إنتاج الهيدروجين الأخضر في مصر

مقدمة:

لطالما وصف الهيدروجين بأنه "وقود المستقبل". ومع الزخم العالمي لتحقيق إزالة الكربون المترافق مع طرح أهداف وتشريعات جديدة والتقدم الحاصل في مجال تكنولوجيا إنتاج الهيدروجين، بات بمقدورنا تحقيق ذلك المستقبل اليوم.

الهيدروجين الأخضر هو بشكل أساسي الهيدروجين المنتج من التحليل الكهربائي للماء بالاعتماد على الطاقة المتجددة.

ويمكن استخدام حامل الطاقة الناتج في العديد من تطبيقات الطاقة. كما يمكن استخدامه في شكل هيدروجين أو تحويله إلى مشتقات أخرى للاستفادة منه في مجالات الصناعة أو الطاقة أو النقل، مما يدعم إزالة الكربون من القطاعات الصعبة مثل الصناعات الثقيلة والشحن لمسافات طويلة والنقل والطيران.

ومع هذه المجموعة الواسعة من الاستخدامات الممكنة، فمن المتوقع أن يصل الطلب العالمي على الهيدروجين الأخضر إلى حوالي 30 مليون طن سنوياً بحلول عام 2030، ومواصل النمو بشكل كبير ليبلغ 610 مليون طن سنوياً بحلول عام 2050.

ويواجه إنتاج الهيدروجين الأخضر في مصر عددًا من التحديات التي تحاول الحكومة التغلب عليها لجعل البلاد مركزًا إقليميًا لتصدير هذا الوقود الذي من المتوقع أن يسيطر على أسواق الطاقة في المستقبل.

وأكد الاستشاري والخبير الرئيس في أنظمة تحكم سكادا بالشركة القابضة لكهرباء مصر التابعة لوزارة الكهرباء والطاقة المتجددة ، أن هناك 3 عقبات رئيسة تواجه التوسع في إنتاج الهيدروجين الأخضر في مصر. تتمثل العقبة الأولى: تتمثل في ارتفاع ثمن التكنولوجيا المُستعملة في إنتاج الهيدروجين الأخضر وعدم توافرها، بينما تتمثل العقبة الثانية: في الحاجة إلى مصدر هائل للكهرباء، وتتمثل **العقبة الثالثة:** في عقبات النقل والتخزين.

أولا: نجاح مصر في استقطاب الاستثمارات الأجنبية لإنتاج الهيدروجين الأخضر:

نجحت مشروعات الهيدروجين الأخضر في مصر، خلال عام (2022)، في استقطاب استثمارات ضخمة، وضعت القاهرة في المرتبة الثانية عالميًا والأولى إقليميًا من حيث الاستثمارات

الأجنبية التأسيسية المباشرة، بحسب شركة الأبحاث "إف دي آي إنسايت." وبلغ حجم استثمارات الهيدروجين في مصر المعلنة نحو 107 مليارات دولار، مستحوذة على نحو 40% من إجمالي الاستثمارات المعلنة في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا.

أنواع الهيدروجين

سلّط الخبير بالشركة القابضة لكهرباء مصر الضوء على أنواع الهيدروجين، مشيرًا إلى أنها تختلف وفقًا لطريقة الإنتاج إلى عدة ألوان. وإن هناك 3 أنواع رئيسة مُستعملة بكثرة في الصناعة:

1 – أبرزها الهيدروجين الرمادي:

وهو الأكثر انتشارًا بنسبة تبلغ نحو 90.%وأضاف أن الهيدروجين الرمادي يُنتج عن طريق استعمال الغاز الطبيعي وتمريره على أبخرة الميثان، وهو في الحالة الغازية. حيث يتم خلال هذه العملية فصل الهيدروجين **عن الكربون، إلا أن هذه الطريقة يشوبها عدد من السلبيات؛ أبرزها استعمال الغاز الطبيعي، الذي يُعَد أحد أنواع الوقود الأحفوري؛ ما يضر بالبيئة نتيجة لما يترتب عليه من انبعاثات كربونية، وهذا يتعارض مع تصنيف الهيدروجين وقودًا صديقًا للبيئة.**

2 – الهيدروجين الأزرق:

يتم إنتاج الهيدروجين الأزرق بنفس طريقة إنتاج الهيدروجين الرمادي من تمرير الغاز الطبيعي لفصل الهيدروجين عن الكربون، ولكن هذه المرة يُخزن الكربون الناتج عن هذه العملية في أنابيب تحت الأرض. وتُعرف هذه العملية **بالتقاط الكربون وتخزينه**، وبذلك لا يصعد إلى الغلاف الجوي سوى 10% فقط من الكربون المُنبعث عن هذه العملية. ولفت إلى أن هذه الطريقة تمثل تحسنًا نسبيًا عن إنتاج الهيدروجين الرمادي، إلا أنها تواجه عدة مشكلات؛ في مقدمتها أن عملية التقاط الكربون وتخزينه معقّدة للغاية عمليًا، وتتطلب تكنولوجيا مُكلفة ماديًا، وظروفًا خاصة للغاية لتنفيذها؛ ومن ثَم تحتاج هذه العملية إلى تمويل مادي وخبرات علمية متطورة.

3 – وقود المستقبل (الهيدروجين الأخضر:)

يختلف الهيدروجين الأخضر تمامًا في إنتاجه عن الهيدروجين الرمادي والأزرق؛ لأنه يُنتج عن طريق التحليل الكهربائي للمياه لفصل الهيدروجين عن الأكسجين باستعمال مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح.

