ماعت للسلام والتنمية وحقوق الإنسان
Maat For Peace, Development, and Human Rights

توطين الهيدروجين الأخضر في مصر
المكاسب والتحديات

أكتوبر ٢٠٢١

إعداد: نورهان علي الشاذلي
مراجعة وتحرير: إسلام فوقي

الفهرس	
1. ملخص تنفيذي	3
2.مقدمة	4
3.الخلفية: نظرة عامة على انتاج الهيدروجين واستخداماته	5
○ 3.1 الهيدروجين ومستقبل الطاقة النظيفة	5
○ 3.2 أنواع الهيدروجين واستعمالاته	5
○ 3.3 الهيدروجين حامل الطاقة عديم الانبعاثات	6
4. تحليل الخيارات البديلة: التعافي الأخضر ومستقبل الطاقة المستدام	7
○ 4.1 الجهود الوطنية: خطوات أولية	8
○ 4.2 الطريق نحو سوق عالمي للهيدروجين الأخضر	8
○ 4.3 المقومات والمزايا المتوفرة لدى مصر	9
○ 4.4 عوائد توطين الهيدروجين على مصر	10
5. التوصيات	11

1.ملخص تنفيذي

في خِضم التحولات التي تشهدها اقتصادات العالم لمواجهة آثار جائحة كورونا والاتجاه للتعافي الأخضر من أجل انتعاش مستدام وشامل، أطلقت الحكومة المصرية استراتيجية وطنية للهيدروجين الأخضر، والذي أصبح حديث العالم حاليًا ومستقبل الطاقة المستدامة خلال السنوات القادمة. وكشفت العديد من الدراسات عن مرور منطقة الشرق الأوسط وشمال افريقيا بمرحلة تاريخية من ناحية قدراتها لأن تُصبح مركزًا لإنتاج وتوزيع ونقل الهيدروجين الأخضر لكل من الأسواق الإقليمية والدولية، وباتت مصر لاعبًا أساسيًا لتحقيق هذا الهدف، بفضل ما تتمتع به من مقومات إنتاج الطاقة النظيفة والمستدامة.

وعملية توطين الهيدروجين الأخضر ليست أمرًا سهلًا، وإنما تتطلب الكثير من الجُهد والدعم والشراكة، فضلًا عن المقومات الأخرى كتوافر الطاقة الكهربائية النظيفة، والتي تمثل تحديات لكثير من الدول، ولكنها تمثل عوامل تحفيزية لمصر، وتوضح هذه الورقية كيفية توطين الهيدروجين في مصر وماهية أنواع الهيدروجين والمقومات التي تتميز بها مصر والعوائد المتوقعة جراء استخلاص الهيدروجين الأخضر، كما نستخلص في هذه الورقة بعض التوصيات الموجهة لجميع أصحاب المصلحة من أجل تحقيق الاستفادة القصوى جراء توطين هذه الصناعة وخاصة إنشاء مجمع صناعي وطني، مخصَّص لتطوير تكنولوجيا الهيدروجين.

2.مقدمة

يواجه البشر تحديات هائلة فرضها تفشي وباء كوفيد-19، والذي أثبت هشاشة أغلب اقتصادات العالم في مواجهة تداعيات هذا الوباء بما في ذلك التداعيات المناخية والمخاطر البيئية، ولذلك وضعت الدول في اعتبارها التعافي الأخضر لضمان الانتعاش المستدام والشامل لنظامها. وظهر الهيدروجين الأخضر كأحد البدائل الهامة نحو مستقبل الطاقة المتجددة، خاصة مع انخفاض تكلفة الهيدروجين المنتج باستخدام الطاقة المتجددة، فبات من المتوقع أن ينمو الهيدروجين الأخضر المنتج من خلال التحليل الكهربائي للطاقة المتجددة بسرعة خلال العقود القادمة.

