

تشجيع تجارة الهيدروجين منخفض الكربون دولياً

يشير مصطلح "الهيدروجين منخفض الكربون" في هذا التقرير إلى كلِّ من الهيدروجين المتجدد الناتج عن التحليل الكهربائي للماء باستخدام الكهرباء المتولدة من مصادر متجددة، والهيدروجين المستخرَج من أنشطة احتجاز انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (CO_2) في أثناء عمليات الإنتاج.

عن كابسارك

مركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية (كابسارك) هو مركز عالمي غير ربحي يجري بحوثاً مستقلة في اقتصاديات وسياسات وتقنيات الطاقة بشتى أنواعها بالإضافة إلى الدراسات البيئية المرتبطة بها. وتتمثل مهمة كابسارك في تعزيز فهم تحديات الطاقة والفرص التي تواجه العالم اليوم وفي المستقبل من خلال بحوث غير منحازة ومستقلة وعالية الجودة لما فيه صالح المجتمع، ويقع كابسارك في الرياض بالمملكة العربية السعودية.

إشعار قانوني

© حقوق النشر 2023 محفوظة لمركز الملك عبدالله للدراسات والبحوث البترولية (كابسارك). لا يجوز استخدام هذا المستند أو أي معلومات أو بيانات أو محتوى يتضمنه دون نسبه بشكل ملائم لكابسارك. كما لا يجوز إعادة إنتاج هذا المستند أو جزء منه دون إذن خطي من كابسارك. ولا ينشأ عن المعلومات الواردة في هذا المستند أي ضمان أو تعهد أو أي مسؤولية قانونية - سواء مباشرة أو غير مباشرة - تجاه دقتها أو اكتمالها أو فائدتها. كما لا يجوز أن يعتبر هذا المستند - أو أي جزء منه - أو أن يفسر كمنصحة أو دعوة لاتخاذ أي قرار. الآراء والأفكار الواردة هنا تخص الباحثين معدي الدراسة، ولا تعكس بالضرورة موقف المركز ووجهة نظره.

يُعد الهيدروجين منخفض الكربون أحد بدائل الوقود الأحفوري المطروحة، التي يمكن أن تحقق، جنباً إلى جنب مع استخدام الكهرباء، أهداف دول العالم للقضاء على انبعاثات الكربون. وقد جاءت تكلفة مشاريع إنتاج الهيدروجين منخفض الكربون وأسعار نقله كواحدة من أكبر العقبات التي حالت دون الإسراع بتنفيذ هذه المشاريع، وتشجيع الطلب على هذا الهيدروجين، بينما تشمل التحديات الأخرى وضع ضوابط منظمة للأنشطة المعنية به، وتطوير البنية التحتية اللازمة له وتوسعتها. وفي هذا الإطار، نُظّم مركز كابسارك، بالشراكة مع مركز سياسات الطاقة العالمية التابع لجامعة كولومبيا بالولايات المتحدة الأمريكية، في الثالث والعشرين من مايو عام 2022، فعالية مائدة مستديرة، عُقدت عبر الإنترنت، لمناقشة سياسات الهيدروجين، ونماذج العمل التجارية المنتجة له، والمعايير الدولية اللازم العمل بها لدعم سوق الهيدروجين وتنميتها. وقد توصلنا إلى النتائج الآتية:

إن تبني نهج حيادي تجاه تقنيات إنتاج الهيدروجين المختلفة في سَعِينَا لدعم هذا المجال، يُعد منشوداً كي تتمكن من تحقيق أقصى استفادة من إمكانيات تقنيات إنتاج الهيدروجين الواعدة كافة.

على الأغلب، من المتوقع أن يحتاج أصحاب مشاريع الهيدروجين إلى ضمانات بإمكان تحقيق إيرادات، وذلك بسبب ضخامة رأس المال المطلوب استثماره في هذه المشاريع، وطول عُمر تشغيل الأصول الرئيسية بها. كما تأتي نماذج التسعير واتفاقيات الشراء من بين أهم الجوانب التي تتطلب الالتفات إليها خلال أولى مراحل مشاريع الهيدروجين.

من المرجح أن تحاكي العقود طويلة الأجل المبرمة في مجال الهيدروجين نماذج عقود الطاقة التي نجدها في أسواق الغاز الطبيعي المسال والكهرباء، بما في ذلك اتفاقيات "التسليم أو الدفع"، وبنود تعديل الأسعار، وأقساط التأمين الثابتة والمتغيرة الأخرى.

ويُعد وضع معايير دولية للأنشطة المعنية بطاقة الهيدروجين منخفض الكربون مهماً للمستثمرين، إلا أن هذه المعايير لا تزال قيد الصياغة. وكلما كانت معايير اعتماد هذه الأنشطة أشمل، تسارعت وتيرة إقامة مشاريع طاقة الهيدروجين. وهو ما يسفر عن انخفاض أسعار طاقة الهيدروجين، وزيادة الطلب عليها. أما في الوقت الراهن، فإن التباين بين الضوابط التشريعية في دول العالم المختلفة حول هذه المعايير يؤدي إلى عرقلة الجهود الساعية للتنسيق بين الخطط الجديدة لاعتماد هذه الأنشطة.