ويتميز الهيدروجين الأخضر بطريقة إنتاجه النظيفة التي تؤهله ليكون وقود المستقبل، لافتًا إلى أنه في هذه الحالة يتم إنتاج بخار ماء دون انبعاثات كربونية مُلوثة للغلاف الجوي. كما أن الإنتاج يعتمد على استغلال الموارد الطبيعية، ولا سيما الطاقة الشمسية التي يمكن تخزينها في غير أوقات الذروة لاستعمالها في أوقات أخرى لإنتاج الهيدروجين الأخضر؛ ومن ثم المساعدة على عدم هدر

مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة. إلا أن إنتاج الهيدروجين الأخضر لا يزال يواجه عدة مشكلات؛ أبرزها ارتفاع التكلفة الاقتصادية عن الهيدروجين الأزرق أو الرمادي، نظرًا إلى أن التكنولوجيا المُستعملة لا تزال جديدة، متوقعًا أن تحقق جدوى اقتصادية بمرور الوقت.

الاستعمالات:

يمكن أن يحل الهيدروجين الأخضر محل الوقود الأحفوري في جميع استعمالاته. ولفت إلى انتشار السيارات والحافلات العاملة بالهيدروجين في عدد من دول العالم مثل اليابان وكوريا الجنوبية والولايات المتحدة وبعض الدول الأوروبية وأستراليا وغيرها من الدول. وأبرز استعمال الهيدروجين الأخضر في إنتاج الأمونيا والميثان والمشتقات الحيوية والمبيدات، وتدفئة المنازل. كما يُستعمل وقودًا للنقل والصواريخ والطائرات وغيرها من الاستعمالات غير المحدودة، مؤكدًا أن هذه الاستعمالات تؤهله لتشكيل مشهد الطاقة في المستقبل.

و أكثر ما يميز الهيدروجين الأخضر أن وحدة الطاقة المُتولدة عنه تكافئ 3 وحدات من مصادر الطاقة الأخرى؛ ما يجعله أكثر كفاءة من أي مصدر آخر.

التوسع في الاستثمارات:

أبرز التحديات التي تواجه إنتاج الهيدروجين الأخضر في مصر تتمثل في الحاجة إلى كمية أكبر من الكهرباء النظيفة المتولّدة من الطاقة الشمسية أو طاقة الرياح لإنتاج كمية طاقة مكافئة لأي مصدر آخر للطاقة.وللتغلب على هذا التحدي، يجب زيادة الاستثمارات في مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة لتوليد مزيد من الهيدروجين الأخضر. خاصة و إن مصر تُعد إحدى الدول الرائدة في إنتاج الهيدروجين الأخضر في المنطقة العربية، وتمنح الدولة تسهيلات كبيرة للمستثمرين لتشجيعهم على التوسع في هذه المشروعات من خلال إتاحة الأراضي والمرافق من كهرباء وغاز بأسعار رخيصة، وتوفير مياه البحر لتحليتها خلال عملية التحليل الكهربائي. والذي شجع شركة سكاتك النرويجية في انها قد بدأت –بالفعل– في إنتاج الهيدروجين الأخضر في مصر في مدينة العين السخنة، وستتبعها شركات أخرى للاستثمار في هذا القطاع المهم.

وتمكّنت مصر، خلال عام 2020، من تأمين 19 استثمارًا من شركات تعمل على تطوير الهيدروجين الأخضر، تركزت أغلب هذه المشروعات في المنطقة الاقتصادية لقناة السويس. وارتفعت الاستثمارات المرتبطة بالمناخ في مصر، خلال العامين الأخيرين (2021 و2022)، إلى 110 مليارات دولار في مصر؛ ما وضع مصر في المرتبة الأولى عالميًا، بنسبة 16.73% من إجمالي الاستثمارات المعلنة.

أبرز التحديات:

- ارتفاع ثمن التكنولوجيا المُستعملة في إنتاج الهيدروجين الأخضر وعدم توافرها يمثل عقبة كبيرة أمام التوسع في هذا القطاع؛ لأنه يجعل تكلفة الإنتاج تتجاوز تكلفة إنتاج الهيدروجين الرمادي أو الأزرق؛ ما يجعلها غير مُشجعة للمستثمرين الذين يبحثون عن المكسب السريع.
- كما أن حاجة الإنتاج إلى مصدر هائل للكهرباء يتطلب ضرورة مضاعفة محطات الطاقة الشمسية ومزارع الرياح في مصر 3 أضعاف العدد الموجود على الأقل،
- بالإضافة إلى عقبات النقل والتخزين، مشيرًا إلى أن الهيدروجين يُنقل إما في حالته الغازية، وهذا يتطلب ضغطًا عاليًا ودرجة حرارة مرتفعة للغاية، وإما في الحالة السائلة، وهذا يحتاج إلى حاويات خاصة وهي غير متوافرة بكثرة.
- كما يتطلب الأمر تكنولوجيا متطورة للغاية لتحويل الهيدروجين الأخضر إلى حالته السائلة.