ومع تزايد الحاجة الملحة لإزالة الكربون وتخفيف انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، اتجهت العديد من البلدان لتوطين الحصول على الهيدروجين الأخضر من أجل مستقبل مستدام للطاقة النظيفة، غير أن الحصول على هذا الهيدروجين ليس أمرًا سهلًا، بل يحده العديد من العوائق، والتي تختلف من دولة لأخرى، خاصة البنية التحتية، غير أن دول الشرق الأوسط والقارة الافريقية لديها فرص كبيرة في أن تكون مصدرًا لإنتاج وتخزين ونقل الهيدروجين الأخضر إلى مختلف الدول الأوروبية، نظرًا لما تتمتع به من مقومات طبيعية لإنتاج الطاقة الكهربائية من مصادر نظيفة كطاقة الرياح والطاقة الشمسية والمياه.

هناك مؤشرات تعكس مرور منطقة الشرق الأوسط وشمال افريقيا بمرحلة تغير تاريخية من ناحية قدراتها في إنتاج الطاقة النظيفة والمستدامة، بما يؤهلها لأن تكون مركزًا لإنتاج الهيدروجين الأخضر لكل من أسواقها الإقليمية ولكافة دول العالم، وتُعد مصر لاعبًا أساسيًا لتحقيق هذا الهدف، حيث تتمتع بالمقومات والثروات الطبيعية والبنية التحتية التي تؤهلها لتكون إحدى الدول المصدرة لهذا النوع من مصادر الطاقة، بما يتماشى مع استراتيجية مصر حتى عام 2035 والتي تتضمن زيادة مشاركة الطاقة المتجددة لتصل نسبتها إلى أكثر من 42% بحلول عام 2035.

من هذا المنطلق، أعلنت الحكومة المصرية عن تدشين "استراتيجية وطنية لإنتاج الهيدروجين"، بالتنسيق والتعاون مع كبرى الشركات العالمية من أجل الاستثمار المشترك، خاصة أن مصر تتمتع بموقع مميز للغاية يجعلها في قلب حركة التجارة العالمية، إلى جانب ما تتمع به مصر من توافر مصادر غنية من الغاز الطبيعي والكهرباء النظيفة، بما يؤهلها لتكون مركزًا مهمًا لصناعة وتطوير ونقل هذا النوع من الطاقة. توضح هذه الورقة ماهية الهيدروجين الأخضر وأنواعه وآثاره على البيئة، وما هي السياسات التي يمكن للحكومة اتباعها لتساهم في توطين هذه الصناعة في مصر بما يخدم أهداف التنمية المستدامة 2030.

3.الخلفية: نظرة عامة على انتاج الهيدروجين واستخداماته

3.1 الهيدروجين ومستقبل الطاقة النظيفة

في إطار السعي إلى تحقيق مستقبل مستدام للطاقة النظيفة، ظهر الهيدروجين كجزء مهم من مزيد الطاقة النظيفة، وأدى انخفاض تكلفة الهيدروجين المنتج باستخدام الطاقة المتجددة، إلى جانب الحاجة الملحة إلى خفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، إلى إعطاء الهيدروجين زخمًا سياسيًا وتجاريًا غير مسبوق[1]. ونظرًا للآثار الخطرة للوقود الأحفوري على البيئة، ووجود اتجاه عالمي للانتقال إلى مصادر طاقة خالية من الكربون، فضلًا عن تداعيات جائحة كورونا والتي تسببت في انخفاض معدلات استهلاك الطاقة، بات هناك اتجاه لتطوير استخدام الهيدروجين كحامل للطاقة المستدامة، غير أن الهيدروجين نفسه له أكثر من لون، أفضلها على الإطلاق الهيدروجين الأخضر.

3.2 أنواع الهيدروجين واستعمالاته

يمكن انتاج الهيدروجين من خلال عمليات متعددة ومن مصادر طاقة مختلفة، لذلك بات شائعًا تسمة كل نوع من أنواع الهيدروجين بلون محدد لتسهيل توضيح الفارق بين كل نوع، على أن هناك أنواع أخرى لا تندرج بالكامل تحت لون واحد مثل مصادر الهيدروجين المختلطة، فيما تُشير دراسات حديثة إلى أن 96% من الهيدروجين المُنتَج حاليًا يُصنع من الوقود الأحفوري من خلال عملية تستهلك الكثير من الكربون، سواء من خلال إعادة تشكيل الميثان بالبخار بدون عزل الكربون الناتج وهو ما يسمى بالهيدروجين الرمادي، أو عن طريق عملية تحويل الفحم إلى غاز وهو ما يسمى بالهيدروجين الأسود، لذلك عملية انتاج الهيدروجين والغازات الدفيئة الناتجة عن العملية هي ما تعطيه لونه[2].

