الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة 8 ماي 1945 قالمة

الكلية: العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير
القسم: العلوم الاقتصادية
مخبر التوطين: مخبر التنمية الذاتية والحكم الراشد

أطروحة

لنيل شهادة الدكتوراه في الطور الثالث

الميدان: العلوم الاقتصادية والتسيير والعلوم التجارية الشعبة: العلوم الاقتصادية

الاختصاص: اقتصاد التنمية.

من إعداد: منصور قسوم

بعنوان

تداعيات التحول لإحلال الطاقات المتجددة على التلوث البيئي

– دراسة حالة الدول النفطية وغير النفطية

بتاريخ: **10 فيفري 2025** أمام لجنة المناقشة المكونة من:

الاسم واللقب	الرتبة		
السيد: عبد الرزاق خليل	أستاذ التعليم العالي	بجامعة 8 ماي 1945- قالمة -	رئيسا
السيد: جزيرة معيزي	أستاذ التعليم العالي	بجامعة 8 ماي 1945- قالمة -	مشرفا
السيد: يزيد تقرارت	أستاذ التعليم العالي	بجامعة العربي بن مهيدي أم البواقي	ممتحنا
السيد عز الدين بن شرشار	أستاذ محاضر –أ–	بجامعة 8 ماي 1945- قالمة -	ممتحنا

السنة الجامعية: **2025/2024**

بسم الله الرحمن الرحيم

إهداء

إلى والدي الحبيبين أطال الله عمرهما

إلى أخي صلاح الدين رحمه الله وأسكنه فسيح جنانه

إلى إخوتي الأعزاء: محمد الأمين، أبو بكر الصديق

إلى أخواتي الأحباء:حنان، بسمة، سمية

إلى الأصدقاء والزملاء

شكر وتقدير

الحمد لله الذي أنار لنا درب العلم والمعرفة وأعاننا على انجاز هذا العمل، والصلاة والسلام على خاتم الأنبياء والمرسلين محمد ابن عبد الله وعلى آله وصحبه أجمعين.

أتقدم بجزيل الشكر وخالص التقدير والعرفان إلى أستاذتي الأستاذة الدكتورة معيزي جزيرة على ما أفاضت علي من علمها ووقتها وجهدها، فكانت عونا لي وناصحا أمينا ساهمت بحسن توجيهاتها ودقة تصويباتها في انجاز هذا العمل.

كما لا يفوتني أن أتقدم بأسمى معاني الشكر والعرفان إلى الأساتذة الأفاضل أعضاء لجنة المناقشة على قبولهم قراءة هذه الرسالة ومناقشتها.

فالحمد لله الذي لا يتم عملا إلا بأمره ولا توفيق إلا بحكمه، فمنا الجد والكد ومنه التيسير والنجاح، فاللهم وفقنا لما تحبه وترضاه.

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تسليط الضوء على أثر إحلال الطاقات المتجددة على الحد من التلوث البيئي في الدول النفطية وغير النفطية، من خلال دراسة العلاقة بين استخدام مصادر الطاقات المتجددة وانبعاثات الغازات الدفيئة. تنبع أهمية الدراسة نتيجة للدعوات المتزايدة لتوحيد الأنظمة الطاقوية على المستوى الدولي، وتبني استراتيجيات تشجع على استخدام الطاقات المتجددة النظيفة، وفي ظل التوجه العالمي نحول التحول الطاقوي لتحقيق مستقبل أكثر اخضرارا بحلول عام 2050 . لتحليل بيانات السلاسل الزمنية للدراسة تم الاعتماد على نماذج الانحدار الزمني وتقدير نماذج البانل خلال الفترة 2010−2022.

توصلت الدراسة إلى وجود أثر سلبي لإحلال الطاقات المتجددة على التلوث البيئي في الدول محل الدراسة، حيث تؤكد النتائج على الدور المحوري للطاقات المتجددة في تقليل الانبعاثات الدفيئة، مما يشجع المجتمع الدولي على العمل الجاد نحو التحول الطاقوي للحفاظ على سلامة البيئة والحد من التلوث البيئي وتداعياته. كما تؤكد الدراسة على ضرورة تهجين أنواع الطاقات المتجددة في الدول النفطية للاستفادة من الطبيعة التكميلية لمصادرها، مما يعني أن إحلال الطاقات المتجددة يجب أن يكون مجتمعا ومتنوعا دون إهمال أي نوع، مع ضرورة تقليص الاعتماد على الطاقة الأحفورية في المزيج الطاقوي لدعم الجهود الدولية الرامية للتحول الطاقوي المستدام والحفاظ على البيئة.

الكلمات المفتاحية: الطاقات المتجددة، التلوث البيئي، الطاقة الأحفورية، التحول الطاقوي، الانبعاثات الدفيئة.

Abstract

This study aims to highlight the impact of renewable energy substitution on reducing environmental pollution in oil and non-oil countries countries, by examining the relationship between renewable energy use and greenhouse gas emissions. The importance of the study stems from the increasing calls to unify energy systems at the international level, and to adopt strategies that encourage the use of clean renewable energy, in light of the global trend towards energy transformation to achieve a greener future by 2050. On this basis, our study focused on determining the impact and contribution of each type of renewable energy on greenhouse gas emissions. To analyze the time series data of the study, time regression models and Panel Data Models were used during the period 2010-2022.

The study found a negative impact of renewable energy substitution on environmental pollution in the countries under study, where the results confirm the pivotal role of renewable energy in reducing greenhouse gas emissions, which encourages the international community to work diligently towards energy transition to preserve the environment and reduce environmental pollution and its repercussions. The study also emphasizes the necessity of hybridizing types of renewable energy in oil-producing countries to benefit from the complementary nature of their sources, which means that the substitution of renewable energy must be combined and diverse without neglecting any type, with the necessity of reducing reliance on fossil fuels in the energy mix to support international efforts aimed at sustainable energy transition and environmental preservation.

Key words: Renewable energies, Environmental pollution, Fossil fuels, Energy transformation, Greenhouse emissions.

Résumé:

Cette étude vise à faire la lumière sur l'impact de la substitution des énergies renouvelables sur la réduction de la pollution environnementale dans les pays pétroliers et non pétroliers, en examinant la relation entre l'utilisation des sources d'énergies renouvelables et les émissions de gaz à effet de serre. L'importance de l'étude découle des appels croissants à l'unification des systèmes énergétiques au niveau international et à l'adoption de stratégies qui encouragent l'utilisation d'énergies renouvelables propres, dans le contexte de la tendance mondiale vers une transformation énergétique pour un avenir plus vert d'ici 2050. Sur cette base, notre étude s'est concentrée sur la détermination de l'impact et de la contribution de chaque type d'énergie renouvelable sur les émissions de gaz à effet de serre. Pour analyser les données chronologiques de l'étude, des modèles de régression temporelle et des modèles de données de panel (Panel Data Models) ont été utilisés durant la période 2010-2022.

L'étude a révélé un impact négatif de la substitution des énergies renouvelables sur la pollution environnementale dans les pays étudiés, où les résultats confirment le rôle central des énergies renouvelables dans la réduction des émissions de gaz à effet de serre, ce qui encourage la communauté internationale à travailler assidûment vers une transition énergétique pour préserver l'environnement et réduire la pollution environnementale et ses répercussions. L'étude souligne également la nécessité d'hybrider les types d'énergies renouvelables dans les pays pétroliers pour bénéficier de la nature complémentaire de leurs sources, ce qui signifie que la substitution des énergies renouvelables doit être combinée et diversifiée sans négliger aucun type, avec la nécessité de réduire la dépendance aux énergies fossiles dans le mix énergétique afin de soutenir les efforts internationaux visant la transition énergétique durable et la préservation de l'environnement.

Mots clés: Energies renouvelables, Pollution de l'environnement, Énergies fossiles, transformation énergétique, Émissions de gaz à effet de serre.

فهرس المحتويات

المحتويات	الصفحة
فهرس المحتويات	I
قائمة الجداول والأشكال	XI
قائمة الملاحق	I
قائمة الاختصارات	I
المقدمة	**أ–م**
1- تمهيد	أ
2- طرح إشكالية البحث	ب
3- فرضيات البحث	ج
4- نموذج البحث	د
5- أهداف البحث	ه
6- أهمية البحث	ه
7- حدود البحث	ه
8- منهج البحث	و
9- الدراسات السابقة	و
10- تقسيمات البحث	م
الفصل الأول : التأصيل النظري للبيئة والتلوث البيئي	1
تمهيـد	2
I - الإطار المفاهيمي للبيئة، التلوث البيئي	3
1- ماهية البيئة	3
1.1- تعريف البيئة	3
1.1.1- البيئة لغة	3
2.1.1- البيئة في المعجم الفرنسي	4
3.1.1- البيئة اصطلاحا	4
4.1.1- تعريف البيئة حسب الأمم المتحدة	6
5.1.1- تعريف البيئة حسب المشرع الجزائري	6
2.1- مكونات البيئة	7
1.2.1- البيئة الاجتماعية	7
2.2.1- البيئة الطبيعية	7
1.2.2.1- المكونات غير الحية للمحيط الحيوي	8
2.2.2.1- المكونات الحية للغلاف الحيوي	9
3.1- مشكلات البيئة	11
1.3.1- تعريف المشكلات البيئة	11

2.3.1- أسباب المشكلات البيئية	13
2- التلوث البيئي	14
1.2- مفهوم التلوث البيئي	14
1.1.2- تعريف التلوث لغة	14
2.1.2- التعريف الاصطلاحي للتلوث	16
3.1.2- تعريف المنظمات الدولية للتلوث	16
2.2- أنواع التلوث البيئي	17
1.2.2- التلوث الأرضي	17
2.2.2- التلوث الهوائي	18
3.2.2- التلوث المائي	19
4.2.2- التلوث الضوضائي	20
3.2- مسببات التلوث البيئي في ظل استهلاك الطاقات غير المتجددة	20
3- النظام والتوازن البيئي	21
1.3- مفهوم النظام البيئي	21
1.1.3- خصائص النظام البيئي	22
2.3- التوازن البيئي	23
1.2.3- مفهوم التوازن البيئي	23
2.2.3- عوامل اختلال التوازن البيئي	24
II - البيئة في سياق المدارس الفكرية	26
1 - البيئة عند المدارس الاقتصادية	26
1.1- البيئة عند المدرسة الطبيعية	26
2.1- البيئة عند المدرسة الكلاسيكية	28
3.1- البيئة عند المدرسة الكنزية	30
4.1- البيئة عند المدرسة النيوكلاسيكية	30
2 - البيئة في الفكر الاقتصادي الحديث	31
1.2- شرط نضوب الموارد عند كاراي GRAY	31
2.2- قاعدة هوتيلينج Hotelling لنضوب الموارد	33
3.2- نظرية بولندج Kenneth Boulding	34
4.2- آراء نادي روما	35
5.2- نظرية الاستدامة	36
3- البيئية في بعض المدارس البيئية	40
1.3- مدرسة الاقتصاد البيئي (الإيكولوجية) Ecological Economics	40
2.3- مدرسة الاقتصاد الأخضر	42
3.3- فروقات المشكلة البيئية بين المدارس الاقتصادية	45

1.3.3- المشكلة البيئية بين الفكر الاقتصادي التقليدي والحديث	45
2.3.3- المشكلة البيئية بين المدرسة البيئية ومدرسة الاقتصاد الأخضر	47
III- التداعيات البيئية للتلوث البيئى	48
1- البصمة البيئية	48
1.1- تعريف البصمة البيئية	48
2.1- تطور حجم البصمة البيئية العالمية خلال 2008-2018	49
3.1- حجم البصمة البيئية البشرية حسب استخدام الأراضي سنة 2020	51
2- القدرة البيولوجية والحيوية	52
1.2- القدرة البيولوجية	52
2.2- معدل البصمة البيئية والقدرة البيولوجية العالمية	53
3.2- القدرة الحيوية	54
1.3.2- القدرة الحيوية لمجموعة العشرين الاقتصادية (G20)	54
2.3.2- القدرة الحيوية لبعض الدول النامية	57
3.3.2- القدرة الحيوية للدول المتقدمة	59
3- العدالة البيئية	60
1.3- العدالة المناخية (Justice Climate)	61
2.3- العدالة البيئية والأمن الإنساني	63
1.2.3- مقاربات لتحقيق الأمن البيئي	64
2.2.3- المقاربة الليبرالية	64
3.2.3- المقاربة التنموية	65
خلاصة الفصل الأول	66
الفصل الثاني: آليات التحول من الطاقات غير المتجددة إلى الطاقات المتجددة	70
تمهيـد	71
I - الإطار المفاهيمي للطاقة	72
1- ماهية الطاقة	72
1.1- تعريف الطاقة	72
2.1- تطور مفهوم الطاقة	72
1.2.1- المرحلة الأولى: عصور ما قبل التاريخ	73
2.2.1- المرحلة الثانية: العصر القديم	73
3.2.1- المرحلة الثالثة: العصور الوسطى	73
4.2.1- المرحلة الرابعة: العصر الحديث	74
2- أهمية الثروة الطاقوية	74
1.2- الوظيفة الأمنية	75

2.2- الوظيفة الطاقوية	76
3.2- الوظيفة المالية	78
4.2- الوظيفة الإنتاجية التصنيعية	79
5.2- الوظيفة السياسية	82
1.5.2- دبلوماسية الطاقة	82
2.5.2 تجارب استخدام الطاقة كسلاح سياسي استراتيجي	82
6.2- الوظيفة التشغيلية	84
II - التحول الطاقوي من الطاقات غير المتجددة إلى الطاقات المتجددة.	86
1- مفهوم الطاقات غير المتجددة	86
1.1- تعريف الطاقات غير المتجددة	86
2.1- مصادر الطاقات غير المتجددة	87
1.2.1- النفط الخام Crude Oil	87
2.2.1- الغاز الطبيعي Natural gas	88
3.2.1- الغاز الصخري Solid Gas	91
4.2.1- الفحم الحجري Coal	93
5.2.1- الطاقة النووية Nuclear Energy	94
3.1- مزايا وعيوب استهلاك الطاقة غير المتجددة	97
1.3.1- مزايا استهلاك الطاقة غير المتجددة	97
2.3.1- عيوب استهلاك الطاقة غير المتجددة	98
2- مفهوم الطاقات المتجددة	99
1.2- تعريف الطاقات المتجددة	99
2.2- مصادر الطاقات المتجددة	100
1.2.2- الطاقة الشمسية Solar Energy	100
1.1.2.2- التقنيات الأساسية المستخدمة في الطاقة الشمسية	100
2.2.2- الطاقة الرياح Wind energy	101
3.2.2- الطاقة الجوفية Geothermal energy	101
4.2.2- الطاقة المائية Water Power	101
5.2.2- الطاقة الحيوية Biomass energy	103
6.2.2- طاقة الهيدروجين: Hydrogen energy	103
3.2- مزايا وعيوب استهلاك الطاقات المتجددة	103
1.3.2- مزايا استهلاك الطاقات المتجددة	103
2.3.2- عيوب استهلاك الطاقات المتجددة	105
3- مفهوم التحول الطاقوي	107
1.3- تاريخ التحول الطاقوي	107

2.3- تعريف التحول الطاقوي	108
III- التوجهات العالمية نحو التحول الطاقوي لتحقيق الاقتصاد الأخضر	110
1- سيناريو التحول الطاقوي	110
1.1- التقدم المحرز في مكونات نظام الطاقة الرئيسية لسيناريو التحول الطاقوي	111
2.1- الفجوة الاستثمارية في إطار التحول الطاقوي	115
3.1- التحول المنهجي في نظام الطاقة العالمي	117
2- التحول الطاقوي طريق لتحقيق الاقتصاد الأخضر	120
1.2- آلية الصفقة الخضراء	120
2.2- آلية الانتقال العادل للصفقة الخضراء الأوروبية	122
3.2- التغلب على التحديات في إطار الصفقة الخضراء	123
IV- التداعيات الاقتصادية، الإجتماعية والبيئية للتحول الطاقوي	124
1. إسهامات القطاع الطاقوي في خلق العمالة	124
1.1- العمالة في الطاقات المتجددة	125
2.1- السيناريوهات، التوقعات، المستقبلية للعمالة في الطاقات المتجددة	127
2- تأثيرات التحول الطاقوي على إجمالي الناتج المحلي	130
3- تأثيرات التحول الطاقوي على الرفاهية الاجتماعية والبيئية	133
خلاصة الفصل الثاني	137
الفصل الثالث: الطاقة المتجددة وحماية البيئة كاستراتيجية لتحقيق التنمية المستدامة	138
تمهيد	139
I - مدخل إلى التنمية المستدامة	140
1- مفهوم التنمية المستدامة	140
1.1- تعريف التنمية المستدامة	140
2.1- مراحل تطور مفهوم التنمية المستدامة	141
2- أبعاد التنمية المستدامة	142
1.2- البعد الاقتصادي	142
1.1.2- حصة الاستهلاك الفردي من الموارد الطبيعية	143
2.1.2- وقف هدر الموارد الطبيعية	143
3.1.2- مسؤولية البلدان المتقدمة عن التلوث وعن معالجته	143
4.1.2- تقليص تبعية البلدان النامية	143
5.1.2- التنمية المستدامة لدى البلدان الفقيرة	144
6.1.2- المساواة في توزيع الموارد	144
2.2- البعد الاجتماعي	144

1.2.2- الحد من الفقر	144
2.2.2- البطالة والعمل اللائق	145
3.2.2- المساواة بين الجنسين وتمكين المرأة	145
4.2.2- الحد من عدم المساواة	145
3.2- البعد البيئي	146
1.3.2- الأراضي، تآكل التربة	146
2.3.2- حماية المناخ من الاحتباس الحراري	146
3.3.2- البحار والمحيطات والمناطق الساحلية	147
4.3.2- التنوع الحيوي	147
3- أهداف التنمية المستدامة	147
4- علاقة الطاقات المتجددة بالتنمية المستدامة	150
II - إسهامات الطاقة المتجددة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة	152
1- دوافع ومعوقات التحول الطاقوي	152
1.1- دوافع التحول الطاقوي	152
1.1.1- انخفاض تكاليف الطاقات المتجددة Low costs of renewable energies	153
2.1.1- تحسينات جودة الهواء Air quality improvements	155
3.1.1- انبعاثات الكربون Carbon emissions	159
4.1.1- تعميم الوصول إلى الطاقة Universalisation of energy access	160
5.1.1- تعزيز أمن الطاقة Enhancement of energy security	161
6.1.1- الفوائد الاجتماعية والاقتصادية	163
2.1- تحديات التحول الطاقوي	164
1.2.1- كثافة الطاقة (الفاعلية) Energy Density (Potency)	164
2.2.1- إنقطاع الطاقة Energy Intermittency	165
3.2.1- الموقع Location	165
4.2.1- اختناقات النقل Transportation Bottlenecks	166
5.2.1- توافر الأراضي Land Availability	167
6.2.1- الأثر البيئي Environmental Impacts	168
2- الطاقة المتجددة ومساهمتها في تحقيق الهدف السابع للتنمية المستدامة	169
1.2- الطاقة الكهربائية كعامل تمكين للتنمية المستدامة	171
2.2- كفاءة الطاقة كعامل تمكين للتنمية المستدامة	172
3.2- تمويل الطاقة النظيفة كعامل تمكين للتنمية المستدامة	173
4.2- البلدان النامية في طريق تحقيق التنمية المستدامة	174
3- الطاقة ومساهمتها في تحقيق أهداف التنمية المستدامة الأخرى	175
1.3- القضاء على الفقر بجميع أشكاله وفي كل مكان	175

2.3- القضاء على الجوع وتحقيق الأمن الغذائي والتغذية المحسنة وتعزيز الزراعة المستدامة	176
3.3- ضمان حياة صحية وتعزيز الرفاهية للجميع في جميع الأعمار	177
4.3- التغير المناخ وآثاره	178
III- التجربة الفرنسية في التحول الطاقوي	179
1- المزيج الطاقوي في فرنسا	180
2- مساعي فرنسا من تحولها الطاقوي	182
1.2- العمل على التخفيف من تغير المناخ	182
2.2- الاستعداد لعصر ما بعد النفط	182
3.2- الالتزام بالنمو الأخضر	182
4.2- تسعير الكربون، الاستفادة من تحول الطاقة	183
3- أهم القطاعات المستهدفة من استراتيجة التحول الطاقوي الفرنسية	183
1.3- قطاع البناء	183
2.3- تطوير وسائل النقل الخضراء لتحسين جودة الهواء وحماية الصحة العامة	184
4- التحديات الرئيسية لتنمية الطاقات المتجددة في فرنسا	187
1.4 - شبكة الطاقة	187
2.4- توصيلات الكهرباء	188
3.4- السيارة الكهربائية	189
4.4- كفاءة الطاقة	189
IV- سبل الحفاظ على البيئة	190
1- الحكومات الوطنية	191
2- المنظمات غير الحكومية Non Governmental Organizations	193
3- المؤسسات المالية	196
4- القطاع الخاص	198
5- المجتمع المدني	200
6- المنظمات العلمية والتعليمية	202
7- الإعلام وشبكات التواصل الاجتماعي	204
خلاصة الفصل الثالث	209
الفصل الرابع: دراسة قياسية لأثر إحلال الطاقات المتجددة على التلوث البيئي في الدول النفطية وغير النفطية	210
تمهيد	211

I – واقع التلوث البيئي والطاقات المتجددة في العالم	212
1- التلوث البيئي	212
1.1- تطور حجم الانبعاثات العالمية للغازات الدفيئة خلال الفترة 2010-2022	212
1.1.1- الدول الأكثر انبعاثا للغازات الدفيئة على مستوى العالم	215
2.1.1- إسهامات أنواع الغازات الدفيئة في إجمالي الانبعاثات العالمية	217
2.1- إجمالي حجم انبعاثات الغازات الدفيئة في بعض الدول النفطية	219
3.1- إجمالي حجم انبعاثات الغازات الدفيئة في بعض الدول غير النفطية	221
2- الطاقات المتجددة	224
1.2- تطور حجم إنتاج الطاقات المتجددة العالمية	224
2.2- تطور حجم إنتاج الطاقات المتجددة العالمية حسب التكنولوجيا	225
1.2.2 – الطاقة الكهرومائية	225
2.2.2- الطاقة الشمسية	227
3.2.2- طاقة الرياح	230
4.2.2- الطاقة الحيوية	231
II – عرض وتحليل بيانات الدراسة	233
1- التعريف بميدان الدراسة التطبيقية والأساليب المستخدمة في تحليل البيانات	233
1.1- التعريف بميدان الدراسة التطبيقية	233
2.1- الأساليب المستخدمة في تحليل البيانات	234
2- أهمية استخدام نماذج البانل وأنواعها	234
1.2- أهمية استخدام نماذج البانل	234
2.2- أنواع بيانات نماذج البانل	234
1.2.2- نموذج الإنحدار التجميعي Pooled Regression Model (PRM)	235
2.2.2- نموذج التأثيرات (FEM) الثابتة Fixed Effets Model	235
3.2.2- نموذج التأثيرات العشوائية (REM) Random Effects Model	235
3- اختبارات تحديد النموذج الملائم	236
1.3- اختبار إحصائية فيشر (Fisher)	236
2.3- اختبار هوسمان (Housman)	237
3.3- اختبار والد (Wald)	237
III – دراسة إستقرارية متغيرات الدراسة واختبار الفرضيات	238
1- دراسة إستقرارية متغيرات الدراسة Stationarity of Variables	238
1.1- اختبارات جذر الوحدة لاستقرارية بيانات البانل Panel Unit Root Test	238
1.1.1- دراسة استقرارية بيانات المتغير التابع (GHG) باستخدام اختبارات جذر الوحدة	238
2.1.1- دراسة استقرارية بيانات الطاقة الكهرومائية (hydro) باستخدام اختبارات جذر الوحدة	240
3.1.1- دراسة استقرارية بيانات طاقة الرياح (Wind) باستخدام اختبارات جذر الوحدة	240

4.1.1- دراسة استقرارية بيانات الطاقة الشمسية (Solar) باستخدام اختبارات جذر الوحدة	242
5.1.1- دراسة استقرارية بيانات الطاقات المتجددة الأخرى (Other energies) باستخدام اختبارات جذر الوحدة	243
2.1- اختبار التكامل المشترك لبيدورني Pedroni Cointegration Test	244
2- دراسة واختبار الفرضية الأولى	246
1.2- الإحصاء الوصفي لمتغيرات الدراسة	246
2.2- الارتباط بين المتغيرات التفسيرية	247
3.2- اختبار الفرضيات الفرعية للفرضية الأولى	249
1.3.2- اختبارات تحديد النموذج الملائم للفرضيات الفرعية للفرضية الأولى	249
2.3.2- نتائج اختبار الفرضيات الفرعية للفرضية الأولى	251
4.2- اختبار الفرضية الأولى	252
1.4.2- اختيار النموذج المناسب لاختبار الفرضية الأولى	252
2.4.2- تحليل نتائج النموذج الملائم واختبار الفرضية الأولى	254
3- دراسة واختبار الفرضية الثانية	255
1.3- الإحصاء الوصفي لمتغيرات الدراسة	256
2.3- الارتباط بين المتغيرات التفسيرية	257
3.3- اختبار الفرضيات الفرعية للفرضية الثانية	258
1.3.3- اختبارات تحديد النموذج الملائم للفرضيات الفرعية للفرضية الثانية	258
2.3.3- نتائج اختبار الفرضيات الفرعية للفرضية الثانية	259
4.3- اختبار الفرضية الثانية	261
1.4.3- اختيار النموذج المناسب لاختبار الفرضية الثانية	261
2.4.3- تحليل نتائج النموذج الملائم واختبار الفرضية الثانية	262
خلاصة الفصل التطبيقي	265
الخاتمة	267
1- نتائج الدراسة	269
1.1- نتائج الدراسة النظرية	269
2.1- نتائج الدراسة التطبيقية	272
2- إقتراحات الدراسة	276
3-الآفاق المستقبلية للدراسة	277
المراجع	280
الملاحق	294

قائمة الجداول والأشكال

قائمة الجداول

رقم الجدول	عنوان الجدول	الصفحة
(1)	شرط نضوب مورد الفحم حسب كاراي	32
(2)	مكانة البيئية في الفكر الاقتصادي وباقي التخصصات العلمية	39
(3)	القدرة الحيوية لمجموعة العشرين الاقتصادية (G20) لسنة 2018	55
(4)	القدرة الحيوية لمجموعة من الدول النامية لسنة 2018	58
(5)	أولويات الدول من ناحية الأمن الطاقوي	78
(6)	تتبع التقدم المحرز في مكونات نظام الطاقة الرئيسية لتحقيق سيناريو 1.5 درجة مئوية	113
(7)	أهم المؤشرات المختارة في مكونات نظام الطاقة الرئيسية لتحقيق سيناريو 1.5 درجة مئوية	115
(8)	مؤشر العمالة لسيناريو تحول الطاقة العالمية	128
(9)	وظائف القطاع الطاقوي العالمي	128
(10)	مؤشر الناتج المحلي الإجمالي لسيناريو تحول الطاقة العالمية	132
(11)	أبعاد مؤشر الرفاهية الاجتماعية العالمية	135
(12)	نسبة تحسين الرفاهية الاجتماعية العالمية لسيناريو التحول مقابل السيناريو المخطط	136
(13)	مراحل تطور مفهوم التنمية منذ نهاية الحرب العالمية الثانية إلى اليوم	141
(14)	معايير منظمة الصحة العالمية (WHO) لجودة الهواء	157
(15)	التقدم المحرز في تحقيق الهدف السابع للتنمية المستدامة	170
(16)	إسهامات الطاقة في القضاء على الفقر بجميع أشكاله	175
(17)	إسهامات الطاقة في تحقيق الأمن الغذائي	177
(18)	إسهامات الطاقة في ضمان حياة صحية	178
(19)	إسهامات الطاقة في مكافحة التغير المناخي وآثاره	179
(20)	إجمالي انبعاثات غازات الاحتباس الحراري بمليون طن سنة 2022	215
(21)	نتائج اختبار جذر الوحدة لاستقرارية بيانات البانل للانبعاثات الدفيئة Panel Unit Root Test	239
(22)	نتائج اختبار جذر الوحدة لاستقرارية بيانات البانل للطاقة الكهرومائية Panel Unit Root Test	240
(23)	نتائج اختبار جذر الوحدة لاستقرارية بيانات البانل لطاقة الرياح Panel Unit Root Test	241
(24)	نتائج اختبار جذر الوحدة لاستقرارية بيانات البانل للطاقة الشمسية Panel Unit Root Test	242
(25)	نتائج اختبار جذر الوحدة لاستقرارية بيانات البانل للطاقات المتجددة الأخرى	243
(26)	نتائج إحصائيات البعد المشترك Within-Dimension	244
(27)	نتائج إحصائيات البعد الفردي Between-Dimension	245
(28)	وصف متغيرات الدراسة	247
(29)	مقياس قوة الارتباط	248
(30)	مصفوفة الارتباط بين المتغيرات التفسيرية في الدول النفطية	248
(31)	اختبار Chow للفرضيات الفرعية للفرضية الأولى	250

(32)	نتائج اختبار هوسمان للفرضيات الفرعية للفرضية الأولى	250
(33)	نتائج اختبار الفرضيات الفرعية للفرضية الأولى	251
(34)	تقدير نماذج البانل للفرضية الأولى	252
(35)	اختبار Chow	253
(36)	نتائج اختبار هوسمان	253
(37)	نتائج اختبار الفرضية الأولى	254
(38)	وصف متغيرات الدراسة	256
(39)	مصفوفة الارتباط بين المتغيرات التفسيرية في الدول غير النفطية	257
(40)	اختبار Chow للفرضيات الفرعية للفرضية الثانية	258
(41)	نتائج اختبار هوسمان للفرضيات الفرعية للفرضية الثانية	259
(42)	نتائج اختبار الفرضيات الفرعية للفرضية الثانية	260
(43)	تقدير نماذج البانل للفرضية الثانية	261
(44)	اختبار Chow	262
(45)	نتائج اختبار هوسمان	262
(46)	نتائج اختبار الفرضية الثانية	263

قائمة الأشكال

رقم الشكل	عنوان الشكل	الصفحة
(1)	نموذج الدراسة	د
(2)	مكونات البيئة	10
(3)	تفاعل المكونات الحية وغير الحية داخل النظام البيئي	11
(4)	ميكانيزم عمل الجدول الاقتصادي Quesney 1758	27
(5)	المشكلة البيئية بين الفكر الاقتصادي التقليدي والحديث	46
(6)	تطور حجم البصمة البيئية العالمية حسب نوع استخدام الأراضي خلال الفترة الزمنية 2008– 2018	49
(7)	توزيع البصمة البيئية البشرية حسب استخدام الأراضي لسنة 2020	51
(8)	تطور حجم القدرة البيولوجية العالمية وفق نوع استخدام الأراضي خلال الفترة الزمنية 2008– 2018	52
(9)	البصمة والقدرة البيولوجية العالمية خلال الفترة 1961–2018	53
(10)	سيرورة العملية الإنتاجية للصناعة البترولية	81
(11)	الدول الرائدة لاحتياطات الغاز الطبيعي لعام 2023	90
(12)	الدول الرائدة المنتجة للفحم لعام 2021	94
(13)	الدول الرائدة المنتجة للطاقة النووية لعام 2021	96
(14)	الصفقة الخضراء الجديدة العالمية	121
(15)	تطور العمالة العالمية للطاقة المتجددة حسب أنواعها خلال الفترة الزمنية 2012-2021	126
(16)	جغرافية وظائف القطاع الطاقوي العالمي	126
(17)	أهداف التنمية المستدامة	149
(18)	مكونات خطة أهداف التنمية المستدامة	150
(19)	الطاقات المتجددة والاقتصاد الأخضر سبيل لتحقيق التنمية المستدامة	151
(20)	المميزات المحورية للأمن الطاقوي	162
(21)	الفرص الرئيسية للتحول الطاقوي	164
(22)	تطور حجم انبعاثات غازات الاحتباس الحراري العالمية خلال الفترة 2010-2022	212
(23)	نسب إسهام الغازات الدفيئة في إجمالي الانبعاثات العالمية لسنة 2022	218
(24)	حجم انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في الدول النفطية لسنة 2022	220
(25)	إجمالي حجم انبعاثات الغازات الدفيئة في الدول غير النفطية	222
(26)	تطور حجم إنتاج الطاقات المتجددة العالمية خلال الفترة الزمنية 2012–2022	224

(27)	حجم الطاقة الكهرومائية عبر العالم	225
(28)	أنواع الطاقة الكهرومائية	226
(29)	تطور حجم إنتاج الطاقة الشمسية العالمية	228
(30)	نسب إنتاج الطاقة الشمسية العالمية حسب التكنولوجيا المستخدمة	229
(31)	حجم إنتاج طاقة الرياح	230
(32)	تطور حجم الطاقة الحيوية العالمية	232
(33)	تطور حجم الطاقة الحيوية العالمية حسب أنواعها	232

قائمة الملاحق

الملاحق

رقم الجدول	العنوان	الصفحة
(1)	قائمة الدول النفطية وغير النفطية	294
(2)	الإحصاء الوصفي لمتغيرات الدراسة وفق برنامج الإكسل	299
(3)	اختبار Chow للفرضية الأولى وفرضياتها الفرعية	300
(4)	اختبار Housman للفرضية الأولى وفرضياتها الفرعية	301
(5)	نتائج اختبار الفرضيات الفرعية للفرضية الأولى	302
(6)	تقدير نماذج البانل للفرضية الأولى	304
(7)	تقدير نموذج اختبار الفرضية الأولى	306
(8)	اختبار Chow للفرضية الثانية وفرضياتها الفرعية	307
(9)	اختبار Hausman للفرضية الثانية وفرضياتها الفرعية	308
(10)	نتائج اختبار الفرضيات الفرعية للفرضية الثانية	309
(11)	تقدير نماذج البانل للفرضية الثانية	310
(12)	تقدير نموذج اختبار الفرضية الثانية	312

قائمة الاختصارات

قائمة الاختصارات

الاختصار	المصطلح باللغة الأجنبية	المصطلح باللغة العربية
CSP	Concentrated Solar Power	الطاقة الشمسية المركزة
EPA	Environmental Protection Agency	وكالة حماية البيئة
EV	Electric vehicle	السيارة الكهربائية
GW	Gigawatt	جيجاوات
G7	The Group of seven	مجموعة السبع
IAEA	International Atomic Energy Agency	الوكالة الدولية للطاقة الذرية
IEA	International Energy Agency	الوكالة الدولية للطاقة
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ
IRENA	International Renewable Energy Agency	الوكالة الدولية للطاقة المتجددة
MW	Megawatt	ميجاوات
NGO	Non Governmental Organizations	منظمات غير حكومية
OECD	Organisation de Coopération et de Développement Economique	منظمة التعاون والتنمية الإقتتصادية
RES	Renewable Energy Sources	مصادر الطاقة المتجددة

مقدمة

1- تمهيد

لكل بلد نموذج لتحقيق التنمية المستدامة بأبعادها الاجتماعية، الاقتصادية والبيئية من خلال تبني استراتيجية شاملة ومتكاملة لتحقيق الأهداف المنشودة، وذلك وفقا لظروفه وأولوياته. وهنا يتجلى الإحلال الطاقوي كأحد الخيارات الاستراتيجية من أجل تحسين رفاهية الإنسان وخلق مناصب عمل مستحدثة مع تخفيض محسوس للمخاطر البيئية، وكذلك التخفيض في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري التي تعد أهم تحديات القرن الواحد والعشرين.

تعتبر الطاقة شريان الحياة للدول المتقدمة والنامية على حد سواء، كما تمثل حجر الزاوية في أنشطتنا اليومية، حيث تعمل كمحفز أساسي وقوة دافعة للتقدم والابتكار والنمو الاقتصادي الشامل. ويتجاوز تأثير دورها كمجرد مورد، حيث يمتد تأثيرها الواسع إلى كل قطاع من قطاعات الاقتصاد. فهي تغذي التصنيع، وتعزز الاستدامة الاقتصادية، وتشكل نسيج المجتمعات لما لها من ضرورة وأهمية. لذا وجب المحافظة عليها وترشيد استهلاكها والتدبر دائما في الاستراتيجيات الكفيلة بحوكمة استغلالها لتحقيق أكبر قدر من المنافع، وتجنب استنزافها وهدر مواردها الطبيعية.

من جهة أخرى، فإن الحصول على الطاقة يؤدي إلى التلوث البيئي، حيث أن احتراق الوقود الأحفوري يؤدي إلى انبعاث الغازات الدفيئة، وخاصة ثاني أكسيد الكربون، الذي يمثل ما يقارب 90% من إجمالي انبعاثات الغازات الدفيئة الناتجة عن إحتراق الوقود الأحفوري. الذي يعتبر المحفز الرئيسي للاضطرابات المناخية، خاصة ارتفاع درجات الحرارة العالمية.

يشكل التلوث خطر على البيئة باعتباره مشكلة عابرة للحدود، كما أن آثاره الضارة قد تكون طويلة الأمد ويصعب التخلص منها. ويعتبر من التحديات التي تواجه البشرية اليوم، لما له من آثار سلبية على البيئة، صحة الإنسان والكائنات الحية. وما يزيد من خطورته كونه يؤثر على البيئة بشكل عام، حيث يؤدي إلى تدمير الموائل الطبيعية ونفوق الكائنات الحية وتلوث المياه والهواء والتربة.

وسعيا من الدول، خاصة المتقدمة منها، لتحقيق مستقبل محايد كربونيا بحلول سنة 2050، وحياة أكثر أمنا وسلامة. فإن التوجه العالمي اليوم نحو تبني سياسات الإحلال الطاقوي لاحتواء مشكلة حرق الوقود الأحفوري، وتجنب الآثار السلبية الناتجة عن هذا الأخير من خلال إسهامه في زيادة انبعاثات الغازات الدفيئة والذي بدوره يؤدي إلى التأثير على التغير المناخي وتزايد مخاطر وتداعيات التلوث البيئي.

تجدر الإشارة إلى أن الدول المتقدمة منذ فترة طويلة مهدت الطريق لنهج الطاقات المتجددة. من خلال الترويج للتصميم البيئي والإنتاج النظيف والابتكار البيئي والاستهلاك المستدام، وفي الوقت نفسه ومع مرور الزمن،

تمكنت الدول تقريبا من زيادة الاستثمار في الطاقات النظيفة، وقد حققت أيضا نتائج مذهلة في معالجة النفايات من جهة أخرى.

أشارت منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، أن تأثير الإحلال الطاقوي على انبعاثات غازات الاحتباس الحراري يتباين تباينا واسعا. وباعتبار الطاقات المتجددة من الطاقات النظيفة فإن التحول الطاقوي سوف يعمل على تخفيف حدة ظاهرة الاحتباس الحراري، الأمر الذي يخفض من حجم الانبعاثات في الغازات الدفيئة. وأن إحلال الطاقات المتجددة محل الوقود الأحفوري من شأنه أن تكون له تأثيرات كبيرة وإيجابية على البيئة، وذلك بتوليد مستويات أقل من غازات الاحتباس الحراري التي تساهم في الاحترار العالمي.

إن التحول نحو توظيف الطاقة النظيفة يعتبر فرصة كبيرة للاقتصاديات العالمية لتعزيز النمو المستدام، والحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، وتعزيز أمن الطاقة. ومع ذلك، فإن تحقيق هذا التحول بنجاح يتطلب التخطيط الاستباقي والاستثمار في تنمية القوى العاملة. كذلك، يجب أن تتعاون الحكومات والشركات والمؤسسات التعليمية لضمان أن القوى العاملة مجهزة بشكل كاف لتلبية متطلبات إحلال الطاقة النظيفة ومواجهة التحديات التي تعرقلها.

2- إشكالية البحث

زاد الاهتمام مؤخرا بمعرفة تأثيرات الإحلال الطاقوي على التلوث البيئي، خاصة أن للتحول الطاقوي آثار متفاوتة بحسب نوع المواد الخام المستخدمة في عملية إنتاجه والتكنولوجيات اللازمة لاستهلاكه. من جهة أخرى، شكل الإحلال الطاقوي جدلا واسعا حول تأثيراته على التلوث البيئي، من حيث تحديد تأثير ومساهمة كل نوع من أنواع الطاقات المتجددة على الانبعاثات الدفيئة.

في هذا الصدد، أدرجت المنظمة العالمية للطاقة المتجددة الطاقة الكهرمائية، الطاقة الشمسية وطاقة الرياح ضمن أهم الطاقات المتجددة. واعتبرتها بذلك طاقات لها آثارها الاجتماعية، الاقتصادية والبيئية على المستوى العالمي، لتنطلق بذلك الدول في العمل على الاستفادة من هذه المصادر لتكون طاقات بديلة للطاقات الناضبة تعمل على الحد من ظاهرة التلوث البيئي.

بناء على ما سبق، يمكن صياغة إشكالية البحث على النحو الآتي:

" ما مدى مساهمة الطاقات المتجددة في الحد من التلوث البيئي؟"

لمعالجة الإشكالية السابقة نطرح التساؤلات الفرعية الآتية:

- كيف يؤثر إحلال الطاقة الكهرومائية على التلوث البيئي في الدول النفطية وغير النفطية محل الدراسة؟
- كيف يؤثر إحلال طاقة الرياح على التلوث البيئي في الدول النفطية وغير النفطية محل الدراسة؟
- كيف يؤثر إحلال الطاقة الشمسية على التلوث البيئي في الدول النفطية وغير النفطية محل الدراسة؟
- كيف يؤثر إحلال بعض الطاقات المتجددة الأخرى على التلوث البيئي في الدول النفطية وغير النفطية محل الدراسة؟
- ما أثر إحلال الطاقات المتجددة على التلوث البيئي في الدول النفطية محل الدراسة؟
- ما أثر إحلال الطاقات المتجددة على التلوث البيئي في الدول غير النفطية محل الدراسة؟
- هل يوجد اختلاف بين الدول النفطية وغير النفطية في إحلال الطاقات المتجددة ؟

3- فرضيات البحث

لمعالجة الإشكالية الرئيسية والإجابة على مختلف الأسئلة المتعلقة بها، حددنا الفرضيات الآتية:

- **الفرضية الأولى:** يوجد أثر سلبي ذو دلالة معنوية لإحلال الطاقات المتجددة على التلوث البيئي في الدول النفطية.

للإجابة على الفرضية الأولى، يمكن صياغة الفرضيات الفرعية الآتية:

الفرضية الفرعية الأولى: يوجد أثر سلبي ذو دلالة معنوية لإحلال الطاقة الكهرومائية على التلوث البيئي في الدول النفطية.

الفرضية الفرعية الثانية: يوجد أثر سلبي ذو دلالة معنوية لإحلال طاقة الرياح على التلوث البيئي في الدول النفطية.

- **الفرضية الفرعية الثالثة:** يوجد أثر سلبي ذو دلالة معنوية لإحلال الطاقة الشمسية على التلوث البيئي في الدول النفطية.

- **الفرضية الفرعية الرابعة:** يوجد أثر سلبي ذو دلالة معنوية لإحلال الطاقات المتجددة الأخرى على التلوث البيئي في الدول النفطية.

- **الفرضية الثانية:** يوجد أثر سلبي ذو دلالة معنوية لإحلال الطاقات المتجددة على التلوث البيئي في الدول غير النفطية.

للإجابة على الفرضية الثانية، يمكن صياغة الفرضيات الفرعية الآتية:

الفرضية الفرعية الأولى: يوجد أثر سلبي ذو دلالة معنوية لإحلال الطاقة الكهرومائية على التلوث البيئي في الدول غير النفطية.

الفرضية الفرعية الثانية: يوجد أثر سلبي ذو دلالة معنوية لإحلال طاقة الرياح على التلوث البيئي في الدول غير النفطية.

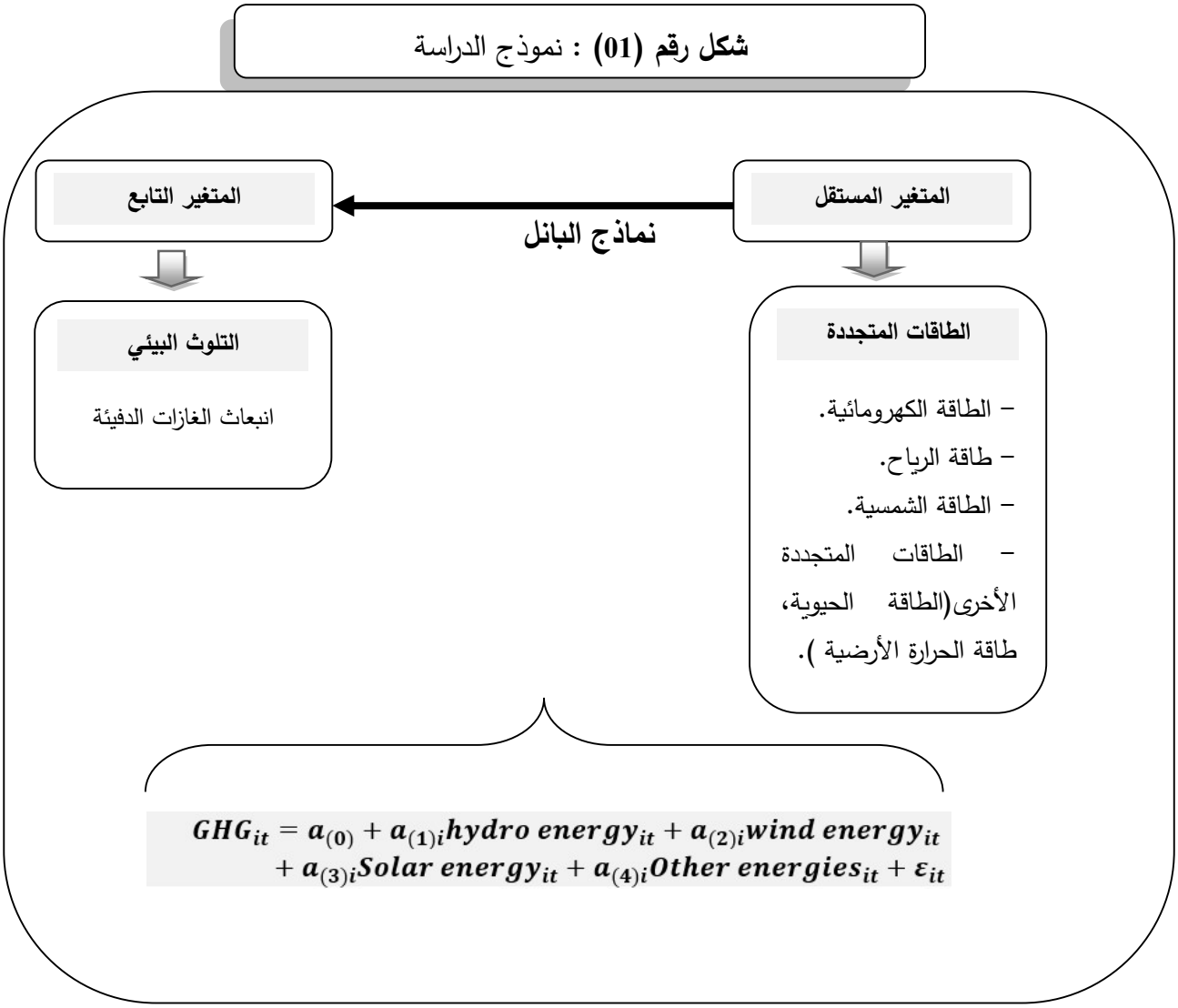
– **الفرضية الفرعية الثالثة:** يوجد أثر سلبي ذو دلالة معنوية لإحلال الطاقة الشمسية على التلوث البيئي في الدول غير النفطية.

– **الفرضية الفرعية الرابعة:** يوجد أثر سلبي ذو دلالة معنوية لإحلال الطاقات المتجددة الأخرى على التلوث البيئي في الدول غير النفطية.

4- نموذج البحث

يمكن تمثيل النموذج العام للدراسة الذي يتضمن المتغير المستقل والمتغير التابع في الشكل الآتي:

شكل رقم (01) : نموذج الدراسة



المصدر: إعداد الطالب بناء على متغيرات الدراسة

يوضح الشكل رقم (01) المتغيرات التي سيتم تناولها في هذا البحث، حيث يعبر المتغير المستقل عن الطاقات المتجددة أما المتغير التابع فيمثل التلوث البيئي. حيث سيتم دراسة أثر كل نوع من أنواع الطاقات المتجددة على التلوث البيئي في الدول النفطية وغير النفطية محل الدراسة، ثم سيتم دراستها مجتمعة.

5- أهداف البحث

تهدف فصول دراستنا لتحقيق الآتي:

- إعداد إطار نظري خاص بمتغيرات هذا البحث من أجل تكوين قاعدة معرفية تمكننا من بناء نموذج تطبيقي سليم من حيث مفاهيمه؛
- الإلمام بأهم عواقب وتداعيات الاستهلاك العالمي للطاقات المتجددة على البيئة العالمية؛
- إبراز أثر إحلال الطاقة الكهرومائية، طاقة الرياح، الطاقة الشمسية وبعض الطاقات المتجددة الأخرى على التلوث البيئي في الدول النفطية وغير النفطية محل الدراسة؛
- التعرف على مدى وجود اختلاف في إحلال الطاقات المتجددة بين الدول النفطية وغير النفطية محل الدراسة؛

6- أهمية البحث

تنبع أهمية البحث في كونه يتناول دراسة وتحليل أحد المواضيع الهامة في الآونة الأخيرة، وخاصة أنها تتعلق بمسألة تغير المناخ، بعد أن أدرجت بوصفها قضية جديدة ازداد الاهتمام بها في النقاشات الدائرة في المحافل والمؤتمرات الدولية. فقد أصبحت هذه الظاهرة القضية المحورية التي تطرح على طاولات النقاش الدولي، وحتى الوطني بالنظر إلى عواقبها المتسارعة والمتزايدة يوما بعد آخر، ما جعل منها هاجسا يؤرق أمن المجتمعات ويهدم ما حققته من تقدم وتنمية، مما استوجب ضرورة البحث عن آليات أخرى كالطاقات المتجددة التي من شأنها مواجهة هذه الظاهرة وضمان الحفاظ على الإنسان حاليا ومستقبلا وفق منظور أمني مستدام.

ما يزيد كذلك من أهمية هذا البحث أنه يحتوى على دراسة قياسية حول بعض الدول النفطية بما فيها الجزائر وغير النفطية باستخدام نماذج البانل، للتعرف على مدى تأثير إحلال الطاقات المتجددة على التلوث البيئي. مع التركيز على الطاقة الكهرومائية، طاقة الرياح، الطاقة الشمسية وبعض الطاقات المتجددة الأخرى. بالإضافة إلى ذلك فإن هذه الدراسة تفتح المجال للبحث في أنواع أخرى للطاقات المتجددة مستقبلا.

7- حدود البحث

- **المجال الجغرافي:** تمت الدراسة على مجموعة من الدول النفطية وغير النفطية موزعة على مستوى العالم، حيث بلغ عدد الدول محل الدراسة 16 دولة قسمت مناصفة بين الدول النفطية وغير النفطية. كما تضمن البحث بيانات سلسلة زمنية تمتد على مدار 13 سنة.

– **المجال الزمني:** تم الحصول على التقارير الخاصة بالدول محل الدراسة والتي تخص السنوات من سنة 2010 إلى غاية سنة 2022. وذلك قصد دراسة مستوى الانبعاثات في الدول محل الدراسة، بالإضافة إلى دراسة مدى إحلال الطاقة الكهرومائية، طاقة الرياح، الطاقة الشمسية وبعض الطاقات المتجددة الأخرى. وتم استبعاد سنة 2023 نظرا لعدم توفر بعض المعطيات في تاريخ إجراء الدراسة الميدانية.

8- منهج البحث

حتى نتمكن من تحليل الإشكالية المطروحة، تم المزج بين الأسس النظرية المتعلقة بالموضوع والمستمدة من مختلف المراجع سواء كانت عربية أو أجنبية هذا من جهة، والممارسات التطبيقية المستمدة من المجال التطبيقي للدراسة بالاعتماد على التقارير الخاصة بمتغيرات البحث. وعليه، استدعت دراسة الموضوع اعتماد منهج مركب وهذا بالنظر لطبيعته؛ فقد اعتمد المنهج التاريخي من خلال دراسة وتتبع الأحداث والظواهر الاقتصادية ومن ثم المنهجان الوصفي والتحليلي في شقي الدراسة، أين تم التطرق لمفاهيم متغيرات الدراسة وتلخيصها وتحليلها في الجانب النظري، في حين تم جمع البيانات، وصفها ومن ثم تحليلها وتفسيرها للحكم على فرضيات الدراسة في الجانب التطبيقي، بالاضافة إلى استخدام وسائل القياس الاقتصادي لدراسة العلاقة بين متغيرات الدراسة.

9 - الدراسات السابقة

فيما يلي عرض لبعض الدراسات السابقة التي لها أهمية في تعزيز النواحي النظرية والتطبيقية لهذا البحث، والتي يمكن تلخيصها فيما يلي:

أ– **دراسة *Inés Gharbi & al*,** سنة 2023 بعنوان "**إلى أي مدى يمكن أن يساهم نشر الطاقة المتجددة في خفض مؤشرات التلوث؟ دور نفقات البحث والتطوير: دراسة للبلدان الثلاثة الأولى.**

انطلقت هذه الدراسة من أن تغير المناخ والتلوث والجفاف وارتفاع منسوب مياه البحار يعيق تحقيق الهدف السابع للتنمية المستدامة "الطاقات النظيفة والميسورة التكلفة". ولمواجهة هذه التهديدات، فإن استخدام الطاقة المتجددة كبديل للطاقة التقليدية يلعب دورا مهما في التنمية المستدامة. لذلك ركزت هذه الدراسة على تأثير نشر الطاقة المتجددة في حماية البيئة في الصين والولايات المتحدة الأمريكية وألمانيا: الدول الثلاث الأولى في التصنيف من حيث إنتاج الطاقة المتجددة وفقا لـ RENEWABLE 2021 GLOBAL . ولتحقيق هذا الهدف، اعتمدت الدراسة طريقة المربعات الصغرى OLS (FMOLS) المعدلة بالكامل. وتشير النتائج المتوصل إليها إلى أن الطاقة المتجددة تقلل من مؤشرات التلوث البيئي بشكل كبير. كما نجد أن البحث والتطوير يساهم كذلك في تخفيض هذه المؤشرات. كما تؤكد النتائج على أهمية زيادة الإنفاق على أنشطة البحث والتطوير في قطاع الطاقات المتجددة والاستثمار فيها لدعم خطة طويلة المدى للنهوض بمصادر الطاقة المستدامة من أجل تنمية مجالات الطاقات النظيفة.

من جهة أخرى، أكدت النتائج أن استخدام الكتلة الحيوية الصلبة والكتلة الحيوية السائلة والغاز الحيوي والنفايات الصناعية والنفايات البلدية يقلل من انبعاثات ملوثات الهواء. كما أن الطاقة البديلة والنووية "ANE" لها تأثير سلبي على الانبعاثات. ولكن لها تأثير إيجابي كبير غير متوقع على إجمالي انبعاثات الغازات الدفيئة، ويمكن تفسير هذه النتيجة المفاجئة في أن بعض الطاقات المتجددة تنبعث منها غازات دفيئة أثناء إنتاج أجهزة الطاقة، وهذه الانبعاثات أقل بكثير من انبعاثات الوقود الأحفوري. في الأخير أكد الباحث أن نتائجه تدعم "نظرية أمن الطاقة"، وتنص هذه النظرية على أن التغيرات التكنولوجية السريعة في قطاع الطاقة يمكن أن تغير بشكل جذري آفاق الطاقة المستقبلية، في حين أن التحول إلى الطاقة المتجددة له آثار إيجابية على المناخ والبيئة.

ب- ***دراسة صليحة حواسني*** سنة 2023 بعنوان: **إشكالية التحول الطاقوي باستخدام الطاقة الشمسية في مواجهة الاحتباس الحراري في الجزائر.**

ناقشت هذه الدراسة الإشكالية التي تتعلق بـ: كيف يمكن للتحول الطاقوي باستخدام الطاقة الشمسية في الجزائر بأن يحل محل الطاقة الأحفورية، وبأن يسهم في التصدي لمشكل الاحتباس الحراري؟ وللإجابة على الإشكالية السابقة تم الاعتماد على استعراض أهم الدراسات التي لها علاقة بالتحول الطاقوي، الطاقات المتجددة، الانبعاثات والإحتباس الحراري. بالإضافة إلى التقارير والإحصائيات الوطنية والأجنبية كالبنك الدولي، المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، وكالة الطاقة الدولية والوكالة الدولية للطاقات المتجددة. بالإضافة إلى المنهج القياسي والنماذج الإحصائية لتفسير العلاقة بين متغيرات الدراسة.

توصل الباحث إلى وجود علاقة طردية بين استخدام الطاقات التقليدية وتدهور الوضع البيئي، ويعتبر النفط السبب الأساسي لذلك لأنه يؤدي إلى إنبعاثات CO_2 التي تسبب مشكلة الاحتباس الحراري. أي أن قطاع الطاقة والاستهلاك المفرط للوقود الأحفوري يعتبر أهم سبب لتفاقم الاحتباس الحراري. وتعتبر الدول المتقدمة المسؤولة عن ازدياد حدة هذه الظاهرة. من جهة أخرى، أكدت الدراسة أنه على الدول أن تتجه نحو التحول إلى الطاقات المتجددة خاصة الطاقة الشمسية لحماية البيئة من التلوث البيئي لأنه كلما زاد تطوير تنافسية الطاقة الشمسية بتحسين تكنولوجيتها، كلما نقص الاعتماد على الطاقة الحفرية ومنه خفض الانبعاثات، إلا أن غياب أو ضبابية تأمين آليات مشاريع الطاقات المتجددة في شركات التأمين العالمية كان عائقا أمام التوجه إليها. كما أشار الباحث إلى أنه، يمكن المزاوجة بين الطاقات الحفرية والمتجددة من خلال مزيج طاقوي متنوع، حيث أن استخدام الوقود الحفري قد يكون مفيدا لتعزيز النمو الاقتصادي في المراحل الأولى ولكنه لا يعد كذلك في المراحل اللاحقة وهذا عكس الطاقات المتجددة أو النظيفة.

ت- **دراسة *Rui Ma & al*,** سنة 2023 حول: **من الأزمة إلى القدرة على الصمود: تعزيز العمل المناخي في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية من خلال السياسة البيئية وانتقال الطاقة.**

اهتمت الدراسة بالسياسة البيئية وتحولات الطاقة كعوامل أساسية في معالجة أزمة تغير المناخ في مجموعة دول منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية **OECD**، حيث تم جمع البيانات خلال الفترة الممتدة من سنة 1990 إلى غاية سنة 2020، وقد تم التركيز على اعتماد استخدام تقنيات الاقتصاد القياسي تحديدا نموذج شامل للتحليل الهيكلي للعلاقات الزمنية بين المتغيرات باستخدام نموذج الانحدار الذاتي المتعدد المتجانس ***CS-ARDL***، حيث اعتمد الباحث على عدد من المتغيرات كالناتج المحلي الإجمالي للطاقة غير المتجددة، الاستثمار الأجنبي المباشر والبحث والتطوير.

بينت الدراسة أن السياسة البيئية وتحولات الطاقة، فعالة في الحد من آثار تغير المناخ في شكل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. وترتبط العوامل غير البيئية مثل الناتج المحلي الإجمالي والاستثمار الأجنبي المباشر بشكل إيجابي، وبالتالي تعمل على تسريع عمليات تغير المناخ، في حين تعمل مشاريع البحث والتطوير على تعزيز حماية البيئة من خلال الحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

أكدت الدراسة على أهمية تنفيذ تدابير سياسية صارمة من قبل اقتصاديات منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية، لتعزيز وإنقاذ السياسات البيئية لضمان الامتثال للممارسات المستدامة عبر مختلف القطاعات. وتشير الدراسة أيضا إلى أنه يجب على منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية تعزيز تحولات الطاقة من خلال الاستثمار في مصادر الطاقة المتجددة على المستوى الشامل (الجزئي والكلي) والتخلص التدريجي من الاعتماد على الطاقة غير المتجددة.

ث- **دراسة *Qiang Wang & al*,** سنة 2023 بعنوان: **هل استهلاك الطاقة المتجددة يحسن كفاءة الكربون؟ دراسة حول 116 دولة.**

ركزت الدراسة على تحليل علاقة التأثيرات غير الخطية والوسطية وغير المتجانسة للطاقة المتجددة على كفاءة الكربون باستخدام بيانات نماذج البانل لـ 116 دولة خلال الفترة الممتدة من سنة 2005 إلى غاية سنة 2020. حيث تم ضبط المتغيرات المستقلة للطاقات المتجددة والتي تم تعبير عنها بنسبة إجمالي الطاقة المولدة من الطاقة المتجددة كمؤشر قياس لاستهلاك الطاقة النظيفة، النمو الاقتصادي، الهيكل الصناعي، التوسع العمراني ومدى الانفتاح على الخارج. وقد استهدفت الدراسة المتغير التابع المتمثل في كفاءة الكربون الذي تم التعبير عنه بحجم انبعاثات الكربون.

توصلت الدراسة إلى أن كفاءة الكربون تكون منخفضة في البلدان ذات الدخل المتوسط والمنخفض. كما أن هناك إرتباط متوسط بين الطاقة المتجددة وكفاءة الكربون، مما يعني أنه يمكن تحسين كفاءة الكربون بشكل غير مباشر من خلال تشجيع الابتكار التكنولوجي. ومع زيادة مستوى الدخل يصبح التأثير الإيجابي أكثر فعالية للطاقة المتجددة على كفاءة الكربون. كذلك يمكن للبلدان ذات الدخل المنخفض أن تعمل على تعزيز كفاءة استخدام الكربون من خلال الاستفادة من الدور المهم الذي تلعبه الطاقة المتجددة في الحد من الانبعاثات والحفاظ على الطاقة.

ج- **دراسة *Pabitra Kumar Jena & al*,** سنة 2022 بعنوان " **استكشاف طبيعة فرضية EKC في أكبر بواعث الهواء في آسيا: دور رأس المال البشري، واستهلاك الطاقة المتجددة وغير المتجددة ".**

اهتمت الدراسة بانبعاث ثاني أكسيد الكربون والبصمة البيئية كبديل للتدهور البيئي. حيث تم فحص فرضية منحنى كوزنتس البيئي لأعلى ثلاثة بواعث في آسيا: الصين والهند واليابان. من خلال استخدام نموذج الانحدار للسلاسل الزمنية وتقدير نماذج البانل للفترة الممتدة من سنة 1980 إلى غاية سنة 2016. وتجدر الإشارة، إلى أن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، تمثل الصين شكل حرف U المقلوب لمنحنى كوزنتس البيئي، في حين توجد علاقة على شكل حرف U بالنسبة للهند واليابان. وبالمثل، عندما يتم اختبار الفرضية مع البصمة البيئية، تقدم اليابان شكل U مقلوبا ويتم اكتشاف الارتباط على شكل حرف U للصين والهند.

بينت نتائج تحليل اللوحة، إلى أن رأس المال البشري والطاقة المتجددة يعززان الاستدامة البيئية، في حين أن استخدام الطاقة غير المتجددة يعيق جودة البيئة. كما تشير نتائج هذه الدراسة إلى أنه من أجل تحقيق الأهداف المشتركة للنمو الاقتصادي وحماية البيئة، يجب على الاقتصاديات الثلاثة: الصين والهند واليابان أن تستخدم التكنولوجيا القائمة على الطاقة المتجددة.

ح- **دراسة *Muhammad Imran & al*,** سنة 2022 بعنوان: **تقييم الجودة البيئية نحو الحلول الخضراء من خلال تكنولوجيا الطاقة المتجددة.**

لمعالجة موضوع البحث استخدمت انبعاثات الكربون (CO_2) كمتغير تابع وخمسة متغيرات مستقلة: الاستخدام الكيميائي، استهلاك الطاقة المتجددة، استهلاك طاقة الوقود الأحفوري، النفايات الصناعية وتكنولوجيا الطاقة المتجددة.

اعتمدت الدراسة نماذج البانل الذي يعالج بيانات السلاسل الزمنية التي تم جمعها من مؤشرات التنمية العالمية من سنة 1995 إلى غاية سنة 2020. حيث، تدعم المؤشرات البيئية مؤشرات التنمية العالمية كما يلي: النهوض بنظم إنتاج الغذاء المستدامة (هدف التنمية المستدامة 4-2)، السحب المستدام للمياه العذبة وإمداداتها (هدف التنمية المستدامة 4-6)، حصول الجميع على المياه بأسعار معقولة، خدمات الطاقة المعاصرة والموثوقة (الهدف 7-1 من أهداف التنمية المستدامة)، التخفيف من الآثار البيئية السلبية للمدن (الهدف 6-11 من أهداف التنمية

المستدامة)، الحفاظ على المناطق الساحلية والبحرية (الهدف 5-14 من أهداف التنمية المستدامة)، وحماية الأنواع المهددة بالانقراض وتجنب انقراضها (الهدف 5-15 من أهداف التنمية المستدامة).

توصلت الدراسة إلى وجود ارتباط سلبي بين استهلاك الطاقة المتجددة وانبعاثات الكربون المتغيرة، مما يشير إلى أن ثاني أكسيد الكربون يتناقص مع زيادة استهلاك الطاقات المتجددة. وخلصت الدراسة إلى أن زيادة الوعي العام بالقضايا البيئية ودعم مصادر الطاقة المتجددة من شأنه أن يساعد في إبطاء معدل التدهور البيئي. علاوة على ذلك، ومن أجل تحقيق الحياد الكربوني المقصود، ينبغي للأنظمة البيئية أن تعطي الأولوية لأمن الطاقة، الطاقة النظيفة الخضراء، الإنتاج النظيف والاستدامة البيئية. بالإضافة إلى ذلك، تم العثور على علاقة إيجابية بين انبعاثات الكربون و استهلاك طاقة الوقود الأحفوري، مما يشير إلى أن استهلاك الوقود الأحفوري يسهم في التدهور البيئي.

خ- **دراسة *تمار أمين*** سنة 2020 بعنوان "**أثر استهلاك الطاقات المتجددة وغير المتجددة على التلوث البيئي في دول شمال افريقيا للفترة (1990-2018) باستخدام بانل الديناميكي**".

تناولت هذه الدراسة تحليل العلاقة بين استهلاك الطاقة المتجددة وغير المتجددة على التلوث البيئي في دول شمال إفريقيا خلال الفترة 1990-2018، وذلك باستخدام بيانات بانل الديناميكي واعتمادا على أسلوب مقدرة وسط المجموعة المدمجة (PMG).

أظهرت الدراسة على المدى الطويل وجود علاقة طردية معنوية بين استهلاك الطاقة غير المتجددة والتلوث البيئي، مما يعني أن زيادة استخدام الطاقات غير المتجددة يؤدي إلى ارتفاع معدلات التلوث. في المقابل، لم تكن معلمة الطاقة المتجددة معنوية في النموذج طويل الأمد. أما في المدى القصير، فقد أوضحت نتائج تقدير نموذج تصحيح الخطأ عدم وجود علاقة معنوية بين استهلاك الطاقة غير المتجددة والتلوث البيئي، بينما ظهرت الطاقة المتجددة بعلاقة عكسية مع التلوث البيئي، مما يشير إلى أن زيادة الاعتماد على الطاقات المتجددة قد تساهم في الحد من التلوث البيئي على المدى القصير.

توصلت الدراسة إلى أن دول شمال إفريقيا تواجه تحديات بيئية كبيرة تتطلب تعزيز استخدام الطاقات المتجددة كبديل مستدام للطاقة التقليدية، مع ضرورة وضع سياسات بيئية فعالة للحد من التلوث البيئي وتعزيز التنمية المستدامة.

د- **دراسة *Rui Hao Chen & al*,** سنة 2019 حول: **آثار استبدال الطاقة النظيفة بالوقود الأحفوري الملوث على الاقتصاد والبيئة في الصين.**

أكدت الدراسة على أهمية السياسات الخاصة باستبدال الطاقة النظيفة بالوقود الأحفوري، بهدف التخفيف من انبعاثات الكربون والتلوث البيئي وتسريع التحول إلى مصادر الطاقات المتجددة. ولدراسة الآثار الاقتصادية والبيئية لاستبدال الطاقة النظيفة، تم جمع بيانات عن استهلاك الطاقة النهائي (الفحم والنفط والغاز والكهرباء) لسبعة قطاعات إنتاجية (الزراعة، التعدين، استغلال المحاجر، التصنيع، صناعة الطاقة، المياه، البناء والنقل وغيرها من الخدمات)، حيث جمعت بياناتها خلال الفترة الممتدة من سنة 1991 إلى غاية سنة 2017. وباستخدام الانحدار المتكامل الذاتي ARIMA، وتحديدا نموذج التوازن العام الديناميكي المتعدد القطاعات ***CHINAGEM***، تم توقع إمكانات استبدال الفحم والنفط بالطاقة النظيفة لقطاعات الإنتاج المختلفة في الصين مع حلول عام 2030.

توصلت الدراسة إلى أنه من المتوقع أن تستبدل معظم قطاعات الإنتاج الوقود الأحفوري الملوث بالطاقة النظيفة في استهلاكها النهائي للطاقة في الفترة الممتدة من سنة 2017 إلى غاية سنة 2030، كما سيعمل استبدال الطاقة النظيفة على اكتساب منافع مشتركة خضراء من شأنها أن تعمل على تحسين هيكل إنتاج الطاقة، وخفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون على المستوى الوطني، وتحسين الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي وتشغيل العمالة. في حين أن التقدم التكنولوجي يساهم في التحول إلى الطاقة النظيفة ومنخفضة الكربون في الصين، مما يؤدي إلى التعجيل بخفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون واستبداله بالطاقة النظيفة. وعلاوة على ذلك، فإن القطاعات التي تستخدم الطاقة بكثافة وتطلق انبعاثات كربونية عالية هي الأكثر استفادة بسبب انخفاض أسعار الفحم والنفط، في حين أن القطاعات الأكثر تضررا هي قطاعات الكهرباء النهائية.

ذ- ***دراسة عمر شريف*** سنة (2006-2007) بعنوان: **استخدام الطاقات المتجددة ودورها في التنمية المحلية المستدامة – دراسة حالة الطاقة الشمسية في الجزائر .**

ناقشت هذه الدراسة إمكانات الطاقة الشمسية في الجزائر، حيث أكدت أن البلاد تمتلك موارد هائلة من الطاقة الشمسية بفضل موقعها الجغرافي الذي يتيح لها استقبال مستويات عالية من الإشعاع الشمسي على مدار السنة. مما يجعلها مؤهلة للاستفادة من هذه الطاقة في توليد الكهرباء وتحقيق التنمية المحلية المستدامة. تتمثل أهمية الدراسة في إبراز دور الطاقة الشمسية في تعزيز التنمية المحلية، خاصة في المناطق النائية التي تعاني من نقص إمدادات الطاقة التقليدية. حيث أوضحت الدراسة أن الاعتماد على الطاقة الشمسية في هذه المناطق يمكن أن يسهم في تحسين مستوى المعيشة من خلال توفير الكهرباء لمختلف الاستخدامات المنزلية والزراعية والصناعية، مما يسهم في خلق فرص عمل وتحسين الخدمات الأساسية.

اعتمدت الدراسة على المنهج الكمي، حيث استخدمت البيانات والإحصائيات المتعلقة بمصادر الطاقة الشمسية في الجزائر، ومدى انتشار استخدامها، وتأثيرها على التنمية المحلية. وتم تحليل هذه البيانات لاستخلاص

استنتاجات حول جدوى الاستثمار في هذا المجال. كما استخدمت منهج دراسة الحالة، حيث تم تقييم الإمكانات المتاحة للطاقة الشمسية في الجزائر، والتحديات التي تواجه تطوير هذا القطاع، ومدى مساهمته في تحقيق التنمية المستدامة.

خلصت الدراسة إلى أن الطاقة الشمسية تشكل خيارًا استراتيجيا للجزائر لتحقيق التنمية المستدامة، ولكن نجاح ذلك يتطلب سياسات حكومية داعمة، استثمارات متزايدة، وبرامج توعوية لتعزيز قبول هذه التكنولوجيا بين السكان والمستثمرين.

من خلال عرض الدراسات السابقة يتضح أن العديد من الباحثين اعتمدوا في دراساتهم على انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 كمؤشر لقياس التلوث البيئي كمتغير تابع. كما اتضح كذلك أن الطاقات المتجددة يمكن أن تقسم إلى العديد من المتغيرات المستقلة التي تفسر التغيرات في الانبعاثات. بالإضافة إلى ما سبق، نلاحظ أن نماذج البانل أو اللوحة استخدمت كذلك لتقدير بيانات السلاسل الزمنية في العديد من الدراسات خلال الفترات الزمنية أو السنوات الخاصة بمتغيرات الدراسة. لأنها تدمج بين البيانات المقطعية والوقت، فتدرس بذلك الظاهرة لعدد من الدول خلال فترة زمنية معينة.

بالنسبة لدراستنا فقد اتبعنا نهجا أكثر تفصيلا للمتغير المستقل، فقمنا بتقسيمه إلى أنواع مختلفة من الطاقات المتجددة: الطاقة الكهرومائية، الطاقة الشمسية، طاقة الرياح وطاقات متجددة أخرى. تم قياسها كنسبة مئوية من إجمالي الطاقة الأولية، باستخدام طريقة الاستبدال.

علاوة على ذلك، وعلى عكس الدراسات السابقة التي ركزت في الأساس على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون باعتبارها العامل التفسيري الرئيسي الوحيد للتلوث البيئي، فإننا وسعنا دراستنا لتشمل إجمالي انبعاثات الغازات الدفيئة. ويعتبر هذا المنظور الأوسع لأنه يشمل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز والغازات المفلورة الأخرى، مما يوفر فهما أكثر شمولا للعوامل التي تؤثر على التلوث البيئي.

تطرقت كذلك دراستنا إلى قياس تأثير إحلال الطاقات المتجددة على التلوث البيئي من خلال تصنيف الدول محل الدراسة إلى دول نفطية وغير نفطية. ويتيح لنا هذا التصنيف تمييز الاختلافات الدقيقة في التأثير البيئي بين هذه الفئات المتباينة. لذلك تعتبر هذه الدراسة مساهمة مثمرة تم تطبيقها على مجموعة من الدول خلال الفترة الممتدة من سنة 2010 إلى غاية سنة 2022، باستخدام نماذج البانل لتحديد طبيعة التأثير. من جهة أخرى، تطرق الباحث لدراسة الجزائر ضمن مجموعة الدول النفطية الأمر الذي يدعم دراستنا ويقدم قيمة مضافة في البيئة الجزائرية.

10- تقسيمات البحث

بغية الإلمام بكل جوانب الموضوع والإجابة على الإشكالية المطروحة وكذا الأسئلة الفرعية، تم تقسيم البحث إلى مقدمة، أربعة فصول وخاتمة على النحو الآتي:

احتوى **الفصل الأول** والمعنون بـ: " **التأصيل النظري للبيئة والتلوث البيئي**" على ثلاثة مباحث، خصص المبحث الأول للإطار المفاهيمي للبيئة والتلوث البيئي، في حين تطرق المبحث الثاني لمكانة البيئة في سياق المدارس الفكرية. أما المبحث الثالث فخصص لدراسة التداعيات البيئية للتلوث البيئي أين تناولنا دور البصمة البيئية في تحقيق العدالة البيئية العالمية.

أما **الفصل الثاني** حول: " **آليات التحول من الطاقات غير المتجددة إلى الطاقات المتجددة** "، تناولنا في المبحث الأول الإطار النظري للطاقة، في حين استعرض المبحث الثاني التحول الطاقوي أهم مزاياه وعيوبه، أما في المبحث الثالث تطرقنا إلى التوجهات العالمية نحو التحول الطاقوي لتحقيق الاقتصاد الأخضر، ليشمل المبحث الرابع والأخير التداعيات الاقتصادية، الاجتماعية والبيئية للتحول الطاقوي.

يستعرض **الفصل الثالث: "الطاقة المتجددة وحماية البيئة كاستراتيجية لتحقيق التنمية المستدامة"**، خصصنا المبحث الأول للإطار المفاهيمي للتنمية المستدامة ، في حين احتوى المبحث الثاني إسهامات الطاقة المتجددة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة، في المبحث الثالث سلط الضوء على التجربة الفرنسية في التحول الطاقوي، لنستعرض في المبحث الرابع سبل الحفاظ على البيئة.

في الفصل الأخير والمعنون بـ: " **دراسة قياسية لأثر إحلال الطاقات المتجددة على التلوث البيئي في الدول النفطية وغير النفطية**"، ستتم مناقشة إشكالية الدراسة الأساسية، فبعد ضبط الإطار المنهجي والميداني للدراسة، تم في هذا الفصل إجراء دراسة قياسية حول أثر إحلال الطاقات المتجددة على التلوث البيئي في الدول النفطية وغير النفطية، من أجل تحديد مستوى الانبعاثات فيها ومستوى استهلاك الطاقات المتجددة. حيث تم التركيز على الطاقة الكهرومائية، طاقة الرياح، الطاقة الشمسية وبعض الطاقات المتجددة الأخرى. بالإضافة إلى التعرف على أثر إحلال هذه الطاقات على الانبعاثات باستخدام نماذج البانل لتحديد هذا الأثر، باعتباره النموذج الملائم لدراسة السلاسل الزمنية. وبناءا على ذلك، قسم هذا الفصل إلى ثلاثة مباحث أساسية، المبحث الأول تطرق إلى الإطار المنهجي للدراسة التطبيقية، المبحث الثاني تناول عرض وتحليل البيانات واختبار الفرضيات في حين تناول المبحث الثالث النتائج، التوصيات والمقترحات.