خط أنابيب غاز

- النقل في أنابيب الغاز: تشير بعض الدراسات الحديثة إلى أن نقل الهيدروجين يمكن أن يتسبب في حدوث شروخ في أنابيب الغاز نتيجة الضغط العالي ودرجة الحرارة المرتفعة التي تتطلبها عملية النقل؛ ما يهدد شبكة الغاز الطبيعي المُستعملة في عمليات النقل.
- كما أن الهيدروجين بوصفه غازًا قابلًا للاشتعال يمكن أن يتسبب في حرائق خلال نقله، وعند حدوث تسريب يعمل غاز الهيدروجين على تقليل نسبة الغازات التي تقاوم الاحتباس الحراري في الجو؛ ما يتسبب في زيادة الغازات المُضرة بالبيئة، وهذا عكس الغرض من استعمال الهيدروجين الأخضر، وهو مواجهة التغيرات المناخية.
- ولمواجهة هذه المشكلة، استعمال أنابيب ذات مواصفات خاصة في نقل الهيدروجين الأخضر وتخزينه، وعدم استعمال أنابيب الغاز الطبيعي حتى لا تتلف.
- يُشار إلى أنه من المتوقع أن تنخفض تكلفة إنتاج الهيدروجين الأخضر إلى نحو دولارين للكيلوغرام بحلول عام 2025، ما يُعدّ نقطة تحول محتملة من شأنها أن تحلّ عقبة ارتفاع تكاليف إنتاج الهيدروجين الأخضر.

منطقة واعدة:

- منطقة الشرق الأوسط تتسم بمميزات كثيرة للغاية تؤهلها للريادة في مجال إنتاج الهيدروجين الأخضر وتصديره، مسلطًا الضوء على توافر الشمس في كل فصول العام بشدة سطوع عالية جدًا؛ ما يساعد في توليد كميات هائلة من الطاقة الشمسية.
- فضلًا عن وجود مناطق غنية للغاية بسرعات الرياح مثل رأس غارب والزعفرانة في مصر، وأماكن في دول أخرى بالمنطقة العربية مثل الإمارات.
- بالإضافة إلى مصادر الطاقة الكهرومائية الضخمة في المنطقة؛ نظرًا إلى توافر البحار والأنهار مثل البحرين الأحمر والمتوسط في مصر اللذين يمكن استعمالهما للحصول على المياه المُستعملة في عملية التحليل الكهربائي لإنتاج الهيدروجين الأخضر.
- توافر العنصر البشري بتكلفة أرخص من أي مكان في العالم، مع تمتعه بالخبرة الكافية.

توافر البنية التحتية:

مصر بدأت في إنتاج الهيدروجين الأخضر عام 1960 في مصنع كيما على هيئة أمونيا خضراء، إلا أن المشروع توقف عام 1997 نتيجة ارتفاع أسعار الطاقة في ذلك الوقت. ولكن تم الإعلان في قمة المناخ كوب 27 في شرم الشيخ عودة مصنع كيما لإنتاج الهيدروجين الأخضر. و "نتطلع –الآن– للتوسع في إنتاج الهيدروجين الأخضر؛ نظرًا إلى موقع مصر المتميز، الذي يربط 3

قارات أفريقيا وأوروبا وآسيا؛ ما يسهل عملية التصدير، ليس بالنسبة فقط بالنسبة لمصر، ولكن للمنطقة العربية ككل." حيث أن المغرب يمكنه التصدير لإسبانيا، كما تستطيع دول الخليج العربي التصدير لأوروبا عن طريق تركيا؛ ومن ثَم فهناك مسارات كثيرة جدًا للتصدير؛ ما يؤهل منطقة الشرق الأوسط لأن تكون مركزًا إقليميًا كبيرًا لتصدير الهيدروجين الأخضر.

وتجري –حاليًا– دراسات لبناء شبكة نقل جديدة، إلا أنه إذا تم النقل من خلال شبكات الغاز الطبيعي؛ فهي متوافرة في مصر ومعظم الدول العربية.

وتتوقع مصر أن يصل إجمالي الاستثمارات الأجنبية المباشرة في مشروعات الهيدروجين الأخضر إلى نحو 81.6 مليار دولار بحلول 2035.

وتمتلك مصر القدرة على إنتاج الهيدروجين الأخضر بأقل تكلفة في العالم؛ إذ يتوقع أن تنخفض تكلفة الإنتاج لتصل إلى 1.7 دولارًا لكل كيلوغرام بحلول 2050 مقارنة بـ2.7 دولارًا لكل كيلوغرام بحلول 2025.

ثانيا": مصر إحدى الدول الواعدة فى مجال الهيدروجين الأخضر

وأكد مركز المعلومات أن مصر تعد إحدى الدول الواعدة في مجال الهيدروجين الأخضر بما تمتلكه من إمكانات في جذب الاستثمارات المختلفة المحلية والأجنبية في هذا المجال، خاصةً في ظل الخطط المستقبلية المستهدف تنفيذها في مشروعات الهيدروجين الأخضر، وهو ما يسلط الضوء على أهمية توفر إطار تشريعي لتنظيم مشروعات إنتاج الهيدروجين واستخداماته المختلفة في مصر، لتعظيم اندماج مصر في السوق العالمي لإنتاج الهيدروجين الأخضر.

وأوضح مركز المعلومات خلال الإصدارة تزايد توجه العالم خلال الآونة الأخيرة نحو استخدام المصادر المتجددة من الطاقة والتحول نحو استخدام الطاقة النظيفة ومن بينها الهيدروجين الأخضر، وذلك على خلفية الرغبة في التخلص من الكربون الزائد من الغلاف الجوي؛ للوصول إلى صافي انبعاثات صفرية خالية من الكربون، وقد تبنت الدول استراتيجيات متكاملة بهدف تعزيز هذا التوجه، ومن الدول الأوليات في هذا المجال دولة اليابان بالإعلان عن استراتيجيتها عام 2017 ثم توالت الدول في تبني استراتيجيات وطنية للهيدروجين، ليصل عدد الاستراتيجيات إلى نحو 30 استراتيجية، هذا فضلًا عن الأطر التشريعية التي أعلنت الدول عن تبنيها أو تعديلها لتحفيز الاستثمارات نحو الهيدروجين الأخضر.

