدود المحافظة، المهم شركة غاز البصرة بالنسبة للاتفاقية التي تمت معها تعاني الان من عراقيل، اول مشكلة ان المستهلكين الرئيسين هم الكهرباء و جزء قليل الصناعة، و بالنسبة للكهرباء هم لا يسددون ما عليهم، واعتقد ان الديون المترتبة على الكهرباء للشركة تبلغ حوالي 100 مليون دولار ان لم اكن مخطىء. بالنسبة لشركة غاز البصرة هي شركة مشتركة 51% لغاز الجنوب و shell و متسوبيشي لهم 49%، فالفكرة كانت ان تتحول كل المنشآت الى غاز البصرة و تقدر قيمتها بمليار و نصف دولار في حين ان عمرها الفني كان في نهايته (30 سنة) و العمر المتبقي كان لصالحنا، فكانت الفكرة ان تقوم الشركات الاجنبية بالبداية باستثمار حوالي مليار و نصف و من ثم يكون مناصفة بين الطرفين، وصلنا الان الى هذه المرحلة التي لا تتوفر فيها مبالغ لهكذا استثمارات، هذه النقطة يجب ان تعالج لأن الشركة تقوم بأعمال تأهيل في جميع مفاصل غاز الجنوب، الكابسات في الرميلة الشمالية، معامل فصل السوائل و المعالجة في خور الزبير، مجمع كبريت، ميناء التصدير لتصدير الغاز السائل، كل هذه المنشآت لها عقود تأهيل بشكل كامل، اي تأخير في تسديد المستحقات يعني القضاء على اي امل في استرداد كميات الغاز التي نحرقها. طبعا واحدة من الامور المؤلمة ان كميات الغاز التي تحرق زادت بشكل كبير بعد بدء عمل الشركات النفطية العالمية، و ذلك لأن جولة التراخيص الاولى كان بها ثغرة في العقد حيث نص على ان الغاز يسلم الى الجانب العراقي بدون تحديد بأي مواصفة او ضغط، فقامت الشركات بتخفيض الضغط و اصبح الغاز يخرج بضغط واطي بحيث صارت الكابسات الموجودة لا تستطيع استلامه، و هذا الخطأ جريمة و قد حاول الدكتور حسين الشهرستاني في اجتماع مع BOP في حقل الرميلة (و هو اكبر حقل) ان يطالب باعتماد طرق لرفع الضغط من خلال جلب كابسات و بالاخير تم الاتفاق على استئجار كابسات باعتبارها وسيلة اسرع اذ كانت الأولوية عدم هدر الغاز، لكن الاتفاق لم يطبق لانه مع الاسف حين

ترك الدكتور الشهرستاني الوزارة لم يتابع هذا الموضوع و انا سمعت من احد ممثلي الشركات ان الوزارة رفضت احضار كابسات.

اطلعت على تقرير حديث يبين ان كميات الغاز التي تحرق الان هي ضعف الكمية التي كانت تحرق قبل عمل الشركات النفطية، كنا نعالج 400 و مازالت كذلك، بالرغم من الجهود التي بذلت حتى بعد استئجار شركة غاز البصرة لكابسات لاسترداد ما يمكن استرداده.

