مجلة الأصيل للبحوث الاقتصادية والإدارية
El - Acil Journal for Economic and Administrative Research

ISSN: 2571-9866
EISSN: 2661-7854

المجلد: 10/ العدد: 2 ، أكتوبر، 2026، ص ص688-706

التحول العالمي نحو اقتصاد الهيدروجين الأخضر وتمويله بالصكوك الخضراء: دراسة استشرافية في ضوء استراتيجية الهيدروجين بالجزائر(2023–2050)

The Global Transition toward a Green Hydrogen Economy and Its Financin gthrough Green Sukuk: A Foresight Study in Light of Algeria's Hydrogen Strategy (2023–2050)

حاجي فهيمة*
Hadji Fahima
جامعة جيجل–الجزائر
hadji.fahima@univ-jijel.dz

تاريخ الاستلام: 2026/09/02 *تاريخ القبول:2026/10/30* *.تاريخ النشر:2026/10/31*

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل التحول العالمي نحو اقتصاد الهيدروجين الأخضر، واستشراف آفاق تمويله بالصكوك الخضراء في الجزائر في ضوء استراتيجية الهيدروجين (2023–2050). وتظهر النتائج تنامي الطلب العالمي على الهيدروجين الأخضر، وصولا إلى آفاق 2050، مع توقع بلوغ السوق 21.69 مليار دولار بحلول 2029 واستثمارات معلنة بـ680 مليار دولار حتى 2030. وتسعى الجزائر لإنتاج وتصدير ما بين 30و40تيراواط ساعة بحلول 2040 باستثمارات 24.8 مليار دولار. وتستشرف الدراسة توظيف الصكوك الخضراء تدريجيا لتمويل سلسلة القيمة حتى أفق 2050، مع إرساء إطار قانوني وحوكمي ملائم.

الكلمات المفتاحية: الهيدروجين الأخضر؛ الاستراتيجية الوطنية للهيدروجين؛ الصكوك الخضراء؛ الجزائر.

تصنيف جال: Q42, G23, Z12

Abstract

This study analyzes the global transition toward a green hydrogen economy and explores financing through green sukuk in Algeria, in light of the HydrogenStrategy (2023–2050). Findings indicate rising global demand to ward 2050, with the market expected to reach USD 21.69 billion by 2029 and announced investments of USD 680 billion through 2030. Algeria targets30-40TWh by 2040, with USD 24.8 billion in investments. Foresight suggests phased green sukuk financing across the value chain through 2050 under appropriate governance.

Key words: Green hydrogen; National Hydrogen Strategy; Green sukuk; Algeria.

JEL classification codes : Q42, G23, Z12

*المؤلف المرسل

1. مقدمة:

يشهد العالم تحولا متسارعا في منظومة الطاقة نتيجة تنامي تحديات التغير المناخي والحاجة إلى خفض الانبعاثات والحد من الاعتماد على الوقود الأحفوري، مما عزز التوجه نحو بدائل طاقوية أكثر استدامة. ويبرز الهيدروجين الأخضر كأحد الخيارات الواعدة للانتقال نحو اقتصاد منخفض الكربون، لما يوفره من إمكانات لتخزين الطاقة المتجددة ونقلها واستخدامها، خاصة في القطاعات الصناعية والنقل التي يصعب فيها استخدام الكهرباء بصورة مباشرة.رغم هذه الآفاق الواعدة فإن تطوير اقتصاد الهيدروجين الأخضر يتطلب استثمارات ضخمة وطويلة الأجل، وتماشيا مع هذه التوجهات، أطلقت الجزائر الاستراتيجية الوطنية لتطوير الهيدروجين(2023-2050) الرامية إلى استغلال مقوماتها الطبيعية والجغرافية، وتعزيز الإنتاج والاستخدام المحلي، إلى جانب التوجه نحو الأسواق الخارجية والتصدير، وهو ما يفرض تحديًا تمويليًا متزايدًا، ويستدعي البحث عن أدوات قادرة على تعبئة موارد مالية كبيرة وطويلة الأجل تتلاءم مع طبيعة هذه المشروعات. ومن هذا المنطلق، تبرز الصكوك الخضراء كأداة تمويل إسلامية تجمع بين مبادئ الشريعة وأهداف الاستدامة البيئية، وتتيح تعبئة رؤوس الأموال وتوجيهها نحو مشروعات الطاقة المتجددة والبنية التحتية الخضراء.

إشكالية الدراسة:نظرا لضخامة الاستثمارات اللازمة لتنفيذ الاستراتيجية الوطنية لتطوير الهيدروجين، تبرز الحاجة إلى تنويع مصادر التمويل والبحث عن أدوات قادرة على تعبئة رؤوس الأموال طويلة الأجل، بما يحد من الأعباء المالية على الخزينة العمومية. ومن هنا تطرح الدراسة الإشكالية الرئيسية التالية:**كيف يمكن توظيف الصكوك الخضراء لتمويل التحول نحو اقتصاد الهيدروجين الأخضر، وما آفاق توظيفها في الجزائر في ضوء الاستراتيجية الوطنية لتطوير الهيدروجين (2023–2050)؟**

وللإجابة عن السؤال الرئيسي نستعين بالتساؤلات الفرعية التالية:

- ما واقع التحول نحو اقتصاد الهيدروجين الأخضر عالميا، وماهي أبرز متطلباته؟
- كيف تسهم الصكوك الخضراء كآلية تمويل مبتكرة في دعم مشاريع الهيدروجين الأخضر؟
- ما آفاق توظيف الصكوك الخضراء في دعم تنفيذ الاستراتيجية الوطنية لتطوير الهيدروجين في الجزائر (2023–2050)، وما المتطلبات اللازمة لذلك؟

فرضيات الدراسة:

تستند هذه الدراسة إلى الفرضيات التالية :

- يتجه اقتصاد الهيدروجين الأخضر نحو نمو متزايد عالمياً، بما يفرض استثمارات كبيرة وطويلة الأجل واحتياجات تمويلية متنامية.
- تمثل الصكوك الخضراء آلية تمويل مبتكرة ومستدامة لتمويل مشروعات الهيدروجين الأخضر، في ظل توافر أطر قانونية وتنظيمية وحوكمية ملائمة.
- تتيح الإمكانات المتاحة للجزائر توظيف الصكوك الخضراء في تمويل الاستراتيجية الوطنية لتطوير الهيدروجين (2023–2050)، شريطة تهيئة البيئة القانونية والمؤسساتية والمالية المناسبة.

أهداف الدراسة:

تسعى هذه الدراسة إلى تحقيق الهدفين الرئيسيين الآتيين:

- تحليل واقع التحول العالمي نحو اقتصاد الهيدروجين الأخضر وآفاقه المستقبلية، من خلال إبراز متطلباته الاستثمارية والتمويلية، ودور الصكوك الخضراء في تمويل مشروعاته ومختلف مراحل سلسلة قيمته.
- استشراف آفاق توظيف الصكوك الخضراء في الجزائر لتمويل مشروعات الهيدروجين الأخضر، في ضوء الاستراتيجية الوطنية (2023–2050)، مع تحديد المتطلبات القانونية والمؤسساتية والرقابية اللازمة لتفعيلها.