وقد بلغ الإنتاج العالمي من الهيدروجين الأخضر خلال عام 2022 حوالي 75 مليون طن متري سنويًا و45 مليون طن سنويًا إضافية كجزء من مزيج الغازات، وهذا الإنتاج العالمي للهيدروجين الأخضر يعادل 3% من الطلب العالمي النهائي على الطاقة، وهو ما يعادل استهلاك الطاقة السنوي لألمانيا. وجدير بالذكر أن بنك "جولدمان ساكس" أشار إلى أنه من المتوقع أن يوفر الهيدروجين الأخضر حوالي 25٪ من احتياجات الطاقة في العالم بحلول عام 2050، وأن يصبح سوقًا قابلة للتوجيه بقيمة حوالي 10 تريليونات دولار خلال نفس العام، بالإضافة إلى أنه من المقرر أن يتجاوز الاستثمار في إنتاج الهيدروجين الأخضر مليار دولار سنويًا عام 2023، وفقًا لمزود المعلومات الأمريكي البريطاني.Markit IHS

وأشار مركز المعلومات إلى أن الصين أكبر منتج ومستهلك للهيدروجين النقي في العالم حيث تنتج حوالي 24 مليون طن سنويًا وهذا الإنتاج يعادل تقريبًا ثلث الإنتاج العالمي، فيما احتلت الولايات المتحدة الأمريكية المرتبة الثانية في استهلاك وإنتاج الهيدروجين في العالم؛ حيث تمثل 13 % من الطلب العالمي على الهيدروجين خلال عام 2022، وسلَّط المركز الضوء على دوافع تشجيع الاستثمارات في الهيدروجين الأخضر، **<u>ومن أبرز هذه الدوافع:</u>**

- توفير العديد من فرص العمل مما يسهم في الحد من البطالة وتعزيز التنمية الاقتصادية، فعلى سبيل المثال توفر بالفعل صناعة الهيدروجين الأخضر فرص عمل لحوالي 420 ألف عامل في كوريا الجنوبية.
- أهمية الهيدروجين في توفير فرص استثمارية خلال السنوات المقبلة، حيث من الممكن أن توفر فرص استثمارية بحوالي 11.7 تريليون دولار أمريكي خلال الثلاثين عامًا المقبلة.
- أهمية الهيدروجين في التجارة العالمية ومدى مساهمته في خفض التكاليف في المستقبل، حيث سيتم تداول الهيدروجين ومشتقاته على نطاق واسع مما يقلل من تكاليف الإمداد بنسبة تصل إلى 25٪، ويؤدي تحسين تدفقات تجارة الهيدروجين العالمية إلى تسريع انتقال الطاقة وخفض تكاليف الاستثمار بمقدار 6 تريليونات دولار أمريكي عبر سلسلة التوريد حتى عام 2050.
- إزالة الكربون من الكوكب، ففي ظل النمو القوي في الطلب على الهيدروجين واعتماد تقنيات متجددة في إنتاج الوقود القائم عليه؛ يمكّن من تجنب ما يصل إلى 60 جيجا طن من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في 2021– 2050 في سيناريو صافي الانبعاثات الصفرية، وذلك بما يمثل 6٪ من إجمالي التخفيضات التراكمية للانبعاثات.

- أهمية الهيدروجين في تخزين الطاقة من مصادر الطاقة المتجددة وتوليد الكهرباء، فضلاً عن قابلية الهيدروجين للنقل وهو ما يوفر درجة من الموثوقية والاستقرار اللتين تفتقر إليهما مصادر الطاقة المتجددة الأخرى.

استعرَّض مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار الرؤى والأطر التشريعية للهيدروجين الأخضر في العالم والنقاط التي يمكن الاستفادة منها في الحالة المصرية والتي تتمثل في "وضع تعريف للهيدروجين وتحديد طرق الإنتاج الخاصة به"، "وتحديد متطلبات منح التراخيص للمنشآت العاملة في الهيدروجين سواء الأجنبية أو المحلية"، "واعتماد نظام تسعير للغاز الطبيعي المستخدم في إنتاج الهيدروجين لأغراض توليد الطاقة"، "وإدخال نظام اعتماد لمشروعات الهيدروجين النظيف وفقًا لحجم ثاني أكسيد الكربون المنبعث أثناء إنتاج ونقل الهيدروجين، ووضع قواعد لإلغاء هذه الشهادة"، "ووضع خطة لتخزين الطاقات المتجددة باستخدام الهيدروجين منزوع أو منخفض الكربون"، "وتحديد نسب معينة من الطاقة المتجددة يجب على مستهلكي الطاقة ومنتجي المواد الكيميائية استخدامها مما يمهد الطريق للهيدروجين الأخضر لاختراق قطاع الطاقة"، "وتحديد أدوات تمويلية لتشجيع الاستثمار في صناعات الهيدروجين ومن بينها صناديق الاستثمار"، "وتحديد لجان مختصة بالهيدروجين تتكون من عدد من الوزارات والجهات ذات الصلة، بالإضافة إلى الخبراء والأكاديميين، لوضع خطة رئيسة لتبني اقتصاد الهيدروجين"، "وتحديد الأطر التنظيمية والاشتراطات البيئية لعمليات نقل وتخزين الهيدروجين"، "وتحديد حزم الدعم والمزايا والإعفاءات للمشروعات العاملة في مجال الهيدروجين"، "وتحديد اشتراطات الحصول على الحوافز وحزم الدعم المقررة"، "وتحديد المنهجية المستخدمة لحساب انبعاثات غازات الاحتباس الناجمة عن استخدام أنواع الوقود المتجددة المنتجة من مصادر الطاقة المتجددة"، "وإعداد لوائح لضمان السلامة."

