



ملخص تقرير حول

مراجعة قطاع الهيدروجين العالمي 2021

مراجعة

عبد الفتاح دندي

مدير الإدارة الاقتصادية

إعداد

ماجد عامر

باحث اقتصادي أول

مراجعة قطاع الهيدروجين العالمي 2021

تقديم

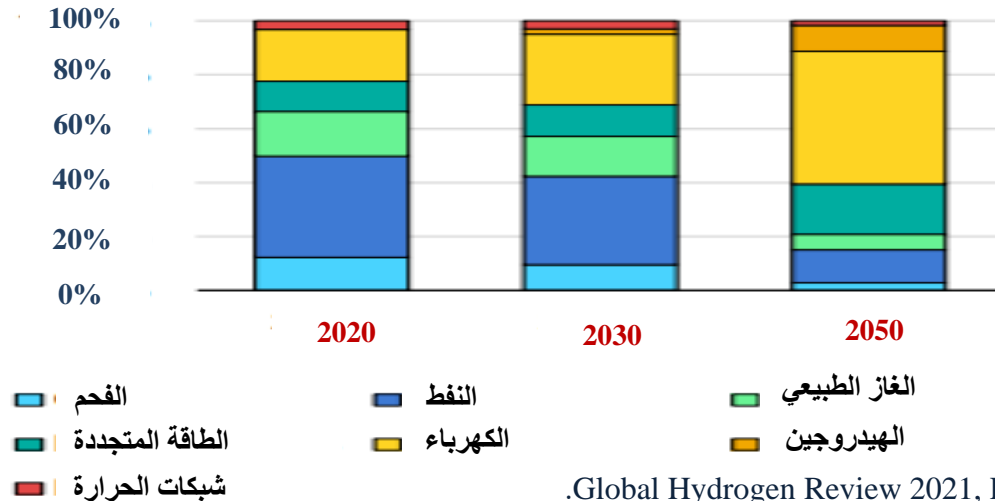
قامت وكالة الطاقة الدولية في شهر أكتوبر 2021، بإصدار تقريرها المعنون "مراجعة قطاع الهيدروجين العالمي 2021"، الذي يشير إلى سرعة التوجه العالمي للاستفادة من مساهمة الهيدروجين المحتملة في نظام الطاقة المستدامة. ففي عام 2019، كانت استراتيجيات استخدام الهيدروجين متبناة من قبل عدد محدود من الدول وهي فرنسا واليابان وكوريا الجنوبية. أما في الوقت الحالي، فقد أصدرت 17 دولة استراتيجيات الهيدروجين الخاصة بها، وأعلنت أكثر من 20 دولة أخرى أنها تعمل على تطوير استراتيجيات للهيدروجين، كما تسعى العديد من الشركات للاستفادة من فرص الأعمال المرتبطة بالهيدروجين.

الطلب العالمي على الهيدروجين

بلغ الطلب العالمي على الهيدروجين نحو 90 مليون طن في عام 2020، وتركز الطلب بشكل رئيسي في صناعة التكرير والتطبيقات الصناعية. يذكر في هذا السياق، أن سيناريو صافي الانبعاثات الصفري لوكالة الطاقة الدولية يفترض نمو الطلب على الهيدروجين بمقدار ستة أضعاف عن المستويات الحالية لتلبية 10% من إجمالي الطلب العالمي النهائي على الطاقة بحلول عام 2050.

الشكل (1)

توزيع حصص مصادر الوقود المختلفة من إجمالي الطلب العالمي النهائي على الطاقة وفقاً لسيناريو صافي الانبعاثات الصفري، (2020 – 2050)
(%)