الهيدروجين الرمادي: يتم انتاج هذا النوع من الهيدروجين باستخدام الوقود الأحفوري، حيث يتم إعادة تشكيل غاز الميثان بالبخار، أو من خلال استخدام الفحم، غير أن هذه العملية تستلزم انبعاثات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون، فوفقًا لإحدى الدراسات، فإن لكل 1كغم هيدروجين يتم انتاجه ما يعادل 9 كغم من ثاني أكسيد الكربون[3].

---

[1] IRENA: Hydrogen: A renewable energy perspective, September 2019: https://bit.ly/3m9jTWx

[2] تحديات وفرص إنتاج الهيدروجين الأخضر وتصديره من منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا إلى أوروبا- تقرير موجه إلى مؤسسة فريدريتش إيبرت- نوفمبر 2020

[3] تحديات وفرص إنتاج الهيدروجين الأخضر وتصديره من منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا إلى أوروبا- المرجع السابق

الهيدروجين الأزرق: هو نفس نوع الهيدروجين الرمادي ولكن مع فصل الكربون وتخزينه، ويعد أحد الخيارات المستخدمة لانتاج الهيدروجين بانبعاثات أقل من الغازات الدفيئة، غير أن هناك قيود تحد من انتشار هذا النوع من الهيدروجين، فهو يستخدم موارد غير متجددة، ويخضع لتقلبات أسعار الوقود الأحفوري، ولا يحقق أهداف أمن الطاقة، والأهم أنه يواجه رفض مجتمعي، لأنه يرتبط بتكاليف إضافية لنقل وتخزين ومراقبة ثاني أكسيد الكربون المخزن، كذلك من المتوقع أن تصل كفاءة استخلاص وتخزين ثاني أكسيد الكربون إلى 85-95% في أحسن الأحوال، مما يعني استمرار وجود انبعاثات كربونية بين 5-15%، أو بمعنى آخر يمكن للهيدروجين الأزرق أن يقلل الانبعاثات ولكن لا يتم القضاء عليها. ولذلك يوصف الهيدروجين الأزرق بأنه انتقال قصير الأجل لتسهيل استخلاص الهيدروجين الأخضر والذي يحقق صفر انبعاثات[4].

الهيدروجين التركواز: يستخدم الغاز الطبيعي كمادة وسيطة لإنتاج هذا النوع من الهيدروجين مع عدم إنتاج ثاني أكسيد الكربون من خلال عملية الانحلال الحراري والتي ينتج عنها تحويل الكربون الموجود في الميثان إلى أسود الكربون الصلب، والذي يتوافر له سوق بالفعل، مما يوفر تدفقًا إضافيًا للإيرادات، كما يسهل تخزين الكربون الصلب، ورغم أن عملية الانحلال الحراري ينتج عنها أضرار بيئية، إلا أنه حتى الآن لا يزال الهيدروجين التركوازي في المرحلة التجريبية[5].