تشجيعية، مثل وضع آلية لتسعير الكربون تعمل على سد الفجوة بين تكلفة تقنيات إنتاج الطاقة منخفضة الكربون من جهة، وتكلفة الأنشطة الصناعية التي لا تراعي معايير نزع الكربون من جهة أخرى. وتتمثل النقطة الثانية في أهمية وجود نماذج عمل تجارية مُحكمة، تضع في حساباتها المخاطر التي تواجهها جهات إنتاج الهيدروجين منخفض الكربون، وتطرح لها حلولاً مناسبة. وفي هذا الصدد، يمكن للأطراف المعنية استخلاص دروس عديدة من مشاريع إقامة أسواق لأنواع الطاقة الأخرى والاستعانة بها، لا سيّما أسواق الغاز الطبيعي المسال والكهرباء المتجددة. علاوة على ذلك، يمكن للأطراف المعنية الاستناد إلى العقود الحالية المبرّمة في مجال إنتاج الأمونيا ومشتقات الهيدروجين الأخرى. أما النقطة الثالثة، فتشير إلى الدور المهم الذي يلعبه اعتماد الأنشطة المعنية بالهيدروجين منخفض الكربون في بناء ثقة المستهلك، وتحفيز الطلب على هذا الشكل من الطاقة، وتمهيد الطريق للتجارة الدولية فيه، إذ إن عمليتي وضع معايير عالمية لهذه الأنشطة واعتمادها تسيران جنباً إلى جنب. وجدير بالذكر أن أولى الخطوات في هذا المجال هي صوغ منهجية عالمية لحساب حجم انبعاثات غازات الدفيئة الناجمة عن إنتاج الهيدروجين ونقله، وهي خطوة مهمة وضرورية لقياس محتوى عمليات إنتاج الهيدروجين على مستوى العالم من الكربون. كذلك، فإن إنشاء سوق تتسم بمرونة حركة تداول الهيدروجين منخفض الكربون فيها من شأنه أن يسهم في تحقيق تقارب بين معايير الاستدامة التي تحكم برامج اعتماد الأنشطة المعنية بالهيدروجين منخفض الكربون في الدول المختلفة، وهو ما يسهّل اعتماد هذا النوع من الطاقة ليحل محل مصادر الطاقة الأخرى.

من المتوقع أن يلعب الهيدروجين دوراً مهماً في تحقيق الأهداف الساعية إلى نزع الكربون، وهو ما تُعده الدول التي تملك ثروة من الهيدروكربون فرصة لإزالة الكربون من الأصول الموجودة لديها، وتحقيق أرباح من مصادر احتياطي الهيدروكربون غير المستثمرة فيها. وفي الوقت ذاته، ترى الدول المصدّرة لمصادر الطاقة غير التقليدية، التي تتوفر فيها مصادر للطاقة المتجددة، أن الهيدروجين يمنحها فرصة لتعزيز استقرار شبكات توزيع الكهرباء بها، ووسيلة لتصدير فائضها من الكهرباء. ومع ذلك، إذا أردنا تشجيع التجارة العالمية في الهيدروجين منخفض الكربون، فمن الضروري أن يشهد الطلب عليه ارتفاعاً يتجاوز المعدلات المطلوبة للوفاء بالاستخدامات المعتادة له حالياً، ويشمل ذلك تعزيز الطلب على استخدامه في مجالات النقل، والطاقة، وتوليد الحرارة، التي تدخل في التصنيع. ومن المتوقع أن يتطلب تحقيق ذلك اتخاذ عدة خطوات، تتمثل في صياغة ضوابط، ووضع حوافز تشجع حركة الطلب الهيدروجين منخفض الكربون، وابتكار نماذج عمل تجارية جديدة، وخفض تكلفة الهيدروجين الذي يحصل عليه المستخدم النهائي.

وقد سلّطت ورشة العمل التي أجريناها الضوء على ثلاث نقاط رئيسية تسهم في إسرار وتيرة بناء وتطوير سوق الهيدروجين منخفض الكربون. وتتمثل النقطة الأولى في وضع الإطار التنظيمي والتمويلي اللازم لتهيئة بيئة ملائمة للاستثمار في الهيدروجين منخفض الكربون. ورغم أن تحقيق الأهداف الرامية إلى نزع الكربون، إلى جانب بناء تعاون دولي في هذا الصدد، هما الخطوتان الأبرز والأهم للعب دور محوري في إجلاء مناطق الغموض التي تواجه المستثمرين، فإنه يجب أن تتبعهما إجراءات

خلفية عن ورشة العمل

العربية السعودية، وكذلك في إفريقيا وأمريكا اللاتينية، بدأت في خلق فرص كبيرة لتحقيق أرباح من موارد الهيدروجين لديها، خلال تحوُّلها إلى الاعتماد على مصادر الطاقة النظيفة. ومع ذلك، لا يُعد الهيدروجين منخفض الكربون سلعةً سهلة التداول، كما أن عمليات تسعييره تحسمها تكلفة إنتاجه. علاوة على ذلك، فإن معظم مشاريع الهيدروجين الأخضر والأزرق لا تزال في المرحلة التجريبية، أو مرحلة ما قبل الإطلاق التجاري، وهو ما يعني أن أسواق الهيدروجين الأخضر والأزرق لا تزال محدودة. ومن ثم، فإن التداول الواسع للهيدروجين في الأسواق يحتاج إلى دعم كبير من خلال خطوات تتخذها الجهات التنظيمية والجهات القائمة على هذه الأسواق.

