الهيدروجين الأخضر

ومستقبل الطاقة النظيفة الواعد

إعداد

مكتب مزيج للاستشارات
الإدارية والتسويقية

2020

محاور قمة ٢٠٢٠ التي تولت المملكة العربية السعودية قيادتها، وترتكز على ثلاثة محاور، ومنها

محور: الحفاظ على كوكب الأرض

لعل أهم الأهداف تحت هذا المحور هو ضبط الانبعاثات وهو من أكثر القضايا جدلية، ولعل أهم سؤال هو كيف تستطيع الدول والاقتصادات تبني تقنيات واقتصاديات تتبنى انبعاثات أقل وفي الوقت نفسه تحافظ على النمو الاقتصادي؟ فهناك جدل كبير حولها، حيث إن الدول المتقدمة اقتصاديا تضغط نحو تبني مثل هذه السياسات بينما الدول التي في مرحلة النمو قد تحاول عدم الالتزام بسبب حاجتها إلى وجود المصانع والوظائف، وهي تجادل أن الاقتصادات المتقدمة ليس لها الحق في طلب المحافظة على الانبعاثات بعد أن وصلت إلى مرحلة متطورة في الصناعة، كذلك من الأهداف وقف تدهور الأراضي خصوصا الغابات، وكذلك حماية المحيطات من التلوث وبالتالي حماية الشعب المرجانية، وتعزيز الطاقة النظيفة مثل استخدام الهيدروجين الأخضر الذي تستثمر فيها المملكة من خلال مشروعاتها في نيوم

(NASA)

ستواصل مجموعة العشرين خلال رئاسة المملكة جهودها المشتركة وستتخذ إجراءات ملموسة للحفاظ على مواردنا البشرية ا المشتركة

ضبط الانبعاثات من أجل تنمية مستدامة

يعد التغير المناخي أحد أكثر التحديات العالمية إلحاحاً في القرن الحادي والعشرين، وتزداد الحاجة للتصدي للتغير المناخي مع استمرار النمو السكاني وزيادة الانبعاثات، حيث أصبح من الضروري أكثر من أي وقت مضى اعتماد إطار اقتصادي لخفض مستويات انبعاثات الغازات الدفيئة في الغلاف الجوي مع المحافظة على دعم النمو الاقتصادي والتنمية المستدامة، ويتوجب على مجموعة العشرين قيادة هذه الجهود، فالجهود الحالية لمواجهة التغير المناخي غير كافية، ولدينا الفرصة للعمل على منهجيات أكثر شمولاً، ستعمل رئاسة المملكة لمجموعة العشرين على تعزيز الجهود المبذولة لضبط الانبعاثات في جميع القطاعات وتحسين أوجه الترابط والتكامل بين إجراءات التكيّف والتخفيف، بما في ذلك الحلول القائمة على الطبيعة مثل إعادة التشجير وحماية الموارد البحرية وإعادة تهيئتها .

مكافحة تدهور الأراضي والمواطن الطبيعية

يخسر العالم حوالي ١٢ مليون هكتار من الأراضي سنويا بسبب تدهور الأراضي ويشمل ذلك إزالة الغابات، ويؤثر تدهور الأراضي على أكثر من ثلاثة مليارات شخص بشكل مباشر أو غير مباشر ويسهم في خسائر كبيرة في المواطن الطبيعية وفي النظام البيئي، فحوالي ٢٤ في المئة من انبعاثات الغازات الدفيئة ناتجة عن إزالة الغابات واستخدام الأراضي، وتمتلك مجموعة العشرين القدرة على قيادة المجتمع الدولي في العمل نحو الحد من تدهور الأراضي وإزالة الغابات حفاظا على التنوع البيولوجي وتحقيق الأهداف المناخية.

حماية المحيطات

يهدد النشاط البشري والتغير المناخي حياة الشُعب المرجانية التي يعتمد عليها ٢٥ إلى ٥٠ في المئة من الحياة البحرية في العالم، ومن المتوقع تعرض جزء كبير من الشُعب المرجانية للخطر في حال عدم اتخاذ أي إجراءات ملموسة، ونظراً لأهمية هذه القضية وإلحاحها، ستبني المملكة العربية السعودية على الجهود المبذولة خلال الرئاسة اليابانية لمجموعة العشرين وستواصل النقاشات المتعلقة بالحفاظ على النظم البيئية للمحيطات.

تعزيز استدامة ومتانة نظم المياه العالمية

يعد شح المياه والطلب العالي عليها من أكثر التحديات العالمية إلحاحًا في القرن الحادي والعشرين، حيث تشكل عقبة خطيرة أمام تحقيق خطة التنمية المستدامة لعام ٢٠٣٠، فالنمو السكاني والتوسع الحضري السريع وتآكل البنية التحتية للمياه ونقص الاستثمار فيها تعتبر من العوامل المساهمة في تزايد الضغط على الموارد المائية في جميع أنحاء العالم، ولهذا ستعمل رئاسة المملكة لمجموعة العشرين على تعزيز التعاون الدولي في مجال إدارة المياه وستعالج التحديات في مجالات السياسات والتمويل والابتكار لضمان الأمن المائي للجميع.

تعزيز الأمن الغذائي

يعد ضمان توفر الغذاء الصحي والآمن بأسعار معقولة للجميع أمراً ضرورياً، خاصةً في ظل التمدد الحضري وتزايد النمو السكاني. سيكون تحقيق الأمن الغذائي أكثر صعوبة نظراً لتأثير التغير المناخي، وزيادة الضغط على الموارد الطبيعية، وفقدان التنوع البيولوجي، وتحديات الزراعة المستدامة، وتغير العادات الغذائية. ونتيجة لذلك ما زال هنالك حوالي ٨٠٠ مليون شخص يعانون من الجوع. ولهذا، تقترح رئاسة المملكة بأن تقوم مجموعة العشرين بتكثيف جهودها لمعالجة فَقد الغذاء وهدره وتشجيع الاستثمارات الزراعية المسؤولة.

نُظم طاقة أنظف لعصرٍ جديد

يعد الوصول والحصول علىٰ طاقة أنظف وأكثر استدامة وميسورة التكلفة أمرًا أساسيًا للحد من الفقر وتعزيز النمو الاقتصادي. ولتحقيق تحولات مستدامة للطاقة، فإن استخدام جميع مصادر الطاقة والتقنيات المبتكرة سيوفر فرصًا لدفع عجلة التحول نحو طاقة أنظف. ستناقش مجموعة العشرين خلال رئاسة المملكة مفهوم الاقتصاد الكربوني الدائري والذي يشمل مجموعة متنوعة من حلول وتقنيات الطاقة المبنية على البحث والتطوير والابتكار، لضمان الوصول إلى أنظمة طاقة أكثر نظافة واستدامة وأيسر تكلفة. إضافةً إلى ذلك، ستتناول مجموعة العشرين موضوع أمن الطاقة واستقرار أسواقها من أجل الرخاء الاقتصادي والمعيشي.

المحتويات

ملخص تنفيذي: ٦

مقدمة: ٧

ماهو الهيدروجين الأخضر؟ وكيف يتم إنتاجه ٨

دور الهيدروجين الأخضر في انتقال الطاقة: ٩

نظرة عامة لتقنيات الهيدروجين.. ..... ١٠

مزايا استخدام الهيدروجين: ١١

مقارنة بين مصادر الطاقة المختلفة: ١٢

الوضع الراهن للهيدروجين الأخضر عالمياً.. ..... ١٣

الهيدروجين الأخضر عبر الدول: ١٥

التجربة الإسترالية للهيدروجين الأخضر: ١٦

الهيدروجين الأخضر في المملكة العربية السعودية ١٧

محطة أرامكو السعودية: ٢١

رؤية المملكة ٢٠٣٠ والهيدروجين الأخضر: ٢٢

تكلفة إنتاج الهيدروجين الأخضر: ٢٣

الهيدروجين و المستقبل.. ..... ٢٤

الهيدروجين الأخضر والصناعة ٢٥

الفرص الاستثمارية الناتجة من استخدام الهيدروجين الأخضر: ٢٧

تجربة بريطانيا في استخدام الطاقة البديلة: ٢٨

أوبك عن مستقبل النفط: ٣٠

المصادر ٣١

فريق عمل مزيج ٣٣

ملخص تنفيذي:

يستعرض هذا التقرير أهمية الهيدروجين الأخضر من حيث مكوناته وطريقة إنتاجه الصديقة للبيئة، ودوره في انتقال الطاقة النظيفة المقبول في جميع أنحاء العالم، واستخداماته في صناعة الكيماويات لإنتاج الأسمدة ومعالجة المعادن وإنتاج الغذاء كما يستخدم كوقود للسيارات الخاصة والتجارية، مع ما فيه من المزايا التي يتمتع بها كونه مصدر آمن للطاقة حيث يساهم في تخفيض واردات النفط ونسبة التلوث القليلة من خلال إنتاج صفري للكربون، كما يحتوي التقرير أيضا على مقارنة بين مصادر الطالقة المختلفة من حيث متوسط عمرها الإنتاجي وتكلفتها وأثرها البيئي، ومع الضغوط المتزايدة لمواجهة تغير المناخ فإن العديد من الدول تسعى لإيجاد حلول بديلة ومنها استخدام الهيدروجين الأخضر حيث تركز بعض الدول على الإنتاج وبعضها على الاستهلاك، ومن خلال المقارانات بين القطاعات المختلفة المستخدمة للهيدروجين فإن قطاع النقل يحضى بأكبر حصة من حيث البحث والاستثمار الحكومي.