الان ما يجب ان نؤكد عليه هو ان الوزارة تحتاج الى دعم غاز الجنوب التي هي الجانب العراقي من الشركة لكي تستمر في هذه العملية، و هناك طبعا مشروع لانشاء معمل ل500 مليون قدم مكعب اضافي حتى الوصول الى الرقم المطلوب من الشركة. لكن بدأت الان علامات استفهام حول مدى توفر الغاز، هل سنستلم غاز من هذه الشركات التي تقوم بهدره؟ وواحدة من الأمور ان الجميع تحدث عن انشاء محطات كهرباء كبيرة لأغراض الحقل و الباقي يتم بيعه للشبكة العراقية الذي هو في الاساس من حقها، هذا الكلام صدر من BP ومن شركات أُخرى في حقل الزبير و اقنعوا المسؤولين في المحافظة بأنهم سيأسسون محطة كهرباء و بالطبع لا احد يرفض مشروع يتعلق بالكهرباء، و لكن بأي ثمن و ما هو الاسلوب ؟ نأمل ان تسير الأمور في الطريقة الصحيحة، نحن لدينا نقص في شبكة الغاز، حاليا لدينا انبوب واحد يصل من البصرة الى التاجي، انبوب رئيسي يغذي المحطات بما فيها المستجدة، لكن هذا غير كافي، فالشبكة يجب ان تدرس بشكل كامل فالغاز مادة تنضغط و حين يتم سحبها من مكان معين يقل الضغط في اماكن اخرى، و بالتالي تحتاج الى كابسات احيانا لتوصل الغاز للأنبوب الجديد بضغط مناسب لمحطة كهرباء، فمحطة الكهرباء لا يمكنها استخدام الغاز بأي ضغط كان، تقريبا هناك حد معين لاستلام الغاز، تصميم الشبكة في ضوء ما هو متوفر من محطات كهرباء وما سيبنى لأن الخطة التي وضعت للطاقة تصل فيها الكهرباء الى 36 الف ميغاوات، فهذه الأرقام هي التي تبين ان الغاز الذي نتحدث عنه حتى في ذروة انتاجه لن يكون كافيا الا في حال وجود مصادر اخرى نأمل اكتشافها لنصل الى نقطة نستطيع التكلم فيها عن التصدير.

# اكاديمية العراق للطاقة

مداخلة الاستاذ ليث الشاهر

## شركة غاز البصرة

التحقت بموضوع الغاز حديثا منذ 8 سنوات فقط لكن كنت مصرا ان اقرأ يوميا عن الغاز، و كان لدي مطالعات يومية، فالقراءة هي اهم وسيلة للتعلم و لاكتساب المعلومات، فكما انتم في مجلس النواب تعانون من بعض الذين لا يقرأون ما تكتبون، المسألة هي نفسها بالنسبة لنا، اشكر لجنة الطاقة على جهدها و على ايضاحها للسادة اعضاء مجلس النواب و الحقيقة صدمت بالاعتراضات على لجنة الطاقة لاقرار مرسوم الاعفاء من الرسوم الجمركية، فلولا جهودكم ما كانت لتمر هذه القراءة الاولى لكن بعض الاعضاء الذين اقدم حبي و احترامي لهم لا يقرأون ماذا مكتوب في هذا القانون.

اقر مجلس الوزراء عام 2008 انشاء شركة غاز البصرة و كانت مخصصة للمنطقة الجنوبية بكاملها و من ثم حددت لاحقا في الحقول المكرسة تماما للشركة وهي ثلاث حقول: الزبير، غرب القرنة واحد، و الرميلة. 51% من شركة غاز البصرة تعود الى شركة غاز الجنوب و 44% لشركة shell و 5% لشركة متسوبيشي اليابانية. هيكل المشروع هو ان تقوم شركة غاز البصرة بشراء الغاز المصاحب من شركة غاز الجنوب و المنتج من الحقول الثلاثة ثم تقوم بمعالجة هذا الغاز وبيعه (الغاز السائل وال LPG و الDrygas) مدة العقد 25 سنة و الكلفة الاجمالية لهذا الاستثمار هو بحدود 20 مليار دولار. هذا هو اول مشروع مشاركة مختلطة يجمع شركة اجنبية (كونسورتيوم) و شركة عراقية، هذه الحالة الادارية و القانونية و المالية هي الاولى من نوعها. الاهمية الاستراتيجية لهذا المشروع هو ايقاف حرق الغاز و تفادي الضرر البيئي و ضرر اقتصادي كما ذكر الاخوة يقدر بحدود 150 الف برميل يوميا، نتوقع من الدراسات الاقتصادية التي قامت بها المراكز الاقتصادية المتخصصة ان هذا المشروع سيولد 120 مليار خلال مدة العقد و حصة العراق هي بحدود 60 مليار دولار، و بالنسبة لارباح غاز الجنوب نقدرها بحدود 20 مليار، و ضريبة و امور اخرى بحدود 20 مليار.

قرارات مجلس الوزراء الداعمة للمشروع مثل قرار 329 الصادر في 2008/9/7 و قرار 243 في 2010/6/29 و قرار 421 في 2011/11/15 و قرار 446 في 2012/12/2.