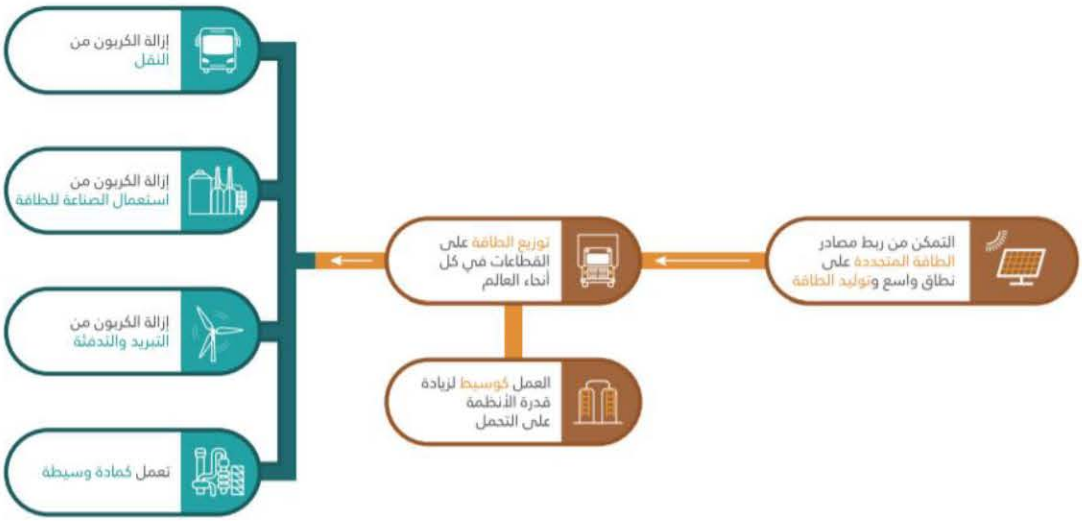
الهيدروجين الأخضر: يتم انتاج الهيدروجين الأخضر من خلال التحليل الكهربائي للماء، ويتم الحصول على الكهرباء من خلال مصادر طاقة متجددة مثل الطاقة الشمسية أو طاقة الرياح أو الطاقة المائية، وأهم ما يميز هذه العملية أنه لا ينتج عنها أية غازات دفيئة. ومن بين جميع درجات الهيدروجين المختلفة، يعتبر الهيدروجين الأخضر هو الأنسب لانتقال الطاقة بشكلٍ مستدام[6].

3.3 الهيدروجين حامل الطاقة عديم الانبعاثات

إن التوجه الحالي في التحول العالمي للطاقة هو الاستغلال المتسارع للتكنولوجيا الخالية من انبعاثات الكربون، ويعتبر الهيدروجين الأخضر هو الحلقة المفقودة لإزالة الكربون من كافة القطاعات، إذ أنه يمتلك القدرة على توفير الطاقة النظيفة لكافة جوانب الاقتصاد العالمي[7]. فيمكن استخدامه كبديل للوقود

[4] IRENA, GREEN HYDROGEN A GUIDE TO POLICY MAKING,2020: https://bit.ly/3jzPQWl
[5] IRENA, GREEN HYDROGEN A GUIDE TO POLICY MAKING, previous reference
[6] IRENA, GREEN HYDROGEN A GUIDE TO POLICY MAKING, previous reference
[7] For more: dii Energy Desert: https://dii-desertenergy.org/

الأحفوري كمادة أولية نظيفة في مجموعة كبيرة من التطبيقات من ضمنها النقل الثقيل والصناعات الفولاذية، ونظرًا لكون الهيدروجين الأخضر حاملًا للطاقة وخاليًا من ثاني أكسيد الكربون، فإن هذا الأمر يجعله مصدرًا نظيفًا مستدامًا مع توافر المرونة في الاستخدام، حيث يمكن تخزينه ونقله لمسافات طويلة، ويمكنه حمل كميات كبيرة من الطاقة إذا تم ضغطه أو إسالته، فضلًا عن تمتعه بنفس معايير السلامة التي يحتاجها النفط والغاز الطبيعي.



الشكل 1: استعمالات الهيدروجين وإزالة الكربون، المصدر: hydrogen council، مترجم هنا: https://bit.ly/3m9frHx

4. تحليل الخيارات البديلة: التعافي الأخضر ومستقبل الطاقة المستدام

في ظل سعي الحكومة المصرية لمقاومة آثار وباء كوفيد-19، يُعد التحول إلى اقتصاد دائري شامل عاملًا أساسيًا في إعادة بناء الاقتصادات وخلق الوظائف وشق مسار جديد نحو التّعافي الأخضر، حيث اكتسب الاقتصاد الدوَّار شهرة متزايدة بين صُناع السياسات، خاصة في ظل المساعي نحو خفض الاحتباس الحراري العالمي إلى أقل من درجة ونصف، وقد أعربت الحكومة المصرية عن رغبتها في دعم الانتقال السريع من الاقتصاد القائم على الوقود الحفري، إلى اقتصاد منخفض انبعاثات الكربون طبقًا للمساهمات المحددة وطنيًا للبلاد في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغيّر المناخ[8].

