تدل جميع المؤشرات والحقائق على أن الطلب على مصادر الطاقة ، خاصة المصادر التقليدية مثل النفط والغاز الطبيعي في تصاعد مستمر، لذلك: فإن هاجس تأمين الطاقة يحتل مقدمة أولويات المتطلبات الأساسية للمجتمع الدولي.وتحرص الدول الأكثر استهلاكاً للطاقة على أن تكون في جانب آمن من الصدمات السياسية والاقتصادية، مما رسّخ مفهوم البحث عن مصادر جديدة؛ ولذلك فإن مراكز الأبحاث العلمية العالمية تشهد سباقاً محموماً للبحث عن تقنيات ومصادر جديدة للطاقة، وبمصادر تمويل متعددة، وبروافد تخصصية من المؤتمرات والندوات والمنتديات؛ والكتب والمجلات وقواعد المعلومات؛ حيث يشتد هذا السباق خصوصاً عند ارتفاع أسعار النفط.

ليس بالضرورة أن تكون المصادر الجديدة للطاقة ذات جدوى اقتصادية في الوقت الراهن، ولكنها قد تكون ممكنة وواعدة على المدى البعيد، وبذلك يتكوّن التراكم المعرفي للخيارات المتاحة والبدائل الممكنة. ولعله من المتعارف عليه في الأوساط العلمية: أن مسار الطاقة وتقنياتها يمر بمرحلة تحولات، فبعد كل حقبة من الزمن يتم اكتشاف واستغلال مصادر جديدة أو ترجيح مصدرعلى آخر، بمؤثرات سياسية واقتصادية وبيئية حيث تتسارع أو تتباطأ عجلة هذه التحولات.

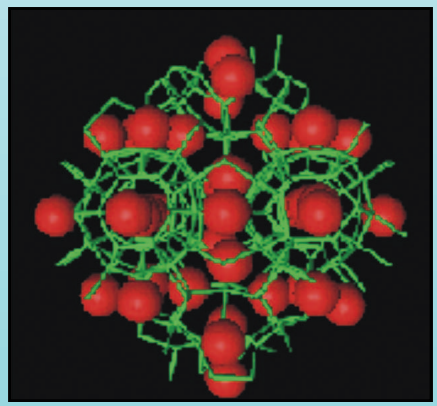
الجدير بالذكر أن المعطيات تشير إلى استمرار الوضع الراهن للثلاثين عاماً القادمة على أقل الاحتمالات، مع التوجه إلى نمو مساهمة الغاز الطبيعي في سد الاحتياجات من الطاقة، بالإضافة إلى زيادة المساهمات المتواضعة للطاقات الجديدة والمتجددة . ومن الواضح أن نطاق البحث في هذا المجال واسع ومتنوع ،فقد تكون هذه البدائل من الفضاء أو على الأرض أو في قاع المحيطات. ومن ذلك مثلاً يعد الميثان المميه(Methane Hydrate) أو الغاز الطبيعي المميه (Gas Hydrate) والمسمى بالوقود الثلجي ـ حسب مقترح الكاتب ـ هو أحد مصادر الطاقة الذي تتجه إليه الدراسات من منظور بعيد المدى.

تعريف الوقود الثلجي

الوقود الثلجي عبارة عن جزئيات غاز طبيعي مغلفة داخل جزيئات ماء، حيث تكون جزيئات الماء مثل القفص لجزيئات الغاز بدون روابط كيميائية، الشكل (١). تتراكم هذه الجزيئات مكونة ـ بعوامل طبيعية ـ بلورات صلبة تشبه الثلج، شكل (٢). وهذا يعنى أن الوقود الثلجي يتكون من ماء وغاز طبيعي ـ في معظمه غاز الميثان (CH_4) ـ ولذلك فهو يمثل مصدر طاقة هيدروكربوني أحفوري تكوّن تحت درجة حرارة منخفضة وضغط عالي.

يُعد الوقود الثلجي أكثر أنواع الطاقة الهيدروكربونية تركيزاً بالنسبة لمحتوى الطاقة المخزونة، حيث يبلغ محتواه من الطاقة الكامنة: ١٨٤ألف وحدة حرارية بريطانية (BTU) لكل قدم مكعب، وهي طاقة كامنة تفوق ما هو كامن في بعض مركبات مصادر الطاقة الهيدروكربونية الأخرى مثل الفحم والنفط. وللمقارنة تبلغ الطاقة الكامنة لغاز الميثان ١١٥٠ وحدة حرارية بريطانية لكل قدم مكعب، بينما تبلغ الطاقة الكامنة للغاز الطبيعي المسال(LNG) ٤٣٠ ألف وحدة حراريه بريطانية لكل قدم مكعب. يمكن تحرير طاقة الوقود الثلجي بإذابة الكتلة الثلجية، حيث ينبعث غاز الميثان الذي يمكن استخدامه كمصدر للطاقة. ويبيّن الشكل (٣) المكعبات الثلجية ـ الوقود الثلجي ـ وهي تشتعل بعد ذوبانها وإشعالها. وفي هذه الحالة قد يصدق المثل الصيني القديم " خذ النارمن الماء " .

