البحث التطبيقي

جمهورية مصر العربية
معهد التخطيط القومي
الدراسات العليا

عنوان البحث باللغة العربية	تحول نظم الطاقة نحو صافي الانبعاثات الصفرى عام 2050 والرؤية المصرية
عنوان البحث باللغة الإنجليزية	Energy transition to net zero emissions by 2050 with the Egyptian vision
إعداد	علاء مصطفى عبد الرحيم أحمد
إشراف	أ.د. نيفين كمال

لاستكمال متطلبات

الحصول على الماجستير المهني "التخطيط للتنمية المستدامة"

مايو 2022

جمهورية مصر العربية

ملخص البحث

التغير المناخي أصبح تحديًا للإنسانية بشكل عام، لذلك يجب التحرك العاجل لتقليل الاعتماد على الوقود الأحفورى فى نظام الطاقة العالمي من أجل تقليل الانبعاثات الكربونية والحفاظ على مستوى ارتفاع درجة الحرارة العالمية بما لا يزيد عن 1.5 درجة مئوية طبقا لاتفاقية باريس، مما أدى إلى الحاجة الماسة والعاجلة للتحول العالمى من الطاقة التقليدية نحو الطاقة المتجددة.

وتوضح هذه الورقة البحثية أهمية تحول العالم إلى صافي الانبعاثات الصفرى واستراتيجيات قطاع الطاقة العالمى المعاد تشكيله، وتوضح سيناريوهات التحول المقترحة عدم الاستغناء الكامل عن الوقود الأحفورى حيث يستمر العمل بالغاز الطبيعى وبعض المشتقات البترولية خصوصا في الصناعة والنقل الثقيل والسفن وتوليد الكهرباء بنسب قليلة.

ودراسة السياسات والآليات التى تساعد في عملية التحول وحوافز التمويل الأخضر، والقاء الضوء حول خارطة الطريق نحو مؤتمر COP 27، وتوضيح التحديات والجهود المبذولة لتحول الطاقة في مصر وإستراتيجية الطاقة المتكاملة 2035.وتقديم بعض السياسات والآليات لواضعى السياسات ومتخذى القرار مما قد يساعد فى عملية التحول.

أقترح البحث ضرورة تكثيف العمل فى مجال كفاءة الطاقة وخصوصاً فى مجال الصناعة وجلب المعدات والوحدات الموفرة للطاقة والمتوافقة بيئياً في المشروعات الجديدة، وضرورة إصدار تشريع خاص بصافى الانبعاثات الصفرى ووضع آليات قانونية تلزم الحكومة وجميع الأطراف بتخفيض الانبعاثات الكربونية تدريجياً ووضع الآليات والحوافز لعمل سوق لتجارة الكربون بمصر، وإستخدام تقنيات احتجاز الكربون المنبعث من الأنشطة الصناعية، وتخزينه وإعادة استخدامه وأيضاً أهمية زيادة التطبيقات المباشرة للطاقة المتجددة، في التسخين الشمسي الحراري في الصناعة والمباني، وانتاج الوقود الحيوى في النقل والنظم الحديثة للكتلة الحيوية مع التوجه إلى توطين صناعة الطاقة المتجددة مثل الألواح الشمسية ، وصناعة التوربينات الهوائية ومستلزماتها، وتطوير وتحديث الشبكات الكهربية، وضمان مرونتها، باستخدام العدادات الذكية، وبطاريات التخزين، محطات الضخ والتخزين، رقمنة نظم التحكم، تكثيف برامج إدارة الطلب بجانب توطين صناعة السيارت الكهربية وتوفير البنية التحتية ومحطات الشحن ، وبإعتبارها أحد فرص الاستخدام الأمثل لفائض الكهرباء بمصر وأيضاً تحديث استراتيجية الطاقة 2035 حتى عام 2050 نظراً للمستجدات مثل تقنيات الهيدروجين والربط الكهربى لأوروبا والدول العربية وربطها بأهداف إستراتيجية المناخ لمصر 2050 وصافى الانبعاثات الصفرى 2050، وأخيراً أهمية توفير التمويل اللازم لمشروعات الطاقة المتجددة.

الكلمات المفتاحية: الطاقة المتجددة– تحول الطاقة– تغير المُناخ– صافي الانبعاثات الصفري– كفاءة الطاقة– مؤتمر الأطراف27

Abstract:

Climate change has become a challenge for humanity, so urgent action must be taken to reduce the reliance on fossil fuels in the global energy system in order to reduce carbon emissions and maintain a global temperature rise of no more than 1.5°C according to the Paris Agreement, this is leading to the urgent need for a global transition from traditional to renewable energy.

This research paper illustrates the importance of the world transition into net zero emissions and the strategies of the reconstituted global energy sector. The proposed transformation scenarios show that fossil fuels will not be completely dispensed with, as natural gas and some petroleum derivatives continue to work, especially in industry, heavy transport, ships and electricity generation in small percentages.

Studying policies and mechanisms that help in the transformation process and incentives for green financing, highlighting the road map towards COP 27, clarifying the challenges and efforts to energy transition, Egypt's integrated energy strategy 2035.

A set of policies and mechanisms that will help the transformation process have been put in the hands of policy and decision makers, the research has suggested the need to intensify work in the field of energy efficiency, especially in industry, bring energy-saving and environmentally compatible equipment and units into new projects, and the need to pass special legislation and establish legal mechanisms for net zero emmisions that commit the government and all parties to gradually reduce

carbon emissions and develop mechanisms and incentives to create a carbon trading market in Egypt and use carbon capture techniques emitted by industrial activities, storage and reuse it. It is also important to increase the direct application of renewable energy, in the solar water heating in industry and buildings, and the production of biofuels in transport and the modern systems of the biomass, with the orientation to strengthen the renewable energy industry such as solar panels and the manufacture of wind turbines and their supplies and develop and modernize the large networks, and to combine Flexible, using smart meters, storage batteries, pumping and storage stations, digitization of control systems, intensified demand management programs besides localizing the electric car industry and providing infrastructure and charging stations as one of the opportunities The optimal use of egypt's electricity surplus as well as the modernization of the energy strategy 2035 until 2050 due to developments such as hydrogen technologies and electrical connectivity for Europe and Arab countries and linking them to the objectives of Egypt's climate strategy 2050, net zero emissions 2050, and finally the importance of providing the necessary financing for renewable energy projects.

Key words- : Climate change -COP 27- Energy efficiency -Energy Transition - Net zero Emissions- Renewable energy.

المحتويات

	القسم الأول: الإطار النظرى للبحث	
	ملخص – Abstract	2
	مقدمة – المشكلة محل البحث	3
	هدف البحث – أهمية البحث – تساؤلات البحث – منهجية البحث	4
	حدود البحث – الدراسات السابقة	5
	القسم الثانى : الدراسة التطبيقية	
1	**التغيرات المناخية والتحديات البيئية العالمية**	**11**
.1.1	التحديات البيئية العالمية	11
1.2.	توصيات مؤتمر الأمم المتحدة COP 26	12
.1.3	خارطة الطريق نحو COP 27	13
2	**تحول الطاقة ومسارات تحقيق صافي الانبعاثات الصفري**	**13**
.2.1	"صافي الانبعاثات الصفرى" إقتصاد عالمى واعد	14
2.2.	مدى إمكانية الاعتماد الكامل على الطاقة المتجددة	15
2.3.	تنافسية أسعار الطاقة المتجددة مقارنة بالأحفورية	15
2.4.	التقنيات والتكنولوجيا للتحول من الطاقة التقليدية إلى الطاقة المتجددة	16
.2.5	اليات وحوافز وتحديات التمويل الأخضر	17
2.6.	التوصيات العلمية لتعهدات الحياد الكربوني	18
.2.7	السياسات والآليات للتحول من الطاقة التقليدية للطاقة المتجددة والوصول إلى صافي الانبعاثات الصفرى 2050	20
2.8.	سيناريوهات الوصول إلى صافى الانبعاثات الصفرى	24
2.9.	كيفية الوصول إلى صافى الانبعاثات الصفرى 2050 (رؤية الإتحاد الأوروبى)	27
3	**تحول الطاقة في مصر ومسارات صافي الانبعاثات الصفرى 2050**	**28**
.3.1	الوضع الحالي للطاقة المتجددة في مصر	28
.3.2	الطاقة ونسب ومصادر الانبعاثات في مصر	29
.3.3	استراتيجية الطاقة المتكاملة 2035	31
.3.4	الجهود المبذولة لتحول الطاقة في مصر	33
.3.5	وقود المستقبل ومبادرات صناعة الهيدروجين في مصر	35
3.6.	تحديات التحول للطاقة المتجددة في مصر	36
	نتائج البحث	37
	توصيات البحث	38
	قائمة المراجع باللغة العربية	39

قائمة الجداول والأشكال

جدول 1	أهم الجهات التمويلية العالمية والجهات العاملة فى تمويل القضايا المناخية	19
جدول 2	موجز لخيارات الانتقال الخمسة والجوانب الرئيسية لكل عملية انتقال	20
جدول 3	التكاليف الثابتة لسياسات خفض إنبعاثات الكربون من الدراسات الاقتصادية	22
جدول 4	سياسات مناخية مختارة لمجموعة العشرين	23
جدول 5	العلاقة بين نسبة الطاقة المتجددة إلى إجمالي الطاقة المتولدة في مصر لعامى 2019 و2020	28
شكل 1	مزيج الطاقة في القطاعات الهامة من عام 2010 حتى عام 2050	15
شكل 2	تكاليف الطاقة المستوية (LCOE) للطاقات المتجددة مقارنة بالوقود الأحفورى	16
شكل 3	مساهمة احتجاز وتخزين ثاني أكسيد الكربون في القطاعات المختلفة	16
شكل 4	عدد مرافق احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه في العالم	17
شكل 5	صناديق الاستثمار التقليدية وصناديق استثمار تمويل المناخ	17
شكل 6	سيناريوهات تسعير الكربون بالدولار طبقا لتقرير خبراء صندوق النقد	24
شكل 7	نسبة الاستثمارات للناتج المحلى الإجمالى وفقا لسيناريوهات الوصول إلى صافى الانبعاثات الصفرية من عام 2020 حتى 2050	25
شكل 8	خريطة الدول الكبرى في تصدير الانبعاثات الكربونية للعالم	26
شكل 9	مصادر إنتاج الكهرباء مصر لعام 2022 استراتيجية الطاقة المتكاملة 2035.	29
شكل 10	نسب الانبعاثات الخاصة بمصادر الطاقة المختلفة وإنبعاثات ثانى أكسيد الكربون فى مصر من عام 1990 حتى عام 2019	29
شكل 11	كمية انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من أنواع الوقود المختلفة بمصر من عام 1990 حتى عام 2020 بالطن	30
شكل 12	العلاقة بين الغازات الدفيئة وثانى أكسيد الكربون مع إجمالى الطاقة المتولدة بمصر من عام 1990 حتى عام 2018	30
شكل 13	الأهداف الرئيسية لاستراتيجية الطاقة المتكاملة لمصر 2035.	31
شكل 14	توقعات مصادر إنتاج الكهرباء مصر لعام 2035 (سيناريو 4ب)	32
ملحق 1	أهم أشكال الطاقة المتجددة	41
ملحق 2	يوضح تكاليف تكنولوجيا توليد الكهرباء حسب المنطقة (الولايات المتحدة والإتحاد الأوروبى والصين والهند) حتى عام 2050	42
ملحق 3	نسب إنبعاثات ثانى أكسيد الكربون فى مصر من (البترول–الغاز الطبيعى–الفحم–الأسمنت –مداخن الشعله)	42
ملحق 4	إجمالي انبعاثات الغازات الدفيئة و غاز ثانى أكسيد الكربون بالمليون طن وكمية الطاقة المتولدة لمصر	43
ملحق 5	الطاقة المتولدة من المصادر المختلفة من عام 1990 حتى عام 2019 فى مصر	43
ملحق 6	أهم مبادرات صناعة الهيدروجين الأخضروالأمونيا في مصر	44
ملحق 7	تحالفات الاستدامة والمبادرات التمكينية في القطاع المالي، حسب سنة الإطلاق	45
ملحق 8	القيم المادية بالعالم للمناطق لتمويل المناخ، القطاع العام / الخاص (مليار دولار أمريكي ، المتوسط السنوي 2020/2019)	46

القسم الأول: الإطار النظرى للبحث

مقدمة

إن التنمية المستدامة لهى الهدف الاساسي والاسمي للعالم اجمع، دولاً ومؤسساتٍ اقليمية ودولية، وذلك بعد تغيير الفكر العالمى للنمو الاقتصادى وما تبعة من تلويث للبيئة وتغييرات مناخية نتيجة لإغفال الجانب البيئى أثناء عملية النمو.ولما كانت التنمية المستدامة تقوم على حماية البيئة، وضمان الاستخدام الأمثل والتوزيع العادل للموارد بين الجيل الحالى والاجيال اللاحقة، فان الطاقة التقليدية لا تسمح بتحقيق التنمية المستدامة.ويشكل التغير المناخي تحديًا للإنسانية بشكل عام، متمثلاً فى تغير الطقس والأعاصير والفيضانات وحرائق الغابات وانتشار حالات الجفاف وخسائر الأرواح والطبيعة والتنوع البيولوجي والمنشآت وعوامل الإنتاج، أدت إلى الحاجة الماسة والعاجلة للتحول العالمى من الطاقة التقليدية نحو الطاقة النظيفة المتجددة.

وتم اللجوء إلى تعبير "صافي الانبعاثات الصفرى" وليس "صفر انبعاثات" بسبب تسليم صُناع القرار بإستحالة استغناء الاقتصاد العالمي عن الأنشطة المسببة للإنبعاثات نهائياً في العديد من القطاعات الأساسية، مثل صناعة مواد البناء والطيران، والنفط والغاز. وبالتالى يكون الوصول إلى صافي الانبعاثات الصفرى بمزيج من تخفيض الانبعاثات، والتعويض عنها، حيث يجري التخفيض عبر مزيج من التحول إلى مصادر الطاقة المتجددة والنظيفة، ورفع كفاءة استخدام الطاقة وإستخدام الغاز الطبيعى والهيدروجين.

أما التعويض فتلجأ إليه الدول والشركات عبر تقنيات لإزالة الانبعاثات من الهواء، سواء من خلال زراعة الأشجار وتعزيز الغطاء النباتي، أو عبر المفهوم الحديث للاقتصاد الكربوني، وهو احتجاز الكربون المنبعث من الأنشطة الصناعية، وتخزينه وإعادة استخدامه. وبالتالى يصبح الحاصل النهائي بين الكربون المنبعث والكربون الذي تتم إزالته من الأجواء صفراً. وقد دفعنا كل هذا إلى ضرورة دراسة تأثير سياسات وتكنولوجيات التحول من إستخدام الوقود الأحفورى نحو إستخدام الطاقات المتجددة للوصول إلى صافي الانبعاثات الصفرى 2050. نظرياً من خلال التجارب السابقة، وكيفية تعظيم فرص الإستثمار وتطبيق تكنولوجيات الطاقة المتجددة وإقتصاد صافي الانبعاثات الصفرى بمصر.

المشكلة محل البحث:

تكمن مشكلة البحث في زيادة الانبعاثات الكربونية أدت إلى الارتفاعات المتزايدة لدرجة حرارة الأرض مما نتج عنها التغيرات المناخية والبيئية العالمية؛ ويشكل تهديداً كبيراً للبشرية، ولذلك كيفية تحقيق التوازن بين الطموحات الإقتصادية والأبعاد البيئية والتحول من المصادر التقليدية للطاقة والتى يعتمد عليها العالم بصورة كبيرة إلى مصادر متجددة وتحقيق أهداف التنمية المستدامة.

وأيضا مع عدم وفاء الدول الكبرى بالتعهدات تجاه هذه القضية نتيجة لعدم وجود إجراءات وعقوبات حاسمة وملزمة ، ومازالت تمارس أنشطة وعمليات تخص الوقود الأحفورى والفحم.

وتظر أيضا إشكالية أخرى وهى تعدد معايير وأهداف الحياد الكربوني وعدم وضوح الأسس المستند اليها في تحديد أهداف صافي الانبعاثات الصفرى، وأساليب القياس والإفصاح، والخطوات العملية المتخَذة للتحقق من سلامة الإجراءات والحساب الدقيق لتحقيق الأهداف المعلنة عن صافي الانبعاثات الصفرى ،وعلى الرغم من الحوافز والمبادرات العالمية الممنوحة لهذا التحول إلا إنه حتى الآن لاتزيد نسبة الطاقة المتجددة عن 20% من مزيج الطاقة فى العالم، مما يشكك بتحقيق الأهداف المنشودة نحو صافي الانبعاثات الصفرى عام 2050.ويتناول البحث كيفية تحويل التهديد العالمى بتغير المُناخ إلى فرصة لمصر بالتعرف على الحوافز والمميزات التمويلية العالمية الممنوحة لهذا التحول وتحقيق أقصى استفادة منها، مما يمكن مصر من تعظيم فرص الاستثمار وتطبيق تكنولوجيات الطاقة المتجددة والاقتصاد الأخضر.وأخيراً المساهمة بإثراء البحث العلمي في التحول نحو الطاقة النظيفة.

هدف البحث:

يهدف البحث إلى دراسة تأثير السياسات وتكنولوجيات التحول إلى صافي الانبعاثات الصفرى 2050 ووالتعرف على أليات وحوافز التمويل الأخضر وكيفية إدارة التحول من الوقود الأحفورى إلى الطاقات المتجددة والنظيفة ومعرفة أهم تحدياته ، ودراسة الوضع

الحالي للطاقة بمصر لتحقيق أقصى استفادة منها، مما يمكن مصر من تعظيم فرص الاستثمار وتطبيق تكنولوجيات الطاقة المتجددة والاقتصاد الأخضر.

أهمية البحث:

1. إدراك الأزمة التي تواجه العالم وعدم إلتزام الدول الكبرى بالتعهدات الدولية لتقليل الانبعاثات وفي حالة الإستمرار بنفس المعدلات الحالية للتلوث وإرتفاع درجات الحرارة فإن التغيرات المناخية، أمست مهددة لوجود البشرية، وتظهر هذه التغيرات الحادة المتوالية في الطقس والأعاصير والفيضانات وحرائق الغابات وانتشار حالات الجفاف وخسائر الأرواح والطبيعة والتنوع البيولوجي والمنشآت وعوامل الإنتاج.
2. الحاجة الماسة والعاجلة للتحول العالمى من الطاقة التقليدية نحو الطاقة المتجددة مما يحقق الوصول إلى صافي الانبعاثات الصفرى وأهداف التنمية المستدامة.
3. كيفية إعادة تشكيل قطاع الطاقة مع هذه المستجدات وزيادة الإستثمار في الطاقة المتجددة وشكل مزيج الطاقة العالمى2050.
4. إلقاء الضوء على السياسات والتكنولوجيات والتحديات الدولية فى هذا المجال الهام لنضعها بين يدي واضعى السياسات ومتخذى القرار.
5. استشراف المستقبل والإستفادة من التجارب العالمية في هذا المجال.

تساؤلات البحث:

1. هل يمكن الاعتماد بصورة كاملة على الطاقة المتجددة والاستغناء عن الوقود الأحفورى في عام 2050؟
2. ما هى السيناريوهات التى سيتبعها العالم للوصول إلى صافي الانبعاثات الصفرى 2050؟
3. ماهى السياسات والآليات المتبعة للتحول من استخدام الوقود الأحفورى للوصول إلى صافي الانبعاثات الصفرى 2050؟
4. مدى إمكانية التحول من الطاقة التقليدية إلى الطاقة المتجددة فى مصر، وتحقيق هدف صافي الانبعاثات الصفرى 2050؟

منهجية البحث: تم استخدام المنهج الاستقرائي في اجراء مسح شامل للدراسات السابقة المتعلقة بموضوع البحث، كما يتم الاعتماد على المنهج الاستنباطي في تحليل تساؤلات البحث لإيضاح المسارات والسياسات المتبعة للتحول للطاقة المتجددة فى تحقيق أهداف صافي الانبعاثات الصفرى، ومن ثم أهداف التنمية المستدامة.

حدود البحث:

الحدود المكانية: تتمثل الحدود المكانية للبحث في جمهورية مصر العربية

الحدود الزمنية: تتمثل الحدود الزمنية في الفترة من 2010-2021.

