

اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا

استخدام الهيدروجين في قطاع النقل واقع الدول العربية

الدورة الثالثة والعشرين للجنة النقل واللوجستيات
20-21 تشرين الأول/أكتوبر 2022
الإسكندرية، جمهورية مصر العربية



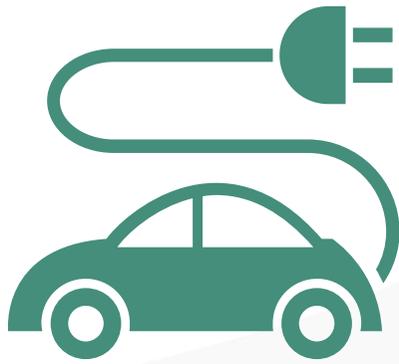
ازدهار البلدان كرامة الإنسان



الأمم المتحدة
الإسكوا
ESCWA

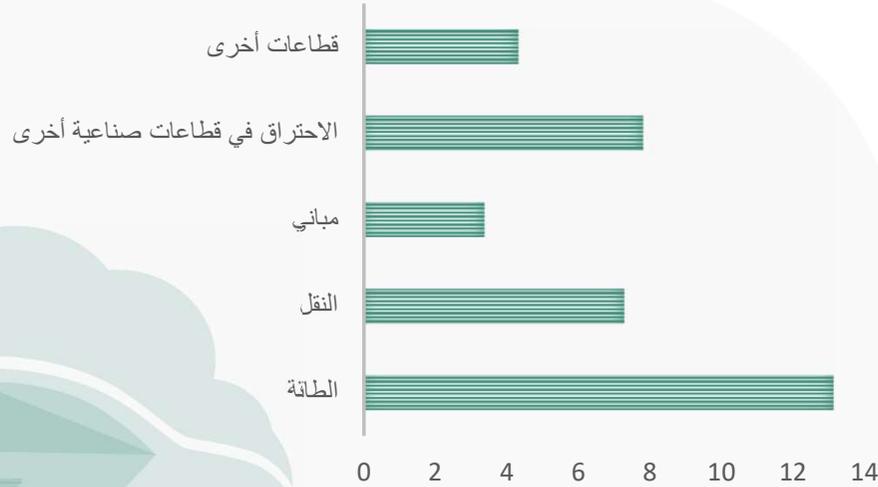


١. لمحة عامة





انبعاثات ثاني أكسيد الكربون



المصدر: المفوضية الأوروبية، قاعدة بيانات الانبعاثات لبحوث الغلاف الجوي العالمية

يبرز قطاع النقل كأحد المصادر الرئيسية لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون العالمية المرتبطة
باحتراق الوقود الأحفوري

قطاع النقل مسؤول عن 20-30% من إنتاج ثاني أكسيد الكربون في العالم

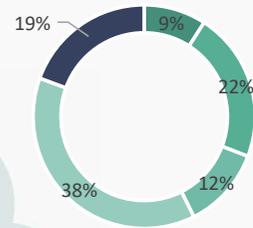
معاودة الارتفاع بعد الانخفاض الناتج عن أزمة كورونا وتباطؤ تقدم الخيارات البديلة

فقد كان هذا القطاع مسؤولاً عن 7.29 مليار طن متري من ثاني أكسيد الكربون المنتج
عالمياً في عام 2020 بنسبة نمو بلغت 8% سنوياً.



انبعاثات ثاني أكسيد الكربون

انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في المنطقة العربية حسب القطاع،