عرف العلماء الوقود الثلجي في بدايات ١٨٠٠م عندما لاحظ كلٌ من **همفري ديفي**



■ شكل (١) تركيب الوقود الثلجي.

■ شكل (٢) كتله من الوقود الثلجي.

■ شكل (٣) الوقود الثلجي عند اشتاله.

و **ميشيل فرادي** ـ أثناء القيام ببعض التجارب ـ تكوَّن مادة صلبة من مزيج الماء والكلور عند درجة حرارة أعلى من درجة تجمد الماء. وعند نهاية القرن قام العديد من العلماء بدراسة هذه المادة، حيث تم فهرست أنواع مختلفة من جزئيات المواد التي يمكن أن تكوِّن شبكيات لاقتناص بعض جزيئات المواد الأخرى تحت ظروف بيئية مختلفة. وحيث إن تواجد هذه المادة في الطبيعة لم يكن معلوماً في حينه فقد بقيت دراسة موضوع هذه المادة رغبة أكاديمية بشكل أساسي. وفي عام ١٩٣٠م أكد **هامر شميت** أن هذه المادة هي سبب انسداد أنابيب الغاز الطبيعي خصوصاً في البيئة الباردة. وخلال الأربعين عاماً اللاحقة، تكوّن فريق بحثي صغير للقيام بدراسة فيزيائية للعديد من مركبات هذه المادة، بما في ذلك بناء نموذج يفسر عملية تركيبها وكيفية تكونها، وذلك لتطوير مادة كيميائية مضافة لتمثيل تكوّن هذه المادة.وبعد ذلك استمرت الدراسات والأبحاث على نطاق أوسع.

مكامن وكميات الوقود الثلجي

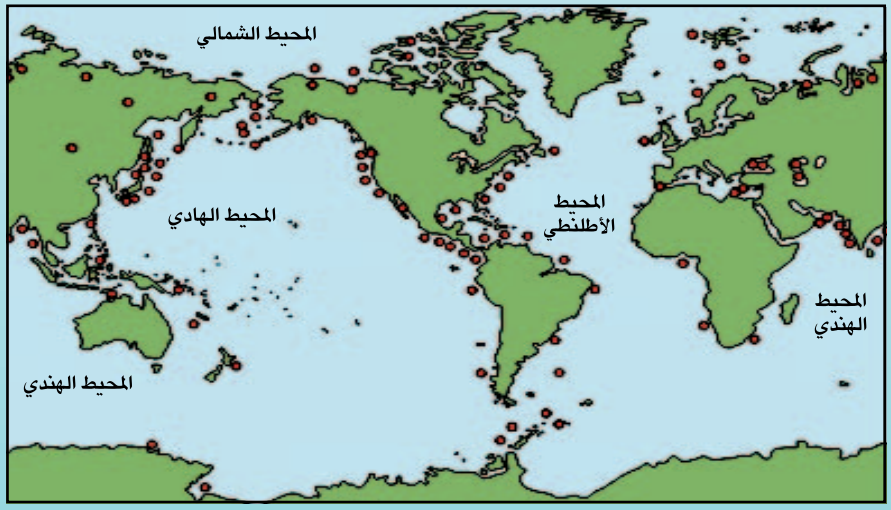
في أواخر الستينات من القرن الماضي: تم ملاحظة وجود الغاز الطبيعي الصلب ـ في معظمه الميثان المميه (Methane Hydrate)ـ بصورة طبيعية في المواد المترسبة في حقول الغاز الكبرى في غرب سيبيريا، وبعد ذلك بفترة قصيرة تكررت هذه الظاهرة في ترسبات المياه الضحلة في منحنى شمال ألاسكا. وفي أوائل ١٩٧٤م اكتشف بعض العلماء السوفيت وجود الميثان المميه أو الوقود الثلجي في أرضية البحر الأسود. وخلال عامي ١٩٩٨و١٩٩٩م تم القيام بحفر بئرين أحدهما في شمال كندا، والآخر في جنوب شرق اليابان، وكلاهما أظهرتا توفر كميات كبيرة من الوقود الثلجي. فضلاً عن ذلك: وجد هذا الوقود في عدد من الأماكن حول الولايات المتحدة الأمريكية وفي خليج المكسيك، وتبيّن الخريطة في شكل (٤) أماكن تواجد هذا المصدر من الوقود حول العالم.