الدراسات السابقة:

الدراسة الأولى: تحول الطاقة (التحديات الرئيسية للوضع الراهن واللاعبين الجدد في نظام الطاقة العالمي)

James Henderson, oxford institute of energy studies,The Energy Transition(Key challenges for incumbent and new players in the global energy system), September 2021

تناولت الدراسة الحاجة إلى انتقال سريع للطاقة، وتسلط الضوء على بعض الاستنتاجات الأولية الرئيسية من تحليل السيناريو الذي قدمته مؤسسات مختلفة على مدى السنوات القليلة الماضية، وعددًا من القضايا الرئيسية في انتقال الطاقة. يبدأ بالدوافع الرئيسية للسياسة والتنظيم، وتسليط الضوء على الدور الحيوي الذي يمكن أن تلعبه التكنولوجيا في تطوير الحلول وخفض التكإلىف. ثم يتم تحليل التأثير المحتمل على سلسلة القيمة، والنظر في مستقبل الشبكات، والعواقب والتفاعلات مع المستهلكين، والتأثير على نماذج أعمال الشركات وتطور الأسواق وتطويرها، سواء بالنسبة لمنتجات الطاقة الحالية والمستقبلية، قبل النظر في التغيرات من منظور

مختلف المناطق والقطاعات، مع الاعتراف بأن العديد من البلدان والصناعات تشرع في انتقال الطاقة من نقاط انطلاق مختلفة للغاية وأن أي محاولات للتوصل إلى إجماع عالمي يجب أن تأخذ ذلك في الاعتبار من أجل توفير "انتقال عادل وشامل ويؤخذ في الاعتبار عواقب التعديلات على اقتصاد الطاقة العالمي على الجغرافيا السياسية وأمن الطاقة.

ومن أهم النتائج التى توصلت اليها الدراسة: الهدف النهائي لتحويل الطاقة هو إزالة الكربون من نظام الطاقة العالمي من أجل تحقيق صافي انبعاثات صفرية وتجنب ارتفاع درجة الحرارة العالمية بما لا يزيد عن 1.5 درجة مئوية بحلول نهاية القرن. سيكون الاستبدال النهائي للهيدروكربونات بالطاقة المتجددة وغيرها من أشكال الطاقة منزوعة الكربون أمرًا أساسيًا لهذه العملية وعملية الانتقال يجب أن تتضمن التدهور المُدار لنظام الطاقة الحالي وتحوله نحو الوضع المستقبلي. والتكنولوجيا هي المفتاح لتسريع العملية، ولكن لا يزال يتعين حل العديد من الأسئلة المعقدة إذا كان العالم يريد تجنب التحول إلى فوضى غير منظمة.

1. مراعاة قضايا مثل الاختلافات الإقليمية من حيث العوامل الاقتصادية ومزيج الطاقة، وإعادة تصميم البنية التحتية أو تجديدها أو استبدالها، وتأثير قوى السوق، والحاجة إلى قيام الشركات بتكييف نماذج أعمالها بشكل جذري من أجل التوافق مع أهداف ولوائح السياسة الحكومية.
2. عدم اليقين بشأن وتيرة التغيير والتحول فيجب أن يتم تقييم السرعة المثلى لتنفيذ خطط التغيير وصياغة استراتيجية قطاع الطاقة المعاد تشكيله والاقتصاد العالمي وتشجيع التعاون عبر طيف واسع من موردي الطاقة والمستهلكين.
3. تحليل التقنيات الجديدة والسياسات الحكومية، لأطر التنظيمية، وتفضيلات المستهلكين، والتفاعل بين مختلف نواقل الطاقة، وفهم وجهات النظر الإقليمية والقطاعية المختلفة، والمخاطر والشكوك، والاستعداد لتطوير نماذج أعمال جديدة، وتقدير العواقب الجيوسياسية المحتملة لانتقال الطاقة.

الدراسة الثانية: رؤية لنظام طاقة محايد للكربون للهند

A vision for a net-zero energy system for India

Vaibhav Chaturvedi, Sciencedirect,Volume 2, no 100056, December 2021

تناولت الدراسة الانبعاثات فى الهند وتأثيرها على مسار النمو مدفوعًا أساسًا بزيادة الناتج المحلي الإجمالى من المتوقع أن يستمر في النمو بشكل ملحوظ خلال العقدين المقبلين على الأقل. لتحقيق مستقبل خالٍ من الصفر، يجب على انبعاثات الهند أن تصل للذروة ثم الانخفاض. اختيار تقنيات إزالة الكربون من الضروري للاقتصاد السياسي ذلك من شأنه أن يجعل الانتقال مختلفًا وصعبًا. مؤسسات الهند تعمل حالياً من أجل الانتقال الذي لم يسبق له مثيل وتقابله مجموعة من التحديات موجهة لتحقيق مستقبل صافي الانبعاثات الصفرى وتصنف في الاقتصاد التقني والاقتصادي والمالى والسياسي وهي كالتالى:

التحديات السياسية وتتمثل فى انخفاض هيمنة المؤسسة الحكومية والقوى العاملة في قطاع الطاقة الأحفورية.

1. الإنتقال العادل حيث ان اقتصاد الهند يعتمد على الطاقة الأحفورية (عمال مناجم الفحم، البنوك والشركات التى استثمرت في الإقتصاد الأحفورى والتي لم تسترد استثماراتها بعد (مثل شركات السيارات) والأشخاص الخاسرون نتيجة التحول.
2. هيكل وسياسة تسعير الكهرباء بالتجزئة القائم على السوق وتصميم سوق قطاع الطاقة لنموذج جديد للتعامل مع المواطنين.
3. تقليص دور حكومات الولايات في توزيع الكهرباء مما يؤدي إلى شركات التوزيع المستجيبة والفعالة.
4. سوق تداول انبعاثات غازات الدفيئة يعمل بكامل طاقته وسياسات تسعير الكربون.

التحديات الاقتصادية وتتمثل فى الجوانب المادية للبنية التحتية للطاقة وهي مكلفة جدا ومختلفة، لاسيما الشحن المكثف للمركبات الكهربائية، إنتاج وتوريد الهيدروجين شبه المركزي وإدارة جانب الطلب القائمة على تكنولوجيا المعلومات والشبكة المتصلة.

وتوزيع البنية التحتية لتوليد الكهرباء صناع ومستثمرون ومواطنون.

التحديات التقنية وتتمثل فى التعامل مع توافر التقنيات الناجحة تجاريًا. هذه من شأنها تشمل البطاريات عالية الكثافة، CCS، الهيدروجين، مركبات الشحن منخفضة الكربون.

التحديات المإلة كيفية توافر التمويل منخفض التكلفة من خلال أدوات مبتكرة لتحويل المخاطر المإلة.

إلى جانب نقاش جميع أصحاب المصلحة ويؤدى إلى مواطنون مدركون بيئيًا ومسؤولون وتضافر جهود التخفيف والتكيف سيكون حتميا وفي نهاية المطاف، سيحتاج جميع أصحاب المصلحة إلى الجميع العمل بتنسيق وثيق لتحقيق رؤية الهند للحياد الكربونى.

الدراسة الثالثة: دور الطاقة المتجددة فى تحقيق التنمية المستدامة والمعوقات التى تواجهها (دراسة ميدانية بالتطبيق على وزارتى الكهرباء والبترول فى مصر 2030) (د.زينب عباس زعزوع) مجلة كلية الاقتصاد والعلوم السياسية جامعة القاهرة. المجلد الحادى والعشرون، العدد الأول، يناير2020

وقد تناولت الدراسة ما يلي: التقدم التكنولوجى الدولى والنمو السكانى قد أديا إلى زيادة الاستهلاك الفردى والحكومى لمصادر الطاقة التقليدية وتسبب فى تلوث البيئه المحيطة الذى أدى بدوره إلى ظهور العديد من المشاكل الصحية التى تنعكس بدورها على قدرة المواطن على العمل، وبالتالى على كافة القطاعات الحيوية فى الدولة مما سيؤدى إلى تراجع الاقتصاد القومى. هذا فضلا عن قرب نضوب مصادر الطاقة التقليدية وشدة الاحتياج إلى مصادر طاقة بديله ونظيفة، وخاصة أن التحول نحو استخدام الطاقة المتجددة النظيفة سيؤدى إلى انخفاض تكلفة الطاقة بصفة عامة فى مصر بحلول عام 2030، هذا بخلاف معالجة تلوث الهواء الذي من شأنه أن ينعكس إيجابيا على النواحى الصحية والاجتماعية فى مصر.

ومن أهم النتائج التى توصلت إليها الدراسة:

1. ان أهم معوقات الطاقة البديلة محدودية المؤسسات التمويلية التجارية من حيث عدم توافر رأس المال، ونقص الخبرات، كما أن التحول نحو استخدام الطاقة البديلة يستدعى استثمارات كبيرة ووقتا طويلا ليأتى بثماره.
2. هناك اقتناع كبير من أفراد عينة الدراسه بأن ترشيد استخدام الطاقة التقليدية هام للغايه من اجل إتاحة فرصة للأجيال القادمة للاستفادة منها وتحقيق التنميه المستدامه والحفاظ على البيئه.
3. تمتع مصر بوفرة فى مصادر الطاقة الشمسية مما يؤهل لاستيعاب الطاقة الشمسية المستقبلية.
4. ان التحول نحو الطاقه المتجدده سيؤدى إلى زيادة فرص العمل محليا ودوليا وبالتالى فهى داعمة لاقتصاديات الدول.

الدراسة الرابعة: تأثير أبحاث الطاقة النظيفة على مسارات صافي الانبعاثات الصفري

Başak and others, Elsevier, Pathways to Net Zero: The Impact of Clean Energy Research,Oct 2021

يقدم هذا التقرير القائم على الأدلة تحليلاً لمجموعة من أكثر من 1.6 مليون منشور بحثي (تم تحديدها منScopus database5) ونشر 800000 براءة اختراع بين2001 و2020 بهدف تعزيز فهمنا للقضية وتعزيز البحث والابتكار في مجال الطاقة النظيفة والمسارات نحو تحقيق مستقبل صافي صفر.

فى هذا التقرير المنشور المحدد باسم "أبحاث صافي الانبعاثات الصفري""NØEnergy research ". تشمل التحليلات الببليومترية لمخرجات البحث العالمية والتمويل، والتنوع التأديبي، الدولي التعاون بين الجنوب العالمي والشمال، دور الشركات وتفاعلها مع الأوساط الأكاديمية، وكذلك التطور من البحث الأساسي إلى البحث التطبيقي، وفي النهاية، الانتقال من البحث إلى براءات الاختراع. ويفحص أيضاً، باستخدام المقاييس البديلة، كيف تجري أبحاث NØEnergy حالياً وكيف ينظر اليها من قبل صانعي السياسات ووسائل الإعلام الأوسع بالإضافة إلى التحليل الكمي القائم على البيانات ويتضمن هذا التقرير مقابلات متعمقة مع مجموعة واسعة من الخبراء الدوليين. تسلط الضوء على بعض الجوانب المتنوعة لتحقيق صافي صفر، كل من العقبات والفرص قدمها التحول إلى الطاقة النظيفة. ويستهدف هذا التقرير الممولين العالميين وواضعي السياسات والبحوث الممولين والقادة، وكذلك الباحثين في المجالات ذات الصلة بالطاقة النظيفة. ويشير التقرير بأنه زاد التعاون الدولي في هذا المجال مما يزيد قليلاً عن 30٪ في 2011 إلى 45٪ في 2020. هذه علامة إيجابية ويحدد أيضاً علامات الظهور المتزايد وأهمية رقمنه أنظمة الطاقة، قضايا الأمن السيبراني وخصوصية

البيانات المترابطة وكذلك خلق الطلب على المهارات والخبرات الجديدة. التحول إلى الحياد الصفري وتقنيات الطاقة النظيفة يحمل في طياته إمكانية تحقيق فوائد اقتصادية هائلة أيضاً وانه يمكن اختراع وتطوير التقنيات المبتكرة تشكل الأساس لاقتصاد مزدهر وتنافسي ويمكن للانتقال تنشيط التصنيع المحلي والاقتصادات على مستوى العالم، مدعومة بقوة العمالة الماهرة في مجال الطاقة النظيفة.

وبين الأوساط الأكاديمية والصناعة، يجب أن يكون هناك تسريع لتقاسم أفضل للمعرفة والتكنولوجية والدراية بين الشمال والجنوب ستمكن صناع القرار لاختيار أفضل تقنيات الطاقة النظيفة المناسبة لاحتياجاتهم، ويجب أن تكون مدفوعة من صناع السياسات والحكومات على مستوى العالم، وكذلك المجتمع على نطاق أوسع، هناك حاجة إلى مزيد من البحث لمعرفة أي منها السياسات والاستثمارات هي الأكثر فعالية ولماذا، والتعلم من الأمثلة الناجحة حول العالم.

الدراسة الخامسة: تحول نظام الطاقة فى اليابان نحو صافى الانبعاثات الصفرى فى عام 2050

Ken Oshiro and Others,Transformation of Japan's energy system to attain net-zero emission by 2050, Nov 2017

وقد قيمت الدراسة ما يلي : مسارات انبعاثات اليابان الهادفة إلى تحقيق انبعاثات صفرية صافية بحلول عام 2050، كما يتضح من هدف المناخ العالمي لاتفاق باريس المتمثل في مواصلة الجهود للحد من ارتفاع درجة الحرارة إلى 1.5 درجة مئوية، بما في ذلك الاعتماد على خيارات إزالة ثاني أكسيد الكربون مثل الطاقة الحيوية مع احتجاز الكربون وتخزينه (BECCS) لتحقيق صافي انبعاثات صفرية بحلول عام 2050 دون تغييرات اجتماعية كبيرة.

ويتم دراسة قطاع إمدادات الطاقة في إلىابان والذي يحتاج تحولًا جذريًا والقطاعات الرئيسية الأخرى مثل قطاع البناء والنقل والصناعه بناء على سيناريوهات 1.5 و2 درجة مئوية.

الفجوة بين سيناريوهات 1.5 و 2 درجة مئوية معتدلة نسبيًا في قطاعات الطلب. قد يحتاج قطاع البناء إلى إزالة الكربون حتى في حالة 2 درجة مئوية ، في حين أن قطاع النقل سيواجه تحديات إضافية ، مثل الكهرباء واختراق الوقود الحيوي ، في حالة 1.5 درجة مئوية. يمثل الوصول إلى صافي الانبعاثات بحلول عام 2050 تحديًا كبيراً ، نظراً لأن سعر الكربون في حالة الانبعاثات الصافية الصفرية يرتفع بمقدار أربعة أو خمسة أضعاف ذلك في حالة 2 درجة مئوية. علاوة على ذلك ، فإن عدم اتخاذ إجراءات مبكرة بالإضافة إلى الاستخدام المحدود للطاقات منخفضة الكربون من شأنه أن يزيد العبء بشكل كبير. بالنظر إلى هذه التحديات والشكوك، فإن إمكانات خيارات التخفيف الأخرى، مثل التغيير الاجتماعي الجذري ، والتشجير على نطاق واسع ، والاتجار الدولي في الانبعاثات ، تستحق الدراسة.

منـهـج الـدراسـة: المنهج التحليلي بطريقته الاستقرائية والاستنباطية وذلك في تحليل المعلومات التي تم الحصول عليه بناءً على تحليل السيناريو الذي تم إجراؤه باستخدام البرنامج الإحصائى AIM / Enduse

ومن أهم النتائج التى توصلت اليها الدراسة: يحتاج قطاع إمدادات الطاقة إلى تغيير جذري من أجل الوصول إلى صافي انبعاثات صفرية بحلول عام 2050 في الىابان، بما في ذلك نشر BECCS على نطاق واسع. وبالتإلى، تتحقق الانبعاثات السلبية في قطاع إمداد الطاقة بحلول عام 2050 في حالات الانبعاثات الصفرية الصافية.

1. هناك حاجة إلى مزيد من خفض الانبعاثات في النقل في حالة 1.5 درجة مئوية، حيث يجب زيادة حصة الناقلات منخفضة الكربون إلى ما يقرب من 70٪ بحلول عام 2050.
2. أهمية التقييمات الشاملة، من خلال استخدام نهج ميزانية الكربون ، لمقارنة أهداف التخفيف الوطنية والعالمية. على الرغم من أن هدف الانبعاثات السنوية هو هدف بسيط ومقبول كهدف وطني، إلا أن جانب تعتبر الانبعاثات التراكمية أمرًا بالغ الأهمية في تقييم سيناريوهات الانبعاثات المنخفضة للغاية ، مثل هدف1.5 درجة.

القسم الثاني: الدراسة التطبيقية

التغيرات المناخية والتحديات البيئية العالمية

التغيرات المناخية يقصد بها التحولات طويلة الأجل في درجات الحرارة وأنماط الطقس، قد تكون هذه التحولات طبيعية فتحدث، على سبيل المثال، من خلال التغيرات في الدورة الشمسية ولكن، منذ القرن التاسع عشر، أصبحت الأنشطة البشرية المسبب الرئيسي لتغير المناخ، ويرجع ذلك أساسًا إلى حرق الوقود الأحفوري، مثل الفحم والنفط والغاز.

ينتج عن حرق الوقود الأحفوري انبعاثات غازات الدفيئة التي تعمل مثل غطاء يلتف حول الكرة الأرضية، مما يؤدي إلى حبس حرارة الشمس ورفع درجات الحرارة.

تشمل أمثلة انبعاثات غازات الدفيئة التي تسبب تغير المناخ ثاني أكسيد الكربون والميثان وتنتج هذه الغازات، على سبيل المثال، عند استخدام البنزين لقيادة السيارات أو الفحم لتدفئة المباني. وأيضاً يؤدي تطهير الأراضي من الأعشاب والشجيرات وقطع الغابات إلى إطلاق ثاني أكسيد الكربون. وتعتبر مدافن القمامة مصدرًا رئيسيًا لانبعاثات غاز الميثان ويعد إنتاج واستهلاك الطاقة والصناعة والنقل والمباني والزراعة من بين مصادر الانبعاث الرئيسية (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، 2007).

1.1. التحديات البيئية العالمية

الانبعاثات الكربونية مستمرة في الارتفاع ونتيجة لذلك، أصبحت الكرة الأرضية الآن أكثر دفئًا بمقدار 1.1 درجة مئوية عما كانت عليه في أواخر القرن التاسع عشر وكان العقد الماضي (2011–2020) الأكثر دفئًا على الإطلاق.

ويعتقد الكثير من الناس أن تغير المناخ يعني أساسًا ارتفاع درجات الحرارة، ولكن ارتفاع درجة الحرارة ليس سوى بداية القصة، ولأن الأرض عبارة عن نظام، فيه كل شيء متصل، فإن التغيرات في منطقة واحدة قد تؤدي إلى تغييرات في جميع المناطق الأخرى وتشمل عواقب تغير المناخ، أمور أخرى مثل الجفاف الشديد وندرة المياه والحرائق الشديدة وارتفاع مستويات سطح البحر والفيضانات وذوبان الجليد القطبي والعواصف الكارثية وتدهور التنوع البيولوجي وتقرير أعدته (الأمم المتحدة ،2018)، أقر آلاف العلماء والجهات المستعرضة الحكومية على أن الحد من ارتفاع درجة الحرارة العالمية إلى ما لا يزيد عن 1.5 درجة مئوية سيساعدنا على تجنب أسوأ التأثيرات المناخية والحفاظ على مناخ صالح للعيش (وكالة الطاقة الدولية، 2019)

تأتي الانبعاثات التي تسبب تغير المناخ من كل منطقة من العالم وتؤثر على الجميع وتشكل تهديداً كبيراً للبشرية مما جعل الجهات الدولية تطلق مبادرات عالمية وأهداف طموحة لتحول الطاقة وتقليل الانبعاثات بأسماء وعبارات مختلفة **مثل الحياد الكربونى 2050**[1] **، صافي الانبعاثات الصفرى أو صافي الانبعاثات الصفرى 2050** [2]**، حياد المناخ 2050**[3]. (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، 2018)

---

[1] **الحياد الكربونى** هو تحقيق التوازن بين انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المنبعثة من الأنشطة البشرية مع الإزالة المتعمدة من الغلاف الجوي وتسمى أيضاً (صافي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الصفرية)

[2] ويمثل **صافي الانبعاثات الصفرى أو صافى الانبعاثات الصفرى** نفس المفهوم ولكن تنطبق على جميع انبعاثات غازات الدفيئة، وليس ثاني أكسيد الكربون فقط.

[3] **حياد المناخ** هو الأنشطة البشرية التي بموجبها لها تأثير صاف على نظام المناخ ككل وتتطلب موازنة الانبعاثات المتبقية مع إزالة الانبعاث (ثاني أكسيد الكربون) وكذلك المحاسبة عن الفيزياء الحيوية الإقليمية أو المحلية آثار الأنشطة البشرية التي على سبيل المثال تؤثر على الأسطح.

1.2. توصيات مؤتمر الأمم المتحدة COP 26

جمع مؤتمر الأمم المتحدة المعني بتغير المناخ في غلاسكو بالمملكة المتحدة (COP26)120من قادة العالم وأكثر من 40,000 مشارك نوفمبر عام 2021 وتم الخروج بتوصيات مؤتمر غلاسكو (COP 26) وهى:

الاعتراف بحالة الطوارئ :التأكيد على هدف اتفاق باريس المتمثل في الحد من الزيادة في متوسط درجة الحرارة العالمية إلى أقل بكثير من درجتين مئويتين فوق مستويات ما قبل الحقبة الصناعية ومواصلة الجهود للحد منها إلى 1.5 درجة مئوية طبقا لإتفاقية باريس.