[8] داليا صقر، الاقتصاد الدوار: استراتيجية تعافٍ أخضر للصناعة في مصر- ورقة سياسة صادرة عن مركز حلول للسياسات البديلة- سبتمبر 2021

4.1 الجهود الوطنية: خطوات أولية

بدأت الحكومة المصرية أولى خطوات توطين الهيدروجين في مصر بتشكيل لجنة وزارية لتطوير "الاستراتيجية الوطنية للهيدروجين". كما وقعت الحكومة اتفاقيات أولية مع كل من شركة سيمنز الألمانية وشركة ديمي البلجيكية، بهدف بحث دراسات لمشروعات تجريبية للهيدروجين الأخضر، ودراسة أفضل المواقع المحتملة لتكون مراكز إنتاج الهيدروجين الأخضر في مصر[9]. كما قام المجلس الأعلى للطاقة المصري بتشكيل فريق عمل رفيع المستوى من وزارات مختلفة معنية بالهيدروجين لدراسة أهمية استخدام تكنولوجيا الهيدروجين لكل قطاع، وتحديد فُرص توليد الهيدروجين الأخضر واستغلاله في مصر[10].

وعلى صعيد القطاع الخاص، قامت شركة "طاقة" للكهرباء، التابعة لمجموعة "طاقة عربية في مصر"، بالتوقيع على مذكرة تفاهم مع شركة " مان إنرجي سوليوشنز" الألمانية في أغسطس 2021، بهدف إطلاق مشروع تجريبي لإنتاج الهيدروجين الأخضر محلياً في مصر، بغرض تزويد الحافلات السياحية بذلك الوقود النظيف[11].

وبدأت بالفعل الحكومة المصرية اتخاذ خطوات تجريبية لإنتاج الهيدروجين الأخضر، حيث تعتزم شركة "سكاتك" النرويجية إنشاء مشروع لإنتاج الهيدروجين الأخضر بقدرة 50 إلى 100 ميجاوات في منطقة العين السخنة، وذلك بالشراكة مع كلٍّ من صندوق مصر السيادي وشركة فيرتيجلوب المنتجة للأمونيا المملوكة لشركتي أوراسكوم الهولندية[12].

4.2 الطريق نحو سوق عالمي للهيدروجين الأخضر

إن دخول مصر للسوق العالمي للهيدروجين الأخضر لا يعتمد فقط على الثورة الاقتصادية والتكنولوجية المرتبطة بإنتاج الهيدروجين وطريقة نقله، بل يعتمد على الخيارات السياسية، حيث سيؤدي الهيدروجين إلى إعادة رسم جغرافية تجارة الطاقة العالمية، وظهور فئة جديدة من مصدري الطاقة، وإعادة تشكيل العلاقات الجيوسياسية والتحالفات بين البلدان، وستظهر الدول التي تمتلك موارد للطاقة الشمسية وطاقة الرياح

---

[9] «الهيدروجين الأخضر» مستقبل الطاقة الواعد الذي ستبدأ مصر في إنتاجه.. ماذا تعرف عنه؟، متاح على: https://bit.ly/3m1klAL

[10] استخدام «الهيدروجين الأخضر» لتقليل سعر الطاقة ومواكبة التطور التكنولوجي، أخبار اليوم، يوليو 2021، متاح على: https://bit.ly/3vMaXK2

[11] مصر: القطاع الخاص يدرس إنتاج الهيدروجين الأخضر لاستخدامه في الحافلات السياحية وبشراكة ألمانية، متاح على: https://bit.ly/3E1Lak6

[12] شراكة بين صندوق مصر السيادي و"سكاتك" النرويجية لإنتاج الهيدروجين الأخضر، متاح على: https://bit.ly/3G73rhl

منخفضة التكلفة لتُصبح مراكز عالمية لإنتاج وتخزين ونقل الهيدروجين الأخضر[13]. ووفقًا لدراسات علمية، تُقاس إمكانات الطاقة المتجددة المنقولة في الهيدروجين في البلدان بالأخذ في الاعتبار ثلاثة معايير وهي توافر الموارد مثل الرياح، الشمس، والماء، وبحسب البنية التحتية للإنتاج، وكذلك النقل وتوزيع الهيدروجين[14].

