مجلة العلوم الإدارية والمالية
المجلد: 09/ العدد: 02 (2025)، ص: 340-353

كنوز الطاقة: الغاز الطبيعي بين الابتكار والتنمية

Energy Treasures: Natural Gas Between Innovation and Development

العبسي علي[1]*، تجانية حمزة [2]، ضيف الله محمد الهادي[3]

[1] جامعة الوادي (الجزائر)، labsi-ali@univ-eloued.dz

[2] جامعة الوادي (الجزائر)، tedjania-hamza@univ-eloued.dz

[3] جامعة الوادي (الجزائر)، difallah-medelhadi@univ-eloued.dz

تاريخ الاستلام: 2025/10/06 تاريخ القبول: 2025/11/20 تاريخ النشر: 2025/12/27

مستخلص:

تهدف الدراسة إلى إبراز أهمية الغاز الطبيعي كمصدر طاقة نظيف وفعّال، معتمدةً المنهج الوصفي التحليلي المدعوم بالبيانات والإحصاءات. وتوضح النتائج قدرته على خفض الانبعاثات بنسبة 50% مقارنة بالفحم و20–30% مقارنة بالنفط، إضافة إلى تحقيق كفاءة توليد تبلغ 60% في الدورة المركبة. كما تشير إلى النمو المتزايد في الاحتياطي العالمي وتوسع استخداماته في توليد الكهرباء والصناعة والنقل بفضل جدواه الاقتصادية. وتناقش الدراسة التحديات المرتبطة بتطوير هذا المورد، مثل تكاليف الحفر العميق ونقص التكنولوجيا في الدول النامية والضوابط البيئية الصارمة، مما يستدعي استراتيجيات أكثر استدامة لتعزيز دوره المستقبلي.

الكلمات المفتاحية: غاز طبيعي؛ طاقة نظيفة؛ إسالة الغاز؛ ابتكار تكنولوجي؛ تحديات التنمية المستدامة.

تصنيفات JEL: Q40؛ Q42؛ Q01.

Abstract:

The study aims to highlight the importance of natural gas as a clean and efficient energy source, using a descriptive–analytical approach supported by data and statistics. The findings show its ability to reduce emissions by 50% compared with coal and by 20–30% compared with oil, in addition to achieving 60% efficiency in combined-cycle electricity generation. The study also notes the global growth of natural gas reserves and its expanding use in power generation, industry, and transport. It further discusses key development challenges, including high drilling costs, limited technology in developing countries, and strict environmental regulations, underscoring the need for more sustainable strategies to enhance its future role.

Keywords: Natural gas; clean energy; gas liquefaction; Technological Innovation; sustainable development challenges.

JEL Classification : Q40; Q42; Q01

* المؤلف المرسل.

1. مقدمة:

منذ القدم اعتمد الإنسان على النار للطهي والتدفئة، ثم لجأ إلى الفحم الحجري لكنه لم يكن كافيًا لتغطية احتياجاته المتزايدة. ومع تطور الصناعة برز البترول كمصدر رئيسي للطاقة ولبّى معظم المتطلبات. غير أن هذه الموارد مهددة بالنضوب، مما دفع العلماء للبحث عن بدائل نظيفة وأكثر صداقة للبيئة. ومن هنا تبدأ دراستنا بتصنيف مصادر الطاقة وتحديد مكانة الغاز الطبيعي بينها.

2. تقسيم مصادر الطاقة

تتنوع مصادر الطاقة وتختلف طرق تصنيفها من باحث لآخر؛ فقد تُقسم بحسب عمرها إلى متجددة وناضبة، أو بحسب طبيعتها إلى أولية وثانوية. كما يمكن تصنيفها وفق انتشارها واستخداماتها إلى طاقة تجارية وأخرى غير تجارية، وذلك كما يلي: (الأهدن، 1999، صفحة 124)

1.2 تقسيم الطاقة باعتبار عمرها الافتراضي:

يمكن تصنيف مصادر الطاقة وفق عمرها إلى نوعين رئيسيين: موارد متجددة مثل طاقة الشمس والرياح والماء والهواء، وموارد ناضبة غير متجددة مثل البترول والفحم والغاز الطبيعي واليورانيوم.

1.1.2 تقسيم الطاقة باعتبار نوعها: (Smil، 2008، صفحة 14)

- هناك مصادر أولية للطاقة، مثل حركة المد والجزر، والرياح، والمياه، إضافة إلى الغاز الطبيعي والبترول.
- أما المصادر الثانوية للطاقة فتتمثل في الطاقة الكهربائية، والحرارية، وكذلك الطاقة الضوئية.
- كما نجد ما يُعرف بالطاقة الخضراء، وتشمل رمال القار، ونفط السجيل، وطاقات المد والجزر، بالإضافة إلى الطاقة المستخلصة من خلايا النباتات.

