وزارة التعليـــــــــم العالـــــــــــي والبحـــــــــث العلمـــــــي

جامعـــــة الشهيد الشيخ العربـــي التبســـي -تبســـة-

كلية العلوم الإقتصادية، العلوم التجارية وعلوم التسيير

قسم: العلوم الإقتصادية

الرقم التسلسلي:...../2023

مذكرة مقدمة لاستكمال متطلبات شهادة ماستر أكاديمي (ل م د)

فرع: العلوم الإقتصادية

التخصص: إقتصاد نقدي وبنكي

تمويل الصناعات الهيدروجينية ومستقبل الإستثمار الأخضر

-دراسة تحليلية لتجارب دولية-

من إعداد:

- برقيق منال
- بشاغة فاطمة

إشراف الأستاذ:

- د. عبد المالك مهري

أعضاء لجنـــة المناقشـــة:

الاســـم واللقـــــب	الرتبـــة العلميـــة	الصفـــــــة
د. قحايرية سيف الدين	أستاذ محاضر –ا–	رئيســـــــا
د. عبد المالك مهري	أستاذ محاضر –أ–	مشرفـــا ومقـــررا
د. عثمانية عثمان	أستاذ محاضر –أ–	عضوا مناقشـــا

السنـــة الجامعية: 2022-2023

الـشكـر

أشكر الله على توفيقه لإتمام هذه الدراسة، وأشكر الأستاذ المشرف الدكتور عبد المالك مهري على ثقته في قُدراتي، على مساعدته لي، على تشجيعه لي، على نصائحه، وعلى مجهوداته معي وتتبعي في كل خطوة من البداية إلى غاية إتمام هذه الدراسة جزاكَ الله كل خير.

برقيق منال.

الإهداء

أُهدي هذا العمل لأبي وأمي وأخواتي وكل أفراد عائلتي.

وأُهدي هذا العمل لأستاذي المُحترم عبد المالك مهري.

برقيق منال.

الإهداء

إلى كل من علمني حرفا في هذه الدنيا الفانية

إلى أمي وأبي اللذين ساعداني طيلة حياتي

إلى إخوتي مسند كتفي

إلى كل من ساهم في كوني هنا الآن ولو بكلمة

أهدي هذا العمل المتواضع

وأسأل الله أن يكون يافعا لكل طالب علم

بشاغة فاطمة.

الملخص:

جاءت هذه الدراسة باحثة في إشكالية مفادها، كيف سيساهم تمويل الصناعات الهيدروجينية في تعزيز مستقبل الإستثمار الأخضر دوليا؟ حيث كان الغرض منها توضيح أساسيات كل من الصناعات الهيدروجينية، الإستثمار الأخضر والتمويل الأخضر، إضافة لتسليط الضوء على مُستقبل الإستثمار الأخضر دولياً ودور الصناعات الهيدروجينية المحتمل في ذلك. وبالإعتَماد على المنهج الوصفي التحليلي، توصلت هذه الدراسة إلى نتائج عدة أهمها، أن الهيدروجين الأخضر هو أنجع الأنواع كونه يُحقق أقصى حماية بيئية، إضافة إلى أن تمويل مشروعاته يُحقق منافع إقتصادية منها وبيئية في العديد من الدول المطبقة لها.

الكلمات المفتاحية: الهيدروجين، الصناعات الهيدروجينية، الإستثمار الأخضر، التمويل الأخضر.

Abstract:

This study poses and focuses on the following main problem: **How will financing hydrogen industries contribute to enhancing and promoting the internationally future of green investment?**. With the principle aim of knowing the outlook and future of green investment internationally and the potential role of hydrogen projects in that, and learn about the fundamentals and basics of hydrogen industries, green investment and green finance. So in this study was used the descriptive analytical method.

Finally, this study reached several results and the most important of which are: the green hydrogen has proven to be more efficient than the other hydrogen types (**because it achieves maximum environmental protection & contributes to environmental sustainability)**, and many countries have developed their own hydrogen strategy and funded several such projects.

Keywords: The hydrogen, The hydrogen industries, The green investment, The green finance.

الشكر...../

الإهداء ...../

ملخص...../

الفهرس..... I

قائمة الجداول.....VI

قائمة الأشكال VIII

قائمة الإختصارات.....XI

قائمة الملاحق.....XIII

مقدمة عامة..... أ - ي

الفصل الأول: الإطار النظري للدراسة

مقدمة الفصل الأول: 12

المبحث الأول: مفاهيم عامة حول الصناعة الهيدروجينية..... 13

المطلب الأول: ماهية الهيدروجين. 13

1-تعريف الهيدروجين:..... 13

2-أنواع الهيدروجين:..... 15

3-خصائص إستخدام الهيدروجين كمصدر طاقوي:..... 19

المطلب الثاني: إستخدامات طاقة الهيدروجين إقتصاديا..... 19

المطلب الثالث: إنتاج وتخزين ونقل الهيدروجين. 22

1-إنتاج الهيدروجين: 22

2-تخزين الهيدروجين: 24

3-نقل الهيدروجين: 25

المبحث الثاني: مفاهيم عامة حول الإستثمار الأخضر. 27

المطلب الأول: مفهوم الإستثمار الأخضر. 27

1-تعريف الإستثمار الأخضر: 27

2-خصائص الإستثمار الأخضر: 30

المطلب الثاني: منافع الإستثمار الأخضر. 30

المطلب الثالث: متطلبات إستراتيجيات الإستثمار الأخضر. 35

المبحث الثالث: مفاهيم عامة حول التمويل الأخضرِ. 37

المطلب الأول: مفهوم التمويل الأخضر. 37

1-تعريف التمويل الأخضر: 37

2-خصائص التمويل الأخضر: 39

المطلب الثاني: أنواع التمويل الأخضر. 40

1-السندات الخضراء (Green bonds): 41

2-القروض الخضراء (Green loans): 42

3-بطاقات الإئتمان الخضراء (Green credit cards): 43

4-الرهون العقارية الخضراء (Green mortgages): 43

المطلب الثالث: مجالات التمويل الأخضر. 47

1-الطاقات المتجددة (Renewable energy): 47

2-المباني الخضراء (Green buildings): 48

3-إدارة النفايات (Trash management): 49

4-النقل المستدام (Sustainable transportation): 49

5-الزراعة المستدامة (Sustainable agriculture): 50

خاتمة الفصل الأول: 51

الفصل الثاني: الإطار التطبيقي للدراسة

مقدمة الفصل الثاني: 53

المبحث الأول: إقتصاد الهيدروجين وتمويل الصناعات الهيدروجينية. 54

المطلب الأول: واقع إقتصاد الهيدروجين وآفاقه. 54

1-البيانات التجارية للهيدروجين:... 54

2-الطلب على الهيدروجين:... 55

3-إيرادات إقتصاد الهيدروجين:... 59

4-إستهلاك الهيدروجين:... 60

المطلب الثاني: تمويل الصناعات الهيدروجينية في أستراليا. 64

1-مبادرات أستراليا لتمويل الصناعات الهيدروجينية:..... 65

2-مشاريع تمويل الصناعات الهيدروجينية في أستراليا:... 66

المبحث الثاني: المشاريع المستقبلية لتمويل الصناعات الهيدروجينية. 77

المطلب الأول: المشاريع المستقبلية للدول الرائدة في تمويل الصناعات الهيدروجينية. 77

1-جمهورية الصين الشعبية:... 77

2-اليابان:... 80

3-أستراليا:..... 84

4-فرنسا:..... 89

5-ألمانيا:..... 93

6-المملكة المتحدة:..... 95

7-كوريا الجنوبية:... 98

8 الولايات المتحدة الأمريكية:..... 99

المطلب الثاني: المشاريع المستقبلية للدول النامية في تمويل الصناعات الهيدروجينية.....101

1-النرويج:..... 101

2-كندا:..... 103

3-مصر:..... 105

4-المغرب:.....107

5-جنوب إفريقيا:... 110

المبحث الثالث: جهود الجزائر لتمويل الصناعات الهيدروجينية.....113

المطلب الأول: جهود الجزائر للتحول إلى الطاقات المتجددة. 114

1-فعاليات الجزائر في الطاقات المتجددة:.....114

2-مشاريع وصفقات الطاقات المتجددة في الجزائر:.....124

3-حصيلة الجزائر من إنجازات متعلقة بالطاقات المتجددة لسنة 2021: 127

المطلب الثاني: المشاريع المستقبلية لتمويل الصناعات الهيدروجينية في الجزائر. 127

1-تصريحات المسؤولين والخُبراء المتعلقة بإنتاج الهيدروجين:.....127

2- شَراكات الجزائر مع دولٍ أجنبية في مجال إنتاج الهيدروجين (المشاريع المستقبلية): 129

خاتمة الفصل الثاني:.....133

خاتمة عامة:.....134

المصادر والمراجع.....140-146

الملحق رقم (01) 147

الجدول رقم 01: الطلب المتوقع على الهيدروجين في فرنسا في سنة 2030 حسب القطاع. 56

الجدول رقم 02: الطلب العالمي المتوقع على الهيدروجين وفق سيناريو التنمية المستدامة (2019-2070) حسب القطاع..... 58

الجدول رقم 03: أعلى خمس أسهم هيدروجين للشراء في العالم لسنة 2023..... 59

الجدول رقم 04: إستهلاك الهيدروجين في كل أنحاء العالم في سنة 2020..... 60

الجدول رقم 05: عدد مصانع إنتاج الهيدروجين الأخضر في العالم (إعتباراً لسنة 2022). 63

الجدول رقم 06: مبادرات أستراليا لتمويل الصناعات الهيدروجينية. 65

الجدول رقم 07: الطلب والعرض التقديري للهيدروجين في اليابان في إطار (Vision 2050) 80

الجدول رقم 08: الطاقة المتوقعة المطلوبة لقطارات الهيدروجين في اليابان في الفترة (2025-2050). 83

الجدول رقم 09: سيناريو إستراتيجية الهيدروجين الأسترالية لسنة 2030. 86

الجدول رقم 10: سيناريو إستراتيجية الهيدروجين الأسترالية لسنة 2050. 87

الجدول رقم 11: سيناريو (Ambition 2030 &Ambition 2030+) وفق إستراتيجية فرنسا للهيدروجين. 90

الجدول رقم 12: أهداف 2040 (South Korea vision) 98

الجدول رقم 13: تقديرات تكاليف نظام التحليل الكهربائي وكفاءة عملية التحليل الكهربائي لإنتاج الهيدروجين وفق إستراتيجية الهيدروجين النرويجية 102

الجدول رقم 14: فُرص الهيدروجين حسب إستراتيجية كندا. 104

الجدول رقم 15: تصدير الهيدروجين والوقود الإصطناعي التقديري في المغرب في إطار(vision 2050) 108

الجدول رقم 16: تقييم إمتصاص الهيدروجين الأخضر والوقود الإصطناعي أثناء النقل وفق (Vision 2050)..... 109

الجدول رقم 17 : اللَبِنَات الأساسية لمجتمع الهيدروجين في جنوب إفريقيا (2021-2040).....111

الجدول رقم 18: المساعدات المالية الممنوحة لِمنتجي الطاقة الحرارية الشمسية مع نِظام الغاز الشمسي الهجين. 115

الجدول رقم 19 : تعريفة التغذية المرتبطة بتوليد الكهرباء الذي مصدره الطاقة المتجددة في الجزائر.....117

الجدول رقم 20: أهداف الطاقة المتجددة لإنتاج الكهرباء في البرنامج الوطني الجزائري للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة (2015-2030).....118

الجدول رقم 21: إمكانات وقدرة الجزائر على الطاقة الشمسية في الفترة الممتدة بين 2012-2021. 122

الجدول رقم 22: كمية الهيدروجين التقديرية التي ستحل محل جزء من إستهلاك الغاز الطبيعي في محطات توليد الكهرباء الجزائرية (2021-2050). 131

قائمة أشكال الفصل الأول

الشكل رقم:01 أساسيات كل من الهيدروجين الأخضر، الرمادي والأزرق. 16

الشكل رقم 02: أنواع الهيدروجين وطريقة الحصول عليها. 18

الشكل رقم 03: مقارنة بين الهيدروجين الأخضر، الأزرق، الرمادي والفيروزي. 18

الشكل رقم 04: إستخدامات الهيدروجين. 21

الشكل رقم 05: مرحلة إنتاج، تخزين، نقل واستعمال الهيدروجين. 26

الشكل رقم 06: منافع الإستثمار الأخضر في المشاريع البيئية. 31

الشكل رقم 07 : تعريف البنوك الخضراء. 45

قائمة أشكال الفصل الثاني

الشكل رقم 01: الطلب المتوقع على الهيدروجين في فرنسا في سنة 2030 حسب القطاع. 57

الشكل رقم 02: إستهلاك الهيدروجين في كل أنحاء العالم في سنة 2020. 62

الشكل رقم 03: عدد مصانع إنتاج الهيدروجين الأخضر في العالم (إعتباراً لسنة 2022). 64

الشكل رقم 04: موقع بناء منشأة إنتاج الهيدروجين في (Dongara). 73

الشكل رقم 05: المصنع التجريبي في .(Gladstone) 76

الشكل رقم 06: الطاقة المتوقَعة المطلوبة لقطارات الهيدروجين في اليابان في الفترة (2025-2050). 84

الشكل رقم 07: سيناريو (Ambition 2030 & Ambition 2030+)وفق إستراتيجية فرنسا للهيدروجين. 91

الشكل رقم 08: الأقسام والمراكز الفرنسية التي في حاجة للهيدروجين من أجل الصناعة والنقل وفق سيناريو (Ambition 3030)..... 92

الشكل رقم 09: خريطة توضيحية لمراكز إنتاج الهيدروجين وخطوط الأنابيب لنقله في إطار الإستراتيجية الألمانية. 94

الشكل رقم 10: القدرة التمويلية وتفاصيل كل من المشاريع الخمس (Dolphyn, Hynet, Hyper Acron,Gigastack)..... 97

الشكل رقم 11: مدينة الهيدروجين في تكساس.....101

الشكل رقم 12 : المساعدات المالية الممنوحة لمُنتجي الطاقة الحرارية الشمسية مع نِظام الغاز الشمسي الهجين. 116

الشكل رقم 13: أهداف الطاقة المتجددة لإنتاج الكهرباء في البرنامج الوطني الجزائري للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة (2015-2020).....119

الشكل رقم 14: أهداف الطاقة المتجددة لإنتاج الكهرباء في البرنامج الوطني الجزائري للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة (2021 2030). 120

الشكل رقم 15: أهداف الطاقة المتجددة لإنتاج الكهرباء في البرنامج الوطني الجزائري للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة (2015-2030).....121

الشكل رقم 16: إمكانات وقدرة الجزائر على الطاقة الشمسية في الفترة الممتدة بين (2012-2021). 123

الشكل رقم 17: خريطة سنوية للرياح في 10 متر إرتفاع على سطح الأرض.....124

الشكل رقم 18 :كمية الهيدروجين التقديرية التي ستحل محل جزء من إستهلاك الغاز الطبيعي في محطات توليد الكهرباء الجزائرية (2021-2050). 132

الاختصارات والرموز:	الدلالة والتوضيح باللغة العربية:
ATR	الصلح الحراري التلقائي.
ARENA	وكالة الطاقة المتجددة الأسترالية.
AGN	شبكات الغاز الأسترالية.
CCUS	إستخدام وتخزين الكربون.
COP16, 21, 24, 26, 27	مؤتمر الأطراف (16،21، 24، 26و27.(
CAGR	معدل نمو سنوي مركب.
ESG	البيئة، الحوكمة والجانب الاجتماعي.
GLP	أساسيات ومبادئ القروض الخضراء.
GCBLX	صندوق القرض الأخضر المتوازن.
GL	جالون.
GT	جيغا طن.
GW	جيغا واط.
GJTH	جيغا جول حراري.
H2	الهيدروجين.
ICBC	البنك الصناعي والتجاري الصيني.
JPY	الين الياباني.
Ktpa	كيلو طن في السنة.

Km^3	كيلو متر مكعب.
Kg	كيلو غرام.
Mmt	مليون طن متري.
MW	ميغا واط.
MT	مليون طن.
NEA	الإدارة الوطنية للطاقة.
NDRC	اللجنة الوطنية للتنمية والإصلاح.
Nm^3	متر مكعب.
PEC	الكهروكيميائية الضوئية.
CDER	مركز تنمية الطاقات المتجددة.
SMR	إعادة تشكيل غاز الميثان بالبخار.
STUD	جامعة سنغافورة للتكنولوجيا والتصميم.
TWh	تيرا واط ساعي.
TW	تيرا واط.
USD	دولار أمريكي.

رقم الملحق:	عنوان الملحق:	الصفحة:
01	لحظة توقيع مذكرة التفاهم بين شركة (Sonatrach) وشركة (VNG) الألمانية حول مشاريع إنتاج الهيدروجين.	148

تمهيد:

يتميزُ الهيدروجين كعنصرٍ وفيرٍ في الأرض بسمات أهلته ليكونَ بديلاً للوقود الأحفوري، كمصدر للطاقة. وذلك إعتماداً على إقامة مشاريع إستثمارية للطاقات المتجددة، في شكل صناعات مُختلفة. والتي تُعدُ الصناعات الهيدروجينية أبرزها، فهذه الأخيرة تقوم على ميزانيات كبيرة تحتاج تمويلات خاصة ومتخصصة.

1- الإشكالية والأسئلة الفرعية:

من خلال الطرح الذي سبق، يتم طرح الإشكالية الآتية: **"كيف سيساهم تمويل الصناعات الهيدروجينية في تعزيز مستقبل الإستثمار الأخضر دوليا؟"**

وللإلمام بهذه الإشكالية يتم طرح الأسئلة الفرعية الأتية:

1. فيما تتمثل وسائل تمويل مشاريع الصناعات الهيدروجينية؟
2. ما هي متطلبات تعزيز إستراتيجيات الإستثمار الأخضر؟
3. هل ستنجح الصناعات الهيدروجينية في تعزيز مُستقبل الإستثمار الأخضر؟
4. إلى أي مدى ستصمد فقاعة الطاقة الخضراء أمام طاقة الوقود الأحفوري؟

2- الفرضيات:

من خلال ما سبق، فإن الفرضية الرئيسية كإجابة مسبقة على الإشكالية المطروحة أعلاه كالأتي: "تمويل الصناعات الهيدروجينية من المحتمل أن يُساهم إلى حد كبير في تعزيز مُستقبل الإستثمار الأخضر من خلال تقليل البصمة الكربونية مما يُشجع المتعاملون الإقتصاديون على الإستثمار في المشاريع التي تعنى بحماية البيئة أكثر في كل أنحاء العالم".

وتنبثق من هذه الفرضية الرئيسية، فرضياتٌ فرعية وهي كالأتي:

1. تتمثل وسائل تمويل مشاريع الصناعات الهيدروجينية في: السندات الخضراء، الأسهم الخضراء والقروض الخضراء.

2. تتمثل متطلبات تعزيز إستراتيجيات الإستثمار الأخضر في نشر الوعي البيئي وإنتهاج الحكومة سياسة تحفيز جبائي لتشجيع المتعاملون الإقتصاديون على هذا النوع من الإستثمارات.

3. من شأن الصناعات الهيدروجينية أن تَعزز مستقبل الإستثمار الأخضر، بتحقيقها فوائد عدة تَشجع أكثر على هذا النوع من الإستثمارات.

4. أثبتت الأحداث السائدة حالياً عجز الإعتماد على الطاقات المتجددة كبديلٍ للطاقة التقليدية.

3- أهمية الدراسة:

تكمن أهمية الدراسة في الأهمية البالغة لموضوع تمويل الصناعات الهيدروجينية، كونهُ حديث الساعة دولياً ويعطي قيمة مضافة ويسد فجوات بحثية في الدراسات السابقة. فالدراسة تَسلط الضوء على أهم المسائل التي تَهم الرأي العام وصانعوا السياسات، ألا وهي تحقيق منافع إقتصادية مع مراعاة الإستدامة البيئية.

فضلاً عن أهمية الموضوع، فهو أيضا يحتل مكانة هامة في كُليتنا. كونه يعتبر من المواضيع الجديدة في الجزائر.

4- أهداف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى ما يلي:

- التعرف على أبرز المفاهيم المرتبطة بالصناعات الهيدروجينية والإلمام بأحدث التقنيات المستخدمة في الوقت الحالي لذلك.
- التعرف على المفاهيم الأساسية للإستثمار الأخضر.
- التعرف على المفاهيم الأساسية للتمويل الأخضر.

- الوقوف على واقع إقتصاد الهيدروجين ومدى مساهمة تمويل المشاريع الهيدروجينية في تحقيق نفعٍ إقتصادي وبيئي.

5- دوافع إختيار الموضوع:

هناك عدة دوافع أدت لإختيار هذا الموضوع، مُنقَسِمةً بين دوافعٍ ذاتية وأخرى موضوعية. وهي كالأتي:

الدوافع الذاتية تتمثل في:

- موضوع الدراسة ينصَّب ويتوافق مع التخصص العلمي (الإقتصاد النقدي والبنكي).
- الرغبة في دراسة المواضيع التي تربط بين الإقتصاد والبيئة (كميول شخصي).
- دفعت بي الحرب الروسية الأوكرانية للبحث في حقيقة كلٍ من الطاقة الخضراء والإقتصاد الأخضر.

الدوافع الموضوعية تتمثل في:

- القيمة العلمية للموضوع كونه مبتكَر، ويقدم قيمة مضافة ويسد فجوات علمية.
- الموضوع يعتبر حديث الساعة.
- توفر المصادر والمراجع فيه بحداثة كبيرة (تحديداً باللغة الإنجليزية).
- يتناسب والدرجة العلمية المراد الحصول عليها.

6- منهج الدراسة:

في هذه الدراسة تم إستخدام كل من المنهج التاريخي والمنهج الوصفي، وكان ذلك على وجه الخصوص كالأتي:

أُستُخدمَ المنهج التاريخي في الفصل الأول وذلك بالرجوع لفترات سابقة وذكر نشأة وتطور الهيدروجين والصناعة الهيدروجينية، وكذلك تاريخ نشأة الإقتصاد الدائري.

وأُستُخدمَ المنهج الوصفي في الفصل الأول لوصف الظواهر ونقل الأقوال والتصريحات وكذلك في الفصل الثاني، إضافةً إلى أنه أُستُخدمَ المنهج الوصفي التحليلي لإتمام الجزء التطبيقي لهذه الدراسة.

7- الحدود المكانية والزمانية للدراسة:

اقتصرت هذه الدراسة على عرض أهم التجارب الدولية لتمويل الصناعات الهيدروجينية، والتي تمثلت في (تجربة الصين، اليابان، أستراليا، فرنسا، ألمانيا، المملكة المتحدة، كوريا الجنوبية، الولايات المتحدة الأمريكية، النرويج، كندا، مصر، المغرب وجنوب إفريقيا).وإسقاط البعض منها على الجزائر.

أما الحدود الزمانية لهذه الدراسة لقد خصّت السنوات الأخيرة (2017-2023) وبشكل أكبر على الفترة الممتدة بين (2020-2023). كونَ إقتصاد الهيدروجين وتمويل الصناعات الهيدروجينية يعتبر أمر حديث.

8- صعوبات الدراسة:

تتمثل أبرز الصعوبات التي واجهت إجراء هذه الدراسة في ما يلي:

- عدم إتاحة أغلب الإحصائيات التي تَعتبر في غاية الأهمية لهذه الدراسة بصفة مجانية.
- وجود تضارب في الإحصائيات وذلك كان في (المبالغ التي موِلَت بها بعض مشاريع الصناعات الهيدروجينية) وأيضا في (إحصائيات الجزائر المتعلقة بالطاقات المتجددة).

9- هيكل الدراسة:

قُسمَت الدراسة المعنونة ب: تمويل الصناعات الهيدروجينية ومستقبل الإستثمار الأخضر -دراسة تحليلية لتجارب دولية- إلى فصلين، بحيث الفصل الأول مُعنون بالإطار النظري للدراسة قُسمَ إلى ثلاث مباحث وهي كالأتي: مفاهيم عامة حول الصناعة الهيدروجينية، مفاهيم عامة حول الإستثمار الأَخضر ومفاهيم عامة حول التمويل الأخضرِ على الترتيب.

أما الفصل الثاني مُعنون بالإطار التطبيقي للدراسة قُسمَ إلى ثلاث مباحث وهي كالأتي: واقع إقتصاد الهيدروجين وتمويل الصناعات الهيدروجينية، المشاريع المستقبلية لتَمويل الصناعات الهيدروجينية وجهود الجزائر لتمويل الصناعات الهيدروجينية على الترتيب.

10- **الدراسات السابقة:**

هناك العديد من الدراسات السابقة التي لها علاقة بموضوع الدراسة الحالية، لكن أغلبها تطرقت للمتغيرين منفردين ولم تطرحهما وفق العلاقة (التي ربطت المتغيرين في الدراسة الحالية). وهذا ما جعل الدراسة الحالية تسد فجوة بحثية في الدراسات السابقة، وتمثلت هذه الأخيرة في ما يلي:

- **الدراسة الأولى:**

Study of Michael Ball and Marcel Weeda, Titled by: The hydrogen economy-vision or reality?. Published on 08 May 2015 in ELSEVIER magazine.

هدفت هذه الدراسة إلى توفير تغطية شاملة لأهم الجوانب المتعلقة بإستخدام الهيدروجين على نطاق واسع في نظام الطاقة.

فهذه الدراسة عرضت ما يلي:

- تحديات الطاقة ضمن السياق العالمي.
- الوقود الحيوي الغير تقليدي.
- مركبات خلايا وقود الهيدروجين.
- إنتاج وتوزيع الهيدروجين.
- تحدي البنية التحتية الهيدروجين وكيف يتم التغلب عليه.

هذه الدراسة إقتصرت على طرح أبرز ما تعلق بإقتصاد الهيدروجين في بدياته ولم تكن لها نتائج، فهي طرحت موضوع إقتصاد الهيدروجين في وقت سابق عن الديناميكية والرواج الذي يشهده الآن. لذلك فالدراسة الحالية تسد فجوة زمنية بإعادة طرح الموضوع لإدراج أبرز التطورات فيه بحداثة عالية.

- **الدراسة الثانية:**

Study of Michel Noussan and others, Titled by: The role of green and blue hydrogen in the energy transition a technological and geopolitical perspective. Published on 31 December 2020 in Sustainability magazine.

هدفت هذه الدراسة إلى التركيز على تحليل التحديات والفرص المتعلقة بالهيدروجين الأخضر والأزرق وأيضا التحديات التقنية والأثار الإقتصادية والجيوسياسية.

فهذه الدراسة عرضت ما يلي:

- الإستراتيجيات الوطنية لمزج الهيدروجين في شبكات الغاز الطبيعي (لكل من الصين، اليابان ...).
- تخزين وتوزيع الهيدروجين.
- الطلب على الهيدروجين من أجل الصناعة، النقل، المباني وتوليد الطاقة.
- أنواع (ألوان) الهيدروجين (الأزرق، الأخضر، الأصفر، الرمادي والتركوازي).

وأهم النتائج التي توصلت لها هذه الدراسة:

1. إن نجاح إقتصاد الهيدروجين المستقبلي يتطلب معالجة عدة جوانب، وذلك من خلال تحسين التقنيات لتزويد المستخدمين المهتمين بالهيدروجين.
2. تعقيد التقنيات على مُستويات مختلفة من سلسلة توريد الهيدروجين من شأنه أن يُؤدي إلى إنخفاض كفاءة الطاقة نسبيا
3. المهم هو تحديد الشفافية ومعايير وأهداف واضحة لتطوير مسارات الهيدروجين والتأثيرات المتوقَعة.

- **الدراسة الثالثة:**

Study of Christopher Len, Titled by: Development a global hydrogen economy from vision or reality, Research institute of national university of Singapore, Published on 28 October 2022.

هدفت هذه الدراسة لتتبع تطوير إقتصاد الهيدروجين عبر التاريخ، والإهتمام بدور الهيدروجين النظيف. إضافة إلى القضايا والإتجاهات المؤثرة على تطور إقتصاد الهيدروجين.

فهذه الدراسة عرضت ما يلي:

- الإهتمام التاريخي بإقتصاد الهيدروجين.
- تحليل مسارات مُختلفة لإنتاج الهيدروجين.
- دور الهيدروجين الموسع في إزالة الكربون وتحقيق أمن الطاقة.

وأهم النتائج التي توصلت لها هذه الدراسة هي:

- تطوير الهيدروجين العالمي له دور في دعم جدول الأعمال العالمي لإزالة الكربون.
- التعاون الدولي هو عبارة عن دعم لإقتصاد الهيدروجين العالمي.
- إقتصاد الهيدروجين النظيف يتطلب إستثمار تراكُمي يصل إلى 15 تريليون دولار أمريكي حتى سنة 2050.

– **الدراسة الرابعة:**

Study of Bahattin Tanç and others, Titled by: Overview of the next quarter century vision of hydrogen fuel cell electric vehicles. Published on 12 October 2018 in ELSEVIER magazine.

هدفت هذه الدراسة إلى التركيز على رؤية (Vision) الربُع قرن القادم لسيارات خلايا وقود الهيدروجين مع التوقعات المستقبلية للمراكز المالية بالتفصيل.

فهذه الدراسة عرضت ما يلي:

- خلايا الوقود .(Fuel cells)
- السيارات التي تعمل بخلايا الوقود.

- تحليل البنية التحتية والجوانب المستقبلية.

وأهم النتائج التي توصلت لها هذه الدراسة هي:

- بين سنة 2030 و2050 ستستمر مركبات خلايا وقود الهيدروجين في إرتفاع حجم الطلبِ عليها، في ظل تناقص تكاليف التكنولوجيا التي كانت باهضة الثمن.

– **الدراسة الخامسة:**

Study of Chawki Ameur Menard and others, Titled by: Hydrogen from thermal solar energy in Algeria. International conference on applied energy, Sweden, Published in 2019.

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم إمكانية إنتاج الهيدروجين من إعادة تشكيل غاز الميثان بالبُخار من خلالِ أنظمة الطاقة الشمسية الحرارية في الجزائر.

فهذه الدراسة عرضت ما يلي:

- تقنيات الطاقة الشمسية الحرارية من أجل إنتاج الهيدروجين.
- إمكانية إنتاج الهيدروجين من خلال .(Thermo-Chemical cycles)

وأهم النتائج التي توصلت لها هذه الدراسة هي:

- الطاقة الشمسية من أكثر الأشياء إثارة للإهتمام كمصدر طاقوي يساهم في إنتاج الهيدروجين النظيف.
- أفضل منطقة في الجزائر لإنتاج الهيدروجين من الطاقة الشمسية الحرارية هي مدينة تمنراست.
- تقعُ معظم المدن ذات الكفاءة في الجنوب الجزائري، بحيث هُناك الإشعاع الشمسي مُرتفع.
- الهيدروجين المنتَج من الطاقة الشمسية يُعتبر أفضلَ الحُلول لتحسين الناتج المحلي الجزائري، خاصةً في أزمة النفط وعدم إستقرار الطلب على الطاقة في السوق الدولية.

- **الدراسة السادسة:**

Study of Fan Fei, Titled by: Green investment and it's impact on high quality economic development. Published in 2022 in Frontiers in humanities and social sciences magazine.

هدفت هذه الدراسة إلى التعرف والتركيز على الإستثمار الأخضر وتأثيره على التنمية الإقتصادية عالية الجودَة، إضافةً للتعرف على أبرز الأدبيات ذات الصلة. ولقياس تأثير الإستثمار الأخضر تم إستخدام (Spatial weigh matrix & common panel model).

وأهم النتائج التي توصلت لها هذه الدراسة هي:

- مُستوى التنمية الإقتصادية عالية الجودة مرتفعٌ في الصين.
- وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين المحافظات والمدن.
- تأثير الإستثمار الأخضر في التنمية الإقتصادية عالية الجودة له علاقة مكانية معينة.

وأهم التوصيات التي قُدمت في هذه الدراسة هي:

- يجب على الحكومات صياغة تدابير تنمية إقتصادية عالية الجودة وتكون معقولة.
- يجب إفساح المجال كاملاً لمزايا الشرق وكذلك تعزيز تنمية الغرب.
- يجب الإستفادة بالكامل من التأثير المكاني الغير مباشر في الشرق مثل بكين، شناهاي وشنتشن.
- يجب على جميع المحافظات والمدن التركيز عن كَثب على إتجاه الإستثمار الأخضر، وتعزيز التعاون في الإستثمار الأخضر والتنمية الإقتصادية.
- يجب تشكيل شبكة صناعة خضراء.
- يجب إبتكار نماذج إستثمارية خضراء.

- **الدراسة السابعة:**

Study of Septiana Sari, Joko Setiyono, Titled by: The development of green investment and it's policies in the regulation of the Indonesian government, Published on 10 September 2022 in LamLaj magazine.

هدفت هذه الدراسة إلى دراسة تطور الإستثمار الأخضر في إندونيسيا والتعرف على سياسات الإستثمار الأخضر وفق تنظيم الحكومة الإندونيسية وسط النمو الإقتصادي الحالي. فهذه الدراسة إستخدمت الطُرق القانونية المعيارية والأحكام التي هي أساس الإستثمار الأخضر.

فهذه الدراسة عرضت ما يلي:

- تحليل ومناقشة تطوير الإستثمار الأخضر في إندونيسيا.
- العلاقة بين الإستثمار الأخضر، حماية البيئة والنمو الإقتصادي.
- سياسة الإستثمار الأخضر في لائحة الحُكومة الإندونيسية.

وأهم النتائج التي توصلت لها هذه الدراسة هي:

- نمو الإستثمار الأخضر في إندونيسيا لا يزالُ بطيئا مقارنة بالإستثمار التقليدي.
- مقدار الإستثمار في قطاع الطاقة المتجددة أصغر من الإستثمار غير المتجدد.

الفصل الأول
الإطار النظري للدراسة

مقدمة الفصل الأول:

يُعدُ التوجه نحو الصناعات الهيدروجينية توجهًا حديثًا لما له من منافع على إقتصاديات الدول المنتهجة لها، فهذه الصناعات تُجسد على أرض الواقع في شكل إستثمارات خضراء صديقة للبيئة، والتي بدورها تحتاج تمويلاً مُختلفًا.

من خلال ما سبق، سيتم التعرض في هذا الفصل إلى كل من الصناعات الهيدروجينية، الاستثمار الأخضر والتمويل الأخضر. من خلال تقسيمه إلى المباحث الآتية:

- **المبحث الأول:** مفاهيم عامة حول الصناعات الهيدروجينية.
- **المبحث الثاني:** مفاهيم عامة حول الاستثمار الأخضر.
- **المبحث الثالث:** مفاهيم عامة حول التمويل الأخضر.

المبحث الأول: مفاهيم عامة حول الصناعة الهيدروجينية.

إن تغيرات المناخ والضرر الذي تعانيه البيئة في العقود الأخيرة، جعل دول العالم في ضغوط متزايدة لمواجهة ذلك ساعين لإيجاد حلول متمثلة في طاقات بديلة للوقود الأحفوري. ومن أبرز هذه الحلول يوجد الهيدروجين كونه مصدر من مصادر الطاقة المتجددة.

وفي هذا المبحث سيتم التعرف على أبرز ما يتعلق بالهيدروجين كبديل طاقوي من جانب إقتصادي.

المطلب الأول: ماهية الهيدروجين.

الهيدروجين هو العنصر الكيميائي الأكثر وفرةً في الكون، فهو أول وأخف عنصر كيميائي في الجدول الدوري. يختص بأنه عديم اللون والرائحة في حالة الظروف الطبيعية.

1- تعريف الهيدروجين:

ولقد تم التعرف على الهيدروجين كعنصر كيميائي منفصلٍ من طرف هنري كافيندش سنة 1966، من خلال تفاعلات الزئبق مع الأحماض. ليعطيه لافوزيه الإسم الذي يعرف عليه الآن "الهيدروجين"، وكان أول إستخداماته كغازٍ في المناطيد.[1]

ينسب الإهتمام الكبير بإنشاء إقتصاد الهيدروجين إلى سبعينيات القرن الماضي، على وجه الخصوص للكيميائي الكهربائي جون بوكريس (John Bockris)الذي سبق وحذر من مخاطر أنشطة الإنسان على الكون وإنبعاثات الكربون في الجو، فهو من صاغ مصطلح إقتصاد الهيدروجين (hydrogen economy) في حديث له في المركز الفني لـ (General motors) ليكتب بعدها كتابه المتعلق بـ(Solar-hydrogen alternative)

[1] بدري عبد العزيز، **طاقة الهيدروجين كبديل طاقوي جديد في العالم وإمكانية إستخدامه كوقود في الجزائر**، أطروحة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه علوم في العلوم الإقتصادية، تخصص تحليل إقتصادي، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، 2018-2019، ص 70.

وأيضا قام باحث الفيزياء لورانس جون (Lawrence Jones) بالكتابة هو أيضا عن الجدوى الإقتصادية والتقنية ودفعة الرغبة في بناء إقتصاد مبني على إستهلاك وقود الهيدروكربون في قطاع نقلِ السيارات[1].

ولقد شهد الطلب العالمي على الهيدروجين النقي إرتفاع من 20 مليون طن في سنة 1975 ليصل إلى ما يفوق 70 مليون طن في سنة 2018، إلاّ أن الإستثمار في الهيدروجين تكبَّدَ أمور حدَّت من تسارعه. وتمثلت هذه الأخيرة في إكتشافات النفط الجديدة والتي أدت لإنخفاض أسعار النفط وإختفاء تخوّف الدول من هاجس أسعار النفط المرتفعة، فالأسعار المنخفضة للبترول في تلك الفترة عرقلت من إنتشار تقنيات الهيدروجين[2].

والتوجه الأساسي في التحول العالمي للطاقة هو الإستغلال المتسارع للتكنولوجيا الخالية من الإنبعاثات الكربونية، فمن المتوقع أن يعمل الهيدروجين على تغطية ما يقدر بـ 24% من إحتياجات العالم من الطاقة بحلول سنة 2050 وما يعادل 700 مليار دولار أمريكي من المبيعات، وتظل هذه التوقعات تتسارع إذ يتوقع السوق العالمي دخول 11,7 ترليار دولار أمريكي، وهذا الذي جعل منهم يتخذون الإستثمار في طاقة الهيدروجين كفرصة لا تعوض.[3]

فالهيدروجين يعتبر العنصر البارز والمرشح لكي يكون الفاعل في النهضة الإقتصادية المقبلة فيما يتعلق بالطاقة، فهو يعتبر مصدر لطاقة آمنة متجددة من شأنها أن تحفض الإستدامة وتقلل من الضرر على البيئة.

ففي ظل الأزمات المالية والإقتصادية التي شهدها العالم وأيضا ما تكبده العالم جراء جائحة كورونا، أدى لضرورة الأخذ بعين الإعتبار الطاقة الهيدروجينية كحلٍ للتخلصِ من تبعية الوقود الأحفوري (من غاز، نفط، بترول وفحم...) خاصةً كون هذه العناصر سالفة الذكر هي عناصر نفوذة ومحدودة ناهيك عن كونها مضرَّة بالبيئة وتسبب تلوثات خطيرة.

---

[1] Christopher Len, **Developing a global hydrogen economy: from vision to reality**, Researcher instute of national university of Singapore, 2022, p 02.

[2] Michel Noussan and others, **The role of green and bleu hydrogen in the energy transition - a technological and geopolitical perspective**, Sustainability, 2021,pp 01-02.

[3] كونيليوس ماتيس وأخرون، **تحديات وفرص إنتاج الهيدروجين الأخضر وتصديره من منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا لأوربا**، تقرير موجه إلى مؤسسة فريديتش إيبرت، 2020، ص ص 04،07.

ويتم الحصول على الهيدروجين من خلال عدةَ طرق، مما يؤدي إلى وجود عدة أنواع للهيدروجين وما يعبر عنها بألوان الهيدروجين.

2- أنواع الهيدروجين:

- **الهيدروجين الأخضر (Green hydrogen):** يتم إنتاج الهيدروجين الأخضر بإستخدام الكهرباء المولدة من مصادر الطاقة المتجددة، فهو يخلُو من إنبعاثات الكربون ويعتبر الخيار الأمثل للبيئة.[1]

فالهيدروجين الأخضر يعرف على أنه مزيج توليد الطاقة من الكهرباء المتجددة والمياه النقية، وعليه يتم إنتاج تدفقات ناتجةً من الهيدروجين والأوكسيجين. وتقدر تكلفة الهيدروجين الأخضر من 2,5 إلى4,5 دولار أمريكي لكل كيلوغراما واحد منه، وإن التكاليف الحالية للمحلّلات الكهربائية القلوية تبلغ حوالي 900 دولار أمريكي للكيلو واط الواحد منه. ومن المتوقع أن تنخفض قيمة التكاليف لتَصلَ لـ 600 دولار أمريكي للكيلو واط الواحد منه.

