السنة الأولى ماستر: اقتصاد الطاقة
د. مسمش نجاة
محاضرة :
ميزات ومشاكل تخزين الطاقة الهيدروجينية

قبل معرفة ما هو الهيدروجين؟، نوضح أولًا أنه قد يكون أحد البدائل القوية للنفط إذا جرى تطوير تقنيات استخلاصه من مصدر ما، حيث يُتوقع أن يسيّر الهيدروجين كل شيء في المستقبل.

وعُرف الهيدروجين وقودًا منذ زمن بعيد، واستُعمل في سفن الفضاء منذ الستينيات، وتعود المشكلات التي عانت منها سفينة أبوللو إلى تسرّب الهيدروجين من خلايا الوقود التي تسيّر المركبة.

ويُستعمل الهيدروجين عن طريق حرقه عوضًا عن البنزين في محركات السيارات، أو مزجه مع الأكسجين في خلايا الوقود لتوليد الكهرباء وتسيير السيارات، ورغم توافر هذين النوعين من التقنيات حاليًا، إلّا أن النوع الثاني لاقى اهتمامًا أكبر من النوع الأول، مع أهداف الانتقال إلى الطاقة النظيفة.

فما هو الهيدروجين؟

الهيدروجين :غاز عديم اللون والرائحة وغير سام، كما أن كثافته تقل عن كثافة الهواء بنحو 14 مرة، ويتوافر بكميات لا تنضب في أنحاء العالم كافّة، لكن المشكلة تكمن في أنه لا يوجد حرًا إلا في حالات نادرة للغاية؛ لهذا فإن الحصول عليه يتطلب فصله عن العناصر الأخرى؛ إذ يكون -غالبًا- مرتبطًا بجزيئات أخرى، سواء مع الغاز الطبيعي في الحالة الغازية أو مع الماء والنفط في حالته السائلة.

طريقة الحصول على الهيدروجين
لمزيد من التفاصيل عن ما هو الهيدروجين؟، نوضح طرق استخراجه؛ إذ يُحصَل عليه عن طريق فصل جزيئات الماء إلى هيدروجين وأكسجين بالكهرباء، وهذه الطريقة غير اقتصادية في الوقت الحالي، لكن هناك جهود مكثفة من عدد كبير من الشركات والدول لتخفيض التكاليف.

كما يُستخلص الهيدروجين من النفط والغاز، وهي الطريقة الأكثر شيوعًا والأقلّ تكلفة، لكنها تتناقض مع أحد الأهداف الرئيسة لاستعمال الهيدروجين، وهي تقليل الاعتماد على النفط والغاز.

وكانت الولايات المتحدة قد تبنّت الهيدروجين لمدّة من الزمن، بديلًا للنفط في محاولة لتعزيز أمن الطاقة، إلّا أنها تخلّت عن الفكرة لأسباب فنية واقتصادية وسياسية، قبل أن تعود إلى الاهتمام بالهيدروجين النظيف، لتحقيق أهداف خفض الانبعاثات.

وتتمثل الأسباب السياسية في أن استعمال الهيدروجين في خلايا الوقود لن يعزّز من أمن الطاقة والأمن القومي، لأن خلايا الوقود تحتاج إلى معدن البلاديوم الذي تصدره دولتان فقط، هما روسيا وجنوب أفريقيا، وليس من المنطقي أن تستغني الولايات المتحدة عن النفط الذي تستورده من نحو 20 دولة لتضع نفسها رهينة دولتين، إحداهما روسيا .

سيارات الهيدروجين
سيارات "ماراي" التي تنتجها تويوتا موجودة في الأسواق وتسيَّر بالهيدروجين، ويتركز أغلبها في كاليفورنيا، لكن المشكلة أنها مرتفعة الثمن وتكاليف وقودها ما زالت عالية، رغم الإعانات الحكومية.وهناك عدّة شركات تطوّر شاحنات تعمل بالهيدروجين، لكن كلها ما زالت قيد التجربة،

أو سيارات خلايا الوقود العاملة بالهيدروجين عبارة عن نوع من المركبات الكهربائية، لكنه يعتمد على خلايا الوقود لتشغيل المحرك بدلًا من بطاريات الليثيوم أيون، ولا تطلق انبعاثات ضارة، كون بخار الماء هو المنتج الثانوي الوحيد.

أنواع الهيدروجين
فضلًا عن التعريف العام لما هو الهيدروجين؟، فإنه يُقسَّم بيئيًا إلى عدّة أنواع حسب مصدره وطريقة استخراجه -كونه في الأصل غاز عديم اللون-، إلّا أن المنتج نفسه والشائع تقسيمه إلى 3 أنواع، لكن بعضهم يقسمه إلى 5 أو 6 أنواع.

وفيما يلي أشهر 3 أنواع:

الهيدروجين الرمادي: ينتج من الوقود الأحفوري، غالبًا النفط والغاز، ويرافق ذلك انبعاثات الكربون - وغيرها.