2.1.2 تقسيم الطاقة باعتبار انتشارها واستخدامها:

- مصادر الطاقة التجارية: وهي تلك التي يجري الاعتماد عليها حالياً بشكل واسع في الاستخدامات التجارية.
- مصادر الطاقة غير التجارية: وهي المصادر التي ما زالت محدودة الاستعمال أو غير مستخدمة بعد، إما بسبب ارتفاع تكلفتها أو لغياب التكنولوجيا المناسبة مقارنة بغيرها من مصادر الطاقة. وتنقسم إلى قسمين:

أ. مصادر غير تجارية وغير ناضبة: مثل الطاقة الشمسية سواء عبر التحويل الحراري أو الكهروضوئي، إضافة إلى طاقة الأمواج وحركة المد والجزر.

ب. مصادر غير تجارية لكنها ناضبة: وتشمل النفط الثقيل وأنواع الغاز الطبيعي غير الشائعة ضمن مصادر الوقود الأحفوري (إسماعيل، 1996، صفحة 101). يجدر التنويه إلى أن الغاز الطبيعي يحتل المرتبة الأولى بين مصادر الطاقة الأولية في مزيج الطاقة العالمي، بفضل مزاياه الاقتصادية والبيئية. وإلى جانب ذلك، فإن وفرة احتياطاته المؤكدة تعزز مكانته، حيث قُدرت في عام 2015 بحوالي 234.67 تريليون متر مكعب (BP statistical Review of World Energy, 2015, p. 24) ، مما قد تصل إلى 400 تريليون متر مكعب بحلول 2026.

2.2 مفهوم الغاز الطبيعي وطرق قياسه

1.2.2 تعريف الغاز الطبيعي: عبارة عن مزيج من الغازات الهيدروكربونية القابلة للاحتراق، ويُعدّ الميثان المكوّن الأساسي فيه. غير أن تركيبته قد تضم أيضاً غازات أخرى مثل الإيثان، والبروبان، والبيوتان، والبنتان. وتجدر الإشارة إلى أن نسب هذه المكونات تختلف بشكل ملحوظ من مصدر لآخر، ويعرض الجدول التالي التكوين العام للغاز الطبيعي قبل عملية التنقية (خليل، 2015، صفحة 417).

الجدول رقم (1): مكونات الغاز الطبيعي قبل تنقيته

أنواع المواد	المكونات	النسبة المئوية %
هيدروكربونات بارافينيه Parafinic hydrocarbons	الميثان	%98-70
	الإيثان	%10-1
	البروتين	آثار-%5
	البيوتين	آثار-%2
	البنتين	آثار-%1
	الهكسين	آثار-%0.5
	الهبتيتات وأعلى c+	لا شيء - آثار
الهيكروكربونات الحلقية	سيكلو بروبين	آثار
	سيكلو هكزين	آثار
الهيدروكربونات الأروماتية	البنزين وخلافه	آثار
الغير هيدروكربونات	النيتروجين	آثار-%15
	ثاني أكسيد الكربون	آثار-%1
	كبرتيد الهيدروجين	آثار

الهليوم	آثار-5%
خلافه	آثار
ماء	آثار-5%

المصدر: محمد خليل، كمياء الوقود الحفري، دار الكتب العملية، القاهرة، 2015، ص 417

2.2.2 طرق قياس الغاز الطبيعي: يُقاس الغاز الطبيعي عادةً وفق حجمه في الظروف القياسية، ويُعبر عنه بالمتر المكعب أو القدم المكعب. ولأغراض تجارية، تعتمد الشركات وحدات أكبر مثل ألف قدم مكعب (MCF)، مليون قدم مكعب (MMCF)، أو تريليون قدم مكعب (TCF). كما يمكن قياسه من حيث قيمته الطاقوية باستخدام وحدات متعارف عليها مثل الوحدة الحرارية البريطانية (BTUأو الكالوري (الضحاك، 1982، صفحة 30).

بعد تنقيته، يُنقل الغاز الطبيعي النظيف عبر شبكة من الأنابيب إلى مواقع الاستهلاك المختلفة. ويعرض الجدول (2) بعض الخصائص الفيزيائية للمكونات الرئيسية التي يتكون منها الغاز الطبيعي (خليل، 2015، صفحة 418).

الجدول رقم (2): الخواص الطبيعية الهامة للغاز الطبيعي

الأسم	الرمز الكيميائي	درجة حرارة الإنصهار°م	درجة الغليان°م	الحالة عند25 °م
الميثان	CH4	-182.5°م	-164	غاز
الإيثان	C2H6	-183.3°م	-88.6	غاز
البروبين	C3H8	-189.7°م	-42.1	غاز
البيوتين	C4H10	-138.4°م	-0.5	غاز
البنتين	C5H12	-129.7°م	36.1	سائل
الهكزين	C6H14	-95°م	68.9	سائل
الهبتين	C7H16	-90.6°م	98.4	سائل
الأكتين	C8H18	-56.8°م	124.7	سائل
نونين	C9H12	-51°م	150.8	سائل

المصدر: محمد خليل، كمياء الوقود الحفري، دار الكتب العملية، القاهرة، 2015، ص 418

ينقسم الغاز الطبيعي إلى نوعين رئيسيين: غاز مصاحب وغاز غير مصاحب. فالغاز المصاحب يُستخرج مع النفط الخام من المكامن النفطية، في حين أن الغاز غير المصاحب يُستخرج من مكامن تحتوي على الغاز فقط. ويتميز الغاز الطبيعي بخاصيتين أساسيتين هما: الوزن الجزيئي والكثافة النوعية، واللتان تُعدان من العناصر المهمة في حسابات إنتاج الغاز وعمليات معالجته (مصباح، 2005، صفحة 199).