وفي هذا التقرير يتم استعراض التجربة الاسترالية في استخدامها للهيدروجين الأخضر، وبعدها رؤية المملكة العربية السعودية ٢٠٣٠ التي تركز على إنشاء مشروع للهيدروجين الأخضر في نيوم والذي يعد أكبر مشروع في العالم لإنتاجه بالشراكة مع شركة إير "برواكتس" وشركة "أكوا باور" السعودية، حيث ستكون نيوم أكثر مراكز الطاقة تقدما في العالم والأولى عالميا في استحداث نظام متكامل للطاقة المتجددة على نطاق واسع، ويشار إلى الهيدروجين الأخضر بأنه نفط المستقبل. كونه يمكن استخدامه كمصدر للكهرباء والحرارة ووقود النقل والمواد الكيميائية المتخصصة.

وأخيرا في هذا التقرير نستعرض أهم الفرص الاستثمارية الناتجة من استخدام الهيدروجين الأخضر.

مقدمة:

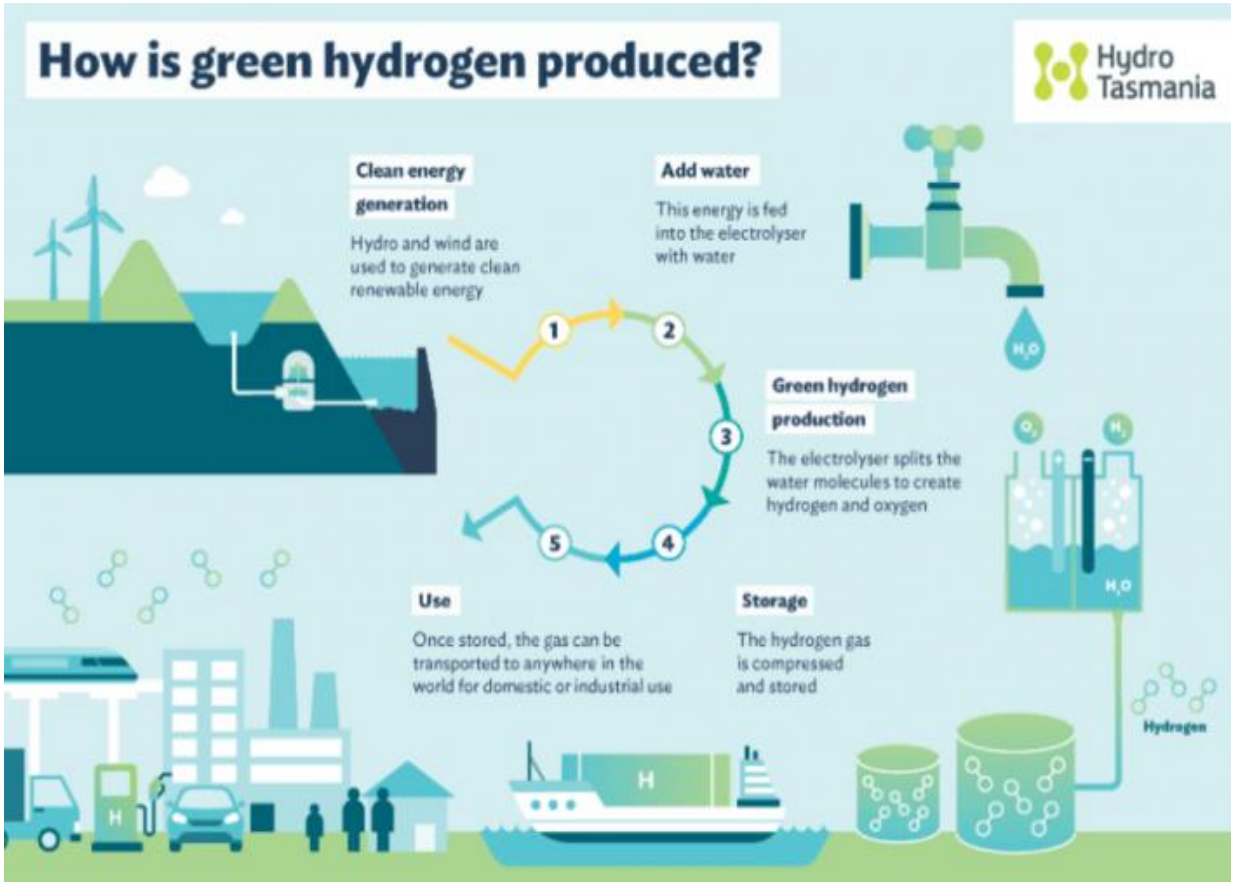
الطاقة هي عصب الحضارة الحديثة حيث تعتبر المحرك الأساسي لعملية التنمية الاقتصادية والاجتماعية في كافة البلدان، وعلى الرغم من سيادة النفط لمصادر الطاقة في عصرنا الحالي؛ إلا أن مصادر الطاقة المتجددة كأشعة الشمس والرياح تطورت مع تطور نمط العيش وتطور الحاجة للطاقة، وسعت المملكة العربية السعودية للبحث عن مصادر بديلة للطاقة من أجل تلبية الطلب المتزايد والبحث عن اقتصاد بديل يعتمد على مصادر متنوعة وأكثر ديمومة. فقد لجأت المملكة إلى استغلال امكانياتها من الطاقة المتجددة والمتمثلة في: الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وطاقة الهدروجين الأخضر وغيرها من الطاقات الأخرى. وقد أصبح استخدام الطاقة المتجددة أحد المحاور الرئيسية نحو الانتقال إلى منظومة طاقة مستدامة، باعتبارها أحد الغايات الثلاث للهدف السابع من أهداف خطة التنمية المستدامة ٢٠٣٠ إلى جانب دورها البارز في الحفاظ على البيئة والحد من الانبعاثات الضارة.

حيث يشهد العالم تطور مصادر الطاقة البديلة، والتي ستؤدي إلى إعادة هيكلة الحضارة الإنسانية وتغييراً جذرياً في طبيعة الأسواق المالية والظروف السياسية والاجتماعية وهي حضارة الهيدروجين، فهناك اهتمام متزايد بإنتاج الطاقة عن طريق الهيدروجين وخاصة بواسطة خلية الوقود Fuel Cell إذ يعد عنصر الهيدروجين من اكثر العناصر وفرةً وانتشاراً في الكون حيث يشكل نسبة ٧٥% وهو أخف العناصر الكيميائية، ويتميز بسهولة استخراجه وكمية الطاقة الكبيرة التي ينتجها من عملية الإنفصال و قابليته للتخزين لفترات طويلة بالإضافة إلى أنه نظيف عند الاحتراق ويمكن إنتاجه من مصادر طاقة نظيفة كالرياح والطاقة الشمسية. **وعلى ذلك فإننا على أعتاب ثورة اقتصادية قوامها الهيدروجين.**

ماهو الهيدروجين الأخضر؟ وكيف يتم إنتاجه ..

"الهيدروجين الأخضر هو الذي يتم إنتاجه بطريقة صديقة للبيئة، باستخدام مصادر الطاقة المتجددة والنظيفة. وذلك من خلال فصل جزيئات الهديروجين عن الأوكسجين الموجودة في الماء من خلال عملية التحليل الكهربائي، والتي تتطلب طاقة كهربائية عالية من مصادر نظيفة ومتجددة."

ويوضح الشكل التالي كيفية إنتاج الهيدروجين الأخضر:

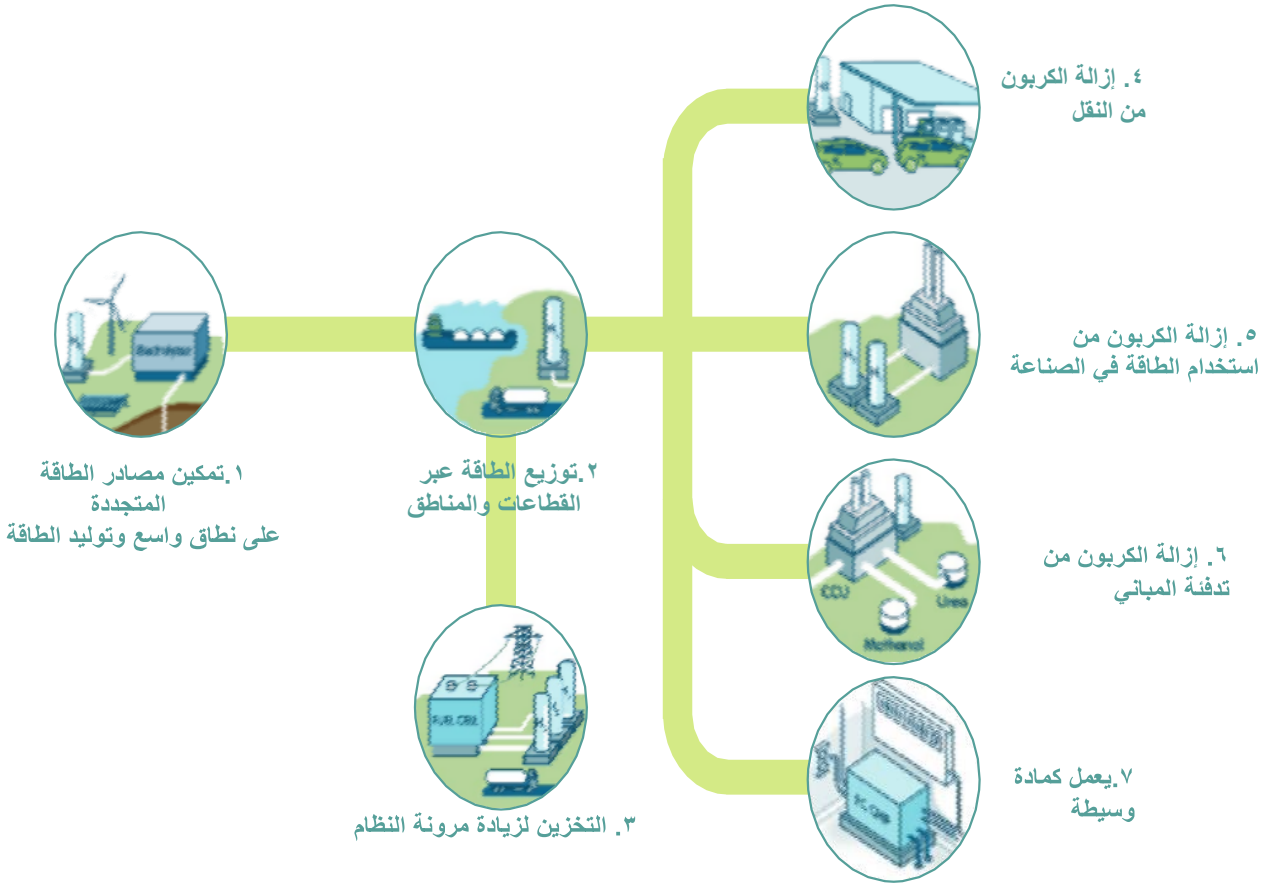


والتي تعد من أفضل الطرق الواعدة لتوفير طاقة نظيفة خالية من الكربون، تكمن بإنتاج الطاقة من التقنيات الشمسية والريحية، حيث أن كلاً من مصادر الطاقة الريحية والشمسية تولد طاقة كهربائية بشكل متفاوت ويختلف باختلاف المصدر الطبيعي الذي يسبب توليدها.

دور الهيدروجين الأخضر في انتقال الطاقة:

الاستخدامات النهائية لإزالة الكربون

تمكين الطاقة المتجددة



نظرة عامة لتقنيات الهيدروجين..

في الفترة من ٢٠٠٠م إلى ٢٠١٨م زاد الطلب العالمي على الهديروجين بنسبة ٦٥% ليرتفع من ٧٠ مليون طن إلى ١١٥ مليون طن، ويستخدم معظم الهيدروجين من الناحية التقليدية في صناعة الكيماويات لإنتاج الأسمدة ومعالجة المعادن وإنتاج الغذاء. في أواخر ١٩٧٠م ظهر الاهتمام باستخدام الهيدروجين كوقود للمركبات الخاصة والتجارية بسبب أزمة أسعار النفط والانخفاض السريع في الاحتياطات النفطية. ومع بداية الألفية ظهرت السيارات الصغيرة والسيارات الرياضية التي تعمل بخلايا الوقود على الطرق، وتشير تقديرات مجلس الهيدروجين (وهو مبادرة لشركات الصناعة العالمية) إلى أن بحلول ٢٠٣٠ قد تكون ١٠% من السيارات تعمل بخلايا الوقود الناتجة من الهيدروجين. حيث في ٢٠١٨م قامت بعض شركات السيارات بتصنيع سيارات تعمل بخلايا الوقود. وبحلول ٢٠٣٠ يفترض أن ١٠% من الطاقة المركبة (٢٥٠ جيجاواط بما يعادل ٢٥٠ محطة كهرباء تعمل بالفحم) سيتم تحويلها إلى وقود الهيدروجين.

وفي الوقت الحاضر يتمثل التحدي الرئيس لزيادة الهديروجين الأخضر لمستوى يتيح استخدامه كوقود لاقتصادات كاملة في التكاليف العالية لإنتاجه، ولكن فإن من المحتمل أن تنخفض بسرعة إذ تشير التنبؤات لعام ٢٠٢٥ إلى انخفاض قدره ٦٠% من تكاليف انتاج الهيدروجين الأخضر. وبالتالي سيحقق الهيدروجين الأخضر الجدوى الاقتصادية وربما جاذبية اقتصادية عالية.

مزايا استخدام الهيدروجين:

إن المزايا الرئيسية لاستخدام الهيدروجين للتزود بالطاقة تتضمن(الدين،٢٠١٨) :

-مصدر طاقة آمن لتخفيض واردات النفط، فمن الممكن استخدام الموارد المحلية لإنتاج الهيدروجين، مما يؤدي إلى استقلالية في مجال الطاقة.

- الاستدامة من خلال الاستفادة من مصادر الطاقة المتجددة، حيث يمكن إنتاج الهيدروجن من مصادر الطاقة المتجددة.

- أقل تلوثاً من خلال إنتاج صفري للكربون تقريباً، حيث يمكن للهيدروجين أن يحل محل الوقود الأحفوري لتوفير الطاقة الكهربائية و وقود النقل.

- الجدوى الاقتصادية للهيدروجين التي يحتمل أن يشكل أسواق للطاقة العالمية في المستقبل.

- يمكن تخزين وتوزيع الهيدروجين بعدة طرق.

ولذلك فإن الهيدروجين هو الناقل للطاقة النظيفة المقبول في جميع أنحاء العالم كما أنه مصدر مستقل ويحتوي على نسبة عالية من الطاقة في الكتلة مقارنة مع أنواع الوقود الأخرى. ويوضح الجدول التالي مقارنة بين الهيدروجين وأنواع مختلفة من الوقود كمصدر للطاقة:

الوقود	المحتوى الطاقي (MJ/Kg)
الهيدروجين	١٢٠
الغاز الطبيعي المسال	٥٤,٤
فحم	٢٧
بنزين سيارات	٤٦,٤
مازوت سيارات	٤٥,٦
ايثانول	٢٩,٦
الميثانول	١٩,٧

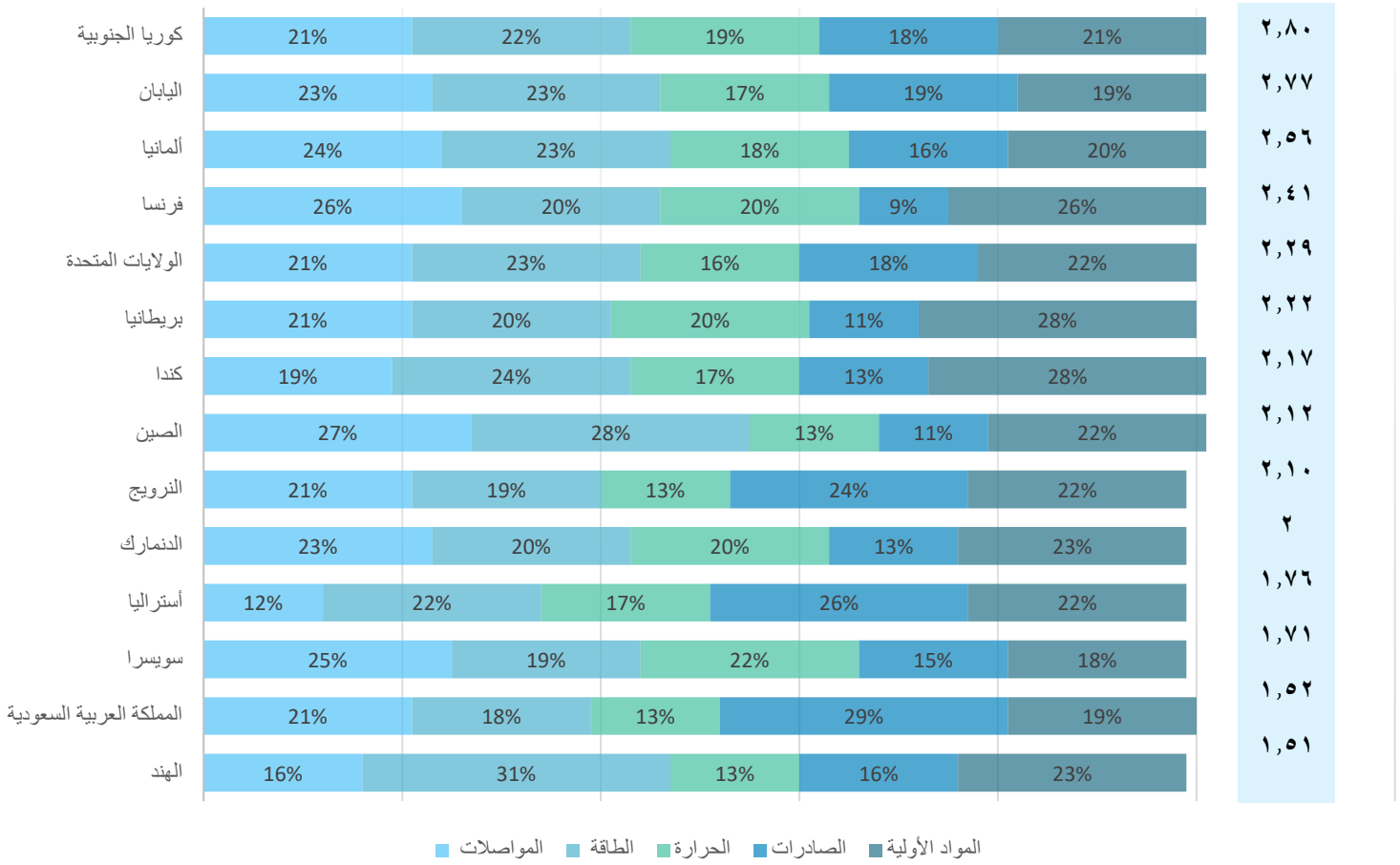
مقارنة بين مصادر الطاقة المختلفة:

مصدر الطاقة	متوسط العمر الافتراضي	التكلفة دولار/كيلو واط ساعة	الأثر البيئي
الفحم	٣٩سنة	$ ٠,١٢-٠,١٣	إنتاج نفايات تضر بالبيئة وتلوث المياه الجوفية، انبعاثات من حرق الفحم
الغاز الطبيعي	٢٢ سنة	$ ٠,٠٤٣	انبعاثات الغازات الدفيئة
الطاقة النووية	٥٠ سنة	$ ٠,٠٩٣	خروج النفايات النووية، احتمالية حدوث كارثة
طاقة الأرض الحرارية	٢٥ سنة	$ ٠,٠٣٧	عدم استقرار السطح، وزيادة الزلازل
طاقة الرياح	٢٣ سنة	البرية($ ٠,٠٣٧) البحرية($ ٠,١٠٦)	لها تأثير ضئيل على البيئة مثل(الاستخدام الكبير للأراضي، تلوث ضوضائي، مخاطر الطيور)
الطاقة الشمسية	٣٠ سنة	الكهروضوئية($٠,٠٣٨) الحرارية($ ٠,١٦٥)	لا ينتج عن الطاقة الشمسية أضرار بيئية (إلا أن الطاقة الشمسية الكبيرة يمكن أن تخلق جزراً حرارية)
الكتلة الحيوية	٢٥ سنة	$ ٠,٠٩٢	انبعاثات ضارة وغازات دفيئة،الإضرار بموارد المياه، إزالة الغابات والزراعة

الوضع الراهن للهيدروجين الأخضر عالمياً..

في ظل الضغوط المتزايدة لمواجهة تغير المناخ فإن العديد من الدول تسعى لايجاد حلول بديلة ومنها استخدام الهيدروجين الأخضر، حيث أن أستراليا والصين والاتحاد الأوربي واليابان هي أكثر الدول نشاطاً في مجال اقصاديات الهيدروجين، وتركز أستراليا على جانب الإنتاج بينما الاتحاد الأوربي واليابان يركزان على جانب الاستهلاك. ومن المتوقع أن تكثف الجهود العامة للتطوير السريع لاقتصادات الهيدروجين الأخضر. وتحتاج السياسات إلى دعم هذه الصناعة من خلال التشجيع على الاستثمار في صناعة الهيدروجين وتنمية هذه الصناعة الناشئة؛ وهذا هو السباق التكنولوجي القادم.

وفي الوضع الراهن لاقتصاد الهيدروجين؛ تؤكد أكبر دول اقتصادات الهيدروجين على أن الهيدروجين مصدر طاقة متجددة قابل للتطبيق. وفي الآتي تفصيل تجارب ١٤ دولة في مقدمة ابتكارات الهيدروجين من خلال خمسة قطاعات رئيسية وهي(النقل، الطاقة، الحرارة، المواد الأولية، الصادرات). وتم تصنيف البلدان وفقاً لمقياس وقوة ونضج تكنولوجيا الهيدروجين في الفئات التالية:١- السياسات واللوائح، ٢- البنية التحتية وتطور السوق، ٣- البحث والتطوير.



يعتبر قطاع النقل أوضح قطاع في استخدام الهيدروجين وأكبر حصة في البحث والاستثمار وذلك بإجمالي ٧٠٠ مليون $ في الاستثمار الحكومي في ٢٠١٨م. وتعد أكبر فرصة للهيدروجين في حركة البضائع والشاحنات لمسافات طويلة وذلك لأن الخيارات بديلة الكربون للمركبات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات (BEVS) والتقنات الأخرى لا تزال غير ناضجة نسبياً ومكلفة. كما ويستخدم الهيدروجين بشكل أساسي في التطبيقات الصناعية، حيث يستخدم ثلثا المواد الأولية الهيدروجينية في تكرير النفط وإنتاج الأمونيا في المستقبل، وإنتاج الحرارة المرتفعة. وللحرارة فرصة كبيرة على المدى القريب يبلغ إجمالها ٤ ملايين طن من الهيدروجين لاستخدامات التدفئة بحلول عام ٢٠٣٠م. وفي قطاع الصادرات توفرت فرصاً جديدة للبلدان بشراكة البلدان مع بعضها البعض لتصدير/استيراد الهيدروجين والذي يجعله سلعة عالمية

الهيدروجين الأخضر عبر الدول:

يؤدي التطور الدولي المتزايد للبنية التحتية للهيدوجين والتجارة والتكنولوجيا إلى خلق شراكات فريدة عبر الدول والقارات.

ويتضح من الشكل السابق الدول المصدرة والمستوردة للهيدروجين الأخضر، فخلال العام ٢٠١٩م بلغت صادرات كوريا الجنوبية ١٧٠٠ FCEV بنسبة زيادة ١٨٠% عن العام ٢٠١٨م، حيث بلغت ٦٠% من FCEVS الذي تم بيعه عالمياً في العام الماضي مع شركة Hyundai Motor Company الرائدة في السوق والدول المستوردة هي الولايات المتحدة أوروبا. والنرويج وهي عملاق الغاز تتطور مع الهيدروجين إذ ستقوم بالتوريد إلى ألمانيا وفرنسا وهولندا والسويد والمملكة المتحدة. ولأستراليا طموحات قوية لتصدير الهيروجين عبر القارة والدول المستوردة لها هي سنغافورة وكوريا الجنوبية واليابان. كما أن ١٥ دولة من المجموعة الاقتصادية لدول غرب إفريقيا تستثمر لتلبية الطلب المستقبلي على الهيدروجين الأخضر والتوريد لألمانيا حيث ستبلغ وارادات ألمانيا من الطاقة ٥٦% بحلول العام ٢٠٥٠.

التجربة الإسترالية للهيدروجين الأخضر:

في السنوات الأخيرة كان هناك نقاش سياسي مكثف حول التحول من تصدير الوقود الاحفوري إلى تصدير الهيدروجين، فعلى مدار السنوات الماضية استثمرت حكومة موريسون نحو ١٠٠ مليون دولار أسترالي في تطوير صناعة الهيدروجين، وفي ٢٠١٨م وقعت اليابان وأستراليا عبر مذكرة تفاهم بهدف التصدي لتحديات الطاقة المعاصرة بما فيها الهيدروجين و"التعاون في إنشاء سلسة إمداد وصناعة الهيدروجين في المستقبل". وتعتبر أستراليا رائدة في مجال صناعة الهيدروجين الأخضر، وتمتلك أستراليا إمكانات كبيرة لإنتاج الهيدروجين الأخضر. ولها طموحات تصدير قوية عبر القارة. والدول المستوردة لها هي اليابان وسنغافورة و كوريا الجنوبية. وقد نجحت تجربة أستراليا حيث تم تصدير الهيدروجين الأخضر إلى اليابان والذي يعد أول إنتاج وتصدير للهديروجين الأخضر وتسعى أستراليا إلى زيادة صادراتها من الهيدروجين بمقدار ٧,٧ ضعفاً بحلول العام ٢٠٣٠م بقيمة ١ مليار $. وتوجد محطة وقود بالهيدروجين في أستراليا. وتسعى إلى خفض تكفلة إنتاج الهيروجين الأخضر إلى أقل من ٢ دولار لكل كيلو غرام. وتوجد عدد من المشاريع التي يجري تطويرها في أستراليا والذي سيتم استخدامها أيضاً لتصدير الكهرباء إلى المنطقة الآسيوية.

الهيدروجين الأخضر في المملكة العربية السعودية

- مشروع الهيدروجين الأخضر في نيوم:

تم إنشاء مشروع الهيدروجين الأخضر في نيوم والذي يعد أكبر مشروع في العالم لإنتاج الهيدروجين الأخضر، بالشراكة مع شركة "إير برواكتس" الامريكية وشركة "أكوا باور" السعودية .

أهداف المشروع:

- تحقيق الريادة في إنتاج الهيدروجين الأخضر والوقود الأخضر عالمياً.
- تعزيز استراتيجية اقتصاد الطاقة النظيفة الخالية من الكربون.
- مواجهة تحديات التغير المناخي من خلال حلول عملية لتخفيض الانبعاثات الكربونية بما يعادل ثلاثة ملايين طن سنوياً.
- جعل نيوم الواجهة الأهم دولياً في تقديم الحلول المستدامة.
- توفير حلول مستدامة لقطاع النقل العالمي.