4.3 المقومات والمزايا المتوفرة لدى مصر[15]

الحوكمة: يحظى المشروع بدعم قوي من القيادة السياسية في مصر، ومتابعة وتوجيه من رئيس الجمهورية.

المواد الأولية: تتمتع مصر بوفرة الموارد المحلية من الغاز الطبيعي، وأساسيات توليد الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، وكذلك التكلفة التنافسية لتوليد الطاقة المتجددة، وهناك وفرة محتملة للكتل الحيوية.

السوق: تمتلك مصر سوقًا محليًا للقطاعات الصناعية، ولديها تجمعات للمناطق الصناعية في مواقع مختلفة، إضافة إلى وقعها المتميز المؤدي إلى السوق الأوروبية.

البنية التحتية: يتوفر لدى مصر موانئ على البحر الأحمر والبحر الأبيض المتوسط، إضافة إلى جود شبكة واسعة من خطوط أنابيب الغاز، كذلك تتمتع مصر بوفرة شاسعة من الأراضي اللازمة لتوليد الكهرباء المتجددة.

التقنية: لدى الدولة المصرية خبرة طويلة مع التكنولوجيا، فهي تستخدم تقنية "SMR" لإنتاج الأمونيا، وتستخدم التحليل الكهربائي لإنتاج "متعدد كلوريد الفينيل- PVC"، فضلًا عن تمتعها بوجود شراكة قوية مع كبار مزودي التكنولوجيا.

العمالة: يتوفر في مصر عمالة ماهرة وذات كفاءة عالية وبأسعار تنافسية مقارنة بباقي الدول.

التصنيع: لدى مصر قدرات واسعة في تصميم وبناء الشركات المصرية، كما تقوم الحكومة المصرية بقيادة مجموعة من البرامج لتعميق القدرات الصناعية المحلية وتعزيز الإنتاج المحلي.

---

[13] ThijsVan de Graaf, Indra Overland, Daniel Scholtenc, Kirsten Westphal: The new oil? The geopolitics and international governance of hydrogen, Energy Research & Social Science, June 2020, available at: https://bit.ly/3pAHK3C

[14] Geopolitical and Market Implications of Renewable Hydrogen New Dependencies in a Low Carbon Energy World, Belfer Center for Science and International Affairs Harvard Kennedy School, March 2020, available at: https://bit.ly/3mbqZtE

[15] Towards a Hydrogen Economy in Egypt, World Bank-CMI Hydrogen Webinar Hydrogen in the Mediterranean: National Policies and Strategies in Selected Countries, April 2021, available: https://bit.ly/3Cf8kTv

4.4 عوائد توطين الهيدروجين على مصر[16]

التوظيف: سيتم خلق فرص عمل أثناء عملية البناء والتشغيل، كما سيتم تنمية الكفاءات الوطنية والاستثمار في رأس المال البشري، إضافة إلى خلق أفضل فرص التعلم ونقل المعرفة.