3. طرق استكشاف واسالة الغاز الطبيعي

يركّز هذا المطلب على استعراض أبرز طرق استكشاف الغاز الطبيعي، سواء تلك المعتمدة على القياسات الجاذبية والمغناطيسية أو عبر تقنيات المسح السيزمي، وغيرها من الأساليب الحديثة. ومن جانب آخر، سيتم التطرق أيضاً إلى الطرق المختلفة المتبعة في إسالة الغاز الطبيعي وتحويله إلى شكله السائل.

1.3 طرق استكشاف الغاز الطبيعي

1.1.3 قديماً: الاعتماد على العلامات السطحية كتسرب الغاز من الشقوق (مصباح، 2005، الصفحات 35-36).

2.1.3 حديثاً: تطورت عدة طرق رئيسية أهمها: (الصوف، 2016، صفحة 57).

- **طريقة الجاذبية:** قياس تغيرات الجاذبية لتحديد تراكيب صخرية قد تحتوي على النفط أو الغاز.
- **الطريقة المغناطيسية:** قياس تغيرات المجال المغناطيسي لمعرفة نوع وعمق الصخور.
- **رسم الخرائط الجيولوجية:** استخدام الخرائط السطحية والجوفية لتقدير احتمال وجود الغاز.
- **المسح الجوي:** تصوير بالأقمار الصناعية والاستشعار عن بُعد لتحديد تراكيب وصخور المناطق الواسعة.
- **المسح السيزمي:** الأكثر شيوعاً، يعتمد على الموجات الصوتية لرسم خرائط تحت سطحية دقيقة للطبقات.
- **الحفر:** الوسيلة الوحيدة للتأكد من وجود الغاز، وتشمل الحفر البري والبحري، إضافة إلى تقنيات حديثة مثل الحفر الأفقي والتكسير الهيدروليكي.

2.3 إسالة الغاز الطبيعي والهدف من إسالته:

أ- يُستخرج الغاز الطبيعي من الحقول، ثم يُنقل عبر الأنابيب لمعالجته وتبريده وتحويله إلى سائل لتسهيل نقله وتخزينه.

ب- الإسالة تقلل حجم الغاز بحوالي 600 مرة، ما يجعل نقله عبر البحار أقل تكلفة، رغم الحاجة إلى ناقلات خاصة وتجهيزات لإعادته للحالة الغازية.

ت- التوسع في تسييل الغاز جاء نتيجة زيادة الطلب العالمي، حيث أنشأت عدة دول عربية مصانع ضخمة: (العتيبي، 2009، صفحة 12).

- قطر: أكبر منتج عالمي، وصل إنتاجها عام 2010 إلى 77 مليون طن سنوياً.

- الجزائر: 4 مصانع بطاقة 24 مليون طن/سنة.
- عُمان: مصنع واحد بطاقة 6.6 مليون طن/سنة.
- الإمارات: مصنع بجزيرة داس بطاقة 5.6 مليون طن/سنة.
- ليبيا: مصنع في البريقة بطاقة 3.2 مليون طن/سنة يصدر إلى أوروبا.

دول مثل قطر، الجزائر، عمان، مصر، اليمن، وليبيا تسعى لتوسيع قدراتها الإنتاجية عبر إنشاء مصانع جديدة.

يختلف الغاز الطبيعي المسال (LNG) عن تقنية تحويل الغاز إلى سوائل .(GTL) فالأولى تعتمد على تبريد الغاز إلى نحو–162 درجة مئوية وضغط عالٍ (120 بار) ليسهل نقله عبر ناقلات خاصة ثم إعادته إلى حالته الغازية عند الوصول، وهي عملية مكلفة. أما تقنية GTL فهي حديثة نسبياً، تقوم على معادلة فيشر التي وُضعت عام 1925 بجامعة بوخوم، حيث يُحوَّل الغاز إلى وقود سائل يمكن استخدامه مباشرة. ونظرًا لصعوبة نقل الغاز من مواقع الإنتاج إلى مناطق الاستهلاك، برزت تقنية GTL كخيار اقتصادي وفني مهم، بينما يُعتبر أيضاً تحويل الغاز إلى كهرباء في محطات قريبة من الحقول ونقلها عبر الشبكات وسيلة أكثر كفاءة نسبياً من الإسالة والنقل البحري (Roheyetal, 1997, p. 380)، يُعَدّ الغاز الطبيعي من أهم مصادر الطاقة النظيفة لتوليد الكهرباء والاستخدامات المنزلية والصناعية، غير أن بُعد الحقول البحرية يرفع تكاليف نقله سواء عن طريق الإسالة أو الضغط. وللتغلب على هذه التحديات، طُوّرت وحدات عائمة قريبة من مواقع الإنتاج لتحويل الغاز إلى سوائل باستخدام تفاعل (F-T)، حيث تتميز هذه التقنية بكونها أقل تكلفة وأكثر كفاءة من إسالة الغاز، إذ تستفيد من حرارة التفاعل في توليد البخار والكهرباء. كما تقلل من الحاجة إلى عقود تصدير طويلة الأمد، وتسهم في تعظيم العائد الاقتصادي من استغلال الحقول البحرية بما يعزز التنمية (حمدي، 1997، صفحة 46).

