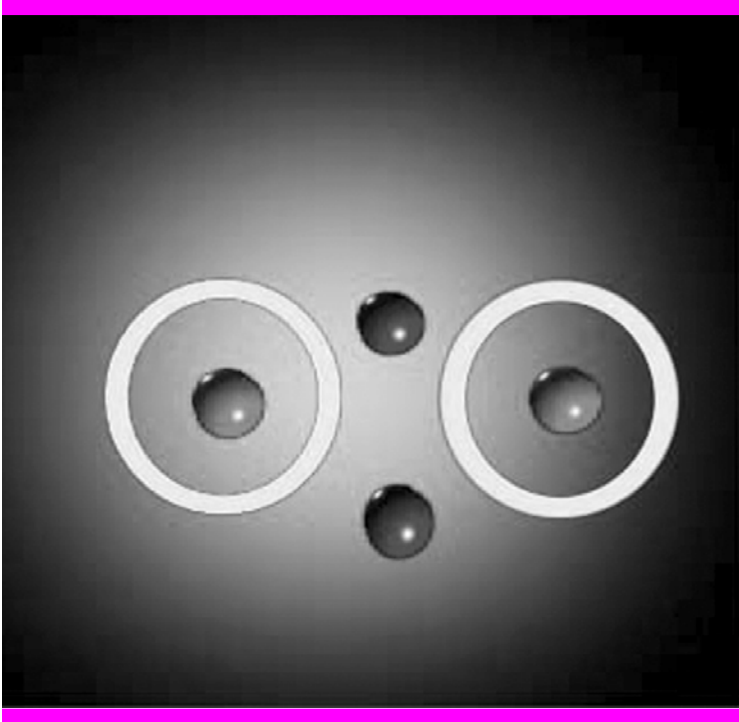


**دراسة أوروبية تستبعد أن يحلّ  
بديلاً للطاقة التقليدية**

# لماذا لا يصلح الهيدروجين مصدراً رئيسياً للطاقة في المستقبل؟!



توزيع الكهرباء الحالية. ولا توجد حتى الآن طريقة لنقل الطاقة تنافس شبكة الكهرباء من حيث الكفاءة وصداقة البيئة. وبالتالي فإن الطاقة الكهربائية يجب أن تبقى في صورتها الكهربائية نفسها حتى تصل إلى المستهلك لاستعمالها.

## الهيدروجين والكهرباء

لا يعتبر الهيدروجين مصدراً جديداً للطاقة، بل يعد حاملاً كيميائياً لها في عالم ما بعد الوقود الأحفوري. ويتم إنتاج الهيدروجين من تحليل الماء باستخدام الطاقة الكهربائية مع فقد كمية كبيرة من الطاقة. وعلى الهيدروجين أن ينافس الكهرباء -التي هي مصدره- في سوق الطاقة. ولا نحتاج لاستدعاء قوانين الفيزياء لنفهم أن الهيدروجين لا يستطيع الفوز في هذه المنافسة. وفوق ذلك فإنه يمكن فقط استرجاع أجزاء من الطاقة الأصلية عند تحويل الهيدروجين مرة أخرى إلى كهرباء حتى مع استخدام خلايا الوقود. وسوف تكون الطاقة



**د. محمد الزمر**  
رئيس شعبة الفيزياء

الوقود الأحفوري أكثر من الآلات الحرارية المعتادة، فهي أكثر كفاءة وأظف وأقل كلفة بالمقارنة مع آلات الاحتراق الداخلي والتوربينات الغازية. ينطبق ذلك على خلايا الوقود التي تعمل بالوقود الهيدروكربوني كالغاز الطبيعي والجازولين والديزل والميثانول والإيثانول وغيره، ولكن الهيدروجين ليس مطلوباً لعمل خلايا الوقود.