الدعم الدولي للطلب على الهيدروجين

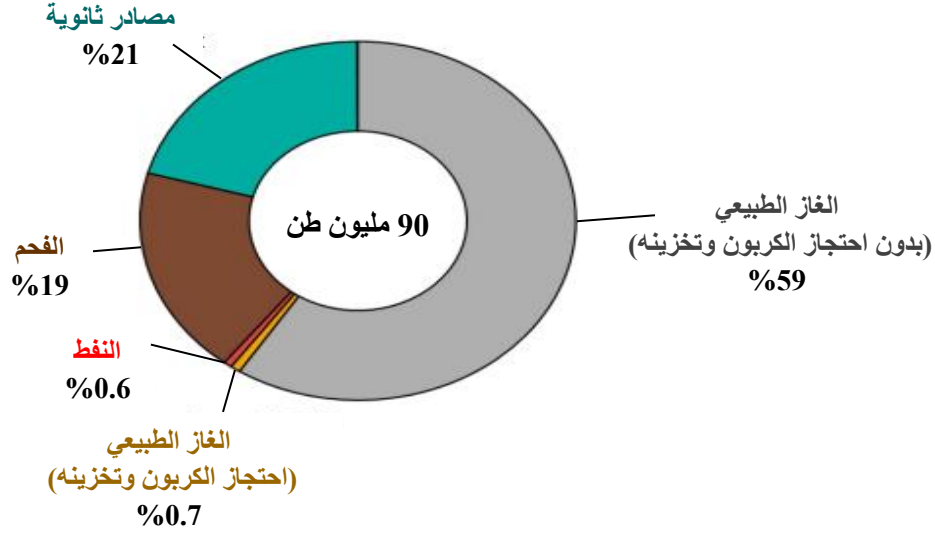
أكد التقرير على أن دول العالم في حاجة إلى زيادة الطموحات ودعم الطلب، فقد التزمت الدول التي اعتمدت استراتيجيات الهيدروجين بما لا يقل عن 37 مليار دولار، وأعلن القطاع الخاص عن استثمارات إضافية بقيمة 300 مليار دولار. ولكن من أجل وضع قطاع الهيدروجين على المسار الصحيح لتحقيق صافي انبعاثات صفرية بحلول عام 2050 فإن الأمر يتطلب استثمارات بقيمة 1.2 تريليون دولار في إمدادات الهيدروجين منخفضة الكربون واستخدامها حتى عام 2030.

هذا وقد بدأت العديد من الدول في الإعلان عن مجموعة واسعة من أدوات السياسة، بما في ذلك أسعار الكربون والمناقصات والحصص والتفويضات والمتطلبات في المشتريات العامة. معظم هذه الإجراءات لم تدخل حيز التنفيذ بعد، ولكن يمكن أن يؤدي تشريعها السريع والواسع النطاق إلى فتح المزيد من المشروعات لزيادة الطلب على الهيدروجين.

الإمدادات العالمية من الهيدروجين

أكد التقرير المشار إليه أعلاه على وجود بوادر إيجابية لنمو إمدادات الهيدروجين من مصادر أخرى بخلاف الوقود الأحفوري، حيث تضاعفت السعة العالمية لأجهزة التحليل الكهربائي اللازمة لإنتاج الهيدروجين خلال الأعوام الخمسة الماضية لتصل إلى ما يزيد قليلاً عن 300 ميجاوات في منتصف عام 2021. وهناك نحو 350 مشروع قيد التطوير حالياً يمكنها رفع السعة العالمية إلى 54 ميجاوات بحلول عام 2030، كما أن هناك 40 مشروع آخر تبلغ طاقتها الإنتاجية أكثر من 35 ميجاوات في المراحل الأولى من التطوير.

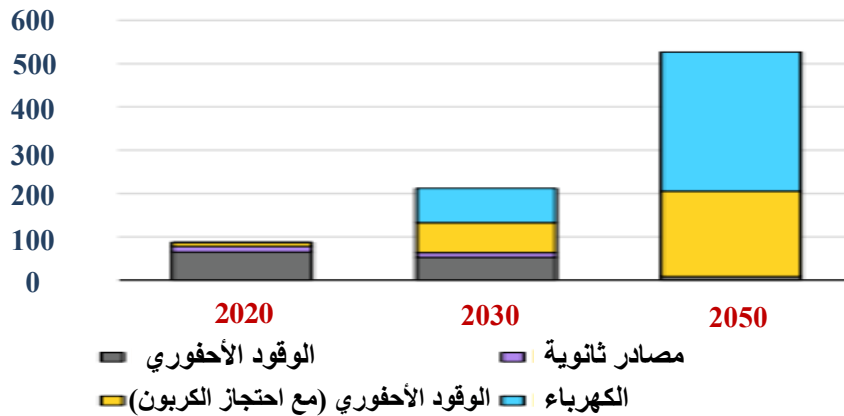
الشكل (2)
مصادر إنتاج الهيدروجين، عام 2020
(%)



المصدر: Global Hydrogen Review 2021, P.108.