الفصل الأول:

التأصيل النظري للبيئة والتلوث البيئي

تمهيد

يواجه العالم اليوم تحديات متزايدة على مستوى الاقتصادي والاجتماعي والبيئي. على الرغم من أن التحديات الاقتصادية كانت واسعة النطاق وحظيت باهتمام عالمي واسع، إلا أنه وخلافا لذلك نادرا ما تؤخذ التحديات البيئية في الاعتبار في عملية صياغة السياسات الاقتصادية العالمية.

إن تداعيات مختلف القضايا البيئية التي تواجه العالم مؤخرا فرضت نفسها بقوة على الساحة الدولية، مما جعل البحث في القضايا البيئية موضوعا خصبا للبحث العلمي، وأكسبها زخما كبيرا وأصبحت الأخيرة تحظى باهتمام أكبر لدى صناع القرار السياسي والاقتصادي، كما أن الإدراك الخاص بالتكاليف والآثار الناجمة عن التلوث البيئي دفعت الدول للعمل جنبا إلى جنب، للمضي قدما في تحقيق رفاهية كل من الحاضر والأجيال القادمة بتبنيها لسياسات صديقة للبيئة تنظر للبعد البيئي بالمساواة مع قضايا الاقتصاد الجزئي الأخرى.

سوف نركز في هذا الفصل على دراسة المباحث الآتية:

I – الإطار المفاهيمي للبيئة، التلوث البيئي؛

II – البيئة في سياق المدارس الفكرية ؛

III – التداعيات البيئية للتلوث البيئي؛

I – الإطار المفاهيمي للبيئة، التلوث البيئي

اشتهرت كلمة البيئة في الآونة الأخيرة، حيث أصبحت تحظى باهتمام عالمي وبإقبال ملفت من قبل الباحثين الأكاديميين من مختلف التخصصات بغية الإلمام أكثر بالموضوع الذي يعتبر قضية الساعة والشغل الشاغل للعالم بأسره.

1– ماهية البيئة

برجوعنا إلى أصل كلمة البيئة، فهي تتألف من قسمين أساسيين: OIKAS وهذه الكلمة مشتقة من الأصل اليوناني لها وتعني البيت أو المنزل. وLOGAS وتعني العلم، أي العلم الذي يهتم بدراسة الكائنات الحية في منازلها[1]. ويمكن تعريف البيئة من عدة نواحي كالآتي:

1.1- تعريف البيئة

لم يتوحد العلماء في تحديد مفهوم البيئة، بل تعددت معانيها، وتباينت مفاهيمها حسب تخصص الباحث في كل فرع من فروع العلوم الاجتماعية المختلفة، حيث يعرفها كل منهم في ضوء رؤيته وتخصصه. وعليه نستطيع القول أنه لا يوجد تعريف واحد، جامع وشامل للبيئة متفق عليه ويحظى بالإجماع من قبل العلماء.

1.1.1- البيئة لغة:

جاء على لسان أو معاجم اللغة العربية أن البيئة مشتقة من (بوأ)، وهي المكان والمحيط أو المنزل المستقر فيه، والذي يعيش فيه الكائن الحي.

وقد جاء في لسان العرب: بوأتك بيتا أي اتخذت لك بيتا، وقيل تبوأه أو تبوأ أي نزل وأقام، وتبوأ فلان منزلا، أي جعله ذا منزل.

ويرجع أصل كلمة البيئة إلى المنزل أو المكان الذي يعيش فيه الإنسان، ويرجع إليه بعد غياب، ويتعهده بالإصلاح والتهيئة. والمقصود بالبيئة هو أشمل وأوسع من المسكن فهو يشمل ما حوله من مكان أيضا[2].

أما في السنة النبوية الشريفة وردت كلمة (باءة) وهي قريبة من كلمة البيئة، فهذا المفهوم يدل على أن البيئة تعني المسكن وجميع العناصر الموجودة فيه أيضا[3].

والجدير بالذكر، أن نبينا محمد صلى الله عليه وسلم قد حثنا على النظافة والتطهر وعدم إلقاء القاذورات في الشوارع والطرقات، وكذلك بعدم إلقاء المخلفات في المياه، كما حثنا على الزراعة وغرس الأشجار إلى قيام الساعة. قال رسول الله ﷺ "ما من مسلمٍ يغرسُ غرساً أو يَزْرَعُ زَرْعاً فيأكلُ منه طيرٌ أو إنسانٌ أو بهيمةٌ إلاَّ كان له به صدقة"؛ وهذا دليل على اهتمام الإسلام بالبيئة والمحافظة عليها حرصا على حياة الإنسان والكائنات الحية

---

[1] رعد حسن الصرن(2001)، **نظم الإدارة البيئية والايزو 14000**، دار الرضا للنشر، ط1، دمشق، سوريا، ص26.

[2] أبو نصر الله عبد العزيز(2009)، **البيئة من المنظور الشرعي وسبل حمايتها في الإسلام**، دار الكتب العلمية، بيروت، لبنان، ص25.

[3] محمد محمود سليمان(2007)، **الجغرافيا والبيئة**، الهيئة العامة السورية للكتاب، دمشق، سوريا، ص8.

مما يهددها من أخطار، كما أن الإسلام يدعو المسلم أن يكون سلوكه حضاري وبناءا غير هدام، بحيث تتمكن كل المخلوقات من العيش في بيئة يسودها الأمن والسلام والرخاء[1].

2.1.1- البيئة في المعجم الفرنسي

إن كلمة (Environnement) هي كلمة فرنسية قديمة مشتقة من الفعل (Environner)، بمعنى (Entourer) والتي تعني بدورها يحيط، وهي تدل على كل ما يحيط بمكان ما.

كما تعرف كلمة البيئة (Environnement) بأنها مجموعة الظروف الطبيعية للمكان من هواء وماء وأرض والكائنات الحية المحيطة بالإنسان. والتي تشمل الكائنات الحية وما يحتويه من مواد كالهواء والماء والتربة وما يقيمه الإنسان من منشئات. وأدخل مصطلح Environnement ضمن معجم اللغة الفرنسية grand Larousse Le عام 1972، ويراد به مجموعة العناصر الطبيعية والصناعية اللازمة لحياة الإنسان[2].

أما في اللغة الإنجليزية فيستخدم لفظ "Environnement" للدلالة على الظروف المحيطة والمؤثرة في التنمية وتشمل عناصر الطبيعة أيضا، بما في ذلك جميع الكائنات الحية وغير الحية والظروف التي تؤثر على الحياة. يمكن أن يشمل ذلك العناصر الفيزيائية مثل الهواء والماء والأرض، بالإضافة إلى العناصر البيولوجية مثل: النباتات والحيوانات والكائنات الحية الأخرى. تشمل البيئة أيضا العوامل الثقافية والاجتماعية والاقتصادية التي تشكل التفاعلات البشرية مع العالم الطبيعي. يمكن استخدام المصطلح أيضا للإشارة إلى منطقة أو موطن معين، مثل بيئة الغابة أو المحيط.

يعرف قاموس أوكسفورد الإنجليزي البيئة بأنها "البيئة المحيطة أو الظروف التي يعيش فيها شخص أو حيوان أو نبات أو يعمل فيها"[3].

3.1.1- البيئة اصطلاحا

إن تعريف البيئة من الناحية الاصطلاحية ليس بالموضوع اليسير، لاسيما وأنها تعد من المصطلحات والمفاهيم الحديثة والشائكة.

تعرف البيئة بأنها: "الوسط أو المجال الذي يعيش فية الإنسان فيتأثر به ويؤثر فيه"[4]. ويمكن تعريف البيئة بأنها "الطبيعة وما فيها من هواء وتربة ومعادن ومصادر الطاقة والأحياء بكافة صورها، بالإضافة إلى ما شيده الإنسان من نظم اجتماعية وما أقامه من مؤسسات كالمناطق الصناعية والمراكز التجارية والمدارس والمعاهد والطرق والموانئ والأراضي الزراعية والمناطق السكنية"[5].

---

[1] عبد القادر بن حمودة القحطاني(2019)، **التطور التاريخي لقوانين حماية البيئة في دولة قطر**، الصادرة عن مجلة الاجتهاد للدراسات القانونية والاقتصادية، المجلد 9،العدد1، الجزائر، ص 247.

[2] Agathe Van Lan(2011), **droit de l'environnement**, Paris, Presses Universitaires de France, 3e edition, p16.

[3] OEd (1995),**Oxford English Dictionary**, Available at ; https://www.oed.com/, (01/03/2023, 20:58).

[4] حسين مصطفى غانم (1997)، **الإسلام وحماية البيئة من التلوث**، جامعة أم القرى، مكة المكرمة، السعودية، ص12.

[5] محمد عبد القادر الفقي(1993)، **البيئة مشاكلها وقضاياها وحمايتها من التلوث رؤية إسلامية**، مكتبة ابن سينا، القاهرة، مصر، ص27.

وفي تعريف آخر البيئة هي:" الإطار الذي يعيش فيه الإنسان ويحصل منه على مقومات حياته من غذاء وكساء ودواء ومأوى، ويمارس فيه علاقاته مع أقرانه من بني البشر"[1].

ويرى الاقتصادي كوبر Cooper أن: "الإطار البيئي يتكون من ثلاثة عناصر متداخلة مع بعضها وهي: البيئة كمصدر للترفيه والتمتع بالمناظر الطبيعية، والبيئة كمصدر للموارد الطبيعية، والبيئة كمستودع لاستيعاب المخلفات"[2].

كما عرفها الدكتور محمد الخولي رئيس دائرة الجيولوجيا في الجامعة الأمريكية في بيروت بأنها: "تشمل نواحي الحياة كافة، ودعا إلى حماية البيئة من التلوث والرقابة على الأعمال الإنشائية ومدى توافقها مع البيئة ورفاه الإنسان"[3].

ويمكن تعريف البيئة أيضا بأنها: "إجمالي الأشياء التي تحيط بنا وتؤثر على وجود الكائنات الحية على سطح الأرض، متضمنة الماء والهواء والتربة والمعادن والكائنات والمناخ"[4].

أي يمكن القول بأن البيئة هي كل ما يحيط بنا من الكائنات الحية والجماد. وعلم البيئة هو ذلك العلم الذي يدرس هذه البيئة ويدرس القوانين الطبيعية ويعني ببقاء التوازن لذلك المحيط.

ولأن طبيعة هذه الدراسة اقتصادية فسوف نتناول من التعاريف السابقة ما يتواءم معها، فالاقتصاد ينظر إلى البيئة باعتبارها أصلا متراكبا تمدنا بمختلف الخدمات، إذ توفر لنا نظم دعائم الحياة التي تكفل بقاءها، وتعتبر كالأصول الأخرى نأمل في منع اهتلاك قيمتها حتى يمكن أن تستمر في عطائها، فالبيئة تزود الاقتصاد بالمواد الخام التي تدخل في العملية الإنتاجية، لتتحول إلى منتجات استهلاكية، والطاقة تولد وقودا لعملية التحويل المذكورة، وفي النهاية تعود هذه الموارد الخام والطاقة إلى البيئة في صورة نواتج مهملة[5].

على ضوء ما تقدم، فالبيئة تعرف في الأوساط العلمية والأكاديمية على أنها الوسط المحيط بالإنسان الذي يشمل جميع العوامل المادية وغير المادية، والمكونة من العناصر البشرية وغير البشرية، فهي تمثل كل ما يحيط بالإنسان وكيانه حيث تؤثر وتتأثر به. ومن هذا المنطلق، يترتب على الإنسان ويقع على عاتقه مسؤولية كبيرة اتجاه البيئة، حيث يتعين عليه الحفاظ عليها والعمل على تحسينها، وذلك من خلال اتخاذ جملة من الإجراءات الفاعلة للحفاظ على التوازن البيئي، والتصدي للمشكلات البيئية التي تهدد الحياة في كوكبنا.

---

[1] خليل رزق (2006)، **الإسلام والبيئة**، دار الهادي للطباعة والنشر والتوزيع، ط1، بيروت، لبنان، ص 31.

[2] محمد راتول، محمد مداحي(2010)، **تكنولوجيا الطاقات المتجددة كخيار استراتيجي في ظل المسؤولية عن حماية البيئة، "دراسة حالة الجزائر"**، ورقة بحثية مقدمة في الملتقى الدولي حول: حماية البيئة ومحاربة الفقر في الدول النامية حالة الجزائر، 03-04 ماي 2010، المركز الجامعي خميس مليانة، الجزائر، ص02.

[3] عامر محمود طراف (1998)، **أخطار البيئة والنظام الدولي**، المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر والتوزيع، ط1، بيروت، لبنان، ص15.

[4] **المرجع نفسه**.

[5] توم تيتنبرج، ترجمة جلال البنا(2000)، **نحو مفهوم للاقتصاديات البيئية والقوانين المعالجة لها مسار التجربة الأمريكية**، المجلس الأعلى للثقافة، مصر، ص19.

إن الحفاظ على البيئة تظل مسؤولية جميع الأطراف الفاعلة في المجتمع الدولي على حد سواء، بما في ذلك من حكومات ومجتمع مدني وأفراد، بهدف تحقيق التنمية المستدامة والحفاظ على البيئة للأجيال القادمة.

4.1.1- تعريف البيئة حسب الأمم المتحدة

حدد مؤتمر الأمم المتحدة للبيئة الإنسانية الذي إنعقد في استوكهولم بالسويد عام 1972 البيئة بأنها: "رصيد للموارد المادية والاجتماعية المتاحة في وقت ما وفي مكان ما لإشباع حاجات الإنسان وتطلعاته"[1].

أما مؤتمر بلغراد سنة 1975 فقد عرف البيئة بأنها: "العلاقة القائمة بين العالم الطبيعي والبيوفزيائي وبين العالم الاجتماعي السياسي الذي هو من صنع الإنسان"[2].

ويعرفها برنامج الأمم المتحدة للبيئة بأنها: "مجموعة الموارد الطبيعية والاجتماعية المتاحة في وقت معين من أجل إشباع الحاجات الإنسانية، وتعتبر البيئة في مفهومها أنها نظام قائم بذاته، وليست مجالا خاصا ذو حدود دقيقة، ولذلك جرت العادة أن يقال أن كل دراسة متعلقة بالبيئة هي دراسة متداخلة التخصصات"[3].

5.1.1- تعريف البيئة حسب المشرع الجزائري:

ظهر الاهتمام القانوني بحماية البيئة على المستوى الدولي والوطني، باعتبارها قيمة اجتماعية جديدة حري بالحفاظ عليها وحمايتها من كل فعل يسبب إضرار بها وعليه إرتأينا ضرورة التعرض لتعريف البيئة من النواحي القانونية.

في القانون رقم 03-10 المؤرخ في 19 جويلية لسنة 2003 فقد عرف المشرع الجزائري البيئة بأنها : "تتكون البيئة من الموارد الطبيعية اللاحيوية والحيوية كالهواء والجو والماء والأرض وباطن الأرض والنبات والحيوان، بما في ذلك التراث الوراثي، أشكال التفاعل بين هذه الموارد والأماكن والمناظر والمعالم الطبيعية"[4].

إن تحديد مفهوم قانوني مضبوط ومحدد للبيئة ضروري بما كان من أجل المضي قدما في حمايتها من كل الأضرار التي تهددها، لذا يقع على عاتق واضعي القوانين والتشريعات ورجال القانون وضع مفهوم قانوني للبيئة يكون شاملا متفق عليه عالميا لأن حماية البيئة مسؤولية الكل والكل ملزما بالحفاظ عليها من أجل تجنب تداعيات المترتبة عن إلحاق الأضرار بها.

فالبيئة هي كل متكامل يشمل إطارها الكرة الأرضية وما يؤثر فيها من المكونات الأخرى للكون ومحتويات هذا الإطار ليست جامدة بل إنها دائمة التفاعل مؤثرة ومتأثرة والإنسان واحد من مكوناتها.

والملاحظ أن هذه التعريفات تتفق في الإطار العام لمدلول الكلمة، وإن كانت تختلف في الجزئيات وفقا لنوع الدراسة وواضعي التعريف، فالاقتصاد ينظر إليها على أنها مصدر لعناصر الإنتاج ووسيلة لتلبية وإشباع الرغبات البشرية، وينظر إليها علماء الأحياء على أنها الوسط الذي تعيش فيه مجموعة من الكائنات الحية

---

[1] **United nations**(1972), **REPORT of the united nations conference on the human environment** , New York, United States of America,p3.

[2] ابتسام سعيد ملكاوي (2008)، **جريمة تلويث البيئة -دراسة مقارنة-**، دار الكتاب العربي للنشر والتوزيع، ط1، عمان، الأردن، 2008، ص58.

[3] **Ibid**, p5.

[4] قانون رقم 03-10 المؤرخ في 19 جويلية (2003)، **يتعلق بحماية البيئة في إطار التنمية المستدامة**، الجريدة الرسمية، العدد43، الصادر بتاريخ 2003/07/20، المادة 04، ص10.

والمؤثرات التي تساهم في حياتها ونموها. كما ينظر إليها علماء الآثار والعمران على أنها تعني المنتزهات العامة والمناطق الترفيهية.

فالاختلاف بين هذه التعاريف يرجع إلى الخلاف في إدخال بعض العناصر أو عدم إدخالها في مفهوم البيئة، لأنه قد يظهر لهذا تأثير ذلك العنصر في النظام البيئي، بينما لا يظهر للآخر، ولذلك وجدنا التعاريف الحديثة أكثر توسعا في إدخال عناصر جديدة في تعريف البيئة، بسبب ما يكتشف تباعا من أثر لتلك العناصر في البيئة.

2.1- مكونات البيئة

استنادا إلى تعريف البيئة الصادر عن مؤتمر ستوكهولم القائل بأن البيئة هي عبارة عن رصيد الموارد المادية والاجتماعية المتاحة في وقت ما وفي مكان ما لإشباع حاجات الإنسان وتطلعاته، يمكننا استنباط بعدين رئيسيين للبيئة هما: البيئة الطبيعية والبيئة الاجتماعية، وسنحاول استعراض مكونات كل منهما على حدى.

1.2.1- البيئة الاجتماعية

تتجلى البيئة الاجتماعية في نظم وقوانين متعددة تتولى تنظيم العلاقات بين أفراد المجتمعات المختلفة، بما في ذلك النظم السياسية، الاقتصادية، الثقافية، والدينة، وغيرها. وتشمل البيئة الاجتماعية كل ما أضافه الإنسان من عوامل بيئية ناجمة عن تفاعله واستخدامه للموارد الطبيعية. ويمكن تقسيم البيئة الاجتماعية إلى جانبين رئيسين هما الجانب المادي والجانب غير المادي.

يتألف الجانب المادي من البنية الأساسية المادية التي شيدها الإنسان، ويطلق عليه غالبا "البيئة المشيدة"، ويشمل هذا الجانب استخدامات الأراضي الزراعية، وإقامة المراكز التجارية، الطرق، الموانئ والمدارس...، وكل ما استطاع الإنسان أن يصنعه، في حين أن الجانب الآخر من البيئة الاجتماعية، وهو الجانب غير المادي فيمثل عادات وتقاليد الإنسان وثقافته وعقائده الدينية والتراث التاريخي للمجتمعات المختلفة[1].

2.2.1- البيئة الطبيعية

يشار للبيئة الطبيعية على أنها المخلوقات التي لا دخل للإنسان في التسبب في وجودها وليس له أي يد في ذلك، فهي من صنع الخالق سبحانه وتعالى. وتتكون من أربعة نظم مترابطة هي: الغلاف الجوي، الغلاف المائي، اليابسة والمحيط الجوي، بما تشمله هذه الأنظمة من ماء وهواء وتربة ومعادن ومصادر للطاقة بالإضافة إلى النباتات والحيوانات، وهذه جميعها تمثل الموارد التي أتاحها الله سبحانه وتعالى للإنسان كي يحصل منها على مقومات حياته من غذاء وكساء ودواء ومأوى[2].

كما يقصد بالبيئة الطبيعية تحديدا ذلك الجزء من الكرة الأرضية الذي تتوفر فيه شروط الحياة اللازمة لجميع الكائنات الحية، هذا الأخير هو غلاف سطحي لا يتعدى سمكه 24 كلم، حوالي 12 كلم نزولا تحت مستوى

---

[1] عمر شريف(2006-2007)، **استخدام الطاقات المتجددة ودورها في التنمية المحلية المستدامة – دراسة حالة الطاقة الشمسية في الجزائر**، أطروحة دكتوراه مقدمة لنيل شهادة الدكتوراه، اقتصاد التنمية، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، جامعة الحاج لخضر باتنة، الجزائر، ص82.

[2] سيد عاشور أحمد (2010)، **البيئة في الاسلام تراث ومعاصرة**، مكتبة الأنجلو المصرية، مصر، ص 17.

سطح البحر، ويطلق عليه العلماء المحيط الحيوي (Biosphère)، لأن الحياة تستحيل إذا ارتفعنا أكثر أو نزلنا إلى عمق أكثر بسبب إنعدام الشروط اللازمة للحياة[1]. ويتكون الغلاف الحيوي من مكونان رئيسيان يمكن التميز بينهما من خلال خاصية الحياة وهما: المكونات الحية والمكونات غير الحية، ترتبط كل هذه المكونات مع بعضها البعض في شبكة علاقات معقدة، منظمة ومتكاملة.

1.2.2.1- المكونات غير الحية للمحيط الحيوي

إذا فالمكونات غير الحية للمحيط الحيوي هي تلك التي لا تسري فيها الحياة، لكنها أيضا هي التي توفر ظروف الحياة المناسبة للمكونات الحية، وتنقسم المكونات غير الحية إلى ثلاثة أغلفة رئيسية هي: الغلاف المائي Hydrosphere، الغلاف الجوي Atmosphère والغلاف اليابس Lithosphère.

أ- الغلاف المائي Hydrosphere: يقول الله تعالى في الآية 30 من سورة الأنبياء: "وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ ۖ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ".فالماء عنصر مهم لوجود الحياة بالنسبة لجميع الكائنات الحية بما فيها الإنسان، وانعدامه سيؤدي لا محالة إلى انتهاء الحياة، إذ يشكل الماء 71% من مساحة الكرة الأرضية، تتوزع 97% منها على البحار والمحيطات، وبالتالي فهي لا تصلح لاستخدامات الإنسان سواء في النشاطات الصناعية والزراعية، أو للاستخدامات الشخصية مثل الشرب والغسل، وهذا ما يجعل 3% فقط من المياه الموجودة على سطح الكرة الأرضية عذبة. حوالي 75% منها توجد على هيئة ثلج وجليد في القطبين وفي بعض المناطق الباردة الأخرى. كما يدخل الماء وبشكل كبير في تركيب أجسام الكائنات الحية، حيث يدخل في تركيب جسم الإنسان بنسبة 65%، النباتات بنسبة 75% والأحياء الدقيقة بنسبة 95 %[2].

ب- الغلاف الجوي Atmosphère: هو الجزء الغازي الذي يحيط بالكرة الأرضية ويتكون هذا الغلاف من مزيج من الغازات، النيتروجين (بنسبة 79.1%) والأكسجين (بنسبة 20.9%) بالإضافة إلى كميات صغيرة من ثاني أكسيد الكربون (بنسبة 0.036%)، وغازات أخرى بتركيزات قليلة جدا أهمها بخار الماء والهيدروجين والهليوم[3]. يتميز الغلاف الجوي بكونه ثاني العناصر المهمة لوجود الحياة، ويتكون من خمسة طبقات هي: طبقة الجو السفلي Troposphère، طبقة الجو فوق السفلي Stratosphere، طبقة الجو الوسطى Mesosphère، طبقة الجو الحرارية Thermosphère وطبقة الجو الخارجية Exosphère. يعيش الإنسان والكائنات الحية الأخرى في طبقة الجو السفلى والتي يبلغ سمكها حوالي 11 كلم في المتوسط وذلك لأنها تمتاز باحتوائها على بخار الماء وغازي الأكسجين وثاني أكسيد الكربون اللازمين لعملية التنفس لدى الكائنات الحية المختلفة. وفي هذه الطبقة تتشكل السحب وتحدث معظم التغيرات في الظواهر الجوية. على الرغم من انعدام الحياة واستحالتها في طبقات الجو الأخرى، إلا أنها تعمل على حماية الحياة فوق سطح الأرض، حيث :

---

[1] رشيد الحمد، محمد سعيد صباريني(1979)، **البيئة ومشكلاتها**، عالم المعرفة، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت، ص3.

[2] كريمة بورحلي (2009)،**التلوث البحري وتأثيره على البحارة دراسة ميدانية بميناء الصيد (بودبس) جيجل**، رسالة ماجستير في علم اجتماع البيئة، قسم علم الإجتماع، كلية العلوم الإنسانية والعلوم الاجتماعية، جامعة منتوري – قسنطينة، ص6.

[3] حسن أحمد شحاتة، محمد حسن عوض(2018)، **قضية المناخ وتحديات العولمة البيئية**، الأكاديمية الحديثة للكتاب الجامعي، مصر، ص157.

– يوجد في أعلى طبقة الجو السفلى غاز الأوزون الذي يشكل طبقة الأوزون، هذه الأخيرة تمتص الأشعة فوق البنفسجية القادمة من الشمس والمضرة للكائنات الحية.

– تمتاز طبقة الجو الحرارية بقدرتها على إمتصاص الأشعة فوق البنفسجية إضافة إلى استفادة الإنسان منها في إجراء الاتصالات اللاسلكية لقدرتها على عكس الموجات اللاسلكية وإعادتها إلى الأرض.

– أما طبقة الجو الخارجية والتي تمتاز بارتفاع كبير في درجة الحرارة تعمل بمثابة درع تتحطم عليه الشهب الساقطة نحو الأرض وتتحول إلى أبخرة تتناثر في الفضاء الخارجي، إضافة إلى تميزها بسواد غاز الهيدروجين الذي يعمل كعازل لحرارة الشمس نظرا لرداءة توصيله للحرارة، كما يقوم بتنقية الأشعة الشمسية من الأشعة الكونية الضارة[1].

كما أن الغلاف الجوي يؤثر بشكل كبير على المناخ والطقس في الكرة الأرضية، حيث تحدث التغيرات الجوية والطقسية في طبقة الجو السفلي، وهذا يترتب عليه تأثيرها على الكائنات الحية والإنسان.

ج– الغلاف اليابس Lithosphere: هو الحيز الذي توجد عليه الحياة البرية ويشكل الغلاف اليابس قشرة الأرض الخارجية الصلبة، وقد قسمها علماء الجيولوجيا إلى ثلاث نطاقات هي: القشرة الأرضية، وشاح الأرض ولب الأرض. والتي تتكون منها القارات وأعماق المسطحات المائية (أنهار، بحار، بحيرات ومحيطات). وتبلغ أجزاء اليابس المعرضة للهواء 28% من سطح الأرض[2]. تزخر الأرض بثروات كثيرة يستثمرها الإنسان في شتى مجالات الحياة فبالإضافة لكونه يغترف منها ما يحتاجه للتصنيع والتشييد. فإن الكثير من المعادن على سبيل المثال تدخل في بناء المادة الحية، وتسهم بفاعلية في تسيير النشاطات الحيوية في كل صور الحياة.

إن الأرض هي كوكب الحياة الأوحد، فلم يتوصل الإنسان لحد الساعة إلى اكتشاف وجود أي شكل من أشكال الحياة في أي مكان آخر غير الأرض والتربة، كمكون رئيسي من مكونات الغلاف الحيوي، ونظام تجدده قد تعرض إلى استنزاف وتدهور، وهو ما يستلزم وقفة جدية للمحافظة على الغلاف الحيوي الذي يعيل الأعداد الهائلة من الأحياء بمن فيها الإنسان.

2.2.2.1- المكونات الحية للغلاف الحيوي

يضم الغلاف الحيوي للبيئة مجموعة واسعة ومتنوعة من الكائنات الحية، وقد تم تصنيف الكائنات الحية إلى ثلاث عناصر رئيسية هي: الطلائعيات (الكائنات الأولية)، النباتات والحيوانات.

تتميز الطلائعيات بحجمها الصغير جدا إلى حد يجعلها غير مرئية للعين المجردة، وتتضمن هذه الطلائعيات عدة أنواع مهمة منها البكتيريا والطحالب. أما النباتات فهي كائنات حية ذاتية التغذية تستطيع

---

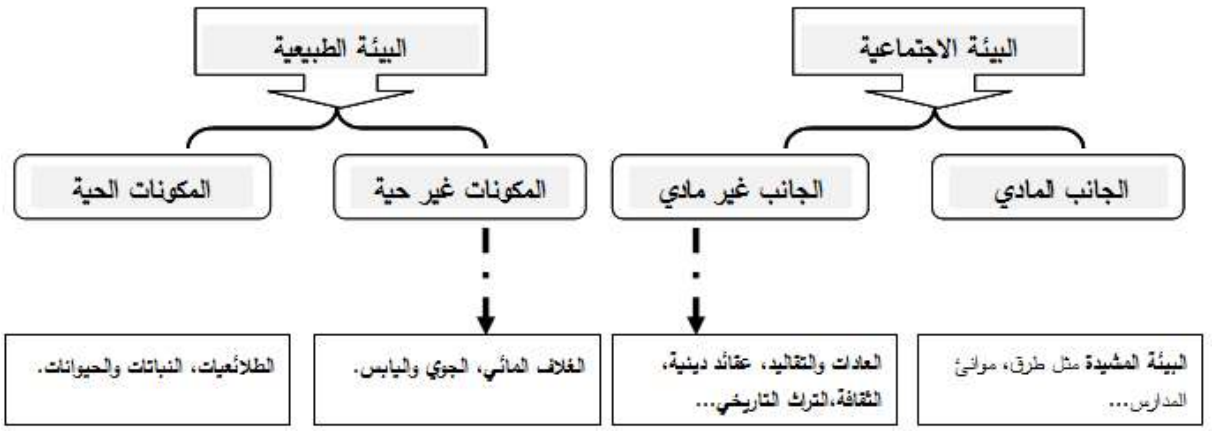
[1] بوسالم زينة (2016)، **البيئة ومشكلاتها : قراءة سوسيولوجية في المفهوم والأسباب**، الصادرة عن مجلة الرواق، العدد 3، قسنطينة، الجزائر، ص ص 62-63.

[2] حسن أحمد شحاتة، **مرجع سبق ذكره**، ص 158.

الحصول على الطاقة اللازمة للعيش والنمو بشكل مستقل، تشتمل أيضا على أنواع وأصناف عديدة تختلف في الخصائص والوظائف، حيث يشكل بعضها مصدرا هاما لغذاء للإنسان والحيوان، وتلعب دورا هاما في حفظ توازن النظام البيئي. وبالنسبة للحيوانات فهي كائنات حية تمتاز بقدرتها على الحركة والتنقل من مكان لآخر، وتغذيتها غير الذاتية فهي تتغذى على مصادر خارجية، وهي كثيرة التنوع من حيث الشكل والحجم وطريقة المعيشة.

تعيش المكونات الحية للبيئة في تفاعل متكامل مع المكونات غير الحية منذ أن جعل الله سبحانه وتعالى الحياة تسري على كوكب الأرض، ويلاحظ المتأمل في البيئة المحيطة به كيف يتفاعل كل عنصر من هذه المكونات بدقة متناهية لتحقيق الاتزان البيئي[1]. بناء على ما سبق يمكن تصوير مكونات البيئة في الشكل التالي :

شكل رقم (2) : مكونات البيئة



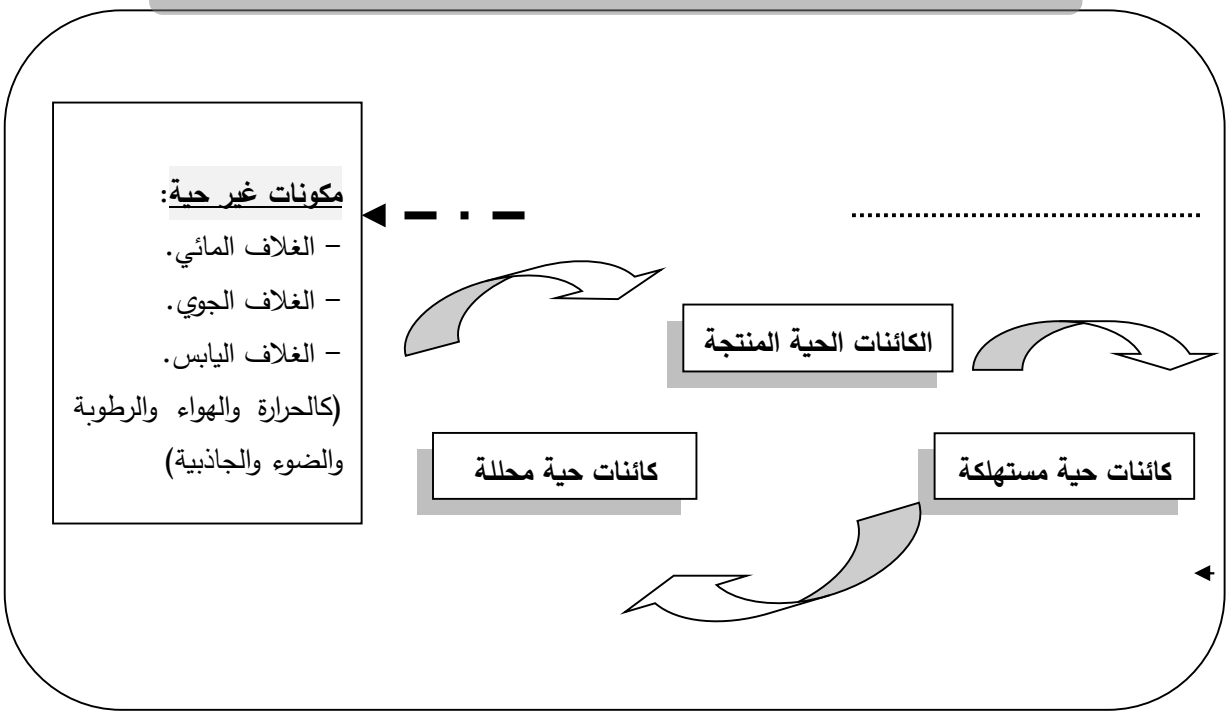
المصدر: من إعداد الطالب.

يلاحظ من الشكل السابق، أن تفاعل عناصر ومكونات البيئة يظل أمرا ضروريا لاستمرار الحياة على كوكب الأرض، فكل مكون من مكونات النظام البيئي إلا ولديه دور مهم جدا في الحفاظ على سلامة البيئة وتحقيق التوازن البيئي، الذي يضمن بدوره بيئة ملائمة لاستمرارية الكائنات الحية في محيط أكثر أمنا وسلامة. إن تراجع أي عنصر من عناصر البيئة عن أداء وظيفته لأي سبب من الأسباب سيؤدي إلى نتائج وخيمة وتداعيات سلبية على كل الكائنات الحية دون استثناء.

يمكن تمثيل شكل التفاعل فيما بين المكونات البيئية كما يلي:

[1] أبو سالم زينة (2014)، **البيئة ومشكلاتها: قراءة سوسيولوجية في المفهوم والأسباب**، الصادرة عن مجلة العلوم الإنسانية والإجتماعية، العدد17، ص252.

شكل رقم (3) : تفاعل المكونات الحية وغير الحية داخل النظام البيئي



المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على:

عبدالله بن عبد الرحمن البريدي(2015)، **التنمية المستدامة مدخل تكاملي لمفاهيم الاستدامة وتطبيقاتها مع التركيز على العالم العربي**، العبيكان للنشر،ط1، الرياض، المملكة العربية السعودية، ص102.

يوضح الشكل رقم (3) العلاقة التفاعلية بين المكونات الحية وغير الحية في النظام البيئي، موضحا كيفية تأثير كل منها على الآخر في إطار دورة متكاملة تحقق التوازن البيئي.

يعكس الشكل التفاعل المتكامل بين العوامل الحية وغير الحية داخل النظام البيئي، مما يعزز التوازن البيئي. وأي خلل في إحدى هذه المكونات، سواء بسبب التغيرات الطبيعية أو التدخل البشري، قد يؤدي إلى اضطراب النظام البيئي وتأثيراته السلبية على استدامة الحياة.

3.1- مشكلات البيئة

لقد سخر الله سبحانه وتعالى الطبيعة بكل ما تحتويها من خيرات وثروات ظاهرة وباطنة لخدمة الإنسان، يستغلها لإشباع حاجياته المختلفة في شتى المجلات. والإنسان منذ وجوده على سطح الكرة الأرضية يستغل كل ما يستطيع أن تطاله يداه من موارد البيئة الطبيعية لصالحه.

1.3.1- تعريف المشكلات البيئة

كانت المخلفات التي يلقى بها الإنسان إلى الطبيعة في حدود قدرتها على الاحتمال إن لم تكن أدنى بكثير. فكانت الطبيعة تعيد تدويرها بنفسها بالشكل الذي يحفظ توازنها إلى غاية القرن التاسع عشر، عندما عرف

الإنسان الصناعة وبدأ في استخدامها بشكل واسع، في هذه المرحلة أثقلت المخلفات التي بات يلقيها الإنسان إلى البيئة كاهلها، حيث أصبحت تفوق حدود احتمالها بكثير، وهو ما أدى إلى ظهور العديد من المشكلات البيئية بسبب اختلال التوازن في أنظمتها، وهو ما استدعى التدخل السريع للإنسان من أجل وضع حد لها ووقف انتشارها والقضاء عليها تماما إن أمكن.

عرفت المشكلة البيئية أنها: "تغيير أو تأثير غير مرغوب فيه ناجم عن الأنشطة البشرية أو الظواهر الطبيعية التي تؤدي إلى الإضرار بالبيئة، مما قد يؤدي إلى آثار ضارة على صحة الإنسان والكوكب ككل"[1].

وفقا لوكالة حماية البيئة الأمريكية (EPA)، فإن المشكلة البيئية هي: "مشكلة أو موقف يؤثر سلبا على البيئة أو النظم البيئية، بما في ذلك الهواء والماء والأرض والحياة البرية"[2]. يمكن أن تحدث المشكلات البيئية بسبب الأنشطة البشرية مثل العمليات الصناعية والنقل وإنتاج الطاقة، فضلا عن الظواهر الطبيعية مثل الزلازل وحرائق الغابات. يمكن أن يكون لهذه المشاكل تأثيرات واسعة النطاق على البيئة، بما في ذلك تدمير الموائل والتلوث وتغير المناخ.

من المرجح أن تكون المشكلة البيئية الأكثر مرجعا في المجتمع العلمي هي تغير المناخ، والذي يعرف بأنه: "تحول طويل الأجل في أنماط الطقس يمكن أن يؤدي إلى تغيرات في درجات الحرارة ومستويات سطح البحر وهطول الأمطار، والمتغيرات الأخرى المتعلقة بالمناخ التي تؤثر على النظم البيئية والزراعة والموارد المائية وصحة الإنسان"[3]. ينتج تغير المناخ بشكل أساسي عن الأنشطة البشرية التي تطلق كميات كبيرة من غازات الدفيئة، مثل ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي، والتي تحبس الحرارة وتساهم في ارتفاع درجات الحرارة. حددت الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC)، وهي هيئة تابعة للأمم المتحدة تقوم بتقييم العلوم المتعلقة بتغير المناخ، تغير المناخ بأنه: "التحدي الأكبر في عصرنا" ودعت إلى اتخاذ إجراءات عاجلة للحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري على المستوى العالمي. الاحترار إلى 1.5 درجة مئوية فوق مستويات ما قبل العصر الصناعي لتجنب أسوأ آثار تغير المناخ. يعد تغير المناخ مشكلة معقدة ومتعددة الأوجه تتطلب تعاونًا عالميًا وتغييرات تحويلية في أنظمة الطاقة والنقل واستخدام الأراضي وأنماط الاستهلاك للتخفيف من آثارها وبناء المرونة في مواجهة آثارها[4].

[1]United Nations Environment Program(UNEP), (2019), **Report Global Environment Outlook 6**,p8.
[2]EPA gov(1997), **United States Environmental Protection Agency EPA**, Available at: https://www.epa.gov/research/research-publications. (10/05/2023, 16:05).
[3]NASA gov(1997), **NASA**, Available at: https://www.nasa.gov/,(11/05/2023, 13:33).
[4] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC),(2018), **Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels**, Geneva, Switzerland,p4.

بصفة عامة المقصود بالمشكلة البيئية هو ما يطرأ على البيئة من عطل في أداء مهمتها وفي إنماء الحياة ورعايتها وعلى رأسها حياة الإنسان، وذلك بأي سبب من الأسباب، سواء أكان إنهيارا في مكوناتها، أو إختلالا في توازنها أو اضطرابا في نظامها.

من خلال التعاريف السابقة يمكننا أن نلمس الحجم الكبير للأضرار التي يمكن أن تمس النظام البيئي كي يطلق عليها اسم المشكلة البيئية، وهو ما يدفعنا إلى التساؤل عن الخطأ الذي إرتكبه الإنسان في حق البيئة، والذي كلفه ثمنا باهظا، فما هي الأفعال التي قام ولا يزال يقوم بها الإنسان والتي أوصلت البيئة إلى مرحلة متقدمة من التدهور البيئي؟

2.3.1- أسباب المشكلات البيئية

يمكن أن يختل توازن النظام البيئي بفعل عاملين أساسين: عامل طبيعي والمتمثل في الكوارث الطبيعية بصفة عامة، وعامل إنساني ينتج عن مختلف النشاطات التي يقوم بها الإنسان في مختلف نواحي الحياة. وبما أن العامل الطبيعي يحدث لأسباب خارجة عن نطاق الإنسان، فسيكون تركيزنا منصبا على أسباب المشكلات البيئية التي هي من صنع الإنسان، لأنه هو المسؤول عن حدوثها وبالتالي فهو المسؤول عن تداركها. وأسباب المشكلات البيئية تمتاز بالتشابك والتداخل فيما بينها، فقد نجد عامل واحد يمكن أن يتسبب في عدة مشكلات بيئية، كما قد نجد مشكلة بيئية واحدة تتدخل عدة عوامل في حدوثها، يمكن تلخيص العوامل التي تتسبب في الإضرار بالبيئة في النقاط التالية [1]:

– النمو السكاني: حيث يزيد نمو السكان من الطلب على السلع والخدمات المختلفة، وهو ما يؤدي إلى زيادة الإضرار بالبيئة، نتيجة لزيادة الأعباء الإضافية على الموارد الطبيعية للبيئة.

– نقص المعرفة عن البيئة: وهو الأمر الذي يترتب عليه صعوبة إيجاد الحلول الملائمة لها، نتيجة لعدم وضوح العلاقة المتبادلة بين الإنسان والبيئة.

– الاستغلال غير الرشيد للتكنولوجيا في البيئة، مما يعمل على استنزاف المزيد من الموارد الطبيعية المستخدمة في الصناعة، إضافة إلى ما ينتج عن عمليات التصنيع من تلوث للماء والهواء والتربة والغذاء والضوضاء.

– اختلال القيم والاتجاهات التي تعتبر جوهر المشاكل البيئية، لأن القيم والاتجاهات تكتسب صفة الاجتماعية وهي التي توجه سلوك الناس اتجاه بيئتهم.

– اختلال البيئة الاجتماعية، وهي تلك الخاصة بنشاطات الإنسان المتعلقة بالتنمية الاقتصادية دون مراعاة لإمكانيات البيئة وهو ما ينعكس على السلوك الاجتماعي والاقتصادي والسياسي اتجاهها[2].

– التقدم الصناعي وما نتج عنه من إنتاج مواد عديدة وغريبة عن البيئة لا تتحلل بسرعة، واتباع أساليب الزراعة المكثفة والتوسع في استعمال الأسمدة الكيميائية والمبيدات الحشرية.

---

[1] أبو سالم زينة، **مرجع سبق ذكره**، ص257.

[2] عصام قمر(2007)، **الخدمة الاجتماعية بين الصحة العامة و البيئة**، دار السحاب لشر والتوزيع، ط1، مصر، 2007، ص 21-22.

يمكن أن يكون للمشكلات البيئية تأثيرات بعيدة المدى وطويلة الأمد على البيئة، وكذلك على المجتمع والاقتصاد. غالبا ما تؤدي هذه المشكلات إلى تدهور الموارد الطبيعية والنظم البيئية ورفاهية البشر والكائنات الحية الأخرى. يمكن أن تتراوح المشاكل البيئية من النطاق المحلي إلى العالمي ويمكن أن تشمل قضايا مثل تلوث الهواء، تغير المناخ، إزالة الغابات، تلوث المياه، الصيد الجائر، تغير استخدام الأراضي، فقدان التنوع البيولوجي وتحمض المحيطات ونضوب الموارد. هذه المشكلات معقدة وتتطلب إجراءات وحلولا منسقة من الأفراد والحكومات والمنظمات لمعالجة وتخفيف آثارها على البيئة والمجتمع.

2– التلوث البيئي

يعد التلوث خطر على البيئة، لأنه مشكلة عابرة للحدود، فهو لا يعوقه حدود جغرافية، كما أن آثاره الضارة قد تكون طويلة الأمد ويصعب التخلص منها. ولغرض الإلمام والإحاطة بكل جوانب موضوع ماهية التلوث، تم تعريف التلوث، وذكر أهم أنواعه وأسبابه.

1.2- مفهوم التلوث البيئي

التلوث البيئي هو أحد أكبر التحديات التي تواجه البشرية اليوم، لما له من آثار سلبية على البيئة وصحة الإنسان والحيوان والنبات. وما يزيد من خطورته كونه يحدث في كل الأماكن، سواء كان ذلك في المدن أو المناطق الريفية أو البحار والمحيطات. وما يترتب عليه من تداعيات على الصحة. كما يؤثر التلوث البيئي على البيئة بشكل عام، حيث يؤدي إلى تدمير الموائل الطبيعية ونفوق الكائنات الحية وتلوث المياه والهواء والتربة. بناء على ما سبق، حاولنا تناول أهم التعاريف لهذه الظاهرة التي لا تزال تؤرق العالم برمته.

1.1.2- تعريف التلوث لغة

كلمة التلوث بمدلولها اللفظي تدل على الدنس والفساد والنجس، وفعلها (لوث) يعني لوث الشيء تلويثا. (اللوث) بالفتح يعني البنية الضعيفة غير الكاملة، ومنه قيل للرجل ضعيف العقل ألوث، وفيه لوثة بالفتح أي حماقة، واللوثة بالضم الاسترخاء والحبسة في اللسان[1].

جاء على لسان العرب: "مادة لوث": إن التلوث يعني التلطخ، يقال تلوث الطين بالتبن والحصى بالرمل، ولوث ثيابه بالطين أي لطخها، ولوث الماء أي كدره، وتلوث الماء أو الهواء ونحوه يعني خالطته مواد غريبة[2].

وجاء في المعجم الوسيط: أن تلوث التربة أو الماء أو الهواء يعني خالطته مواد غريبة ضارة وإفرازات كيميائية أو ذرية سواءا كانت صلبة أو سائلة أو غازية وذلك بصفة مباشرة أو غير مباشرة.

يرى البعض أن التلوث لغة، يعني عدم النقاء واختلاط الشيء بغيرة بما يتنافر معه ويفسده[3].

[1] سيد عبد النبي محمد (2019)، **التلوث البيئي وباء عصر العولمة**، وكالة الصحافة العربية، ط1، الجيزة، مصر، ص10.

[2] ابن منظور (1982)، **لسان العرب**، الجزء (3)، المطبعة الكبرى، القاهرة، مصر، ص404.

[3] المعجم الوسيط (1986)، **مجمع اللغة العربية**، ج2، ص878.

وهناك من يرى أن التلوث لغة يطلق على معنيين:

المعنى الأول: الاختلاط؛ وهو اختلاط أي شيء غريب عن مكونات المادة بالمادة نفسها، مما يؤثر عليها ويفسدها، فيقال: لوث الماء: أي خلطه بغيره، ولوث التراب، أي خلطه بشيء خارج ويقال للمختلط عقله: به لوث: أي خالط عقله شيء من العته والجنون.

أما المعنى الثاني: التلطخ؛ فيقال: لوث الثوب بالطين إذا لطخه به، ولوث الماء أي كدره[1] .

وقيل أنه في حالة التلطيخ يمكن تمييز الشيئين المختلطين، أما في حالة الاختلاط فإنه يصعب تمييزهما.

وعرف أيضا التلوث لغة هو فساد الشيء أو تغيير خواصه، ويشمل نوعين: تلوث مادي، ويعني اختلاط أي شيء غريب عن مكونات المادة بالمادة. وتلوث معنوي؛ كأن يقال تلوث بفلان رجاء منفعة، أي لاذ به، فلان به لوثة، أي جنون[2].

وهكذا نلاحظ أن معنى كلمة (لوث) اسم من فعل يلوث يدور حول تغيير الحالة الطبيعية للأشياء يخلطها بها ليس من ماهيتها أي بعناصر غريبة وأجنبية عنها فيكدرها، أي يغير من طبيعتها، ويضرها، بها يعوقها عن أداء وظيفتها المعدة لها.

بالنسبة للغة الفرنسية، تستخدم كلمة (Pollution)، والتي تعني تدنيس أو تلويث أو تنجيس. مثال ذلك تلويث الهواء، أو مياه النهر بالنفايات الصناعية . ويعني إفساد أو اتلاف وسط ما بإدخال ملوث ما، كما أنه يعني جعل الشئ النقي غير نقي أو غير صالح للاستعمال، فالتلوث يأتي من فعل يلوث (polluer) ومعنى هذا الفعل في اللغة الفرنسية تلطيخ الشيء (salir) وإفساده[3].

أما بالنسبة للغة الإنجليزية يوجد هناك مصطلحان لغويان يعبران عن التلوث:

– المصطلح الأول (contamination): ويعني وجود تركيزات تفوق المستوى الطبيعي في المجال البيئي.

– المصطلح الثاني (pollution): ويقصد به إدخال موارد ملوثة في الوسط البيئي[4]. كما يستخدم الفعل (Pollute) للتعبير عن فعل التلويث، وعن عدم النظافة وعدم الطهارة والتدنيس والفساد وإساءة الاستعمال[5].

كما عرفه أحد المعاجم المتخصصة في المصطلحات البيئية بأنه: إفساد مباشر للخصائص العضوية أو الحرارية أو البيولوجية والاشعاعية لأي جزء من البيئة، كتفريغ أو إطلاق أو إيداع نفايات أو مواد من شأنها التأثير على الاستعمال المفيد، أو بمعنى آخر تسبب وضعا يكون ضارا أو يحتمل الاضرار بالصحة العامة، أو بسلامة الحيوانات والطيور، والحشرات، والأسماك وسائر النباتات والموارد الحية الأخرى. فيفهم من هذا التعريف

---

[1] أشرف عبد الرزاق ويح، **الحماية الشرعية للبيئة المائية (دراسة مقارنة بين الشريعة الاسلامية والقانون الوضعي)**، دار النهضة العربية، ط1، القاهرة، مصر، ص ص65– 66.

[2] محمد حسين عبد القوي (2002)، **الحماية الجنائية للبيئة الهوائية**، دار النشر الذهبي للطباعة، القاهرة، مصر، ص ص33–43.

[3] سيد عبد النبي محمد ،**مرجع سبق ذكره**، ص15.

[4] علي عدنان الفيل(2013)، **شرح التلوث البيئي في قوانين حماية البيئة العربية دراسة مقارنة**، المركز القومي للاعدادات القانونية، ط1، القاهرة، مصر، ص14.

[5] سيد عبد النبي محمد ،**مرجع سبق ذكره**، ص12.

أن التلوث البيئي هو أي تغير كمي أو نوعي يؤثر على مكونات البيئة الطبيعية، الحية وغير الحية، بحيث يؤدي إلى حدوث خلل في التوازن البيئي[1].

2.1.2- التعريف الاصطلاحي للتلوث

من المسلم به أنه ثمة هناك صعوبة في وضع تعريف جامع للتلوث، وذلك لاختلاف مصادر التلوث، فبعضها من صنع البشر وبعضها الآخر من صنع الطبيعة، فضلا عن تجدد أسباب التلوث واختلافها وتزايدها من وقت لآخر تحت تأثير التقدم العلمي والتقني والتدخل البشري الدائم في تركيب العناصر البيئية الأمر الذي يؤدي إلى ظهور صور متجددة من التلوث البيئي.

يقصد بالمفهوم الاصطلاحي بأنه حدوث تغيير وخلل في الحركة التوافقية التي تتم بين العناصر المكونة للنظام البيئي بحيث تشمل فاعلية هذا النظام وتفقده القدرة على أداء دوره الطبيعي في التخلص الذاتي من الملوثات، وخاصة العضوية منها.

فالبعض يرى أن التلوث هو" كل تغير في أنظمة البيئة أو أحد عناصرها يؤدي بشكل مباشر أو غير مباشر إلى تأثيرات ضارة بحياة الإنسان"[2]. ويعرف أيضا بأنه "التغيرات غير المرغوبة فيما يحيط بالإنسان كليا أو جزئيا كنتيجة لأنشطة الإنسان من خلال حدوث تأثيرات مباشرة أو غير مباشرة تغير من المكونات الطبيعية والكيمائية والبيولوجية للبيئة، مما قد يؤثر على الإنسان ونوعية الحياة التي يعيشها"[3].

كذلك التلوث يعني إضافة أو إدخال أي مادة غير مألوفة إلى أي من الأوساط البيئية، وتؤدي هذه المادة الدخيلة عند وصولها لتركيز ما إلى حدوث تغير في نوعية وخواص تلك الأوساط، وفي أغلب الأحوال يكون هذا التغير مصحوبا بنتائج ضارة مباشرة أو غير مباشرة على كل ما هو موجود في الوسط البيئي[4].

3.1.2- تعريف المنظمات الدولية للتلوث

جاء في مؤتمر البيئة العالمي الذي انعقد في مدينة استكهولم عاصمة السويد عام 1972 إن مضمون تلوث البيئة يقوم على أساس أن النشاطات الإنسانية تؤدي حتما إلى إضافة مواد ومصادر للطاقة إلى البيئة على نحو متزايد يوما بعد يوم، وحينما تؤدي تلك المواد أو تلك الطاقة إلى تعريض صحة الإنسان ورفاهيته وموارده للخطر أو يحتمل أن تؤدي إلى ذلك مباشرة أو بطريقة غير مباشرة، فإن هذا هو التلوث[5].

كما ينظر المجلس الاقتصادي والاجتماعي للأمم المتحدة أن: "التلوث يوجد عندما يحدث تحت تأثير مباشر أو غير مباشر للنشاط البشري تغيير في تكوين أو في حالة الوسط الحيوي مما يخل ببعض الأنشطة التي كان من الممكن القيام بها في الحالة الطبيعية"[6].

---

[1] **المرجع السابق**، ص14.

[2] مجدي مدحت النهري (2002)، **مسؤولية الدولة عن أضرار التلوث البيئي**، مكتبة الجلاء الجديدة، المنصورة، مصر، ص189.

[3] معوض عبد التواب ومصطفى معوض عبد التواب (1986)، **جرائم التلوث من الناحيتين القانونية والفنية**، منشأة المعارف، الاسكندرية، مصر، ص10.

[4] سعيد سعد عبد السلام (2000)، **مشكلة تعويض اضرار البيئة التكنولوجية**، دار النهضة العربية القاهرة، ط1، مصر، ص15.

[5] صلاح الدين عامر(2003)، **مقدمة لدراسة القانون الدولي العام**، دار النهضة العربية، القاهرة، مصر، ص 721.

[6] عبد العزيز مخيمر عبد الهادي (1986)، **دور المنظمات الدولية في حماية البيئة**، دار النهضة العربية، ط1، القاهرة، مصر، ص26.

يعرف التلوث الوارد في توصيات مجلس منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية الصادرة في 1974/11/14 على أنه: "التلوث هو إدخال مواد أو طاقة بواسطة الإنسان سواء بطريق مباشر أو غير مباشر إلى البيئة بحيث يترتب عليها آثار ضارة من شأنها أن تهدد الصحة الإنسانية، أو تضر بالموارد الحية أو بالنظم البيئية أو تنال من قيم التمتع بالبيئة وتعوق الاستخدامات الأخرى لها". بمعنى أن التلوث يعني التغيرات البيئية الناتجة عن الأنشطة الإنسانية نتيجة إدخال الإنسان لمواد أو طاقة، ولا يقصد في هذا التعريف بالمواد هنا كل المواد التي يمكن إدخالها إلى الوسط البيئي من مواد صلبة أوسائلة أوغازية، بل يقصد بها المواد التي تحدث الضرر للبيئة، بمعنى آخر المواد التي يكون لديها القدرة على إحداث أضرارا بالبيئة تصيب الإنسان وكل الكائنات الحية التي يتكون منها النظام البيئي[1].

انطلاقا مما سبق، يمكن تعريف التلوث على أنه إدخال الملوثات إلى البيئة الطبيعية التي تسبب تغيرات ضارة بالنظام البيئي، يمكن أن تنشأ الملوثات من الأنشطة البشرية كالإنتاج الصناعي، التخلص من النفايات وحرق الوقود الأحفوري، ومن مصادر طبيعية كحرائق الغابات والانفجارات البركانية.

يعتبر حرق الوقود الأحفوري بما في ذلك النفط والفحم والغاز الطبيعي أحد أهم مصادر التلوث البيئي، لما ينتج عن هذه العملية من انبعاثات غازات الدفيئة والجسيمات الضارة في الغلاف الجوي، وتلوث المسطحات المائية والتربة بالمعادن الثقيلة والمواد السامة الداخلة في تركيبة الوقود الأحفوري.

يتضح من خلال التعاريف السابقة وما تأكد بالمؤتمرات وتوصيات المنظمات الدولية في تحديدها لماهية التلوث، الاعتماد إلى حد كبير على الأثر المترتب عليه من حيث النيل من البيئة سواء تمثل ذلك في الإضرار بالإنسان أو الأشياء بما يخل بنظام المجتمع ككل.

2.2- أنواع التلوث البيئي

ينقسم التلوث البيئي بالنظر إلى العنصر البيئي إلى التلوث الأرضي والهوائي والمائي. يأخذ بهذا التقسيم جانب كبير من الفقه والدراسات الخاصة بالتلوث البيئي، إذ إنه أكثر التقسيمات قبولا، نظرا لشموليته وإحاطته بكافة أنواع التلوث.

1.2.2- التلوث الأرضي Ground Pollution

نعني به تغيير الخواص الطبيعية للتربة بشكل يلحق الضرر بالكائنات الحية أو المنشآت، والتأثير على ممارسة الإنسان لحياته الطبيعية على الأرض وقد يتمثل ذلك في دفن النفايات الصناعية والمنزلية والمواد السامة في باطن الأرض، أو إلقائها فوق سطح التربة، وقد ينجم عن طريق الأمطار بواسطة الملوثات الجوية كالرصاص والزئبق والكدميوم، مما يؤدي إلى الإخلال بالتركيب الطبيعي للتربة.

[1] علي عدنان الفيل، **مرجع سبق ذكره**، ص21.

حيث يمثل تلوث التربة جانبا هاما من جوانب مشكلة التلوث البيئي التي منيت بها البشرية في العصر الحديث، كنتيجة للتدخل الإنساني غير المنظم في النواميس الكونية، ومحاولاته المستمرة في إفساد النظم البيئية بغية الزيادة في إنتاجية التربة والسيطرة على الحشرات والآفات.

ويقرر التقييم العالمي لتدهور الأرض الذي أجري عام 1990 أن 15% من المساحة الكلية للأرض في العالم قد تدهورت بدرجات مختلفة بسبب الأنشطة البشرية[1].

يقصد بتلوث التربة إضافة مواد أو مركبات غريبة عنها إلى مكوناتها، تتسبب في تغير الخواص الفيزيائية أو البيولوجية أو الكيمائية لها والتي من بينها زيادة نسبة الأملاح في التربة عن الحد المعتاد. إذ أن من شأن هذا التغير إفقاد التربة لخصوبتها، نتيجة اختلاط الملوثات بها ما يؤثر في تثبيت عنصر النيتروجين اللازم لنمو النبات وكذلك قتل البكتيريا المسؤولة عن تحلل المواد العضوية الضرورية لخصوبة التربة وقدرتها على الإنتاج، بما يؤدي في النهاية إلى تلوث الوسط البيئي الذي يمكن للنبات أن ينمو ويتكاثر فيه، وشيئا فشيئا يزداد إختفاء النبات، وتتحول الأرض الخصبة إلى مناطق جرداء تشيع فيها مظاهر التصحر.

2.2.2- التلوث الهوائي Air Pollution

تقدر منظمة الصحة العالمية (World Organization Health) أن ما يقرب من خمس سكان العالم يتعرضون لمستويات خطرة من ملوثات الهواء. وتعمل عدد من العمليات الطبيعية على حفظ التوازن بين مكونات الغلاف الجوي، فالنباتات تستهلك ثاني أوكسيد الكربون وتطلق ثنائي الأوكسجين، وتقوم الحيوانات بدورها باستهلاك هذا الأخير وإنتاج ثاني أوكسيد الكربون من خلال دورة التنفس.

من تعاريف التلوث الهوائي هو كونه: " الحالة التي يكون فيها الهواء محتويا على مواد بتراكيز تعتبر ضارة بصحة التربة وصحة النبات وصحة الإنسان أو بمكونات بيئتهم. وتلوث الهواء يعني اختلاط الهواء بمواد معينة، مثل وقود العادم والدخان" [2].

كما يعرف تلوث الهواء بأنه: "تواجد شوائب في الهواء سواء أكانت طبيعية أم بفعل الإنسان وبكميات ولمدد تكفي لإقلاق راحة وصحة المعرضين له"[3]، ومصادر التلوث الهوائي، هي إما أن تكون مصادر طبيعية مثل الأتربة الناتجة عن العواصف أو الغازات المنبعثة من الثورات البركانية أو الحرائق في الغابات وغيرها، وإما أن يكون تلوث الهواء ناتجا عن النشاطات الإنسانية العمرانية منها أو الصناعية مثل استخدام الوقود في الصناعة أو توليد الطاقة الكهربائية، مما لاشك فيه أن تلوث الهواء يؤثر على الإنسان والحيوان والنبات وعلى التوازن الطبيعي، إذ يسبب تلوث الهواء الكثير من الأمراض العضوية والنفسية للإنسان، فضلا عما تحدثه الإشعاعات الذرية من أمراض وتشوهات جسدية للإنسان والحيوان على حد سواء فضلا عن انخفاض الإنتاجية وغيرها من التأثيرات الخطيرة[4].

---

[1] علي عدنان الفيل، **مرجع سبق ذكره**، ص46.

[2] سعد الله نجم النعيمي(2020)، **تلوث بيئة الإنسان بالمعادن الثقيلة وطرق المعالجة**، دار الكتب العلمية، ط1،بيروت، لبنان، ص45.

[3] محمد عبد الرحمن الشرنوبي (1976)، **الإنسان والبيئة**، مكتبة الانجلو المصرية، مصر، ص292.

[4] سجى محمد عباس (2017)،**التلوث السمعي دراسة مقارنة**، مركز العربي للنشر والتوزيع، ط1، القاهرة، مصر، ص42.

أما أهم العناصر المنتشرة في الهواء والمسببة لتلوثه فهي؛ الجسيمات الدقيقة أو العالقة من أتربة ورذاذ عالق في الهواء وأكاسيد النيتروجين الناتجة من إحتراق الوقود وثاني أكسيد الكربون وأكاسيد الرصاص والإشعاعات الذرية وهي نواتج التجارب الذرية ومؤسسات الطاقة النووية والمفاعلات الذرية ودخان التبغ وغاز الأوزون السطحي وغيرها[1].

3.2.2- التلوث المائي Water Pollution

تلوث الماء ناتج عن النشاطات اليومية للإنسان، فالتطور الصناعي والتمدن والنشاطات التنموية جلبت أزمة حقيقية للماء. اليوم معظم الأنهار في العالم تستقبل ملايين اللترات من مياه المجاري، الأطنان من النفايات المنزلية والصناعية والزراعية التي تحوي مواد الشديدة السمية. إن مصير المياه الجوفية يواجه المصير نفسه في معظم مناطق العالم.

تمت دراسة المياه الطبيعية والملوثة في جميع أنحاء العالم، واتضح أن هناك العديد من العوامل المحددة لنوعية المياه باستخداماتها المتنوعة. حيث يعمل العديد منها على كشف الملوثات وتحديد مصادر التلوث والحد من الكوارث والأمراض التي من الممكن أن تنتشر من تلوث المياه ومصادرها الطبيعية[2].

يقصد بتلوث الماء أنه: "دخول مواد ضارة بشكل مباشر أو غير مباشر، إلى الأنهار والبحار والمحيطات والبحيرات والجداول، ومخازن المياه الجوفية مثل الآبار، أو طبقات المياه الجوفية؛ مما يغير من خصائصها الكيميائية أو البيولوجية أو الفيزيائية"[3].

تمثل أزمة المياه وما تسببه من أضرار تحديا كبيرا على السكان، فخمس سكان العالم لا يحصلون على مياه شرب نظيفة، ونصف سكان العام لا يتمتعون بنظام صرف صحي ملائم، ولا تتوافر المياه الصالحة للشرب لأكثرية الفقراء في دول العام النامي. إن توفير الحاجات الغذائية للزيادة السكانية المرتقبة بالتوسع في المساحات الزراعية المروية، التي تستهلك حاليا نحو 70% من إجمالي الموارد المائية، وستزيد بحلول عام 2025 نحو (15-20) في المئة لزيادة المساحات المروية بنسبة 60% من إجمالي المساحات الزراعية القابلة للري في العام، ما سيزيد حدة التنافس على المياه بين القطاعات الزراعية والصناعية والمنزلية والبيئية، خاصة في الدول الفقيرة مائيا ما يتطلب استيراد الماء والغذاء لسد حاجة السكان.

فالاعتقاد السائد بوفرة المياه، وعدم نفاذها أدى إلى هدر مائي كبير ما زاد الحاجة إلى نشر الثقافة المائية بين السكان لتغيير السلوك السائد وتغيير مفهوم الاستخدام غير العقلاني للمياه، وضرورة استرداد تكاليف الخدمة والصيانة لمشاريع المياه من المستهلكين للحد من الهدر المائي وتوفير موارد مالية لتنفيذ مشاريع مائية جديدة، والتأثير في أصحاب القرار السياسي في زيادة المخصصات المالية يعد الحجر الأساس لكل المشاريع التنموية

---

[1] عبد خليل فضيل، وعلوان جاسم الوائلي (1985)، **ينظر بشأن موضوع التلوث الهوائي وأسبابه وتأثيراته**، علم البيئة، جامعة الموصل، العراق، ص ص 399-400.

[2] عايد راضي خنفر(2010)، **التلوث البيئي: الهواء –الماء –الغذاء**، دار اليازودي العلمية للنشر والتوزيع، الأردن، ص ص17-18.

[3] سيد عبد النبي محمد، **مرجع سبق ذكره**، ص16.

الأخرى. كما يجب التنسيق والتعاون بين كل المؤسسات المعنية بقطاع المياه، وتكوين لجان إقليمية مشتركة على مستوى الأحواض المائية المشتركة لتفعيل الإدارة المتكاملة للموارد المائية المشتركة[1].

4.2.2- التلوث الضوضائي Noise Pollution

يعرف التلوث الضوضائي على أنه: "جميع مصادر الأصوات المرتفعة المزعجة والمقلقة للراحة وغير المرغوب فيها التي تصل إلى سمع الإنسان والحيوان، وتتسبب في إحداث الكثير من الأضرار للجهاز السمعي والعصبي"[2].

ويعرف التلوث السمعى بأنه صوت بدون جودة موسيقية مقبولة أو صوت غير مرغوب فيه. وبالتالي يمكن اعتبار الضوضاء على أنها مجموعة من الأصوات غير المتجانسة أو الاهتزازات غير السارة والمزعجة للأذن، وهو يتضمن جميع مصادر الأصوات المرتفعة المزعجة والمقلقة للراحة وغير المرغوب فيها والتي تصل إلى سمع الإنسان والحيوان، وتتسبب في إحداث الكثير من الأضرار للجهاز السمعي والعصبي للإنسان والكائنات الحية الأخرى. وكلمة ضوضاء مشتقة من المصطلح اللاتيني الغثيان.

من خلال التعاريف السابقة، يمكن القول أن التلوث الضوضائي هو أي ضوضاء مزعجة أو غير مرغوب فيها تتداخل فتؤذي البشر والحياة البرية، أو هى كل صوت مزعج غير مرغوب فيه يؤثر سلبا على صحة ورفاهية الأفراد أو السكان. على سبيل المثال حركة المرور بالنسبة للسيارات ومحركات الطائرات، ومكبرات الصوت التى تعد من أبرز مصادر الضوضاء حيث يستخدمها الباعة المتجولين للترويج عن بضائعهم. أو المرشحين في الانتخابات أو في المدارس بشكل يقلق راحة البيوت المجاورة لها، بالاضافة إلى المحلات المقلقة للراحة التي تهدد حياة الناس وتكدر راحتهم خاصة التى تكون ملاصقة للأماكن السكنية.

ووفقا لنتائج منظمة الصحة العالمية، تعد الضوضاء ثاني أكبر سبب بيئي للمشاكل الصحية على مستوى العالم، بعد تأثير تلوث الهواء. فالتحضر والنمو الاقتصادي والنقل الآلي هم من أهم الأسباب التى تؤدى للتعرض للضوضاء البيئية والآثار الصحية المميتة. ورغم ذلك فإن التلوث الضوضائي يحظى باهتمام أقل بكثير من مشاكل نقاء المياه وقضايا جودة الهواء لأنه لا يمكن رؤيته أو تذوقه أوشمه.

3.2- مسببات التلوث البيئي في ظل استهلاك الطاقات غير المتجددة

يمكن تلخيص أهم أسباب التلوث فيما يلي[3]:

- الأكاسيد الناتجة عن حرق الوقود الأحفوري، مثل: ثاني أكسيد الكربون وأكسيد الكبريت.
- عوادم المركبات، بما في ذلك الشاحنات والسيارات، والقطارات والطائرات.
- الغازات التي تنبعث من المبيدات الحشرية، ومبيدات الآفات، والأسمدة التي تستخدم في الأنشطة الزراعية.

---

[1] صاحب الربيعي (2010)، **الإدارة المتكاملة للموارد المائية**، صفحات للدراسة والنشر،ط1، دمشق، سوريا، ص17.

[2] عبد القادر الحسينى إبراهيم محفوظ (2021)، **المواجهة الجنائية لجرائم تلوث البيئة السمعى دراسة مقارنة**، الصادرة عن مجلة الدراسات القانونية، العدد 52، القاهرة، مصر، ص ص 283-285.

[3] سيد عبد النبي محمد، **مرجع سبق ذكره**، ص ص 15-18.

– دخان المصانع الذي يطلق كمية كبيرة من أول أكسيد الكربون، والهيدروكربونات، والمواد الكيميائية، والمركبات العضوية في الهواء.

– الغبار والمواد الكيميائية الناتجة عن عمليات التعدين.

– المواد الكيميائية الناتجة عن منتجات التنظيف المنزلية والدهانات.

– إلقاء نفايات المصانع التي تحتوي على الملوثات مثل: الكبريت، والنترات، والرصاص، والزئبق، وغيرها من المواد الكيميائية الضارة في المسطحات المائية.

– وصول مياه الصرف الصحي التي تحمل البكتيريا الضارة والمواد الكيميائية إلى المسطحات المائية.

– اختلاط المواد الكيميائية الناتجة عن عمليات التعدين بالماء.

– إلقاء النفايات، مثل: الورق والألمنيوم والمطاط، والزجاج والبلاستيك في المسطحات المائية.

– تسرب النفط من الناقلات البحرية.

– وصول الأمطار الحمضية الناتجة عن حرق الوقود الأحفوري إلى المسطحات.

– اختلاط المواد الكيميائية مثل الأسمدة ومبيدات الآفات مع مياه الأمطار وتدفقها إلى المسطحات المائية.

– تسرب مياه الصرف الصحي من الأنابيب واختلاطها بالمياه الجوفية.

– تراكم الكائنات الحية البحرية التي تموت نتيجة الاحتباس الحراري وارتفاع درجات الحرارة.

– اختلاط مياه الأمطار أو المياه الجوفية مع المواد المتسربة من مدافن القمامة.

– النفايات الصناعية الصلبة التي تتراكم على سطح التربة، وتجعلها غير صالحة للاستخدام.

– امتصاص التربة للمواد الكيميائية التي تدخل في تصنيع الأسمدة.

– اختلاط المطر الحمضي بالتربة.

– تسرب النفط إلى التربة أثناء نقله أو تخزينه.

3– النظام والتوازن البيئي

يعتبر النظام البيئي نظام حيوي معقد يشمل جميع الكائنات الحية والعوامل اللاحيوية المتفاعلة في بيئة معينة، والتي تتكامل معا لتشكل نظاما متوازنا ومتناغما. يتفاعل كل جزء من النظام البيئي مع أجزاء أخرى في سلسلة من العلاقات المعقدة، حيث يتم تبادل المواد الغذائية والطاقة وموارد الخام بين الكائنات الحية والعوامل اللاحيوية.

1.3- مفهوم النظام البيئي

يقول الله تعالي في الآية 19 من سورة الحجر: "وَالأَرْضَ مَدَدْنَاهَا وَأَلْقَيْنَا فِيهَا رَوَاسِيَ وَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِن كُلِّ شَيْءٍ مَّوْزُونٍ"، ويقول في الآية 49 من سورة القمر: "إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ". فالكون الواسع الذي ننتمي إليه لا يزال قائما لحد اللحظة بسبب التوازن الذي تعمل مختلف الأنظمة البيئية المكونة له على الحفاظ عليه، والكرة الأرضية واحد من هذه الأنظمة، فهي عبارة عن نظام بيئي واسع يشتمل على مجموعة الأنظمة البيئية الجزئية

المختلفة تعمل معا من أجل حفظ توازن الكرة الأرضية، والتي تعمل بدورها مع باقي عناصر المجرة للحفاظ على توازن الكون ككل.

لقد استخدم مصطلح النظام البيئي Ecosystème أول مرة سنة 1935 من قبل العالم البريطاني آرثر جورج تانسلي، إلا أن استخدامه لم ينتشر إلا في الستينات من القرن العشرين عندما بدأت تبرز مشكلات البيئة، وأصبح لابد من التعرف على النظام الذي يحكم العلاقات بين مختلف عناصرها. وقد عرفه آرثر جورج تانسلي على أنه: "نظام يتألف من مجموعة مترابطة ومتباينة نوعا وحجما من الكائنات العضوية والعناصر غير العضوية في توازن مستقر نسبيا"[1].

كما عرف بأنه: "الوسط البيئي الذي تعيش فيه الكائنات الحية وما تحتويه من علاقات فيزيائية، بيولوجية وكيميائية، بينه وبين الكائنات الحية وما يتخلله من انتقال للمادة والطاقة من وإلى هذا الوسط"، ويقصد به: "مساحة من الطبيعة وما تحتويه من كائنات حية، وتفاعلها مع بعضها البعض، وكذلك الظروف البيئية وما تولده من الأجزاء الحية، ويتمثل 1/5 (خمس) النظام في وجود دورة محددة ومتوازنة ومنسقة يتمثل في عمليات بناء (إنتاج) وهدم (استهلاك). ويعبر عن العلاقة بين المنتج والمستهلك في النظام البيئي بسلسلة الغذاء"[2].

إن جميع تعريفات النظام البيئي السابقة، تلتقي في فكرة كونه عبارة عن تفاعل مختلف لعناصره في إطار علاقات معقدة ومتشابكة، لكل عنصر فيها دور محدد يقوم به.

1.1.3- خصائص النظام البيئي

من الخصائص التي يمتاز بها النظام البيئي نذكر:

- خاصية التعقيد

تعد خاصية التعقيد أحد العوامل الأساسية المساهمة في سلامة كل نظام بيئي حي، فكلما اشتمل على عدد كبير من أنواع المنتجات والمستهلكات والمحللات المختلفة، كلما كان أكثر ثباتا واستقرارا واتزانا، وأكثر قدرة على مواجهة أي خطر فجائي، أو أي تغير خارجي قد يطرأ عليه مثل: التصحر أو الانقراض أو التلوث...

- النظام البيئي مغلق ماديا

في كل نظام بيئي مهما كان نوعه، تتحول المواد العضوية المتراكمة فوق سطح التربة أو العائمة في الماء (الفضلات) إلى مواد عضوية بسيطة بواسطة الكائنات الحية المحللة، لتصبح سهلة الامتصاص من طرف الكائنات الحية المنتجة، التي تعيد بدورها تركيبها وتشكيل مواد عضوية معقدة، تتغذى عليها الكائنات الحية المستهلكة. تستخدم جزء منها في قيامها بمختلف النشاطات الحيوية، وتطرح جزء منها على شكل فضلات، وهكذا تختتم الحلقة. فكل العناصر السابقة تسير في دورة مغلقة، لهذا يعتبر النظام البيئي مغلق ماديا. لكن قد يحدث خلل ما كإضافة عناصر إلى المواد العضوية مثل المواد البلاستيكية أو المعدنية غير القابلة للتحلل،

[1] أبو سالم زينة، **مرجع سبق ذكره**، ص252.