في الثالث والعشرين من مايو الماضي (2022)، أُطلق مركز كابسارك فعالية مائدة مستديرة عُقدت عبر الإنترنت، بالشراكة مع مركز سياسات الطاقة العالمي، التابع لجامعة كولومبيا بالولايات المتحدة الأمريكية، وذلك لاستطلاع آراء الأطراف القادرة على دعم جهود تشجيع الطلب على الهيدروجين منخفض الكربون وتجارته دولياً، إذ تشهد الفترة الراهنة تنامي دور هذا النوع من الطاقة في قضية نزع الكربون، وأمن الطاقة. وقد أكدت دول أوروبا وبعض دول آسيا في غرب المحيط الهادئ الدور الحيوي الذي تلعبه واردات الهيدروجين منخفض الكربون في تحقيق أهدافها لخفض انبعاثات الكربون. كما أن الدول التي بإمكانها تصدير الهيدروجين، امتداداً من أستراليا إلى الشرق الأوسط، بما في ذلك المملكة

إسراع وتيرة تنامي الطلب على طاقة الهيدروجين

أو القطاعات الأخرى، بما يتفق مع السياق المحلي وشرائح المستخدمين ذوي الأولوية.

وقد يكون من الصعب والمكلف لشركات إنتاج الطاقة أن تحقق أهدافها المتعلقة بنزع الكربون من الكهرباء المولدة من الفحم والغاز الطبيعي من خلال استخدام الوقود المخلوط بالأمونيا والهيدروجين، إلا أن قضاء هذه الشركات على الانبعاثات الكربونية ممكن مع التقدم التقني المرتقب إدرازه مستقبلاً في طرق إنتاج الهيدروجين، ومع انخفاض تكلفة إنتاجه. على أن استيراد طاقة الهيدروجين ونقلها ومشتقاتها إلى محطات توليد الطاقة وتخزينها، كلها قضايا من المرجح أن تشكل تحديات كبيرة لعمليات التوسع التدريجي في استخدام هذا الشكل من الطاقة. وعلوّة على ذلك، يجب إرساء القواعد والمعايير اللازمة للمزج بين استخدام طاقة الهيدروجين ومصادر الطاقة الأخرى. كما أن استخدام الأمونيا للإسهام في تشغيل المحطات التي تعمل بالفحم لا يزال في مرحلة التجارب، ويأتي ذلك أيضاً في الوقت الذي لن تكون فيه المحطات التي تعتمد تماماً على الأمونيا جاهزة تجارياً إلا بعد عقد.

وتظل أسعار طاقة الهيدروجين التحدي الرئيس الذي يواجه خلق الطلب على هذا النوع من الطاقة. ويتطلب خفض هذه الأسعار دعماً حكومياً، فضلاً عن تحقيق التوسع في إنتاج الهيدروجين منخفض الكربون، بما يتيح الاستفادة من وفرة الحجم التي تنتج عن هذا التوسع. وأيضاً من المُجدي تبني نظرة حيادية تجاه تقنيات إنتاج طاقة الهيدروجين البديلة، وذلك لتحقيق الاستفادة الكاملة من جميع إمكانات تقنيات إنتاج الهيدروجين المُرتقبة. فضلاً عن ذلك، قد يؤدي تسعير الكربون إلى تحسين اقتصاديات الهيدروجين النظيف، مقارنة بمصادر الوقود البديلة، وهو ما من شأنه أن يحفّز الطلب على هذا الهيدروجين. وحتى دون انتظار سياسات تشجع الطلب على الهيدروجين، فإن تعزيز قدرة مصادر الطاقة المتجددة على إنتاج الهيدروجين الأخضر على المدى القصير والمتوسط ستعود بالنفع

إن التحوّل نحو نظام طاقة مستدام ومنخفض الكربون عملية مستمرة، لكن محفوفة بالتحديات. ومنذ أن بدأ التزايد المستمر في مصادر الطاقة المتجددة الذي يشهده عدد من الدول النامية، ظهر الهيدروجين كسلعة بارزة في قطاع الطاقة، وكأحد أشكال الطاقة المنتجة من المصادر الطبيعية الواعدة مستقبلاً. كما يلعب الهيدروجين دوراً مهماً في التخفيف من آثار التغير المناخي، وهو ما أدى إلى حثّ مساعي التحول نحو اقتصاد قائم على الهيدروجين. وقد أعلنت عدة دول عن تبني -أو وضع- إستراتيجيات لتشجيع استخدام طاقة الهيدروجين الأخضر أو منخفض الكربون. ومع ذلك، فمن المتوقع أن يتطلب التوسع في إنتاج الهيدروجين واستخدامه دعم جهات تمويلية، وتبني إجراءات على المدى القصير والطويل من جانب الحكومات، والهيئات التنظيمية، وقطاعات الصناعة.