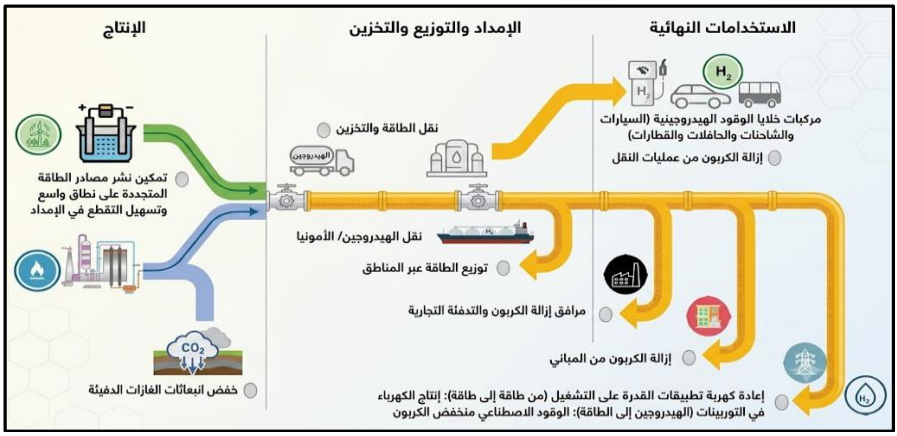
أهمية الدراسة:

تنبع أهمية هذه الدراسة أساسا من أهمية الصكوك الخضراء في تمويل اقتصاد الهيدروجين الأخضر ودعم التحول الطاقوي المستدام، واستشراف توظيف الصكوك الخضراء في الجزائر لتمويل استراتيجية الهيدروجين(2023-2050) وتنويع مصادر تمويلها.

منهجية الدراسة: اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي لتحليل واقع التحول العالمي نحو اقتصاد الهيدروجين الأخضر ومتطلباته الاستثمارية والتمويلية، ودور الصكوك الخضراء في "z تعددت التعاريف المقدمة للهيدروجين الأخضر، فقد عرفته منظمة الهيدروجين الأخضر(GH_2) على أنه:" الهيدروجين الذي يتم إنتاجه عبر التحليل الكهربائي للماء باستخدام طاقة متجددة بنسبة 100% أو قريبة من ذلك، مع انبعاثات غازات دفيئة تكاد تكون معدومة(Organisation Green Hydrogen, 2023, p. 05)، وهو أبسط العناصر الكيميائية، يرمز إليه بالصيغة H_2، يتميز بمجموعة من الخصائص الفيزيائية التي تجعله مختلفا عن

غيره من العناصر، فهو أخف الغازات وأسرعها اشتعالا و انتشارا في الطبيعة،كما يتميز الهيدروجين بكونه غازا عديم اللون والرائحة في ظروف درجة الحرارة العادية والضغط القياسي(زلماط و لعمراني، 2025، صفحة 78).بناء على ما سبق، يتضح أنه يوجد توافق عام حول كون الهيدروجين الأخضر طاقة نظيفة تُنتج اعتمادا على مصادر متجددة، مع انبعاثات كربونية شبه منعدمة، يتميز بخفة وزنه، وقابليته للتخزين والنقل، وتعدد استخداماته. لذلك يعتبر خيارا أكثر استدامة لاعتماده على الطاقات المتجددة وإنتاجه بالتحليل الكهربائي للماء دون انبعاثات كربونية مباشرة، رغم ارتفاع تكلفته، وتمرسلسلة القيمة الناشئة للهيدروجين بالمراحل الموضحة في الشكل 02:

الشكل02:سلسلة القيمة الناشئة للهيدروجين



المصدر: (انظر: حسن و شبانة، 2021، صفحة 10)

يوضح الشكل02 سلسلة القيمة الناشئة للهيدروجين الأخضر، من إنتاجه اعتمادا على الطاقة المتجددة، مرورا بمراحل التحويل والتخزين والنقل، وصولا إلى الاستخدامات النهائية، كما يبرز تنوع هذه الاستخدامات، خاصة في الصناعة والنقل وتوليد الطاقة، بما يعكس اتساع نطاق تطبيقاته في منظومة الطاقة، كما يوضح ترابط حلقات سلسلة القيمة، بما يستدعي تطوير البنية التحتية وتوفير استثمارات وتمويلات مناسبة لدعم نمو منظومة الهيدروجين الأخضر.

3.2 أهمية الهيدروجين الأخضر ودوره في التحول الطاقوي العالمي وتحديات تطويرهيعتبر الهيدروجين الأخضر أحد الركائز الواعدة للتحول الطاقوي العالمي، لقدرته على خفض الانبعاثات، خصوصا في الصناعات الثقيلة والنقل، وتحويل الطاقة المتجددة إلى حامل طاقة قابل للتخزين والنقل والاستخدام، بما يعزز أمن الطاقة ومرونة منظوماتها. كما يسهم التطور التقني وتزايد الاستثمارات والدعم الحكومي في تحسين جدواه الاقتصادية، وفتح آفاق للاستثمار والابتكار وخلق فرص العمل ودعم الاقتصاد منخفض الكربون، إلى جانب ذلك يمثل حلقة

وصل بين إنتاج الطاقات المتجددة وتخزينها واستخدامها، بما يدعم تنويع مزيج الطاقة وتطوير سلاسل قيمة مستدامة وتعزيز التعاون الدولي (International Renewable Energy Agency (IRENA), 2024, pp. 70-73). وفي هذا الصدد يمكن إبراز مبررات اعتبار الهيدروجين الأخضر حاملا للطاقة في عدة جوانب أهمها:

-**قدرته على تخزين الطاقة لفترات طويلة**، مما يجعله حلا فعالافي تخزين الطاقة المتجددة والتقليل من آثار التذبذب المرتبط بمصادر الطاقة الشمسية والرياح واستقرارها (U.S. Department of Energy [DOE], 2026).

- **مرونته وسهولة نقله وتداوله دوليا**، إذ يعتبر حاملا مرنا للطاقة يمكن نقله لمسافات طويلة عبر خطوط الأنابيب في صورته الغازية أو بواسطة السفن في صورته السائلة، وتتيح هذه المرونة ربط مناطق الإنتاج الغنية بمصادر الطاقة المتجددة بمراكز الطلب العالمية، بما يدعم نشوء سلاسل القيمة الدولية للهيدروجين وتوسيع نطاق التجارة الدولية للطاقة المتجددة (International Renewable Energy Agency (IRENA), 2024, p. 37)

-**تعدد استخداماته النهائية**، فهو حامل طاقة متعدد الاستخدامات (وليس مصدرا للطاقة)، بحيث يمكن إنتاجه من عدة مواد خام ويمكن استخدامه في أي تطبيق تقريبا،كتوظيفه في إنتاج الكهرباء، تشغيل وسائل النقل، وفي الصناعات الثقيلة مثل: الحديد والصلب ([IRENA], 2026).ورغم هذه الأهمية، يواجه تطويره عدة تحديات رئيسية:

-ارتفاع تكلفة الإنتاج والاحتياجات الاستثمارية:تتراوح تكلفة إنتاجه حاليا ما بين 4و5 دولارات/كغH_2، مع توقع انخفاضها إلى 2-3دولارات/كغH_2بحلول 2030 بفعل التطور التقني وتحسين كفاءة المحللات الكهربائية و وفرة الحجم، في حين تتطلب مشروعاته استثمارات كبيرة في الطاقة المتجددة والتحليل الكهربائي والنقل والتخزين (Dolf , Priyank , & Silvia , 2023).