[2] أزهري مصطفى صادق (2013)،**الإنسان والبيئه في ما قبل التاريخ**، دار الفراشة للنشر والتوزيع، الأردن، ص4.

فتعطل عمل الكائنات المحللة وهو ما يؤثر على باقي المكونات الأخرى المستهلكة والمنتجة، وبالتالي يختل توازن النظام البيئي.

- خاصية إمكانية التنبؤ بالحوادث البيئية

بما أن مكونات النظام البيئي محددة الأدوار، فإنه يمكن التنبؤ بالحوادث البيئية التي ستحدث جراء أي خلل سيصيب عمل أحد هذه العناصر، هذا الخلل يحدث نتيجة لأي تغير كمي أو كيفي يلحق بأحد عناصر النظام البيئي، قد يكون بفعل أحد العوامل الطبيعية كالبراكين والزلازل وقد يكون بفعل الإنسان[1].

2.3- التوازن البيئي

1.2.3- مفهوم التوازن البيئي:

إن حالة التوازن البيئي هي التي تضمن بقاء واستمرار النظام البيئي وتحفظه، وبالتالي تضمن بقاء واستمرار عيش الإنسان في شروط صحية وملائمة تحقق له مستوى عال من الرفاه والحياة الكريمة. وقد عرف التوازن البيئي على أنه: "يتحقق من خلال التفاعل المستمر بين مكونات البيئة، وهذا التوازن يستمر بدورات طبيعية ما لم ينشأ اختلال نتيجة الظروف الطبيعية كالحرارة والأمطار أو نتيجة لتغير الظروف الحيوية، أو نتيجة لتدخل الإنسان المباشر في تغيير ظروف البيئة، أي فعلياته التي تؤدي إلى التلوث"[2]. كما عرف على أنه : "حصيلة حركة الحياة على سطح الأرض من بشر وحيوان ونبات، استهلاكها للطاقة، وإنتاجها لها، حياتا أو موتا، فكل حي يموت، وكل ميت يتحلل إلى عناصر الحياة الأساسية ومن ثمة تكون دورة بيولوجية وكيميائية متراكمة[3].

من خلال التعريفين نستنتج أن التوازن البيئي يتم من خلال عمليتين أساسيتين هما[4]:

انسياب الطاقة: تعد الطاقة الوقود اللازم لأداء أي نشاط في الحياة، مصدرها الأصلي أشعة الشمس حيث تستغل في عملية التركيب الضوئي من طرف النباتات، والتي تعد بدورها المنتج الأول للطاقة التي تنساب على شكل غذاء، ليتم فقد أجزاء أخرى على شكل طاقة حرارية يتم استخدامها مرة أخرى في دورات بيئية.

الدورة الغذائية: تشكل العناصر المكونة للخلية الحية أو الميتة نسب محددة في الطبيعة مثل الكربون، الهيدروجين، الأكسجين، النيتروجين، الفسفور، المعادن وغيرها، هذه العناصر الغذائية التي تدخل في تكوين أجسام الكائنات الحية، حيث يستغل جزء منها، ويتحول الجزء المتبقي إلى مواد عضوية ميتة، تعرف بالأموات والفضلات، ليتم تحليلها عن طريق الكائنات المحللة إلى عناصر عضوية بسيطة، يتم امتصاصها من قبل نباتات أخرى لتشكل بذلك حلقة دائرية تسمى الدورة الغذائية.

---

[1] أبو سالم زينة، **مرجع سبق ذكره**، ص254.

[2] وليد رفيق العياصرة (2012)، **التربية البيئية واستراتيجيات تدريسها**، دار أسامة للنشر والتوزيع، الأردن، ص90.

[3] كريمة بورحلي، **مرجع سبق ذكره**، ص 102.

[4] **المرجع نفسه**.

2.2.3- عوامل اختلال التوازن البيئي

قد تحدث أمور تؤدي إلى اختلال مؤقت لتوازن النظام البيئي قد يطول أو يقصر، لأن كل نظام بيئي يتعرض توازنه لاختلال يعمل ذاتيا لإعادته إلى حالة التوازن، فلا هو في حالة توازن دائم، ولا هو في حالة لا توازن دائم. وعموما يرجع الباحثون أسباب حدوث الاختلال في التوازن البيئي إلى عدد من العوامل، أهمها:

- تغير الظروف الطبيعية

في العصور الجيولوجية ظهرت كائنات حية لم تكن معروفة من قبل واختفت أخرى. ويعزو المتخصصون في علوم البيئة الطبيعية ذلك إلى تغير الظروف الطبيعية في البيئة. ففي كل مرة تتغير فيها الظروف الطبيعية يختل التوازن، ثم بعد فترة تطول أو تقصر يحدث توازن جديد في إطار الظروف الجديدة المحددة له[1].

- إدخال كائن حي في بيئة جديدة

إن إدخال كائن حي جديد في بيئة تتوافر فيها ظروف حياته ويقل أعداؤه الطبيعيين يؤدي إلى اختلال توازن هذه البيئة. فمثلا، قام به أحد سكان جزيرة هاواي، بإدخال عدة أزواج من الأرانب إلى الجزيرة، وكانت هذه هي المرة الأولى التي تدخل فيها هذه الحيوانات إلى الجزيرة، فلما وجدت الأرانب الغذاء كافيا والمناخ ملائما، ولم يكن هناك أيضا ذلك العدد الكبير من الثعالب والأعداء الطبيعيين التي تفتك بصغارها، توالدت بكثرة، وتسلل بعضها إلى مناطق الحياة البرية، وانتشرت فيها، وراحت تتلف النباتات بسرعة تفوق معدل نمو النباتات الجديدة. وأدى ذلك في نهاية الأمر إلى اختلال التوازن البيئي، ولم تعد الأرانب تجد الغذاء الكافي، فهلكت وهلكت معها أعداد كبيرة من الأحياء التي كانت تعيش معها في بيئتها[2].

- القضاء على بعض الأحياء الموجودة في البيئة

إن القضاء على بعض الكائنات التي توجد في بيئة معينة يؤدي إلى حدوث اختلال في التوازن البيئي، فقد تكون هذه الكائنات صاحبة دور رئيسي في بعض التفاعلات البيئية التي تؤثر في الأجسام غير الحية، وقد تكون إحدى الحلقات المهمة في بعض السلاسل الغذائية. ففي القرن الماضي حدث أن اشتكى فلاحو إحدى مناطق الولايات المتحدة الأمريكية من فتك الصقور والبوم بصغار أفراخهم، فاستجابت الحكومة لهذه الشكوى، وشجعت صيد البوم والصقور نظير مكافأة مالية، فتم التخلص من 125 ألف طائر في ثمانية عشر شهرا. وأحدث ذلك اختلالا في توازن البيئة، إذ انتشرت الفئران بكثرة، بسبب غياب هذه الطيور التي تعد عدوا طبيعيا

[1] المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (1988)، **التعليم البيئي لمراحل التعليم العام في الوطن العربي**، تونس، ص 54.

[2] محمد عبد القادر الفقي (2008)، **المحافظة على البيئة من منظور إسلامي**، المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، الكويت، ص49.

لها إذ تتغذى عليها، وأدى انتشار الفئران إلى فتكها بالنباتات. وهكذا كانت الخسائر أكثر جسامة، فأعادت الحكومة تحريم صيد الصقور والبوم حفاظا على توازن البيئة[1].

- تدخل الإنسان المباشر

يؤدي تدخل الإنسان في البيئة إلى الإخلال بتوازنها، فتجفيف البحيرات واقتلاع الغابات وردم البرك والمستنقعات، كل هذا يؤدي إلى الإخلال بالتوازن البيئي الذي يستمر أثره إلى أن تستعيد البيئة اتزانها مرة أخرى في ضوء الظروف الجديدة. وإذا أخذنا إحدى الغابات نموذجا لبيئة طبيعية تتعرض لتدخل الإنسان المباشر، فإننا نجد أن قيام الإنسان بقطع أشجار الغابة بمعدلات كبيرة لغرض زراعة المحاصيل محلها، أو لاستخدام الأشجار في صناعة الورق سوف يؤدي إلى تناقص أعداد النباتات في هذه الغابة. وهو الأمر الذي سيحدث بدوره اختلالا في التوازن البيئي. ويمكن أن نرصد النتائج أو المخاطر التي ستنجم عن ذلك فيما يلي:

– يؤدي استنزاف الأشجار واختفاؤها بالتدريج إلى حدوث تدهور في الحياة الحيوانية ذات النشأة البرية (wildlife) التي كانت تعتمد في وجودها على هذه الأشجار باعتبارها مصدر غذاء من ناحية. ومأوى تلجأ إليه من ناحية أخرى.

– تتعرض التربة التي كانت تغطيها هذه الأشجار لخطر الانجراف الشديد، وبخاصة الطبقة العلوية منها التي تحتوي عادة على معظم المواد الغذائية اللازمة للنبات مما يؤدي إلى إضعاف القدرة الحيوية لتلك التربة على صنع الغذاء، إضافة إلى أخطار بالغة على القدرة التخزينية الاستيعابية لبحيرات السدود، وأحواض الموانئ والممرات المائية العالمية.

– تختل دورة الأكسيجين وثاني أكسيد الكربون نظرا لما للأشجار من أهمية كبيرة، كما هو معروف، في إطلاق كمية كبيرة من الأكسيجين واستهلاك كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون في أثناء قيامها بعملية البناء الضوئي. ومن هذا المنطلق يرى علماء البيئة أن الإفراط في قطع الأشجار يساعد على زيادة حدة التلوث الهوائي بثاني أكسيد الكربون.

– تختل الدورة المائية الهيدرولوجية نتيجة للخلل الذي سيحدث في كمية بخار الماء الذي ينطلق إلى الغلاف الجوي، من خلال عملية النتح. فقد أثبتت الدراسات أن 60% من كمية مياه الأمطار الساقطة في بيئة الغابات يعاد إطلاقها مرة أخرى إلى الغلاف الجوي عن طريق النتح، ومن ثم فإن أية اضطرابات تؤدي إلى تناقص النتح

[1] المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، **مرجع سبق ذكره**، ص ص 54– 55.

أو انخفاض كفاءته سوف تتسبب في تناقص كمية بخار الماء الذي ينساب إلى الغلاف الجوي.كما ستختل الدورة المائية[1].

II – البيئة في سياق المدارس الفكرية

كان الاهتمام الرئيسي يتمحور حول الموارد الطبيعية، الإنتاج، التوزيع والاستهلاك. ولكن وفي الآونة الأخيرة، سرعان ما بدأت المخاوف بشأن التدهور البيئي وتداعياته السلبية على الاقتصاد يتزايد بشكل سريع، ومن هنا بدأ الاهتمام بالبيئة في الفكر الاقتصادي يتزايد بشكل مضطرد.

1– البيئة عند المدارس الاقتصادية

لم يكن التلوث البيئي من اهتمامات الفكر الاقتصادي منذ بدايته حتى ظهور المدرسة الكلاسيكية، لأنه لم يكن بالخطورة التي تستدعي لفت النظر إليه، وكانت الأرض لديها قدرة على استيعاب مخلفات النشاط البشري دون تضررها. فالفكر الاقتصادي في تلك الفترة وجه جهوده كلها لدراسة كيفية خلق الثروة وزيادة الإنتاج وتحقيق النمو الاقتصادي، وبالتالي تلبية أكبر قدر ممكن من الحاجيات. وكان يعتبر البيئة مورد شائع الملكية ليس لديها تكلفة يجوز استخدامها بطريقة مكثفة. لكنه بعد تطبيق أفكار المدرسة الكلاسيكية ونجاح الثورة الصناعية في أروبا في القرن الثامن عشر ارتفع حجم الإنتاج العالمي من السلع، والذي رافقه زيادة كبيرة للانبعاثات والنفايات الملوثة واستنزاف مكثف للموارد الطبيعية خاصة غير المتجددة ما جعل الاقتصاديين انطلاقا من أفكار المدرسة النيوكلاسيكية يطرحون إشكالية استدامة النمو الاقتصادي، خاصة بعد تدهور البيئة التي تعتبر المقوم الرئيسي للنشاط الاقتصادي. وفيما يلي يتم استعراض آراء أهم المدارس الاقتصادية حول البيئة والتلوث البيئي:

1.1- البيئة عند المدرسة الطبيعية:

ظهرت المدرسة الطبيعية في الفترة 1765- 1778 رائدها طبيب الملك لويس الخامس عشر فرانسوا كويسني كيناي François Quesney. من أبرز إسهاماته نظرية Tableau economique، وهي التصور الكمي الذي يقدمه لتدفق الدخل والنفقات بين ثلاث طبقات اجتماعية المتمثلة في: ملاك الأراضي، المزارعون، التجار، الحرفيون والصناعيين. تعامل بالفعل Quesney مع هذه التدفقات، وأعطاها علاوة على ذلك بعدا مكانيا.

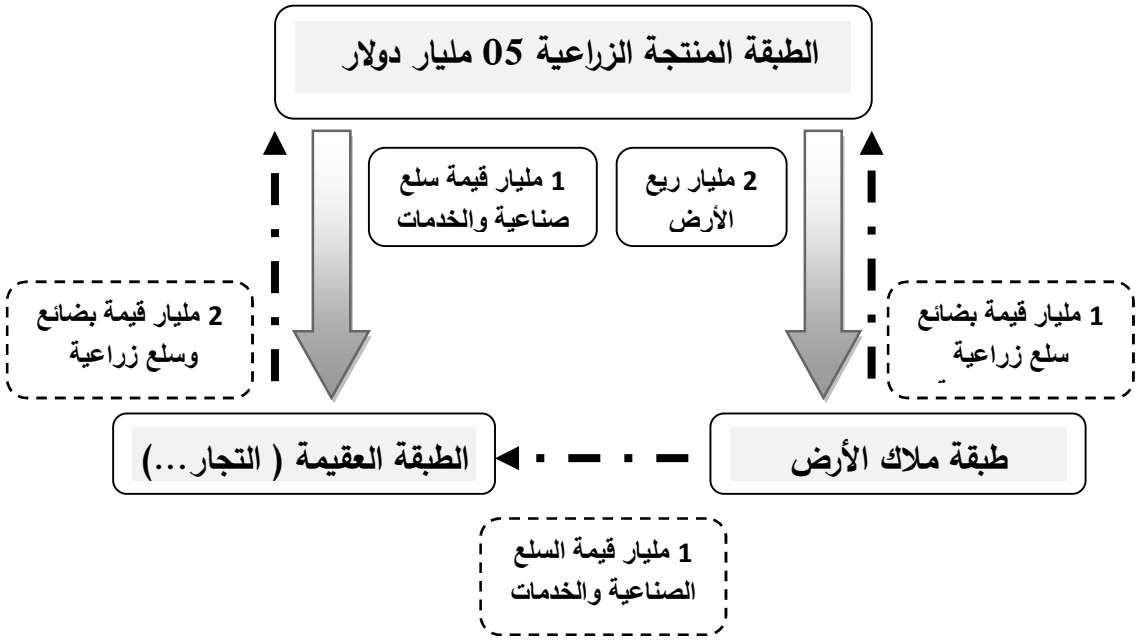
حسب Quesney تمثل فئة المزارعون ما يسمى بالطبقة المنتجة، لأنها الوحيدة التي تقوم بتحقيق القيمة المضافة وخلق الثروة. من حيث أنها تدفع سنويا الدخل لمالكي الأراضي. وتشمل الفئة الثانية ملاك الأراضي، تعيش هذه الطبقة على الدخل أو الناتج الصافي للزراعة، والتي يدفعها لها سنويا الطبقة المنتجة. في حين أن

[1] زين الدين عبد المقصود (1986)، **البيئة والإنسان : رؤية إسلامية**، دار البحوث العلمية، الكويت ، ص ص29–31.

الطبقة الثالثة، وهي فئة الحرفيين، التجار والصناعيين...، كان من سوء حظها أن تدعى بالطبقة العقيمة، بحجة أنها تستمد دخلها من الطبقة المنتجة وملاك الأرض[1].

ومن خلال الشكل الموالي، يمكن تمثيل ميكانيزم عمل الجدول الاقتصادي Quesney 1758 كالآتي:

شكل رقم (4) : ميكانيزم عمل الجدول الاقتصادي Quesney 1758



source:Agnar Sandmo(2011), **Economics Evolving A history of economic Thought**, Princeton university Press,France,P24.

الشكل السابق يوضح ميكانيزم عمل الجدول الاقتصادي. فإذا افترضنا أن الإنتاج الزراعي السنوي يبلغ خمسة مليارات دولار. يتم دفع مليارين للمالكين كإيجار؛ هذا ما يسميه Quesnay صافي المنتج. من المليارات الثلاثة المتبقية، تخصص الطبقة المنتجة واحدا للمشتريات المختلفة للطبقة العقيمة، وتحتفظ بملياري دولار لاستهلاكها. الثلاثة مليارات تشكل ما يسميه Quesnay مستردات الطبقة المنتجة. هذه المبالغ المستردة ضرورية للتجديد السنوي للمحاصيل. من المفترض أن يتم إنفاق الملياري دولار التي يجمعها الملاك نصفها على شراء المنتجات الزراعية والنصف الآخر على إمدادات الطبقة العقيمة. من المفترض أن تخصص الطبقة العقيمة، من جانبها، كل من الملياري دولار التي يتم تلقيها على التوالي من الطبقة المنتجة والمالكين، لشراء المواد الخام والمواد الغذائية. لذلك يمكن ترجمة الجدول الاقتصادي إلى نموذج المحاسبة، في القيد المزدوج، الذي اقترحه إريك شنايدر Erich Schneider[2].

[1] Agnar Sandmo(2011), **Economics Evolving A history of economic Thought**, Princeton university, Press France,P24.
[2] Erich Schneider(1962), **Einfuhrung in die Wirtschaftstheorie, IV, Teil: Ausgewühlte Kapitel der Geschichte der Wirtschaftstheorie**, Tübingen, J.C.B. Mohr (Paul Siebeck), p 19.

بينت المدرسة الطبيعية أن ثروة الأمم تكون بما تنتجه، حيث عرف الطبيعيون الإنتاج بأنه كل عمل يخلق ناتجا صافيا جديدا يضيف مقدارا من الموارد أكثر من تلك التي بذلت في الإنتاج. واستخلصوا أن الزراعة هي وحدها النشاط الاقتصادي الذي يعتبر منتجا، لأنها هي وحدها التي تؤدي إلى الحصول على ناتج أكبر من السلع الوسيطة (البذور) التي تم استخدامها في العمل الزراعي، وهذا ما يوضح أن هذه المدرسة لم تشر إلى المشكلة البيئية أو الخدمات التي تقدمها باقي الموارد البيئية كالمياه مثلا للنشاط الاقتصادي بل ركزت فقط على أهمية مورد طبيعي واحد (الأرض) في تشكيل ثروة الأمة[1].

2.1- البيئة عند المدرسة الكلاسيكية:

رواد المدرسة الكلاسيكية (آدم سميث، دافيد ريكاردو، جون باتيست ساي، جون ستيوارت ميل وروبرت مالتيس) ركزوا في تحليلهم على وضع أسس لنظام اقتصادي ناجع، يعتمد على آلية السوق (النظام الرأسمالي) والاستغلال الكفء للموارد الاقتصادية. وبالتالي الرفع من معدلات الإنتاج والنمو الاقتصادي، أي أن همهم الوحيد كان البحث عن سبل زيادة الإنتاج، لكنهم لم يشيروا أبدا في أدبياتهم للآثار السلبية للنشاط الاقتصادي على البيئة. فهذه المشكلة في تلك الحقبة لم تكن من أوليات الفكر الاقتصادي ولم تكن مطروحة أصلا لأن البيئة كانت لديها قدرة استيعاب الانبعاثات والنفايات الملوثة التي كانت في مستويات منخفضة بسبب قلة الإنتاج، رغم أنهم شددوا على أهمية الموارد الطبيعية لتحقيق النمو الاقتصادي وخاصة الأرض الذين اعتبروها أحد عناصر الإنتاج إلى جانب العمل ورأسمال لكن تعاملهم معها اقتصر على شكل الملكية وتحديد سعرها وثمن خدمتها[2].

فالإنسان يواجه مشكلة البقاء كفرد وكعضو في مجتمع، ولكنه استمر في البقاء وهو ما يدل على قدرته وخياله في اكتشاف وتسخير كل ما حوله للبقاء. ومعروف في النظرية الاقتصادية أن تعاون الإنسان مع أخيه الإنسان وعمله في وسط مجتمعه بطريقة منظمة نابع من مصلحته الذاتية التي تدفعه إلى تحقيق ذاتيته والرفع من مستوى رفاهيته، وهو ما يؤدي إجمالا إلى رفع رفاهية المجتمع ككل.

هذه المصلحة الذاتية أو اليد الخفية التي تحدث عنها آدم سميث (1776) في إطار نظام السوق هي التي توجهه وتعطيه الدافع، وبذلك تسهم في رفع رفاهية مجتمعه وبيئته، ولقد حدد سميث في كتابه ثروة الأمم (1776) هذه الطبيعة الإنسانية فيما أسماه باليد الخفية، حيث إن المصلحة الذاتية للفرد تقوم بدور القوة المحركة التي توجه الناس إلى أي عمل يريد المجتمع أن يدفع ثمنه؛ كما حدد أن السوق قادر على تنظيم نفسه وحماية

[1] عبد الله الصعيدي (1998)، **الاقتصاد والبيئة: دراسة في بعض الجوانب الاقتصادية لمشكلات البيئة**، مركز التميز لعلوم الادارة والحاسب، مصر، ص ص 25-26.

[2] محمد عبد الكريم علي عبد ربه ومحمد عزت محمد ابراهيم غزلان (2000)، **اقتصاديات الموارد والبيئة**، دار المعرفة الجامعية، مصر، ص 19.

هذه المصلحة الذاتية؛ وهو بهذا يشير إلى قوانين العرض والطلب وآليات تداخلها الديناميكي لتصحيح الأزمات العارضة. غير أن هذه النظرة التفاؤلية لحل الأزمات الاقتصادية لاقت انتقادات كبيرة من قبل الاقتصاديين.

لم يتناول آدم سميث بشكل مباشر علاقة الإنسان بالطبيعة في كتابه الشهير "ثروة الأمم"، لكنه أشار إلى أن التجارة والاستثمار يمكن أن تؤدي إلى زيادة الإنتاجية والرخاء في إطار ما يسمى بمبدأ الحرية الاقتصادية، وحرية التجارة والصناعة. وبالتالي يمكن للإنسان أن يحصل على الثروة والرفاهية. وبما أن الطبيعة توفر الموارد الأساسية التي يحتاجها الإنسان لتحقيق هذه الأهداف، فإنه من المفترض أن تكون الطبيعة محل اهتمام واعتناء[1]. ومن الجدير بالذكر، أن آدم سميث ركز على الأثر الاقتصادي لإستغلال البيئة، حيث كان يعتبر الطبيعة كمصدر للموارد الخام والثروة وأنها مورد يجب استغلاله بطريقة فعالة واقتصادية، ولكنه لم ينظر إلى الطبيعة بمفهوم حمايتها والحفاظ عليها كما نراه اليوم. ولم يهتم بالآثار البيئية والاجتماعية للنشاط الاقتصادي على البيئة.

من جهة أخرى، أقر الفكر الاقتصادي الكلاسيكي فقط بأهمية موارد البيئة المستخدمة في الاقتصاد في معالجة المشكلة الاقتصادية ومحدوديتها، فتوماس روبرت مالتوس Thomas Robert Malthus أحد رواد هذه المدرسة وصاحب المقالة الشهيرة "دراسة في مبدأ السكان"، تحدث عن الضغوط التي تتعرض لها الموارد البيئية بسبب النمو الديمغرافي والذي سيؤدي إلى تناقص حصة الفرد من الغذاء، فحسبه السكان ينمون وفق متوالية هندسية أما الغذاء فينمو وفق متوالية حسابية. وستكون نتيجة ذلك قانون تناقص الغلة، وبالتالي فقر ومجاعات وأوبئة وأمراض منتشرة، مما جعله يوصي بتنظيم النسل ليتحقق التوازن بين السكان وإنتاج الغذاء، أما دافيد ريكاردو Ricardo David (1772-1823) صاحب النظرية الشهيرة في الريع التي نستطيع أن نستنتج منها أن النمو الديمغرافي يضطر الإنسان للاستغلال المفرط للموارد، خاصة الأراضي الزراعية. فالإنسان في بدايته كان يتربع على مساحات كبيرة من الأراضي تزيد عن حاجاته، فيبدأ بزراعة أكثرها خصوبة حيث لا يتحصل على أي ريع نتيجة لتوفرها، لكنه بحجة التزايد السكاني يلجأ إلى زراعة الأراضي الأقل خصوبة وذات التكلفة المرتفعة. وبالتالي أصحاب الأراضي الأكثر خصوبة يجنون ريع يتمثل بالفرق بين أثمان المنتجات التي تتحدد على أساس نفقاتها في الأراض الأقل خصوبة وتكاليف الإنتاج في الأراض الأكثر خصوبة [2]. ويعتبر الفكر الاقتصادي وخاصة التقليدي المسؤول عن التدهور البيئي، فإسهاماته أقرت أساليب إنتاج واستهلاك مهدرة للموارد الطبيعية ومضرة بنوعية البيئة، فهو لا يصنف البيئة من عوامل الإنتاج الأربعة (العمل، الأرض، الرأسمال والتكنولوجيا) التي لها سعر الذي يفرض على مستخدميها تخصيصها بطريقة كفؤة، بل يصنفها على

[1] حمد بن محمد آل الشيخ (2007)، **اقتصاديات الموارد الطبيعية والبيئة**، العبيكان للنشر، ط1، الرياض، السعودية، ص50.

[2] عبد الله الصعيدي، **مرجع سبق ذكره**، ص26.

أساس أنها مورد مشاع الملكية عرضها لا يتسم بالندرة، ولا ثمن لها ولا مالك لها، وبالتالي لا حاجة لترشيد تخصيصها.

خلاصة القول، أن المدرسة الكلاسيكية في دراستها للاقتصاد ركزت على العوامل التي تؤثر على العرض، الطلب والأسعار. وليس لديها اهتمام كبير بدراسة البيئة بشكل مباشر، ومن المفترض أن يعمل السوق بشكل ذاتي دون تدخل الدولة، وهذا يعني أن المدرسة الكلاسيكية ترى أن البيئة على أنها عامل خارجي يؤثر على الاقتصاد بشكل غير مباشر. وبالتالي، لا تنظر المدرسة الكلاسيكية إلى تأثير الأنشطة الاقتصادية على البيئة بنفس الأهمية التي توليها للعوامل الاقتصادية الأخرى مثل العرض، الطلب والأسعار.

3.1- البيئة عند المدرسة الكنزية

لم يتناول الاقتصادي الألماني كارل هانريك ماركس KarI Marx (1818-1883) في كتابه الرأسمال بأجزائه الأربعة أحد عناصر المشكلة البيئية. سواء التلوث البيئي أو استنزاف الموارد الطبيعية غير المتجددة، لكنه ركز على أهمية الطبيعة في الحصول على الثروة. ففي كتابه الأول قال أن الطبيعة هي منبع الثروة، وبفضل العمل يتم الحصول عليها، وهو ما جعله يتفق مع الأفكار الكلاسيكية خاصة دافيد ريكاردو حول قيمة السلعة التي تستمد من كمية العمل.

حيث أن إنتاجية العمل تتبع من الظروف الطبيعية التي تتوفر للإنسان سواء كانت ظروف طبيعية خارجية كخصوبة الأراضي ومياه الصيد...، أو تلك التي تمثل أحد إمكانيات العمل (المدخلات الطبيعية للإنتاج) كالفحم، الحديد، الخشب والخيرات الطبيعية الأخرى، فالمصنع الذي لديه كمية معتبرة من الخشب مثلا ستكون إنتاجية عماله كبيرة، والعكس صحيح[1].

4.1- البيئة عند المدرسة النيوكلاسيكية:

إن أول مدرسة اقتصادية تطرقت إلى المشكلة البيئية وأدمجتها في التحليل الاقتصادي هي المدرسة النيوكلاسيكية، التي ظهرت في نهاية القرن التاسع عشر. فهي تعتبر المؤسسة فرع جديد لعلم الاقتصاد المسمى اقتصاد البيئة. وأيضا فروع أخرى كاقتصاد الرفاه والاقتصاد العمومي، وتعتمد هذه المدرسة على الرياضيات وعلم النفس كأدوات لإثبات صحة فرضياتها. فحسب رواد هذه المدرسة (الفريد مارشال، كامبريجيليو والراس، فلفريدو باريتو، آرتر بيجو، كارل مانجر وستانلي جيفون) وخاصة بيجو Pigou الذي يعتبر أن للتلوث البيئي آثارا خارجية سلبية تمثل أحد حالات الفشل السوقي، وهذا ما يستدعي التدخل الحكومي عن طريق فرض الرسوم

[1] Sophie Boutillier(2011), **L'écologie dans la pensée économique Essai d'analyse sur la prise de conscience tardive des économistes**, colloque international francophone le développement durable débats et controverses, université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, France, pp 10-11.

البيئية (الرسم البيجوفي)، حتى يصبح السوق قادرا على التخصيص الكفؤ للموارد الاقتصادية. ويرتكز الاقتصاد البيئي النيوكلاسيكي على التحليل الجزئي Microéconomie، فهو يدرس تأثير التلوث البيئي على الوحدة الاقتصادية سواء كانت منفعة المستهلك أو أرباح المنتج، وكيفية تحديد مستوى التلوث الأمثل اجتماعيا باستخدام مفهوم الحدية أو الهامشية Marginal الذي يمكن اعتباره مصطلح نيوكلاسيكي بامتياز[1].

2– البيئة في الفكر الاقتصادي الحديث

بعد سرد آراء المدارس الفكرية حول المشكلة البيئية، سنستعرض أهم المساهمات لاقتصاديين معاصرين ينتمون إلى المدارس الحديثة، وأيضا باحثين من اختصاصات أخرى تناولوا المشكلة البيئية ونضوب الموارد.

1.2- شرط نضوب الموارد عند كاراي GRAY

إن أول من اهتم بمشكلة نضوب الموارد التي تمثل أحد فروع المشكلة البيئية هو الاقتصادي البريطاني كاراي Lewis Gray Cecil سنة 1914 في مقالته الريع تحت فرضية النضوب، والتي اعتمد فيها على فكرة دافيد ريكاردو حول تناقص إنتاجية الأرض التي تعتبر عنصرا إنتاجيا متجددا، وذلك بارتفاع العنصر الإنتاجي المتغير.

لقد اعتمد كاراي على أمثلة رقمية حول الفحم الذي يعتبر موردا طبيعيا غير متجدد لتحديد الشروط الأساسية لنضوب الموارد، رغم أنه لم يشر إلى نوعية الأسواق التي يتواجد بها (أسواق المنافسة التامة والأسواق الاحتكارية).

والشرط الأساسي حسب كاراي لنضوب مورد الفحم، هو التساوي بين أقصى متوسط عائد صافي لكل وحدة إضافية وأدنى نفقات لكل وحدة إضافية من الاستخراج[2]، ولقد وضح ذلك في المثال الرقمي التالي:

[1] Patrice A. Harou et Anne Stenger, **les grands courants actuels de pensée en économie de l'environnement**, Revue liaison de Energie- Francophonie, l'institut de l'énergie et de l'environnement de la francophonie, n° 66-67, 1ére et 2ème trimestre, Québec, Canada, P.09.

[2] أحمد حسين علي الهيتي، عمار محمد سلو أحمد العبادي (2009)، **أسعار الفائدة وفكرة النضوب وتوجهات أسعار النفط، الخام**، الصادرة عن مجلة تكريت للعلوم الادارية والاقتصادية، تصدر عن كلية الإدارة والاقتصاد جامعة تكريت، المجلد 05، العدد 15، العراق، ص 146.

الجدول رقم (1): شرط نضوب مورد الفحم حسب كاراي

كمية الفحم المستخرج (طن).	قيمة الفحم المستخرج (دولار)	نفقات الاستخراج لكل 100 طن	متوسط العوائد الصافية لكل 100 طن	صافي العوائد الكلية	الزيادة بنفقات الاستخراج لكل 100 طن إضافية	العائد الصافي لكل 100 طن إضافية بعد أقصى عوائد صافية لكل 100 طن
100	100	120	20	20	00	00
200	200	100	00	00	00	00
300	300	80	20	60	00	00
400	**400**	**50**	**50**	**200**	**00**	**00**
500	500	52	48	240	60	40
600	600	55	45	270	70	30
700	700	59	41	287	83	17
800	800	64	36	288	99	01
900	900	68	32	288	00	00
1000	1000	73	27	270		
11000	**11000**	**79**	**21**	**231**		

المصدر: أحد حسين علي الهيتي، عمار محمد سلو أحمد العبادي (2009)، **أسعار الفائدة وفكرة النضوب وتوجهات أسعار النفط الخام**، مجلة تكريت للعلوم الادارية والاقتصادية، الصادرة عن كلية الإدارة والاقتصاد جامعة تكريت (العراق)، المجلد 05، العدد 15، ص147.

من دراسة الجدول السابق، نستنتج بأن مورد الفحم ينضب من المنجم عندما يتساوى أقصى متوسط عائد صافي لكل وحدة إضافية (50 دولار) مع أدنى نفقات لكل وحدة إضافية من الاستخراج (50دولار) والتي تتوافق وكمية الإنتاج 400 طن. ولكون أن من اهتمامات مالك المنجم الحصول على عوائد صافية فإنه يستمر بالتشغيل على الرغم من زيادة نفقات الاستخراج، بما في ذلك زيادة التكاليف الناجمة عن مشاكل الاستخراج من الأعماق والمتمثلة بظهور المياه والغاز في أثناء الحفر، ليتوقف عن الاستخراج عند مستوى 800 طن، حيث بعدها العائد الصافي لكل 100 طن يكون معدوما.

بمعنى آخر عندما تتجاوز الإنتاجية 400 طن، يبقى مزيد من العوائد الصافية الإضافية، بالموازاة مع ذلك ورغم ارتفاع في تكاليف الاستخراج إلا أن العوائد الصافية تبقى موجبة، وعندما يصل الإنتاج إلى800 طن تنقلب الأمور، حيث أن العائد الصافي لكل 100 طن يصبح معدوما مما يعني أن المورد قد نضب من المنجم، لذا يتعين على مالك المنجم البحث عن موارد أخرى لتلبية الطلب على الفحم. وهذا يشير إلى أهمية الحفاظ على استدامة الموارد وتحقيق التوازن بين الإنتاجية والاستخدام المستدام للموارد الطبيعية[1].

[1] **المرجع السابق**، ص147.

2.2- قاعدة هوتيلينج Hotelling لنضوب الموارد

تعد قاعدة هوتيلينج HoteIIing من النظريات الأساسية في الاقتصاد البيئي وإدارة الموارد الطبيعية، حيث إعتمد الاقتصادي والإحصائي الأمريكي Harold HoteIIing في مقاله الرائد الذي نشر عام 1931 في مجلة الاقتصاد السياسي (journal of political economy) الصادرة عن جامعة شيكاغو، الموسوم بـ: اقتصاديات الموارد القابلة للنضوب، على أساليب رياضية معقدة، بما في ذلك التغاير والتكامل مع تبنيه لنفس أفكار كاراي المتعلقة بتأثير معدل الفائدة على أسعار الفحم مستقبلا. التي ستنخفض قيمتها الحقيقية مقارنة بقيمتها الحالية، وأيضا ناقش شروط نضوب الفحم مع تحديده لحالتين توجد في سوق المنافسة التامة والاحتكار. وتنص قاعدة هوتيلينج على أن السعر الصافي للمورد الناضب وبجانب نمط استخراج كفؤ في الصناعة التنافسية للمورد الناضب، يجب أن ينمو بمعدل مساو إلى معدل الفائدة، أما في ظل الاحتكار فإن الإيراد الحدي هو الذي يجب أن ينمو بمعدل سعر الفائدة. وتعد هذه القاعدة مرجعا لفهم كيفية توزيع واستنزاف الموارد الطبيعية المحدودة وتحديد الأسعار المثلى لها[1] . وسنوضح الآن قاعدة هوتيلينج لنضوب الموارد في حالتي المنافسة التامة والاحتكار:

- **حالة المنافسة التامة:** مدة نضوب المورد في حالة المنافسة التامة محصورة بين الفترتين 0 و T، بحيث 0 تمثل فترة بداية النضوب، وT تمثل فترة النضوب النهائي [2]، ومنه تصبح دالة عرض المورد القابل للنضوب كالآتي[3]:

$$\int_0^T q.dt = \int_0^T f(Poe^{rt}, t).dt = a$$

حيث:

q: تمثل العرض الكلي للمورد الناضب والذي رمزه a؛

P: السعر الصافي المستلم بعد دفع تكلفة الاستخراج؛

P_0e^{rt} : السعر المستلم بعد الفترة T؛

[1] وليد شتوح (2020)، **التحليل الاقتصادي البيئي**،مركز الكتاب الأكاديمي، الأردن، ص ص73-74.

[2] أحمد حسين علي الهيتي، **مرجع سبق ذكره**، ص 150.

[3] Harold Hotelling(1931), **the economics of exhaustible recources**, the journal of political economics ,the university of chicago, volume 39, issue 02, p 141.

وحسب هوتيلينج عند فترة أو زمن النضوب النهائي يكون المورد الناضب مساويا للصفر (q = 0)[1]، أي[2]:

$$f(Poe^{rt}, T) = 0$$

إن صاحب المنجم الموجود في سوق المنافسة التامة ليس له القدرة على التحكم بالأسعار، فإذا كان السعر السائد بالأسواق أكبر من متوسط تكلفته، فسيقوم بزيادة استخراجه وإنتاجه للفحم حتى يعظم ويرفع من أرباحه، وهذا ما سيؤدي إلى نضوب المورد كما حصل في العديد من حقول النفط بالولايات المتحدة الأمريكية في ثلاثينيات القرن الماضي[3].

- **حالة الاحتكار:** مدة نضوب المورد في حالة الاحتكار محصورة بين الفترتين 0 ومالانهاية، بحيث اعتبر الكمية دالة للزمن ، أي[4]:

$$\int_0^{\infty} q.dt = a$$

من المعادلة السابقة، نلاحظ أن المنتج المحتكر يستطيع أن يتحكم في مدة استنزاف المورد القابل للنضوب وذلك بإطالتها أو تقصيرها عن طريق زيادة الإنتاج وتخفيض الأسعار أو العكس، وذلك قياسا إلى حالة السوق أو ما يمتلكه من مخزون خام في منجمه.

وفي الحالات التي تتضمن استخدام منتجات غير متجددة (ناضبة) كالنفط مثلا، يمنع قرار إنتاج برميل من النفط اليوم إمكانية إنتاج آخر في المستقبل. الواقع أن قرار الإنتاج اليوم يترتب عليه تكلفة للفرصة البديلة opportunity cost، حيث أن إنتاج اليوم يمنع هذا الإنتاج في فترة أخرى في المستقبل، ويجب على ملاك المورد الناضب أن يأخذوا في اعتبارهم هذا المكون من مكونات النفقة عند اتخاذ قرارهم بالإنتاج.

وعلى هذا الأساس، يمكن اعتبار أن فكرة هوتلينج عن توظيف الموارد الناضبة تعني في جوهرها ضرورة مراعاة حق الأجيال القادمة في تلك الموارد عند القيام بعمليات استغلالها[5].

3.2- نظرية بولندج Kenneth Boulding

قام الاقتصادي الانجليزي Kenneth Bouldin سنة 1966 بإنجاز بحث عنوانه: "اقتصاديات سفينة الأرض الفضائية القادمة"، أشار فيه إلى الآثار البيئية السلبية والخطيرة الممكن وقوعها نتيجة للانتقال من الزراعة إلى

---

[1] أحمد حسين علي الهيتي، **مرجع سبق ذكره**، ص151.

[2] Harold Hotelling, **Op.cit.**, p 141.

[3] احمد حسين علي الهيتي، **مرجع سبق ذكره**، ص151.

[4] Harold Hotelling, **Op.cit.**, p143.

[5] رزق قطوش (2017-2018)، **إشكالية العلاقة بين تذبذبات أسعار البترول وبعض متغيرات سوق العمل في الجزائر دراسة تحليلية قياسية- الفترة (1970 – 2017)**، أطروحة دكتوراه مقدمة لنيل شهادة الدكتوراه، تخصص اقتصاديات العمل، كلية العلوم الاقتصادية التجارية وعلوم التسيير، جامعة الجزائر3، الجزائر، ص17.

الصناعة الذي شهده العالم في تلك الحقبة، ونضوب الموارد وخاصة الوقود الأحفوري والتلوث البيئي الذي يحدثه النشاط الصناعي. وأشار أيضا أن الفكر الاقتصادي التقليدي نظر إلى البيئة من حيث أهمية المدخلات التي تقدمها للنشاط الاقتصادي والمخلفات التي ترمى فيها، وهي نفس نظرة اقتصاد راعي البقر الذي يتجول في المراعي الواسعة دون قلق من نفاذ الوقود أو تدهور البيئة، فإنتاجه واستهلاكه ليس له تأثير معتبر على البيئة، والمواد الخام التي يستخدمها في النشاط الزراعي متاحة بكمية كبيرة ومخلفاتها تستعمل كاملة لتخصيب التربة، ولا يتم رميها كنفايات مضرة في البيئة. ولقد أوصى باستبدال نموذج اقتصاد راعي البقر باقتصاد رجل الفضاء الذي يوجد في نظام مغلق (سفينة الفضاء) تتوفر له كمية محدودة من المدخلات والموارد، وقدرته جد محدودة لحمل النفايات، وبالتالي عليه إنتاج حاجاته بأسلوب مستدام حتى لا تنفذ موارده ويضمن بقاءه على قيد الحياة، ويعالج (التدوير) نفاياته حتى لا تتجاوز الحجم الذي تتحمله السفينة. لذلك فقد أوصى بمعاملة كوكب الأرض معاملة سفينة الفضاء حتى لا تتضرر وتستطيع الأجيال المستقبلية الاستمرار في الحياة والقيام بالنشاط الاقتصادي التي تعتبر البيئة أحد مقوماته الرئيسية، ولن يتم ذلك إلا عن طريق[1]:

– إذا لم يكن هناك يقين بأن حجم ورصيد الموارد المتاحة وقدرات التدوير على ظهر السفينة كاف، فيجب التقليل من إدخال المواد الخام إلى الحد الأدنى، وتدويرها بعد الإنتاج والاستهلاك بهدف استخلاص أقصى كفاءة ممكنة.

– عملية تعظيم الرفاهية الجماعية انطلاقا من الأشياء المتوفرة على ظهر السفينة يجب أن تتم في ظل احترام حدود القيود المطلقة للبيئة.

4.2- آراء نادي روما

قام هذا النادي في سنة 1972 بنشر تقريره الشهير حدود النمو، الذي بيع منه نحو تسع ملايين نسخة وطبع بتسع وعشرين لغة، وقد تم إعداده اعتمادا على طريقة النمذجة La modélisation التى كانت مبتكرة وجديدة في تلك الفترة ووفقا لأسلوب تحليل النظم Sysrem Analysis. ويسمى هذا النموذج بنموذج حدود النمو، الذي يشير إلى أن الاتجاهات الحالية لنمو السكان وتدني إنتاج الغذاء وتلوث البيئة ونضوب الموارد يمكن أن تجعل معدلات النمو تصل إلى نهايتها خلال المائة سنة المقبلة، ويسمى النموذج بنموذج نادي روما؛ لأن الدراسة بدأها نادي روما وأشرف عليها دينيس ميدوس في معهد ماساشوسيتس للتكنولوجيا MIT.

تشير هذه الدراسة إلى أن معدل نمو السكان يكون بشكل أسي قياسا بالمعروض من الغذاء الذي يتناقص بمرور الزمن، كما أن الإنتاج الصناعي سوف ينخفض أيضا نتيجة نضوب الموارد المعدنية في باطن الأرض

[1] وليد شتوح، التحليل الاقتصادي البيئي، **مرجع سبق ذكره**، ص ص76–77.

والنفط أيضا، ثم ستنتشر المجاعة بنهاية المائة سنة المقبلة. ولقد كان الهدف من هذا التقرير تقديم نموذج جديد يتنبأ بمستقبل التنمية باستخدام خمس متغيرات وهي: السكان، الغذاء، التصنيع، الموارد الناضبة والتلوث، وكانت تنبؤات هذا التقرير مفرطة في التشاؤم، حيث توصل إلى أن[1]:

– نمو سكان العالم، والإنتاج الغذائي ودرجة التصنيع سوف تكون في البداية بشكل أسي، ثم تنهار. ويحدث الانهيار بسبب وصول الاقتصاد العالمي إلى الحدود الطبيعية له في استخدام الموارد الناضبة، الإنتاج الزراعي والتلوث المفرط.

– نضوب نحو 11 معدن قبل نهاية هذا القرن، وهي: البترول، الغاز الطبيعي، النحاس، الذهب، الزنك، الفضة، الرصاص والقصدير.

ولقد أوصى التقرير بإلزامية وضع حدود للنمو الاقتصادي الذي سيصل أقصاه في الفترات القادمة ثم يبدأ بالانهيار، من أجل إيجاد حالة من التوازن البيئي والاستقرار الاقتصادي، وذلك عن طريق الاستخدام العقلاني للموارد خاصة الناضبة منها.

وقد تعرضت هذه النظرية للعديد من الانتقادات؛ حيث إنها افترضت محدودية التقدم التكنولوجي رغم أن هذا المتغير ينمو على نحو متزايد، كما أن النمو السكاني الذي افترضته الدراسة ينمو بصورة سريعة يمكن الحد منه طالما يزداد نصيب الفرد من الدخل، وأن النموذج يتجاهل أهمية جهاز الأثمان باعتباره حافزا للاقتصاد في استخدام الموارد النادرة والبحث عن البدائل[2].

5.2- نظرية الاستدامة

فيما يخص نظرية الاستدامة الضعيفة طورها سولو SoIow وزملائه سنة 1974. بحيث حاولوا فهم شروط استمرار النمو الاقتصادي في عالم محدود الموارد، ويدافع عنها أصحاب المؤسسات الكبرى الرافضين لأية قيود بيئية التي من شأنها كبح وتيرة النمو الاقتصادي التي شهدها العالم منذ الثورة الصناعية، وترتكز الاستدامة (الديمومة) الضعيفة على مبدأ الإحلال بين الرساميل، أي أن الرأسمال المصنوع من طرف البشر يمكن أن يكون بديلا للرأسمال الطبيعي والخدمات التي تقدمها الأنظمة البيئية. فحسب هارتورك Hartwirk: من أجل استدامة مستويات ثابتة من الاستهلاك الفردي فإن المكاسب التي يتمتع بها المجتمع من استغلال المورد الطبيعي الناضب يجب أن يعاد استثمارها في رأس مال طبيعي أو رأس مال مصنوع من قبل البشر عبر الزمن، فباتباع قاعدة المنفعة– التكاليف، فإن إحلالا مثل هذا لرأس المال المصنوع من قبل البشر محل الرأس المال

[1] **المرجع السابق**، ص ص78–79.

[2] أماني جرار(2018)، **منظمات الأعمال التنموية**، دار اليازوري للنشر والتوزيع، الأردن، ص ص133–134.

الناضب، يصبح مبررا طالما أن الزيادة في القدرة الإنتاجية لرأس المال المصنوع من قبل البشر أكثر من أن يعوض الفقدان أو الخسارة في القدرة الإنتاجية من الرأس المال الطبيعي[1].

ويرى سولو في عام 1992 أن الخط المستدام للاقتصاد الوطني هو الخط الذي يسمح لكل جيل مستقبلي بالفرصة نفسها التي حصلت عليها الأجيال السابقة له، ويري ريبيتو (Repetto 1986) أن جوهر فكرة الاستدامة هو أن مفهوم القرارات الحالية يجب أن لا يقف على آفاق المحافظة على مقاييس مستوى المعيشة المستقبلية وتحسينها. وحسب رأي (Dasgupta & Heal 1979) إذا كان إحلال رأس المال المصنوع من البشر محل رأس المال الطبيعي عملية متواصلة وممكنة عندئذ فإن الموارد الطبيعية الناضبة لا تشكل قيدا على السكان والنمو الاقتصادي حتى في حالة غياب التقدم التكنولوجي، وعلى ذلك يصبح إحلال رأس المال المصنوع محل رأس المال الناضب مبررا طالما أن الزيادة في القدرة الإنتاجية لرأس المال المصنوع من البشر أكثر من أن يعوض الفقدان أو الخسارة في القدرة الإنتاجية من رأس المال الطبيعي[2].

أما نظرية الاستدامة القوية فهي تؤيد مبدأ الإحلال بين الرساميل في مستوى ضيق جدا خاصة الرأس المال المصنع مكان الرأس المال الطبيعي، وركزت على مبدأ الاحتراز الذي يدعو إلى الاستغلال العقلاني للموارد الطبيعية الناضبة وضرورة المحافظة عليها إن لم يستطع المجتمع تطوير بدائل لها، وتتمثل حجج الصيغة القوية للاستدامة فيما يلي[3]:

- عدم اليقين: عدم القدرة على تقييم آثار تناقص الرأس المال الطبيعي وتعقد وظيفة الأنظمة البيئية مما يؤدي إلى صعوبة تقدير المستوى الملائم من الاستثمار في الرأس المال المصنع الذي نستطيع من خلاله تعويض الرأس المال الطبيعي، وهذا الوضع يقترح الحذر.

- عدم الانعكاس: إن تدمير الرأس المال المصنع يمكن تعويضه وإعادة إنتاجه، بينما تدمير الرأسمال الطبيعي (انقراض أصناف من الحيوانات وإرتفاع درجة حرارة الأرض) غير قابل للتعويض أو الانعكاس.

ثمة العديد من الأفعال التي تؤدي إلى إنقراض أصناف من الحيوانات أو تؤدي إلى إرتفاع درجة حرارة الكون لا يمكن أن تهمل، إذ أن تدمير أشكال معينة من رأس المال الطبيعي مثل التنوع الإحيائي الذي يتقلص تحت التأثيرات المجتمعية للاستغلال المفرط يكون غير قابل للانعكاس.

---

[1] وليد شتوح، التحليل الاقتصادي البيئي، **مرجع سبق ذكره**، ص 79.

[2] عدنان داود محمد العذاري(2016)، **الاستثمار الأجنبي المباشر على التنمية والتنمية المستدامة في بعض الدول الإسلامية**، دار غيداء للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، ص 40.

[3] **المرجع نفسه**.

– الحجم: علاقة السبب بالتأثير المستمر، والتي افترضت حالة عدم استمرارية وتأثيرات العتبة، على سبيل المثال، إن فقدان صنف أو نوع واحد من الحيوانات ربما يكون له تأثير صغير على النظام البيئي بينما فقدان صنف أو نوع آخر ربما يسبب انهيارا في النظام البيئي نفسه.

وخلاصة القول أن نظرية الصيغة القوية للاستدامة تتميز بالرؤية التي تقول أن هناك إحلالا قليلا جدا بين رأس المال المصنوع من البشر ورأس المال الطبيعي، بصيغ التدفق من الخدمات التي يستطيع رأس المال أن يوفرها، والملاحظ أنه لا يمكن للبدائل الصناعية التي هي من صنع الإنسان والتي مصدرها رأس المال البشري المنشأ أن تحل محل رأس المال الطبيعي الذي ليس للبشر دخل فيه.

والجدول التالي يوضح لنا مكانة البيئية في الفكر الاقتصادي وفي باقي التخصصات ذات الارتباط بالاقتصاد، كالآتي:

الجدول رقم (2) : مكانة البيئية في الفكر الاقتصادي وباقي التخصصات العلمية.

المدرسة، المذهب، النظرية، القانون، اسهامات فردية.	الفترة.	رواد المدرسة و المذهب، وأسامي أصحاب النظريات والقوانين والاسهامات.	عدم الإشارة إلى مشكلتي التلوث البيئي ونضوب الموارد معا.	الإشارة إلى أهمية الطبيعة في خلق الثروة.	الإشارة إلى مشكلة نضوب الموارد.	الإشارة إلى مشكلة التلوث البيئي.
الفكر الاقتصادي اليوناني(أفلاطون، آرسطو)	قبل الميلاد بمئات السنين.	أفلاطون، آرسطو.	X	X		
الفكر الكنسي اللاهوتي.	من القرن الخامس إلى القرن الخامس عشر.	القديس توماس الأكويني.	X	X		
المذهب المركنتيلي (التجاريين)	1500- 1700م	أنطوان مونكرتيان، كولبير، جون بودين.	X	X		
المذهب الفيزيوقراطي (الطبيعيون)	1730- 1760م	الطبيب فرانسوا كيناي.	X	X		
المدرسة الكلاسيكية.	1776- 1880م	آدم سميث، دافيد ريكاردو، جون باتيست ساي، جون ستيوارت ميل، روبرت مالتيس	X		X	
المدرسة الماركسية	1867- 1894م	كارل ماركس، أنجلز	X	X		
المدرسة النيوكلاسيكية.	1880- 1929م	الفريد مارشال، كامبريجيليو والراس، فلفريدو باريتو، آرثر بيجو، كارل مانجر، ستانلي جيفون.		X		x
شرط كاراي لنضوب الموارد.	1914م	لويس كاراي.		X	X	
قاعدة هوتيلينج لنضوب الموارد.	1931م	هارولد هوتيلينج.		X	X	
نظرية بولندج	1966م	كينث بولندج.		X	X	X
نظرية الاستدامة الضعيفة والقوية.	1972- 1991	Solow, Repetto, Pearce, Hartwick		X	X	X
كفى من النمو	1970	نادي روما		X	X	X

المصدر: وليد شتوح (2020)، **التحليل الاقتصادي البيئي**، مركز الكتاب الأكاديمي، الأردن، ص ص81-82.

من الجدول السابق، نلاحظ أن الفكر الاقتصادي منذ نشأته حتى بروز الفكر الماركسي ومرورا بالفكر الكلاسيكي لم يولي أهمية كبيرة للمشكلة البيئية، مع تضمنه لإشارات طفيفة فقط لأهمية الموارد الطبيعية والبيئة في تكوين الثروة. لكنه انطلاقا من ظهور الفكر الاقتصادي النيوكلاسيكي بدأنا نلمس الآثار البيئية التي يمكن أن تحدثها عمليتي الاستهلاك والإنتاج في التحليل الاقتصادي، وأيضا تم اقتراح حلول اقتصادية للتحكم في هذه الآثار. ولقد استمر هذا الاهتمام إلى يومنا هذا، ومن تخصصات أخرى خاصة مع تزايد حدة التلوث البيئي الذي أصبح ظاهرة عالمية تتأثر به جميع الدول بغض النظر على مدى مساهمتها فيه وأيضا استمرار استنزاف الموارد الطبيعية.

3- البيئية في بعض المدارس البيئية

إن التطورات الحاصلة في الآونة الأخيرة وتحديدا في مجالات التكنولوجية والأقمار الصناعية، انعكس بصورة إيجابية على التطور في البحوث العلمية وخاصة المواضيع المتعلقة بالجوانب البيئية، فقد ساهمت الأقمار الصناعية بتوفير إحصاءات دقيقة وقواعد بيانات موثوقة أستخدمت في أبحاث علمية مستحدثة ساهمت بنقلة نوعية في مجال البيئة والتلوث البيئي.

1.3- مدرسة الاقتصاد البيئي (الإيكولوجية) Ecological economics

الاقتصاد البيئي هو مدرسة معترف بها في الفكر الاقتصادي تسعى إلى دمج المبادئ والقيم البيئية في النظرية والممارسة الاقتصادية. حيث يدرك الاقتصاد البيئي، أن الاقتصاد هو نظام فرعي للنظام البيئي الأكبر للأرض وأن الأنشطة البشرية يجب أن تتم ضمن الحدود البيئية. ويهدف إلى إنشاء نظام اقتصادي مستدام يعطي الأولوية للحفاظ على الموارد والمبادئ البيئية والعدالة الاجتماعية.

تختلف نظرية الاقتصاد البيئي عن النظرية الاقتصادية التقليدية، التي تفترض أن الاقتصاد منفصل عن البيئة الطبيعية، وأن الموارد غير محدودة أو يمكن استبدالها ببدائل أخرى. من ناحية أخرى، يدرك الاقتصاد البيئي أن الاقتصاد يعتمد على البيئة الطبيعية وأن الموارد محدودة ويجب إدارتها على نحو مستدام. إنهم يدافعون عن نظام اقتصادي أكثر استدامة وإنصافا يعطي الأولوية للحفاظ على الموارد والعدالة الاجتماعية ونوعية الحياة على النمو والربح[1].

للاقتصاد البيئي مجموعته الخاصة من النظريات والمبادئ والأساليب التي تم تطويرها على مدى عدة عقود من قبل الاقتصاديين البيئيين البارزين، مثل هيرمان إي دالي، روبرت كوستانزا وجوان مارتينيز.

[1] Rogers, Peter, (1996), **Beyond Growth: The Economics of Sustainable Development**, Issued by Population and Development Review , Vol. 22, No. 4, p 787.

ففي نهاية الثمانينات، أسس دالي* وزملاؤه تخصص الاقتصاد البيئي كموضوع منفصل، لأن الاقتصاد التقليدي لم يتعامل مع العديد من المسائل والقضايا البيئية الهامة. ودعوا إلى تغيير شامل في المنهجية الاقتصادية، حيث يجب فهم الاقتصاد كنظام فرعي في الطبيعة وليس العكس، وبهذه الطريقة فقط يمكن حل المشكلات مثل التدهور البيئي واختلال التنوع البيولوجي[1].

ركز عمل دالي* على التقاطع بين الاقتصاد والبيئة، وكان ناقدا صريحا للنموذج الاقتصادي التقليدي الذي يعطي الأولوية للنمو والربح على حساب الاستدامة والعدالة الاجتماعية. وينظر إلى دالي على نطاق واسع على أنه مفكر رائد في مجال التنمية المستدامة وكان له تأثير كبير على مناقشة السياسات في جميع أنحاء العالم. كان لعمله تأثير في تشكيل مفهوم اقتصاد الدولة المستقرة، والذي يهدف إلى إنشاء نظام اقتصادي مستدام يعطي الأولوية للحفاظ على الموارد والمبادئ البيئية والعدالة الاجتماعية.

يوضح دالي بأن نظامنا الاقتصادي الحالي يقوم على افتراض غير مستدام، إذ أنه يقترح مفهوم اقتصاد الدولة المستقر، والذي يسعى إلى تحقيق التوازن بين النمو الاقتصادي والتنمية البيئية، التي من شأنها أن تعطي الأولوية للاستدامة على النمو وتهدف إلى الحفاظ على مستوى ثابت لاستخدام الموارد وإنتاج النفايات. ومن وجهة نظر دالي فإن تبني الاقتصاد المستقر سيتطلب تحولا جذريا بعيدا عن نموذج الاقتصادي الحالي، الذي يعطي الأولوية للنمو والأرباح قبل كل شيء.

يؤكد دالي في تفسيره لفكرة "حدود النمو" على محدودية الموارد الطبيعية ويسلط الضوء على حقيقة أن النمو المستمر في استهلاك الموارد وإنتاج النفايات غير ممكن، وأن النمو الاقتصادي لا يمكن أن يستمر إلى ما لا نهاية، لأنه يعتمد على الاستهلاك غير المستدام للموارد الطبيعية الناضبة. يقترح أن نعيش ضمن حدود العالم الطبيعي وأن نطور أنظمة اقتصادية تحترم هذه الحدود، ويدعو إلى التحول عن النموذج الحالي لاستهلاك الموارد وإنتاج النفايات، نحو نموذج يعطي الأولوية للحفاظ على الموارد. يتضمن ذلك تقليل النفايات، وإعادة استخدام المواد، وإعادة تدوير الموارد إلى أقصى حد ممكن.

تتركز نظرة هيرمان دالي حول التنمية البيئية على مفهوم التنمية المستدامة، وضرورة تبني نهج جديد

---

* هيرمان إي دالي هو خبير اقتصادي بيئي أمريكي كان شخصية بارزة في مجال التنمية المستدامة.

[1] Jay Owen, Herman Daly (2022) , **The most informed critic of growth is dead** , Availale at : https://www.ethicalmarkets.com/herman-daly-the-most-informed-critic-of-growth-is-dead/, (01/12/2023).

* يعتبر دالي مرجعا رئيسيا في الاقتصاد البيئي، فقد نشر مجموعة من المقالات بعنوان "نحو اقتصاد دولة ثابت" في عام 1973 وكتاب "اقتصاديات الدولة الثابتة" بعد أربع سنوات، والذي إحتوى على أسآسيات ابتكاراته العلمية. وكان من بين الأوائل الذين نادوا بضرورة التحول الجذري من الوقود الأحفوري إلى الطاقات المتجددة واعتبرها أكبر التحديات للسياسات الاقتصادية مستقبلا.

للاقتصاد يأخذ في الاعتبار العلاقات المعقدة بين الاقتصاد والبيئة الطبيعية أو الاقتصاد البيئي. وهذا يشمل ضمان انسجام النشاط الاقتصادي مع البيئة الطبيعية، وأن استخدام الموارد الطبيعية مستدام على المدى الطويل.

يرى دالي كذلك، بأن للحكومة دور حاسم تلعبه في خلق اقتصاد مستدام، يتضمن ذلك تنفيذ السياسات التي تحفز الحفاظ على الموارد، الحد من إنتاج النفايات وتعزيز العدالة الاجتماعية. ويدافع دالي على ضرورة الحاجة إلى نموذج اقتصادي جديد ورؤية للاقتصاد متجذرة في المبادئ البيئية وتعطي الأولوية لرفاهية الناس والكوكب على الربح. وهذا من شأنه أن ينطوي على تحول جوهري في قيمنا وأولوياتنا، والاستعداد لتحدي الأفكار التقليدية للنمو والاستهلاك الدائمين.

بشكل عام، تتحدى نظرية دالي النظرية الاقتصادية التقليدية للنمو الدائم والربح وتدعو إلى نظام اقتصادي أكثر استدامة وإنصافا. من خلال الاعتراف بمحدودية الموارد الطبيعية وأهمية المبادئ البيئية، ويشير إلى أنه يمكننا خلق مستقبل أفضل لأنفسنا وللأجيال القادمة[1].

حدثت تحولات فكرية عميقة حول الاقتصاد الكلاسيكي الذي بني أساسا على مؤشرات مضللة في أغلب الحالات، على غرار الناتج المحلي الإجمالي وغياب أي حسابات خضراء في مضمون المحاسبة الوطنية لكل دول العالم، هذه التحولات غذتها طموحات التحسينات التكنولوجية التي ترسم معالم المستقبل الذي يبنى على ما يعرف بالثورة الصناعية الرابعة المعتمدة على أساليب حسابية جديدة. وتراعي التأثيرات البيئية والاجتماعية للنشاط الاقتصادي وتضمن المحاسبة الخضراء والتحول الرقمي والابتكار التكنولوجي في حساباتها الوطنية.

2.3- مدرسة الاقتصاد الأخضر

تم استحداث مصطلح الاقتصاد الأخضر لأول مرة في عام 1989 عندما أصدرت حكومة المملكة المتحدة تقريرا رائدا بعنوان: "مخطط الاقتصاد الأخضر"(Blueprint for a Green Economy) من قبل مجموعة من الاقتصاديين البيئيين، وبصرف النظر عن العنوان الذي يشير إلى المصطلح، لاتوجد إشارة أخرى إلى مصطلح الاقتصاد الأخضر مرة أخرى في تلك الفترة[2].

أعيد إحياء مصطلح الاقتصاد الأخضر بمبادرة من برنامج الأمم المتحدة للبيئة عام 2008، وقد اعتمدته الجمعية العامة للأمم المتحدة في قرارها الصادر عام 2009، الذي دعا إلى عقد مؤتمر الأمم المتحدة للتنمية المستدامة لمدة ثلاثة أيام في عام 2012 والمعروف باسم "ريو 20+" نسبة إلى تنظيمه بعد مرور عشرين عاما على مؤتمر

[1] Rogers, Peter, **Op. Cit**. , pp786-787.
[2] UN sustainable development knowledge platforme(2023), **green economy**, available at : https://sustainabledevelopment.un.org/index.php?menu=1446, (16/08/2023, 15:45).

الأمم المتحدة المعني بالبيئة الذي عقد في 1992. وقد اعتمدت موضوعات المؤتمر بما في ذلك " الاقتصاد الأخضر في سياق التنمية المستدامة والقضاء على الفقر" كأحد أبرز مواضيع المؤتمر.

كلف برنامج الأمم المتحدة للبيئة أحد المؤلفين الأصليين لمخطط الاقتصاد الأخضر الاقتصادي البريطاني إدوارد باربير "Edward Barbier" بإعداد تقرير بعنوان: "صفقة عالمية خضراء جديدة" والذي صدر عام 2009، واقترح مجموعة من الإجراءات السياسية التي من شأنها تحفيز الاقتصاد وتحسين استدامة الاقتصاد العالمي في نفس الوقت. يهدف هذا التقرير إلى تعزيز الاستثمار في القطاعات الخضراء وتحقيق التنمية المستدامة، والتي يتوقع أن تسهم في تعزيز النمو الاقتصادي وتوفير فرص العمل. كما يحث التقرير على أهمية التعاون الدولي في الجهود المبذولة للحد من التأثيرات السلبية لتغير المناخ والحفاظ على البيئة العالمية[1]. كما يظهر وجود تنظيمات وحلفاء جدد على غرار ائتلاف الاقتصاد الأخضر (Green Economy Coalition)، الذي يشكل جسرا بين الأعمال التجارية والمجتمع المدني والحكومة، وكذلك فرق العمل المعنية بالاقتصاد الأخضر والتحالف الأخضر (Green Alliance)، التي تلعب دورا حاسما في الترويج لنهج الاقتصاد الأخضر، على مواصلة التجاوب العالمي والمحلي مع قضايا البيئة المستدامة.

الاقتصاد الأخضر أو اقتصاد منخفض الكربون أو اقتصاد الطاقة النظيفة هو اقتصاد مخالف للاقتصاد البني أو الاقتصاد الأسود أو الاقتصاد الرأسمالي، والمبني أساسا على الطاقة الأحفورية المولدة لغاز الكربون. فهو قائم على الإستغلال الأمثل للموارد المتاحة مع ضمان عدم نضوبها، وإخضاع جميع العمليات الاقتصادية للشروط البيئية[2]. ومن أمثلة ذلك، السيارات الخضراء، المباني الخضراء، الألبسة الخضراء، الزراعة الخضراء، الطاقة الخضراء، الأجهزة الكهربائية الخضراء، المنظمات الخضراء والبنوك الخضراء. هذا النهج الاقتصادي الجديد يعول عليه في أن يخفف الأعباء البيئية المتراكمة وألا يضيف عليها أعباء جديدة.

يتمحور الاقتصاد الأخضر حول أربعة قطاعات هي: الطاقات المتجددة، المباني الخضراء (كفاءة الطاقة)، البنية التحتية (كفاءة النقل واستخدام الطاقة) وإعادة التدوير وتحويل النفايات إلى طاقة[3]. في حين أن كارل بوركات Karl Burkart يرى أنه يستند إلى ستة قطاعات رئيسية هي: الطاقة المتجددة، البناء الأخضر، وسائل

[1] **Idem**.

[2] فاطمة البكدي (2020)، **الاقتصاد الأخضر من النظري إلى التطبيق**، مركز الكتاب الأكاديمي، عمان، الأردن، ص30.

[3] ثابتي الحبيب، بركنو نصيرة(2014)، **دور الاقتصاد الأخضر في خلق الوظائف الخضراء والمساهمة في الحد من الفقر**، ورقة بحثية مقدمة في الملتقى الدولي حول تقييم سياسات الإقلال من الفقر في الدول العربية في ظل العولمة، جامعة الجزائر 3، الجزائر، ص 92.

النقل النظيفة، إدارة المياه، إعادة التدوير المياه الثقيلة وإدارة الأراضي[1]. والإختلاف وعدم الاتفاق على تحديد قطاعات الاقتصاد الأخضر مرده وجود ثلاث إتجاهات للاقتصاد الأخضر وهي:

– الإتجاه الداعي لنهج الاقتصاد الأخضر ويتزعمه برنامج الأمم المتحدة للبيئة ومجموعة من الدول الصناعية، وعلى رأسها الدول الأوروبية بقيادة ألمانيا والمفكرين والمهتمين بالتغيير الأخضر.

– الإتجاه الرافض للنهج الاقتصادي الأخضر، ترى حركات المجتمع المدني التي عقدت قمة بديلة خلال مؤتمر ريو+20 عام 2012، أن ما يسمى بالاقتصاد الأخضر هو مجرد وجه آخر من جوانب بدائل النظام الرأسمالي (الرأسمالية الخضراء). والتي تستفيد من الأدوات الجديدة والقديمة، مثل تعميق الديون بين القطاعين العام والخاص، تحسن الاستهلاك، تركيز ملكية التكنولوجيا الجديدة، أسواق الكربون والتنوع البيولوجي والإستلاء على الأراضي[2].

– الاتجاه المحايد أو المتخوف وتتزعمه بعض الدول النامية: يقول رئيس الجمعية العامة بالأمم المتحدة جوزيف ديس (Joscph Dciss): هناك مخاوف من أن يكون الاقتصاد الأخضر هو مجرد شروط جديدة تعوق مسيرة البلدان النامية نحو التنمية، من المهم التأكد من أن هذه البلدان يمكن لها أن تستفيد أيضا من الفرص المتاحة[3].

يشير تقرير برنامج الأمم المتحدة إلى أن الانتقال إلى الاقتصاد الأخضر يقلل البصمة الإيكولوجية بنحو 50% بحلول العام 2050. ويقر التقرير بأن عملية الانتقال هذه ستؤدي إلى خلق وظائف جديدة مستحدثة تساهم في تحسين الأوضاع الاجتماعية للمجتمع ككل[4].

المدرسة البيئية ومدرسة الاقتصاد الأخضر هما نهجان مختلفان لمعالجة القضايا البيئية وتعزيز الاستدامة. من حيث أن مدرسة الفكر البيئية تتمسك في الاعتقاد بأن البشر جزء من العالم الطبيعي وأن أفعالنا يجب أن تكون منسجمة مع الأنظمة الطبيعية التي تدعمنا. يؤكد هذا النهج على أهمية فهم التفاعلات المعقدة بين الكائنات الحية وبيئتها ويسعى إلى تعزيز حفظ النظم البيئية والحفاظ عليها واستعادتها. غالبا ما تؤكد المدرسة

---

[1] حمد عبد القادر الفقي(2014)،**الاقتصاد الأخضر**،المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، يوم البيئة الإقليمي 124-04- 2014، سلسلة البيئة البحرية(4)، ص5.

[2] Brazilian Civil Society Facilitating Committee for Rio+20 (2012),**final declaration. Peoples' Summit in Rio +20 for Social and Environmental Justice in defense of the commons. against the commodification of life**, available at: http://rio20.net/en/propuestas/final-declaration-of-the-people%E2%80%99s-summit in-rio-20/, (13/10/2021, 15:45).

[3] إدارة الشؤون الاقتصادية والإجتماعية بالأمم المتحدة (2011)، **نحو اقتصاد اخضر**، نيويورك، متاح على الرابط : http : //www.un.org/ar/development/desa/news/sustainable/path-towards-green economy.html ، (2021/10/13).

[4] فاطمة البكدي، **مرجع سبق ذكره**، ص36.

البيئية على الحاجة إلى تقليل التأثير البشري على البيئة وتعطي الأولوية لحماية التنوع البيولوجي وصحة النظام الإيكولوجي على النمو الاقتصادي. من ناحية أخرى، تركز مدرسة الاقتصاد الأخضر على فكرة أن النمو الاقتصادي والاستدامة البيئية يمكن أن يكونا هدفين متوافقين. يؤكد هذا النهج على أهمية الانتقال إلى اقتصاد منخفض الكربون وفعال للموارد يعزز التنمية المستدامة من خلال التقنيات المبتكرة ونماذج الأعمال الجديدة. تدرك مدرسة الاقتصاد الأخضر دور الأسواق والحوافز الاقتصادية في دفع عجلة التنمية المستدامة وتسعى إلى تعزيز السياسات والممارسات التي تشجع الاستثمار الخاص في التقنيات الخضراء والطاقة المتجددة وكفاءة الموارد.

إن الانتقال إلى التنمية الخضراء هو عملية طويلة وشاقة، توجهها نظرة سياسية من الأعلى إلى القاعدة ومشاركة جماهيرية من القاعدة إلى القمة، هذه المقاربة تعطي تحول الشرعية السياسية والاجتماعية المطلوبة لضمان حشد الجهود على نطاق واسع لجعل هذا التحول حقيقة معاشة[1].

3.3- فروقات المشكلة البيئية بين المدارس الاقتصادية

إن الاختلاف في الرؤى ووجهات النظر بين المدارس الاقتصادية حول التلوث البيئي ليس وليد اللحظة، بل هو نتاج لظهور كم هائل من البحوث العلمية والنظريات الاقتصادية لسنوات طويلة ماضية. فكل نظرية اقتصادية تنظر إلى التلوث على حسب المعطيات والمؤشرات المتوفرة لديها في تلك الفترة.

1.3.3- المشكلة البيئية بين الفكر الاقتصادي التقليدي والحديث

في الفكر الاقتصادي التقليدي، كان التركيز الرئيسي على زيادة الإنتاجية وتحقيق النمو الاقتصادي بما يتناسب مع توفير السلع والخدمات للمجتمع وتحسين مستوى المعيشة العامة. وقد تم إهمال البيئة في هذا النهج الاقتصادي الذي تسبب في تلوث الهواء والمياه والتربة، وهذا النوع من الاقتصاد لم ينظر للأضرار البيئية والصحية التي تنشأ عن النشاط الاقتصادي وبالتالي، كان هناك حاجة لفكر جديد يتضمن الاهتمام بالبيئة والاستدامة في الأنشطة الاقتصادية. ولقد أدى هذا إلى ظهور الاقتصاد البيئي، وهو يركز على تحليل العلاقة بين النشاط الاقتصادي والبيئة والتركيز على الأبعاد البيئية للاقتصاد. وبالتالي ينظر الاقتصاد البيئي إلى الأنشطة الاقتصادية من خلال النظر إلى العلاقة الوثيقة بين الاقتصاد والبيئة. وكيف يمكن أن تؤثر الأنشطة الاقتصادية على البيئة والصحة والجودة العامة للحياة.

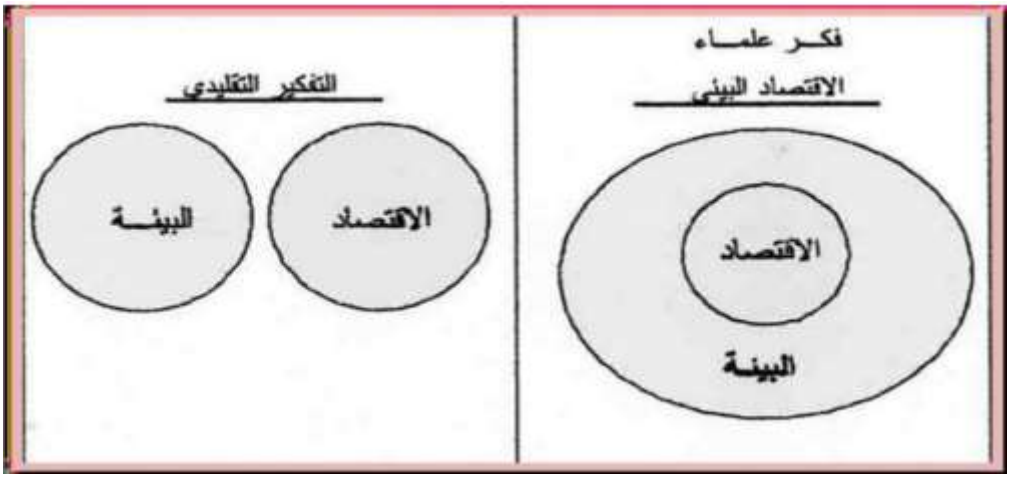
ويتضمن التحليل الاقتصادي في الاقتصاد البيئي العديد من المفاهيم والأدوات الاقتصادية، مثل التقييم البيئي، التحليل الاقتصادي للسياسات البيئية، تقدير التكاليف والفوائد البيئية للمشاريع والأنشطة الاقتصادية

[1] خنفر عايد راضي (2014)، **الاقتصاد البيئي: الاقتصاد الأخضر**، الصادرة عن مجلة أسيوط للدراسات البيئية، عدد39، ص ص55-56.

المختلفة. من خلال الاقتصاد البيئي، يمكن تحديد تكاليف الأضرار البيئية وتحويلها إلى تكاليف مالية ملموسة للمنتجين والمستهلكين، وبالتالي يتعين عليهم دفعها. ويمكن تحقيق ذلك من خلال تطبيق سياسات الضرائب البيئية، أو إعطاء القيمة الاقتصادية للخدمات البيئية التي توفرها الطبيعة. يهدف الاقتصاد البيئي إلى تضمين عوامل البيئة في عملية صنع القرارات الاقتصادية، وتحديد التأثيرات البيئية للأنشطة الاقتصادية وكذلك تحديد التكاليف البيئية لها. وبذلك يتم تمثيل التأثيرات البيئية بوضوح في النماذج الاقتصادية، ويتم تقديم المزيد من المعلومات لصنع القرارات الاقتصادية المستدامة.