ونظراً إلى أن إنتاج طاقة الهيدروجين أعلى تكلفة من كل من الديزل والبنزين والغاز الطبيعي، فمن الضروري رسم سياسات واضحة، ووضع خطوات تنفيذية تحقّق خلق الطلب عليه. كما يجب أن تستقي الشركات الجديدة العاملة في مجال الهيدروجين النظيف الخبرات من تجارب قطاع الطاقة التي نما فيها استخدام الطاقة المتجددة. فقد كانت الطاقة المتجددة في بداياتها أعلى تكلفةً من مصادر إنتاج الكهرباء التقليدية الأخرى. ورغم التحديات الاقتصادية التي تواجه إنتاج الطاقة المتجددة، فقد أسهمت المعايير التي وضعتها دول عديدة لملف الطاقة بها إسهاماً مؤثراً في استيعاب السوق لمصادر الطاقة المتجددة. على سبيل المثال، يُعزى نحو 45% من حجم نمو استخدام الطاقة المتجددة في الولايات المتحدة الأمريكية منذ عام 2000 إلى معايير ملف الطاقة المتجددة بها. (Barbose, 2021) وقد أسهمت هذه السياسات أيضاً في خلق الطلب على الطاقة المتجددة في الهند وأستراليا. وعلى نحو مماثل، يمكن للحكومات تشجيع استخدام طاقة الهيدروجين من خلال ربط سياسات نزع الكربون بأهداف محددة فيما يخص استهلاك طاقة الهيدروجين، سواء في قطاعات النقل، أو الصناعة،

تعريفه بين الأطراف المعنية. ومن ثم فإن هناك حاجة إلى وضع تعريف واضح ومتفق عليه للهيدروجين الأخضر، بما يسهم في علاج بعض المشكلات التي قد تظهر في عمليات رصد إنتاج الهيدروجين الأخضر -أو النظيف- والتحقق من صحتها.

على مساعي إنتاج الهيدروجين على نطاق واسع. ومع ذلك، ينبغي لجهات إنتاج الهيدروجين التأكيد من أن هذه الطاقة المنتجة لن تحيد عن الغرض الأساسي منها، وهو تحقيق نزع الكربون في قطاع الطاقة. ويُعد تأمين إمدادات ثابتة من مصادر الطاقة المتجددة بالغ الأهمية لإنتاج الهيدروجين الأخضر، وهو ما يتباين

التسعير ونماذج العمل التجارية

من المتوقع أن تواجه عملية تجهيز البنية التحتية اللازمة لإنتاج الهيدروجين منخفض الكربون العديد من العوائق في السوق. ومن هذه العوائق، ارتفاع تكلفة إنتاج الهيدروجين منخفض الكربون، والمخاطر المرتبطة بتبني هذه التقنية، وعدم استقرار الطلب عليها، وافتقار السوق إلى هيكل واضح لتداولها، وغياب السياسات طويلة المدى والأطر التنظيمية التي تحكم استخدام هذه الصورة من الطاقة. وتتفاقم هذه المخاطر نتيجة غياب البنية التحتية اللازمة لنقل الهيدروجين، وتوزيعه، وتخزينه. لذا فإن توفير التمويلات اللازمة للاستثمار في مشاريع الهيدروجين منخفض الكربون في مراحلها المبكرة يتطلب وضع نماذج عمل تجارية منتجة للكربون، تضمن إمكان التنبؤ بعائد استخدام هذه التقنية. وبالنظر إلى ضخامة الاستثمارات المطلوبة، فمن المرجح أن يحتاج أصحاب مشاريع إنتاج الهيدروجين إلى ضمانات بتحقيق إيرادات تغطي تكلفة رأس المال الذي يسخونه على مدى عمر تشغيل أصول إنتاج هذا الشكل من الطاقة. كما تُعد الأسعار ونماذج اتفاقيات الشراء من الجوانب المحورية التي تتطلب اهتمامًا كبيرًا خلال المراحل الأولى من إنتاج هذا الهيدروجين.

وتبرز ثلاث آليات يمكن بها دعم أسعار الهيدروجين النظيف، أسهمت بنجاح في نشر استخدام صور الطاقة المتجددة، وهي: اعتماد سعر ثابت (من خلال تعريفات التغذية التي تشجع وتحفز استخدام مصادر الطاقة المتجددة)، وأقساط التأمين الثابتة، وكذلك المتغيرة. وينطوي كل واحد من هذه الخيارات على مزايا، وعلى مستويات مختلفة من التعقيد. ومع ذلك، يمكن مواءمة هذه الخيارات الداعمة للأسعار، بحيث يمكن تعويض ما تُنفقه جهات الإنتاج الجديدة في مجال الهيدروجين منخفض الكربون. كما يجب أن يغطي السعر المعروض للهيدروجين تكلفة إنتاجه بالكامل، أو أن يدعم الالتزام بتمويل النفقات الرأسمالية على المدى الطويل، وذلك لتشجيع الاستثمار في إنتاج طاقة الهيدروجين. وهذا هو المنحى الذي نجده في اتفاقيات شراء الطاقة، وفي اتفاقيات رسوم معالجة

الغاز الطبيعي المسال. ومن ثم فإن من الحصافة وضع نموذج عمل اقتصادي لإمدادات الهيدروجين، يقوم في الأساس على حساب التكاليف الإضافية، على غرار نماذج الطاقة الكهربائية.

وفي ظل غياب آلية تسعير مرجعي آنية للهيدروجين، يمكن تعويض جهات إنتاج الهيدروجين النظيف على أساس التكلفة الثابتة والمتغيرة، لكن يجب مراعاة وضع تسعير دقيق للنفقات الرأسمالية، ومراجعة هذا التسعير دوريًا عند إعطاء جهات إنتاج الهيدروجين في بداية التعاقد سعر شراء مضمونًا ومرتبًا بالتكاليف المرجعية السائدة لتقنية الهيدروجين النظيف، وذلك لتجنب ترحب جهات الإنتاج بصورة عشوائية من تغير الظروف. ومع تطور سوق الهيدروجين النظيف، يمكن أن يؤدي تبني نموذج عمل المزايدات التنافسية لتمويل مشاريع هذا الهيدروجين إلى خفض تكلفة شرائه، ومن ثم تقليل الحاجة إلى الدعم الحكومي مستقبلاً.