يمكن نقل الكهرباء للمستخدم وتحويلها لأشكال الطاقة الأخرى المطلوبة بأعلى كفاءة. فيمكن الاستفادة من ٩٠٪ من الكهرباء من محطات التوليد أو توربينات الرياح لو تم توصيلها للمستخدم من خلال البنية التحتية لشبكات

يتطلع الكثير من الفيزيائيين والمهندسين بحماس زائد إلى مستقبل يعتمد بصورة كبيرة على الهيدروجين كمصدر أساسي نظيف ورخيص للطاقة بديل لمصادر الطاقة الأحفورية التقليدية، التي يبدو أنها في الطريق إلى النضوب خلال نصف قرن على أقصى تقدير. ولكن هذا الحماس والاهتمام المتزايد بالهيدروجين ما زال مجرد رؤى مستقبلية لم تتأكد بعد إمكانيات تنفيذها لتحقيق في أرض الواقع. وهنا ينبغى التساؤل: ما الفرص الحقيقية والمحددات لاقتصاد مبني على الهيدروجين كمصدر أساسي للطاقة؟ ويذكر في هذا الصدد أن مجموعة من العلماء من سويسرا وبريطانيا أجرت دراسة تفند هذه الإمكانيات بعنوان: «مستقبل اقتصاد الهيدروجين: مضيء أم مظلم؟» قدم إلى المنتدى الأوروبي لخلايا الطاقة. ونعرض فيما يلي ملخص هذه الدراسة ونطرحها للمناقشة مع قراء مجلة العلميون.

تأثير على البيئة وتغيرات المناخ. وتحتم متطلبات التنمية المستدامة الاتجاه إلى استغلال مصادر الطاقة المتجددة وترشيد الاستهلاك وتقليل الفقد في منظومات التوزيع، مع تجنب أي عمليات تحويل غير ضرورية.

وتعتبر خلايا الوقود محولات للطاقة وليست مصادر لها، وتُسهّم في تأمين مستقبل الطاقة باستخراج المزيد من الكهرباء من

الطاقة -حسب قوانين الفيزياء الثابتة- لا تفنى ولا تُستحدث من العدم، ويمكن فقط تحويلها من صورة إلى أخرى، ولكن مع فقد جزء ثمين منها مع كل خطوة تحويل. وتواجه البشرية في العصر الحالي تحديات نضوب احتياطيات الطاقة الأحفورية من الفحم والبتروول والغاز، وكذلك زيادة انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج عن استخدامها، وتبعات ذلك من

تكلفة الكهرباء المأخوذة من الشبكة. ويرجع هذا الفرق الكبير في الثمن إلى قوانين الفيزياء وليس إلى الاقتصاديات.

■ بسبب تكلفة الطاقة، فإن السيارة التي تعمل بخلايا الوقود سوف تكون أعلى من السيارة الكهربائية بأربعة أضعاف. وسوف يفضل الناس في المواصلات اليومية المحلية السيارات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات عن السيارات التي تعتمد في تشغيلها على خلايا الوقود التي تعمل بالهيدروجين.

■ أما في حالة السفر والنقل لمسافات طويلة بواسطة القطارات واللواريات والسفن والطائرات فإن الحلول الكهربائية ستبقى غير عملية. كما لا يُتوقع أن يقدم استخدام الهيدروجين حلاً مقنعاً كذلك. وفي هذه الحالة فإن السوائل الهيدروكربونية المخلقة يمكن أن توفر حلاً مستداماً لهذا النوع من النقل.

وتخلص التقديرات في هذه الدراسة إلى أن الهيدروجين لا يمكن أن يلعب دوراً رئيساً في أى من الاستخدامات الثابتة أو المتحركة للطاقة. وسوف تصبح المواد الهيدروكربونية الطبيعية (كالميثانول والإيثانول والديزل الحيوى) أو الوقود المخلوق (كالموائع الشبيهة بالجازولين) المنتجة من المخلفات العضوية هي وقود المستقبل للاستخدام في النقل للمسافات الطويلة؛ فكل هذه السوائل تحتوي على قدر من الهيدروجين، والطاقة في وحدة الحجم أكبر من الهيدروجين المسال والمضغوط حتى ٨٠٠ بار.