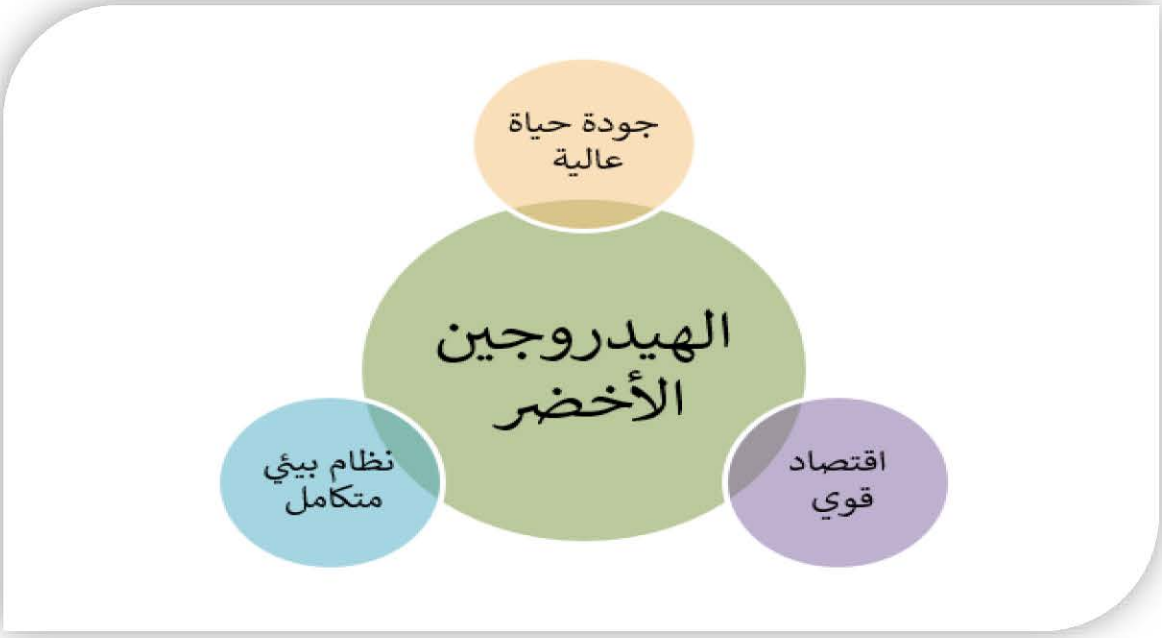
القيمة المضافة: سيساهم توطين الهيدروجين في نمو الناتج المحلي الإجمالي لمصر، وسيعمل على جذب الاستثمارات المحلية والدولية في مجال التكرير والبتروكيماويات، وسيساهم في استراتيجية مركز الطاقة في مصر من خلال إضافة الطاقة الخضراء إلى مزيج الطاقة النظيفة.

نقل التكنولوجيا والمعرفة: سيتم العمل على تطوير المعرفة لبناء وإنتاج الهيدروجين الأزرق والأخضر، كما سيتم إتاحة فرص هامة للبحث والتطوير للجامعات والمؤسسات البحثية في مصر، إضافة إلى تطوير القدرات المحلية للجيل القادم من التقنيات.

وبشكلٍ عام، سيؤدي توطين الهيدروجين في مصر إلى انخفاض أسعار الطاقة الكهربائية النظيفة عن طريق وجود الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، وقد أعلن وزير الطاقة الأسبق في مصر أن هناك توجه قومي نحو استخدام المركزات الشمسية التي تعمل ليل نهار بدلاً من الألواح الشمسية، لتوفير طاقة أكبر. ومن جهة أخرى، سيؤدي الاعتماد على الهيدروجين الأخضر إلى القضاء على الإنبعاثات الكربونية وزيادة حجم الطاقة المتجددة، حيث يُمكن تخزين الهيدروجين الأخضر لفترات أطول، ويمكن نقله لأماكن لا يوجد بها إمكانية توليد طاقة متجددة، كما يُمكن استخدامه في عدد مختلف من القطاعات الصناعية.

ومن المتوقع أن يساهم الهيدروجين الأخضر في خلق اقتصاد قوي، حيث تسعى مصر لأن تكون مركز إنتاج وتصدير للهيدروجين الأخضر، مما سيؤدي إلى تحقيق نمو اقتصادي جيد، كما سيؤدي توطين الهيدروجين إلى الارتقاء بجودة حياة المواطن المصري وتحسين مستوى معيشته من خلال توفير إهدار جزء من الموازنة على إيجاد حلول لملوثات الهواء، كما سيوفر حياة صحية ونظيفة خالية من الانبعاثات.