-**ضعف انتقال المشاريع من الإعلان إلى التنفيذ**، لعدة أسباب منها:عدم وضوح الطلب، ضعف نضج الأسواق، تباين الأطر التنظيمية والمعايير.

-تحديات تعبئة التمويل طويل الأجل، لتطوير السلسلة المتكاملة للهيدروجين الأخضر.

3.قراءة لواقع وآفاق اقتصاد الهيدروجين الأخضر العالمي ومتطلبات تمويله

1.3 تطور سوق الهيدروجين الأخضر عالميا وآفاق نموه

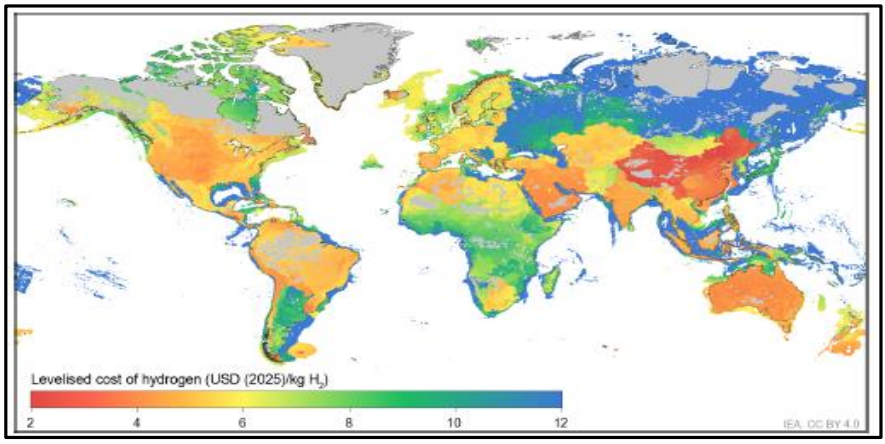
يشهد سوق الهيدروجين الأخضر العالمي نموا متسارعا، إذ ارتفعت قيمته من 1.94مليار دولار عام 2024 إلى نحو 21.69مليار دولار متوقعة عام 2029، بمعدل نمو سنوي مركب قدره

62%خلال الفترة (2024–2029)(Market Data Forecast, 2024).وتؤكد أحدث التقديرات استمرار هذا الاتجاه، إذ يُتوقع نمو سوق الهيدروجين الأخضر من 11.80 مليار دولار عام 2026 إلى 227.45مليار دولار عام 2034، بمعدل نمو سنوي مركب 44.75%خلال الفترة (2026–2034)، بما يعكس تنامي دوره في منظومة الطاقة العالمية(Inkwood Research, 2026).

2.3 تباين تكاليف إنتاج الهيدروجين الأخضر وقدرته التنافسية في مناطق العالم

تُعد تكلفة الإنتاج من أهم محددات مستقبل وتنافسية اقتصاد الهيدروجين الأخضر، حيث يوجد تفاوت واضح لتكلفة إنتاجه بين مناطق العالم، وللتوضيح نعرض الشكل 03:

الشكل 03: كلفة إنتاج الهيدروجين عن طريق التحليل الكهربائي باستخدام الطاقة الشمسية الكهروضوئية الهجينة وطاقة الرياح وفق سيناريو السياسات المعلنة 2030



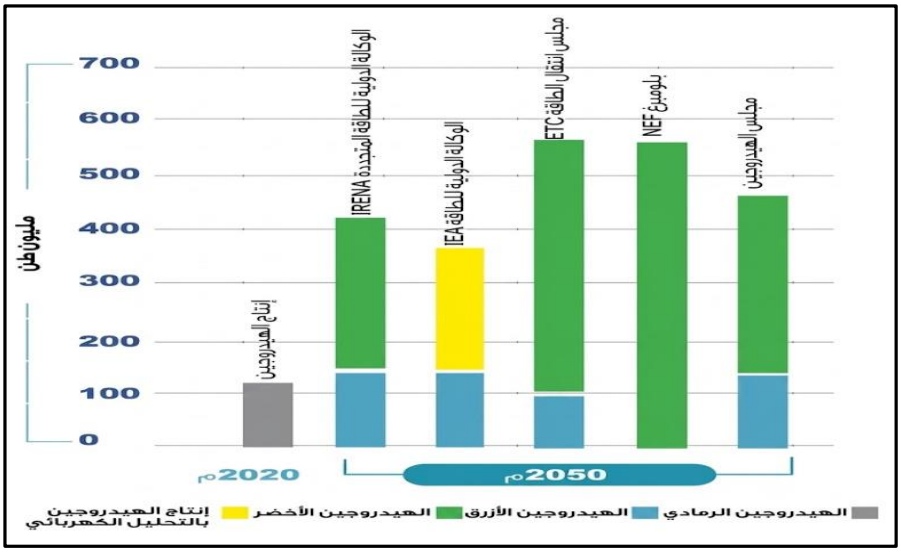
المصدر:(International Energy Agency, 2026, p. 113)

من خلال الشكل 03يتضح أن هناك تفاوت في تكلفة إنتاج الهيدروجين المتجدد عالميا سنة 2030، إذ تتراوح بين نحو 2و12 دولارا/كغH_2بحسب الموقع، مع إمكانية انخفاضها إلى أقل من 2دولار/كغH_2 في الصين بفضل وفرة الموارد المتجددة وانخفاض تكاليف الإنتاج. وفي المقابل، تظل تكلفة الهيدروجين المنتج من الوقود الأحفوري تنافسية في بعض الأسواق، رغم تأثرها بارتفاع وتقلب أسعار النفط والغاز، بما قد يضيق فجوة التكلفة مع الهيدروجين الأخضر، وتكتسب هذه المعطيات أهمية خاصة بالنسبة للجزائر، لما تتمتع به من وفرةكل من: الطاقة الشمسية وطاقة الرياح بما يعزز قدرتها على إنتاج الهيدروجين الأخضر بتكاليف تنافسية، شريطة توفير الاستثمارات والبنية التحتية وآليات التمويل المناسبة.