من جهة أخرى، يتضمن الاقتصاد البيئي العديد من النماذج والمفاهيم المختلفة، بما في ذلك اقتصاديات التلوث والموارد وإدارة البيئة. على سبيل المثال، تتضمن اقتصاديات التلوث تحليل تكاليف التلوث والتحكم فيه، بينما تتعلق اقتصاديات الموارد بتحليل توزيع الموارد الطبيعية والمحافظة عليها من خلال هذا التحليل، يمكن للحكومات والشركات والمستهلكين التعامل بشكل أفضل مع الآثار البيئية للأنشطة الاقتصادية[1]. والشكل التالي يوضح لنا كيفية تناول المشكلة البيئية من طرف الفكر الاقتصادي التقليدي والحديث:

الشكل رقم (5): المشكلة البيئية بين الفكر الاقتصادي التقليدي والحديث.



المصدر : نداء حسين عبد عون(2011)، **دور الاقتصاد في حماية بيئة المدنية من التلوث وصنع القرار**، مجلة المخطط والتنمية، العدد 24، الصادرة عن مجلة تصدر عن معهد التخطيط الحضري والاقليمي للدراسات العليا، جامعة بغداد، العدد 24، العراق، ص56.

من الشكل السابق، نلاحظ أن الفكر الاقتصادي التقليدي أهمل البيئة ولم يدمجها في التحليل الاقتصادي، لأن همه الأول في تلك الفترات هو كيفية زيادة الإنتاج فقط وتحقيق النمو الاقتصادي، ولكن مع زيادة مستويات

[1] نداء حسين عبد عون(2011)، **دور الاقتصاد في حماية بيئة المدنية من التلوث وصنع القرار**، مجلة المخطط والتنمية، الصادرة عن مجلة تصدر عن معهد التخطيط الحضري والاقليمي للدراسات العليا، العدد 24، جامعة بغداد، العراق، ص56.

التلوث والاستنزاف وبداية الإحساس بخطورة المشكلة البيئية، التي قد تقضي على استمرارية التنمية ظهر فرع جديد من علم الاقتصاد يسمى الاقتصاد البيئي اهتم بالبيئة في التحليل الاقتصادي.

2.3.3- المشكلة البيئية بين المدرسة البيئية ومدرسة الاقتصاد الأخضر

تتباين نظرة المدرسة البيئية والاقتصاد الأخضر للعلاقة بين النمو الاقتصادي والاستدامة البيئية. حيث تتمثل أسآسيات المدرسة البيئية في إعطاء الأولوية لحماية النظم الإيكولوجية والتنوع البيولوجي، غالبا على حساب النمو الاقتصادي. بالإضافة إلى ذلك، تنظر المدرسة البيئية إلى الاستدامة كمفهوم شامل يشمل العوامل الاجتماعية والبيئية والاقتصادية. مما يؤكد على الحاجة إلى تقليل التأثير البشري على البيئة، الحفاظ على الموارد البشرية وتعزيز إستعادة البيئة. كما تنظر المدرسة البيئية عموما إلى الأسواق على أنها جزء من المشكلة، لأنها غالبا ما تحفز تدمير البيئة ونضوب الموارد. في المقابل، تركز مدرسة الاقتصاد الأخضر على تحقيق التوازن بين النمو الاقتصادي والاستدامة البيئية، وترى أنهما يمكن أن تتوافقا. كما تنظر للأسواق بنظرة إيجابية، فهي تعتبرها جزءا من الحل وذلك باستخدام الحوافز الاقتصادية وآليات السوق لتعزيز دورها البناء في تحقيق التنمية المستدامة. فمدرسة الاقتصاد الأخضر تعتبر الاستدامة قضية اقتصادية في المقام الأول، وترتكز على تعزيز استخدام الطاقات المتجددة، والحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، والتشجيع على إبتكارات خضراء مستحدثة.

من المهم الإشارة إلى أن هذين النهجين ليسا متناقضين بالضرورة، فهما يمكن أن يعملا جنبا إلى جنب لتحقيق الاستدامة البيئية والاقتصادية. على سبيل المثال، يمكن للحكومات تشجيع استخدام الطاقة المتجددة وتحفيز الابتكار الأخضر من خلال الحوافر الاقتصادية، وفي الوقت نفسه تطبيق لوائح حكومية قوية لحماية النظم الإيكولوجية والتنوع البيئي. في نهاية الأمر فإن تحقيق الاستدامة البيئية والاقتصادية يتطلب توازنا بين الحاجة إلى حماية البيئة والحفاظ على الموارد الطبيعية، وبين الحاجة إلى التنمية الاقتصادية والاجتماعية من خلال تقديم حلول فعالة للدفع بالتنمية المستدامة وعلى رأسها تفعيل الاستثمار في الطاقات المتجددة[1].

مما سبق، يتضح أن كل من المدارس البيئية ومدارس الاقتصاد الأخضر تشترك في الالتزام بتعزيز الاستدامة وحماية البيئة، إلا أنها تختلف في رؤيتها للعالم، نهج الاستدامة ودور الأسواق، والتركيز على العدالة الاجتماعية. وتؤكد المدرسة البيئية على الحاجة إلى تحول أساسي في القيم والسلوك الإنساني، بينما تسعى مدرسة الاقتصاد الأخضر إلى تسخير قوى السوق لدفع التنمية المستدامة.

[1] عبير محمود مجاهد(2016)، **دور المشروعات الصغيرة والمتوسطة في تحول الاقتصاديات العربية نحو الاقتصاد الأخضر**، الصادرة عن مجلة العلوم الاقتصادية والتسيير والعلوم التجارية، تصدرها كلية العلوم الاقتصادية والتجارية والتسيير جامعة المسيلة، العدد 15، الجزائر، ص2.

III – التداعيات البيئية للتلوث البيئي

يشهد العالم صراعات وتبادل اتهامات فيما بين الدول حول من هو الأكثر إسهاما في التلوث البيئي، فمن جهه توجه الدول النامية أصابع الاتهام إلى الدول الصناعية الكبرى بإعتبارها الأكثر انبعاثا للغازات الدفيئة العالمية. في حين أن الدول الصناعية بدورها تحاول توجيه الرأي العام والترويج للأفكار الاديولوجية باعتبارها دول صديقة للبيئة. من منطلق أنها تنتج وتستهلك منتجات صديقة للبيئة وأنها رائدة في الاقتصاد الأخضر، وتحمل مسؤولية التلوث البيئي للدول النامية التي لا تزال تستعمل وسائل بدائية في عمليات الإنتاج والاستهلاك واستخراج الموارد الطبيعة. وبين هذا وذاك يبقى التساؤل مطروحا بين من هي الأطراف المساهمة أكثر في التلوث البيئي؟

1– البصمة البيئية

كل الكائنات الحية تستهلك الموارد الطبيعية التي سخرها الله في البيئة، والإنسان وعلى غرار الكائنات الأخرى هو بدوره يستغل الموارد الطبيعية من أجل تحقيق الرفاه الاقتصادي، حيث يزداد هذا الاستهلاك مع التقدم التكنولوجي وزيادة التعداد السكاني. فالأفراد يستهلكون الطاقة لإنجاز أعمالهم وقضاء حاجاتهم الحياتية، وفي نفس الوقت يزداد الضغط على الأجهزة البيئية الطبيعية لاستيعاب ومعالجة التلوث والنفايات الناتجة من جراء ذلك الاستخدام.

1.1- تعريف البصمة البيئية

ظهر مصطلح البصمة البيئية إثر انعقاد قمة الأرض بري يو ديجانيرو عام 1992، وقد قام كل من ويليام روس مع ماتيس واكرناجل من جامعة كولومبيا من تطوير مفهومه، حيث أصدرا كتابا بعنوان: البصمة البيئية وتخفيض تأثيراتها البشرية على الأرض، وتم ترجمة هذا الكتاب إلى الفرنسية عام 1999[1].

يعرف ويليام روس البصمة البيئية بأنها: "المساحة من الأرض المنتجة والنظم الإيكولوجية المائية اللازمة لإنتاج المواد المستهلكة، واستعاب النفايات التي ينتجها مجتمع محدد عند مستوى معين من الحياة ومدى تأثيرهم وضررهم بكوكب الأرض"[2].

كما تعرف البصمة البيئية بأنها: "أداة محاسبية للموارد تقيس كمية الأراضي والبحر المنتجة بيولوجيا مقابل مجموعة معينة من السكان أو ممارسة نشاط إنتاجي معين، كما أنها تدعم المناطق البرية والبحرية المنتجة للطلب البشري على الغذاء والألياف والأخشاب والطاقة والمساحة لإنشاء البنى التحتية بالإضافة إلى قدرة هذه المساحات على امتصاص النفايات من الاقتصاد البشري"[3].

---

[1] محمد زرقون، أمال رحمان (2014)، **البصمة البيئية للطاقة: دراسة نظرية للمفهوم**، الصادرة عن مجلة أبعاد اقتصادية، المجلد4، العدد1، جامعة محمد بوقرة بومرداس، الجزائر، ص ص207–208.

[2] **المرجع نفسه**.

[3] خالد محمد غانم (2021)، **البصمة البيئية**، مقال متاح على الموقع الإلكتروني الآتي:
https://learn.agrogatemasr.com/booklets/ecological-footprint/، (2022/10/13، 10:43).

أما منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية OCDE فتعرفها بأنها: "تقدير للمساحة المنتجة بيئيا واللازمة لتلبية احتياجات دولة معينة بحجم معلوم"[1].

نستطيع من خلال البصمة البيئية معرفة إجمالي ما يستهلكه فرد أو دولة أو مدينة من موارد طبيعية محلية ومستوردة، وحجم الضرر الناجم من استهلاك هذه الموارد وقدرتها على تجديد نفسها. يقاس هذا الاستهلاك بالهكتار العالمي للفرد الواحد وهو يبين معدل الإنتاجية لمساحة محددة من الأرض خلال سنة معينة وتشمل جميع الأراضي الزراعية والغابات والمراعي ومصائد السمك والبصمة الكربونية.

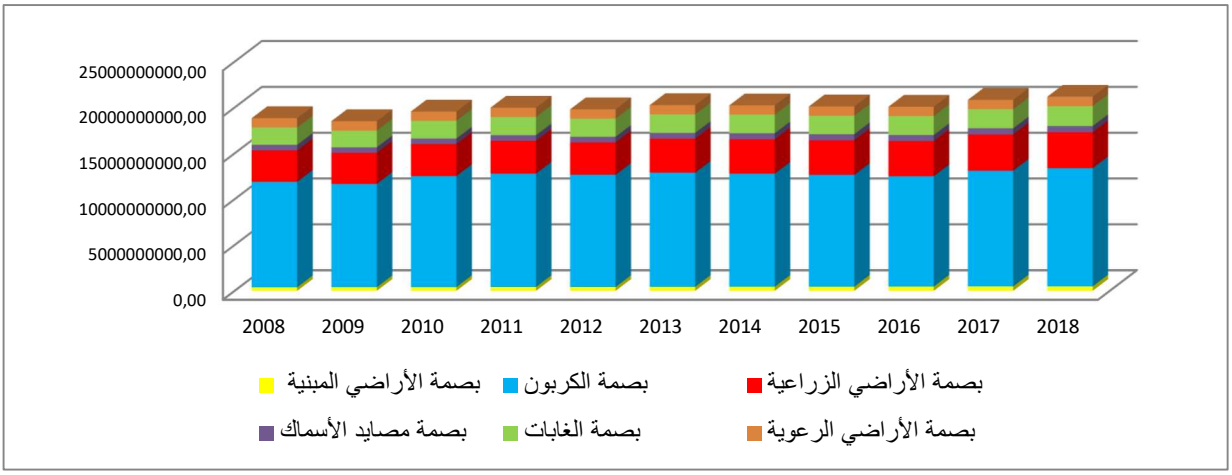
تهدف البصمة البيئية لمعرفة مقدار الموارد البيئية المتوفرة وكيفية إدارتها بشكل سليم، وذلك لتأمين ظروف حياة مستدامة لنا وللأجيال القادمة ووضع سياسات ممنهجة للحفاظ عليها والموازنة بين الطلب على الموارد ومقدرة البيئة على إمدادنا بها. فكل هذه الخطوات كفيلة بتحقيق حياة أفضل لنا وأقل أذى للمناخ البيئي.

خلاصة القول، أن البصمة البيئية تعني القدرة الاستيعابية للأرض والموارد الطبيعة على دعم النشاطات الاقتصادية ويركز على الحدود الاستثمارية لها.

2.1- تطور حجم البصمة البيئية العالمية خلال 2008-2018

إن البصمة البيئية تشمل وتلخص مجمل مساحات الأراضي والمياه التي خصصتها كل دولة لإنتاج جميع الموارد التي تستهلكها ولاستيعاب جميع النفايات التي تنتجها. وتنقسم هذه المساحات التي تدخل في عملية حساب البصمة البيئية إلى ستة أنواع من المناطق المنتجة بيئيا: الأراضي الصالحة للزراعة، مراعي الغابات، المحيطات، البحار، الأراضي المغطاة بالمباني المختلفة، الطرق والأراضي اللازمة لنمو النباتات القادرة على امتصاص ثاني أكسيد الكربون الناتج من حرق الوقود الأحفوري. ويوضح الشكل الآتي تطور حجم البصمة البيئية العالمية حسب نوع استخدام الأراضي خلال الفترة الزمنية 2008-2018:

الشكل (6): تطور حجم البصمة البيئية العالمية حسب نوع الاستخدام خلال الفترة الزمنية 2008- 2018



Source : Footprint Network (2024), **Ecological Footprint**, available at: https://www.footprintnetwork.org/,(13/02/2024, 15:12).

[1] أمال بيدي(2021)، **الحد من البصمة البيئية مدخل لتحقيق التنمية المستدامة**، مجلة طبنة للدراسات العلمية الأكاديمية، الجلد4،العدد2، جامعة الجلفة، الجزائر، ص669.

انطلاقا من الشكل السابق يتضح الآتي:

– **بصمة الكربون carbon footprint:** لوحظ ارتفاع محسوس في بصمة الكربون خلال الفترة الممتدة من 2008 إلى 2018، حيث بلغت نسبة الارتفاع 12.05% خلال هذه الفترة، وبذلك تبقى لبصمة الكربون حصة الأسد من إجمالي البصمة البيئية العالمية حيث قدرت نسبتها بـ 61% خلال سنة 2018 هذا ما يجعل من الانبعاثات الكربونية أكبر التحديات التي يواجهها العالم مستقبلا.

– **بصمة الأراضي الزراعية cropland:** هي بدورها شهدت ارتفاعا محسوسا خلال الفترة 2008-2018، حيث بلغت نسبة ارتفاعها 14.44%، حيث تعتبر الأخيرة الثانية من حيث نسبة إسهامها في البصمة البيئية بواقع 19% سنة 2018.

– **بصمة الغابات Forest Products:** استمرت بالارتفاع خلال الفترة 2008-2018 لتصل نسبة ارتفاعها إلى 14.64%، تعتبر بصمة الغابات ثالثة الترتيب إذا تعلق الأمر بنسبة إسهامها في البصمة البيئية بواقع 10% سنة 2018، ومن أبرز الأسباب التي قد تساهم في تفاقم بصمة الغابات هي حرائق الغابات المنتشرة عالميا، بالإضافة إلى الاستعمال الجائر للثروة الخشبية والاستهلاك المفرط لها.

– **بصمة الأراضي الرعوية grazing land:** شهد حجم بصمة الأراضي الرعوية تذبذبا بين الارتفاع والانخفاض لكنه يظل هذا الأخير طفيفا، عموما بلغت نسبة نموه 0.63% خلال الفترة 2008-2018، تبقى بصمة الأراضي الرعوية في المركز الرابع بنسبة 5% من حجم البصمة البيئية ككل.

– **بصمة مصائد الأسماك Fishing grounds:** جاءت بصمة مصائد الأسماك خامسة الترتيب من بين أنواع البصمة البيئية بنسبة 3% لسنة 2018، حيث لوحظ ارتفاع في حجمها قدر بـ 13.11%خلال فترة 2008-2018، يعزى هذا الارتفاع إلى الصيد المفرط للأسماك ناهيك عن التلوث ودمار مواطن تكاثرها الذي يؤدي إلى تداعيات وخيمة على البيئة البحرية ككل.

– **بصمة الأراضي المبنية Buit-up land:** رغم أنها شهدت أعلى نسبة ارتفاع مقارنة بالأنواع الأخرى بنسبة قدرت بـ 24.14% خلال الفترة 2008-2018. إلى أنها تظل متذيلة الترتيب حيث بلغت نسبة إسهامها في حجم البصمة البيئية 2% فقط سنة 2018. من المتوقع أن تواصل بصمة الأراضي المبنية تحقيق نسب ارتفاع متسارعة خلال السنوات القليلة القادمة، وهذا راجع بالأساس إلى التسارع في التوسع العمراني والتوسع الكبير في الحضرنة المعمارية حيث دائما ما يلاحظ استحداث مدن جديدة مع مرور الوقت.

انطلاقا من النتائج السابقة، يتضح أن نسبة إسهام بصمة الكربون في حجم البصمة البيئية ككل هي الأكبر خلال الفترة 2008-2018 إذا ما قورنت بالأنواع الأخرى للبصمة البيئية، الأمر الذي يدفعنا لتوقع تسجيل نمو كبير لبصمة الكربون المتمثلة في زيادة انبعاثات الغازات الدفيئة خلال السنوات القليلة القادمة إذا ما استمر الوضع على حاله.

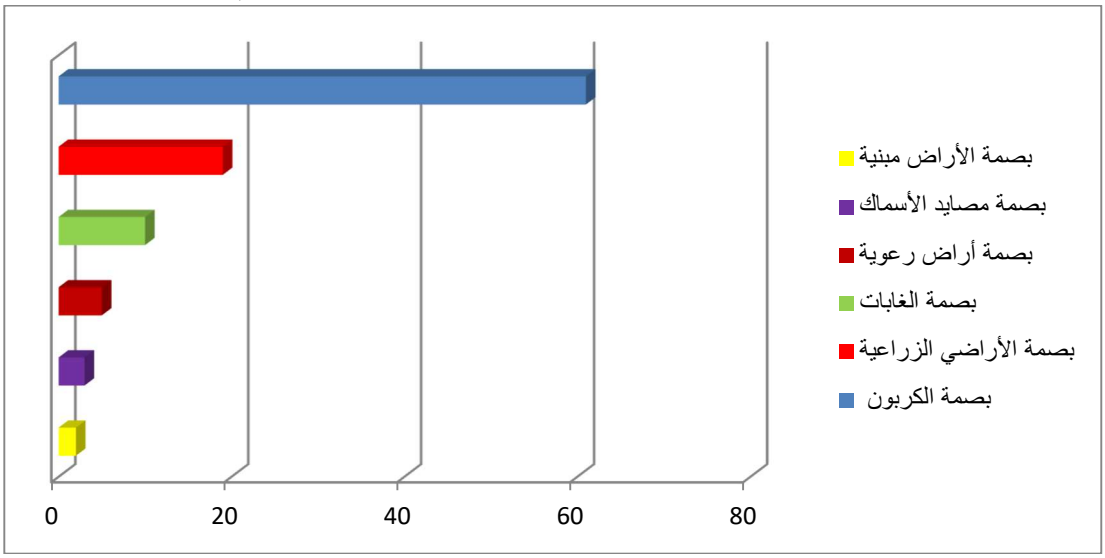
وقد زاد الاهتمام مؤخرا بالتلوث الهوائي ومن الحاجة على وجه الخصوص لمعرفة تأثيرات بصمة الكربون على تغير المناخ، وباعتبار بصمة الكربون واحدة من أهم أنواع البصمة البيئية. وساد الاعتقاد لدى الكثير من

المفكرين الاقتصاديين أن بصمة الكربون تضاعف من حدة ظاهرة الاحتباس الحراري ومن حجم البصمة البيئية، وأن التخفيض من حجم بصمة الكربون ستكون له تأثيرات كبيرة وإيجابية من حيث تغير المناخ، وذلك بتوليد مستويات أقل من غازات الاحتباس الحراري التي تساهم في الاحترار العالمي. بالنظر إلى أرض الواقع فإن بصمة الكربون قد تكون أكبر خطر يهدد البيئة العالمية على المدى البعيد، نظرا لصعوبة تقليل حجمها رغم الاجماع العالمي على ضرورة السير قدما نحو بيئة محايدة كربونيا بحلول 2050.

3.1- حجم البصمة البيئية البشرية حسب استخدام الأراضي سنة 2020

محاولة منا لتتبع حجم البصمة البيئية البشرية خلال 2020 ومعرفة ما إذا شهدت تغيرات وتقلبات من حيث إسهام كل نوع من البصمات الستة السالفة الذكر مقارنة بـ 2018، قمنا بإنجاز الشكل البياني التالي:

الشكل رقم (7): توزيع البصمة البيئية البشرية حسب استخدام الأراضي لسنة **2020**.



- **Source :** Distribution of humanity's ecological footprint in 2020, **by land usePublished by Bruna Alves**, Available at : https://www.statista.com/statistics/1188761/ecological-footprint-worldwide-share-by-land-use/,(16/02/2023).

من خلال الشكل السابق، نلاحظ أنه رغم مضي عامين كاملين من 2018 إلى 2020 فإن نسب توزيع البصمة البيئية البشرية حسب استخدام الأراضي للسنتين المنصرمتين مازالت تراوح مكانها، وحافظت على نفس النسب تماما. وهذا بدوره يعد دليلا آخر على أن إسهامات بصمة الكربون من إجمالي البصمة البيئية سيظل هو الأكبر، من حيث أنه لا توجد أي مؤشرات أو بوادر في المستقبل المنظور لتغير هذا الواقع. مما يدفعنا ويحتم علينا المبادرة وبشكل متسارع في البحث حول التداعيات البيئية للبصمة البيئية بشكل العام وبصمة الكربون بشكل خاص على كوكب الأرض برمته، وهذا بغية محاولة التنبؤ بالآثار المصاحبة للتدهور البيئي وعلى أقل تقدير محاولة تقليل والتكيف وإحتواء هذه التغيرات المدمرة، والتي نعاني ويلاتها وندفع أثمانا باهضة يوما بعد يوم ولعل ظاهرة الاحتباس الحراري وما ينجم عنها من جفاف وموجات الحر وحرائق الغابات خير دليل على ذلك.

2– القدرة البيولوجية والحيوية

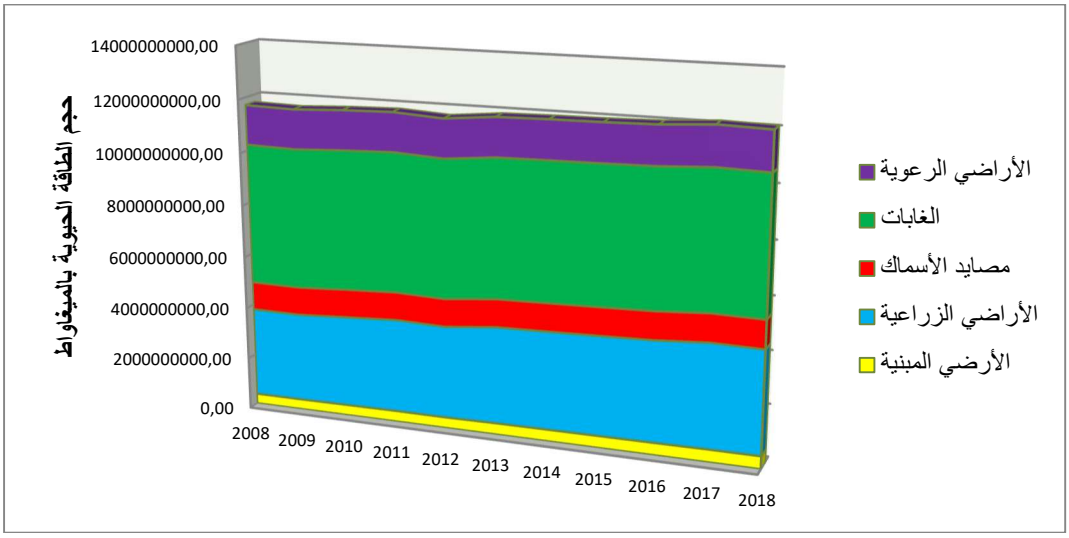
تمثل القدرة البيولوجية مقدرة النظم الإيكولوجية على إنتاج مواد بيولوجية نافعة واستعاب انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التي يتسبب بها الإنسان من خلال نشاطه، أما المواد البيولوجية النافعة هي المواد التي يتطلبها الاقتصاد فعلا في سنة معينة.

1.2- القدرة البيولوجية

يمتلك كوكبنا أنظمة بيئية فريدة من نوعها قادرة على امتصاص مخلفاتنا ثم تحويلها إلى موارد جديدة قابلة للاستخدام. على سبيل المثال، تقوم الغابات بامتصاص مخلفاتنا الكربونية وتقوم بتخزينها على هيئة أخشاب صالحة لاستخدامها من جديد، وبالتالي فإن القدرة البيولوجية هي مقدرة نظام بيئي معين على إنتاج موارد طبيعية صالحة للاستخدام البشري، في نفس الوقت الذي تقوم فيه بامتصاص المخلفات الناتجة عن ذلك الاستخدام.

عرفت القدرة البيولوجية اهتماما واسعا من قبل مختلف الدول وكذا الهيئات العالمية خاصة منها تلك التي أخذت على عاتقها الاهتمام بالبيئة، حيث يلاحظ تزايد في حجمها عبر العالم وفق ما يبينه الشكل الموالي:

الشكل (8): تطور حجم القدرة البيولوجية العالمية وفق نوع استخدام الأراضي خلال الفترة الزمنية 2008- 2018



Source : Global Footprint Network(2024), **Carbon Footprint**, Available at : https://www.footprintnetwork.org/our-work/climate-change/,(16/02/2024).

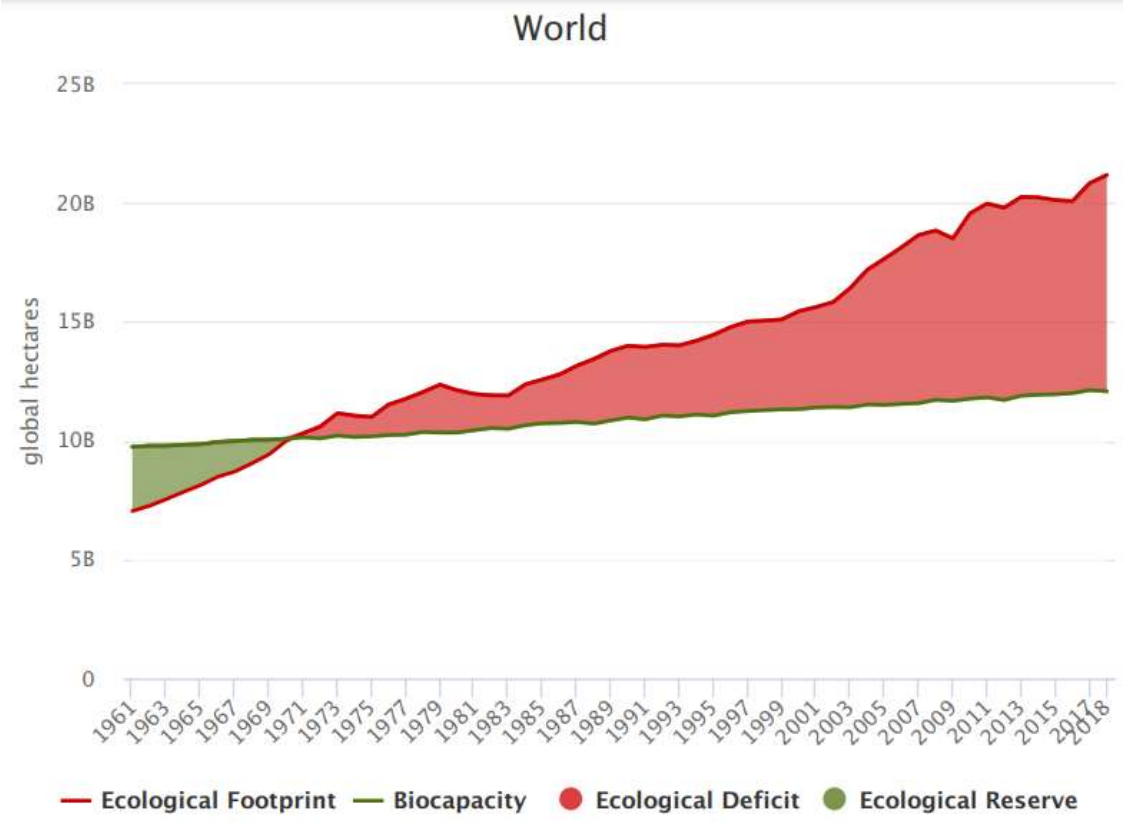
لوحظ من خلال الشكل السابق، أنه يوجد ارتفاع طفيف في حجم طاقة القدرة البيولوجية العالمية خلال الفترة الممتدة من 2008 إلى 2018، حيث بلغت نسبة الارتفاع 3.08% خلال هذه الفترة، أي ارتفعت من 11716 مليون هكتار سنة 2008 لتصل 12077 مليون هكتار سنة 2018 بزيادة قدرها 361 مليون هكتار، تعد هذه الزيادة متواضعة جدا بالنظر لكونها مست كل الدول العالمية من جهة، وكونها لم تجاري الزيادة في البصمة البيئية العالمية من جهة أخرى. ويعتمد لتقدير حجم القدرة البيولوجية والخصائص الطبيعية لكل دولة على حدى، فمثلا

تمتلك البرازيل طاقة بيولوجية أعلى من الجزائر وذلك لتمتعها بغابات كثيفة، مما يمنحها تلقائيا إنتاجية أعلى من بيئة البلدان الصحراوية.

2.2- معدل البصمة البيئية والقدرة البيولوجية العالمية

ظهرت الحاجة إلى مقارنة البصمة البيئية مع القدرة البيئية نتيجة للزيادة الكبيرة التي عرفتها البصمة العالمية مقارنة باستقرار القدرة البيئية نوعا ما، مما دفع الباحثين لزيادة الاهتمام للتساؤل حول ما إذا كانت القدرة الحيوية تحقق عجزا أو فائضا، من أجل الوقوف على ما إذا كانت الحالة البيئية العالمية في الطريق الصحيح أم أنها تتراجع يوما بعد يوم. والشكل الموالي يوضح البصمة والقدرة البيولوجية العالمية خلال الفترة 1961-2018.

الشكل رقم(9): البصمة والقدرة البيولوجية العالمية خلال الفترة 1961-2018



Source : Footprint Network (2024), **Ecological Footprint**, available at: https://www.footprintnetwork.org/,(13/02/2024, 18:12).

من خلال الشكل السابق، يمكن تقسيم البصمة والقدرة البيولوجية العالمية خلال الفترة 1961-2018، إلى المراحل الآتية:

المرحلة الأولى 1961-1969: دامت هذه الفترة ثمانية سنوات حيث لوحظ فيها فائض في القدرة البيولوجية، أي نلاحظ تجاوز القدرة البيولوجية العالمية بصمتها البيئية، وهذا راجع إلى قدرة النظام البيئي على إمدادنا بالموارد الطبيعية وقدرته على تجديدها بوتيرة تفوق مقدار الاستهلاك البشري لموارد الطبيعة. وهذه الوضعية تعتبر

صحية على بيئتنا وغير مستنزفة لها، لكن ومع مرور السنوات نلاحظ تقلص في فائض القدرة البيولوجية سنة بعد أخرى حتى تصل إلى أدنى مستوى لها في نهاية 1969.

المرحلة الثانية 1970: وهي تعبر عن سنة تحقيق التوازن في العرض والطلب البشري على الموارد الطبيعية، حيث شهدت هذه السنة تساوى البصمة البيئية التي تعبر عن الطلب البشري على الطبيعة مع القدرة البيولوجية التي تعبر عن قدرة كوكب الأرض على إعادة توليد الموارد الطبيعية، وهو ما يفسره الكثير من الخبراء الاقتصاديين أن الطلب الاستهلاكي للإنسانية على الموارد في هذه الوضعية يشبعه كوكب أرض واحد فقط.

المرحلة الثالثة 1971-2018: تعبر عن فترة بدء عجز الموارد الطبيعية العالمية عن مقابلة استخدامات هذه الموارد، أي بعبارة أخرى البصمة البيئية تفوق القدرة البيولوجية، كما لوحظ زيادة متراكمة في هذا العجز بمرور السنوات. ويرجع ذلك إلى زيادة عدد السكان من جهة وإلى الاستهلاك المفرط لهذه الموارد الطبيعية من جهة أخرى، وهي وضعية غير صحية وتعتبر سلبية بالنسبة للبيئة لأن في هذه الحالة نشهد تراجع في الجودة البيئية مع زيادة الاستنزاف في الموارد الطبيعية. أي أن الإنسان في هذه الحالة يكون طلبه حيال استهلاكه للموارد الطبيعية يفوق المقدرة البيئة على توليد وخلق هذه الموارد وبالتالي تتناقص شيئا فشيئا، حيث توصل الباحثون إلى أنه لاشباع طلب الإنسان على الموارد تلزمة كرة أرضية بأكملها بالإضافة إلى ثلاثة أرباع كرة أرضية أخرى.

3.2- القدرة الحيوية

من أبرز المفاهيم التي طورها الفكر الاقتصادي الأوروبي المستدام مؤخرا، مفهوم المساحة البيئية والذي يرتبط إلى حد ما مع مفهوم البصمة البيئية، إلا أنه يستخدم في تحديد الحصة العادلة لكل دولة في العالم من الموارد الطبيعية ومدى تجاوزها لهذه الحصة، ويقوم بتحليل معيار العدالة البيئية في ذلك، وهذا ما أدى أيضا إلى تطور مفهوم الديون البيئية.

1.3.2- القدرة الحيوية لمجموعة العشرين الاقتصادية (G20)

مجموعة العشرين الاقتصادية هو منتدى دولي للحكومات يضم أفضل عشرين دول اقتصادية في العالم. وتمثل هذه الدول أكثر دول العالم من حيث الأهمية والاستراتيجية في العالم. أنشأ عام 1999 نتيجة الأزمات الاقتصادية العالمية التي ظهرت في التسعينات من القرن العشرين.

تتكون مجموعة العشرين من (20) دولة هي الدول الأعضاء في مجموعة الثماني الكبرى التي تضم أكبر الدول الصناعية (ألمانيا، كندا، الولايات المتحدة، فرنسا، إيطاليا، روسيا، اليابان والمملكة المتحدة) إضافة إلى (11) دولة ناشئة (جنوب أفريقيا، السعودية، الأرجنتين، أستراليا، البرازيل، الصين، كوريا الجنوبية، الهند، أندونسيا، المكسيك، تركيا، ويحتل الاتحاد الأوروبي الموقع العشرين). وتعتبر مجموعة العشرين أكثر تمثيلا من مجموعة الدول الثمانية الكبرى سواء من ناحية التوزيع الجغرافي (الأعضاء تم إختيارهم من جميع القارات) أو

من حيث عدد السكان يمثل ثلثي سكان العالم أو الناتج القومي الإجمالي العالمي (حوالي 90%)، بالإضافة إلى استحواذه على ثلثي التجارة في العالم.

ويتم اتخاذ القرارات أو التوصيات عن طريق الإجماع حيث لا توجد أصوات أو قرارات رسمية تتخذ بناءا على حصص تصويت ثابتة أو معايير اقتصادية فلكل عضو في مجموعه الـ 20 صوت واحد.

ومن منطلق الثقل الاقتصادي الهائل الذي تتمتع به دول العشرين عالميا باعتبارها تستحوذ على 90% من الناتج الإجمالي العالمي، إرتأينا تتبع القدرة البيولوجية للأعضاء المكونة له، والجدول الموالي يوضح القدرة البيولوجية لدول مجموعة العشرين:

الجدول (03): القدرة الحيوية لمجموعة العشرين الاقتصادية (G20) لسنة 2018

الدول	البصمة البيئية	القدرة البيولوجية	القدرة الحيوية احتياطي (+) / عجز (−)
الولايات المتحدة الأمريكية	8.1	3.4	−4.7
اليابان	2.8	1.6	−1.2
ألمانيا	4.7	1.5	−3.2
كندا	8.1	14.7	6.6
أستراليا	7.1	11.6	4.5
تركيا	3.3	1.3	−2
المملكة المتحدة	4.2	1	−3.2
فرنسا	4.4	2.4	−2
إيطاليا	4.3	0.8	−3.5
الصين	3.8	0.9	−2.9
الهند	1.2	0.4	−0.8
روسيا	5.3	6.7	1.4
السعودية	5	0.4	−4.6
إندونيسيا	1.7	1.2	−0.5
كوريا الجنوبية	6.3	0.6	−5.7
جنوب إفريقيا	3.8	1	−2.8
المكسيك	2.4	1.2	−1.2
البرازيل	2.6	8.6	6
الأجنتين	3.3	6.2	2.9

Source : Footprint Network**(2018)**,**Global Footprint NetworK**, available at: //data.footprintnetwork.org/?_ga=2.17106874.2062746217. 1681127055-1660575816.1663039582#.

من استقراء الجدول السابق، يمكن التمييز بين مجموعتين مهمتين من التكتلات الدولية من حيث حجم القدرة الحيوية هما:

- القدرة الحيوية لمجموعة السبع الصناعية (G7)

مجموعة السبع هي منظمة تتكون من أكبر سبع دول صناعية واقتصادية في العام (الولايات المتحدة الأمريكية، فرنسا، المملكة المتحدة، ألمانيا، اليابان، إيطاليا وكندا). حيث أنشأت عام 1975 من مجموعة الست دول بإضافة كندا إليها فأصبحت مجموعة السبع، وتجتمع الدول سنويا في مكان يتم تحديده واستضافته من قبل الدول السبع. حيث لا يوجد هيكل تنظيمي للمجموعة، فيتم الاتفاق فيما بينها على المواضيع التي يتم بحثها في لقاء المجموعة.

أما عن أهم الموضوعات التي يتم بحثها في المجموعة تتعلق بالجوانب السياسية، الاقتصادية والأمنية، ويصدر بيان ختامي في نهاية اجتماعات المجموعة يتم توضيح ما تم التوصل إليه. يظهر اهتمامات المجموعة في قضايا المناخ والبيئة والأمراض العالية. وبانتهاء الحرب الباردة وتفكك الاتحاد السوفياتي في سنة 1991 شرعت روسيا تحضر اجتماعات المجموعة التي صارت تعرف بمجموعة السبع زائد واحد. بمبادرة من الرئيس الأمريكي بيل كلينتون انضمت روسيا بشكل رسمي إلى المجموعة في عام 1997 لتتحول إلى مجموعة الثمانية. في عام 2008 بدأت مجموعة الثمانية في عقد قمة سنوية أو نصف سنوية لرؤساء الدول الأعضاء، بما في ذلك رئيس المجلس الأوروبي ممثلا للاتحاد الأوربي. في عام 2014 تسببت روسيا بأزمة دولية عندما احتلت وضمت جزر القرم الأوكرانية، مما أدى إلى تعليق عضويتها مؤقتا في عالم 2014.

كانت مجموعة الثماني خلال الثلاثين عاما الماضية المحفل الأساسي لتوجيه وإعطاء الزخم على الصعيد الدولي في عدد من المجالات ومنها: الاقتصاد الذي حظي باهتمام المجموعة منذ بداية عهدها، وأيضا التنمية، السلام، الأمن، البيئة وتغير المناخ.

من ناحية أخرى، البيئة والتغيرات المناخية يحظى بمكانة بارزة ضمن اهتماماتها، حيث تسعى دول المجموعة – وهي من أكبر القوى الصناعية في العالم– لتكريس وتنفيذ بنود الاتفاقيات الموقعة بشأن خفض غاز ثاني أوكسيد الكربون لمواجهة ظاهرة الاحتباس الحراري التي تهدد ثبات مناخ الكوكب.

وكما كان متوقعا وحسب النتائج المحققة في الجدول السابق فإن ستة دول من أصل سبعة من مجموعة السبع الاقتصادية حققت عجز في القدرة الحيوية، فكندا هي الدولة الوحيدة التي حققت احتياطي موجب من القدرة الحيوية، وهذه النتائج المحققة خلال سنة 2018 تدل على أن مجموعة السبع هي المتسبب الأكبر في التلوث البيئي العالمي.

ولا تنفك الانتقادات تتوالى على المجموعة من قبل أطراف عدة تتهمها بالتركيز على حماية مصالحها الاقتصادية والسياسية على حساب مصالح البلدان السائرة في طريق النمو، والشعوب التي تعاني الفقر وغياب

الديمقراطية. حيث تتعرض المجموعة سنويا لاحتجاجات وانتقادات من قل مناهضي العولمة والرأسمالية، على اعتبار أنها تمثل دول الشمال المسؤولة عن المشاكل السياسية والاقتصادية والبيئية التي تواجه دول العالم الثالث.

- القدرة الحيوية لمجموعة بريكس (BRICS)

تم إنشاء المجموعة عام 2006 من خلال اجتماعات الجمعية العامة للأمم المتحدة تضمنت عدة دول (الصين، البرازيل،الهند وروسيا) ومن ثم انضمام جنوب إفريقيا عام 2010. واسم بريكس هو اختصار للدول الخمس المكونة للتكتل. وهدفت إلى تأسيس نظام عالمي متوازن وتعزيز التعاون والتنسيق الاقتصادي بين الدول الأعضاء. والعمل على إصلاح النظام الاقتصادي العالمي المتمثل بالمؤسسات الاقتصادية العالمية.

تعتبر دول البريكس من دول مجموعة العشرين التي تحقق نموا اقتصاديا، وتشكل ما نسبته 22% من الناتج العالمي، إضافة إلى 45% نسبة سكان العالم، مساحتها الجغرافية 25% من مساحة العالم، وتمتلك من نسبة الاحتياطي العالمي 4 تريليون دولار، وقد بلغ الناتج المحلي الإجمالي لدول مجموعة البريكس 16 تريلون دولار عام 2016. ما يؤكد على أهمية وقوة تأثير المجموعة في الاقتصاد العالمي. تحتل دول البريكس مراتب متقدمة في الاقتصاد العالمي (الصين الثانية عالميا، الهند الرابعة عاليا، روسيا السادسة عاليا، البرازيل التاسعة عاليا وجنوب إفريقيا الخامسة والعشرين عالميا). يبلغ إنتاج الطاقة والموارد الأولية لدول البريكس 40% من الحجم العالمي.

الجدير بالذكر أن، دول لبريكس لديها احتياطي موجب من القدرة الحيوية على عكس مجموعة الدول الصناعية السبع، هذا ما يجعل منها عنصرا فاعلا في تحسين جودة البيئة مستقبلا، والذي من المتوقع أن يشجع دولا أخرى للانضمام لهذا التكتل باعتباره يركز على التوجهات البيئية من جهة، ومن أجل كسر هيمنة الغرب على المشهد العالمي وخلق نوع من التوازنات بين الشرق والغرب وعالم متعدد الأقطاب من جهة ثانية.

2.3.2- القدرة الحيوية لبعض الدول النامية

رغبة منا لمعرفة القدرة البيولوجية لمجموعة من الدول النامية قمنا بتتبع النتائج المحقق لها خلال سنة 2018، والجدول الموالي يوضح القدرة البيولوجية لكل دولة على حدا:

الجدول (04): القدرة الحيوية لمجموعة من الدول النامية لسنة 2018

الدول	البصمة البيئية	القدرة البيولوجية	القدرة الحيوية احتياطي (+) / عجز (-)
موريتانيا	2.5	3.9	1.4
مالي	1.6	1.9	0.3
تشاد	1.7	1.7	0
ليبريا	1.2	3	1.8
غينيا	1.8	2.1	0.3
غينيا بيساو	1.5	2.7	1.2
جنوب السودان	1.6	1.7	0.1
جمهورية الكونغو الديمقراطية	0.8	2.2	1.4
الكونغو	1	8.8	7.8
الغابون	2	18.9	16.9
كينيا	1.8	2.1	0.3
أغولا	0.9	1.8	0.8
إيريتيريا	0.8	2.3	1.5
مدغشقر	1	2.2	1.2
جمهورية إفريقيا الوسطى	1.2	7.5	6.3
بوتسوانا	2.4	3.3	0.9
نيكاراغوا	1.4	2.2	0.8
هاندوراس	1.6	1.7	0.1
جمهورية سورينام	3.1	80.4	77.3
غيانا الفرنسية	1.9	92.1	90.2
جمهورية غيانا	3.4	72.7	69.3

Source : Footprint Network**(2018),Global Footprint NetworK,** available at: //data.footprintnetwork.org/?_ga=2.17106874.2062746217. 1681127055-1660575816.1663039582#.

لوحظ أن كل الدول النامية التي تم تناولها سجلت احتياطي موجب للقدرة الحيوية، والتي كانت نتيجة حتمية لتحقيقها قدرة بيولوجية تفوق بصمتها البيئية، وهذا ما يفسر وإلى أبعد الحدود أن مساهمتها في التلوث البيئي أقل بكثير إذا ما قورنت بإسهامات الدول الصناعية الكبرى فيه. هذا ما دفع الدول النامية لمطالبة الدول الأكثر تطورا بتحمل مسؤوليتها التاريخية إزاء ما تسببه من أضرار للبيئة التي تعود بالضرر وبشكل كبير على الدول الأكثر فقرا في العالم.

من أبرز المحاولات في هذا الصدد ما قام به الباحثون الألمان في معهد فوبرتال للبيئة والمناخ، في الدراسة الشهيرة "تخضير الشمال" والتي قدم فيها المعهد خلاصة لنتائج أبحاثه في كيفية انتقال المجتمعات الأوروبية إلى الاستدامة، وطور من خلال الدراسة مفهوم المساحة البيئية. وينطلق المفهوم من حقيقة أن السياسات البيئية في العالم قد ركزت في عملها على تقليل انبعاث الملوثات من الأنشطة الاقتصادية وحققت نجاحا ملحوظا خاصة

في أوروبا الغربية. تركز الدراسة الألمانية على دورة حياة السلعة الإنتاجية من كونها مادة خام ومن ثم مرورها بعمليات الإنتاج وأخيرا انبعاث المخلفات إلى البيئة. أما المساحة البيئية نفسها فتشير إلى المساحة من الأرض التي يمكن استغلالها بدون إحداث ضرر نهائي لا يمكن تصليحه في عناصرها الأساسية. تؤكد الدراسة أن الدول الصناعية قد تجاوزت بكثير المساحات البيئية المحددة لها طبيعيا بينما لا تزال الدول النامية غير قادرة على الوصول إلى استغلال المساحة البيئية التي تستحقها، هذا ما يؤكد عدم وجود عدالة بيئية في استثمار الموارد الطبيعية .

فقط اتضح جليا أن معظم الدول الصناعية تمتاز بالعجز البيئي، وهذا راجع بالأساس لتجاوزها حصتها البيئية. في حين أن الدول النامية تمتاز بفائض في القدرة البيولوجية وأنها غير قادرة على الوصول إلى مساحتها البيئية بعد، وهو ما يفسر إلى حد بعيد عدم العدالة البيئية بين الدول المتقدمة والنامية.

من جهة أخرى، ركزت العديد من الأبحاث على دراسة العلاقة بين المشكلات البيئية والأنشطة الاقتصادية والتنموية، **من المتسبب الأصلي في التلوث البيئي العالمي؟** على حد قول ***هالدور تويوز*** في كتابه "آفاق التحديات الكونية"، فإن: "العالم يواجه أربع قنابل موقوتة رتبها على النحو الآتي: الانفجار السكاني، نقص الموارد، التلوث البيئي ورؤوس الأموال. وقد ذكر أن التلوث البيئي من أخطر المشكلات في عالم تزايدت فيه النفايات كما ونوعا وتعددت مصادرها"[1]. بذلك زاد الاهتمام مؤخرا بالتلوث البيئي لمعرفة تأثيراته على تغير المناخ، علما أن للتلوث البيئي آثار متفاوتة بحسب المنتج وأنواع المواد الخام المستخدمة في عملية التصنيع والتكنولوجيا.

من جانب آخر، ترى الدول المتقدمة أن إهمال الجانب البيئي عند تنفيذ المخططات التنموية في الدول النامية النفطية، بالموازاة مع ضعف التأهيل البيئي، وواقع التنمية والسعي الحثيث لتحقيق النمو الاقتصادي كأولية قصوى قبل كل شيء حتى ولو كان ذلك على حساب الوضع البيئي ساهم بشكل رئيسي في تدهور الحالة البيئية العالمية، لذلك تعالت الأصوات المنادية للكف عن إيذاء البيئة ومكوناتها والعقلانية في استخدام مواردها. أما الدول النامية ترى أن التلوث البيئي يقع على عاتق الدول الصناعية الكبرى، من خلال طموحات الأخيرة الوصول إلى التنمية مهما صاحبها من تجاوزات بيئية.

3.3.2- القدرة الحيوية للدول المتقدمة

الرفاهية الاقتصادية التي كانت تبحث عن تحقيقها الدول الصناعية إبان الثورة الصناعية، قد بلغتها على حساب التهيئة البيئية آنذاك، حيث كان لهذا التقدم ثمنا باهظا على البيئة، كما أن الجهود الحثيثة المبذولة من أجل إحداث التنمية الاقتصادية وزيادة الإنتاج الوطني من خلال تشجيع الاستثمارات في كل القطاعات والمجالات مهما كانت انعكاساتها وإفرازاتها. فمحاولة القضاء على البطالة بالنسبة لها أولى من المحافظة على نظافة المحيط وزيادة الصادرات من أجل زيادة المداخيل مهما صاحبها من تجاوزات بيئية. فالتنمية الاقتصادية

[1] حفيفي صليحة (2015)، **تسيير النفايات الصلبة وعلاقة تدويرها بالتنمية المستدامة: دراسة حالة الجزائر**، أطروحة دكتوراه مقدمة لنيل شهادة الدكتوراه، العلوم الاقتصادية، كلية العلوم الاقتصادية التجارية وعلوم التسيير، جامعة الجزائر3، الجزائر، ص 11.

التي عرفتها البشرية منذ قيام الثورة الصناعية إلى يومنا هذا تعد سببا رئيسيا في تفاقم مشكلة استنزاف الموارد الطبيعية والتلوث البيئي .

لكن بالنظر إلى أرض الواقع فإن العجز البيئي الذي تحققه الدول الصناعية الكبرى مع فائض في القدرة البيولوجية التي تحققها الدول النامية، قد يعكس الرأي الخاص بعدم ملاءمة سياسات الدول الصناعية الكبرى للبيئة، إذ أن الانبعاثات والنفايات الناتجة عن المصانع الكبرى للدول الأكثر تقدما أكثر وطأة وخطرا من نظيرتها من الدول الأخرى الأقل تقدما، كما أنه ومن غير المعقول أن تكون النوعية البيئية أولوية قصوى بالنسبة للدول التي يكون فيها الناس بالكاد يعرفون مصدر وجبتهم التالية، فتخفيض معدل الفقر يسبق المحافظة على البيئة، بل وأبعد من ذلك حيث أن البرازيل صرحت عند استضافتها لقمة الأرض سنة 1992 « مرحبا بالتلوث إذا جاء من التقدم الصناعي !»، وعلى غرار الأخيرة فلسان حال الدول النامية يقول مرحبا بالتلوث إذا ما حسن الدخل الوطني وزاد من مستوى الرفاه الاقتصادي والاجتماعي في بلداننا، ثم لما يرتفع مستوى المعيشة يبدأ التفكير في إعطاء أهمية للبرامج البيئية وتحسينها هكذا كان الحال في أوروبا الغربية من قبل[1].

ولعله من الأحسن إيجاد توافق في وجهات النظر بين الدول المتقدمة والنامية وجعلهم يعملون جنبا إلى جنب من أجل الحفاظ على سلامة البيئة من التلوث البيئي، الذي يظل مسؤولية الكل. فلا يمكن للدول المتقدمة أن تتنصل من مسؤولياتها البيئية تحت أي ظرف كان، من جهة أخرى من الضروري أن تتحمل الدول النامية ولو بدرجة أقل بعض المسؤولية البيئية الملقاة على عاتقها من خلال محاولة مواكبة التطور التكنولوجي والعمل على تحسين أدائها البيئي من أجل ضمان حياة أكثر استدامة.

باعتبار أن الدول المتقدمة أكثر قدرة على مواجهة مشكلة التلوث البيئي سواءا تكنولوجيا أو ماديا، فإنه يمكن لهذه الأخيرة تقديم ودفع تعويضات للدول الأكثر تضررا من ظاهرة التغير المناخي، كإلتزام أخلاقي أمام المجتمع الدولي، لتستغلها الدول النامية في تحسين أدائها البيئي، كما أنه يمكن للشركات الأجنبية للدول المتقدمة والتي تحترم بشكل كبير الأبعاد البيئية الاستثمار في البلدان النامية وبالتالي ينتشر نوع من الوعي البيئي والتعاون المشترك بعيدا عن الأنانية وحب الذات فيما بين الدول[2].

3- العدالة البيئية

ظهرت العدالة البيئية كمحاكاة للعدالة الاجتماعية في تفسير البعد البيئي للقضايا الدولية، في ظل التوزيع غير العادل للمخاطر البيئية، ولا تقتصر فقط على التدهور البيئي على المستوى المحلي، ولكن تشمل آثار التغير المناخي على المستوى العالمي.

[1] الأمم المتحدة (1993)، **تقرير الأمم المتحدة المعني بالبيئة والتنمية**، نيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية، ص3.

[2] **المرجع نفسه**.

1.3- العدالة المناخية (Justice Climate)

انبثقت فكرة العدالة المناخية من أن المسؤولية التاريخية لحدوث التغير المناخي تقع على عاتق الدول المتقدمة، حيث تم استخدام المصطلح في المقام الأول لتأطير التناقض بين الدول الصناعية التي كانت تستخدم الوقود الأحفوري لعدة قرون، والمناطق الأكثر تضررا من ظاهرة الاحتباس الحراري في الدول النامية وخاصة في القارة الإفريقية، وأصبح المصطلح واسع النطاق منذ تعميمه خلال فترة التسعينيات من القرن العشرين، ليشمل التوزيع غير المتكافئ لتأثيرات التغير المناخي، وتطور مفهوم العدالة المناخية من مبادئ العدالة البيئية.

بعد إعصار كاترينا عام 2005 في الولايات المتحدة الأمريكية، بدأ العديد من الباحثين والمنظمات في مجال العدالة المناخية النظر في التغير المناخي والعدالة المناخية، بما في ذلك سياسات الحد من انبعاثات الكربون أو تطبيق ضريبة الكربون على الصناعات المعتمدة على الوقود الأحفوري، واعتماد الألواح الشمسية لتقليل الاستهلاك المفرط للوقود الأحفوري[1]. التعبير عن نهج المسؤولية التاريخية للدول المتقدمة، وضرورة تعويض الدول النامية وتحديدا الدول الإفريقية جراء هذه الانبعاثات الكربونية كأحد الحقوق الأساسية للعدالة المناخية وجزء من التعويض الكامل عن الضرر والاستجابة لهذا النهج بديون المناخ، والمسؤولية التاريخية في التخفيف من آثار التغير المناخي. يلاحظ أن العدالة المناخية هي مفهوم يعالج الأبعاد الأخلاقية للتغير المناخي، بدلا من كونها بيئية أو فيزيائية بحتة بطبيعتها، وتشير العدالة المناخية إلى مبادئ المساءلة، الديمقراطية، الاستدامة البيئية والعدالة الاجتماعية وقدرتها على تقديم حلول للتغير المناخي، التوزيع العادل للمنافع والأعباء الناشئة عن هذا التغير[2].

تحدث بعض التغيرات المناخية بشكل طبيعي واعتيادي، كجزء لا يتجزأ من عمل النظم المناخية لكوكب الارض، لكن منذ الثورة الصناعية في أوروبا، أصبحت أنشطة الإنسان تمثل السبب وراء ما يزيد عن 80% من مظاهر التغير المناخي، يرجع ذلك إلى التوسع في استخدام الوقود الأحفوري في الصناعات، وسائل النقل، إزالة الغابات لأغراض الزراعة والسكن وتطوير البنية التحتية. مع استمرار سياسات الدول الكبرى في تجاهل الأثر البيئي للتوسع الاقتصادي، ومع سعي الدول النامية للحاق بركب التصنيع والنمو الاقتصادي تعاظم أثر النشاط البشري على البيئة متسببا في ارتفاع وتيرة وحدة التغيرات المناخية حول العالم.

استجابة لهذه التغيرات المتسارعة، وضعت الأمم المتحدة أطر قانونية ومنها اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن التغير المناخي (UNFCCC)، كخطوة أولية للتصدي للتغير المناخي وبروتوكول كيوتو. بالإضافة إلى دعوة الدول الأعضاء للتوقيع على اتفاق باريس لمكافحة التغير المناخي والتكيف مع آثاره، بجانب عقد قمة للمناخ لتوحيد قادة العالم من الحكومات والقطاع الخاص ومنظمات المجتمع المدني لتعزيز الاستجابة للتغير

[1] Aki Kachi, Silke Mooldijk and Carsten Warnecke (2020), **Climate Neutrality Claims : How To Distinguish Between Climate Leadership And Greenwashing, (Berlin : New Climate Institute**, 2020), P.2.

[2] نسرين الصباحى (2023) ، **التغير المناخي وأثره على الصراعات في شرق إفريقيا**، العربي للنشر والتوزيع، القاهرة،مصر، ص ص23-24.

المناخي، والدعوة لتطبيق مبدأ "عدالة المناخ" أو العدالة المناخية من خلال إلزام الدول الأكثر إضرارا بالبيئة وتسببا في التغير المناخي بالالتزام بأكبر قدر من الأعباء المالية لمواجهة هذا الخطر.

تعد القارة الإفريقية من أكثر مناطق العالم تضررا من آثار التغير المناخي، على الرغم من كونها من أقل مناطق العالم إسهاما في التسبب في هذا التغير، حيث تساهم إفريقيا بنسبة 3,3% فقط من إجمالي الانبعاثات العالمية للكربون، وتتأثر بشكل غير متناسب بآثار التغير المناخي[1]. فالتغير المناخي حقيقة فعلية في إفريقيا، ففي السنوات الأخيرة شهدت القارة الإفريقية العديد من المتغيرات المناخية ذات الآثار الكارثية كموجات الجفاف الطويلة، التصحر، الفيضانات والأعاصير، وهي التغيرات التي أصبح التكيف مع آثارها البيئية فقط بالغ الصعوبة والتكلفة، فضلا عما تحمله من آثار سلبية متعددة على مختلف المجالات.

في شرق إفريقيا، ساهمت التغيرات المناخية في تأجيج العديد من الصراعات القائمة، حيث ساهمت موجات الجفاف الممتد في الإضرار بالاقتصاد الصومالي الهش منذ سقوط الدولة في مطلع التسعينيات من القرن العشرين. الأمر الذي وفر بيئة مثالية لاعتماد أعداد كبيرة من الأفراد على حمل السلاح وانضمام البعض الآخر للجماعات المسلحة مثل حركة الشباب. كذلك ساهم التصحر في تفجر الصراع في دارفور والذي يرجع جزء منه إلى التنافس بين الجماعات الرعوية والزراعية على الأراضي القابلة للاستغلال الاقتصادي. كما كانت التغيرات المناخية من بين مسببات الصراعات في كل من إثيوبيا وكينيا والتي تسببت في موجة كبيرة من النزوح واللجوء الناجمة عن النمط غير المنتظم لهطول الأمطار والجفاف.

في ظل تنامي الوعي بأهمية دمج البعد البيئي في فهم الأسباب الجذرية للصراعات، ومحاولة تسويتها بصورة مستدامة، أصبحت قضايا معالجة آثار التغير المناخي تحظى بقدر أكبر من الاهتمام من جانب مبادرات التسوية التي تطرح على المستويات الوطنية الإقليمية وحتى الدولية[2]. وأيضا كمحاولة لمواكبة التوجه الدولي فيما يتعلق بقضايا "العدالة المناخية"، في ظل تعرض القارة الإفريقية لظلم مضاعف من التبعات السلبية لظاهرة التغير المناخي ومساهمته في تأجيج الصراعات الداخلية، مع نسبة مشاركتها الضئيلة في هذا التغيير، وضرورة تقديم الدول المتقدمة تعويضا عن هذا الضرر، خاصة مع وجود خلل في العلاقات بين دول الشمال العالمي والجنوب العالمي South Global and North Global[3].

فالدول الكبرى اعتمدت استراتيجيات محورية من أجل التنمية الاقتصادية، لتستطيع تطوير تنافسيتها الاقتصادية بقصد ضمان أمنها الوطني الضيق؛ لكنها مضطرة إلى التفاوض الكوني وتأخذ في الحسبان تعقيد وتشابك المشكلات البيئية الكبرى، مثل الاحتباس الحراري والتنازع على الموارد الطبيعية من جهة، وحتمية اقتسام الأعباء، المخاطر والمسؤوليات واغتنام الفرص والإنصاف بين جميع الفاعلين وما بين الأجيال الحالية والمقبلة من جهة ثانية.

---

[1] محمد إبراهيم (2022)، **الطريق إلى الدورة السابعة والعشرين لمؤتمر الأطراف استعراض حالة أفريقيا في المناقشة العالمية بشأن المناخ**، تقرير المنتدى، ص2.

[2] نسرين الصباحي، **مرجع سبق ذكره**، ص5-6.

[3] **المرجع السابق**، ص8.

في ما يخص تشابك هذه القضايا وتعقيدها وعلاقتها الوثيقة بالسلم والأمن الدوليين، أكد قرار الجمعية العامة 240 الرقم 186 / 42 لعام 1967، بأن المشكلات البيئية مرتبطة أشد الارتباط بتطور السلم ونزع السلاح[1]. وأن القانون الدولي البيئي عامل للسلم والإنصاف والعدل، لأنه يلزم الدول على العمل الجماعي (حماية حقوق التضامن والاهتمام بالأجيال المقبلة)، ويؤكد القرار أيضا أهمية حق الأفراد في العيش في بيئة صحية وسليمة.

إن السياسات العمومية للأمن الإنساني لن تكون ذات فاعلية إذا أهملت أولا العلاقات الجدلية بين التنمية الاقتصادية واقتسام فاتورة العبء البيئي (العدالة التوزيعية)؛ وثانيا الترابط والتفاعل البيئيين بين أشخاص القانون الدولي (مسؤولية الجميع)؛ وثالثا إهمال قضايا التنمية المستدامة العادلة بتعبير أغيران وإيفشي، أي الترابط بين العدالة والإنصاف والبيئة معا، ورابعا أولوية حاجات الأفراد على قضايا الأمن الأخرى.

2.3- العدالة البيئية والأمن الإنساني

يرتكز محور العدالة البيئية والأمن الإنساني على مفهومين أساسيين: الأول الأمن الإنساني باعتباره مفهوما شاملا يتضمن قضايا متعددة تخص الشعوب والطبيعة وليس الدول فحسب (الأمن الاقتصادي والبيئي ...)؛ والثاني هو العدالة البيئية بوصفها جزءا ومحددا أساسيا للأمن الإنساني الشامل.

فالعدالة البيئية تعنى باتخاذ الإجراءات القانونية لتفادي نشوء بؤر التلوث البيئي في المناطق الفقيرة في المجتمع، حيث تكون المؤسسة البيئية مسؤولة عن ضمان :

– محاربة التلوث والحيلولة دون نشوئه، أي منع تركز النشاط الملوث لمناطق سكن الطبقات الفقيرة.

– اعتماد مفهوم الأثر المضاعف للتلوث، أساسا قانونيا وبيئيا لقياس الأثر البيئي للمشروعات المزمع إقامتها في هذه المناطق.

يلاحظ أن هذا التعريف يركز على قضايا التلوث، بينها ترتبط العدالة البيئية بمجالات تفصيلية عدة، مثل العدالة المناخية، العدالة المائية والأمن الإنساني ككل ...، فالتلوث جزء من هذا الكل. وحسب روبين إيكيرسلي العدالة البيئية تركز أولا على التوزيع العادل لمنافع التعاون الاجتماعي ومخاطره، وثانيا على إنقاص هذه المخاطر في علاقتها بأخلاق الجماعة .

تستند العدالة البيئية إلى توزيع المخاطر والمنافع البيئية عبر الشعوب، بمعنى: أولا ولوج الموارد الطبيعية ذات الخصوصية واسعة في بقع جغرافية معينة، وثانيا التأثيرات الخصوصية للسياسات الاجتماعية والنفايات البيئية في السكان عموما يبقى الإنسان محور التحليل، و لاسيما في ما يتعلق بتأثير المخاطر البيئية على الصحة البشرية والرفاهية الاجتاعية، وتأثر هذه القضايا ذاتها بالأنماط الإنتاجية والاستهلاكية معا.

خلاصة القول، أن العدالة البيئية تشكل بعدا جديدا للعدالة الاجتماعية، هدفها الأساسي مجابهة الأضرار البيئية جماعيا والاستفادة من الموارد الطبيعية الموجودة وتعزيز التعاون المنفعي لتفادي التنازع في شأنها، كما تشكل العدالة البيئية قضية حاسمة بين الجيل الحالي، وما بين الأجيال. والإشكالية الرئيسية للموضوع تتمحور

[1] ناديا لتيم سعيد (2016)، **دور المنظمات الدولية في حماية البيئة من التلوث بالنفايات الخطرة**، دار حامد للنشر والتوزيع، ط1، عمان، الأردن، ص 193.

في تساؤلين رئيسين؛ يرتبط الأول بحتمية تعزيز مبادئ العدالة البيئية وتفعيلها وأبعادها الإنسانية الشمولية في ظل تناقض مصالح الفاعلين الدوليين ومنافعهم، ويتحدد التساؤل الثاني في وجود عالم ممزق لا يؤمن إلا بالنماء الاقتصادي والتنافسية الشرسة وآليات السوق.

1.2.3- مقاربات لتحقيق الأمن البيئي

يبدو أن الترابط الإيكولوجي وتفاعلاته المختلفة موجودان بين الفاعلين كلهم في النظام الدولي، لكن ليس عدلا ولا إنصافا أن يتحمل جميع الأعضاء الفاتورة ذاتها وبالحدة نفسها. وتعتبر المسؤولية المشتركة ومبدأ أن المشكلات المناخية تمس الجميع، الأساس الموضوعي للعدالة البيئية وللعلاقات المترابطة والمتشابكة بين دول الشمال ودول الجنوب؛ ويجب أن نتساءل عن إمكانية تفادي الصدام المناخي في علاقات دول الشمال – الجنوب في حالة تطبيق مبدأ المسؤولية البيئية الدولية، المشركة لكن المتباينة، على الفاعلين كلهم؟[1].

انتقلت البشرية على مر العصور من الأمن الوطني (أمن الدولة) إلى الأمن الاجتماعي (الأمة) إلى الأمن الإنساني (أمن الأفراد) إلى الأمن البيئي (النظام الإيكولوجي). وانسجاما مع تطور مفهوم الأمن، توجهت الحركة البيئية في الآونة الأخيرة في الولايات المتحدة الأميركية نحو الاهتمام بقضايا الاحتباس الحراري؛ ففي عام 2001 انتقدت الحركة البيئية قرار الحكومة الأميركية المتعلق بالابتعاد عن برتوكول كيوتو، وقالت إن هذا القرار يدرج ضمن الفصل العنصري البيئي، حيث يؤدي إلى اندثار بيئي ويضر بسكان الشمال والجنوب، وبالشعوب الأصلية على حد سواء. وفي عام 2002 تحالفت حركات بيئية عدة، سميت تحالف العدالة البيئية ومبادرة التغير المناخي، للضغط عل الحكومة الأميركية لاتخاذ قرار حاسم في مجال الاحتباس الحراري.

2.2.3- المقاربة الليبرالية

تؤمن المقاربة الليبرالية فيما يتعلق بتحقيق الأمن البيئي بالمبادئ التالية [2] :

– المسؤولية المشتركة للدول، أي أن الدول كلها الصغيرة منها والكبيرة، مسؤولة عن تدهور البيئة والاحتباس الحراري، فالعبرة بالنتائج لا بالأسباب أو الفاعلين.

– الاعتماد المتبادل البيئي، فالسياسات الدولية والداخلية متشابكة، كما أن ثقل التدفقات العابرة للحدود تفرض تحرير الاقتصادات الوطنية.

– مبادلة الديون بالاستثمار في الطبيعة، أي استثمار جزء من الديون في مجالات بيئية للتخفيف من عبئها من جهة، والمساهمة في تعزيز الاستثمار الأخضر من جهة أخرى.

– توفر العولمة فرصة للحاق بالركب الصناعي، حيث تسمح بالتنافسية لجميع الفاعلين والمتنافسين. ولا تمثل العولمة في حد ذاتها أي تهديد للدول أو للقيم الإنسانية. واقتصاد السوق هو الحل لمعالجة القضايا البيئية الشائكة، وتعزيز التعاون الدولي البيئي.

---

[1] الحسين شكراني (2018)، **حقوق الأجيال المقبلة بالإشارة إلى الأوضاع العربية**، المركز العربي للأبحاث ودراسة السياسات،ط 1، قطر ،ص18.

[2] **المرجع السابق**، ص25.

3.2.3- المقاربة التنموية

تؤمن المقاربة التنموية التي تتمسك بها الدول النامية بما يلي [1]:

– المسؤولية المشتركة، لكن المتباينة؛ إذ تتحمل دول الجنوب مسؤوليتها في الاحتباس الحراري، إلا أن مسؤوليتها محدودة جدا مقارنة مع دول الشمال، وما يؤيد هذا الموقف مقتضيات إعلان ريو دي جانيرو (1992) وبروتوكول كيوتو (1997).

– المسؤولية التاريخية للدول الغربية؛ إذ تمكنت الدول الغربية من إحراز تقدم علمي صناعي وتقني هائل بفعل تراكم الغازات الدفيئة وإقراض دول الجنوب بفوائد وشروط قاسية، لذلك من حق دول وشعوب الجنوب الاستفادة من الإمكانات نفسها لتطوير اقتصاداتها وتأهيلها.

– أهمية الاستفادة من استثمارات التكنولوجيا النظيفة، وتمويل البرامج البيئية، فعلى الدول والشعوب أن تتعاون من أجل الاستفادة المشتركة وتقليص «الفجوة البيئية» بين الدول الغنية والدول الفقيرة؛ إذ نص إعلان ريو دي جانيرو على أهمية تبادل المعارف العلمية والتقنية في هذا المجال لتجاوز هذه الفجوة.

– الحق في التنمية الذاتية، فالسيادة الدائمة على الثروات الوطنية تشكل ركنا أساسيا لحق تقرير المصير، حيث أصدرت الجمعية العامة قرارها رقم 133/ 41 الذي أعلنت فيه أن الحق في التنمية يتطلب جهدا دوليا ووطنيا للقضاء على الحرمان الاقتصادي والجوع والمرض في أنحاء العالم.

– في قرار الجمعية العامة رقم 128/ 41 لعام 1986 شدد على : أولا، أن الحق في التنمية حق من حقوق الإنسان غير قابل للتصرف؛ وثانيا، ممارسة السيادة التامة على الثروات والموارد الطبيعية الوطنية.

كما أن الجمعية العامة للأمم المتحدة ركزت في القرار رقم 35/8 على المسؤولية التاريخية للدول في حفظ الطبيعة وصيانتها للأجيال الحاضرة والمستقبلية، وإيلاء أهمية بالغة لإنجاح التعاون الدولي المنظم[2].

عند النظر في مسألة الملوثات، من المهم التمييز بين الانبعاثات المتعلقة بالبقاء على قيد الحياة لأشد الناس فقرا، على سبيل المثال، استخدامهم مواقد الطهي الملوثة التي تسبب ضررا كبيرا للصحة، والانبعاثات الفاخرة التي تنتجها الفئة الغنية والقوية للحفاظ على أساليب حياتهم الاستهلاكية. ومن المهم أيضا الاعتراف بأن النظم الحالية لإدارة المياه والنفايات الكثيفة من حيث رأس المال تخلق انقساما بين الأغنياء والفقراء. ويجب إعادة صياغة الخطاب الحالي الذي يناقش البيئة والتنمية بحيث يبنى على أساس أن التنمية المستدامة يجب أن تكون منصفة. بعبارة أخرى، يجب أن يكون النمو متاحا للجميع وشاملا[3].

---

[1] **المرجع السابق**، ص 26-27.

[2] **المرجع نفسه.**

[3] التقرير العالمي للعلوم الاجتماعية (2016) ، منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة،**تحدي حالات عدم المساواة: مسارات من أجل تحقيق عالم يسوده العدل**، ص137.

خلاصة الفصل الأول:

النظام البيئي نظام حيوي يشمل جميع الكائنات الحية والعوامل اللاحيوية المتفاعلة في بيئة معينة، والتي تتكامل معا لتشكل نظاما متوازنا. يتفاعل كل جزء من النظام البيئي مع أجزاء أخرى في سلسلة من العلاقات المعقدة، حيث يتم تبادل المواد الغذائية، الطاقة وموارد الخام بين الكائنات الحية والعوامل اللاحيوية.

يسلط الفصل الضوء على التفاعل المعقد بين البيئة والمنظورات الاقتصادية والتلوث. ويؤكد على كيفية نظر مختلف المدارس الاقتصادية إلى البيئة، بدءا من النظر إليها كمورد يجب إدارته بكفاءة إلى الدعوة إلى القيمة الجوهرية والحفاظ عليها. وينظر إلى التلوث البيئي باعتباره قضية بالغة الأهمية تتطلب التوازن بين النمو الاقتصادي والاستدامة البيئية، حيث يؤدي التلوث غير المنضبط إلى آثار خارجية سلبية وأضرار طويلة الأجل لكل من النظم البيئية الطبيعية ورفاهة الإنسان. ويؤكد الإطار المفاهيمي على الحاجة إلى سياسات متكاملة وجهود تعاونية يمكنها التخفيف من الآثار البيئية السلبية للتلوث مع تعزيز التنمية المستدامة.

بالإضافة إلى ما سبق، بينا دور البصمة البيئية في معرفة مقدار الموارد البيئية المتوفرة وكيفية إدارتها بشكل سليم، وذلك لتأمين ظروف حياة مستدامة لنا وللأجيال القادمة. ووضع سياسات ممنهجة للحفاظ عليها والموازنة

بين الطلب على الموارد ومقدرة البيئة على إمدادنا بها. فكل هذه الخطوات كفيلة بتحقيق حياة أفضل لنا وأقل أذى للمناخ البيئي.

كما وضحنا أهمية العدالة البيئية من حيث المساواة في المشاركة الإيجابية لجميع الأفراد في التنمية وتطبيق القوانين البيئية وتعزيزها، واللوائح والسياسات والتوزيع المنصف للمنافع البيئية وضرورة الحد من التلوث البيئي.

الفصل الثاني:

آليات التحول من الطاقات غير المتجددة إلى الطاقات المتجددة

تمهيد

يعتبر موضوع الطاقات المتجددة وغير المتجددة من المواضيع الهامة في المجال الطاقوي والبيئي، لما لها من دور في تدوير عجلة الاقتصاد من جهة وتلبية الاحتياجات المتزايدة من الإمدادات الطاقوية لاقتصاديات الدول من جهة ثانية.

فالتحول الطاقوي بعيدا عن استهلاك الوقود الأحفوري يلزم الاعتماد على أشكال الطاقة المتجددة الأنظف لتحقيق الأهداف المناخية. ومثل هذا التحول ممكن من خلال التحول السريع في استخدام الوقود الأحفوري التقليدي بتكنولوجيات وتقنيات منخفضة الكربون، وإزالة الكربون من قطاع الطاقة والحد من انبعاثاته. هذان الهدفان الرئيسيان يعتبران خريطة طريق التحول الطاقوي، التي وضعتها الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (IRENA)، والتي تدرس وتوفر مسار الانتقال، من الناحية الفنية والاقتصادية، لنشر التكنولوجيا منخفضة الكربون نحو مستقبل الطاقة النظيفة المستدامة.

من خلال ما سبق، سوف نركز في هذا الفصل على دراسة المباحث الآتية:

I – الإطار المفاهيمي للطاقة؛

II – مصادر الطاقات المتجددة وغير المتجددة؛

III– التوجات العالمية نحو التحول الطاقوي لتحقيق الاقتصاد الأخضر؛

IV– التداعيات الاقتصادية، الاجتماعية والبيئية للتحول الطاقوي؛

I – الإطار المفاهيمي للطاقة

تمثل الطاقة المحفز الأساسي للتقدم، الابتكار والنمو الاقتصادي. حيث يمتد تأثيرها إلى كل قطاع من قطاعات الاقتصاد، فهي تغذي التصنيع، تعزز الاستدامة الاقتصادية وتشكل نسيج المجتمعات لما لها من أهمية بالغة على الأوضاع الاقتصادية والاجتماعية للأفراد والمجتمعات.

1– ماهية الطاقة

يصعب إعطاء مفهوم دقيق للطاقة، ويرجع ذلك إلى تباين الرؤى فيما يتعلق بالطاقة، ومع هذا لا يمكن تجاهل تأثيرها على النظام العالمي بشكل عام. ومن هذا المنطلق، ينبغي أن نعمل على توحيد الفهم حول مفهوم الطاقة ودورها الحيوي في الرقاء بالدول، وتحديد السياسات والاستراتيجيات التي يمكن من خلالها تحقيق هذا الهدف بطريقة تتوافق ومصالح الدول ومتطلبات التنمية المستدامة.