ويقدر الخبراء المختصين في هذا المجال أن حوالي ما يقدر بـ 80% من التكاليف تَعزى للنفقات التشغيلية كأن يُخَمن بأن مقدار ساعات العمل في السنة يصل لـ 4000 ساعة، مما يؤكد أن تكلفة الكهرباء هي المحرك الأساسي في تكلفة توليد الهيدروجين الأخضر.[2]

- **الهيدروجين الرمادي (Grey hydrogen):** ويسمى أيضا بالهيدروجين الأسود أو البني (Black or brown hydrogen) يصنف الهيدروجين المنتج لمصادر الهيدروكربون على أنه هيدروجين رمادي، ويعتبر أغلب إنتاج الهيدروجين عالميا عبارة عن هيدروجين رمادي[3].

[1] الهيدروجين كمصدر طاقة خضراء في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، Friedrich Ebert stiftun magazine، ص.01

[2] Michel Noussan and others, Op.Cit., p 05.

[3] Fadwa Eljack, Mineure-Khoda Kazi, **Prospects and challenges of green hydrogen economy via multi-sector global symbiosis in Qatar,** Frontiers in Sustainability magazine, p 06.

فالهيدروجين الرمادي يتم الحصول عليه بإستخدام الطاقة المنتجة من الوقود الأحفوري، وكما نعلم أن هذه الأخيرة تضم مستويات عالية من الإنبعاثات الكربونية. فالهيدروجين المنتج من الوقود الأحفوري يشكل حاليا نسبة 94% من إنتاج الهيدروجين في العالم.[1]

- **الهيدروجين الأزرق (Blue hydrogen):** يتم الحصول على الهيدروجين الأزرق من الوقود الأحفوري مع تقنية إحتجاز الكربون وتخزينه وإعادة إستخدامه[2]. وعليه فإن الهيدروجين الأزرق يحتاج لنفس عملية الهيدروجين الرمادي سالفُ الذكر، غير أن الكربون الناتج من العملية يتم تجميعها باستخدام عملية (CCUS) والتي تعني (Carbon Capture, utilization &storage) **بمعنى** التقاط الكربون وتخزينه وإستخدامه[3] .

ويتم توضيح أساسيات الهيدروجين الأخضر، الرمادي والأزرق في الشكل أسفله:

الشكل رقم:01 أساسيات كل من الهيدروجين الأخضر، الرمادي والأزرق.

Source:Michel Noussan and others, Op.Cit., p 06.

[1] **الهيدروجين كمصدر طاقة خضراء في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا**، مرجع سبق ذكره، ص 01.

[2] سبل إقتصاد الهيدروجين: **كيف يمكن للصناعة التوسع في إستخدام الهيدروجين**، برنامج كلينغندايل الدولي للطاقة، مركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية، 2020، ص 05.

[3] كورنيليوس ماتيس وأخرون، مرجع سبق ذكره،ص 07.

ويوجد أنواع أخرى للهيدروجين (ألوان أخرى)، وهي على النحو الأتي:

- **الهيدروجين الفيروزي (Turquoise hydrogen):** يشير الهيدروجين الفيروزي والذي يدعى بالتركوازي بالأساس لعملية الإنحلال الحراري (Pyrolysis) للميثان والتي تولد الكربون الصلب[1] . فالكربون الصلب هو عبارة عن المنتج الثانوي من هذه العملية، وتعتبر عملية الإنحلال الحراري مضرَّة نوعا ما بالبيئة لكن هذا لا ينفي وجود إهتمام كبير بها من طرف المختصين.

- **الهيدروجين الأصفر (Yellow hydrogen):** والذي يسمى أيضا بالهيدروجين البنفسجي (Purple hydrogen)، وهو ذلك الهيدروجين الذي يتم الحصول عليه من خلال التحليل الكهربائي للماء (Electrolyzers supplied) للطاقة التي قد تكون ناتجة عن الطاقة النووية أو من النفايات إلى هيدروجين. أو من تحويل النفايات إلى غاز[2].

- **الهيدروجين الوردي (Pink hydrogen):** يتم الحصول على الهيدروجين الوردي من خلال الطاقة النووية، فمن أبرز مؤيدي الهيدروجين الوردي نجد (EDF energy) والتي تعتبر تابعة لـ (EDF group) متعدد الجنسيات، بحيث طرحت هذه الأخيرة فكرة إنتاجه في(SizwellC) والتي تعتبر محطة طاقة نووية بقوة 3,2 جيغا واط مخططٌ لها في المملكة المتحدة. وأدلت أيضا (EDF energy) في بيان لـ(CNBC) أن الهيدروجين الوردي يمكن أن يلعب دورا حاسم في التحول الطاقوي.

لكن منظمة البيئة كان لها رأي أخر حوله، بحيث أدلت بأن الطاقة النووية كحلٍ للمشاكل الطاقوية هي في حقيقة الأمر مُكلفة للغاية ومعقدة، ناهيك على النفايات الخطرة التي تنتجها[3].

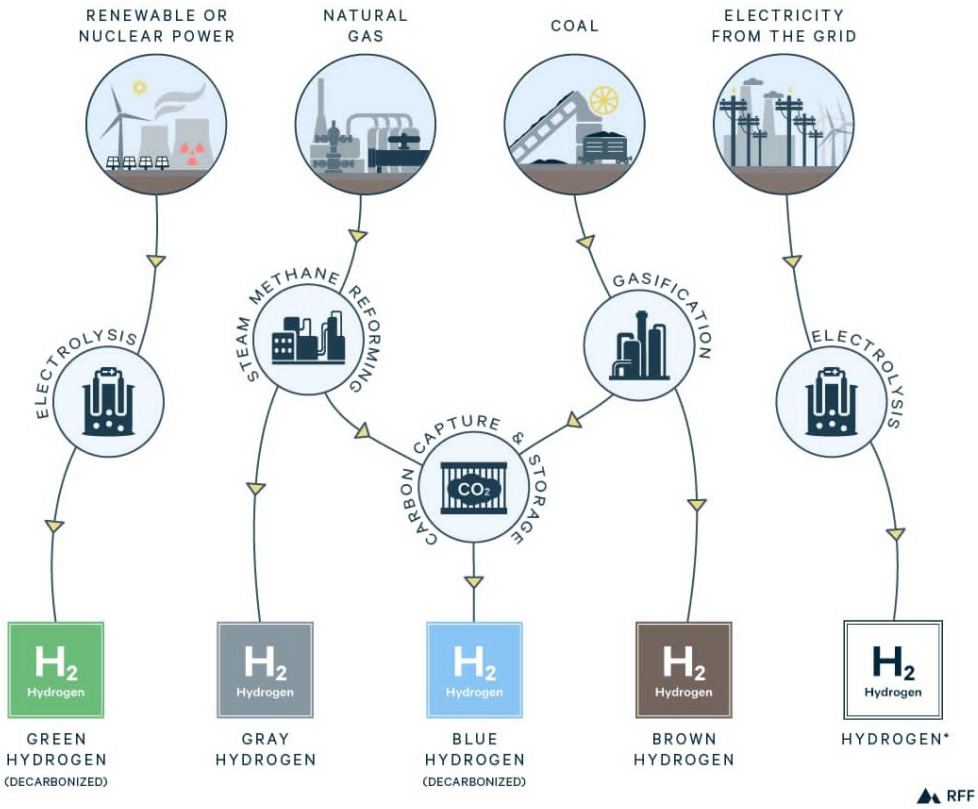
ويعتبر الهيدروجين الأخضر أفضل أنواع الهيدروجين المذكورة أعلاه والمتمثلة في (الهيدروجين الأخضر، الرمادي، الأزرق، الفيروزي، الأصفر والوردي). وسيتم توضيح الأنواع في الشكلين المواليين:

[1] Available on the website: https://www.weforum.org, Viewed on the 03 January 2023 at 05:38.

[2] تحديات وفرص إنتاج الهيدروجين الأخضر وتصديره من منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا لأوربا، مصدر سبق ذكره، ص 01.

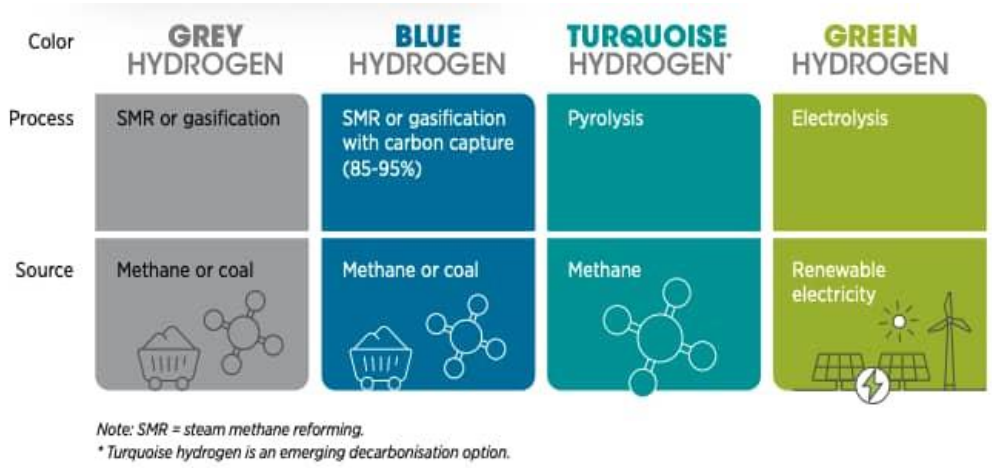
[3] Available on the website: https://www.cnbc.com, Viewed on the 03 January at 07:11.

الشكل رقم 02: أنواع الهيدروجين وطريقة الحصول عليها.



Source: www.rff.org/.

الشكل رقم 03: مقارنة بين الهيدروجين الأخضر، الأزرق، الرمادي والفيروزي.



Source: www.weforum.org/.

3- خصائص إستخدام الهيدروجين كمصدر طاقوي: وهي كالأتي:[1]

- يمكن تحقيق إستقلالية في مجال الطاقة، وذلك من خلال إستخدام الموارد المحلية لإنتاج الهيدروجين. كونه مصدر آمن ويعمل على تخفيض تكاليف إستيراد النفط.
- تحقيق الإستدامة كونه مصدر متجدد للطاقة.
- إمكانية إنتاجه والحصول عليه وتخزينه بعدَّة طرق.
- إمكانية نقله وتوزيعه بعدَّة طرق.
- يساعد على تحقيق وبلوغ الحياد الكربوني.

المطلب الثاني: إستخدامات طاقة الهيدروجين إقتصاديا.

تعددت إستخدامات الطاقة الهيدروجينية، حتى أصبحت حديث الساعة في الوقت الراهن. وتتمثل إستخداماته في:[2]

- يستعمل كوقود للسيارات ووسائل النقل، التي تعمل بتقنية خلايا الوقود الهيدروجيني.
- إستخدام الهيدروجين كبطارية بسعات تندرج من أصغرها المستخدمة في الحواسيب المحمولة الشخصية، وصولًا للكبيرة المستخدمة في الباخرات التي تنقل الهيدروجين من محطات الإنتاج لأماكن توليد الكهرباء.
- إستعمال الهيدروجين كوقود مُولد للطاقة الحرارية، وذلك بإحتراقه المباشر في المحطات الطاقوية. إضافة لإستخدامه كوقود دفعي للصَواريخ.
- إستخدامه كوقود فاعلًا في المفاعلات النووية.
- يستخدم في الطاقة الصناعية.

[1] **الهيدروجين الأخضر ومستقبل الطاقة النظيفة الواعد**، مكتب مزيج للإستشارات الإدارية والتسويقية، 2020، ص 11.

[2] بدري عبد العزيز، مرجع سبق ذكره، ص ص 75-76.

- يستخدم في التدفئة المنزلية.

وأيضا يمكن عرض إستخداماته على النحو الأتي: [1]

- إستُخدمَ في المناطيد وسفن الهواء في الولايات المتحدة الأمريكية، نظراً لإرتفاع تكلفة الهيليوم أنذاك ومقارنتها بتكلفةَ الهيدروجين المنخفضة. لينتهي إستخدامه عند وقوع حادثة إنفجار منطاد نيوجرسي.

- إستُخدمَ كوقود لسفن الفضاء، بدايةً كان بإعتماد وكالة الفضاء الأمريكية (NASA) في كونها إعتمدت على الهَيدروجين السائل لدعم البعثات للفضاء. وإن وزن الهيدروجين حل مشكلة الوزن في المركبات الفضائية بحيث كانت الرحلة الواحدة في ذلك الوقت تستهلك 500 ألف غالون من الهيدروجين السائل في عملية الإحتراق.

- يستَخدَم كوقود للسيارات، بحيث نجد أن في عام 2019 حدث إندفاع سريع في عدد السيارات التي تسير به لأكثر من 25 ألف سيارة مقارنةً بـ 13 ألف سيارة في عام 2018. وفي ترتيب الدول التي تعتمد على الهيدروجين كوقود للسيارات لقد تصدرت الولايات المتحدة الترتيب بإجمالي 8039 سيارة لتليها الصين بـ 6180 لتأتي كوريا الجنوبية واليابان على الترتيب بإجمالي 5083 و3633 سيارة. وفي الدول العربية نجد 9 سيارات تسير بالهيدروجين منقسمة بين الإمارات والمملكة العربية السعودية.

- يستَخدَم كوقود للقطارات.

- يستَخدَم كوقود للطائرات، وهنا أخصُّ بالذكر شركة بوينغ الأمريكية التي أبدت إهتمامها بتنفيذ مشاريع تجريبية عن الهيدروجين كوقود للطائرات. ولاننسى الإتفاقية الأخيرة المبرمة من طرف شركة كومنت أيرلاينز الأمريكية بشراء 75 طائرة تستخدم الهيدروجين كبديل للكيروزان.

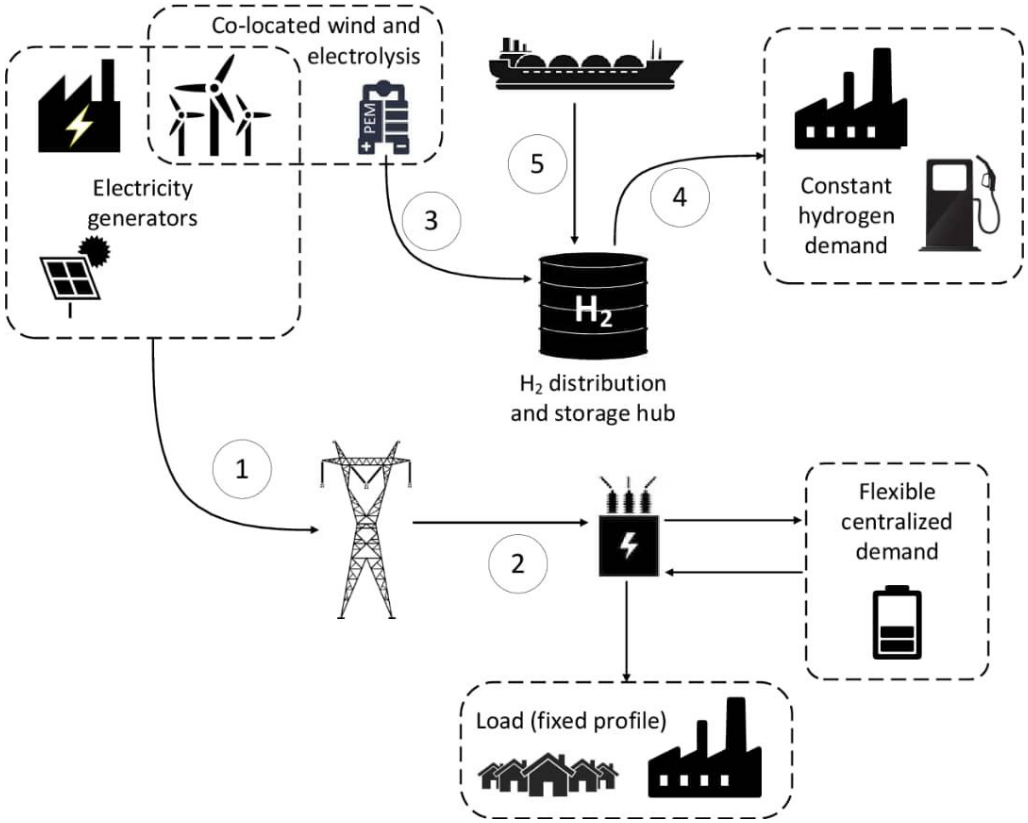
- يستَخدَم كمولد للكهرباء.

[1] Available on the website: https://attaqa.net, Viewed on the 23 January 2023 at 17:09.

وتحتوي خزانات الهيدروجين في السيارات على سعةَ تخزين تتراوح بين4-5 كيلو غراما من الهيدروجين كقاعدة عامة، ف 100 كيلو غرام من الهيدروجين تكفي لمَسافة قيادة سنوية تبلغ 10000 كيلومتر.[1]

والشكل الموالي يوضح إستخدامات طاقة الهيدروجين:

الشكل رقم 04: إستخدامات الهيدروجين.



Source: www.semanticscholar.org/.

[1] Michael Ball, Marcel Weeda, **The hydrogen economy-vision or realty?,** Elsevier, 2015, p 7908.

المطلب الثالث: إنتاج وتخزين ونقل الهيدروجين.

حتى يتم استعمال الهيدروجين في صورته النهائية كمصدرٍ للطاقة، لابد أن يمر بمراحل وهي كالأتي:

1- إنتاج الهيدروجين:

يتم إنتاج الهيدروجين بشتى الطرق، وهي على النحو الأتي[1]:

- **تحويل الكتلة الحيوية والنفايات (Conversion of biomass and wastes):** يتم إنتاج الهيدروجين من خلال عملية الإنحلال الحراري للكتلة الحيوية، مثل المخلفات الزراعية والنفايات الإستهلاكية وغيرها. لاسيما الكتلة الحيوية المزروعة خصيصاً لإستخدامات طاقوية، وينتج عن هذا الإنحلال الحراري منتجٌ يعرفُ بالزيت الحيوي والذي يحتوي على مجموعة كبيرة من المكونات. بحيث يمكن فصل هذه الأخيرة إلى مواد كيميائية بما فيها الهيدروجين.

- **طريقة تقسيم المياه الكهروكيميائية الضوئية (Photoelectrochemical water splitting):** تعتبر أنظف طريقة لإنتاج الهيدروجين هي إستخدام ضوء الشمس، لتقسيم الماء مباشرةً إلى هيدروجين وأوكسيجين. بحيث يتم في هذه الحالة إستخدام تقنية الخلايا متعددة الوصلات التي طورتها الصناعة الكهروضوئية لأنظمة حصاد الضوء الكهروكيميائية الضوئية (Photoelectrochemical) والتي تعرف في هذا المجال بإختصار .(PEC)

- **طريقة تقسيم المياه الحرارية الشمسية (Solarthermal water splitting):** يستخدم باحثوا (NREL) مُفاعل الفرن الشمسي عالي التدفق لتركيز الطاقة الشمسية ومولداً درجات حرارة تتراوح بين 1000و2000 درجة مئوية، فدرجات الحرارة المرتفعة مطلوبةٌ لدورات التفاعل الكيميائي الحراري لإنتاج الهيدروجين. فهذه العمليات الكيميائية ذات درجات الحرارة المرتفعة هي عبارة عن نهجٍ جديد لإنتاج الهيدروجين الغير مضر بالبيئة.

- **طريقة تقسيم المياه البيولوجية (Biological water splitting):** في هذه الطريقة تستخدم بعض ميكروبات التمثيل الضوئي الطاقة الضوئية لإنتاج الهيدروجين من الماء كجزءٍ من عمليات التمثيل الغذائي. فنظراً أن الأوكسيجين

[1] **Hydrogen production and delivery,** Available on the website : https://www.nrel.gov/hydrogen/hydrogen-production-delivery.html, Viewed on the 09 February 2023 at 21 :16.

يتم إنتاجه جنبا لجنب مع الهيدروجين، فإن تقنية إنتاج الهيدروجين يجب أن تتغلب على حساسية الأوكسيجين المتصلة بأنظمة الإنزيمات المتطورة الهيدروجين.

ويعالج المختصين هذه المعضلَة من خلال إنشاء أشكال وراثية جديدة للكائنات الحية التي يمكنها المحافظة على إنتاج الهيدروجين في ظل وجود الأوكسيجين، كما أن المختصين الآن يقومون بتطوير نظام جديد يستخدم التبديل الأيضي (Sulfar deprivation) لدورة الخلايا الكحلبية بين مرحلتيَّ نمو التمثيل الضوئي وإنتاج الهيدروجين.

- **التخمير (Fermentation):** يقوم الباحثون بإجراء عدةَ تجارب في عدة مجالات، والتنقيب الحيوي عن الميكروبات السيليلولية الفعالة مثل كلوستريديوم تيرموسيلوم، والتي يمكّن أن تخمر السيليلوز البلوي مباشرةً إلى هيدروجين لخفض تكاليف المواد الأولية.

إضافة لطرق الإنتاج سابقة الذكر فإنها توجد طرقٌ أخرى، وهي على النحو الأتي:[1]

- طريقة إعادة تشكيل الغاز الطبيعي بالبخار والتي تعرف أيضا بطريقة إصلاح الميثان البخاري (Steam methane reformation) والتي تعرف بإختصار (SMR)، بحيث يتم تسخين البخار والغاز الطبيعي المعالج لإزالة الملوثات معا. عندَ ضغط مرتفع والنتيجة تكون عبارة عن خليط من أول أوكسيد الكربون والهيدروجين الذي يعرف بإسم الهيدروجين الخلائقي أو التخليقي (Syngas)، بحيث يتم معالجة (Syngas) بشكل أكبر في تفاعل الماء والغاز لإنتاج المزيد من الهيدروجين.

- وتوجد طريقة أخرى لتوفير الحرارة لتفاعل (SMR) تعرف بعملية الأكسدة الجزئية للميثان (Partial oxidation of methane)، يمكن أن يقترن تفاعل الأكسدة الجزئية بتفاعل إصلاح البخار من أجل صنع ما يُعرف بإسم الُصلح الحراري الذاتي (Auto thermal reformer) المعروف بإختصار .(ATR

[1] Available on the website: https://cicenergigune.com/en/blog/hydrogen-production-methods-colours, Viewed on the 09 February 2023 at 22 :20.

ونظرا لعدم الحاجة للحرارة الخارجية فإن هذا يعدَ أفضل كونه ينجر عنه إنخفاض في تكلفة رأس المال وكذلك يصحبه إنخفاض في الإنبعاثات الكربونية، وليتم إزالة الكربون تماما من هذه العمليات القائمة على الميثان فإنه يجب إلتقاط الكربون المنتجِ ثم تخزينه في مستودعٍ جيولوجي. وهذه العملية تعرف بـ (CCUS) التي سبق وتم التطرق لها في أنواع الهيدروجين.

– طريقة التحليل الكهربائي للماء (Electrolysis) وهذه الطريقة إما أن تكون من الماء في درجات حرارة منخفضة بواسطة المحلل الكهربائي القلوي أو بواسطة (PEM electrolyzers) أو بالتحليل الكهربائي للبخار في درجات حرارة عالية. لكن يعتبر التحليل الكهربائي بدرجة حرارة مرتفعة أسهل في الدمج في العمليات الصناعية.

وحاليا يتم إنتاج 02% من الهيدروجين العالمي عن طريق التحليل الكهربائي للماء وصغرُ هذه النسبة يُعزى للتكاليف، لكن الأن يشهد العالم تشجيعات على إنتاج الهيدروجين من خلال التحليل الكهربائي للماء خاصةً بعد التعاون الذي تم بين (Fertiberia & Iberdrola) لإنتاج الهيدروجين.

كما أنه يُمكن إستخدام الهيدروجين لتوليد الطاقة بطريقة عكسية وذلك من خلال ما يُعرف بخلايا الوقود (Fuel cells)، بحيث تُنتج خلايا الوقود كل من الكهرباء والماءً والقليل من الحرارة. من خلال إستخدامها الطاقة الكيميائية للهيدروجين بطريقة فعالة ونظيفة، وذلك من خلال الجمع بين ذرات الهيدروجين والأوكسجين بحيث يتم التفاعل بينهما عبر خلية كهركيميائية مُشابهة لتلك الموجودة في البطاريات.[1]

2– تخزين الهيدروجين:

إن تخزين الهيدروجين يعتبر تحدي حقيقي كونه عنصر ذو كثافة منخفضة وخفيف للغاية، فإن 01 كيلو غرام من الهيدروجين يشغل أكثر من 11 متر مكعب في درجة حرارة الغرفة.وعليه حتى يكون تخزين الهيدروجين مُجدي إقتصاديا لابد من زيادة كثافة تخزينه، رغم ذلك فإنه توجد عدة طرق لتخزين الهيدروجين بكثافة متزايدة وكل هذه الطرق تتطلب بعض مدخلات الطاقة، في شكل حرارة وإن تطلبَ الأمر في بعضِ الحالاتً تدخل مواد ربط الهيدروجين.

[1] Available on the website: https://www.eia.gov/energyexplained/hydrogen/use-of-hydrogen.php, Viewed on the 02 April 2023 at 11:09.

ويهدفَ تخزين الهيدروجين إما لتقليل تكلفته من خلال الموازنة بين العرض والطلب أو لأغراض إحتياطية.

ويوجدُ كمٌ هائل من الطرق والخيارات لتخزين الهيدروجين، ولقد تمَ تصنيف هذه الخيارات لفئات على أساس طبيعة التفاعل بين الهيدروجين المخزَّن ووعاء التخزين (مادته). فتقنيات تخزين الهيدروجين القائمة علىً الترابط الكيميائي تَقَسم لفئتين فرعيتين هما: هيدريدات المعادن* والهيدريدات الكيميائية*، ويعدَ هذا التقسيم منطقي بسبب خصائص تخزين الهيدروجين المختلفة لإختلاف هذه المواد.

*هيدريدات المعادن تحتوي على ذرات معدنية، قد يكون فيها الهيدروجين مرتبط مباشرةً بذرة المعدن أو يكون جزءٍ من بعض الأيونات المعقدة المرتبطة بذرة المعدن". و*الهيدريدات الكيميائية تتكون من عناصر غير معدنية، بشكل عام هي عبارة عن مزيج من الكربون والنيتروجين والهيدروجين.[1]

3- نقل الهيدروجين:

تَوجدَ حاليا ثلاث طرق لنقل الهيدروجين، وهي كالأتي: [2]

- النقل عبر خطوط أنابيب مخصصة لذلك.
- النقل البري أو عبر السكك الحديدية في أسطوانات الصلب أو عن طريق أنبوب المقطورة.
- النقل البحري.

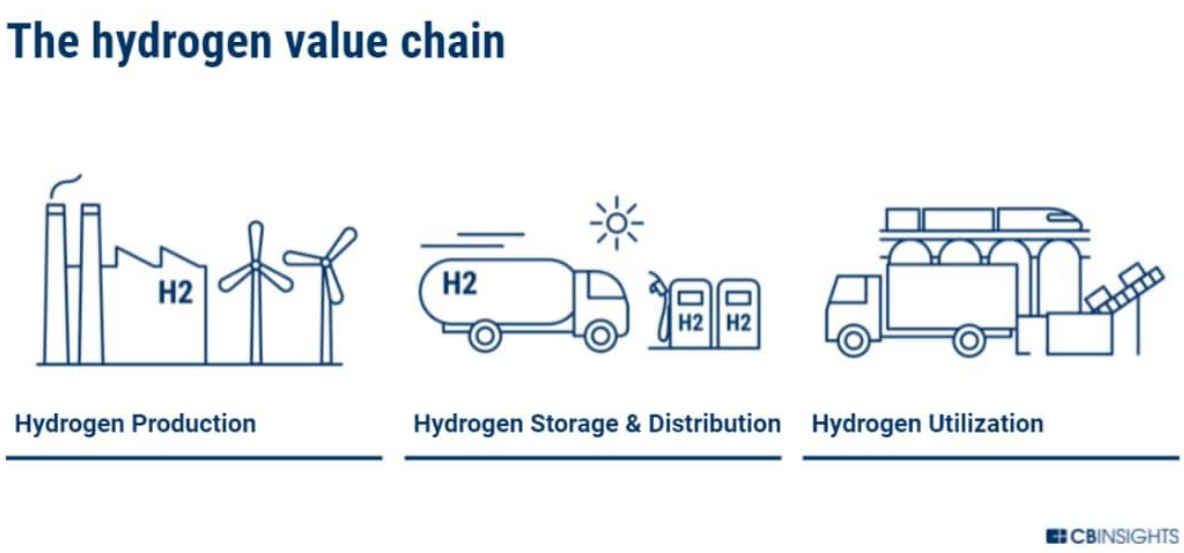
عادةً ما يتم نقل الهيدروجين عبر شبكة خطوط أنابيب واسعة نوعا ما، بإجمالي أكثر من 4500 كيلومترا في كلِ أنحاء العالم منها 1600 في أوروبا و2500 في الولايات المتحدة الأمريكية[3].

[1] Joakim Andersson, Stefan Grönkvist, **Large – scale storage of hydrogen,** International journal of hydrogen, 2013, (without a page because the article was viewed on a website).

[2] Available on the website : https://www.terega.fr/transport-dhydrogene-comment-terega-organise-son-reseau, Viewed on the 09 February 2023 at 03 :15.

[3] Available on the website : https://www.ifpenergiesnouvelles.fr/enjeux-et-prospective/decryptages/energies-renouvelables/tout-savoir-lhydrogene, Viewed on the 09 February 2023 at 03 :28.

فالشكل الموالي يوَّضح المراحل السالفة الذكر المتعلقة بالهيدروجين:



الشكل رقم 05: مرحلة إنتاج، تخزين، نقل واستعمال الهيدروجين.

Source: www.cbinsights.com/

المبحث الثاني: مفاهيم عامة حول الإستثمار الأخضر.

قبل التطرق لمفهوم الإستثمار الأخضر ينبغي الوقوف على مصطلح الإقتصاد الدائري، فالإقتصاد الدائري والذي يعرف بالإقتصاد النظيف أول ظهور له كمصطلح كان في سنة 1989 مع ظهور كتاب "إقتصاديات الموارد الطبيعية والبيئة"[1]، فهو النموذج الإقتصادي الذي يعتمد على الإنتقال من نظام يعتمد على إستخراج المواد وتحويلها إلى منتجات ثم التخلص منها، إلى نظام يحاول المحافظة قدر الإمكان على المنتجات وإصلاحها من أجل إستخدامها أطول وقت ممكن. كما أنه كذلك يعمل كفاءة الطاقة وحماية البيئة.[2] فجوهر الإقتصاد الدائري يتمثل في إعادة إستخدام كل شيء مرة أخرى بمعنى إستخدام الشيء المعاد تدويره كمادة تستخدم كمصدر للطاقة وتدخل في سلسلة إنتاجية أو إستهلاكية جديدة.[3] فهو يساهم في تحقيق النمو الإقتصادي وسيكون له تأثير إيجابي ومن المتوقع أن يصل ل 4,5 تريليون دولار على مستوى العالم بحلول سنة 2030 ويقلل من إجمالي إنبعاث غازات الإحتباس الحراري بنسبة 204%، وكذلك من شأنه أن يحقق الأبعاد الإستراتيجية للتنمية الإقتصادية.[4]

وعليه سيتم التعرف على مفهوم الإستثمار الأخضر ومنافعه ومتطلبات الإستراتيجيات فيه، في هذا المبحث.

المطلب الأول: مفهوم الإستثمار الأخضر.

يتفرع مصطلح الإستثمار الأخضر من مفهوم الإقتصاد الأخضر، والذي يعتبر مصطلح جديد متعلق بالتنمية المستدامة. ولقد حظي باهتمام كبير من طرف صانعي السياسات وأقسام التنمية في السنوات الماضية.[5]

1- تعريف الإستثمار الأخضر:

لقد تعددت تعاريف الإستثمار الأخضر وأهمها كانت على النحو الأتي:

[1] فاتح غلاب، **الإقتصاد الدائري مفاهيم وتجارب مختارة**، مجلة أبحاث ودراسات التنمية، المجلد 08، العدد 02، 2021، ص 446.

[2] حبيب أسيا، حنيش أحمد، **مساهمة الإقتصاد الدائري في تحقيق الأبعاد الإستراتيجية للتنمية المستدامة**، مجلة الإبداع، المجلد 11 العدد 01،2021، ص 488.

[3] Adopted from,**Circular economy**, united nations industrial development organization report, p 01.

[4] حبيب أسيا، حنيش أحمد، مرجع سبق ذكره، ص 486.

[5] Henky widjaja, **Defining green investment in Papua context**, p 02.

التعريف الأول: يعرف صندوق النقد الدولي الإستثمار الأخضر على أنه الإستثمار الضروري للحد من إنبعاثات الكربون والغازات المؤدية للإحتباس الحراري وملوثات الهواء، وذلك دون الحد بشكل كبير من إنتاج وإستهلاك السلع غير الطاقوية.[1]

التعريف الثاني: الموازنة بين كل من الإستثمار والبيئة ينجم عنها ما يعرف بالإستثمار الأخضر البيئي والذي يعمل على الإستخدام الأمثل للمواد المتاحة والحد من الإجهاد البيئي وإلحاق الضرر بالبيئة وتلويثها سواء كانت هذه الإستثمارات إنتاجية أو خدمية فهي تسعى لتوفير منتجات وخدمات صديقة للبيئة. كما أنها تشمل المشاريع الوقائية لتفادي حدوث تلوث للبيئة سواء تعلق بالبيئة الداخلية (داخل المنزل) أو البيئة المهنية أو الخارجية.[2]

التعريف الثالث: ويعرف الإستثمار الأخضر أيضا بأنه الإستثمار منخفض الكربون، فهو يعتبر جزء من الإستثمار المسؤول إجتماعيا (Socially Responsible Investment*) يشمل لنا عدة مجالات كالإستثمار في الطاقة الهيدروجينية، الطاقة الشمسية، الطاقة المائية، وإعادة التدوير وغيرها من المجالات.[3]

التعريف الرابع: ويعرف حسب برنامج الأمم المتحدة للبيئة على أنه الإستثمار المترتب عنه تحسن في رفاهية الفرد ويساهم في تحقيق العدالة الإجتماعية مع التقليل من مخاطر البيئة ومشاكل الندرة، فهو يمس كل الفئات ويزيد من كفاءة إستخدام الموارد إستخداما أمثل. فهو يعتبر من نماذج التنمية المستدامة الجديدة سريعة النمو التي تقوم بالأساس على المعرفة الجيدة للبيئة.[4]

---

[1] ريمة عبد الصمد، وهيبة شادة، **واقع الإستثمار الأخضر الجزائر يضمن القوانين الناظمة لحقوق الملكية الصناعية**، مجلة الحقوق والحريات، المجلد 09، العدد 02، 2021، ص 1630.

[2] أجعود سعاد، **إدراج البعد البيئي في الإستثمار**، مجلة الرسالة للدراسات والبحوث الإنسانية، المجلد 05، العدد 01، 2020، ص 29 بتصرف.

[3] https://hbrarabic.com, consulté le 03 janvier 2023 à 16:32.

* للإطلاع أكثر على مفاهيم تتعلق بالإستثمار المسؤول إجتماعيا، يتم الرجوع إلى:

Daniel Lacalle, **The importance of profit and sound financing in socially responsible investment**, Journal of business, accounting and finance perspective, 2020.

[4] نهاية القاسم، **الإستثمار الأخضر لمستقبل مستدام بالعقبة**، https://alanbatnews.net/amp/article/220530 ، تاريخ الإطلاع يوم 27 جانفي 2023 على الساعة 22:09. بتصرف

التعريف الخامس: الإستثمار الأخضر هو تخصيص رأس المال للمشاريع الخضراء، مع توقع تحقيق ربح أو دخل إضافي. ويُحال الإستثمار الأخضر إلى جميع مستويات هرمه كالأعمال البيئية، المشاريع الخضراء، الإئتمان الأخضر (إئتمان الطاقة المتجددة)، الشركات الخضراء سواء كانت عامة أو خاصة وغيرها من العناصر.[1]

التعريف السادس: يعرف الإستثمار الأخضر على أنه ذلك الإستثمار المرتبط بممارسة الأخلاق البيئية والتحلي بها، والتي تقود إلى الرقي بالإنسان وتحسن البيئة المحيطة به. فهو عبارة عن حصر المتطلبات المالية لأي مشروع وتوظيفها في ضوء الإسهام البيئي وعلى سبيل المثال إستخدام الطاقات النظيفة ودعم المنتجات والخدمات الخضراء.[2]

لقد حظي الإستثمار الأخضر بتنديدات من طرف ممثلي الهيئات الدولية، كما جاء في تقرير وكالة الطاقة الدولية للإستثمار في الطاقة لعام 2020 أن هذا الأخير قد شهد أكبر إنفاق عالمي على الطاقة. لاسيما أن رئيسة صندوق النقد الدولي قد حثت على بذل وتظافر الجهود ليكتسي الإقتصاد إنتعاشاً أخضر والتوجه للإستثمار الأخضر.[3]

ومن خلال التعاريف السابقة، يمكن القول بأن الإستثمار الأخضر (البيئي) يعد من الإستثمارات التي حظيت بإهتمام كبير ولقت توجه من الأعوان الإقتصاديون، فأساسه هو إستخدام رأس المال الطبيعي لتحقيق التوازن بين المنفعة والتكلفة الحدية التي يتحملها الإنسان جراء تلويثه البيئة. فهو يعمل على تحقيق الحياد الكربوني على المدى الطويل وتحقيق إقتصاد نظيف صديق للبيئة. ويتجسد من خلال الإستثمار في الطاقات الهيدروجينية وغيرها من الطاقات المتجددة الأخرى.

---

[1] Dalel Adjali, Lilia Benmansour, **Using bank's marketing mix to promoting green investment in Algeria,** Economic researcher review, Vol 08 issue 02, p 164.

[2] بشار ذنون الشكري وأخرون، **الإستثمار الأخضر دراسة تحليلية لمدينة الموصل**، مجلة تنمية الرافدين، المجلد 34، العدد 109، 2012، ص 68.

[3] **الإستثمار الأخضر وفرص نجاحه للنهوض الإقتصادي بعد أزمة كورونا**، https://www.skynewsarabia.com، تاريخ الإطلاع يوم 27 جانفي 2023 عل الساعة **23:17** بتصرف.