تسريع العمل :شددت الدول على الضرورة الملحة للعمل "في هذا العقد الحرج"، حيث يجب خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنسبة 45 في المائة للوصول إلى صافي صفري في منتصف القرن تقريبًا. ولكن مع فشل خطط المناخ الحالية والمساهمات المحددة وطنياً في تحقيق الطموح، يدعو ميثاق غلاسكو للمناخ جميع البلدان إلى تقديم خطط عمل وطنية أقوى في العام المقبل، بدلاً من عام 2025، وهو الجدول الزمني الأصلي. كما دعت البلدان اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ إلى إعداد تقرير تجميعي سنوي للمساهمات المحددة وطنيًا لقياس المستوى الحالى للطموح.

الابتعاد عن الوقود الأحفوري :في قرار هو الأكثر إثارة للجدل في غلاسكو، وافقت الدول في نهاية المطاف على بند يدعو إلى التخلص التدريجي من طاقة الفحم والتخلص التدريجي من دعم الوقود الأحفوري "غير الفعال" – وهما قضيتان رئيسيتان لم يتم ذكرهما صراحة في قرارات محادثات الأمم المتحدة بشأن المناخ من قبل، على الرغم من أن الفحم والنفط والغاز يمثلون المحركات الرئيسية للاحترار العالمي. وبالتالي لم تكن طموحة بالقدر المطلوب.

تحقيق التمويل المتعلق بالمناخ :عدم تحقيق هدف التمويل بمبلغ 100 مليار دولار وتم التأكيد على التعهد وتحث البلدان المتقدمة على الوفاء الكامل بهدف 100 مليار دولار أمريكي بشكل عاجل للبلدان النامية. عبرت البلدان المتقدمة، في تقرير، عن ثقتها في أن الهدف سيتحقق في عام 2023.

تكثيف الدعم للتكيف :يدعو ميثاق غلاكسو إلى مضاعفة التمويل لدعم الدول النامية في التكيف مع آثار تغير المناخ وبناء القدرة على الصمود وسيزيد التمويل بشكل كبير لحماية الأرواح وسبل العيش، والتي لم تشكل حتى الآن سوى حوالي 25 في المائة من إجمالي تمويل المناخ (مع 75 في المائة موجهة نحو التقنيات الخضراء للتخفيف من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري). كما أنشأت غلاسكو أيضاً برنامج عمل لتحديد هدف عالمي بشأن التكيف، والذي سيحدد الاحتياجات والحلول الجماعية لأزمة المناخ التي تؤثر بالفعل على العديد من الدول.

استكمال لائحة قواعد باريس :من بينها القواعد المتعلقة بأسواق الكربون، والتي ستسمح للدول التي تكافح لتحقيق أهدافها الخاصة بالانبعاثات بشراء تخفيضات الانبعاثات من الدول الأخرى التي تجاوزت بالفعل أهدافها.

التركيز على الخسائر والأضرار(Loss and damage) : وافقت الدول على تعزيز شبكة، تُعرف باسم شبكة سانتياغو، تربط الدول المعرضة للخطر وخاصة في العالم النامي، مقدمي المساعدة التقنية والمعرفة والموارد لمعالجة مخاطر المناخ. كما أطلقوا "حوار غلاكسو" الجديد لمناقشة الترتيبات الخاصة بتمويل الأنشطة لتجنب وتقليل ومعالجة الخسائر والأضرار المرتبطة بالآثار الضارة لتغير المناخ .

الغابات :اتخذت 137 دولة خطوة بارزة إلى الأمام من خلال الالتزام بوقف فقدان الغابات وتدهور الأراضي بحلول عام 2030. التعهد مدعوم بـ 12 مليار دولار من القطاع العام و7.2 مليار دولار في التمويل الخاص. مع التزم الرؤساء التنفيذيون لأكثر من 30 مؤسسة مالية لديها أصول عالمية تزيد قيمتها عن 8.7 تريليون دولار بالقضاء على الاستثمار في الأنشطة المرتبطة بإزالة الغابات.

السيارات :حددت أكثر من 30 دولة وست شركات تصنيع سيارات رئيسية وجهات فاعلة أخرى، مثل المدن، تصميمها على أن تكون

جميع مبيعات السيارات والشاحنات الجديدة مركبات خالية من الانبعاثات بحلول عام 2040 على مستوى العالم و2035 في الأسواق الرائدة، مما يسرع من إزالة الكربون الناجم عن النقل البري، والذي يمثل حالياً حوالي 10 في المائة من انبعاثات غازات الدفيئة العالمية.

استخدامات الفحم :الإعلان عن شراكة رائدة من الدول المتقدمة لدعم جنوب إفريقيا باعتبارها أكبر منتج للكهرباء بالفحم في العالم بقيمة 8.5 مليار دولار على مدى 3–5 سنوات القادمة للانتقال العادل من الفحم إلى اقتصاد منخفض الكربون.

التمويل (تحالف جلاسكو المالي للحياد الصفري): أعلنت المؤسسات المالية الخاصة والبنوك المركزية عن خطوات لإعادة توجيه تريليونات الدولارات نحو تحقيق صافي انبعاثات صفرية من بينها تحالف جلاسكو المالي ، مع أكثر من 450 شركة في 45 دولة تتحكم في أصول بقيمة 130 تريليون دولار، مما يتطلب من أعضائها تحديد أهداف قوية وقائمة على العلم على المدى القريب.(الأمم المتحدة، 2021)

1.3. خارطة الطريق نحو COP 27

تتشرف مصر بإستضافة ذلك الحدث العالمى 7–18 نوفمبر 2022 بمدينة شرم الشيخ، ويتم الإعداد لهذا المؤتمر الهامه من خلال تنفيذ سياسات واضحة وأهداف محددة ومنها :

- رفع معدلات الإستثمارات الخضراء لتمثل 52 %من إجمالي الإستثمارات الحكومية بحلول عام 2024 من خلال (السندات الخضراء)
- تشكيل المجلس الوطني للتغيرات المناخية برئاسة السيد رئيس الوزراء وإعداد الإستراتيجية الوطنية لمكافحة التغيرات المناخية (قرار رئيس مجلس الوزراء رقم 1129 لسنة 2019).
- إطلاق الإستيراتيجية الوطنية للتغير المناخ مصر 2050 (وزارة البيئة، 2022).
- ربط السياسات والإستيراتيجيات والخطط الوطنية الخاصة بتغير المناخ بإستراتيجية التنمية المستدامة.
- تطبيق منظومة إدارة المخلفات الصلبة وإصدار قانون لإدارة المخلفات الصلبة.
- إطلاق مشروع نظم الخلايا الشمسية الصغيرة PV–Egypt، والذي يعمل على تعزيز انتشار المشروعات الصغيرة وتستهدف مصر أن تصبح مركزا لتصدير الطاقة في المنطقة.
- تم تعديل بعض القوانين والقرارات المحفزة للطاقة المتجددة مثل (الكتاب دوري رقم (6) لسنة 2022 بشأن التعديلات علي ضوابط صافي القياس كحافز لدعم وتشجيع مشروعات الطاقة الشمسية بما يسهم في التجهيز لاستضافة مؤتمر الاطراف (COP27) (جهاز تنظيم مرفق الكهرباء وحماية المستهلك، 2022).
- اختيار مدينة شرم الشيخ "مدينة السلام على مستوى العالم" والتى إستضافت أحداثاً بارزة مثل مؤتمر الأطراف COP14 عام 2018 ومنتدى شباب العالم ومنتدى أفريقيا لعام 2018.
- الحصول عام 2021 على أول تمويل أخضر من بنوك دولية وإقليمية بقيمة 1.5 مليار دولار يتم توجيهها لتمويل مشروعات صديقة للبيئة، مثل محطات معالجة وتحلية المياه وإدارة المخلفات الصلبة، وتبطين الترع وتحلية مياه البحر.
- زيادة الاستثمارات العامة الخضراء من 15 في المائة خلال العام المالي 2022 إلى 30 في المائة خلال العام المالي 2023، وصولاً إلى 50 في المائة في العام المالي 2024 / 2025 (وزارة البيئة، 2021).، وتعيين الدكتور محمود محى الدين رائدا للمناخ فى COP27 وهو يعمل مديرا تنفيذيا بالبنك الدولى ومبعوث الأمم المتحدة لتمويل اجندة التنمية المستدامة 2030.

تحول الطاقة ومسارات تحقيق صافي الانبعاثات الصفري

1.4. "صافي الانبعاثات الصفرى" إقتصاد عالمى واعد

ضرورة اتخاذ خطوات متسارعة لمواكبة أهداف المناخ العالمية، وذلك من خلال تحول نظام الطاقة، والذي يهدف إلى تفادي نحو 70% من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المرتبطة بقطاع الطاقة العالمي بحلول 2050، ويساعد النظام التحول نحو إقتصاد خالى من الكربون ومن أهم سمات هذا الاقتصاد (Centennial Lab، 2020):

- يجتمع الاستخدام الأكثر كفاءة للطاقة وكفاءة الموارد والتغيرات السلوكية لتعويض الزيادات في الطلب على خدمات الطاقة مع نمو الاقتصاد العالمي وتوسيع الوصول إلى الطاقة للجميع.
- بدلاً من الوقود الأحفوري، يعتمد قطاع الطاقة إلى حد كبير على الطاقة المتجددة. ويشكل ثلثا إجمالي إمدادات الطاقة في عام 2050 من طاقة الرياح والطاقة الشمسية والطاقة الحيوية والطاقة الحرارية الأرضية والطاقة المائية والنووية وتصبح الطاقة الشمسية أكبر مصدر، حيث تمثل خمس إمدادات الطاقة. تزداد سعة الطاقة الشمسية الكهروضوئية بمقدار 20 ضعفًا من الآن وحتى عام 2050، وتزيد طاقة الرياح بمقدار 11 ضعفًا.
- انخفاضًا كبيراً في استخدام الوقود الأحفوري. إلى ما يزيد قليلاً عن الخمس بحلول عام 2050. ويتم استخدامه في السلع التي يتجسد فيها الكربون في المنتج مثل البلاستيك، في المنشآت المزودة بتكنولوجيا CCUS، وفي القطاعات التي تندر فيها خيارات التكنولوجيا منخفضة الانبعاثات.
- تمثل الكهرباء ما يقرب من 50٪ من إجمالي استهلاك الطاقة في عام 2050. وهي تلعب دورًا رَئِيسِيًّا في جميع القطاعات– من النقل والمباني إلى الصناعة– وهي ضرورية لإنتاج أنواع وقود منخفضة الانبعاثات مثل الهيدروجين. لتحقيق ذلك، يزيد إجمالي توليد الكهرباء أكثر من مرتين ونصف ونصف المرة بين اليوم وعام 2050.
- لا ينبغي اتخاذ قرارات استثمارية نهائية إضافية جديدة لمحطات الفحم الجديدة التي لا هوادة فيها، ويتم تنفيذ محطات الفحم الأقل كفاءة على مراحل بحلول عام 2030، وسيتم تحديث محطات الفحم المتبقية التي لا تزال قيد الاستخدام بحلول عام 2040 وبحلول عام 2050.
- تستغرق الانبعاثات من الصناعة والنقل والمباني وقتًا أطول لتقليلها. يتضمن خفض انبعاثات الصناعة بنسبة 95٪ بحلول عام 2050 جهودًا كبيرة لبناء بنية تحتية جديدة.
- يتعين على العالم عندئذٍ وضعها موضع التنفيذ. كل شهر اعتبارًا من عام 2030 فصاعدًا، تم تجهيز عشرة مصانع صناعية ثقيلة باستخدام CCUS، كما يتم بناء ثلاثة مصانع جديدة تعتمد على الهيدروجين، ويتم إضافة سعة 2 جيجاوات من المحلل الكهربائي في المواقع الصناعية.
- السياسات التي تنهي مبيعات السيارات الجديدة ذات محركات الاحتراق الداخلي بحلول عام 2035 وتعزز الكهربة تدعم التخفيض الهائل في انبعاثات وسائل النقل.
- التوسع فى إستخدام وقود الهيدروجين بأنواعه (الأخضرو الرمادى والأزرق) وخلايا الوقود والأمونيا للشحن البحرى.
- السيارات على الطرق في جميع أنحاء العالم تعمل بالكهرباء أو خلايا الوقود. تعتبر أنواع الوقود منخفضة الانبعاثات ضرورية حيث لا يمكن تلبية احتياجات الطاقة بسهولة أو اقتصاديًا عن طريق الكهرباء. على سبيل المثال، يعتمد الطيران إلى حد كبير على الوقود الحيوي والوقود الاصطناعي، في المباني، يجب أن يبدأ فرض الحظر على غلايات الوقود الأحفوري الجديدة على مستوى العالم في عام 2025، مما يؤدي إلى زيادة مبيعات المضخات الحرارية الكهربائية. تتوافق معظم المباني القديمة وجميع المباني الجديدة مع قوانين الطاقة في المباني الجاهزة الخالية من الكربون.
- تعزيز النمو الاقتصادي، حيث يسهم التحول نحو الطاقة المتجددة في تحقيق نمو أكبر في الناتج المحلي الإجمالي بنسبة 2.4% بحلول منتصف هذا القرن، كما أنه من المتوقع أن تصل قيمة المكاسب التراكمية من الآن وحتى عام 2050 إلى 98 تريليون دولار أمريكي، ويتجاوز هذا الرقم قيمة الاستثمارات الإضافية اللازمة لتحول نظام الطاقة.

- خلق عدد من الوظائف في قطاع الطاقة المتجددة يصل إلى 42 مليون وظيفة عالميًا بحلول عام 2050، كما أنه من المتوقع أن يصل عدد الوظائف في قطاع الطاقة بشكل عام إلى 100 مليون وظيفة عالميًا بحلول عام 2050.
- تحسين رفاهة المجتمعات، حيث من المتوقع أن يرتفع مؤشر الرفاهة بنسبة 13.5% في حالة تبني سيناريو تحول نظام الطاقة بحلول عام 2050، وينعكس ذلك في انخفاض معدلات تلوث الهواء؛ الأمر الذي سيؤدي إلى تحسن مستوى الصحة العامة.

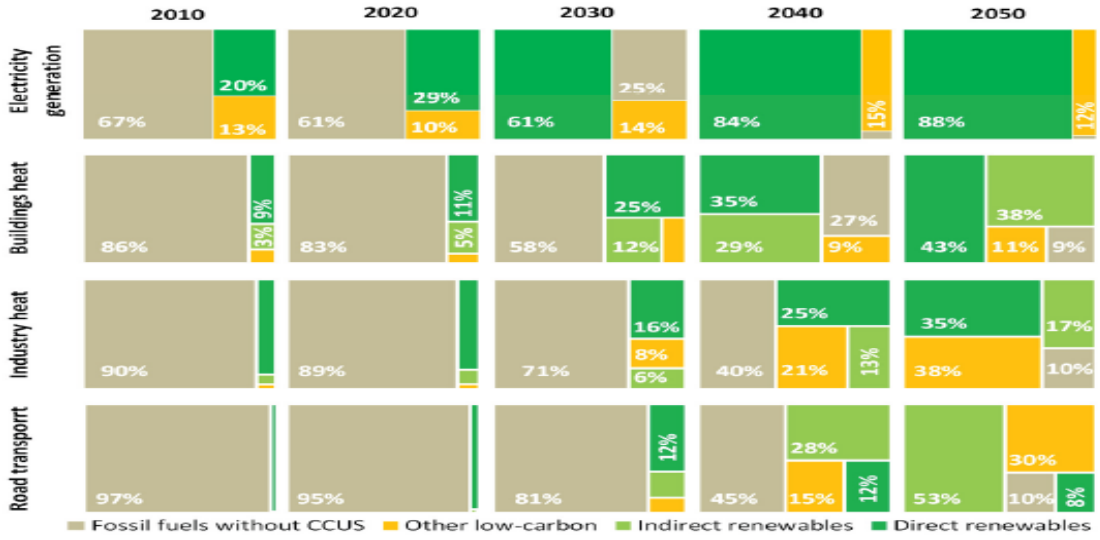
ويتمثل الهدف العالمي النهائي للمناخ في تحقيق الحياد الكربوني أو تلافيه بشكل نهائي، ويتم ذلك من خلال استخدام الهيدروجين، والوقود الاصطناعي، والتقنيات الكهربائية المباشرة، وأنواع الوقود الحيوي (IRENA, 2020) .

1.5. مدى إمكانية الاعتماد الكامل على الطاقة المتجددة

على المستوى العالمي، تعد تقنيات الطاقة المتجددة هي مفتاح تقليل الانبعاثات. وقد كانت الطاقة الكهرومائية مصدرًا رائدًا للإنبعاثات المنخفضة لعدة عقود، لكن التوسع في طاقة الرياح والطاقة الشمسية هو الذي يضاعف توليد الطاقة المتجددة ثلاث مرات بحلول عام 2030 ويزيدها أكثر من ثمانية أضعاف بحلول عام 2050 في صافي الانبعاثات الصفرى. حصة الطاقات المتجددة في المجموع يزداد توليد الكهرباء عالميًا من 29٪ في عام 2020 إلى أكثر من 60٪ في عام 2030 وإلى ما يقرب من ذلك90 ٪ في عام 2050 ولتحقيق ذلك، تم إضافة القدرات السنوية لطاقة الرياح والطاقة الشمسية بين عامي 2020 و2050 خمسة أضعاف المتوسط على مدى السنوات الثلاث الماضية.

تعتبر مصادر الطاقة المتجددة القابلة للفصل ضرورية للحفاظ على أمن الكهرباء، جنبًا إلى جنب مع مصادر أخرى توليد منخفض الكربون وتخزين الطاقة وشبكات الكهرباء القوية. إلا ان السيناريوهات المعدة لعام 2050 كلها نجد ان توجد فيها الوقود الأحفوري والغاز الطبيعي بحسب التطبيق فمثلا في التوليد 12% و20% في تدفئة المنازل و48% في الصناعة و40% في قطاع النقل كما هو موضح شكل 1 ولذلك فإنه إلى الأن لم تصل التكنولوجيا إلى حلول يمكنها الاستغناء بصورة نهائية عن الوقود الأحفوري وخاصة الغاز الطبيعي الذي يلعب دورا هاما في توليد الطاقة عن طريق الهيدروجين. (IEA, 2021)

شكل 1: مزيج الطاقة في القطاعات الهامة من عام 2010 حتى عام 2050



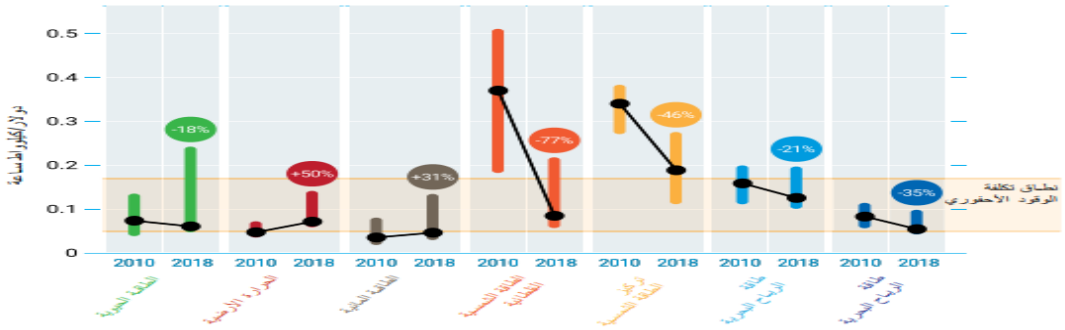
المصدر: (International Energy Agency, net-zero by 2050 A Roadmap for the Global Energy Sector)

1.6. تنافسية أسعار الطاقة المتجددة مقارنة بالأحفورية

ويتضح هنا ان تكاليف الطاقة المستوية (LCOE) للطاقة الشمسية وطاقة الرياح الأرضية عام 2020 أصبحت منافسة للوقود الأحفوري وأقل منه في بعض المشروعات

وخصوصا المناطق النائية والبعيدة عن شبكات الكهرباء كما هو موضح ملحق 2 [4]نجد مثلا في الهند عام 2020 تكلفة مشروع 55(دولار/ميجاوات. ساعة) والطاقة الشمسية 35(دولار/ميجاوات. ساعة) و الرياح 50 (دولار/ميجاوات.ساعة) أي ان مشروعات الطاقة المتجددة أسعارها ارخص على مدى عمر المشروع(IRENA, 2020)

شكل 2: تكاليف الطاقة المستوية (LCOE) للطاقات المتجددة مقارنة بالوقود الأحفوري



المصدر : برنامج الأمم المتحدة للبيئة(2019).تقرير فجوة الانبعاثات

إنخفاض تكاليف الطاقة المستوية (LCOE) والتى يتم حساب سعر الكيلووات ساعة خلال عمر المشروع شامل كل التكاليف المختلفة ويتضح من شكل 2 ان الطاقة المتجددة في العقد الأخير يزيد منافستها للوقود الأحفوري وخصوصا الطاقة المائية وطاقة الرياح (برنامج الأمم المتحدة للبيئة، 2019)

1.7. التقنيات والتكنولوجيا للتحول من الطاقة التقليدية إلى الطاقة المتجددة

أهم مصادر الطاقة المتجددة وهى الطاقة الشمسية والرياح والمائية والحرارية من باطن الأرض والحيوية و الهيدروجين كما هو موضح ملحق 1[5].