3.3اتجاهات الطلب العالمي على الهيدروجين وآفاق التحول نحو الهيدروجين الأخضر

تشير الاتجاهات المستقبلية إلى تحول تدريجي في هيكل الطلب العالمي على الهيدروجين، فبينما يهيمن الهيدروجين المنتج بالطرق التقليدية حاليا، تشير التقديرات طويلة الأجل إلى تزايد أهمية الهيدروجين منخفض الكربون، وبصفة خاصة الهيدروجين الأخضركما موضح في الشكل04:

الشكل04:تقديرات الطلب العالمي على أنواع الهيدروجين بحلول سنة 2050 وفق الوكالات والمنظمات المتخصصة



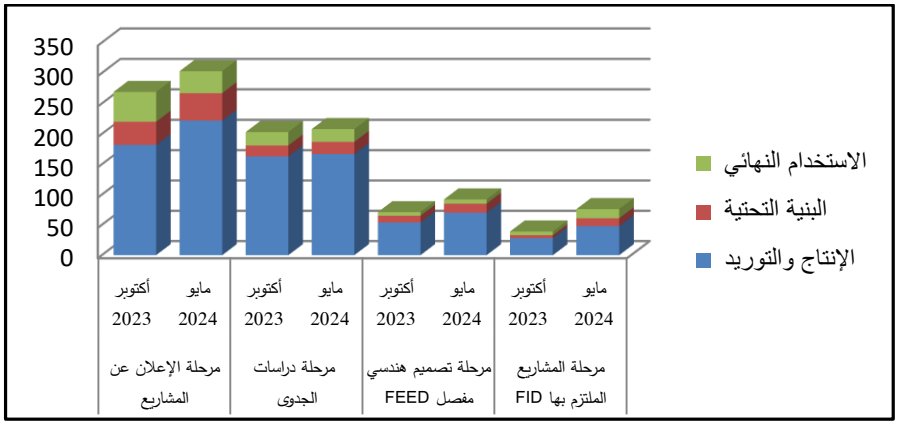
المصدر:(المركز الإحصائي لدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية، 2022، صفحة 10)

يوضح الشكل 04 تفاوت تقديرات الطلب العالمي على الهيدروجين حسب أنواعه بحلول عام 2050، مع اتجاه واضح نحو زيادة حصة الهيدروجين منخفض الكربون، وفي مقدمتها الهيدروجين الأخضر،ويبرز ذلك الدور المتوقع للهيدروجين الأخضر في تلبية الطلب المستقبلي ودعم التحول نحو منظومة طاقة منخفضة الكربون.

4.3 تطور الاستثمارات العالمية في قطاع الهيدروجين حتى 2030 مع التركيز على الهيدروجين الأخضر

تشير بيانات تقرير Hydrogen Insights (2024)إلى استمرار نمو الاستثمارات العالمية في قطاع الهيدروجين حتى عام 2030عبر مختلف مراحل تطوير المشاريع (الشكل05):

الشكل05: واقع نمو الاستثمارات العالمية في قطاع الهيدروجين حتى2030(تغيرات مابين عامي2023 و2024 بالمليار دولار أمريكي)



المصدر: إعداد الباحثة اعتمادا على: (Hydrogen Council & McKinsey & Company, September2024, p. 09)وبرنامجExcel

يبرز الشكل (05) تنامي الاستثمارات العالمية في قطاع الهيدروجين إلى غاية 2030، مع تركزها أساسا في الإنتاج والإمداد والبنية التحتية، وارتفاعها في المراحل المتقدمة للمشروعات، خاصة بعد قرار الاستثمار النهائي،كما يعكس تسارع تطوير مشروعات الهيدروجين النظيف وتزايد أهمية الهيدروجين الأخضر ، وهو ما يوضحه الجدول (01):

الجدول01:المشاريع والاستثمارات العالمية للهيدروجين النظيف حتى 2030: توزيع الهيدروجين الأخضر والمنخفض الكربون والتغيرات بين 2023 و2024"

المؤشر	القيمة	التوزيع / الحصة
عدد المشاريع المعلنة عالميا	1572مشروع	1125مشروع (حوالي 72%) لديها تاريخ تشغيل حتى 2030
الاستثمارات المباشرة المعلنة	680مليار دولار	+20%مقارنة بين عامي2023 و2024
الاستثمارات بعدالقرار الاستثماري النهائي(FID)	75مليار دولار	تمثل المشاريع الأكثر نضجاً (+90%)
إمدادات الهيدروجين النظيف السنوية	48مليون طن/سنة	75%هيدروجين أخضر (متجدد) مقابل25%هيدروجين منخفض الكربون

المصدر:إعداد الباحثة اعتمادا على: (Hydrogen Council & McKinsey & Company, September2024, p. 07)

يشير الجدول01 إلى نمو ملحوظ في استثمارات قطاع الهيدروجين النظيف، حيث زادت الاستثمارات المباشرة بنسبة 20% عام 2024 مقارنة بعام2023، مع ارتفاع نسبة للهيدروجين الأخضر الذي يمثل نحو 75% من القدرة الإنتاجية المعلنة، مما يعكس توجه الاستثمارات نحو الطاقة المتجددة. كما يبرز تركيز المشاريع على النضج والالتزام، حيث تمثل المشاريع بعد(FID)75دولار (+90%)، مما يدل على وجود قاعدة قوية من المشاريع التي تم اتخاذ قرار الاستثمار النهائي بشأنها. وهو ما يؤكد أن التحول نحو الهيدروجين الأخضر لم يعد توجها بيئيا فحسب، بل أصبح مسارا استثماريا عالميا يتطلب تعبئة موارد مالية كبيرة.

4.متطلبات تمويل اقتصاد الهيدروجين الأخضر وآفاق توظيف الصكوك الخضراء

1.4متطلبات تمويل اقتصاد الهيدروجين الأخضر

تكشف المؤشرات السابقة عن أهم المتطلبات التمويلية لاقتصاد الهيدروجين الأخضر أهمها:

- ضخامة الاستثمارات اللازمة لتطوير سلسلة قيمة الهيدروجين الأخضر؛
- تمويل الإنتاج والطاقة المتجددة والمحللات الكهربائية؛
- تطوير التخزين والنقل والبنية التحتية المرتبطة بالهيدروجين؛
- مواجهة ارتفاع التكاليف والمخاطر الأولية للمشاريع؛
- تعبئة مصادر تمويل مبتكرة ومستدامة قادرة على توفير رأس المال طويل الأجل.

ومن هنا تبرز الصكوك الخضراء كأداة تمويل إسلامية مستدامة يمكن توظيفها لتمويل مشاريع الطاقة المتجددة والبنية التحتية للهيدروجين الأخضر.

2.4الصكوك الخضراء كآلية لتمويل التحول الطاقوي نحو اقتصاد الهيدروجين الأخضر

أ.مفهوم الصكوك الخضراء:

الصكوك الخضراء هي:أوراق مالية تتوافق مع أحكام الشريعة الإسلامية،وتوجه نحو الاستثمارات والمشاريع الصديقة للبيئة المسؤولة اجتماعيا في إطارالتنمية المستدامة"(لسود، 2020، صفحة 284).واسمها مشتق من طبيعتها ذات الخصوصية إذ أنها تتوافق مع أحكام الشريعة الإسلامية من جهة؛ وتصدر لأجل أهداف مرتبطة بحماية البيئة من جهة أخرى،إذيتم استخدام العائدات للحفاظ على البيئة والموارد الطبيعية، وتعزيز تقنيات الطاقة المتجددة والحد من غازات الدفيئة و الانبعاثات، فهي أداة تمويلية مبتكرة متوافقة مع مبادئ الشريعة الاسلامية تهتم ب الاستثمار في المشاريع الصديقة للبيئة لتحقيق التنمية المستدامة.

ب.خصائص الصكوك الخضراء وإمكانات توظيفها في التحول الطاقوي: تتسم الصكوك الإسلامية الخضراء بخصائص تمويلية وبيئية تجعلها قابلة للتوظيف في دعم مشاريع التحول الطاقوي:(عبد السلام، 2023، (بتصرف الباحثة)، الصفحات 77-79)، من أهمها:

-**الجمع بين الضوابط الشرعية والأهداف البيئية**، معتوجيه الحصيلة إلى مشروعات مستدامة، خاصة الطاقة المتجددة والبنية التحتية اللازمة لإنتاج الهيدروجين الأخضر.