1.1- تعريف الطاقة

كلمة الطاقة هى الترجمة الحرفية لكلمة Energy أو Énergie، وهي مشتقة من الكلمة اليونانية القديمة Energos أو Energeeia المركبة من مقطعين En وتعني: في أو داخل، و Ergos تعني النشاط، أي أنها أي شيء يولد نشاط وحركة[1].

ويمكن تعريف الطاقة بأنها:"قابلية إنجاز تأثير ملموس (شغل)"[2]. ويمكن أن تأخذ أشكالا متنوعة: طاقة حرارية، كيميائية، كهربائية، إشعاعية، نووية، طاقة كهرومغناطيسية وطاقة حركة. هذه الأنواع من الطاقة يمكن تصنيفها بأنها طاقة حركية أو طاقة كامنة، أو مزيجا من الطاقتين الكامنة والحركية[3].

تعرف الطاقة كذلك بأنها القدرة على القيام بالشغل أو بذل شغل. من جهة أخرى، تعبر الطاقة عن القدرة على القيام بشغل ضمن الاستخدام الاجتماعي، وتطلق كلمة طاقة كذلك على كل ما يندرج ضمن مصادر الطاقة، إنتاج الطاقة، واستهلاكها وأيضا حفظ موارد الطاقة[4]. وتعتبر الطاقة أحد المقومات الرئيسية للمجتمعات، وتحتاج إليها كافة قطاعات المجتمع في تسيير الحياة اليومية، إذ يتم استخدامها في تشغيل المصانع، تحريك وسائل النقل المختلفة، تشغيل الأدوات المنزلية وغير ذلك من الأغراض.

2.1- تطور مفهوم الطاقة

مر تطور مفهوم الطاقة عبر العديد من المراحل التاريخية كالآتي:

---

[1] عبد الرؤوف رهبان (2011)، **الأهمية النسبية النوعية لموارد الطاقة : دراسة في جغرافية الطاقة**، الصادرة عن مجلة جامعة دمشق المجلد27، العددان 1-2، ص367.

[2] نصري ذياب (2011)، **جغرافية الطاقة**، الجنادرية للنشر والتوزيع، ط1، الأردن، ص7.

[3] **المرجع نفسه**.

[4] Lehrman, Robert .L (1973), **Energy is not the ability to do work,** The Physics Teacher, vol 11,No 1,p15.

1.2.1 المرحلة الأولى: عصور ما قبل التاريخ

يعتبر الفيلسوف أرسطو (322-384 قبل الميلاد) هو الذي ألقى الضوء على مفهوم النار كأحد العناصر الأساسية للطبيعة، والتي شرحها في الأصل الفيلسوف اليوناني إيمبيدوكليس (430-490 قبل الميلاد)، حيث تنص هذه النظرية بأن كل المواد في الكون تكونت من أربعة عناصر أساسية هي الأرض، النار، الهواء والماء.

فاكتشاف النار من قبل البشر الأوائل أدت إلى سلسلة من الأحداث التحويلية. منحت النار للبشر قدرات وإمكانيات لا حدود لها، مما مكن من توسيع مساكنهم، البقاء على قيد الحياة في المناخات الباردة، وتطوير الأدوات والتقنيات البدائية التي دفعت بالتقدم البشري[1].

2.2.1. المرحلة الثانية: العصر القديم

في فجر الحضارة الإنسانية، تركزت الأشكال الأولى لاستخدام الطاقة حول تسخير قوة الحيوان، والتي كانت بمثابة حجر الزاوية الأساسي للتنمية المجتمعية. حيث تعتبر الطاقة الحيوانية أول طاقة استخدمها الإنسان في فجر الحضارة عندما استخدم الحيوانات الأليفة في أعماله ثم استغل قوة الرياح في تسيير قواربه لآفاق بعيدة. على سبيل المثال، اعتمد المصريون القدماء اعتمادا كبيرا على استخدام قوة العضلات البشرية والحيوانية لتلبية متطلبات الزراعة، النقل والبناء. كما شهدت حضارة اليونان القديمة وروما ظهور آلات بدائية مثل نواعير المياه وطواحين الهواء. تهدف هذه الأجهزة المبتكرة آن ذاك إلى تسخير قوة تدفق المياه والرياح، في المقام الأول لتحقيق مهام مثل طحن الحبوب وضخ المياه.

والجدير بالذكر أنه في الوقت نفسه تم استخدام الطاقة الكيميائية، التي تتجسد بشكل أساسي في الخشب، منذ العصور القديمة كمورد متعدد الاستخدامات لأغراض الطهي والحرارة.

3.2.1. المرحلة الثالثة: العصور الوسطى

مع انتقال المجتمعات إلى العصور الوسطى وعصر النهضة، زاد انتشار طواحين الهواء بشكل ملحوظ في جميع أنحاء أوروبا كمصادر حيوية للطاقة، خاصة لغرض طحن الحبوب وضخ المياه. كما قدمت هذه الأجهزة الميكانيكية مصادر طاقة محلية، مما زاد من إنتاجية وكفاءة المجتمعات المحلية[2].

كان لاختراع مقياس الحرارة من قبل جاليليو جاليلي في عام 1592 والتطورات اللاحقة بواسطة فهرنهايت في أوائل القرن الثامن عشر علامة بارزة في فهم درجة الحرارة والطاقة الحرارية. كما أدت هذه التطورات حول مفهوم الحرارة لتطوير أول محرك بخار حديث والذي دفع بالثورة الصناعية.

---

[1] يسري مصطفى (2023)، **مرجع سبق ذكره**، ص10.

[2] نصري ذياب (2011)، **مرجع سبق ذكره**، ص8.

4.2.1. المرحلة الرابعة: العصر الحديث

أحدثت الثورة الصناعية التي بدأت في أواخر القرن الثامن عشر، تحولات كبيرة في استخدام الطاقة على نطاق واسع. وسهل استخدام الفحم توافرا أكبر للطاقة، مما يجعله مناسبا لتشغيل المحركات البخارية. حيث أن الاعتماد على الفحم كمصدر للوقود لم يغير إنتاج الطاقة فحسب، بل كان له أيضا آثار اجتماعية واقتصادية وبيئية بعيدة المدى.

شهد القرن التاسع عشر كذلك مزيدا من التقدم في تقنيات الطاقة. حيث أنشأت مصانع الغاز لإنتاج وتوزيع الغاز لأغراض الإضاءة بدل مصابيح الزيت التقليدية. كما مهد اختراع المحرك الكهربائي في أواخر القرن التاسع عشر، إلى جانب تطوير أنظمة توليد وتوزيع الطاقة الكهربائية، الطريق لتبني الكهرباء على نطاق واسع، من حيث كهربة المدن، ظهور الإضاءة، الأجهزة الكهربائية، وكهربة النقل[1].

طوال القرن العشرين، كان هناك اعتماد كبير على الوقود الأحفوري بما في ذلك الفحم، النفط والغاز الطبيعي لإنتاج الطاقة. تعمل هذه الأنواع من الوقود على تشغيل العمليات الصناعية وأنظمة النقل وتوليد الكهرباء. بالإضافة إلى ذلك، قدم تطوير الطاقة النووية في منتصف القرن العشرين مصدرا جديدا للطاقة، باستخدام الانشطار النووي لتوليد الكهرباء. حيث أظهرت النظرية النسبية لألبرت أينشتاين أن المادة والطاقة قابلة للتبادل بشكل أساسي، مما أدى إلى المعادلة الشهيرة $E = mc^2$.

في العقود الأخيرة، كان هناك تركيز متزايد على مصادر الطاقة المتجددة. أدت المخاوف بشأن تغير المناخ والتأثير البيئي والطبيعة المحدودة للوقود الأحفوري إلى تطوير واعتماد تقنيات الطاقة المتجددة. اكتسبت من خلالها الطاقة الشمسية، توربينات الرياح، الطاقة المائية والطاقة الحرارية مكانة بارزة كبدائل مستدامة.

اليوم، يعتمد العالم على مزيج متنوع من مصادر الطاقة، بما في ذلك الوقود الأحفوري والطاقة النووية والطاقة المتجددة.

2- أهمية الثروة الطاقوية

لطالما اعتبر استهلاك الطاقة كمؤشر رئيسي للنشاط الاقتصادي، فمع توسع الاقتصادات تنمو احتياجاتها من الطاقة لدعم زيادة الإنتاج والاستهلاك والخدمات. غالبا ما تشهد البلدان النامية ارتفاعا في الطلب على الطاقة لأنها تسعى جاهدة لمحاكاة النجاحات الاقتصادية للدول الصناعية. تعتمد الصناعات كثيفة الاستخدام للطاقة مثل التصنيع والنقل والبناء على إمدادات طاقة متسقة ومعقولة التكلفة لتعمل بكفاءة. أدت هذه العلاقة

[1] نصري ذياب (2011)، **مرجع سبق ذكره**، ص8.

المتداخلة بين الطاقة والنمو الاقتصادي إلى صياغة فرضية النمو المدفوع بالطاقة، والتي تفترض أن الزيادات في استهلاك الطاقة يمكن أن تساهم بشكل مباشر في النمو الاقتصادي. ويمكننا أن نتلمس أهمية الثروة الطاقوية أكثر فأكثر من خلال عرض إسهاماتها في مختلف القطاعات الحيوية وأهم الوظائف المنوطة بها في تشكيل مسارات التنمية والديناميكيات العالمية في الدول.

1.2- الوظيفة الأمنية

يقدم أولي وايفر وجاب دي وايلد تعريفا شاملا للأمن، يوضح من خلاله مجموعة من التصورات المتعلقة بالأمن تشمل أبعاده الاقتصادية، السياسية، الغذائية، الصحية والبيئية. من خلال توسيع الفهم التقليدي للأمن، ليشمل التحليل ومعالجة التحديات الأمنية المعاصرة[1].

ولعل أهم ما كتب عن الأمن هو وجهة نظر روبرت مكنمارا وزير الدفاع الأمريكي الأسبق في كتابه "جوهر الأمن". حيث قال: "إن الأمن يعني التطور والتنمية، سواء منها الاقتصادية أو الاجتماعية أو السياسية في ظل حماية مضمونة". كما قال: "إن الأمن الحقيقي للدولة ينبع من معرفتها العميقة للمصادر التي تهدد مختلف قدراتها ومواجهتها، لإعطاء الفرصة لتنمية تلك القدرات تنمية حقيقية في كافة المجالات سواء في الحاضر أو المستقبل"[2].

ونظرا لأهمية الطاقة، تم اعتبار أن إنقطاع الإمداداتها الطاقوية يعتبر تهديدا وجوديا وأمرا يمس ويهدد الأمن القومي ككل وليس الطاقوي وفقط. فعلى سبيل المثال وفي آخر ثلاث استراتيجيات للأمن القومي الأمريكي لأعوام 2002-2006-2010 كان هناك تركيز على ضرورة تحقيق أمن الطاقة الأمريكي[3].

كما يمكن ربط مفهوم الأمني بالطاقة، حيث أنه في أوائل القرن العشرين، ولا سيما خلال الحرب العالمية الأولى. أين اتخذ آنذاك اللورد ونستون تشرشل Winston Churchill قرارا تاريخيا بتحويل تشغيل السفن الحربية البريطانية من الفحم إلى النفط، ليجعل تلك السفن أسرع وأكثر فاعلية من نظيرتها الألمانية، تعد هذه مناورة استراتيجية لاكتساب الأسطول البريطاني ميزة على نظيرهم الألماني. وقد أكد تشرشل أن أمن الطاقة يكمن في التنوع. ومنذ ذلك الوقت حتى الآن لا يزال التنوع هو المبدأ الحاكم في قضية أمن الطاقة وهو جوهرها[4].

---

[1] فاطمة أحمدي، عبد الكريم كيبش (2019)، **الأمن الطاقوي مقاربة معرفية**، المجلة الجزائرية للأمن والتنمية، المجلد 8، العدد14، الجزائر، ص56.

[2] مظلوم محمد جمال (2012)، **الأمن غير تقليدي**، جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية مركز الدراسات والبحوث، ط1، الرياض، السعودية، ص21.

[3] عمرو عبد العاطي (2014)، **أمن الطاقة في السياسة الخارجية الأمريكية**، المركز العربي للأبحاث ودراسة السياسات،ط1، بيروت، لبنان، ص127.

[4] Yergin Dqniel (2006), **"Ensuring energy security"**, Issued by Foreign affairs, volume 85, no 2, P.P 69-82.

بناء على ما سبق، يمكن القول أنه على الحكومات أن تستجيب للتحديات الأمنية الجديدة والتي تتعدى النواحي العسكرية التقليدية لتشمل الأبعاد السياسية، الاقتصادية، الإجتماعية والبيئية. كالكوارث الطبيعية، تغيرات المناخ، إنقطاع إمدادات الطاقة...

2.2. الوظيفة الطاقوية

مر مفهوم أمن الطاقة بتطور ديناميكي بمرور الوقت، شكلته الأحداث التاريخية والديناميكيات الجيوسياسية. يعود جذوره في البداية إلى فكرة السيادة الوطنية على الموارد الطبيعية، وكانت تتعلق في المقام الأول بالدول التي تحقق الاستقلال السياسي وتؤكد سيطرتها على أصول الطاقة لديها. كما أدت أزمات الطاقة الكبيرة إلى التحول في التركيز نحو بعد جديد يتعلق بأمن العرض والطلب. واكتسب هذا التحول تأييدا لا سيما خلال الحظر النفطي لعام 1973 الذي فرضته الدول العربية المنتجة للنفط على الدول الصناعية الغربية. وأعقب ذلك تطورات أخرى في المفهوم، مما أدى إلى توسعها ليشمل جانب أمن منشآت الطاقة. وصولا إلى مفهوم أمن الإمدادات الطاقوية المتعلق بالعوامل الطبيعية، خاصة بعد إعصاري "كاترينا" و"ريتا" في الولايات المتحدة الأمريكية في أوت–سبتمبر 2005 الذي أبرز الحاجة إلى النظر في أمن إمدادات الطاقة، وتعرض البنية التحتية للطاقة للاضطرابات الطبيعية[1]. ويظل مفهوم أمن الطاقة خاضعا لتفسيرات وتصورات متنوعة بين البلدان بناء على أدوارها في سوق الطاقة كمنتجين، مستهلكين، مصدرين أو مستوردين. وقد ساهمت وجهات النظر المتباينة هذه في الطبيعة الديناميكية للمفهوم والتأكيد على طابعه متعدد الأوجه.

ويمكن ربط مفهوم أمن الطاقة بالدول المصدرة للطاقة، من حيث حتمية أمن الطلب. فينظر إلى المكاسب الاقتصادية وتحقيق الفوائض المالية على أنها متطلبات أساسية لا غنى عنها للأمن الاقتصادي العام لهذه الدول، وبالتالي أمن الطاقة لديها. كما يستلزم هذا المفهوم كذلك ضمان إنتاج ثابت لموارد الطاقة مع الحفاظ في نفس الوقت على الطلب المستمر والتنافسي بأسعار مرتفعة تغطي بشكل فعال تكاليف الاستثمار وتولد عوائد مالية كبيرة.

يتطلب أمن الطاقة أيضا اكتشاف مصادر طاقة جديدة لضمان الاستدامة على المدى الطويل، والاستفادة من التكنولوجيا المتقدمة لزيادة كفاءة الإنتاج، تقليل تكاليف الاستكشاف والإنتاج[2]. إلى جانب ظروف اقتصادية

[1] محفوظ رسول (2017)، **الأمن الطاقوي الروسي بين الفرص والقيود**، مجلة الحكمة للدراسات الاقتصادية، المجلد5، العدد9، الجزائر، ص107.

[2] عبد القادر دندن (2014)، **الاستراتيجية الصينية لأمن الطاقة وتأثيرها على الاستقرار في محيطها الإقليمي: آسيا الوسطى– جنوب آسيا – شرق وجنوب شرق آسيا**، أطروحة دكتوراه مقدمة لنيل شهادة الدكتوراه، كلية العلوم الاقتصادية التجارية وعلوم التسيير، جامعة الحاج لخضر، باتنة، ص ص 52-53.

وسياسية عالمية مواتية تدعم حاجة العالم إلى هذه الموارد. ويظل جذب السيولة المالية والاستثمارات الأجنبية عاملا أساسيا في دعم مساعي التنقيب والتطوير لتعزيز قدرات إنتاج الطاقة.

بينما ينظر إلى مفهوم أمن الطاقة عند الدول المستوردة لمصادر الطاقة على أنه أمن الإمدادات الطاقوية؛ بمعنى ضمان إمدادات طاقة كافية، من موردين موثوق بهم، مع ضمان الوصول الآمن لهذه الإمدادات دون خطر إعاقتها، وبأسعار معقولة. من أجل الحفاظ على الأداء الاقتصادي ومعدلات النمو وبتكلفة اجتماعية أقل[1]. وتسعى الدول المستهلكة إلى تنويع مورديها تحسبا لمواجهة المخاطر المستقبلية غير المتوقعة في السوق الطاقوي الذي يتميز بتقلبات واضطرابات في كثير من الأحيان. تتبنى هذه الدول سياسات تخفيض الطلب على الطاقة لجعل المعروض منها أكبر من الطلب، كما أنها تعمل في سبيل الحفاظ على أمنها الطاقوي على تنويع مصادر الطاقة بإحلال الطاقات المتجددة والبديلة.

وهكذا يصبح السعر المنخفض والمرتفع أحد أهم تحديات ضمان أمن الطاقة بين الدول المصدرة والمستوردة لمصادر الطاقة، ذلك إن فكرة السعر الملائم أو المناسب هي فكرة غامضة، فالسعر الملائم لدولة ما ليس ملائما لدولة أخرى. وهو ما يسهم بدوره في تقليص أوجه التعاون بين الدول المنتجة والمستهلكة حتى يفضي في الأخير إلى ما يسمى بمعضلة الطاقة؛ والتي تعني أن سعي الدولة نحو تحقيق أمن الطاقة الخاص بها، سوف يؤثر في سياسات الطاقة للدول الأخرى[2].

من خلال ما سبق، يمكن توضيح أولويات الدول من ناحية الأمن الطاقوي في الجدول الآتي:

[1] علي حسين باكير (2010)، **التنافس الجيو–استراتيجي للقوى الكبرى على موارد الطاقة: ديبلوماسية الصين النفطية الأبعاد والانعكاسات**، دار المنهل اللبناني للطباعة والنشر، بيروت، لبنان، ص45.

[2] عمرو عبد العاطي (2014)، **مرجع سبق ذكره**، ص 45.

الجدول رقم (05): أولويات الدول من ناحية الأمن الطاقوي.

الدولة	أولويات أمن الطاقة
مستوردو الطاقة من الدول الصناعية الكبرى	• تجنب الإنقطاع (التوقف) في إمدادات الطاقة. • تنوع مصادر وإمدادات الطاقة. • تأمين البنية التحتية لمصادر الطاقة. • اعتماد الحلول التكنولوجية لتقليل الاعتماد على الموارد المستوردة من الخارج.
كبار مصدري الطاقة	• أسعار مقبولة بسوق الطاقة على المدى الطويل. • تنوع أسواق تصدير الطاقة. • تأمين رأسمال وتمويل الاستثمارات في تطوير مصادر الطاقة والبنى التحتية. • الدول ذات مستويات النمو المنخفض في تلك المجموعة يمثل هدفها في تلبية احتياجات مواطنيها، وإيجاد طلب فاعل على خدمات الطاقة.
الدول الصاعدة ذات الطلب المتزايد على الطاقة.	• القدرة على تلبية الطلب المتزايد من الطاقة من خلال الاستيراد الخارجي. • تنوع مصادر الإمدادات. • تأمين رأسمال وتمويل الاستثمارات في تطوير مصادر الطاقة والبنى التحتية. • اعتماد الحلول التكنولوجية لتقليل الاعتماد على مصادر الطاقة المستوردة من الخارج. • تلبية احتياجات مواطنيها وإيجاد طلب فاعل على خدمات الطاقة.
مستوردو الطاقة ذات الدخل المتوسط والمنخفض.	• القدرة على تلبية طلب احتياجات مواطنيها من الطاقة من خلال الاستيراد الخارجي. • تأمين رأسمال وتمويل الاستثمارات في تطوير مصادر الطاقة والبنى التحتية. • اعتماد الحلول التكنولوجية لتقليل الاعتماد على مصادر الطاقة المستوردة من الخارج. • تلبية احتياجات مواطنيها، وإيجاد طلب فاعل على خدمات الطاقة.

المصدر: زيغم جميلة (2018)، **إشكالية الأمن الطاقوي في العلاقات الدولية**، دراسات استراتيجية، الصادرة عن مركز البصيرة للبحوث والاستشارات والخدمات التعليمية، المجلد 2018، العدد 27، الجزائر، ص 73.

3.2- الوظيفة المالية

تمثل ثروة الطاقة جانبا اقتصاديا مهما لكل من البلدان النامية والمتقدمة المنتجة لها. حيث تشكل الإيرادات المتولدة من صادرات النفط، الغاز وأنواع الطاقة الأخرى موردا ماليا بالغ الأهمية لتمويل الموازنات العامة للدول، كما يؤمن احتياطات رسمية من العملات الأجنبية لهذه الأخيرة. تمتد هذه

الإيرادات كذلك إلى السياق الضريبي الذي يهدف إلى تشجيع الاستخدام الفعال للطاقة، مما يزيد من أهمية الثروة الطاقوية كمصدر مالي أساسي.

يدفع قطاع الطاقة عجلة التنمية المستدامة ويعزز الابتكار التقني في البلدان المنتجة للطاقة. كما توفر الإيرادات المتأتية من صادرات الطاقة فرصا للاستثمار في البحث والتطوير، وبالتالي تعزيز تقدم التقنيات الجديدة والحديثة[1].

حيث تلعب إيرادات الطاقة دورا بارزا في تعزيز القدرة التمويلية للدولة، وتمكين تنفيذ برامج التنمية الحكومية. وتشمل هذه المبادرات تعزيز قطاعي الرعاية الصحية، التعليم، تحسين البنية التحتية ودعم الاستثمارات في مجالات اقتصادية متنوعة. كما تسهم هذه العوائد في تحفيز النمو الاقتصادي وتسهيل التنمية الاجتماعية داخل الدولة.

الجدير بالذكر، أن الإيرادات الطاقوية تدفع إلى تراكم الاحتياطات الرسمية من العملات الأجنبية التي تعتبر أداة استراتيجية تعزز استقرار الدولة في مواجهة التحديات الاقتصادية والمالية. وتضمن زيادة السيولة، الأمر الذي يساعد الحكومات على تجاوز التقلبات الاقتصادية العالمية وتمويل العجز المالي عند الضرورة.

4.2- الوظيفة الإنتاجية التصنيعية

تدخل الطاقة عامة والثروة البترولية خاصة كمادة أولية (مدخلات) أو وسيطة أو جزء لا يتجزأ من إنتاج آلاف السلع في مختلف قطاعات الاقتصاد. وفي ضوء تلك الارتباطات والتبادلات الصناعية تكتسب الثروة البترولية أهمية استراتيجية كبيرة، فكلما توسعت تشكيلة السلع المنتجة كلما زادت مكانة وأهمية القطاع على المستوى الإنتاجي التصنيعي بالنسبة للقطاع الزراعي، الصناعي، قطاع الخدمات، الفروع والأنشطة الصناعية المرتبطة بتلك القطاعات. وكلما ارتفعت القدرات التصنيعية كلما ارتفعت قيمة الثروة البترولة وازدادت أهميتها.

يشير الاقتصاديون كذلك إلى وجود تباين كبير بين قيمة برميل النفط الخام أو المكرر وقيمة البرميل المصنع. وذلك الفرق يعكس الثروة المهدورة وغير المستغلة نتيجة تحويل النفط الخام مباشرة دون تصنيعه وإضافة قيمة مضاف له. ويؤكد عدم الكفاءة والفرص الضائعة الموجودة في استراتيجيات تسويق النفط الخام الحالية[2]. تظل الإمكانات الهائلة للقيمة المضافة من خلال المزيد من المعالجة والتكرير غير مستغلة إلى حد كبير، مما يؤدي إلى استخدام دون المستوى الأمثل للثروة البترولية في الدول النامية.

[1] صالح صالحي (2015)، **آثار انخفاض أسعار البترول على الاقتصاد الجزائري نعمة الموارد ولعنة الفساد**، الصادرة عن مجلة العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، المجلد 15، العدد15، الجزائر، ص4.

[2] **المرجع السابق**، ص4.

يلخص هذا مفهوم الرحلة التحويلية للبترول من اكتشافه الأولي كمورد طبيعي إلى إدراك قيمته من خلال عمليات التكرير والتصنيع المعقدة. ومن أهم المراحل اللازمة للصناعة البترولية نذكر:

– البترول كمورد طبيعي: يوجد البترول في حالته الخام غير المكررة كوقود أحفوري موجود في الخزانات الجوفية أو تحت قاع المحيط. ويمثل استكشاف واستخراج النفط الخام من هذه الرواسب الجيولوجية المرحلة الأولى من صناعة البترول[1].

– عملية التكرير المعقدة: يخضع النفط الخام المستخرج من الأرض لعملية تكرير معقدة في مصافي البترول. يتضمن التكرير تكسير النفط الخام إلى مكوناته من خلال تقنيات تكرير مختلفة مثل التقطير التجزيئي، التكسير والعمليات الكيميائية الأخرى.

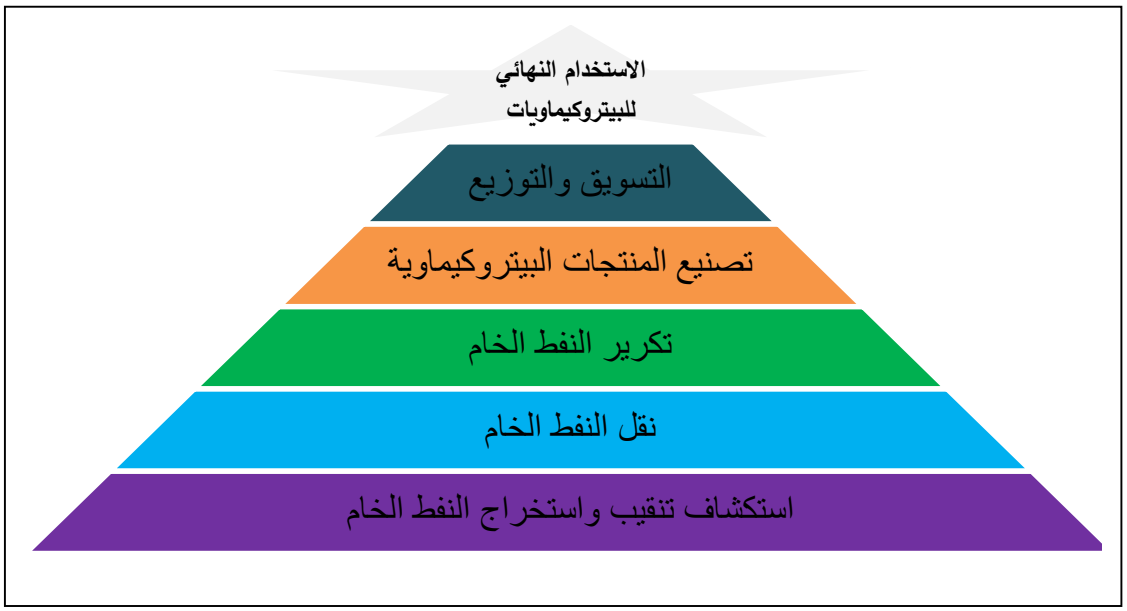
– منتجات القيمة المضافة: من خلال التكرير، يتم اشتقاق العديد من المنتجات القيمة من النفط الخام، مثل البنزين، الديزل، وقود الطائرات، زيت التدفئة والبتروكيماويات المستخدمة في إنتاج البلاستيك والمطاط الصناعي والمواد الأخرى. تعمل هذه المنتجات المكررة كمدخلات أساسية للعديد من الصناعات، بما في ذلك النقل، التصنيع والزراعة.

– تحسين الجودة: أحد أهداف عملية التكرير هو تحسين جودة النفط الخام وقابليته للاستخدام، قابليتة للتسويق والتوزيع. حيث لا تؤدي عملية التكرير إلى تعزيز قيمة البترول فحسب، بل تجعله أيضا أكثر قابلية للتسويق والتوزيع. كما يمكن نقل المنتجات المكررة بكفاءة عبر خطوط الأنابيب والناقلات ووسائل النقل الأخرى للوصول إلى المستهلكين والصناعات على مستوى العالم[2]. ويوضح الكل الموالي سيرورة العملية الإنتاجية للصناعة البترولية.

[1] رشدي إبراهيم (2019)، **اقتصاديات الثروة البترولية: الاقتصاد المصري نموذج للدراسة**، دار نور للنشر، جامعة الاسكندرية، مصر، ص13.

[2] Ibp Inc (2018), **Libya Oil, Gas Sector Business and Investment Opportunities Year book-strategic Information and Regulations**, Issued by International Business Publications USA, Washington, USA, p128.

الشكل رقم (10): سيرورة العملية الإنتاجية للصناعة البترولية



المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على:

Arab countries Economic and Social Development Handbook(2013), **Arab Funds for Economic Development**, Issued by International Business Publications USA , volume1, Washington, USA, p131.

من خلال الشكل السابق، نلاحظ مختلف عمليات الصناعة البترولية. من جهة أخرى، نشير إلى أن القيمة الحقيقية للبترول لا ترجع فقط إلى وجوده الطبيعي في الأرض، بل إلى عمليات التكرير والتصنيع التي تنتج منتجات متنوعة هامة. كما تعزز عملية التكرير جودة النفط الخام وقابليته للاستخدام وتسويقه، مما يجعله محركا مهما للنمو الاقتصادي والتقدم عبر مختلف قطاعات الاقتصاد العالمي.

التكامل الرأسي في الصناعة البتروكيماوية يشير إلى دمج مراحل مختلفة من عملية تصنيع المنتجات البترولية داخل سلسلة القيمة الإنتاجية. تهدف إلى تحقيق تحسين أداء المراحل المختلفة مما يؤدي إلى تحسين الكفاءة وتقليل تكاليف المعاملات وتحسين تخصيص الموارد مع اكتساب المرونة في الاستجابة لتغيرات السوق وتعديل استراتيجياتها وفق لذلك.

وتعتبر عملية تبني التكامل الرأسي في الصناعة البترولية هامة، فنجاح التكامل الرأسي للصناعة البترولية يفسح المجال للتكامل الأفقي للشركة البتروكيماوية، إذ إن المنتجات النهائية للبتروكيماويات يمكن أن يتم اعتبارها كمدخلات لقطاعات اقتصادية أخرى، فيمكن توجيه الأسمدة مباشرة إلى القطاع الزراعي، كما يمكن تدعيم القطاع الصناعي بالبلاستيك الضروري لصناعة الملايين من المنتجات الصناعية الحديثة، بالإضافة إلى توفير منتجات للصناعات الصيدلية والألبسة وغيرها. وبذلك أصبحت البتروكيماويات عصب التشغيل العام

لمختلف القطاعات الاقتصادية، كما أضحت أفقا من الآفاق للدول للخروج من تبعية الاقتصاد الريعي، وتمهد للنمو الاقتصادي الذي يشمل كافة القطاعات الاقتصادية.

5.2- الوظيفة السياسية

1.5.2. دبلوماسية الطاقة:

تعرف دبلوماسية الطاقة على أنها: "مجموعة من الوسائل التي يستخدمها ممثلو الساحة الدولية لتجنب المخاطر المحتملة، في التفاعل داخل سوق الطاقة وأبعاد المخاطر المؤثرة على أمن الطاقة من جهة أخرى. وتساعد دبلوماسية الطاقة الحكومات على اتباع سياسات التفاوض، مما يقلل من احتمال حدوث صراع مفتوح أو مخاطر"[1].

هناك كذلك تأثير استراتيجي لموارد الطاقة على السياسة خاصة من حيث دورها في تشكيل المشهد الاقتصادي والجيوسياسي للدول. وفي هذا الصدد يقول دانييل يورغن (Daniel Yergin) "البترول هو 10% من الاقتصاد و90% من السياسة"[2].

بناء على ما سبق، فدبلوماسية الطاقة تعتبر كأداة تخفف من مخاطر النزاعات والتوترات بين الدول المستوردة والمصدرة للطاقة، وتمهد الأرضية للحوار والتعاون البناءين لتقريب وجهات النظر في إطار العلاقات الثنائية المبنية على مبدأ رابح رابح. وضمان مشهد طاقة أكثر استقرارا وإنصافا على المسرح العالمي. يحمي هذا النهج مصالح جميع الأطراف المعنية، ويساهم في تعزيز مستقبل طاقة مستدام وقادر على الصمود وتخفيف ضغوط انعدام الأمن في مجال الطاقة.

2.5.2. تجارب استخدام الطاقة كسلاح سياسي استراتيجي:

إن اعتماد ألمانيا على استيراد النفط من الخارج واعتماد الاتحاد السوفيتي على احتياطيات نفط بحر قزوين كان السبب الأساسي لقرار برلين بغزو الاتحاد السوفيتي في عام 1941، من أجل السيطرة على طاقة بحر قزوين. والمشاريع الحديثة مثل خط أنابيب باكو تبليسي جيهان، الذي تم بناؤه لتوفير الوصول إلى احتياطيات نفط بحر قزوين، ما كان ليتحقق لولا الدعم الدبلوماسي القوي لواشنطن. وبالتالي، فإن العلاقة بين الطاقة

[1] Nynan Jonna (2018), **Rethinking energy, Issued by climate and security: a critical analysis of energy security in the US**, *Journal of International Relations and Development* , vol 21,p118-145.

[2] Filip Siel Luise (2006), **Géopolitique de Pétrole**, Armand Colin, Paris, France, p.2.

والدبلوماسية أو حتى العمل العسكري أو الأمن ليست ظاهرة حديثة ولكنها ذات خلفية تاريخية توصلنا إلى المفاهيم والتعاريف الجديدة[1].

ومن الحالات الأخرى التي استخدم فيها النفط كسلاح استراتيجي، حين تم دفع اليابان إلى الحرب العالمية الثانية بعد أن فرضت هولندا، بريطانيا والولايات المتحدة حظرا على النفط في أواخر عام 1941، وخلال الفترة التي سبقت الحرب، سعى الشركاء اليابانيون لتحقيق الامتيازات في المناطق الرئيسية المنتجة للنفط، ومع ذلك، دخلت المنافسة مع شركات النفط العالمية بحيث لم يكن أمام اليابان بديل سوى الاعتماد على الولايات المتحدة الأمريكية، حيث كانت تتلقى 80% من احتياجاتها النفطية من الساحل الغربي للولايات المتحدة، أما النسبة الباقية، فكانت تأتي من إندونيسيا، والتي كانت تملك أكبر احتياطات في شرقي آسيا لكن الإنتاج في المنطقة كانت تحت السيطرة الكاملة لشركة شيل الأمريكية، هذا يعني أن اليابان تعتمد على الولايات المتحدة وحدها في توفير جميع احتياجاتها النفطية، لذا لم تجد اليابان بعد القرار الحظر الأمريكي مفرا من دخول الحرب[2].

قد تستخدم الدول المصدرة للنفط التهديد بقطع الطاقة أو الحظر لإجبار الدول الأخرى على التوافق مع مصالح سياستها الخارجية. تم استخدام هذا التكتيك تاريخيا للتأثير على القرارات والإجراءات على المسرح الدولي.

لكن توظيف الطاقة كسلاح استراتجي لم يكن ناجحا في كافة الأوقات. وكمثال على ذلك هناك توقفات عديدة في الإمدادات لأسباب متعددة، ففي عام 1956 أدت حرب السويس إلى نقص في إمدادات النفط من مليون برميل يوميا لمدة أربعة أشهر، وفي عام 1967 أدت الحرب إلى نقص مليوني برميل لمدة شهرين، وفي عام 1974 أدت حرب أكتوبر إلى توقف 2.6 مليون برميل يوميا لمدة ستة أشهر، وفي عام 1979 أدت الثورة الإيرانية إلى توقف الإمدادات بـ 3.5 ملاين برميل يوميا لمدة ستة أشهر، وفي عام 1980 أدت الحرب الإيرانية العراقية إلى نقص الإمدادات بـ 3.3 ملاين برميل يوميا لمدة ثلاثة أشهر، وفي عام 1990 أدى الغزو العراقي لدولة الكويت إلى خسائر تقدر بـ 4.3 ملاين برميل يوميا أو 13% من الحجم الصادرات العالمية في ذلك الوقت، وهو ما أدى إلى تضاعف الأسعار من 16.5 دولارا للبرميل في يوليو 1990 إلى 33 دولارا للبرميل في أوكتوبر 1990، وفي عام 2002 تسببت الإضرابات والاضطرابات في فنزويلا في نقص إمدادات 2.1 مليون برميل يوميا لمدة 3 أشهر، وفي 2003 تسببت الاضطرابات في نيجيريا في نقص إمدادات 3 مليون برميل يوميا لمدة 6 أشهر، أما في عام 2003 حتى 2006 تسببت حرب العراق مع أمريكا وحلفائها في نقص في الإمدادات بمقدار 1 مليون

[1] شالأو عبد الخالق محمد، نجدت صبري عقراوي (2019)، **علاقة دبلوماسية الطاقة بصنع القرار في السياسة الخارجية**، الصادرة عن مجلة قلاي زانيست، المجلد 4، العدد4، أربيل، العراق، ص1158.

[2] **المرجع السابق**، ص 1175.

برميل يوميا، وفي نفس السنة تسببت الاضطرابات في نيجيريا بنقص في إمدادات 0.4 مليون برميل يوميا. كل هذه النقائص أدت إلى ارتفاع أسعار النفط في بعض النواحي، ولكن ليس لها تأثير يذكر على الدول المستوردة للنفط لإجبارها على المساومة لصالح البلدان المصدرة أو التي تهيمن على النفط[1].

الجدير بالذكر، أن استخدام الثروة البترولية والغازية استخداما سياسيا سلبيا، إذا ما وظفت الموارد الطاقوية توظيفا ريعيا احتوائيا لتسكين الأزمات الاجتماعية على المستوى الداخلي ورفع نسبة الاستثمار الأجنبي السياسي الطاقوي لتأمين مصالح الأطراف الأجنبية المرتبطة بالأنظمة والنخب الحاكمة[2].

أما بالنسبة للصين أمنت احتياجاتها من مصادر الطاقة بإستخدام طرق دبلوماسية في أمريكا اللاتينية والشرق الأوسط من خلال الزيارات المتبادلة وتوقيع اتفاقيات، ولم تستخدم الأداة العسكرية، بمعنى أن الصين لجأت إلى ما يسمى بالقوة الناعمة، كما أنشأت منظمة شنغهاي للتعاون والتي يشكل التعاون في مجال الطاقة أحد أهم المجالات التي تناقش على نطاق واسع ضمن جدول أعمال المنظمة. من خلال تبني استراتيجية تقوم على عدة محاور، من أهمها إنشاء عدد من الإدارات الخاصة لتنمية العلاقات السياسية، الاقتصادية والثقافية مع الدول المنتجة للطاقة، وتوسيع اختصاصات بعض الأجهزة والإدارات القائمة لتشمل كل من أطر التعاون المشترك، وإنشاء عدد من المراكز البحثية ومنظمات المجتمع المدني الصيني المتخصص بشؤون هذه البلدان[3].

من خلال التحليل الشامل لدبلوماسية الطاقة وتأثيرها على صنع القرار في السياسة الخارجية تبين الدور الحيوي لموارد الطاقة في العلاقات الدولية المعاصرة باعتبارها أداة فاعلة في السياسة الخارجية. ومحفز قوي في تشكيل ديناميكيات السياسة الخارجية. حيث نجحت بعض البلدان في استخدام الطاقة كسلاح لتنفيذ أهداف السياسة الخارجية، بينما واجهت دول أخرى تحديات في تسخير موارد الطاقة كقوة فاعلة لتحقيق نتائج مماثلة.

6.2- الوظيفة التشغيلية

دعم قطاع الطاقة ملايين الوظائف في جميع أنحاء العالم، من خلال توزيع العمالة بشكل كبير عبر مختلف المناطق ومصادر الطاقة وفي متخلف الأنشطة[4]. حيث يوظف القطاع الطاقوي أكثر من 65 مليون شخص في جميع أنحاء العالم لسنة 2019.

---

[1] **المرجع السابق**، ص ص 1175-1176.

[2] صالح صالحي (2015)، **مرجع سبق ذكره**، ص 5.

[3] عدنان خلف البدراني (2021)، **السياسة الخارجية الصينية بين الثابت والمتغير: نماذج مختارة**، دار الأكاديميون للنشر والتوزيع، الأردن، ص ص155-116.

[4] Fatih Birol (2022), **world energy employment report**, International Energy Agency (IEA), p6, Available at: www.iea.org, (04/04/2023, 20:11).

من جهة أخرى، استخدمت صناعات الوقود الأحفوري التقليدية، كالنفط، الغاز والفحم، عددا كبيرا من الأشخاص في الاستخراج، النقل، التكرير والخدمات المرتبطة بها. كما شمل ذلك وظائف في منصات النفط، المصافي، النقل وشبكات التوزيع. وما يقدر بنحو 1.1 مليون وظيفة مرتبطة بشكل مباشر أو غير مباشر بالأنشطة في محطات الطاقة التي تعمل بالفحم ومناجم الفحم في المناطق التي يعمل فيها البنك الأوروبي لإعادة الإعمار والتنمية. تعمل صناديق البنك لدعم التقاعد المبكر للعاملين في قطاع الفحم، النفط والغاز وإعادة تدريبهم وتوزيعهم، وبالتالي تمكين تحول الطاقة بشكل أسرع[1]. ففي عام 2020، استحوذ قطاع الطاقة المتجددة بشكل مباشر وغير مباشر على حوالي 12 مليون وظيفة في جميع أنحاء العالم. وفي عام 2021، أفادت منظمة العمل الدولية أن الطاقة الشمسية الكهروضوئية والطاقة الحيوية لا تزال تهيمن على نمو العمالة في مجال الطاقة المتجددة، حيث تمثل ما مجموعه 4 ملايين و3.5 مليون وظيفة على التوالي. ولا يزال العدد الإجمالي للموظفين في قطاع الطاقة المتجددة منخفضا في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، إلا أنه في طور الازدياد[2].

– الطاقة النووية: توفر محطات الطاقة النووية فرص عمل في الهندسة والصيانة والعمليات والأدوار المتعلقة بالسلامة. كما يسهم قطاع النووي في خلق بيئة استثمارية جذابة واستحداث فرص عمل جديدة، وتنمية رأس المالي البشري ذو الكفاءة والمردودية العالية[3].

– كفاءة الطاقة والحفاظ عليها: أدى التوجه نحو كفاءة الطاقة والحفاظ عليها إلى توفير فرص عمل في تدقيق الطاقة وإدارة الطاقة وتطوير تقنيات موفرة للطاقة. يعتمد التوزيع الإقليمي لوظائف الطاقة على عوامل متعددة، أين تتركز الوظائف حيث يتم بناء منشآت الطاقة مستحدثة، نظرا لكثافة العمالة في بناء مرافق جديدة. تقدر الوكالة الدولية للطاقة المتجددة ومنظمة العمل الدولية أن الاقتصاد يوفر أكثر من 6000 وظيفة في مجال كفاءة استخدام الطاقة[4].

---

[1] البنك الأوروبي للانشاء والتعمير EBRD (2023)، **لمحة عامة عن البنك الأوروبي للانشاء والتعمير: مسودة استراتيجية قطاع الطاقة 2024–2028**، لندن، المملكة المتحدة، ص25.

[2] منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية OECD (2022)، **التطلع إلى المستقبل في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا بعد جائحة فيروس كورونا**، Publishing OECD، باريس، فرنسا، ص ص 99–100.

[3] نورا منصوري (2020)، **مشروع الطاقة النووية السعودي**، مركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية، رياض، السعودية، ص3.

[4] منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية OECD (2022)، **مرجع سبق ذكره**، ص ص99–100.

وتعتبر آسيا موطن للقوى العاملة الأسرع نموا في مجال الطاقة، وهذا راجع للتوسع السريع للبنية التحتية للطاقة وحصة كبيرة من قدرة تصنيع الطاقة النظيفة العالمية. حيث يوظف القطاع الطاقوي لقارة آسيا قرابة 20 مليون عامل[1].

II – التحول الطاقوي من الطاقات غير المتجددة إلى الطاقات المتجددة

يعتبر موضوع الطاقات المتجددة وغير المتجددة من أبرز المواضيع المهتمة بالمجالين الطاقوي والبيئي، لما لها من دور في تدوير عجلة الاقتصاد من جهة وتلبية الاحتياجات المتزايدة من الإمدادات الطاقوية لاقتصاديات الدول من جهة ثانية.

1– مفهوم الطاقات غير المتجددة

1.1- تعريف الطاقات غير المتجددة

تعرف الطاقة غير المتجددة على أنها: "الطاقات الناضبة، تتواجد بكميات ضئيلة محدودة وغير متجددة ويتم استهلاكها بكميات كبيرة ومتزايدة. هذا ما يعرضها للنفاذ مستقبلا كما تعتبر من أهم مسببات التلوث البيئي. تتكون من نوعين من الطاقة: الأول يطلق عليه الوقود الأحفوري وهو عبارة عن هيدروكربونات تتكون من مادة عضوية تأتي في شكل فحم ونفط خام وغاز طبيعي. في حين النوع الثاني يطلق عليه الطاقة النووية، ناتجة من عملية انشطار اليورانيوم والبلوتونيوم في المفاعلات النووية، وتعد هذه الأنواع من أهم الطاقات غير المتجددة المعتمد عليها بشكل أساسي في توليد الطاقة"[2].

وتعرف الطاقة غير المتجددة على أنها: " الطاقة التي يكون رصيدها في الطبيعة ثابت ويحتاج للتكوين فترات زمنية طويلة قد تصل إلى مئات الآلاف من السنين أو أكثر، ويتناقص عبر الزمن مع زيادة عمليات الاستخدام أو الاستخراج. مما يجعلها معرضة للنفاذ فهي توجد في الطبيعة في صورة مخزون متناقص، كما اقترن هذا النوع من الطاقة بالمشاكل البيئية التي تهدد العالم بأكمله"[3].

وتعرف كذلك على أنها: " الموارد التي يخشى عليها من خطر النفاذ لأن ما يستغل ويستهلك منها لا يمكن تعويضه أو يصبح تعويضه عملية صعبة جدا وبطيئة عبر الزمن، وهي بالإضافة إلى ذلك ملوثة للبيئة ومسبب

[1] Fatih Birol (2022), **Op.cit,** p11.

[2] عفيف هناء (2018)، **من الطاقات التقليدية إلى الطاقات البديلة: دور الحكومات في تشجيع الاستثمار في الطاقات البديلة كآلية لتحقيق التنمية**، المجلة العالمية للاقتصاد والأعمال، الصادرة عن مركز رفاد للدراسات والأبحاث، المجلد 5، العدد3، الأردن، ص406.

[3] أحمد حنيش(2021)، **التحول نحو الطاقات المتجددة كآلية لتحقيق الأمن الطاقوي وضمان تنمية مستدامة**، الصادرة عن مجلة دراسات وأبحاث اقتصادية في الطاقات المتجددة، المجلد 08، العدد02، الجزائر، ص39.

لتغير المناخ ولانبعاث الغازات السامة. تتكون الطاقة غير المتجددة من الوقود الأحفوري ويشمل النفط، الغاز الطبيعي والطاقة النووية[1].

من خلال التعاريف السابقة، يمكن تعريف الطاقات غير المتجددة على أنها طاقات ذات تواجد محدود في الطبيعة مع معدل استنزاف كبير لها، الأمر الذي يؤدي في نهاية المطاف إلى تناقص مخزونها وبالتالي نضوبها مستقبلا. وهذا ما يدفعنا إلى ضرورة الترشيد في استهلاكها وتوخي الحذر وتغليب الحكمة في استهلاكها وإدارة مواردها بكفاءة لضمان استمرارية مخزوناتها لأطول مدة ممكنة.

2.1- مصادر الطاقات غير المتجددة:

تتواجد الطاقات غير المتجددة في صور مختلفة في الطبيعة، ومن أهم أنواعها هي:

1.2.1- النفط الخام (Crude Oil)

يعود أصل النفط الخام كوقود أحفوري إلى الحياة البحرية القديمة، وتحوله من خلال الحرارة والضغط إلى خليط من الهيدروكربونات، وألوانه المختلفة وتركيبته المعقدة كلها تلعب دورا حاسما في تشكيل أهميته كأحد أهم العناصر الطبيعية الأساسية في العالم اليوم[2].

هو وقود أحفوري تم تشكيله من بقايا النباتات والحيوانات البحرية التي ماتت منذ ملايين السنين واستقرت في قاع المحيطات أو المسطحات المائية القديمة الأخرى. بمرور الوقت تراكمت بقايا هذه الكائنات البحرية بكميات كبيرة في قاع المحيط وغطتها طبقات من الرواسب، مما منعها من التحلل التام. على مدى ملايين السنين، تسبب الجمع بين الحرارة والضغط وغياب الأكسيجين في سلسلة معقدة من التفاعلات الكيميائية إلى تحول المادة العضوية إلى خليط من الهيدروكربونات.

ويعتبر النفط كذلك مادة وسيطة أساسية لمختلف الصناعات، بما في ذلك البتروكيماويات، البلاستيك، الأدوية والزراعة. توفر صناعة النفط مصدرا موثوقا للطاقة، والعديد من البلدان لديها احتياطيات استراتيجية لضمان أمن الطاقة في أوقات الأزمات أو حالات الطوارئ[3].

وخلال الأعوام الأولى من القرن العشرين، بدأت كثير من شركات النفط في تطوير صناعة النفط في بلدان مختلفة في الشرق الأوسط وإفريقيا ومناطق أخرى من العالم. وكان لهذه الشركات، وأغلبها، ملكية النفط الذي تكتشفه وتنتجه، ودفعت بالمقابل إلى البلدان المضيفة ضرائب، وحصة من دخل مبيعاته. ولكن مع بداية خمسينيات القرن العشرين، زاد عدد البلدان المضيفة التي شعرت بأنها لا تحصل على حصة كافية من دخل

[1] زواوية حلام (2014)، **دور اقتصاديات الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية الاقتصادية المستدامة في الدول المغاربية**، مكتبة الوفاء القانونية، ط1،القاهرة، مصر، ص 18.

[2] Sameer chougle, S.M.walke (2015), **Generations of crude oil**, american international journal of research in science, technology, engineering and mathematics, department of chemical engineering, india, p309.

[3] عبد الخالق مطلك الراوي(2020)، **محاسبة النفط والغاز**، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، الأردن، ص13.

النفط. وقد حصل كثير من هذه البلدان في الوقت الحاضر على السيطرة الجزئية أو الكاملة على صناعة النفط الواقعة ضمن حدودها، وذلك عن طريق المفاوضات مع الشركات الأجنبية أو بشرائها[1].

بناء على ما سبق، يمكن القول أن صناعة النفط عملية حيوية للاقتصاد العالمي وتلعب دور مهم في تلبية متطلبات الطاقة في العالم، حيث يبلغ نصيب النفط ما نسبته 39% من مزيج الطاقة العالمي، مما يجعله واحد من أكبر المساهمين في احتياجات الطاقة في العالم. فأهمية النفط تنبع من كونها مصدر رئيسي للطاقة يدعم القطاعات الأساسية كالنقل، توليد الكهرباء والعمليات الصناعية. بالإضافة إلى ذلك، فهو الأساس لإنتاج العديد من المنتجات البترولية التي نستخدمها يوميا.

2.2.1- الغاز الطبيعي (Natural gas)

ازدادت أهمية الغاز الطبيعي باعتباره أسرع مصدر للطاقة في العالم، ولأنه متاح على نطاق واسع، وأنظف من حرق الوقود القائم على النفط. وتعد السوق العالمية للغاز الطبيعي أصغر بكثير من سوق النفط، وذلك لأن عمليات نقل الغاز صعبة وذات تكلفة عالية، ولكن بالرغم من ذلك يتزايد الطلب عليه نظرا لاستخداماته المتعددة في القطاعات الصناعية المختلفة، السكنية، التوليد الكهربائي، التجارة والنقل[2].

إن أهم استغلال للغاز الطبيعي يكمن في الصناعات البتروكيماوية لكونه مادة خام أساسية وضرورية لهذه الصناعات، ومن المحتمل امتداد قائمة السلع التي يدخل الغاز في تركيبها إلى أكثر من 70 ألف سلعة في الأسواق العالمية[3].

يعرف الغاز الطبيعي على أنه خليط غاز هيدروكربوني قابل للإحتراق والذي تتغير نسبته ومكوناته من حقل لآخر. ويتكون بشكل أساسي من الميثان (CH_4) إلى جانب كميات صغيرة من الهيدروكربونات الأخرى، مثل الإيثان، البروبان والبيوتان، بالإضافة إلى آثار الغازات غير الهيدروكربونية مثل النيتروجين وثاني أكسيد الكربون والهيدروجين كبريتيد. يوجد في أعماق سطح الأرض في التكوينات الصخرية المسامية والتراكمات المعروفة باسم خزانات الغاز الطبيعي.

الغاز الطبيعي هو كذلك وقود أحفوري وغالبا ما يتم استخراجه من خلال حفر الآبار. كما يمكن العثور عليه أيضا مع رواسب النفط. وبمجرد استخراجه، تتم معالجة الغاز الطبيعي لإزالة الشوائب وفصل المكونات المختلفة، مما ينتج عنه وقود احتراق نظيف يتكون أساسا من الميثان. فقد أصبح الغاز الطبيعي مصدرا لتوليد

---

[1] **المرجع السابق**، ص14.

[2] A. Demirbas (2006), **"The Importance of Natural Gas as a World Fuel",** Energy Sources, Part B : Economics, Planning, and Policy Journal, vol. 1, Issue 4, pp. 413-420.

[3] مخلفي أمينة (2011)، **النفط والطاقات البديلة المتجددة وغير المتجددة**، الصادرة عن مجلة الباحث، العدد09، الجزائر، ص ص221– 222.

الكهرباء، التدفئة، الطهي والعمليات الصناعية. يتم توزيعه عبر خطوط الأنابيب للاستخدام المنزلي والتجاري، وفي شكله المسال (LNG) للنقل إلى المناطق غير المتصلة بخطوط الأنابيب أو للتجارة الدولية.

تقول الوكالة الدولية للطاقة (IRENA) أنه ينظر إلى الغاز الطبيعي كمصدر جيد لإمدادات الكهرباء كما ينظر له على أنه منخفض الكربون مقارنة بالوقود الأحفوري الآخر. في حين أن حصة الغاز الطبيعي من مزيج الطاقة العالمي تزداد بنسبة 2% سنويا، كما وصفت وزارة الطاقة الأمريكية الغاز الطبيعي أنه يؤدي دورا حيويا في إمدادات الطاقة الأمريكية، حيث إن استهلاك الغاز الطبيعي من المتوقع أن يصل إلى 26.6 تريليون قدم مكعب بحلول سنة 2035 في أمريكا، مقابل 3.24 تريليونات قدم مكعب في سنة 2011[1].

ارتفعت احتياطيات الغاز الطبيعي المكتشفة عالميا من 118 تريليون م^3 في سنة 1993 إلى 157 تريليون م^3 في سنة 2013، وتتواصل الاكتشافات في أجزاء كثيرة من العالم، وبالنسبة إلى مستويات الاستهلاك والإنتاج الحالية، يتوفر في العالم ما يكفي من الغاز لمدة 54 عاما[2]. كما تشير دراسة المسح الجيولوجي في الولايات المتحدة لسنة 2010 إلى أن منطقة حوض الشام، بما في ذلك قبرص والمناطق البحرية والبرية لدولة فلسطين المحتلة، وبعض الأراضي السورية واللبنانية، يمكن أن تحمل ما يصل إلى 7.1 مليارات برميل من النفط، ونحو 122 تريليون قدم مكعب من الغاز الطبيعي، مما يجعل ما لا يقل عن ثلثي قاعدة الموارد المحتملة في المنطقة ما يزال غير مكتشف[3].

وبالرجوع لإحصاءات سنة 2016، بلغ الاحتياطي الثابت في العالم من الغاز الطبيعي نحو 6588.8 تريليونات قدم مكعب، وكان نصيب أوراسيا منه نحو 30.4% تقريباً، أما منطقة الشرق الأوسط فبلغ 42.5% تقريبا، والباقي موزع بين عدد من دول العالم في مختلف القارات. وتعد إيران صاحبة أكبر احتياطي للغاز في العالم، حيث بلغت نسبة الاحتياط الثابت لديها 18% تقريباً، تليها روسيا 17% تقريباً، ثم قطر 13% تقريباً، أما بلدان منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD) البالغ عددهم 34 دولة كاملة العضوية، فلا تملك سوى 9.5% تقريبا من الاحتياطي العالمي[4].

وقد أظهرت أحدث الاحصائيات المتعلقة بحجم الاحتياطيات العالمية للغاز الطبيعي لسنة 2023 استمرار الدول النفطية التقليدية في استحواذها لأكبر الاحتياطيات العالمية من الغاز الطبيعي. يوضح الشكل الموالي الدول الأكثر احتياطيات للغاز الطبيعي كالآتي:

---

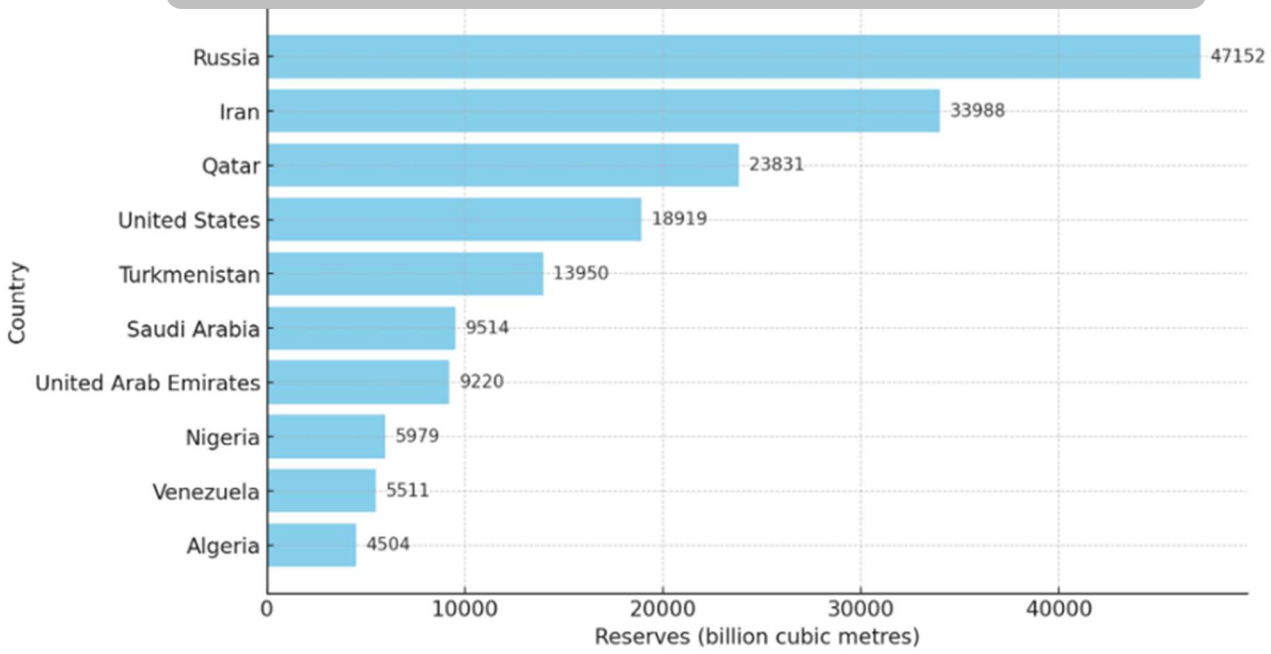
[1] Anmar Frangoul (2017), **Natural gas : Why it's important and what you need to know**, site of CNBC. https://www.cnbc.com/2017/04/25/natural-gas-why-its-important-and-what-you-need-to-know.html

[2] Jassim Hussain(2015) , **"Energy Alternatives and the Future of Oil and Gas in the Gulf,"** site of Al Jazeera Centre for Studies, p. 7, http://studies.aljazeera.net/en/dossiers/2015/03/201533183514675179.html.

[3] Mohammed El-Katiri and Laura El-Katiri (2014), **"Regionalizing East Mediterranean Gas : Energy Security, Stability, and the U.S. Role"**, Strategic Studies Institute (SSI) and United States Army War College Press, December 2014, p. 1, Available at: https://www.files.ethz.ch/isn/186856/pub1243.pdf. (24/09/2022, 19:51).

[4] BP Statistical Review of World Energy June (2017), **site of BP**, 66th edition, p. 26, Available at: https://www.bp.com/content/dam/bp-country/de_ch/PDF/bp-statistical-review-of-world energy-2017-full-report.pdf. (24/11/2022, 20:05).

الشكل رقم (11): الدول الرائدة لاحتياطيات الغاز الطبيعي لعام 2023



Source : Eni. (2024), **Eni World Energy Review 2024: Natural Gas - Supply and Demand**, Available at :https://www.eni.com/content/dam/enicom/documents/eng/visione/wer/2_WER_2024_GAS.pdf

تتصدر روسيا العالم من حيث احتياطيات الغاز الطبيعي بواقع 47152 مليار متر مكعب، متقدمة بشكل كبير على جميع الدول الأخرى. تعزز احتياطيات الغاز المهيمنة في روسيا نفوذها الجيوسياسي في أسواق الطاقة العالمية، وخاصة في أوروبا وآسيا. تظل احتياطيات روسيا بالغة الأهمية في ظل التحولات العالمية في مجال الطاقة، وخاصة في أعقاب التوترات الجيوسياسية (على سبيل المثال، العقوبات، والقيود المفروضة على خطوط الأنابيب الروسية).

تحتل إيران وقطر المركزين الثاني والثالث من حيث الاحتياطيات حيث بلغت احتياطاتها 33988 مليار متر مكعب و 23831 مليار متر مكعب على الترتيب، مما يجعل الشرق الأوسط لاعبا رئيسيا في إمدادات الغاز الطبيعي العالمية. وتعزز احتياطيات إيران وقطر المرتفعة دور الشرق الأوسط كقوة طاقوية، حيث تلعب صادرات قطر من الغاز الطبيعي المسال دورا رئيسيا في آسيا وأوروبا.

شهدت احتياطات الولايات المتحدة نموا كبيرا حيث بلغت 18919 مليار متر مكعب سنة 2023، متجاوزة تركمانستان والمملكة العربية السعودية، البالغ احتياطاتها 13950 مليار متر مكعب، 9514 مليار متر مكعب على الترتيب. وتشير احتياطيات الولايات المتحدة المتزايدة إلى دورها المتزايد كمصدر رئيسي، وخاصة من خلال صادرات الغاز الطبيعي المسال. يوفر نمو صادرات الغاز الطبيعي المسال في الولايات المتحدة بديلا

للدول الأوروبية التي تسعى إلى تقليل الاعتماد على الغاز الروسي، ليكون الاقتصاد الأمريكي أكبر المستفيدين من الحرب الروسية الأكرانية على حساب اقتصادات دول أوروبا الغربية التي تتحمل تكاليف باهضة لتوفير الطاقة نظرا لارتفاع سعر الغاز المسال الأمريكي مقارنة بالغاز الروسي الأقل تكلفة والأكثر جودة.

تتصدر نيجيريا (5979 مليار متر مكعب) أفريقيا، بينما تساهم فنزويلا (5511 مليار متر مكعب) والجزائر (4504 مليار متر مكعب) في الإمدادات العالمية. تواجه البلدان ذات الاحتياطيات الضخمة ولكن البنية الأساسية للإنتاج محدودة (مثل تركمانستان ونيجيريا وفنزويلا) تحديات في الاستفادة من مواردها بسبب القيود الاستثمارية والجيوسياسية في الوقت الذي سيستمر الطلب من الاقتصادات الناشئة (مثل الصين والهند) في دفع الاستثمارات في البنية الأساسية للغاز ومشاريع الغاز الطبيعي المسال. تتمتع الجهات الفاعلة الناشئة (على سبيل المثال، نيجيريا وفنزويلا) بإمكانات غير مستغلة يمكن أن تغير ديناميكيات السوق إذا تحسنت البنية التحتية الطاقوية الخاصة بها وإذا ما نجحت في السياسات خفض تكاليف انتاج والتحكم فيها.

3.2.1- الغاز الصخري (Solid Gas)

يرجع الفضل في اعتماد فكرة الغاز الصخري في الو.م.أ إلى جورج ميتشل، الذي بحث عن استخراج الغاز الطبيعي المحتجز في الصخور رغم الصعاب. وقد كللت هذه الجهود بنجاح واستطاع تطوير تقنية التفتيت الهيدروليكي، وهي عملية ضخ مياه ورمال وكيماويات في آبار جوفية عميقة على نحو يتيح تدفق الغاز الطبيعي المحصور في الصخور. في عام 2002 باع ميتشل شركته لشركة ديفون المتخصصة في الاستكشاف بالمناطق البرية عن طريق عمليات الحفر الأفقي جانبيا مسافة تتجاوز 1600 متر ورأسيا حتى عمق يتجاوز 1600 متر، وكان الجمع بين عملية الحفر الأفقي وعملية تفتيت الصخور الهيدروليكي يعني أنه بالإمكان استخراج الغاز بكميات ضخمة مجدية تجاريا. ومنذ ذاك بدأت هذه الطريقة تحظى باهتمام دولي[1].

الغاز الصخري يطلق عليه اسم غاز حجر الأردواز، لوجوده في طبقات صخرية تحمل هذا الاسم. ويعتبر الخبراء أنه غاز طبيعي ينشأ من أحجار الأردواز، ويكون محتجزا بين طبقات تلك الأحجار وما فيها من شقوق، وتستخدم لاستخراجه تقنيات معقدة ومكلفة، مقارنة بتلك المستخدمة في استخراج الغاز الطبيعي. وقد وجدت في صخور قديمة جدا بالولايات المتحدة، وفي صخور حديثة بالمكسيك. وتؤكد بيانات العمر والعمق للغاز الصخري

[1] حبيب معلوف (2016)، **قضية تغير المناخ العالمي بين إخفاقات كيوتو وتوقعات باريس**، دار الفارابي، بيروت، لبنان، ص ص230-231.

أن هذا المائع في حالة غازية، وأنه لا يقترن أساسا بوجود نفط سائل. كما يتفاوت العمق الذي يكون فيه الغاز الصخري، وفي معظم الحالات هو أقل عمقا من مكامن الغاز التقليدية[1].

توجد الصخور النفطية في العديد من المناطق خاصة في الصخور الترسبية النفطية في الو.م.أ في ولاية كولورادو وأوتا ويومنغ. وتراوح التقديرات لكمية الموارد النفطية الكامنة في تلك الصخور بين تريليون وثمانية بلايين برميل نفطي، وليس ممكنا استخراجها جميعها. لكن، حتى كمية معتدلة بحدود 800 بليون برميل من النفط الممكن استخراجه من تلك الصخور هو أكثر بثلاث مرات من موارد النفط الاحتياطية المعروفة في المملكة العربية السعودية. تحتاج الو.م.أ إلى عشرين مليون برميل نفطي في اليوم الواحد. وإذا تم استعمال النفط الصخري ليلبي ربع هذا الطلب اليومي، فإن كمية الـ800 بليون برميل نفطي ستستمر في تلبية الحاجة الأميركية للنفط مدة 400 عام آتية[2].

تمتلك البرازيل نسبة 2% من الاحتياطيات العالمية من النفط الصخري. وتحتل الصين المركز الأول ضمن الدول ذات موارد غاز صخري بنصيب يبلغ 19% ، تليها الو.م.أ بنصيب يبلغ 13%. وتجدر الإشارة إلى أن معظم المصادر غير تقليدية للغاز الطبيعي الصخري تقع في الأمريكيتين، إذ تملك أربع دول مجتمعة نحو 41% من إجمالي الموارد العالمية المعروفة من الغاز الصخري[3].

أما في شرق أوروبا، درست كل من بولندا وأوكرانيا إمكانية استغلال ما لديهما من هذا المورد الجديد. وفي شهر الرابع للعام 2011 ناشد الرئيس الروسي فلاديمير بوتين في خطبة أمام البرلمان منتجي الطاقة المحليين بأن يكونوا على قدر التحدي الذي تشكله الصخور الصفحية قائلا : "إن هذا المجال يمكن أن يغير هيكلة العرض والطلب في الطاقة العالمية تغييرا جذريا".

وقالت الحكومة الصينية، أن البحوث بينت أن هناك احتمال كبير لوجود نحو 25 تريليون متر مكعب من الغاز الصخري، ما يكفي لسد احتياجات استهلاك الصين لقرابة 200 عام، لو أن الصين أنهت اعتمادها التقليدي على الفحم وتحولت إلى الغاز الأنظف احتراقا[4].

وستعتمد الجدوى الاقتصادية للإنتاج على الاتجاهات المستقبلية في أسعار النفط. فإذا ما ارتفعت أسعار النفط سيؤدي ذلك إلى رفع التوقعات بشأن آفاق عرض النفط غير التقليدي على المدى المتوسط[5].

---

[1] العربي العربي (2021)، **أهمية النفط والغاز في العلاقات الجزائرية-الأوروبية (1956-2013)**، المركز العربي للأبحاث ودراسة السياسات،ط1، قطر، ص ص384-385.

[2] حبيب معلوف (2016)، **مرجع سبق ذكره**، ص ص226-227.

[3] جمال سند السويدي2014، **آفاق العصر الأمريكي السيادة والنفوذ في النظام العالمي الجديد**، مركز الإمارات للبحوث والدراسات الاستراتيجية، الإمارات العربية المتحدة، ص ص419-420.

[4] حبيب معلوف (2016)، **مرجع سبق ذكره**، ص ص228-230.

4.2.1- الفحم الحجري (Coal)

كان الفحم تاريخيا ولا يزال مصدر الطاقة الأساسي في العالم وكان بمثابة المصدر الوحيد للطاقة حتى اكتشاف النفط. ويعتبر الفحم الحجري أكثر أنواع الفحم قيمة وذلك لنقاوته العالية وكثافته الكبيرة، إذ أنه يتكون من عنصر الكربون بشكل أساسي. وبهذه المواصفات يمتلك الفحم الحجري قدرة احتراق استثنائية وسعرات حرارية عالية القيمة. أما الليجنيت وهو من أنواع الفحم الحجري، فهو بني اللون، ويعتبر أقل جودة نظرا لكثافته الأقل ولوجود شوائب من الكبريت فيه، وتكون قدرته الحرارية أقل منها للفحم الحجري[1].

تولد الفحم من بقايا النباتات التي انقطع عنها الهواء كما هو الحال في المستنقعات المشبعة بالمياه، والتي لم تتمكن من التحلل وتعرضت لاحقا لضغط كبير وحرارة خارجية على مدى فترات طويلة. خلال هذه العملية، يتطاير الماء والشوائب تدريجيا، مع تراكم المزيد من طبقات المواد النباتية بمرور الوقت، يضغط وزن الطبقات العليا على الطبقات السفلية. ويؤدي هذا الضغط، جنبا إلى جنب مع الحرارة المتولدة عن الطاقة الحرارية الأرضية والنشاط الميكروبي، إلى بدء عملية التفحم. ليؤدي إلى تكوين الخث والفحم بدرجات مختلفة من حيث الخليط، النقاوة والكثافة.

فالفحم الحجري صخر رسوبي أسود أو بني اللون قابل للاشتعال والاحتراق، وعند احتراق الفحم الحجري فإنه يعطي طاقة على شكل حرارة، تاريخيا تم تسخير الحرارة المتولدة للتدفئة المنزلية وكوقود للقاطرات في بداية عهد اختراع الآلة البخارية. في الوقت الحاضر يكمن استخدام السائد للفحم في توليد الكهرباء، حيث تسهم محطات الطاقة التي تعمل بالفحم نسبة كبيرة من الطلب العالمي على الكهرباء. ويستعمل الفحم الحجري كذلك في إنتاج فحم الكوك وهو مادة خام أساسية في صناعة الحديد والفولاذ، وتنتج مواد أخرى عن عملية إنتاج فحم الكوك، يمكن استعمالها في صناعة المستحضرات الصيدلانية والأصباغ والأسمدة[2].

يوضح الشكل الموالي الدول الأكثر إنتاجا للفحم كالآتي:

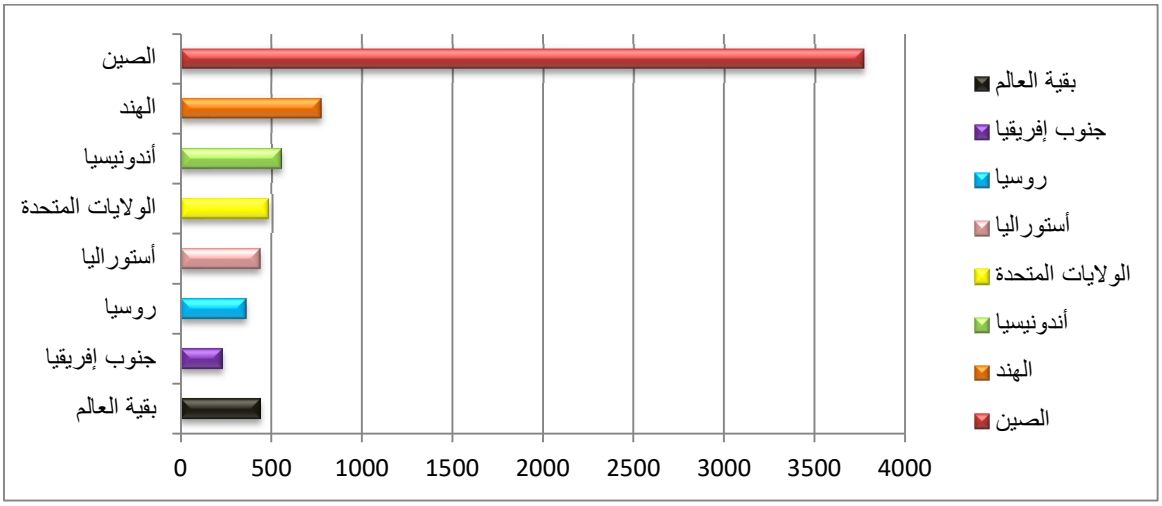
---

[5] أحمد آل درويش، ونايف الغيث، وألبرتو بيهار، وآخرون(2015)، **المملكة العربية السعودية : معالجة التحديات الاقتصادية الناشئة للحفاظ على النمو**، صندوق النقد الدولي، الولايات المتحدة الأمريكية، ص9.

[1] هاني عبد القادر عمارة (2012)، **الطاقة وعصر القوة**، دار غيداء للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، ص ص46-47.

[2] **المرجع السابق**، ص ص 52-53.

الشكل رقم (12): الدول الرائدة المنتجة للفحم لعام 2021



Source : Madhumitha Jaganmohan (2021), **Leading hard coal producing countries worldwide in 2021**, statista , Apr 23, 2024. Available at : https://www.statista.com/statistics/264775/top-10-countries-based-on-hard-coal-production/.

من خلال الشكل السابق، نلاحظ أن الهند، إندونيسيا، و.م.أ، أستراليا، روسيا وجنوب إفريقيا على الترتيب تعتبر من أهم الدول المنتجة للفحم. من خلال حفر مناجم الفحم الحجري واستخراجه بكميات كبيرة، أو من خلال شرائه من الدول المنتجة الغنية بمصادر الفحم منها أستراليا والولايات المتحدة الأمريكية وكندا.

5.2.1- الطاقة النووية (Nuclear Energy)

تلعب الطاقة النووية دورا مهما في المشهد الطاقوي العالمي. ففي عام 1998، كان ما مجموعه 434 مفاعلا نوويا، موزعة على 31 دولة، تمثل أكثر من 16% من إمدادات الكهرباء العالمية، وبالتالي خففت ما يقرب من 8% من انبعاثات الكربون العالمية. وفي 2009، ساهمت الطاقة النووية بحوالي 13-14% من إجمالي توليد الكهرباء في العالم. كما تعمل حاليا أكثر من 150 غواصة بالطاقة النووية[1].

وتعرف الطاقة النووية على أنها طاقة يتم توليدها عن طريق التحكم في تفاعلات انشطار الأنوية الذرية. تستغل هذه الطاقة في محطات توليد الكهرباء النووية، لتسخين الماء لإنتاج بخار الماء الذي يستخدم بعد ذلك لإنتاج الكهرباء. يتضمن الانشطار النووي تقسيم نواة ذرة ثقيلة إلى نواتين أصغر، مصحوبا بإطلاق كمية كبيرة من الطاقة. هذه الطاقة في شكل حرارة. في المقابل، يتضمن الاندماج النووي دمج النوى الذرية الخفيفة لتشكيل نواة أثقل، والتي تطلق أيضا كمية كبيرة من الطاقة. هذه العملية عالية الكفاءة وتوفر العديد من المزايا.

[1] وفاء محمد حسن(2016)، **الطاقة النووية**، دار الجنادرية للنشر والتوزيع، الأردن، ص9.