الهيدروجين الأزرق: ينتج من الوقود الأحفوري، إلّا أنه يرافق عملية إنتاج الهيدروجين احتجاز - الكربون

الهيدروجين الأخضر: يُنتج عن طريق التحليل الكهربائي للماء، ولا ينتج عن ذلك أيّ انبعاثات، على - فرض أن الكهرباء تأتي من طاقة متجددة.

يوضحها الإنفوغرافيك التالي، الذي وفضلًا عن الأنواع الـ3 الرئيسة والمنتشرة، هناك عدة أنواع أخرى، أعدّته وحدة أبحاث الطاقة :

وتعدّ طريقة إنتاج الهيدروجين الأخضر مكلفة، لكن بعضهم يرى أنه يمكن استعمال الطاقة المتجددة في الأوقات التي لا يحتاج إليها لإجراء التحليل الكهربائي للماء، فيمكن مثلًا استعمال الطاقة الهوائية بعد منتصف الليل، عندما ينخفض الطلب على الكهرباء بشكل كبير.



كيف يجري إنتاج الهيدروجين؟

ويتم إنتاج غاز الهيدروجين، بواسطة طرق مختلفة، أهمها التحليل الكهربائي للماء والذي يؤدي إلى كسر الروابط الكيميائية بين الأوكسجين والهيدروجين في الماء ,وتعمد التقنية على فصل الهيدروجين والأكسجين عن الماء، بطريقة نظيفة، حيث أن الهيدروجين يشكل بديلًا مهمًا لتوفير الطاقة النظيفة والصديقة للبيئة

كيف تحل مشكلة تخزين الهيدروجين؟

ولحل مشكلات التخزين، صمم فريق بحثي من جامعة نورث وسترن الأمريكية، وصنعَ موادًا جديدة هجينة من مزيج معدني وعضوي، تمتاز بمسامية فائقة وقدرة فريدة على تخزين الهيدروجين والميثان، ما يساعد في تعزيز التحول إلى الجيل المقبل من المركبات الخضراء، والاستغناء عن مشتقات الوقود الأحفوري المضر بالبيئة

وتخزن المواد الجديدة كمية كبيرة من الهيدروجين والميثان، عند درجات ضغط أكثر أمانًا وبتكاليف أقل بكثير؛ و لقد تم تطوير طريقة تخزين أفضل لغازي الهيدروجين والميثان من أجل مركبات الطاقة النظيفة المستقبلية. باستخدام المبادئ الكيميائية لتصميم مواد مسامية بترتيب ذري دقيق ما يحقق مسامية فائقة

وتحتاج المركبات العاملة بالهيدروجين والميثان حاليًا، إلى ضغط عال، إذ أن ضغط خزان الهيدروجين أكبر 300 مرة من الضغط الموجود في إطارات السيارات. إلا أن تكلفة الوصول إلى ضغط عال مرتفعة، بسبب انخفاض كثافة الهيدروجين، ويبقى الوصول إليه خطر لأن الغاز سريع الاشتعال.وقد يساعد تطوير مواد جديدة، قادرة على تخزين الهيدروجين والميثان عند درجات ضغط منخفضة، في الوصول إلى تطوير الجيل المقبل من سيارات الطاقة النظيفة.

الوقود الهيدروجيني:

والهيدروجين عنصر أساس في الانتقال نحو الطاقة المتجددة على مستوى العالم، وأحد أنواع الوقود البديلة الواعدة لتطبيقات الطاقة المستقبلية، ومصدر بديل خالٍ من ثاني أكسيد الكربون، وينتج عن

طريق تقسيم الماء بالطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية أو طاقة الرياح. وهو ناقل طاقة قابل للتخزين بكميات كبيرة والنقل لمسافات طويلة، ومادة خام لعديد من التطبيقات الصناعية.

تجارب عربية طموحة:

تعتزم أرامكو؛ عملاق النفط السعودي، إنشاء أول محطة هيدروجين لتعبئة مركبات خلايا الوقود الهيدروجيني، في المملكة العربية السعودية، ويأتي المشروع الجديد ثمرة تعاون بين أرامكو وشركة إير برودكتس؛ الشركة العالمية الرائدة في مجال الغازات الصناعية، ويُتوقَّع أن يبدأ تشغيلها خلال الشهور القليلة المقبلة.

وتعتزم سلطنة عُمان، أيضًا، إنشاء أول محطة هيدروجين أخضر، في منطقة الدقم على الساحل الشرقي للبلاد، في إطار خطةٍ لتنويع مصادر الطاقة وتقليل انبعاثات الكربون وتأمين حاجة البلاد من الهيدروجين ومشتقاته؛ مثل الميثانول والأمونيا، وتصدير الفائض

ويقول رئيس جمعية تقنيات الهيدروجين التركية، أن سياسات شركات النفط والطاقة العالمية في تنويع "مصادر الطاقة، تشهد تحولات كبيرة منذ 2017، ويعتبر أن "عصر النفط يقترب من نهايته

ويضيف: "ستحظر العديد من البلدان مركبات الاحتراق الداخلي بحلول عام 2025، مواكبة التغييرات الجارية في قطاع الطاقة تستحوذ على أهمية كبيرة لاستمرار المساهمة في هذا القطاع، والحد من "انبعاثات الكربون.