وإذا ما تم تنفيذ كل هذه المشروعات، يمكن أن تصل الإمدادات العالمية من الهيدروجين باستخدام التحليل الكهربائي إلى أكثر من 8 مليون طن بحلول عام 2030، إلا أن هذا المستوى لا يزال أقل بكثير من 80 مليون طن المستهدفة لتحقيق سيناريو صافي الانبعاثات الصفرية.

الشكل (3)
مصادر إنتاج الهيدروجين وفقاً لسيناريو صافي الانبعاثات الصفرية، (2020 – 2050)
(مليون طن)

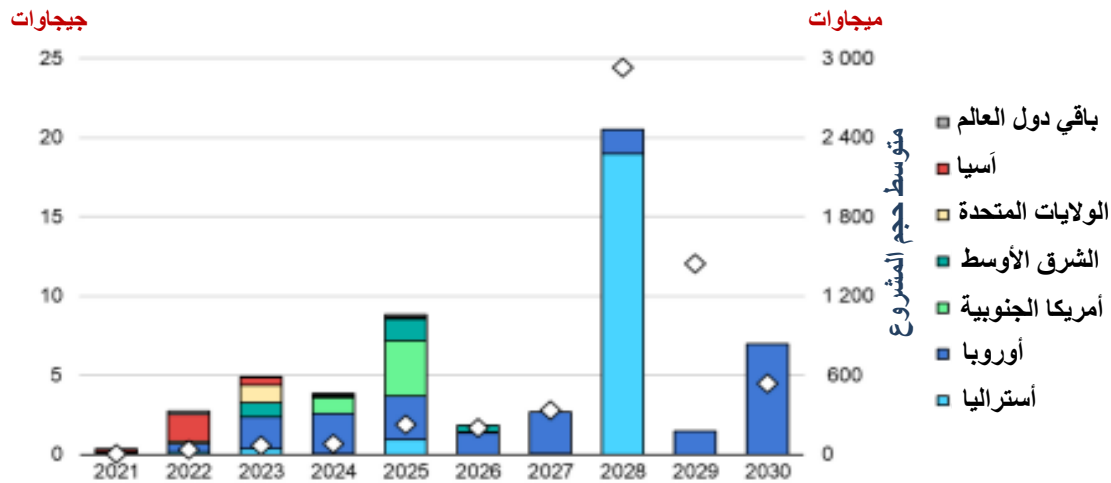


المصدر: Global Hydrogen Review 2021, P.19.

وتقود أوروبا عمليات التوسع في سعة أجهزة التحليل الكهربائي، باستحواذها على 40% من السعة المركبة العالمية، ومن المتوقع أن تظل أكبر سوق على المدى القريب على خلفية استراتيجيات الهيدروجين الطموحة للاتحاد الأوروبي والمملكة المتحدة. وفي الوقت ذاته، تشير الخطط المتبناة من قبل أستراليا إلى أنها قد تلحق بأوروبا في غضون أعوام قليلة، كما يتوقع أن تتوسع دول أمريكا اللاتينية ومنطقة الشرق الأوسط وبشكل كبير في سعة أجهزة التحليل الكهربائي أيضاً، لا سيما للتصدير، كما يشهد عدد مشروعات الهيدروجين المعلن عنها في الصين نمواً سريعاً، بينما تكثف الولايات المتحدة طموحاتها من خلال إطلاق مبادرة Hydrogen Earthshot التي تم الإعلان عنها مؤخراً والتي تستهدف الإسراع في تحقيق حلول الطاقة النظيفة الأكثر وفرة وبأسعار معقولة وموثوقة خلال العقد الحالي، ومن ضمنها خفض تكلفة الهيدروجين النظيف بنسبة 80% ليصل إلى 1 دولار لكل 1 كيلوجرام.

الشكل (4)

قدرة التحليل الكهربائي المركبة الجديدة على أساس المشروعات قيد الإنشاء أو المخطط لها، (2021 – 2030)



المصدر: Global Hydrogen Review 2021, P.117.