تقنيات احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه

قد أشار تقرير "الوضع العالمي لاحتجاز وتخزين ثاني أكسيد الكربون 2020" إلى ضرورة الانتشار السريع لجميع التقنيات المتاحة للحد من الانبعاثات الكربونية و زيادة عدد المرافق المخطط لها احتجاز وتخزين ثاني أكسيد الكربون عالميًا. ويشمل تحويل الوقود قطاعات مثل التكرير والوقود الحيوي وإنتاج الهيدروجين التجاري والأمونيا. ويبين شكل 3 مساهمة احتجاز وتخزين ثاني أكسيد الكربون ما بين 16% و90% من سبل خفض الانبعاثات في قطاعات صناعة الحديد والصلب والأسمنت والمواد الكيميائية وتحويل الوقود وتوليد الطاقة حتى عام 2070. (Global ccs, 2020)

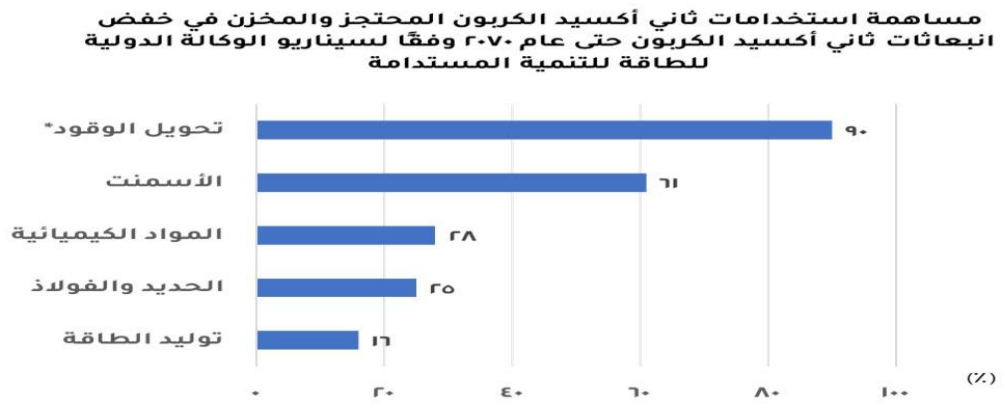
شكل 3 مساهمة احتجاز وتخزين ثاني أكسيد الكربون في القطاعات المختلفة

---

[4]ملحق 1.**Error! Reference source not found.**: أهم أشكال الطاقة المتجددة

ملحق 2: يوضح تكاليف تكنولوجيا توليد الكهرباء حسب المنطقة (الولايات المتحدة والإتحاد الأوروبى والصين والهند) حتى عام 2050

[5]ملحق 1.**Error! Reference source not found.**: أهم أشكال الطاقة المتجددة



ويتبين من شكل 4 عدد مرافق احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه في العالم و بلغ نحو 65 مرفقًا تجاريًّا، وتمتلك الولايات المتحدة أغلب هذه المرافق.

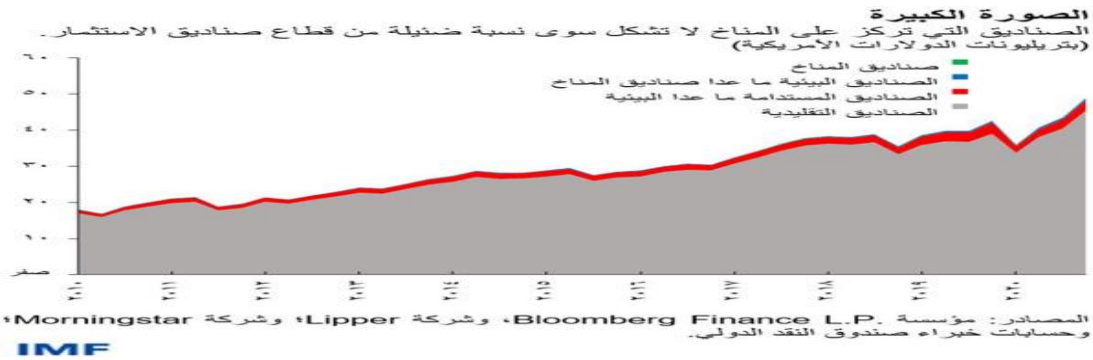
شكل 4 : عدد مرافق احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه في العالم

المصدر: الوضع العالمي لإحتجاز وتخزين ثاني أكسيد الكربون (2020). global ccs institute

1.8. اليات وحوافز وتحديات التمويل الأخضر

لاشك أن العالم يتجة بقوة نحو التمويل الأخضر والإستثمار فية وتضخ الجهات المانحة والمؤسسات الدولية مبالغ كبيرة لدعم المشاريع الخضراء عن طريق صناديق الاستثمار المستدام ولا سيما تلك المعنية بقضايا المناخ تشهد نموا سريعا غير أن حجم هذا القطاع، وصناديق المناخ بالتحديد، لا يزال صغيراً مقارنة بالحجم الكلي لقطاع صناديق الاستثمار؛ فبينما كان مجموع الأصول التي تديرها الصناديق موضع الدراسة قد وصل إلى نحو 49 تريليون دولار مع نهاية 2020 لكن مجموع أصول الصناديق المستدامة قد وصل إلى حوالي 3.6 تريليون دولار منها 130 مليار فقط للصناديق ذات التركيز الخاص على المناخ (صندوق النقد، 2021).

شكل 5 صناديق الاستثمار التقليدية وصناديق استثمار تمويل المناخ



المصدر: صندوق النقد الدولى، تقرير الاستقرار المالى العالمى ،2021.

الغسل الأخضر"GreenWashing" وخطورتة فى التمويل المناخى الغسل الأخضر هو مصطلح يتمثّل في تضليل المستهلكين حول الممارسات البيئية التي تقوم بها مؤسسة ما وتدفع الأموال وتشتري ائتمانات للمشاريع التي تعمل على تحسين المناخ لتسويق نفسها على أنها صديقة للبيئة دون محاولة تغيير ممارساتها لتقليل انبعاثات الكربون في الأساس، يتم إستخدام المدفوعات لإعفائهم من الشعور بالالتزام لإجراء تغييرات على أنشطتهم الخاصة وهى وسيلة تسويقية تهدف الي خداع المستهلكين الذين يفضلون شراء السلع والخدمات التي تحمل العلامات الخضراء.

عجز التمويل للبلدان النامية وخلط تمويل المشاريع التنموية بمشروعات المناخ خاصة مع التقصير المستمر في الوفاء بوعود قطعت منذ قمة كوبنهاغن في 2009 فيما يتعلق بتوجيه 100 مليار دولار من البلدان المتقدمة إلى النامية، وهو ما لم يتم تلبيته في أي سنة حتى انعقاد قمة غلاسكو العام الماضي وإشكاليات التمويل من حيث حساب المشاريع التنموية على انها مشاريع خضراء وتحسب ضمن تمويل المناخ.

عدم وضوح أساليب التقدير والقياس والإفصاح وكذا عدم وجود جهة للتحقق من سلامة الإجراءات والحساب الدقيق لتحقيق الأهداف المعلنة عن الحياد الكربوني.

متطلبات الملف الحرج المتعلق بالخسائر والدمار"loss and damage" عدم وفاء الدول المتقدمة بتعهداتها المالية لأغراض التصدي لتغيرات المناخ، سواء من خلال التخفيف للإنبعاثات الضارة أو التكيف مع آثارها. الذي لحق بالبلدان النامية، تضرراً من الانبعاثات الضارة بالمناخ وتراكمها منذ الثورة الصناعية الأولى (الدين، 2022)

1.9. التوصيات العلمية لتعهدات الحياد الكربوني

شكَّل مجموعةَ الخبراء الدولية الأمينُ العام للأمم المتحدة لمتابعة تعهدات الحياد الكربوني من المؤسسات والأطراف غير الرسمية. وضمت عدداً من الخبراء المرموقين في مجالات العمل المناخي والبيئي والتمويل والتنمية والرقابة، وتم اختيار وزيرة البيئة والمناخ السيدة كاثرين ماكينا، لرئاسة المجموعة التي ستُصدر توصياتها قبل نهاية هذا العام(2022) في المجالات الأربعة الآتية: **أولاً، مراجعة المعايير والمفاهيم المعمول بها في تحديد أهداف الحياد الكربوني وتخفيض الانبعاثات الضارة بالمناخ إلى الصفر. ثانياً، الأسس المستند اليها في تحديد أهداف الحياد الكربوني وتخفيض الانبعاثات الضارة، وأساليب القياس والإفصاح. ثالثاً، الخطوات العملية المتخَذة للتحقق من سلامة الإجراءات والحساب الدقيق لتحقيق الأهداف المعلنة عن الحياد الكربوني. رابعاً، التعرف على خريطة الطريق لترجمة المعايير والأسس المتفق عليها لقواعد رقابية دولية ووطنية.** فإذا أُتيحت الفرصة لمؤسسات البحث العلمي تجدها لا تتوقف بفرقها المتخصصة عند تشخيص الداء لأسباب تدهور المناخ، بل تطوّر حلولاً عملية للتخفيف من الانبعاثات الضارة وتخفيض ملوثات البيئة والتكيف مع آثار ما لحق بالمناخ من أضرار. وأصبحت هناك بدائل تكنولوجية مجدية منخفضة التكلفة لمصادر الطاقة ووسائل النقل وتطوير التجمعات العمرانية والتوسع في التصنيع والزراعة، وجاء ذلك كله بفضل الاستثمار في رأس المال البشري وفي البحث العلمي وتعزيز تعاونه مع قطاعات الإنتاج والأعمال في تحويل التجارب المعملية إلى مشروعات واسعة النطاق، وتحقيق طفرات في جهود العمل وإرشاد صانع القرار السياسي ومتابعة المستجدات في مجالات الاستثمار والوفاء بالتعهدات خصوصاً في مجالات التكيف التي عانت من إهمال في السياسات والاستثمارات المطلوبة في إدارة المياه وتوفير الغذاء وحماية البنية الأساسية وبرامج التنمية الريفية والحضرية. (محى الدين، 2021)

أهم جهات التمويل العالمية للتغييرات المناخية

خلال الأعوام السابقة تم ضخ مجموعة من القروض والمنح للإستثمارها في تنمية الطاقة النظيفة عن طريق مشاريع تتعلق بالطاقة المتجددة ويجدر الإشارة هنا إلى أهم الجهات التمويلية العالمية في مجال التمويل المناخى وتمويل مشروعات الطاقة المتجددة.

جدول 1: أهم الجهات التمويلية العالمية والجهات العاملة فى تمويل القضايا المناخية

مرفق البيئة العالمى(GEF)	بنك التنمية الآسيوي (ADB)
برنامج الأمم المتحدة للتنمية(UNDP)	بنك التنمية الأفريقي (AfDB)
برنامج الأمم المتحدة للبيئة(UNEP)	بنك التنمية الأفريقي (AfDB)
برنامج الأمم المتحدة بشأن التغيير المناخى(UNFCC)	بنك أمريكا اللاتينية للتنمية (CAF)
منظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية (UNIDO)	البنك الدولى(WB)
مجموعة البنك الدولي (WBG)	مؤسسة التمويل الدولية (IFC)
برنامج الأمم المتحدة لمكافحة التصحر(UNCCD)	(ADB)بنك التنمية الأسيوى
الصندوق الدولي للتنمية الزراعية (IFAD)	البنك الإسلامي للتنمية (IsDB)
منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة(FAO)	البنك الأوروبي لإعادة الإعمار والتنمية (EBRD)
الوكالة اليابانية للتعاون الدولي (JICA)	بنك التنمية الجديد (NDB)
الوكالة الأمريكية للتنمية(USAID)	بنك التنمية الأمريكي (IADB)
تمويل التعاون الإسلامي للتجارة الدولية(ITFC)	(GCF)صندوق المناخ الأخضر
منظمة التعاون الاقتصادي والتطور(OECD)	وكالة التنمية الفرنسية(AFD)

المصدر: إعداد الباحث بالإستفادة من تدريب RENAC, CLIMATE FINANCE,2019

ويوضح ملحق 7 [6]التحالفات العالمية للإستدامة والمناخ وتاريخ إطلاقها (Baysa and others, 2021)

وطبقاً ملحق 8 [7]نجد أن تمويل منطقة شمال أفريقيا والشرق الأوسط ضعيفه جدا حوالى 16 مليار دولار فقط مقارنة بباقى الأماكن الأخرى في العالم مثل جنوب أفريقيا حوالى 19 مليار دولار وأمريكا اللاتينية 35 مليار دولار.وظهرت أهمية التمويل في مؤتمر الأطراف COP 26 حيث تقدمت جنوب أفريقيا للحصول على تمويل بـ27 مليار دولار لوقف محطات الفحم ومعاجة إنقطاعات الكهرباء في البلاد وتم الموافقة على إعطائها قروض بقيمة (7.2 مليار دولار) في الطاقة الشمسية والرياح بحلول عام 2030.

[6] ملحق 7: تحالفات الاستدامة والمبادرات التمكينية في القطاع المالي، حسب سنة الإطلاق

[7] ملحق 8: القيم المادية بالعالم للمناطق لتمويل المناخ، حسب القطاع العام / الخاص (مليار دولار أمريكي ، المتوسط السنوي (2020/2019

1.10. السياسات والآليات للتحول من الطاقة التقليدية للطاقة المتجددة والوصول إلى صافي الانبعاثات الصفرى 2050

جدول 2: موجز لخيارات الانتقال الخمسة والجوانب الرئيسية لكل عملية انتقال

الخيار	المكونات الرئيسية	السياسات والآليات	المنافع المشتركة	الإمكانات السنوية لخفض انبعاثات غازات الدفيئة من مصادر الطاقة المتجددة، وكفاءة استخدام الطاقة، والتدابير الأخرى بحلول عام 2050
التوسع في توليد الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة	• وضع خطة للوصول إلى نِسَب عالية من مصادر طاقة متجددة متنوعة • الكهرباء مصدر الطاقة الرئيسي بحلول عام 2050، وذلك بتوفير ما لا يقل عن 50 في المائة من إجمالي استهلاك الطاقة النهائي • وصول حصة الطاقة المتجددة في الكهرباء إلى 85 في المائة بحلول عام 2050	• اتباع تدابير مرنة للوصول إلى نِسَب عالية من مصادر طاقة متجددة متنوعة • دعم نشر الطاقة الموزعة • التدابير المبتكرة: هياكل التعريفات العاكسة للتكاليف، والإعانات المستهدفة، والمزادات العكسية، والقياس الصافي	• زيادة الكفاءة في الطلب على الطاقة في الاستخدام النهائي • الفوائد الصحية • الوصول إلى الطاقة والأمن • التوظيف	• قطاع الطاقة: 1.8 غيغا طن من ثاني أكسيد الكربون • قطاع البناء (الحرارة والطاقة): 1.2 غيغا طن من ثاني أكسيد الكربون • تدفئة المدن وغيرها: 1.9 غيغا طن من ثاني أكسيد الكربون
التخلصُّ التدريجي من الفحم	• تخطيط وتنفيذ خطة التخلصُّ التدريجي من الفحم • الانتقال من الفحم إلى الطاقة المتجددة • توسيع استخدام نظُم التقاط ثنائي أكسيد الكربون وتخزينه • تحسين الكفاءة على نطاق المنظومة	• برامج الدعم الإقليمية • الإعفاءات الضريبية والإعانات • تسعير انبعاثات الكربون • سياسات الوقف الاختياري • تحييد المخاطر المتعلقة باستثمارات الطاقة النظيفة • نقل عمال الفحم (المناجم ومحطات توليد الطاقة	• خفض المخاطر الصحية (الهواء والماء وتلوث الأراضي) • المهارات المستقبلية وخلق فرص العمل	• حصة خفض انبعاثات الطاقة الناتجة عن التخلصُّ التدريجي من الفحم: 4 غيغا طن من ثاني أكسيد الكربون)النطاق: 6.3– 4.4 غيغا طن من • ثاني أكسيد الكربون(، منها 1 غيغا طن من ثاني أكسيد الكربون من البلدان الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي و3 غيغا طن من ثاني أكسيد الكربون من بقية دول العالم

خفض انبعاثات الكربون في وسائل النقل	• تقليل استخدام الطاقة في وسائل النقل • كهربة وسائل النقل • استبدال الوقود) الطاقة الحيوية والهيدروجين(• تغيير وسيلة النقل	• تصميم مسارات لوسائل النقل غير المزودة بمحركات • وضع معايير لانبعاثات المركبات • إنشاء محطات للشحن • إلغاء إعانات الوقود الأحفوري • الاستثمارات في النقل العام	• تحسن الصحة العامة نتيجة انخفاض تلوث الهواء • أمن الطاقة • انخفاض الإنفاق على الوقود • انخفاض الازدحام	• كهربة وسائل النقل: 6.1 غيغا طن من ثاني أكسيد الكربون
خفض انبعاثات الكربون في مجال الصناعة	• (خفض الطلب)الاقتصاد الدائري، وتغيير وسائل النقل ،واللوجستيات • كهربة عمليات التدفئة • تحسين كفاءة الطاقة • الاستخدام المباشر للكتلة /الوقود لإحيائي	• تسعير انبعاثات الكربون • المعايير والقواعد التنظيمية، ولاسيما تلك المتعلقة بخفض الطلب على المواد	• أمن الطاقة • الوفورات والقدرة التنافسية	• الصناعة : 8.4 غيغا طن من ثاني أكسيد الكربون
تجنبُ الانبعاثات المستقبلية والوصول إلى الطاقة	• ربط الوصول إلى الطاقة بخفض الانبعاثات لنحو 5.3 مليار نسمة من المفتقرين إلى الطاقة	• التعريفة التفضيلية لإمدادات الطاقة المتجددة والمزادات • المعايير والقواعد التنظيمية • الإعانات ودعم رواد الأعمال	• تحسين الوصول • تلبية الاحتياجات الأساسية وأهداف التنمية المستدامة	• لا ينطبق

المصدر: الأمم المتحدة للبيئة, تقرير فجوة الانبعاثات،2019

وكما هو موضح جدول 2 نجد أن ترتيب الخيارات من حيث كمية خفض انبعاثات الغازات الدفيئة من مصادر الطاقة المتجددة، وكفاءة استخدام الطاقة، والتدابير الأخرى بحلول عام 2050 أولها الصناعة 8.4 غيغا طن ويليها الفحم 7 غيغا طن وكهربة النقل6.1 غيغا طن من ثاني أكسيد الكربون **(الأمم المتحدة للبيئة، 2019)**.

جدول 3: التكاليف الثابتة لسياسات خفض إنبعاثات الكربون من الدراسات الاقتصادية

التدابير المتخذة على مستوى السياسات	التكلفة الثابتة التقديرية للحد من انبعاثات ثانى أكسيد الكربون(بالدولار الأمريكي للطن،حسب قيمة الدولار فى 2017(مرتبة من الأقل إلى الأعلى تكلفة)
سلوكيات كفاءة الطاقة	190–
إنتاج الإيثانول من نشا الذرة	310+ -18–
إعادة إحياء الغابات	10–1
معايير حافظة الطاقة المتجددة	190–0
صرف دعم لمستخدمي طاقة الرياح	260–2
خطط الطاقة النظيفة	11
ضرائب البنزين	47–18
تنظيم حرق الميثان	20
سياسات الانبعاثات الزراعية	65–50
المعايير الوطنية للطاقة النظيفة	110–51
إدارة التربة	57
سياسات إدارة الثروة الحيوانية	71
التوسع فى استخدام الطاقة الشمسية	100
صرف دعم لمستخدمي الوقود المتجدد	100
معايير الوقود منخفض الكربون	900,2–100
صرف دعم لمستخدمي نظم الخلايا الفولتضوئية الشمسية	2100–140
وقود الديزل الحيوى	420–150
برامج كفاءة الطاقة	300–250
الخصم النقدي على إحلال السيارات القديمة	420–270
برامج إعانات حماية المنازل من العوامل الجوية وتخفيض استهلاك الطاقة	350
الدعم المخصص لبطاريات السيارات الكهربائية	640–350

المصدر: دراسة Kenneth Gillingham and James H. Stock,(2018) "The Cost of Reducing Greenhouse

يعرض الجدول تقديرات للتكاليف الثابتة للسياسات من مختلف بلدان العالم، ولقد تم تطبيق معظمها فى الولايات المتحدة.