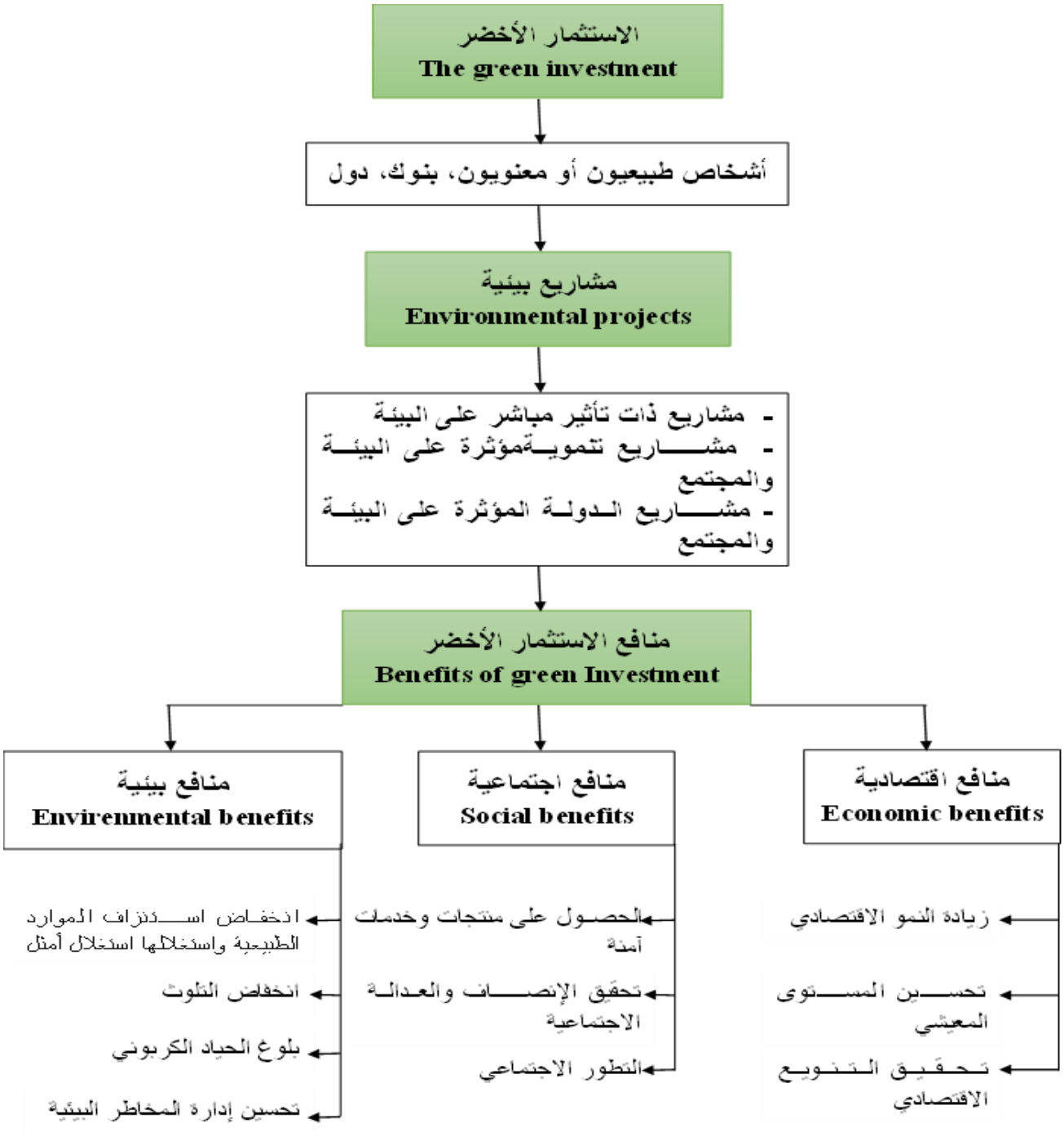
2- خصائص الإستثمار الأخضر:

من خلال التعاريف السابقة المقدمة للإستثمار الأخضر، نستخلص مجموعة من الخصائص التي يتميز بها وهي كالآتي:

- يكون في المدى القصير ويحقق بذلك ثروات وظروف إجتماعية أفضل وفرص عمل أكثر على المدى البعيد.
- مرتبط بالممارسات الأخلاقية تجاه البيئة.
- محفز للمستثمرين كون بعض الإستثمارات الخضراء تكون معفية من الضرائب بمعنى تتمتع بحوافز جبائية وأيضا فيه تكاليف الإقراض منخفضة مقارنة مع الإستثمارات الأخرى.
- يعمل على تحقيق العدالة الإجتماعية.
- سهولة الحصول على التمويل لهذا النوع من الإستثمارات كونها تحمي البيئة وتحقق التنمية المستدامة في ظل وجود الوعي البيئي الأخلاقي في المجتمع المدني والأعوان الإقتصاديون.
- يعتبر جزء من الإستثمار المسؤول إجتماعيا.
- يستهدف مجال الطاقات المتجددة؛ الرسكلة والحفاظ على الموارد الطبيعية وإستغلالها إستغلال أمثل.
- يعتبر من الإستثمارات ذات النمو السريع المتواصل.
- يعتبر إستثمار منخفض الكربون.

المطلب الثاني: منافع الإستثمار الأخضر.

يحقق الإستثمار الأخضر منافع عدة تمس عدة مجالات، مجسدا بمشاريع بيئية محققة منافع إقتصادية؛ إجتماعية وبيئية. وذلك كما هو موضح في المخطط أسفله:



الشكل رقم 06: منافع الإستثمار الأخضر في المشاريع البيئية.

* صنف البنك الدولي المشاريع البيئية إلى أربع فئات، وهي على النحو الأتي:

الفئة الأولى: تتمثل في المشروعات ذات التأثير المباشر على البيئة وذلك على نطاق واسع كالمشاريع المتعلقة بالسدود وخزانات المياه وتعديل مسار الأنهار ومحطات الطاقة النووية والموانئ الضخمة والخطوط الدولية لنقل الكهرباء.

الفئة الثانية: تتمثل في المشروعات التنموية المؤثرة على البيئة والمجتمع على حد السواء مثل إنشاء محطات الطاقة ومحطات معالجة الصرف الصحي الكبرى وغيرها.

الفئة الثالثة: تتمثل في مشروعات الدولة المؤثرة على البيئة والمجتمع كمشاريع التعليم وغيرها.

الفئة الرابعة: تتمثل في المشروعات الصغيرة والمحدودة كتشجير الأحزمة الخضراء حول المدن وغيرها كالمحميات الطبيعية.[1]

وكما هو موضح في المخطط أعلاه فالإستثمارات الخضراء لها منافع إقتصادية؛ إجتماعية وبيئية. وسيتم تناولها على نحو من التفصيل كالأتي: [2]

المنافع الإقتصادية: وتتمثل في:

- زيادة الإبتكار.
- زيادة نقل التكنولوجيا.
- تحسين البنى التحتية.
- تحسين المنافسة.
- تحقيق التنمية الإقتصادية.
- إنتاج سلع وخدمات خضراء.

[1] أجعود سعاد، مرجع سبق ذكره، ص 30.

[2] Corina Ene and others, **Green investment and food security: opportunities and future directions in the context of sustainable development**, p 164.

- زيادة الإيرادات من تسعير خدمات النظام البيئي.
- تحقيق التنويع الإقتصادي.
- الوصول إلى الإبتكار وإستيعاب التقنيات الخضراء.

المنافع الإجتماعية: وتتمثل في:

- تحسين فرص الحصول على السلع والخدمات.
- تحسين سلامة العمل.
- تحسين القدرة على تحمل تكاليف السلع والخدمات.
- زيادة الوظائف الخضراء.
- تعزيز المشاركة العامة الفعالة المتعلقة بالمسائل البيئية.
- تحسين الحماية الصحية.

المنافع البيئية: وتتمثل في:

- إنخفاض تلوث الهواء.
- إنخفاض تلوث المياه.
- إنخفاض تلوث التربة.
- إنخفاض إنبعاثات الغازات الضارة.
- إنخفاض إستنفاد وإستنزاف المواد الطبيعية.
- زيادة كفاءة الطاقات المتجددة.
- زيادة كفاءة إستخدام المياه والعناصر الموجودة في الطبيعة بوفرة كالهيدروجين.

- إستخدام رأس المال الطبيعي ضمن الحدود البيئية.
- تحسين إدارة المخاطر البيئية.

إضافة إلى تلك المنافع فإن الإستثمار الأخضر يحقق منافع إقتصادية؛ إجتماعية وبيئية أخرى وهي كالأتي:[1]

- تحقيق وزيادة النمو الإقتصادي.
- توفير مناصب شغل.
- توزيع الأرباح معتدلةً.
- تحسين المستوى المعيشي.
- تحقيق الرفاهية والعدالة الإجتماعية وتحسين الإنصاف.
- التطور الإجتماعي.
- الحصول على منتجات وخدمات آمنة.
- معالجة مخلفات تلويثات المصانع والكوارث.
- تحسين نسبة الأوكسيجين في الهواء.
- وجود مساحات خضراء.
- تدني مستويات إنبعاث الكربون.

فموجة التوجه للإستثمار الأخضر في الأونة الأخيرة تسارعت على قدم وساق، فهو من نماذج النمو السريعة الجديدة ينمذج كمعادلة توازن بين الأهداف الإقتصادية ومقتضيات إستدامة البيئة وحمايتها. فالإستثمار الأخضر يعود بمنافع إقتصادية؛ إجتماعية وبيئية.

[1] بشار ذنون الشكري وآخرون، مرجع سبق ذكره، ص71.

ومن المنافع التي يحققها نجد زيادة النمو الإقتصادي، تحسين الأوضاع الإجتماعية، يدفع للبحث والتطوير في إستخدام الطاقات المتجددة وزيادة إستخدامها كبديل للوقود الأحفوري الملوث للبيئة بإنبعاث الغازات المؤدية للإحتباس الحراري وحماية البيئة كهدف جوهري. فهو يحدُّ من الأثار السلبية للأنشطة التي يمارسها الإنسان على البيئة.

المطلب الثالث: متطلبات إستراتيجيات الإستثمار الأخضر.

ليتم تجسيد الإستثمار الأخضر ويكون ناجحا، لابد من إتباع إستراتيجيات تتعلق به. وهذه الأخيرة تتطلب إجراءات وتقنيات لازمة وهي على النحو الأتي: [1]

- زيادة مستوى الوعي لدى كل من صانعي السياسات ومتخذي القرارات وكذلك في المجتمع المدني، لذلك من الواجب رفع الوعي الإدراكي لدى أصحاب المصلحة ذات الصلة المباشرة بقضايا المناخ وحماية البيئة والأثار المحتملة من تلوثها.
- السياسة الجبائية في الدولة تعتبر من أهم الإستراتيجيات المتبعة في الإستثمار الأخضر، فخلق حوافز جبائية كدفعة إيجابية للممارسات البيئية السليمة سيكون مشجع على الإستثمارات البيئية.
- تحسين الأطر التنظيمية وتعزيز القوانين والتشريعات ذات العلاقة بالبيئة والإستثمارات البيئية، من أجل الوقاية من تدهور البيئة.
- تحسين نوعية التقييم البيئي وتعزيز فعالية البلدان في هذا الصدد، يساهم في تخفيف الأثار السلبية المحتملة للمشاريع التنموية والبرامج الخاصة بها.
- لابد من أن تكون الإستراتيجيات التي يتم السير وفقها تعتمد على نتائج إقتصاد الأنظمة البيئية والتنوع البيئي، وأن تكون ذات صلة بمعايير المنظمات والهيئات الدولية التي تعنى بمجال حماية البيئة.

كذلك لابد من متطلبات داعمة وتتمثل في:

[1] البيئة، مذكرة قطاعية، منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا.

- القيام بالتقييم البيئي وجمع المعلومات.
- السهر على تحسن الخدمات والمنتجات التي يتم تقديمها، مع الحرص على التقليل من التأثيرات البيئية.
- توفير الدعم المالي الكافي لنقل التكنولوجيا الخضراء.
- العمل على إدراج التكاليف البيئية ضمن المعاملات الإقتصادية.

فمن ضمن الإستراتيجيات نجد تعبئة إستثمارات إضافية، فحسب تقرير "الإستقرار المالي العالمي"، فإن صناديق الإستثمار العالمية والتي تبلغ قيمتها 50 تريليون دولار أمريكي ولاسيما الصناديق ذات التركيز على الإستدامة وحماية البيئة. من شأنها دعم التحول نحو الإقتصاد والإستثمار الأخضر والمساعدة في تجنب الأثار الخطرة المؤدية لتغيرات في المناخ. وعليه يجب توجيه المدخرات نحو الصناديق الإستثمارية التي تعنى بقضايا المناخ والبيئة[1] .

يجب أن تكون هناك رقابة سوية من طرف الأجهزة التنظيمية لتجنب ممارسات الغسل الأخضر والذي يتمثل في إعطاء إنطباع مغلوط ومضلل عن التأثيرات البيئية، وعلى ذكر الغسل الأخضر فقد أعلنت الناشطة في مجال المناخ والبيئة غريتا ثونبيرغ أنها ستتغيب عن مؤتمر المناخ للأمم المتحدة والذي يعرف بـ COP 27 والذي إنعقد بمصر في الفترة الممتدة بين 06 إلى غاية 18 نوفمبر 2022. مدعيّة أن هذا المؤتمر سيكون فرصة ذهبية لفئة من الأشخاص لتقديم إدعاءات مزيفة حول حماية البيئة وممارسة الغسل الأخضر (Green washing)[2].

فالإستثمارات الخضراء لابد أن تكون مركزة في: الطاقات المتجددة (طاقة الرياح، الطاقة الشمسية واطاقة الهيدروجينية وغيرها من الطاقات المتجددة الأخرى)، إدارة المياه، النقل الأخضر (وسائل النقل التي لا تعتمد على الوقود الأحفوري في تشغيلها)، العقارات الخضراء، المنتجات والخدمات الخضراء وادمج بين الحوكمة الإجتماعية والبيئية معا. إضافة إلى الإستثمار في العنصر البشري وإستخدام التكنولوجيا الحديثة.

[1] Jerome Vandenbussche and others, Available on the website: https://www.imf.org. Viewed on 04 February 2023 at 00:10.
[2]Available on the website: https://www.bbc.com. Viewed on 04 February 2023 at 00:18.

المبحث الثالث: مفاهيم عامة حول التمويل الأخضر.

يواجه الإقتصاد العالمي عدةَ تحديات وصعوبات، متمثلةً في الكوارث الطبيعية وتغيرات المناخ وإستنزاف الموارد الطبيعية. وهذا يُولدُ تكاليف وأعباءَ إضافية تؤثر سلبًا على الإستقرار المالي. كما أنه يُعتبر العنصر البشري المتسبب الرئيسي لتلك التغيرات والإضطرابات. متمثلًا ذلك في الإعتماد المتزايد على الكربون في القطاعات الإقتصادية.[1] وعليه فإن النظامَ المالي قدْ لعبَ دورًا كبيرًا في الحد من مخاطر تغيرات المناخ، وإعادة توجيه التمويل للمنتجات والخدمات الغير مضِّرة بالبيئة.

ونظرا للإهتمام البالغ الذي شهده التمويل الأخضر، سيتم التطرق لأبرز المفاهيم المتعلقة به في هذا المبحث.

المطلب الأول: مفهوم التمويل الأخضر.

تعتمدَ فكرة التمويل الأخضر (Green financing) بالأساس على تخضير النظام المالي.

1- تعريف التمويل الأخضر:

لقد تعددت تعاريفه على النحو الأتي:[2]

التعريف الأول: عرفته مجموعة (G20)، على أنه تمويل الإستثمارات التي تُحقق فوائد بيئية في السياق الأوسع للتنمية المستدامة بيئيا.

التعريف الثاني: ويعرف التمويل الأخضر على أنه منتجات وخدمات مالية مقدمة مع مراعاة العوامل البيئة في جميع مراحل عملية الإقراض وعمليات الرصد اللاحقة وإدارة المخاطر، وتشجيع الإستثمارات المسؤولة بيئيا، وحفز تكنولوجيات الصناعات والأعمال التجارية منخفضة الكربون.

[1] أيمن صالح، التمويل الأخضر، صندوق النقد العربي، الجزء 36، 2022، ص 04.

[2] مقيمح صبري وآخرون، **التمويل الأخضر كآلية لدفع مشاريع الطاقة المستدامة – تجارب دولية مع الإشارة لحالة الجزائر**، مجلة إقتصاد المال والأعمال JFBE، المجلد 03، العدد 03، 2019، ص 469.

التعريف الثالث: وعرفته مؤسسة التمويل الدولية على أنه الإستثمارات والقروض التي تمول المشاريع الهادفة إلى حماية البيئة والمحافظة على الموارد الطبيعية.

إضافة لذلك فله تعريف أكثر شمولية، وهو كالأتي:

التعريف الرابع: يُعرف التمويل الأخضر على أنه عبارة عن قرضٍ أو استثمار يُروَّج للأنشطة البيئية الإيجابية، مثل شراء السلع والخدمات الصديقة للبيئة أو إنشاء البُنية التحتية الخضراء. ففي المقابل مع تزايد المخاطر المرتبطة بالمنتجات والخدمات المدمرة والمضرة بالبيئة، أصبح التمويل الأخضر ظاهرة سائدة وضرورة حتمية[1]

يمكن تعزيز التمويل الأخضر، من خلال التغييرات في الأطر التنظيمية للدول. وتنسيق الحوافز المالية العامة. وكذلك زيادة التمويل الأخضر من مختلف القطاعات. بالإضافة لإستعمال التقنيات الخضراء وتمويل الإقتصادات الخضراء المستدامة القائمة على الموارد الطبيعية. [2]

رغم ما تم التحدث بشأنه في إجتماعات (COP16, COP21, COP24, COP26, COP27) لا زالت جهود تفعيل التمويل الأخضر للقضاء على إنبعاث الغازات الدفيئة المضرة بالبيئة غير فعالة. وهذا يثير التساؤل عن مدى مصداقية التمويل الأخضر، ويفسر ذلك بأن حوافز العمل غير فعالة ولازالت ضعيفة، التمويل الأخضر لم يتم تنظيمه بالشكل اللازم بعد لقياس التأثير المباشر من ناحية الأرباحِ والأسعار، القواعد والمعايير غير دقيقة بحيث كل شخص يضع الشروط الخضراء البيئية بطريقته الخاصة حسب مقتضياته، وأيضا وفق أخر تقرير صدر عن وكالة الطاقة الدولية والبنك الدولي ومنتدى الإقتصاد العالمي أن النتائج المتوقعة غير مطمئنة، وفُسر ذلك بأنه يتم إستثمار 150 مليار دولار أمريكي في مشاريع الطاقة المتجددة (المشاريع البيئية) سنويا، لكن في المقابل فإن تمويل الأنشطة الملوِثة مستمر بحيث يُمول التنقيب عن النفط الواحد في المتوسط بـ 500 مليار دولار أمريكي سنويا. [3]

[1] **How does green finance benefit,** Available on the website: https://emeritus.org/blog/finance-what-is-green-finance/, Viewed on the 19 February 2023 at 13:34.

[2] Available on the website: https://www.unep.org/regions/asia-and-pacific/regional-initiatives/supporting-resource-efficiency/green-financing, Viewed on the 19 February 2023 at 13:42.

[3] Mohamed Bechir Chenguel, Manel Chaaban, **La finance verte : entre engagement et illusion,** Institut supérieure d'informatique et de gestion, Université de Kairouan, 2022, pp 07,11.

من خلال ما سبق، فإن التمويل الأخضر هو التدفقات المالية التي توجه للمشاريع البيئية. بمعنى يعمل على تشجيع المشاريع المستدامة بيئيا للتخفيف من أثار التلوث التي تعاني منها البيئة، في سبيل تعزيز وتحقيق إقتصاد منخفض الكربون.

2- خصائص التمويل الأخضر:

ومن التعاريف السابقة، نستخلص أهم الخصائص التي يتميز بها التمويل الأخضر وهي على النحو الأتي:

- يعمل ويهدف التمويل الأخضر إلى زيادة مستوى التدفقات المالية، سواء كانت من القطاع العام أو الخاص.
- يعتبر التمويل الأخضر من أنواع التمويلات الضرورية لتعزيز التنمية المستدامة، كونه يوفر الموارد المالية اللازمة لدعم المشاريع المستدامة بيئيا.

وأيضا له خصائص أخرى تتمثل في ما يلي: [1]

- جذب قاعدة عريضة من المستثمرين فهو متاح لكل المستثمرين التقليديين وأولئك المهتمين بالإستثمار الأخضر على حد السواء من أجل إنشاء مشاريع صديقة للبيئة.
- يفي التمويل الأخضر بمتطلبات الاستدامة.
- يضمن توجيه الأموال نحو مشاريع البيئة المستدامة حيث يقدم للمستثمرين وبدرجة عالية من اليقين تأكيدات بإستعمال الأموال فقط في المشاريع الخضراء ولن تستعمل في غير ذلك.

إضافة لذلك فالتمويل الأخضر له فوائد ومنافع جعلته مميزا ويمكن إدراجها كخصائص له، وهي كالأتي:[2]

- يُشجع على إنتشار التقنيات وتطوير البنية التحتية الصديقة للبيئة، كون حكومات الدول النامية تقوم ببناء وتشييد البنية التحتية التي من شأنها تحسين إدارة الموارد على المدى الطويل.

[1] شيخوم رحيمة، عبد القادر حفاي، التمويل الإسلامي الأخضر ودوره في خدمة التنمية المستدامة (السندات الإسلامية الخضراء في ماليزيا أنموذجا)، مجلة دفاتر إقتصادية، 2018، ص 434.

[2] Available on the website: https://emeritus.org/blog/finance-what-is-green-finance/, Loc.cit.

- يُتيح ميزة المقارنة.
- زيادة القدرة التنافسية.
- العمل على توجيه أموال القطاع الخاص إلى الأسواق الخضراء المحلية.

يضيف قيمة للعمل (يعمل على إضفاء قيمة مضافة)، فهو يُمَّكن الشركات من تعزيز قيمة محفظتها من خلال الإعلان عن مشاركتها في التمويل الأخضر. كونه يوفر لها ميزة خضراء وجذب المزيد من العملاء والمستثمرين المَهتمين بالبيئة.

- يعزز الأفاق الإقتصادية، فالحكومات التي تعزز التمويل الأخضر تعمل على حماية مجتمعاتها من ندرة الموارد.

إضافة لذلك، فالتمويل الأخضر يشجع على زيادة الإستثمار في القطاع الأخضر، مما يساعد على خلق فرص عمل ويعمل على تحفيز النمو الإقتصادي. [1]

ويُعتبر التمويل الأخضر هادفًا للتوفيق بين التدفقات المالية مع الأهداف البيئية والمُناخية، وقياس وتقليل المخاطر التي تَهددها. بحيث يَمكن للَمستثمرين بعد قياس البصمة الكربونية لمحافظهم الإستثمارية، إستبعاد والتخلص من الشركات التي تنبعث منها الغازات الملوثة. مع المزيد من المعلومات والشفافية حتى يتم ذلك كما هو مُسطرٌ له.[2]

المطلب الثاني: أنواع التمويل الأخضر.

يتخذ التمويل الأخضر عدةَ أشكالاً، وهي على النحو الأتي:

[1] Attique Un Rehman, Gulpaei Peerjan, **Green financing for sustainable development in Pakistan,** Journal of economics and finance, Volume 01 Issue 01, 2022, p 41.
[2] Mohamed Bechir Chenguel, Manel Chaaban, Op.Cit., p 03.

1- السندات الخضراء (Green bonds):

تمثل السندات الخضراء الجزء الأكبر من التمويل الأخضر، فهي تشمل إستثمارات السندات التي تستخدم أرباحها لدعم المبادرات الخضراء. مثل الطاقات المتجددة (الطاقة الهيدروجينية، الطاقة الشمسية،...). فهي عبارة عن سندات صادرة عن حكومات ومنظمات وشركات تعمل على تمويل المشاريع الصديقة للبيئة. [1]

أصدر بنك الإستثمار الأوربي أول سند أخضر عام 2007، بحيث بلغ إجمالي الإصدار السنوي في ذلك العام 0,8 مليار دولار أمريكي. فعملية إصدار السندات الخضراء هي عملية مماثلة لعملية إصدار السندات العادية، مع تركيزٍ في الحوكمة وإمكانية التتبع والشفافية المصممة لزيادة ثقة المستثمرين في أوراق الإعتماد الخضراء للسندات. [2]

فهي تعتبر أدوات دين تختلف عن الأوراق المالية التقليدية ذات الدخل الثابت فقط من حيث أنه يتعهد المصدر بإستخدام العائدات لتمويل المشاريع التي من المفترض أن يكون لها أثار بيئية ومناخية إيجابية. فعلى الرغم من أن الحجم الإجمالي للقطاع الأخضر لا يزال صغيرا مقارنةً بالتي يتم جمعها بالسندات التقليدية العادية، إلاّ أن هناك إمكانات هائلة لزيادة نمو السوق. خاصةً وأن القضايا البيئية تحتل مكانة عالية في الشؤون الدولية والسياسية لدى الأمم. [3]

ويجب أن يستجيب إصدار السندات الخضراء لإحدى المجالات الآتية على الأقل: محاربة تغير المناخ، التكيف مع تغيرات المناخ، حماية التنوع البيولوجي والحد من تلوث المياه والتربة والهواء. فالبنك الدولي وبنوك التنمية قد لعبت دورا كبيرا في الترويج للسندات الخضراء، والتي تعتبر رافعة مهمة جدا لتمويل المشاريع البيئية. فمسؤولية المستثمرين في تبَّني هذا النوع من المنتجات المالية هي تلبية توقعات المدخرين الراغبين في جعل مدخراتهم ذات فوائد أكبر. [4]

---

[1] Available on the website: https://emeritus.org/blog/finance-what-is-green-finance/, Viewed on the 19 February 2023 at 18:13.

[2] K Thomas liaw,**Survey of green bond pricing and investment performance,** Journal of risk and financial management, 2020, p-p 04-05.

[3] Roberto Panzica, Serena Fatica, **Green bonds as a tool against climate change?,** Wiley business strategy and the environment magazine, 2021, p 01.

[4] Mohamed Bechir Chenguel, Manel Chaaban, Op.Cit., p 04.

وإن السند الأخضر يختلف عن السند العادي من خلال مُلصَقه (Label: green) الذي يشير إلى الإلتزام بإستخدام الأموال التي تم جمعها في تمويل المشاريع البيئية.[1]

2- القروض الخضراء (Green loans):

يشبه القرض الأخضر السند الأخضر، من حيث أنه يرفع رأس المال للمشاريع الخضراء المؤهلة. ومع ذلك فإن القرض الأخضر هو عادة قرض أصغر من السندات ويتم تنفيذه غالبًا في عملية خاصة.[2]

وتتمثل المكونات الأساسية الأربعة للقرضِ الأخضرِ (GLP)، في ما يلي:[3]

1. **إستخدام العائدات:** بموجب (GLP)، يجب أن يكون إستخدام عائدات القرض للمشاريع الخضراء التي توفر فوائض بيئية واضحة. بحيث يُمكن للمقترِض قياسها وتقييمها. وينبغي أن تهدف هذه المشاريع لمعالجة المشاغل البيئية الأساسية. وتعترف (GLP) بعدة فئات من المشاريع التي لها نفس الهدف (حماية البيئة)، كالطاقة المتجددة والإدارة المستدامة للمياه ومياه الصرف الصحي وغيرها.

2. **عملية إختيار المشروع وتقييمه:** يتطلب القرض الأخضر من المقترِض أن يقوم بالإبلاغ عن أهداف الإستدامة البيئية الخاصة به، والعملية التي حدد من خلالها أن مشروعه يتناسب مع (GLP).

3. إدارة العوائد: تنص (GLP) بتتبعِ عوائد القرض الأخضر بطريقة تعمل على تعزيز الشفافية والنزاهة والحفاظ عليهما.

4. **تقديم التقارير:** توصي (GLP) المقترِضين بالإحتفاظ بمعلومات محدَّثة ومتاحة بسهولة، حول إستخدام العوائد مع التطرق لتفاصيل التطورات المالية والمادية. فإن (GLP) توصي بإستخدام مؤشرات الأداء النوعية والكمية وكذلك المنهجية المتبعة والإفتراضات المستخدمة.

---

[1] **Green bonds: mobilising the debt capital markets for a low-carbon transition,** Bloomberg philanthropies, OECD, p 05.

[2] Available on the website: https://www.worldbank.org/en/news/feature/2021/10/04/what-you-need-to-know-about-green-loans, Viewed on the 19 February 2023 at 18:46.

[3] William Lo, **Green loans series,** Part 02, Available on the website: https://www.cadwalader.com/ref-news-views/index.php?nid=45&eid=198, Viewed on the 21 February 2023 at 23:37.

3- بطاقات الإئتمان الخضراء (Green credit cards):

تَدعم إدارة النفايات تمويلها الأخضر من خلال بطاقات الإئتمان الخضراء، والتي تُكسب مكافأت إضافية للتمويل الأخضر مقابل كل دولار يتم إنفاقه مع إدارةَ النفايات[1].

أيضا من خلال بطاقات الإئتمان الخضراء، مثل بطاقة (Zero card) الخاصة بالطموحات (Aspirations). تَزرع شجرة في كل مرة يقوم فيها العميل بالشراء ويدفع بواسطة تلك البطاقة.

بطاقات الإئتمان الخضراء تعمل على تنشيط الحياة الصديقة للبيئة لمستخدمي البطاقات، بحيث تقدم مجموعة متنوعة من المزايا في سبيل دعم البيئة على سبيل المثال تساعد بطاقات الائتمان الخضراء مستخدميها على إيداع النقاط عن طريق حساب المسافة التي يسافرون فيها سيرا على الأقدام أو بالدراجة. [2]

4- الرهون العقارية الخضراء (Green mortgages):

تعتمد الرهون العقارية الخضراء على فكرة أن تدابير كفاءة الطاقة تَقلل النفقات المستقبلية لأصحاب المنازل الذين يدفعونَهم لدفع وتأدية معدلات رهن شهرية أعلى، وبعبارة أخرى تسمح الرهون العقارية الخضراء للمقترضين بالتأهل للحصول على قروض أكبر. بحيث يسمح المقرضون بإضافة المدخرات المقدَّرة في فواتير الخدمات إلى دخل المقترضين، وذلك مثل ما هو عليه في هولندا وبلجيكا.[3]

إضافة لما سبق، فالتمويل الأخضر يأخذ أشكالاً أخرى وهي كالأتي:

- شهادات الإيداع الخضراء.
- قروض السيارات الخضراء.
- قروض ملكية المنازل الخضراء.

[1] Available on the website: https://theimpactinvestor.com/sustainable-finance/, On the 19 February 2023 at 19:28.
[2] Moon Young Kim, **Ethical behavior in the context of green credit card services: the individuals regulatory focus,** International journal of advanced culture technology, Vol 08 No 01, Hankuk university of foreign studies, p 107.
[3] Michael Voigtlaïnder, Ralph Henger, **Green investments and green mortgages in Germany,** 2013, p 20.

- روابط الطاقة الشمسية.
- حقوق الملكية المتجددة والمستدامة

ويتم تمويل ذلك من مصادرِ، تتمثل في:

- **البنوك الخضراء (Green Banks):** يعتبر البنك الأخضر بنك أخلاقي، وضع لنفسه هدفًا يتمثل في إحداث تأثير إيجابي على البيئة. فالبنك الأخضر يُمول المشاريع البيئية مع إظهار الشفافية في إدارته.[1]

فمن المشاريع التي يمولها البنك الأخضر، ما يلي:

- مشاريع إعادة التدوير.
- مشاريع تطوير الطاقة المتجددة.
- المشاريع التي تسمح بتطوير تنقل منخفض التلوث وصديق للبيئة.

فالبنوك الخضراء تستخدم رأس المال العام في تعبئة المزيد من الإستثمارات الخاصة في أسواق التمويل الخضراء وذلك من أجل سد فجوة السوق .فالبنوك الخضراء تهدف لتمكين شركاء رأس المال الخاص من دخول أسواق الطاقة النظيفة على نطاق واسع. وذلك كما هو موضح في تعريف البنك الأخضر في الشكل أسفله:[2]

[1] Valiable dans le site web: https://www.budgetbanque.fr/banque/banque-verte-definition, vu le 19 Février 2023 a 21:02.

[2] **Green banks in the united states: 2021 U.S green bank annual industry report with data from calendar year 2020.**

الشكل رقم 07 : تعريف البنوك الخضراء.

ودائما البنوك في تقاريرها السنوية تشجع التمويل الأخضر، ولكن على المستوى الحقيقي فإنها لم تتخلى بعد عن تمويل الأنشطة الملوثة. فمثلاً بنك (HSBC) وبنك (JPMorgan)، اللذان خفض كل منهما تمويله لصناعات الوقود الأحفوري، خاصة في السنوات الأخيرة. لكن نظرا لإلتزامهم بالتمويل الأخضر هذا يجلعه غير كافي لتعويض إستثماراتهم في الوقود الأحفوري.[1]

كذلك الممارسات المبكرة للبنك الصناعي والتجاري الصيني(ICBC)، فقد وصل رصيد الإئتمان الأخضر الخاص به إلى 15.8٪ من رصيد قروض الشركات أي8.5٪ من إجمالي رصيد القرض. ويمثل هذا 13٪ من إجمالي

[1] Mohamed Bechir Chenguel, Manel Chaaban, Op.Cit., 09.

رصيد الإئتمان الأخضر في الصين، مما يقابله 10,6 تريليون يوان صيني في نهاية عام 2019. أما بالنسبة لإصدارات السندات الخضراء فهي تظل فقط على إجمالي ديون البنك الصناعي والتجاري الصيني (ICBC).[1]

- **صناديق الإستثمار المستدامة (Sustainable investment funds):** وتعرف أيضا بصناديق الإستثمار الخضراء، فهي كالصناديق التقليدية تعمل على تحويل رأس المال المستثمر إلى فرص إستثمارية تحمل مخاطر تتناسب مع العوائد المتوقعة. إلّا أنها توازن بين الإستثمار التقليدي والرؤى البيئية والإجتماعية المتعلقة بالحوكمة (ESG) لتحسين النتائج في الأمد الطويل.[2]

وتستثمر هذه الصناديق في محفظة من الأوراق المالية الواعدة، مما يسمح للمستثمرين بتنويع أموالهم على مجموعة متنوعة من المشاريع البيئية، بدلاً من سند واحد أو سهم واحد. وهناك عدد كبير من الصناديق المشتركة الخضراء المستدامة، مثل (GCBLX) &(PORTX) & (TICRX) وغيرها من الصناديق. وأيضا تستهدف بعض المؤشرات العالمية صناعات الطاقات المتجددة والمشاريع البيئية مثل مؤشر (Nasdaq Cleanedge & MAC global solar energy).[3]

[1] Donovan Escalate and others, **Green banking in China emerging trends with spotlight on the industrial and commercial bank of China ICBC,**2020, p 04.

[2] Available on the website: https://www.cfainstitute.org/en/research/esg-investing/sustainable-investing#, Viewed on the 19 February 2023 at 21:57.

[3] Available on the website: https://www.investopedia.com/terms/g/green-investing.asp, Viewed on the 22 February 2023 at 04:59 .

المطلب الثالث: مجالات التمويل الأخضر.

التمويل الأخضر يستهدف عدةَ مجالات في الميدان الإقتصادي، وهي كالأتي:

1- **الطاقات المتجددة (Renewable energy)**:

لقد كانت مصادر الطاقة المتجددة مهمة للإنسان منذ بداية الحضارة، وذلك لعدة قرون وبطرق عديدة. تم استخدام الكتلة الحيوية لتسخين الطهي ورفع البخار وتوليد الطاقة والطاقة الكهرومائية وطاقة الرياح للحركة ولاحقا لإنتاج الكهرباء. ومن أهم مصادر الطاقة المتجددة ما يلي:[1]

- طاقة الكتلة الحيوية (نمو النبات مدفوعا بالإشعاع الشمسي).
- طاقة الرياح (حركة الكتل الهوائية مدفوعة بالطاقة الشمسية).
- الإستخدام المباشر للطاقة الشمسية (للتدفئة وإنتاج الكهرباء).
- الطاقة الكهرومائية.
- الطاقة البحرية (مثل طاقة الأمواج والطاقة البحرية الحالية والطاقة من حركة المد والجزر).
- الطاقة الحرارية الجوفية (من الحرارة المخزنة في الصخور عن طريق التدفق الحراري الطبيعي للأرض).

وللطاقات المتجددة أهداف إقتصادية، بيئية وإجتماعية تسعى لتحقيقها وهي على النحو الأتي:

- تنويع ناقلات الطاقة لإنتاج الحرارة والوقود والكهرباء.
- تحسين الوصول إلى مصادر الطاقة النظيفة.
- موازنة إستخدام الوقود الأحفوري وحفظه للتطبيقات الأخرى وللأجيال القادمة.
- زيادة مرونة أنظمة الطاقة مع تغير الطلب على الكهرباء.

[1] Wim C Tirkenburg and others, **Renewable energy technologies,** World assessment: energy and the challenge of Sustainability, Chapter n =° 07, p 221.

- الحد من التلوث والإنبعاثات من أنظمة الطاقة التقليدية.

إضافة لذلك، فالطاقة المتجددة لها عدة مزايا تتمثل في ما يلي: [1]

- إمداد طاقوي لا ينفد أبدًا،بحيث يتم إنشاء الطاقة المتجددة من مصادر تجدد نفسها بشكل طبيعي. مثل ضوء الشمس والرياح والمياه والكتلة الحيوية وحتى الحرارة الجوفية (تحت الأرض).على عكس تعدين الفحم والنفط والغاز الطبيعي. الذي يتطلب شبكات واسعة من الآلات الثقيلة ومحطات المعالجة وخطوط الأنابيب والنقل تحول مصادر الطاقة المتجددة مباشرة إلى كهرباء. وعليه إن الطاقة المتجددة لا تنفد أبدًا.

- إنبعاث الكربون فيها يكون صفري، تُعتبر أهم فائدة للطاقة المتجددة هي عدم وجود غازات دفيئة أو ملوثات أخرى أثناء العملية.

- هواء ومياه أنظف، فالطاقة المتجددة لا تُشكل أي مخاطر تلوث أو إهدار للهواء والماء. وأعطتنا عمليات الإغلاق أثناء جائحة (Covid-19) لمحة عن سماء صافية في المدن الكبرى في جميع أنحاء العالم ، فإن الطاقة المتجددة لديها القدرة على جعل الهواء النظيف أمرا طبيعيا.

- تخلق مناصب عمل جديدة

2- المباني الخضراء (Green buildings):

يتضمن البناء الأخضر مبادئ التنمية المستدامة، وتلبية إحتياجات الحاضر دون المساس بالمستقبل. فالمباني الخضراء لديها ممارسات التصميم والبناء والتشغيل التي تقلل بشكل كبير أو تقضي على تأثيرها السلبي على البيئة وشاغليها، وتعزز الكفاءة. كما أنها يمكن أن تقلل من تكاليف البناء والأداء المستمر بشكل كبير وتستخدم الموارد بشكل فعال ويخلق بيئة صحية للناس ليعيشوا ويعملوا فيها.[2]

[1] Available on the website: https://terrapass.com/blog/advantages-and-disadvantages-of-using-renewable-energy, Viewed on the 22 February 2023 at 05:33.
[2] Available on the website: https://new.gbca.org.au/about/what-green-building, Viewed on the 20 February 2023 at 00:08.

وتُساعد المباني الخضراء على تقليل الكربون والطاقة والنفايات واستهلاك المياه، فهي تُعتبر الحل الأمل الذي يُحقق إيجابيات شاملة تعود على البيئة.

3- إدارة النفايات (Trash management):

تشمل إدارة النفايات كلاً من جمعها ونقلها ومراحل معالجتها حتى التخلص منها أو إستعادتها. بمجرد رميها في سلة المهملات ثم جمعها بواسطة خدمات إدارة النفايات، سيتم إرسال 26٪ من نفاياتنا إلى مراكز التخزين أو مكبات النفايات. هناك سيتم ضغطها ثم دفنها أو تركها في العراء لتتحلل تدريجياً بمرور الوقت. بمعنى آخر ، الحل غير مستدام لأن كمية النفايات لا يتم تقليلها على الإطلاق. من ناحية أخرى ، يؤدي تحللها إلى إطلاق غاز الميثان في الهواء ، والذي يعتبر شديد السمية ومعروف بأنه أحد غازات الدفيئة المهمة.

وبدلاً من ذلك، سيتم حرق 32٪ من نفاياتنا في درجات حرارة عالية جدًا. يوجد بالفعل شيء أفضل هنا حيث تختفي النفايات وغالبا ما يتم إعادة استخدام الطاقة المتولدة أثناء العملية لتدفئة المنطقة أو لإنتاج الكهرباء. كما تتيح البقايا الصلبة التي يتم الحصول عليها بعد الحرق الحصول على ما يسمى الكلنكر ، وهو نوع من الخرسانة يستخدم كمواد بناء. هذا هو إستعادة النفايات. لسوء الحظ ، تطلق هذه الطريقة أبخرة سامة يجب معالجتها بعد ذلك أو المخاطرة بتلويث التربة والهواء والماء.[1] بالإضافة إلى إعادة التدوير للنفايات.

4- النقل المستدام (Sustainable transportation):

النقل المستدام يشير إلى وسائل النقل منخفضة إنبعاث الكربون وقد تكون منعدمة الإنبعاث، كوسائل النقل الكهربائية ووسائل النقل التي تسير بالطاقة الهيدروجينية. ولها عدة مزايا تتمثل في ما يلي: [2]

- توفير تكاليف الوقود.
- تقليل انبعاث الكربون المتأتي من حرق الوقود الأحفوري.

[1] Available on the website: https://www.conservation-nature.fr/ecologie/la-gestion-des-dechets/, Viewed on the 20 February 2023 at 00:21.
[2] Available on the website: https://www.energy.gov/eere/sustainable-transportation, Viewed on the 20 February 2023 at 06:23.

- تقليل تلوث الهواء.
- خلق فرص عمل جديدة.
- تعزيز أمن الطاقة والإستقلالية عن الإعتماد الكبير على طاقة الوقود الأحفوري.