الشركة كان تأسيسها لدى مسجل الشركات ب 20 مليون دولار و من ثم نقلنا 105 مليار عبارة عن اصول تملكها شركة غاز الجنوب و ستقوم خلال ثلاث سنوات شركة ملزمة (غاز البصرة) و الشركاء الخاصين على ايداع مبالغ في نفس الكمية.

واقع الحال هم ضخوا اموالا اسرع بكثير مما نص عليه العقد نتيجة لضغوطنا على شركة غاز البصرة و ضغوط الوزارة، هناك مصاعب تعاني منها الشركة لكن هناك ايضا تجاوب من بعض جهات الوزارة.

شركة غاز البصرة انطلقت في 2013/5/1 و بالحديث عن صناعة الغاز، هي صناعة دقيقة و هناك بنظري عدة نقاط تختلف بها صناعة الغاز عن صناعة النفط:

- تكنولوجيا عالية ليست كتكنولوجيا النفط.
- راس مال كبير.
- صناعة و علم متغير، كل فصل بالسنة فيه ميزات بحيث ان ما تمتلكه من معلومات الان تصبح لا قيمة لها بعد ثلاث سنوات فالمعلومات تحتاج دائما الى تحديث.
- لانتاج الغاز يجب ان تعرف الكمية مسبقا لكي تبني المعمل بناء عليه، يجب ان تكون المواصفات الكيمياوية لهذا الغاز معروفة لتعرف كيف تتعامل معه و يجب ان تعلم الوقت الذي يجب تسليمه و الموقع الجغرافي و المشتري و سعر الشراء و سعر البيع ، و هل هو للاستهلاك المحلي او التصدير، بدون هذه المعلومات يهدر الوقت و تهدر الاموال كما خسر العراق على مدى عقود طويلة.

بالعودة الى حديثنا قلنا استلمت غاز البصرة حوالي 250 مقمق يومياً في 2013/5/1 الان طاقتها التصميمية تستوعب 600 مقمق و هذا تقدم كبير لغاز البصرة لكن المشكلة ليست في الاستيعاب، المشكلة هي في الكمية المسلمة من وزارة النفط لها، و وزارة النفط تعاني، المهم بالنسبة للطاقة الانتاجة كنا نتحث عن 250 في ما مضى في حين وصلت الان الى 600. الغاز المسلم المعامل كان في شهر كانون الاول 2014 يبلغ 510 وهذا بحد ذاته انجاز (مضاعفة الانتاج خلال سنة و ثمانية اشهر) و هذه الكمية (510) استثمرت و وصلنا الى الحد الأقصى للانتاج 2800 و العراق يحتاج ما بين 4500 الى 5000 طن يوميا لكن بعد احداث شمال العراق المؤلمة في الصيف الماضي قلت الحاجة نتيجة سيطرة داعش على بعض المناطق و بالتالي فالعراق لا يجهزها، لكن في المقابل ضربنا ضربة موجعة نتيجة احداث الشمال و كركوك و شركة غاز الشمال و شركة نفط الشمال بعد سيطرة البشمركة على الحقول النفطية و اقتراب داعش من شركة غاز الشمال و انتم تعرفون الوضع، لذلك تأثر انتاجنا و مصفى بيجي ينتجLPG و يأتينا منه 600 طن وفي عام 2015 قد يصير بامكان العراق ان يصدر ال LPG بعد ان

كان يستورده و غاز البصرة اخذت الدور الرئيسي في توفير الغاز السائل للعراق، نحن كشركة غاز البصرة نستطيع ان نعد بتأمين 1000 مقمق خلال 2015.