-**المرونة وتنوع صيغ التمويل الإسلامي**، أيإمكانية استخدام صيغ متعددة تتلاءم مع طبيعة المشروعات ومراحل تطورها، بما يوسع خيارات التمويل.

-**انخفاض تكلفة التمويل وملاءمة الآجال**، بمعنى إمكانية خفض تكلفة ومخاطر التمويل من خلال جذب مستثمرين جدد وتوفير تمويل متوسط وطويل الأجل يتناسب مع الطبيعة الرأسمالية لمشروعات الهيدروجين.

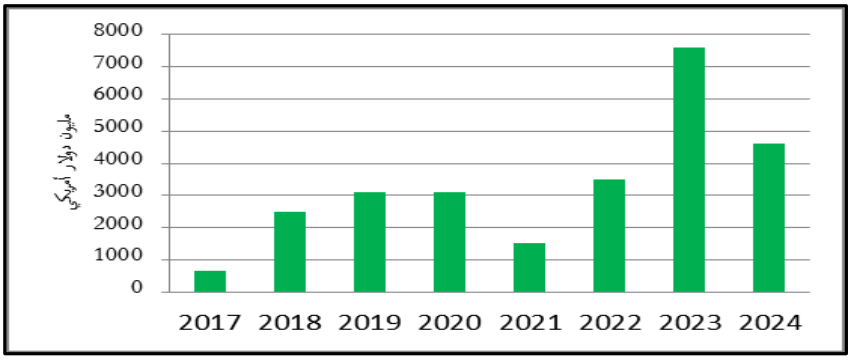
-**الشفافية والإفصاح وتنويع مصادر التمويل**، بتحديد المشروعات المؤهلة والإفصاح عن استخدام الحصيلة وقياس الأثر البيئي، بما يعزز ثقة المستثمرين ويسهم في تنويع مصادر التمويل.

- **قابلية التداول في السوق الثانوية**، بتوفير قدر من السيولة والمرونة للمستثمرين، مما يعزز جاذبية الصكوك واستقطاب رؤوس الأموال لمشروعات الهيدروجين الأخضر.

ج.تطور إصدار وتداول الصكوك الإسلامية الخضراء عالميا:

تتركز إصدارات الصكوك الإسلامية عمومًا، ولا سيما الصكوك الخضراء، في الأسواق الرائدة، خاصة دول مجلس التعاون الخليجي وماليزيا وإندونيسيا، التي تُعد من أبرز الأسواق العالمية لإصدارات الصكوك الخضراء((IFSB), 2025, p. 42). وقد شهدت هذه الإصدارات توسعا ملحوظا خلال الفترة (2017–2024) والشكل 07 يوضح ذلك:

الشكل07: تطور إصدارات الصكوك الخضراء عالميا خلال الفترة (2017–2024)



المصدر: إعداد الباحثة اعتماداعلى:((IFSB), 2025, p. 44)وبرنامجExcel

يتضح من الشكل07 أن إصدارات الصكوك الخضراء شهدت اتجاها تصاعديا ملحوظافي الفترة 2017–2024، مدفوعة بتزايد الحاجة إلى تمويل أهداف التنمية المستدامة ودعم التحول نحو اقتصاد منخفض الكربون،ورغم التباطؤ الاقتصادي العالمي عام2021 غير أنها استعادت الإصدارات زخمها خلال 2022و2023، بما يعكس تنامي اهتمام المستثمرين بالتمويل الإسلامي الأخضر، كما سجلت الإصدارات تراجعا طفيفا سنة 2024، وقد يُعزى في جزء منه إلى تزايد إصدارات صكوك الاستدامة ومنافستها في استقطاب التمويلات.

5. التحليل الاستشرافي لآفاق الاستفادة من الصكوك الخضراء في ضوء الاستراتيجية الوطنية لتطوير الهيدروجين في الجزائر (2023–2050)

1.5 تحليل مقومات الجزائر ورؤية الاستراتيجية الوطنية لتطوير الهيدروجين الأخضر

تمتلك الجزائر مجموعة من المقومات الطبيعية والاقتصادية والجغرافية والمؤسساتية التي تؤهلها لتطوير صناعة تنافسية للهيدروجين الأخضر، نلخصها في الجدول02:

الجدول02: أهم إمكانيات الجزائرلتطوير الهيدروجين الأخضروفقًا للاستراتيجية الوطنية

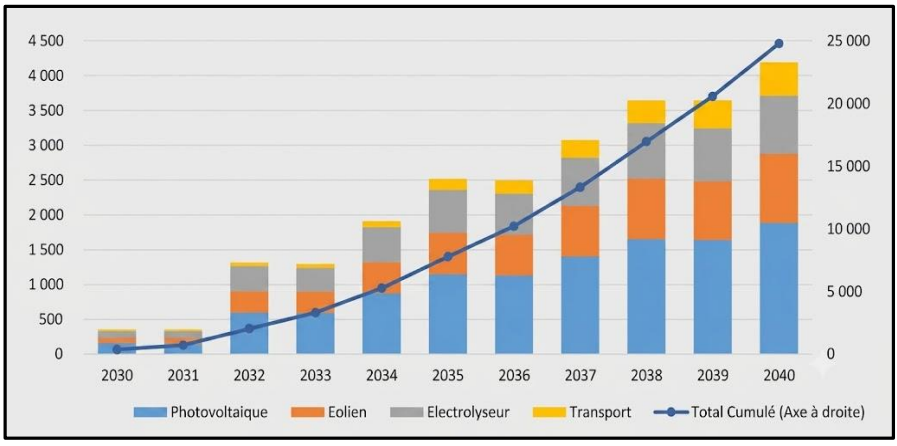
الإمكانيات	أهم المؤشرات	الأهمية في الانتقال نحو اقتصاد الهيدروجين الأخضر
الموقع الجغرافي	القرب من أوروبا وساحل يتجاوز 1200 كم	تسهيل التصدير وتعزيز مكانة الجزائر كمركز إقليمي.
الطاقات المتجددة	- سطوع شمسي يتجاوز 2000ساعة وقد يصل 3900ساعة؛ - إشعاع 1700ك.و.س/م^2/سنة شمالًا و 2263ك.و.س/م^2/سنة جنوبًا، مع وفرة طاقة الرياح مهمة.	توفير الكهرباء المتجددة اللازمة للإنتاج ودعم تنافسية الهيدروجين الأخضر.
البنية التحتية الطاقوية	شبكة كهرباء بطول 33533كم وشبكة واسعة للغاز	دعم الإنتاج والنقل والتوزيع، مع إمكانية تكييف البنية القائمة.
الموارد المائية	تحلية بنحو 2.1مليون م^3/يوم وأكثر من 200محطة لمعالجة المياه	توفير المياه للتحليل الكهربائي وضمان استدامة الإنتاج.
البحث والموارد البشرية	109مؤسسات للتعليم العالي:54جامعة، 9 مراكز جامعية، 11 مدرسة وطنية عليا، 35 مدرسة عليا	توفير الكفاءات والبحث والتطوير وتوطين تقنيات الهيدروجين.
النسيج الصناعي والخبرة	خبرة في الغاز والهيدروجين الرمادي والأمونيا واليوريا والتكرير والبتروكيماويات، وإنتاج الألواح الشمسية حتى 500ميغاواط/سنة	دعم بناء سلسلة قيمة محلية وتطوير التصنيع وخفض تكاليف الإنتاج.