وكما جاء في تقرير للبروفسورة (Lunette Cheach)، أن النقل مسؤول عن ربع إنبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون والذي يعتبر من أكثر الغازات الدفيئة المسببة للإحتباس الحراري. بحيث ثلاث أرباع من ذلك سببها النقل البري، ومع العلم أن عدد المركبات في العالم بلغَ 1,3 مليار مركبة ومن المتوقع أن يرتفع العدد ل 2 مليار مركبة بحلول سنة 2050. وأضافت أن التحدي الحقيقي يكمن في كيفية تلبية هذا الطلب الكبير والنمو المتزايد (في النقل) بشكلٍ مستدام، لذلك فإن بحثها في (SUTD) كان متعلق بالتنقل الحضري المستدام من أجل الحد من التلوث البيئي.[1]

5- الزراعة المستدامة (Sustainable agriculture):

تَعتبر الزراعة المستدامة أداةً لتعزيز الأمن الغذائي، وذلك من خلال دعم التكامل بين قطاع الزراعة والإنتاجِ معًا. لضمان الإدارة المسؤولة وكذلك توفر الموارد الطبيعية على المدى البعيد. لذلك تُركزُ الجهود لتحسين الأنشطة الإنتاجيَة كونها تُقِّرُ بمدى الحاجة لإنتاج أغذية آمنة وتثمين الإبتكار التكنولوجي وتحقيق التنوع البيولوجي. لتُمس الجانب الإقتصادي كإدارة المشاريعَ وزيادة القدرة التنافسية، والجانب الإجتماعي كتحقيق الأمن الغذائي والعمل الكريم والتثقيف الغذائي والجانب البيئي بإستدامة البيئة والحفاظ على التربة والمياه. وهذا الأخير يتم من خلال تسيير المياه (Water conduction)[2].

[1] Lynette Cheach, **Sustainable transport,** SUTD Singapore university of technology and design, Viewed on the SUTD YouTube channel, Available on the website: https://mobility.sutd.edu.sg/, Viewed on the 22 February 2023 at 13:35.

[2] Available on the website: https://www.fao.org/family-farming/detail/fr/c/423952/, Viewed on the 20 February 2023 at 07:12.

خاتمة الفصل الأول:

تناولَ هذا الفصل أساسيات كل من الصناعات الهيدروجينية، الإستثمار الأخضر والتمويل الأخضر. فإتضح أن صناعة الهيدروجين تَتم من خلال عدة طُرق، وينجُم عن كل طريقة نوع (لون) مُعين للهيدروجين من بينها (الأزرق، الرمادي، الأخضَر...). إضافة لذلك فإنه يتم نقلُه وتخزينه بِطرق مُختلفة، ويُستَخدم في قطاعات عدة مثل (قطاع الطاقة، النقل والمواصلات، الصناعة...).

إضافة لذلك لقد إتضح من خلال هذا الفصل أن الإستثمار الأخضر يُحقق منافع إقتصادية، بيئية وإجتماعية في آن واحد. فهذه الإستثمارات تُمول من قِبل البنوك الخضراء وصناديق الإستثمار المستدامة من خلال أساليب عدة، كالقروض الخضراء، السندات الخضراء وغيرها.

وفي الفصل الثاني سيتم عرض واقع تمويل الصناعات الهيدروجينية في العالم وآفاق ذلك في المستقبل، مع التركيز على أبرز التجارب والجهود الدولية في ذَلك.

الفصل الثاني
الإطار التطبيقي للدراسة

مقدمة الفصل الثاني:

أخذَ إقتصاد الهيدروجين حيزاً خاص به ضمن منظومة الإقتصاد العالمي تزامناً مع الأزمة الطاقوية التي يشهدها العالم، السبب الذي دفع بالعديد من الدول لوضع إستراتيجيات الإستثمار الهيدروجيني الخاصة بها.

وإستناداً لما سبق سيتم عرض أبرز التجارب الدُولية لتمويل الصناعات الهيدروجينية في هذا الفصل وأبرز المشاريع المستقبلية، فضلاً عن رؤية تجربة الجزائر في هذا الشأن. وذلك من خلال تقسيمه إلى المباحث الأتية:

- **المبحث الأول:** واقع إقتصاد الهيدروجين وتمويل الصناعات الهيدروجينية.
- **المبحث الثاني:** المشاريع المستقبلية لتمويل الصناعات الهيدروجينية.
- **المبحث الثالث:** جهود الجزائر لتمويل الصناعات الهيدروجينية.

المبحث الأول: إقتصاد الهيدروجين وتمويل الصناعات الهيدروجينية.

عمدت عدة دول بالتوجه إلى إقتصاد الهيدروجين، وذلك بتمويل مشاريع الصناعات الهيدروجينية. في سبيل بلوغ الحياد الكربوني وتحقيق منافع إقتصادية وإجتماعية.

ففي هذا المبحث سيتم التطرق إلى واقع إقتصاد الهيدروجين وآفاقه المستقبلية، مع التركيز على تجربة أستراليا كونها من الدول الرائدة في هذا المجال.

المطلب الأول: واقع إقتصاد الهيدروجين وآفاقه.

فرض الهيدروجين نفسه في الإقتصاد العالمي، خاصة عند بروز فكرة تحقيق الحياد الكربوني. فتسارعت الدول لإكتساح هذا المجال والتقليل من البصمة الكربونية قدر الإمكان. وفي مايلي أبرز ما يتعلق بإقتصاد الهيدروجين:

1- البيانات التجارية للهيدروجين:

هذه البيانات التجارية أُخذت لسنة 2020، وهي كالأتي: [1]

إحتل الهيدروجين المرتبة 3834 الأكثر تداولًا في العالم في سنة 2020، أما من حيث التصنيف إحتل الهيدروجين المرتبة 2113 في مؤشر تعقيد المنتج .(The product complexity index)

ولقد بلغ إجمالي التجارة فيه 138 مليون دولار في سنة 2020 بعد أن كان 172 مليون دولار في سنة 2019، وهذا راجعٌ لإنخفاض صادرات الهيدروجين بنسبة 19,8%. فالتجارة فيه تأخذ نسبة 0,00083% من إجمالي التجارة العالَمية.

وبالحديث عن تجارة الهيدروجين، فإن الصادرات والواردات منه كانت كالأتي:

[1] Available on the website: https://oec.world/en/profile/hs/hydrogen, Viewed on the 26 March 2023 at 08:22.

- أكبر مُصدري الهيدروجين في سنة 2020 هي كندا بقيمة 60,5 مليون دولار ثم تليها هولندا بقيمة 24,3 مليون دولار ثم بلجيكا بقيمة 10,8 مليون دولار ثم الولايات المتحدة الأمريكية بقيمة 10,7 مليون دولار ثم ألمانيا بقيمة 06,61 مليون دولار.

- أكبر مستوردي الهيدروجين في سنة 2020 هي الولايات المتحدة الأمريكية بقيمة 60,5 مليون دولار ثم فرنسا بقيمة 10,5 مليون دولار ثم هولندا بقيمة 09,6 مليون دولار ثم بلجيكا بقيمة 08,53 مليون دولار ثم سنغافورة بقيمة 07,67 مليون دولار.

- تُعتبر كندا أكبر مُصدر للهيدروجين بقيمة 60,5 مليون دولار في حين أن أكبر مستورد للهيدروجين هي الولايات المتحدة الأمريكية بنفس القيمة.

2- الطلب على الهيدروجين:

بلغ الطلب على الهيدروجين في سنة 2019 ما يقدر بـ 91 مليون طن متري [1]، ومع بداية جائحة كورونا إنخفض الطلب على الهيدروجين إلى 87 مليون طن متري في سنة 2020. [2] ليرتفع في سنة 2021 ليبلُغ 94 مليون طن متري. فمعظم الزيادات جاءت من الإستخدامات التقليدية في التكرير والصناعة، رغم أن نمو الطلب من أجل التطبيقات الجديدة يصل إلى ما يقارب 40 ألف طن من الهيدروجين. [3]

ومن المتوقع أن يتضاعف هذا الطلب على الهيدروجين إلى 20 مليون طن سنويا بحلول سنة 2030، وهذا يُكلف أكثر من الضعف عندما يتم تضمين سعر رأس المال [4] فمثلاً فرنسا في سنة 2030 من المتوقع أن يكون الطلب على الهيدروجين سيكون جُله لغرض الإستخدام مع التعدين والصلب والمواصلات، وهذا ما يُوضحه الجدول أسفله على نحو من التفصيل:

[1] **Hydrogen demand,** Available on the website: https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2022, Viewed on the 26 March 2023 at 08:29.
[2] Michael Kobina, **Green Hydrogen: A key investment for the energy transition,** Available on the website: https://blogs.worldbank.org/ppps/green-hydrogen-key-investment-energy-transition,Published on the 23 June 2022, Viewed on the 26 March 2023 at 09:11.
[3] Available on the website: https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2022, Viewed on the 26 March 2023 at 09:17.
[4] **IEA estimates,** Available on the website: https://www.afr.com/companies/energy/iea-estimates, Viewed on the 26 March 2023 at 10:12.

الجدول رقم 01: الطلب المتوقع على الهيدروجين في فرنسا في سنة 2030 حسب القطاع.

القطاع:	الطلب المتوقع على الهيدروجين (كيلو طن):
التعدين والحديد:	162
المواصلات:	160
الكيمياء:	123
التكرير:	121
الوقود الإصطناعي:	56
الطاقة:	45
الصناعة:	12

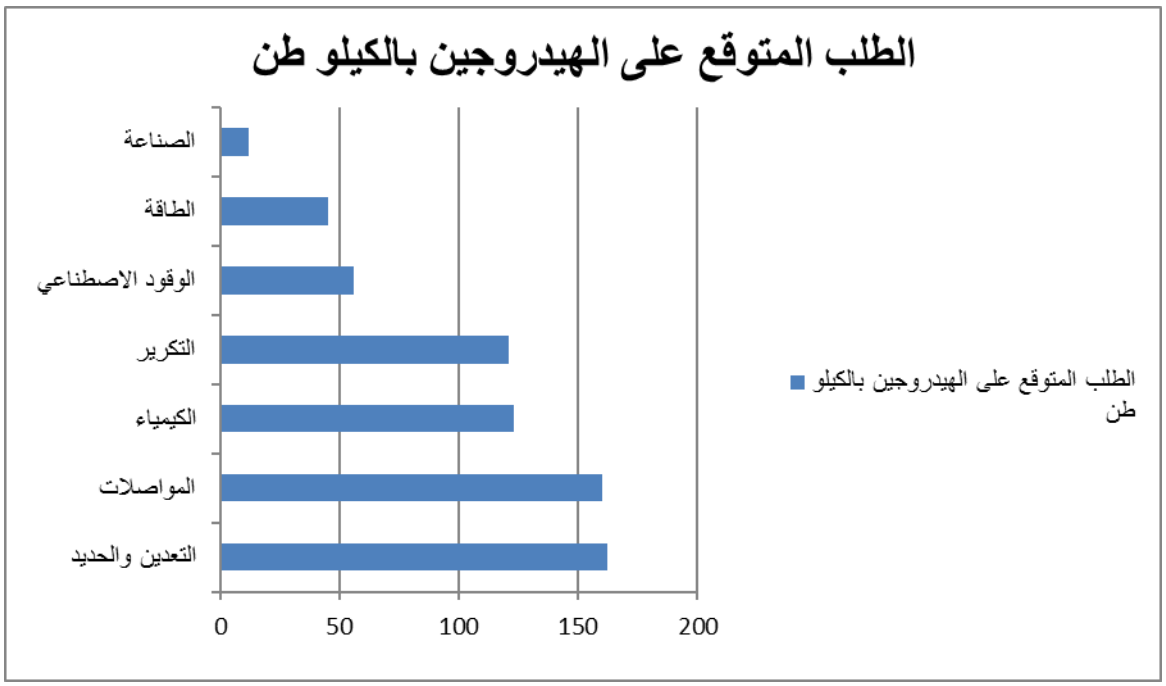
من إعداد الطلبة بالإعتماد على:

Source: www.statista.com

فمن خلال الجدول رقم 01 أعلاه الذي يمثل الطلب المتوقع على الهيدروجين في فرنسا حسب التقديرات لسنة 2030 حسب القطاع، يلاحظ أنه الطلب على الهيدروجين سيكون من أجل التعدين والمواصلات تحديدا ما يتعلق بوسائل النقل التي تعمل بخلايا وقود الهيدروجين بقيمة إجمالية تقدر بـ 322 كيلو طن، في إطار إستراتيجية فرنسا لبلوغ الحياد الكربوني وفق سيناريوهين (Ambition 2030 &Ambition 2030+) سيتم التطرق لهما على نحو من التفصيل في المبحث الموالي، ثم من أجل العمليات الكيميائية ثم عمليات التكرير والتنقية ثم من أجل تصنيع الوقود النظيف ثم قطاع الطاقة، ليكون قطاع الصناعة في أخر مرتبة بقيمة 12 كيلو طن من الهيدروجين.

وهذا ما يوضحه الشكل الموالي:

الشكل رقم 01: الطلب المتوقع على الهيدروجين في فرنسا في سنة 2030 حسب القطاع.



المصدر: من معطيات الجدول رقم 01.

ومن المتوقع أن يرتفع الطلب العالمي على الهيدروجين بحلول سنة 2070 بأكثر من 500 مليون طن متري، خاصةً مع نفور شركات صناعة السيارات عن محركات الوقود التقليدية. وهذا ما يوضحه الجدول أسفله على نحو من التفصيل:

الجدول رقم 02: الطلب العالمي المتوقع على الهيدروجين وفق سيناريو التنمية المستدامة (2019-2070) حسب القطاع.

السنة:	التكرير (Mmt)	البناء (Mmt)	إنتاج الأمونيا (Mmt)	الصناعة (Mmt)	الطاقة (Mmt)	إنتاج الوقود الصناعي (Mmt)	النقل (Mmt)
2019	38,4	-	-	32,6	-	-	-
2030	32,9	02	-	39,1	04,7	06,9	01,6
2040	25,1	13,2	07,2	49,5	06,4	15,5	19,6
2050	16,9	26,6	18,3	62,9	55	40,8	66,5
2060	10,5	29,6	33,3	72	70,7	81,5	117,6
2070	07,8	27,4	53,6	77,7	72,9	121,5	158,2

من إعداد الطلبة بالإعتماد على:

Source: www.statista.com

فمن خلال الجدول رقم 02 أعلاه الذي يمثل الطلب العالمي المتوقع على الهيدروجين وفق سيناريو التنمية المستدامة (2019-2070) حسب القطاع، يلاحظ أنه في سنة 2070 من المتوقع أن يصل الطلب على الهيدروجين إجمالًا إلى 519,1 مليون طن متري. فأكبر قيمة لقطاع النقل والمواصلات بقيمة 158,2 مليون طن متري وأصغر قيمة لعمليات التكرير بقيمة 07,8 مليون طن متري.

3- إيرادات إقتصاد الهيدروجين:

بلغت قيمة سوق الهيدروجين العالمي 155,35 مليار دولار أمريكي في سنة 2022، ومن المتوقع أن يتوسع بمعدل نمو سنوي مركب (CAGR) يبلغ 09,3% من سنة 2023 إلى غاية سنة 2030. [1]

فلقد قدرت السوق العالمية للهيدروجين من حيث الإيرادات بما يُقارب 160 مليار دولار أمريكي في سنة 2022، ومن المتوقع أن تصل إيراداته إلى 263,5 مليار دولار أمريكيَ في سنة 2027. [2]

وفي الجدول الأتي أعلى أسهم الهيدروجين قيمةً سوقية لسنة 2023:

الجدول رقم 03: أعلى خمس أسهم هيدروجين للشراء في العالم لسنة 2023.

سهم الهيدروجين:	رمز السهم:	القيمة السوقية:
(Linde)	(NYSE: LIN)	161,4 مليار دولار أمريكي
(Bp)	(NYSE: BP)	105,5 مليار دولار أمريكي
(Air products)	(NYSE: APD)	61,2 مليار دولار أمريكي
(Plug Power)	(NASDAQ: PLUG)	06,8 مليار دولار أمريكي
(Bloom energy)	(NYSE: BE)	03,8

[1] Available on the website: https://www.grandviewresearch.com, Viewed on the 26 March 2023 at 10:33.
[2] Available on the website: https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/hydrogen-generation-market-494.html, Viewed on the 26 March 2023 at 11:23.

		مليار دولار أمريكي

من إعداد الطلبة بالإعتماد على:

Source:www.fool.com

4- إستهلاك الهيدروجين:

يتم إستهلاك حوالي 120 مليون طن متري من الهيدروجين في كل أنحاء العالم، والجدول التالي يوضح إستهلاك الهيدروجين في مختلف دول العالم.

الجدول رقم 04: إستهلاك الهيدروجين في كل أنحاء العالم في سنة 2020.

البلد:	إستهلاك الهيدروجين بالمليون طن متري
الصين	23,9
الولايات المتحدة الأمريكية	11,3
الهند	07,2
روسيا	06,4
المملكة المتحدة	05,8
إيران	03,6
السعودية	03,4
كندا	02,5
اليابان	01,7
أندونيسيا	01,5

مصر	01,4
كوريا	01,3

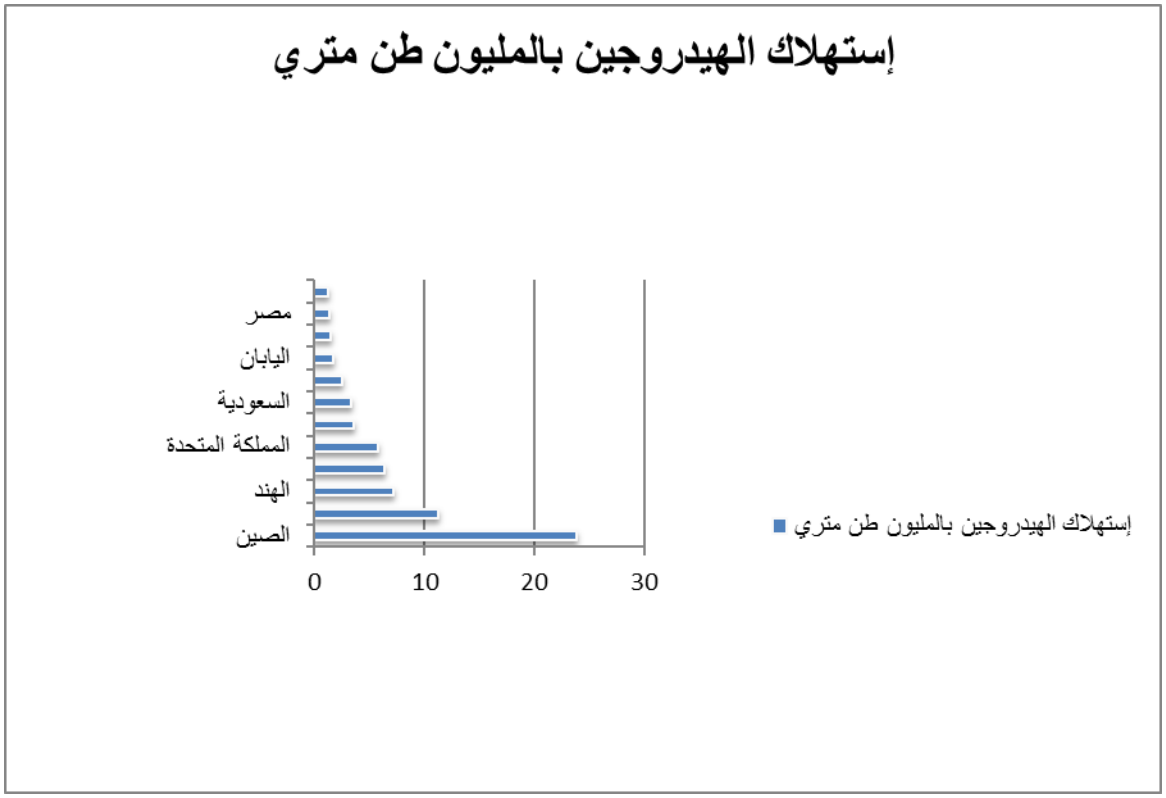
من إعداد الطلبة بالإعتماد على:

Source:www.statista.com

فمن خلال الجدول رقم 04 أعلاه الذي يمثل إستهلاك الهيدروجين في سنة 2020، يلاحظ أن الصين أكبر مستهلك الهيدروجين بقيمة 23,9 مليون طن متري وتليها الولايات المتحدة الأمريكية بقيمة 11,3 مليون طن متري. وهذا الذي يمثل فرق نسبة 53% مقارنةً بالدولة الرائدة (الصين).

وهذا ما يوضحه الشكل الموالي:

الشكل رقم 02: إستهلاك الهيدروجين في كل أنحاء العالم في سنة 2020.



المصدر: من معطيات الجدول رقم 04.

فالصين تَعدُ أكبر منتج للهيدروجين بحوالي 33 مليون طن سنويا (إعتبارا لإحصائيات سنة 2022). [1] ولها أكبر عدد محطات وقود الهيدروجين على مستوى العالم، بحيث فيها 250 محطة للتزود بوقود الهيدروجين قيد التشغيل. لتليها اليابان بـ 161 محطة (إعتبارا لإحصائيات سنة 2022)، فإن مكانةُ اليابان كمزود لوقود سيارات الهيدروجين غير مفاجئ بالنظر إلى أن مُصنعي السيارات اليابانية (HONDA&TOYOTA) منً بين عدد قليل من مُصنعي السيارات الذين يوفرون سياراتَ الهيدروجين للزبائن.[2]

رغم ريادة الصين واليابان في مجال وقود الهيدروجين وخلايا وقود الهيدروجين، إلّا أن أستراليا تُعتبر الدولة التي بها أكبر عدد من مصانع الهيدروجين الأخضر في العالم، والجدول الأتي يوضح ذلك:

[1] Available on the website: https://www.cnbc.com, Viewed on the 26 March 2023 at 11:45.
[2] **Global hydrogen fuel stations by country 2022,** Available on the website: https://www.statista.com, Viewed on the 26 March 2023 at 13:02.

الجدول رقم 05: عدد مصانع إنتاج الهيدروجين الأخضر في العالم (إعتباراً لسنة 2022).

البلد:	عدد المصانع:
أستراليا	96
ألمانيا	50
إسبانيا	50
هولندا	48
المملكة المتحدة	46
الولايات المتحدة الأمريكية	37
روسيا	36
البرتغال	28
الصين	26
الشيلي	22

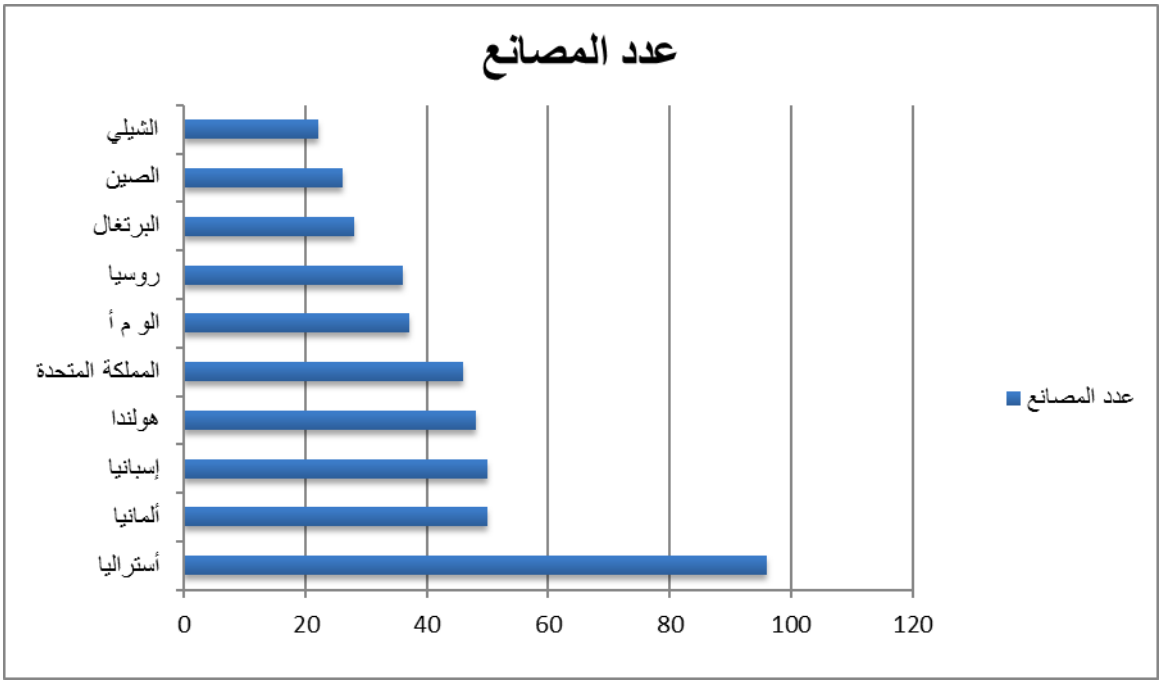
من إعداد الطلبة بالإعتماد على:

Source: www.statista.com

من خلال الجدول رقم 05 أعلاه الذي يوضح عدد المصانع في العالم لإنتاج الهيدروجين الأخضر في سنة 2022، يلاحظ أن أستراليا هي الدولة التي بها أكبر عدد من مصانع الهيدروجين الأخضر في العالم بحيث فيها 96 مصنع. وذلك راجع لوفرة موارد الطاقة المتجددة فيها. فالطاقة الشمسية الكهروضوئية تعتبر أكثر مساهم لإنتاج الهيدروجين الأخضر في أستراليا، ثم تليها ألمانيا وإسبانيا ب50 مصنع في المرتبة الثانية إلى غاية الشيلي في المرتبة الأخيرة بحصيلة 22 مصنع للهيدروجين الأخضر.

وهذا ما يوضحه الشكل الموالي:

الشكل رقم 03: عدد مصانع إنتاج الهيدروجين الأخضر في العالم (إعتباراً لسنة 2022).



المصدر: من معطيات الجدول رقم 05.

وكونَ أستراليا من الدول الرائدة في مجال الهيدروجين الأخضر خاصةَ وبذلت جهود كبيرة لتكون مستقبلًا الأولى في إقتصاد الهيدروجين، سيتم التركيز على أبرز المشاريع التي قامت بها ومولّتها الحكومة الأسترالية في المطلب الموالي.

المطلب الثاني: تمويل الصناعات الهيدروجينية في أستراليا.

تَعتبر أستراليا من الدول الرائدة في تمويل الصناعات الهيدروجينية، ولقد قامت بمُبادرات عديدة للمضي قدمًا في إقتصاد الهيدروجين وإكتساحها العالَم. وأقامت العديد من مشاريع الهيدروجين في إطَار التوجه للطاقات المتَجددة.

1- مبادرات أستراليا لتمويل الصناعات الهيدروجينية:

خصصت أستراليا أموال كبيرة لدعم مشاريع الصناعات الهيدروجينية، والجدول الأتي يوضح أبرز ما قامت به في إطار تمويل مشاريع الهيدروجين.

الجدول رقم 06: مبادرات أستراليا لتمويل الصناعات الهيدروجينية.

الصندوق (المخصص له / المستفيد من دعم الحكومة الأسترالية):	مبادرة الحكومة الأسترالية:
صندوق إستراتيجية الهيدروجين المتجدد وصندوق برنامج النقل بوقود الهيدروجين **(Renewable Hydrogen strategy fund&fuelled transport program fund)**	- أعلنت حكومة غرب أستراليا مؤخرا في الميزانية العامة الخاصة بها لسنة 2021-2022، أنها ستستثمر 61,5 مليون دولار أسترالي إضافية على إلتزامها للسنة الفارطة (2022) البالغ 22 مليون دولار أسترالي في إطار إستراتيجية الهيدروجين المتجدد.
صندوق وظائف الهيدروجين والطاقة المتجددة في ولاية كوينزلاند **(Queensland renewable energy &jobs fund)**	- أعلنت حكومة Queensland أنها ستؤسس صندوق بقيمة 02 مليار دولار أسترالي للطاقة المتجددة ووظائف الهيدروجين ، والذي يهدف إلى تحفيز نمو العمالة في قطاع الطاقة المتجددة والهيدروجين.
صندوق الطاقة الإقليمي المجتمعي **(Regional community energy fund)**	- لقد عرضت حكومة ويلز الجنوبية الجديدة 15 مليون دولار أسترالي في شكل منَح لطاقة المجتمع الإقليمي.
صندوق تسويق الهيدروجين المتجدد **(Renewable Hydrogen commercialisation**	- قُدمَ لهذا الصندوق دعم مالي يصل إلى 06,2 مليون دولار أسترالي، لمشارَيع الأعمال الرأسمالية التي تدعم إقامة مشاريع تجريبية الهيدروجين.

fund)	
صندوق تنمية صناعة الهيدروجين **(Hydrogenindustrydevelopment fund)**	– خصصت حكومة Queensland غلاف مالي يقدر بـ 25 مليون دولار أسترالي على مدى 04 سنوات لصندوق تنمية صناعة الهيدروجين.
(CleanCo funding investment)	– أعلنت حكومة Queensland في سنة 2021 أنها بصدد إستثمار 01,5 مليون دولار أسترالي، في تمويل شركة CleanCo المملوكة للقطاع العام وهذا كدعمٍ لها لإنشاء منطقة الهيدروجين المستقبلية.
صندوق أعمال الهيدروجين **(Renewable hydrogen business ready fund)**	– قُدمَ لهذا الصندوق دعم مالي يصل إلى 01 مليون دولار أسترالي للمساَعدة على الإنتقال إلى طاقة الهيدروجين.

من إعداد الطلبة بالإعتماد على:

Source: Micheal Brady, Paul Shillington, **Australian hydrogen projects paper,** 2022.

وعلى نحوٍ من التفصيل لمبادرات أستراليا لتمويل الصناعات الهيدروجينية، سيتم عرض أهم المشاريع التي قامت بها في هذا المجال.

2- مشاريع تمويل الصناعات الهيدروجينية في أستراليا:

قامت أستراليا بتمويل ما يقارب 108 مشروع (بناء على إحصائيات سنة 2022). مُنقَسمة بين دراسات جدوى، مشاريع بحثية في إطار إستراتيجية الهيدروجين، مشاريع تجريبية وإيضاحية لإنشاء خطوط الأَنابيب ومشاريع خلايا الوقود للتزود بوقود الهيدروجين. في عدة مُقاطعات وولايات في أستراليا. منها أستراليا الجنوبية (South Australia)، ويلز الجنوبية الجديدة (New South Wales)، فيكتوريا (Victoria)، كوينز لاند

(Queensland)، أستراليا الغربية (Western Australia) و(Australian capital territory) وأهم هذه المشاريع في كل ولاية من الولايات السابقة سيتم عرضها حسب نوع (إطار) المشروع، ما يلي:

2-1- دراسات الجدوى (Feasibility studies): تمثلت أبرز هذه الدراسات، في ما يلي:

- دراسة جدوى (Connecting the power and gasgrids): بدأت في 01 جويلية 2017 وتم الإنتهاء منها يوم 03 أفريل 2018 من طرف شركة (Aquahydrex ptyltd) في جنوب أستراليا، بحيث تلقى هذا المشروع تمويل قُدر بـ 05 مليون دولار أسترالي من طرف (ARENA) وبلغت تكلُفته 12,21 مليون دولار أسترالي. وإختص هذا المشروع في الهيدروجين الأزرق. وهَدفَ هذا المشروع إلى تصميم وبناء مصنع تجريبي للمُحلل الكهربائي (The electrolyser) وإختباره بالشراكة مع شبكات الغاز الأسترالية (AGN).[1]

- دراسة جدوى (Australian hydrogen center): بدأت في ديسمبر 2019 من طرف عدة شركات مجتمعة وهي كالأتي: (Australian gas networks limited, Department of environment, Department for energy and mining, Engine energy services, NeonAustralia & AusNet services) في جنوب أستراليا، ولقد إختص هذا المشروع في الهيدروجين الأزرق. وحظى بتمويل من (ARENA) قُدرَ بـ 01,28 مليون دولار أسترالي وبلغت تكلُفَته 04,15 مليون دولار أسترالي.[2]

فهذا المشروع يعمل على على التحقق من مدى جدوى مزج الهيدروجين في شبكات توزيع الغاز، والإنتقال إلى شبكات الهيدروجين بنسبة 100% على المدى البعيد. وشملت أهم النتائج الرئيسية لمَا قامَ به (AHC) مايلي:[3]

- زيادة وعي المجتمع حول إستخدام الهيدروجين.
- إنشاء سوق محلي الهيدروجين المتجدد.
- توسيع سوق توليد الكهرباء المتجدد (الكهرباء الذي مصدره الطاقة المتجددة).

[1] **Connecting the power and gasgrids,** Available on the website: https://arena.gov.au/projects/connecting-the-power-and-gas-grids/, Viewed on the 27 March 2023 at 11:05.
[2] Micheal Brady, Paul Shillington, **Australian hydrogen projects paper**, 2022, p 20.
[3] **Australian hydrogen center,** Available on the website: https://research.csiro.au/hyresource/australian-hydrogen-centre/, Published on the 23 September 2020, Viewed on the 27 March 2023 at 11:08.

- المساعدة في تطوير صناعة الهيدروجين المتجدد على أوسع نطاق ممكن.

- دراسة جدوى (Green liquidhydrogen export project): تم الإنتهاء منها في سنة 2020، من طرف كل من (Origin energy, Kawasaki Heavyindustry & port of Townsville) ولقد إختص هذا المشروع والهيدروجين الأخضر، وتلقى تمويل قدره 312 مليون دولار أسترالي من طرف حكومة كوينزلاند (Queensland government). فهذا المشروع يسعى لتصدير الهيدروجين السائل المتجدد. [1]

- دراسة جدوى (wildfire energyMIGT pilot plant): بدأت في منتصف سنة 2016، بحيث تلقى هذا المشروع الذي طرحته (Wildfire energy) تمويلًا قُدرَ بـ 200000 دولار أسترالي من طرف حكومة كوينزلاند وصندوق تنمية ودعم الأفكار. [2] لقد قامت (Wildfireenergy) ببناء مصنع تجريبي لتحويل الكتلة الحيوية والنفايات إلى غاز نظيف غني بالهيدروجين، وفي سنة 2022 تمت ترقية هذا المشروع من طرف الشركة بما يلي: [3]

- وضع مفاعل (MIGHT) من الجيل الثاني الجديد مع معدات لتحقيق حلقة متكاملة ومغلقة.
- التحكم بالكامل في العملية الآلية (Fully automated process control)

- دراسة جدوى (Stanwell hydrogen electrolysis deployment feasibility): تم الإنتهاء من دراسة جدوى هذا المشروع في أكتوبر 2021، ولقد تم طرح هذا المشروع الذي إختص في الهيدروجين الأخضر من طرف (Stanwellcorporation Limited, Deloittefinancial a dirsory pty Limited, Advision pty ltd) بتمويل قدره 01,25 مليون دولار أسترالي من طرف (ARENA) وتكلفة بلغت 04,99 مليون دولار أسترالي. [4]

[1] Micheal Brady, Paul Shillington, Op.Cit., p 16.
[2] Idem.
[3] Available on the website: https://www.wildfireenergy.com.au/pilot-plant, Viewed on the 27 March 2023 at 11:11.
[4] Micheal Brady, Paul Shillington, Op.Cit., p 14.

ولقد تمت دراسة جدوى إنشاء محطة كبيرة للتحليل الكهربائي للهيدروجين بسعة Mw10 أو أكثر، في (Stanwell power station) بالقرب من روكامبتن (Rockampton). [1]

- دراسة جدوى (Project GERI): إنتهت دراسة جدوى مشروع (Geraldton export-scale renewable investment) الذي طرحته كل من (Bp Australia pty ltd & GHD group Limited) في فيفري 2021، بحيث تلقى هذا المشروع تمويلًا قُدرَ بـ 01,17 مليون دولار أسترالي وتكلفته قُدرَت بـ 04,42 مليون دولار أسترالي. لقد تمت دراسة الجدوى هذه لِلتحقيق في إمكانية وجود مقياس عرض عملي يَقدر بحوالي 20 كيلو باسكال من الأمونيا وأيضا النطاق التجاري الذي يقدر بحوالي 1000 كيلو باسكال من الأمونيا. [2]

- دراسة جدوى (Renewable hydrogen transport HUB in the city of Mandurah): لقد أجرى صاحب المشروع دراسة جدوى بغرض تحديد وتجميع قاعدة العُملاء لتطبيقات النقل القائمة على الهيدروجين، في مدينة (Mandurah). وتم الإنتهاء من دراسة جدوى هذا المشروع الذي قُدرَ الغلاف المالي الذي خُصص لتمويله بـ 250000 دولار أسترالي من طرف صندوق الهيدروجين المتجدد التابع لحكَومة أَستراليا الغربية. [3]

- دراسة جدوى (Clean energy innovation park): أُجرِيَتْ دراسة جدوى هذا المشروع في سنة 2020 بدعم مالي قُدرَ بـ 28,7 مليون دولار أسترالي من طرف (ARENA)، فهذا المشروع لقد أسس أول سلسلة توريد للهيدروجين المَتجدد على نطاق تجاري في أستراليا بقدرة إنتاج يومية تصل إلى 04,3 طن من الهيدروجين. [4]

---

[1] **Stanwell hydrogen electrolysis deployment feasibility study,** Available on the website: https://arena.gov.au/projects/stanwell-hydrogen-electrolysis-deployment-feasibility-study/, Viewed on the 27 March 2023 at 11:14.

[2] Available on the website: https://arena.gov.au/knowledge-bank/geri-renewable-hydrogen-and-ammonia-feasibility-study/, Viewed on the 27 March 2023 at 12:30.

[3] Available on the website: https://research.csiro.au/hyresource/renewable-hydrogen-transport-hub-in-the-city-of-mandurah/, Viewed on the 27 March 2023 at 12:56.

[4] **Clean energy innovation park,** Available on the website: https://www.atco.com/en-au/projects/clean-energy-innovation-park.html, Viewed on the 27 March 2023 at 13:09.

2-2- المشاريع البحثية في إطار إستراتيجية الهيدروجين (Research projects/hydrogen strategies): تمثلت أبرز هذه المشاريع، في ما يلي:

- مشروع (Efficient solar hydrogen generation): بدأ هذا المشروع في 01 أوت 2018 وتم إنجازه في 14 مارس 2023، ولقد تشاركت فيه العديد من الشركات وهي كالأتي: (Shenzhen kohodo hydrogen energy, University of new south wales, The Australian national university). فهذا المشروع قُدر مبلغ تمويله بـ 04,4 مليون دولار أسترالي من طرف (ARENA) في حين أن تكلفته قُدرت بـ 01,72 مليون دولار أسترالي. وإن مشروع (Efficient solar hydrogen generation) بحث في توليد الهيدروجين الذي مصدره الشمس، ومن أبرز النتائج الرئيسية لهذا المشروع ما يلي:[1]

- نجح في تطوير تقنيات الهيدروجين الذي مصدره الشمس (الهيدروجين الشمسي)، مُحققًا رقمًا قياسيًا قُدر بنسبة 20% من كفاءة (STH). وذلك من خلال تحسين دمج البريفوسكايت والمحفزات منخفضة التكاليف (Optimising and integrating prevoskite /Si tandem and low cost).

- مشروع (Mawson Lakes renewable energy system): تم الإنتهاء من هذا المشروع في سنة 2019، بحيث أُنجز من طرف (University of south Australia) بغلاف مالي خصص له من طرف حكومة جنوب أستراليا قُدر بـ 03,6 مليون دولار أسترالي، وبلغت تكاليفه الإجمالية 07,7 مليون دولار أسترالي. لقد إستهدف هذا المشروع تحويل (Mawson Lakes campus) إلى موقع إختبار وطني مُختص في الطاقات المتجددة.

لقد أدلى الدكتور بيري الباحث في جامعة جنوب أستراليا والمنسق في هذا المشروع، أن هذا المشروع من المفروض أن يساهم في توفير فرص عمل جديدة وفرص إستثمارية لأستراليا، إضافة لإلهامه الجيل القادم بضرورة الطاقات المتجددة. [2]

[1] Available on the website: https://arena.gov.au/projects/efficient-solar-hydrogen-generation/, Viewed on the 28 March 2023 at 06:12.

[2] Available on the website: https://komconsultants.com/blog/unisa-powers-forward-with-renewable-energy-project/amp/, Viewed on the 28 March 2023 at 06:15.

- مشروع (Highly efficient and low cost photovoltaic): بدأ هذا المشروع في أوت 2018 من طرف (University of new south wales, Bejing zhongchao haiqi technology coLtd, Ray Gen resources pty Ltd, Shenzhen kohodo sunshine renewable energy coLtd) بتمويل قدره 01,31 مليون دولار أسترالي من طرف (ARENA) وتكاليف إجمالية قدرها 05,04 مليون دولار أسترالي.

يعتبر هذا المشروع من الطُرق البارزة لإنتاج الهيدروجين من خلال الطاقات المتجددة الأخرى (الطاقة الشمسية وطاقة المياه)، وذلك بغرض التصدير. فهذا المشروع حل أكبر عقبة تواجه إقتصاد الهيدروجين والتي تتمثل في التكاليف المرتفعة والكفاءة المنخفضة. [1]

- مشروع (H2Store technology): بدأ هذا المشروع في النصف الثاني من سنة 2020، من طرف (University of New Castle) بتمويل على أساس منحة للمشروع من طرف حكومة ويلز الجنوبية الجديدة (New South Wales government) قُدرت هذه المنحة بـ 03,5 مليون دولار أسترالي.