وأشار التقرير إلى وجود 16 مشروعاً في الوقت الحالي لإنتاج الهيدروجين من الوقود الأحفوري مع احتجاز الكربون واستخدامه وتخزينه، تنتج نحو 0.7 مليون طن سنوياً، وتستحوذ الولايات المتحدة الأمريكية وكندا على 80% من السعة العالمية لهذا الإنتاج. كما أن هناك 50 مشروع

آخر قيد التطوير، وفي حال تحققها، يمكن أن يرتفع الإنتاج السنوي للهيدروجين إلى أكثر من 9 مليون طن بحلول عام 2030، وتستحوذ المملكة المتحدة وهولندا على جزء كبير من تلك المشروعات.

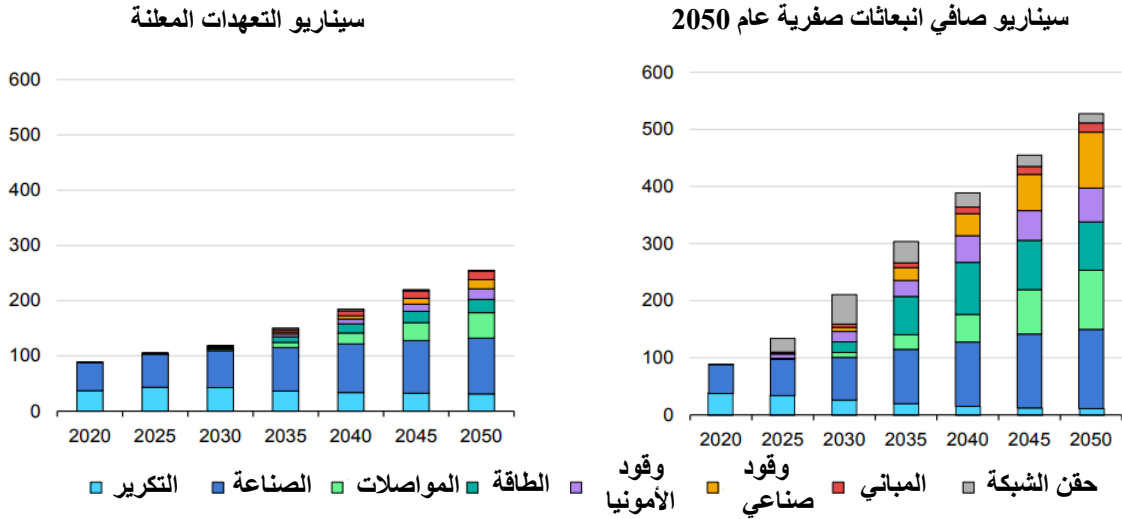
توسيع نطاق استخدام الهيدروجين

أما فيما يخص توسيع نطاق استخدام الهيدروجين، فعلى الرغم من أن استخدامه لا يزال مقصوراً على عدد محدود من التطبيقات التي تمثل حصة صغيرة من إجمالي الطلب العالمي على الهيدروجين، إلا أن التقدم الأخير لتوسيع نطاق إستخداماته كان قوياً، لا سيما في مجال النقل. حيث انخفضت تكلفة خلايا وقود السيارات بنسبة 70% منذ عام 2008 بفضل التقدم التكنولوجي والمبيعات المتزايدة للسيارات الكهربائية التي تعمل بخلايا الوقود (FCEVs) التي زاد عددها بأكثر من ستة أضعاف من 7000 في عام 2017 إلى أكثر من 43000 في منتصف عام 2021، وذلك بفضل الجهود التي تبذلها كوريا الجنوبية والولايات المتحدة الأمريكية والصين واليابان. ففي عام 2017، كانت جميع السيارات الكهربائية التي تعمل بخلايا الوقود تقريباً هي سيارات ركاب، أما حالياً فنحو 20% من هذه السيارات هي حافلات وشاحنات، مما يشير إلى تحول إلى قطاع المسافات الطويلة حيث يمكن للهيدروجين أن يتنافس بشكل أفضل مع المركبات الكهربائية. هذا وتوجد العديد من المشروعات لاستخدام الوقود القائم على الهيدروجين في السكك الحديدية والشحن والطيران قيد التطوير بالفعل، ومن المتوقع أن توفر فرصاً جديدة لدعم الطلب على الهيدروجين.