وترتبط أسعار الغاز الطبيعي المسال –بوجه عام– بمؤشرات لأسعار سلع أخرى، وهي في العادة أسعار السوق للنفط والغاز. ويخلق ذلك تقلبًا سعرًا ومحفوفًا بالمخاطر، يتأثر بدرجة كبيرة بالجغرافيا السياسية ومشكلات السوق. ومن ثم فإن ربط آليات دعم سعر الهيدروجين بالسعر المرجعي للغاز الطبيعي يمكن أن يؤدي إلى مزيد من التعقيدات.

ونظرًا إلى عدم استقرار مستويات الطلب على الهيدروجين، الذي يرجع، على الأرجح، إلى غياب السياسات والضوابط الصارمة لتشجيع هذا الطلب، فقد تحتاج الأطراف المعنية بإنتاج الهيدروجين في السوق إلى تبني نموذج عمل تجاري لاتفاقيات شراء الهيدروجين، يشابه عقود التسليم أو الدفع المبرمة خلال المراحل المبكرة من مشاريع الطاقة المتجددة. كما يُفضّل في هذا المجال إبرام عقود طويلة الأجل، من أجل ضمان توفر التمويلات اللازمة. وتجدر الإشارة إلى أنه في السابق، تميزت عقود توريد الهيدروجين بالدرجة الأولى، بانخفاض حجم إنتاج الهيدروجين بها،

مدة محددة. وثمة بنود مماثلة تنص على مراجعة الأسعار في بعض عقود الغاز، والغاز الطبيعي المسال، إلا أنه من المستبعد توحيد شروط اتفاقيات بيع الهيدروجين وشرائه، وذلك نظرًا إلى أن إنتاج الهيدروجين الأخضر والأزرق ينطوي على مخاطر تختلف باختلاف السوق المحلية، إلا أن مواصفات هذه الاتفاقيات قد تتشابه. لذا ثمة حاجة إلى إجراء مزيد من البحوث التي تُفضي إلى صياغة نماذج عمل جديدة، سواء أكانت تعاقدية أم مؤطرة للنشطة التجارية في مجال الطاقة منخفضة الكربون.

وقصر مدتها، إذ إن استهلاك معظم الهيدروجين كان يندرج في منطقة إنتاجه. رغم ذلك، في ظل تنامي سوق التجارة الدولية في الهيدروجين منخفض الكربون، يجب على الأطراف المعنية النظر في صياغة نظم تعاقد جديدة، تتضمن شروطها الرئيسية مدة العقد، والسعر، والكميات المتعاقد على شرائها، ومواصفات الجودة، وشروط النقل والتسليم. والأهم من ذلك، أن عقود إنتاج الهيدروجين يجب أن تنطوي على بنود متعلقة بتسوية المنازعات وإنهاء التعاقد، فضلًا عن التمتع بالمرونة اللازمة التي تتيح مراجعة الشروط المتعلقة بالأسعار وغيرها من الشروط بعد

دور اعتماد معايير جديدة في إطلاق التجارة الدولية

وتسعى برامج اعتماد الأنشطة المعنية بالهيدروجين منخفض الكربون إلى أن تعكس الإطار التنظيمي لسوق تداول هذا النوع من الطاقة في كل دولة، وأن تتحقق من استيفاء متطلبات الانضمام إلى هذه الأسواق. وقد عمدت "وكالة الطاقة الألمانية" (German Energy Agency) إلى تقييم 11 برنامجًا جديدًا لاعتماد معايير الأنشطة المعنية بالهيدروجين على مستوى العالم في سعيها لاستكشاف إمكان توحيد معايير إنتاجه. وأوضحت النتائج صعوبة توحيد هذه المعايير، إذ إن المناطق ذات المعايير الطموحة سوف تُضطر إلى خفض معاييرها من أجل تحقيق وحدة النظام على مستوى العالم (Dena, 2022). وقد اتضح عدد من أوجه التباين بين معايير الاستدامة في الدول المختلفة، منها الاختلاف في نماذج تتبع مسار الهيدروجين منخفض الكربون (نموذج الحجز والتسليم مقابل نموذج توازن الكتلة)¹، والاختلاف في الحدود المنصوص عليها لانبعاثات الغازات الدفيئة (من البئر إلى البوابة، مقابل من البئر إلى عجلة القيادة)²، والاختلاف في تحديد مصادر الكربون المؤهلة لتصنيع مشتقات الهيدروجين. كما يراعي بعض برامج الاعتماد استخدام الأراضي والمياه، في حين لا يلتفت بعضها الآخر إلى هذه النقاط. وفي مواجهة كل هذه الاختلافات، فإن اختيار تبني القاسم المشترك بين معايير الاستدامة السابقة سوف يؤدي إلى فرض شروط صارمة لتصميم المحطات، وهو ما من شأنه أن يفاقم من تكلفة تصنيع الهيدروجين منخفض الكربون.