ينتج عن المفاعل النووي الحرارة نتيجة انشطار ذرات اليورانيوم بضربات النيوترونات. وتستغل هذه الطاقة الحرارية الهائلة في غليان المياه وتحويلها إلى بخار ذات ضغط عال ودرجة حرارة نحو 480 درجة مئوية. ثم يسلط هذا البخار ذو الضغط المرتفع (نحو 380 ضغط جوي) على زعانف توربينات بخارية صممت ليقوم البخار السريع بتدوير محور التوربينات وبذلك تتحول الطاقة البخارية إلى طاقة ميكانيكية على محور هذه التوربينات. ويربط محور التوربين مع محور المولد الكهربائي فيدور محور المولد الكهربائي (ALTERNATOR) بنفس السرعة فتتولد على طرفي الجزء الثابت من المولد الطاقة الكهربائية. بذلك تتحول الطاقة النووية إلى طاقة حرارية ثم إلى طاقة حركة التوربين إلى طاقة كهربائية لإدارة المصانع وإنارة البيوت[1].

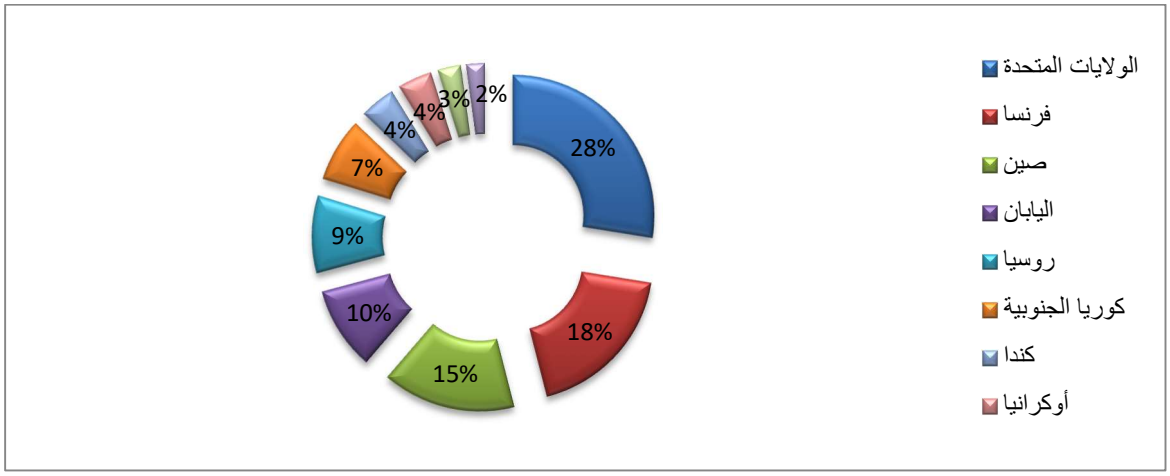
وكان أول مفاعل نووي أقيم عام 1944 في هانفورد بأمريكا لإنتاج مواد الأسلحة النووية وكان وقوده اليورانيوم الطبيعي. ولم تكن الطاقة المتولدة من المفاعل تستغل. ثم بنيت أنواع مختلفة من المفاعلات في كل أنحاء العالم لتوليد الطاقة الكهربائية. وتختلف في نوع الوقود والمبردات والمهدئات. وفي أمريكا يستعمل الوقود النووي في شكل أكسيد اليورانيوم المخصب حتي 3% باليورانيوم 235 والمهدئ والمبرد من الماء النقي. وهذا النوع من المفاعلات يطلق عليها مفاعلات الماء الخفيف (أي الماء العادي).

للاتحاد السوفيتي كذلك السبق إذا تعلق الأمر بمحطات توليد النووية ففي عام 1954 نفذت الأخيرة أول محطة نووية لتويد الطاقة الكهربائية بطاقة 5 ميجا واط. عندما توصل العلماء إلى تحرير الطاقة النووية من بعض العناصر كاليورانيوم والبلوتونيوم. ويتم الانشطار النووي بها لتوليد حرارة لتسخين المياه وتكوين البخار عال الضغط، الذي يدير زعانف التوربينات التي تتصل بمولدات كهربائية[2]. والجدول الموالي يوضح الدول الرائدة المنتجة للطاقة النووية كالآتي:

[1] **المرجع السابق**، ص10.

[2] **المرجع السابق**، ص11.

الشكل رقم (13): الدول الرائدة المنتجة للطاقة النووية لعام 2021



Source : Hemanth Kumar (2021), **The top ten nuclear energy- producing countries in 2021**, November 23, 2021. Available at : https://www.power-technology.com/features/top-ten-nuclear-energy-producing-countries/.

من خلال الشكل السابق، نلاحظ أن الو.م.أ، فرنسا، الصين، اليابان وروسيا على الترتيب تعتبر من أهم الدول المنتجة للطاقة النووية. من خلال بناء مفاعلات نووية للإستخدامات العسكرية واستخدامها كذلك كمصدر لإنتاج الطاقة خاصة الطاقة الكهربائية والحرارية.

يوضح الشكل البياني توزيع إنتاج الطاقة النووية بين الدول الرائدة عالميا في عام 2021. حيث تستحوذ الولايات المتحدة الأمريكية على الحصة الأكبر بنسبة 28%، مما يشير إلى ريادتها في هذا المجال. تليها فرنسا بنسبة 18%، مما يعكس اعتمادها الكبير على الطاقة النووية كمصدر أساسي للكهرباء.

أما الصين، فتحتل المركز الثالث بنسبة 15%، وهو ما يعكس استثماراتها المتزايدة في هذا القطاع ضمن استراتيجيتها لتعزيز أمن الطاقة وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري. تأتي اليابان وروسيا في المرتبتين التاليتين بنسب 10% و9 %، مما يشير إلى استمرار دورهما كمساهمين رئيسيين في إنتاج الطاقة النووية.

من جهة أخرى، تسجل كوريا الجنوبية 7 %، تليها كندا بنسبة 4 %، بينما تساهم أوكرانيا بنسبة 3 % فقط، وهو ما يعكس قدراتها المحدودة مقارنة بالدول الكبرى في هذا القطاع.

بشكل عام، يظهر الشكل توزيعا غير متكافئ لإنتاج الطاقة النووية عالميا، حيث تتركز الحصة الأكبر في الولايات المتحدة وأوروبا، في حين تسعى دول آسيوية مثل الصين وكوريا الجنوبية إلى توسيع قدراتها في هذا المجال.

3.1- مزايا وعيوب استهلاك الطاقة غير المتجددة

لعبت مصادر الطاقة غير المتجددة أدوارا محورية في الاستهلاك العالمي للطاقة لعقود من الزمن. وفي حين أنها زودت الصناعات ووسائل النقل بالطاقة إلا أن استخدامها ينطوي على مزايا وعيوب، وجب ضرورة دراستها وتحليلها من أجل تعظيم فوائدها من جهة وتدنية سلبياتها من جهة ثانية.

1.3.1- مزايا استهلاك الطاقة غير المتجددة

لا تزال الإمدادات الطاقوية للطاقة غير المتجددة تستحوذ على النسبة الأكبر في المزيج الطاقوي العالمي، ويرجع هذا للعديد من المزايا التي تميزها عن غيرها من المصادر الطاقوية البديلة، وفيما يلي سنحاول إبراز أهم مزاياها:

-الوفرة وكثافة الطاقة

إن مصادر الطاقة غير المتجددة، وخاصة الوقود الأحفوري مثل الفحم والنفط والغاز الطبيعي، تتمتع بكثافة طاقة عالية. وهذا يعني أنها يمكن أن تولد كميات كبيرة من الطاقة لكل وحدة من الموارد، مما يجعلها فعالة للغاية لتوليد الكهرباء على نطاق واسع وخصوصا في الاستعمالات الصناعية. كما سمح وفرة هذه الموارد باستخراجها واستخدامها على نطاق واسع.

وعلى مدى عقود من الزمن، قدمت مناجم الفحم وحقول النفط واحتياطيات الغاز الطبيعي إمدادا ثابتا ومنتظما من الطاقة، مما دعم نمو الاقتصادات وخفض تكاليف الوحدة بسبب اقتصاديات الحجم[1].

- مواد أولية من الهيدروكربونات وإنتاج البتروكيماويات

تشكل مصادر الطاقة غير المتجددة الأساس لصناعة البتروكيماويات، وهو قطاع لا يتجزأ من إنتاج مجموعة واسعة من المنتجات والمواد الكيميائية. تعتمد صناعة البتروكيماويات على استخراج وتكرير الهيدروكربونات من

[1] زهرة روايقية (2018-2019)، **تحسين كفاءة استخدام الطاقة من أجل تحقيق التنمية المستدامة في الاقتصاديات العربية**، أطروحة دكتوراه مقدمة لنيل شهادة الدكتوراه، العلوم التجارية، كلية العلوم الاقتصادية التجارية وعلوم التسيير، جامعة 8 ماي 1945 قالمة، الجزائر، ص81.

هذه الموارد غير المتجددة، والتي تعمل كمواد خام (مواد أولية) ومصادر طاقة لتغذية العمليات الصناعية المشاركة في تصنيع المنتجات البتروكيماوية[1].

- مرونة حركتها وسهولة نقلها

تتميز الطاقات غير المتجددة بمرونتها وسرعة حركتها وسهولة نقلها لمسافات طويلة. وتشكل هذه الخصائص عوامل رئيسية في استخدامها على نطاق واسع في أنظمة الطاقة العالمية، وقد مكنت هذه الميزة من نمو الاقتصادات الصناعية الحديثة بوتيرة متسارعة. وتسهل هذه الخصائص النقل الفعال والمرن، التوزيع والتكيف لموارد الطاقة غير المتجددة عبر مختلف القطاعات.

2.3.1- عيوب استهلاك الطاقة غير المتجددة:

- التلوث البيئي:

عند الحديث عن المشاكل البيئية التي يسببها الاستهلاك المتزايد للطاقات الناضبة والمعروفة بالوقود الأحفوري كالفحم الحجري، النفط ومشتقاته، الغاز الطبيعي وحتى الوقود النووي الذي يخلف نفايات مشعة، كل هذه الأنواع من مصادر الطاقة غير متجددة تسبب تلوثا بيئيا، سواء الهواء أو الماء أو التربة.

يؤدي حرق الوقود الأحفوري إلى إطلاق ملوثات مثل ثاني أكسيد الكبريت، أكاسيد النيتروجين، الجسيمات الدقيقة وكميات هائلة من غاز ثاني أوكيد الكربون، والتي تساهم في الاحتباس الحراري العالمي وتغير المناخ فضلا عن الأمطار الحمضية ومشاكل صحية للجهاز التنفسي.

إن ما يحدث في مناطق كثيرة من العالم من فيضانات وأعاصير وعواصف، إنما هو أحد الأسباب الرئيسية في استمرار تلوث الهواء من جراء عمليات الاحتراق للوقود الأحفوري الذي لا يزال ينتج الغازات المساهمة في رفع الاحترار العالمي[2].

- استنزاف المواردها:

إن مصادر الطاقة غير المتجددة محدودة، ومع الطلب المتزايد على مواردها يتم استنزاف احتياطيات الوقود الأحفوري، ولا يمكن تجديد هذه الموارد على نطاق زمني بشري. ويمكن أن يؤدي هذا إلى نقص من مخزوناتها إلى ارتفاع الأسعارها مع ندرة المواردها.

[1] **المرجع نفسه.**
[2] نعيم محمد علي الأنصاري(2009)، **التلوث البيني**، دار الدجلة ناشرون وموزعون، عمان، الأردن، ص203.

- الركود التكنولوجي:

إن الاعتماد على مصادر الطاقة غير المتجددة يمكن أن يؤخر الاستثمار والابتكار في تقنيات الطاقة المتجددة، والتي هي أكثر استدامة في الأمد البعيد. وهذا من شأنه أن يبطئ الانتقال إلى مستقبل طاقة أنظف.

2- مفهوم الطاقات المتجددة

تعاظم الاهتمام بموارد الطاقات المتجددة يوما بعد يوم نظرا للخصائص الفريدة التي تميز هذه الأخيرة عن الموارد الطبيعية الأخرى، فالدول المستوردة تبحث عن مصدر تستغني به عن الاعتماد على الطاقة الأحفورية التي تستوردها من الدول الأخرى وما ينتج عنه من أعباء مالية، في حين تسعى الدول المصدر للطاقة الأحفورية هي الأخرى نحو زيادة نسبة الطاقات المتجددة في مزيجها الطاقوي سعيا منها لتفادي خطر نفاذها مستقبلا، بالإضافة إلى محاولة تجنب الأزمات الناتجة عن التقلبات الحادثة في أسعار الطاقات الأحفورية.

1.2- تعريف الطاقات المتجددة

تعددت التعاريف التي تطرقت للطاقات المتجددة، حيث تعرفها الهيئة الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) بأنها: "كل طاقة يكون مصدرها شمسي، جيوفيزيائي أو بيولوجي والتي تتجدد في الطبيعة بوتيرة معادلة أو أكبر من نسب استعمالها، وتتولد من التيارات المتتالية والمتواصلة في الطبيعة، كطاقة الكتلة الحيوية، الطاقة الشمسية، طاقة باطن الأرض، طاقة المياه، طاقة المد والجزر في المحيطات وطاقة الرياح، ويوجد الكثير من الآليات التي تسمح بتحويل هذه المصادر إلى طاقات أولية، كالحرارة والطاقة الكهربائية، وإلى طاقة حركية باستخدام تكنولوجيات متعددة، تسمح بتوفير خدمات الطاقة من وقود وكهرباء"[1].

كما عرف برنامج الأمم المتحدة لحماية البيئة (UNEP) الطاقة المتجددة بأنها : "طاقة لا يكون مصدرها مخزون ثابت ومحدود في الطبيعة، تتجدد بصفة دورية أسرع من وتيرة استهلاكها، وتظهر في الأشكال الخمسة التالية: الكتلة الحيوية، أشعة الشمس، الرياح، الطاقة الكهرومائية وطاقة باطن الأرض"[2].

وتعرف بأنها الطاقة المستمدة من الموارد الطبيعية التي تتجدد أو التي لا يمكن أن تنفذ (الطاقة المستدامة)، ولا ينشأ عن استعمالها مخلفات كثاني أكسيد الكربون أو غازات ضارة أو تعمل على زيادة الاحتباس الحراري كما يحدث عند احتراق الوقود الأحفوري أو المخلفات الناتجة عن التفاعلات النووية.

---

[1] Edenhofer, O. (2012), ***Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation: Summary for Policymakers and Technical Summary***, Issued by Intergovernmental Panel on Climate Change, Genève, Switzerland,p178.

[2] فاطمة طالب، رشيد يوسفي (2017)، "**استراتيجية الطاقة البيئية المتجددة في الجزائر**"، الصادرة عن *مجلة التنمية والاستشراف، المجلد 2*، العدد 2، الجزائر، ص16.

من التعاريف السابقة، يمكن القول أن الطاقة المتجددة هي الطاقة الناتجة من مصادر طبيعية متجددة ومتوفرة باستمرار كأشعة الشمس، الرياح، المطر والمد والجزر والحرارة الأرضية، حيث توجد العديد من الميكانيزمات التي تسمح بتحويل هذه المصادر الأولية إلى طاقة حرارية وكهربائية، وإلى طاقة حركية باستخدام تكنولوجيا تسمح بتوفير وعدم استنفاذ خدمات الطاقة من وقود وكهرباء.

2.2- مصادر الطاقات المتجددة

1.2.2- الطاقة الشمسية (Solar Energy)

هي طاقة الاشعاع الشمسي الواصل إلى الأرض والتي تسقط بشكل موجات كهرومغناطيسية. وهناك طرق مختلفة لاستغلال الطاقة الشمسية كالتدفئة الشمسية حيث يتم استخدام حرارة الشمس لتسخين المياه، تحلية المياه المالحة، معالجة مياه الصرف الصحي ويمكن أن تستخدم أيضا لتوليد الطاقة الكهربائية[1].

1.1.2.2- التقنيات الأساسية المستخدمة في الطاقة الشمسية:

- الخلايا الضوئية (Photovoltaic cells)

تحويل أشعة الشمس إلى طاقة كهربائية بصورة مباشرة بواسطة الألواح الشمسية، وتقوم هذه الأخيرة بامتصاص الضوء الصادر عن أشعة الشمس المحملة بالحزم الضوئية (الفوتونات) وتكوين تيار كهربائي عن طريق تقنية التأثير الضوئي Effect PV [2].

- الأنظمة الحرارية الشمسية (Solar Thermal Systems)

تشتمل بدرجة أساسية على الألواح المسطحة الشمسية توضع باتجاه ثابت لالتقاط أشعة الشمس وتوليد الحرارة، تتميز بإنخفاض تكاليفها نسبيا بالمقارنة مع الخلايا الضوئية. وتم تقدير أزيد من 40 مليون منزل يستخدم الطاقة الشمسية لتسخين المياه في العالم[3]. هذه التقنيات آخذة في التطور نتيجة زيادة تنافسيتها مقارنة بمصادر الطاقة الأخرى خصوصا في الأماكن البعيدة عن شبكات الطاقة الوطنية أو في الأماكن النائية التي يتزايد فيها الطلب على الطاقة وفي نفس الوقت توفر تساقط عالي لأشعة الشمس.

- أنظمة التركيز الحرارية الشمسية (Solar Thermal Concentration Systems)

محطات الطاقة الحرارية الشمسية أو كما تسمى أنظمة التركيز الحرارية الشمسية تستخدم لتوليد الحرارة ومن ثم توليد الطاقة الكهربائية بصورة غير مباشرة، من خلال استغلال أشعة الشمس بتجميعها بواسطة مرايا مقوسة

---

[1] إسماعيل عبد الرزاق، غادة محمد (2016)، ***فاعلية الطاقات المتجددة في تحقيق كفاءة الإستخدام الطاقوي في الأبنية***، جمعية المهندسين العراقية، العراق، ص 33.

[2] أوابك، (2019)، ***واقع وآفاق الطاقات المتجددة في مزيج الطاقة العالمي والانعكاسات المحتملة على الصناعة النفطية***، النشرة الشهرية، الصادرة عن منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، الكويت، ص3.

[3] **المرجع نفسه.**

لتسخين المياه وتوليد البخار الذي يقوم بدوره بتدوير توربينات بخارية تقوم بتوليد كهرباء، أي من خلال الحرارة ودورات البخار.

تعتبر دول الشرق الأوسط، إفريقيا وبعض مناطق الولايات المتحدة وأمريكا اللاتينية من الدول الواعدة في هذه الصناعة نظرا لتميزها بتساقط مباشر لأشعة الشمس وبدرجة عالية، فضلا على توفرها على مناطق قاحلة وجافة أو شبه جافة أين يكون إنتاج الطاقة وفق هذه التقنية أكثر فعالية وكفاءة.

2.2.2- طاقة الرياح (Wind energy)

هي الطاقة المستمدة من الهواء والرياح، وقد استخدمت منذ القدم في تسيير السفن الشراعية، إدارة طواحين الهواء ورفع مياه الآبار، كما تستخدم حاليا من خلال تحويلها إلى طاقة ميكانيكية جاهزة للاستعمال أو إلى طاقة كهربائية عن طريق مولدات[1].

تعمل توربينات الرياح على مبدأ بسيط: بدلا من استخدام الكهرباء لصنع الرياح – مثل المروحة – تستخدم توربينات الرياح لتوليد الكهرباء. تدير الرياح ريش التوربينات الشبيهة بالمروحة حول الدوار، والذي يقوم بتدوير المولد، مما يؤدي إلى توليد الكهرباء.

3.2.2- الطاقة الجوفية (Geothermal energy)

هي الحرارة المخزنة تحت سطح الأرض ممثلة في الماء الساخن، البخار الرطب والجاف، الصخور الساخنة، الحرارة المضغوطة في العمق، والتي تخرج من جوف الأرض عن طريق الاتصال، النقل الحراري، الينابيع الساخنة والبراكين الثائرة، تعتبر أيسلندا المستخدم الأكبر الثالث للطاقة الجوفية المستخدمة للتدفئة بعد الولايات المتحدة والصين على الترتيب في عام 2000[2]. تعتبر الو.م.أ الأكبر توليدا للطاقة الكهربائية المولدة من مصادر الطاقة الجوفية بقدرة توليد قدرت بـ 19124 GWh لسنة 2022 تلتها كل من إندونيسيا وتركيا بقدرة توليد 16677 GWh، 11118.8 GWh على الترتيب[3].

4.2.2- الطاقة المائية (Water Power)

هي الطاقة التي يتم إنتاجها عندما تتدفق المياه بسرعة من خلال التوربينات لتوليد الطاقة الكهربائية، حيث تتوفر الطاقة من جراء سقوط المياه من ارتفاع ما بسبب قوة الجاذبية الأرضية لتدوير مولدات الكهرباء، وينبغي

---

[1] محمد طالبي، محمد ساهل (2008)، "**أهمية الطاقات المتجددة في حماية البيئة لأجل التنمية المستدامة عرض تجربة ألمانيا**"، الصادرة عن *مجلة الباحث*، المجلد 6، العدد 6، الجزائر، ص203.

[2] روبرت ايفن (2011)، ***شحن مستقبلنا بالطاقة مدخل إلى الطاقة المستدامة***، ترجمة فيصل حردان، مركز الدراسات الوحدة العربية، بيروت، لبنان، ص 176.

[3] IRENA (2023), **Renewable Energy statistics 2023** , International Renewable Energy Agency, available at: https://www.irena.org,(24/01/2023, 13:34).

أن يكون الموقع مناسبا لمرافق الكهرباء المائية، وبالتالي تحدث عند مساقط الأنهار أين يكون تدفق النهر كافيا وملائما للتدوير [1].

ويمكن تلخيص أهم الأنواع الأساسية المستخدمة في الطاقة المائية كما يلي:

- الطاقة الكهرومائية (Hydroelectric)

الطاقة الكهرومائية هي استخدام قوة اندفاع المياه من المساقط المائية الطبيعية أو الاصطناعية فينتج عنه تحريك المولدات لإنتاج الطاقة الكهربائية.

- طاقة المد والجزر (Tidal Power)

تعرف ظاهرة المد والجزر، بأنها الارتفاع والانخفاض الدوري في مستوى الماء الناتج عن قوى الجذب بين الأرض والقمر والشمس، يرافق هذا التذبذب في سطح الماء حركة أفقية تسمى بتيار المد Tide current . تنقسم ظاهرة المد والجزر إلى حالتين أولهما المد Flood ويكون فيها تيار الماء باتجاه اليابسة في حين الحالة الثانية وهي حالة الجزر (Ebb) ويكون فيها التيار باتجاه البحر. وتعد فرنسا الدولة الرائدة في استخدام المد والجزر في توليد الكهرباء حيث أقامت أول محطة لتوليد الكهرباء من المد عام 1966 [2].

- طاقة الأمواج (Waves energy)

لنتمكن من الحصول على الطاقة الموجودة في أمواج البحر، فإنه من الضروري أن يتم دمج الموجة بجسم ليتحرك معها ومن ثم نقل الطاقة والاستفادة منها، حيث يشترط ترك الجسم يتحرك بحرية مع الأمواج، ومن ثم تحويل الطاقة المخزونة في الأمواج إلى طاقة حركية والتي عادة ما يتم تحويلها إلى طاقة كهربائية. وقد نجحت النرويج في بناء محطتين لتوليد الكهرباء من طاقة الأمواج سنة 1985[3].

- طاقة المحيطات (Ocean energy)

تعد أشعة الشمس هي المصدر الأساسي لحرارة البحار والمحيطات (Ocean Thermal Energy) حيث تقوم المياه بامتصاصها على شكل طاقة حرارية، مما يؤدي إلى رفع درجة حرارة المياه على السطح، أما المياه الموجودة في الأعماق فلن تتأثر كثيرا بالشمس وبذلك تتشكل حالة من التدرج الحراري بين السطح والأعماق

---

[1] كمال كاظم جاد، البطاط كاظم أحمد، (2016)، **تحليل اتجاهات الاستثمار العالمي في الطاقة المتجددة**، جمعية المهندسين العراقية، العراق، ص33.

[2] عبد الله صادق سالم، (2014)، **"ظاهرة المد والجزر في شط العرب- جنوب العراق"**، الصادرة عن *مجلة الخليج العربي، المجلد 42* ، العدد 3-4، ص135.

[3] خالد لجدل، (2010-2011)، **دراسة استراتيجية إحلال الطاقات الجديدة والمتجددة في الجزائر**، رسالة ماجستير، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، الجزائر العاصمة، الجزائر، ص30.

(وجود فرق في درجة حرارة بين سطح وأعماق المياه في المحيط)، وهذا الفرق الحراري يستطيع الإنسان استغلاله في توليد الطاقة أو إنتاج الهيدروجين[1].

5.2.2- الطاقة الحيوية (Biomass energy)

الطاقة الحيوية والتي تعرف اختصارا (Bio energy) هي مشتقة من الطاقة المخزونة في الكتلة الحيوية Biomes، وتشمل على النباتات والأخشاب بالإضافة إلى المخلفات الزراعية والفضلات الحيوانية والمواد العضوية (باستثناء الوقود الأحفوري). وهناك طرق وتقنيات عديدة لاستغلال الكتلة الحيوية لأغراض توليد الكهرباء والحرارة ومنها الحرق المباشر، الحرق المساند بالأخص مع الفحم، التحويل إلى غاز حيوي Biogas.

6.2.2- طاقة الهيدروجين: Hydrogen energy

يعتبر الهيدروجين من أكثر العناصر تواجدا في الكون، فأغلب الكواكب تتكون من الهيدروجين أو تحوي نسبة عالية منه، وهو أخف عنصر كيميائي من بين كل العناصر الموجودة في الأرض، ويتموضع في المرتبة الأولى في الجدول الدوري (جدول مندالي)، وهو بسيط في تركيبه ويحتوي على إلكترون وحيد[2]. حيث يتواجد الهيدروجين في الطبيعة متحدا مع عناصر كيميائية أخرى، فهو يوجد بوفرة مرتبط مع الأكسجين على شكل مياه، حيث يتم استخلاص الهيدروجين من الماء باستخدام تقنية التحليل المائي عبر جهاز التحليل المائي الذي يتكون بدوره من حزم التحليل الكهربائي وهي عبارة عن كميات هائلة من خلايا تحليل الماء، هناك أجزاء أخرى تعمل حول هذه الخلايا من بين تلك الأجزاء جهاز فصل الهيدروجين عن الأكسيجين وهناك أيضا أجهزة التخلص من درجة الحرارة لتقليل درجة حرارة الآلة، كما توجد الكثير من المجسات من أجل قياس الضغط وأجهزة لضمان سلامة العملية برمتها.

3.2- مزايا وعيوب استهلاك الطاقات المتجددة

تمثل الطاقة المتجددة بعدا استراتيجيا هاما في تحقيق التنمية المستدامة، حيث تعد دعامة رئيسية في تحقيق أمن الطاقة واستدامتها، إلى جانب دورها البارز في الحفاظ على البيئة والحد من الانبعاثات الضارة.

1.3.2- مزايا استهلاك الطاقات المتجددة

إن استخدام مصادر الطاقة المتجددة يحقق العديد من المزايا التي تعود بالنفع على البيئة، الاقتصاد والمجتمع ككل. وفيما يلي سنحاول استعراض أهم مزاياها وفوائدها:

[1] Mahmud, A. B., Al-Mahdi, I. A.-J., & Abd Allah, S. S. (2009) **, Breaker wind waves energy at Iraqi coastline.Mesopotamian**, Issued by *Journal of Marine Science , 24* (2),p113.

[2] Jacques Chéron, J.-M. A., & Guillaume Trap, C. N. (2008), ***HYDROGENE: Energie de demain ?, Sophia**, Roumanie, Omniscience,.* Sophia, Roumanie: Omniscience,p11.

- تحسين البيئة:

تعتبر مصادر الطاقة المتجددة مصادر نظيفة لا تؤثر على البيئة، لذلك فإن استخدام هذه المصادر يساعد على تقليل انبعاثات الغازات المسببة للاحتباس الحراري بشكل كبير مقارنة بالوقود الأحفوري، مما يساعد في التخفيف من تداعيات التلوث البيئى[1].

يقلل استهلاك الطاقة المتجددة من الطلب على المصادر عالية الانبعاث. فمع تركيب المزيد من الألواح الشمسية وطواحين الهواء، فإنها تحل محل الحاجة إلى محطات الطاقة التي تعمل بالفحم أو الغاز، مما يؤدي إلى انخفاض إجمالي انبعاثات الغازات الدفيئة .

تساهم كهربة استهلاك الطاقة ونشر مصادر الطاقات المتجددة بشكل كبير في إزالة الكربون، وخاصة من خلال المركبات الكهربائية ومضخات الحرارية في كل من المباني السكنية والتجارية. كما أن ظهور نماذج أعمال جديدة تتضمن شركات الطاقة المتجددة والشبكات الذكية وتقنيات التخزين وتحويل الطاقة تمكن المستهلكين من المشاركة الفعالة في إمدادات الطاقة النظيفة، وتدعم بشكل كبير الوصول للحياد الكربوني على المدى الطويل[2].

تتمتع التقنيات المتجددة بمعدلات كفاءة أعلى وتأثيرات بيئية أقل مقارنة بتقنيات الوقود الأحفوري التقليدية. حيث تعمل توربينات الرياح والألواح الشمسية على تحويل الموارد الطبيعية إلى كهرباء بأقل قدر من الانبعاثات، وتستمر كفاءتها التشغيلية في التحسن مع التقدم التكنولوجي.

تشير أحدث الأبحاث العلمية على أنه من أجل إزالة الكربون من قطاع الطاقة عالميا يجب خفض انبعاثات بنسبة 1% سنويا حتى عام 2030، 4% سنويا بين عامي 2030 و2040، وحتى 9% سنويا في الفترة 2040-2050[3].

- مكاسب اقتصادية:

عادة ما تعتمد التنمية الاقتصادية المحلية على توافر خدمات الطاقة اللازمة سواء لرفع وتحسين الإنتاجية أو للمساعدة على زيادة الدخل المحلي. تساعد الطاقات المتجددة على توفير احتياجات الطاقة للقطاعات

[1] فيل أوكيف، جيوف أوبرين، نيكولا بيسال(2024)، ترجمة: عائشة حمدي، **مستقبل استخدام الطاقة**، مجموعة النيل العربية للطباعة ونشر والتوزيع، مصر، ص274.

[2] George Giannakidis, B. Ó Gallachóir, Maryse Labriet, Kenneth Karlsson et al.(2018), **Limiting Global Warming to Well Below 2 °C: Energy System Modelling and Policy Development**, Springer International Publishing, Allemagne, p9.

[3] **Ibid**, p20.

المختلفة، بالإضافة إلى إمكانية تحقيق فائض في المستقبل من الطاقة الكهربائية المنتجة من المصادر المتجددة للتصدير إلى الخارج.

يعتبر قطاع الطاقات المتجددة مصدرا فاعلا في خلق فرص عمل، وغالبا ما يفوق عدد الوظائف في مجال الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وغيرها من التقنيات المتجددة تلك الموجودة في قطاعات الوقود الأحفوري، حيث توزع هذه الوظائف عادة على التصنيع والتركيب والصيانة والبحث العلمي.

تعمل الدول ومنذ سنوات على تنويع مصادرها الطاقوية وذلك بزيادة نسبة استهلاك الطاقات المتجددة من الاستهلاك العالمي للطاقة، وهذا رغبة منها للحصول على مصادر طاقوية أكثر استدامة وموثوقية على المديين القريب والبعيد[1].

- زيادة الرفاهية:

تتضمن القضايا الاجتماعية المرتبطة باستخدام الطاقات المتجددة التخفيف من وطأة الفقر، وإتاحة الفرص أمام المرأة، والتحول السكاني والحضري. إذ يؤدي الوصول إلى الطاقة النظيفة إلى التقليل من الفئات المهمشة الفقيرة وإلى التحسين من ظروفها المعيشية، فحوالي ثلث سكان العالم لا تصل إليهم الكهرباء، بينما تصل إلى الثلث الآخر بصورة ضعيفة، كما أن اعتماد سكان المناطق النائية والريفية (سكان الظل) على مصادر الطاقات المتجددة في التدفئة والطهي له تأثيرات إيجابية على تحسين أوضاعهم الاجتماعية والصحية، ويساعد على توفير احتياجات هذه المناطق من كهرباء بالتكلفة المناسبة لهم.

فبالرغم أنه لا يزال هناك تباين كبير بين الدول في معدلات استهلاكها للطاقة، فالدول الأكثر غنى تستهلك الطاقة بمعدلات تزيد عن 25 ضعفا لكل فرد مقارنة بالدول الأكثر فقرا، إلا أن المضي قدما في استهلاك الطاقات المتجددة قد يدفع إلى تقليص هذه الفجوة فيما بين الدول ويفضي إلى توزيع أكثر عدلا للطاقة عالميا[2].

2.3.2- عيوب استهلاك الطاقات المتجددة

رغم المنافع العديدة المتأتية من استخدام مصادر الطاقة المتجددة، إلا أن نسبة هذه المصادر في هيكل المزيج الطاقوي العالمي لا تزال محدودة مقارنة بالوقود الأحفوري، حيث تقل نسبة استخدام الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة العالمية، وذلك لوجود العديد من السلبيات لاستخدام هذه الأخيرة والتي يمكن إيجاز أهمها فيما يلي:

[1] مروان عبد القادر أحمد (2016)، **الطاقة المتجددة**، الجنادرية للنشر والتوزيع، ط1، الأردن، ص4.
[2] **المرجع السابق**، ص5.

- غير قادرة على تلبية إجمالي متطلبات القطاعات الاقتصادية:

لا يزال الوقود الأحفوري ينتج كميات كبيرة من الطاقة الكهربائية مقابل الطاقة المولدة من المصادر المتجددة، وبالتالي لا يمكن الاعتماد عليها كليا في تلبية الإمدادات الطاقوية للقطاعات الاقتصادية المختلفة[1].

- تتطلب موارد مالية ضخمة:

يتطلب بناء محطات وشبكات توليد الطاقة الكهربائية من المصادر المتجددة تكاليف مرتفعة، كما أن الحصول على مساحات واسعة من الأراضي اللازمة لإنشاء محطات لتوليد الطاقة من المصادر المتجددة يمثل قيدا كبيرا أمام التوسع في استخدامها، هذا بالإضافة إلى تكاليف الصيانة الباهظة لهذه المحطات. إضافة إلى ما سبق، فإن محدودية الخبرات التقنية سواء في مرحلة بناء محطات التوليد أو مرحلة التشغيل والصيانة يمثل أيضا تحديا أمام التوسع في استخدام هذه المصادر في الدول النامية[2].

- مخاطر تصنيعية:

تصنيع تقنيات الطاقة المتجددة قد يرافقه بعض المخاطر الصحية والبيئية تتمثل في المواد الأولية الكيميائية التي تعتبر خطرة على صحة العاملين في مجال التصنيع، إضافة إلى النفايات المتخلفة عن عمليات التصنيع، وأخيرا التقنيات المستهلكة بحاجة إلى إجراءات خاصة لطرحها وذلك لاحتوائها على مواد تضر بالبيئة والإنسان[3].

- التفاوت في كميات الطاقة المتجددة:

يقصد بالتفاوت هو عدم انتظام أو استمرارية الحصول على كميات من الطاقة المتجددة اللازمة مقارنة بالتي تنتج من الوقود الأحفوري، ولعل ذلك يعود إلى الظروف المناخية التي تحد أحيانا من استمرارية إمدادات الطاقة المتجددة[4]. حيث يعتمد توليد الطاقة باستخدام مصادر الطاقة المتجددة بشكل أساسي على حالة الطقس والمناخ (خاصة الطاقة الشمسية وطاقة الرياح)، وبالتالي تنقطع إمدادات الطاقة من هذه المصادر في حالة غياب الطقس المواتي[5].

[1] أحمد سليمان(2024)، **الطاقة المتجددة**، صندوق النقد العربي، العدد55، أبوظبي، الإمارات العربية المتحدة، ص15.
[2] **المرجع السابق**، ص16.
[3] نعيم محمد علي الأنصاري(2009)، **مرجع سبق ذكره**، ص212.
[4] **المرجع السابق**، ص228.
[5] أحمد سليمان(2024)، **مرجع سبق ذكره**، ص15.

- التلوث البصري والمساس بجمال الطبيعة:

وجود مشاريع الطاقة المتجددة في مناطق معينة يؤثر على جمال ورونق الطبيعة ومناظرها الخلابة، فمثلا وجود دواليب كبيرة لاستغلال طاقة الرياح أو الخلايا الشمسية أو السدود كل منها يسبب نوعا من التلوث البصري. كما أن إشكالية بناء السدود والخزانات على الأنهار هذا إضافة إلى تأثير تلك المشاريع على السكان المزارعين بسبب حدوث نقص في كميات المياه التي تحتاجها مزارعهم مما يدفع الكثير منهم إلى الهجرة إلى مناطق أخرى وهذا سوف يؤثر سلبا على التركيبة الاجتماعية للسكان واستقرارهم ناهيك عن الوضع الاقتصادي الذي سيعانون منه لفترات طويلة[1].

3- مفهوم التحول الطاقوي

لقد أصبح تغير المناخ مصدر قلق كبير في الآونة الأخيرة، لذلك وجب الانتقال إلى تحول الطاقة الذي يقلل من انبعاثات الكربون المتسبب الرئيسي في التغير المناخي.

1.3– تاريخ التحول الطاقوي

إن التحول الطاقوي بعيدا عن استهلاك الوقود الأحفوري يلزم الاعتماد على أشكال الطاقة المتجددة الأنظف لتحقيق الأهداف المناخية. ومثل هذا التحول ممكن من خلال التحول السريع في استخدام الوقود الأحفوري التقليدي بتكنولوجيات وتقنيات منخفضة الكربون. وإزالة الكربون من قطاع الطاقة والحد من انبعاثاته هما الهدفان الرئيسيان لخريطة طريق التحول الطاقوي، التي وضعتها الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (IRENA)، والتي تدرس وتوفر مسارا طموحا، ولكونه ممكن من الناحية الفنية والاقتصادية، لنشر التكنولوجيا منخفضة الكربون نحو مستقبل الطاقة النظيفة المستدامة.

فتاريخ الحضارة الصناعية هو تاريخ تحولات الطاقة. في الاقتصادات الزراعية الأقل نموا، يتم توفير احتياجات الناس الأساسية من السعرات الحرارية الغذائية من خلال أشكال بسيطة من الزراعة، والتي تعد في الأساس وسيلة للحصول على الطاقة الشمسية للاستخدام البشري. كما تلبي الطاقة الشمسية المخزنة في الحطب أو طاقة الكتلة الحيوية الأخرى الاحتياجات الأساسية للتدفئة المنزلية والطهي.

ومع تطور الاقتصادات وزيادة تعقيدها، تتزايد الاحتياجات للطاقة بشكل كبير. تاريخيا، عندما ثبت أن إمدادات الحطب وغيرها من طاقة الكتلة الحيوية غير كافية لدعم الاقتصادات النامية في أوروبا والولايات المتحدة خلال تلك الحقبة، تحول الناس إلى الطاقة الكهرومائية، ثم إلى الفحم خلال القرن التاسع عشر، ثم إلى

[1] نعيم محمد علي الأنصاري(2009)، **مرجع سبق ذكره**، ص212.

النفط والغاز الطبيعي خلال القرن العشرين. وفي الخمسينيات من القرن العشرين، تم إدخال الطاقة النووية في مزيج الطاقة.

لقد رافقت كل مرحلة من مراحل التنمية الاقتصادية انتقال مميز للطاقة من مصدر رئيسي للوقود إلى آخر. واليوم، يعد الوقود الأحفوري – الفحم والنفط والغاز الطبيعي – مصدر الطاقة المهيمن إلى حد بعيد في الاقتصادات الصناعية، والمصدر الرئيسي لنمو إنتاج الطاقة في الاقتصادات النامية والمتقدمة على حد سواء. لكن القرن الحادي والعشرين يشهد بالفعل بداية التحول الكبير في مصادر الطاقة بعيدا عن الوقود الأحفوري نحو مصادر الطاقة المتجددة. والدافع وراء هذا التحول هو العديد من العوامل، بما في ذلك المخاوف بشأن التأثيرات البيئية وخاصة تغير المناخ، القيود المفروضة على إمدادات الوقود الأحفوري، الأسعار والتغير التكنولوجي[1]. فالتحول الطاقوي وتطور أنظمة الطاقة ليس وليد اللحظة بل تعود أصوله إلى العصور القديمة. ويظل مسارها متشابكا مع التطلعات والآفاق البشرية، التي تتشكل من خلال التقدم المستمر ومتطلبات الطلب على الطاقة، لا سيما في أوقات الأزمات. فماذا نقصد بالتحول الطاقوي؟.

2.3- تعريف التحول الطاقوي

يشير التحول من استهلاك الطاقة الأحفورية المستنفذة إلى الطاقات المتجددة، إلى الانتقال من الاعتماد على الوقود الأحفوري مثل الفحم والنفط والغاز الطبيعي لإنتاج الطاقة، إلى استخدام مصادر الطاقة المتجددة المستدامة والتي لا تستنزف الموارد الطبيعية. هذا التحول مدفوع بالحاجة إلى التخفيف من الآثار السلبية لاستخدام الوقود الأحفوري، مثل تغير المناخ، تلوث الهواء واستنزاف الموارد[2].

يقصد كذلك بالتحول الطاقوي، الانتقال من نظام إنتاج واستهلاك للطاقة يرتكز على الطاقة الأحفورية غير المتجددة والمحدودة إلى مزيج طاقوي بكثافة كربونية أقل ونسب متزايدة للطاقات المتجددة. ومن خصائص الانتقال الطاقوي أنه يختلف من بلد لآخر حسب المزيج الطاقوي والإمكانيات الاقتصادية والتكنولوجية وكذا السياسات المتبعة، حيث يظهر هذا التحول تباينا متأصلا بين الدول، وهو مسار تغير صعب ومعقد وطويل يرتبط بالإرادة السياسية، الواقع الاقتصادي والبيئي، نوعية الحكم، إدارة الفاعلين والثقافة والقيم المجتمعية [3].

وعليه، فإن التحول الطاقوي ينطوي على الانتقال من الطاقات التقليدية (الأحفورية) إلى الطاقات المتجددة التي تتميز بوفرتها وديمومتها، ويرتكز هذا التحول المحوري على الالتزام بالحفاظ على البيئة وعلى الاحتياجات

[1] David Timmons, Jonathan M. Harris, Brian Roach,(2014), **The Economics of Renewable Energy**, Issued by Global Development And Environment Institute, Tufts University, Boston,États-Unis, p3.
[2] Idem, p3.
[3] عبد القادر روشو (2018)، **البعد التنموي المحلي للتحول الطاقوي في الجزائر : دراسة في إطار المخطط الطاقوي (2011-2030)**، مجلة الاقتصاد والتنمية البشرية، المجلد 09، العدد 03، مخبر التنمية الاقتصادية والبشرية في الجزائر، جامعة البليدة 2، الجزائر، ص 134.

المستقبلية للأجيال دون المساس بحقوق الأجيال الحالية من الطاقة[1]. حيث تلتقي ضرورة التخفيف من التدهور البيئي مع ضرورة ضمان الوصول العادل إلى الموارد الطاقوية فيما بين الأجيال الحالية والمستقبلية في إطار المساعي الحثيثة للتحول الطاقوي.

يشمل التحول لنظام طاقة قائم على الطاقات المتجددة نشرا واسع النطاق لتكنولوجيا الطاقة المتجددة وتطوير البنية التحتية المواتية، وتنفيذ الأطر التنظيمية الملائمة وإنشاء أسواق صناعات جديدة. لذلك فإن الفهم الواضح لأوجه الترابط السوسيوتقنية في نظام الطاقة والديناميكيات الأساسية لابتكار النظام أمر حاسم، والرؤية الواضحة لهدف واتجاه عملية التحول تسهل التغيير الأساسي المنشود. إن الفهم المعزز لعمليات التحول يمكنه من دعم حوار بناء حول التطورات المستقبلية لنظام الطاقة، كما يسمح لأصحاب المصلحة بتطوير استراتيجيات للتحول نحو نموذج الطاقة الذي تدعمه المصادر المتجددة الصديقة للبيئة[2].

من جهة أخرى، يمثل الانتقال إلى أنظمة طاقة قائمة على الطاقات المتجددة طريقة واعدة لتلبية الاحتياجات المتزايدة للطاقة. كما سيساعد الانتقال أيضا على خفض انبعاثات الغازات الدفيئة بموجب اتفاق باريس. إضافة إلى ذلك، فإن استخدام الطاقة المتجددة يمكنه زيادة النمو الاقتصادي والعمالة المحلية .

ووفقا للمجلس العالمي للطاقة، فإن التحول الطاقوي يستلزم المواءمة بين ثلاثة أبعاد أساسية، على الرغم من التناقض فيما بينها. في المقام الأول، ضرورة الأمن الطاقوي لتحقيق نجاعة وكفاءة توفير الطاقة للأجيال الحالية والمستقبلية، وثانيا، مبدأ العدالة في توفير الطاقة لكل شعوب العالم خصوصا الدول الصاعدة والاقتصادات الناشئة، بمعدلات مجدية اقتصاديا، وأخيرا، الحفاظ على البيئة بشكل مستدام من خلال الفاعلية الطاقوية وتطوير الطاقات المتجددة[3].

ويؤدي احتراق الوقود الأحفوري إلى انبعاث الغازات الدفيئة، وخاصة ثاني أكسيد الكربون، الذي يشكل المحفز الرئيسي للاضطرابات المناخية. وتؤكد العلاقة البارزة بين هذه الانبعاثات وتصاعد درجات الحرارة

---

[1] سنوسي بن عبو و طيب سعيدة (2018)، **استراتيجية التحول الطاقوي وفق برنامج الطاقات المتجددة 2030**، الصادرة عن مجلة مدارات سياسية، الصادرة عن جامعة حمة لخضر الوادي، المجلد 02، العدد 04، الجزائر، ص 38.

[2]Weber, K. M., & Rohracher, H. (2012), **Legitimizing research**, technol ogy and innovation policies for transformative change : Combining in sights from innovation systems and multi-level perspective in a compre hensive failures framework. Research Policy, Vol. 41, No. 6,pp 1037-1047.

[3] دعاس خليل، عبدات عبد الوهاب (2021)، **التحول الطاقوي في الجزائر : واقع ورهانات**، الصادرة عن مجلة اقتصاد المال والأعمال، المجلد 06، العدد02، جامعة حمه لخضر الوادي، الجزائر، ص ص 493-494.

العالمية خاصة تأثير ثاني أكسيد الكربون، الذي يمثل ما يقارب 90% من إجمالي انبعاثات الغازات الدفيئة الناتجة عن احتراق الوقود الأحفوري[1].

تبني الطاقة المتجددة من طرف المجتمع أصبح أمرا حتميا، نظرا لأن الوقود الأحفوري محدود العرض ولا يتم إنشاؤه إلا عبر الزمن الجيولوجي. وبالتالي فإن السؤال ليس ما إذا كان المجتمع سيتحول إلى الطاقة المتجددة، ولكن ***متى سيتحقق ذلك؟***. قد يتم إطالة عمر احتياطي الوقود الأحفوري من خلال تقنيات الاستخراج الجديدة، لكن الحاجة إلى تقليل الآثار الضارة لتغير المناخ تمثل مشكلة أكثر إلحاحا من استنفاذ الوقود الأحفوري. وإذا كان لنا أن نتجنب أسوأ التأثيرات المترتبة على ارتفاع درجات الحرارة وتغير المناخ، فيتعين على المجتمع أن يتحول إلى مصادر الطاقة المتجددة في حين لا يزال قدر كبير من الكربون الأحفوري مدفونا بأمان في القشرة الأرضية[2].

خلاصة القول، أن حتمية تحول الطاقة أصبح من ضروري من أجل معالجة المخاطر البيئية الناجمة عن استخدام الوقود الأحفوري. وخاصة أن مصادر الطاقة التقليدية تولد مخاطر بيئية، فقد أصبح التحول نحو الطاقات البديلة أمرا بالغ الأهمية لتنسيق التقدم المستدام مع التقدم المجتمعي. وهذا يستلزم تحقيق التوازن بين استمرارية التنمية والحفاظ على البيئة وتحقيق التوازن الاقتصادي العالمي. وعلى الرغم من الإنجازات التي تحققت، فإن النتائج الحالية لهذا التحول لا تزال أقل إلى حد ما من العتبات المثلى. وتعد الطاقات الأحفورية أهم مكون للنظام الطاقوي العالمي الحالي، وعلى الرغم من الدور الذي تلعبه هذه الطاقات في تحقيق التنمية الاقتصادية والاجتماعية للدول المختلفة، إلا أن استخدامها يسبب أضرارا بيئية كبيرة، مما يعجل تداعياتها بعيدة المدى على المجالات الاقتصادية والاجتماعية طويلة المدى.

III – التوجهات العالمية نحو التحول الطاقوي لتحقيق الاقتصاد الأخضر

هناك العديد من الجهود الدولية المبذولة لتحقيق اقتصاد أكثر اخضرارا، يمكن أن نوجزها في العناصر الموالية.

1– سيناريو التحول الطاقوي

تحدد توقعات تحولات الطاقة العالمية رؤية لتحول مشهد الطاقة ليعكس أهداف اتفاق باريس، مما يوفر مسارا للحد من ارتفاع درجة الحرارة العالمية إلى 1.5 درجة مئوية وخفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون إلى صافي الصفر بحلول منتصف القرن.

[1] **المرجع السابق**، ص 494.

[2]David Timmons, Jonathan M. Harris, Brian Roach, **Op cit**,p3.

يعتمد التقرير على اثنين من السيناريوهات الرئيسية التي أعدتها الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (IRENA) لالتقاط التقدم العالمي نحو تحقيق الهدف المناخي. ويعد سيناريو الطاقة المخططة هو الحالة المرجعية الأساسية، حيث يوفر منظورا حول تطورات نظام الطاقة استنادا إلى خطط الطاقة الحكومية وغيرها من الأهداف والسياسات المخططة المعمول بها في وقت التحليل، مع التركيز على دول مجموعة العشرين، ويصف سيناريو التحول الطاقوي أو بعبارة أخرى الاحترار العالمي عند 1.5 درجة مئوية مسارا لانتقال الطاقة يتماشى مع الهدف المناخي المتمثل في 1.5 درجة مئوية للحد من ارتفاع متوسط درجة الحرارة العالمية بحلول نهاية القرن الحالي إلى 1.5 درجة مئوية، مقارنة بمستويات ما قبل الصناعة. وهي تعطي الأولوية للحلول التقنية المتاحة بسهولة، والتي يمكن توسيع نطاقها لتحقيق هدف الاحترار العالمي.

1.1- التقدم المحرز في مكونات نظام الطاقة الرئيسية لسيناريو التحول الطاقوي:

يتطلب الحد من الاحتباس الحراري العالمي بحيث لا يتجاوز 1.5 درجة مئوية خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنحو 37 جيجا طن مقارنة بمستويات عام 2022، وتحقيق صافي انبعاثات صفر في قطاع الطاقة بحلول عام 2050.

إن التعهدات والخطط الحالية أقل بكثير من مسار الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (IRENA) عند 1.5 درجة مئوية وستؤدي إلى فجوة في الانبعاثات خلال عام 2050. ومن الممكن أن تؤدي الأهداف الصفرية، إذا تم تنفيذها بالكامل، إلى خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنسبة 6% بحلول عام 2030 و56% بحلول عام 2050، مقارنة بمستويات عام 2022. ومع ذلك، فإن معظم التعهدات المناخية لم تتم ترجمتها بعد إلى استراتيجيات وخطط وطنية مفصلة – يتم تنفيذها من خلال السياسات واللوائح التنظيمية – أو دعمها بالتمويل الكافي. ووفقا لسيناريو الطاقة المخطط له في الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، من المتوقع أن تصل فجوة الانبعاثات المرتبطة بالطاقة إلى 34 جيجا طن بحلول عام 2050، مما يؤكد الحاجة الملحة إلى اتخاذ إجراءات شاملة لتسريع عملية التحول.

من جهة أخرى، هناك حاجة إلى نشر حوالي 1000 جيجاوات من الطاقة المتجددة سنويا للبقاء على مسار 1.5 درجة مئوية. وفي عام 2022، تمت إضافة حوالي 300 جيجاوات من مصادر الطاقة المتجددة على مستوى العالم، وهو ما يمثل 83% من القدرات الجديدة مقارنة بحصة 17% مجتمعة للوقود الأحفوري والإضافات

النووية. ويحتاج كل من حجم وحصص مصادر الطاقة المتجددة إلى النمو بشكل كبير، وهو أمر ممكن من الناحية الفنية ومجد اقتصاديا[1].

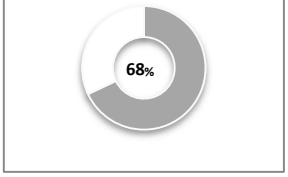
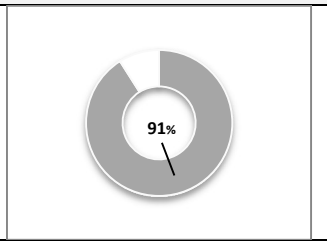
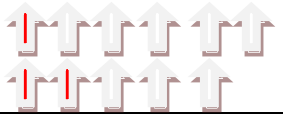
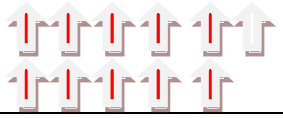
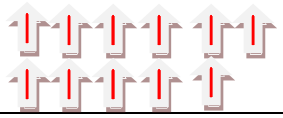
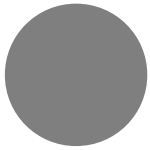
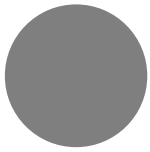
ويؤكد التحول نحو الطاقة المتجددة أنها مجدية اقتصاديا حتى في البلدان غير الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. لكن بين عامي 1980 و2015، نفذ المانحون ما يقارب 12000 مشروع حول العالم لتعزيز مصادر الطاقة المتجددة في قطاع الكهرباء وحده. قدمت هذه الأنشطة 118 مليار دولار أمريكي من التمويل الدولي. باعتبارها واحدة من أكثر الجهات المانحة نشاطا في هذا المجال، وبلغت المنح والقروض والمساعدة الفنية الألمانية الموجهة لتعزيز الوصول إلى الطاقة المستدامة 1.86 مليار يورو في عام 2011 وأكثر من 6 مليار يورو خلال الفترة ما بين 2004 و2011، مما يجعل النفقات المتعلقة بالطاقة أكبر حصة منفردة في ميزانية المساعدات الألمانية. وعلى الرغم من هذه التدفقات المالية الكبيرة والتاريخ الطويل من الدعم الذي تقدمه الجهات المانحة، فإن العلاقة بين تدخلات الجهات المانحة والمزيد من الآثار الهيكلية نحو تحول الطاقة لا تزال غير مستكشفة. إن الفهم الأفضل للروابط بين التعاون التنموي والنظام السياسي للدولة المتلقية للمساعدات سيزيد من فرص إحداث تغيير في نظام الطاقة من خلال التعاون الدولي[2].

وصلت الاستثمارات العالمية في جميع تقنيات التحول في مجال الطاقة إلى مستوى قياسي بلغ 1.3 تريليون دولار أمريكي في عام 2022، ومع ذلك فإن الاستثمارات الرأسمالية في الوقود الأحفوري كانت ضعف استثمارات الطاقة المتجددة تقريبا. ونظرا لأن مصادر الطاقة المتجددة وكفاءة استخدام الطاقة هي الأفضل لتلبية الالتزامات المناخية – فضلا عن أهداف أمن الطاقة والقدرة على تحمل تكاليف الطاقة – فإن الحكومات تحتاج إلى مضاعفة جهودها لضمان أن الاستثمارات تسير على المسار الصحيح.

وفي كل عام، تستمر الفجوة بين ما تم تحقيقه والمطلوب في الاتساع. وتظهر مؤشرات تحول الطاقة الصادرة عن الوكالة الدولية للطاقة المتجددة أن هناك حاجة إلى تسريع كبير عبر قطاعات وتقنيات الطاقة، بدءا من كهربة الاستخدام النهائي الأعمق لوسائل النقل والحرارة، إلى الاستخدام المباشر للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة وإضافات البنية التحتية[3]. ويوضح الجدول الموالي التقدم المحرز في مكونات نظام الطاقة الرئيسية لتحقيق سيناريو 1.5 درجة مئوية.

[1] IRENA (2023), **World Energy Transitions Outlook 2023: 1.5 °C Pathway**, Issued by International Renewable Energy Agency, vol 1, ABu Dhabi, UAE, p15.
[2] Marquardt, Jens (2016), **How Power Shapes Energy Transitions in Southeast Asia: A Complex Governance Challenge**, Royaume-Uni, Taylor & Francis,p4.
[3] IRENA (2023), **Op.cit,** p15.

الجدول رقم (06): تتبع التقدم المحرز في مكونات نظام الطاقة الرئيسية لتحقيق سيناريو 1.5 درجة مئوية

المؤشر	السنوات الأخيرة	2030	2050
حصة الطاقة المتجددة في توليد الكهرباء			
إضافات لقدرات الطاقة المتجددة	295 غيغاواط/ سنة 	975 غيغاواط/ سنة 	1066 غيغاواط/ سنة 
الإضافات السنوية للطاقة الشمسية الكهروضوئية	191 غيغاواط/ سنة	551 غيغاواط/ سنة	615 غيغاواط/ سنة 
الإضافات السنوية لطاقة الرياح	75 غيغاواط/ سنة	329 غيغاواط/ سنة	335 غيغاواط/ سنة 
الاحتياجات الاستثمارية لتوليد الطاقة المتجددة	486 مليار دولار أمريكي/سنويًا	1300 مليار دولار أمريكي/سنويًا	1380 مليار دولار أمريكي/سنويًا

source: IRENA (2023), **World Energy Transitions Outlook 2023: 1.5 °C Pathway** ,International Renewable Energy Agency, , vol 1, ABu Dhabi, UAE, p16.

من إستقراء الجدول السابق، نلاحظ أنه من المتوقع أن ترتفع حصة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة العالمي من 16% في عام 2020 إلى 77% بحلول عام 2050 في سيناريو الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (IRENA) عند 1.5 درجة مئوية. وسيظل إجمالي إمدادات الطاقة الأولية مستقرا بسبب زيادة كفاءة استخدام الطاقة ونمو مصادر الطاقة المتجددة. وسوف تزداد مصادر الطاقة المتجددة في جميع قطاعات الاستخدام النهائي، في حين أن المعدل المرتفع للكهربة في قطاعات مثل النقل والمباني سيتطلب زيادة قدرها اثني عشر ضعفا في قدرة الكهرباء المتجددة بحلول عام 2050، مقارنة بمستويات عام 2020. على الصعيد العالمي، يجب

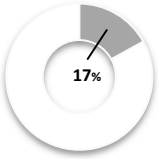
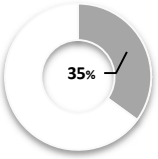
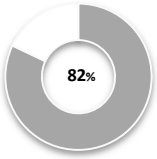
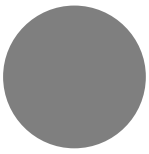
أن تصل الإضافات السنوية لقدرات الطاقة المتجددة إلى متوسط 1066 جيجاوات سنويا من عام 2023 إلى عام 2050 في ظل سيناريو 1.5 درجة مئوية.

وستصبح الكهرباء الناقل الرئيسي للطاقة، حيث تمثل أكثر من 50% من إجمالي استهلاك الطاقة النهائي بحلول عام 2050 في سيناريو 1.5 درجة مئوية. ومن شأن نشر الطاقة المتجددة وتحسين كفاءة استخدام الطاقة وكهربة قطاعات الاستخدام النهائي أن يسهم في هذا التحول. بالإضافة إلى ذلك، ستلعب الكتلة الحيوية الحديثة والهيدروجين دورا أكثر أهمية، حيث ستلبي 16% و14% من إجمالي استهلاك الطاقة النهائي بحلول عام 2050، على التوالي.

أما بحلول عام 2050، سيكون 94% من الهيدروجين قائما على مصادر الطاقة المتجددة في سيناريو 1.5 درجة مئوية. وسيلعب الهيدروجين دورا رئيسيا في إزالة الكربون من الاستخدامات النهائية ومرونة نظام الطاقة. ويتصور سيناريو 1.5 درجة مئوية أن إجمالي الاستهلاك النهائي للطاقة سينخفض بنسبة 6% بين عامي 2020 و2050، بسبب تحسين الكفاءة، ونشر مصادر الطاقة المتجددة، والتغيرات في أنماط السلوك والاستهلاك[1].

[1] **Ibid,** p.p 18-19.

الجدول رقم (07):أهم المؤشرات المختارة في مكونات نظام الطاقة الرئيسية لتحقيق سيناريو 1.5 درجة مئوية

المؤشر	السنوات الأخيرة	2030	2050
حصة مصادر الطاقة المتجددة في الاستهلاك النهائي للطاقة			
تراجع انبعاثات الغازات الدفيئة	0.04 جيجا طن من ثاني أكسيد الكربون تم التقاطها/السنة	1.4 جيجا طن من ثاني أكسيد الكربون سيتم التقاطها/السنة	3.2 جيجا طن من ثاني أكسيد الكربون سيتم التقاطها/السنة
الاحتياجات الاستثمارية لإزالة الكربون والبنية التحتية	6.4 مليار دولار أمريكي/ سنة	38 مليار دولار أمريكي/ سنة	107 مليار دولار أمريكي/ سنة 
عدد السيارات الكهربائية على الطريق	10.5 مليون	360 مليون	2180 مليون
إنتاج الهيدروجين النظيف	0.7 مليون طن / سنة	125 طن متري/ سنة	523 طن متري/ سنة

source: IRENA (2023), **World Energy Transitions Outlook 2023: 1.5 °C Pathway**, International Renewable Energy Agency, vol 1, ABu Dhabi, UAE, p17.

من الجدول أعلاه، نلاحظ أن حصة مصادر الطاقة المتجددة في الاستهلاك النهائي للطاقة، تراجع انبعاثات الغازات الدفيئة، الاحتياجات الاستثمارية لإزالة الكربون والبنية التحتية، عدد السيارات الكهربائية على الطريق وإنتاج الهيدروجين النظيف، في ارتفاع مستمر بدء من السنوات الحالية حتى سنة 2050، نتيجة للجهود المبذولة من طرف المنظمات والدول على مستوى العالم.

2.1- الفجوة الاستثمارية في إطار التحول الطاقوي

هناك حاجة إلى مبلغ تراكمي قدره 150 تريليون دولار أمريكي لتحقيق هدف 1.5 درجة مئوية بحلول

عام 2050، بمتوسط يزيد عن 5 تريليون دولار أمريكي على أساس سنوي. على الرغم من أن الاستثمار العالمي في جميع تقنيات التحول في مجال الطاقة قد وصل إلى مستوى قياسي بلغ 1.3 تريليون دولار أمريكي في عام 2022، إلا أن الاستثمار السنوي يجب أن يتضاعف أكثر من أربعة أضعاف للبقاء على مسار 1.5 درجة مئوية. ومقارنة بسيناريو الطاقة المخطط له – الذي يتطلب بموجبه استثمارا تراكميا قدره 103 تريليون دولار أمريكي – يلزم استثمار تراكمي إضافي بقيمة 47 تريليون دولار أمريكي بحلول عام 2050 للبقاء على مسار 1.5 درجة مئوية. ولذلك يجب إعادة توجيه حوالي تريليون دولار أمريكي من الاستثمارات السنوية في التقنيات المعتمدة على الوقود الأحفوري المتوخاة حاليا في سيناريو الطاقة المخطط لها نحو تقنيات تحول الطاقة والبنية التحتية.

ولا يزال الاستثمار في الطاقة المتجددة يتركز في عدد محدود من البلدان ولا يركز إلا على عدد قليل من التكنولوجيات. استفاد أقل من 85% من الاستثمار العالمي في الطاقة المتجددة من 50% من سكان العالم، وشكلت أفريقيا 1% فقط من القدرة الإضافية في عام 2022.

وعلى الرغم من وجود العديد من الخيارات التكنولوجية، فإن معظم الاستثمارات كانت في الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح. مع توجيه 95% منها نحو هذه التقنيات. ويجب أن تتدفق كميات أكبر من التمويل إلى تكنولوجيات تحول الطاقة الأخرى مثل الوقود الحيوي والطاقة الكهرومائية والطاقة الحرارية الأرضية، وكذلك إلى القطاعات خارج نطاق الطاقة التي لديها حصص أقل من مصادر الطاقة المتجددة في إجمالي الاستهلاك النهائي للطاقة (مثل التدفئة والنقل)[1].

هناك حاجة إلى سياسات تدفع الأسواق للمضي قدما نحو تكنولوجيا الطاقة الخضراء، وتحد من المخاطر، وتوفر معدلات عائد مقبولة للاستثمارات، وتهيئ الظروف لصناعة مستدامة ومربحة للمشاريع الصغيرة والمتوسطة. ويستلزم ذلك وضع أطر تنظيمية طويلة الأجل تعمل على تهيئة ظروف السوق العامة للاستثمار، مدعومة بآليات التمويل العام المتخصصة التي تعالج الحواجز والثغرات المحددة التي تعوق تطوير التكنولوجيا أو المشاريع.

وجاء نحو 75% من الاستثمار العالمي في مصادر الطاقة المتجددة في الفترة من 2013 إلى 2020 من القطاع الخاص. ومع ذلك، فإن رأس المال الخاص يميل إلى التدفق إلى التكنولوجيات والبلدان ذات المخاطر الأقل المرتبطة بها، سواء كانت حقيقية أو متصورة. في عام 2020، جاءت 83% من الالتزامات في مجال الطاقة الشمسية الكهروضوئية من التمويل الخاص، في حين اعتمدت الطاقة الحرارية الأرضية والطاقة

[1] IRENA(2023), **Op.cit,** p19.

الكهرومائية في المقام الأول على التمويل العام – وجاء 32% و3% فقط من الاستثمارات في هذه التقنيات، على التوالي، من مستثمرين من القطاع الخاص في عام 2020. ويلزم تدخل أقوى من القطاع العام لتوجيه الاستثمارات نحو البلدان والتكنولوجيات بطريقة أكثر إنصافا.

وينبغي للتمويل العام والسياسة العامة أن يدعما رأس المال الخاص، ولكن زيادة التنوع الجغرافي والتكنولوجي للاستثمار يتطلب مساهمات عامة مستهدفة وواسعة النطاق. لسنوات عديدة، ركزت السياسة على تعبئة رأس المال الخاص. حيث هناك حاجة ماسة إلى التمويل العام للاستثمار في البنية التحتية الأساسية للطاقة في العالم النامي، فضلا عن تعزيز نشر التكنولوجيات الأقل نضجا (وخاصة في الاستخدامات النهائية مثل التدفئة والنقل، أو إنتاج الوقود الاصطناعي) وفي المجالات التي نادرا ما يغامر فيها مستثمرو القطاع الخاص. وإلا فإن الفجوة في الاستثمار بين الشمال العالمي والجنوب العالمي يمكن أن تستمر في الاتساع[1].

3.1- التحول المنهجي في نظام الطاقة العالمي

يحتاج صناع السياسات إلى تحقيق التوازن الصحيح بين التدابير التفاعلية واستراتيجيات تحول الطاقة التي تعزز نظاما أكثر مرونة وشمولا وأمانا للمناخ. تنبع العديد من الأسباب الجذرية للأزمات الحالية من نظام الطاقة القائم على الوقود الأحفوري، مثل الاعتماد المفرط على عدد محدود من مصدري الوقود، وإنتاج واستهلاك الطاقة غير الفعالين والمهدرين، وعدم مراعاة الآثار البيئية والاجتماعية السلبية. إن تحول الطاقة المعتمد على مصادر الطاقة المتجددة يمكن أن يقلل أو يزيل العديد من هذه العناصر. ولذلك فإن سرعة التغيير هي التي ستحدد مستويات أمن الطاقة والمرونة الاقتصادية والاجتماعية وستوفر فرصا جديدة لتحسين رفاهية الإنسان على مستوى العالم.

كما أن تسريع التقدم في جميع أنحاء العالم يتطلب الابتعاد عن الهياكل والأنظمة المصممة لعصر الوقود الأحفوري. ويمكن أن يكون تحول الطاقة أداة يمكن من خلالها تشكيل عالم أكثر مساواة وشمولا بشكل استباقي. وهذا يعني التغلب على الحواجز القائمة في البنية التحتية والسياسات والقوى العاملة والمؤسسات التي تعيق التقدم وتعرقل الشمولية.

في حين أن التحول في مجال الطاقة يتطلب وقتا، إلا أن هناك إمكانات كبيرة لتنفيذ العديد من خيارات التكنولوجيا المتاحة اليوم. تثبت الاتجاهات التصاعدية في نشر هذه الحلول أن الحالة الفنية والاقتصادية سليمة.

[1] IRENA(2023), **Op.cit,** p19.

ومع ذلك، هناك حاجة إلى سياسات شاملة في جميع القطاعات لزيادة النشر، وكذلك التحفيز على الإصلاح المنهجي والهيكلي المطلوب لتحقيق أهداف المناخ والتنمية[1].

من جهة أخرى، يجب أن يكون التقييم العالمي في مؤتمر الأمم المتحدة لتغير المناخ (COP28) لعام 2023 بمثابة حافز لتوسيع نطاق العمل حتى عام 2030 لتنفيذ خيارات تحول الطاقة الحالية. وفي هذا السياق قدمت الإمارات العربية المتحدة مبادرة "صناع التغيير في تحول الطاقة"، والتي تهدف إلى تعزيز التعاون للمشاريع المبتكرة وقابلة للتطوير لإزالة الكربون على المستوى العالمي وإظهار الحلول للمساعدة على تمكين وتسريع التحول الطاقوي[2].

وفي حين أن التخطيط يجب أن يوفر مجالا للابتكار واتخاذ إجراءات سياسية إضافية، فإن توسيع نطاق الحلول الحالية بشكل كبير أمر بالغ الأهمية. على سبيل المثال، يشكل تعزيز الكفاءة والكهرباء اعتمادا على مصادر الطاقة المتجددة وسيلة فعالة من حيث التكلفة لقطاع الطاقة، فضلا عن النقل والمباني. كما يقدم الهيدروجين النظيف ومشتقاته، وحلول الكتلة الحيوية المستدامة، حلولا متنوعة للاستخدامات النهائية.

ومن الممكن أن يساعد التركيز على عوامل تمكين النظام الذي تهيمن عليه مصادر الطاقة المتجددة في معالجة العوائق الهيكلية التي تعيق التقدم في تحول الطاقة. إن اتباع تدابير التخفيف القطاعية أمر ضروري، لكنه غير كاف للانتقال إلى نظام طاقة مناسب لهيمنة مصادر الطاقة المتجددة. كما أنه سوف تحتاج البنية التحتية العالمية المخصصة للطاقة إلى التغيير. وسيكون لذلك آثار على توليد الطاقة والإنتاج الصناعي والتصنيع، وكذلك على السكك الحديدية وخطوط الأنابيب وأحواض بناء السفن وغيرها من وسائل توريد الوقود الأحفوري. ومن شأن تعزيز التركيز على تصميم الأنظمة أن يساعد في تسريع عملية تطوير بنية تحتية جديدة للطاقة والحفاظ على تنفيذها[3].

كما سيؤدي تحديث البنية التحتية المادية وتوسيعها إلى زيادة القدرة على بناء المرونة لنظام طاقة متنوع ومترابط. وسيحتاج النقل والتوزيع إلى استيعاب الطبيعة المحلية للعديد من أنواع الوقود المتجدد، فضلا عن طرق التجارة المختلفة. ويجب أن يأخذ التخطيط لإنشاء الروابط البينية لتمكين تجارة الكهرباء، وطرق الشحن للهيدروجين ومشتقاته، في الاعتبار ديناميكيات عالمية مختلفة إلى حد كبير وربط البلدان بشكل استباقي لتعزيز تنويع أنظمة الطاقة ومرونتها. يجب أن تكون حلول التخزين واسعة النطاق ومصممة مع أخذ التأثيرات الجغرافية

[1] **Ibid**,p20.
[2] Disponible sur le site :https://www.cop28.com/en/energy-transition-changemakers, consultée le (18/05/2023).
[3] IRENA(2023), **Op.cit**,p22.

الاقتصادية في الاعتبار. يعد القبول العام أيضا أمرا بالغ الأهمية لأي مشروع واسع النطاق ويمكن تأمينه من خلال شفافية المشروع وإتاحة الفرص للمجتمعات للتعبير عن وجهات نظرها.

ويجب على عوامل التمكين السياسية والتنظيمية أن تعطي الأولوية بشكل منهجي لتسريع تحول الطاقة وتقليص دور الوقود الأحفوري. واليوم، تظل السياسات الأساسية والأنظمة تتشكل حول الوقود الأحفوري. ورغم أنه من المحتم أن يظل الوقود الأحفوري في مزيج الطاقة لبعض الوقت، فإن حصته لابد أن تنخفض بشكل كبير. ولذلك، ينبغي لأطر السياسات والأسواق أن تركز على تسريع عملية التحول وتوفير الأسس الأساسية لنظام مرن وشامل[1].

كذلك، من الممكن البدء في تحولات الطاقة ليس فقط على المستوى الوطني، بل على المستوى العالمي أيضا. يمكن دراسة تطوير الطاقة المتجددة باعتبارها عملية من أسفل إلى أعلى حيث يدفع الناس والسلطات المحلية من أجل التغيير، ولكن أيضا من منظور من أعلى إلى أسفل، حيث تكون الحكومة المركزية مسؤولة عن تخطيط الطاقة الوطنية وأمن الطاقة وما إلى ذلك. وفي كلتا الحالتين، يمثل تنسيق استراتيجيات تنمية الطاقة المتجددة ضمن أطر الإدارة متعددة المستويات تحديا رئيسيا بسبب مشاركة جهات فاعلة مختلفة في التخطيط والتنفيذ على مستويات مختلفة من صنع القرار. كما تلعب الكفاءات والقدرات وهياكل السلطة وقضايا التنسيق دورا مهما في فهم إمكانات تحول الطاقة والعوائق التي تعترضه. ويمكن لجوانب إضافية مثل الفساد أو المحسوبية أن تكون عوامل مهيمنة، خاصة في العالم النامي[2].

خلاصة القول، أنه يجب مراعاة التحول المنهجي لنظام الطاقة العالمي في غضون ثلاثين عاما قادمة. ويستلزم هذا الإطار الزمني المكثف تحولا استراتيجيا يمتد إلى ما هو أبعد من التركيز على إزالة الكربون من إمدادات الطاقة واستهلاك الطاقة، نحو تصميم نظام طاقة لا يقلل من انبعاثات الكربون فحسب، بل يدعم أيضا اقتصاد عالمي مرن وشامل. ونتيجة لذلك، يجب أن يمتد التخطيط إلى ما وراء الحدود الضيقة للوقود للتركيز على متطلبات نظام الطاقة الجديد والاقتصادات التي سيدعمها.

ويمكن للحكومات أن تعمل بشكل استباقي على تشكيل نظام الطاقة القائم على مصادر الطاقة المتجددة، والتغلب على العيوب وأوجه القصور في الهياكل الحالية، والتأثير على النتائج بشكل أكثر فعالية. وسيكون

[1] **Ibid**,p23.
[2] Geels, Frank.W., (2011), **The multi-level perspective on sustainability transitions : Responses to seven criticisms**, Environmental Innovation and Societal Transitions, vol 1,no1, pp. 24-40.

التشكيل المتزامن والاستباقي للهياكل المادية والسياسية والمؤسسية أمرا ضروريا لتحقيق أهداف التنمية والمناخ، وتحقيق عالم أكثر مرونة وإنصافا.

2– التحول الطاقوي طريق لتحقيق الاقتصاد الأخضر

تتصارع البلدان في جميع أنحاء العالم مع التحدي المتمثل في تحويل نظام الطاقة، وبالتالي الاقتصاد العالمي الذي يعتمد على موارد الطاقة التقليدية الملوثة والناضبة، الأمر الذي جعل أفكار "الصفقة الجديدة الخضراء"Green New Deal" تحظى باهتمام متزايد يوما بعد يوم.

1.2- آلية الصفقة الخضراء:

في عام 1988 عندما افتتح عالم ناسا جيمس هانسن المرحلة العامة من الصراع حول الحفاظ على البيئة، أشار إلى ظاهرة الاحتباس الحراري في شهادته التاريخية أمام الكونجرس. وبعد مرور عام، وتحديدا في عام 1989، أكد على أنه عندما تحرق الفحم والغاز والنفط، فإنك تساهم في انبعاث ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي. ومن جهة ثانية، التركيب الجزيئي لثاني أكسيد الكربون يحبس الحرارة.

دعا الاقتصاديون إلى فرض ضريبة على انبعاثات الغازات الدفيئة، وخاصة ثاني أكسيد الكربون والميثان، التي تسبب ظاهرة الاحتباس الحراري. كان الهدف من هذه الضريبة هو إرسال إشارة إلى ضرورة البدء في إزالة الوقود الأحفوري من الاقتصاد لأنه خطير.

وهكذا، انتقلنا إلى مشكلة خطرة، ولكن لا يزال من الممكن التحكم فيها، إلى أزمة تتطلب تدخلا جذريا. حيث كان في أواخر ثمانينيات القرن العشرين، تخفيض الانبعاثات الكربونية بنسبة 1% أو 2% سنويا كافيا؛ والآن بعد أن أصبحنا بالفعل على حافة الهاوية، يجب أن يتم تخفيضها بشكل أكثر إلى 5%، 6%، 7% سنويا، وسوف يتطلب الأمر جهدا على مستوى المجتمع بأكمله[1].