■ النقل ■ الطاقة ■ قطاعات أخرى ■ الاحتراق في قطاعات صناعية أخرى ■ مباني

المصدر: المفوضية الأوروبية، قاعدة بيانات الانبعاثات لبحوث الغلاف الجوي العالمية

انبعاثات ثاني أكسيد الكربون العالمية حسب القطاع

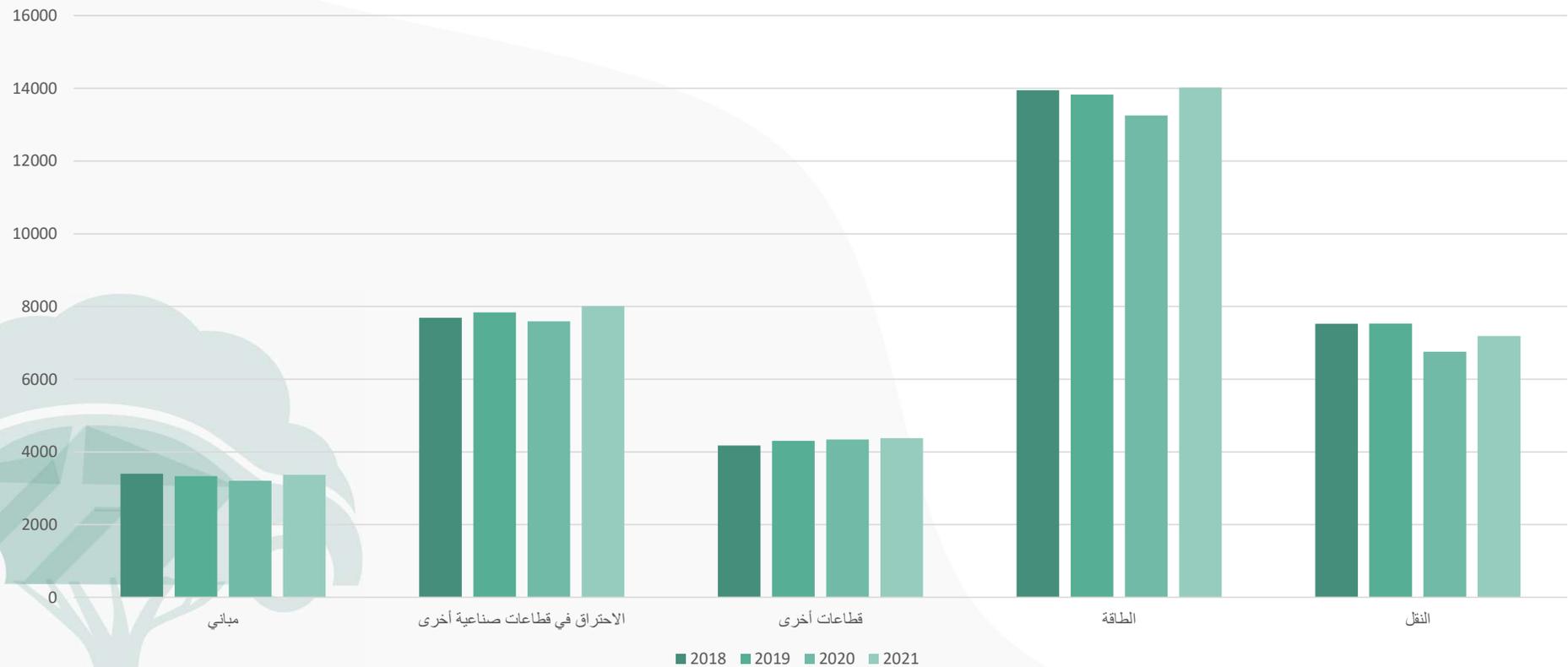


■ النقل ■ الطاقة ■ قطاعات أخرى ■ الاحتراق في قطاعات صناعية أخرى ■ مباني

المصدر: المفوضية الأوروبية، قاعدة بيانات الانبعاثات لبحوث الغلاف الجوي العالمية



انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في المنطقة العربية



المصدر: المفوضية الأوروبية، قاعدة بيانات الانبعاثات لبحوث الغلاف الجوي العالمية

الوضع الحالي



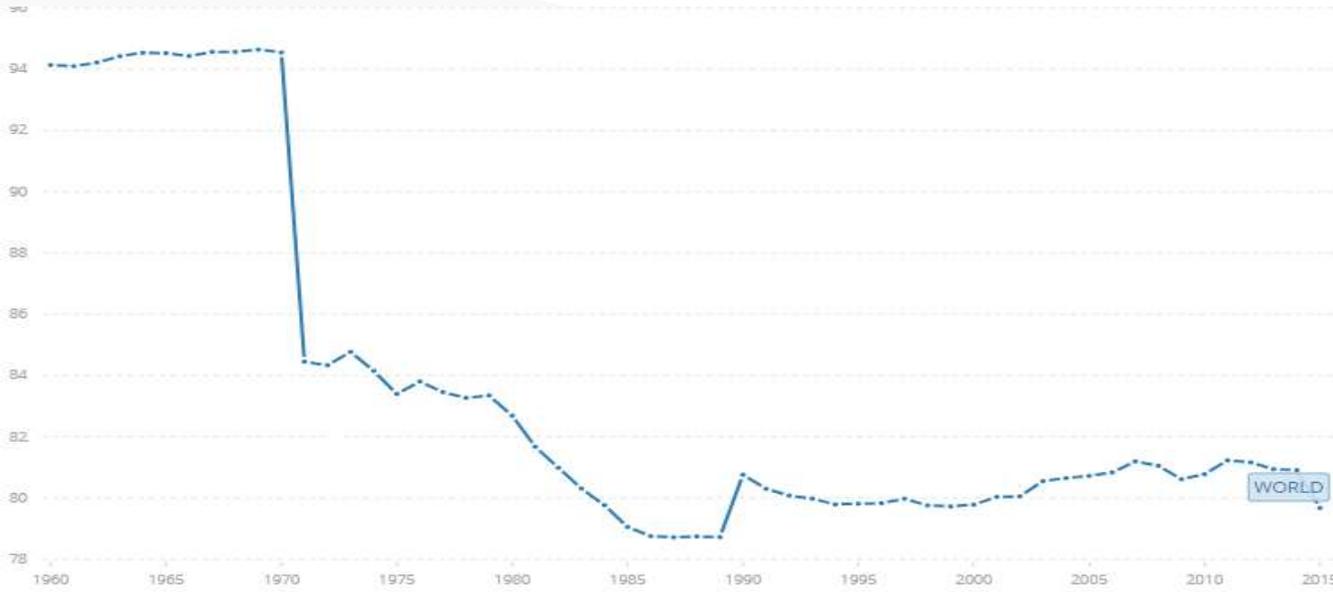
Shared Prosperity Dignified Life



يشكل النفط والغاز حاليا 80% من مزيج الطاقة في العالم.