كما أشار مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار إلى مدى جاهزية الدولة المصرية لجذب استثمارات الهيدروجين الأخضر حيث تتميز بكونها ثالث أكبر أسواق الطاقة الكهربائية من حيث قدراتها وحجمها الإنتاجي في الشرق الأوسط وشمال إفريقيا وذلك حسب التقرير الصادر عن وكالة فيتش في عام 2023 بعد إيران والمملكة العربية السعودية، كما تظهر التوقعات أن لدى مصر أحد أكبر معدلات النمو بين الأسواق في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، وعلى هذا النحو، فإن أداء مصر في قطاع الطاقة الكهربائية يتفوق على كل من المتوسطات العالمية والإقليمية، ويجدر الإشارة إلى أن هناك ما يقرب من 100 ألف ميجا وات من الطاقة المتجددة سيتم توجيهها لإنتاج الهيدروجين الأخضر خلال السنوات الـ 10 المقبلة، ومن المقرر أن توفر مشروعات الهيدروجين

الأخضر المزمع إنشاؤها في مصر حوالي 44 ألف فرصة عمل مباشرة وغير مباشرة و220 ألف فرصة عمل مؤقتة، بالإضافة إلى القضاء على 37 مليون طن من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون سنويًا في مصر خلال السنوات العشر المقبلة، كما أن مصر بصدد الإعلان عن الاستراتيجية الوطنية لإنتاج الهيدروجين الأخضر، والتي ستتضمن العديد من الحوافز الجاذبة، التي من شأنها أن تزيد من تنافسية مصر في هذا المجال، تعظيمًا لما تمتلكه من مقومات وإمكانات، **أهمها ما يلي:**

1 – توافر الإرادة السياسية لتبني رؤية وطنية للهيدروجين الأخضر: حيث أنه جارٍ العمل على إعداد الاستراتيجية الوطنية للهيدروجين الأخضر في مصر بالمشاركة مع البنك الأوروبي لإعادة الإعمار والتنمية، وستتضمن الاستراتيجية إطارًا تنظيميًا للإنتاج المحلي للهيدروجين الأخضر، وتسعى مصر للوصول إلى 8% من إنتاج العالم. وبجانب الاستراتيجية وقعت مصر العديد من الاتفاقيات بخصوص الهيدروجين ومنها:عقد اتفاقيات في المنطقة الاقتصادية لقناة السويس لإنشاء مشروعات لإنتاج الهيدروجين والأمونيا الخضراء بتكلفة استثمارية إجمالية 83 مليار دولار، بالإضافة إلى أنه من المتوقع أن تنتج المشروعات مجتمعة معًا حوالي 7.6 ملايين طن من الأمونيا الخضراء و2.7 مليون طن من الهيدروجين سنويًا.

2 – توافر مصادر الطاقة المتجددة: حيث تتمتع مصر بوفرة أشعة الشمس والرياح مما يجعلها منجمًا للطاقة الكهروضوئية وطاقة الرياح اللتين تعدان أساسيتين لإنتاج الهيدروجين الأخضر منخفض التكلفة، حيث تقع مصر في قلب الحزام الشمسي العالمي، وهو بين خطي 31.5 و 22 عرض شمالًا، وتتمتع معظم مساحة مصر بإشعاع شمسي مباشر ما بين 2000 و 3200 كيلو وات ساعة/متر 2سنويًا، بمتوسط ساعات سطوع 10 ساعات يوميًا(3600 ساعة سنويًا)، كما تتمتع منطقة غرب خليج السويس وعلى جانبي النيل وبعض المناطق بسيناء بسرعات رياح عالية، بما يؤهل لإقامة مشروعات كبرى لتوليد الكهرباء من طاقة الرياح. حيث يبلغ متوسط السرعات في خليج السويس حوالي 10.5 م/ث على ارتفاع 50 مترًا، ومتوسط السرعات في مناطق شرق وغرب النيل تبلغ حوالي 7.5 م/ث على ارتفاع 80م.

3 – التوسع المطرد في قدرات الطاقة المتجددة: حيث بلغت قدرات الطاقة المتجددة في نهاية عام 2021 حوالي 63787 ميجاوات، وتمثل حوالي 20 % من إجمالي الطاقة الكهربائية في مصر، كما من المخطط رفع نسبة مشاركة الطاقة المتجددة إلى ما يزيد على 42 % من قدرات الطاقة الكهربائية بحلول عام 2035، وقد تم تخصيص أكثر من 7650 كيلومترًا مربع

لإقامة مشروعات الطاقة الجديدة والمتجددة بقدرة 90 ميجاوات (55 ميجا وات طاقة شمسية + 35 طاقة رياح).