لقد تزايد القلق عندما اجتمع العالم في كوبن هاجن لمحاولة التوصل إلى معاهدة عالمية، سارت الأمور بشكل سيييء بالفعل ولم يحدث شيء في الأساس. وبعد ذلك بوقت قصير، عندما حاول الكونجرس الأمريكي مناقشة مشروع قانون واكسمان–ماركي الذي يدعو إلى وضع حد أقصى للانبعاثات الكربونية. وتعتبر التعبئة الهائلة للموارد والقدرات المؤسسية التي تمت في إطار الصفقة الجديدة التي أطلقها الرئيس الأمريكي فرانكلين ديلانو روزفلت، التي تضمنت الصفقة الجديدة الأصلية إصلاحات مالية، نقدية ومصرفية.

[1] Prakash, Varshini (2020), **Winning the Green New Deal: Why We Must, How We Can, Simon & Schuster**, États-Unis, p.p 55-56.

وفي أعقاب أزمة الركود في عام 2008، تم إحياء فكرة روزفلت في هيئة صفقة خضراء جديدة عالمية. ودعا الباحثون والمؤسسات الدولية مثل برنامج الأمم المتحدة للبيئة إلى أن يتضمن المخطط الجديد بعد تغير المناخ، وسط اعتراف متزايد بالترابط الوثيق بين الديناميات الاجتماعية، الاقتصادية والبيئية.

إن العدالة الاجتماعية، عدم المساواة الاقتصادية، والتهديدات المناخية المتصاعدة بسرعة، تعمل على دفع مناقشات جديدة حول الصفقة الخضراء العالمية الجديدة. هذا المفهوم هو في الأساس حزمة سياسات شاملة تهدف إلى الجمع بين أهداف تحقيق الأهداف المناخية؛ وتعزيز التنمية الاقتصادية، خلق فرص العمل؛ ضمان العدالة الاجتماعية والرفاهية للمجتمع ككل. ويأتي تحول الطاقة في قلب هذه الأهداف[1].

الشكل رقم (14):الصفقة الخضراء الجديدة العالمية

source:IRENA (2020), ***Global Renewables Outlook: Energy transformation 2050*** **(Edition: 2020),** International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, p193.

لقد تم اقتراح عدة أساليب لجعل الاقتصاد ملائم بيئيا ويتماشى وأهداف الاقتصاد الأخضر، وعلى الرغم من اختلاف الظروف والجغرافيا، فإن هذه المبادرات تشترك في عدة خصائص كالآتي[2]:

- يجب اتخاذ إجراءات تواجه المخاطر الاجتماعية، الاقتصادية والبيئية.
- هناك حاجة إلى أدوات سياسية قوية للوصول إلى أهداف تخفيض انبعاثات الغازات الدفيئة التي تم تحديدها على أنها ضرورية من الناحية العلمية.

[1] IRENA(2020), **Op.cit**,p193.
[2] **Ibid**,p194.

• تؤكد على الفرص المتاحة لمعالجة قضايا اجتماعية أخرى في وقت واحد (العدالة، الاستخدام المستدام للموارد وصحة الإنسان)، وبالتالي العمل على التآزر وتحقيق قدر أعظم من الرخاء للجميع.

• يعتبرون العدالة للعمال والمجتمعات المتضررة من إعادة الهيكلة الاقتصادية الضرورية أولوية أساسية في تحول الطاقة، على سبيل المثال، في الصفقة الخضراء الأوروبية يسير هدف الحياد الكربوني بحلول عام 2050 جنبا إلى جنب مع هدف شامل اجتماعيا.

تتضمن عبارة "الصفقة الخضراء الجديدة" كذلك اعترافها بحتمية إزالة الكربون من المجتمعات. ويتطلب هذا الهدف بعيد المدى ضرورة إزالة الكربون باتباع نهج شامل لمعالجة المشاكل الاقتصادية، الاجتماعية والبيئية المرتبطة، ولتعزيز التحول في مجال الطاقة.

2.2- آلية الانتقال العادل للصفقة الخضراء الأوروبية:

تعترف الصفقة الخضراء الأوروبية التي اقترحتها المفوضية الأوروبية في ديسمبر 2019 بأن تغير المناخ والتدهور البيئي يشكلان تهديدا وجوديا للمنطقة والعالم. ويقدم الاقتراح استراتيجية نمو جديدة لجعل اقتصاد الاتحاد يتسم بالكفاءة في استخدام الموارد والقدرة على المنافسة، بهدف تحقيق الحياد المناخي بحلول عام 2050. وتحدد الصفقة الخضراء الأوروبية الاستثمارات والابتكارات التي تركز على إزالة الكربون من قطاع الطاقة، مما يجعل المباني أكثر كفاءة في استخدام الطاقة، وزيادة أشكال النقل النظيفة، ودعم المزيد من الاستدامة في الصناعة.

ولتحقيق هذه الأهداف، تهدف خطة استثمار الصفقة الخضراء الأوروبية إلى تعبئة ما لا يقل عن تريليون يورو على مدى عقد من الزمن. وتعترف المبادرة بأن تحول الطاقة سوف يستلزم تحولات اقتصادية واجتماعية عميقة، وأن بعض مناطق أوروبا سوف تتأثر بشكل مختلف عن غيرها. وستسعى آلية الانتقال العادل إلى تعبئة ما لا يقل عن 100 مليار يورو خلال الفترة 2021-2027 لدعم العمال والمواطنين في المناطق الأكثر تضررا من التحول. وقد تم تحديد مصادر التمويل من صندوق التحول العادل، وذلك بقيمة 7.5 مليار يورو من أموال الاتحاد الأوروبي. وستؤدي الأموال المقدمة من الدول الأعضاء والصندوق الأوروبي للتنمية الإقليمية والصندوق الاجتماعي الأوروبي الإضافي إلى توفير تمويل يتراوح بين 30 و50 مليار يورو. كما قد تؤدي خطة الانتقال العادل المخصصة في إطار الخطة الأوروبية، بهدف جذب الاستثمارات الخاصة لدعم المناطق في إزالة الكربون وتنويع وتعزيز اقتصاداتها، إلى تعبئة ما يصل إلى 45 مليار يورو. من جهة أخرى، يهدف "مرفق

قرض القطاع العام" من بنك الاستثمار الأوروبي، بدعم من ميزانية الاتحاد الأوروبي، إلى تعبئة مبلغ آخر يتراوح بين 25 إلى 30 مليار يورو لأغراض شبكات التدفئة وتجديد المباني[1].

بعبارة أخرى، ينبغي للصفقة الخضراء الجديدة أن تستثمر في الاقتصاد الحقيقي، وتركز على العوامل التي تترجم إلى نتائج اقتصادية حقيقية للأشخاص العاديين من خلال خلق فرص العمل، رفع مستويات الأجور،...ومع الصفقة الخضراء الجديدة، لدينا فرصة لإزالة الكربون وإعادة بناء اقتصادنا، وتصحيح تلك الإخفاقات[2].

3.2- التغلب على التحديات في إطار الصفقة الخضراء:

إذا تم التحول في مجال الطاقة بشكل صحيح، فلن يؤدي ذلك إلى تجنب استخدام الوقود الملوث فحسب، بل سيخلق اقتصادا قادرا على التكيف مع المناخ ويعود بالنفع على الجميع. ويظهر تحليل الوكالة الدولية للطاقة المتجددة أن مسارها الإنتقالي يوفر مكاسب قوية في مجالي التوظيف والرفاهية.

وعلى الرغم من النتائج الإيجابية على المستوى العالمي، يشير تحليل الوكالة الدولية للطاقة المتجددة أيضا إلى أن تحول الطاقة سيولد نتائج متنوعة للغاية للمناطق والبلدان. تبدأ كل دولة على حدا في التحول من نقاط بداية مختلفة تحددها هياكلها الاجتماعية والاقتصادية القائمة. كما تتأثر مساراتهم بشدة بمستوى طموحهم السياسي. حيث تؤثر مجموعتان من الظروف على قدرة البلدان على جني الفوائد من تحول الطاقة، تتمثل المجموعة الأولى في عمق، قوة وتنوع سلاسل التوريد الوطنية الخاصة بها؛ في حين تعتمد الثانية على درجات متفاوتة من الاعتماد على الوقود الأحفوري وغيره من السلع، التكنولوجيات وأنماط التجارة.

ومع تقدم عملية التحول، فإن الحقائق البنيوية المختلفة في كل دولة على حدة تترجم إلى تحديات وفرص. ويجب أن تكون السياسات المصممة لدفع ودعم التحول في مجال الطاقة والتحول الاقتصادي الأوسع مبنية على نقاط القوة لدى كل دولة على حدة. ولكن يتعين عليها بالقدر نفسه أن تمكنها من التغلب على تبعياتها البنيوية حتى تتمكن من تحقيق الاستفادة الكاملة من الفرص الناشئة. ومن بين هذه التبعيات تبرز ثلاثة أنواع، وهي الاعتماد على السلع الأساسية، الاعتماد التكنولوجي والاعتماد التجاري[3].

وكمثال على قطاع الطاقة المتجددة، في عام 2018، كان 11% فقط من الطاقة المستهلكة في الو.م.أ تأتي من مصادر متجددة. حيث تمثل السيارات الكهربائية أقل من 2% من جميع السيارات المباعة. وللانتقال إلى

---

[1] **Ibid**,p195.
[2] **Ibid**, p80.
[3] IRENA(2020), **Op.cit**,p.p196-197.

الطاقة المتجددة بنسبة 100%، فإن الو.م.أ ستحتاج إلى ما يقرب من 78 مليون لوح شمسي؛ 485.000 توربينة رياح؛ و48 ألف محطة للطاقة الشمسية – كلها جديدة – لتوليد ما يقرب من 95% من إجمالي الطاقة من طاقة الرياح والطاقة الشمسية (حوالي 1.5 مليون ميجاوات). تحتوي توربينات الرياح ذات النطاق الخدمي على حوالي 8000 قطعة، يجب تصنيع الكثير منها محليا، بالقرب من موقع النشر.

يجب تحديد أهداف الإنتاج التي تحتاجها الدول للنجاح في عملية الانتقال، حتى لو بدت مستحيلة في البداية، ثم تحقق هذه الأهداف من خلال الاستثمار العام الضخم والمنسق والإستراتيجي والتعاون مع الصناعة الخاصة[1]. إن استبدال توليد الطاقة من الوقود الأحفوري بالرياح، الطاقة الشمسية والطاقة المائية وغيرها من مصادر الطاقة المتجددة، وكذلك توسيع مصادر الطاقة المتجددة الحالية ونشر قدرات إنتاجية وتخزينية جديدة لتلبية 100% من الطلب الوطني على الطاقة من خلال مصادر الطاقة المتجددة، إجراءات من شأنها التسريع أكثر في تجسيد مشاريع الصفقة الخضراء[2].

فالصفقة الخضراء الجديدة سوف تشتمل على مجموعة من مشاريع التخفيف والتجديد المتكاملة والضرورية، والتي تعرف الآن باسم مجالات مشاريع الصفقة الخضراء الجديدة التي تساهم في استعادة كوكب سليم واقتصاد عادل ومزدهر ومستدام.

IV- التداعيات الاجتماعية، الاقتصادية والبيئية للتحول الطاقوي

يتناول هذا المحور التأثيرات المحتملة للتحول على تشغيل العمالة، الناتج المحلي الإجمالي، ويقدم أيضا مؤشرا لرفاهية الإنسان. حيث تمكننا دراسة هذه التداعيات من تخطيط نظام الطاقة، صنع السياسات الاقتصادية، وغيرها من السياسات المتخذة لضمان تحول عادل وشامل للطاقة على المستويات العالمية، الإقليمية والوطنية.

1- إسهامات القطاع الطاقوي في خلق العمالة

يتيح تخضير الاقتصادات العديد من الفرص لتحقيق الأهداف الاجتماعية، فهو يتمتع بالقدرة على أن يكون محركا جديدا للنمو، في الاقتصادات المتقدمة والنامية على حد سواء، ومولدا صافيا للوظائف الخضراء اللائقة التي يمكن أن تساهم بشكل كبير في القضاء على الفقر وتحقيق الإدماج الاجتماعي. ومن شأن تخضير الاقتصادات أن يعزز القدرة على إدارة الموارد الطبيعية على نحو مستدام، زيادة كفاءة استخدام الطاقة والحد من

[1] Prakash, Varshini, **Op.cit,** p.p 83-84.
[2] Hockett, Robert. C (2020), **Financing the Green New Deal: A Plan of Action and Renewal**, Issued by Springer International Publishing, , Allemagne,p3.

النفايات، مع معالجة أوجه عدم المساواة وتعزيز القدرة على الصمود. ومن شأن تخضير الوظائف وتعزيز الوظائف الخضراء، في القطاعات التقليدية والناشئة على حد سواء، أن يعزز اقتصادا تنافسيا ومنخفض الكربون ومستداما بيئيا وأنماط الاستهلاك والإنتاج المستدامين، ويسهم في مكافحة تغير المناخ[1].

1.1- العمالة في الطاقات المتجددة

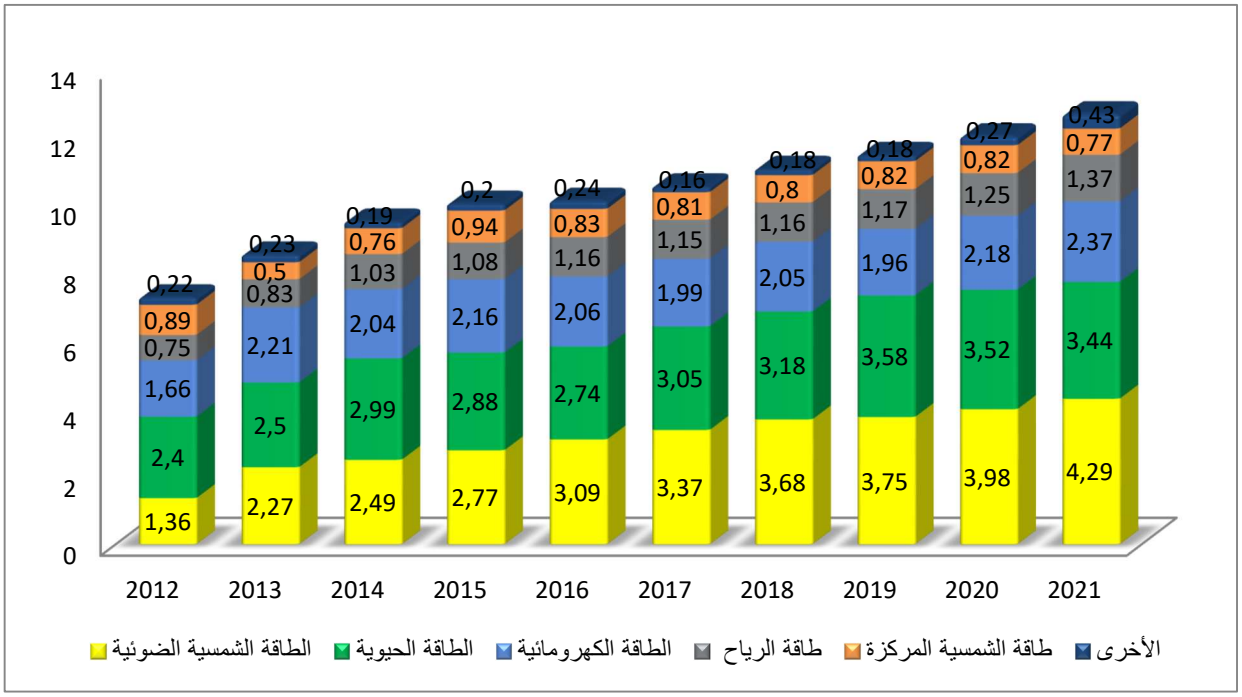
تم توظيف أكثر من 8.5 مليون عامل في إنتاج المواد الخام، بما في ذلك قطاعات التعدين والاستخراج للوقود والزراعة لإنتاج الطاقة الحيوية. شكل عمال الطاقة 15% من العمالة العالمية في قطاع التعدين على وجه التحديد. يعمل في قطاعي التصنيع والبناء حوالي 21 مليون و 15 مليون موظف في قطاع الطاقة، على التوالي، ويشكلون ما يقرب من 5- 6 بالمائة من قطاعات كل منهما. بالإضافة إلى ذلك، شارك ما يقدر بـ 14 مليون عامل في مجال الطاقة في المرافق والخدمات المهنية الأخرى، مع مشاركة بقية القوى العاملة في أدوار مثل تجار الجملة ونقل الطاقة[2].

وفي عام 2019، وفرت الطاقة العالمية والقطاعات ذات الصلة فرص عمل لقوى عاملة كبيرة، بلغ مجموعها أكثر من 65 مليون شخص، وهو ما يمثل ما يقرب من 2% من العمالة الرسمية في جميع أنحاء العالم. والجدير بالذكر أن نصف القوى العاملة في مجال الطاقة كانت تعمل في تقنيات الطاقة النظيفة، مما يشير إلى تحول كبير نحو أنظمة الطاقة المستدامة وغير الكربونية[3].

وفقا لتقديرات الوكالة العالمية للطاقة المتجددة (IRENA)، فإن عدد العاملين في مجال الطاقة المتجددة في العالم لعام 2021 هو 12.7 مليون وبزيادة مقدارها 5.83% عن عام 2020، وهناك ارتفاعا مستمرا في التوظيف في مجال الطاقة المتجددة في العالم خلال الفترة 2012-2021[4].

[1] International Labour Organization (2015), **Guidelines for a just transition towards environmentally sustainable economies and societies for all**, Publications of the International Labour Office,Geneva, Switzerland, p4.
[2] Fatih Birol (2022), **Op. Cit**, p11.
[3] **Ibid**, p6.
[4] IRENA and ILO(2022), **Renewable energy and jobs:Annual review 2022**, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi and International Labour Organization, Geneva, p11.

الشكل (15): تطور العمالة العالمية للطاقة المتجددة حسب أنواعها خلال الفترة الزمنية 2012-2021

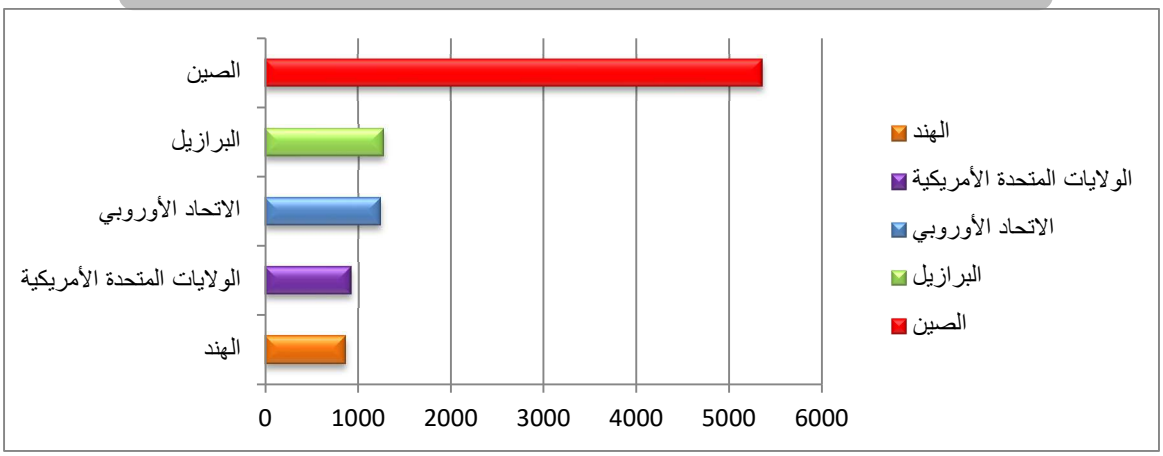


source: IRENA and ILO(2022), **Renewable energy and jobs:Annual review 2022**, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi and International Labour Organization, Geneva, p11.

من خلال الشكل السابق، نلاحظ أن العمالة تتوزع حسب أنواع الطاقات المتجددة الطاقة الشمسية الضوئية، الطاقة الحيوية، الطاقة الكهرومائية، طاقة الرياح، الطاقة الشمسية المركزة والطاقات الأخرى.

حيث نلاحظ إرتفاع مستمر في العاملة من سنة 2012 إلى غاية 2021. وهذا ما يؤكد زيادة تبني الطاقات المتجددة عبر دول العالم.

الشكل رقم (16): جغرافية وظائف القطاع الطاقوي العالمي



source: IRENA and ILO(2022), **Renewable energy and jobs:Annual review 2022**, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi and International Labour Organization, Geneva, p31.

من خلال الشكل السابق، فإن أكثر البلدان التي لديها أكبر عدد من الوظائف في مجال الطاقة المتجددة هي الصين، البرازيل، الولايات المتحدة، الهند والاتحاد الأوروبي، وقد استمرت الوظائف في التحول إلى الصين، إذ ارتفعت حصتها من العمالة إلى 42.34% من إجمالي العالم، وكانت الطاقة الشمسية الكهروضوئية أكبر نسبة في التوظيف تصل إلى4.29 مليون في جميع أنحاء العالم وبزيادة 7.8% عن عام 2020[1].

الجدير بالذكر أن التحول نحو توظيف الطاقة النظيفة فرصة كبيرة للاقتصادات العالمية لتعزيز النمو المستدام، والحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، وتعزيز أمن الطاقة. ومع ذلك، فإن تحقيق هذا التحول بنجاح يتطلب التخطيط الاستباقي والاستثمار في تنمية القوى العاملة. يجب أن تتعاون كذلك الحكومات والشركات والمؤسسات التعليمية لضمان أن القوى العاملة مجهزة بشكل كاف لتلبية متطلبات صناعات الطاقة النظيفة والتصدي بفعالية للتحديات التي يفرضها تحول الطاقة. علاوة على ذلك، يعد تنفيذ سياسات شاملة لدعم العمال المتأثرين بالتحول بعيدا عن قطاعات الوقود الأحفوري أمرا بالغ الأهمية لضمان انتقال عادل[2].

2.1- السيناريوهات، التوقعات، المستقبلية للعمالة في الطاقات المتجددة

يتيح الإحلال الطاقوي زيادة فرص التوظيف، حيث تعاني أعداد كبيرة من الأشخاص من البطالة أو يعملون في وظائف غير مستقرة أو غير رسمية، يعد الانتقال الطاقوي على مدى العقود القادمة أحد العوامل المحركة لقطاع العمل في مختلف القطاعات وسلاسل الإمداد، مما يدعم أهداف الاقتصاد. وتشير تحليلات الوكالة الدولية للطاقة المتجددة إلى زيادة مستدامة وسريعة في عدد الوظائف المرتبطة بالاستثمار في مصادر الطاقة المتجددة وغيرها من التقنيات المرتبطة بالانتقال الطاقوي، فبحلول 2050، يتوقع أن تعوض هذه الأخيرة فقدان الوظائف المرتبطة بالوقود الأحفوري، مما يؤدي إلى تحقيق مكاسب صافية كبيرة في التوظيف لقطاع الطاقة عموما[3]. كما يؤدي الانتقال إلى زيادة إنتاجية اليد العاملة المرتبطة بوظائف ذات نوعية أفضل. ومن الناحية الاجتماعية، تتيح هذه العملية تحسين مستويات المعيشة والحد من الفقر وفي نهاية المطاف القضاء عليه[4].

ويمثل الجدول الموالي مؤشر العمالة لسيناريو تحول الطاقة العالمية:

---

[1] **Ibid,** p31

[2] Fatih Birol (2022), **Op. Cit,** p9.

[3] سي ناصر هاجر، شريط صلاح الدين، (2022)، **التحول نحو الطاقة المتجددة لضمان تحقيق أمن الطاقوي مستدام: حالة دول إفريقيا جنوب الصحراء الكبرى**، الصادرة عن مجلة أبحاث ودراسات التنمية، المجلد 09، العدد 1، جامعة برج بوعريريج، الجزائر، ص214.

[4] الأمم المتحدة: (2022)، **الانتقال إلى اقتصاد خفيض الكربون وآثاره الوخيمة على التحول الهيكلي**، تقرير أقل البلدان نموا 2022 "مؤتمر الأمم المتحدة للتجارة والتنمية"، جنيف، سويسرا، ص5 .

الجدول (08): مؤشر العمالة لسيناريو تحول الطاقة العالمية

	2019	2030	2050
العمالة (بالآلاف)			
سيناريو الطاقة المخطط له (PES)	3714168	4051588	4238092
سيناريو التحول الطاقوي (TES)	3721777	4058720	4244626
تغييرات التوظيف بين (PES) و(TES)	7608.94	7132	6534
تغيرات التوظيف (%)	0.20%	0.18%	0.15%

source:IRENA **(2020),** ***Global Renewables Outlook: Energy transformation 2050*** (Edition: 2020), International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, p113.

من شأن سيناريو تحويل الطاقة أن يحقق زيادة صافية، ما يقرب من 7 ملايين في إجمالي عدد الوظائف التي سيتم خلقها على مستوى الاقتصاد بالكامل بحلول عام 2050، أي أكثر بنسبة 0.15% مقارنة بسيناريو الطاقة المخطط. ويعكس رقم العمالة على مستوى الاقتصاد بالكامل.

ويوضح الجدول الموالي وظائف القطاع الطاقوي العالمي:

الجدول رقم (09): وظائف القطاع الطاقوي العالمي

وظائف قطاع الطاقة (بالآلاف)	**2017**	**2030 (PES)**	**2030 (TES)**	**2050 (PES)**	**2050 (TES)**
الطاقة النووية	**560**	**770**	**696**	**739**	**430**
الوقود الأحفوري	**20858**	**33255**	**29133**	**29878**	**21680**
الطاقة المتجددة	**12288**	**20306**	**29543**	**25578**	**41902**
كفاءة الطاقة	**9507**	**20283**	**29189**	**17561**	**21265**
مرونة الطاقة والشبكة	**7439**	**11507**	**12078**	**12721**	**14494**
المجموع	**57879**	**86121**	**100640**	**86478**	**99771**
نسبة وظائف الطاقة على مستوى الاقتصاد		**%2.13**	**%2.48**	**%2.04**	**%2.35**

source:IRENA **(2020),** ***Global Renewables Outlook: Energy transformation 2050*** **(Edition: 2020)**, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, p114.

في سيناريو تحويل الطاقة، من الممكن أن يصل عدد الوظائف في قطاع الطاقة الإجمالي الذي يشمل التكنولوجيات المرتبطة بالتحول (الطاقة المتجددة، وكفاءة استخدام الطاقة، وشبكات الطاقة ومرونة الطاقة)، والوقود الأحفوري والطاقة النووية إلى 100 مليون وظيفة بحلول عام 2050. يزيد بنسبة 15% عن سيناريو الطاقة المخطط (الذي يعكس الالتزامات والخطط الوطنية الحالية)، ويزيد بنسبة 72% عن إجمالي توظيف الطاقة في

الوقت الحاضر. ويكمن وراء هذا المجموع تغييرات كبيرة في تكوين العمالة. ومن المتوقع أن تفوق الوظائف الجديدة في التكنولوجيات والقطاعات المرتبطة بالتحول فقدان الوظائف في الوقود الأحفوري والطاقة النووية. وفي عام 2050، من الممكن أن توظف كفاءة الطاقة وحدها 21 مليون شخص، وشبكات الطاقة ومرونة الطاقة 14.5 مليون شخص آخرين 21% و14% أكثر على التوالي، مقارنة بسيناريو الطاقة المخطط. وعلى النقيض من ذلك، فإن 22 مليون وظيفة في مجال الوقود الأحفوري في عام 2050 ستكون أقل بنسبة 27% مما كانت عليه في سيناريو الطاقة المخطط له[1].

من جهة أخرى، فإن سيناريو التحول الطاقوي يمكن أن يؤدي إلى انخفاض فرص العمل المتوقعة في قطاع الطاقة التقليدية في جميع المناطق. وبالنسبة للوقود الأحفوري، فمن المتوقع أن يكون الانخفاض الأكبر بنحو 40% في أمريكا الشمالية وشرق آسيا والاتحاد الأوروبي. وتليها بقية آسيا بانخفاض قدره 30% تقريبا، في حين ستنخفض بأمريكا اللاتينية ومنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا بنحو 25% لكل منهما. إن فقدان الوظائف في مجال الوقود الأحفوري لا يثير قلق المصدرين فحسب، بل وأيضا المستوردين الذين أقامو بنية أساسية واسعة النطاق، وشبكات التوزيع، والأصول، والمعرفة البشرية حول هذه الأشكال من الطاقة. وفي مجال الطاقة النووية، من المتوقع أن تخسر جميع المناطق وظائفها أيضا، حيث تتراوح الانخفاضات من 20% في أميركا اللاتينية وشرق آسيا وبقية آسيا، إلى ما قد يصل إلى 65% في أوروبا وأميركا الشمالية[2].

تواجه أقل البلدان نموا أيضا تحديات في التحول بسرعة نحو قطاعات "أكثر مراعاة للبيئة" مقارنة بالبلدان الأخرى ذات الاقتصاديات والقدرات التكنولوجية الأكثر تطورا. لذا، قد تكون أقل البلدان نموا معرضة بشدة للمخاطر التي ينطوي عليها الانتقال إلى اقتصاد منخفض الكربون نتيجة انخفاض العمالة والإيرادات والنقد الأجنبي في الصناعات الآيلة للزوال. كما أن انخفاض القدرات الإنتاجية لمعظم البلدان أقل نموا واعتمادها الشديد على الواردات، وتركز العمالة والصادرات بقوة في عدد قليل من القطاعات أو المنتجات الريعية يزيد من احتمالية تحملها لتكاليف الانتقال الطاقوي، ولعل من أهمها انخفاض العمالة في القطاع الأحفوري[3].

ومع تسارع التحول في مجال الطاقة، يصبح فقدان الوظائف في التقنيات التقليدية أكثر وضوحا. ومن أجل تصميم سياسات انتقالية عادلة لا تترك أحدا يتخلف عن الركب، ستكون هناك حاجة إلى تحليل مفصل لفهم هيكل المؤهلات في الوظائف المفقودة وتكوين القوى العاملة[4].

---

[1] IRENA (2020), **Op cit,** p40.
[2] IRENA (2020), **Op cit,** p 48.
[3] الأمم المتحدة (2022)، **مرجع سبق ذكره**، ص-ص 2-3.
[4] IRENA (2020), **Op cit,** p 48.

إن الاستثمار المتوقع في إطار سيناريو تحويل الطاقة من شأنه أن يحفز نموا كبيرا في فرص العمل، وأغلب هذا بشكل مباشر في مصادر الطاقة المتجددة، حيث سيرتفع تشغيل العمالة إلى 42 مليون وظيفة بحلول عام 2050. وهذا يزيد بنسبة 64% عن المتوقع في ظل سيناريو الطاقة المخطط له ويقترب من أربعة أضعاف من الوظائف في هذا القطاع اليوم. وستشكل الطاقة الشمسية الكهروضوئية ما يقرب من نصف هذه الوظائف، تليها الطاقة الحيوية وطاقة الرياح. ومن بين قطاعات سلسلة قيمة الطاقة المتجددة، سوف تهيمن وظائف البناء والتركيب، وهو ما يمثل 47% من الإجمالي. ومن حيث الملف المهني، فإن عمال البناء والمصانع، إلى جانب الفنيين، سوف يشغلون حصة 77% من إجمالي العمالة[1].

يتطلب خلق فرص العمل في تحول الطاقة فهما لمتطلبات المهارات المستقبلية وطرق فعالة لتسهيل التحولات المقابلة في القوى العاملة. ومن الممكن أن تعمل سياسات التحول العادلة والشاملة على الحد من اضطرابات سوق العمل على سبيل المثال، فقدان الوظائف والاختلالات التي يمكن توقع حدوثها أثناء تحول الطاقة. ويجب أن تتوقع سياسات التعليم وبناء القدرات المستهدفة التغيرات الوشيكة وأن ترعى القوى العاملة المتنوعة والمتنامية التي تتطلبها المرحلة الانتقالية[2].

2- تأثيرات التحول الطاقوي على إجمالي الناتج المحلي

الناتج المحلي الإجمالي هو المؤشر الأكثر استخداما للدخل والنمو. وتماشيا مع تقديرات الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، من المتوقع أن يكون الناتج المحلي الإجمالي العالمي في عام 2050 أعلى بنسبة 2.4% في ظل سيناريو تحويل الطاقة مقارنة بسيناريو الطاقة المخطط له. وسوف تبلغ المكاسب التراكمية حوالي 98 تريليون دولار أمريكي، وهي النتيجة التي شكلتها العديد من العوامل الدافعة في الاقتصاد العالمي. ومن شأن الاستثمارات المقدمة في البداية أن تساهم بشكل كبير في نمو الناتج المحلي الإجمالي خلال السنوات الأولى من الفترة الانتقالية وتحتفظ بتأثير إيجابي ولكن صغير نسبيا بعد ذلك.

إن المكاسب التراكمية في الناتج المحلي الإجمالي العالمي ستتجاوز إلى حد كبير تكاليف الاستثمار لتحويل نظام الطاقة المقدرة بـ 15 تريليون دولار أمريكي. ومن المتوقع أن ينمو الناتج المحلي الإجمالي العالمي بمقدار 367 دولارا أمريكيا للفرد سنويا في ظل سيناريو تحويل الطاقة، وهو أكبر بكثير من إجمالي الاستثمار الإضافي للفرد المقدر بـ 54 دولارا أمريكيا اللازم لتحقيق هذه المكاسب. ومع ذلك، فإن الهدف النهائي لهذا التحول هو

[1] **Ibid,** p40.
[2] **Idem**.

تحسين رفاهية الناس من خلال إمدادات الطاقة النظيفة، والتنمية الاقتصادية والاجتماعية، والتخفيف من آثار تغير المناخ.

وتشكل مستويات الاستثمار محركا مهما آخر للنتائج الاجتماعية والاقتصادية الإقليمية لعملية التحول. وعلى المستوى العالمي، يبلغ متوسط استثمارات الطاقة النظيفة المرتبطة بالتحول 122 دولارا أمريكيا للفرد سنويا. وتختلف المبالغ بين المناطق بشكل كبير، من حوالي 50 دولارا أمريكيا للفرد سنويا في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى إلى أكثر من 450 دولارا أمريكيا للفرد سنويا في أمريكا الشمالية. ولا تكون تأثيرات الاقتصاد الكلي أعلى فقط عندما تكون الاستثمارات أكبر، ولكن المضاعفات في كل اقتصاد تلعب دورا مهما في تحديد قوة تأثيرات الاستثمار. إن توزيع هذه المكاسب غير متساو بين المناطق. ومن المتوقع أن يحصل الاتحاد الأوروبي على ما يصل إلى 2950 دولارا أمريكيا للفرد سنويا، مما يعكس هياكله الاجتماعية والاقتصادية القوية، ولكن بالنسبة لمعظم المناطق فإن المكاسب تتراوح بين 650 دولارا أمريكيا إلى حوالي 100 دولار أمريكي. ومن المتوقع أن تشهد منطقة أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى زيادة متواضعة تبلغ حوالي 30 دولارا أمريكيا، في حين ستشهد منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا وأوقيانوسيا انخفاضا مقارنة بسيناريو الطاقة المخطط له. تساهم الاختلافات في النتائج الاقتصادية في الاختلافات في تقديرات الرفاهية لهذه المناطق[1].

يكمن التحدي في أن نصيب الفرد من استهلاك الطاقة قد بلغ ذروته في العديد من الاقتصاديات المتقدمة، ويواصل ارتفاعه في الاقتصاديات النامية، بينما يتعين زيادته في البلدان المنخفضة الدخل لانتشال المواطنين من الفقر ورفع مستويات المعيشة. كذلك يتركز معظم النمو السكاني في البلدان منخفضة الدخل والنامية. لذلك يحتاج العالم إلى أكثر بكثير من مجرد الرياح والطاقة الشمسية من أجل إحداث التحول المرجو. وستكون مصادر الطاقة المتجددة الأخرى، مثل الطاقة الحيوية والهيدروجين الأخضر، مهمة أيضا، إلى جانب أهمية احتجاز الكربون وتخزينه– واستخدام القليل في فعل الكثير من خلال زيادة كفاءة الطاقة.

هناك تفاوت في استخدام الطاقة، فالشخص العادي في بعض البلدان يستهلك ما يصل إلى 100 ضعف استهلاك الشخص العادي في بعض البلدان الأكثر فقرا[2].

[1] IRENA (2020), **Op cit,** p.p 49-51.

[2] أندرو ستانلي (2022)، **تحولات الطاقة**، مجلة التمويل والتنمية، صندوق النقد الدولي، واشنطن، الولايات المتحدة الأمريكية، ص48.

الجدول (10): مؤشر الناتج المحلي الإجمالي لسيناريو تحول الطاقة العالمية

	2019	2030	2050
الناتج المحلي الإجمالي (مليون الدولار الأمريكي)			
سيناريو الطاقة المخطط له (PES)	83643985	117717477	214272530
سيناريو التحول الطاقوي (TES)	85247810	120011802	219366861
تغيرات الناتج المحلي الإجمالي بين (PES) و(TES)	1603826	2294325	5094331
تغيرات الناتج المحلي الإجمالي (%)	%1.92	%1.95	%2.38
نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي (بالألف):			
سيناريو الطاقة المخطط له (PES)	10.93	14.05	22.89
سيناريو التحول الطاقوي (TES)	11.13	14.32	23.44

source:IRENA **(2020),** ***Global Renewables Outlook: Energy transformation 2050*** **(Edition: 2020)**, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, p113.

من خلال الجدول السابق، نلاحظ أن تغيرات المحتملة للناتج المحلي الإجمالي سترتفع من 1.92% إلى 1.95% ثم إلى 2.38% سنة 2050. حيث إن سيناريو تحويل الطاقة سيعزز الناتج المحلي الإجمالي العالمي في عام 2050 مقارنة بسيناريو الطاقة المخطط له.

يمكن تفسير مكاسب الناتج المحلي الإجمالي بالتغيرات في الإنفاق الاستهلاكي استجابة للسياسة المالية، فضلا عن عوامل أخرى غير مباشرة. وبالمقارنة، فإن التجارة لن تضيف سوى زيادة هامشية إلى مكاسب الناتج المحلي الإجمالي العالمي في ظل سيناريو تحويل الطاقة مقارنة بسيناريو الطاقة المخطط، حيث تظل تدفقات التجارة العالمية متوازنة على نطاق واسع في كلا السيناريوهين.

على الرغم من صعوبة الانتقال بعيدا عن مصادر الطاقة كثيفة الكربون، فإن تحول نظام الطاقة مصحوبا بمجموعة من السياسات المناسبة، يحمل آفاقا واعدة لإفريقيا. ويتوقع سيناريو التحول الطاقوي أن تشهد القارة الإفريقية ارتفاعا في الناتج المحلي الإجمالي بنسبة 6.4% أعلى مما تستطيع الخطط الحالية تحقيقه كمعدل وسطي طوال فترة التوقعات. كما يظهر تحليل الوكالة الدولية للطاقة المتجددة أيضا أن القارة الإفريقية قادرة على تحقيق الازدهار من التنوع الاقتصادي، والابتكار والتنمية الصناعية، والوصول إلى الطاقة، والفوائد العميقة للبيئة، وجميعها عوامل ضرورية لتحقيق تنمية اجتماعية واقتصادية أكثر انصافا عبر جميع أنحاء القارة. وبالرغم

من وجود اختلافات كبيرة بين المناطق، فإن جميع المناطق الإفريقية تشهد تأثيرات إيجابية على الناتج المحلي الإجمالي[1].

3- تأثيرات التحول الطاقوي على الرفاهية الاجتماعية والبيئية

إن تحول الطاقة من الوقود الأحفوري إلى مصادر طاقة أنظف وأكثر استدامة، يمكن أن يكون له مجموعة من التأثيرات على الرفاه الاجتماعي، وتختلف تبعا للظروف والسياسات. كما يؤدي التحول عن الوقود الأحفوري إلى تقليل تلوث الهواء ويحسن الصحة العامة، مما يؤدي إلى زيادة متوسط العمر المتوقع وتحسين نوعية الحياة.

من شأن التحول الطاقوي أن يحقق تحسينات كبيرة في رفاهية الفرد في كل منطقة. ومقارنة بسيناريو الطاقة المخطط له، يعمل سيناريو الطاقة المتحولة على تعزيز مؤشر الرفاهة بين 10% في الاتحاد الأوروبي و17% في أوقيانوسيا. أما بقية دول آسيا والأمريكتين ومنطقة جنوب الصحراء الكبرى في افريقيا فتحقق أداء أفضل قليلا من المتوسط العالمي، في حين تسجل المناطق المتبقية درجات أقل قليلا.

وترجع مكاسب الرفاهية في معظمها إلى التقدم في المؤشرات الاجتماعية والبيئية (الثانوية). وتشمل المؤشرات الاجتماعية مكونين فرعيين: الصحة والتعليم. وعلى الجانب الصحي، فإن التحسينات الناجمة عن انخفاض تلوث الهواء لها الأثر الأقوى في جميع المناطق، حيث يحقق الأشخاص الذين يعانون أكثر من غيرهم من تلوث الهواء أكبر مكاسب الرفاهية. ومن بين المؤشرين الفرعيين البيئيين، يتميز تخفيف انبعاثات الغازات الدفيئة بشكل أكثر بروزا من التغيرات في استهلاك المواد.[2].

يتضمن المؤشر أبعادا اقتصادية واجتماعية وبيئية مجتمعة من مؤشرات فرعية. ويشتق كل مؤشر من مؤشرين فرعيين. ويتم الحصول على البعد الاقتصادي من استهلاك الأسرة والاستثمار وكذلك العمالة. ويتكون المؤشر الاجتماعي من آثار الإنفاق على التعليم والصحة الناجمة عن تلوث الهواء. أما المؤشر البيئي فيتكون من انبعاثات الغازات الدفيئة واستهلاك المواد.

من جهة أخرى، الرفاهية العالمية تتحسن بشكل أسرع وأكثر في ظل سيناريو التحول الطاقوي مقارنة بسيناريو الطاقة المخطط، حيث سيتجاوزها بنسبة 13.5% بحلول عام 2050. وتسود الأبعاد الاجتماعية والبيئية، مما

[1] الوكالة الدولية للطاقة المتجددة ومجموعة بنك التنمية الإفريقية (2022)، **تحليل سوق الطاقة المتجددة: أفريقيا ومناطقها – ملخص لصناع السياسات**، الوكالة الدولية للطاقة المتجددة ومجموعة بنك التنمية الإفريقية، أبوظبي وأبيدجان، ص37.

[2] IRENA (2020), **Op cit**, p 52.

يعكس التحسينات الكبيرة في الصحة التي تم تحقيقها من خلال الحد من تلوث الهواء والحد من انبعاثات الغازات الدفيئة[1].

وأفادت لجنة لانسيت المعنية بالتلوث والصحة لعام 2017، والتي استخدمت بيانات من دراسة العبء العالمي للأمراض والإصابات وعوامل الخطر لعام 2015، أن التلوث كان مسؤولا عن ما يقدر بنحو 9 ملايين حالة وفاة المبكرة سنويا أي 16% من جميع الوفيات على مستوى العالم، ما يعادل واحدة من كل ست حالات وفاة في جميع أنحاء العالم. زيادة الوفيات تعزى بالأساس إلى تلوث الهواء المحيط والتلوث الكيميائي السام. وعن الخسائر الاقتصادية التي بلغ مجموعها 4.6 تريليون دولار أمريكي بواقع 6.2% من الناتج الاقتصادي العالمي في عام 2015. حيث أن 92% من الوفيات المرتبطة بالتلوث، والعبء الأكبر للخسائر الاقتصادية الناجمة عن التلوث، تحدث في مناطق البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل.

على مدى العقدين الماضيين، زادت الوفيات الناجمة عن الأشكال الحديثة للتلوث مثل تلوث الهواء المحيط بنسبة 66% منذ عام 2000.

قدر العبء العالمي للأمراض لعام 2019 أن التعرض للرصاص مسؤول سنويا عن 900 ألف حالة وفاة، مع القرار الذي اتخذته حكومة الجزائر، في عام 2021، بإزالة الرصاص من إمدادات البنزين، تمت الآن إزالة الرصاص من وقود السيارات في كل بلد في العالم. يمثل هذا القرار انتصارا كبيرا للصحة العامة وقد أدى إلى انخفاض عالمي في تركيزات الرصاص في الدم لدى الأطفال وانخفاض في انتشار التسمم بالرصاص. ومع ذلك، وعلى الرغم من هذا التقدم، لا يزال الرصاص يشكل تهديدا كبيرا للصحة. عمليا يظهر الواقع أن الوضع لم يتحسن خلال سنة 2019، وأن التلوث لا يزال يمثل مشكلة رئيسية وتهديد عالمي للصحة والرخاء، وخاصة في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل[2].

معظم البلدان المرتفعة الدخل تمكنت من السيطرة على أسوأ أشكال التلوث لديها وربطت مكافحة التلوث بالتخفيف من آثار تغير المناخ، إلا أن عددا قليلا فقط من البلدان المنخفضة الدخل والمتوسطة الدخل تمكنت من جعل التلوث أولوية، أو تخصيص الموارد لمكافحة التلوث، أو إحراز تقدم . وعلى نحو مماثل، لا تحظى مكافحة التلوث إلا بقدر ضئيل من الاهتمام سواء في مساعدات التنمية الرسمية أو الأعمال الخيرية العالمية،

[1] **Ibid,** p 111.
[2] Richard Fuller, Philip Landrigan, Kalpana Balakrishnan,et al (2022),**Pollution and health:a progress update**, The Lancet Planetary Health, vol.6,no.6, p535.

وهذا ما انعكس بصورة مباشرة على السلامة والصحة العالمية الذي بدوره يتسبب في تدني الرفاهية الاجتماعية للأفراد والمجتمعات.

ويوضح الجدول الموالي أبعاد مؤشر الرفاهية الاجتماعية العالمية:

الجدول رقم (11): أبعاد مؤشر الرفاهية الاجتماعية العالمية

الأبعاد	المؤشر الفرعي	التفاصيل	الوحدات	الوزن في مؤشر المجمع
الاقتصادية	الاستهلاك زائد الاستثمار	مجموع استهلاك الأسر المعيشية والاستثمار على مستوى الاقتصاد (أي تكوين رأس المال) في كل سنة وكل بلد	دولار أمريكي	$1/6$
	التوظيف	التوظيف على مستوى الاقتصاد في جميع القطاعات الاقتصادية الـ 43 التي تم النظر فيها، في كل عام وكل بلد	عدد الوظائف	$1/6$
الاجتماعية	الإنفاق على التعليم	الإنفاق العام والخاص على التعليم في كل سنة وفي كل دولة	دولار أمريكي	$1/6$
	التأثيرات الصحية	استهلاك الطاقة في قطاعات توليد الطاقة والاستخدام النهائي (TJ) متباينا حسب الوقود ومضروبا في العوامل الخارجية الصحية (USD/TJ) لكل وقود من تحليل الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (IRENA)، في كل عام وكل بلد	دولار أمريكي	$1/6$
البيئية	انبعاثات غازات الاحتباس الحراري	انبعاثات الغازات الدفيئة التراكمية (باستخدام القيمة العالمية للمؤشر في جميع البلدان). يتم استخدام القيم التراكمية لأنها هي تلك التي تتعلق بالعوامل الخارجية المرتبطة بها (تغير المناخ).	طن مكافئ من ثاني أكسيد الكربون	$1/6$
	استهلاك المواد	الاستخدام التراكمي للمواد باستثناء الوقود الأحفوري. يتم استخدام القيم التراكمية لأنها هي التي تتعلق بالعوامل الخارجية المرتبطة بها في معظم الحالات (استنزاف الموارد المحدودة).	جيجا طن	$1/6$

source:IRENA **(2020),** ***Global Renewables Outlook: Energy transformation 2050*** **(Edition: 2020)**, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, p112.

يوضح الجدول السابق، أبعاد مؤشر الرفاهية الإجتماعية العالمية، والتي يمكن تلخيصها في أبعاد اقتصادية، إجتماعية وبيئية. كل بعد يضم ستة مؤشرات فرعية. وبما أن كل مؤشر فرعي له وحداته الخاصة، يتم التعبير

عن الوحدات الستة من حيث النسبة المئوية للفرق بين سيناريو تحويل الطاقة وسيناريو الطاقة المخططة، ثم يتم ترجيحها بالتساوي وتجميعها في المؤشر العام.

ورغم أن تشغيل العمالة والناتج المحلي الإجمالي من المؤشرات ذات الصلة، فإن تحسين رفاهة الناس يجب أن يكون الهدف النهائي لأي تغيير أو تحول. وبالتالي، تعد الرفاهية أحد أهم المؤشرات الاجتماعية والاقتصادية لتحول الطاقة. يتم عرض التأثير الإيجابي القوي للتحول على الرفاهية العالمية. ويؤدي سيناريو تحويل الطاقة إلى تحسن أكثر أهمية في الرفاهية من المخطط له سيناريو الطاقة.

الجدول رقم (12):نسبة تحسين الرفاهية الاجتماعية العالمية لسيناريو التحول مقابل السيناريو المخطط

السنة / المؤشر	2030	2050
الاقتصادي	0.34	0.49
الاجتماعي	4.53	8.70
البيئي	2.03	4.29
المجموع	6.9	13.5

source:IRENA **(2020),** ***Global Renewables Outlook: Energy transformation 2050*** **(Edition: 2020),** International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, p115.

ومن بين أبعاد الرفاهية المختلفة، تهيمن الأبعاد الاجتماعية والبيئية على المكاسب في كل منطقة. وفي البعد الاجتماعي، فإن الانخفاض في الأمراض والأمراض الناجمة عن تلوث الهواء المحلي يمثل أكبر قدر من التحسن. ومن ثم، فإن المناطق التي تشهد حاليا المزيد من تلوث الهواء الخارجي والداخلي تحقق تحسينات أكبر في الرفاهية مع تقدم الفترة الانتقالية. وفي بعض المناطق، مثل أمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي وشرق آسيا، يشهد العنصر الآخر من البعد الاجتماعي (الإنفاق على التعليم) تحسنا كبيرا للغاية مع تقدم عملية التحول.

ومن الجدير بالذكر أن حصة البعد الاقتصادي في بعض المناطق، بما في ذلك الاتحاد الأوروبي وأمريكا الشمالية، تصور المكاسب الاقتصادية ومكاسب العمالة الأعلى نسبيا مقارنة بمناطق أخرى.

إن العنصر المهيمن ضمن البعد البيئي، والذي يتكون من مؤشرات فرعية حول انبعاثات غازات الدفيئة واستهلاك المواد، هو التخفيف من انبعاثات غازات الدفيئة العالمية. ففوائد خفض الانبعاثات تتقاسمها جميع المناطق.

ويمكن إرجاع الاختلافات في البصمات الاجتماعية والاقتصادية الإقليمية إلى الاختلافات في ظروفها الهيكلية، قدراتها الصناعية، هياكلها التجارية، وعمق وتنوع سلاسل التوريد المحلية. وتساعد جميعها في تحديد الدرجة التي يمكن لاقتصاد معين أن يستفيد بها من الفرص التي يتيحها تحول الطاقة. ويجب أن يكون مفهوما أن بعض البلدان تواجه تحديات أكبر من غيرها.

خلاصة القول أن البصمة الاجتماعية، الاقتصادية والبيئية لتحول الطاقة كما تم قياسها في سيناريو تحويل الطاقة تنقل رسالة إيجابية على نطاق عالمي. سيكون نمو الوظائف والناتج المحلي الإجمالي إيجابيا بينما تتحسن الرفاهية بشكل كبير.

خلاصة الفصل الثاني:

استهدف هذا الفصل دراسة مختلف المفاهيم المتعلقة بالطاقة غير متجددة منها والمتجددة، حيث قدم نظرة متعمقة على المشهد العالمي لمصادر الطاقة. كما سلط الضوء على البحث في الاعتماد الحالي على الوقود

الأحفوري والزخم المتزايد نحو التحول إلى مصادر الطاقة المتجددة بما في ذلك الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة الكهرومائية.

كما أشرنا إلى الآثار الواسعة النطاق للتحول الطاقوي والتي تغطي الأبعاد الاقتصادية، الاجتماعية والبيئية، فلا يسهم التحول الطاقوي في التخفيف والحد من انبعاثات الدفيئة فحسب، بل يسهم بشكل كبيرة أيضا في تحسين جودة الهواء والحد من التدهور البيئي والحفاظ النظم البيئة الطبيعية. أما من الناحية الاقتصادية فقد كان للتحول الطاقوي آثار إيجابية من ناحية خلق وظائف عمل مستحدثة بالإضافة إلى دوره في الدفع بعجلة النمو الاقتصادي وتحسين مؤشرات رفاهية الإنسان الذي ينعكس بدوره على تدعيم الأبعاد الاجتماعية للفرد والمجتمع على حد سواء.

يبرز التحول الطاقوي كمسار حاسم لمعالجة التلوث البيئي، تعزيز التنمية المستدامة، وتحقيق التوازن البيئي في الأمد البعيد. كما أن للاستثمار في الطاقة المتجددة إلى جانب فرض سياسات بيئية داعمة للأبعاد البيئية، قد يسرع من التحول الطاقوي ويفضي إلى تعظيم نتائجه البيئية والاجتماعية.

الفصل الثالث:

الطاقة المتجددة وحماية البيئة كاستراتيجية لتحقيق التنمية المستدامة

تمهيد

تحديات الاقتصاد العالمي يتطلب تغييرات جذرية على نطاق واسع في طريقة وسبل التعاطي مع مختلف الأزمات والتكيف مع مختلف التغييرات الحاصلة. من خلال تبنى مسارات إنمائية منخفضة الكربون ومرنة وشاملة من شأنها أن تقلل من انبعاثات الكربون، وتحافظ على الموارد الطبيعية، وتحدث تحولا في الأنظمة الغذائية، وتستحدث فرص عمل أفضل، وتدفع عجلة الانتقال نحو اقتصاد أكثر اخضرارا وعدلا. وخريطة الطريق المنصوص عليها في أهداف التنمية المستدامة واضحة. فعندما نتخذ إجراءات لتعزيز نظم الحماية الاجتماعية، وتحسين الخدمات العامة، والاستثمار في الطاقة النظيفة، فإننا نعالج الأسباب الجذرية لتفاقم عدم المساواة، التدهور البيئي وتغير المناخ.

من جهة أخرى، تلعب تحولات الطاقة دورا في تحقيق جميع أهداف التنمية المستدامة، بما في ذلك القضاء على الفقر، الأمن الغذائي، الصحة، التعليم والمساواة. ولتعظيم الفوائد وتقليل المقايضات المحتملة، من الضروري اعتماد نهج متكامل وتشاركي ومرتكز على عمليات صنع القرار المتعلقة بالسياسات والبرامج الخاصة بانتقال الطاقة. ويضمن هذا النهج التقاسم العادل لفوائد التحول، ويحمي رفاهية الأفراد والبيئة، ويمكن المجتمع المدني اقتصاديا واجتماعيا. حيث توفر سياسات الهدف السابع من أهداف التنمية المستدامة رؤى وتوصيات قيمة، وتسلط الضوء على الإجراءات اللازمة لدفع التقدم على المستوى الإقليمي وعلى موضوعات محددة مثل تحولات الطاقة العادلة، والروابط المتبادلة للطاقة مع أهداف التنمية المستدامة الأخرى.

بناء على ما سبق، يتناول الفصل الثالث المباحث الآتية:

I – مدخل إلى التنمية المستدامة؛

II – إسهامات الطاقة المتجددة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة؛

III – التجربة الفرنسية في استغلال الطاقات المتجددة؛

IV – سبل الحفاظ على البيئة؛

I – مدخل إلى التنمية المستدامة

اكتسب مفهوم التنمية المستدامة مكانة بارزة في أواخر القرن العشرين مع تزايد المخاوف بشأن التدهور البيئي، واستنزاف الموارد، وعدم المساواة الاجتماعية. وظهرت هذه الفكرة كاستجابة للاعتراف بأن النماذج التقليدية للنمو الاقتصادي، التي تعطي الأولوية للمكاسب القصيرة الأجل وتستنزف الموارد الطبيعية بشكل عشوائي، غير قابلة للحياة على المدى الطويل.

1– مفهوم التنمية المستدامة

1.1- تعريف التنمية المستدامة

لقد عانت التنمية المستدامة من تزاحم الشديد في التعاريف والمعاني، فأصبحت المشكلة ليست غياب التعريف وإنما تعدده وتنوعه، ما جعل البحث عن تعريف مقبول عالميا يشكل تحد كبير، حيث ظهرت العديد من المفاهيم التي ضمت عناصر وشروط هذه التنمية والتي عكست وجهات نظر متنوعة ومن مختلف الباحثين وفي شتى المجالات مثل الاقتصاد، وعلم البيئة، وعلم الاجتماع.

يعرف برنامج الأمم المتحدة للتنمية والبيئة التنمية المستدامة بأنها "تنمية تسمح بتلبية احتياجات ومتطلبات الأجيال الحاضرة دون الإخلال بقدرة الأجيال المقبلة على تلبية احتياجاتها"[1].

كما تعرف التنمية المستدامة بأنها التنمية التي تأخذ بعين الاعتبار الأبعاد الاجتماعية والبيئية إلى جانب الأبعاد الاقتصادية، وذلك بالاستغلال الأمثل للموارد المتاحة لتلبية حاجيات الأفراد مع مراعاة حقوق الأجيال المستقبلية[2].

إن التنمية المستدامة تعبر عن مجمل الإجراءات التي يقوم بها الإنسان لإشباع حاجياته وتحسين نوعية حياته والارتقاء بها نحو الأفضل، وينبغي أن لا تتعرض للخطر قدرة الأجيال المقبلة على تلبية حاجياتها، وهذا يستدعي إدارة هذه الموارد بطريقة واعية بعيدا عن الاستنزاف الجائر لها واستثمارها بالشكل المعقول[3].

من خلال ما سبق يمكن تعريف التنمية المستدامة على أنها نهج شامل ومتكامل يهدف إلى تلبية احتياجات الجيل الحالي دون المساس بقدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتها، يقوم هذا النهج على تحقيق التوازن المستدام بين البعد الاقتصادي من خلال تعزيز النمو الاقتصادي، البعد الاجتماعي وذلك بضمان العدالة الاجتماعية وتعزيز الحقوق الإنسانية والمساوة وتحقيق الرفاه، والبعد البيئي من خلال حماية والحفاظ على البيئة والموارد الطبيعية، وتقليل التلوث والنفايات، والحفاظ على التنوع البيولوجي.

---

[1] دوغلاس موسشيت (2000)، **مبادئ التنمية المستدامة**، ترجمة: بهاء شاهين، الدار الدولية للاستثمارات الثقافية، ط1 ، القاهرة،مصر، ص17.

[2] عبد الله بن عبد الرحمان البريدي (2015)، **التنمية المستدامة مدخل تكاملي لمفاهيم الاستدامة وتطبيقاتها مع التركيز على العالم العربي**، العبيكان للنشر، ط1، الرياض، السعودية، ص34.

[3] عبد الرحمان محمد العيسوي (2001)، **سيكولوجية التنمية والإنتاج**، دار الراتب الجامعية، ط1، بيروت،لبنان، ص22.

2.1- مراحل تطور مفهوم التنمية المستدامة

شهد مفهوم التنمية المستدامة تحولات خلال الفترة الزمنية الممتدة منذ نهاية الحرب العالمية إلى اليوم فكل مرة يتم تدارك لبعد من أبعاد التنمية المستدامة ابتداءا من البعد الاقتصادي ثم البعد الاجتماعي إنتهاء بالبعد البيئي.

الجدول رقم (13): مراحل تطور مفهوم التنمية منذ نهاية الحرب العالمية الثانية إلى اليوم.

المراحل	الفترة	مفهوم التنمية
1	نهاية الحرب العالمية الثانية إلى منتصف ستينات القرن العشرين	التنمية = النمو الاقتصادي
2	منتصف الستينات إلى سبعينات القرن العشرين	التنمية = النمو الاقتصادي + التوزيع العادل للثروات
3	منتصف السبعينات إلى منتصف ثمانينات القرن العشرين	التنمية الشاملة = الاهتمام بجميع الجوانب الاقتصادية والاجتماعية
4	منذ سنة 1990 وحتى وقتنا الحاضر	التنمية البشرية = تحقيق مستوى حياة كريمة وصحية للسكان
5	منذ قمة الأرض سنة 1992	التنمية المستدامة = النمو الاقتصادي + التوزيع العادل للثروات + الاهتمام بجميع جوانب الحياة الاقتصادية والاجتماعية والبيئية

المصدر: عثمان محمد غنيم، ماجد أحمد أبو زنط (2007) ، **التنمية المستدامة فلسفتها وأساليب تخطيطها وأدوات قياسها**، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، ص 286-287.

شهدت السبعينيات صعود الحركة البيئية التي غذتها أحداث مثل يوم الأرض عام 1970 ونشر تقرير"حدود النمو" من قبل نادي روما 1972. هذه الفترة جلبت القضايا البيئية إلى واجهة الوعي العالمي. ظلت التنمية المستدامة خلال عقد السبعينيات غامضة ومقتصرة على الندوات العلمية المغلقة التي كانت تحاول أن تجد تعريفا مقبولا لهذا المفهوم. كان الجميع يتساءل إن كان بإمكان تحقيق تنمية اقتصادية منسجمة مع متطلبات البيئة، وإن كان بإمكان التخطيط لتنمية اقتصادية غير ضارة بالبيئة ولا تضع في الوقت نفسه قيودا غير مقبولة

على طموحات الإنسان المشروعة لتحقيق التقدم والرقي والنمو الاجتماعي والاقتصادي، وإن كان بالإمكان أن تكون التنمية مستمرة ومتواصلة ومستدامة[1].

بدأ مفهوم التنمية المستدامة يتبلور خلال الثمانينيات، وقد عرفته اللجنة العالمية للبيئة والتنمية برونتلاند في تقريرها "مستقبلنا المشترك" عام 1987. حيث تم إعلان التنمية المستدامة كقضية أخلاقية وإنسانية بقدر ما هي قضية تنموية وبيئية، وهي قضية مصيرية ومستقبلية تتطلب تضافر الجهود والتعاون الدولي الفاعل من أجل السير قدما في تحقيق أهدافها البعيدة المدى. تميزت هذه الحقبة بعدم تحقيق لشروط الاستدامة في الدول المتخلفة اقتصاديا وحتى في الدول الصناعية المتقدمة، فقد انتشرت أنماط تنموية ضارة بمقاييس المستقبل لأنها تتم على حساب استهلاك الرصيد الطبيعي للأجيال القادمة واستنزافه[2].

في التسعينيات اكتسبت التنمية المستدامة اعترافا دوليا واسع النطاق، مما أدى إلى أحداث تاريخية مثل قمة الأرض في ريو دي جنيرو في عام 1992. وقد أنتجت القمة جدول أعمال القرن الحادي والعشرين، وهي خطة عمل شاملة للتنمية المستدامة، وإعلان ريو بشأن البيئة والتنمية[3].

من القرن الحادي والعشرين حتى الوقت الحاضر أصبحت التنمية المستدامة مندمجة بشكل متزايد في الأطر السياسية العالمية، بما في ذلك أهداف التنمية المستدامة للأمم المتحدة (SDGs) التي تم اعتمادها سنة 2015.

طوال هذه المراحل، كان هناك اعتراف متزايد بالترابط بين النظم البيئية والاجتماعية والاقتصادية، فضلا عن الحاجة إلى نهج شامل للتنمية يوازن بين احتياجات الأجيال الحالية والمستقبلية.

2– أبعاد التنمية المستدامة

تتضمن التنمية المستدامة أبعادا متعددة ومتنوعة ومتداخلة فيما بينها، حيث أنه لكل بعد أهمية بالغة في تحقيق التنمية المستهدفة، ولا يمكن الحديث عن تنمية مستدامة بمعزل عن الأبعاد الاقتصادية والاجتماعية والبيئية.

1.2. - البعد الاقتصادي

توفر مؤشرات الأبعاد الاقتصادية للتنمية المستدامة رؤى حول التقدم والأداء والتحديات المتعلقة بالنمو الاقتصادي والإنتاجية والازدهار مع مراعاة الاعتبارات البيئية والاجتماعية. وفيما يلي بعض المؤشرات الرئيسية المستخدمة عادة لتقييم الجوانب الاقتصادية للتنمية المستدامة:

[1] محمد صالح الشيخ (2002)، **الآثار الاقتصادية والمالية لتلوث البيئة ووسائل الحماية منها**، مكتبة ومطبعة الإشعاع الفنية، ط1، الإسكندرية، مصر ،ص113.

[2] سليمان الرياشي (1998)، **دراسات في التنمية العربية الواقع والآفاق**، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، لبنان، ص239.

[3] عدنان السيد حسين (2003)، **نظرية العلاقات الدولية**، دار الأمواج، ط1، لبنان، ص197.

1.1.2 - حصة الاستهلاك الفردي من الموارد الطبيعية

بالنسبة للأبعاد الاقتصادية للتنمية المستدامة يلاحظ أن سكان البلدان الصناعية يستغلون قياسا على مستوى نصيب الفرد من الموارد الطبيعية في العالم، أضعاف ما يستخدمه سكان البلدان النامية. ومن ذلك مثلا أن استهلاك الطاقة الناجمة عن النفط والغاز والفحم هو في الولايات المتحدة أعلى منه في الهند ب 33 مرة، وهو في بلدان منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية (OCDE) أعلى بعشر مرات في المتوسط منه في البلدان النامية مجتمعة[1].

2.1.2 - وقف هدر الموارد الطبيعية

التنمية المستدامة بالنسبة للبلدان الغنية تتلخص في إجراء تخفيضات متواصلة من مستويات الاستهلاك المهدرة للطاقة والموارد الطبيعية وذلك عبر تحسين مستوى الكفاءة وإحداث تغيير جذري في أسلوب الحياة. ولا بد في هذه العملية من التأكد من عدم تصدير الضغوط البيئية إلى البلدان النامية. وتعني التنمية المستدامة أيضا تدنية الاستهلاك الذي يهدد التنوع البيولوجي في البلدان الأخرى، كاستهلاك الدول المتقدمة للمنتجات الحيوانية المهددة بالانقراض.

3.1.2 - مسؤولية البلدان المتقدمة عن التلوث وعن معالجته

تقع على البلدان الصناعية مسؤولية خاصة في قيادة التنمية المستدامة، لأن استهلاكها المتراكم في الماضي من الموارد الطبيعية مثل المحروقات – وبالتالي إسهامها في مشكلات التلوث البيئي – كان كبيرا بدرجة غير متناسبة. يضاف إلى هذا أن البلدان الغنية لديها الموارد المالية والتقنية والبشرية الكفيلة بأن تضطلع بالمسؤولية الملقاة عليها في استخدام تكنولوجيات الأنظف واستخدام الموارد بكثافة أقل، وفي القيـام بتحويل اقتصادياتها نحو حماية النظم الطبيعية والعمل معها، وفي تهيئة أسباب ترمي إلى تحقيق نوع من المساواة والاشتراكية للوصول إلى الفرص الاقتصادية والخدمات الاجتماعية، مع توفير الموارد التقنية والمالية لتعزيز التنمية المستدامة في البلدان الأخرى – باعتبار أن ذلك استثمارا مستقبليا في المدى البعيد[2].

4.1.2 - تقليص تبعية البلدان النامية

ثمة جانب من جوانب الروابط الدولية فيما بين البلدان الغنية والفقيرة يحتاج إلى دراسة دقيقة. ذلك أنه بالقدر الذي : خفض به استهلاك الموارد الطبيعية في البلدان الصناعية، يتباطأ نمو صادرات هذه المنتجات من البلدان النامية وتنخفض أسعار السلع الأساسية بدرجة أكبر، مما يحرم البلدان النامية من إيرادات تحتاج إليها احتياجا ماسا. يساعد على تعويض هذه الخسائر، الانطلاق إلى نمط تنموي يقوم على الاعتماد على الذات

[1] سليمان الرياشي، **مرجع سبق ذكره**، ص240.

[2] **مرجع نفسه**.

لتنمية القدرات الذاتية وتأمين الاكتفاء الذاتي وبالتالي التوسع في التعاون الإقليمي، وفي التجارة فيما بين البلدان النامية، وتحقيق استثمارات ضخمة في رأس المال البشري، والتوسع في الأخذ بالتكنولوجيات المحسنة.

5.1.2 - التنمية المستدامة لدى البلدان الفقيرة

تعني التنمية المستدامة في البلدان الفقيرة تكريس الموارد الطبيعية لأغراض التحسين المستمر في المستويات المعيشية. ويعتبر التحسين السريع، كقضية أخلاقية، أمر حاسم بالنسبة لأكثر من 20 في المائة من سكان العالم المعدمين في الوقت الحالي. ويعد التخفيف من عبء الفقر من النتائج العملية الهامة بالنسبة للدول، لأن هناك روابط وثيقة بين الفقر وتدهور البيئة والنمو السريع للسكان والتخلف الناجم عن التاريخ الاستعماري والتبعية المطلقة للقوى الرأسمالية. أما الذين لا تلبى لهم احتياجاتهم الأساسية، والذين ربما كان بقائهم على قيد الحياة أمرا مشكوكا فيه، فيصعب أن نتصور بأنهم سيهتمون بتحقيق أبعاد التنمية المستدامة، لأن أهم أولوياتهم تنصب حول تحقيق مستوى معيشي أحسن لهم ولأبنائهم.

6.1.2 - المساواة في توزيع الموارد

إن الوسيلة الناجعة للتخفيف من عبء الفقر وتحسين مستويات المعيشة أصبحت مسؤولية كل من البلدان الغنية والفقيرة، وتعتبر هذه الوسيلة، غاية في حد ذاتها، وتتمثل في جعل فرص الحصول على الموارد والمنتجات والخدمات فيما بين جميع الأفراد داخل المجتمع أقرب إلى العدالة. فالفرص غير المتساوية في الحصول على التعليم والخدمات الاجتماعية وعلى الأراضي والموارد الطبيعية الأخرى وعلى حرية الاختيار وغير ذلك من الحقوق السياسية، تشكل حاجزا هاما أمام التنمية. فهذه المساواة تساعد على تنشيط التنمية والنمو الاقتصادي الضروريين لتحسين مستويات المعيشية[1].

2.2. - البعد الاجتماعي

تعتبر التنمية المستدامة الدعامة الأساسية في معالجة التحديات الاجتماعية مثل الفقر، البطالة، التمييز بين الجنسين وعدم التوزيع العادل للدخل.

1.2.2 - الحد من الفقر

تهدف التنمية المستدامة إلى القضاء على الفقر بجميع أشكاله من خلال تعزيز النمو الاقتصادي الشامل والعدالة الاجتماعية والاستدامة البيئية. حيث أن الفقر لا يقتصر على نقص الدخل فحسب، بل يشمل أيضا الحرمان من الاحتياجات الأساسية مثل التعليم والرعاية الصحية والأمن الغذائي والحصول على المياه النظيفة والصرف الصحي.

وتعطي استراتيجيات التنمية المستدامة الأولوية للاستثمار في رأس المال البشري، والحماية الاجتماعية، وبرامج التمكين الاقتصادي لانتشال الناس من الفقر وتحسين نوعية حياتهم. ومن خلال معالجة الأسباب الجذرية للفقر

[1] محمد صالح الشيخ، **مرجع سبق ذكره**، ص117.

وتعزيز الفرص لتحقيق سبل العيش المستدامة، تساعد التنمية المستدامة على خلق مسارات لتحقيق الرخاء للمجتمعات المحرومة.

2.2.2 - البطالة والعمل اللائق

تعزز التنمية المستدامة خلق فرص عمل منتجة ولائقة للجميع، وخاصة للفئات المهمشة مثل النساء والشباب والأشخاص ذوي الإعاقة. فالعمالة الهادفة ضرورية للحد من الفقر، والاندماج الاجتماعي، والتمكين الاقتصادي. تركز استراتيجيات التنمية المستدامة على الاستثمار في التعليم وتنمية المهارات والتدريب المهني ودعم ريادة الأعمال الخضراء لتعزيز فرص العمل وتسهيل الانتقال إلى سوق العمل الرسمي. كما أنها تعزز النمو الاقتصادي الشامل والابتكار وتنويع الصناعات لتوليد فرص العمل وسبل العيش المستدامة[1].

3.2.2 - المساواة بين الجنسين وتمكين المرأة

تعترف التنمية المستدامة بأهمية المساواة بين الجنسين وتمكين المرأة باعتبارهما من حقوق الإنسان الأساسية والمحركين الرئيسيين للتنمية المستدامة. وتهدف التنمية المستدامة إلى القضاء على التمييز بين الجنسين وتعزيز تساوي الفرص للنساء والفتيات في جميع مجالات الحياة.

تعمل استراتيجيات التنمية المستدامة على ضمان سماع أصوات النساء وحماية حقوقهن. كما أنها تعزز الوصول إلى التعليم والرعاية الصحية والموارد الاقتصادية ومناصب صنع القرار لتمكين المرأة وتعزيز المساواة بين الجنسين.

3.2.2 - الحد من عدم المساواة

تسعى التنمية المستدامة إلى الحد من عدم المساواة داخل البلدان وفيما بينها من خلال معالجة التفاوت في الدخل والثروة والوصول إلى الموارد والفرص. ومن المؤكد أن عدم المساواة الاجتماعية والاقتصادية تقوض التماسك الاجتماعي، وتعرقل النمو الشامل، وتديم دورات الفقر والاستبعاد.

تشجع استراتيجيات التنمية المستدامة على فرض الضرائب التصاعدية، وتدابير الحماية الاجتماعية، وسياسات إعادة التوزيع لضمان التوزيع العادل والمنصف للموارد والفرص. كما أنها تعطي الأولوية للاستثمار في التعليم والرعاية الصحية والإسكان والبنية التحتية في المجتمعات المهمشة لتضييق الفجوة بين الأغنياء والفقراء وتعزيز الاندماج والتماسك الاجتماعي.

باختصار، تعمل التنمية المستدامة كإطار توجيهي لرفض الفقر والبطالة والتمييز بين الجنسين وعدم المساواة من خلال تعزيز التنمية الشاملة والعادلة التي تحترم حقوق وكرامة جميع الأفراد وتضمن مستقبل مزدهر ومستدام للأجيال القادمة.

[1] عثمان محمد غنيم، ماجد أحمد أبو زنط (2007) ، **التنمية المستدامة فلسفتها وأساليب تخطيطها وأدوات قياسها**، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، ص 286-287.

3.2. - البعد البيئي

اتضحت العلاقة الوثيقة بين التنمية والبيئة في مؤتمر الأمم المتحدة للبيئة الإنسانية الذي عقد في ستوكهولم عام 1972، ويعد المؤتمر المرة الأولى التي يجتمع فيها المجتمع الدولي لمناقشة القضايا البيئية العالمية على أعلى مستوى. حيث شدد على الترابط بين الأنشطة البشرية والتنمية الاقتصادية والتدهور البيئي، وسلط الضوء على الحاجة إلى اتباع نهج متكامل لتحقيق التنمية المستدامة.

3.2. 1- الأراضي، تآكل التربة

بالنسبة للأبعاد البيئية فإن تآكل التربة وفقدان إنتاجيتها يؤديان إلى التقليص من غلتها، ونتاجا لذلك فإن مساحات كبيرة من الأراضي الزراعية تخرج سنويا من دائرة الإنتاج. كما أن الإفراط في استخدام الأسمدة ومبيدات الحشرات يؤدي إلى تلويث المياه السطحية والمياه الجوفية. أما الضغوط البشرية والحيوانية، فإنها تضر بالغطاء النباتي والغابات، وهناك مصايد كثيرة للأسماك في المياه العذبة والبحرية يجري استغلالها فعلا بمستويات غير مستدامة.

إن طرق ووسائل استخدام الأراضي هي التي تحدد بشكل رئيسي مدى التزام الدول بالتنمية المستدامة وتطبيقها لمبادئها، فقد أشارت وثيقة الأجندة 21 على ضرورة استخدام منهج متكامل لإدارة الأنظمة البيئية والأراضي بحيث يأخذ بعين الاعتبار قدرة الأراضي على تزويد عملية التنمية بالموارد وعدم استنزافها وكذلك حماية الأراضي من التلوث، التصحر وغيرها من التداعيات السلبية[1].

3.2. 2- حماية المناخ من الاحتباس الحراري

ترمي التنمية المستدامة في هذا المجال إلى الحد من المعدل العالمي لزيادة انبعاث غازات الاحتباس الحراري. وذلك عن طريق الحد بصورة كبيرة من استخدام المحروقات، وإيجاد مصادر أخرى للطاقة لإمداد المجتمعات الصناعية. وسيكون من المتعين على البلدان الصناعية أن تتخذ الخطوات الأولى للحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون واستحداث تكنولوجيات جديدة لاستخدام الطاقة الحرارية بكفاءة أكبر، وتوفير الإمدادات من الطاقة غير الحرارية تكون مأمونة وتكون نفقتها محتملة. على أنه حتى تتوافر أمثال هذه التكنولوجيات، فالتنمية المستدامة تتطلب استخدام المحروقات بأكفأ ما يستطاع في جميع البلدان .

إن الاستخدام الكثيف للمحروقات أصبح مصدرا رئيسيا لتلوث الهواء وخصوصا إذا تعلق الأمر بالمناطق العمرانية التي تعاني أكثر من تداعيات تدهور نوعية الهواء، فالمستويات الحالية لانبعاث الغازات الدفيئة الناتج بالأساس من الأنشطة البشرية تتجاوز قدرة الأرض على امتصاصها، مما يعرض كوكب الأرض إلى مخاطر كبيرة في المستقبل المنظور.