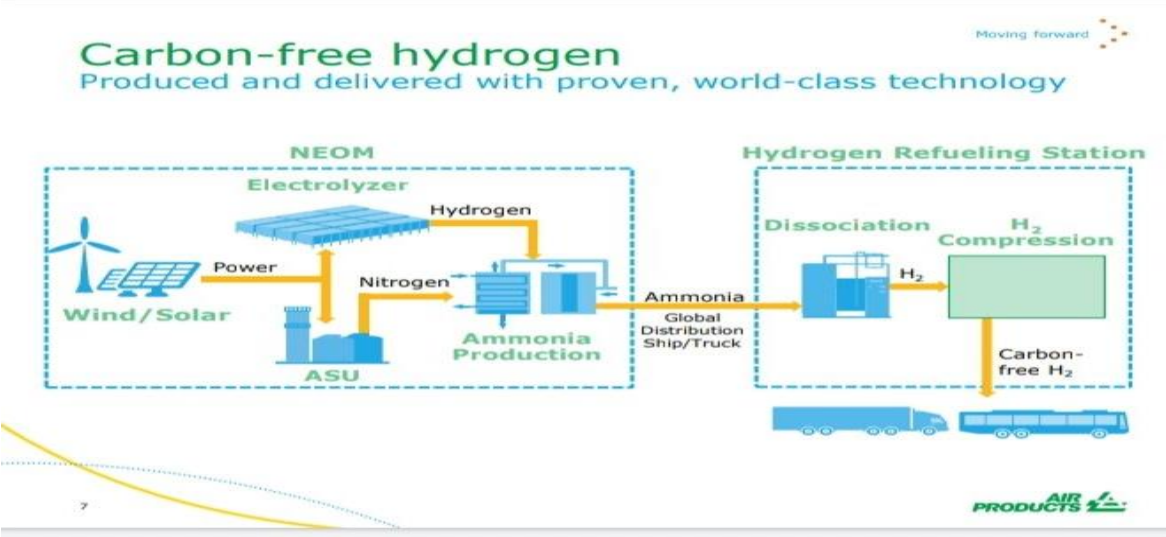
معلومات مشروع الهيدروجين الأخضر:

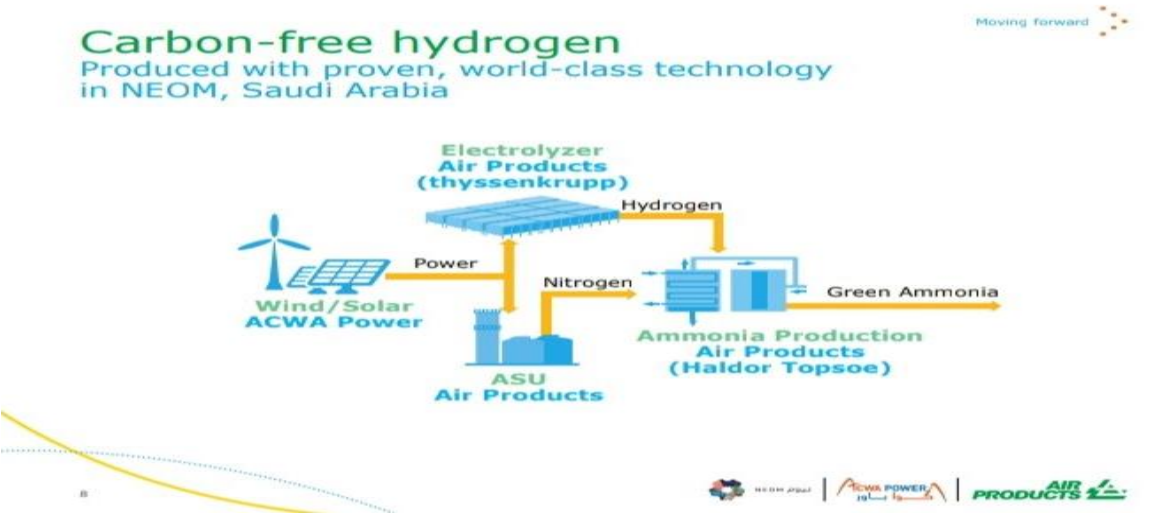
	إنتاج الهيدروجين الأخضر	توزيع الهديروجين الاخضر
رأس المال	٥ مليارات دولار	٢ مليار دولار
الملكية	٣٣,٣٣% نيوم ٣٣,٣٣% إير برودكتس ٣٣,٣٣% أكوا باور	١٠٠% لـ إير برودكتس
الموقع	نيوم –السعودية	السوق العالمية
العائد المالي	متو افق مع التزامات النفقات الرأسمالية	متو افق مع التزامات النفقات الرأسمالية

ويعد الخطوة الأولى لإنشاء صناعة جديدة في المملكة، وأحد المشاريع الرئيسية لتحقيق أهداف رؤية ٢٠٣٠، وتلتزم المملكة بالريادة على مستوى العالم في استخدام الهيدروجين من أجل المساعدة في الحد من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون ومكافحة تغير المناخ. وتعتبر نيوم في طريقها لتكون رائدة في مجال الهديروجين حيث أنها من المناطق القليلة في العالم التي يصنع فيها الهيدروجين الأخضر بشكل تنافسي وبكميات كبيرة بفضل المناخ الملائم ووفرة أشعة الشمس، حيث تجتمع فيها العوامل الطبيعية المناسبة لتوليد الطاقة النظيفة لإنتاج الهيدروجين الأخضر وتصديره. وسيعتمد المشروع المشترك على تكنولوجيا مثبتة الفعالية عالية المستوى، و سيجمع بشكل متكامل توليد ما يزيد على ٤ جيجاواط من الطاقة المتجددة المستمدة من الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، كما سينتج نحو ٦٥٠ طن من الهيدروجين الأخضر يومياً و١,٢ مليون طن من الأمونيا الخضراء سنوياً ليساهم بذلك من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون بما يعدل ثلاثة ملايين طن سنوياً. وبحلول عام ٢٠٢٥ سيصبح المشروع جاهزاً لإنتاج الهيدروجين وتصديره إلى الأسواق العالمية. وستكون نيوم واجهة عالمية للاستخدامات المتعددة للهيدروجين الأخضر والتي تهدف في بناء اقتصادها الجديد

القائم على التقنية وتشغيلها كلياً بالطاقة المتجددة بنسبة ١٠٠%.ومن المتوقع أن تصل مساهمة نيوم في الناتج المحلي الإجمالي للمملكة إلى ١٠٠ مليار دولار على الأقل بحلول عام ٢٠٣٠ .

ويوضح الشكل الآتي تفاصيل مشروع نيوم في إنتاج الهيدروجين الأخضر:

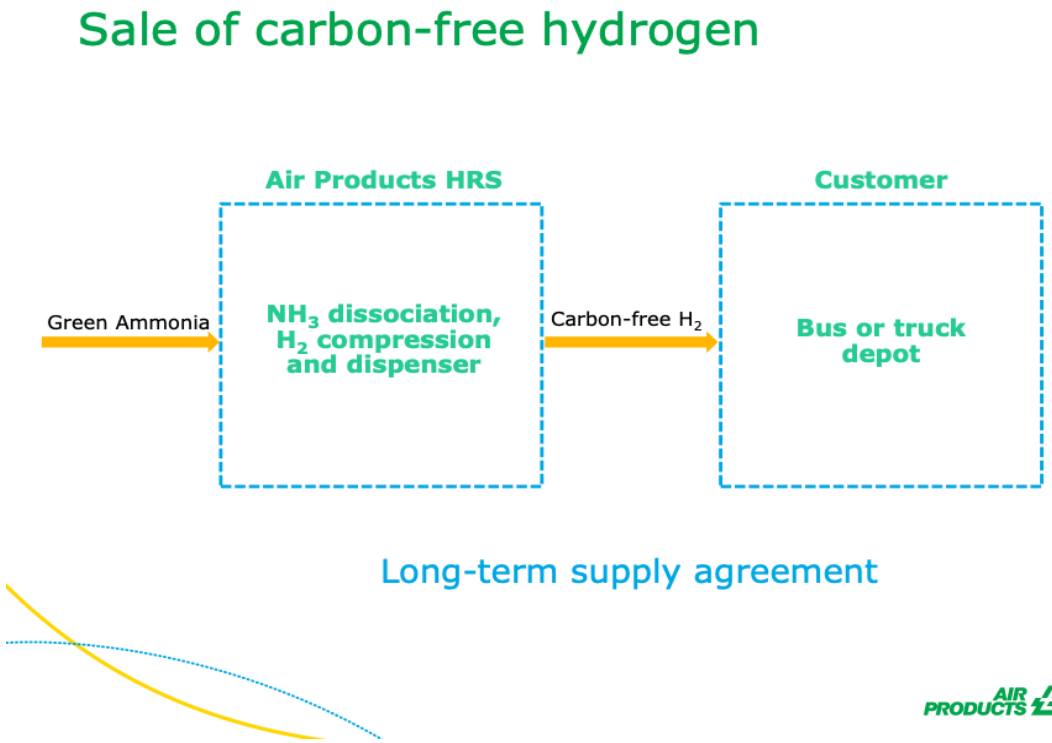




سيتم الإنتاج من خلال التحليل الكهربائي باستخدام تقنية " thyssenkrupp" وإنتاج النيتروجين عن طريق فصل الهواء باستخدام تقنية " إير برودكتس" المثبتة في هذا المجال وإنتاج الأمونيا الخضراء باستخدام تقنية " Haldor Topsoe".