ففي إطار هذا المشروع، تم تطوير تقنية (H2Store) بقيادة البروفيسور (Kondo François Aguey Zinsou) ومجموعة من الباحثين في جامعة سدني (UNSW Sydney campus). وكَون هذه التقنية تعمل على توفير إنتاج الهيدروجين وتخزينه فهي تعتمد أساسا على الهيدرات المعدنية (The metal hydrides) لتخزين غاز الهيدروجين. [2]

- مشروع (Biological hydrogen production): في الأساس كان هذا المشروع يهدف إلى إنتاج بكتيريا بإمكانها تحويل السكريات من مختلف المصادر إلى غاز الهيدروجين، بسرعة وكفاءة عالية. [3]

[1] **Highly efficient & low cost photovoltaic -electrolysis system,** Available on the website: https://arena.gov.au/projects/highly-efficient-and-low-cost-photovoltaic-electrolysis-pve-system-to-generate-hydrogen-by-harvesting-the-full-spectrum-of-sunlight/, Viewed on the 28 March 2023 at 06:33.

[2] Available on the website: https://reneweconomy.com.au/regional-nsw-town-to-host-large-scale-hydrogen-energy-storage-project-states-first-79334/amp/, Published on the 11 March 2020, Viewed on the 28 March 2023 at 07:02.

[3] **Biological hydrogen production,** Available on the website: https://research.csiro.au/hyresource/biological-hydrogen-production/, Published on the 21 September 2020, Viewed on the 28 March 2023 at 07:13.

بدأ مشروع (Biological hydrogen production) في أوت 2018 ومن المفروض أن يتم الانتهاء منه في 30 أفريل 2023 لكن في حقيقة الأمر تم الإنتهاء من هذا المشروع قبل التاريخ المحدد له، بحيث تم إنجازه في 28 جانفي 2023. من طرف (Macquarie University, Bio platforms Australia Ltd, Boc Australia)، بتمويل قُدر بـ 01,17 مليون دولار أسترالي من طرف (ARENA) وتكلفة قُدرت بـ 02,83 مليون دولار أسترالي. ومن أبز النتائج التي أسفرت عن هذا المشروع، مايلي: [1]

- توفير سلالة إنتاج الهيدروجين المهندسة حيويا (The bioengineered hydrogen production)، كبديلٍ لإنتاج هيدروجين منخفض الكربون دون الإعتماد على بنى تحتية كهربائية ضخمة.
- نجح في تحسين نوع من سلالات البكتيريا، من أجل الإستفادة من السكريات البسيطة التي مصدرها الكُتلة الحيوية لإنتاج الهيدروجين.
- حقق هذا المشروع معدلات عالية جداً وعوائد ضخمة من إنتاج الهيدروجين من الجلوكوز (بتقديرٍ 10 أضعاف معدل الإنتاج المستهدف في البداية).
- حقق هذا المشروع كنتيجة طرق مطورة جداً للقياس الدقيق لإنتاج الهيدروجين من البكتيريا والتحكم فيه.

- مشروع (UWA methanol from Syngas research and development): بدأ هذا المشروع في 01 أوت 2018 وتم الإنتهاء منه في 31 جانفي 2023، من طرف (The university of Western Australia ,An ergy pty Ltd) بتمويل قُدر بـ 01,07 مليون دولار أسترالي وتكلفة قُدرت بـ 02,9 مليون دولار أسترالي. فهذا المشروع يهدف لإبتكار والتطبيق العملي لعمليات الهندسة الكيميائية لتحويل الكتلة الحيوية إلى ميثانول ومن ثمَ يُصبح غاز تخليقي كوقودٍ للنقل. [2]

2-3- المشاريع التجريبية والإيضاحية لإنتاج خطوط الأنابيب (Including pilot & demonstration projects for production of pipeline): تمثلت أبرز هذه المشاريع، في مايلي:

[1] Available on the website: https://arena.gov.au/projects/biological-hydrogen-production/, Viewed on the 28 March 2023 at 07:56.
[2] Available on the website: www.ARENA.com, Viewed on the 28 March 2023 at 07:59.

- مشروع (Arrowsmith hydrogen project): بدأ هذا المشروع في سنة 2020 وتم الإنتهاء منه في سنة 2022، من طرف شركة (Infinite Blue Energy) بتمويل إستثماري قُدرَ بـ 300 مليون دولار أسترالي. فهذا المشروع تضمن بناء أكبر منشأة لإنتاج الهيدروجين في أستراليا تحديدًا في منَطقة [1] (Dongara)، التي يوضحها الشكل أسفله:

الشكل رقم 04: موقع بناء منشأة إنتاج الهيدروجين في (Dongara)

source:www.utilitymagazine.com

فالمشروع هدَفَ لإنتاج الهيدروجين على مرحلتين، في المرحلة الأولى يتم إنتاج 23 طن من الهيدروجين يوميا وفي المرحلة الثانية يتم إنتاج 42 طن من الهيدروجين يوميا، الذي مصدره الطاقة الشمسية وطاقة الرياح. [2] فشركة (Infinite BlueEnergy) ركّزت على الطاقة الخضراء ضمن مساحات التملك الخاصة بها الواقعة في (Arrowsmith) جنوب (Dongara)، بسبب وفرة المياه عالية الجودة والطاقة الشمسية وطاقة الرياح. فالمزرعة

[1] Micheal Brady, Paul Shillington,Op.Cit., p 04.
[2] Available on the website: https://igeh2.com/projects/arrowsmith-hydrogen-plant-stage-1/, Viewed on the 28 March 2023 at 08:01.

الشمسية إمداداتها الطاقوية هي (Mw-85Mw65) أما توربينات الرياح فإمداداتها الطاقوية هي (Mw-150Mw). [1]132

- مشروع (APA conversion of gas pipeline): تم البحث والإختبار لهذا المشروع في نهاية سنة 2022 من طرف (APA group)، بحيث قامت هذه الأخيرة بالتحقيق في فُرصِ إنتاج ونقل الهيدروجين إلى مرافق شركة (WesCEF) في منطقة كوينانا (Kwinana).

فحسب النتائج الأولية للمرحلة الأولى والمرحلة الثانية المدعوم بـ 300000 دولار أسترالي كمنحة من حكومة أستراليا الغربية، تبيَّن أنها واعدة وممتازة بعد إجراء إختيار مُقارن عليها م قبل مُختبَر مشهود عالميا. [2]

لقد بلغت إيرادات الشركة المسؤولة عن المشروع بعد ذلك 2236,6 مليون دولار أسترالي وزاد التدفق النقدي الحر إلى 1081 مليون دولار أسترالي. [3]

- مشروع (ATCO hydrogen microgrid clean energy innovation HUB): تم الإنتهاء من هذا المشروع التجريبي في سنة 2017 من طرف (ATCO Australia pty Ltd)، بتمويل من (ARENA) قُدر بـ 01,79 مليون دولار أسترالي[4] فهذا المشروع يولد الهيدروجين الأخضر النظيف من خلال عملية التحليل الكهربائي التي أساسها الطاقة الشمسية.

[1] **Arrowsmith hydrogen project,** Available on the website: https://www.epa.wa.gov.au/proposals/arrowsmith-hydrogen-project, Viewed on the 28 March 2023 at 08:12.

[2] Available on the website: https://wescef.com.au/2022/05/06/australias-first-potential-conversion-of-gas-transmission-pipeline-to-pure-hydrogen-a-step-closer/, Viewed on the 28 March 2023 at 08:15.

[3] Available on the website: https://www.eurekareport.com.au/investment-news/what-future-for-gas-pipelines-in-changing-energy-world/151674, Viewed on the 28 March 2023 at 08:20.

[4] **ATCO hydrogen microgrid,** Available on the website: https://arena.gov.au/projects/atco-hydrogen-microgrid/, Viewed on the 28 March 2023 at 08:23.

وأدلى السيد فريشكنخت الرئيس التنفيذي لشركة (ARENA) بأن التجربة التي خاضتها شركة (ATCO)، ستؤدي إلى إستخدام الهيدروجين على نطاق واسع في جميع أنحاء أستراليا. [1]

- مشروع (Hazer commercial demonstration plant): بدأ مشروع (HCDP) في مارس 2020 من طرف (Hazer group)، بتمويل قُدر بـ 09,4 مليون دولار أسترالي من قبل (ARENA) وتكاليف قدرها 22,6 مليون دولار أسترالي.[2]

وسيكون هذا المشروع جاهز في النص الثاني من سنة 2023، فحسب السيد (Glenn Corrie) الرئيس التنفيذي أن المصنع يستخدم خام الحديد والمواد الأولية للغاز الحيوي كمُحفز لإنتاج 380 طن سنويا من الجرافيت الصناعي والهيدروجين. [3]

- مشروع (Hydrogen park Gladstone): قُدم هذا المشروع من طرف شركة (AGN)، بتمويلٍ قُدر بـ 01,78 مليون دولار أسترالي من طرف صندوق إستراتيجية صناعة الهيدروجين التابع لحكومة كوينز لاند. بحيث سيتم مزج الهيدروجين المتجدد بالغاز الطبيعي بحجم يصل إلى نسبة 10%، فهذا المشروع يوفر الهيدروجين لحوالي 770 منزل وشركة في المدينة بأكملها. [4] والشكل التالي يوضح هيكل المصنع التجريبي.

[1] Available on the website: https://www.aa.com.tr/en/energy/news-from-companies/atco-gets-15m-for-australian-hydrogen-research-project-/20732, Viewed on the 28 March 2023 at 09:22.

[2] Micheal Brady, Paul Shillington,Op.Cit, p 06.

[3] Available on the website: https://esdnews.com.au/hazers-hydrogen-demo-plant-to-be-operational-this-year/, Viewed on the 28 March 2023 at 09:30.

[4] Available on the website: https://www.agig.com.au/hydrogen-park-gladstone, Viewed on the 28 March 2023 at 09:39.

الشكل رقم 05: المصنع التجريبي في .(Gladstone)

source: www.agig.com

- مشروع (Northern oil advanced biofuels laboratory): إفتُتحَ المصنع التجريبي بعد 14 شهرا فقط من إعلان رئيس الوزراء لولاية كوينز لاند عنه، بتمويل قدره 03,19 مليونَ دولار أسترالي وبلغت تكلفته 06,94 مليون دولار أسترالي. جامع بين خمس تقنيات من كل أنحاء العالم لإنتاج الوقود المتجدد والحيوي. [1]

في السنوات الأخيرة شَهِدَ إقتصاد الهيدروجين رواج كبير، خاصةً مع بروز التوجه للطاقات المتجددة. بحيث بلغت قيمة سوق الهيدروجين العالمي في سنة 2022 ما يقدَر بـ 155,35 مليار دولار أمريكي، وبرزت فيه كل من الصين، اليابان وأستراليا وعدة دول أخرى كدول رائدة في هذا المجال. فعلى سبيل المثال، قامت أستراليا بتمويل ما يقارب 108 مشروع صناعة هيدروجينية وتشييدها لأكبر عدد من مصانع الهيدروجين الأخضرِ في العالم.

ولقد قامت عدة دول بإعداد إستراتيجية الهيدروجين الخاصة بها وإعلانها عن مشاريعها المستقبلية في هذا المجال، وهذا ما سيتم التطرق له في المبحث الموالي.

[1] Available on the website: https://wastemanagementreview.com.au/tag/northern-oil-advanced-biofuels-pilot-plant/, Viewed on the 28 March 2023 at 09:47.

المبحث الثاني: المشاريع المستقبلية لتمويل الصناعات الهيدروجينية.

أعلنت العديد من دول العالم عن إستراتيجية الهيدروجين الخاصة بها، وهناك دولٌ لازالت بصدد إعدادها. فالهيدروجين يتضح من خلال المشاريع المستقبلية المعلَنِ عنها المتعلقة بإنتاجه وتصديره أنه سيكونَ له مكانة في الإقتصاد العالمي مستقبلاً.

ففي هذا المبحث سيتم عرض أبرز المشاريع المستقبلية لتمويل الصناعات الهيدروجينية في العالم منقسمةٌ بين الدول الرائدة والنامية في هذا المجال.

المطلب الأول: المشاريع المستقبلية للدول الرائدة في تمويل الصناعات الهيدروجينية.

أعلنت الدول السبَّاقة والرائدة في إقتصاد الهيدروجين عن إستراتيجيتها ومشاريعها المستقبلية لتمويل الصناعات الهيدروجينية، في سبيل بلوغ الحياد الكربوني وتحقيق نمو إقتصادي عالي في ظل بيئة مستدامة. وكانت مشاريع هذه الدول كالأتي:

1- جمهورية الصين الشعبية:

أعلنت الصين عن خطة مدتها 15 عاما لسيارات الطاقة المتجددة، فهي تسعى للمضيِّ قُدَما نحو إستخدام خلايا وقود الهيدروجين كبديل للبطاريات الكهربائية، لتشغيل السيارات والمركبات الهيدروجينية. وإضافة على ذلك التصريح الذي أدلى به الرئيس التنفيذي روبن لين والذي كان مفاده أن الفجوة في القدرة التنافسية بين السيارات الكهربائية والتي تسير بالهيدروجين ستتقلص، وهذا راجع كونه هناك فرصة كبيرة لإنخفاض أسعار الهيدروجين مستقبلاً.

فلقد حدَد الرئيس شي جين بينغ نهاية سنة 2030 كموعد لبدء إنخفاض إنبعاثات الكربون في الصين. وقدَّر المحلِلان سياي مي وجينغ هونغ ليو أن هدف الصين هو بلوغ الحياد الكربوني بحلول سنة 2060.[1]

[1] متاح على الموقع الإلكتروني: https://attaqa.net/2020/11/23/، تم الإطلاع يوم 10 مارس 2023 على الساعة 07:13.

وصرَّح السيد وانغ شيانغ نائب مدير إدارة التكنولوجيا في اللجنة الوطنية للتنمية والتعاون، في إفادة صُحفية أن تطوير الهيدروجين يعتبر خطوة مهمة لإنتقال الطاقة ودعم كبير من أجل تحقيق الصين الحياد الكربونيً.[1] فمن المتوقع أن يرتفع الطلب على الهيدروجين في الصين إلى أكثر من 90 مليون طن متري بحلول سنة 2060.[2]

أصدرت الإدارة الوطنية للطاقة (NEA) بالإشتراك مع اللجنة الوطنية للتنمية والإصلاح (NDRC)، أولَ خطة متوسطة إلى طويلة الأجل تمتد إلى غاية سنة 2035 للصين لإستخدام الهيدروجين. ووفقًا لهذه الخطة فإن الحجم المتوقع الهيدروجين في سنة 2025 سيصل لما بين 100000 و200000 طن. ونظرا للسوق الكبير في الصين وإمكاناتها الكبيرة لإنتاج الهيدروجين، فإن هدفها يعتبر متواضع وواقعي للغاية. [3]

أطلقت شركة (Sinopec) عدةَ مشاريع لإنتاج الهيدروجين الأخضر، منها مايلي: [4]

- محطة لإنتاج الهيدروجين بطاقة إنتاجية سنوية تبلغ 20000 طن، تعتمد على الطاقة الشمسية ومقرها (Kuqa) في منطقة (Xinjianguygur).
- مشروع لإنتاج الهيدروجين بمقدار 10000 طن سنويًا، يعتمد على الطاقة الشمسية وطاقة الرياح ومقره (Ordos) في منطقة منغوليا الداخلية.
- مشروع بقدرة إنتاجية 10000 طن سنويا يعتمد على طاقة الرياح ومقره تشانغتشو في مقاطعة فوجيان.

لقد وافقت منطقة منغوليا الداخلية في الصين على تنفيذ مشروع إنتاج الهيدروجين الأخضر القائم على طاقة الرياح بقيمة 370 ميغاواط والطاقة الشمسية بقيمة 1,85 جيغا واط، حسبما ذكرت وكالة (Bloomberg). بحيث تعتبر منطقة منغوليا الداخلية من المناطق الواعدة في الصين بمشاريع الطاقة المتجددة، خاصةً كونها تحظى بنحو 3100 ساعة من ضوء الشمس سنويًا لتوليد الكهرباء من الطاقة الشمسية وتموقعها على المسار الرئيسي لرياح

[1] Available on the website: https://www.reuters.com/world/china/china-produce-100000-200000-t-green-hydrogen-annually-by-2025-2022-03-23/, Viewed on the 10 March 2023 at 09:28.
[2] Available on the website: https://www.statista.com/statistics/1316950/forecast-hydrogen-demand-in-china/, Viewed on the 10 March 2023 at 09:57.
[3] Available on the website: https://www.asiaperspective.com/china-hydrogen-energy/, Viewed on the 10 March 2023 at 22:16.
[4] Available on the website: https://www.asiaperspective.com/china-hydrogen-energy/, Viewed on the 10 March 2023 at 23:08.

سيبيريا التي من الممكن أن تولد عشرات الجيغاواط من توربينات الرياح، وكل هذا يساهم في تصنيع الهيدروجين الأخضر الذي مصدرة الكهرباء من مصادر متجددة. وحسبما نقلت منصة (Energy voice) فإنه من المحتمل أن يستخدم الهيدروجين الأخضر المنتج من خلال أحد مشاريع شركة (Sinopec)، لتحويل الفحم إلى كيمياويات في منطقة (Ordos).[1]

تبلغ تكلفة المصنع المستقبلي في المنطقة الشمالية الغربية شينجيانغ، ما يقارب 470,8 مليون دولار أمريكي. مع ألواح شمسية تغطي ما يزيد عن 630 هكتار. كما أنه سيتم توفير الهيدروجين المنتج في المصنع المستقبلي إلى مصفاة النفط (Sinopec Tahe) ليحل محل الهيدروجين الذي أساسه الغاز الطبيعي.[2]

وفي إطار (2060 Vision) للصين فإنه سيقدر إنتاج الهيدروجين بـ 120 مليون طن، بحيث سيستخدم 60% من إجمالي الطلب عليه في قطاع الصناعة، و31% في الصناعة المتعلقة بالنقل و09% في قطاع الطاقة والبناء.[3]

وكأحدث ما صدر من المشاريع المستقبلية لتمويل الصناعات الهيدروجينية في الصين، تؤسس (CIEG) الصينية مشروعا عملاق لإنتاج الهيدروجين الأخضر بقيمة تتراوح بين 05 إلى 08 مليار دولار أمريكي في مصر. وكان هذا الحدث في 11 مارس 2023 بحيث إلتقى كل من ممثلي مجموعة الصين الدولية للطاقة (CIEG) مع الرئيس المصري عبد الفتاح السيسي.[4]

---

[1] متاح على الموقع الإلكتروني https://attaqa.net/2021/08/18/، تم الإطلاع يوم 11 مارس 2023 على الساعة 19:47.

[2] Available on the website: https://ieefa.org/articles/sinopec-building-worlds-largest-green-hydrogen-plant-china#:~:text=Sinopec%20building%20world's%20largest%20green%20hydrogen%20plant%20in%20China%20%7C%20IEEFA, Viewed on the 11 March 2023 at 20:11.

[3] Available on the website: https://www.asiaperspective.com/china-hydrogen-energy/, Viewed on the 11 March 2023 at 20:50.

[4] Available on the website: https://www.egypttoday.com/Article/1/123050/China%E2%80%99s-CIEG-to-establish-giant-5-8-billion-green-hydrogen, Viewed on the 12 March 2023 at 06:13.

2- اليابان:

تَعتبر اليابان أول دولة وضعت إستراتيجية وطنية للهيدروجين، فلقد حدَدَ صانعو السياسات أهدافًا للتنقلِ تَقدر بـ 800000 محطة وقود خاصة بخلايا الوقود (Fuel Cells) و900 محطة للتزود بوقود الهيدروجين في سنة 2030.[1] وهذا ما علمتّه (Nikkei) على موقعها.

وفي إطار (Vision 2050)، فإن حجم العرض والطلب الحالي على الهيدروجين يقدر بحوالي 02 مليون طن، وفي سنة 2030 يقدر بحوالي 03 مليون طن وفي سنة 2050 يقدر بـ 20 مليون طن. في حين أن تكلفة الهيدروجين الحالية والتي تَقدر بـ (JPY100/Nm^3)، وفي سنة 2030 ستكون تَقدر بـ (JPY30/Nm^3) وفي سنة 2050 ستكون تَقدر بأقل من (JPY20/Nm^3).[2]

والجدول أسفله يوضح العرض والطلب على الهيدروجين في اليابان في إطار (Vision 2050):

الجدول رقم 07: الطلب والعرض التقديري للهيدروجين في اليابان في إطار (Vision 2050)

		المدى القصير 2025:	المدى المتوسط 2030:	المدى الطويل 2050:
	الهدف الفعلي:	حوالي 02 مليون طن	أكثر من 03 مليون طن	حوالي 20 مليون طن
	المصدر الحالي:	مصدر العرض الرئيسي	الإنتقال إلى الهيدروجين النظيف (كإستعمال تقنية CCUS)	

[1] Available on the website: https://www.yahoo.com/now/, Viewed on the 12 March 2023 at 09:22.
[2] HirokoYoshida, **Japan's vision and actions forward hydrogen economy,** Meti, Japan, 2022, p 01.

العرض	الإستيراد:	مرحلة العرض	إنشاء سلسلة توريد الهيدروجين العالمية على أساس تجاري	توسيع النطاق من خلال التنويع
	مصدر التوريد المحلي الجديد:	مرحلة العرض	الإنتقال للمرحلة التجارية	توسيع النطاق من خلال تقديم التكنولوجيات والتقنيات الحديثة
الطلب		المدى القصير 2025:	المدى المتوسط 2030:	المدى الطويل 2050:
	الهدف الفعلي:	حوالي 02 مليون طن	أكثر من 03 مليون طن	حوالي 20 مليون طن
	المواصلات والنقل:	سيارات خلايا الوقود، حافلات خلايا الوقود، تقديم شاحنات خلايا الوقود	+ سفن خلايا الوقود	+ طائرات خلايا الوقود
	توليد الطاقة:	توربينات الغاز الصغيرة، خلايا الوقود الثابتة	توليد الطاقة، والتسويق على نطاق واسع	إستخدام المرونة في نظام الطاقة

	القطاع الصناعي:	مرحلة العرض	صناعة الصلب بإختزال الهيدروجين والكيمياء الخضراء
	الطلب للغرض الحراري (الصناعي، التجاري، البناء):	مرحلة العرض والتسويق في مناطق محدودة	توسيع النطاق من خلال خفض التكاليف وتطوير البنية التحتية

من إعداد الطلبة بالإعتماد على:

Source: Hiroki Yoshida, **Japan's vision and actions forward hydrogen economy,** Meti, Japan, 2022, p 03.

ولقد بدأت كل من مجموعة (Iwatani & Somagas) في القيام بدراسة الجدوى لمزج الهيدروجين في خدمة الغاز الخاص بهم.[1]

فاليابان من أول الدول التي سيرت القطارات بالهيدروجين، وفي الجدول الأتي سيتم التعرف على الطاقة التقديرية المطلوبة لقطارات الهيدروجين في إطار (Vision 2050)

[1] Ibid, p 11.

الجدول رقم 08: الطاقة المتوقعة المطلوبة لقطارات الهيدروجين في اليابان في الفترة (2025-2050).

السنوات:	الطاقة المتوقعة من قطارات الهيدروجين **(GW)**
2025	692
2030	719,5
2035	747
2040	774,6
2045	802,1
2050	829,7

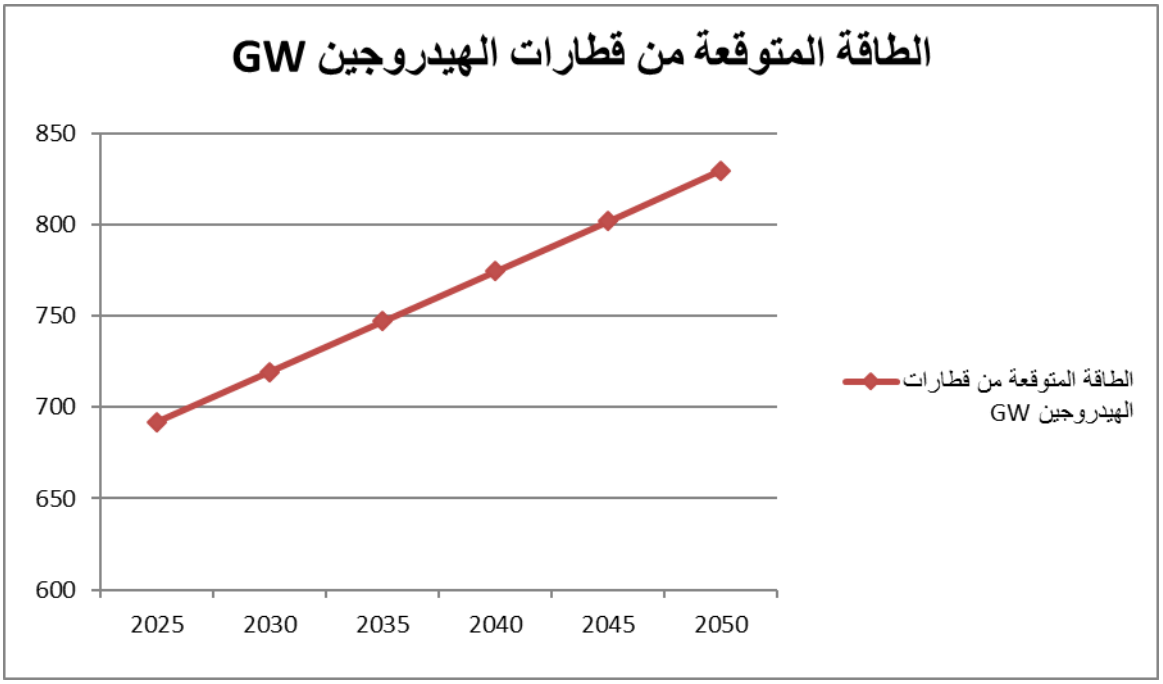
من إعداد الطلبة بالإعتماد على:

Source: Kathryn G Logan and others, **Japan and UK: emission predicitions of electric and hydrogen trains to 2050,** Elsevier magazine, 2021,p 09.

يمثل الجدول رقم 08 أعلاه الطاقة المتوقعة المطلوبة لقطارات الهيدروجين في اليابان في الفترة (2025-2050)، فالطاقة المتوقعة لسنة 2025 قُدرت بـ Gw692 وظلت في إرتفاع مستمر إلى أن قُدرت لسنة 2050 بـ Gw 829,7.

وهذا ما يوضحه الشكل الموالي:

الشكل رقم 06: الطاقة المتوقَعة المطلوبة لقطارات الهيدروجين في اليابان في الفترة (2025-2050).



المصدر: من معطيات الجدول رقم 08.

3- أستراليا:

تقوم الحكومة الأسترالية بمراجعة الإستراتيجية الوطنية للهيدروجين، وذلك لضمان بقائها في الطريق الصحيح حتى تُصبِح رائدة عالميًا في مجال الهيدروجين.[1]

[1] Available on the website: https://www.dcceew.gov.au/energy/publications/australias-national-hydrogen-strategy#:~:text=Australia's%20National%20Hydrogen%20Strategy%20sets,explores%20Australia's%20clean%20hydrogen%20potential, Viewed on the 13 March 2023 at 23:30.

فحسب الدراسات التي أجريت فإنه من المتوقع أن تنخفض تكاليف إنتاج الهيدروجين الأخضر في أستراليا إلى 02 دولار أسترالي للكيلوغرام الواحد.[1] ومن المتوقع أن تشهد أستراليا إنخفاض أكبر لتكاليف إنتاج الهيدروجين الأخضر وذلك راجع لوفرة موارد طاقة الرياح والطاقة الشمسية.

كما وضَّح وزير الطاقة وخفض الإنبعاثات السيد أنجوس تايلور أن صناعة الهيدروجين في المستقبل بأستراليا تتمتع بالقدرة على توفير 7600 منصب شغل جديد بحلول سنة 2050. في حين تُقدر قيمة الصادرات بحوالي 11 مليار دولار سنويا من الناتج المحلي الإجمالي الإضافي. كما أن (ARENA) تقدم الدعم المالي لمشاريع الهيدروجين في جميع أنحاء أستراليا. [2]

وأشارت توقعات (Rystad) إلى أن الطلب على الهيدروجين سيزيد من 70 مليون طن سنويا حاليا إلى ما يقارب 310 مليون طن سنوي بحلول سنة 2050. [3]

وفي إطار (2050 Australian hydrogen vision)، الجدولين أسفله يوضحان تقديرات الحكومة في إطار إستراتيجية الهيدروجين الأسترالية.

[1] Available on the website: https://www.infolink-group.com/energy-article/green-hydrogen-costs-in-australia-to-reduce-37-by-2030#:~:text=Cost%20estimation%20of%20Australian%20green,electrolyzer%20are%20used%20for%20electrolysis, Viewed on the 13 March 2023 at 23:41.

[2] Available on the websit: https://arena.gov.au/projects/renewable-hydrogen-production-and-refuelling-project/, Viewed on the 13 March 2023 at 23:48.

[3] Available on the website: https://www.upstreamonline.com/hydrogen/australia-leads-green-hydrogen-pack-with-69gw-project-pipeline/2-1-1072243, Viewed on the 13 March 2023 at 23:56.

الجدول رقم 09: سيناريو إستراتيجية الهيدروجين الأسترالية لسنة 2030.

سنة 2030:	الهيدروجين: طاقة المستقبل
الطلب العالمي على الهيدروجين **:(Mt H2)**	06
إنتاج الهيدروجين الإضافي الأسترالي **:(Mt H2)**	01
الناتج المحلي الإجمالي **:($A billion)**	0,6
مناصب شغل جديدة بعد 2030:	487
متطلبات المياه **:(GL)**	16
نسبة الإنبعاثات العالمية التي تم تفاديها إلى الإنبعاثات الناتجة عن الهيدروجين الأسترالي **(Mt CO2-e/MtCO2-e)**	06

إنتاج الهيدروجين الإضافي عن طريق التحليل الكهربائي (Mt/H2):	0,5
متطلبات الكهرباء الإضافي للتحليل الكهربائي (TWh):	19

من إعداد الطلبة بالاعتماد على:

Source: Australia's national hydrogen strategy.

الجدول رقم 10: سيناريو إستراتيجية الهيدروجين الأسترالية لسنة 2050.

سنة 2050:	الهيدروجين: طاقة المستقبل
الطلب العالمي على الهيدروجين (Mt H2):	156
إنتاج الهيدروجين الإضافي الأسترالي (MtH2):	18
الناتج المحلي الإجمالي ($Abillion):	26

مناصب شغل جديدة بعد 2050:	16923
متطلبات المياه (GL):	207
نسبة الإنبعاثات العالمية التي تم تفاديها إلى الإنبعاثات الناتجة عن الهيدروجين الأسترالي (Mt CO2-e/MtCO2-e)	27
إنتاج الهيدروجين الإضافي عن طريق التحليل الكهربائي (Mt/H2):	18
متطلبات الكهرباء الإضافي للتحليل الكهربائي (TWh):	912

من إعداد الطلبة بالاعتماد على:

Source: Australia's national hydrogen strategy.

من خلال الجدول رقم 09 والجدول رقم 10 أعلاه، والذي يتضح فيهما سيناريو إستراتيجية الهيدروجين الأسترالية في كل من سنة 2030 و2050. فإن الطلب العالمي على الهيدروجين من المتوقع أن يرتفع من Mt06 لسنة 2030 إلى Mt156 في سنة 2050. ويرافقه إرتفاع في إنتاج الهيدروجين الأسترالي الإضافي من Mt01 في سنة 2030 إلى Mt18 في سنة 2050. وإرتفاع تقديري للناتج المحلي الإجمالي من $0,6 A billion سنة 2030 إلى A$ billion26 في سنة 2050. إضافة لذلك حصيلة مناصب الشغل ستشهد إرتفاعا كبير بحلول سنة 2050. وهذا يدل على أن أستراليا إن إستمرت وفق هذا السيناريو فهي ستحقق كل أهداف هذه الرؤية (Targets of hydrogen vision). وأهم مؤشر يدل على هذا في الجدولين أعلاه هو أن نسبة الإنبعاثات العالمية التي تم تفاديها في العالم إلى الإنبعاثات الناتجة عن الهيدروجين الأسترالي قد إرتفعت وفق هذا السيناريو من 06(MtCO2-e /Mt CO2-e) سنة 2030 إلى 27 (Mt CO2-e /Mt CO2-e) لسنة 2050 وهذا يفسر بأن الإنبعاثات الناتجة عن الهيدروجين الأسترالي قد إنخفضت بقدر أكبر من الإنبعاثات العالمية.

ومن أبرز المشاريع المستقبلية لتمويل الصناعات الهيدروجينية في أستراليا، مشروع يوري (Yuri renewable hydrogen to ammonia project) لتحويل الهيدروجين المتجدد إلى أمونيا مقره (Karratha in the western Australia). ومن المزعوم أن ينتهي هذا المشروع في 15 ديسمبر 2027، بحيث حظى بتمويل من (ARENA) بقيمة 47,5 مليون دولار وقُدرتْ تكاليفه بـ 87,13 مليون دولار. ولقد كان الراعي الرسمي لهذا المشروع (Engine) وشركة (SPV Yuri) فيَ حين أن هذا المشروع سينشر محللًا كهربائيًا بقدرة 110 .Mw[1]

لقد صرَّح علماء أستراليون بأنهم نجحوا في عزل إنزيم من أنواع البكتيريا التي تعيش في بيئات فقيرة من المغذيات بحيث يقوم هذا الإنزيم بتوليد الكهرباء من الهيدروجين الموجود في الهواء وهذا كان في مارس 2023 مما يفتح المجال لإنتاج الطاقة من مصادر متجددة (الهيدروجين).[2]

4- فرنسا:

[1] Available on the website: https://arena.gov.au/projects/yuri-renewable-hydrogen-to-ammonia-project/, Viewed on the 14 March 2023 at 06:23.

[2] Available on the website: https://www.menatech.net/, Viewed on the 14 March 2023 at 07:03.

الإستراتيجية الفرنسية الهيدروجين تضمنت سيناريوهين الأول كما سُمِّيَ بـ (Ambition 2030) والثاني سُمِّيَ بـ (Ambition 2030+). وهذا ما يُوضِحه الجدول أسفله:

الجدول رقم 11: سيناريو (Ambition 2030 &Ambition 2030+) وفق إستراتيجية فرنسا للهيدروجين.

	القطاع الصناعي:	قطاع النقل والمواصلات:	قطاع الطاقة:	Total:
Ambition 2030:	475 Kt/an	160 Kt/an	45 Kt/an	680 Kt/an
Ambition 2030+ :	635 Kt/an	325 Kt/an	130 Kt/an	1090 Kt/an

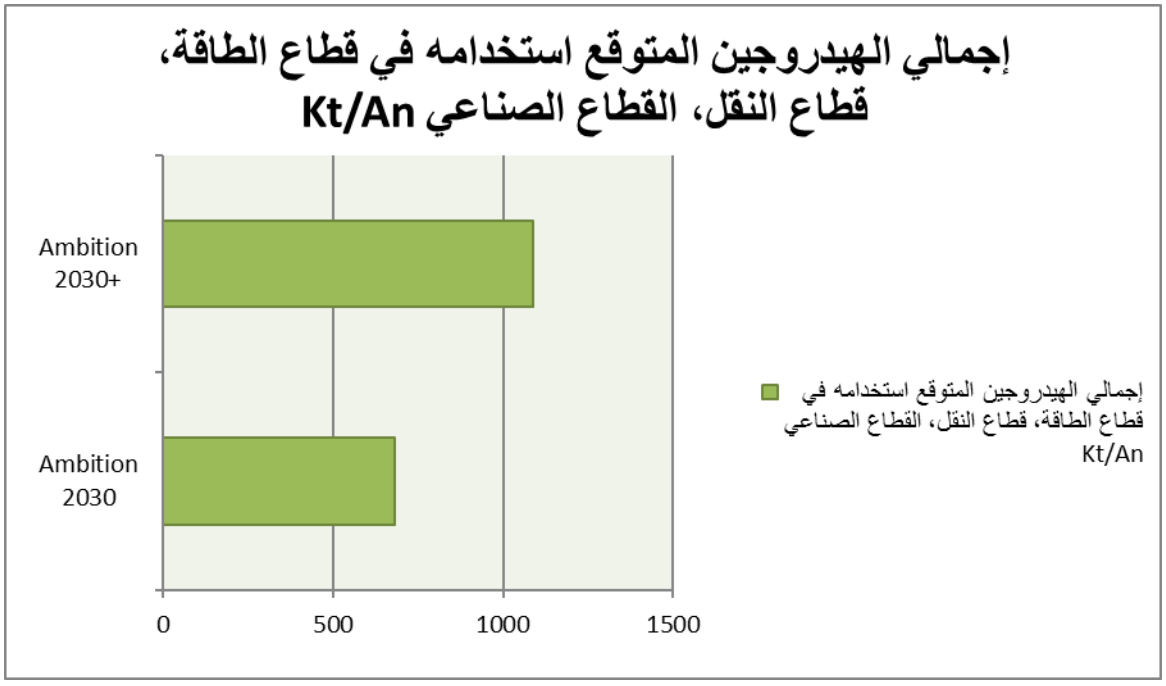
من إعداد الطلبة بالإعتماد على:

Source: Tragictoire pour une grande ambition hydrogène, France Hydrogène, Septembre 2021, pp 04,06.

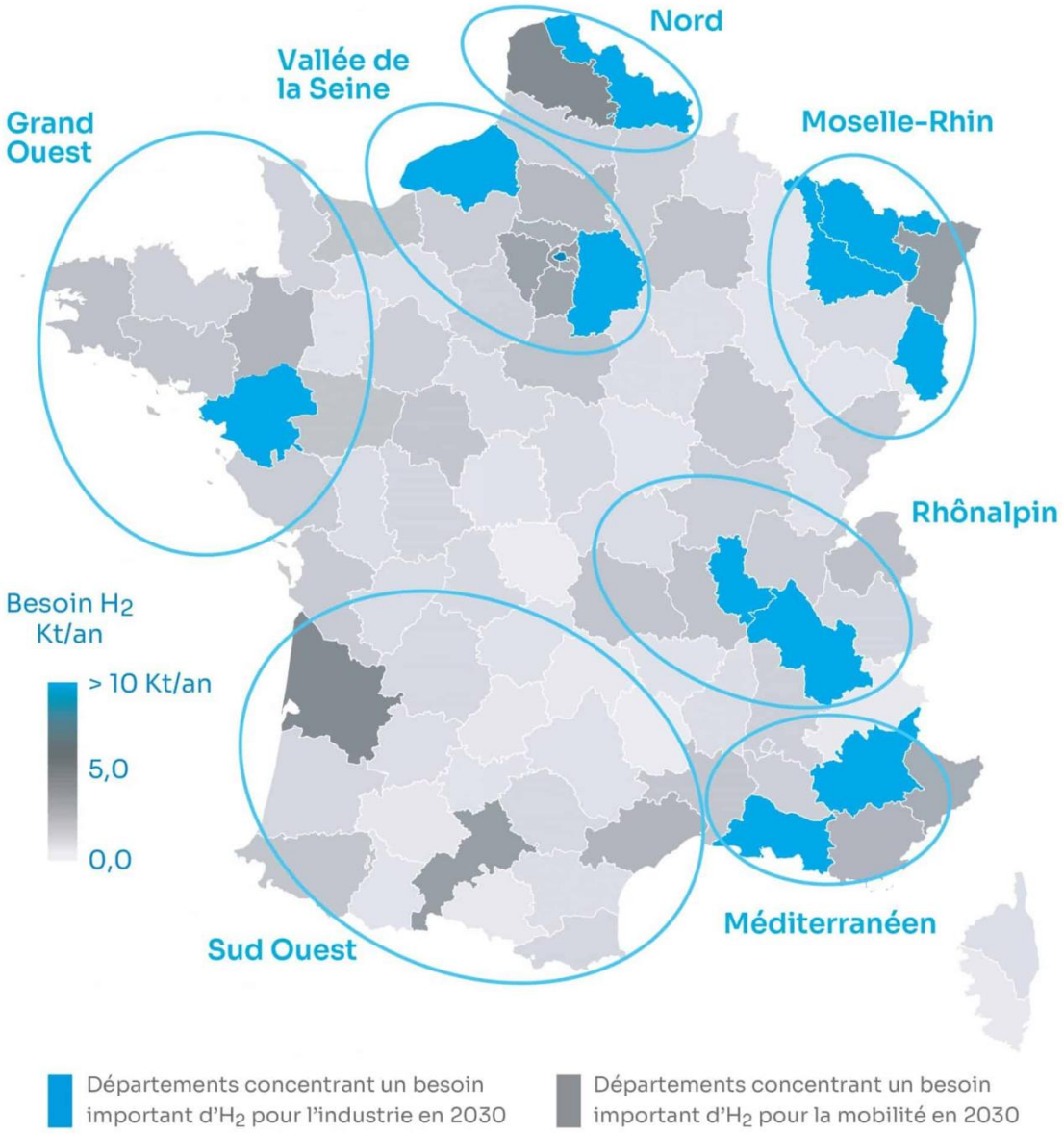
يمثل الجدول رقم 11 أعلاه سيناريو (Ambition 2030 &Ambition 2030+)، ومن خلاله يتضح أن وفق السيناريو الأول فإن طموحات فرنسا تبلغ إجمالاً 680 ألف طن في السنة، منها 69,9% للقطاع الصناعي و23,5% لقطاع النقل والمواصلات و6,6% لقطاع الطاقة. في حين أنه وفق السيناريو الثاني فإن طموحات فرنسا تبلغ إجمالاً 1090 ألف طن في السنة من الهيدروجين، منها 58,3% للقطاع الصناعي و29,8% لقطاع النقل والمواصلات و11,9% لقطاع الطاقة.