المصدر: إعداد الباحثة اعتمادا على: (Ministère de l'Énergie et des Mines, 2023, pp. 7-11)

2.5.الرؤية الاستراتيجية وخارطة الطريق الوطنية للهيدروجين في الجزائر

أ.**الرؤية الاستراتيجية:** تتمثل رؤية الجزائر في التحول إلى فاعل إقليمي ودولي في إنتاج وتسويق الهيدروجين المتجدد والنظيف ومشتقاته، بالاعتماد على مزاياها الطبيعية والطاقوية والجغرافية، مع توجيه الإنتاج نحو السوق الوطنية و الأوروبية، بما يدعم تنويع الاقتصاد والتحول الطاقوي وتعزيز الأمن الطاقوي، و تترجم هذه الرؤية إلى مجموعة من الأهداف الكمية أهمها:إنتاج وتصدير 30-40TWhمن الهيدروجين المتجدد ومشتقاته بحلول2040، تغطية نحو10%من احتياجات السوق الأوروبية، تحقيق إيرادات محتملة تقارب10مليارات دولار، إنتاج حوالي10TWhمن الهيدروجين الأزرق لتلبية احتياجات السوق الوطنية، تنفيذ مشاريع تجريبية بمحللات كهربائية تتراوح قدرتها 2-50 MW. والجدير بالذكر، أن قيمة الاستثمارات المتوقعة لإنتاج كمية تراكمية من الهيدروجين الأخضر تبلغ40تيرواط ساعة في أفق سنة 2040، دون احتساب تكاليف تخزين الكهرباء والهيدروجين بنحو 24.8مليار دولار أمريكي(الشكل08):

الشكل08:تطور الاستثمارات اللازمة لإنتاج الهيدروجين الأخضر في أفق سنة 2040 (بملايين الدولارات الأمريكية)



المصدر:(Ministère de l'Énergie et des Mines, 2023, p. 13)

يتضح من الشكل08 أن الاستثمارات اللازمة لإنتاج الهيدروجين الأخضر تتزايد تدريجيا خلال الفترة2023-2040، بالتوازي مع التوسع في قدرات الطاقة الشمسية والرياح والمحللات الكهربائية والنقل، وهو ما يساعد على تحقيق أهداف استراتيجية وآفاق مستقبلية تتمثل في:(Ministère de l'Énergie et des Mines, 2023, p. 15)

- تنويع إمدادات الطاقة، وتسريع التحول الطاقوي، وتعزيز الأمن الطاقوي للبلاد على المديين المتوسط والطويل، إلى جانب خفض الانبعاثات الكربونية لمختلف قطاعات النشاط؛
- خفض الاستهلاك المحلي للطاقات الأحفورية، والحفاظ على الموارد الطاقوية للبلاد؛
- إنشاء منظومة ملائمة ومتكيفة لتطوير الهيدروجين المتجدد والنظيف،
- التحكم التكنولوجي والتقني في مختلف مراحل سلسلة قيمة الهيدروجين،
- الإرساء التدريجي لاقتصاد وطني للهيدروجين ومشتقاته مثل: الأمونيا واليوريا والميثانول والوقود الاصطناعي وغيرها، وإنشاء مركز (Hub) لإنتاج الهيدروجين وتصديره.

ب.خارطة الطريق الوطنية للهيدروجين الأخضر في الجزائر:تستند خارطة الطريق الوطنية لتطوير الهيدروجين إلى ستة (06) محاور رئيسية:

- ✓ **الإطار التنظيمي والمؤسساتي**:وضع أطر قانونية ومعيارية لتنظيم أنشطة الهيدروجين؛
- ✓ **رأس المال البشري**:تطوير الكفاءات والتكوين والبحث العلمي؛
- ✓ **التكامل الصناعي**:تطوير الصناعات والتجهيزات والخدمات المرتبطة بسلسلة القيمة؛
- ✓ **التمويل والتحفيز**:توفير آليات التمويل والحوافز الملائمة؛
- ✓ **التعاون الدولي**:تعزيز الشراكات ونقل التكنولوجيا والخبرة؛
- ✓ **سلسلة القيمة**:تطوير ونشر سلسلة قيمة الهيدروجين من الإنتاج إلى الاستخدام والتصدير.

وتتوزع مسؤولية تنفيذ خارطة الطريق بين وزارة الطاقة والمناجم، وزارة البيئة والطاقات المتجددة، وزارات التعليم العالي والتكوين والصناعة والمالية والشؤون الخارجية، كل حسب اختصاصه، كما تضطلع المحافظة للطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية بدور داعم في الجوانب الفنية والمتابعة، بما يساهم في تطوير سلسلة قيمة الهيدروجين في الجزائر.

3.5 المقترح الاستشرافي لتمويل الهيدروجين الأخضر بالصكوك الخضراء في الجزائر

أ. التوافق الزمني للصكوك الخضراء مع تطور مشاريع الهيدروجين الأخضر

تختلف الاحتياجات التمويلية باختلاف مراحل تطور اقتصاد الهيدروجين، مما يستدعي تكييف نوع الصك والجهة المصدرة مع طبيعة المشروع ودرجة نضجه،

وسنلخصها في الجدول (03):

الجدول (03): المقترح الاستشرافي لملاءمة مراحل تطوير الهيدروجين الأخضر في الجزائر مع إصدارات الصكوك الخضراء

المرحلة	الفترة	المشاريع المؤهلة والمستهدفة للتمويل	الصكوك المقترحة	أبرز الجهات المُصدرة المقترحة
التأسيس والمشروعات النموذجية	2023-2030	البنية التحتية والطاقة المتجددة والمشروعات التجريبية	الصكوك السيادية الخضراء وصكوك المؤسسات العمومية	وزارة المالية، سوناطراك، سونلغاز
التوسع التجاري	2030-2040	إنتاج المحللات الكهربائية محليا	صكوك الإجارة والاستصناع والمشاركة الخضراء	سوناطراك، سونلغاز، البنوك، الشركات الخاصة
التنافسية والتصدير	2040-2050	مشاريع النقل والتخزين والموانئ ومشتقات الهيدروجين	الصكوك الخضراء الدولية وصكوك المشروعات	الدولة، سوناطراك، المؤسسات المالية، المستثمرون والشركات الدولية