تسارع في نمو الطاقات البديلة المستدامة خصوصا الرياح والطاقة الشمسية

تبرز المنطقة بعدد من المشاريع المعززة للتحول الهيكلي في قطاع الطاقة



1960 - 2015

المصدر: البنك الدولي/وكالة الطاقة الدولية

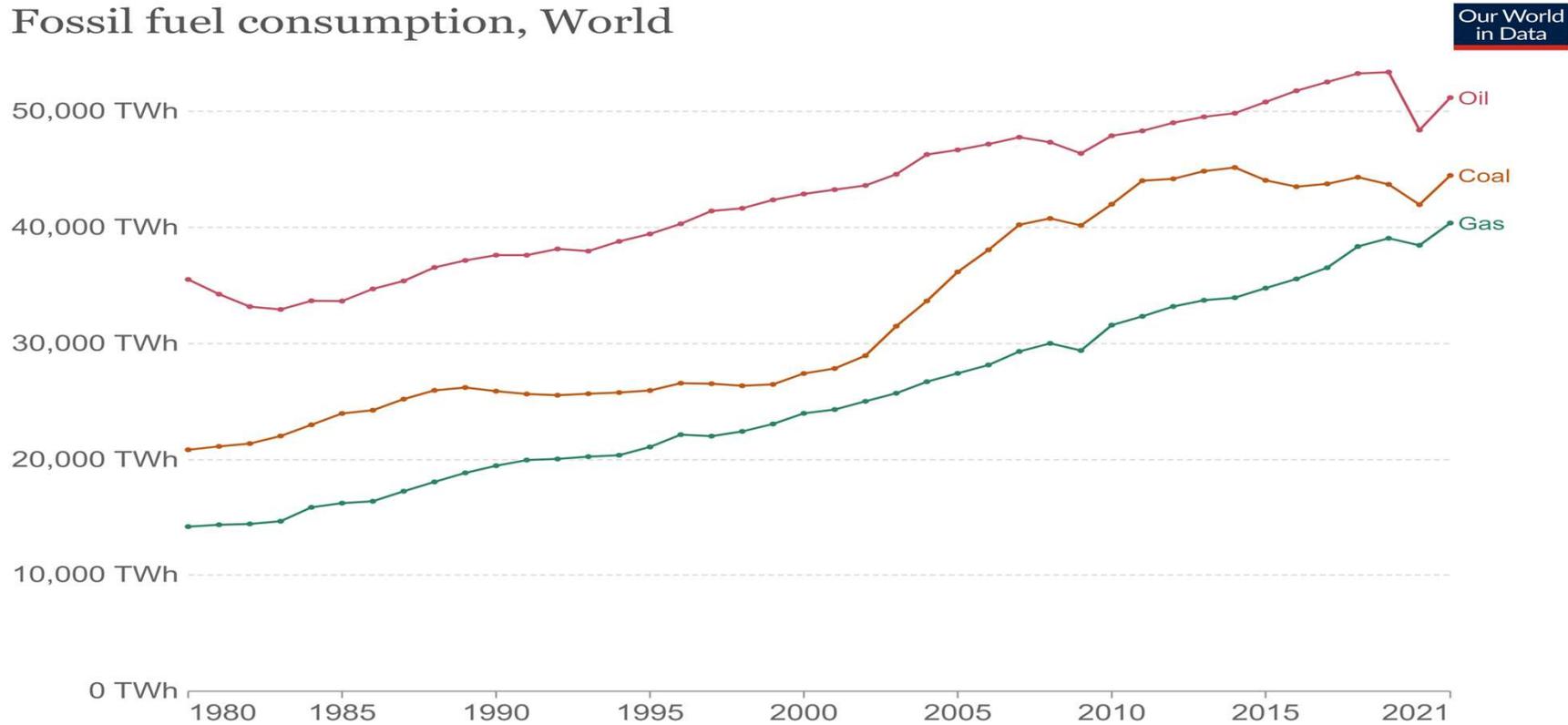
الاستهلاك العالمي من الوقود الاحفوري



Shared Prosperity Dignified Life



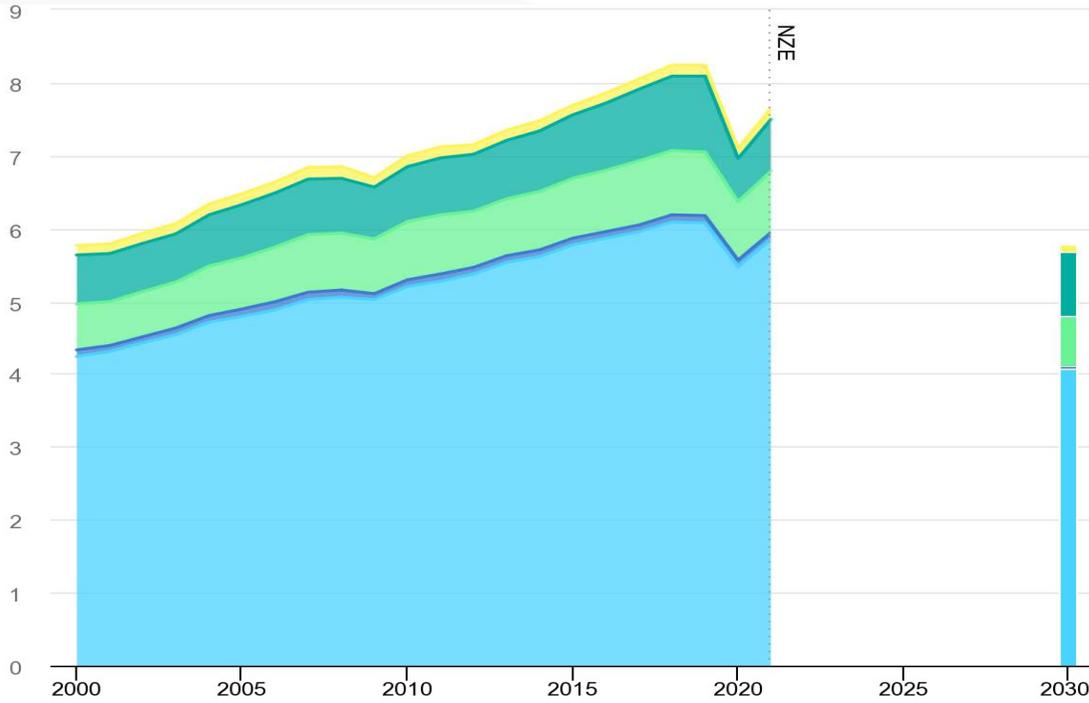
Fossil fuel consumption, World



المصدر: BP statistical Review of Global Energy



تخفيض الانبعاثات (NZE)



المصدر: وكالة الطاقة الدولية IEA

رغم توقعات النمو لقطاع النقل، يتوجب تخفيض انبعاثات النقل بمعدل 20% الى مستوى اقل من 6 مليار بحلول عام 2030

تحقيق هذا الهدف يعتمد على إمكانية وسرعة تطوير بدائل طاقة للنقل و تعظيم الإنتاج التجاري للبدائل الحالية خصوصا الكهرباء

فهل يعد الهيدروجين أحد الخيارات المحتملة لتوفير طاقة بديلة لقطاع النقل تحديدا؟



Shared Prosperity Dignified Life



امن الطاقة والتوترات الجيوسياسية

يشكل العام الحالي نقطة تحول كبرى محتملة في تغيير الخطط المتعلقة بالتغير المناخي والطاقة

تقوم الدول بازاحة البعد البيئي عن الصدارة لصالح الامن الطاقوي

المصدر: وكالة الطاقة الدولية IEA





الهيدروجين

- لقد حظي الهيدروجين النظيف مؤخراً باهتمام كبير، لا سيّما في قطاع النقل، لأنه مصدر وقود نظيف لا ينبعث منه سوى الماء عند استخدامه

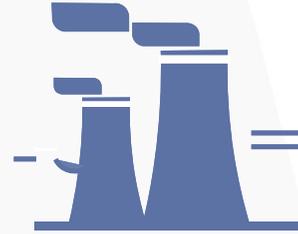
- يمكن إنتاجه باستخدام أي مصدر للطاقة تقريبا، بما في ذلك مصادر الطاقة المتجددة المتاحة محليا

أكثر أنواع الهيدروجين شيوعاً



الهيدروجين الرمادي

الهيدروجين الرمادي هو الأكثر شيوعاً من بين أنواع الهيدروجين المنتجة حالياً. وهو يُشتق من الغاز الطبيعي ويُنتج من الوقود الأحفوري وهذا ما يجعله أحد الخيارات الأقل نظافة.