يُعدّ الوقود البيئي الناتج عن تحويل الغاز إلى سائل (GTL) منافسًا للنفط، حيث يُستفاد من الغاز دون تلويث البيئة. الولايات المتحدة، على سبيل المثال، استهلكت 21 تريليون قدم مكعب من الغاز عام 2004، ومن المتوقع أن يصل الاستهلاك إلى 62 تريليون بحلول 2026، مع استيراد 53% من النفط المستهلك، مما يزيد التلوث. مع تشديد المعايير البيئية العالمية، يُعتبر الوقود الناتج من تحويل الغاز إلى سوائل حلاً اقتصاديًا وبيئيًا مهمًا لهذه الدول.

من خلال ذلك يمكن تحديد الدوافع التالية: (Maha Abdel- Kareem, 2016)

- أهداف تقنية GTL: الاستغلال الاقتصادي للغاز المرافق والمخزن، تقليل تكاليف النقل، إنتاج وقود نظيف يحافظ على البيئة، وتلبية الطلب المتزايد على وقود النقل.

- دوافع التوسع في GTL: وجود الغاز في مناطق نائية أو بحرية، زيادة الطلب على وقود النقل النظيف، تراجع تكاليف الإنشاء والتشغيل، المنافسة مع النفط الخام عند ارتفاع أسعاره، تشجيع الاستقرار السياسي والاقتصادي، إضافة إلى الرغبة في استغلال الغاز المصاحب بدلاً من حرقه.
- تقنيات إسالة الغاز: تشمل الامتصاص، والتمدد بعد التبريد، بهدف إزالة سوائل الغاز ذات القيمة الاقتصادية العالية.
- حقائق حول GTL: تسمح باستثمار الغاز البعيد أو المحروق، لكنها تتطلب غازًا منخفض التكلفة لتنافس الديزل التقليدي، بينما الغاز المنقول بالأنابيب لا يحقق الجدوى الاقتصادية بسبب ارتفاع تكاليفه.
- أهمية GTL حاليًا: تزايد الاهتمام بها نتيجة ارتفاع أسعار النفط، اشتداد القوانين البيئية، وتعاظم الاهتمام باستغلال الغاز وتقليل الانبعاثات.

أنواع الغازات المسالة:.

أ- الغاز الطبيعي المسال (LNG): يُسال بالتبريد والضغط لتقليل حجمه وتسهيل نقله (حمدي، 1997، صفحة 19).

ب- غازات البترول المسال (LPG): خليط من البروبين والبيوتين يُستخلص من الغاز الطبيعي الرطب وغازات التكرير (خليل، 2015، صفحة 424).

ت- سوائل الغاز الطبيعي (NGL): هيدروكربونات سائلة مستخلصة من الغاز الطبيعي وتُستغل اقتصادياً (مصباح، 2005، صفحة 59).

4. مميزات وتحديات تطوير الغاز الطبيعي

منذ بدايات القرن التاسع عشر، لفت الغاز الطبيعي أنظار العالم كمصدر مهم للطاقة. فقد كانت الولايات المتحدة السباقة في هذا المجال، حيث استخدمته سنة 1816 لإضاءة شوارع مدينة بالتيمور. ومع مرور الوقت وتطور الصناعة، بدأت أمريكا عام 1945 تنشر بشكل دوري تقديرات لاحتياطيات الغاز الطبيعي، وهو ما عزز مكانتها كقوة رائدة في هذا القطاع. هذا النجاح الأمريكي لم يمر دون تأثير، إذ سارعت أوروبا ودول أخرى إلى تبني التجربة والاستفادة من الغاز الطبيعي كمورد رئيسي للطاقة (القافلة، 2004، صفحة 11).

برزت عدة دول عربية مثل السعودية وقطر والجزائر ومصر ضمن قائمة أبرز الدول التي تمتلك احتياطيات ضخمة من الغاز الطبيعي، إلى جانب روسيا وإيران، في حين ما تزال ليبيا بحاجة إلى تكثيف عمليات التنقيب لتعزيز موقعها في هذا المجال. ويعود تميز هذه الدول إلى ما يقدمه

الغاز الطبيعي من فوائد بيئية واقتصادية مقارنة بمصادر الطاقة الأخرى، مثل انخفاض الانبعاثات، وتكلفته المناسبة، إضافة إلى تنوع مجالات استخدامه (إسماعيل، 1996، صفحة 22):

1.4 المزايا البيئية:

يتميز الغاز الطبيعي بالعديد من المزايا، وهي: (عبد الله، 2003، صفحة 23) فهو يُستخرج ويُستخدم بسهولة، ويحترق بشكل نظيف دون أن يخلّف دخانًا أو روائح كريهة أو مواد سامة، مع انخفاض كبير في مخاطر الانفجار. كما يتميز بانخفاض نسبة الشوائب مثل الكبريت مقارنة بالنفط، مما يجعله خيارًا مناسبًا للاستخدام المنزلي وللعديد من الصناعات كالبترول والحديد والصلب والألمنيوم. ويحتاج الغاز الطبيعي إلى كمية أقل من الهواء لإتمام عملية الاحتراق، الأمر الذي يمنحه كفاءة حرارية مرتفعة. وإلى جانب ذلك، يُعتبر أنظف من الفحم والنفط، إذ يقلل من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنسبة تصل إلى 50% مقارنة بالفحم، وبنسبة تتراوح بين 20% و30% مقارنة بالنفط، كما أن نسبة تلوثه لا تتجاوز 60% من تلوث الفحم. ويُضاف إلى ذلك أنه لا يحتاج إلى عمليات تكرير معقدة كالنفط، بل يكفي تنقيته من الكبريت، وهو ما يحد من التلوث ويقلل انبعاثات أكاسيد النيتروجين.

2.4 المزايا الاقتصادية:

تتمثل في الآتي (للبترول، 2007، الصفحات 42-73): حيث يمتاز الغاز الطبيعي بعدة خصائص تجعل منه مصدرًا للطاقة يتفوق على غيره من الوقود الأحفوري. فهو يحتوي على طاقة حرارية أعلى بالنسبة للكتلة مع تلوث أقل عند الاحتراق، كما أن الأجهزة التي تعمل به تكاد لا تحتاج إلى صيانة تُذكر، ما ينعكس إيجابًا على العائدات. ومن مزاياه أيضًا سهولة إزالة مركبات الكبريت بتكلفة منخفضة، وإمكانية نقله عبر المواسير مع فقدان طفيف في الضغط، وهو ما يقلل من استهلاك طاقة الضخ. هذا التفوق جعله يدخل في صناعات متعددة مثل الزجاج، المطاط، البلاستيك والبتروكيماويات. كما يبرز دوره بشكل خاص في توليد الكهرباء، إذ تُحقق محطات الدورة المركبة كفاءة تتجاوز 60%، مقارنة بحوالي 40% فقط في المحطات التقليدية، وذلك بفضل طاقته الحرارية العالية وتكلفته المنخفضة. وعلى مستوى الاحتياطات العالمية، شهد الغاز الطبيعي نموًا ملحوظًا؛ فارتفعت من 106.86 تريليون متر مكعب سنة 1987 إلى 187.49 تريليون متر مكعب في 2010، ثم إلى 234.67 تريليون متر مكعب بحلول 2015، مع تسجيل قفزة بارزة في الشرق الأوسط من 31.18 تريليون إلى 75.8 تريليون في الفترة نفسها.

3.4 تحديات تطوير الغاز الطبيعي:

في بداياته، لم يحظَ الغاز الطبيعي باهتمام مستقل عن النفط، إذ كان الغاز المصاحب غالبًا يُحرق ويُهدر، كما حدث في ليبيا حيث أُتلف نحو 90% منه. وكانت الدراسات الخاصة بالغاز تُدمج ضمن أبحاث النفط، دون أن تُنشر بيانات واضحة عن الاحتياطيات أو الإنتاج. ويرجع ذلك إلى جملة من العوامل، منها ضعف الإمكانيات الفنية، وقلة الكفاءات العلمية، وصعوبات الموقع الجغرافي، فضلًا عن التأثير السلبي للشركات الأجنبية.

5. مجالات استخدام الغاز الطبيعي وبيئة نشأته

لقد نشأ الغاز الطبيعي في عدة مناطق بالعالم، ويرجع ذلك للتقدم التكنولوجي الهائل في أجهزة وتقنية الاستكشاف والحفر، ولقد برز دوره الاستراتيجي في مجال استخداماته.

1.5 بيئة ونظريات نشأة الغاز الطبيعي:

شهدت السنوات الأخيرة تزايدًا في اكتشافات الغاز الطبيعي، خاصة في دلتا النيل والمياه العميقة بالبحر المتوسط، بفضل التطور التكنولوجي وارتفاع الاهتمام به كوقود نظيف. يتكون الغاز أساسًا من الميثان مع كميات متفاوتة من هيدروكربونات أخرى وغازات غير هيدروكربونية. وتتنوع أماكن تواجده بين كونه مذابًا في النفط، أو كغطاء غازي فوقه، أو في تجمعات مستقلة (بدراوي، 2016، صفحة 178).

تفسر نشأة الغاز الطبيعي نظريتان أساسيتان: الأولى ترى أنه يتكون مباشرة من تحلل المواد العضوية أو من عمليات غير عضوية، بينما الثانية تعتبره نتاجًا ثانويًا لتكوّن النفط. أما من حيث وجوده، فقد يكون مصاحبًا للنفط أو مستقلاً عنه، ويتأثر إنتاجه بالضغط تحت السطحي ونسبة الغاز إلى الزيت.(GOR) (بدراوي، 2016، صفحة 179).

كما يحتوي الغاز في بعض الخزانات على هيدروكربونات تتكثف عند الإنتاج، وتُعرف بالمتكثفات أو "الجازولين الطبيعي"، وتتميز بجودة عالية. ويُقاس الغاز عادة بالقدم المكعبة القياسية أو بالمتر المكعب، إضافة إلى قيمته الحرارية (حمدي، 1997، صفحة 167).