إن تنسيق الدول لمعايير الأنشطة المعنية بالهيدروجين منخفض الكربون واعتماد هذه المعايير يُعد ضروريًا لتحقيق سهولة التداول في سوق الهيدروجين الناشئة. وهذا الاعتماد من شأنه أن يتيح للمستخدمين النهائيين التحقق من منشأ جزيئات الهيدروجين، كما يُقدّم لهم معلومات عن مسارات الإنتاج، وانبعاثات الغازات الدفيئة الناجمة عنه. ومن ثم يمكن أن تكون عملية الاعتماد هذه وسيلة لتقليل المخاطر التي تنطوي عليها عقود شراء الهيدروجين.

ولا تُعد عمليات الاعتماد تلك مفهومًا جديدًا في مجال تدبير الطاقة، فقد صدرت شهادات اعتماد مصادر الكهرباء المتجددة لأول مرة قبل ما يقرب من عقدين من الزمن، لإثبات إنتاج إلكترونيات من مصادر كهرباء متجددة، لكن سوق الكهرباء كانت آنذاك مكتملة النمو. كما كانت تتسم بخطوط للنقل والتوزيع وللإستخدام النهائي، وهو ما لا ينطبق اليوم على سوق الهيدروجين. لذا من الضروري صياغة معايير دولية مشتركة للأنشطة المعنية بالهيدروجين منخفض الكربون، لتحقيق تكافؤ الفرص، وتعزيز ثقة المستثمرين بهذه الصناعة (Climate Bond Initiative, 2022). غير أنه بدأت تظهر معايير ومتطلبات متباينة لإنتاج الهيدروجين منخفض الكربون، وهو ما يمثل تحديًا للدول المُصدّرة له، إذ يتيح ذلك قبول تصميم معين لمحطة لإنتاج الهيدروجين في سوقٍ ما، ورفضه في سوقٍ أخرى. ومن ثم فإن أي تباين في معايير إنتاج الهيدروجين منخفض الكربون قد ينجم عنه تشتت سوق الهيدروجين، وهو ما يؤدي بدوره إلى انخفاض سهولة تداوله في السوق، وتباطؤ إنتاجه.

¹ في نموذج الحجز والتسليم، يمكن الفصل بين حجم التسليم الفعلي للخدمة المؤلّدة للطاقة، وإصدار شهادة اعتمادها، بينما في نموذج توازن الكتلة يرتبط حجم التسليم الفعلي للخدمة المؤلّدة لطاقة بإصدار شهادة اعتمادها على طول سلسلة الحيازة.

² تقيس نماذج "من البئر إلى البوابة" الانبعاثات، وصولًا إلى منشأة إنتاج الهيدروجين وبدخلها (يشمل ذلك إنتاج الكهرباء من أجل التحليل الكهربائي، واستخلاص الهيدروجين لاستخدامه في عمليات الإصلاّح بالبخار/التغويز أو التحويل إلى غاز الاصطناع)، بينما تشمل نماذج "من البئر إلى عجلة القيادة" نطاقًا أوسع، وصولًا إلى تخزين الهيدروجين، وتحويله، ونقله.

الهيدروجين، التي تشمل بدورها على مسارات إنتاج متعددة. وبمجرد اعتماد منهجية عالمية لتحليل هذه الدورة، سيكون باستطاعة المناطق والدول تحديد ما إذا كان المحتوى الكربوني في الهيدروجين الذي تنتجه يستوفي الحد الأدنى المسموح به أم لا، ومن ثم تسعيره وفقاً لذلك.

ويرى بعض الخبراء أن وضع برنامج لاعتماد معايير متعلقة بكثافة الكربون قد يسهم في تنمية سوق الهيدروجين، إذ سيتيح مرونة للمنتجين والمستهلكين. كما تعكف منظمات في الوقت الراهن على صياغة منهجية عالمية لتحليل دورة حياة انبعاثات الغازات الدفيئة على امتداد سلسلة قيمة

Barbose, Galen. 2021. "U.S. Renewables Portfolio Standards 2021 Status Update: Early Release." February 2021. https://eta-publications.lbl.gov/sites/default/files/rps_status_update-2021_early_release.pdf

Climate Bonds Initiative. 2022. "Hydrogen Criteria." Accessed June 4, 2022. <https://www.climatebonds.net/standard/hydrogen>.

Dena. 2022. "Global Harmonisation of Hydrogen Certification." Accessed June 5, 2022. <https://www.dena.de/newsroom/publikationsdetailansicht/pub/report-global-harmonisation-of-hydrogen-certification/>.

نبذة عن ورشة العمل

عقد مركز كابسارك فعالية مائدة مستديرة عبر الإنترنت يوم الثالث والعشرين من مايو عام 2022، بالشراكة مع مركز سياسات الطاقة العالمية من جامعة كولومبيا بالولايات المتحدة الأمريكية. وقد شارك في اللقاء أكثر من 40 خبيراً من الحكومات وقطاعات الصناعة والمنظمات غير الحكومية، بهدف استطلاع آراء الأطراف القادرة على دعم جهود تحفيز الطلب على الهيدروجين وتجارته دولياً.

قائمة المدثركين

رضوان عبد الله – مدير أول في شركة سابك.

سعد الحاتم – مدير عام إدارة المواصفات في الهيئة السعودية للمواصفات والمقاييس والجودة (SASO).

سعد الخالدي – مسؤول الاعتماد في شركة أرامكو السعودية.

فهد المالكي – محلل العلاقات العامة في مركز كابسارك.

وائل المزيدي – المدير الإداري في مختبرات أفانس.

ماجد السويلم – زميل وقائم بأعمال مدير برنامج النفط والغاز في مركز كابسارك.