4 – الأسعار الاقتصادية للطاقة المتجددة: فالتكلفة الحالية لإنتاج الطاقة المتجددة: 2 سنت/ كيلو وات ساعة للطاقة الشمسية و3 سنتات/ كيلو وات ساعة للرياح، وبحلول 2030 من المتوقع انخفاض أسعار الطاقة المتجددة ما بين 50% و65.%

5 – الفائض الكبير في القدرات الاسمية للطاقة الكهربائية: حيث يتوفر فائض في القدرات الاسمية للطاقة الكهربائية الكلية وتبلغ نحو 25% (نحو 15 ألف ميجاوات)، كما يمكن دراسة إمكانية استغلال هذا الفائض أو جزء منه في إنتاج الهيدروجين الأخضر لاستخدامه في استقرار الشبكات الكهربائية .

6 – البنية التحتية: نظراً لتوافر بنية تحتية كبيرة وتتمثل في شبكات نقل وتوزيع الغاز الطبيعي، بمجموع أطوال يبلغ نحو 60 ألف كيلومتر، والتي تربط جميع المناطق الصناعية والسكانية والموانى البحرية في مصر، كما يمكن دراسة تأهيلها، أو أجزاء منها، لنقل الهيدروجين أو خليط من الهيدروجين مع الغاز الطبيعي، مع تنفيذ أي تعديات فنية وهندسية لازمة في معدات المستخدمين لاستخدام خليط الغاز.

وقد أشارت وكالة فيتش أن مصر تعد من الدول السباقة في مشروعات الهيدروجين الأخضر والبالغة 11 مشروعًا بسعة 10.3 جيجاوات، كما تظهر توقعات الوكالة أن مشروعات الهيدروجين الأخضر سوف تعزز من جاذبية مصر للاستثمارات الأجنبية في مصادر الطاقة المتجددة، وعلى مدى العقد المقبل، سوف يستمر استهلاك الكهرباء في النمو مع وجود فائض في الإنتاج ومع زيادة الاستثمارات في شبكات النقل البيني، ومن المتوقع زيادة صادرات مصر من الكهرباء إلى الأسواق المجاورة وإلى أوروبا، كما أشار البنك الأوروبي في تقريره عام 2021 إلى أهمية البنية التحتية للغاز وقيام مصر باستثمارات كبيرة في الغاز بالإضافة إلى إمكانية مزج الهيدروجين الأخضر في شبكات الغاز المتوفرة مما يشير إلى إمكانية توجيه أصول الغاز الطبيعي الحالية لدعم إنتاج الهيدروجين الأخضر، ومدى توافر الحوافز الواضحة لاستكشاف الهيدروجين الأخضر.

وفي سياق متصل فقد احتلت مصر المرتبة الخامسة على مستوى الوطن العربي وشمال إفريقيا في مؤشر الهيدروجين الأخضر لمؤسسة فيتش سوليوشنز 2022، كما تمت الإشارة إلى أن حوالي من 10–18 مليار دولار من المتوقع زيادتها في الناتج المحلي الإجمالي لمصر نتيجة مضاعفة اقتصاد الهيدروجين بمعدل سبع مرات تقريبًا بحلول عام 2050.

وقد استعرَّض المركز خلال الإصدارة أهم التجارب الدولية التي تبنت أطر تشريعية من شأنها تعزيز مشروعات الهيدروجين الأخضر وذلك في ألمانيا وكوريا الجنوبية والاتحاد الأوروبي والهند وفرنسا وتشيلي والولايات المتحدة الأمريكية للاستفادة منها.

ثالثا: مصر تخطط لتصدير 5% من إنتاج الهيدروجين الأخضر عالميا.. وزير الكهرباء: نسعى لإنتاج 5 ملايين طن سنويا بحلول 2040،وتبلغ الاستثمارات الأجنبية المباشرة مع عدد من المستثمرين نحو 83 مليار دولار:

تضع وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، التوسع فى مجال إنتاج الهيدروجين الأخضر وتصديره للخارج من خلال الاعتماد على الطاقة المتجددة على رأس أولوياتها خلال الفترة المقبلة، لتنفيذ خطة الدولة المصرية لتصبح من أكبر الدول المصدرة له، وذلك من خلال تشجيع الاستثمار المحلى والأجنبي في هذا المجال

وتعتبر مشروعات الهيدروجين الأخضر منجم ذهب لمصر خلال الـ10 سنوات المقبلة والتى ستوفر حوالى 44 ألف 352 فرصة عمل مباشرة وحوالى 220 ألف 215 فرص عمل غير مباشرة بإجمالي استثمارات تصل إلى 83 مليار 600 مليون دولار

وتستهدف مصر أن تنتج سنويا كميات من الهيدروجين الأخضر تصل إلى 1.500 مليون طن سنويا بحلول عام 2030، لافتا إلى أنه من المخطط أن يتم إنتاج 5.800 مليون طن سنويا بحلول 2040 و سيكون متاح للتصدير 3.800 مليون طن وهو ما يمثل 5% من سوق انتاج الهيدروجين الأخضر عالمياً.

ويحتاج إنتاج هذه الكمية من الهيدروجين الأخضر تطلب 19 ألف ميجا وات من الطاقة المتجددة فى 2030 بينما تطلب حوالى 72 ألف ميجا وات من الطاقة المتجددة بحلول عام 2040.