شركة غاز البصرة انجزت التصاميم مجمع NGL سعته و هي ربما الاكبر في الشرق الاوسط و الاكبر في الوطن العربي بطاقة 530 مقمق، و ايضا شركة غاز البصرة مصممة بعد معاونة وزارة النفط و معاونة الجهات المعنية ان تصمم عدة معامل، لانه كما قال الاستاذ احمد الشماع NGL اليابانية التي نمتلكها مبنية في نهاية الثمانينات يعني قابليتها انتهت رغم المصاريف التي تتكلف بها غاز البصرة بصيانتها لكنها عملية متعبة، و لذلك يجب من الان تصميم معامل تكفي للسنوات ال25 المقبلة، ايضا يمكن القول ان شركة غاز البصرة ستضيف كميات في حقل الزبير من الحمّار مشرف و الرافضية و الزبير بحدود 60 مقمق خلال السنة، استأجرت لهذا الغرض 4 كابسات من خارج العراق و جهزتهم، ان كمية الغاز المعالج من حقل الزبير سنوصلها الى 150 و لدينا محطة ضغط رقم 4 او 5 في الرميلة الشمالية سنستفيد منها خلال السنة و نضيف 40 مقمق و لدينا غرب القرنة ينتج النفط لكن الغاز يحرق بشكل كامل في غرب القرنة واحد و التي تبيعه شركة نكسون. هناك مواقع اخرى بدأنا بصيانتها و تأهيلها اتوقع خلال شهر حزيران اننا سنضيف 100 مقمق و هذا رقم نفتخر به و عندنا 30 مقمق سنضيفها من الرميلة، هناك مشاريع مستقبلية ايضا، اذ ان الشركة عملت خلال فترة على انتاج الغاز الحامض، العراق منذ عقود لا يعامل هذا الغاز و كان يحرقه اما الان بانت اهمية هذا الغاز علما ان الكبريت يجب ازالته.

دراسات غاز البصرة من غرب القرنة ومن الرميلة تبين انه سيتم احضار الغاز الحامض و سيأتينا حوالي 130 مقمق خلال هذه السنة فالغاز الحامض يجب الاستفادة منه. الشركة ايضا بنت و ستشغل محطة توليد كهرباء تغطي معمل خور الزبير و تغطي ايضا 25 ميغاوات ممكن اعطاؤها للشبكة الوطنية، انا اقول ان عقد شركة غاز البصرة كان عقد بحدود 400 صفحة مؤلف من اتفاقيتين: واحدة هي اتفاقية حاملي رؤوس المال و الاتفاقية الثانية BGD اتفاقية تطوير غاز البصرة ثم نتج عنهم 18 اتفاقية اخرى، الشكل الاقتصادي لها بني على INR (العائد للاستثمار) و بعد المفاوضات اتفقنا على 15% من مبالغ الاستثمار و لاحقا عندما تعاقدنا مع العديد من الاستشاريين و التقينا العديد من الاشخاص ظهرت احتمالات اخرى و دائما نقول فوق كل ذي علم عليم، فهناك دائما من هم اكثر معرفة منا بالغاز، اجرينا عملية صعبة جدا نسميها creaming mechanism تقطع من ارباح الشريك الخاص كلما تزيد نسبة العائد و عندما سألونا كيف تزيد ارباحنا

طرحنا عليهم عدة احتماليات: ازدياد كميات الغاز المسلمة تزيد الارباح، اسعار الغاز في حال ارتفعت تزيد الارباح، كلف التشغيل و كلف الاستثمارات ان انخفضت تزيد الارباح، فسوينا هذه العملية كلما تزداد ارباح الشركة كلما ربحنا في سعر الغاز الخام الذي نبيعه كوزارة نفط، و اي ارباح لغاز البصرة تزداد سيستفيد منه غاز الجنوب الذي له حصة 50% و سعر الغاز الخام بموجب الاتفاقية هو 15% من السعر المباع، هو يباع بحدود دولارين و هو لا يقارن بسعر الغاز الايراني الذي نشتريه الذي قد يصل الى 12 دولار، لكن نحن كنا مجبرين على الاستيراد من ايران لان انتاجنا من الغاز لا يكفي فنحن نتحتاج الغاز في مجالات كثيرة : 70% من الغاز يذهب لوزارة الكهرباء و 22% يذهب لوزارة الصناعة و 8% يذهب لوزارة النفط الذي تعطيه للمواطنين.