جيونج آن – عضو زمالة بحثية مشارك من المعهد الكوري لاقتصاديات الطاقة.

أجنيسكا أسون – عضو زمالة بحثية زائر من معهد أكسفورد لدراسات الطاقة.

مرثد باعباد – رئيس قطاع تطوير الصناعة ووضع السياسات في شركة أرامكو السعودية.

تيم بيرتلز – شريك رئيس في مجموعة داريل.

عبد الله بخاري – استشاري وزارة الطاقة السعودية.

توماس بوس – مدير شركة نيوم.

مارشيلو كونتستاييل – مدير برنامج الاقتصاد والسياسات من معهد قطر لبحوث البيئة والطاقة في جامعة حمد بن خليفة.

آن-صوفي كوربو – باحث في مجال الأبحاث العالمية من مركز سياسات الطاقة العالمية.

أليسون كاترايت – كبير محللي أسواق الطاقة وتصنيف البيانات في منتدى الطاقة الدولي.

بسام دالي – أستاذ في جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية.

ستارفولا إيفانجلوبولو – محلل تكنولوجيا طاقة الهيدروجين في الوكالة الدولية للطاقة (IEA).

فرانك فيلدر – مدير قطاع المرافق والطاقة المتجددة في مركز كابسارك.

دوريس فوجي – مدير برنامج تحليل الهيدروجين واحتجاز الكربون واستخدامه وتخزينه (CCUS)، في شركة بريتيش بتروليوم.

هندريك جوردنكر – مستشار أول في شركة جييرا.

شاهد حسن – عضو زمالة برنامج المرافق والطاقة المتجددة في كابسارك.

خوان كارلوس جوييت – عضو زمالة زائر بارز في مركز سياسات الطاقة العالمية.

شييجيتو كوندو – باحث أول في مركز المعهد الياباني لاقتصاديات الشرق الأوسط (JIME) التابع لمعهد اقتصاديات الطاقة، اليابان.

ميجومي كوتاني – محلل بوحدة الهيدروجين، من الوكالة الدولية للطاقة (IEA).

كيم مالين ليكيت – خبير تطوير السوق الدولية للهيدروجين.

مارتن لامبرت – مدير برنامج أبحاث الهيدروجين، من معهد أكسفورد لدراسات الطاقة.

ميليسا لوت – مدير برنامج الأبحاث، من مركز سياسات الطاقة العالمية.

يوثنان لو – باحث مشارك من مركز سياسات الطاقة العالمية.

روبن ميلز – المدير التنفيذي في شركة قمر للطاقة.

أمين ناصر – رئيس قطاع إستراتيجيات الأعمال التجارية الكيمائية والهيدروجين منخفض الكربون في شركة أرامكو السعودية.

داريا نوثفنيك – مدير برنامج السياسات والشراكات، في مجلس الهيدروجين.

إريك راخو – مدير مساعد في مجموعة بوسطن الاستشارية.

جتندرا روي تشاودري – عضو زمالة برنامج النقل والبينة التحتية.

سوميترا ساكسينا – باحث علمي من جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية.

ماكسيم تشنكري – مدير معهد البترول الفرنسي.

رامي ثببانه – عضو زمالة برنامج النفط والغاز في كابسارك.

هادية ثديرازي – مدير برنامج، مبادرة أبحاث إدارة الكربون من جامعة أكسفورد.

منال الثبباني – عضو بحث أول من معهد أكسفورد لدراسات الطاقة.

آدم سيمينسكي – مستشار أول لمجلس الأمناء في كابسارك.

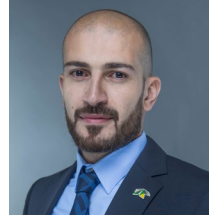
جوس توينينبورج – مستشار أول في مؤسسة آي.آر. إي.سي. ستاندر.

نوي فان هولست – رئيس منظمة آي بي إتش إي.

غسان واكيم – مدير برنامج الهيدروجين منخفض الكربون في فرقة عمل الهواء النظيف.

نبذة عن الفريق

رامي شنبانة



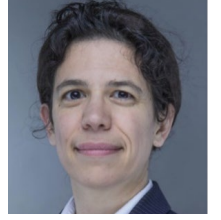
عضو زمالة بحثية في برنامج النفط والغاز في مركز كابسارك، وأبحاثه معنية بأسواق الغاز والهيدروجين العالمية. ويتمتع بخبرة تزيد على 15 عامًا في مجال البحوث والصناعات، حيث يحلل أسواق الطاقة وسياساتها. قبل انضمامه إلى مركز كابسارك، عمل محللاً للأساسيات السوق في شركة سينوفس للطاقة، وهناك قَدَّم الدعم التحليلي في القضايا التي تؤثر في أسواق الغاز والغاز الطبيعي المسال والمكثف في أمريكا الشمالية، حيث لعب العمل الذي قام به دورًا حيويًا في وضع الإستراتيجيات الإحترازية في الشركة. وعمل قبل ذلك لمدة ثلاث سنوات باحثًا اقتصاديًا في المعهد الكندي للأبحاث الطاقة. وهو حاصل على شهادة الماجستير في تطوير الطاقة المستدامة، والبكالوريوس في العلوم الأكتوارية من جامعة كالغاري الكندية.