الهيدروجين الأزرق

يتطلب إنتاج الهيدروجين الأزرق بشكل عام استخدام الغاز الطبيعي والماء الساخن في شكل بخار، تتسبب عادةً بانبعاث ثاني أكسيد الكربون بدرجة خفيفة



الهيدروجين الأخضر

تُستخدم مصادر الطاقة النظيفة، مثل الطاقة الشمسية أو طاقة الرياح، وتسمى عملية الإنتاج التحليل الكهربائي للماء مع عدم وجود انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في أثناء عملية الإنتاج



الهيدروجين في قطاع النقل

المركبات التي تستخدم الهيدروجين كمصدر للوقود قادرة على السفر لمسافات طويلة واستهلاك طاقة أقل.

فالكيلوغرام الواحد من الهيدروجين يكفي حالياً لاجتياز حوالي 60 ميلاً بينما الغالون الواحد من البنزين يكفي لاجتياز 25 ميلاً فقط

تحتوي المركبات التي تعمل بالهيدروجين على خلايا وقود الهيدروجين التي تحوّل الطاقة إلى كهرباء أكثر كفاءة بمرتين إلى ثلاث مرات من محركات الاحتراق الداخلي

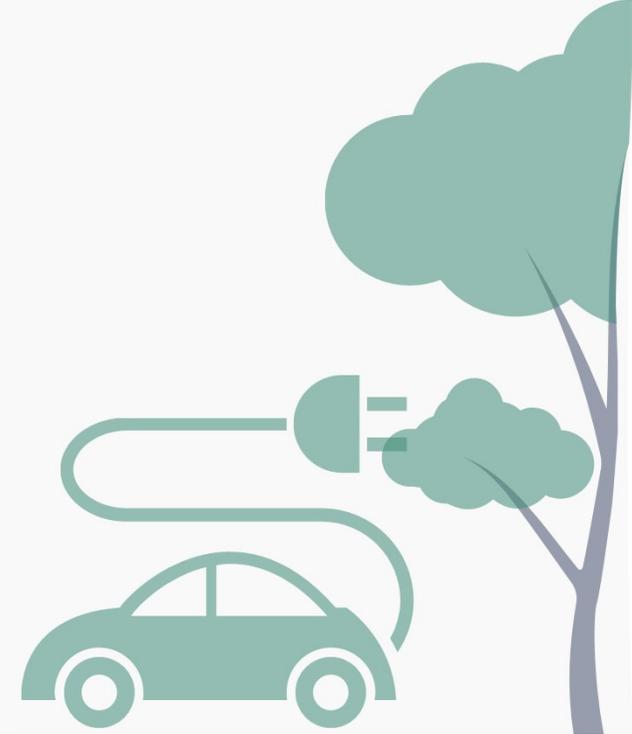
الهيدروجين هو ناقل للطاقة والوقود يعمل كمصدر للطاقة في الشاحنات والمركبات، ولا يخالف أيّ تصريفات ضارة.

1 كلغ من الهيدروجين



=

غالون من البنزين





الهيدروجين في قطاع النقل



قطاع النقل البحري والموانئ

الفوائد:

- تُعدُّ خلايا وقود الهيدروجين خياراً مناسباً للعبّارات المحليّة وأساطيل النقل المائي.
- تتمتع الموانئ بالقدرة على إنشاء مرافق لإنتاج الهيدروجين وتخزينه
- توفر المواقع الجغرافية المتنوعة للموانئ فرصاً لتطوير مراكز إنتاج الهيدروجين.



المركبات الثقيلة

الفوائد:

- القدرة على حمل خزّانات كبيرة أو صغيرة مناسبة لتخزين الهيدروجين.
- تكون إمكانية توفير محطات التزود بالوقود الهيدروجيني أعلى بكثير من إمكانية توفير محطات التزود بالوقود الكهربائية في الممرات والطرق.



الطيران

الفوائد:

- تصنّف الطائرات الهجينة كابتكار مهم.
- يمكن اعتماد الهيدروجين الأخضر كوقود أساسي وبالتالي الاستغناء عن ثاني أكسيد الكربون





مقارنة بين المركبات الكهربائية ومركبات الهيدروجين



50,000\$

يمكن أن تصل إلى 300 ميل

بين 80-100\$

685 محطة على مستوى العالم صعوبة في تحديد الموقع

يتم تزويده بالوقود في أقل من أربع دقائق

لكل 100 واط من الطاقة المنتجة ، يمكن استخدام حوالي

38 واط فقط لتشغيل مركبات الهيدروجين

مستويات منخفضة من انبعاثات الكربون عندما تنتج من

خلال العمليات الخضراء ، مع عمر متوقع أطول من

المركبات الكهربائية

الهيدروجين سريع الاشتعال



30,000\$

بين 100-200 ميل بشحنة واحدة

بين 10-30\$

1.8 مليون محطة على مستوى العالم ، متاح في المنزل

80% شحن في حوالي 30 دقيقة

لكل 100 واط من الطاقة المنتجة ، سيتم استخدام ما يقرب

من 80 واط لتشغيل السيارة.

يمكن أن تسبب ما يصل إلى 16 طنًا من انبعاثات الكربون ، مع

إعادة تدوير أقل من 5% من البطاريات

تعد بطاريات الليثيوم آمنة ، ولكنها محفوفة بالمخاطر عند حدوث

حريق ، وتصبح غير قابلة للإخماد بسبب الحرارة التي تولدها

بدء سعر الشراء:

المسافة عند الشحن:

تكلفة الشحن الكامل:

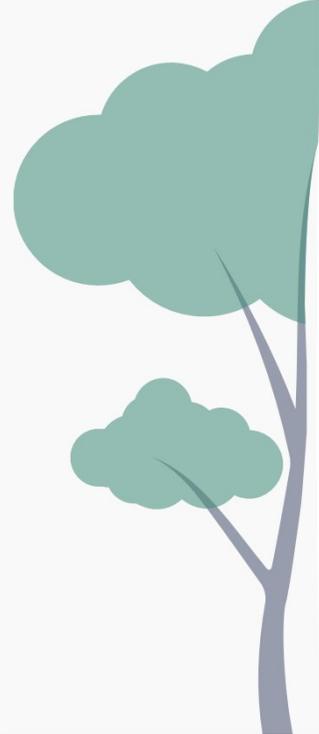
توافر محطات التزود:

الوقت لإعادة التعبئة:

الفاعلية:

الإنتاج والتخلص:

السلامة:





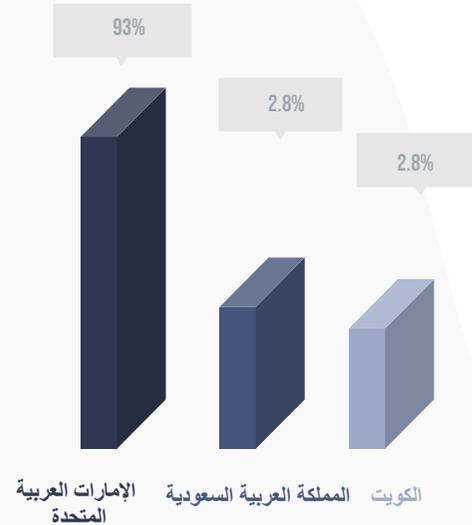
١١. الاستخدامات المحتملة للهيدروجين في قطاع النقل في المنطقة العربية



تجارة الهيدروجين - الصادرات



في عام 2020، بلغ إجمالي صادرات المنطقة العربية من الهيدروجين 649,451 دولاراً أي 0.38 في المائة فقط من تجارة الهيدروجين عالمياً



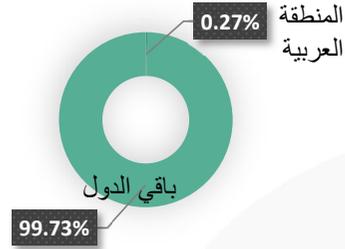
أنّ الإمارات العربية المتحدة هي أكبر مصدر للهيدروجين بين البلدان العربية، حيث يبلغ مجموع صادراتها 606,000 دولار أمريكي

وتأتي المملكة العربية السعودية والكويت في المرتبة الثانية والثالثة، بحصص صغيرة تبلغ حوالي 2.8 في المائة من صادرات الهيدروجين في المنطقة



تجارة الهيدروجين - الواردات

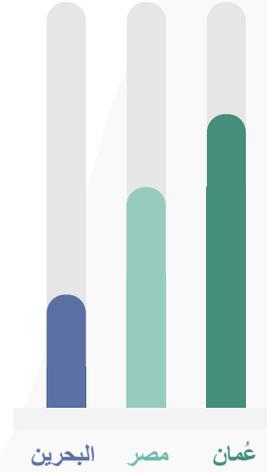
26- في عام 2020، بلغ إجمالي واردات المنطقة من الهيدروجين 465,271 دولاراً، أي 0.27 في المائة من الهيدروجين المتداول عالمياً



البلدان الرئيسية المستوردة للهيدروجين هي عُمان بنسبة 21.7 في المائة من مجموع تجارة الهيدروجين في المنطقة

مصر بنسبة 19.9 في المائة، والبحرين بنسبة 15.66 في المائة

أن 47 في المائة من واردات المنطقة من الهيدروجين تأتي من الإمارات العربية المتحدة وهذا يفسر إيجابية الميزان التجاري للهيدروجين في المنطقة





محطات التزود بالوقود الهيدروجيني

في عام 2021، بلغ عدد محطات التزود بالوقود الهيدروجيني في العالم حوالي 685 محطة





واقع المنطقة العربية في قطاع الهيدروجين

الاستهلاك المحلي المحتمل للهيدروجين الأخضر ، وإمكانات التصدير



يتطلب إنتاج الهيدروجين الأخضر إمداداً ميسراً للطاقة منخفضة التكلفة ومستدامة على مدار العام. دول مجلس التعاون الخليجي لديها بعض من أعلى معدلات التعرض لأشعة الشمس في العالم.

تمتلك دول مجلس التعاون الخليجي أراضي واسعة يمكن استخدامها لبناء قدرات واسعة النطاق للطاقة المتجددة ومحطات التحليل الكهربائي.

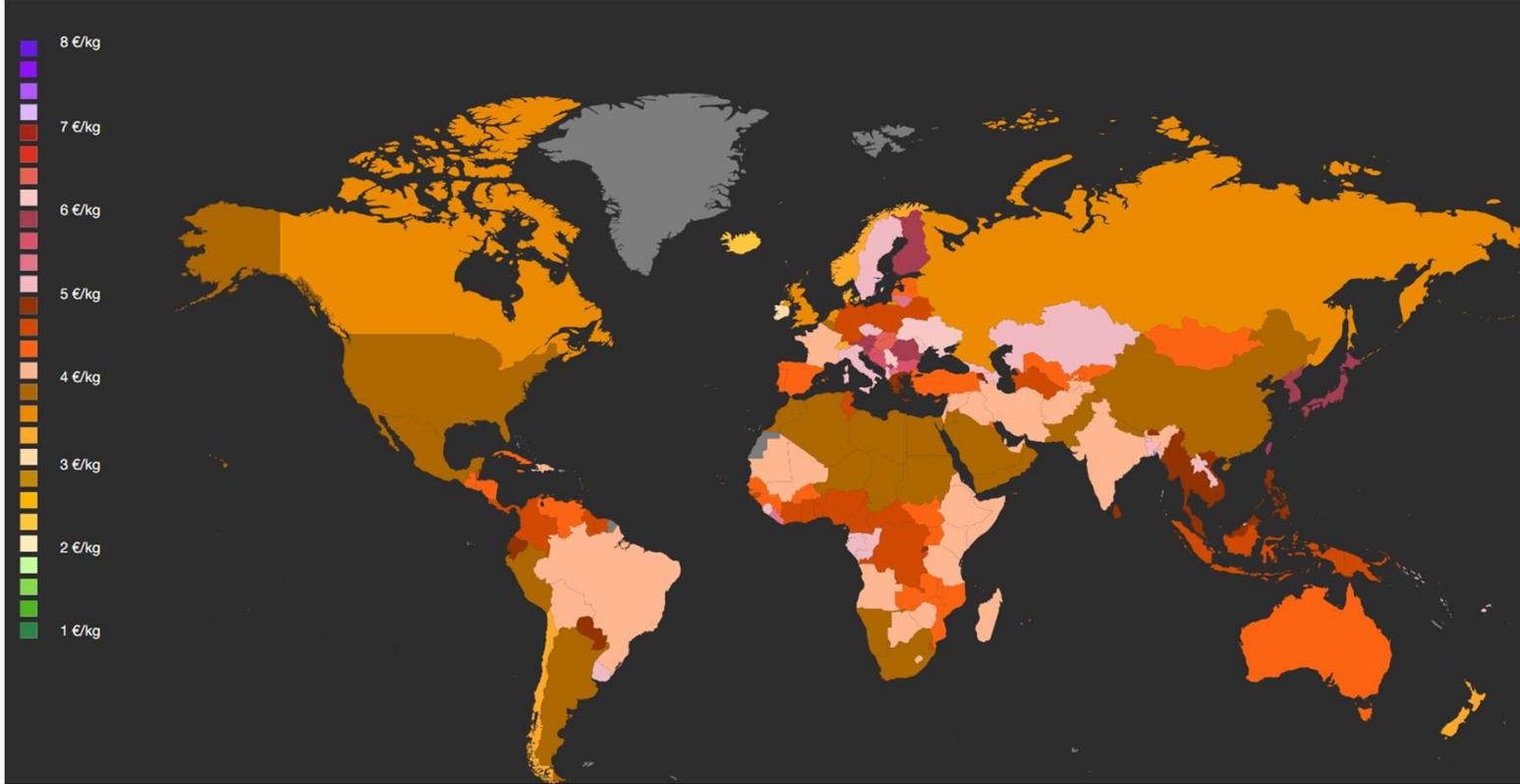
تقدير أن تلبية الطلب الأخضر على الهيدروجين في عام 2050 ، سيتطلب حوالي 5.6 تريليون لتر من المياه منزوعة الأيونات. لهذا ، تتمتع دول مجلس التعاون الخليجي بسهولة الوصول إلى مياه البحر.