ويتم تحويل تكلفة غازات الدفيئة الأخرى بخلاف ثاني أكسيد الكربون إلى معادل ثاني أكسيد الكربون على أساس تأثيرها المحتمل على الاحترار العالمي وتستند التقديرات إما إلى دراسات فردية أو مجموعة من التقديرات المستمدة من دراسات مختلفة. **(KENNETH AND JAMES, 2018)**

بعض السياسات المختارة لمجموعة العشرين

تركز المنهجية المعتمدة على مجموعة مختارة من مجالات السياسة، مع التركيز الأساسي على إزالة الكربون من نظام الطاقة.

ويوضح جدول 4 خمس سياسات رئيسية وموقف كل دولة منها وهى كالتالى :

جدول 4: سياسات مناخية مختارة لمجموعة العشرين

Country	Updated NDCs [a]	Net zero (NZ) commitment [b]	Phase out of coal [c]	Carbon pricing [d]	Electric vehicle (EV) target [e]
China		2060†		✔	✔§
US	✔	✔†			✔
EU	✔	✔		✔	✔
India					✔§
Japan	✔	✔		✔	✔§
Germany	✔	2045	2038	✔	✔§
Russia	✔*				✔
Indonesia	✔*	2060†	2055‡		✔
Brazil	✔*	✔†			
France	✔	✔	2022	✔	✔§
UK	✔	✔	2024	✔	✔§
Italy	✔	✔†	2025	✔	✔
Mexico	✔*			✔	
Turkey		2053†			
Korea	✔*	✔		✔	✔
Canada	✔	✔	2030	✔	✔§
Saudi Arabia			n/a		
Australia	✔*				
Argentina	✔	✔†		✔	
South Africa	✔	✔†		✔	

المصدر: PwC | Net Zero Economy Index 2021

المساهمات المحددة وطنيًا المحدثة: الدول التي قامت إما بتحديث المساهمات المحددة وطنيًا الأولى أو قدمت تقرير المساهمات المحددة وطنيًا ثانيًا. قدمت الدول المشار اليها بعلامة "✔ *" تحديثًا

تعقب التزام صافي صفر: التزام صافى صفر منصوص عليه في القانون، الهدف لعام 2050 ما لم يُنص على خلاف ذلك ، أي دولة يُشار اليها بالرمز "✔ †" لديها شبكة الهدف الصفري إما أن يكون تشريعًا مقترحًا أو موجود حالياً في وثيقة سياسة.

التخلص التدريجي من الفحم: الالتزام بالتخلص التدريجي من استهلاك الفحم في قطاع الطاقة.

تسعير الكربون: إما ضريبة الكربون أو مخطط تداول الانبعاثات (ETS) المعمول به على المستوى الوطني

هدف السيارة الكهربائية (EV): يتعلق هدف المركبة الكهربائية بطموح على المستوى الوطني يستهدف كمية مخزون المركبات الكهربائية ، ونسبة مبيعات المركبات الكهربائية في حسب البلد لسنة معينة ، و / أو نسبة المركبات الكهربائية على الطريق في سنة معينة ، و/ أو التخلص التدريجي من مركبات محرك الاحتراق الداخلي (ICE).

(Milborrow and others، 2021)

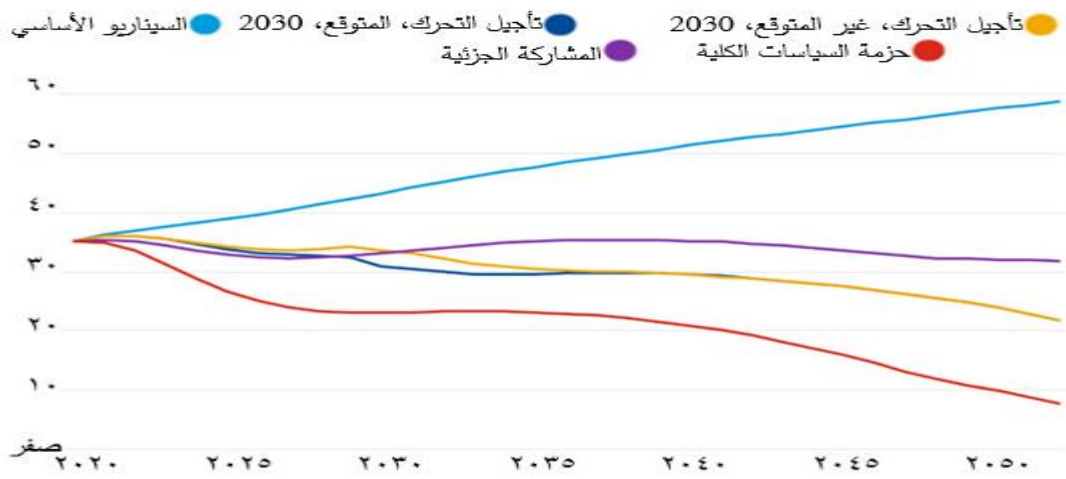
1.11. سيناريوهات الوصول إلى صافى الانبعاثات الصفرى

سيناريوهات الوصول لصافي الانبعاثات الصفرى عام 2050 تعتمد على **ثلاث لبنات أساسية** والتي تم إقتراحها بواسطة خبراء البنك الدولى (صندوق النقد الدولى، 2021) هي:

تسعير الكربون: يعد نظام تسعير الكربون، الذي قد يأخذ شكل ضريبة الكربون أو أنظمة تداول تراخيص إطلاق الانبعاثات الكربونية من أهم عناصر استراتيجية خفض الانبعاثات فالدعم من خلال الاستثمارات الخضراء وأعمال البحوث والتطوير لن يكون كافيا على الأرجح لتحقيق صافى الانبعاثات الصفرى. ولكن برفع تكلفة مصادر الطاقة عالية الانبعاثات الكربونية يمكن لنظام تسعير الكربون أن يحفز التحول إلى أنواع وقود أنظف وكفاءة استهلاك الطاقة. وفي المقابل، نجد أن زيادة المعروض فقط من مصادر الطاقة النظيفة سيؤدي غالبا إلى خفض تكلفة الطاقة لكنه لن يحفز كفاءة استهلاك الطاقة بقدر كبير، مما سيتعذر معه بلوغ هدف صافى الانبعاثات الصفرى.

وتوضح الدراسة التحليلية لتسعير الكربون أن تأجيل التحرك نحو تسعير الكربون لمدة 10 سنوات سيؤدي على الأرجح إلى اتساع هامش التأخر في تحقيق هدف صافي الانبعاثات الصفرية بحلول منتصف القرن، نظراًلأن الأسعار اللازمة عندئذ لتحقيق تلك الأهداف ستبدو غير مجدية. وسيترتب على مثل هذا التأجيل، مقارنة بسرعة استحداث نظام لتسعير الكربون، أن ترتفع درجات الحرارة وما ينجم عنها من أضرار محتملة على المناخ والاقتصاد لا يمكن تداركها. والتوصل إلى اتفاق حول حد أدنى لأسعار الكربون بين البلدان الرئيسية المسؤولة عن إصدار أكبر قدر من الانبعاثات، مع تمييز الأسعار حسب درجة التطور في تلك البلدان ، سيسمح بسهولة اتخاذ الإجراءات على صعيد تسعير الكربون من خلال معالجة بواعث القلق من احتمال تأثير التحرك الأحادي على القدرة التنافسية للشركات كثيفة استخدام الطاقة والقطاعات المعرضة لمخاطر التجارة، وتحويل الإنتاج إلى البلدان ذات الأسعار الأقل وكما نرى بالشكل المرفق الأسعار المقترحة بداية من35 دولار عام 2021 (صندوق النقد الدولى، 2021).

شكل 6: سيناريوهات تسعير الكربون بالدولار طبقا لتقرير خبراء صندوق النقد



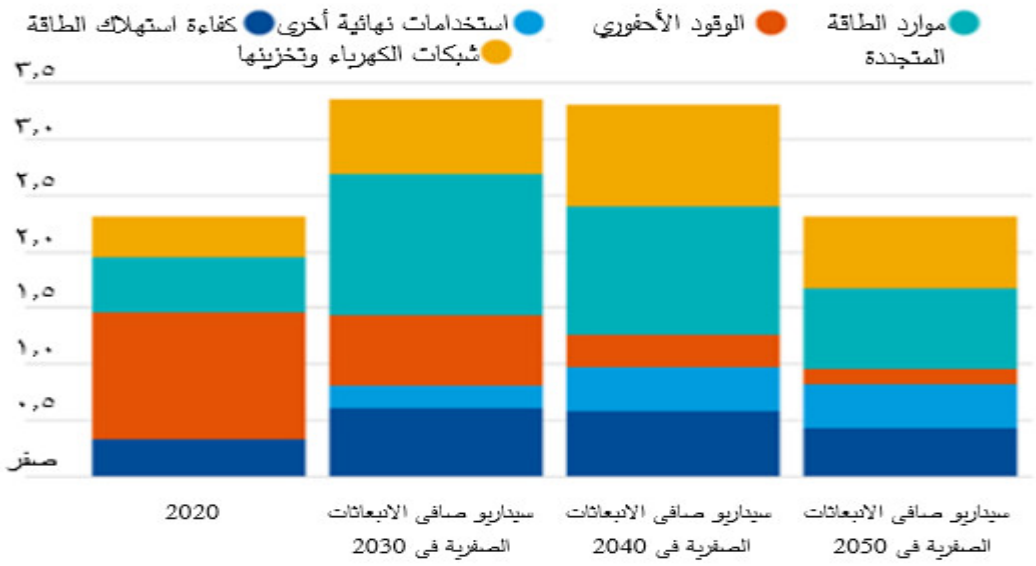
المصدر : تقرير خبراء صندوق النقد(2021). فيتور غاسبار وإيان باري.

الاستثمار الأخضر: تمثل الاستثمارات الخضراء عاملا حيويا في سبيل التحول إلى اقتصاد منخفض الكربون ودعم الاستجابة لتطبيق نظام تسعير الكربون. ولتحقيق تحول جذري في نظام الطاقة الحالي ينبغي زيادة الاستثمارات لتمويل التحول من الوقود الأحفوري إلى مصادر الطاقة المتجددة واعتماد شبكات الكهرباء الذكية، واتخاذ تدابير رفع كفاءة استهلاك الطاقة، والتحول إلى

استخدام الكهرباء في قطاعات كالنقل والبناء والصناعة. ولا شك أن القيام باستثمارات كبيرة في مرحلة التحول سيكون بالغ الأهمية. وعلى سبيل المثال، نجد أن الشخص الذي يرغب في شراء سيارة جديدة قد يكون أكثر استعدادا لشراء سيارة تعمل بالكهرباء بدلا من البنزين في حالة توافر محطات شحن المركبات بالكهرباء على نطاق أوسع. والاستثمار في أعمال البحوث والتطوير أيضاً يمثل عاملاً رئيسياً – وسوف يتعين تحقيق المزيد من التقدم التكنولوجي حتى يصبح التحول إلى صافي الانبعاثات الصفرية أمرا ممكنا. ورغم أن تخفيض الانبعاثات في العديد من القطاعات قد يترتب عليه ارتفاع تكلفة الاستثمارات في المراحل الأولى المقترنة بإنشاء بنية تحتية جديدة، فإنه سيؤدي إلى خفض التكاليف المتكررة نتيجة الانخفاض في استهلاك الوقود. فتركيب ألواح الطاقة الشمسية لتزويد مضخة مياه بالطاقة في إحدى القرى الريفية مثلا سينطوي على تكلفة جديدة في البداية، ولكن الطاقة المستمدة من الشمس مجانية. كذلك تتبع استثمارات رفع كفاءة استهلاك الطاقة مسارا مماثلا.

ويوضح شكل 7 الإستثمارات على مدار العشرين السنة القادمة للتحول إلى الطاقة الخضراء وسيتطلب مستوى أعلى فى البداية ولكن يفترض إنخفاضه لاحقا (الإستثمار كنسبة مئوية من إجمالى الناتج المحلى ، السنوات من 2020 حتى 2050)
(NET ZERO BY 2050 IEA, 2021)

شكل 7: نسبة الاستثمارات للناتج المحلى الإجمالى وفقا لسيناريوهات الوصول إلى صافى الانبعاثات الصفرية من عام 2020 حتى 2050



المصدر : صندوق النقد الدولي (2021). تقرير خبراء صندوق النقد.

التحول العادل: له بعدان أساسيان أحدهما محلي والآخر دولي. وعلى **الجانب المحلي**، يتعين على الحكومات اتخاذ تدابير لمساعدة الأسر غير القادرة بالفعل على تحمل تكاليف المستلزمات الأساسية لكي تتمكن من سداد تكاليف الطاقة المرتفعة. وينبغي إيصال مزايا هذه التدابير لعمال مناجم الفحم وغيرهم من العمالة والمجتمعات السكانية التي تعتمد في أرزاقها على القطاعات مرتفعة الانبعاثات الكربونية. أما على **الجانب الدولي**، فسوف يكون الدعم المالي ضروريا للاقتصادات النامية، التي يتوقع تحملها تكاليف باهظة في مرحلة التحول دون أن تتوفر لها السبل الكافية لتغطيتها.

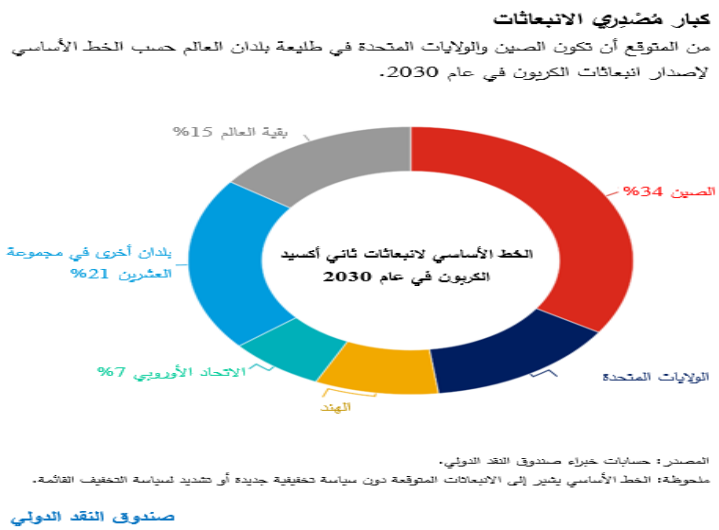
وكانت كبرى البلدان المسؤولة عن إصدار أكبر قدر من الانبعاثات كالصين والاتحاد الأوروبي واليابان وكوريا والولايات المتحدة قد تعهدت بالوصول بصافي انبعاثاتها إلى مستوى الصفر بحلول منتصف القرن. ولن يقتصر ذلك على خفض نسبة كبيرة من الانبعاثات العالمية بل سيوفر الحلول التكنولوجية وعلى مستوى والسياسات لتيسير اتباع البلدان الأخرى لهذا المنهج وجعله في المتناول. ومع ذلك، في غياب سياسة عالمية للمناخ فإن البلدان المُصْدرة لقدر أقل من الانبعاثات اليوم سوف تصبح من كبار مُصْدري الانبعاثات مع تنامي أعداد سكانها ومستويات دخلها. وهذه البلدان هي أيضاً البلدان الأشد تضررا في الغالب من آثار تغير المناخ، والتي يتعذر عليها تحمل تكاليف التحول أكثر من سواها، نتيجة سرعة نمو احتياجاتها من الطاقة وتضاؤل الحيز المتاح من ميزانياتها لتمويل الاستثمارات الخضراء.

ومن شأن تمويل الأنشطة المناخية أي تمويل الاستثمارات المخفضة للإنبعاثات في البلدان النامية – أن تسمح بتقاسم الأعباء على نحو يتسم بقدر أكبر من المساواة ويساعد الاقتصاد العالمي في الوصول بصافي الانبعاثات إلى مستوى الصفر. وهناك العديد من البلدان النامية على استعداد في الوقت الراهن لزيادة حجم مساهماتها المحددة وطنيا إذا حصلت على تمويل للأنشطة المناخية، ونظراً لأن كثيرا من فرص تخفيف الانبعاثات الأقل تكلفة في العالم موجودة في الاقتصادات الصاعدة والنامية، فإن العمل على انتهاز هذه الفرص سيكون في صالح العالم أجمع.

بعض البلدان تنتج أكثر بكثير من غيرها، حيث أن المائة دولة التي تنتج أقل قدر من الانبعاثات تولد 15 في المائة فقط من إجمالي الانبعاثات، بينما البلدان العشرة التي تنتج أكبر قدر من الانبعاثات كما هو موضح شكل 8. والصين وحدها تتسبب في 34% من إنبعاثات العالم ويليها مجموعة العشرين والولايات المتحدة والإتحاد الأوروبى.

وأخيراً يجب على الجميع اتخاذ إجراءات بشأن المناخ، لكن البلدان والأشخاص الذين يتسببون في أكبر قدر من المشكلة يجب أن يتحملون مسؤولية أكبر لمباشرة العمل بشأن المناخ (صندوق النقد الدولى، 2021).

شكل 8: خريطة الدول الكبرى في تصدير الانبعاثات الكربونية للعالم



المصدر: صندوق النقد الدولى (2021). تسعير الكربون.

1.12. كيفية الوصول إلى صافى الانبعاثات الصفرى 2050 (رؤية الإتحاد الأوروبى)

إمكانية التحول إلى اقتصاد بصافي صفر من انبعاثات الغازات الدفيئة بحلول عام 2050 ، تحدد الرؤية الاستراتيجية الخاصة بالمفوضية الأوروبية السبل التي يمكن من خلالها تحقيق عملية التحول إلى الاقتصاد القائم على الحياد المناخي إلى سبعة عناصر استراتيجية أساسية :

كفاءة استخدام الطاقة

اتفاق الاتحاد الأوروبي مؤخرًا على هدف جديد ملزم بالوصول بمعدلات كفاءة استخدام الطاقة إلى 32.5 % بحلول عام 2030

نشر موارد الطاقة المتجددة

سيؤدي التوسع في نشر مصادر الطاقة المتجددة إلى إلغاء مركزية إنتاج الطاقة الكهربائية وزيادة معدلات الإنتاج. بحلول عام 2050 ، سوف يتم الحصول على أكثر من 80 % من الطاقة الكهربائية من مصادر الطاقة المتجددة.

شبكات النقل النظيف والآمن

يمثل النقل القطاع المسؤول عن ربع انبعاثات الغازات الدفيئة في الاتحاد الأوروبي، تستثمر صناعة السيارات بالفعل بكثافة في تقنيات مثل السيارات الكهربائية تعد البنية التحتية أيضاً مقومًا أساسيًا من مقومات عملية التحول، على سبيل المثال؛ من خلال إتمام تنفيذ شبكة النقل العابرة لأوروبا TEN–T بحلول عام 2030 . ونظام إدارة حركة مرور السكك الحديدية الأوروبية ERTM سيتيح ذلك لشبكات الربط عبر القطارات فائقة السرعة أن تصبح بديلاً حقيقيًا للطيران بالنسبة لبعض الرحلات داخل الاتحاد الأوروبي.

الصناعة التنافسية والاقتصاد الدائري

مع زيادة تطبيق ممارسات إعادة التدوير، سوف يصبح إنتاج العديد من السلع الصناعية مثل الصلب والزجاج والبلاستيكات أكثر كفاءةً في استخدام الموارد وأقل كثافة في الانبعاثات نظراً لانخفاض حجم الاحتياجات من الطاقة بدرجة أكبر. سيؤدي ذلك بدوره إلى تحسين القدرة التنافسية للصناعة وتوفير فرص عمل ووظائف.

البنية التحتية وشبكات الربط الداخلية

تنفيذ شبكات النقل والطاقة العابرة لأوروبا. يلزم وجود بنية تحتية كافية لدعم تطوير منظومة أكثر حداثة وإتاحة التحول الرقمي والمزيد من التكامل بين القطاعات ذات الصلة، بما في ذلك شبكات الكهرباء الذكية، وشبكات البيانات/المعلومات، وخطوط أنابيب الهيدروجين في الأماكن المطلوبة. وستتطلب عملية تحويل قطاع النقل في أوروبا تطوير البنية التحتية بوتيرة سريعة وتحقيق قدر أكبر من التعاون بين منظومتي النقل والطاقة، مثل المحطات الذكية للشحن وتزويد الوقود التي تقدم خدمات عبر الحدود.