الان تتحدث الحكومة عن تصدير غاز للكويت، شركة غاز البصرة يسرها ان تصدر لا سيما انها تعاني الامرين من وزارة الكهرباء المستهلك الاول للغاز و ذلك لأن وزارة الكهرباء لا تسدد ما عليها، 2 ترليون هي الديون التي على وزارة الكهرباء، و وزارة الكهرباء تبرر الأمر بأن السبب هو وزارة المالية التي لا تعطينا و بالنهاية نحن نريد تغطية الكلفات. وزارة النفط تعاني منذ سنتين في تسديد الفواتير التي تستحق على الكهرباء و الصناعة و نعاني ايضا مع وزارة المالية. بالعودة للحديث عن التصدير للكويت، شركة غاز البصرة هي الأكثر قدرة على التصدير للكويت من اي شركة في العالم و ليس فقط العراق، فهي تملك المنشآت القريبة، تملك الامكانية، قريبة جغرافيا، ام قصر و خور الزبير لها و هي قريبة جدا على الكويت و كفاءاتها و قدراتها و العقد المتفق عليه ينص على القيام بالتصدير لأي غاز تقول عنه وزارة النفط، و بالمناسبة و بناءا على توجيهات وزارة النفط سنصدر اول شحنة مكثفات سوائل خلال شهر ايار القادم و هذا انجاز للعراق بأن يصدر غاز طبيعي و غاز مكثف، و قد قامت ايضا الشركة لهذا الغرض بشراء بارجتين حتى تساعدنا في التصدير في ام قصر.

في الختام نتمنى ان يكون هناك جلسة اخرى في هذا الموضوع لنتحدث عن السياسات و الرؤى و الاستراتيجيات التي نملكها و ما هي الاسس التي يمكن عليها ان نتحاسب على الانتاج، الرؤى الغير واضحة و المتغيرة اصبحت لا تعمل، كنا في نهاية 2010 نتحدث عن انتاج 12 مليون برميل اما الان نتحدث عن انتاج 8 مليون و بالتالي ارقام 2010 لا تعمل اليوم و توقعاتنا للانتاج ان كل مليون برميل يعطون 500 مقمق فعندما تغير 4 ملايين فانت غيرت 2000 مقمق و شكرا.

# المناقشات

# المناقشات

## النائب اريز عبد الله:

**اولا:**قال الاستاذ احمد الشماع انه ليس لدينا اموال للاستثمارات، فهل حين كنت بالوزارة كان هناك اموال؟ و لماذا لم يستثمر في هذا القطاع المهم؟

**ثانيا:** ما رأيك بعقود الشراكة؟ (طالما ان الاموال ليست كافية و القطاع مهم )

و لدي سؤال للاستاذ صباح، ما هو احتياطي الغاز المكشوف في المنطقة الغربية و ما نوعية الغاز في هذه المنطقة ؟

## النائب عواد محسن العوادي:

انا اؤيد الاستاذ صباح ان العراق بحاجة الى البحوث و الدراسات العالمية، فاليوم الحكومة و وزارة النفط ملزمة بانشاء مجمع علمي خاص في الغاز يكون معني باجراء البحوث و تقديم الخبرات لانه في كل العالم تعتمد الحكومات على المؤسسات العلمية.

ثانيا الدكتور احمد قدم مخاوف و معرقلات و مشاكل في الغاز و هذا يعني ان هناك فشل في شركة غاز الجنوب و غاز الشمال و لم يتم الاستفادة من العقود و جولات التراخيص لاستغلال الغاز و فعلا هذه الرؤية حقيقية لاننا الى الان نستورد الغاز الطبيعي و ال LPG و الغاز الصناعي للشركات و الوحدات في الطاقة الكهربائية و لكن الاستاذ ليث قدم صورة متفائلة عن شركة غاز البصرة، فلماذا هذا الاختلاف في الرؤى؟ اذ ان رؤية الاستاذ احمد فيها مشاكل و تشاؤمية و عراقيل في حين رؤية الاستاذ ليث رؤية متفائلة، هل شركة غاز البصرة تختلف عن شركة غاز الجنوب او غاز الشمال ؟

## النائب عادل خميس:

نشكر الاخوة الخبراء و المهندسين الذين اعطونا معلومات قيمة و نشكر الاستاذ ليث على المعلومات النيرة و نتمنى ان يكون هناك تعاون بيننا في الايام

القادمة. لدي سؤال واحد، لماذا لا تلجأ الوزارة بالنسبة لاستثمار الحقول الغازية باستخدام الشركات العالمية؟

## النائب عزيز كاظم علوان:

الشكر و التقدير للأخوة الخبراء، الحقيقة قال الاستاذ الشماع ان في جولة التراخيص الاولى لم يكن هناك تأكيد على الغاز، فلماذا لم يكن في وقتها الاهتمام بالغاز موجود؟ لماذا فقط بعد 2010 صار هذا الاهتمام ؟

الامر الثاني: بالنسبة للحقول النفطية، الاحتياطي في الناصرية هو بحدود 30 مليار برميل على حد علمي، كمية الغاز الموجودة في هذه الحقول يجب الاستفادة منها، ما هي خطط الوزارة في الوقت الحاضر بخصوص الغاز؟ لأنه اقترحنا وحدات غازية لانتاج الكهرباء (57 وحدة غازية) كل واحدة تنتج 125 ميغاوات كهرباء لكن المشكلة انه لا يوجد لدينا غاز.