يُقدر متوسط مخزون الوقود الثلجي في الولايات المتحدة الأمريكية بـ ٢٠٠ألف ترليون قدم مكعب، أما مخزونه العالمي فيبلغ ٤ ألف مليون ترليون قدم مكعب، وهو مخزون كبير جداً مقارنة بمخزون الغاز الطبيعي العالمي والذي يقدر بـ ٥ألف ترليون قدم مكعّب. فمثلاً لو أمكن الحصول على ١٪ فقط من مخزون الوقود الثلجي في الولايات المتحده الأمريكيه بطريقة اقتصادية وفنية مناسبة لأمكن مضاعفة مخزونها من الغاز الطبيعي.

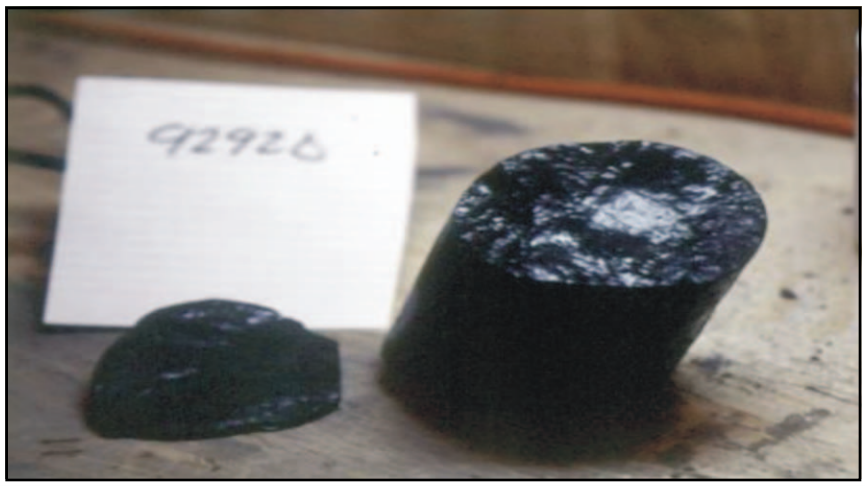
بحوث الوقود الثلجي

حظي موضوع الوقود الثلجي باهتمام بعض الدول، فقد نفذّت وزارة الطاقة (Department of Energy - DOE) في الولايات المتحدة الأمريكية برنامجاً له خلال الفترة من ١٩٨٢-١٩٩٢م وصرفت عليه ٨ ملايين دولار أمريكي، وذلك لبناء قاعدة معرفية. وقد توقف البرنامج بسبب أن إمدادات الغاز لم تكن من المواضيع الحرجة في حينه. كذلك نفذت وزارة الصناعة والتجارة في اليابان برنامجاً وطنياً مماثلاً لمدة خمس سنوات (١٩٩٥-١٩٩٩م). ونظراً لاهتمام العالم بموضوع الغاز كمصدر طاقة، فقد حظي موضوع الوقود الثلجي مرة أخرى بالأهمية في السنوات الأخيرة، ففي منتصف تسعينات القرن الماضي تم تكوين إتحاد دولي من كندا واليابان وألمانيا والولايات المتحدة الأمريكية والهند من خلال الجهات التالية:

ـ شركة الزيت الوطنية اليابانية (JNOC).
ـ مركز أبحاث الجيولوجيا الألماني (GFZ).
ـ هيئة المسح الجيولوجي الكندية (GSC).



■ شكل (٤) أماكن تواجد الوقود الثلجي.



■ شكل (٥) بلورة بيضاء من الوقود الثلجي.

ـ هيئة المسح الجيولوجي الأمريكي(USGS).
ـ وزارة الطاقة الامريكية (USDOE).
ـ هيئة الغاز الهندية المحدودة (GAIL).
ـ مؤسسة الزيت والغاز الطبيعي الهندية(ONGC).
ـ شركة الزيت البريطانية ـ كندا.
ـ شركة شيفرون ـ كندا.

تهدف الجهات المذكورة من خلال فريق بحثي يضم مئة باحث: إلى دراسة موقع موليك بكندا، حيث تم حفر بئر بعمق ١٢٠٠ متر، وركز على تقييم مميزات الوقود الثلجي وعملية انتاجه وتأثيره البيئي. ويوضح الشكل (٥) بلورة بيضاء من الوقود الثلجي ضمن إحدى العينات التي تم الحصول عليها من خلال نشاطات هذا المشروع.