الاقتصاد الحيوي ومصارف الكربون الطبيعية

بحلول عام 2050، سوف يرتفع تعداد سكان العالم بنسبة 30 % عن التعداد الحالي الذي يقدّر طبقًا لإحصائيات منظمة الأمم المتحدة بنحو 9.8 مليارات نسمة. في ظل مواجهة تأثيرات تغير المناخ على الأنظمة البيئية والاستخدام العالمي للأراضي، سيكون على قطاعات الزراعة في الاتحاد الأوروبي سد حاجة الاقتصاد بأنواع من الطعام والأعلاف والالياف يتم إنتاجها بطرق مستدامة. في الوقت نفسه، سوف تسهم هذه القطاعات بدور مهم في الحفاظ على التنوع الحيوي والتحول إلى اقتصاد بصافي صفر من انبعاثات الغازات الدفيئة .يمكن الاعتماد على الكتلة الحيوية كبديل للمواد ذات انبعاثات الكربون الكثيفة وكذلك في تزويد الحرارة بطريق مباشر. إذ يمكن تحويلها إلى وقود حيوي وغاز حيوي يمكن نقلهما عبر شبكة الغاز كبديل للغاز الطبيعي. في حالة استخدام الكتلة الحيوية لتوليد الطاقة، يمكن استخدام التكنولوجيا لاحتجاز انبعاثات الكربون وتخزينها من أجل التخلص من الانبعاثات.

التعامل مع الانبعاثات المتبقية عن طريق احتجاز الكربون وتخزينه (CCS)

تم التعامل مع عملية احتجاز الكربون وتخزينه CCS في الأصل بمثابة خيار رئيسي للتخلص من الكربون من أجل إنتاج الطاقة الكهربائية. في الوقت الحالي، تبدو الحاجة المحتملة إلى هذه العملية أقل، نظراًلانخفاض تكاليف الخيارات المتجددة الأخرى التي يمكن الاستعانة بها لتقليل الانبعاثات في القطاعات الصناعية إلى جانب أن عملية احتجاز الكربون وتخزينه CCS تلاقي استحسانًا أقل على المستوى الاجتماعي.

بالرغم من ذلك، تظل هذه العملية ضرورية كوسيلة يمكن الاستعانة بها لإنتاج الهيدروجين، وكآلية لتخليص الصناعة من انبعاثات معينة يصعب الحد منها، ومن أجل ابتكار تقنيات للتخلص من ثاني أكسيد الكربون وذلك بصحبة الكتلة الحيوية المستدامة. يلزم بذل المزيد من الجهود في مجالات البحث والابتكار والتجارب لضمان نشر عملية احتجاز الكربون وتخزينه CCS بنجاح (المفوضية الأوروبية، 2019).

تحول الطاقة في مصر ومسارات صافي الانبعاثات الصفرى 2050

1.13. الوضع الحالي للطاقة المتجددة في مصر

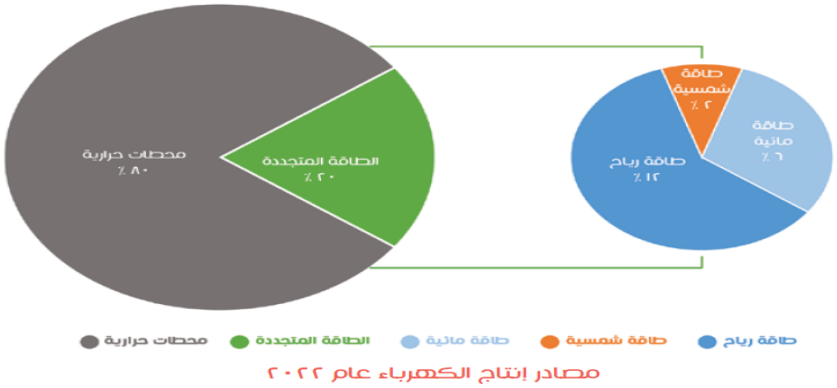
تم الاهتمام الفترة الأخيرة بمشروعات الطاقة المتجددة وزيادة الإستثمارات الخاصة بمشروعات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح ويتضح من **جدول 5** نسبة الطاقة المتجددة إلى إجمالي الطاقة الكهربية المتولدة في مصر كانت لا تتعدى 9% عام 2019 وزادت عام 2020 إلى 12% إلا أنها مازالت تحتاج إلى الزيادة إلى نسبة 20% عام 2022 **(هيئة الطاقة الجديدةوالمتجددة، 2021)** من إجمالى مجموع الطاقة المولدة وهى النسبة المخططة طبقا لمستهدفات استراتيجية الطاقة المتكاملة 2035. كما هو موضح شكل 9 وللوصول لنسبة المستهدفة من الطاقة الجديدة والمتجددة يجب مواصلة ضخ إستثمارات ومواصلة السياسات التحفيزية للقطاع الخاص.

جدول 5: العلاقة بين نسبة الطاقة المتجددة إلى إجمالي الطاقة المتولدة في مصر لعامى 2019 و2020

السنة	الطاقة المائية	الطاقة الجديدة والمتجددة	محطات غير مرتبطة بالشبكة	إجمالي الطاقة الجديدة والمتجددة المتولدة	إجمالي الطاقة المتولدة	نسبة الطاقة المتجددة إلى إجمالي الطاقة المتولدة في مصر
وحدة القياس	ج.و.س	ج.و.س	ج.و.س	ج.و.س	ج.و.س	ج.و.س
2019/2018	13,121	4,543	142	17,806	199,843	%9
2020/2019	15,083	8,663	136,4	23,746	197,357	%12

المصدر : الجدول من تصميم الباحث واعتماداً على بيانات (IEA، 2021).

شكل 9: مصادر إنتاج الكهرباء مصر لعام 2022 استراتيجية الطاقة المتكاملة 2035.



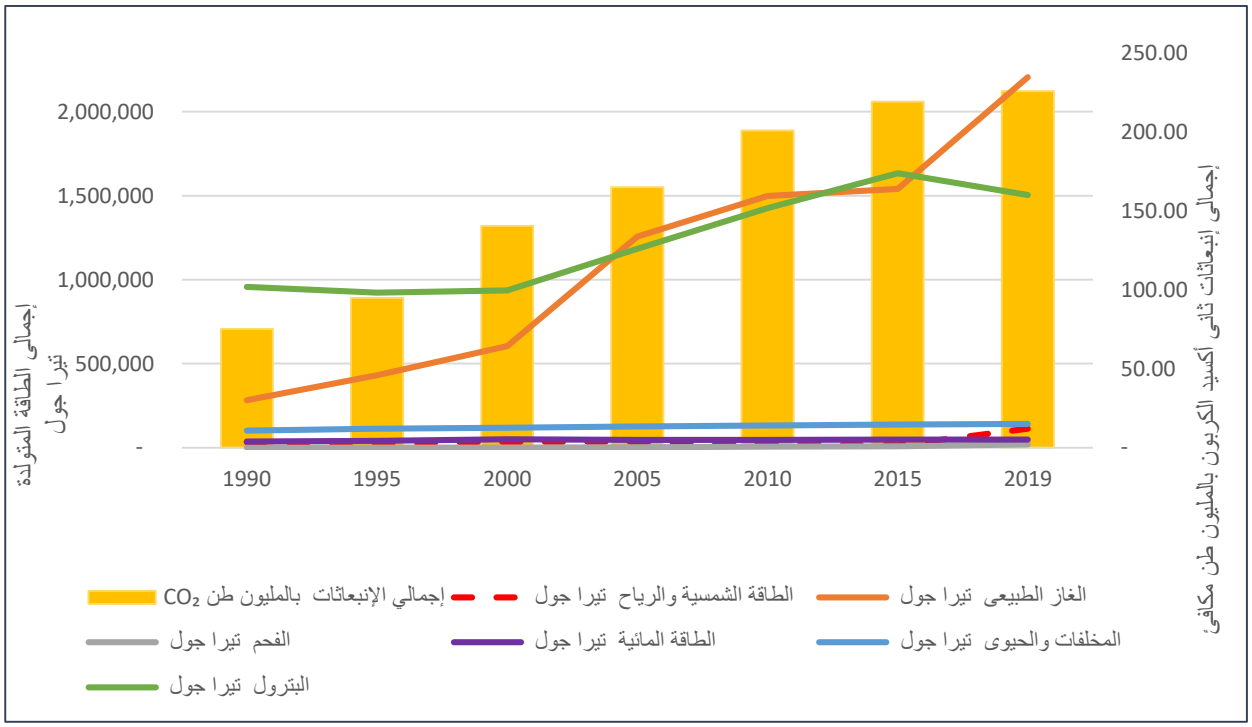
المصدر: الاتحاد الأوروبى (2015). استراتيجية الطاقة المتكاملة لمصر 2035.

1.14. الطاقة ونسب ومصادر الانبعاثات في مصر

ونجد ان هناك تقليل فى إستخدام مشتقات البترول وخصوصا المازوت وزيادة فى إستخدام الغاز الطبيعى وأيضاً زيادة الطاقة الشمسية وطاقة الرياح عام 2019بنسبة 232% عن عام 2015 كما هو موضح في **ملحق5** [8] وشكل 10 .

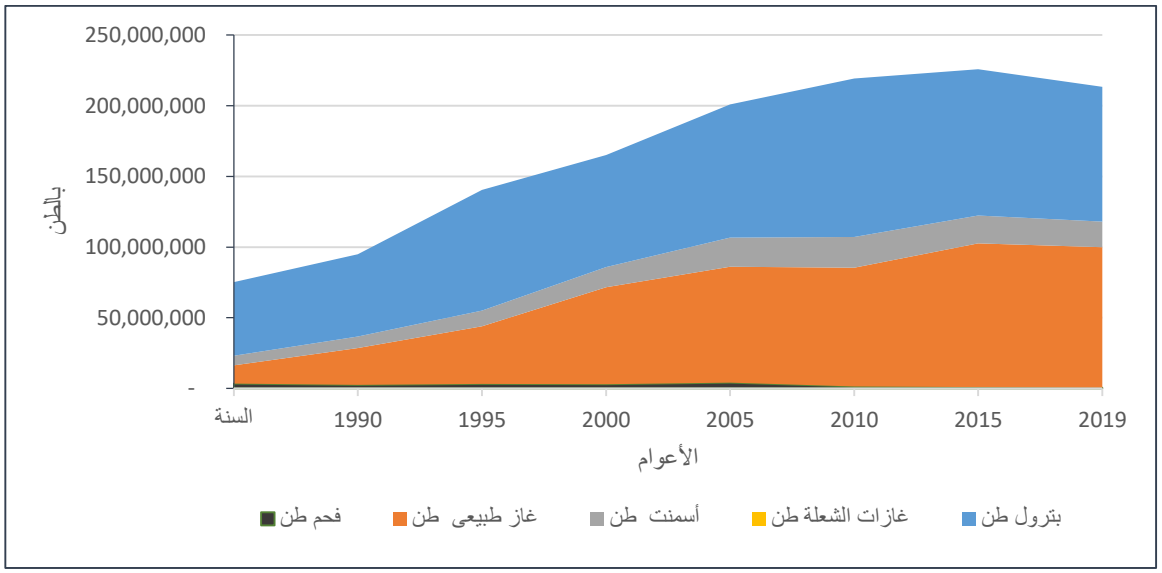
8

شكل 10: نسب الانبعاثات الخاصة بمصادر الطاقة المختلفة وإنبعاثات ثانى أكسيد الكربون فى مصر من عام 1990 حتى عام 2019



المصدر: الشكل من تصميم الباحث واعتماداً على بيانات (IEA,2021)

شكل 11: كمية انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من أنواع الوقود المختلفة بمصر من عام 1990 حتى عام 2020 بالطن



المصدر: IRENA Renewable(2020),Costing Alliance,IEA analysis

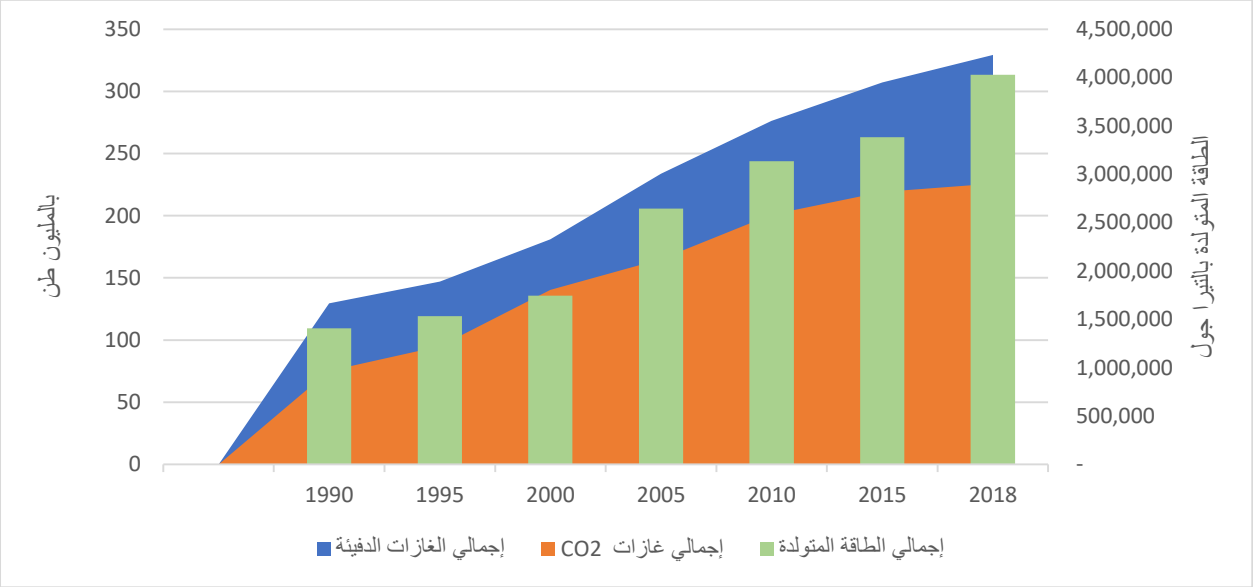
ملحق 3ملحق5 : الطاقة المتولدة من المصادر المختلفة من عام 1990 حتى عام 2019 فى مصر

المصدر : الشكل من تصميم الباحث وإعتماداً على بيانات (IEA,2021)

ويتبين من ملحق 2[9] و شكل 11 الإنخفاض بنسب بسيطة كمية انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الفترة الأخيرة نتيجة لزيادة الطاقة المتجددة وتقليل إستخدام المازوت وإستبداله بالغاز الطبيعى في محطات توليد الكهرباء.

ونسبة مصر فى الانبعاثات العالمية قليلة جدا حوالى220 مليون طن ثانى أكسيد الكربون وتمثل 0.37% من إجمالى الانبعاثات في العالم ويتبين من ملحق 3[10] وشكل 13 نسب إنبعاثات الغازات الدفيئة وثانى أكسيد الكربون مع إجمالى الطاقة المتولدة.

شكل 12: العلاقة بين الغازات الدفيئة وثانى أكسيد الكربون مع إجمالى الطاقة المتولدة بمصر من عام 1990 حتى عام 2018



المصدر : الشكل من تصميم الباحث واعتماداً على بيانات (IEA,2021)

1.15. استراتيجية الطاقة المتكاملة 2035

ارتكزت الاستراتيجية على 4 أهداف رئيسية (الإستدامة والحوكمة وإمدادات الطاقة والمنافسة) كما هو موضح في شكل 1314:

شكل 13: الأهداف الرئيسية لاستراتيجية الطاقة المتكاملة لمصر 2035.

9

ملحق 4: إجمالي انبعاثات الغازات الدفيئة و غاز ثانى أكسيد الكربون بالمليون طن وكمية الطاقة المتولدة لمصر من عام 1990 – 2018

10

ملحق5 : الطاقة المتولدة من المصادر المختلفة من عام 1990 حتى عام 2019 فى مصر.

المصدر: الاتحاد الأوروبي (2015)، "استراتيجية الطاقة المتكاملة والمستدامة".

المصدر: الاتحاد الأوروبي (2015). استراتيجية الطاقة المتكاملة لمصر 2035.

الهدف 1 – ضمان أمن الإمدادات

يتمثل الهدف الرئيسي في ضمان توفُّر إمدادات موثوقة من الطاقة لتلبية الاحتياجات المستقبلية للبلاد من خلال اعتماد المزيد من مزيج الطاقة المتنوع والاستثمار المباشر لتوفير باقة متنوعة من تقنيات الوقود الأحفوري، والطاقة المتجددة والتكنولوجيا النووية. يتضمن الهدف1

- ترشيد جانب الطلب وإصلاح دعم الطاقة، دون تحميل الموازنة تكاليف مالية باهظة.
- الوفاء باحتياجات السوق المحلى من المنتجات البترولية والبتروكيماوية والثروات المعدنية وتحقيق معدلات النمو المستهدفة للاقتصاد القومي.
- تأمين إمدادات البترول والغاز الطبيعي من خلال التوسع في أنشطة البحث والاستكشاف وتنويع المصادر والعمل على تعديل مزيج الطاقة.

الهدف 2 – ضمان الاستدامة

يتمثل الهدف الأساسي في تحقيق كلٍّ من الاستدامة الفنية والاستدامة المالية لقطاع الطاقة، مع ضمان الإمداد الكافي من مصادر متنوعة يمكن استغلالها لتوليد الطاقة، وتحقيق الاستدامة المالية من خلال القدرة على تمويل البنية التحتية اللازمة وتكاليف التشغيل بضمان دخلٍ كافٍ لرفع مستوى الكفاءة في جميع العمليات.

الهدف 3 – تحسين الإدارة المؤسسية وإدارة الشركات

يتمثل الهدف الأساسي في تحديث الهيكل المؤسسي الحالي للمؤسسات العامة لكي يلبّي احتياجات إطارٍ يتسّم بطابعٍ تجاريّ أكثر من خلال إعادة تنظيم الهياكل التنظيمية لكل من الشركة القابضة لكهرباء مصر والهيئة المصرية العامة للبترول والشركات التابعة لكلٍ منهما، واستحداث المساعدة التدريبية الأزمة للجهات المسؤولة، بالإضافة الي خطط عمل لتحسين التخطيط للطاقة وكفاءة الطاقة في جانبي الإنتاج والإستهلاك.

الهدف 4 – تعزيز الأسواق واللوائح التنظيمية التنافسية

يتمثل الهدف الأساسي في خلقِ بيئة يمكنها المساعدة في بناء أسواق طاقة تنافسية كخطوة رئيسية على طريق خفضِ التكاليف وتعزيز تحرير الأسواق لدعم المزيد من الشفافية والكفاءة داخل أسواق الكهرباء والغاز والنفط والإستمرار في تنفيذ برنامج الاصلاح الهيكلي للدعم.

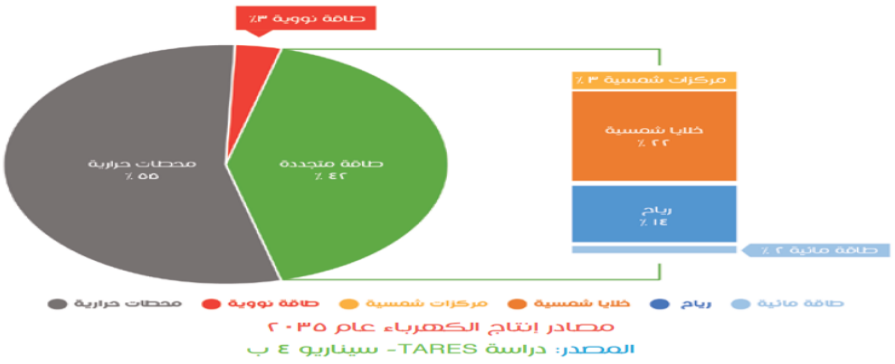
مستهدفات مكونات الطاقة الكهربائية المنتجة في عام 2035

قامت استراتيجية الطاقة المتكاملة والمستدامة حتى عام 2035 (الإتحاد الأوروبى، 2015) بدمج نتائج الدراسات السابقة، بما في ذلك الخطة الرئيسية المشتركة للطاقة المتجددة، بالإضافة إلى الخطط القائمة لتنويع الإمداد واستغلال الطاقة النووية والفحم وحددت استراتيجية الطاقة المتكاملة والمستدامة عدة سيناريوهات لمزيج الطاقة حتى عام 2035.

وأهمها سيناريو 4 ب الذى تم إختيارة (محطات حرارية 55% وطاقة متجددة 42% وطاقة نووية 3%) (هيئة الطاقة الجديدةوالمتجددة، 2020)، جرى تقييم السيناريوهات استناداً إلى القضايا الرئيسية في منظومة الطاقة المصرية، والتي تشمل ما يلي:

- التنويع في مصادر الطاقة الأولية والاعتماد على استيراد بعض مكونات الطاقة
- التنويع في توليد الكهرباء وكثافة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون
- وفوراتُ الطاقة النهائية بعد أخذ تحسين كفاءة الطاقة بعين الاعتبار كثافة الطاقة الأولية
- إجمالي الدعم المخفض وإجمالي تكاليف النظام المُخفضة
- الربط الكهربى وشبكات نقل وتداول الكهرباء

شكل 14: توقعات مصادر إنتاج الكهرباء مصر لعام 2035 (سيناريو 4ب)



استندت استراتيجية الطاقة المتكاملة التي أقرَّها المجلس الأعلى للطاقة في أكتوبر عام 2016 إلى:

- البيانات المتاحة من قطاعي البترول والكهرباء.
- تقرير التنمية المستدامة لمصر لعام (2015) وزارة التخطيط.
- دراسة بعنوان "الخطة الرئيسية المشتركة للطاقة المتجددة،"في صورتها النهائية الصادرة في ديسمبر 2015.
- تقرير "استراتيجية الطاقة المتكاملة والمستدامة حتى عام 2035"، الصادر في نوفمبر 2015 (الإتحاد الأوروبى، 2015)

1.16. الجهود المبذولة لتحول الطاقة في مصر

الطـــاقة (وزارة البترول والثروة المعدنية ووزارة الكهرباء والطاقة المتجددة)

- التخطيط للوصول بنصيب الطاقة المتجددة إلى42% من الطاقة المستهلكة فى مصر بحلول عام 2035
- تحسين كفاءة محطات توليد الطاقة تحسين كفاءة نقل الكهرباء، وتقليل الفقد من الشبكة القومية
- التوسع في استخدام التكنولوجيا الموفرة للطاقة
- تقييم الأثر البيئي، وتطبيق معايير حماية البيئة في محطات توليد الطاقة، الحفاظ على معايير البيئة والتنمية المستدامة.