## لا يمكن أن تحل البنية التحتية

### للهدروجين محل خطوط الكهرباء

### في التطبيقات الثابتة لاستخدام

### الطاقة.. ومن المتوقع أن ترتفع كلفة

### الهيدروجين بالنسبة للمستهلك إلى

### أربعة أضعاف كلفة الكهرباء

## الدراسة تتوقع أن

### تصبح المواد

### الهيدروكربونية

### والوقود المخلوق..

### هي وقود المستقبل..

### وخصوصاً في النقل

### لمسافات طويلة

من الصفر. وبحساب الفقد في الطاقة فإنه من المتوقع أن تكون كلفة طاقة الهيدروجين على الأقل ضعف كلفة الكهرباء للمستهلك. وإذا تم تحويل الهيدروجين مرة أخرى إلى كهرباء بواسطة خلايا وقود بكفاءة ٥٠٪، فإن التكلفة ترتفع حينئذٍ إلى أربعة أمثال

للطاقة، يجب أن نأخذ بعين الاعتبار حقيقة أن البشرية في سعيها إلى تأمين مستقبل تتوافر فيه مصادر جديدة للطاقة آمنة ومستدامة لا يمكنها أن تتحمل فقد الطاقة الكهربائية الثمينة المنتجة من المصادر المتجددة أو استبدال بشبكة نقل الكهرباء ذات الكفاءة العالية التي تبلغ ٩٠٪ شبكة توزيع الهيدروجين الأقل كفاءة والتي لا تزيد على ٢٠٪. وبالنظر للاحتتمالات المستقبلية يمكن توقع الآتي:

■ لا يمكن أن تحل البنية التحتية للهيدروجين محل خطوط الكهرباء في التطبيقات الثابتة لاستخدام الطاقة. وفي الوقت الذي تحتاج فيه شبكات الكهرباء للزيادة والتمديد، فإن البنية التحتية للهيدروجين يلزم بناؤها

الكهربية المولدة من المصادر المتجددة كالشمس والرياح والأمواج هي الشكل التجاري الأعم في مستقبل مستدام الطاقة. ويتفوق توزيع الطاقة عن طريق الإلكترونيات على الهيدروجين في تطبيقات الاستخدامات الثابتة. كما أن السيارات الكهربائية المزودة ببطاريات متطورة تقدم حلاً مؤكدة ذات كفاءة لاحتياجات النقل والمواصلات.

## عمليتان للتحويل

يعتمد اقتصاد الهيدروجين على

عمليتين لتحويل الطاقة عبر الحدود بين الطاقة الفيزيائية والطاقة الكيميائية، وهما: عملية التحليل الكهربائي للماء من طرف، وخلايا الوقود أو الآلات الحرارية من طرف آخر. وكل من عمليتي العبور مصحوبة بفقد كبير في الطاقة. وفوق ذلك فإنه يلزم تعبئة الهيدروجين بالضغط والإسالة أو العمليات الكيميائية فيما بين التحليل الكهربائي للماء وخلايا الوقود. كما يلزم أيضاً تخزينه وتوزيعه بواسطة وسائل النقل السطحية أو الأنابيب. وبغض النظر عن مصدر الهيدروجين أو كيفية استخدامه، فإن سلسلة الكفاءة بين مصدر الطاقة الكهربائية ومخرج خلايا الوقود لا تزيد بالكاد على ٣٠٪. ويبدو هذا الرقم مقبولاً في ضوء حلول الطاقة الحالية المبنية على نظريات الديناميكا الحرارية. ولكن الفقد الكبير في الطاقة سيصبح غير مقبول في حال خيار الاعتماد الرئيس على الكهرباء بعد نفاذ الوقود الأحفوري. ويوضح التحليل التالي الاستهلاك الطفيل للطاقة في كل مراحل الاقتصاد الهيدروجيني.

## توقعات مستقبلية

عند مناقشة إمكانية استخدام الهيدروجين كمصدر أساسي