شاهد حسن



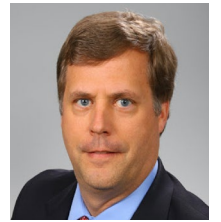
عضو زمالة بحثية في مركز كابسارك. ويُعنى في أبحاثه بعملية تحوُّل قطاع الكهرباء نحو الطاقة المتجددة، واقتصاديات الهيدروجين وسياساته، والمسائل التنظيمية المتعلقة به في دول مجلس التعاون الخليجي. كما يدرُس تطور أسواق الكهرباء الإقليمية في دول مجلس التعاون الخليجي، ومنطقتي الشرق الأوسط وشمال إفريقيا. وقد قدم في السابق العديد من الاستشارات حول قطاع الكهرباء، والمرافق العامة، وصناعات الكهرباء للحكومات والهيئات التنظيمية في الهند وجنوب شرق آسيا، بخصوص رسم السياسات، ووضع اللوائح، وتصميم الأسواق.

آن-صوفي كوربو



متخصصة في الأبحاث العالمية من مركز سياسات الطاقة العالمية التابع لكلية الشؤون الدولية والعامّة بجامعة كولومبيا في الولايات المتحدة الأمريكية، حيث تُعنى أبحاثها بالهيدروجين والغاز الطبيعي. وتملك خبرة تزيد على 20 عامًا في مجال صناعات الطاقة، كما أنها خبيرة معتمدة في مجال صناعات الغاز الطبيعي. ولديها عدد كبير من المؤلفات المنشورة التي تتناول أسواق الغاز والغاز الطبيعي المسال في آسيا (خاصة الصين والهند) وإفريقيا، ومن بينها كتاب "إعادة هيكلة أسواق الغاز الطبيعي المسال في ظل التغيرات الراهنة" (The LNG Markets in Transition: A Great Reconfiguration) (أكسفورد، 2016). كما أنها عضو في مجلس إدارة شركة جازتك. وقبل انضمامها إلى المركز، كانت من كبار المسؤولين في شركة بريتيش بتروليوم ورئيس قطاع تحليل الغاز في الشركة، حيث كانت مسؤولة عن تقديم الاستشارات إلى فريق الإدارة بشأن تطورات سوق الغاز، وتوقعات التسعير طويلة المدى. وقد أشرفت، بوصفها جزءًا من الفريق المعنيّ بالاقتصاد والطاقة في شركة بريتيش بتروليوم، على برنامج رؤية الطاقة المعنيّ بتحليل التحديات التي تواجه التحول نحو الطاقة المتجددة في مجالات الغاز والصناعة والطاقة النووية والهيدروجين. وقد شغلت أيضًا عضوية مجلس إدارة مؤسسة كومكس التابع لشركة بريتيش بتروليوم في فرنسا. وقبل انضمامها إلى شركة بريتيش بتروليوم، كانت عضو زمالة بحثية في مركز كابسارك في الرياض، حيث أسست برنامج الغاز الطبيعي، واضطلعت بتوسيع نطاقه. كما عملت سابقًا في الوكالة الدولية للطاقة، حيث كانت مسؤولة عن إدارة الأبحاث حول أسواق الغاز العالمية. وعملت كذلك في مؤسسة آي إتش إس سيرا. وقد بدأت حياتها المهنية مهندسة تعمل في مجال الخلايا المنتجة للوقود والهيدروجين في شركتي بيجو، وديبيس سيستمهاوس. وهي حاصلة على شهادتي ماجستير، إحداهما من المعهد المركزي للفنون والصناعات في العاصمة الفرنسية باريس، والأخرى من جامعة شتوتغارت الألمانية.

فرانك فيلدر



هو مهندس ومحلل متخصص في سياسات الطاقة، ومدير برنامج تحولات الطاقة والكهرباء في مركز كابسارك. وقبل انضمامه إلى المركز، شغل منصب أستاذ باحث في كلية التخطيط والسياسات العامة في جامعة روتجرز بالولايات المتحدة الأمريكية، ومدير معهد روتجرز للطاقة، ومدير مركز الطاقة والاقتصاد والسياسات البيئية. وقد أجرى في أثناء توليه هذه المناصب أبحاثًا مبتكرة وتطبيقية لصالح المؤسسات الأكاديمية والوكالات الحكومية ومرافق الطاقة، في مجالات نمذجة أنظمة الطاقة الكهربائية، وسياسات الطاقة النظيفة ومواجهة التغير المناخي. كما عمل مستشارًا اقتصاديًا، ومهندسًا في مجال الطاقة النووية.

نبذة عن المشروع

بدأ الهيدروجين يبرز كأحد المصادر المهمة للطاقة المنتجة من المصادر الطبيعية، ويمكن أن يلعب دورًا مهمًا في التعجيل بالقضاء تمامًا على الانبعاثات الكربونية. ويُعد الهيدروجين مثاليًا في دعم الاقتصاد الدائري للكربون، وذلك نظرًا إلى تنوع مجالات استخدامه، وقدرته على خفض انبعاثات الكربون. ويهدف هذا المشروع إلى استكشاف المسارات المختلفة التي تؤدي إلى بناء اقتصاد قائم على الهيدروجين، ودور الدول التي تمتلك ثروة من هذا العنصر في تقديم حلول نظيفة ومنخفضة التكلفة، قائمة على الهيدروجين.



مركز الملك عبدالله للدراسات والبحوث البترولية
King Abdullah Petroleum Studies and Research Center

www.kapsarc.org