كما ستطور نيوم شبكة نقل وتوزيع ذكية مجهزة بأحدث التقنيات، وستواصل سيعها في قيادة قطاعات الطاقة النظيفة كالهيدروجين الأخضر تجارياً على مستوى العالم.

ونشير إلى أن "إير برواكتس" هي المشتري للأمونيا الخضراء لتقوم بنقله إلى جميع أنحاء العالم لاستخراج الهيدروجين الأخضر الذي سيمد قطاع النقل بما يحتاجه من وقود حيوي صديق للبيئة، و نقل الهدروجين إلى الأسواق من خلال الأمونيا ومعالجتها من قبل المستوردين وفصل الهيدروجين منها واستخدامه مباشرة.



ستكون نيوم أكثر مراكز الطاقة تقدماً في العالم والأولى عالمياً في استحداث نظام متكامل للطاقة المتجددة على نطاق واسع.

محطة أرامكو السعودية:

أعلنت أرامكو في بداية ٢٠٢٠ إنشاء أول محطة هيدروجين لتعبئة مركبات خلايا الوقود الهيدروجيني في السعودية بوادي الظهران للتقنية، بالاتفاق مع شركة إير برواكتس المختصصة في مجال الغازات الصناعية، حيث ستقدم شركة إير برواكتس المعرفة التقنية والخبرة في مجال الهيدروجين وتوفر أرامكو السعودية الخبرة الصناعية والمرافق وقدراتها في البحوث والتطوير. وتزود المحطة التجريبية هيدروجيناً مضغوطاً عالي النقاء لإسطول مبدئي من السيارات الكهربائية من نوع تويوتا ميراي التي تعمل بخلايا الوقود الهيدروجيني. وقد استخدمت تقنية التزود بالهيدروجين (سمارات فيول) المملوكة لشركة إير برواكتس في المحطة الجديدة. وذكرت أرامكو "أن السيارات التي تعمل بوقود الهيدوجين تتمتع بخصائص مميزة كمصدر لوقود النقل حيث أن خمسة كيلو غرامات من وقود الهيدروجين تجعل السيارة قادرة على قطع مسافة ٥٥٠ كيلو متر دون انبعاثات باستثناء الماء بالإضافة إلى إمكانية تزودها بالوقود في ٥ دقائق بخلاف المركبات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات تحتاج إلى ساعة للتزود بالوقود ، ويمكن للهيدروجين أن يسهم بشكل كبير في توفير مستقبل لطاقة نظيفة وأمنة وغير مكلفة". وذلك في إطار التوجة الرسمي للاعتماد على الطاقة النظيفة من خلال إطلاق مشاريع ضخمة لتطويرها وتهيئة البنية التحتية لها. وتعتبر خطوة مهمة نحو التوسع في استخدام الهيدروجين في وسائل النقل والمواصلات المستدامة ذات الأثر البيئي النظيف وغير المؤثر في مجال التغير المناخي. وستقدم البيانات التي ستجمع خلال الفترة التجريبية من هذا المشروع معلومات قيمة لتقييم التطبيقات المستقبيلة لهذه التقنية الناشئة للنقل في المملكة.

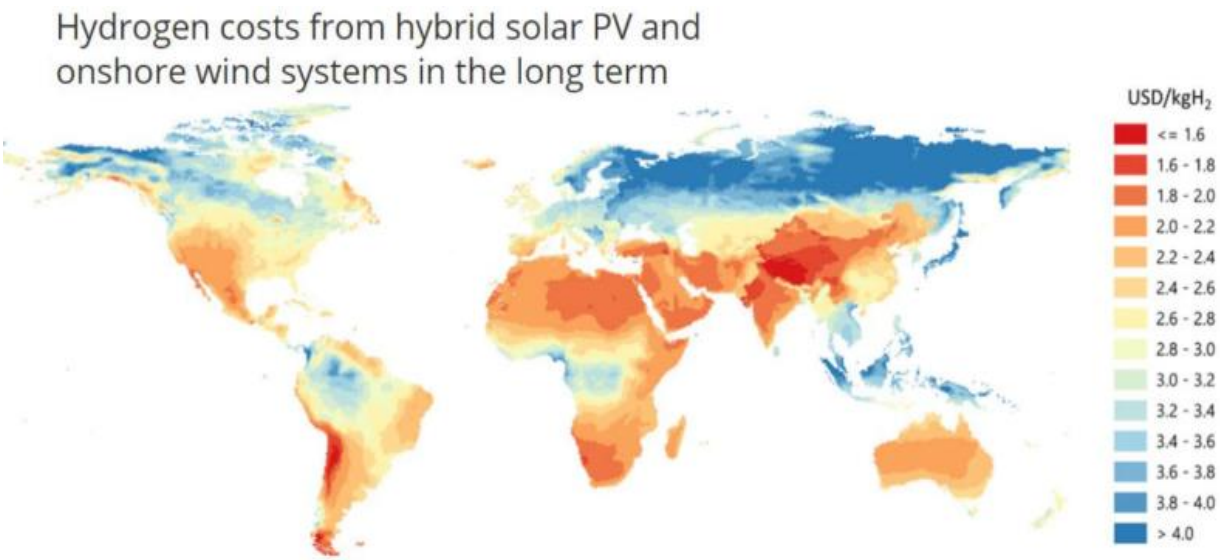
رؤية المملكة ٢٠٣٠ والهيدروجين الأخضر:

تهدف الرؤية إلى التحول الاجتماعي والاقتصادي للحد من الاعتماد على النفط وتحسين الرفاه الاجتماعي والاقتصادي للمواطنين، كما تسعى إلى تحقيق تحول كبير في الاقتصاد الأخضر من خلال سياسات حول التنوع وكفاءة الطاقة وأسعار الطاقة المحلية ومزيج وقود أقل احتواء على الكربون. وتشجع الرؤية على النمو الأخضر من خلال مشاريع البنية التحتية واسعة النطاق في المدن وهما نيوم و مدينة القدية. ومن أهم عناصر الرؤية استراتيجية اقتصاد الطاقة النظيفة و الكربون الدائري لدى المملكة.

ويعد إنشاء مشروع نيوم هي إحدى أبرز مشروعات المملكة ٢٠٣٠ حيث تمثل استراتيجيات المملكة وتوجهاتها نحو الاستفادة من الموارد المتجددة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح لتوليد الطاقة، بالإضافة إلى تحقيق الاستدامة والحفاظ على البيئة. وقد أكد وزير الطاقة الأمير عبد العزيز بن سلمان أن المملكة تتبنى رؤية في أن يعتمد مشروع "مدينة نيوم" بشكل كامل على مصادر الطاقة المتجددة مع تبني استخدام سيارات الهيدروجين في المدينة، وهذه الخطة تعتبر جزءًا محورياً ضمن رؤية المملكة العربية السعودية ٢٠٣٠.

تكلفة إنتاج الهيدروجين الأخضر:

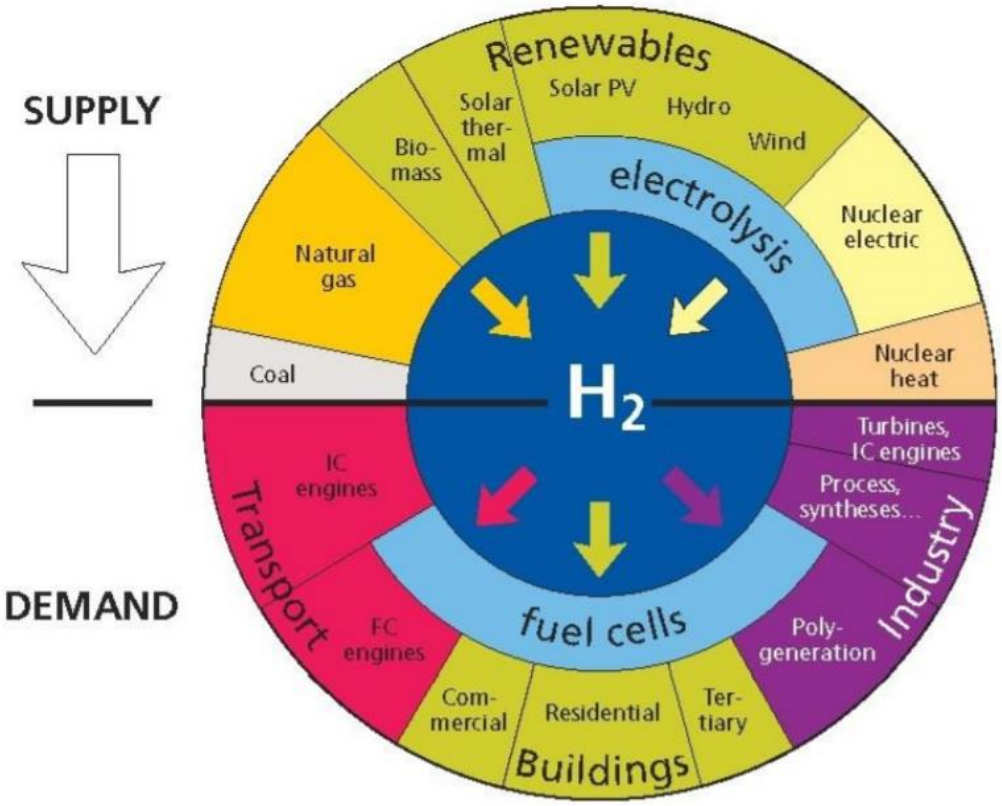
تتمتع المملكة العربية السعودية والخليج بشكل عام بانخفاض تكاليف الطاقة المتجددة نظراً لامتلاكها وفرة في الأراضي والشمس والرياح يمنحها المكونات الرئيسية لإناج الهيدروجين الأخضر، والتي يمكنها أن تكون رائدة على مستوى العالم في إنتاج الهيدروجين الأخضر. كما هو واضح في الشكل التالي:



حيث تعتبر المملكة وتحديداً منطقة نيوم من أفضل المواقع في العالم للهيدروجين الأخضر من حيث تكلفة الإنتاج. كما ستكون التكلفة الناتجة عن الأمونيا الخضراء من بين الأدنى في العالم والمنافسة في السوق. وهي بمثابة عامل رئيسي في تلبية الطلب على الهيدروجين الأخضر في المستقبل.