واقع المنطقة العربية في قطاع الهيدروجين

تكلفة تطوير الهيدروجين المتجدد 2022



Shared Prosperity Dignified Life



وفقاً لخريطة pwc، في عام 2022، تعد تكلفة إنتاج الهيدروجين المتجدد في المنطقة العربية الأدنى عالمياً، حيث تبلغ تكلفة إنتاج الهيدروجين المتجدد في المملكة العربية السعودية واليمن ومصر وعمان 3.5 يورو / كجم.

تعد تكلفة إنتاج الهيدروجين في الاتحاد الأوروبي من أعلى تكلفة إنتاج الهيدروجين على مستوى العالم، حيث تتراوح تكلفة إنتاج الهيدروجين في دول مثل السويد وأوكرانيا وفنلندا وألمانيا بين 4.75 و 5.7 يورو / كجم.

المصدر: PWC

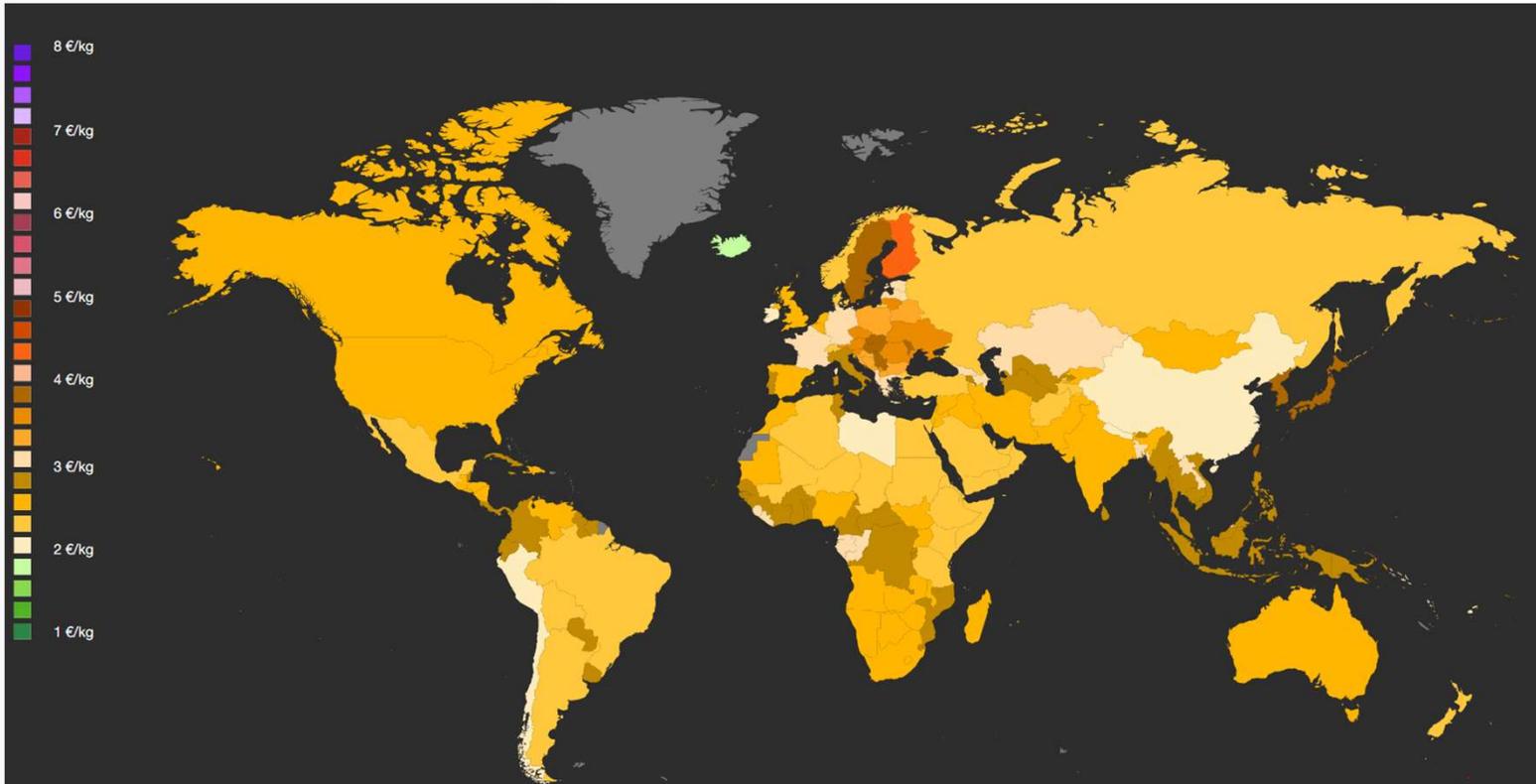
واقع المنطقة العربية في قطاع الهيدروجين



Shared Prosperity Dignified Life



تكلفة تطوير الهيدروجين المتجدد 2030



من المتوقع أنه في عام 2030 ، سيكون للمنطقة العربية واحدة من أقل تكاليف إنتاج الهيدروجين ، والتي تتراوح من 2 إلى 2.25 يورو / كجم ، و 2.50 يورو / كجم للولايات المتحدة ، ومتوسط 3.25 يورو / كجم بالنسبة للدول الأوروبية