يصنف الكيميائيون الهيدروكربونات البترولية إلى خمسة أنواع: الزيت الأسود، الزيت المتطاير، الغاز المتراجع، الغاز الرطب، والغاز الجاف، وهو أساسًا ميثان نقي. هذه التصنيفات تساعد في دراسة الخزانات وتقدير الاحتياطيات (حمدي، 1997، الصفحات 169-170).

إنتاج النفط والغاز يرافقه انبعاث غازات مثل الميثان وثاني أكسيد الكربون، التي تسهم في الاحتباس الحراري، لذلك تلجأ الشركات إلى حرق الغاز الفائض أو إعادة حقنه. كما تُبذل جهود

لمعالجة الغاز بإزالة الشوائب والرطوبة وإنتاج سوائل الغاز الطبيعي(NGL) ، ليُباع عبر الأنابيب أو كغاز مسال.(LNG) (بدراوي، 2016، صفحة 309).

من ناحية بيئية، تولد عمليات الإنتاج نفايات وغازات ضارة، لكن يتم التحكم فيها عبر تقنيات المعالجة والحقن أو بإيجاد بدائل أقل ضررًا. كما أن بعض الدول الصناعية فرضت ضرائب على الكربون للحد من الانبعاثات، ما يؤثر بدوره على أسعار النفط (بدراوي، 2016، صفحة 407).

2.5 مجالات استخدام الغاز الطبيعي:

تعدد استخدامات الغاز الطبيعي في أكثر من قطاع على النحو التالي:

يمثل الغاز الطبيعي خيارًا مثاليًا في القطاع المنزلي، إذ يُعد الوقود الأنظف والأكثر أمانًا للاستخدام داخل البيوت وخارجها. فهو يدخل في الطهي وتسخين المياه وتشغيل الأفران وأجهزة التدفئة والمكيفات وحتى خلايا الوقود. كما أنه متاح بشكل دائم عبر شبكة أنابيب تنقل الغاز مباشرة من مناطق الإنتاج إلى المستهلكين. وتتميز الأجهزة التي تعمل به بالكفاءة العالية، إلى جانب تكلفته المنخفضة بفضل احتراقه النظيف والفعال، ما يجعله مناسبًا بشكل خاص للدول ذات الكثافة السكانية المرتفعة.

أما في الصناعات النفطية، فيُستخدم الغاز الطبيعي في عدة مجالات مهمة، أبرزها إعادة الحقن في الحقول للحفاظ على ضغط المكمن وتخزين الغاز بدلاً من حرقه، بحيث يمكن استرجاعه عند الحاجة. كما تعتمد مصافي التكرير عليه كوقود لتشغيل وحداتها أو لمعالجة وتسييل الغاز، نظرًا لانخفاض تكلفته وكفاءته الحرارية العالية. ويُستفاد منه أيضًا في تحلية النفط الخام من المركبات الكبريتية لحماية الأنابيب من التآكل قبل نقله وتسويقه (مصباح، 2005، صفحة 143).

وفي القطاع الصناعي، اتسع نطاق استخدام الغاز الطبيعي ليشمل توليد الطاقة للمصانع المختلفة بفضل سهولة التعامل معه وانخفاض أثره البيئي بعد المعالجة. فقد أصبح جزءًا أساسيًا في صناعات الخزف والبلاط والفخاريات والأدوات الصحية والزجاج والمطاط والبلاستيك. وتبرز أهميته بشكل خاص في صناعة البتروكيماويات، حيث يُستخدم الميثان لإنتاج النشادر واليوريا كسماد عضوي، وكذلك الميثانول الذي يدخل في صناعة الفورمالدهيد. كما يُستعمل الإيثان في إنتاج الإيثيلين الذي يمثل قاعدة الصناعات البلاستيكية، بينما يسهم البروبان والبيوتان في إنتاج البروبيلين والبيوتيلين، إضافة إلى استخدامهما كوقود منزلي وفي لحام المعادن

وتشكيل السبائك وتجفيف المحاصيل. كذلك تُستغل الهيدروكربونات غير المشبعة لإنتاج المطاط الصناعي والجليسرين والمنظفات والمذيبات العضوية (الطيب، 2001، صفحة 116).

وتُعد صناعة البتروكيماويات ركيزة استراتيجية للاقتصاد العالمي، إذ بلغت مساهمة الشرق الأوسط نحو 20% من الإنتاج العالمي في عام 2010، وأسهمت هذه الصناعة في تحسين مستوى المعيشة وتطوير المرافق الحيوية في الدول الصناعية خلال العقود الماضية، ولا تزال تشهد نموًا متزايدًا مع توسع الطاقة الإنتاجية وتنوع المنتجات والتركيز على الصناعات التحويلية ذات القيمة المضافة العالية (الطيب، 2001، صفحة 118).