من جانب آخر، يعتبر الهيدروجين ركيزة أساسية في إزالة الكربون في القطاع الصناعي، وعلى الرغم من وجود التقنيات التي يمكن أن تساهم بشكل كبير في تحقيق هذا الأمر، إلا أنها لا تزال في مراحلها الأولى، رغم اتخاذ خطوات رئيسية فعلية في هذا الشأن. حيث بدأ تشغيل أول مشروع تجريبي في العالم لإنتاج الفولاذ الخالي من الكربون باستخدام الهيدروجين منخفض الكربون هذا العام في السويد، كما سيبدأ مشروع تجريبي آخر لاستخدام الهيدروجين القائم على مصادر الطاقة المتجددة لإنتاج الأمونيا في نهاية عام 2021 في أسبانيا. ومن المتوقع بدء تشغيل العديد من المشروعات بطاقة عشرات الكيلو طن من الهيدروجين خلال عامين أو ثلاثة أعوام قادمة. كما يجري تطوير مشروعات لاستخدام الهيدروجين في التطبيقات الصناعية مثل الأسمنت والسيراميك أو تصنيع الزجاج.

الشكل (5)

الطلب على الهيدروجين وفقاً للقطاع في سيناريو التعهدات المعلنة وسيناريو صافي الانبعاثات الصفريّة، (2020 – 2050)
(مليون طن)



المصدر: Global Hydrogen Review 2021, P.44.

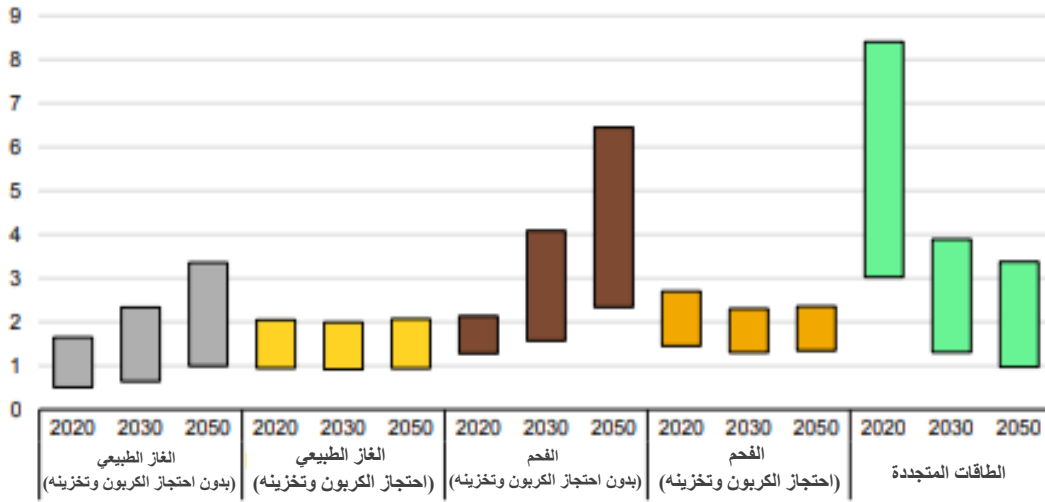
الهيدروجين منخفض الكربون وتكلفة الإنتاج

أشار التقرير إلى أن الحاجز الرئيسي للهيدروجين منخفض الكربون هو فجوة التكلفة الكبيرة مع الهيدروجين المنتج من الوقود الأحفوري الذي يعد حالياً أرخص خيار في معظم أنحاء العالم. فاعتماداً على أسعار الغاز الإقليمية، تتراوح تكلفة إنتاج الهيدروجين من الغاز الطبيعي من 0.5 إلى 1.7 دولار لكل كيلوجرام، ويؤدي استخدام تقنيات تقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن إنتاج الهيدروجين إلى زيادة تكلفة الإنتاج إلى نحو 1 إلى 2 دولار لكل كيلوجرام، في حين أن استخدام الكهرباء المتجددة لإنتاج الهيدروجين تبلغ تكلفته 3 إلى 8 دولار لكل كيلوجرام. وعلى الرغم من ذلك فهناك مجال كبير لخفض تكاليف إنتاج الهيدروجين منخفض الكربون من خلال الابتكار التكنولوجي وزيادة الانتشار، وفقاً لسيناريو صافي الانبعاثات الصفريّة بحلول عام 2050 الذي يتوقع انخفاض تكلفة إنتاج الهيدروجين من مصادر الطاقة المتجددة إلى 1.3 دولار لكل كيلوجرام بحلول عام 2030 في المناطق ذات الموارد المتجددة الوفيرة (النطاق 1.3 – 3.5 دولار لكل كيلوجرام)، وعلى المدى الطويل تنخفض التكلفة إلى 1 دولار لكل كيلوجرام (النطاق 1 – 3 دولار لكل كيلوجرام)، مما يجعل