- إعداد خطة وإستراتيجية لقطاع الطاقة تشمل مصادر الطاقة التقليدية والمتجددة.
- الاتجاه إلى الطاقة الشمسية ومحطات الطاقة التي تعمل بالغاز الطبيعي
- تصحيح هيكل أسعار المنتجات البترولية وإعادة هيكلة قطاع الطاقة بما يضمن وصول الدعم لمستحقيه.
- الاستخدام الأمثل للموارد المتاحة من البترول والغاز الطبيعي وتحقيق أعلى قيمة مضافة من الثروات الطبيعية وتطوير صناعات التكرير، البتروكيماويات والتوسع في استخدام الغاز الطبيعي في المنازل والصناعة والنقل...الخ
- التخطيط لتحويل مصر مركز إقليمى لتداول وتجارة الغاز والبترول.

النقل:

- مشروع المونوريل والقطار الكهربى ونشر محطات شحن السيارات الكهربيه فى مختلف انحاء الجمهورية.
- مشروع إحلال التاكسى فى القاهرة الكبرى والذي يهدف إلى خفض 264 ألف طن من انبعاث ثانى أكسيد الكربون سنوياً فضلاً عن العائد الاقتصادى والاجتماعى لهذا المشروع.
- برنامج تحويل السيارات الحكومية للعمل بالغاز الطبيعى بدلاً من البنزين.
- حظر إنتاج واستيراد الدراجات البخارية ثنائية الأشواط، واستبدالها بموتسيكلات رباعية الأشواط تحقق خفض تلوثات الهواء الصادرة عنها.
- تجهيز برنامج إرشادى لاستدامة نظم النقل.
- إعداد مشروع قانون مشاركة القطاعين العام والخاص فى مشروعات البنية الأساسية من أجل جذب مزيد من الاستثمارات بما فى ذلك فى قطاع الطاقة بما يتيح التكيف مع آثار التغيرات المناخية.

الصناعة:

- تنفذ وزارة البيئة برنامجى التحكم فى التلوث الصناعى وحماية البيئة للقطاع الخاص وقطاع الأعمال العام الصناعى واللذان يشملان 120 مشروعاً للحد من التلوث الصناعى.
- تشجيع الإنتاج الصناعى الأنظف والتحول نحو الصناعات رشيدة الاستهلاك للمواد الطبيعية والطاقة والمياه.
- إعادة توزيع الخريطة الصناعية لمصر، وتوطين الصناعات بالمدن الجديد
- التوسع فى دعم الصناعات الصغيرة والمتوسطة فى مجال البيئة.
- إعادة استخدام المياه والتحكم فى الصرف الصناعى.

الزراعة:

- المشروع القومى لتبطين الترع والقنوات، وإعادة استخدام مياه الصرف الزراعى والصرف الصحى.
- تحقيق الاستخدام المستدام للمواد الزراعية الطبيعيةوالتركيز على أساليب الإدارة الزراعية المتكاملة.
- رفع كفاءة استخدامات المياه فى الزراعة، وتحسين نظم الرى والصرف، وتعديل التركيب المحصولى لصالح الزراعات الأقل استهلاكاً للمياه وزيادة استثمارات زراعات الوقود الحيوى.

التدابير المؤسسية:

- تعديل التشريعات البيئية وتطوير نظم الإدارة البيئية.
- زيادة التوجه نحو التنمية الاقتصادية الخضراء الأقل اعتماداً على الكربون.
- استكمال الإطار المؤسسى لإدارة الجهود الوطنية للتكيف مع آثار التغيرات المناخية.
- إدراج البعد البيئى فى المشروعات التنموية.

- تبنى سياسات مالية داخلية محفزة وداعمة للمنشآت الصديقة للبيئة، وتغليظ العقوبات الموقعة ضد الممارسات البيئية الخاطئة.
- إطلاق وزارة الاستثمار للمؤشر المصرى للمسئولية الاجتماعية للشركات ال 100 المدرجة فى البورصة متضمناً النواحى البيئية والاجتماعية التى تقوم بها الشركة وهو ما سيؤدى بصورة غير مباشرة إلى تخفيض هذه الشركات لانبعاثاتها الحرارية للتوافق مع القوانين والمعايير البيئية(البيئة، 2021)

الإسكان

إستحداث النظام القومى لتصنيف البناء الأخضر فى مصر وهو نظام «الهرم الأخضر Green Pyramid Rating System (GPRS)» تحت رعاية المركز القومى لبحوث الإسكان والبناء ووزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية، أكتوبر 2021 لتصنف المشاريع حسب مدى استيفائها لاشتراطات نظام الهرم (منى، 2022)

التعاون الدولى

بلغ اتفاقيات التمويل التنموي لقطاعات الحكومة 8,7 مليار دولار إلى جانب 1,57 مليار دولار للقطاع الخاص لعام 2021 لتحقيق أهداف التنمية المستدامة (التعاون الدولى، 2021)

تجارة الكربون

استفادت مصر من تجارة الكربون من خلال آليات التنمية النظيفة، حيث سجلت أربعة مشاريع في توليد الكهرباء من طاقة الرياح تحقق خفض سنوي في الانبعاثات يقدر بحوالي ٨٠٠ ألف طن مكافئ ثاني أكسيد الكربون، وتم توريد وبيع ١,٥٨٤ مليون شهادة كربون حصلت هيئة تنمية واستخدام الطاقة الجديدة والمتجددة على عائد مقابل بيع هذه الشهادات، كما قامت بتنفيذ مشاريع في مجال تحويل الوقود من الوقود الأحفوري إلى استخدام الوقود الحيوي، وهذه المشاريع حققت خفض سنوي يقدر بحوالي ٥٤٣ ألف طن مكافئ ثاني أكسيد الكربون وهو ما يساوي ٥٤٣ ألف شهادة كربون (الوهاب، 2017)

1.17. وقود المستقبل ومبادرات صناعة الهيدروجين في مصر

يعدّ الهيدروجين أحد البدائل القوية للنفط ولاعبا أساسيا في عملية تحول الطاقة إذا تم تطوير تكنولوجيا استخلاصه من مصدر ما، حيث يُتوقع أن يسيّر الهيدروجين كل شيء في المستقبل، والهيدروجين غاز عديم اللون والرائحة، ويتوافر بكميات لا تنضب في أنحاء العالم كافّة.

ويُستخدم الهيدروجين عن طريق حرقه عوضًا عن البنزين في محركات السيارات، أو مزجه مع الأكسجين في خلايا الوقود لتوليد الكهرباء وتسيير السيارات، ورغم توافر هذين النوعين من التكنولوجيا حالياً، إلّا أن النوع الثاني لاقى اهتمامًا أكبر من النوع الأول.

ويتم إستخلاصة بعدة طرق وأنواعة وهى **الهيدروجين الأخضر:** يُنتج عن طريق التحليل الكهربائي للماء، ولاينتج عن ذلك أيّ انبعاثات، حيث ان الكهرباء تأتي من طاقة متجددة.

الهيدروجين الرمادي: ينتج من الوقود الأحفوري، غالبًا النفط والغاز، ويرافق ذلك انبعاثات الكربون وغيرها.

الهيدروجين الأزرق: ينتج من الوقود الأحفوري، إلّا أنه يرافق عملية إنتاج الهيدروجين احتجاز الكربون.

الهيدروجين البنى : ينتج من الفحم البنى ويرافق ذلك انبعاثات الكربون بشكل كبير.

الهيدروجين الزهرى : ينتج من التحليل الكهربائي للماء والكهرباء يكون مصدرها الطاقة النووية.

في الفترة الأخيرة حظى هذا الملف بإهتمام كبير في مصر وتسابق المستثمرين لدراسة مشروعات الهيدروجين الأخضر والأمونيا في مصر وتم حصر حوالي 11 مشروع كما هو موضح ملحق4 [11].

[11] ملحق 6: **أهم مبادرات صناعة الهيدروجين الأخضروالأمونيا في مصر**

1.18. تحديات التحول للطاقة المتجددة في مصر

إعادة تشكيل سوق ومزيج الطاقة بالعالم بعد الحرب الروسية الأوكرانية وإرتفاع أسعار الوقود الأحفورى وزيادة الطلب الأوروبى لبدائل الغاز الروسى.

التحديات الاقتصادية

- تحول مصر من أزمة في الكهرباء عام 2014 الي فائض في توليد الكهرباء وإختيار البدائل للاستغلال الأمثل للفائض.
- زيادة تعريفة الكهرباء طبقاً لتسعير الكهرباء المخطط بعد الرفع الكلى للدعم عام 2025.
- التكلفة العالية للبنية التحتية للطاقة ولاسيما الشحن المكثف للسيارات الكهربائية، أيضاً ضرورة التحول للشبكات الذكية.
- إنتاج وتوريد الهيدروجين والأمونيا مركزياً، وذلك لتحقيق الجدوى الإقتصادية وإدارة جانب الطلب القائمة على تكنولوجيا المعلومات، وخصوصاً أنه مخصص للتصدير وتجهيز البنية التحتية اللازمة لذلك.
- تعتمد مشروعات الطاقة المتجددة في مصر على القروض والقطاع الخاص بنسبة كبيرة وخصوصا في الفترة الأخيرة ويجدر هنا ان يتم دراسة كيفية توفير التمويل منخفض التكلفة لتحفيز الإستثمار في الطاقة المتجددة.

تحديات مؤسسية وتشريعية

- الإحتياج لتشريعات تسرع من النمو في تقنيات تصنيع وتداول وتخزين ونقل الهيدروجين.
- التخطيط لفتح سوق تداول انبعاثات الغازات الدفيئة ووضع سياسات تسعير للكربون.

التحديات التقنية والعلمية

- مجال الهيدروجين في مرحلة النمو ومازال تحت الدراسات والتطوير.
- الحاجة إلى مزيد من التدريب ونقل الخبرات الدولية للقوى العاملة في مشروع محطة الطاقة النووية ومشروعات الطاقة المتجددة.
- أهمية دراسة مشروعات إلتقاط وتخزين الكربون لتطويرها، وشحن السفن بالهيدروجين والبطاريات عالية الكثافة، وتقنيات السفر الجوي منخفض الكربون غير متوفره تجاريًا حتى الآن وتحتاج إلى تطوير سريع ومتاح بتكلفة تنافسية لضمان انتقال أسرع.
- الحاجة إلى دراسة البدائل المختلفة المناسبة في مجال تخزين الطاقة مثل (مشروعات الضخ والتخزين او من خلال البطاريات) وخصوصا مع الانخفاضات المتتالية في أسعار البطاريات وانخفاض أسعار البطاريات من ألف دولار لكل كيلووات عام 2010، إلى أقل من مائة دولار حالياً، وتخطو الخلايا الشمسية بمساندة تكنولوجيا المعلومات لتصبح جزءًا من ديكورات المباني، حيث تُطبع الخلايا الشمسية على شريط طويل خفيف الوزن مرن، يمكن تلوينه بما يتناسب مع الواجهات لتحويل أشعة الشمس إلى طاقة خضراء في المباني (الخياط، 2022).
- ضرورة الربط بين الصناعة والبحث العلمي بخصوص كيفية رفع كفاءة مشروعات الطاقة المتجددة.
- وتشجيع الباحثين والعاملين في مجال البحث العلمي، عن طريق تحويل مشروعات غنية وأفكار غير تقليدية، والدعم الفني والعلمى لخلق جيل جديد من الشباب للعمل في مشروعات الطاقة المتجددة والشبكات الذكية والتنقل الذكى.
- كيفية إدارة ملف مخلفات الطاقة المتجددة مثل (الألواح الشمسية وبطاريات الليثيوم).

ويتطلب التعامل مع التحديات السابقة بما يخلق وعى بيئى، ويتحمل مسئولية الجميع للتحول الأخضر وتحقيق رؤية مصر للمستقبل.

نتائج البحث

1. الوصول إلى الحياد الصفري منتصف القرن هدف طموح جدًا، وهو حلم بعيد المنال، وخصوصاً مع التحديات العالمية الكبيرة وعدم تحقيق الأهداف لتخفيض درجات الحرارة طبقا لإتفاقية باريس ولكن الوصول ممكن تقنيًا، مع التحول واسع النطاق في البنية التحتية (الشبكات) كالتجديد أو الاستبدال، وهي خيارات مكلفة.
2. يتعين حل العديد من المشكلات المعقدة، إذا كان العالم يريد تجنب التحول إلى فوضى غير منظمة، ومراعاة الاختلافات الإقليمية من حيث العوامل الاقتصادية، ومزيج الطاقة، والعواقب الجيوسياسية لإعادة رسم خريطة الطاقة في ظل وتيرة التغير التكنولوجي السريع، وتأثير قوى السوق وأنماط مستهلكي الطاقة.
3. لن يستغنى العالم عن الوقود الأحفوري كلية، ولا يزال الوقود الهيدروكربوني المخفف ضروريًا في نظام صافي الانبعاثات الصفري، وخصوصًا في القطاعات كثيفة استهلاك الطاقة مثل الصناعة والنقل الثقيل والطيران، ويجب الحفاظ على المستوى الحالي للغاز في قدرة التوليد الحراري حتى عام 2030، فذلك ضروريًا لضمان المرونة في التشغيل، وللتغلب على الظروف الجوية المتغيرة للطاقة المتجددة وقد تظل كذلك حتى 2050.
4. الحاجة إلى قيام الدول والشركات التي تعمل بالوقود الأحفوري بتكييف نماذج أعمالها بشكل جذري للتحول، وصياغة استراتيجية للعمل في قطاع الطاقة والاقتصاد العالمي المعاد تشكيله، وتقييم السرعة المثلى لتنفيذ خطط التغيير.
5. المستقبل يحمل الكثير من الشكوك وعدم اليقين، وذلك بسبب ارتفاع الطلب على الوقود الأحفوري، وبزغ ذلك خلال الحرب الروسية– الأوكرانية.
6. بالإضافة إلى المخاطر الواضحة لتأخير تخفيض الانبعاثات، هناك أيضًا مخاطر بسبب تحديد الأهداف دون الاهتمام الكافي بكيفية تحقيقها.
7. ضرورة تبني الدول استراتيجيات وسياسات داعمة للطاقة المتجددة وكذلك لكفاءة الطاقة، حيث تساهم الأخيرة في خفض معدلات استهلاك الطاقة بشكل كبير، ويجب البدء بها فورًا.
8. طاقة الرياح والطاقة الشمسية هما المصدران الرئيسان للطاقة الأولية في نظام صافي الانبعاثات الصفري، ولكن كميتهما وانتشارهما يطرح تحديًا كبيرًا في استخدام الأراضي، وتحديد مواقع البنية التحتية لمشروعاتهما، بالإضافة إلى إن انخفاض سعر الطاقة المتجددة وزيادة كفاءتها هو المحرك الرئيسي لانتشارها، وزيادة تنافسيتها للوقود الأحفوري.
9. تقنيات احتجاز الكربون وتخزينه مطلوبة بشكل أساسي في نظام صافي الانبعاثات الصفري.
10. الهيدروجين بأنواعه لاعب رئيسي في مستقبل الطاقة خلال الفترة المقبلة، ومن أهم البدائل، إلا أنه ليس أرخصها.
11. السيارات الكهربائية وشبكة النقل العابرة والقطارات فائقة السرعة من ملامح النقل في نظام صافي الانبعاثات الصفري.
12. للتحول الرقمي دور هام في شبكات الكهرباء الذكية، وشبكات البيانات والمعلومات وخطوط أنابيب الغاز والهيدروجين.
13. أهمية توفير التمويل اللازم للدول النامية لتمكينها من مجابهة أخطار التغير المناخي، ووضع خطة واضحة لتوزيع الأعباء المالية على الدول والمؤسسات المانحة، وتنظيم الاستفادة منها، خاصة وأن تنفيذ الدول النامية لالتزاماتها يتوقف على حجم الدعم الموجه إليها. في الوقت ذاته، من الضروري التقدم نحو معالجة المشكلة المتعلقة بما يترتب على مساعدات مواجهة تغير المناخ من زيادة ديون الدول النامية، حيث إن الجزء الأكبر من تلك المساعدات يأتي في شكل قروض، وليس في شكل منح.

توصيات البحث

- اعتماد التشريعات والاجراءات والقواعد التنظيمية التعاقدية اللازمة، وتحديد منهجية لتقييم الاستثمارات الاضافية المطلوبة لضمان تحقيق العوائد الايجابية لعملية التحول في نظام الطاقة نتيجة للوفر في تكاليف الصحة والعلاج، وتقليل التأثيرات الضارة لتغير المناخ.
- قياس الأثر الاقتصادي لتغير المناخ على مصر، ومن أهم القضايا (التبخر في بحيرة السد العالي، وغرق أجزاء من دلتا النيل، والطرق المعرضة للخطر بفعل الفيضانات والسيول، وخسائر في القطاع الزراعي وماينتج عن تلوث من تزايد حالات الوفيات بالإجهاد الحراري، ومشاكل التنفس وتضرر الشعب المرجانية واضطراب الأنظمة البيئية، وهو ما يتسبب في خسارة القطاع السياحي، وكذلك ماينتج عن ارتفاع درجة الحرارة بالتأثير سلبياً على كفاءة توليد الكهرباء)
- تكثيف العمل فى رفع كفاءة الطاقة وخصوصاً فى قطاع الصناعة ويظهر بوضوح فى الصناعات كثيفة إستخدام الطاقة، ونشر أفضل التقنيات المتاحة في كل الصناعات best available techniques (BAT) وجلب المعدات والوحدات الموفرة للطاقة والمتوافقة بيئياً في المشروعات الجديدة دون المساس بالعمالة لإستدامة توفير فرص العمل.
- إصدار تشريع خاص بالحياد الكربونى ووضع آليات قانونية تلزم الشركات والقطاع الخاص والحكومة وجميع الأطراف بتخفيض الانبعاثات الكربونية تدريجياً وتقليل استخدام الفحم في الصناعة.
- زيادة التطبيقات المباشرة للطاقة المتجددة، في التسخين الشمسي الحراري في الصناعة والمباني، وإنتاج الوقود الحيوى في النقل والنظم الحديثة للكتلة الحيوية.
- تعظيم الاستفادة من الثروة البترولية المتاحة، لزيادة اسهام القطاع في الدخل القومي الإجمالي بتطوير صناعة التكرير والبتروكيماويات حيث ان القيمة المضافة لدخول الغاز الطبيعى في الصناعة والبتروكيماويات أعلى بكثير من إستخدامه في توليد الكهرباء.
- ضرورة تعظيم الإستفادة من قانون رقم 216 لسنة 1994 بشأن تمويل مشروعات الطاقة البديلة للهيئة المصرية العامة للبترول ومساعدة قطاع البترول المصرى في تمويل عملية تحول الطاقة.
- تسريع مشروعات إستخراج الحرارة من باطن الأرض بالاستفادة من البنية التحتية والمعلوماتية للآبار بقطاع البترول.
- التوجه الي توطين صناعة الطاقة المتجددة مثل الألواح الشمسية وصناعة التوربينات الهوائية ومستلزماتها.
- تطوير وتحديث الشبكات الكهربائية، وضمان مرونتها، بإستخدام العدادات الذكية، وبطاريات التخزين، ومحطات الضخ والتخزين، ورقمنة نظم التحكم، وتكثيف برامج إدارة الطلب.
- توطين صناعة السيارت الكهربية وتوفير البنية التحتية ومحطات الشحن بإعتبارها أحد فرص الاستغلال الأمثل لفائض الكهرباء في مصر.
- تحديث استراتيجية الطاقة 2035 حتى عام 2050 نظراً للمستجدات مثل تقنيات الهيدروجين والربط الكهربى لأوروبا والدول العربية وربطها بأهداف الحياد الكربونى والتخطيط للوصول بنصيب الطاقة المتجددة إلى42% من الطاقة المستهلكة فى مصر بحلول عام 2035 وهو يعتبر هدف طموح جداً وليس سهلا على الإطلاق لإنه يحتاج إلى المزيد من التمويل ويمكن تنفيذه في حالة تخارج وتكهين محطات الكهرباء القديمة وإحلالها بمحطات الطاقة الجديدة والمتجددة.