الهيدروجين و المستقبل..

هناك آفاقاً هائلة للهيدروجين الأخضر في المستقبل، إذ يمكن إنتاج الهديروجين بفعالية، كما يمكن استخدامه كمصدر للكهرباء والحرارة ووقود النقل والمواد الكيميائية المتخصصة بالإضافة إلى الإنتاج الصناعي. وللهيروجين الأخضر إمكانات هائلة لتوليد طاقة نظيفة، والتي يمكن أن تكون مستقلة شبكة التوزيع ولامركزية أو تغذي مباشرة شبكة المرافق الحالية.



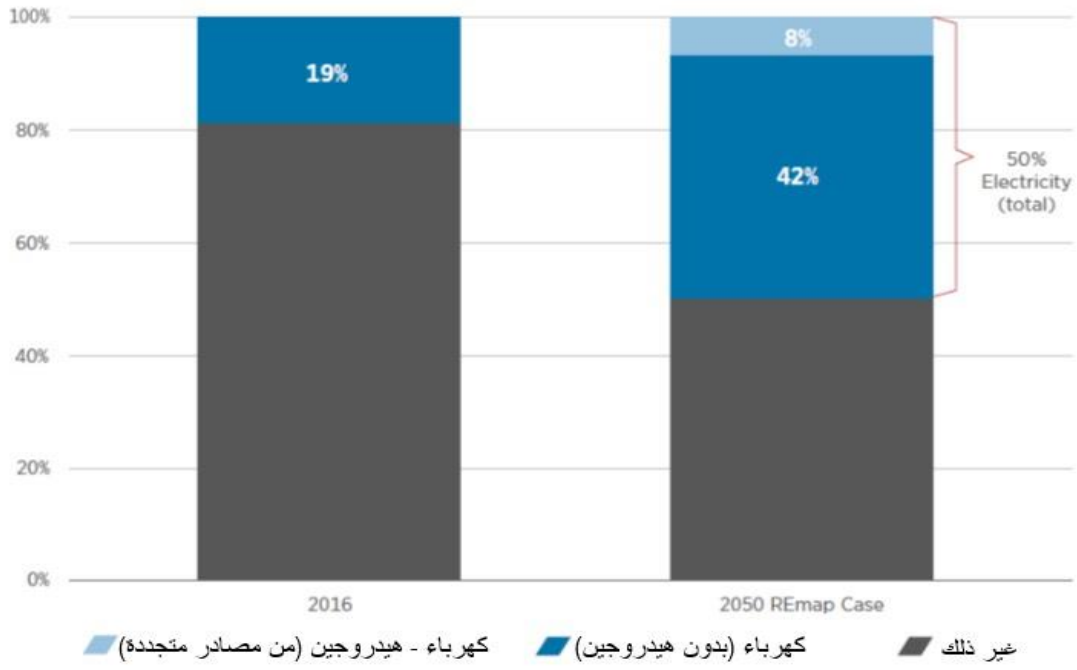
يستخدم فائض الحرارة (منتج ثانوي في خلايا الوقود أثناء إنتاج الكهرباء) في التطبيق الصناعي أو التدفئة المركزية، كما أن المياه الناتجة لعملية توليد الهيدروجين في خلايا الوقود لا تقدر بثمن.

يكمن مستقبل الطاقة في العالم في الهديروجين ويشار إليه بـ" **نفط المستقبل**"

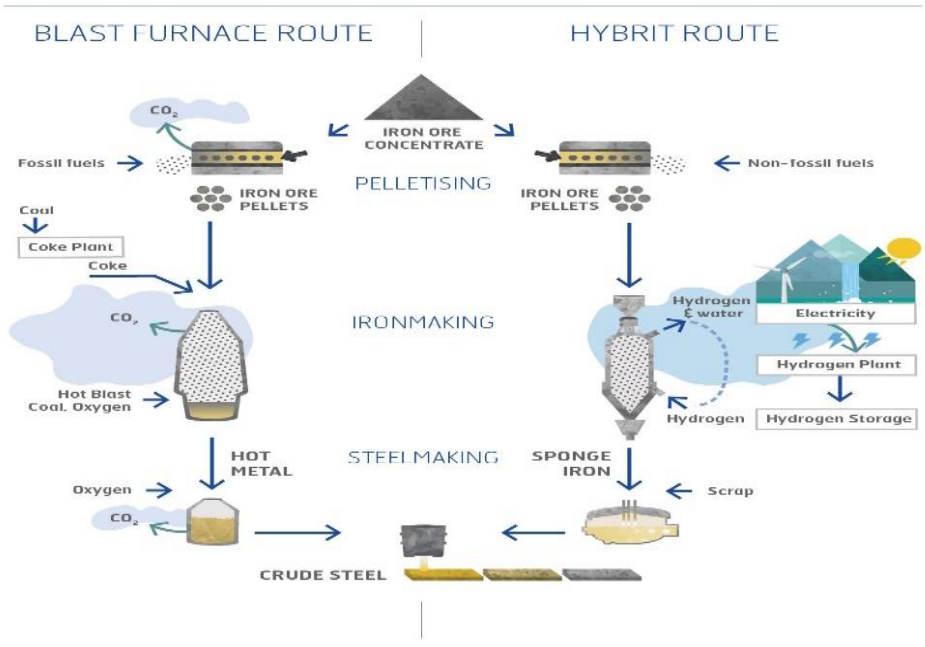
الهيدروجين الأخضر والصناعة ..

الهيدروجين الأخضر يعمل على إزالة الكربون من الصناعة، حيث في أوائل نوفمبر ٢٠١٩ وقعت مجموعة من المنظمات الصناعية إعلاناً على زيادة الكهرباء المنتجة من مصادر الطاقة المتجددة لتحقيق هدف عدم الانبعاثات بحلول ٢٠٥٠، إذ أفاد تقرير لتمويل الطاقة أن الهيدروجين يمكن أن يخفض ما يصل إلى ٣٤% من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من الوقود الاحفوري والصناعة.

ويوضح الشكل كمية الكهرباء من الاستهلاك العالمي للطاقة:



كما أن الهيدروجين الأخضر له استخدامات لا حصر لها في القطاع الصناعي؛ فالهيدروجين يستخدم عنصراً كيميائياً رئيسياً في إنتاج غاز الأمونيا وغيره من الأسمدة المخصبة للتربة مثل اليوريا، كما يستخدم في إنتاج الميثانول والعديد من البوليمرات والراتنجات، بالإضافة إلى أن العديد من الصناعات الأخرى تعتمد على الهيدروجين مثل مصافي النفط والصناعات المعدنية وصناعة شبه الموصلات والزجاج والأغذية والمشروبات وغيرها..،ويستخدم الهيدروجين الأخضر أيضاً وقوداً حيث يمتلك القدرة على الحد من الكربون في الصناعات التي تنبعث منها غازات الاحتباس الحراري مثل قطاع النقل. ويعمل على تغذية القطاعات الصناعية الثقيلة التي يصعب إزالة الكربون منها مثل الصلب والنقل الثقيل والأسمنت. ويوضح الرسم البياني نظرة عامة لإنتاج الصلب باستخدام الهيدروجين:



الفرص الاستثمارية الناتجة من استخدام الهيدروجين الأخضر:

- إنتاج كميات ضخمة من الطاقة النظيفة المستدامة منخفضة التكلفة.
- الاستثمار في إنتاج الأمونيا الخضراء القابلة للنقل والتصدير.
- الاستثمار باستخدام الهيدروجين كمادة خام في عملية صناعة الصلب.
- الاستثمارات بإدخال الهيدروجين في عمليات تكرير النفط وإنتاج الوقود.
- إنشاء محطات وقود الهيدروجين الأخضر في المدن، وإعادة تأهيل القائم من المحطات بما يواكب استخدام وقود الهيدروجين.
- استثمارات إنتاج المزيد من السيارات التي تعمل بوقود الهيدروجين بالإضافة إلى الإنتاج التجاري الواسع النطاق لخلايا وقود الهيدروجين للمركبات.
- تصدير الهدروجين الأخضر للأسواق العالمية، وزيادة الطلب عليه لأن الهيدروجين من المحتمل أن يحل محل الفحم من ثم سيصبح الطلب عليه أوسع بكثير مقارنة بالنفط.
- إنتاج حرارة مرتفعة تلبي حاجة الصناعات الثقيلة.
- تطوير البنية التحتية الازمة لاستخدام الهيدروجين كمصدر رئيسي للطاقة.
- مشروعات مشتركة وشراكات مع الدولة والشركات الرائدة في إنتاج الهيدروجين الأخضر.
- توفير فرص عمل جديدة في قطاع الطاقة المتجددة وإنتاج الهيدروجين.