وهذا ما يوضحه الشكل الموالي:

الشكل رقم 07: سيناريو **(Ambition 2030 & Ambition 2030+)**وفق إستراتيجية فرنسا للهيدروجين.



المصدر: من معطيات الجدول رقم 11.



الشكل رقم 08: الأقسام والمراكز الفرنسية التي في حاجة للهيدروجين من أجل الصناعة والنقل وفق سيناريو (Ambition 3030).

Source: www.innovation24.news.com

فحسب ما تَظهره الخريطة أعلاه يتضح أنه وفق سيناريو إستراتيجية فرنسا الهيدروجين (Ambition 2030)، أن المراكز الفرنسية أغلبها بحاجة الهيدروجين من أجل الصناعة وهذا ما يؤكد الإحصائيات السابقة كونَ قطاع الصناعة أخذ النسبة الأكبر. وتركز في كل من (Nord du France, Vallée de seine, Moselle

(Rhin, Méditerranée zone, Grand ouest du France في حين أن المراكز التي تحتاج للهيدروجين من أجل النقل كانت أقل بحيث تركزت بدرجة كبيرة في كل من (.Sud ouest du France, Nord du France

فحسب ما جاء في إستراتيجية الهيدروجين الفرنسية وفق (2030 Ambition) فإنه قطاع النقل والمواصلات سيتوفر على: 300000 مركبة خفيفة و5000 شاحنة و65 قارب وسفينة و100 قطار (تسير بالهيدروجين). ووفق (2030 Ambition+) فإن قطاع النقب والمواصلات سيتوفر على: 450000 مركبة خفيفة و1000شاحنة و135 قارب وسفينة و250 قطار (تسير بالهيدروجين). [1]

كما أن في تغريدة للرئيس الفرنسي إيمانيول ماكرون في حسابه الرسمي على تويتر قائلاً: "مع خطة فرنسا 2030 سنستثمر ما يقارب 02 مليار يورو من أجل تطوير الهيدروجين الأخضر، إنها معركة من أجل البيئة ومن أجل التوظيف ومن أجل سيادة بلادنا التي سنقودها".[2]

5-ألمانيا:

تُركز إستراتيجية الهيدروجين الألمانية على تحقيق أهداف المناخ وإستدامة البيئة، مدركة مدى كبر الفرص الإقتصادية لسوق الهيدروجين المتنامي. فالحكومة الألمانية أعلنت عن (the roadsmap) لعدة ولايات مثل (Baden-Württemberg, Bawaria, Noth rahine-westphalia). [3]

ومن المقرر أن يتم مراجعة الإستراتيجية الوطنية للهيدروجين في كل ثلاث سنوات، كون وزارة الإقتصاد الألمانية تهدف لترسيخ الأهداف في سبيل مضاعفة قدرة التحليل الكهربائي بحلول سنة 2030 كما ورد في (Tagesspiegel Background report).[4]

[1] Tragictoire pour une grande ambition hydrogène, France Hydrogène, Septembre 2021, pp 04,06.
[2] Valiable dans le site web: https://twitter.com/EmmanuelMacron/status, Vue le 14 Mars 2023 á 13:58.
[3] Available on the website: https://www.csis.org/analysis/germanys-hydrogen-industrial-strategy, Viewed on the 14 Mars 2023 at 14:02.
[4] Available on the website: https://www.cleanenergywire.org/news/german-hydrogen-strategy-revision-aims-solidify-target-double-electrolysis-capacity-2030-media, Viewed on the 14 March 2023 at 14:32.

الشكل رقم 09: خريطة توضيحية لمراكز إنتاج الهيدروجين وخطوط الأنابيب لنقله في إطار الإستراتيجية الألمانية.

Source: www.csis.org/

فمن خلال خريطة ألمانيا في الشكل أعلاه يتضح أن خطوط أنابيب نقل الهيدروجين ستتمركز في شمال ألمانيا وأن البينة التحتية المختصة للعملية الإنتاجية ستكون متمركزة في الشمال والشمال الغربي، إلا أن إستخدام الهيدروجين من أجل النقل سيكون متمركز في المنطقة الجنوبية.

ومن أبرز ما صدر عن الحكومة الألمانية من مشاريع مستقبلية لتمويل الصناعات الهيدروجينية، مشروع أكوا سكتور الذي وقعت كل من شركة شال، أر دبليو إي، إكوينور غاسين مذكرة تفاهم بشأنه والذي تضمن إنتاج الهيدروجين في ألمانيا مع حلول سنة 2035.[1]

[1] متاح على الموقع الإلكتروني: https://attaqa.net/2021/07/25/، تم الإطلاع يوم 14 مارس 2023 على الساعة 15:02.

كما أن الحكومة الألمانية أعلنت في إطار إتفاقها مع فرنسا في 22 جانفي 2023، عن إتفاقهما بخصوص مشروع (H2Med project) والذي تعلق بتمديد خط أنابيب نقل الهيدروجين الواصل بين إسبانيا ومارسيليا جنوب فرنسا إلى ألمانيا. والذي من المتوقع أن تبلغ تكلفته 2,5 مليار يورو. [1]

ولقد أعلنت شركة كوينونكتا الألمانية في 08 مارس 2023، عن مذكرة تفاهم مع موريتانيا وكل من شركة مصدر الإماراتية وأنفينيتي المصرية. تتعلق هذه المذكرة بإنتاج الهيدروجين الأخضر في موريتانيا بقيمة 34 مليار دولار وطاقة إنتاجية سنوية تقدر بـ 08 مليون طن، مع بناء منشأة تحليل كهربائي بحصيلة طاقة Gw10، وسيقام هذا المشروع في مدينة نواكشوط ومن المقرر أن يتم في سنة 2028.[2]

وقامت شركة (bp) بالإعلان بأنها على وشك تقييم جدوى تشييد مركز جديد للهيدروجين في ألمانيا، وسيقام في منطقة فيلهيلمسهافن (Wilhelmshaven)، وأقرَّت أن المشروع سيحتوي على وحدة مختصة في تكسير أمونيا التي من الممكن أن تُنتج ما يُقارب 130 ألف طن من الهيدروجين وذلك بدء من سنة 2028. خاصةً وأن منطقة (Wilhelmshaven) لها تاريخ عريق في مجال الطاقة وفي وضع جيد لدعم أنشطة الطاقة بفضل مينائها. فحسب ما نُشر في (PV magazine)، فإن ألمانيا تعتزم طرح أول مناقصة لإستيراد الهيدروجين في أوروبا مما يجعلها الأولى من نوعها في القارة الأوربية. [3]

6- المملكة المتحدة:

سيكون للهيدروجين دور كبير في الإنتقال الطاقوي والإنتقال لإقتصاد نظيف، فحسب السيناريو الذي صدر عن الرابطة الدولية للطاقة فإن الإعتماد على الهيدروجين يُساهم في تجنُب ما يُقارب GT60 من إنبعاثات غاز ثاني

[1] متاح على الموقع الإلكتروني: https://amp.dw.com/ar/%D9، تم الإطلاع يوم 14 مارس 2023 على الساعة 15:14.

[2] ألمانيا: إتفاق لإقامة مشروع للهيدروجين في موريتانيا، متاح على الموقع الإلكتروني: https://amp.mc-doualiya.com/، تم الإطلاع يوم 14 مارس 2023 على الساعة 15:57

[3] الهيدروجين الأخضر في ألمانيا يترقب مشروعا عملاقا، https://attaqa.net/2021/07//، تم الإطلاع يوم 14 مارس 2023 على الساعة 16:05.

أكسيد الكربون في الفترة 2021-2050. وهو ما يَمثل 06% من إجمالي التخفيضات التراكمية لإنبعاثات الغازات الدفيئة.[1]

فالمملكة المتحدة تهدف للإنتاج بقدرة تبلغ Gw1 في سنة 2025، وفي إطار (UK hydrogen vision) فإنها بحلول سنة 2030 ستصل قيمة الهيدروجين إلى 900 مليون جنية إسترليني ويتوفر أكثر من 9000 وظيفة جديدة، وبحلول سنة 2050 يمكن أن تصل قيمة الهيدروجين إلى 13 مليار جنيه إسترليني وتوفر ما يقارب 100000 وظيفة جديدة.[2]

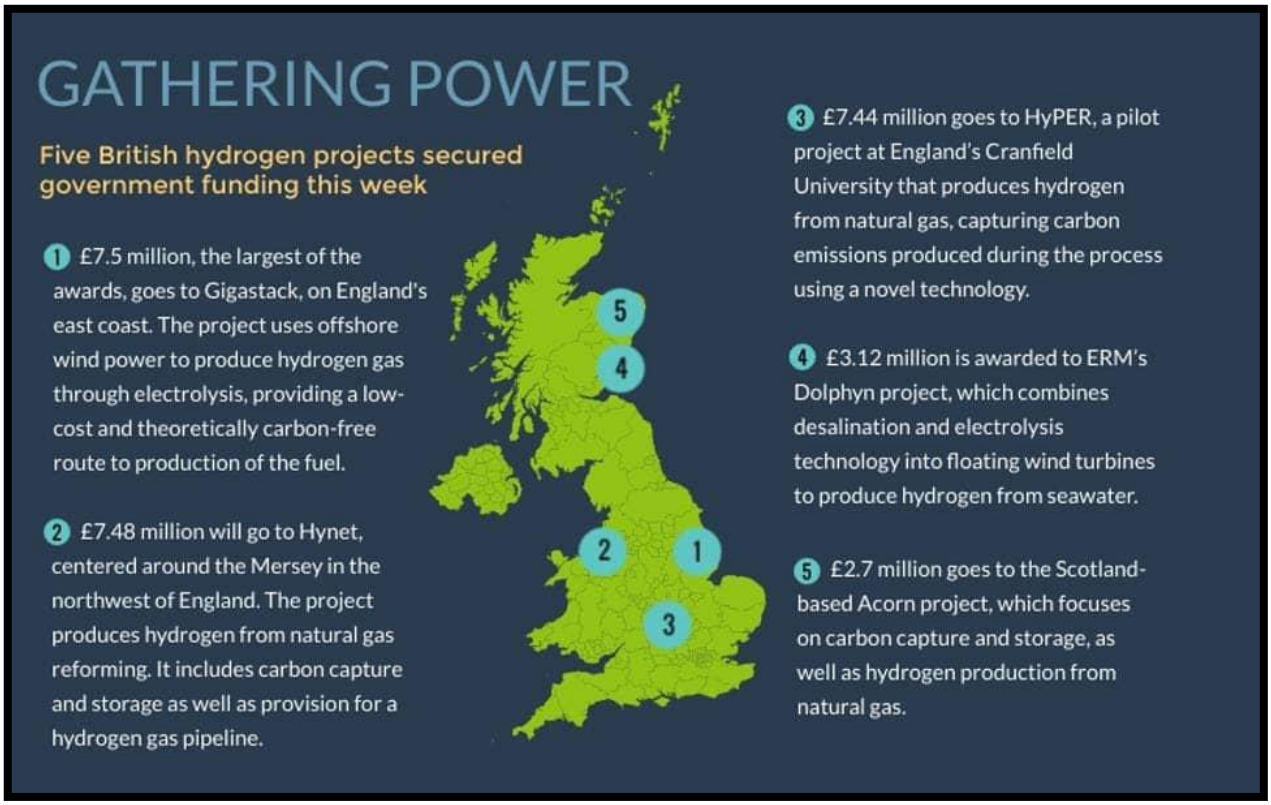
وقدم السيد مواسير كوارتنج وزير الطاقة، مبلغ 90 مليون جنيه إسترليني في إطار تشجيع الصناعات الهيدروجينية وخفض الإنبعاثات الكربونية مما يتماشى مع هدف المملكة المتحدة لبلوغ الحياد الكربوني سنة 2050. بحيث سيتم تخصيص 28 مليون جنيه إسترليني من المبلغ السابق لخمسِ مشاريع جديدة من أجل إنتاج الهيدروجين في إنجلترا وأسكتلندا، وكانت هذه المشاريع كالأتي: (Dolphyn, [3]Gigastack, Hynet, Hyper, Acron.) كما هي موضحة في الشكل الموالي:

[1] Available on the website: https://www.forbes.com/sites/davidrvetter/2020/02/21/elementary-uks-36-million-bet-on-hydrogen-explained/?sh=60c9b6ad3491, Viewed on the 14 March 2023 at 18:09.

[2] **UK hydrogen strategy,** HM government, 2021, pp 24,86.

[3] Available on the website: https://www.forbes.com/sites, Viewed on the 14 March 2023 at 20:03.

الشكل رقم 10: القدرة التمويلية وتفاصيل كل من المشاريع الخمس (Dolphyn, Hynet, Hyper Acron,Gigastack)



Source: www.forbes.com.

فحسب (The hydrogen central) فإن هناك شركة بريطانية تعتزم بناء محطة لإنتاج الهيدروجين الأخضر، بتكلفة 40 مليون جنيه إسترليني في مقاطعة كمبريا بالمملكة المتحدة. كما أنه من المتوقع أن يشيد المشروع المقترح في المنطقة الصناعية ميتنج بمدينة بارو، ويتربع على مساحة تبلغ $20Km^2$.

كما أكّد السيد ستيوارت كلوسينسكي مستشار التنمية الإقتصادية، أن هذا المشروع سيكون بمثابة دفعة قوية للصناعات الهيدروجينية في المنطقة. [1]

[1] متاح على الموقع الإلكتروني: https://attaqa.net/2022/12/25/، تم الإطلاع يوم 14 مارس 2023 على الساعة 20:39.

7- كوريا الجنوبية:

رسمت كوريا الجنوبية خطة لإقتصاد الهيدروجين، فإنها تهدف لإنتاج 6200000 سيارة كهربائية تعمل بخلايا الوقود وطرح مالا يقل عن 1200 محطة للتزود بوقود الهيدروجين في سنة 2040، كما أن الخطة تضمنت زيادة عدد الحافلات التي تسير بالهيدروجين إلى 41000 حافلة. [1] وهذا ما يوضحه الجدول أسفله:

الجدول رقم 12: أهداف 2040 (South Korea vision)

السنة:	عدد سيارات الهيدروجين:	وحدات محطات التزود بوقود الهيدروجين:	إستخدام خلايا الوقود:	
			الاستخدام الصناعي Gw:	الإستخدام المنزلي Gw:
2040	6200000	1200	15	2100

من إعداد الطلبة بالإعتماد على:

Source: www.eastspring.com.

ولقد وضعت كوريا الجنوبية خطة تفصيلية لتُصبح المحرك الأول في إقتصاد الهيدروجين، وكانت من خُطَطِها التفصيلية ما يلي: [2]

- ستوفر 3,9 مليون طن متري/ السنة من الهيدروجين سنة 2030، منها 940000 طن متري/ السنة في الهيدروجين الرمادي و750000 طن متري/ السنة في الهيدروجين الأزرق و250000 طن متري/ السنة من الهيدروجين الأخضر المنتج محليا.

[1] Available on the website: https://hydrogencouncil.com/en/the-role-air-liquid-is-playing-in-building-south-koreas-hydrogen, Viewed on the 14 March 2023 at 12:01.

[2] Available on the website: https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/market-insights/videos/market-movers-asia/031323-china-energy-metals-key-data-release-natural-gas-prices-demand-asian-thermal-coal-grains-outlook, Viewed on the 14 March 2023 at 12:22.

- ستوفر 27,9 مليون طن متري/ السنة من الهيدروجين سنة 2050، منها 2 مليون طن متري/ السنة من الهيدروجين الأزرق و3 مليون طن متري/ السنة من الهيدروجين الأخضر، وإستيراد 22,9 مليون طن متري/ السنة من الهيدروجين الأخضر الأجنبي.
- نسبة الإكتفاء الذاتي من الهيدروجين النظيف سترتفع إلى 34% سنة 2030 و60% سنة 2050.
- توقّع وزارة الخارجية إرتفاع الطلب على الهيدروجين إلى 3,9 مليون طن متري/ السنة في 2030، منها 3,53 مليون طن متري/ السنة للإنتاج الطاقوي و370 ألف طن متري/ السنة للمركبات ووسائل النقل.
- توقّع وزارة الخارجية إرتفاع الطلب على الهيدروجين إلى 27,9 مليون طن متري/ السنة في 2050، منها 13,5 مليون طن متري/ السنة للإنتاج الطاقوي و2,2 مليون طن متري/ السنة للمركبات ووسائل النقل و12,2 مليون طن متري/ السنة للإستخدام الصناعي.

وأدلت الوزارة بأن الهيدروجين سيصبح المصَّدر الأكبر للطاقة في سنة 2050، بحيث سيشكل نسبة 33% من إجمالي إستهلاك الطاقة ليحل محل الوقود الأحفوري الذي تمثل نسبته الأن 49,3%.

وفي إطار سياسة الحكومة المنتهجة لقد وقعت مرافق الطاقة الخاصة ومزود غاز المدينة (SKE&S) إتفاقية مع حكومة المقاطعة ومرفق الطاقة الذي تديره الدولة، حول إنشاء مصنع لإنتاج الهيدروجين الأزرق في كوريا الجنوبية تحديدًا في الساحل الغربي، بسعة 250000 طن متري/ السنة في 2025.

8- الولايات المتحدة الأمريكية:

أعلنت وزارة الطاقة تقديمها طلبين للحصول على المعلومات كسبر للأراء وجمع للمعلومات من الجهات المعنية فيما يتعلق بتصميم وتنفيذ البنية التحتية لمركز الهيدروجين الإقليمي، فإدارة الرئيس الأمريكي جو بايدن تسعى لإنتاج الهيدروجين من مصادر متجددة بهدف الوصول للحياد الكربوني سنة 2050. لذلك وافق الكونغرس الأمريكي على

الخطة الإستثمارية التي طرحها الرئيس جو بايدن بقيمة 1,2 تريليون دولار أمريكي، في سبيل تحديث البنية التحتية المتقادمة للبلاد وتشجيع إقتصاد الهيدروجين.[1]

فمنذُ إنضمام الولايات المتحدة الأمريكية لإتفاقية باريس وإطلاقها (Energy earthshot) الهادفة لخفض تكاليف الهيدروجين النظيف بنسبة تصل إلى 80% بمعنى تُصبح تكلُفة الهيدروجين (USD/1Kg1)، ففي الولايات المتحدة الأمريكية هناك 30 مشروع الهيدروجين الأخضر مقَرر بالسنوات المقبلة بإجمالي تمويل قدره 14 مليار دولار أمريكي. وأكثر الولايات إتفاقاً على مشاريع الهيدروجين الأخضر خلال العشر سنوات المقبلة هي: لويزيانا، تكساس، ميسيسيبي وكاليفورنيا. وكانت أبرز خمس مشاريع كالأتي: [2]

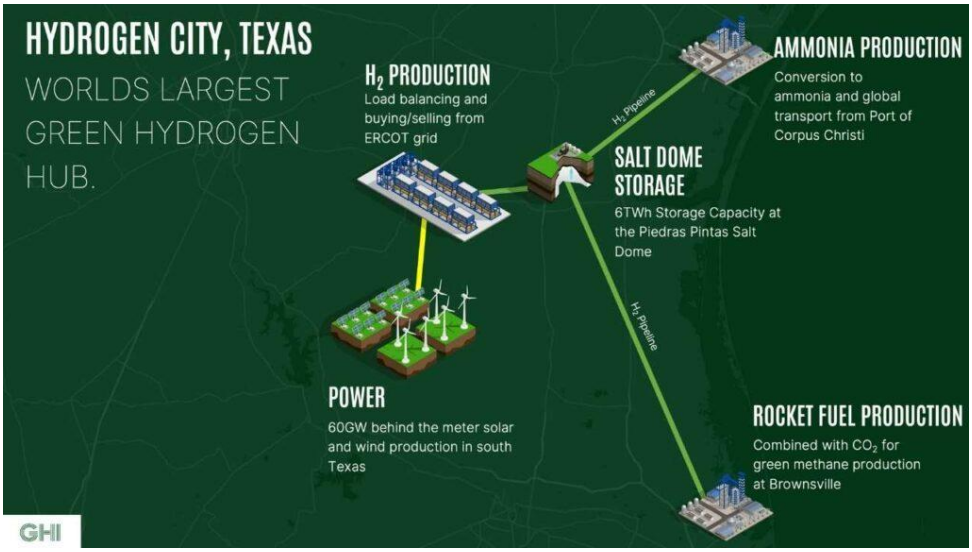
- مشروع (St. Gabriel greenh ydrogen planet).
- مشروع (Sauk Nalley green hydrogen planet).
- مشروع (Kingsland green hydrogen planet).
- مشروع (Casa grand green hydrogen planet).
- مشروع (Donaldsonvillegreenhydrogen project).

ولقد كشفت شركة (Green hydrogen International) عن خطتها لبناء مصنع لإنتاج الهيدروجين الأخضر في ولاية تكساس (Texas)، بإستطاعة قدرها Gw60 ليكون الأكبر في العالم تحت مُسمى مدينة الهيدروجين (Texas hydrogen city) . وستكون هذه المدينة متكامَلة لإنتاج وتخزين ونقل الهيدروجين الأخضر. فَمن المتوقع أن يُنتج مُستقبلاً أكثر من 2,5 مليار كيلوغرام من الهيدروجين الأخضر سنويا.

[1] متاح على الموقع الإلكتروني: https://attaqa.net/2022/0، تم الإطلاع يوم 14 مارس 2023 على الساعة 12:38.

[2] Available on the website: https://www.airswift.com/blog/green-hydrogen-projects-usa, Viewed on the 14 March 2023 at 13:27.

فالمشروع يتكون أساسا من منشأة تخزين الهيدروجين في (Piedraspinats) التي تقع في منطقة (Duval)، ومرحلته الأولى من المتوقع أن تبدأ في سنة 2026. [1] وهذا ما يوضحه الشكل أسفله:



الشكل رقم 11: مدينة الهيدروجين في تكساس.

Source: www.prnewswire.com.

المطلب الثاني: المشاريع المستقبلية للدول النامية في تمويل الصناعات الهيدروجينية.

تَسعى بقية دول العالم لتجسيد إقتصاد الهيدروجين الخاص بها والإنتقال إلى إقتصاد نظيف، لذلك وضعت العديد من الدول إسراتيجية وطنية لذلك وهناك عدة دول لازالت في طريق وضعها. كضرورة للإلتحاق بالتحول الطاقوي الذي شهده العالم خاصةً وبعد الأزمة الطاقوية إثر الغزو الروسي الأوكراني. وتمثلت مشاريع وخطط هذه الدول المستقبلية في مايلي:

1- النرويج:

وضعت النرويج إستراتيجية الهيدروجين الخاصة بها في سبيل تحقيق الحياد الكربوني بحلول سنة 2050، بحيث تسعى إلى أن تُصبح مجتمع منخفض الإنبعاثات المتعلقة بالغازات الدفيئة المسببة للإحتباس الحراري. فهي تسعى

[1] متاح على الموقع الإلكتروني: https://solarabic.com/news/، تم الإطلاع يوم 14 مارس 2023 على الساعة 14:25.

لتخفيض اللإنبعاثات بنسبة تتراوح بين 90% و95% مقارنةً بما هي عليه سنة 1999، لذلك وضعت النرويج خطط وتركيز متزايد على الأبحاث المتعلقة بإنتاج الهيدروجين وتطوير التقنيات المستخدمة في ذلك. [1] ففي ظل إستراتيجيتها وضعت تقديرات تتعلق بكفاءة الطاقة من خلال مختلف تقنيات التحليل الكهربائي للماء للحصول على الهيدروجين الأخضر،وذلك كما هو موضح في الجدول أسفله:

الجدول رقم 13: تقديرات تكاليف نظام التحليل الكهربائي وكفاءة عملية التحليل الكهربائي لإنتاج الهيدروجين وفق إستراتيجية الهيدروجين النرويجية

نوع تقنية التحليل الكهربائي :	التحليل الكهربائي القلوي:		التحليل الكهربائي تقنية: **PEM**	
السنوات:	2019	2030	2019	2030
كفاءة عملية التحليل الكهربائي :%	70-63	70-65	60-56	68-63
تكلفة نظام التحليل (USD/Kw):	1400-500	850-400	1800-1100	1500-650

من إعداد الطلبة بالإعتماد على:

Source: The Norwegian government's hydrogen strategy, p 16.

يمثل الجدول رقم 13 أعلاه قيم تقديرية لكفاءة عملية التحليل الكهربائي وتكاليفها وفق إستراتيجية الهيدروجين النرويجية، بحيث يلاحظ أن كفاءة التحليل الكهربائي القلوي أكبر مما هي عليه عند عملية التحليل الكهربائي PEM على مدار السنتين 2019-2030 بنسبة قصوى 70%. ويفسر هذا بأن عملية التحليل

[1] Available on the website: https://www.innovasjonnorge.no/en/start-page/eea-norway-grants/news/news-list/hydrogen-webinar/, Viewed on the 15 March 2023 at 06:03.

الكهربائي القلوي هي الأكثر إستخداما في العالم والأكثر كفاءة. وأيضا أقل تكاليف من عملية التحليل الكهربائي PEM بحيث بحلول سنة 2030 تصل تكاليف التحليل الكهربائي القلوي كقيمة قصوى ل USD/Kw850 في حين أن التحليل الكهربائي PEM تكاليف بحلول سنة 2030 ستصل كتقدير للقيمة القصوى إلى USD/Kw1500.

لقد وقعت النرويج عدةَ عقود بشأن إنتاج الهيدروجين وتصديرة، فلقد وقّعت شركة (Norwegian HAS) مع الشركة الأسترالية (Provrais energy) مذكرة تفاهم من أجل تطوير مراكز إنتاج الهيدروجين في النرويج. فحسبما أدلى السيد جينس بيرج الرئيس التنفيذي لشركة الهيدروجين النرويجية فإن النرويج مُتحمسة للعمل مع (Provrais energy) لإتاحة الهيدروجين بتكاليف مناسبة وفي الوقت المناسب في سوق الإتحاد الأوروبي. وذلك من خلال مشروع (Hellesylt H Hubpilot-E) في النرويج والذي من المتوقع الشروع فيه نهاية السنة الجارية 2023. [1]

ووقعت كل من شركة (Nel) و (Statfrakt) النرويجية عقد جديد في سبيل التعاون لإنشاء سلسلة قيمة لإنتاج الهيدروجين الأخضر في النرويج من خلال توصيل Mw40 من المحلل الكهربائي، ولقد صرَّح كل من السيد (HakonVoldal) الرئيس التنفيذي لشركة (Nel) والسيد (ChristianRynning- Tonnesen) الرئيس التنفيذي لشركة (Statfrakt) بأنهُما مصممين على المساهمة في جعل النرويج رائدة في مجال الهيدروجين الأخضر.

فحسب وزير الطاقة والبترول السيد ترجي أسلاند فإن كل من الشركتين السابقتين عقدهما يُعتبر خطوة في الإتجاه الصائب لتحقيق طموح النرويج المتعلق ببناء سلسلة قيمة قوية الهيدروجين والعمل على إنتاجة لتغطية الطلب الوطني. [2]

2- كندا:

[1] Available on the website: https://www.offshore-energy.biz/provaris-norwegian-hydrogen-ally-on-green-hydrogen-development-in-nordics/, Viewed on the 14 March 2023 at 06:10.
[2] Available on the website: https://www.statkraft.com/newsroom/news-and-stories/2023/nel-and-statkraft-pave-the-way-for-a-green-hydrogen-value-chain-in-norway/, Viewed on the 14 March 2023 at 06:16.

حسب الدراسات فمن المتوقع أن تكون حصة كندا في السوق العالمية للهيدروجين حوالي 50 مليار دولار سنويا من إجمالي 1،1 تريليون دولار بحلول سنة 2050، فحسب الإستراتيجية التي وضعتها كندا للهيدوجين، يتضح أنها تسعى لخلق 350000 وظيفة في قطاع الهيدروجين سنة 2050. [1] والجدول الأتي يوضح التقديرات الموضوعة في إستراتيجية كندا الهيدروجين:

الجدول رقم 14: فُرص الهيدروجين حسب إستراتيجية كندا.

فرص الهيدروجين:		
السنة:	2030:	2050:
توصيل الطاقة %:	%06	%30
الطلب على الهيدروجين :Mt – H2	04	20
التخفيض من إنبعاث الغازات الدفيئة :Mt – CO2e	45	190

من إعداد الطلبة بالإعتماد على:

Source: Hydrogen strategy for Canada, p 11.

لقد وقّع رئيس كندا جوستان ترودو مع المستشار الألماني شولتس أولاف على إفاقية لإطلاق سلسلة إمداد بالهيدروجين عبر المحيط الأطلسي، في مدينة ستيفنفيل الساحلية في مقلطعة نيوفاوندلاند في شرق كندا. بحيث

[1] Available on the website: https://www.canada.ca/en/prairies-economic-development/news/2023/01/minister-vandal-announces-federal-investment-to-advance-albertas-hydrogen-economy.html, Viewed on the 14 March 2023 at 17:10.

ستكون وِفق هذه الإتفاقية كندا مسؤولة عن زيادة إنتاج الهيدروجين، في حين ستعمل ألمانيا على ممر بكري لنقل الهيدروجين عبر المحيط الأطلسي، فعمليات التسليم الأولى وفق الإتفاق ستكون مع سنة 2025. [1]

ونظرا للأهمية التي يكتسحها الهيدروجين في كندا، قامت العديد من المقاطعات بوضع إستراتيجية الهيدروجين الخاصة بها. مثل مقاطعة (Quebec) لقد حددت أهدافها في إطار الإنتقال لإقتصاد نظيف من خلال الإعتماد على الهيدَروجين، وتمثلت أهم أهدافها في:[2]

- خفض إنبعاثات الكربون بنسبة 37,5% دون مستوى سنة 1990 بحلول 2023.
- خفض إستهلاكها من المنتجات البترولية بنسبة 40% دون مستوى سنة 2013 بحلول 2030.
- بلوغ الحياد الكربوني بحلول سنة 2050.
- ففي سنة 2030 سيكُون للهيدروجين القدرة الكافية لتقليل ما يُقارب مليار لتر سنويًا من الإستهلاك الإجمالي للمنتجات البترولية في كيبيك، وما يقارب إزالة 1,2 مليون سيارة تعمل بالبنزين.

3- مصر:

وفق الإستراتيجية المصرية للهيدروجين ووفقًا لمجلس الوزراء المصري، بحيث ستكُون مساهمة الهيدروجين الأخضر بما يتراوح بين 10 و18 مليار دولار في الناتج المحلي الإجمالي سنة 2025، ففي هذه الأخيرة من المتوقع أن تكون تكلُفة الهيدروجين USD/Kg2,7 والتي ستنخفض إلى USD/Kg1,7 سنة 2050. [3]

[1] متاح على الموقع الإلكتروني: https://ici.radio-canada.ca/rci/ar/، تم الإطلاع يوم 14 مارس 2023 على الساعة 17:24.

[2] Available on the website: https://www.quebec.ca/en/government, Viewed on the 14 March 2023 at 17:39.

[3] Available on the website: https://www.theafricareport.com/257431/green-hydrogen-what-is-it-and-can-egypt-become-a-leading-producer/, Viewed on the 14 March 2023 at 19:20.

فحسب إستراتيجية الطاقة المستدامة المعتمدة حتى سنة 2035، من المخطط أن تُشكل الطاقة المتجددة نسبة 42% من إجمالي الكهرباء المولدة بحلول سنة 2035. [1] إضافة إلى ذلك لقد قامت الحكومة المصرية بمنح رخصة إطلاق مشروع للأمونيا الخضراء بالمنطقة الصناعة العين السخنة، والذي من المقدر أن تساوي تكلفته 5,5 مليار دولار وفي المقابل سيوفر 10600 وظيفة جديدة. [2]

وقعت مصر العديد من مذكرات التفاهم بشأن مشاريع إنتاج الهيدروجين والأمونيا الخضراء، والتي ستنفذها شركات أجنبية بها ومن هذه المشاريع ما يلي: [3]

- مشروع لإنتاج 2 مليون طن من الهيدروجين سنويا ستنفذه شركة (Globeleq) البريطانية.
- مشروع لإنتاج 230 ألف طن من الهيدروجين سنويا ستنفذه شركة (K&K) الإماراتية.
- مشروع لإنتاج 200 ألف طن من الهيدروجين الأخضر والأمونيا سنويا ستنفذه شركة (Acts) الإماراتية.
- مشروع لإنتاج 480 ألف طن من الهيدروجين سنويا ستنفذه شركة مصدر الإماراتية وحسن علام المصرية.
- مشروع ستنفذه شركة (Mærsk) الدانماركية ولم تحدد قدرته إنتاجية.
- مشروع لإنتاج 500 ألف طن من الأمونيا الخضراء سنويا ستنفذه شركة (Alfaanar) السعودية.
- مشروع لإنتاج 120 ألف طن سنويا من الأمونيا الخضراء سنويا ستنفذه شركة أم أي بي الأمريكية.
- مشروع لإنتاج مليون طن من الأمونيا الخضراء سنويا ستنفذه شركة (Scatec) النرويجية.

---

[1] Available on the website: https://sustainableenergyegypt.com/project/#:~:text=According%20to%20the%20adopted%20Integrated,reduction%20in%20the%20energy%20consumption, Viewed on the 14 March 2023 at 19:23.

[2] Available on the website: https://www.reuters.com/business/sustainable-business/egypt-approves-55-bln-green-hydrogen-project-ain-sokhna-2022-12-14/#:~:text=The%20project%2C%20by%20Egypt's%20Green,government%20added%20in%20a%20statement, Viewed on the 14 March 2023 at 19:29.

[3] Available on the website: www.attaqa.com, Viewed on the 14 March 2023 at 19:35.

- مشروع لإنتاج 350 ألف طن من الهيدروجين سنويا ستنفذه كل من شركتي (EDF renewables & Zerowaste) الفرنسية والمصرية.
- مشروع لإنتاج 220 ألف طن من الهيدروجين سنويا ستنفذه شركة رينو باور الهندية.
- مشروع لإنتاج 230 ألف طن من الهيدروجين سنويا ستنفذه شركة (Alcazar) الإماراتية.
- مشروع لإنتاج 2,2 مليون طن من الهيدروجين سنويا ستنفذه شركة (CMA) الهندية.
- مشروع لإنتاج 300 ألف طن من الأمونيا الخضراء سنويا ستنفذه كل من شركة (Total energy & Enarcapital) الفرنسية والمصرية.
- مشروع لإنتاج 350 ألف طن من الأمونيا الخضراء سنويا ستنفذه شركة (Ameapower) الإماراتية.

4- المغرب:

وفق (World energy council) وزارة الطاقة العالمية، تَعتبر المغرب من الدَول الستة في العالم التي تمتلك إمكانات عظيمة لإنتاج الهيدروجين الأخضر، وهذا ما يؤهل المغرِب للإستحواذ على 04% من الطلب العالمي في سنة 2030. [1]

ومن أبرز المشاريع المستقبلية في المغرب للهيدروجين، إعتزمت شركة (CWP global) الأسترالية أن تستثمر 20 مليار دولار في مشروع سَمِيَّ آمون لإنتاج 03 مليون طن في سنة 2030 ومنَ المتوقع أن يبدأ هذا المشروع سنة 2026. فحسب المسؤولين المغاربة أنه لإنتاج 03 مليون طن من الهيدروجين الأَخضر يجب توفر طاقة نظيفة بقدرة Gw16، وعند رفع الإنتاج ل 13 مليون طن في سنة 2040 يتطلب توفر Gw80 ولزيادة الإنتاج لـ 26 مليون طن في سنة 2050 يتطلب Gw160 من الطاقة المتجددة.

[1] متاح على الموقع الإلكتروني: https://www.asharqbusiness.com/amp/article/44959، تم الإطلاع يوم 14 مارس 2023 على الساعة 20:30.

فحسب التوقعات الرسمية المغربية فإن الإيرادات السنوية للهيدروجين الأخضر في المغرب ستناهز 2,1 مليار دولار سنويا في سنة 2030، وسيرتفع ل 31,2 مليار دولار سنويا في سنة 2050. لهذا السبب سعى الملك محمد السادس لإعداد برنامج متكامل لإقتصاد الهيدروجين.[1]

وأيضا أبرمت شركة مغربية مع شركة (John Cockerill) إتفاقية بهدف تشييد أول مصنع في إفريقيا لتصنيع المحللات الكهربائية لإنتاج الهيدروجين الأخضر، بحيث سيكون مقر هذا المشروع في المغرب.[2]

وفي إطار (Morocco hydrogen Vision 2050)، كانت القيم التقديرية لتصدير الهيدروجين والوقود الإصطناعي في المغرب حتى سنة 2050 وفق سيناريوهين (Reference & Optimist)، وذلك كالأتي:

الجدول رقم 15: تصدير الهيدروجين والوقود الإصطناعي التقديري في المغرب في إطار(vision 2050)

	القيم المرجعية:			القيم التفاؤلية:		
	2030	2040	2050	2030	2040	2050
الهيدروجين :Twh	7,3	32,6	81,4	15,4	65,1	162,8
الوقود الإصطناعي :Twh	03	13,3	33,3	06,3	26,7	66,7
Total	10,3	45,9	114,7	21,7	91,8	229,5

من إعداد الطلبة بالاعتماد على:

Source: Feuille de route hydrogène vert, Royaume Maroc, p 11.

[1] متاح على الموقع الإلكتروني: https://www.trtarabi.com، تم الإطلاع يوم 14 مارس 2023 على الساعة 21:03.

[2] متاح على الموقع الإلكتروني: https://solarabic.com/news/2023، تم الإطلاع يوم 14 مارس 2023 على الساعة 21:18.

حسب الجدول رقم 15 أعلاه، فإن القيم التقديرية لتصدير الهيدروجين وِفق قيمِ مرجعية سيصل سنة 2050 ل Twh81,4 ووِفق قيمِ تفاؤلية سيصل سنة 2050 ل Twh162,8. وبدرجة أقل يأتي الوقود الإصطناعي بتصدير قدره Twh33,3 سنة 2050 وِفق قيمِ مرجعية ويصل تصديره ل Twh66,7 سنة 2050 وِفق قيمِ تفاؤلية. وتفسير هذه القيم التقديرية هي نجاح إستراتيجية المغرب الهيدروجين وتحقيق رؤية 2050، مما يزيد من إيرادات المملكة المغربية وإنتعاش إقتصادها.

وأيضا قدمت هذه الرؤية المستقبلية قيم تقديرية لمدى إمتصاص الهيدروجين الأخضر والوقود الإصطناعي في النقل، مما يُساهم في حماية البيئة من إنبعاثات الغازات الدفيئة. وهذا ما يوضحه الجدول أسفله:

الجدول رقم 16: تقييم إمتصاص الهيدروجين الأخضر والوقود الإصطناعي أثناء النقل وفق (Vision 2050)

	القيم المرجعية:			القيم التفاؤلية:		
	2030	2040	2050	2030	2040	2050
الهيدروجين الأخضر:						
النقل الخفيف:	00Twh 00%	1,2Twh 03%	02Twh 05%	00Twh 00%	05Twh 05%	10Twh 10%
الطيران؛	00Twh 00%	00Twh 00%	00Twh 00%	00Twh 00%	00Twh 00%	00Twh 00%
أخرى:	0,5Twh 02%	02Twh 08%	2,5Twh 10%	1,4Twh 05%	4,5Twh 15%	09Twh 20%
الوقود الإصطناعي:						
النقل	00Twh	00Twh	00Twh	00Twh	00Twh	00Twh

الخفيف:	00%	00%	00%	00%	00%	00%
الطيران:	00Twh 00%	00Twh 00%	02Twh 10%	00Twh 00%	00Twh 00%	10Twh 20%
أخرى:	00Twh 00%	02Twh 08%	2,5Twh 10%	00Twh 00%	4,5Twh 15%	09Twh 20%
Total Twh	0,5	05,2	09	01,4	14	38

من إعداد الطلبة بالإعتماد على:

Source: Feuille de route hydrogène vert, RoyaumeMaroc, p 13.