- دراسة زراعة الأراضى بمناطق ألواح الطاقة الشمسية واستغلال مياة تنظيفها خاصة أن هناك مساحات كبيرة من الأراضى مخصصة لمشروعات الطاقة المتجددة المستقبلية حوالي 7600 كيلومتر مربع أي 1878000 فدان والجزء الأكبر منها للطاقة الشمسية
- وضع الآليات والحوافز لعمل سوق لتجارة الكربون في مصر.

قائمة المراجع باللغة العربية

- الاتحاد الأوروبي (2015). "استراتيجية الطاقة المتكاملة والمستدامة حتى عام 2035"
- الأمم المتحدة (2021). العمل المناخى . https://www.un.org/ar/climatechange/cop26
- وزارة البيئة، ج.م.ع. (2022). الإدارة العامة لاقتصاديات البيئة ونظم الإدارة البيئية.
- وزارة التعاون الدولى، ج.م.ع. (2021). تقرير تعاون إنمائى فعال من أجل مستقبل أفضل.
- محمد مصطفى الخياط (2022). آفاق مستقبلية، مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار – مجلس الوزراء, Vol.2022 .
- صندوق النقد الدولى (2021). تسعير الكربون.
- محمود محى الدين (2022). دليل الحائرين إلى كيفية تدمير العالم، الشرق الأوسط.
- المفوضية الأوروبية (2019). التحول إلى الحياد المناخي بحلول عام 2050 رؤية استراتيجية طويلة الأجل.
- مرفت عبد الوهاب (2019). الطاقة المتجددة وإمكانية مواجهة تحديات الطاقة التقليدية وتعزيز دور مصر كسوق جاذبة لتجارة الكربون – المجلة العلمية لقطاع كلية التجارة –جامعة الأزهر : العدد 17 يناير, 2017.
- جهاز تنظيم مرفق الكهرباء وحماية المستهلك، ج.م.ع. (2022). كتاب دورى 6 لسنة 2022.
- http://egyptera.org/ar/PeriodicalBooks2022.aspx
- الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC)، (2007) التغيير المناخى، تقرير التقييم الرابع.
- فابيو ناتالوتشي وأخرين، (2021) تقرير الإستقرار المالي العالمى، صندوق النقد الدولى.
- فيتوروإيان (2021). تقرير خبراء صندوق النقد، صندوق النقد الدولى.
- برنامج الأمم المتحدة للبيئة (2019). تقرير فجوة الانبعاثات.
- وزارة البيئة، (2021)"الطريق الي استضافة مؤتمر الأمم المتحدة للتغير المناخيCOP27.
- هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة (2020،2021). التقرير السنوي.
- وزارة التخطيط (2015)، تقرير التنمية المستدامة لمصر.
- "الخطة الرئيسية المشتركة للطاقة المتجددة،"في صورتها النهائية الصادرة في ديسمبر2015.
- انتجرال كونسالت (2022). الإستيراتيجية الوطنية للتغير المناخ مصر 2050 ملخص صناع القرار– وزارة البيئة

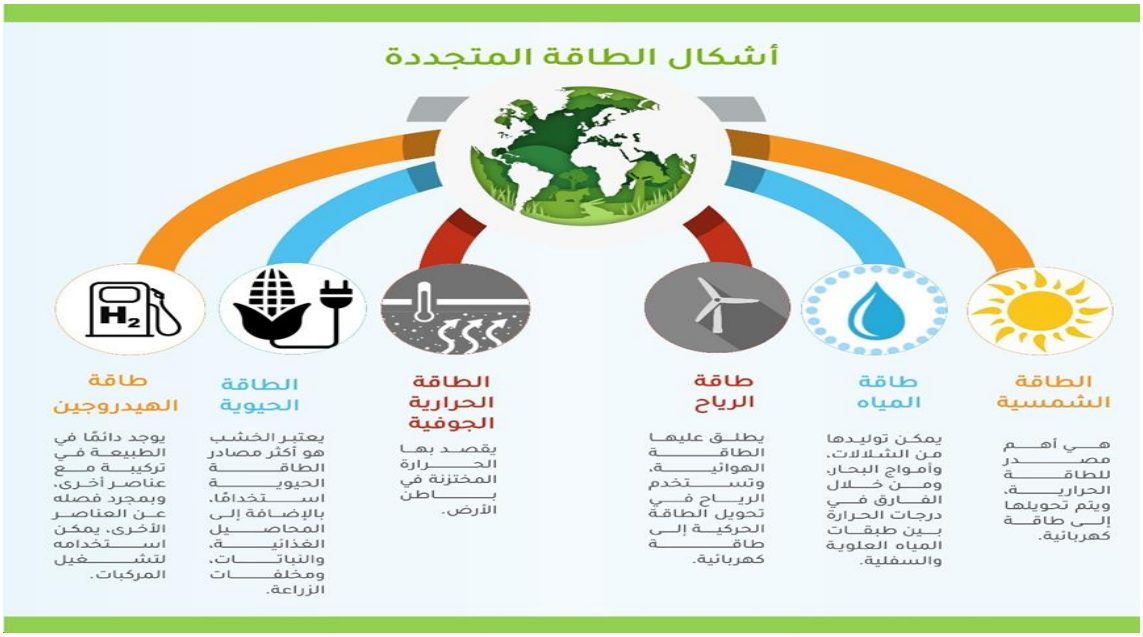
قائمة المراجع باللغة الإنجليزية

- James Henderson(2021).The Energy Transition Key challenges for incumbent and new players in the global energy system,oxford institute of energy studies,
- Vaibhav Chaturvedi(2021). “A vision for a net-zero energy system for India” Sciencedirect, ,Volume 2, no 100056.
- IPCC(2018): Annex I: Glossary [Matthews, J.B.R. (ed.)] https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/glossary/
- Baysa and others (2021).Global Landscape of Climate Finance.
- Centennial Lab (2021). UAE,UN75, Future possibilities report, net zero economy
- Global ccs institute (2020). global status of CCS.
- The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2007). climate change,4th assessment report.
- IEA (2019).world-energy-outlook.

- IEA (2021). NET ZERO BY 2050 A Roadmap for the Global Energy Sector,4th revision.
- IRENA (2020). Renewable Costing Alliance, IEA analysis.
- IRENA (2020), Global Renewables Outlook, Energy transformation 2050.
- Kenneth and James.(2018), “The Cost of Reducing Greenhouse Gas Emissions,” Journal of Economic Perspectives 32, no. 4 ,53–72.
- Milborrow and others (2021). Net Zero Economy Index, PwC.
- Nicole and others (2021).Framework for Sustainable Finance Integrity.
- RENAC (2019). CLIMATE FINANCE.
- International Energy Agency (2021). net-zero by 2050 A Roadmap for the Global Energy Sector.
- International Energy Agency (2021). International Energy Outlook.
- IRENA (2020). transformation Energy: Outlook Renewables Global.
- M. elsayed (2022). Green Hydrogen Initiatives and Challenges in Egypt.

الملاحق

ملحق 1.Error! Reference source not found: أهم أشكال الطاقة المتجددة



ملحق 2: يوضح تكاليف تكنولوجيا توليد الكهرباء حسب المنطقة (الولايات المتحدة والإتحاد الأوروبى والصين والهند) حتى عام 2050

(%)	Financing ($/kW)	Capital costs rate			Capacity factor (%)			Fuel, CO_2 and O&M ($/MWh)			LCOE ($/MWh)		
	All	2020	2030	2050	2020	2030	2050	2020	2030	2050	2020	2030	2050
United States													
Nuclear	8.0	5 000	4 800	4 500	90	80	75	30	30	30	105	110	110
Coal	8.0	2 100	2 100	2 100	20	*n.a.*	*n.a.*	90	170	235	220	*n.a.*	*n.a.*
Gas CCGT	8.0	1 000	1 000	1 000	55	25	*n.a.*	50	80	105	70	125	*n.a.*
Solar PV	3.7	1 140	620	420	21	22	23	10	10	10	50	30	20
Wind onshore	3.7	1 540	1 420	1 320	42	43	44	10	10	10	35	35	30
Wind offshore	4.5	4 040	2 080	1 480	42	46	48	35	20	15	115	60	40
China													
Nuclear	7.0	2 800	2 800	2 500	80	80	80	25	25	25	65	65	60
Coal	7.0	800	800	800	60	*n.a.*	*n.a.*	75	135	195	90	*n.a.*	*n.a.*
Gas CCGT	7.0	560	560	560	45	35	*n.a.*	75	100	120	90	115	*n.a.*
Solar PV	3.5	750	400	280	17	18	19	10	5	5	40	25	15
Wind onshore	3.5	1 220	1 120	1 040	26	27	27	15	10	10	45	40	40
Wind offshore	4.3	2 840	1 560	1 000	34	41	43	25	15	10	95	45	30
India													
Nuclear	7.0	2 800	2 800	2 800	70	70	70	30	30	30	75	75	75
Coal	7.0	1 200	1 200	1 200	50	*n.a.*	*n.a.*	35	50	75	65	*n.a.*	*n.a.*
Gas CCGT	7.0	700	700	700	55	50	*n.a.*	45	45	50	55	60	*n.a.*
Solar PV	5.8	580	310	220	20	21	21	5	5	5	35	20	15
Wind onshore	5.8	1 040	980	940	26	28	29	10	10	10	50	45	40
Wind offshore	6.6	2 980	1 680	1 180	32	37	38	25	15	10	130	70	45

المصدر : IRENA Renewable(2020),Costing Alliance,IEA analysis

ملحق 3: نسب إنبعاثات ثانى أكسيد الكربون فى مصر من (البترول–الغاز الطبيعى–الفحم–الأسمنت –مداخن الشعله)

نوع الوقود	بترول	غازات الشعلة	أسمنت	غاز طبيعى	فحم
السنة	طن	طن	طن	طن	طن
1990	52,075,293	–	6,767,030	13,015,159	3,360,051
1995	58,103,712	–	8,324,728	26,010,736	2,451,216
2000	85,319,904	–	11,168,062	40,718,032	3,143,712
2005	79,210,267	–	14,145,180	68,621,541	3,066,700
2010	94,254,682	–	20,513,682	81,947,530	4,125,589
2015	112,023,136	–	21,648,474	84,151,088	1,344,688
2019	103,636,170	–	19,669,416	101,579,461	996,505
2020	95,330,402	–	18,134,636	99,612,723	378,985

ملحق 4: إجمالي انبعاثات الغازات الدفيئة و غاز ثانى أكسيد الكربون بالمليون طن وكمية الطاقة المتولدة لمصر من عام 1990 – 2018

السنة	إجمالي الطاقة المتولدة	إجمالي غازات CO2	إجمالي الغازات الدفيئة
	تيراجول	بالمليون طن CO_2	بالمليون طن مكافئ CO_2
1990	1,407,028	75.22	129
1995	1,532,856	94.89	147
2000	1,743,951	140.35	181
2005	2,646,611	165.04	234
2010	3,134,587	200.84	276
2015	3,381,947	219.17	307
2018	4,028,369	225.88	329

ملحق5 : الطاقة المتولدة من المصادر المختلفة من عام 1990 حتى عام 2019 فى مصر

السنة	البترول	المخلفات والحيوى	الطاقة المائية	الطاقة الشمسية والرياح	الغاز الطبيعى	الفحم	إجمالي الطاقة المتولدة	إجمالي الانبعاثات
	تيرا جول	تيرا جول	تيرا جول	تيرا جول	تيرا جول	تيرا جول	تيرا جول	بالمليون طن CO_2
1990	956,677	100,938	35,755	–	281,876	31,782	1,407,028	75.22
1995	922,205	111,850	41,087	–	430,715	26,999	1,532,856	94.89
2000	936,392	118,560	49,309	493	604,417	34,780	1,743,951	140.35
2005	1,184,051	125,762	45,518	1,987	1,255,451	33,842	2,646,611	165.04
2010	1,425,226	132,620	46,966	6,134	1,499,297	24,344	3,134,587	200.84
2015	1,633,961	137,187	48,762	8,014	1,539,581	14,442	3,381,947	219.17
2019	1,504,691	141,056	47,236	18,574	2,204,972	111,840	4,028,369	225.88

المصدر: الجداول من تصميم الباحث ومصدر البيانات (IEA,2021)

ملحق 6: أهم مبادرات صناعة الهيدروجين الأخضروالأمونيا في مصر

الشركة المنفذة	الجهات المشتركة في المشروع	الممول	تاريخ إعلان المشروع	الغرض من المشروع	طاقة المشروع	حالة المشروع الأن
سيمينز إنيرجى	الشركة المصرية القابضة للكهرباء	سيمينز إنيرجى الشركة المصرية القابضة للكهرباء	jan. 2021	توليد الهيدروجين الأخضر تخزين الهيدروجين إستخدام الهيدروجين في توليد الطاقة	100-200 ميجاوات	مرحلة التنفيذ المبدئى
مجموعة DEME) الجرافات والهندسة البيئية والبحرية (البلجيكية	وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة وزارة البترول والثروة المعدنية قيادة القوات البحرية المصرية	مجموعةDEME) الجرافات والهندسة البيئية والبحرية (البلجيكية	Mar. 2021	إستخدام الهيدروجين كوقود لتموين السفن والاستخدامات البحرية بالموانئ	غير معلومة	دراسة الجدوى
للبترول) ENI (والغاز	الشركة المصرية القابضة للكهرباء الشركة المصرية القابضة للغازات	للبترول) ENI (والغاز	Jul. 2021	دراسات الهيدروجين الأخضر و الأزرق في مصر وإمكانيات تصديره	غير معلومة	دراسة الجدوى
Fertiglobe and Scatec (Fertilizers)	سكاتك النيروجية صندوق مصر السيادي	سكاتك النيروجية صندوق مصر السيادي	Nov. 2021	إنتاج الأمونيا الخضراء للتصدير	50- 100 ميجاوات	مرحلة التنفيذ
ميرسك) Maersk (للنقل البحرى	ميرسك للنقل البحرى وصندوق مصر السيادي الهيئة العامة لقناة السويس (GASC) وهيئة الطاقة الجديدة والمتجددة (NREA) والشركة المصرية لنقل الكهرباء (EETC)	صندوق مصر السيادي	Mar. 2022	الميثانول الأخضر ، وإنتاج الأمونيا الخضراء ، واستخدامهما كوقود للسفن ، لتزويد سفن ميرسك المستقبلية بالطاقة بواسطة الهيدروجين الأخضر	غير معلومة	دراسة الجدوى
سكاتك) Scatec (للطاقة المتجددة	سكاتك وصندوق مصر السيادي الهيئة العامة لقناة السويس (GASC) وهيئة الطاقة الجديدة والمتجددة (NREA) والشركة المصرية لنقل الكهرباء (EETC)	صندوق مصر السيادي	Mar. 2022	إنتاج الأمونيا الخضراء للتصدير	مليون طن سنويا من الأمونيا بإستخدام الهيدروجين الأخضر	دراسة الجدوى

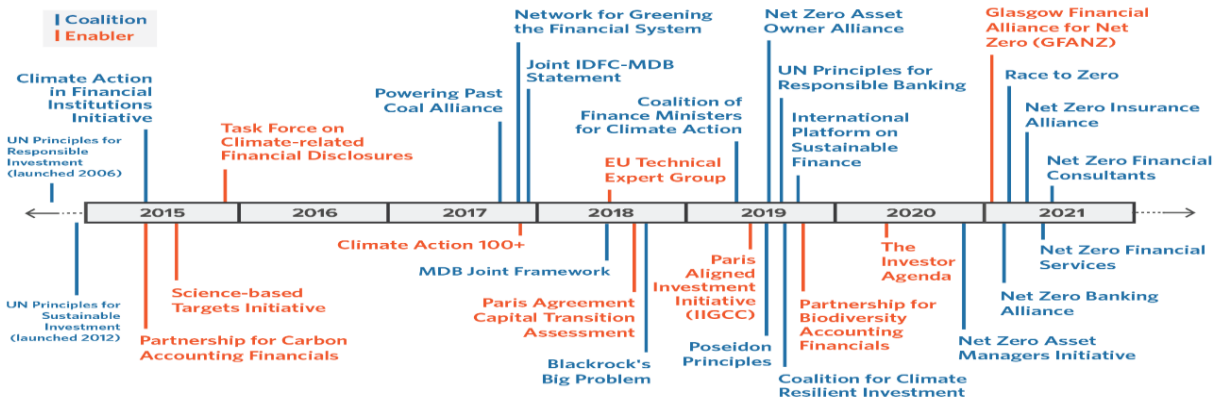
شركاء الطاقة في البحر المتوسط (MEP) بتروفاك	هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة (NREA)القطاع الخاص المصرى	القطاع الخاص المصرى	Mar. 2022	إنتاج الأمونيا الخضراء للتصدير	100–150 ميجاوات طاقة متجددة لإنتاج 125000 طن أمونيا خضراء سنويا	دراسة الجدوى
أبوقير للأسمدة توتال الفرنسية للنفط والغاز	أبوقير للأسمدة توتال الفرنسية للنفط والغاز	أبوقير للأسمدة	Mar. 2022	إنتاج الأمونيا الخضراء للتصدير	مليون طن ميثانول و400000 طن أمونيا سنويا	دراسة الجدوى
AMEAإميا للطاقة	AMEAإميا للطاقة والهيئة العامة للمنطقة الاقتصادية لقناة السويس (SCZONE)وهيئة الطاقة الجديدة والمتجددة (NREA)والشركة المصرية لنقل الكهرباء (EETC)	إميا للطاقة	Apr. 2022	إنتاج الأمونيا الخضراء للتصدير	إنتاج 390000 طن أمونيا خضراء سنويا	دراسة الجدوى
EDFللطاقة المتجددة	تحالف الوقود الأخضر، وEDF Renewables الفرنسية، و Zero Waste المصرية	تحالف الوقود الأخضر، وEDF Renewables الفرنسية ، و Zeroالمصريةالفرنسية Waste	Apr. 2022	إنتاج الأمونيا الخضراء للتصدير	إنتاج 235000 طن أمونيا خضراء سنويا	دراسة الجدوى
(Masdar) مصدر وحسن علام للمرافق	مصدر وحسن علام للمرافق الهيئة العامة للمنطقة الاقتصادية لقناة السويس (SCZONE) وهيئة الطاقة الجديدة والمتجددة (NREA) والشركة المصرية لنقل الكهرباء (EETC)	مصدروحسن علام للمرافق	Apr. 2022	إنتاج الأمونيا الخضراء للتصدير وتموين السفن	إنتاج 480000 طن أمونيا خضراء سنويا	دراسة الجدوى

المصدر: M. elsayed (2022). Green Hydrogen Initiatives and Challenges in Egypt.

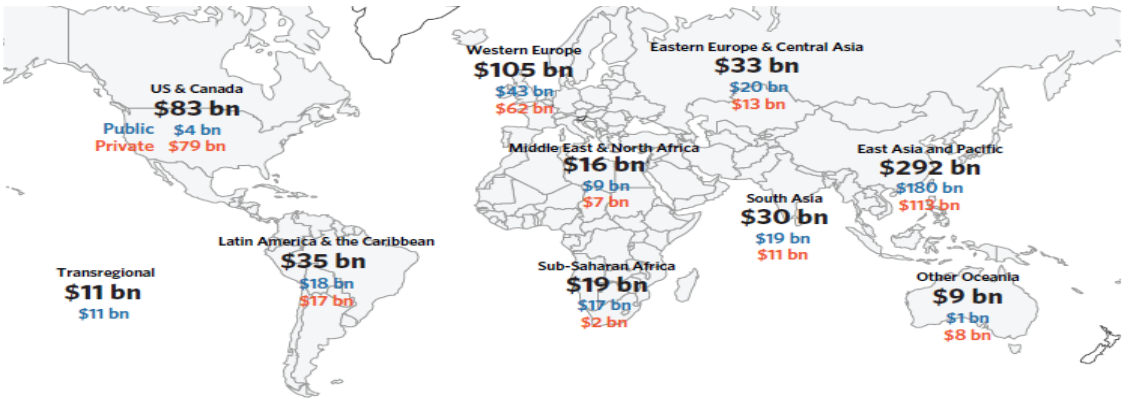
الأشكال

ملحق 7: تحالفات الاستدامة والمبادرات التمكينية في القطاع المالي، حسب سنة الإطلاق

(NICOLE AND OTHERS, 2021)



ملحق 8: القيم المادية بالعالم للمناطق لتمويل المناخ، حسب القطاع العام / الخاص (مليار دولار أمريكي ، المتوسط السنوي 2020/2019)



المصدر: Global Landscape of Climate Finance 2021, Barbara Buchner, Baysa Naran and others