## النائب عبد الرزاق محيبس:

السؤال الذي ذكر سابقا عن جولة التراخيص التي كان بها خلل في ابرام العقد فيما يتعلق باستثمار الغاز و تمت المحاولة لاصلاح هذا الخلل من خلال استئجار كابسات لكن لم تتم المتابعة فبقي الخلل. جاوب الاخ العزيز رئيس قسم الغاز و قال ان الموضوع نقل في جولة التراخيص الثانية.

هل لكل جولة تراخيص رقعة جغرافية خاصة بها؟ و اذا تلافينا الموضوع في الجولة الثانية يعني ان الخلل بقي في الاولى.

## الاستاذ منتصر الامارة:

اعقب على نفس الموضوع، الكارثة المستمرة في جولة التراخيص الاولى، يجب مطالبة لجنة النفط و الغاز التحقيق في الموضوع، الموضوع كارثي و يوميا نهدر عدة ملايين دولار، نحن لدينا تجربة سلبية مع لجنة النفط و الغاز السابقة.

سؤال اخر الى السيد رئيس لجنة النفط و الغاز ايحق للبرلمان ايقاف عقود التراخيص ام فات الاوان ؟

## الاستاذ عادل الشمري:

بالنسبة للغاز الجاهز المستخدم لأغراض توليد الطاقة نحن بحاجة لاستراتيجيات جديدة، صحيح كما تفضل الاستاذ ليث فهو يعرف من خلال عمله في

شركة غاز البصرة حدث تقاطعات ميدانية كثيرة كانت تحتاج الى تنسيق مشترك بين الجهات المستخرجة المعنية بالنفط الخام مثل شركة بتروليوم و الجهات الاخرى، هذا التداخل اوجد لدينا رؤية جديدة نحو التنسيق و التكامل مع بعض لذلك Gas Master Plan الذي صدر عام 2005 نحن الان بصدد انشاء خطة جديدة شاملة للغاز تعتمد على الارقام الجديدة الفعلية المتوقعة، هذا يعتمد على الرقم المستهدف و الانتاج المستهدف للنفط الخام، يعني كل حديثنا عن الغاز كي يكون رصين و ضمن حدود معقولة يجب ان نسأل عن الكمية (بالمليون برميل) التي نستهدفها في اليوم و في اي سنة تكون الذروة و كم ستستمر هذه الذروة، (انشاء 7.5 مليون برميل قد يكون رقم مطروح) و هذا كله حتى تكون الرؤية واضحة من حيث التخطيط الاستراتيجي و مرتبط بالجدوى الاقتصادية لمشاريع الغاز و غيرها.

بالنسبة لانتاج الغاز تحدث الاستاذ ليث عن خمسة عوامل تدخل في عملية الانتاج و انا اضيف ان هذه العوامل تشكل سلسلة حلقات متصلة اذا لم تنفذ حلقة من هذه السلسلة تصبح بمثابة رقم صفر لبقية الحلقات، هذه ميزة صناعة الغاز عن صناعة النفط، فصناعة الغاز تمر بالمراحل التالية : تجميع-تجفيف-ازالة الكبريت(تسمى التحلية)-الكبس-النقل-الخزن. اي واحدة من هذه المراحل تتأخر ستؤثر على باقي المراحل.

## الدكتور علي المشاط:

بالنسبة للاستراتيجية الوطنية المتكاملة للطاقة في العراق يجب الاخذ بعين الاعتبار التزامات العراق بتجهيز الغاز على المستوى المحلي و العالمي، و الاستفادة من الغاز هي من قسمين : الاستفادة من الغاز المصاحب و من ثم استخدام الغاز الحر من الحقول الغازية. و هذا موضوع متكامل و يشكل استراتيجية لمعرفة صناعة الغاز في العراق و نحن ذكرنا في الحلقة الاولى ان صناعة الغاز هي تحدي و القينا محاضرة كاملة في موضوع صناعة الغاز في العراق وقتها، اما الان فالوقت المتوفر لا يكفي للتحدث بل نحتاج الى محاضرة كاملة.