التحديات الفنية والمخاطر

بالرغم من أن بعض الدراسات تشير إلى توفر الوقود الثلجي بكميات كبيرة، إلا أن نسبة تواجده على ظهر الأرض في القطب الشمالي وفي المياه الضحلة قلية جداً، بل أن تواجده الفعلي هو في قيعان البحار والمحيطات والخلجان، مما شكل بعض التحديات الفنية التي تواجه هذا المصدر والتي من ضمنها:-

١ـ فقدان الأرواح والمعدات خلال عملية الحفر والإنتاج، ووعورة الطريق وصعوبته في مواقع القطب الشمالي، وكذلك إتلاف الأنابيب والكيابل والبيئة البحرية في مواقع تواجده وتحت قيعان المحيطات العميقة. كما يمثل تواجد الوقود الثلجي خطراً على مواقع إنتاج النفط والغاز التقليدية وذلك خلال ضخ النفط الحار، والذي بدوره يذيب الوقود الثلجي ويطلق غاز الميثان (Methane) والذي سوف يضعف الترسبات والطبقات الأرضية، وقد ينشأ عن ذلك ضغط عالي يؤدي إلى انفجار الأنابيب وإلى الانزلاقات الأرضية.

وللتغلب على مشكلة الحفر ومخاطر السلامة: لابد من دراسة وتحليل المعلومات المستجدة حول خصائص الوقود الثلجي، والربط بين التغيرات الطبيعية في بيئة أرضية البحار وذوبان (تحلل) الوقود الثلجي.

٢ـ يتسبب انطلاق غاز الميثان أثناء ذوبان الوقود الثلجي إلى تفاقم ظاهرة الاحتباس الحراري، حيث يبلغ تأثيره ٢١ ضعفاً مقارنة بتأثير غاز ثاني أكسيد الكربون، وتتطلب هذه الظاهرة من برامج البحث والتطوير بحث طبيعة ومقدار العلاقة الممكنة بين الوقود الثلجي الموجود في الطبيعة والمناخ العالمي.

٣ـ بالإضافة إلى نواحي السلامة والبيئة المذكورة؛ فإن تطوير فهم طبيعة الوقود الثلجي سوف يتيح الفرصة لإعداد تقويم أكثر دقة حول هذا المصدر، علماً بأن الأبحاث والدراسات لم تظهر ـ حتى الآن ـ التقنية المناسبة للإنتاج ولا الجدوى الاقتصادية لهذا المصدر (الوقود الثلجي)، مما يتطلب القيام بمزيد من الأبحاث العلمية والهندسية والبيئية والاقتصادية.

الخلاصة

قد تكون الأزمة النفطية في أوائل سبعينات القرن الماضي هي المحرك الرئيس للبحث عن مصادر وتقنيات جديدة للطاقة. فمنذ ذلك الحين ومراكز الأبحاث العالمية في سباق محموم في ميدان استكشاف مصادر وتقنيات جديدة للطاقة، ومن هذه المصادر الجديدة الوقود الثلجي، حيث تشير المصادر إلى أنه متوفر بكثرة مع عدم الدقة في تحديد مخزونه العالمي. ومما لا شك فيه أن تحويله إلى مصدر طاقة حيوي يواجه بالعديد من التحديات الفنية، وأن إمكانية استغلاله اقتصادياً كمصدر طاقة يتطلب المزيد من الأبحاث العلمية الأساسية والهندسية والبيئية لتحديد إمكانية اعتباره أحد خيارات مصادر الطاقة في المستقبل البعيد.

ولعله من الحكمة أن تشارك الدول النفطية في العالم العربي في هذا السباق، ضمن مضمار استكشاف وتقويم مواردها الطبيعية من الطاقة واكتساب وتسخير التقنيات للحفاظ عليها واستثمارها، وذلك من خلال إنشاء مراكز دراسات وأبحاث ومعلومات الطاقة، وقد يكون من ضمن مهامها القيام بالأبحاث العلمية والتقنية، وإجراء الدراسات، ومتابعة التطورات العالمية في مجال تقنيات ومصادر الطاقة.

المراجع:-

1. http://energy.usgs.gov/otherenergy.html
2. http://www.gashydrate.com/mallik2002/home.sap
3. http://sts.gsc.gc.ca/page1/hydrat/fact2.html
4. Timothy Collett "Natural Gas Hydrates-Vast Resource, Uncertain Future" U.S. Geological Survey, March 2001.