المصدر: PWC

الخطط الوطنية لقطاع نقل الهيدروجين

 المغرب	 الجزائر	 موريتان	 العراق	 السعودية	 عمان	 الإمارات	 مصر	
1	1	1		3	5	4	5	الهيدروجين الأخضر
		1			1	1	1	الأمونيا الخضراء
			2	1	1		2	الهيدروجين الأزرق
				1		1	1	الأمونيا الزرقاء
							1	محطات تموين السفن بالهيدروجين
				2		1		محطات إعادة التعبئة بالهيدروجين
						1		محطات تموين الطائرات

بلغ مجموع مشروعات إنتاج واستخدام الهيدروجين الأخضر في الدول العربية 38 مشروعاً حتى نهاية الربع الأول من عام 2022. وتمتلك مصر 5 مشروعات للهيدروجين الأخضر، بينما لدى الإمارات 4 مشروعات، كذلك تمتلك عُمان 5 مشروعات، في حين لدى السعودية 3 مشروعات للهيدروجين الأخضر.

الخطط الوطنية لقطاع نقل الهيدروجين



مشاريع

في عام 2022 ، أصبحت مصر الدولة الأولى بين الدول العربية من حيث عدد مشاريع الهيدروجين. حاليًا ، يوجد في البلاد تسعة مشاريع هيدروجين ، وخمسة لإنتاج الهيدروجين الأخضر ، وواحد على الأمونيا الخضراء ، واثنان للهيدروجين الأزرق ، وواحد للأمونيا الزرقاء

التمويل

أصدرت وزارة المالية في مصر سندات لدعم الاستثمار في الطاقة المتجددة. تم اعتبار السندات الخضراء كحل مالي لتلبية احتياجات مصر من الاستثمار البيئي المستدام. حصل السند الأخضر لمدة خمس سنوات ، والذي تم إصداره بمبلغ 500 مليون دولار أمريكي بسعر فائدة 5.75 في المائة ، على أكثر من سبعة أضعاف الاكتتاب ، مما أدى بالحكومة إلى زيادة حجمه إلى 750 مليون دولار أمريكي وخفض سعر الفائدة إلى 5.25 في المائة.

الأهداف

تخطط الدولة المصرية لإنتاج 20000 طن من الهيدروجين الأخضر و 100000 طن من الأمونيا الخضراء بحلول عام 2025. وتهدف إلى خدمة القطاعات المختلفة التي يمكن تكييفها مع تطوير مصدر للطاقة ، مثل قطاع النقل ، حيث صرحت الحكومة بعد توقيع مذكرة التفاهم ، أن الهدف النهائي هو إنتاج 220 ألف طن من الهيدروجين الأخضر و 1.1 مليار طن من الأمونيا الخضراء.



الخطط الوطنية لقطاع نقل الهيدروجين



Shared Prosperity Dignified Life



مصر



مشاريع

أفادت شركة الفانار السعودية أنها وقعت مذكرة تفاهم لبناء مشروع هيدروجين أخضر بقيمة 3.5 مليار دولار في مصر.

الأهداف

سينتج المصنع 500000 طن من الأمونيا الخضراء ، والتي تستخدم في الأسمدة الزراعية ، من 100000 طن من الهيدروجين الأخضر سنويًا.





الخطط الوطنية لقطاع نقل الهيدروجين

المملكة العربية السعودية

الجمهورية العربية السورية

مشاريع

وقعت نيوم السعودية وأكوا باور في عام 2020 اتفاقية بقيمة 5 مليارات دولار مع شركة Air Products لتطوير أكبر منشأة إنتاج تعمل بالطاقة المتجددة في العالم في مدينة نيوم الذكية المخطط لها في المملكة.

التمويل

تتوقع ACWA Power تمويلًا بمليارات الدولارات لمشروع الهيدروجين الأخضر المشترك في مدينة نيوم. سيتم تمويل 20 في المائة من المشروع الذي تبلغ قيمته 6.5 مليار دولار أمريكي من الأسهم ، والباقي من تمويل المشروع المحدود.

الأهداف

في أكتوبر 2021 ، أعلن وزير الطاقة السعودي عن هدفه بأن تصبح أكبر منتج للهيدروجين في العالم. لا توجد استراتيجية رسمية للهيدروجين ؛ ومع ذلك ، ترتبط سياسة الهيدروجين في البلاد ارتباطًا وثيقًا برؤية 2030. تفترض الرؤية تحولًا شاملًا للمملكة العربية السعودية وتعتبر مشروعًا رئيسيًا لولي العهد الأمير محمد بن سلمان (MBS). (المرغم من أن رؤية 2030 لا تذكر الهيدروجين صراحةً ، إلا أن أهدافها الاستراتيجية تتطلب زيادات كبيرة في خلق القيمة المحلية ، والصادرات غير النفطية ، والطاقة المتجددة ، وصناعة الغاز الطبيعي).





بعض الخطط الوطنية لقطاع نقل الهيدروجين

الإمارات العربية المتحدة



مشاريع

تقود الإمارات العربية المتحدة أكثر من سبعة مشاريع هيدروجين طموحة تستهدف أسواق تصدير كبرى مثل اليابان وكوريا الجنوبية وألمانيا والهند ، وتوصلت إلى أنها ستشرف على استثمارات تزيد عن 163 مليار دولار في الطاقة المتجددة بحلول عام 2050

التمويل

قدم صندوق أبوظبي للتنمية 400 مليون دولار أمريكي كتمويل لمنصة تمويل مسرع انتقال الطاقة (ETAF)، بما يتوافق مع هدفه المتمثل في الحصول على تمويل إجمالي لا يقل عن مليار دولار أمريكي.

الأهداف

أعلنت دولة الإمارات العربية المتحدة في قمة COP26 في نوفمبر 2021 أنها تعمل على "خارطة طريق الهيدروجين" ، والتي تهدف إلى جعل الدولة رائدة في مجال الهيدروجين. تعتزم دولة الإمارات العربية المتحدة إنشاء سلاسل قيمة جديدة لتصدير الهيدروجين منخفض الكربون ومشتقاته ، فضلاً عن إنتاج الصلب ووقود الطائرات القائم على الهيدروجين. تحقيقاً لهذه الغاية ، تم التخطيط لإطار تنظيمي واضح مع السياسات والمعايير والشهادات المناسبة. لم يتم نشر خارطة الطريق بعد ، لكن الإمارات العربية المتحدة قد حددت بالفعل هدف 25 في المائة من سوق الهيدروجين العالمي.