## جواب الخبير الاستاذ احمد الشماع:

انا ذكرت ان الاستثمارات تبدأ من الجانب العراقي و يستثمر الجانب الاجنبي مليار و نصف، قد تكون المنشآت و كأنها ملك للشركة مناصفة، فلم يكونو واضحين. اولا كنا متوقعين انه خلال سنتين او ثلاثة سنوات تبدأ مشاركة الجانب العراقي للشركات الاجنبية و لكن هذا مع الأسف الان فقط استحق، و بالنسبة للمشاركة في الانتاج، لا ارى اي علاقة لها في الموضوع لأنه يعتمد على العقد و

المشكلة هي الفكرة المأخوذة ان جولة التراخيص الاولى كانو متمكنين بها و كما قلنا كانت المشكلة كيف فاتت على العراقيين حين توقيع العقد اغفال تأكيد احقية العراق بتسلم الغاز؟!، فكيف تجاوزو هذه المسألة دون محاسبة ، و جوابهم سيكون بحجة زيادة انتاج النفط، و لزيادة انتاج النفط يجب خفض ضغط الغاز، لكن كان من المفروض الزام الشركات بتسليم الغاز.

بالنسبة للسؤال حول استثمار الحقول الغازية، الحقول التي لدينا هي واحد في عكاز و هو تأخر في وقتها لان مجلس المحافظة انذاك كان لديه رأي معين حتى بدأت فيها المشاكل الأمنية، الاخر في المنصورية و في ديالى و هو محال على الشركة.

## جواب الاستاذ ليث الشاهر:

بالنسبة للسؤال كيف ندعم ؟

انا اقول ان الموضوع مازال سابق لاوانه. انتم سياسيون و نحن مستقلون نتجنب التكلم، و القول مثلا اننا نريد ان نجري تحقيقا مع وزير او مديرعام. و انا كوني محامي استطيع ان ادافع عن فكرة الاستاذ منتصر الامارة و اقناعك ان الفكرة الاولى افضل من الثانية و في حال سألنا البرلمان مثلا لماذا فعلتم ذلك علما انه لدي ملاحظات كثيرة لكن استطيع اثبات ان الفكرة الاولى احسن من الثانية لكن المسألة معقدة و ليست سهلة، و بالنسبة لكيفية دعمنا، الموضوع سابق لاوانه، الاكاديمية لديها سلسلة من الاجتماعات حول الغاز و نحن نحب ان نتعلم فحين نتعلم تكون قراراتنا اكثر نضجا، هناك مصطلح "سابق لاوانه" و مصطلح "غير ناضج" و نحن بين هذا و ذاك و نريد التكلم بحرية، نحن لا يعنينا اي حركة سياسية او قومية او طائفية نحن نريد ان نخدم البلد و ليس لدينا مصالح الا الرواتب التي نأخذها، ليس لدينا مصالح خاصة في اي مشروع.

سؤال الاستاذ عادل سألته لنفسي، الاعتماد على الغاز المصاحب فيه مشكلة، مجمع خور الزبير فيه خطين، خط 11.1 و خط 11.2 و كل واحد سعته 350. الأول يتم صيانته و سيجهز خلال سنة و لدينا NGL في الرميلة و سعته 250 سنوصله الى 300 و انطلاقا من هذا نقول اننا سنصل ل1000 و بالعودة الى السؤال عن الغاز المصاحب، هذا الغاز المصاحب متى توقف انتاج النفط الخام و هذا يحدث كثيرا في البصرة يقومون باطفاء انتاج النفط الخام عندما يكون البحر هائج او هناك مشكلة في الانبوب الناقل او طقس عاصف و عندما تتوقف يتوقف معها الغاز و الكهرباء. و بالنسبة للخزن الوزارة تحاول ان تحسن من التخزين و

في الفترة الاخيرة انشأت ثلاثة خزانات واحد 80 الف و اثنين بحدود 42 الف اي بحدود مليون برميل، بالبصرة زادت الطاقة الخزينية في شهر شباط و سنضيف خلال السنة بحدود 5 مليون.