يمثل الغاز الطبيعي مصدرًا حيويًا للطاقة بفضل كفاءته العالية وصداقته للبيئة، إذ يُستخدم في توليد الكهرباء عبر محطات حديثة تقلل الانبعاثات مقارنة بالفحم، كما يشكل مادة أساسية لإنتاج الأمونيا في صناعة الأسمدة والعديد من المشتقات البتروكيماوية (الطيب، 2001، صفحة 117). وإلى جانب ذلك، يساهم في تلبية احتياجات القطاع الصناعي والتبريد، ويُعتمد عليه بشكل متزايد في قطاع النقل كوقود مضغوط (CNG) للحافلات والسيارات، لما يتميز به من نظافة بيئية وانخفاض في التكلفة يصل إلى نصف تكلفة البنزين، مما جعله خيارًا استراتيجيًا في العديد من الدول .(Chandra, 2006, p. 77)

6. نتائج الدراسة:

- الأهمية البيئية والاقتصادية: يُعد الغاز الطبيعي واحدًا من أنظف وأكفأ مصادر الطاقة، حيث تقل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عنه إلى النصف مقارنة بالفحم، وتنخفض بنسبة تصل إلى 30% مقارنة بالنفط. كما يحقق كفاءة عالية في محطات الدورة المركبة لتوليد الكهرباء، تصل إلى نحو 60%، وهو ما يمنحه ميزة إضافية على المصادر التقليدية.
- وفرة الاحتياطيات: تشير البيانات إلى أن الاحتياطي العالمي من الغاز الطبيعي بلغ حوالي 234.7 تريليون متر مكعب سنة 2015، مع توقعات ببلوغه 400 تريليون متر مكعب بحلول 2026، الأمر الذي يرسّخ مكانته كمصدر طاقة استراتيجي طويل الأمد.
- تعدد الاستخدامات: يمتد حضور الغاز الطبيعي إلى مختلف القطاعات؛ ففي المنازل يُستعمل في الطهي والتدفئة، وفي الصناعة يدخل في إنتاج البتروكيماويات والحديد والصلب، أما في قطاع النفط فيُستخدم لإعادة الحقن وتشغيل المصافي. كما أصبح له دور متنامٍ في قطاع النقل، سواء عبر الغاز المضغوط (CNG) أو من خلال تحويله إلى سوائل (GTL).
- التطور التكنولوجي: ساهمت التقنيات الحديثة مثل المسح السيزمي، طرق الجاذبية والمغناطيسية، والحفر الأفقي في تعزيز عمليات الاستكشاف. كما سمحت تقنيات الإسالة

(LNG وGTL) بنقله بسهولة من أماكن الإنتاج إلى مناطق الاستهلاك، خاصة تلك البعيدة أو البحرية.

- التحديات: ورغم المزايا العديدة، ما زال تطوير الغاز الطبيعي يواجه عقبات، أبرزها ارتفاع تكاليف الحفر في أعماق البحار، والتي قد تصل إلى 40 مليون دولار للبئر الواحد، إضافة إلى ضعف القدرات التكنولوجية في بعض الدول النامية. كما أن السياسات البيئية مثل فرض ضرائب الكربون قد تحد من حجم الاستثمارات في هذا المجال.

7. توصيات الدراسة:

-الاستثمار في التكنولوجيا: من الضروري أن تركز الدول المنتجة، وخاصة النامية منها، على تطوير تقنيات الحفر والإسالة مثل (GTL وLNG). هذا التوجه لا يساهم فقط في خفض التكاليف، بل يرفع أيضًا من كفاءة الاستغلال. كما أن نقل الخبرات والتكنولوجيا من الدول المتقدمة يعد خطوة أساسية لتسريع هذا التطور.

-توسيع البنية التحتية: يتطلب قطاع الغاز بناء المزيد من معامل الإسالة وتحديث شبكات نقل الغاز المسال، بهدف تسهيل وصوله إلى الأسواق العالمية. وتبرز الدول العربية، كقطر والجزائر، كنماذج رائدة في هذا المجال يمكن الاستفادة من تجاربها.

-الحد من حرق الغاز: حان الوقت لتبني سياسات جادة تضمن جمع الغاز المصاحب واستغلاله بدلًا من حرقه. يمكن إعادة حقنه في الخزانات أو تحويله إلى منتجات صناعية ذات قيمة مضافة، وهو ما يحد من التلوث ويعزز الفائدة الاقتصادية.

-التوسع في استخدامه كوقود للنقل: يمثل الغاز الطبيعي، سواء المضغوط (CNG) أو المسال (LNG)، خيارًا واعدًا لتقليل الاعتماد على البنزين والديزل. دعم تطوير محركات مركبات وطائرات تعمل بالغاز، مع توفير حوافز مشجعة، يمكن أن يكون خطوة مهمة نحو طاقة أنظف.

-مواجهة التحديات البيئية والاقتصادية: من المهم صياغة سياسات متوازنة تضمن تقليل أثر الضرائب البيئية على الاستثمارات، مع تعزيز التعاون الدولي لتوفير التمويل اللازم لمشاريع الغاز، خاصة في الدول النامية.

-بناء الكفاءات البشرية: لا يمكن فصل تطوير قطاع الغاز عن تأهيل العنصر البشري. لذلك، ينبغي الاستثمار في التعليم والتدريب المتخصصين لإعداد كوادر محلية قادرة على إدارة عمليات الاستكشاف والإنتاج، بما يقلل الاعتماد على الشركات الأجنبية.