وتبين أن السياسيات التى اتبعتها الدولة المصرية بشكل عام ووزارة الكهرباء بشكل خاص خلال الفترة الماضية جعلت المستثمر لديه ثقة فى التعامل مع الحكومة المصرية والدخول في مشروعات الطاقة المتجددة بشكل عام والهيدروجين الأخضر بشكل خاص على أرض مصر، موضحا أن الالتزام بصرف المستحقات المالية وتذليل العقبات وسهولة الإجراءات كانت سبب رئيسي في جذب السياحة.

والجدير بالذكر أن مشروع "مصر للهيدروجين الأخضر" تم تدشينه خلال قمة المناخ COP27التي استضافتها مصر بمدينة شرم الشيخ في نوفمبر 2022، بتكلفة استثمارية تصل إلي 417 مليون دولار، ونجح المشروع من خلال إنتاجه التجريبي في تصدير أول شحنة أمونيا خضراء في العالم في نوفمبر 2023 لدولة الهند، كما أن اقتصادية قناة السويس نجحت خلال أغسطس 2023 في استضافة أول عملية تموين سفينة بالوقود الأخضر في شرق المتوسط وإفريقيا ضمن جهودها في دعم استخدام الوقود الأخضر في الأنشطة البحرية بالإضافة إلي إنتاجه، وتسعى أيضاً المنطقة لتشجيع المستثمرين بمناطقها الصناعية على استخدام الوقود الأخضر في عمليات التصنيع للحصول على منتجات خضراء، مما أهلها للحصول على شهادة شراكة نموذج أهداف التنمية المستدامة للمناطق الاقتصادية " SDG Model Zone Partner " من التحالف العالمي للمناطق الاقتصادية الخاصة." GASEZ " Global Alliance of Special Economic Zones

كشفت وثيقة برنامج عمل الحكومة الجديدة الاتجاه نحو جعل مصر مركزاً عالمياً لإنتاج الهيدروجين الأخضر بحلول عام 2030، لإنتاج 3.2 ملايين طن سنوياً وفق السيناريو الأخضر ترتفع إلى 9.2 ملايين طن بحلول عام 2040.

وأوضحت الوثيقة، أن ذلك جاء ضمن الهدف الاستراتيجي الأول المتمثل في ترسيخ دعائم النهوض الاقتصادي وتعظيم المقدرات الاقتصادية الوطنية –ضمن البرنامج الفرعي الرابع – الخاصة بزيادة مساهمة الاقتصاد الأخضر في الناتج المحلي.

وأظهرت الوثيقة، مستهدفات الحكومة حول زيادة نسبة الاستثمارات العامة الخضراء إلى إجمالي الاستثمارات العامة إلى ما لا يقل عن 60% في عام 2026/ 2027 والتركيز على مشروعات التكيف مع المتغيرات المناخية.

وأشارت الوثيقة، إلى تنفيذ سياسات تستهدف زيادة مستويات كفاءة جمع المخلفات البلدية الصلبة إلى نحو 85% بحلول 2026/ 2027، بالإضافة رفع نسبة المخلفات البلدية الصلبة المجمعة التي يتم تدويرها بطريقة سليمة بيئياً إلى نحو 60% بحلول عام 2026/ 2027.

وذكرت أن الحكومة تسعى نحو إرساء المقويات الاقتصادية لتنفيذ مشروعات الهيدروجين الأخضر وتحقيقها لمكاسب اقتصادية بقيمة تتراوح بين 10 و18 مليار دولار وتوفيرها لما يزيد على 100 ألف فرصة عمل بحلول 2040، بالإضافة إلى تفعيل الشراكات الاستراتيجية الدولية مع شركاء التنمية الثنائيين ومتعددي الأطراف الخاصة بالهيدروجين الأخضر.

وتابعت الوثيقة، أن الحكومة تسعى لتعزيز الشراكة مع القطاع الخاص في مجال الاستثمار البيئى بجانب تيسير الحصول على التمويل اللازم لتنفيذ مشروعات الوطنية للمناخ لكل من برامج التخفيف والتكيف مع التغيرات المناخية.

وأكدت الحكومة في برنامج عملها المقدم للبرلمان استكمال تطوير الخطة الوطنية للاستثمار المناخي والتي تم الإعلان عنها بمؤتمر المناخ نوفمبر 2022؛ بما يسهم في جذب التمويل المناخي من صناديق المناخ الأخضر في بعض القطاعات ذات الأولوية.

وأضافت أن الحكومة ستعمل على تدشين آليه لمتابعة التطوير نحو تحقيق الأهداف المحدثة من قِبل الحكومة والمساهمات المحددة وطنياً للوصول إلى 16% كمستهدف لمشاركة الطاقة المتجددة والتي تشمل طاقة الرياح، الطاقة الشمسية، الطاقة النووية بمزيج الطاقة وذلك بنهاية 2026.

مشروعات الهيدروجين الأخضر في مصر.

تحظى مشروعات الهيدروجين الأخضر في مصر باهتمام حكومي كبير، ضمن إطار مساعي القاهرة لتحقيق التنمية المستدامة والتحول إلى الطاقة النظيفة، ورفع نسبة إسهامها في مزيج الكهرباء إلى 42%، بنهاية العقد الحالي.

وتمتلك مصر 24 مشروعًا للهيدروجين، منها 19 مشروعًا لإنتاج الهيدروجين الأخضر، و3 مشروعات لإنتاج الهيدروجين الأزرق، ومشروعان لتموين السفن، وفق ما طالعته منصة الطاقة المتخصصة.