[16] Previous reference, Towards a Hydrogen Economy in Egypt, April 2021



5. التوصيات

1. على الحكومة المصرية وضع إنتاج الهيدروجين الأخضر في قلب التحول الاقتصادي والاجتماعي نحو الاستدامة.
2. يجب البدء في إنشاء مجمع صناعي وطني، مخصص لتطوير تكنولوجيا الهيدروجين، مع وضع مخطط توجيهي لبنية تحتية ملائمة.
3. على الحكومة تحفيز وتشجيع القطاع الخاص للاستثمار في الهيدروجين الأخضر، على أن تكون المرحلة الأولى من انتاج الهيدروجين للاستخدام في وسائل النقل والتي سيكون نجاحها مشجعًا لباقي القطاعات.
4. على الحكومة المصرية استخدام نظام "الشهادات البيضاء"، كحافز للتحول للهيدروجين الأخضر، وهذه الشهادات تقضي بإلزام الموردين أو موزعي الكهرباء والغاز والنفط باتخاذ تدابير لتوفير الطاقة، وفي حالة عدم الالتزام يدفعون غرامة.
5. ينبغي إعطاء الأولوية لإعادة بناء وتقوية البنية التحتية اللازمة لنقل الكهرباء وإنتاج وتخزين ونقل الهيدروجين الأخضر، وبناء محطات للتزود بالوقود الجديد للاستخدام في النقل.

6. ينبغي دعم استراتيجية التحول للهيدروجين الأخضر بشكل كُلي، والابتعاد عن "الرمادي والأزرق"، نظرًا لأن مصر تمتلك مقومات ومصادر متجددة للطاقة منخفضة التكلفة ستساهم للتحول لأفضل أنواع الهيدروجين، وليس هناك حاجة للتحول التدريجي وما ينتج عنه من انبعاثات ضارة بالبيئة.
7. ضمان التمويل اللازم لتطوير توطين الهيدروجين من خلال تعزيز التعاون مع الشركاء الدوليين، وإشراك القطاع الخاص في هذا السياق.
8. سرعة إبرام شراكات استراتيجية مع الأسوقا الكبرى للهيدروجين التي ستحتاج استيراده مستقبلًا، وخاصة السوق الأوروبية واليابان وكوريا والصين.

6. قائمة المراجع

- International Renewable Energy Agency (IRENA): Hydrogen: A renewable energy perspective, September 2019: https://bit.ly/3m9jTWx
- International Renewable Energy Agency (IRENA): GREEN HYDROGEN A GUIDE TO POLICY MAKING,2020: https://bit.ly/3jzPQWl
- Dii Desert Energy: https://dii-desertenergy.org/
- ThijsVan de Graaf, Indra Overland, Daniel Scholtenc, Kirsten Westphal: The new oil? The geopolitics and international governance of hydrogen, Energy Research & Social Science, June 2020, available at: https://bit.ly/3pAHK3C
- Geopolitical and Market Implications of Renewable Hydrogen New Dependencies in a Low Carbon Energy World, Belfer Center for Science and International Affairs Harvard Kennedy School, March 2020, available at: https://bit.ly/3mbqZtE
- Towards a Hydrogen Economy in Egypt, World Bank-CMI Hydrogen Webinar Hydrogen in the Mediterranean: National Policies and Strategies in Selected Countries, April 2021, available: https://bit.ly/3Cf8kTv
- تحديات وفرص إنتاج الهيدروجين الأخضر وتصديره من منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا إلى أوروبا- تقرير موجه إلى مؤسسة فريدريتش إيبرت- نوفمبر 2020
- داليا صقر، الاقتصاد الدوار: استراتيجية تعافٍ أخضر للصناعة في مصر- ورقة سياسة صادرة عن مركز حلول للسياسات البديلة- سبتمبر 2021
- جريدة المصري اليوم: "الهيدروجين الأخضر" مستقبل الطاقة الواعد الذي ستبدأ مصر في إنتاجه.. ماذا تعرف عنه؟، متاح على: https://bit.ly/3m1klAL
- جريدة أخبار اليوم: استخدام «الهيدروجين الأخضر» لتقليل سعر الطاقة ومواكبة التطور التكنولوجي، يوليو 2021، متاح على: https://bit.ly/3vMaXK2
- جريدة الشرق الأوسط: "مصر: القطاع الخاص يدرس إنتاج الهيدروجين الأخضر لاستخدامه في الحافلات السياحية وبشراكة ألمانية"، أغسطس 2021، متاح على: https://bit.ly/3E1Lak6
- موقع وايا ميديا: شراكة بين صندوق مصر السيادي و"سكاتك" النرويجية لإنتاج الهيدروجين الأخضر، بتاريخ أكتوبر 2021، متاح على: https://bit.ly/3G73rhl