الهيدروجين المنتج من الطاقة الشمسية الكهروضوئية منافساً في التكلفة مع الهيدروجين المنتج من الغاز الطبيعي حتى بدون استخدام تقنيات تقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في عدة مناطق.

الشكل (6)

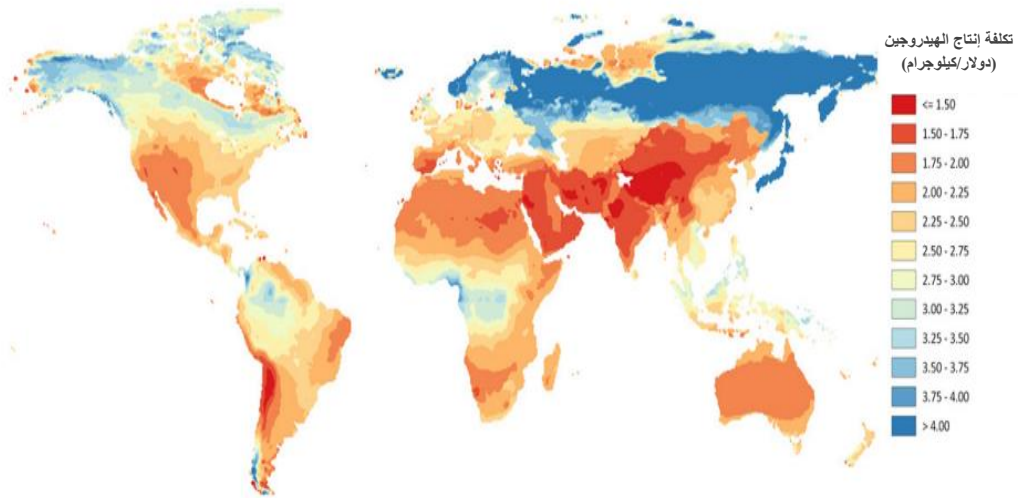
تكلفة إنتاج الهيدروجين وفقاً للتكنولوجيا المستخدمة في عام 2020، وفي سيناريو صافي الانبعاثات الصفيرية 2030 و 2050
(دولار/كيلوجرام)



المصدر: Global Hydrogen Review 2021, P.113.

الشكل (7)

تكلفة إنتاج الهيدروجين من أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح في عام 2030



المصدر: Global Hydrogen Review 2021, P.126.

الوفاء بتعهدات المناخ

أوضح التقرير أن الوفاء بتعهدات المناخ يتطلب إتخاذ إجراءات سريعة وأكثر حسماً، فبينما يتسارع اعتماد الهيدروجين كوقود نظيف، إلا أنه لا يزال أقل من المطلوب للمساعدة في الوصول إلى صافي انبعاثات صفرية بحلول عام 2050. حيث أن تحقيق جميع الخطط المعلنة للهيدروجين بحلول عام 2030 قد تؤدي إلى الآتي:

- نمو إجمالي الطلب على الهيدروجين ليصل إلى 105 مليون طن، مقارنة بأكثر من 200 مليون طن في سيناريو صافي الانبعاثات الصفرية.
- ارتفاع إنتاج الهيدروجين منخفض الكربون إلى أكثر من 17 مليون طن، وهو ما يمثل 0.1% تقريباً من مستوى الإنتاج المطلوب في سيناريو صافي الانبعاثات الصفرية.
- ارتفاع قدرة التحليل الكهربائي إلى 90 جيجاوات، وهو مستوى أقل بكثير من القدرة المستهدفة في سيناريو صافي الانبعاثات الصفرية وهي 850 جيجاوات تقريباً.
- نشر ما يصل إلى 6 مليون مركبة كهربائية تعمل بخلايا الوقود، وهو ما يمثل 40% فقط من العدد المستهدف في سيناريو صافي الانبعاثات الصفرية (15 مليون مركبة).