الخطط الوطنية لقطاع نقل الهيدروجين

قطر



مشاريع

تقوم قطر ببناء مصنع بمليار دولار لتصنيع الأمونيا الزرقاء ، وهو وقود يمكن تحويله إلى هيدروجين من قبل الدول التي تنتطلع إلى تقليل انبعاثات الكربون.

الأهداف

وقعت شركة قطر للطاقة اتفاقيات مع شركة صناعات قطر ش.م.ق وشركتها الفرعية ، شركة قطر للأسمدة ، لتطوير ما يسمى بمصنع الأمونيا الزرقاء الذي سيكون قادرًا على إنتاج ما يصل إلى 1.2 مليون طن سنويًا.





Shared Prosperity Dignified Life



III. الحواجز التي تحول دون اعتماد الهيدروجين في قطاع النقل

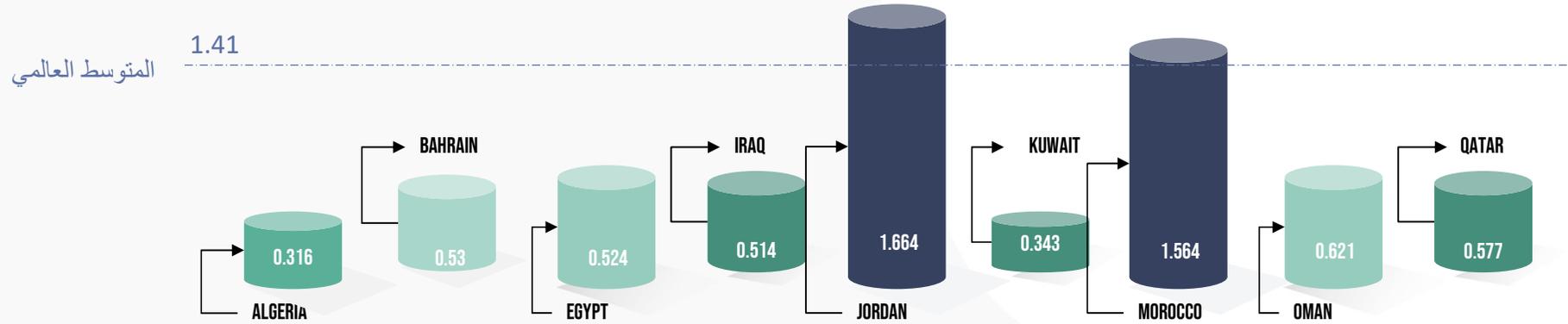


استراتيجيات تسعير ودعم قطاع النفط

ويؤدي الدعم المحلي لوقود البترول السائل وغياب الأنظمة البيئية حول استخدام أنواع وقود أنظف إلى زيادة في استهلاك الطاقة غير النظيفة بطريقة غير فعالة

وعلى الرغم من الفوائد التي يحققها التحول إلى اقتصاد نقل قائم على الهيدروجين فإنه يشكل عبئاً على خزائن البلدان العربية

إن أسعار مضخات الوقود في المنطقة هي أقل بكثير من المتوسط العالمي البالغ 1.41 دولار أمريكي للتر الواحد، باستثناء الأردن والمغرب



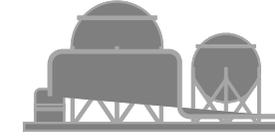


تكلفة الهيدروجين

لا تزال تكلفة إنتاج الهيدروجين تشكل عائقاً رئيسياً أمام تطوير سوق هيدروجين نظيف



تتراوح تكلفة إنتاج الهيدروجين من الطاقة المتجددة بين 3 و8 دولارات للكيلوغرام الواحد



أن إنتاج الهيدروجين من الوقود الأحفوري هو حالياً أرخص بديل على مستوى العالم، حيث تتراوح التكاليف بين 0.5 و1.7 دولار أمريكي لكل كيلوغرام

تكلفة إنتاج الهيدروجين الأخضر من التحليل الكهربائي للمياه، كلغ/دولار

أن تكلفة إنتاج الهيدروجين الأخضر من التحليل الكهربائي للمياه تتراوح بين 2.6 و6 دولارات للكيلوغرام الواحد. وينبغي أن تكون الابتكارات قادرة على خفض سعر الهيدروجين الأخضر في عام 2050 بنحو 50 في المائة لكي يصبح قادراً على منافسة الهيدروجين الرمادي من حيث التكلفة





Shared Prosperity Dignified Life



الحاجة إلى معايير دولية

يشكل الافتقار إلى المعايير الدولية حول الهيدروجين أحد العقبات الرئيسية التي تحول دون التحول إلى قطاع النقل القائم على الهيدروجين.

من أجل تحسين التعاون عبر الحدود عند التعامل مع مادة الهيدروجين، من المهم وضع الأساس لمعايير السلامة الموحدة والقواعد التشغيلية، والتشجيع على تطوير منهجيات مشتركة

من الضروري وضع إطار دولي مشترك بهدف تجنب ممارسات المنافسة غير العادلة. فقد اعتمدت بلدان عدّة تعاريف مختلفة للمصطلح نفسه وهذا تسبّب في حدوث ارتباك



Shared Prosperity Dignified Life



الخاتمة

في المنطقة العربية دول عديدة تمتلك موارد أساسية لإنتاج الهيدروجين، بما فيها العراق وقطر حيث يتوفّر الغاز الطبيعي لإنتاج الهيدروجين الأزرق، ومصر والمغرب حيث تتوفّر الطاقة الشمسية وطاقة الرياح لإنتاج الهيدروجين الأخضر

قد سبق أن أعلنت بلدان عديدة عن نواياها الانتقال نحو الاقتصاد القائم على الهيدروجين النظيف، ولكنّ التقدم لا يزال في مراحله الأولى. لذلك، يجب وضع سياسات وخطط وطنية بغية توفير البنية التحتية المناسبة لتحقيق هذا الانتقال

ينبغي أن تأخذ الاستثمارات في سلاسل قيمة الهيدروجين لأغراض الإنتاج والتخزين والنقل والتوزيع في الاعتبار جوانب عدة، ومنها التكلفة، وأوقات التسليم، وتأثير الظروف المحلية على استراتيجيات الوقود

شكرا



Shared Prosperity **Dignified Life**