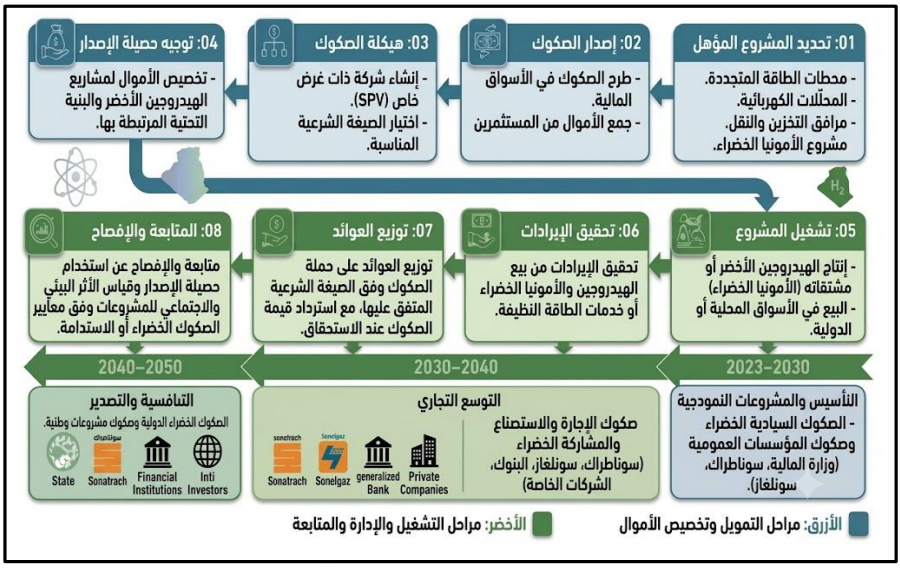
المصدر: إعداد الباحثة اعتمادا على: (Ministère de l'Énergie et des Mines, 2023) والدراسات السابقةالمتعلقة بالصكوك الخضراء وتمويل الطاقات المتجددة

يتضح من الجدول (03) أن توظيف الصكوك الخضراء في الجزائر يمكن أن يتم وفق نهج تمويلي مرحلي يتلاءم مع تطور مشاريع الهيدروجين واحتياجاتها الاستثمارية. ففي مرحلة التأسيس، تُوجه الصكوك السيادية وصكوك المؤسسات العمومية لتمويل البنية التحتية والطاقة المتجددة والمشاريع التجريبية، ثم تتوسع الإصدارات لتشمل صكوك الإجارة والاستصناع والمشاركة لتمويل الإنتاج والتصنيع المحلي. وفي مرحلة التنافسية والتصدير، يمكن توظيف الصكوك الخضراء الدولية وصكوك المشروعات لتمويل النقل والتخزين والموانئ ومشتقات الهيدروجين وجذب رؤوس الأموال الدولية، وبذلك يقوم المقترح على مواءمة نوع الصك والجهة المصدرة مع طبيعة المشروع ودرجة نضجه واحتياجاته التمويلية.

ب.آلية توظيف الصكوك الخضراء في تمويل مشاريع الهيدروجين الأخضر

لا يقتصر المقترح على تحديد نوع الصك، بل يقوم على مسار تمويلي متكامل يبدأ بتحديد المشاريع المؤهلة وفق معايير بيئية واضحة، ثم اختيار هيكل الصك وإصداره، وتوجيه حصيلته للمشروع المستهدف، وصولا إلى المتابعة والإفصاح وقياس الأثر البيئي، كما يوضح الشكل09:

الشكل09: المقترح الاستشرافي لتوظيف الصكوك الخضراء في تمويل اقتصاد الهيدروجين الأخضر في الجزائر



المصدر: إعداد الباحثة اعتمادا على: (Ministère de l'Énergie et des Mines, 2023) والدراسات السابقةالمتعلقة بالصكوك الخضراء وتمويل الطاقات المتجددة

يوضح الشكل09 أن توظيف الصكوك الخضراء لتمويل اقتصاد الهيدروجين الأخضر في الجزائر لا يقتصر على عملية الإصدار وتوفير الموارد المالية، وإنما يقوم على مسار تمويلي متكامل يربط بين التأهيل البيئي للمشروعات، والإطار التنظيمي الحاكم للصكوك الخضراء، وهيكلتها وإصدارها، ثم تخصيص حصيلتها ومتابعة استخدامها. ويعكس هذا التسلسل أهمية الانتقال من مجرد تعبئة التمويل إلى ضمان توجيهه الفعلي نحو الأغراض الخضراء المحددة، بما يعزز مصداقية الأداة التمويلية ويحد من مخاطر الاستخدام غير الملائم للحصيلة.كما يبرز الشكل أهمية الحوكمة والشفافية باعتبارهما عنصرين ملازمين لدورة الصكوك الخضراء، من خلال الإفصاح عن كيفية استخدام الأموال، ومتابعة تنفيذ المشروعات، والتحقق من مدى توافقها مع الأهداف البيئية المحددة، وصولا إلى قياس الأثر المتحقق والإبلاغ عنه. ويسمح هذا النهج بإنشاء آلية رقابية مستمرة تجعل التمويل مرتبطا بالنتائج الفعلية للمشروعات وليس بمجرد تعبئة الموارد.

ج. متطلبات وتحديات تفعيل المقترح الاستشرافي في الجزائر

يتطلب تجسيد المقترح تهيئة بيئة مؤسسية وتشريعية محفزة للصكوك الخضراء، تقوم على وضوح المعايير، وفعالية الحوكمة والإفصاح، وتطوير الكفاءات، وتشجيع الإصدارات المحلية والدولية؛ غير أن ذلك يظل مرتبطا بقدرة الجزائر على تجاوز حداثة سوق الصكوك الخضراء، ومحدودية الخبرة المتخصصة، واستقطاب المستثمرين، بما يضمن تحويل الأداة من خيار تمويلي مقترح إلى آلية قابلة للتطبيق لدعم اقتصاد الهيدروجين الأخضر.

6.الخاتمة:

يكتسب الهيدروجين الأخضرأهمية متزايدة كأحد مسارات التحول الطاقوي، غير أن تطويره يتطلب استثمارات كبيرة ومصادر تمويل طويلة الأجل. وانطلاقا من ذلك، بحثت الدراسة إمكانية توظيف الصكوك الخضراء لتمويل اقتصاد الهيدروجين الأخضر في الجزائر في ضوء الاستراتيجية الوطنية لتطوير الهيدروجين (2023–2050)، وتوصلت إلى النتائج التالية:

1.6 نتائج الدراسة:

- ✓ أظهرت النتائج انتقال الهيدروجين الأخضر من مجرد توجه مستقبلي إلى مسار استثماري عالمي متنامي، إذ تشير التقديرات إلى امتداده نحو أفق 2050، مع بلوغ السوق 21.69 مليار دولار بحلول 2029 واستثمارات معلنة بنحو 680 مليار دولار حتى 2030؛
- ✓ تكشف فجوة تكاليف إنتاج الهيدروجين الأخضر بين مناطق العالم، الممتدة من2–12 دولارا/كغH_2 عن تحدي حاسم للتنافسية، يجعل توفير تمويل طويل الأجل ومبتكر شرطا أساسيا لتسريع الانتقال من المشاريع الواعدة إلى مشروعات قابلة للتنفيذ والاستدامة؛
- ✓ تكشف قراءة واقع الصكوك الإسلامية الخضراء عالميا عن اتجاه تصاعدي في الإصدارات خلال 2017–2024، بما يعكس تنامي دورها في تمويل الاقتصاد الأخضر المستدام؛
- ✓ تؤكد مقومات الجزائر امتلاكها قاعدة واعدة لتطوير الهيدروجين الأخضر، مدعومة بإشعاع شمسي يصل إلى 2263ك.و.س/م^2/سنة جنوبا وشبكة كهرباء تتجاوز 33533كم؛
- ✓ تستهدف الاستراتيجية الوطنية للهيدروجينإنتاج30–40تيرواط ساعة بحلول 2040باستثمارات تقدر 24.8مليار دولار،مما يبرز ضخامة الاحتياجات التمويلية للقطاع؛

- ✓ يتيح المقترح الاستشرافي توظيف الصكوك الخضراء ضمن مسار تمويلي مرحلي، يبدأ بالبنية التحتية والمشروعات التجريبية، ويتدرج نحو الإنتاج والتصنيع ثم النقل والتصدير، بما يتلاءم مع طبيعة المشروع ودرجة نضجه واحتياجاته التمويلية.
- ✓ يرتبط نجاح وفعالية المقترح الاستشرافي بإرساء الحوكمة والشفافية وقياس الأثر، كما يتطلب إطارا تشريعيا ومؤسسيا وخبرات متخصصة لاستقطاب رؤوس الأموال.