وتبلغ قيمة استثمارات مشروعات الهيدروجين الأخضر في مصر، المعلنة حتى الآن، نحو 147 مليار دولار، تضعها في المركز الثاني عالميًا والأول إقليميًا، من حيث الاستثمارات الأجنبية التأسيسية المباشرة.

أبرز مشروعات الهيدروجين الأخضر

في 28 فبراير (2024)، وافق المجلس الوطني للهيدروجين الأخضر على البنود الخاصة بمبادرة دعم صناعة الهيدروجين الأخضر بمبلغ 270 مليون يورو (نحو 300 مليون دولار.(وفي 28 فبراير (2024)، وُقّعت 7 اتفاقيات تعاون في مجالي الهيدروجين الأخضر والطاقة المتجددة، بين 7 مطورين عالميين وعدد من الجهات الحكومية، هي صندوق مصر السيادي، والهيئة العامة للمنطقة الاقتصادية لقناة السويس، وهيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، والشركة المصرية لنقل الكهرباء.

وتستهدف الاتفاقيات استثمارات بقيمة 12 مليار دولار في المرحلة التجريبية، و29 مليار دولار للمرحلة الأولى، بإجمالي استثمارات بنحو 40 مليار دولار خلال 10 سنوات، وفق ما اطّلعت عليه منصة الطاقة المتخصصة.

ضمّت التحالفات كلًا من شركة "باش غلوبال"، وشركة "سمارت إنرجي"، وتحالف "جاما كونستركشن وميريديام"، وتحالف "إس كي إيكو بلانت–سي سك شمال أفريقيا"، وشركة "التوكل جيلا"، وشركة "إيه إم إم باور"، وشركة "يونايتد إنرجي جروب."

وفي فبراير 2024، بدأت شركة أكوا باور السعودية العمل على الدراسات اللازمة لتطوير مشروع الهيدروجين الأخضر في مصر، إذ كانت قد وقّعت، في ديسمبر 2023، اتفاقية إطارية تحدد الخطوط العريضة لتطوير المرحلة الأولى من مشروع الهيدروجين الأخضر في المنطقة الاقتصادية لقناة السويس، باستثمارات تتجاوز 4 مليارات دولار.

وتستحوذ المنطقة الاقتصادية لقناة السويس على أكثر من 80% من مشروعات الهيدروجين الأخضر في مصر.

حوافز مشروعات الهيدروجين الأخضر في مصر

في مطلع يناير 2024، أقرّ مجلس النواب مشروع القانون المقدّم من الحكومة بشأن حوافز مشروعات الهيدروجين الأخضر في مصر، حسب الهيئة العامة للاستعلامات.

ويستهدف مشروع قانون حوافز مشروعات إنتاج الهيدروجين الأخضر في مصر إقرار حوافز وإعفاءات وضمانات للحفاظ على المستثمرين الحاليين الموقّعين لمذكرات التفاهم والاتفاقيات الإطارية لإنتاج الهيدروجين الأخضر ومشتقاته، لخلق بيئة استثمارية جاذبة لهم تمكّنهم من الإسراع في تنفيذ مشروعاتهم داخل مصر؛ لتصبح مركزًا دوليًا لمشروعات الهيدروجين الأخضر ومشتقاته.

وفي فبراير 2024، وافق مجلس الوزراء، في اجتماع له، على إنشاء المركز الدولي للهيدروجين الأخضر في مصر بمقرّ جامعة النيل.

وقال رئيس الوزراء مصطفى مدبولي، إن مصر تبذل جهودًا كبيرة للتوسع في قطاع الهيدروجين، وتواصل جهودها بهدف دخول المشروعات التي وُقِّعَت اتفاقات بشأنها حيز التنفيذ والتشغيل.

وأشار مدبولي، إلى أنه ستُعلَن مجموعة من الحوافز غير المسبوقة، خلال اجتماع سيُعقَد مع مختلف الشركات التي وُقِّعت معها اتفاقيات، للشركات التي تسرع بالتعاقد وتشغيل مشروعات الهيدروجين الأخضر في مصر.

وبحث اجتماع مجلس الوزراء، في 28 فبراير الماضي، الموقف الخاص بالدراسات المتعلقة بتخصيص عدد من قطع الأراضي المقترحة لتنفيذ مشروعات الهيدروجين الأخضر في مصر، منها مشروع إنشاء محطة عملاقة لإنتاج الهيدروجين الأخضر ومشتقاته في مدينة الطور.

وقرر الاجتماع إتاحة أراضٍ للمستثمرين في منطقة خليج السويس، لإقامة مشروعات لإنتاج الكهرباء من طاقة الرياح اللازمة لمشروعات الهيدروجين الأخضر في مصر.

الشكل التالي، من إعداد منصة الطاقة المتخصصة، يستعرض حوافز مشروعات الهيدروجين الأخضر في مصر:

الإستراتيجية الوطنية للهيدروجين الأخضر

في 27 فبراير (2024)، اعتمد المجلس الأعلى للطاقة الإستراتيجية الوطنية للهيدروجين الأخضر، التي تستهدف جعل مصر أحد البلدان الرائدة في اقتصاد الهيدروجين منخفض الكربون عالميًا.

وتُبنى إستراتيجية مشروعات الهيدروجين الأخضر في مصر على التوسع التدريجي في استعمال الهيدروجين الأخضر محليًا، مع زيادة طاقات إنتاج الهيدروجين ومشتقاته، حتى الوصول إلى استعمال الهيدروجين الأخضر في كل القطاعات، ولا سيما الصناعة والنقل، وزيادة الصادرات للأسواق العالمية.