حسب الجدول رقم 16 أعلاه، إن نسبة إمتصاص الهيدروجين الأخضر والوقود الإصطناعي أثناء النقل في إطار (Vision 2050). فإن نسبة الإمتصاص تتزايد حتى تصل ل Twh09 سنة 2050 حسب القيم المرجعية وتصل ل Twh38 في نفس السنة حسب القيم التفاؤلية، وهذا يدل على نجاعة إستخدام الهيدروجين كوقود مستقبلي في المغرب، وفي حال بلوغ هذه القيم فإن المغرب ستكون حققت قفزة نوعية في المجال الطاقوي النظيف.

5- جنوب إفريقيا:

تستهدف جنوب إفريقيا إستثمارات في مَجال الهيدروجين الأخضر بقيمة 250 مليار دولار، مستغلة الطاقات المتجددة (طاقة الرياح والطاقة الشمسية). فحسبَ توقُعات موشوشو ماسوفا إخضائيْ شؤون الإقتصاد الأخضر في مكتبِ الإستثمار والبُنية التحتية في جنوب إفريقيا، أنه يُمكن لصناعة الهيدروجين اخضر أن تُضيف 01,4 مليون فرصة عمل وأيضًا من الممكن أن تُحقق 30 مليار دولار من العائدات السنوية في سنة 2050.

كما أن موشوشو أعلن في العرض الذي قدمه في مؤتمر المناخ الدولي (COP 27)، عن الخطة التي تهدف إلى تصدير جنوب إفريقيا حوالي 08 مليون طن من الوقود النظيف والهيدروجين في سنة 2050، وتوفير ما بين 02 إلى 05 طن من الهيدروجين لتلبية الطلب المحلي. [1]

إن الهيدروجين في جنوب إفريقيا يُنظَر له على أنه فرصة لتجديد القطاع الصناعي فيها وتخفيض الإنبعاثات المضرة بالبيئة والحد من المساواة الإجتماعية والإقتصادية فيها بحلول سنة 2050، لذلك تشترشد الحكومة بـ (HSRM) وتعمل على إنشاء ممر يربط بين التعدين الذي يتم في (Limpopo) بالمركز الصناعي في (Johannesburg) بميناء (Durban). وهذا سيعمل على تسهيل التحول من الشاحنات التي تعمل بالديزل إلى الشاحنات التي تعمل بخلايا الوقود التي أساسها الهيدروجين مترتبا عنه زيادة الطلب على الهيدروجين إلى نسبة 80% سنة 2030. [2]

والجدول الأتي يوضح (HSRM 2021-2040)، والتي تعرف بخريطة طريق مجتمع الهيدروجين لسنة 2040، وذلك كما يلي:

الجدول رقم 17: اللبنات الأساسية لمجتمع الهيدروجين في جنوب إفريقيا (2021-2040).

	2021-2024:	2025-2030:	2030-2040:
الإنتاج:	- إنتاج التحليل الكهربائي على نطاق صغير. - تجريب إنتاج Mw01 من طاقة الهيدروجين.	- تطوير قدرة التحليل الكهربائي إلى Gw10 في سنة 2030. - إنتاج 500 كيلو	- زيادة قدرة التحليل الكهربائي إلى Gw05 في ستة 2040.

[1] متاح على الموقع الإلكتروني: https://www.asharqbusiness.com/amp/article/44106، تم الإطلاع يوم 18 مارس 2023 على الساعة 15:00.

[2] Available on the website: https://www.csis.org/analysis/south-africas-hydrogen-strategy, Viewed on the 18 March 2023 at 15:27.

		طن من الهيدروجين في سنة 2030.	
الإستخدام:	- تشغيل ما لايقل عن 100 حافلة وشاحنة تعمل بالهيدروجين في سنة 2025. - إنشاء ما لايقل عن 05 محطات التزود بالوقود النظيف في سنة 2025.	- تشغيل ما لا يقل عن 500 حافلة وشاحنة تعمل بالهيدروجين في سنة 2030. - توليد الطاقة بإستخدام الهيدروجين والأمونيا عن طريق التوربينات. - إقتران القطاعات وإستخدامها في النقل والصناعة.	- إقتران القطاعات وإستخدامها في النقل والصناعة والطاقة.
فُرص العمل والوظائف:	- الإرتقاء بالتدريب وإعادة صقل المهارات والوظائف الجديدة.	- توفير ما لايقل عن 20000 فرصة عمل سنويا في سنة 2030.	- توفير ما لايقل عن 30000 فرصة عمل سنويا في سنة 2040.

من إعداد الطلبة بالإعتماد على:

Source: South Africa hydrogen strategy, p 40.

ولقد وقّعت شركة ساسول الجنوب إفريقية، على مذكرة تفاهم مع وكالة التنمية في كيب تاون الشمالية. لعمل دراسة جدوى لإستكشاف إمكانات بوغيباي لإنتاج الهيدروجين الأخضر، في إطار مشروع لتطوير بوغيباي الهيدروجين الأخضر والأمونيا. فهو يعتبر مشروع إستراتيجي ومتكامل في الخطة التنموية التي تتبعها جنوب إفريقيا. ولَقد صرَّح بريسيلا مابيلان نائب الرئيس التنفيذي للطاقة في شركة ساسول أن جنوب إفريقيا تعتبر في وضعٍ جيد يُمَّكنُها من الريادة مستقبلاً في مجال الهيدروجين خاصةً وبإتباع تقنيات فيشر ترونش *، مصرحا بأنها من التقنيات التي تساعد جنوب إفريقيا في إكتساح هذا المجال إضافة إلى أنها تتمتع بالعديد من المزايا الهيكلية. [1]

ولقد صرَّح الشريك الإداري السيد (Kannan Lakmeekaren) يوم 07 مارس 2023، في حديث له في (Engineering News) الذي قامت به شركة (MCKinsey) والذي ركز على الهيدروجين الأخضر. أن الإتحادات بحاجة ماسة لإيجاد شركات مناسبة لتقوية مكانتها في إنتاج الهيدروجين، في حين أنه هناك بعض المشاريع بالفعل بدأت في تلبية الإحتياجات المحلية من الهيدروجين لذلك إستوجب الأن إتخاذ قرارات للإستفادة من إمكانات تصدير الهيدروجين. [2]

وتُعتبر الجزائر من الدول التي تسعى للنمو في مجال الهيدروجين، بجهود مبذولة لتمويل مشاريع الهيدروجين. وهذا ما سيتم التطرق له في المبحث الموالي.

المبحث الثالث: جهود الجزائر لتمويل الصناعات الهيدروجينية.

أصبحت الجزائر أمام حتمية البحث على مصادر للطاقة المتجددة، حتى تُخَّفض من الإعتماد المطلق على طاقة الوقود الأحفوري. من أجل حماية الإقتصاد الوطني من التدهور أولًا كون أسعار النفط متذبذبة ترتفع وتنخفض بين الحين والأخر بسبب مختلف الظروف السياسية والإقتصادية العالمية والإعتماد على مصادر غير نفوذة لحفظ قسط

[1] متاح على الموقع الإلكتروني: https://attaqa.net/2021/10/09، تم الإطلاع يوم 18 مارس 2023 على الساعة 15:33.

* فيشر ترونش هي مجموعة من التفاعلات الكيميائية التي من خلالها يحول مزيج أول أكسيد الكربون والهيدروجين إلى هيدروكربونات سائلة، وتم تنفيذها أول مرة من طرف فراز فيشر وهانز ترونش في 1925.

[2] Available on the website: https://m.engineeringnews.co.za/article/south-africa-must-make-green-hydrogen-investment-decision-in-next-12-months-2023-03-08/rep_id:4433, Viewed on the 18 March 2023 at 16:03.

الأجيال القادمة من النفط والغاز في إطار الإستدامة، ومن أجل حماية البيئة من التلوث وإنبعاث الغازات الدفيئة المسببة للإحتباس الحراري ثانيا.

وعليه في هذا المبحث سيتم التطرق لضرورة تحول الجزائر للطاقات المتجددة وعرض أحدث التطورات فيما يخص المشاريع المستقبلية لتمويل الصناعات الهيدروجينية في الجزائر.

المطلب الأول: جهود الجزائر للتحول إلى الطاقات المتجددة.

قامت الجزائر بعدة فعاليات في سبيل توجهها للطاقات المتجددة وتوليد الكهرباء من مصادر متجددة خاصة الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والتي بدورها تساهم في تصنيع الهيدروجين كطاقة نظيفة، ومن أبرز هذه الفعاليات ما يلي:

1- فعاليات الجزائر في الطاقات المتجددة:

- في سنة 2004 قامت الجزائر بسَّن آلية تعريفة التغذية (Feed-in tariff)، بغرض تسريع تطوير الطاقات المتجددة وتنويع المزيج الطاقوي الوطني وبلوغ أهداف الطاقة المتجددة المخطط لها. فعلى هذا الأساس وُضع إطار قانوني لنظام التعريفة التكميلية الذي تضمن تعريفات مرتفعة لإنتاج الطاقة المتجددة. لتعزيز إنتاج الكهرباء الشمسية في دورات الطاقة الشمسية المدمجة المتكاملة.

وحدد المرسوم التنفيذي رقم 13-218 لسنة 2013 شروط الإستفادة من آلية تعريفة التغذية والإجراءات الإدارية.

كما أنه تم إستخدام مساعدات مالية من قبل الحكومة لتغطية التكاليف الإضافية المترتبة عن إنتاج الكهرباء الذي مصدره الطاقة المتجددة، لذلك تم تصميم مخطط تعريفة التغذية كعلاوة مدفوعة لكل كيلو واط ساعي (1KWh) فوق التعريفة الأساسية في الجزائر. معبرا عنها بنسبة مئوية من مصادر الطاقة المتجددة المستعملة في توليد الكهرباء وعلى وجه الخصوص الطاقة الشمسية [1]، وهذا ما يوضحه الجدول أسفله:

[1] Mohammed Bouznit and others, **Measures to promote renewable energy for electricity generation in Algeria**, Sustainability magazine, 2020 ،pp 08-09.

الجدول رقم 18 : المساعدات المالية الممنوحة لِمنتجي الطاقة الحرارية الشمسية مع نِظام الغاز الشمسي الهجين.

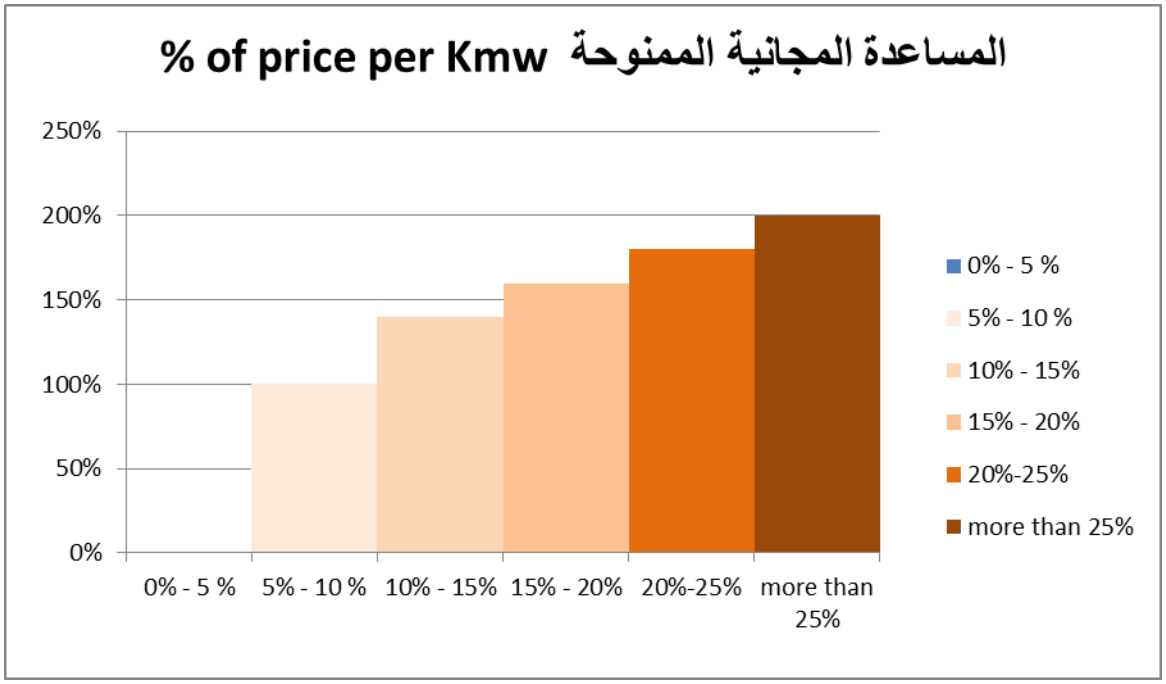
مساهمة الطاقة الشمسية:	المساعدة المجانية الممنوحة: **(% Of price per KMW)**
من 00% إلى 05%	%00
من 05% إلى 10%	%100
من 10% إلى 15%	%140
من 15% إلى 20%	%160
من 20% إلى 25%	%180
أكثر من 25%	%200

من إعداد الطلبة بالإعتماد على:

Source: Mohammed Bouznit and others, **Measures to promote renewable energy for electricity generation in Algeria,** Sustainability magazine, 2020, p 08.

من خلال الجدول رقم 18 أعلاه يتضح أنه كلما زادت نسبة مساهمة الطاقة الشمسية في توليد الكهرباء كمصدرِ متجدد كلما زادت نسبة المساعدة المالية المقدمة من طرف الحكومة لتصل لنسبة 200%، في إطار سياسة التحفيز التي تتبعها الحكومة لتشجيع الإستثمار في الطاقات المتجددة. وهذا ما يوضحه الشكل في الأسفل.

الشكل رقم 12 : المساعدات المالية الممنوحة لِمنتجي الطاقة الحرارية الشمسية مع نِظام الغاز الشمسي الهجين.



المصدر: من معطيات الجدول رقم 18

فالجزائر التزمت بشراء جميع كميات الكهرباء المولدة من الخلايا الكهروضوئية وطاقة الرياح لمدة 20 سنة، بسعر أعلى من تكاليف الإنتاج. لذلك أنشأت الجزائر مقياساً مُناسباً لأسعار الشراء الخاصة بالكهرباء المولد من الطاقة المتجددة. بحيث يعتمد هذا المقياس أساسا على الطاقة الكهربائية ومدة الإستثمار، وهذا ما يوضحه الجدول أسفله:

الجدول رقم 19: تعريفة التغذية المرتبطة بتوليد الكهرباء الذي مصدره الطاقة المتجددة في الجزائر.

Feed-in tariff (DZD/KWh)			
المصدر:	الطاقة:	السنوات الخمس الأولية:	15 سنة المتبقية:
الرياح	من 01 إلى 05 MW	13,10	9,55-16,66
	أكثر من 05 MW	10,48	7,64-13,33
الطاقة الشمسية الكهروضوئية	من 01 إلى 05 MW	15,94	11,80-20,08
	أكثر من 05 MW	12,75	9,44-16,06

من إعداد الطلبة بالإعتماد على:

Source: Mohammed Bouznit and others, Op.Cit., p 09.

إضافة لذلك فالحكومة الجزائرية قامت بفعاليات أخرى، تمثلت في:

- في سنة 2011 قامت الجزائر بتبني مشروع تطوير كفاءة الطاقة المتجددة في إطار البرنامج الوطني لتنمية الطاقات المتجددة وكفاءة الطاقة، بحيث كان الهدف الرئيسي لهذا البرنامج الوطني يتمثل في التوسع أكثر في إستخدام الطاقات المتجددة وتنويع مصادرها. ففي البداية كان من المقرر تطوير خطته على ثلاث مراحل، بحيث في الفترة الأولى من 2011-2013 كان من المقرر أن يتم نشر برنامج إنتاج الكهرباء المتجدد بقدرة Mw12000 مخصصة للسوق الوطني، وفي الفترة الثانية من 2014-2015 كان من المقرر أن يبدأ تطوير البرنامج، وفي الفترة الأخيرة 2016-2020 كان من المقرر تطوير الإستغلال على نطاق أوسع.

ومع ذلك في سنة 2015 لقد قامت الجزائر بتحديث برنامج 2011-2020، برؤية توليد MW22000 من الطاقة المتجددة بحلول سنة 2030. فهذا البرنامج وضع مجموعتين من الأهداف، تمثلت

الأولى في تعزيز الطاقة المتجد دة وتمثلت الثانية في كفاءة الطاقة. فالهدف الرئيسي لهذا البرنامج هو بلوغ حصة تقارب 27% من الطاقة المتجددة من إجمالي إنتاج الكهرباء بحلول سنة 2030.[1]

فتمت برمجة فترتين لتحقيق أهداف الطاقة المتجددة، وهذا ما يوضحه الجدول أسفله:

الجدول رقم 20: أهداف الطاقة المتجددة لإنتاج الكهرباء في البرنامج الوطني الجزائري للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة (2015-2030).

الطاقة الكهربائية						
	الفترة الأولى 2015-2020		الفترة الثانية 2021-2030			
مصادر الطاقة:	**Mw**	**%**	**Mw**	**%**	**TotalMw**	**Total %**
الطاقة الكهروضوئية:	3000	66,30%	10575	60,52%	13575	61,70%
طاقة الرياح:	1010	22,32%	4000	22,89%	5010	22,77%
طاقة الكتلة الحيوية:	360	7,95 %	640	3,66 %	1000	4,55 %
طاقة التوليد:	150	3,31 %	250	1,43 %	400	1,82 %
طاقة الحرارة	5	0,11	10	0,06	15	0,07

[1] Ibid, pp 03-04.

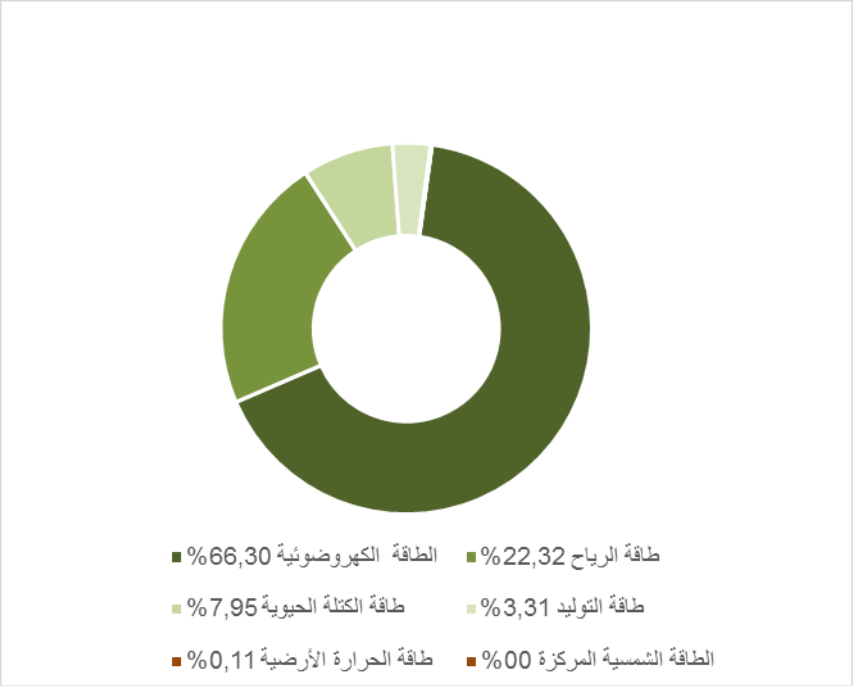
الأرضية:		%		%		%
الطاقة الشمسية المركزة:	-	-	2000	11,44 %	2000	9,09 %
Total	4525	-	17475	-	22000	-

من إعداد الطلبة بالإعتماد على:

Source: Mohammed Bouznit and others, Op.Cit, p 04.

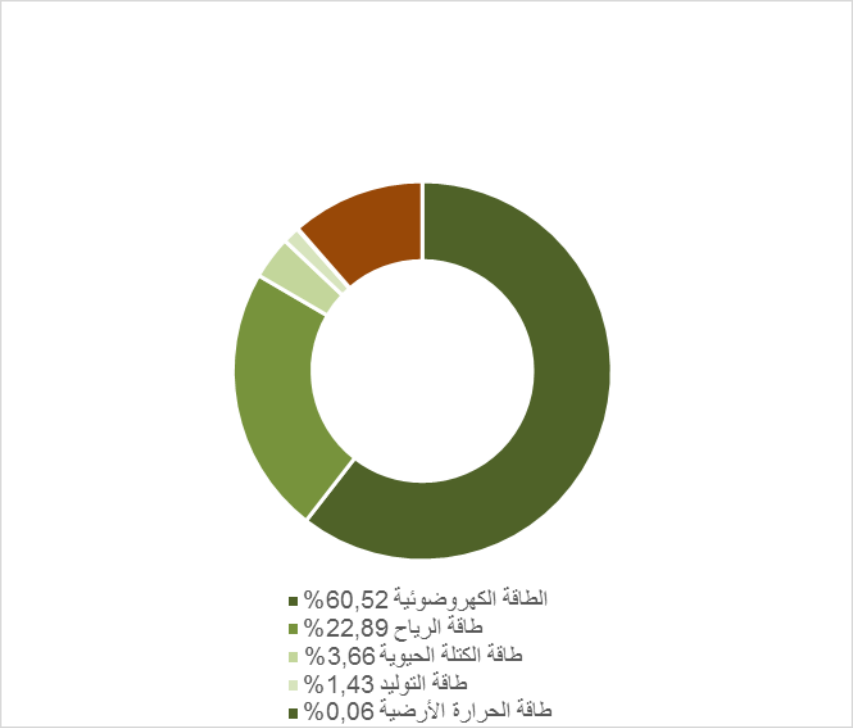
يمثل الجدول رقم 20 أعلاه أهداف البرنامج الوطني الجزائري للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة(2015-2030) والذي تمت نمذجته في الأشكال الموالية.

الشكل رقم 13: أهداف الطاقة المتجددة لإنتاج الكهرباء في البرنامج الوطني الجزائري للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة (2015-2020).



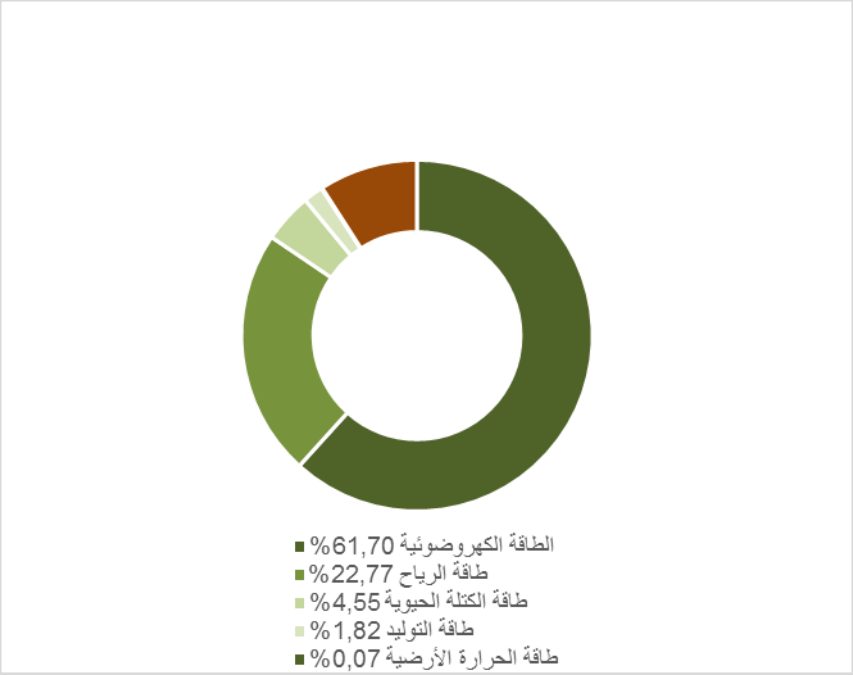
المصدر: من معطيات الجدول رقم 20.

الشكل رقم 14: أهداف الطاقة المتجددة لإنتاج الكهرباء في البرنامج الوطني الجزائري للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة (2021 2030).



المصدر: من معطيات الجدول رقم 20.

الشكل رقم 15: أهداف الطاقة المتجددة لإنتاج الكهرباء في البرنامج الوطني الجزائري للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة (2015-2030).



المصدر: من معطيات الجدول رقم 20.

فمن خلال ما هو موضح في الأشكال أعلاه، يتضح أن الجزائر تحتوي على عدة مصادر للطاقة المتجددة مثل: طاقة الرياح (Wind energy)، الطاقة الشمسية (solar energy)، طاقة الكتلة الحيوية (Biomass)، طاقة الحرارة الأرضية (Geothermal) والطاقة المائية (Hydro power). إلا أن الضوء سُلطَ على الطاقة الشمسية الكهروضوئية (photovoltaic power) وطاقة الرياح.

ففي الفترة الأولى من البرنامج الوطني الجزائري للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة (2015-2020) لقدْ كانت مساهمة كل نوع من الطاقات المتجددة في تحقيق أهداف هذا البرنامج في هذه الفترة كالأتي: الطاقة الكهروضوئية أخذت الحصة الأكبر بنسبة 66.30% تليها طاقة الرياح بـ22.32% ثم طاقة الكتلة الحيوية بنسبة 7.95% ثم طاقة التوليد بنسبة 3.31% لتليها في الأخير طاقة الحرارة الأرضية بنسبة 0.11% أما بالنسبة للطاقة الشمسية المركزة كانت نسبتها معدومة، كونها حسبما جاء في البرنامج الوطني الجزائري للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة سيتم تطبيقها بدء من الفترة الثانية (2021- 2030).

وفي الفترة الثانية (2021-2030) أخذت الطاقة الكهروضوئية الحصة الأكبر من إجمالي المساهمات بحيث بلغت نسبتها 60.52% لتليها طاقة الرياح بنسبة 22.89% ثم الطاقة الشمسية المركزة بنسبة 11.44% ثم طاقة الكتلة الحيوية بنسبة3.66 % ثم طاقة التوليد بنسبة 1.43% لتليها في الأخير طاقة الحرارة الأرضية بنسبة 0.06%كأقل نسبة مساهمة في أهداف البرنامج.

وإجماليا لمساهمات طيلة فترة البرنامج الوطني الجزائري للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة(2015-2030)، بحيث كانت حصيلة الكهرباء المولد من الطاقة الكهروضوئيةMw13575 والمولد منطاقة الرياح قدر بـ Mw5010 ثم المولد من الطاقة الشمسية المركزة بـMw2000 ثم طاقة الكتلة الحيوية بـMw1000 ثم المولد من طاقة التوليد بـ Mw400 لتليها طاقة الحرارة الأرضية بأقل قيمة، بحيث بلغت قيمة الكهرباء المولد منها Mw15.

وسيتم عرض قدرة الجزائر في الطاقات المتجددة في الجدول أسفله:

الجدول رقم 21: إمكانات وقدرة الجزائر على الطاقة الشمسية في الفترة الممتدة بين 2012-2021.

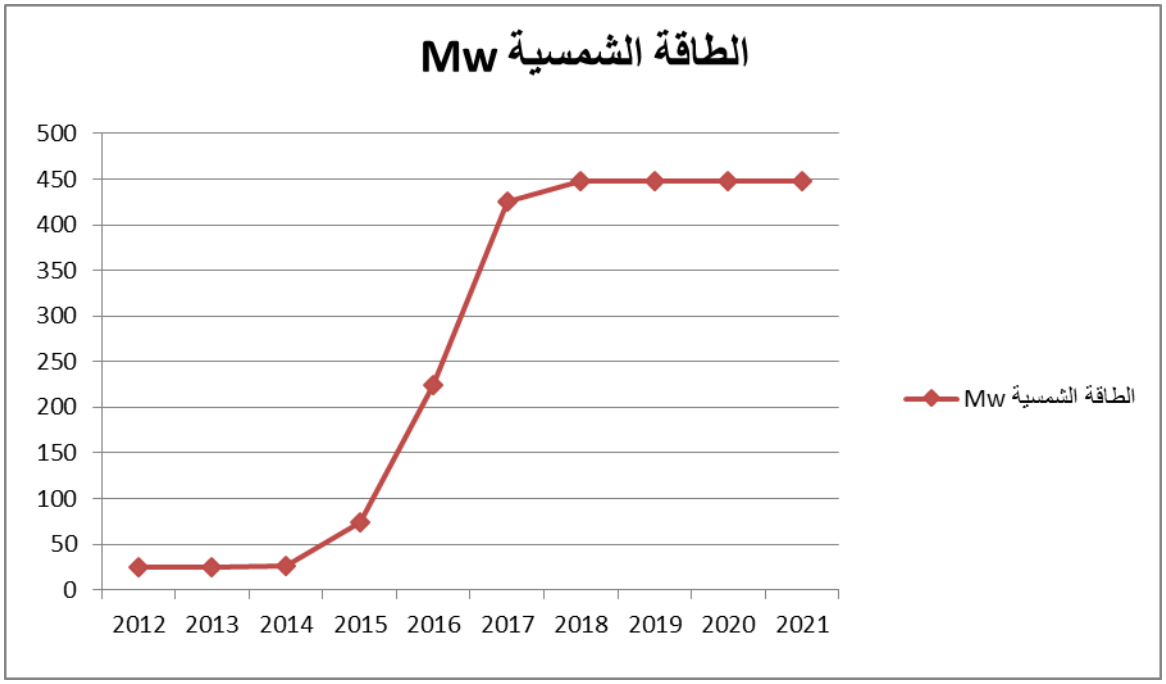
السنة:	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
الطاقة الشمسية (Mw):	25	25	26	74	224	425	448	448	448	488

من إعداد الطلبة بالاعتماد على:

Source : Manal Soulaf Chikhi and others, Factors of investment in renewable energy and energy efficiency in Algeria, Economics magazine, 2022, p 159.

يمثل الجدول رقم 21 أعلاه، إمكانات الجزائر وقدرتها على الطاقة الشمسية للفترة الممتدة بين (2012-2021). وذلك كما هو موضح في الشكل أسفله:

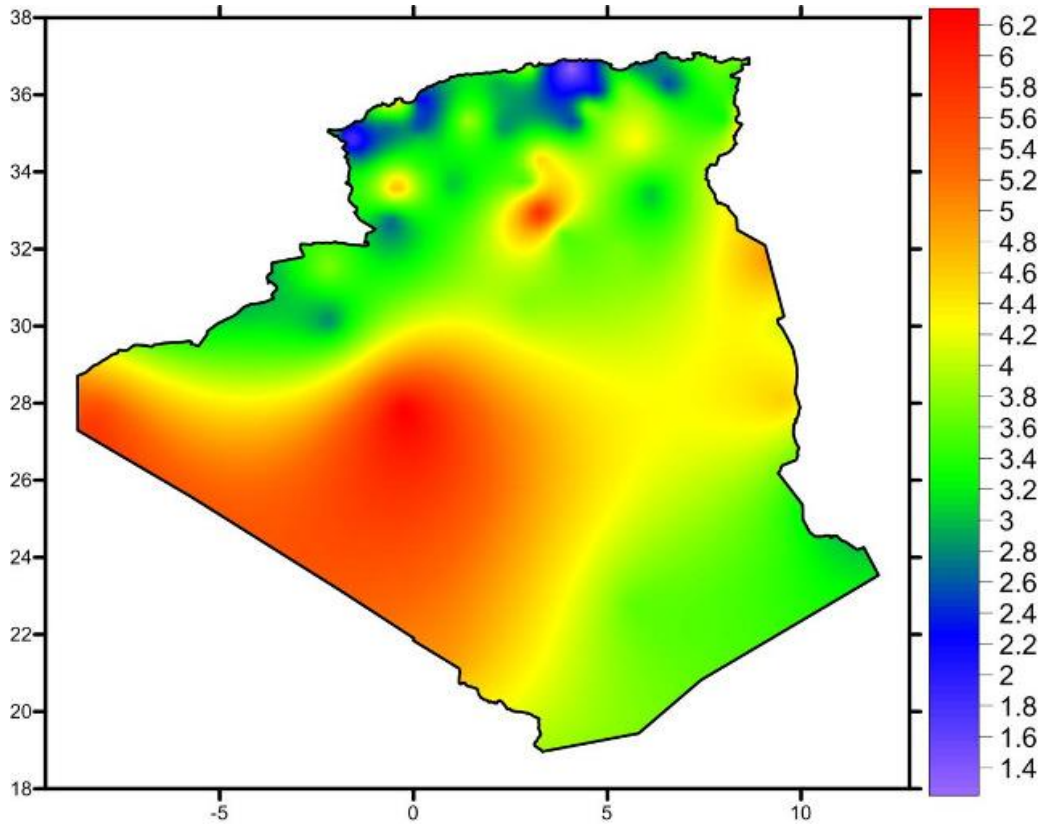
الشكل رقم 16: إمكانات وقدرة الجزائر على الطاقة الشمسية في الفترة الممتدة بين (2012-2021).



المصدر: من معطيات الجدول رقم 21.

يتضح من خلال الجدول، أن الجزائر بها إمكانات كبيرة من الطاقة الشمسية. ففي سنتي 2012-2013 كانت القيمة ثابتة وصغيرة بحيث قُدرت بـ Mw25 وبعدها ظلت ترتفع بوتيرة مُتزايدة إلى غاية سنة 2018 بحيث بلغت Mw448 وظلت ثابتة بعدها طيلة سنوات لغاية سنة 2021. وهذا راجعٌ لتراجع جهود الجزائر على الطاقة الشمسية وعدم إكمال المخطط الذي بدأته وإهمال الكم الهائل من الإشعاعات الشمسية القوية في الصحراء الجزائرية الكُبرى.

فالجزائر تحتوي على إمكانات معتبرة في الطاقة الشمسية كونها لها إشعاعٌ شمسي عالي، وكذلك لها إمكانات هائلة في طاقة الرياح، وهذا ما توضحه الخريطة أسفله:



الشكل رقم 17: خريطة سنوية للرياح في 10 متر إرتفاع على سطح الأرض.

Source: www.cder.dz.

فمن خلال الخريطة أعلاه يتضح أن الجزائر بها إمكانات كبيرة في طاقة الرياح في منطقة الجنوب الغربي خاصة بمنطقة أدرار وتندوف.

فكل ما تقوم به الحكومة في سبيل تعزيز توليد الكهرباء من مصادر متجددة كطاقة الرياح والطاقة الشمسية يساهم بصفة غير مباشرة ويدخل في سلسلة جديدة لتصنيع الهيدروجين الأخضر،الذي يعتمد على الكهرباء المولد من مصادر متجددة.

2-مشاريع وصفقات الطاقات المتجددة في الجزائر:

لقد أبدت شركة (Kalpataru power transmission LTD) الهندية، عن رغبتها في التعاون والإستثمار في مجال الطاقات المتجددة وذلك بإستقبال راميش جوبتا ممثل (KPTL) الهندية من طرف الأمين العام لوزارة الإنتقال الطاقوي والطاقات المتجددة السيد مهماه بوزيان. فحسب البيان الصادر عن الوزارة سالفة الذكر، فإن

الطرفين لقد ناقشا أمور التعاون الفني وآفاق الإستثمارات المستقبلية في مجال الطاقات المتجددة في سبيل توطين التكنولوجيا وتبادل الخبرات ونقل المعرفة.

وفي 04 أوت 2022، عبَّرت الوكالة اليابانية للتعاون الدولي (جايكا) عن إهتمامها الكبير بالشراكة مع الجزائر في مجال الطاقات المتجددة بدء من سنة 2023. وكان ذلك من خلال ما دار من حوار بين ريو تسوجي ممثلة الجايكا وبن عتو زيان وزير الإنتقال الطاقوي والطاقات المتجددة، فيما يتعلق بتطوير برنامج نشر الطاقات المتجددة الهادف لبلوغ Mw15000 الذي يتطلب تمويل قدره 15 مليار دولار بحلول سنة 2023. إضافة لذلك قدمت أوزامي ساتوكو مستشارة إعداد المشاريع على مستوى الوكالة اليابانية للتعاون الدولي رأي الوكالة في مجال التعاون والتكوين في مجال التنمية المستدامة والطاقات المتجددة.

كما أنه تم إعلان الرغبة في المشاركة في مشروع (1000 Solar)* من طرف المجمع التركي تاي. [1]

أيضا لقد تم إستقبال سفير فرنسا بالجزائر السيد فرنسوا غويات من طرف السيد بن عتو زيان وزير الإنتقال الطاقوي والطاقات المتجددة في 24 فيفري 2022. بحيث كانَ اللقاء هادفًا لتعزيز وتقوية العلاقة الثُنائية في مجال الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية والهيدروجين الأخضر.

فإن السفير الفرنسي كان مصحوبًا بجيرمي بولي مسؤول الخبرة وصوفي أوبيرت مديرة الوكالة الفرنسية للتنمية والمستشار الإقتصادي ماتيو بريشون. معبرا عن إهتمام فرنسا بمشروع (1000 Solar)، في ظل أن الوزير أكَّد أن التعاون الفرنسي الجزائري سيكون ضمن مقاربة (رابح–رابح).[2]

أنشأت الجزائر محطة للطاقة الهجينة (تعمل بالغاز والطاقة الشمسية) بحاسي الرمل، فهي تعَد الأولى من نوعها في العالم بمعدل إنتاج يصِل إلى Mw150. وأخرى بولاية غرداية بقدرة Mw1,1. وإنخرطت الجزائر سنة

[1] متاح على الموقع الإلكتروني: https://www.echoroukonline.com، تاريخ النشر: 24 أوت 2022، تم الإطلاع يوم 05 مارس 2023 على الساعة 18:03.

* مشروع 1000 solar : لقى هذا المشروع عدةَ تأجيلات خلال العام الفارط 2022، وتوقف بسبب تغيب الوزارة الوصية عليه بعدما تم إلغاء وزارة الإنتقال الطاقوي والطاقات المتجددة ودمجها في البيئة.

[2] الجزائر–فرنسا: التعاون في مجال الطاقات المتجددة، متاح على الموقع الإلكتروني: https://www.aps.dz/ar/economie/121950-2022-02-24-20-49-12، تم الإطلاع يوم 05 مارس 2023 على الساعة 18:14.

2010 في مشروع ديزارتيك كونها الأوفر حظًا للحصول على أكبر حصة من هذا المشروع بإعتبار صحرائها نسبة 80% من مساحتها الكُلية وتُمثل 20% من مساحة الصحراء الإفريقية ككل.[1]

ولَقد كشف خبير الإستراتيجيات الطاقوية الدكتور نايف الدندني عن إمكانات الدولة الجزائرية في الطاقة الشمسية. فلقد أوضح يوم 16 جانفي 2023 أن 0,5 % من إجمالي مساحة الجزائر كافية وقادرة على تلبية حاجات القارة الأوربية من الكهرباء الذي مصدره الطاقة الشمسية وأدلى أيضا بأن 02% منها كافية لإضاءة العالم بأسره، في تغريدة له على حسابه في تويتر.[2]

ولقد كشف مُجمع سونلغاز في إطار المناقصة المتعلقة بمحطات الطاقة، عن الولايات التي سيتم فيها إنجاز محطات الطاقة الشمسية الكهروضوئية. بطاقَة كُلية تبلغ Mw2000 وقدرة إنتاج تتروح بين 80 وMw 220. فأدلى السيد هدنة خليل الناطق الرسمي لمَجمعَ سونلغاز عن قائمة الولايات المعنية بذلك، ولقد تمثلت هذه الأخير في: المسيلة، بشار، باتنة، الأغواط، برج بوعريريج، تيارت، الوادي، غرداية، تقرت، المغير وبسكرة. كما أن السيد هدنة بيَّن توزيع هذه المحطات في تلك الولايات، بحيث سيتم إنجاز محطة في ولاية المسيلة ومحطة في ولاية برج بوعريريج تحديدا في منطقة رأس الواد وأخرى في ولاية باتنة تحديدا في منطقة المروانة، وإنجاز محطتين في ولاية بشار تحديدا في منطقة العبادلة والقنادسة، ومحطة في أفلو ومحطة في ولاية غرداية تحديدا في منطقة قرارة ومحطة في ولاية تيارت تحديدا في منطقة فرندة، ومحطتين في ولاية الوادي تحديدا في منطقتي الطالب العربي والنخلة، وأيضا ثلاث محطات في ولاية بسكرة تحديدا في منطقة طولقة والغروس وخنقة سيدي الناجي ومحطة بتقرت ومحطة بالمغير.[3]

[1] محمد بن عمار، الطاقات المتجددة بالجزائر...البديل الآمن، متاح على الموقع الإلكتروني: https://www.aljazeera.net/، تاريخ الإطلاع: يوم 05 مارس 2023 على الساعة 18:28.