وبناء على هذه النتائج، تؤكد الدراسة صحة الفرضيات الثلاث؛ إذ أثبتت النتائج تنامي اقتصاد الهيدروجين الأخضر واحتياجاته التمويلية، وأكدت ملاءمة الصكوك الخضراء لتمويل مشروعاته في ظل توافر الأطر الملائمة، كما أظهرت امتلاك الجزائر مقومات تسمح بتوظيف هذه الأداة في دعم تنفيذ استراتيجيتها الوطنية، شريطة تهيئة البيئة القانونية والمؤسساتية والمالية والرقابية المناسبة.

2.6 التوصيات:

- ➢ إرساء إطار قانوني وتنظيمي للصكوك الخضراء في الجزائر، مع الاستفادة من تجربتي ماليزيا وإندونيسيا في التصنيف والحوكمة والإفصاح والرقابة؛
- ➢ إدماج الصكوك الخضراء تدريجيا في تمويل الاستراتيجية الوطنية للهيدروجين، بدءا بالبنية التحتية والطاقة المتجددة والمشروعات التجريبية، ثم الإنتاج والتصنيع والنقل والتصدير؛
- ➢ نشر ثقافة الصكوك الخضراء وتطوير الكفاءات الوطنية، مع تشجيع المؤسسات العمومية والخاصة على الإصدار، وتعزيز الشفافية وتتبع حصيلة الصكوك وقياس الأثر البيئي.

7. قائمة المراجع:

1.7المراجع باللغة العربية:

المقالات:

إيمان زلماط، و آسيا لعمراني. (2025). الهيدروجين الأخضر كطاقة بديلة: مقاربة استشرافية لتحقيق الأمن الطاقوي الجزائري. مجلة أبحاث قانونية و سياسية، 10(02)، 72-94.

راضية لسود. (2020). الصكوك الإسلامية الخضراء نموذج واعد للتمويل الإسلامي عرض لبعض التجارب الدولية. مجلة نور للدراسات الاقتصادية، 06(10).

سعيدة طيب. (2025). الهيدروجين الاخضر كحامل للطاقة المستدامة في الجزائر. المجلة الجزائرية للعلوم الاجتماعية والإنسانية، 13(01)، 140-159.

سفيان عمراني. (2025). الهيدروجين الأخضر كخيار استراتيجي لتعزيز مسار الانتقال الطاقوي في الجزائر. مجلة البحوث الاقتصادية المتقدمة،، 10(01)، 156-174.

شاهد حسن، و رامي شبانة. (2021). الاقتصاديات والموارد المحتملة لإنتاج الهيدروجين في المملكة العربية السعودية. مركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية، 10.

مصطفى محمود عبد السلام. (2023). آلية مقترحة لتمويل الطاقة المتجددة من خلال الصكوك الاسلامية الخضراء. المجلة الجزائرية للتنمية الاقتصادية، 10(01)، 75-92.

التقارير:

المركز الإحصائي لدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية. (2022). الهيدروجين... كمصدر وناقل للطاقة النظيفة المستدامة في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية. سلسلة أبعاد معلوماتية ومعرفية

2.7 المراجع باللغة الأجنبية:

المقالات:

Aminin, R., & Khayati, I. (2025). Analisis peran Green Sukuk dalam pembiayaan sektor renewable energy di Indonesia untuk mendukung pencapaian Net Zero Emission. Musyarakah: Journal of Sharia Economics, 05(02), 105-124.

Dwiprigitaningtias, I., Al-Johani, M., & Ahmad, O. (2025). The role of green sukuk in financing renewable energy projects in Indonesia: A legal and financial framework analysis. Sharia Oikonomia Law Journal, 03(04), 356-372.

Ihsan, M. (2025). Efektivitas green sukuk sebagai instrumen keuangan syariah dalam mitigasi perubahan iklim. Journal of Islamic Finance and Syariah Banking, 03(01), 10-25. https://doi.org/10.63321/jifsb.v3i1.116 .

Kourad, F., Rezzaz, R., Letaief, A., & Grinat, M. (2026). The Algerian economy and investment prospects in green hydrogen projects. Lex Localis – Journal of Local Self-Government, 24(02), 275-287.

Nisa, H., Ahmadan, D., C. K., I., Hidayani, & Pebrikarlepi, E. (2025). Implementation of green sukuk in financing renewable energyprojects in Indonesia. Elqish. Journal Islamic of Economics, 05(02), 158–164. https://doi.org/10.33830/elqish.v5i2.13569.2025.

التقارير:

(IFSB). (2025). Islamic financial services industry stability report 2025: Navigating shallow waters: Addressing structural vulnerabilities and shoring up resilience to global shocks.

Hydrogen Council & McKinsey & Company. (2024). Hydrogen Insights September 2024.

International Energy Agency. (2026). Global Hydrogen Review 2026.

International Renewable Energy Agency (IRENA). (2024). Shaping sustainable international hydrogen value chains

Green Hydrogen Organisation. (2023, December). Green hydrogen standard 2.0: The global standard for green hydrogen and green hydrogen derivatives

Ministère de l'Énergie et des Mines. (2023). Stratégie nationale de développement de l'hydrogène en Algérie. Direction des Études et de la Prospective.

المواقعالإلكترونية:

- [IRENA]. (2026). Hydrogen. Consulté le 07 10, 2026, sur https://www.irena.org/EnergyTransition/Technology/Hydrogen?u

Dolf , G., Priyank , L., & Silvia , C. (2023, 4 21). Unleashing the power of hydrogen for the clean energy transition. Consulté le 7 11, 2026, sur https://blogs.worldbank.org/en/energy/unleashing-power hydrogen-clean-energy-transition

Inkwood Research. (2026). GLOBAL GREEN HYDROGEN MARKET FORECAST 2026-2034. Consulté le 08 25, 2026, sur https://www.inkwoodresearch.com/reports/global-green hydrogen-market-size/?srsltid=AfmBOopIm DFcknMUpXJAQrwx7YQ5daUFf-tcYRmzVlNzjS6khZ_Ypet

Market Data Forecast. (2024). Green hydrogen market size, share, & trends analysis report by technology, by application, by end-user, and region - industry forecast from 2024 to 2029. Récupéré sur https://www.marketdataforecast.com/markereports/greenhydrogen-market , accessed: 25/08/2026.

U.S. Department of Energy [DOE]. (2026). Récupéré sur https://www.energy.gov/cmei/fuels/systems-development-and-integration-energy-storage-and-power-generation?