تجربة بريطانيا في استخدام الطاقة البديلة:

يتساءل البروفيسور رايزنز "إذا نظرت إلى محفظة الطاقة العالمية والاحتياجات الحالية، ستجد أن الكهرباء تغطي ربما ما بين ٢٠ إلى ٢٥ بالمئة. وبالتالي حين نغطي نسبة الـ ٢٥ بالمئة هذه، ما الذي سنفعله بعدها؟"

منذ منتصف التسعينات بدأت الطاقة المتجددة تسهم في توليد الكهرباء في المملكة المتحدة مما يضيف إلى قدرة توليد الطاقة الكهرومائية الصغيرة، فكانت المملكة المتحدة مستعدة لمشاريع رائدة وكبيرة نوعاً ما وعلى مستوى يفيد البلد كمصدر آخر من الطاقة.

وهناك محطات لتوليد الطاقة الكهرومائية في المملكة المتحدة، وتعتبر محطات الطاقة هذه مستهلكين صافياً للطاقة الكهربائية ولكنها تسهم في تحقيق التوازن بين الشبكة مما يمكن أن ييسر توليد الطاقة المتجددة في أماكن أخرى على سبيل المثال عن طريق "انتشال" الفائض من الطاقة المتجددة في أوقات الذروة وإطلاق الطاقة عند الحاجة.

وتنقسم الطاقة المتجددة في المملكة المتحدة إلى توليد الكهرباء المتجددة وتوليد الحرارة المتجددة واستخدام الطاقة المتجددة في عدة قطاعات.

وقد ازداد الاهتمام في مجال الطاقة المتجددة في المملكة المتحدة في السنوات الأخيرة بسبب أهداف جديدة من المملكة المتحدة من أجل تخفيض انبعاثات الكربون وتعزيز توليد الطاقة الكهربائية المتجددة من خلال الحوافز التجارية مثل نظام شهادة الالتزام المتجدد(ROCs) والصناديق الاستئمانية وتعزيز الحرارة المتجددة من خلال الحوافز الحرارية المتجددة، وكانت المخططات الكهرومائية تاريخياً أكبر منتجين للكهرباء المتجددة في المملكة المتحدة ولكن هذه الخطط تجاوزت الآن مخططات طاقة الرياح التي تمتلك المملكة المتحدة موارد كبيرة محتملة لها.

وكذلك لدى المملكة مجموعة من الطاقات وتتصدرها طاقة الرياح التي توفر نسبة متزايدة من الطاقة في المملكة المتحدة، مما جعل المملكة المتحدة في هذا الوقت سادس أكبر منتج للطاقة الرياحية في العالم، والطاقة البحرية التي تتولد من موجات المحيط ويمكن استخدامها لتوليد الكهرباء المستخدمة إما في المنازل أو وسائل

النقل أو المصانع، ولا يتم اعتبار طاقة الرياح البحرية شكل من أشكال الطاقة البحرية فهي شكل من أشكال طاقة الرياح، فلذلك تعتبر المحيطات من أهم مصادر توليد الطاقة المتجددة في العالم كذلك الطاقة الشمسية التي صرحت الحكومة أن ٤ ملايين منزل في جميع أنحاء المملكة المتحدة سوف تكون مدعوم من الشمس بحلول عام ٢٠٢٠.

أوبك عن مستقبل النفط:

اصدرت شركة اوبك للنفط تقرير اخيرا ورد فيه إن "أوبك" تمدد السقف الزمني لتوقعاتها من عام ٢٠٤٠ إلى ٢٠٤٥ واهم التوقعات أوبك تشير إلى:

١. انخفاض الطلب على النفط في ٢٠٢٠ بـ ٩,٥ مليون برميل يوميا.
٢. ارتفاع الطلب على النفط في ٢٠٢١ بـ ٦,٦ مليون برميل يوميا .
٣. تم خفض نمو الطلب على النفط حتى عام ٢٠٤٠ من ١٠,٥ إلى ٩,٥ مليون برميل يوميا.
٤. ان تغيير استراتيجية بعض شركات النفط الدولية قاد تغيير نظرتها للنفط.
٥. ان نحو ٨% من الإنتاج عالميا يخرج من الخدمة سنويًا بسبب عوامل طبيعية .
٦. توقع انخفاض استثمارات المنبع في النفط هذا العام بـ ٣٠%.
٧. العالم يحتاج إلى استثمارات نفطية بـ ١٢,٦ تريليون دولار حتى عام ٢٠٤٥.
٨. انخفاض المخزونات النفطية دون معدل السنوات الخمس بداية عام ٢٠٢١.

اما بشأن ما ورد بسبب الانتاج الأمريكي:

١. تراجع الانتاج بنحو ٣ ملايين برميل يومي .
٢. انخفاض إنتاج النفط والسوائل من الصخري الأميركي سيتراجع هذا العام بـ ٦٣٠ ألف برميل يوميا.
٣. ذروة النفط الصخري الأميركي عام ٢٠٣٠ عند ١٥,٨ مليون برميل يومي .

أن العوامل المتغيرة التي قد تؤثر في مستقبل النفط تتمثل في :

١- سياسات المناخ الدولية التي هي من أبرز العوامل المؤثرة في مستقبل النفط .
٢- سرعة دمج تقنيات الطاقة المتجددة والسيارات الكهربائية التي تؤثر في مستقبل النفط.

المصادر

- أحمد، مروان عبدالقادر (٢٠١٦م). الطاقة المتجددة، ط(١)، عمان: دار الجنادرية للنشر والتوزيع

-مصطفى، سمير سعدون وآخرون (٢٠١٨م). الطاقة البديلة مصادرها واستخداماتها، ط(١)، الأردن: دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع

- سلمان، هيثم عبدالله (٢٠١٦م). اقتصاديات الطاقة المتجددة في ألمانيا ومصر والعراق، ط(١)،

- اليوسف، يوسف خليفة (٢٠١٥م). الاقتصاد السياسي للنفط رؤية عربية لتطوراته، ط(١)، بيروت: مركز دراسات الوحدة العربية

- تاج الدين، جراد (٢٠١٨) دراسة استخدام الهيدروجين كطاقة بديلة. دراسة ماجستير، جامعة قاصدي مرباح ورقلة: الجزائر

- مايكلوهوفا، أكسل و بوتزنجيجر، سونجا (٢٠١٩). التطورات في تقينات الهيدروجين حتى ٢٠٣٠، أكاديمية الإمارات الدبلوماسية

- الدريش،سليمان وآخرون (٢٠٢٠). مسارات النمو الأخضر في المملكة العربية السعودية، مركز الملك عبدالله للدراسات والبحوث البترولية

- كون، مانيول (٢٠٢٠، ٢١ أبريل) الهيدروجين الأخضر..البيئة لا تكترث بانخفاض أسعار النفط، أسترجعت في ٨سبتمبر ٢٠٢٠ من https://attaqa.net

- بلانت، كاثرين " المرافق تسعى لـ الهيدروجين الأخضر للحد من انبعاثات الكربون، صحيفة وول ستريت جورنال، (٢٠٢٠).

- الجبير، سليمان "مشروع الهيدروجين الأخضر"، الجزيرة، (٢٠٢٠).

- رؤية المملكة ٢٠٣٠ https://vision2030.gov.sa/

- شركة أكوا باور https://www.acwapower.com/

- شركة أرامكو السعودية https://www.aramco.com/

- Strum,Heinz (2017). " Hydrogen economy for Arab countries",

– Conference (COP 23 Bonn 2017)

- International Renewable Energy Agency (IRENA) https://www.irena.org

- International Energy Agency(IEA) https://www.iea.org

- Air products company http://www.airproducts.com

- Ammonia Energy Association https://www.ammoniaenergy.org

- The Institute of Future Environments https://research.qut.edu.au

- Renew Economy https://reneweconomy.com

-The Statistics Portal for Market Date https://www.statista.com

-Arcadia https://www.arcadia.com

–Bloomberg https://sponsored.bloomberg.com

– HYBRIT http://www.hybritdevelopment.com

فريق عمل مزيج

أ/ عبد الإله بن عبد الرحمن الطويان
المدير التنفيذي
بكالوريوس المحاسبة وماجستير إدارة الأعمال

أ/ سعد بن علي الغباري
محلل اقتصادي
بكالوريوس الاقتصاد وعضو جمعية الاقتصاد السعودية

أ/ يوسف بن محمد الفتحي
محلل اقتصادي
بكالوريوس الاقتصاد وماجستير إدارة الاعمال

أ/ سليمان بن علي سليمان
محلل مالي
بكالوريوس المحاسبة ومتخصص في التحليل المالي

أ/ عائشة بنت يوسف الوابلي
باحثة اقتصادية
بكالوريوس الاقتصاد

أ/ أمجاد بنت عبد الرحمن الطويان
باحثة مالية
بكالوريوس التمويل