-تشجيع البحث العلمي: دعم الأبحاث في مجال استكشاف مصادر الغاز غير التقليدية، مثل الغاز الصخري، وتحسين كفاءة تقنيات الإنتاج، يشكل ضمانة لاستدامة هذا المورد الحيوي في المستقبل.

قائمة المصادر والمراجع

Full Report .(2015).BP *s*tatistical Review of World Energy .

Alexandre Roheyetal .(1997) .Natural gas: production, processing, tansport . Paris :Editions Technip.

M. Bassyouni, M-S. Abdel-Hamid and Hussein Abdel-Aal Maha Abdel- Kareem .(2016) . The Role of GTL Technology as an Option to Exploit Natural Gas .

Vaclav Smil .(2008) .Energy in nature and society تأليف .general energetic of complex systems الصفحات) chapter1, 14 .(London: The MIT Press Cambridge, Massachusetts.

Vivek Chandra .(2006) .Fundamentals of natural gas: an international perspective . U.S.A : Penn Well Corporation Oklahoma.

البنبي حمدي. (1997). البترول بين النظرية والتطبيق. القاهرة: ، دار المعارف، الطبعة الثانية، القاهرة، 1997، ص46.

القافلة. (يناير، فبراير, 2004). الغاز الثروة التي استقلت عن الزيت. العدد1، المجلد 53، صفحة 11.

حسين عبد الله. (2003). مستقبل النفط العربي. الفاهرة: دار النهضة العربية.

عبد العزيز مصباح. (2005). أساسيات صناعة البترول. القاهرة: دار الأمين للطباعة.

علي الضحاك. (1982). اقتصاديات الغاز الطبيعي في لوطن العربي. بيروت: معهد الإنماء العربي.

عهود العتيبي. (2009). دور الغاز الطبيعي في تنمية اقتصاد السعودية. القاهرة: جامعة القاهرة، كلية الاقتصاد والعلوم السياسية.

فرهاد الأهدن. (1999). الموارد الاقتصادية وموارد الطاقة والبترول. القاهرة: مكتبة انجلو المصرية.

محمد احمد بدراوي. (2016). الغاز الطبيعي. الاسكندرية: مكتبة الاسكندرية.

محمد خليل. (2015). كمياء الوقود الحفري. القاهرة: دار الكتب العملية.

محمد محروس إسماعيل. (1996). الجديد في اقتصاديات النفط الطاقة. الكويت: الطبعة الأولى.

منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول. (2007). شبكات الغاز بين الدول العربية. الكويت: ، مجلة النفط والتعاون العربي، الكويت، 2007، العدد111، ص73.

نعمت أبو الصوف. (2016). واقع صناعة الغاز في ظل انهيار الطلب العالمي. صحيفة الاقتصادية الإلكترونية، 57.

ونادة الطيب. (2001). الغاز الطبيعي ومجالات استخدامه في الدول العربي. مجلة النفط والتعاون العربي، صفحة 117.

قائمة المصادروالمراجع باللغة الانجليزية

Abu Al-Souf, N. (2016). The reality of the gas industry amid global demand collapse. Al-Eqtisadiah Newspaper, 57.

Al-Ahdan, F. (2009). The role of natural gas in Saudi Arabia's economic development. Cairo: Cairo University, Faculty of Economics and Political Science.

Al-Dhahak, A. (1982). Economics of natural gas in the Arab world. Beirut: Arab Development Institute.

Al-Qafila. (Jan.–Feb., 2004). Natural gas: The resource independent from oil. Al-Qafila, 53(1), 11.

Al-Tayeb, W. (2001). Natural gas and its applications in Arab countries. Oil and Arab Cooperation Journal, 117.

Badrawi, M. A. (2016). Natural gas. Alexandria: Alexandria Library.

Bassyouni, M., Abdel-Hamid, M.-S., & Abdel-Aal Maha Abdel-Kareem, H. (2016). The role of GTL technology as an option to exploit natural gas.

Bunbi, H. (1997). Petroleum: Between theory and practice (2nd ed., p. 46). Cairo: Dar Al-Maaref.

Chandra, V. (2006). Fundamentals of natural gas: An international perspective. Oklahoma, USA: PennWell Corporation.

Full Report. (2015). BP Statistical Review of World Energy.

Khalil, M. (2015). Fossil fuel chemistry. Cairo: Dar Al-Kutub Al-Amalia.

Mahrous, M. I. (1996). New developments in oil and energy economics. Kuwait: 1st edition.

Misbah, A. (2005). Fundamentals of the petroleum industry. Cairo: Dar Al-Amin.

Organization of Arab Petroleum Exporting Countries. (2007). Gas networks among Arab countries. Oil and Arab Cooperation Journal, 111, 73.

Rohey, A., et al. (1997). Natural gas: Production, processing, transport. Paris: Editions Technip.

Smil, V. (2008). Energy in nature and society: General energetics of complex systems (Chapter 1, p. 14). London: MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

Abdullah, H. (2003). The future of Arab oil. Cairo: Dar Al-Nahda Al-Arabiya.