ويبين التقرير أنه هناك حاجة إلى اعتماد أسرع بكثير لإنتاج الهيدروجين منخفض الكربون لوضع العالم على المسار المستهدف لنظام الطاقة المستدامة بحلول عام 2050. ويمكن أن يساعد تطوير سوق الهيدروجين العالمي الدول ذات إمدادات الطاقة المحدودة، مع توفير فرص التصدير للدول ذات الإمدادات الكبيرة المتجددة أو تخزين ثاني أكسيد الكربون. كما أن هناك حاجة إلى تسريع جهود الابتكار التكنولوجي، حيث يقدر حجم الاستثمارات العالمية التي يجب توجيهها بأسرع وقت ممكن إلى ابتكارات الطاقة المتجددة نحو 90 مليار دولار، مع تخصيص نصفها تقريباً للتقنيات المتعلقة بالهيدروجين. وفي هذا السياق، يعد التعاون الدولي أمر بالغ الأهمية لتسريع اعتماد الهيدروجين.

التوصيات

قدم التقرير عدد من التوصيات التي يجب على الدول تبنيها لأخذ زمام المبادرة في تحول الطاقة، والتي من أهمها:

- **وضع استراتيجيات وخرائط طريق حول دور الهيدروجين في أنظمة الطاقة:** إن تبني استراتيجيات وطنية للهيدروجين، وخرائط طريق واضحة المعالم مع أهداف ملموسة لنشر إنتاج الهيدروجين منخفض الكربون، وتحفيز الطلب الكبير الذي يعد أمر بالغ الأهمية لبناء الثقة بشأن السوق المحتملة للهيدروجين منخفض الكربون، تعد خطوة أولى حيوية لخلق الزخم وتحفيز المزيد من الاستثمارات لتوسيع وتسريع صناعة الهيدروجين.
- **حشد الاستثمار في الإنتاج والبنية التحتية والمصانع:** يمكن لإطار السياسة الذي يحفز الطلب، بدوره، أن يحفز الاستثمار في مصانع إنتاج الهيدروجين منخفض الكربون والبنية التحتية والقدرة التصنيعية. مع ذلك، وبدون إجراءات سياسية قوية وفعالة، لن تحدث هذه العملية بالسرعة اللازمة لتحقيق الأهداف المناخية. هذا ويعد التخطيط الملائم وتطوير البنية التحتية أمراً بالغ الأهمية لربط مصادر الإمداد بمراكز الطلب وقدرات التصنيع التي يمكن أن تستفيد منها المشاريع اللاحقة.
- **توفير دعم قوي للابتكار لضمان وصول التقنيات الحيوية إلى التسويق قريباً:** يعد الابتكار أمراً ضرورياً لخفض التكاليف وزيادة القدرة التنافسية لتقنيات الهيدروجين. كما أن إطلاق العنان للطلب الكامل المحتمل على الهيدروجين يتطلب جهوداً توضيحية قوية على مدار العقد المقبل. كما أن هناك حاجة ماسة إلى زيادة ميزانيات البحث والتطوير ودعم المشروعات للتأكد من وصول تقنيات الهيدروجين الرئيسية إلى التسويق التجاري في أقرب وقت ممكن.
- **إنشاء أنظمة مناسبة لإصدار الشهادات والتوحيد القياسي والتنظيم:** سيؤدي اعتماد الهيدروجين إلى ظهور سلاسل قيمة جديدة، وسيطلب ذلك تعديل الأطر التنظيمية الحالية وتحديد معايير جديدة وخطط إصدار الشهادات لإزالة الحواجز التي تمنع وتعوق هذا التوسع. ويعد الاتفاق الدولي بشأن منهجية حساب البصمة الكربونية لإنتاج الهيدروجين أمراً مهماً بشكل خاص لضمان أن الهيدروجين المنتج منخفض الكربون، كما ستلعب دوراً أساسياً في تطوير سوق الهيدروجين العالمي.