[2] متاح على الموقع الإلكتروني: https://attaqa.net/، تاريخ النشر: يوم 16 جانفي 2023، تم الإطلاع يوم 06 مارس 2023 على الساعة 18:39.

[3] خطوة عملاقة في برنامج التحول الطاقوي، متاح على الموقع الإلكتروني: https://www.el-massa.com/dz، تاريخ النشر: يوم 05 مارس 2023، تم الإطلاع يوم: 05 مارس 2023 على الساعة 19:24.

3- حصيلة الجزائر من إنجازات متعلقة بالطاقات المتجددة لسنة 2021:

في سنة 2021 حققت الجزائر فيما يخص الطاقات المتجددة، الأرقام والإنجازات الآتية: [1]

- جهَّزت 840 مدرسة بأنظمة شمسية.
- بلغت سعة الطاقة المتجددة Mw 438,2 بإستثناء الطاقة الكهرومائية.
- بلغت سعة الطاقة المتجددة المركبة الشمسية، ما يُقدر بـ Mw567,1.
- بلغ إجمالي الطاقة المتجددة خارج الشبكة Mw36,9.
- بلغ إجمالي الطاقة المتجددة المواصلة بالشبكة Mw401,3.
- بلغت نسبة الطاقة الشمسية الكهرومائية نسبة 92% من إجمالي الطاقة المتجددة.

المطلب الثاني: المشاريع المستقبلية لتمويل الصناعات الهيدروجينية في الجزائر.

في ظل التطورات المتسارعة في الآونة الأخيرة بخصوص التحول الطاقوي، لقد قامت الحكومة الجزائرية بإعداد خُطط وإبرام صفقات وشراكات مع دول أجنبية في ما تعلق بإنتاج الهيدروجين.

1- تصريحات المسؤولين والخُبراء المتعلقة بإنتاج الهيدروجين:

وتبعًا لموجة التحول الطاقوي وسياسة الحياد الكربوني والتحرر من تبعية النفط في الجزائر، توالت تصريحات المسؤولين والوزراء المتعلقة بإقتصاد الهيدروجين. ومن أبرزها مايلي:

لَقد أعلن السيد شمس الدين شيتور وزير الإنتقال الطاقوي والطاقات المتجددة، عن تنظيم يوم مُخصص الهيدروجين الأخضر وكان ذلك يوم 19 أفريل من سنة 2021. [2]

---

[1] CEREF, APS, 2022 & Attaqa, 2022.

[2] متاح على الموقع الإلكتروني: https://radioalgerie.dz/news/ar/article/20210413/210043.html، تم الإطلاع يوم 07 مارس 2023 على الساعة 17:32.

أكّدَ السيد محمد عرقاب وزير الطاقة والمناجم يوم السبت 07 ماي 2022، أن الجزائر مُرشحة للعب دوراً إقليمياً بارز في مجال إنتاج الهيدروجين. مُشيراً أن الجزائر تتمتع بمزايا تنافسية عالية جداً تؤهلها لإكتساح مجال الهيدروجين. وعلى وجه الخصوص الهيدروجين الأخضر كونها تتمتع بإمكانات كبيرة من الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والتي تُمكّنها من إنتاج الكهرباء الذي مصدره متجدد، والذي بدوره يستخدم لإنتاج الهيدروجين الأخضر. وكذلك الهيدروجين الأزرق، نظرا لتوفر الغاز الطبيعي والذي بدوره يستخدم لإنتاج الهيدروجين الأزرق مع إلتقاط إنبعاثات الكربون. مُضيفاً ضرورة تحديد إطار تنظيمي وتشريعي ومؤسسي لإنتاج الهيدروجين، والعمل على تأهيل العنصر البشري مع تحديد القطاعات ذات الأولوية في إستخدام الهيدروجين. [1]

وأدلى محافظ الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية السيد نور الدين ياسع، أن توفر الجزائر على قدرة شمسية كبيرة والغاز الطبيعي إضافة لشساعة التراب الوطني. تعد من العوامل التي تعزز قدرتها على دخول سوق الهيدروجين بل وتجعلها مُرشحة لأن تُصبح المصّدر الرئيسي للهيدروجين لأوربا. إضافةً لضرورة إعتماد الحكومة على شراكات مع الدول الرائدة في مجال طاقة وإقتصاد الهيدروجين حتى تستفيد من الخبرات وتنقل التكنولوجيا وحشد التمويل الكافي. [2]

إن إنتاج الهيدروجين الآن في الجزائر أصبح رهان من الرهانات التي تُعول عليها للخروج من تبعية المحروقات وتذبذب أسعار النفط، وكذلك حماية البيئة وتحقيق التنمية المستدامة. كون الهيدروجين يعتبر من أكثر الحلول المناخية نجاعة وإستدامة.

فحسب البروفيسور مبتول عبد الرحمان، فإن الجزائر حتى لو قامت بالإجراءات اللازمة المتعلقة بإنتاج الهيدروجين فهذا لا يُمكّنها من دخول هذا المجال بقوة إلا بعد سنة 2030.

كما أن الرئيس عبد المجيد تبون، أعلن عن بدء الجزائر لوضع إستراتيجية تطوير الهيدروجين الوطنية. مما يسمح له بالإندماج الكُلّي في الديناميكية العالمية المرتبطة بالتحول البيئي والطاقوي. [3]

ومن الواضح أن تصريحات كل من السيد الرئيس والمسؤولين عن الطاقة في الجزائر فيها تقاطع.

[1] متاح على الموقع الإلكتروني: https://www.aps.dz/ar/economie/125381-26، تم الإطلاع يوم 07 مارس 2023 على الساعة 18:03.

[2] متاح على الموقع الإلكتروني: https://www.aps.dz/ar/economie/125381-26، تم الإطلاع يوم 07 مارس 2023 على الساعة 18:16.

[3] متاح على الموقع الإلكتروني: https://ultraalgeria.ultrasawt.com، تم الإطلاع يوم 07 مارس 2023 على الساعة 18:36.

وتؤكد الدراسة التي أجراها مركز تنمية الطاقات للمتجددة (CDER) أن قرب الجزائر من الأسواق المحتملة للهيدروجين، يعزز من فرصها.[1]

وحسب تصريحات السيد ميلود مجلّد مدير الدراسات والإستشراف بوزارة الطاقة والمناجم، فإن الجزائر رصدت موزانة تتراوح ما بين 20 و25 مليار دولار مخصصة لإنتاج الهيدروجين الأخضر. مشيرا أيضا أنه تم تخصيص 42 مليار دولار لتطوير عمليات البحث والتطوير التي تقوم بها سوناطراك (Sonatrach) في الفترة بين 2023-2027.[2]

وعلى ذكر شركة سوناطراك، فإن هذه الأخيرة عزمت إطلاق مشروعين تجريبيين لإنتاج الهيدروجين الأخضر في جنوب الجزائر خلال عامي 2023-2024. كما أن السيد بوتوشنف محمد المدير التنفيذي الأول في الإدارة المركزية للموارد المتجددة أضاف أن المشروعين تم تصميمها[3] على أن يقوم أحدهما بإكمال الأخر.

2- شراكات الجزائر مع دول أجنبية في مجال إنتاج الهيدروجين (المشاريع المستقبلية):

أدلت سفيرة هولندا بالجزائر السيدة جانا فان دير فيلدي، أن هولندا حضرت بوفد كبير في معرض الطاقة المتجددة. مضيفة أن هولندا مهتمة بالشراكة مع الجزائر في مجال إنتاج الهيدروجين.[4]

وأيضا لقد وقّعت مجموعة إيني الإيطالية (ENI) وشركة سوناطراك الجزائرية (Sonatrach) على عقد للصفقة المبرمة بينهما، بحضور السيدة جيورجيا ميلوني رئيسة الوزراء الإيطالية. مصرحة بأن الجزائر من المحتمل أن تصبح رائدة في إفريقيا والعالم في مجال الهيدروجين، وأن إيطاليا ستكون البوابة لتزويد أوربا بهذه الطاقة. ونصّت هذه الإتفاقية على إنتاج الهيدروجين الأخضر والأزرق في الجزائر وتصديره لأوربا، بحيث سيتم إنجاز خط أنابيب نقل جديد للغاز والهيدروجين والأمونيا بطاقة تتراوح بين 08 إلى 10 مليار متر مكعب بالسنة.

---

[1] **Potentiel de l'Algérie en hydrogène vert: des experts s'expriment,** https://www.elmoudjahid.dz/fr/l-evenement/potentiel-de-l-algerie-en-hydrogene-vert-des-experts-s-expriment-194420, Vue le 07 Mars 2023 à 18:39.

[2] متاح على الموقع الإلكتروني: https://attaqa.net/، تاريخ النشر: 23 فيفري 2023، تم الإطلاع يوم 07 مارس على الساعة 18:41.

[3] Valiable dans le site web : https://www.aps.dz/economie/146701-sonatrach-deux-projets-pilotes-pour-la-production-d-hydrogene-vert, Vue le 07 Mars 2023 à 19:40.

[4] Valiable dans le site web : https://www.aps.dz/economie/146653-les-pays-bas-interesses-par-un-partenariat-avec-l-algerie-dans-le-domaine-de-l-hydrogene-vert, Vue le 07 Mars 2023 à 20:32.

إضافة لذلك فإن مشروع جلسي (Galsi project) سَيُغَطي 837 كيلومتر منها 565 كيلومتر عبر البحر الأبيض المتوسط و272 كيلومتر على الشاطىء، وتَكْلُفَته بقَدر ب2,5 مليار دولار. [1]

وأيضًا لقد وقَّعت الجزائر مذكرة تفاهم مع ألمانيا بخصوص، بهدف دراسة مدى إمكانية التعاون بين الطرفين لإنتاج الهيدروجين، بحيث خطَطَت مجموعة الغاز الألمانية (VGN) لمجموعة من مشاريع الهيدروجين مع مورد الطاقة الحكومي سوناطراك. وأكَّد السيد هانز يواكيم بولك عضو مجلس إدارة (VGN) أنَّ واردات الهيدروجين ستلعب دورا مهم لألمانيا.[2]

وقام الطرفين بإعداد دراسة إستكشافية حول إمكانات الهيدروجين الأخضر في الجزائر، وذلك بمُشاركة الوزارة الإتحادية الألمانية في مجال الطَاقة (The German federal ministry of economy &energy) ووزارة الطاقة الجزائرية ووزارة إنتقال الطاقة (The Algerian ministries of energy & energy transition).

ولقد أشارت الدراسة لثلاث مراحل أساسية لتطوير صناعة الهيدروجين الأخضر، [3]وكانت هذه المراحل كالأتي:

- 2022-2030: مرحلة إيضاحية وتجريبية.
- 2030-2040: مرحلة خلق السوق والتوسع.
- 2040-2050: مرحلة سوق المنافسة.

وإن هذه الدراسة أسفرت عن عدَة إحصائيات تقديرية في إطار (Vision2050)، كما هو موضح في الجدول أسفله:

[1]Available on the website: https://hydrogentoday.info/en/algeria-italy-hydrogen/, Viewed on the 07 March 2023 at 21:44.

[2] Available on the website: https://www.energate-messenger.com/news/229071/vng-plans-hydrogen-cooperation-with-algeria, Viewed on the 07 March 2023 at 21:56.

[3] Available on the website: https://lexafrica.com/2022/02/exploratory-study-on-the-potential-of-green-hydrogen-for-algeria/, Viewed on the 07 March 2023 at 22:03.

الجدول رقم 22: كمية الهيدروجين التقديرية التي ستحل محل جزء من إستهلاك الغاز الطبيعي في محطات توليد الكهرباء الجزائرية (2021-2050).

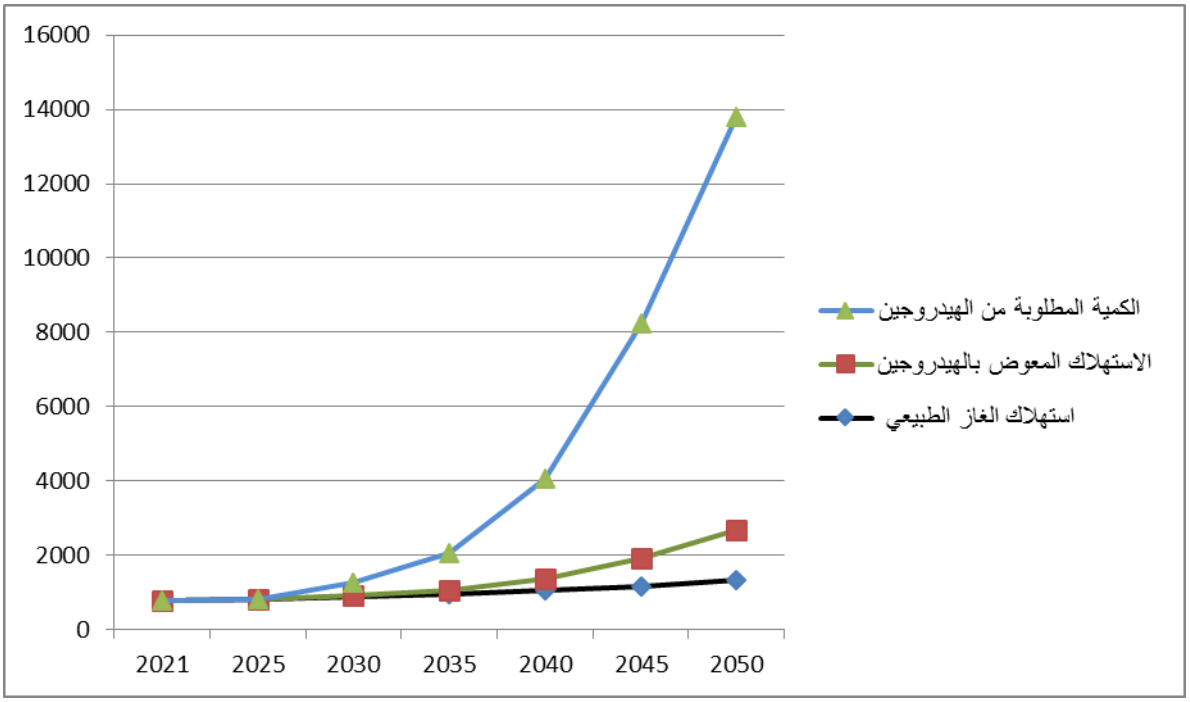
		2021	2025	2030	2035	2040	2045	2050
إستهلاك الغاز الطبيعي **10^6GJth**		788	819	874	951	1067	1166	1335
معدل التحويل		00 %		05 %	13 %	30 %	65 %	100%
الإستهلاك المعَّوض بالهيدروجين **10^6GJth**		00		44	119	320	758	1335
الكمية المطلوبة من الهيدروجين	**Ktpa**	00		364	991	2668	6315	11121

من إعداد الطلبة بالإعتماد على:

Source : Étude exploratoire sur potentiel du power-to-x (Hydrogène vert), Deutsche gesellschaft fün internationale zusammenarbeit (GIZ).

يوضح الجدول رقم 22 أعلاه، القيم التقديرية الهيدروجين التي ستحل محل جزء معين من إستهلاك الغاز الطبيعي في محطات توليد الكهرباء الجزائرية، والتي أسفرت عنها الدراسة الإستكشافية الألمانية الجزائرية في إطار مشاريع إنتاج الهيدروجين. وفي نمذجة الجدول في الشكل أسفله تتضح أكثر العلاقة بين الإستهلاك التقديري للغاز الطبيعي والإستهلاك المعَّوض بالهيدروجين له، في ظل الكميات المطلوبة التقديرية المحققة لذلك.

الشكل رقم 18: كمية الهيدروجين التقديرية التي ستحل محل جزء من إستهلاك الغاز الطبيعي في محطات توليد الكهرباء الجزائرية (2021-2050).



المصدر: من معطيات الجدول رقم 22.

حيث يلاحظُ أن إستهلاك الغاز التقديري في إرتفاع مُستمر بدءً من سنة 2021 والذي قُدرَ بـ 6^10*788 (GJth) وصولًا لقيمة 6^10*1335 GJth) في سَنة 2050، لكن يرافق هذا الإرتفاع إرتفاعا في معدل التحويل بحيث ينطلق من 00% في سنة 2021 ليَصلَ ل 100% سنة 2050 وهذا حسبَ ما يُوضحه الجدول أعلاه. مِمَا يعني تعويض تام للغاز الطبيعي بواسطة الهيدروجين المُنتج سنة 2050.

فعندَ سنة 2050 يعُّوض إستهلاك الغاز تعويض تام بالهيدروجين عندما تبلغ كمية هذا الأخير Ktpa11121 سنة 2050.

فحَسبَ النتائج التقديرية في الدراسة، هذا يعني أنه بحلول سنة 2050 سيكون الهيدروجين الأخضر وقود الجزائر المستقبلي عوضًا عن الغاز الطبيعي. وأن الجزائر عند نجاح الخطط المرسومة تحت مُسمى (2050 Vision) ستصبح المصَّدر الرئيسي لأوربا للهيدروجين.

خاتمة الفصل الثاني:

في هذا الفصل تم عرض واقع إقتصاد الهيدروجين وأهم البيانات التجارية الخاصة به، بحيث إتضح أنه بلغ إجمالي التجارة فيه 138 مليون دولار أمريكي سنة 2020. وتم عرض تجربة أستراليا في تمويل الصناعات الهيدروجينية بإعتبارها من الدول الرائدة في مجال صناعة الهيدروجين.

ثم تم عرض المشاريع المستقبلية لتمويل الصناعات الهيدروجينية منقسمةً بين مشاريع الدول الرائدة والدول النامية في هذا المجال، إضافةً لأبرز القيم التقديرية التي وضعها المختصون بشأن ذلك.

وفي نهاية هذا الفصل تم عرض جهود الجزائر المبذولة للتحول للطاقات المتجددة ومن ضمنها الصناعات الهيدروجينية، فإتضح أنه للجزائر مستقبل قوي في هذا المجال في حال الإستغلال الأمثل للموارد المتاحة بها.

خاتمة عامة:

في ظل الأزمة الطاقوية التي يشهدُها العالم، إستوجبَ الأمر البحث عن مصادر طاقوية مُتجددة للحد من مركزية الوقود الأحفوري. فالإستثمار في الطاقات المتجددة مثل طاقة الهيدروجين يعتبر السبيل لتحقيق الَإستقَلال النسبي عن طاقة المحروقات وأيضا تحقيق منافع إقتصادية، بيئية وإجتماعية.

لقد سعت عدة دول في العالم لفرض وجودها في مجال إنتاج الهيدروجين من خلال رسمها طريق الهيدروجين والإعلان عن إستراتيجيات وطنية لذَلك. وخُصصَت أموال طائلة لإقامة مشاريع تصنيع الهيدروجين في أرضِ الواقع.

إلاَّ أن الحرب الروسية على أوكرانيا التي حدثَت مؤخرا أثبتَت أن الطاقات المتجددة ماهي إلا مكملة للوقود الأحفوري وليست بطاقات بديلة له، لكن هذا لا يعني التوقف والعزُوف عن تمويل مشاريع الصناعات الهيدروجينية لأنها تساهم في التقليل منَ إنبعاث غاز الكربون وحماية البيئة.

ومن خلال ما سبق، تتم الإجابة عن الإشكالية المطروحة سابقًا والتي كان مفادُها كالأتي: ''كيف سيساهم تمويل الصناعاتَ الهيدروجينية في تعزيز مستقبل الإستثمار الأخضر دوليا؟''.

إن تمويل الصناعات الهيدروجينية لقى حرصًا وإندفاع كبير من قبَل صانعوا السياسات الإقتصادية في العالم، ومن شأنه أن يعزِز مُستقبل الإستثمار الأخضرَ كونَ الهيدروجين سيتوسع إستخدامه مُستقبلاً في قطاع الطاقة، المواصلاتَ والتدفئة وغيرها من المجالات. مُحققًا في المقابل منافع تعود على البيئة بإستدامة الموارد الطبيعيةَ بها وتقليص حجم البصمة الكربونية على الصعيد الدولي، إضافةً لإنتشار الوعي البيئي سيكون للإستثمار الأخضر مستقبلاً قوي.

1- إختبار الفرضيات:

الفرضية الرئيسية والتي مفادها: تمويل الصناعات الهيدروجينية من المحتمل أن يساهم إلى حد كبير في تعزيز مُستقبل الإستثمار الأخضر من خلال تقليل البصمة الكربونية مما يُشجع المتعاملون الإقتصاديون علىً الإستثمار في المشاريع التي تعنى بحماية البيئة أكثر في كل أنحاء العالم. صحيحةَ، لأن تمويل الصناعات الهيدروجينية سيعزز ويزيد من حظوظ الإستثمار الأخضر ويستقْطب المستثمرون لمثل هذا النوع من الأنشطة.

أما عن الفرضيات الفرعية، فهي كالأتي:

1. **الفرضية الأولى والتي مفادها:** تتمثل وسائل تمويل مشاريع الصناعات الهيدروجينية في: السندات الخضراء، الأسهم الخضراء والقروض الخضراء. صحيحة، تعتبر السندات الخضراء والقروض الخضراء من أبرز وسائل تمويل مشاريع الصناعات الهيدروجينية إلى الأسهم الخضراء. وينبغي التنويه أن أغلب مشاريع الصناعات الهيدروجينية التي أُقيمت في العالم كانت ممولة من طرف الحكومة.

2. **الفرضية الثانية والتي مفادها:** تتمثل متطلبات تعزيز إستراتيجيات الإستثمار الأخضر في نشر الوعي البيئي وإنتهاج الحكومة سياسة تحفيز جبائي لتشجيع المتعاملون الإقتصاديون على هذا النوع من الإستثمارات. . صحيحة، لتعزيز إستراتيجيات الإستثمار الأخضر لابد من إجراءات لازمة تتمثل في نشر الوعي البيئي وتثقيف المجتمع بمدى أهمية الحفاظ على البيئة، ومنح الحكومة تحفيزات جبائية حتى تجذب المستثميرين لمثل هذا النوع من الإستثمارات إضافة إلى ضرورة تحسين الأطر التنظيمية والقوانين والتشريعات ذات العلاقة بالإستثمارات الخضراء.

3. **الفرضية الثالثة والتي مفادها:** من شأن الصناعات الهيدروجينية أن تعزز مستقبل الإستثمار الأخضر بتحقيق فوائد عدة تشجع أكثر على هذا النوع من الإستثمارات. صحيحة، فإن الصناعات الهيدروجينية تُحقق منافع إقتصادية وتساهم في تحقيق الإستدامة البيئية وهذا ما سيؤدي إلى تعزيز وتقوية مكانة الإستثمارر الأخضر، خاصة مع بروز توجه حماية البيئة ومكافحة الإحتباس الحراري في العالم.

4. **الفرضية الرابعة والتي مفادها:** أثبتت الأحداث السائدة حاليا عجز الإعتماد على الطاقات المتجددة كبديل للطاقة التقليدية. صحيحة، حسب الأحداث الحالية والمستجدات، إتضح أنه لا يمكن الإعتماد على الطاقة الخضراء (الطاقات المتجددة) بصفة مُطلقة كبديل للطاقة التقليدية. وهذا ما أُثبت مؤخرا.

2- نتائج الدراسة:

خلُصت هذه الدراسة إلى جملة من النتائج، مُنقسمة بين نتائج الجانب النظري ونتائج الجانب التطبيقي. وهي كالأتي:

نتائج الجانب النظري تتمثل في:

- يتم الحصول على الهيدروجين (تصنيعه) من خلال طرق إنتاج مُختلفة.
- يتم تخزين الهيدروجين ونقله بعدة طرق مُختلفة.
- الهيدروجين عدة أنواع وما يعبر عنها بالألوان، وكل لون دلالة على طريقة إنتاج معينة.
- يُعتبر الهيدروجين الأخضر أفضل أنواع الهيدروجين كونه يُعتمد في تصنيعه على الكهرباء الذي مصدره متجدد للقيام بعملية التحليل الكهربائي.
- أغلب الإنتاج العالمي للهيدروجين، هو عبارة عن هيدروجين رمادي.
- يُستخدم الهيدروجين في إستخدامات عدة، فيمكن إستخدامه للتدفئة المنزلية، للطاقة الصناعية، وقود للمفاعلات النووية، وقود للنقل وغيرهاً من الإستخدامات.
- تَعتبر تكاليف إنتاج الهيدروجين المرتفعة هي العائق الأول في هذا النوع من الصناعات.
- يعتبر الإستثمار الأخضر جزء من الإستثمار المسؤول إجتماعيا.
- يُحقق الإستثمار الأخضر منافع إقتصادية، بيئية وإجتماعية.
- يتخذ التمويل الأخضر عدةَ أشكال وتتمثل في: السندات الخضراء، بطاقات الإئتمان الخضراء، القروض الخضراء والرهون العقارية الخضراء...
- تَعتبر البنوك الخضراء وصناديق الإستثمار المستدامة أبرز مصادر تمويل المشاريع الخضراء.
- يَمس التمويل الأخضر عدة مجالات وهي كالأتي: النقل المستدام، إدارة النفايات والرسكلة والطاقات المتجددة...

نتائج الجانب التطبيقي تتمثل في:

- إن التجارة في الهيدروجين بلغت نسبة 0,00083% من إجمالي التجارة العالمية.

- تُعتبر كندا أكبر مُصدَر للهيدروجين في العالم في سنة 2020 بقيمة 60,5 مليون دولار، وتَقابلها الولايات المتحدة الأمريكية كأَكبر مستورِد للهيدروجين بنفس القيمة في السنة ذاتها.
- أثَّرت جائحة كورونا على إجمالي الطلب على الهيدروجين، بحيث إنخفض إلى 87 مليون طن متري في سنة 2020 بعدما كان يبلُغ 91 مليون طن متري في سنة 2019.
- بلغت قيمة السوق العالمي للهيدروجين 155,35 مليار دولار أمريكي في سنة 2022.
- قُدرت إيرادات السوق العالمي للهيدروجين بحوالي 160 مليار دولار أمريكي في سنة 2022.
- يعتبر سهم الهيدروجين لـ (Linde)، السهم ذو أعلى قيمة سوقية في سنة 2023. بحيث بلغت قيمته 161,4 مليار دولار أمريكي.
- يتوقَع أن ترتفع إيرادات سوق العالمي للهيدروجين إلى 263,5 مليار دولار أمريكي في سنة 2027.
- يتوقَع أن يرتفع الطلب على الهيدروجين بحلول سنة 2070 إلى 519,1 مليون طن متري.
- تُعتبر اليابان من أولِ الدول السبَّاقة في مجال الهيدروجين، بل وهي أول دولة وضعت إستراتيجية وطنية الهيدروجين.
- تَعتبر الصين أكبر مستهلك للهيدروجين في سنة 2022 وذلك بقيمة 23,9 مليون طن متري.
- تُعتبر أستراليا الدولة التي بها أكبر عدد مصانع لإنتاج الهيدروجين في العالم، بحصيلة 96 مصنع في سنة 2022.
- موَّلت أستراليا ما يقارب 108 مشروع لتصنيع الهيدروجين إلى غاية سنة 2022 مما جعلها دولة رائدة في مجال الهيدروجين.
- قامت العديد من دول العالم بوضع رؤية (vision) مُحَددَة من خلالها الأهداف والمسار والفترة الزمنية اللازمة لبلوغ وتحقيق الحياد الكربوني، مثل (The Australian hydrogen vision 2050...).

- تَعتبر كل من الصين، اليابان، أستراليا، ألمانيا والولايات المتحدة الأمريكية وغيرها من الدول من الدول الرائدة في مجال الهيدروجين. بينما تُعتبر كل من مصر، المغرب، جنوب إفريقيا والشيلي وغيرها من الدولِ من الدول النامية في مجال الهيدروجين.

- تتوفر الجزائر على مصادر متنوعة للطاقة المتجددة مثل: الطاقة الشمسية، طاقة الرياح، طاقة الكُتلة الحيوية والطاقة المائية وغيرها.

- أبرمت الجزائر عدةَ صفقات وشَراكات مع دول أجنبية بشأن تمويل مشاريع الصناعات الهيدروجينية، كالشراكة التي تمت بين شركة (Sonatrach) وشَركة (ENI) الإيطالية لإنتاج الهيدروجين الأخضر والأزرق في الجزائر وتصديره إلى أوربا والشراكة التي تمت بين شركة (Sonatrach) وشركة (VGN) الألمانية لإنتاج الهيدروجين الأخضر.

من خلال النتائج المتوصل لها في هذه الدراسة بشقيها النظري والتطبيقي وكونَ هذه الدراسة غلبت عليها القيم التقديريةَ التي تخص المستقبل، فإنه يستنتج أن تمويلَ الصناعات الهيدروجينية له مستقبل واعدٌ ومن شأنه أن يساهم في تعزيز وتقوية حظوظ الإستثمار الأخضر في المستقبل.

3- الإقتراحات:

حسب النتائج التي تم التوصل لها في هذه الدراسة، يمكن تقديم جملة من الإقتراحات وهي كالأتي:

- ينبغي على الدَول المنتجة للهيدروجين أن تتوجه لإنتاج الهيدروجين الأخضر بدل الرمادي كونَ هذا الأخير يعتمد على طاقة الوقود الأحفوري ويخلق ملوثات بيئية. بينما الهيدروجين الأخضر أساس إنتاجه يقوم على الطاقات المتجددة (كالطاقة الشمسية وغيرها).

- ينبغي على الأفراد والأعوان الإقتصاديون أن يستوعبوا مدى أهمية موضوع حماية البيئة، وتوجههم للإستثمار الأخضرِ بغرض تحقيق منافع إقتصادية، إجتماعية وبيئية.

- يجب على الدول دراسة إستراتيجيات الهيدروجين بتريثٍ حتى يسهُل تحقيق الحياد الكربوني.

- ضرورة نشر الوعي البيئي وتوعية الأفراد بمدى خطورة الغازات الدفيئة والملوثات البيئية.

- ينبغي إستغلال عنصر الهيدروجين كونه العنصر الأوفر في الكون وإنتاجه بأنظف الطرق وتخزينه ونقله بالطرق الأقل تكلفة.

- ينبغي على المختصين في مجال الصناعات الهيدروجينية البحث عن حل لتدنية تكاليف الإنتاج والتخزين والنقل حتى يتم التغلب على العائق الأكبر لهذا النوع من الصناعات ألا وهو الإنتاج بفعالية عالية في ظل تكاليف منخفضة.

- ينبغي على الجزائر إستغلال الثروات وإمكانات الطاقات المتجددة بها (مثل الإشعاع الشمسي المرتفع في الجنوب الجزائري)، لإنتاج الطاقة الكهربائية والتي بدورها تكون إنطلاَقة لعملية إنتاج الهيدروجين النظيف.

- ينبغي أن يكون هناك حزم في سيرورة البرامج والمشاريع المعلن عنها في الجزائر (مثل مشروع .(Solar 1000

4- آفاق الدراسة:

بعد إجراء هذه الدراسة، يتضِح أن هُناك جوانب ونِقاط تستحق فِعلاً أن تُدرَس مُستقبلاً ويتم البحث فيها وهي كالأتي:

- دراسة وتقييم تجارب دول جنوب شرق آسيا لإنتاج طاقة الهيدروجين.
- متطلبات إرساء فكرة الإستثمار والتمويل الأخضر في الدول الإفريقية.
- دور تمويل مشاريع الهيدروجين الأخضر في التقليل من إنبعاث الغازات الدفيئة.
- دراسة وتقييم مشاريع شركة (Sinopec) لإنتاج الهيدروجين في الصين.
- دراسة وتقييم تجربة اليابان لإنتاج مركَبات خلايا وقود الهيدروجين.
- آفاق خلايا وقود الهيدروجين في قطاع النقل.

أولاً- المراجع باللغة العربية:

1- المقالات:

- أجعود سعاد، إدراج البعد البيئي في الإستثمار، مجلة الرسالة للدراسات والبحوث الإنسانية، المجلد 05 العدد 01، 2020.
- بشار ذنون الشكربي وأخرون، الإستثمار الأخضر دراسة تحليلية لمدينة الموصل، مجلة تنمية الرافدين، المجلد 34 العدد 109، 2012.
- حبيب آسيا، حنيش أحمد، مساهمة الإقتصاد الدائري في تحقيق الأبعاد الإستراتيجية للتنمية المستدامة، مجلة الإبداع، المجلد 11 العدد 01، 2021.
- ريمة عبد الصمد، وهيبة شادة، واقع الإستثمار الأخضر الجزائري ضمن القوانين الناظمة لحقوق الملكية الصناعية، مجلة الحقوق والحريات، المجلد 09 العدد 02، 2021.
- شيخون رحيمة، عبد القادر حفاي، التمويل الإسلامي الأخضر ودوره في خدمة التنمية المستدامة (السندات الإسلامية الخضراء في ماليزيا أنموذجا)، مجلة دفاتر إقتصادية، 2018.
- فاتح غلاب، الإقتصاد الدائري مفاهيم وتجارب مختارة، مجلة أبحاث ودراسات التنمية، المجلد 08 العدد 02، 2021.
- مقيمح صبري وأخرون، التمويل الأخضر كألية لدفع مشاريع الطاقة المستدامة -تجارب دولية مع الإشارة لحالة الجزائر-، مجلة إقتصاد والمال والأعمال JFBE، المجلد 03 العدد 03، 2019.

2- التقارير:

- الهيدروجين كمصدر طاقة خضراء في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، Friedrich Ebert magazine.
- الهيدروجين الأخضر ومستقبل الطاقة النظيفة الواعد، مكتب مزيج للإستشارات الإدارية والتسويقية، 2020.
- البيئة، مذكرة قطاعية، منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا.
- أيمن صالح، التمويل الأخضر، صندوق النقد العربي، الجزء 36، 2022.

- سبل إقتصاد الهيدروجين: كيف يمكن للصناعة التوسع في إستخدام الهيدروجين، برنامج كلينغندايل الدولي للطاقة، مركز عبد الله للدراسات والبحوث البترولية، 2020.
- كونيليوس ماتيس وأخرون، تحديات وفرص إنتاج الهيدروجين الأخضر وتصديره من منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا لأوربا، تقرير موجه إلى مؤسسة فريدتيش إيبرت، 2020.

3- الأطروحات:

- بدري عبد العزيز، طاقة الهيدروجين كبديل طاقوي جديد في العالم وإمكانية إستخدامه كوقود في الجزائر، أطروحة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه علوم في العلوم الإقتصادية، تخصص تحليل إقتصادي، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، 2018-2019.

ثانيا- المراجع باللغة الأجنبية:

1- Articles :

- Attique Un Rehman, Gulpaei Peerjan, **Green financing for sustainable development in Pakistan,** Journal of economics and finance, Volume 01 Issue 01, 2022.
- Christopher Len, **Developing a global hydrogen economy: from vision to reality,** Researcher instute of national university of Singapore, 2022.
- Corina Ene and others, **Green investment and food security: opportunities and future direction in the context of sustainable development.**
- Daniel Lacalle, **The importance of profit and sound financing in socially responsible Investment,** Journal of business, accounting and finance prespective, 2020.
- Dalel Adjali, Lilia Benmansour, **Using banks marketing mix to promoting green investment in Algeria,** Economics researcher review, Vol 08 Issue 02.
- Donovan Escalate and others, **Green banking in China emerging treuds with spotlight on the industrial and commercial bank of China ICBC,** 2020.
- Fadwa Eljack, Mineure-Khoda Kazi, **Prospects and challenges of green hydrogen economy via multi sector global symbiosis in Qatar,** Frontiers in sustainability magazine.

- Hiroko Yoshida, **Japan's and actions forward hydrogen economy,** Meti, Japan, 2022.
- Henky Widjaja, **Defining green investment in Papua context.**
- Jokim Anderrson, Stefan Grönkvist, **Large-scale storage of hydrogen,** International journal of hydrogen, 2013.
- K Thomas Liaw, Serena Fatica, **Green bonds as a tool against climate change?,** Wiley business strategy and the environment magazine, 2021.
- Kathryn G Logan and others, **Japan And UK emission predicitions of electric and hydrogen trains to 2050,** Elsevier magazine, 2021.
- Mohammed Bouznit and others, **Measures to promote renewable energy for electricity generation in Algeria,** Sustainability magazine, 2020.
- Manal Soulaf Chikhi and others, **Factors of investment in renewable energy and energy efficiency in Algeria,** Economics magazine, 2022.
- Michael Voigtlaïnder, Ralph Henger, **Green investments and green mortgages in Germany,** 2013.
- Moon Young Kim, **Ethical behavior in the individuals regulatory focus,** International journal of advanced culture technology, Vol 08 No 01, Hankuk university of foreign studies.
- Mohamed Bechir Chenguel, Manel Chaaban, **La finance verte : entre engagement et illusion,** Institut supérieure d'informatique et de gestion, Université de Kairouan, 2022.
- Michel Noussan and others, **The role of green and bleu hydrogen in the energy transition a technological and geopolitical perspective,** Sustainability, 2021.
- Michael Ball, Marcel Weeda, **The hydrogen economy-vision or reality?,** Elsevier, 2015.
- Wim C Trikenburg and others, **Renewable energy technologies,** World assessment: energy and the challenge of Sustainability, Chapter n=° 07.

2- Reports:

- **Australia's national hydrogen strategy.**
- **Circuler economy,** United nations industrial development organization report.
- **Etude exploratoire sur potentiel du power-to-x (hydrogène vert),** Deutsche gesells chaft fün internationale zusammenarbeit (GIZ).
- **Feuille de route hydrogène vert,** Royaume Maroc.

- **Green bonds: mobilising the debt capital markets for a low-carbon transition,** Bloomberg philanthropies OECD.
- **Green banks in the United States: 2021 U.S green bank annual industry report with data from calendar year 2020.**
- **hydrogen strategy for Canada**.
- Michael Brady, Paul Shillington, **Australian hydrogen projects paper,** 2022.
- **South Africa hydrogen strategy.**
- –**Tragictoire pour une grande ambition hydrogène,** France Hydrogène, Septembre 2021.
- **UK hydrogen strategy,** HM government, 2021.

3- websites:

- www.weforum.irg
- www.cnbc.com
- www.rff.org
- www.attaqa.net
- www.semanticscholar.org
- www.nrel.gov
- www.ciceneegigune.com
- www.eia.gov
- www.terega.fr
- www.iffenergiesnmouvelles.fr
- www.cbinsights.com
- www.hbrarabic.com
- www.alanbatnews.net
- www.skynewsarabia.com
- www.imf.org
- www.bbc.com
- www.emeritus.org
- www.unep.org
- www.worldbank.org
- www.cadwalader.com
- www.theimpactinvestor.com
- www.budgetbanque.fr
- www.cfainstitute.org

- www.investopedia.com
- www.terrapass.com
- www.new.gbca.org
- www.conversation-nature.fr
- www.energy.gov
- www.sutd.edu.sg
- www.fao.org
- www.oec.wolrd
- www.afr.com
- www.statista.com
- www.grandviweresearch.com
- www.maketsandmarkets.com
- www.fool.com
- www.arena.gov
- www.research.csiro.au
- www.wildfireenergy.com
- www.atco.com
- www.komconsultants.com
- www.reneconomy.com
- www.utilitymagazine.com
- www.igeh2.com
- www.epa.wa.gov
- www.wexef.com
- www.eurekareport.com
- www.aa.com
- www.esdnews.com
- www.agig.com
- www.wastemanagementreview.com
- www.reuters.com
- www.asiaperspective.com
- www.egypttoday.com
- www.ieefa.org
- www.yahoo.com
- www.dccew.gov
- www.infolink.group.com
- www.upstreamonline.com

- www.menatch.net
- www.innovation24.news
- www.csis.org
- www.cleanenergywire.org
- www.an.dw.com
- www.amp.mc-doualiya.com
- www.forbes.com
- www.eastspring.com
- www.hydrogencouncil.com
- www.spglobal.com
- www.airswift.com
- www.prnewswire.com
- www.solarabic.com
- www.innovasjonnorge.no
- www.offshore-energy.biz
- www.statkraft.com
- www.canda.ca
- www.ici.radio-canada.ca
- www.quebec.ca
- www.theafricareport.com
- www.sustainableenergyegypt.com
- www.reuters.com
- www.asharqbusiness.com
- www.engineeringnews.co.za
- www.cder.dz
- www.echoroukonline.com
- www.cadwalader.com
- www.aps.dz
- www.aljazeera.net
- www.el-massa.com
- www.radioalgerie.dz
- www.ultraalgerie.ultrasawt.com
- www.elmoujahid.dz
- www.hydrogentoday.info
- www.energate-messenger.com
- www.lexafrica.com

– https//twitter.com/Emmanuelmacron

الملحق رقم 01: لحظة توقيع مذكرة التفاهم بين شركة (Sonatrach) الجزائرية وشركة (VNG) الألمانية حول مشاريع إنتاج الهيدروجين.

Source: www.elbilad.net