بالنسبة لاستثمار الغاز الشركات لا تريد لان معظمه يتركز في المناطق الغربية و الامن غير مستتب اما النفط الخام فهو في الجنوب. نحن نتمنى ان تتحقق فكرتك و الاستاذ احمد سنة 2009 تكلم عنها "هيئة الربط" نريد حقل لا يعتمد على الغاز المصاحب. رؤيتنا غير مكتوبة حتى نتناقش بها، يجب ان يكون لدينا سياسة واضحة عن مخططنا لغاز الناصرية و غاز ذي قار و مكامن ذي قار مخزونها النفطي اكثر من ميسان لكن تركت لعقود بسبب الادارات مع حبنا و احترامنا لها.

## جواب الأستاذ صباح الجوهر:

هناك في شمال شرق العراق حقول مكتشفة لكن غير منتجة حاليا، كالمنصورية و الكرمة و غيرها.

# ختام الندوة

د.ابراهيم بحر العلوم

# كلمة الاختتام

## خارطة الطريق في استثمار الغاز:

اختتم د.بحر العلوم الندوة بشكر الحضور و لخّص ابرز ما جاء بها، طارحاً عدة تساؤلات متعلقة في موضوع استثمار الغاز و وضعها بين يديّ الحضور لدراستها والعمل على طرحها أمام السلطة التشريعية، و جاءت الكلمة على الشكل اللآتي:

" في ختام هذه الندوة و كمُشرِع في مجلس النواب أقول نحن بحاجة الى مزيد من هذه الجلسات، نحن حتى اليوم استثمار الثروة الغازية غائب عنا اطلاقاً. لذلك نحن في الأكاديمية سنعقد دائماً ندوات للتركيز على موضوع الغاز، ندوات تحمل رؤى للنهوض في هذا المجال.

اليوم مجلس الوزراء أعدّ خطة استراتيجية كاملة للطاقة و قد أُقرت، لكن أين الغاز؟!

هناك عدة مشاكل تتعلق بالغاز؛ هناك مشاكل تشريعية، مشاكل استثمارية و العديد من المشاكل الأُخرى. هذه الندوة ستترككم لدراسة هذه المشاكل و المناقشات لنطرح عدة تساؤلات:

- أنحن بحاجة الى **"مجلس أعلى للغاز"** ؟ فاذا كنا بحاجة الى هكذا مجلس فلنسعى الى تقديمه الى السلطة التنفيذية للعمل به.
- أنحن بحاجة الى **"شركة غاز وطنية"** بشكل منفصل عن شركة النفط الوطنية ؟ اذا كان الجواب نعم، فلنبادر بتشريعها.
- أنحن بحاجة الى **"قانون لاستثمار الغاز"** ؟

كل هذه التساؤلات نقدمها بين يديكم فأنتم القادرون على دفع السلطات التنفيذية لتفعيل هذه الأفكار و المبادرات.

و اخيراً أقدم شكري الى السيد رئيس لجنة النفط و الغاز، السادة النواب، السادة الخبراء، و السادة أعضاء مجلس الأكاديمية، و أعدكم بمزيد من هذه اللقاءات فهي مُنتِجة حقاً، فعندما تجتمع رموز السلطة التشريعية مع الخبرات و العقول و الكوادر العراقية تكون النتيجة مثمرة، و شكرا."

# الصور

Un- conventional Gas Resources Types

IENA
Iraq Energy Academy
اكاديمية العراق للطاقة

## حلقة نقاشية

# "صناعة الغاز الطبيعي في العراق"

- المقدمة: كلمة د.ابراهيم بحر العلوم
- المشاركون في الندوة
- محاضرة الخبير صباح الجوهر: صناعة الغاز الطبيعي
- مداخلة الخبير أحمد الشماع : مشاريع استثمار الغاز-
- مداخلة الأستاذ ليث الشاهر : شركة غاز البصرة
- المناقشات
- الختام: خارطة الطريق في استثمار الغاز
- الصور

اكاديمية العراق للطاقة - العراق - بغداد - حي بابل - كرادة خارج - الفرع المقابل لشارع العطار - محلة 929 - زقاق 25 - عمارة 10 - شقة رقم 3

www.iena.org.iq
info@iena.org.iq