[1] عثمان محمد غنيم، ماجد أحمد أبو زنط، **مرجع سابق**، ص290.

3.2. 3- البحار والمحيطات والمناطق الساحلية

توفر البحار والمحيطات والمناطق الساحلية مجموعة واسعة من خدمات النظام البيئي الضرورية لرفاهية الإنسان، بما في ذلك توفير الغذاء، وتنظيم المناخ، وحماية السواحل، والفرص الترفيهية.

تدعم النظم البيئية البحرية مثل الشعاب المرجانية، أشجار المانغروف والأعشاب البحرية الحياة البحرية المتنوعة، وتعمل بمثابة حاضنات للأسماك والأنواع الأخرى، وتساعد في الحفاظ على جودة المياه عن طريق تصفية الملوثات.

تلعب المحيطات دورا حيويا في تنظيم مناخ الأرض عن طريق امتصاص وتخزين كميات كبيرة من الحرارة وثاني أكسيد الكربون (CO2) من الغلاف الجوي. وهذا يساعد على تخفيف درجات الحرارة العالمية ويخفف من آثار تغير المناخ.

كما تعمل المناطق الساحلية، مثل أشجار المانغروف على احتجاز الكربون وتوفير حواجز طبيعية ضد تآكل السواحل، مما يجعلها أصولا قيمة في جهود التكيف مع المناخ والتخفيف من آثاره.

3.2. 4- التنوع الحيوي

يرتبط التنوع الحيوي ارتباطا وثيقا بالتنمية المستدامة، لأنه يوفر الأساس للنظم الإيكولوجية الصحية، ويدعم التنوع البيولوجي توفير خدمات النظام البيئي مثل إنتاج الغذاء، والمياه النظيفة، وتنقية الهواء، وتنظيم المناخ، وخصوبة التربة. وهذه الخدمات ضرورية لرفاهية الإنسان وتساهم في الرخاء الاقتصادي والاستقرار الاجتماعي.

تعد النظم الإيكولوجية ذات التنوع البيولوجي أكثر مرونة في مواجهة التغيرات والاضطرابات البيئية، مثل تغير المناخ، والكوارث الطبيعية، وتفشي الأمراض. يزيد تنوع الأنواع من استقرار النظام البيئي، مما يجعل النظم البيئية أكثر قدرة على تحمل الاضطرابات والتعافي منها.

يساعد الحفاظ على التنوع البيولوجي على بناء القدرة على التكيف ويعزز قدرة المجتمعات على التعامل مع الظروف البيئية المتغيرة والاستجابة لها، مما يعزز القدرة على الصمود.

يعد الحفاظ على التنوع البيولوجي جزءا لا يتجزأ من تحقيق أهداف التنمية المستدامة العالمية، مثل تلك المبينة في خطة الأمم المتحدة للتنمية المستدامة لعام 2030 واتفاقية التنوع البيولوجي. تؤكد هذه الأهداف على أهمية الحفاظ على التنوع البيولوجي، والإدارة المستدامة للموارد، والوصول العادل إلى الموارد الطبيعية للأجيال الحالية والمستقبلية[1].

3– أهداف التنمية المستدامة

طرحت الأهداف المستدامة للمرة الأولى في عام 2011 من قبل دولتي كولومبيا وجواتيمالا، كما دعمت دول أخرى فكرة وضع أهداف التنمية المستدامة أثناء التحضير لمؤتمر ريو (20+). أجرى فريق العمل التابع للجمعية العامة للأمم المتحدة عملية التفاوض الأولى بشأن وضع أهداف التنمية المستدامة، واجتمع الفريق 13 مرة في

[1] عبد الله بن عبد الرحمان البريدي (2015)، **التنمية المستدامة مدخل تكاملي لمفاهيم الاستدامة وتطبيقاتها مع التركيز على العالم العربي**، العبيكان للنشر، ط1، رياض، السعودية، ص34.

الفترة من عام 2013 حتى عام 2014. وانتهى العمل بوضع الصيغة النهائية لأهداف التنمية المستدامة في 2015، وذلك بعد انعقاد ثماني جلسات من المفاوضات الحكومية الدولية، وأثناء انعقاد مؤتمر قمة الأمم المتحدة للتنمية المستدامة الذي اعتمد "خطة التنمية المستدامة 2030"، شددت دولة الإمارات على إمكانية الوصول إلى الطاقة النظيفة إلى جانب الحصول على غذاء كاف بأسعار معقولة، التعليم ذي الجودة، والرعاية الصحية، النمو الاقتصادي المستدام، الأنظمة البيئية السليمة، وزيادة كفاءة الموارد، بوصفها جميعا قضايا يتردد صداها بقوة في دولة الإمارات، كما تعهدت "بأن لا تترك أحدا خلف الركب" و"بالانتقال بالعالم إلى مسار مستدام ومرن"[1].

في العام 2015، اعتمدت الدول الأعضاء في الأمم المتحدة بالإجماع خطة التنمية المستدامة لعام 2030 بأهدافها الـ17، وغاياتها الـ169 ومؤشراتها الـ231. وتهدف هذه الخطة إلى تحديد اتجاه السياسات العالمية والوطنية المعنية بالتنمية، وإلى تقديم خيارات وفرص جديدة لسد الفجوة بين حقوق الإنسان والتنمية. كما أنها تشكل إطارا عاما يوجه العمل الإنمائي العالمي والوطني.

وخطة عام 2030 اهتمت بحقوق الإنسان بشكل واضح في الإعلان العالمي لحقوق الإنسان، والمعاهدات الدولية في مجال حقوق الإنسان والحق في التنمية. وتسعى أهداف التنمية المستدامة إلى إعمال حقوق الإنسان للجميع، وهي قابلة للتطبيق عالميا على جميع الأشخاص في جميع البلدان، بما فيها البلدان المتقدمة والنامية على حد سواء. على الرغم من أن صياغة أهداف التنمية المستدامة المحددة لم تتم من منظور حقوق الإنسان، إلا أن العديد منها يعكس محتوى المعايير الدولية[2].

ولمواجهة التحديات البيئية المتزايدة في العالم، التزمت 193 دولة بـ 17 هدفا من أهداف التنمية المستدامة (SDGs) المتعلقة بالاقتصاد والمجتمع والبيئة، والمتمثلة في:

- الهدف 1: القضاء على الفقر بجميع أشكاله في كل مكان.
- الهدف 2: القضاء على الجوع وتوفير الأمن الغذائي والتغذية المحسنة وتعزيز الزراعة المستدامة.
- الهدف 3: ضمان تمتع الجميع بأنماط عيش صحية وبالرفاهية في جميع الأعمار.
- الهدف 4: ضمان التعليم الجيد المنصف والشامل للجميع وتعزيز فرص التعلم مدى الحياة للجميع.
- الهدف 5: تحقيق المساواة بين الجنسين والتمكين لجميع النساء والفتيات.
- الهدف 6: ضمان توافر المياه وخدمات الصرف الصحي للجميع وإدارتهما إدارة مستدامة.
- الهدف 7: ضمان حصول الجميع بتكلفة ميسورة على خدمات الطاقة الحديثة الموثوقة والمستدامة.
- الهدف 8: تعزيز النمو الاقتصادي المطرد والشامل للجميع والمستدام، والعمالة الكاملة والمنتجة، وتوفير العمل اللائق للجميع.

[1] تقرير اللجنة الوطنية لأهداف التنمية المستدامة (2018)، **تقرير أهداف التنمية المستدامة**، الإمارات العربية المتحدة، ص6.
[2] **المرجع السابق**، ص6..

– الهدف 9: إقامة بنى تحتية قادرة على الصمود، وتحفيز التصنيع المستدام الشامل للجميع، وتشجيع الابتكار.

– الهدف 10: الحد من التباين وانعدام المساواة داخل البلدان وفيما بينها.

– الهدف 11: جعل المدن والمستوطنات البشرية شاملة للجميع وآمنة وقادرة على الصمود ومستدامة.

– الهدف 12: ضمان وجود أنماط استهلاك وإنتاج مستدامة.

– الهدف 13: اتخاذ إجراءات عاجلة للتصدي ومكافحة التغير المناخ وآثاره .

– الهدف 14: الحفاظ على المحيطات والبحار والموارد البحرية واستخدامها على نحو مستدام لتحقيق التنمية المستدامة.

– الهدف 15: حماية النظم الإيكولوجية البرية وترميمها وتعزيز استخدامها على نحو مستدام، وإدارة الغابات على نحو مستدام، ومكافحة التصحر، ووقف تدهور الأراضي وعكس مساره، ووقف فقدان التنوع البيولوجي.

– الهدف 16: التشجيع على إقامة مجتمعات مسالمة لا يهمش فيها أحد من أجل تحقيق التنمية المستدامة، وإتاحة إمكانية لجوء الجميع إلى القضاء، وبناء مؤسسات فعالة وخاضعة للمساءلة وشاملة للجميع على جميع المستويات.

– الهدف 17: تعزيز وسائل التنفيذ وتنشيط الشراكة العالمية من أجل تحقيق التنمية المستدامة.

ويوضح الشكل الموالي أهداف التنمية المستدامة:

الشكل رقم (17): أهداف التنمية المستدامة

المصدر: من إعداد الطالب

إن الشعار المستوحي من ألوان أهداف التنمية المستدامة السبعة عشر، يمثل كل لون فيه هدفا ويقصد بوضع الألوان جنبا إلى جنب للتعبير عن الطابع المركب وعدم القابلية للانقسام والطابع الشامل لأهداف التنمية المستدامة.

ويوضح الشكل الموالي مكونات خطة أهداف التنمية المستدامة:

الشكل رقم (18) : مكونات خطة أهداف التنمية المستدامة

المصدر: تقرير اللجنة الوطنية لأهداف التنمية المستدامة (2018)، **دولة الإمارات العربية المتحدة وأجندة 2030 للتنمية المستدامة**، الإمارات العربية المتحدة، ص6.

من خلال الشكل السابق، نلاحظ أن أهداف التنمية المستدامة هي خطة متكاملة غير قابلة للتجزئة، تتكون من الديباجة والإعلان، 17 هدفا و169 مقصدا، وسائل التنفيذ والمتابعة والاستعراض. ولتحقيق أهداف التنمية المستدامة بحلول عام 2030 ينبغي على الدول أن تتضامن فيما بينها وتعمل وفق خطط متكاملة ومنسقة ومتكاملة، كما يظل للتمويل الدولي أهمية بارزة للمضي قدما في تحقيق الأهداف المستهدفة للتنمية المستدامة.

4- علاقة الطاقات المتجددة بالتنمية المستدامة

تساهم الطاقات المتجددة في تعزيز الأبعاد الثلاثة للتنمية المستدامة، من خلال أن الطاقة الخضراء تحترم البعد البيئي حيث أنها لا ينتج من استهلاكها غازات الاحتباس الحراري ولا تلوث بأي شكل من الأشكال الطبيعة فهي بذلك صديقة للبيئة، والبعد الاقتصادي فهي وفي جوهرها تساهم في حل مشكلة الندرة الإيكولوجية الطاقوية من خلال عدم استنفاذ الطاقات الأحفورية الناضبة واستبدالها بالطاقات المتجددة المتميزة بالديمومة والاستمرار، واحترام الأبعاد الاجتماعية من خلال الحفاظ على التنوع الايكولوجي للطبيعة وتوفير حياة آمنة صحيا للأفراد

والمجتمعات خالية من التلوث الهوائي والذي بدوره يتسبب في نقص العمر الافتراضي للانسان وهذا ما تم اثباته في أحدث الدراسات والأبحاث.

وباعتبار الطاقات المتجددة من الطاقات النظيفة اعتبرها الكثير من المفكرين الاقتصاديين أنها تخفف من حدة ظاهرة الاحتباس الحراري وتخفض من حجم الانبعاثات الدفيئة وأن إحلال الطاقة المتجددة محل الوقود الأحفوري من شأنه أن تكون له تأثيرات كبيرة وإيجابية من حيث تغير المناخ[1].

الشكل رقم (19): الطاقات المتجددة والاقصاد الأخضر سبيل لتحقيق التنمية المستدامة

Source : International Chamber of Commerce, I. (2015)**, *International Chamber of Commerce Business Charter*, European commission** . Disponible sur le site :www.iccwbo.org/policy/environment.. consulté le (15/02/2023).

إن الطاقات المتجددة تقدم بالفعل حلا متعدد الأوجه للعديد من التحديات التي يفرضها الاستهلاك غير المستدام للطاقة.

تعتبر الطاقات المتجددة، مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة المائية والطاقة الحرارية الأرضية، أنظف بطبيعتها من الوقود الأحفوري لأنها لا تنتج انبعاثات غازات الدفيئة أثناء توليد الكهرباء. وتساعد هذه الخاصية على التخفيف من تغير المناخ وتقليل تلوث الهواء، مما يؤدي إلى تحسين الجودة البيئية وتعزيز البعد البيئي للتنمية المستدامة.

[1] منصور قسوم، جزيرة معيزي (2021)، **التحول نحو الاقتصاد الأخضر والطاقات المتجددة في ضوء تجارب دولية رائدة**، مجلة دراسات في الاقتصاد وإدارة الأعمال، المجلد04، العدد2، جامعة العربي التبسي تبسة ، الجزائر، ص515.

وفقا للتقرير صادر عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC)، فإن مصادر الطاقة المتجددة لديها القدرة على لعب دور حاسم في الحد من ظاهرة الاحتباس الحراري إلى 1.5 درجة مئوية فوق مستويات ما قبل الصناعة، وهو أمر ضروري لتجنب التأثيرات الأشد خطورة للتغير المناخي.

يمكن للانتقال إلى الطاقة المتجددة أن يعالج قضايا الندرة البيئية عن طريق تقليل الاعتماد على موارد الوقود الأحفوري المحدودة. ومن خلال تسخير مصادر الطاقة المتجددة، يمكن للبلدان تعزيز أمن الطاقة والحد من تعرضها لتقلبات الأسعار وإنقطاع الإمدادات المرتبطة بالوقود الأحفوري.

تؤكد الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (IRENA) على الفوائد الاقتصادية للطاقة المتجددة، وتسلط الضوء على أن الاستثمارات في تقنيات الطاقة المتجددة يمكن أن تخلق فرص عمل، وتدفع النمو الاقتصادي، وتحفز الابتكار، وتنظر للطاقات المتجددة على أنها تعتبر رافعة للأبعاد الاقتصادية للتنمية المستدامة.

تتمتع مشاريع الطاقة المتجددة بالقدرة على تعزيز العدالة الاجتماعية وتحسين الصحة العامة من خلال توفير الطاقة النظيفة والموثوقة وبأسعار معقولة للمجتمعات في جميع أنحاء العالم. يمكن أن يؤدي الحصول على الكهرباء من المصادر المتجددة إلى تعزيز سبل العيش ودعم خدمات التعليم والرعاية الصحية والحد من الفقر، وبذلك تسهم الطاقات المتجددة في تحسين الأبعاد الاجتماعية للأفراد والمجمعات.

يعد استبدال الوقود الأحفوري بمصادر الطاقة المتجددة أمر بالغ الأهمية للتخفيف من آثار تغير المناخ. يؤكد برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP) على أهمية نشر الطاقة المتجددة في تحقيق أهداف اتفاق باريس، مشددا على أن إزالة الكربون بسرعة من قطاع الطاقة أمر ضروري للحد من ارتفاع درجات الحرارة وتجنب التأثيرات المناخية الكارثية.

يمثل التحول إلى الطاقة المتجددة نهجا شموليا للتنمية المستدامة، ومعالجا للتحديات البيئية والاقتصادية والاجتماعية مع التخفيف من حدة تغير المناخ.

II - إسهامات الطاقة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة

1- دوافع ومعوقات التحول الطاقوي

1.1. - دوافع التحول الطاقوي

يمكن تلخيص أهم دوافع التحول الطاقوي في العناصر التالية:

1.1.1- انخفاض تكاليف الطاقات المتجددة Low costs of renewable energies

استمر متوسط تكلفة الكهرباء من جميع تكنولوجيات توليد الطاقة المتجددة المتاحة تجاريا في الانخفاض في عام 2018. على سبيل المثال، كان الانخفاض في تكلفة الكهرباء من مشاريع الطاقة الشمسية الكهروضوئية على نطاق المرافق العامة منذ عام 2010 ملحوظا. أما بين عامي 2010 و2018، انخفض المتوسط العالمي لتكلفة الكهرباء من الطاقة الشمسية، الكهروضوئية بنسبة 77%، ليصل إلى 58.7 دولارا أمريكيا لكل ميجاوات في ساعة (MWh)، في حين انخفضت تكلفة الكهرباء من الرياح البرية بنسبة 36% إلى 47 دولارا أمريكيا لكل ميجاوات في ساعة. في العامين الماضيين، قفزت مشتريات شركات الطاقة الشمسية بنسبة 44% في جميع أنحاء العالم، حيث ارتفعت إلى 5.4 جيجاوات في عام 2018 و9.6 جيجاوات في عام 2019[1] .

في الفترة بين عامي 2017 و2018، تم عقد ما يقارب نصف مزادات الطاقة الشمسية الكهروضوئية في جنوب وشرق آسيا والمحيط الهادئ، بسبب المستويات العالية من الإشعاع الشمسي وانخفاض تكلفة التكنولوجيا.

كانت مزادات طاقة الرياح البرية هي الأكثر شعبية في أوروبا، تليها جنوب وشرق آسيا والمحيط الهادئ. حيث، أصبحت مشاريع طاقة الرياح البحرية في أوروبا الآن قادرة على المنافسة بشكل متزايد مع مصادر الوقود الأحفوري. كما باعت ألمانيا وحدها بالمزاد أكثر من 5 جيجاوات في سبع جولات خلال الفترة 2017-2018 بمتوسط 58.7 دولارا أمريكيا لكل ميجاوات في الساعة. وفي الولايات المتحدة، من المتوقع أن تكون موارد الطاقة المتجددة غير الكهرومائية كالطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح، أسرع مصادر توليد الكهرباء نموا في العامين المقبلين. وتركزت مزادات الكتلة الحيوية بشكل رئيسي في أوروبا وأمريكا. منحت الأرجنتين 143 ميجاوات من الكتلة الحيوية بمتوسط سعر 107.5 دولار أمريكي ميجاوات/الساعة، في إطار الجولة الثانية من برنامج RenovAr. ثم تم بيع الطاقة الشمسية المركزة بالمزاد بشكل رئيسي في وسط وغرب آسيا، وتحديدا في دولة الإمارات العربية المتحدة، حيث منحت دبي 700 ميجاوات بسعر 73 دولارا أمريكيا لكل ميجاوات في الساعة[2].

تظهر البيانات المستمدة من قاعدة بيانات تكاليف الطاقة المتجددة التابعة للوكالة الدولية للطاقة المتجددة (IRENA) أنه منذ عام 2010، كان المتوسط العالمي المرجح للتكاليف منخفضة التكلفة من الطاقة الحيوية، الطاقة الحرارية الأرضية، الطاقة الكهرومائية، مشاريع الرياح البرية والبحرية جميعها ضمن نطاق تكاليف توليد الطاقة التي تعمل بالوقود الأحفوري، وتستمر تكاليف الطاقة الشمسية الكهروضوئية والطاقة الشمسية المركزة في

[1] Martin, José Rojo (2020), **"US surge pushes global corporate solar PPAs near 10GW-a-year mark", PV-Tech**, Disponible sur le site : www.pv-tech.org/news/ us-surge-pushes-global-corporate-solar-ppas-near-10gw-a-year-mark. consultée le (14/04/2023).

[2] IRENA (2020), ***Global Renewables Outlook: Energy transformation 2050*** **(Edition: 2020)**, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, p58.

الانخفاض بسرعة. بين عامي 2012 و2018، انخفض سعر الطاقة الشمسية الكهروضوئية بنسبة 77%، الطاقة الشمسية المركزة بنسبة 46%، الرياح البرية بنسبة 36%، والرياح البحرية بنسبة 20%. ومن المتوقع أن تستمر تكاليف تكنولوجيات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح في الانخفاض حتى عام 2030. كما أنه من الممكن أن تنخفض الطاقة الشمسية المركزة وذلك بحلول عام 2030، وذلك بالنسبة للتكلفة المنخفضة للطاقة لمحطات الطاقة الشمسية المركزة في دول مجموعة العشرين بنسبة 35% إلى 0.086 دولار أمريكي لكل كيلووات في ساعة من التقدير المركزي البالغ 0.132 دولار أمريكي/كيلووات في ساعة في عام 2018. ومن المتوقع أيضا أن يتقلص السعر من ما بين 0.077 دولارا أمريكيا/كيلووات في ساعة و0.357 دولارا أمريكيا لكل كيلووات ساعي إلى ما بين 0.044 دولارا أمريكيا/كيلووات في ساعة و0.214 دولارا أمريكيا/كيلووات في ساعة. وتختلف عوامل تخفيض التكلفة وفقا لنوع التكنولوجيا المحدد. في حالة أنظمة الأبراج الشمسية، ومن المرجح أن يكون هناك نهج أكثر تطورا من أحدث الميزات التكنولوجية التي لا تنطوي على تعديلات عامة كبيرة في تصميم المحطة.

كذلك من المتوقع أن تشهد طاقة الرياح البرية انخفاضا بنسبة 25% بين عامي 2018 و2030، حيث يؤدي التحول المستمر إلى توربينات الرياح الأكبر ذات ارتفاعات المحاور الأعلى إلى تحسين عامل القدرة لهذا المورد. توفر تخفيضات التكاليف المثبتة مساهمة مهمة أيضا، حيث تستمر الزيادات في حجم النشر وتحسينات عملية التصنيع في الاتجاه التاريخي نحو انخفاض التكاليف. كما أن الابتكارات في مجال التشغيل والصيانة، بما في ذلك البيانات في الوقت الفعلي والصيانة وأوجه التآزر الناتجة عن إدارة مجموعات كبيرة من التوربينات، إلى تخفيض التكاليف لأدنى مستوياتها.

من ناحية الطاقة الشمسية الكهروضوئية، من المتوقع أن يستمر المتوسط العالمي المرجح لسعر الطاقة الشمسية الكهروضوئية في اتجاهه التنازلي ليصل إلى 0.040 دولار أمريكي للكيلوواط /ساعة بحلول عام 2030، أي انخفاض بنسبة 58% عن عام 2018[1]. وعلى المدى الطويل، من المتوقع أن تؤدي البنى الجديدة ذات مستويات الكفاءة الأعلى إلى مزيد من التحسينات، وفيما يتعلق بمكونات التكلفة على طول سلسلة القيمة الكهروضوئية، ستكون تخفيضات تكلفة عملية السبائك/الرقائق هي الأكثر أهمية؛ وستكون مدفوعة بتخفيضات تكلفة البولي سيليكون، وانخفاض الاستخدام بسبب انخفاض خسائر تحسين التصنيع. وعلى مستوى تصنيع الخلايا، سوف تستمر تكاليف الأسلاك الماسية ومعجون الفضة في الانخفاض.

من جهة أخرى، أصبحت الرياح البحرية قادرة على منافسة تقنيات الطاقة المتجددة الأخرى مع إدخال تحسينات على دورة الحياة الكاملة للعمليات (أي من التطوير إلى التشغيل والصيانة). وتتحسن التكنولوجيا، مع

[1] **Ibid**,p61.

وجود توربينات أكبر وتصنيفات أعلى للتوربينات، ويتوقع استخدام ما يصل إلى 20 ميجاوات من التوربينات في المشاريع في عام 2030. ونتيجة لذلك، تتزايد عوامل القدرة، مما يعزز إنتاجية الطاقة ويقلل إجمالي تكاليف التركيب والتشغيل والصيانة. علاوة على ذلك، كانت القدرة التنافسية وتخفيضات تكلفة الطاقة مدفوعة بالمشاريع الأخيرة منذ عام 2017. حيث أدى انخفاض أسعار المزادات ومشاريع الدعم الصفرية إلى زيادة الضغوط التنافسية عبر سلسلة التوريد. كما أدت عمليات النشر المتزايدة والنضج المتزايد لأسواق طاقة الرياح البحرية في أوروبا والصين بين عامي 2010 و2019 إلى تقليل المخاطر وعدم اليقين بالنسبة للمستثمرين. وقد أدى ذلك إلى زيادة الاهتمام بقطاع طاقة الرياح البحرية وخفض تكاليف التمويل بالنظر إلى اتجاهات LCOE التاريخية، حيث تم دراسة اتجاهات التكنولوجيا ومحركات السوق ووضع نماذج لها وأسعار PPA للمشاريع التي يتم نشرها حتى عام 2030، وتتوقع الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (IRENA) أن يصل تقدير سعر التكلفة للكهرباء المركزي إلى 0.054 دولار أمريكي/كيلوواط ساعة في عام 2030، وهو انخفاض بنسبة 55% تقريبا عن سعر تكلفة الكهرباء لعام 2018 البالغ 0.115 دولار أمريكي/كيلوواط ساعة. وسيكون نطاق سعر التكلفة للكهرباء في عام 2030 في أسواق طاقة الرياح البحرية القائمة أكثر انخفاضا.على سبيل المثال، في المملكة المتحدة، ألمانيا والصين بلغ قيمة 0.039 دولار أمريكي/كيلوواط ساعة ومتوسط التوقعات في الأسواق الأحدث مثل تركيا واليابان بالقرب من المتوسط المرجح لعام 2018، عند 0.110 دولار أمريكي/كيلوواط ساعة[1].

2.1.1- تحسينات جودة الهواء Air quality improvements

التحول إلى مصادر الطاقة المتجددة النظيفة، إلى جانب خفض التكاليف والتطورات في مجال التنقل الكهربائي، من شأنه أن يحسن نوعية الهواء في المدن ويحقق المزيد من الرخاء. كما أنه سيوفر إمكانية الوصول إلى الطاقة الحديثة في المناطق الريفية ويزيد الإنتاجية. وعليه، الفوائد المترتبة على تقليل التلوث وتحسين الصحة يمكن أن تفوق التكاليف الإجمالية لمصادر الطاقة المتجددة.

وسيبلغ إجمالي الوفورات في تحسين الصحة، تخفيض الإعانات وتقليل آثار تغير المناخ ما يصل إلى 160 تريليون دولار أمريكي بشكل تراكمي على مدى 30 عاما. وبالتالي، فإن كل دولار ينفق على تحويل نظام الطاقة العالمي يوفر عائدا لا يقل عن 5 دولارات، وربما أكثر من 7 دولارات، اعتمادا على كيفية تقييم العوامل الخارجية.

لقد كان تلوث الهواء في الصين خطرا لأن تركيزات الملوثات تتجاوز المعايير التي توصي بها منظمة الصحة العالمية (World Health Organization [WHO]). إن التكاليف العالية لتلوث الهواء تدفعها التأثيرات

[1] **Ibid**, p61.

الصحية والخسارة في إنتاجية القوى العاملة، التي سجلت نسبة 6.5% من إجمالي الناتج المحلي ([Gross Domestic Product [GDP) للصين في كل سنة في الفترة الممتدة بين الأعوام 2000 و2010، وتتصاعد مع اتجاه سكان الصين إلى الطابع الحضري والإنتاجية بصورة متزايدة. إذا كان للصين أن تحسن جودة الهواء في المناطق الحضرية إلى النقطة التي لا تتجاوز بها الملوثات المستويات المضرة بالصحة البشرية، فسيكون من الضروري تنفيذ سياسات الهواء النقي بشكل جدي، لكن لهذه السياسات تكاليف باهضة بالنسبة للصين خاصة على المستوى العالمي بصفة عامة[1].

ولكي تتمكن مدن الصين من استيفاء معايير منظمة الصحة العالمية (WHO) في ما يتعلق بجودة الهواء، سوف يضطر المستخدمون السكنيون والتجاريون إلى التوقف عن إحراق الفحم، الكتلة البيولوجية، والنفايات البلاستيكية في المناطق الحضرية. على امتداد العقود العديدة الماضية، وجدت معظم البلدان أن الحد الفعال من انبعاثات الغلايات، المواقد المستخدمة للتدفئة والطبخ في المساكن والأماكن التجارية في المناطق الحضرية يستلزم الاستغناء عن الفحم وتعويضه بالمصادر الطاقوية النظيفة.

إن نصف مجموع الفحم الذي يحرق في الصين مستخدم لتوليد حصة كبيرة جدا من الكهرباء فيها، وهو ما يساوي نسبة 79% خلال السنوات الأخيرة. ومن أجل الوصول إلى مستويات صحية من جودة الهواء، على الصين أن تستبدل كمية كبيرة من الطاقة الكهربائية الناتجة عن إحراق الفحم، لاسيما ضمن أو قرب المراكز السكانية الرئيسية، بتوليد من محطات للطاقة تستخدم أنواع وقود أخرى أقل تلويثا، مثل الغاز الطبيعي، الوقود النووي، طاقة الرياح أو الطاقة الشمسية.

بناء على ما سبق، فإنه سوف يتحتم على الصين أن تتبنى أنواع الوقود المتجدد أو الطاقة النووية، من أجل الحد من استخدام الفحم في توليد الكهرباء. إن لدى الصين مشاريع لتوسيع قوة الطاقة الكهرومائية من 249 جيغاواط (GW) إلى 325 جيغاواط، ما يمكن من توليد 0.264 تريليون كيلوواط–ساعة، أي ما يوازي 5.3 نقطة مئوية من الطاقة الناتجة عن إحراق الفحم عام 2012. كما يمكن أن تولد الرياح 0.996 تريليون كيلوواط ساعة، أي 20 في المئة من الكهرباء التي تم توليدها في الصين عام 2012. ستحتاج الصين كذلك إلى تأسيس منشآت تولد طاقة إضافية من الرياح تبلغ 540 جيغاواط، مما يتجاوز طاقة الرياح التي توفرت لديها عام 2012 وقدرها 62 جيغاواط من أجل بلوغ هذا الهدف، على افتراض أن الجيغاواط الإضافي من طاقة الرياح يولد مستويات من الطاقة مماثلة لما تولده الحقول الحالية. بوسع محطات الطاقة النووية أن تزود الفارق البالغ 0.658 تريليون

[1] كيث كرين، جيمين ماو، (2015)، **تكاليف السياسات المختارة لمعالجة تلوث الهواء في الصين**، مؤسسة الأبحاث والتطوير راند، كاليفورنيا، الولايات المتحدة الأمريكية، ص 3.

كيلوواط–ساعة، أو 15.2 في المئة من الطاقة الكهربائية عام 2012. كما أن الحاجة ستدعو لبناء منشآت إضافية بطاقة نووية تبلغ 84 جيغاواط من أجل توليد هذه الطاقة، وذلك يفوق نسبة 45 في المئة من الهدف الحالي للصين، الذي يبلغ 58 جيغاواط إضافي بحلول عام 2020. وهذا الهدف لا يأخذ بعين الاعتبار الطلب الإضافي على القدرة التوليدية جراء النمو الاقتصادي المستمر[1].

الاستراتيجية الصينية المتبعة تقدم دوافع وحوافز أكثر للدول التي تسعى إلى التحول من الطاقات غير المتجددة إلى المتجددة في توليد الطاقة الكهربائية، وباعتبار الصين أكثر الدول تضررا من التلوث الهوائي كانت لها رؤية واضحة من أجل السير قدما وفق هذا المسار، وبالرغم الجهود الكبيرة من قبل الأخيرة إلا أنها لا تزال لم تصل بعد لمعايير منظمة الصحة العالمية لجودة الهواء.

الجدول (14): معايير منظمة الصحة العالمية (WHO) لجودة الهواء

		المتوسط السنوي	المتوسط خلال 24 ساعة	المتوسط خلال 8 ساعات
الجسيمات (Particulate matter)	الجسيمات التي يقل قطرها عن 2.5 ميكرون $PM_{2.5}$	10 ميكروغرام في المتر المكعب ($\mu g/m^3$)	25 ميكروغرام في المتر المكعب ($\mu g/m^3$)	
	الجسيمات التي يقل قطرها عن 10 ميكرون PM_{10}	20 ميكروغرام في المتر المكعب ($\mu g/m^3$)	50(ميكروغرام في المتر المكعب ($\mu g/m^3$)	
الأوزون (Ozone)				100 ميكروغرام في المتر المكعب ($\mu g/m^3$)
ثاني أكسيد الكبريت (Sulfur dioxide)			20 ميكروغرام في المتر المكعب ($\mu g/m^3$)	
أكاسيد النيتروجين (Nitrogen oxides)	ثاني أكسيد النيتروجين وغيره من مركبات النيتروجين	40 ميكروغرام في المتر المكعب ($\mu g/m^3$)		

المصدر: منظمة الصحة العالمية (2006)، **المبادئ التوجيهية لمنظمة الصحة العالمية حول جودة الهواء في ما يتعلق بالجسيمات الأوزون، وثاني أكسيد النيتروجين وثاني أكسيد الكبريت: التحديث العالمي 2005**، جنيف، سويسرا، ص 5.

يبين الجدول السابق، معايير منظمة الصحة العالمية (WHO) لجودة الهواء في ما يتعلق بالملوثات الرئيسية. حيث توصي منظمة الصحة العالمية بحد للمتوسط السنوي من التركزات اليومية للجسيمات التي يقل قطرها عن 10 ميكرون PM_{10}، لا يتجاوز 20 ميكروغرام في المتر المكعب ($\mu g/m^3$) من الهواء، وحد للمتوسط السنوي من التركزات اليومية للجسيمات التي يقل قطرها عن 2.5 ميكرون $PM_{2.5}$، والتي هي أكثر إضرارا بالصحة البشرية، لا يتجاوز 10 ميكروغرام في المتر المكعب من الهواء. كما لا يجب أن يتجاوز ثاني أكسيد الكبريت (sulfur dioxide) 20 ميكروغرام في المتر المكعب من الهواء من حيث المعدل خلال 24 ساعة،

[1] **Ibid**,p15.

ويجب ألا تتجاوز أكاسيد النيتروجين (nitrogen oxides) 40 ميكروغرام في المتر المكعب الواحد من الهواء في اليوم من حيث المعدل خلال السنة.

تتجاوز كل المدن الصينية الرئيسية هذه المستويات، باستثناء عدد قليل يستوفي معايير منظمة الصحة العالمية بالنسبة لأكاسيد النيتروجين؛ أكثرها تتجاوز حدود المعدلات اليومية بالنسبة للجسيمات التي يقل قطرها عن 10 ميكرون PM_{10} بخمسة أضعاف أو أكثر. إن الإخفاق في الحد من تركزات ملوثات الهواء إلى ما دون معايير منظمة الصحة العالمية له تكاليف جسيمة على الصحة. من جهة أخرى، وجدت دراسة حديثة أن متوسط العمر المتوقع في الصين يتراجع ثلاث سنوات تقريبا لكل 100 ميكروغرام إضافي من مجموع الجزيئات المعلقة (total suspended particulate matter [TSP]) من كل الأحجام، ويشمل ذلك الجسيمات التي يقل قطرها عن 10 ميكرون، والجسيمات التي يقل قطرها عن 2.5 ميكرون، في المتر المكعب الواحد من الهواء محسوبا في المعدل خلال سنة واحدة. كما وجدت الدراسة نفسها أن مستويات عالية جدا من مجموع الجزيئات المعلقة قد أنقصت متوسط العمر المتوقع في شمال الصين (حيث تميل جودة الهواء لأن تكون الأسوأ) بمعدل يبلغ 5.5 سنوات بالمقارنة مع الجنوب، الذي هو ملوث بشدة أيضا. بالإضافة إلى تأثيراته على الصحة البشرية، فإن تلوث الهواء يفرض تكاليف أخرى، تشمل تدهور الأراضي الزراعية، والإضرار بصحة الغابات، النبات، الحيوان، المزارع، الحياة البرية وتآكل واجهات المباني الخارجية وغيرها من المنشآت[1].

تجدر الإشارة أن جميع سكان العالم يتنفسون تقريبا (99%) مستويات غير صحية من الجسيمات الدقيقة. على الرغم من التحسن منذ عام 2015، فإن متوسط التعرض العالمي المرجح للسكان للجسيمات الدقيقة في المدن في عام 2019 قدر بـ 33 ($\mu g/m^3$)، ولا يزال أعلى بكثير من المبادئ التوجيهية الموصى بها لجودة الهواء لحماية الصحة العامة 5 ($\mu g/m^3$). في 34 دولة في عام 2019، كانت مستويات تلوث الهواء في المناطق الريفية أعلى من المدن، وفي 29 دولة تجاوزت مستويات تلوث الهواء في المناطق الريفية عن تلك الموجودة في المدن. حيث تجاوزت مستويات الجسيمات الدقيقة في المدن والبلدات والمناطق الريفية في العديد من البلدان في مناطق أفريقيا وشرق البحر الأبيض المتوسط وجنوب شرق آسيا هدف منظمة الصحة العالمية وهو 35 ($\mu g/m^3$)[2].

وفي عام 2019، يعزى ما يقدر بنحو 6.7 مليون حالة وفاة على مستوى العالم إلى التأثيرات المشتركة لتلوث هواء المحيط والمنزلي. وكانت الغالبية العظمى من هذه الوفيات (85%) ناجمة عن الأمراض غير السارية (السكتة الدماغية، أمراض القلب، مرض الانسداد الرئوي المزمن، سرطان القصبة الهوائية والرئة) بين البالغين،

[1] **Ibid**,p.p 3-4.
[2] World Health Organization (2023), **World health statistics 2023: monitoring health for the SDGs, Sustainable Development Goals**, Geneva, Switzerland, p56.

وكان الباقي بسبب التهابات الجهاز التنفسي السفلي لدى كلا البالغين والأطفال، حيث يعاني الأطفال دون سن الخامسة من أعلى معدل وفيات[1].

3.1.1- انبعاثات الكربون carbon emissions

إن التحول من استخدام الوقود الأحفوري إلى مصادر متجددة لا يقلل من انبعاثات الكربون فحسب، بل من شأنه أيضا أن يقلل من آثار تغير المناخ ويحسن ظروف المجتمع وقطاع الأعمال.

يقدر تقرير التقييم السادس للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ أن ما يصل من 3.3 إلى 3.6 مليار شخص حول العالم يعيشون في سياقات معرضة بشدة لتأثيرات تغير المناخ[2]. تواجه البلدان المنخفضة الدخل والبلدان ذات الدخل المتوسط الأدنى والدول الجزرية الصغيرة النامية أكبر العواقب الصحية لتغير المناخ، على الرغم من مساهمتها الأقل في الانبعاثات العالمية التاريخية. كما تشير التقديرات إلى أن الفيضانات وحالات الجفاف والعواصف، خلال العقد الماضي، كانت أكثر فتكا بـ 15 مرة في المناطق المعرضة للخطر أكثر من المناطق ذات الخطر المنخفض[3].

تشير كذلك التقديرات إلى أنه في عام 2020، واجه ما بين 720 و811 مليون شخص الجوع، معظمهم في أفريقيا وآسيا[4]. ويؤثر ارتفاع درجات الحرارة وارتفاع منسوب مياه البحر والفيضانات على جميع جوانب الأمن الغذائي. ويؤثر الانخفاض المرتبط بالمناخ في الإنتاجية الزراعية والبحرية، فقدان التنوع البيولوجي، تقلب أسعار المواد الغذائية وتعطل واردات الأغذية، بشكل أكبر على جودة الأغذية المستهلكة وكميتها وتنوعها، مما يؤدي إلى مزيد من الأزمات الغذائية.

كما يؤدي تغير أنماط درجات الحرارة وهطول الأمطار إلى زيادة ملاءمة الظروف لانتقال الأمراض التي ينقلها البعوض، القراد والقوارض في العديد من المناطق. إذا لم يتم تعزيز طرق الوقاية، فقد يؤدي ذلك إلى زيادة في الوفيات الناجمة عن الأمراض المنقولة بالنواقل كل عام والتي تزيد عن 700 ألف.

في عام 2014، أجرت منظمة الصحة العالمية، بالتعاون مع كبار الباحثين، تقييما كميا لمخاطر آثار تغير المناخ على أسباب مختارة للوفاة. وفي ظل سيناريو الانبعاثات المتوسطة والمرتفعة، تشير التقديرات إلى أنه

---

[1] **Idem.**

[2] Pörtner H-O, Roberts DC, Poloczanska ES, et al.(2022), **Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC),** impacts, adaptation, and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge and New York (NY): Cambridge University Press,p12.

[3] World Health Organization(2023), **Op cit,** p24.

[4] FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO (2021), **The State of Food Security and Nutrition in the World 2021**, Transforming food systems for food security, improved nutrition and affordable healthy diets for all, Rome, Italy,p8.

بحلول عام 2030 سيتسبب تغير المناخ في حوالي 250000 حالة وفاة إضافية سنويا[1]. ولم يشمل هذا التقدير سوى الوفيات الناجمة عن المناخ بسبب الملاريا، التعرض للحرارة لدى كبار السن، نقص التغذية وأمراض الإسهال لدى الأطفال، والوفيات الناجمة عن الفيضانات الساحلية.

وتشير الاتجاهات على مدى السنوات الخمس الماضية إلى نمو سنوي في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنسبة 1.3%. وإذا استمرت هذه الوتيرة، فسوف يتم استنفاذ ميزانية الكربون على كوكب الأرض إلى حد كبير بحلول عام 2030، مما يضع الكوكب على المسار الصحيح لزيادة درجات الحرارة بما يزيد عن 3 درجات مئوية فوق مستويات ما قبل الصناعة. ولا يمكن اعتبار هذه الحالة سيناريو متوافقا مع المناخ، حيث التزمت العديد من الحكومات، من خلال التوقيع على اتفاق باريس عام 2015، بخفض انبعاثاتها[2].

ولوضع العالم على المسار نحو تحقيق أهداف اتفاق باريس، لا بد من تخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المرتبطة بالطاقة بنسبة لا تقل عن 3.8% سنويا من الآن وحتى عام 2050، مع استمرار التخفيضات بعد ذلك.

4.1.1- تعميم الوصول إلى الطاقة Universalisation of energy access

إن تحويل نظام الطاقة العالمي من شأنه أن يساعد في الوصول إلى الطاقة النظيفة للجميع. إن النقص الحالي في الحصول على الطاقة لملايين الأشخاص هو سبب لعدم المساواة الكبيرة. يمكن تطبيق تقنيات الطاقة المتجددة في المناطق الريفية التي لم تصل إليها الشبكة بعد، مما يؤدي إلى كهربة الريف ومبادرات الطاقة المجتمعية وموارد الطاقة الموزعة التي يمكن أن تحسن حياة الناس بشكل كبير وتحفز الاقتصادات المحلية.

في عام 2021، بلغت التدفقات المالية العامة الدولية لدعم الطاقة النظيفة في البلدان النامية 10.8 مليار دولار أمريكي، أي بانخفاض قدره 11% عن عام 2020، وأقل بنسبة 35% عن متوسط الفترة 2010-2019، ونحو 40% فقط من ذروة عام 2017 البالغة 26.4 مليار دولار أمريكي[3].

إن الاعتماد على الطاقات المتجددة ليس كافيا، وخاصة في مجالات النقل، الصناعة، التدفئة والتبريد. وفي الوقت نفسه، لا بد من زيادة تحسينات كفاءة استخدام الطاقة على مستوى العالم بشكل كبير. ويجب أن يضمن العمل في مجال الطاقة نتائج عادلة ومنصفة مع الوفاء بدوره الرئيسي في الجهود الرامية إلى تحقيق صافي انبعاثات صفرية. سيؤدي هذا إلى الرخاء لكل العالم.

[1] World Health Organization(2014), **Quantitative risk assessment of the effects of climate change on selected causes of death, 2030s and 2050s**, WHO Library Cataloguing-in-Publication Data, Geneva, Switzerland, p1.
[2] IRENA (2020)**,OP.Cit**,p64**.**
[3] **Ibid**, p.p 11-12.

من جهة أخرى، يجب تكثيف الاستثمار العالمي في الطاقة المتجددة وكفاءة استخدام الطاقة ثلاث مرات بحلول عام 2030. وسيكون تحويل دعم الوقود الأحفوري إلى مصادر الطاقة المتجددة وكذلك تحديد سعر للكربون أمرا بالغ الأهمية أيضا في تسريع التحول في مجال الطاقة. ولابد من تعزيز التعاون الدولي بشكل كبير من أجل تحفيز مستوى التمويل العام والخاص والاستثمار اللازم لتسريع التحولات في مجال الطاقة، وخاصة بالنسبة للبلدان النامية. ويتطلب هذا أيضا تعزيز البيئات التمكينية وبناء القوى العاملة اللازمة لمشاريع الطاقة النظيفة في جميع أنحاء العالم[1].

5.1.1- تعزيز أمن الطاقة Enhancement of energy security

بالنسبة للبلدان التي تعتمد بشكل كبير على الوقود الأحفوري المستورد، يمثل أمن الطاقة قضية هامة. يمكن أن توفر مصادر الطاقة المتجددة بديلا أكثر أمانا للوقود الأحفوري من خلال زيادة تنوع مصادر الطاقة، وبالتالي المساهمة في مرونة النظام وتحسين مقاومة الصدمات.

وتعتبر الطاقة الرابط الأساسي بين النمو الاقتصادي والعدالة الاجتماعية والاستدامة البيئية. إن فقر الطاقة المنتشر على نطاق واسع يحكم على المليارات من الناس بالظلام، اعتلال الصحة وضياع الفرص. ويشكل فقر الطاقة تهديدا لتحقيق الأهداف الإنمائية. لقد أصبح أمن الطاقة أكثر أهمية حيث يتم استخدام الطاقة لتزويد جميع جوانب حياتنا بالوقود، وبالتالي يجب تشكيلها بالطريقة والاتجاه الصحيحين. كما أن الطاقة المستدامة والوقود المتجدد هي المستقبل، حيث أن لديهما القدرة على إعادة تشكيل مستقبلنا. ولكن إذا واصلنا استخدام الحفريات كمصدر رئيسي للطاقة، فإن الأجيال القادمة سوف تواجه بيئة أكثر تحديا فيما يتصل بأمن الطاقة، وسوف تضع النظام البيئي لكوكبنا على حافة الانهيار. ومع ذلك، ماذا لو قيل لك أنه يمكن تزويد المجتمع العالمي بأكمله بالطاقة فقط من خلال استخدام محطة طاقة تعتمد على الطاقة الشمسية بمساحة أصغر من إسبانيا.

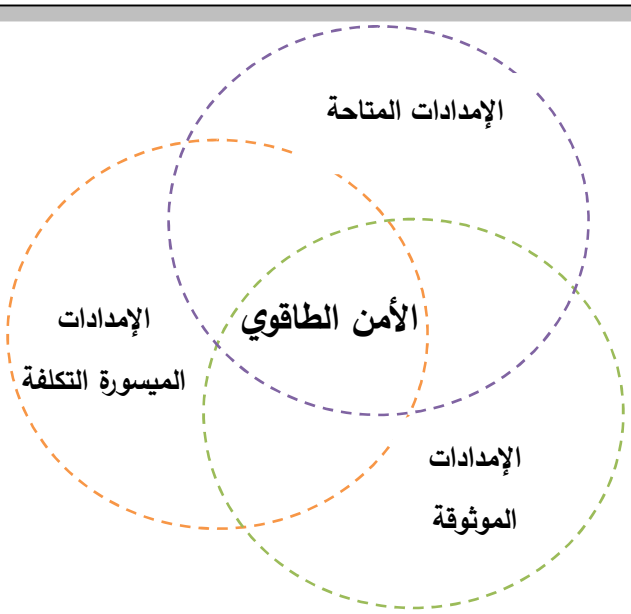
في أواخر عام 2015، وصلت تكلفة الطاقة المتجددة إلى مستوى تنافسي مع الوقود الأحفوري، وتم تأسيسها كمصدر رئيسي للطاقة في جميع أنحاء العالم. وقد يساعد هذا التقارب في الأسعار على التحول نحو وصول أكثر مساواة وأمانا إلى إمدادات الطاقة خاصة في البلدان النامية.

يمكن تلخيص أبعاد أمن الطاقة في ثلاثة فروع أساسية إمدادات موثوقة، إمدادات ميسورة التكلفة وإمدادات متاحة مع إمكانية الوصول إليها بيسر. الإمداد الموثوق به هو عندما يأتي مصدر الطاقة من مصدر آمن ومشترك بالتساوي، وهو محطة طاقة قريبة تستخدم الطاقة المتجددة مثل الشمس أو أنواع أخرى من الطاقات

[1] **Idem**.

المتجددة. طاقة مستدامة وبأسعار معقولة، والتي ثبت أنها أرخص. تعتبر الطاقة الخضراء أرخص على العديد من المستويات المختلفة، فتكلفة تركيب بضع مئات من شفرات طواحين الهواء في نيوزيلندا، أو أكثر الأماكن رياحا على وجه الأرض، أو محطات الطاقة الكهرومائية في بنجلاديش، الدولة التي بها معظم الأنهار في العالم ستكون أرخص بكثير من تركيب منجم فحم جديد في وسط أفريقيا. ستكون تكلفة صيانتها الأرخص اقتصاديا، ويمكننا أيضا أن نقول إنها الأكثر جدوى بيئيا لأننا في النهاية ننتقل إلى الطاقة المتجددة من أجل وقف ظاهرة الاحتباس الحراري وكذلك تدمير النظام البيئي للأرض. وأخيرا، يجب أن تكون إمكانية الوصول ماديا وماليا متاحة للجميع بسهولة وفي جميع الأوقات. وسواء كان مزارعا في الكاميرون، أو مدرسا في صومال، فيجب أن يتمتع كلاهما بنفس القدرة على تحمل التكاليف والموثوقية وإمكانية الوصول إلى استهلاك الطاقة الآمنة والنظيفة والمتجددة[1]. ويمكن تلخيص الأبعاد الأساسية للأمن الطاقوي في الشكل الآتي:

شكل رقم (20) : المميزات المحورية للأمن الطاقوي



source:Federico (2017), **"Achieving energy security and environmental sustainable Minelli development"**, *ODUMUNC Issue Brief, Old Dominion University Model United Nations, Virginia, USA,p6.*

تم تقدير حجم الموارد اللازمة لحل مشكلة أمن الطاقة من قبل الأمم المتحدة، حيث قدر البنك الدولي أنه لتحقيق الأهداف الثلاثة للطاقة المستدامة للجميع وهدف التنمية المستدامة المقترح بشأن الطاقة، سيتعين على المجتمع الدولي استثمارات بحوالي 600 مليار دولار إلى 800 مليار دولار سنويا، بما في ذلك 50 مليار دولار سنويا للحصول على الطاقة وحدها، والباقي لأهداف كفاءة الطاقة والطاقة المتجددة[2].

[1] **Ibid**,p6.
[2] **Idem**.

ويعتبر تبادل المعلومات الدولية حول تكنولوجيات كفاءة استخدام الطاقة أمرا فعالا، لكنه لا يزال محدودا. أي أن هناك نقصا في القواعد التنظيمية للتحكم في هذه التبادلات، فضلا عن النقص في التواصل الاستراتيجي والالتزام اللوجستي. وهذا يمكن أن يحدث تغييرات كبيرة في إطار التوجه العالمي نحو التنمية المستدامة.

6.1.1- الفوائد الاجتماعية والاقتصادية Socio-economic benefits

إن تحويل نظام الطاقة العالمي من شأنه أن يجلب أيضا فوائد اجتماعية واقتصادية كبيرة، والتي تشكل أهمية بالغة للتأثير على أي قرار سياسي. وستؤدي العملية الانتقالية نفسها إلى إحداث تغييرات هيكلية عميقة في أسواق العمل، مما يؤدي إلى تأثيرات على الوظائف: خلق الوظائف، الإحلال والتحول[1]. إن تطوير صناعة الطاقة المتجددة المحلية لديه القدرة على خلق فرص عمل يمكن أن يشغلها أشخاص من جميع الأجناس ومن جميع التخصصات والخلفيات. وإذا لم يتم تطوير الصناعات المحلية، فإن البلدان التي تعاني من مشاكل تتعلق بأمن الطاقة سوف تنتقل من استيراد الوقود الأحفوري إلى استيراد معدات الطاقة المتجددة.

ومن ناحية أخرى، ستصبح بعض الوظائف زائدة عن الحاجة، وخاصة في مجال إنتاج الوقود الأحفوري، ولكن أيضا في قطاعات أخرى مثل السيارات التقليدية (مع تحول وسائل النقل إلى الكهرباء). وسوف يتم فقدان بعض هذه الوظائف، ولكن يمكن إنقاذ وظائف أخرى من خلال تدابير إعادة التوجيه. ويسمح التحول إلى مستقبل الطاقة المتجددة أيضا بالاحتفاظ بالخبرة الحالية من صناعة الوقود الأحفوري، وخاصة بالنسبة للصناعات المتجددة مثل طاقة الرياح البحرية. على سبيل المثال، يمكن استخدام خبرة العمال والفنيين في بناء هياكل الدعم لمواقع النفط والغاز البحرية لبناء أسس ومحطات فرعية لتوربينات الرياح البحرية. ومن شأن تحول الطاقة أن يعزز الناتج المحلي الإجمالي بنسبة 2.5% وإجمالي العمالة بنسبة 0.2% على مستوى العالم بحلول عام 2050. وبالإضافة إلى ذلك، فإنه من شأنه أن يجلب فوائد اجتماعية وبيئية أوسع نطاقا[2].

إن الفوائد الناجمة عن التخفيف من تغير المناخ تنقذ الأرواح، وتوفر وفورات في تكاليف النظم الصحية، وتحسن الإنتاجية من قوة عاملة أكثر صحة. وقد ثبت أن هذه المكاسب الاقتصادية لها نفس حجم تكاليف التخفيف، بل تمثل ضعفها في بعض الحالات، مما يوفر دافعا قويا للعمل المناخي. يضع اتفاق باريس لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ وخطة التنمية المستدامة لعام 2030 أهدافا متماسكة ومتكاملة للحد من الانبعاثات العالمية وتحقيق الصحة لجميع الناس والحفاظ على الأنظمة الطبيعية.

هناك العديد من الدوافع وراء التحول الطاقوي. ويمكن إبراز أهم الدوافع للانتقال الطاقوي في الشكل التالي:

[1] IRENA (2020),**OP.Cit**,p42.
[2] **Ibid**,p68.

شكل رقم (21) : الفرص الرئيسية للتحول الطاقوي

source: IRENA **(2020),** ***Global Renewables Outlook: Energy transformation 2050*** **(Edition: 2020)**, Issued by International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, p58.

2.1- تحديات التحول الطاقوي

تتمحور أهم تحديات التحول الطاقوي في الآتي:

1.2.1- كثافة الطاقة (الفاعلية) Energy Density (Potency)

إن مفهوم كثافة الطاقة، والذي يشار إليه غالبا بالفاعلية، هو بالفعل عامل مهم عند تقييم مصادر الطاقة المختلفة. وتشير كثافة الطاقة إلى كمية الطاقة المخزنة في حجم أو وزن معين من المادة. حيث، يتمتع الوقود الأحفوري بكثافة طاقة عالية بشكل استثنائي مقارنة بالعديد من مصادر الطاقة الأخرى. ويعني هذا المحتوى العالي من الطاقة أن كمية صغيرة أو وزنا صغيرا من الوقود الأحفوري يمكن أن يوفر كمية كبيرة من الطاقة.

يتفوق الوقود الأحفوري على مصادر الطاقة الأخرى لأنه ينتج كميات كبيرة من الطاقة لكل وحدة وزن أو حجم (كثافة)، ويمكن نقله بسهولة. ويعتبر البترول مصدر الطاقة النهائي لتشغيل معظم الأجهزة، الآلات والمركبات. ويمتلك الغاز الطبيعي حوالي 86% من قوة النفط، في حين أن قوة الفحم عالي الجودة تقترب من 66%. وعلى النقيض من ذلك، يتمتع الخشب الجاف بقوة 35% من قوة النفط وهو أكبر حجما بكثير. بالنسبة لوسائل النقل التي تشمل الطائرات، الحافلات، الشاحنات الثقيلة والسفن، فإن البنزين والديزل المشتق من النفط

يتفوق على جميع مصادر الوقود الأخرى من حيث الطاقة لكل وحدة حجم وسهولة المناولة والتخزين والتكلفة. تعد كثافة الطاقة أمرا بالغ الأهمية لأن وسائل النقل هذه تتطلب قدرا كبيرا من الطاقة لنقل الأحمال الثقيلة لمسافات طويلة.

من جهة أخرى، لا يمكن استبدال النفط بسهولة بالكهرباء لاستخدامها في وسائل النقل والنقل بعيدة المدى. في حين أن هناك تحول متزايد نحو السيارات الكهربائية للتنقل قصير المدى، فإن استبدال النفط بالكهرباء في وسائل النقل طويلة المدى يمثل تحديا كبيرا. ويجب أن تتقدم تكنولوجيا البطاريات لتوفير كثافة الطاقة والمدى المطلوب لهذه الاحتياجات المتزايدة.

من الضروري كذلك أن ندرك أنه لا يمكن استبدال الوقود المشتق من النفط بالكهرباء بسهولة في وسائل النقل طويلة المدى والنقل الثقيل. لأن البنية التحتية وكثافة الطاقة اللازمة للبدائل الكهربائية لم تصل بعد إلى مستوى يحل محل الكفاءة التي يوفرها الوقود المعتمد على النفط في هذه القطاعات الحيوية[1].

2.2.1- إنقطاع الطاقة Energy Intermittency

لقد سمح الوقود الأحفوري الوفير للمهندسين بتطوير أنظمة إنتاج كهرباء منخفضة التكلفة باستخدام مدخلات طاقة الوقود الأحفوري المتاحة بسهولة والتي يمكن التحكم فيها بسهولة والتي يمكن الاعتماد عليها وثباتها. ونظرا لأن حدوث وسرعة الرياح غير المنتظم وأشعة الشمس النهارية تتأثر بالغطاء السحابي، هنا يتمثل تحدي كبير عند التحول إلى طاقة الرياح والطاقة الشمسية من امكانية الإنقطاع المؤقت في الإمدادات الطاقوية. حتى الإنقطاع الطفيف في إمدادات الطاقة يمكن أن يكون له عواقب وخيمة على الشبكات الكهربائية. وإلى حد ما، يمكن التغلب على تحدي التقطع من خلال التخزين باستخدام البطاريات ومن خلال الجمع بين طاقة الرياح والطاقة الشمسية في أنظمة تكميلية. تتحسن تكنولوجيا تخزين البطاريات بسرعة مما يمكن أن يقلل من مشكلة إنقطاع الطاقة الشمسية وطاقة الرياح بصفة الخاصة والطاقة المتجددة بصفة عامة. ومع ذلك، لا يزال تخزين طاقة الرياح والطاقة الشمسية بالبطاريات مكلفا للغاية وقد يكون محدودا بعناصر مثل الليثيوم[2].

3.2.1- الموقع Location

يتوفر ضوء الشمس والرياح والكتلة الحيوية والطاقة الكهرومائية في بعض المواقع أكثر من غيرها، ويختلف تواجد مصادر الطاقات المتجددة على حسب الموقع الجغرافي. عادة ما تكون المناطق الحضرية الكبيرة التي

[1] HOLECHEK, Jerry L., GELI, Hatim ME, SAWALHAH, Mohammed N., *et al.(2022),* **A global assessment: can renewable energy replace fossil fuels by 2050?, *Sustainability*,** vol. 14, no 8, p 22.

[2] Sorensen, Bent. (2014), **Energy Intermittency. Royaume-Uni, Taylor & Francis Group**, Roskilde University Roskilde, Denmark, p236.

تحتاج إلى أعلى مستويات الطاقة الكهربائية بعيدا عن مصادر الطاقة المتجددة الوفيرة. ولذلك، هناك حاجة إلى خطوط نقل واسعة النطاق طويلة ومكلفة، وتؤدي إلى فقدان الطاقة، ويمكن أن يكون لها آثار بيئية ضارة. يمكن أن يؤدي النقل لمسافات طويلة إلى تهميش فائدة طاقة الكتلة الحيوية لأنها تنتج طاقة منخفضة مقارنة بالاستثمار في الطاقات الأخرى. وللحد من هذا التحدي، يمكن تحويل إنتاج الكهرباء من المواقع المركزية واسعة النطاق إلى مواقع محلية وإقليمية أصغر. وبمرور الوقت، وإلى حد ما، يمكن تحويل المراكز السكانية إلى استخدام موارد الطاقة المتجددة بشكل أكثر كفاءة[1].

4.2.1- اختناقات النقل Transportation Bottlenecks

يتم تشغيل جميع وسائل النقل تقريبا في البلدان المتقدمة الآن بالبنزين والديزل المشتقين من النفط. ويعتبر النفط مناسبا تماما للنقل لأنه كثيف الطاقة ومحمول ويمكن شحنه بسهولة عبر خطوط الأنابيب والناقلات. على الرغم من أن النفط أصبح أكثر تكلفة في السنوات الأخيرة، إلا أنه لا يزال رخيصا نسبيا مقارنة بتكلفة مصادر الطاقة البديلة. في الولايات المتحدة، يمثل النقل حوالي 28% من استخدام الطاقة، حيث يتم تشغيل 95% منها بالنفط[2]. في جميع أنحاء العالم تقريبا تقوم جميع البلدان النامية بتنفيذ أنظمة النقل التي تعتمد بشكل كبير على النفط كما هو الحال في الولايات المتحدة وأوروبا. الطلب العالمي على النفط، الذي يبلغ الآن 100 مليون برميل يوميا، يتزايد بنسبة تزيد عن 1% سنويا ولكن من المتوقع أن يبلغ متوسطه 0.6% سنويا على مدار الثلاثين عاما القادمة. من أجل حل مشكلتي النفط وينظر إلى الاستنزاف وارتفاع انبعاثات الوقود الأحفوري، والتحول إلى الكهرباء والكتلة الحيوية لتشغيل وسائل النقل على أنها الحلول الأساسية. ومع ذلك، فإن سلطات الطاقة المختلفة تعتبر هذه التغييرات بمثابة تحدي هائل، إن لم يكن لا يمكن التغلب عليه[3].

يتضمن التحول إلى السيارات الكهربائية تحديا كبيرا، على الرغم من أن تكنولوجيا البطاريات تتحسن بسرعة، إلا أن أفضل البطاريات النظرية تتمتع بكثافة طاقة منخفضة جدا مقارنة بالوقود النفطي. يمكن التغلب على استخدام المركبات الخفيفة لنقل الأشخاص، ولكن بالنسبة للمركبات الثقيلة الكبيرة (الشاحنات، الجرارات وسفن الشحن)، تكون البطاريات اللازمة ثقيلة جدا بحيث لا تكون عملية. هناك تحديان مهمان آخران يرتبطان بكهربة وسائل النقل، وهما زيادة الطلب على الكهرباء والضغط الذي سيفرضه هذا الطلب على شبكات الطاقة المحلية.

[11] HOLECHEK, Jerry L., GELI, Hatim ME, SAWALHAH, Mohammed N., *et al.*, **Op.cit**, p10.
[2] U.S. Energy Information Administration. *International Energy Outlook (2017)*, **United States Energy Information Administration Report**, U.S. Energy Information Administration, DC, Vol DOA/EIA-0484, Washington, USA, p 76.

[3] HOLECHEK, Jerry L., GELI, Hatim ME, SAWALHAH, Mohammed N., *et al.*, **Op.cit**, p10.

ومن شأن التحول الكامل تقريبا إلى السيارات الكهربائية لسفر الركاب في الولايات المتحدة أن يزيد الطلب على الكهرباء بنسبة 29%. سيؤدي هذا التحول إلى تقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنسبة 6% إلى 7%[1].

2.1. 5- توافر الأراضي Land Availability

يمكن أن يشكل توفر الأراضي تحديا كبيرا آخر مع استخدام طاقة الرياح والطاقة الشمسية كبدائل للوقود الأحفوري. حيث، أشارت مراجعة حديثة وتحليل للمتطلبات المكانية لمختلف مصادر الطاقة المتجددة وغير المتجددة إلى أن طاقة الرياح تتطلب حوالي 370 مرة من الأراضي لتوليد ميجاوات من الطاقة أكثر من الغاز الطبيعي. وبالنسبة للطاقة الشمسية تتطلب حوالي 140 مرة من الأراضي لتوليد ميجاوات من الطاقة أكثر من الغاز الطبيعي. وفي المقابل، تتطلب الطاقة النووية ثلاثة أضعاف مساحة الأرض التي يتطلبها الغاز الطبيعي لكل وحدة توليد طاقة. وفي دراسات جامعة برينستون حول صافي الصفر في أمريكا والتي لخصها ميريل، كانت هناك حاجة إلى ما يقارب 1000 مرة من الأراضي لتوليد جيجاوات من الكهرباء من الرياح مقارنة بالطاقة النووية. تشير التقديرات إلى أن هناك حاجة إلى زيادة المساحة المخصصة لإنتاج الطاقة بمقدار أربعة أضعاف إذا تم اختيار طاقة الرياح والطاقة الشمسية كمكونات رئيسية في استبدال الوقود الأحفوري لتحقيق هدف خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون إلى الصفر بحلول عام 2050. وهذا من شأنه أن ينطوي على بصمة طاقة على حوالي 16% من مساحة أراضي الولايات المتحدة المجاورة. ويشير تقدير آخر حديث إلى أن الأمر سيستغرق أكثر من ثلث مساحة أراضي الولايات المتحدة القارية لتلبية الطلب الحالي على الكهرباء باستخدام مزارع الرياح والطاقة الشمسية فقط. هذه مساحة أكبر بـ 5 إلى 10 مرات مما كان يعتقد سابقا. وبغض النظر عن التقدير الأكثر موثوقية، فمن الواضح أن التحول إلى الطاقة المتجددة التي تعتمد بشكل كبير على طاقة الرياح والطاقة الشمسية سوف ينطوي على زيادة كبيرة (من ثلاثة أضعاف إلى خمسة أضعاف) في بصمة الطاقة العالمية[2].

في الولايات المتحدة، فتحديد مواقع وبناء خطوط نقل الطاقة من أصعب التحديات. في ظل جميع سيناريوهات استبدال الوقود الأحفوري، تم تحديد السماح ببناء خطوط نقل الطاقة باعتبارها عقبة خطيرة. إذا تم التركيز على طاقة الرياح والطاقة الشمسية بدلا من الطاقة النووية والغاز الطبيعي مع احتجاز الكربون، فمن المرجح أن تزيد الحاجة إلى سعة خطوط النقل إلى أكثر من ثلاثة أضعاف. وخلص ميريل وآخرون إلى أنه إذا قررت الولايات المتحدة تحقيق اقتصاد خال من الكربون بحلول عام 2050 باستخدام أقل قدر من الأراضي، فسوف تحتاج إلى بناء مئات المحطات النووية ومحطات الغاز الطبيعي مع أنظمة احتجاز الكربون بدلا من التركيز بشكل كبير على طاقة الرياح والطاقة الشمسية.

[1] **Ibid,**p10.
[2] **Ibid,** p11.

6.2.1- تأثيرات بيئية Environmental Impacts

إن طاقة الرياح، الطاقة الشمسية والوقود الحيوي لها آثار، خاصة عندما يتم توسيع نطاقها لتوفير معظم احتياجات العالم من الطاقة. حيث، تتطلب توربينات الرياح كميات كبيرة من الحديد والنحاس مما يستلزم المزيد من التعدين، كما أنها تشوه المشاهد الجمالية للمناظر الطبيعية، ويمكن أن تكون ضارة للطيور، ويشكو الأشخاص الذين يعيشون بالقرب منها من الضوضاء وفقدان النوم. تتطلب كذلك تطورات الطاقة الشمسية كميات كبيرة من المعادن مثل الألومنيوم، النحاس واللانثانيدات التي يمكن أن تصبح باهظة التكلفة بسبب استنفاذها إذا كانت هي المزود الرئيسي للطاقة على المستويين الوطني والعالمي. كما أنها ستؤدي إلى إضعاف الرعي، الحياة البرية والقيم الجمالية في المراعي الشاسعة إذا تم استخدامها كمصادر رئيسية للطاقة للشبكات الكهربائية. بالإضافة إلى التسبب الوقود الحيوي في انخفاض كبير في الأراضي الزراعية لإنتاج الغذاء، كما من شأنه أن يساهم في تآكل التربة، واستنفاذ مغذيات التربة (خاصة الفوسفور)، وفقدان موائل الحياة البرية إذا تم توسيع إنتاجها إلى مستوى يحل محل الوقود الأحفوري كطاقة عالمية أساسية. الطاقة الحيوية عموما والنفايات البلدية المتجددة بشكل خاص شكلت جدلا حول تأثيرها على التغير المناخي، فإن كان جانبها الإيجابي باعتبارها ضمن الطاقة الحيوية وما لهذه الأخيرة من آثار إيجابية على البيئة، فإن طريقة التدوير تطرح إشكالا يجعل لها بعدا سلبيا له أن يمس بالبيئة.

للطاقة الحيوية آثار متفاوتة بحسب نوع الوقود الحيوي المنتج وأنواع المواد الخام المستخدمة في عملية التصنيع والتكنولوجيا، حيث أشار تقرير منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة أن تأثير الطاقة الحيوية على انبعاثات غازات الاحتباس الحراري يتباين تباينا واسعا، تبعا لمكان وكيفية إنتاج مختلف محاصيل الموارد الوسيطة[1]. وباعتبار الطاقة الحيوية واحدة من أهم الطاقات المتجددة التي تعتبر من الطاقات النظيفة ساد الاعتقاد لدى الكثير من المفكرين الاقتصاديين أن الطاقة الحيوية تخفف من حدة ظاهرة الاحتباس الحراري وتخفض من حجم الانبعاثات في الغازات الدفيئة، وأن إحلال الطاقة الحيوية محل الوقود الأحفوري من شأنه أن تكون له تأثيرات كبيرة وإيجابية من حيث تغير المناخ، وذلك بتوليد مستويات أقل من غازات الاحتباس الحراري العالمي. فمحاصيل الطاقة الحيوية يمكن أن تقلل من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري عن طريق إزالة الكربون مباشرة من الهواء أثناء نموها. لهذا تدافع بعض المنظمات البيئية عن الطاقة الحيوية انطلاقا من أن أحد ميزاتها الرئيسية انبعاثات كربونية قليلة.

[1] الفاو (2009)، **التحديات التي يمثلها تغير المناخ والطاقة الحيوية بالنسبة للأغذية والزراعة**، منظمة الأغذية والزراعة، روما، ص2.

من جهة أخرى وفي كثير من الحالات، من المرجح أن يؤدي التغيير في استخدام الأراضي إلى زيادة الانبعاثات، بحيث تعادل هذه الزيادة أو تتجاوز تخفيضات غازات الاحتباس الحراري التي تتحقق نتيجة استعمال الطاقة الحيوية. في هذا الصدد، صرح المدير العام لمنظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة الدكتور ***جاك ضيوف*** قائلا: "أن أكبر تأثير للطاقة الحيوية على انبعاثات غازات الاحتباس الحراري إنما يتحدد وفق تحولات استغلال الأراضي، فعلى سبيل المثال تشكل إزالة الغابات لغرض تلبية الطلب المتزايد على المنتجات الزراعية تهديدا شديدا بالنسبة للأراضي الجيدة والتنوع الوراثي، وعاملا لانبعاثات الغازات الدفيئة"[1]. لكن بالنظر إلى أرض الواقع فإن الطاقة الحيوية قد تكون أكبر خطر يهدد البيئة العالمية على المدى البعيد، لما يسببه من تسريع إزالة الغابات والمناطق الطبيعية الخضراء، فبالرغم من أن عملية استهلاك الوقود الحيوي تطلق انبعاثات كربونية أقل من استهلاك الوقود الأحفوري ولكن الانبعاثات الناتجة عن تصنيعه بدءا من استخدام الوقود الكربوني في عملية الزراعة والتخمير لاسترجاع الإيثانول وتخزينه قبل نقله إلى أسواق الاستهلاك، قد ينفي الرأي الخاص بملاءمته للبيئة إضافة إلى ذلك فإن عملية إزالة الغابات والأراضي البرية تسبب انبعاثات كربونية أكثر بكثير مما ينتج عن استهلاك الطاقة، حيث تشير بعض الدراسات إلى أن إزالة المساحات الخضراء من أجل زراعة المنتجات الوسيطة التي تحول إلى طاقة حيوية تتسبب في انبعاث 17 إلى 420 ضعف كمية الكربون التي يمكن توفيرها باستهلاكها[2]. وهنا ظهرت جدلية بين من ينادي بأن للطاقة الحيوية آثارا إيجابية على البيئة وبالتالي تساهم في تخفيض حجم انبعاثات الغازات الدفيئة ومنهم من يرى بأن للطاقة الحيوية آثارا سلبية على البيئة حيث أنها تساهم في ارتفاع حجم انبعاثات غازات الاحتباس الحراري.

تعد الطاقات المتجددة مكونا حيويا للتنمية المستدامة، لأنها تحترم البيئة، وتقدم حلا لندرة الطاقة، وتعزز الرفاهية الاجتماعية. من خلال تبني مصادر الطاقة المتجددة والاستثمار فيها، وتمكننا من تمهيد الطريق لمستقبل أكثر استدامة للأجيال القادمة.

2- الطاقة المتجددة ومساهمتها في تحقيق الهدف السابع للتنمية المستدامة

لا طالما شغل الهدف 7 من أهداف التنمية المستدامة، بعنوان "ضمان الوصول الشامل إلى الطاقة وتعزيز تحولات الطاقة العادلة والشاملة والمنصفة" حيزا كبيرا وأهمية بالغة في التقارير العالمية لمختلف المظمات الدولية، وحظى هذا الموضوع باهتمامات كبار المفكرين الاقتصاديين، بل وأصبح موضوع الساعة.

[1] الفاو (2008)، **الوقود الحيوي: الآفاق، المخاطر والفرص**، منظمة الأغذية والزراعة، روما، ص 10.

[2] شمام عبد الوهاب، بوكرة كاميليا، (2016)، **طاقة الكتلة الحيوية بين إشكالية الأمن الطاقوي ومعضلة ارتفاع أسعار الغذاء**، الصادرة عن مجلة رؤى اقتصادية، العدد 11، الصادرة عن جامعة الشهيد حمة لخضر، الوادي، الجزائر، ص 228.

أصبح حصول الجميع على الطاقة وزيادة حصة الطاقات المتجددة والتحسينات في استخدام الطاقة جزءا من الأولويات العالمية العليا للتنمية المستدامة، ليتزايد مؤخرا الاعتراف الدولي بالطاقة كعامل تمكين رئيسي للتنمية المستدامة. ويوضح الجدول الموالي التقدم المحرز في تحقيق الهدف السابع للتنمية المستدامة.

الجدول رقم (15): التقدم المحرز في تحقيق الهدف السابع للتنمية المستدامة

المؤشر	2010	آخر سنة إصدار
1.1.7 نسبة السكان الذين يحصلون على الكهرباء	1.1 مليار من الناس دون الحصول على الكهرباء.	675 مليون من الناس دون الحصول على الكهرباء.(2021)
2.1.7 نسبة السكان الذين يعتمدون بشكل أساسي على الوقود النظيف وتكنولوجيا الطهي	2.9 مليار الأشخاص الذين لا يستطيعون الوصول إلى الطبخ النظيف.	2.3 مليار الأشخاص الذين لا يستطيعون الوصول إلى الطبخ النظيف.(2021)
1.2.7 حصة الطاقة المتجددة في إجمالي استهلاك الطاقة النهائي	16% حصة إجمالي استهلاك الطاقة النهائي من مصادر الطاقة المتجددة	19.1% حصة إجمالي استهلاك الطاقة النهائي من مصادر الطاقة المتجددة.(2020)
1.3.7 كثافة الطاقة تقاس كنسبة من الطاقة الأولية إلى الناتج المحلي الإجمالي	5.53 ميجا جول/ دولار أمريكي من كثافة الطاقة الأولية	4.63 ميجا جول/ دولار أمريكي من كثافة الطاقة الأولية.(2020)
أ. 7.1 التدفقات المالية الدولية إلى البلدان النامية لدعم البحث والتطوير في مجال الطاقة النظيفة وإنتاج الطاقة المتجددة، بما في ذلك النظم الهجينة	11.9 مليار دولار أمريكي تدفقات مالية دولية إلى الدول النامية لدعم الطاقة النظيفة	10.8 مليار دولار أمريكي تدفقات مالية دولية إلى الدول النامية لدعم الطاقة النظيفة.(2021)

Source : Duina Reyes (2023), **TRACKING SDG7 THE ENERGY PROGRESS REPORT**, World Bank, IEA,IRENA, A joint report of the custodian agencies, Washington,USA,P8. Disponible sur le site :http://trackingsdg7.esmap.org /data/files/download-documents/sdg7-report 2023-full_report.pdf. consulté le (09/03/2024).

يواصل العالم المضي قدما نحو تحقيق غايات الطاقة المستدامة، لكن الأمر لا يسير بسرعة كافية. فبالوتيرة الحالية، سيظل يفتقر نحو 660 مليون شخص إلى الكهرباء وسيظل يعتمد ما يقرب من بليونين من البشر على الوقود الملوث والتقنيات الملوثة لأغراض الطهي بحلول 2030.

1.2- الطاقة الكهربائية كعامل تمكين للتنمية المستدامة

توفر مصادر الطاقة المتجددة ما يقرب من 30 في المائة من استهلاك الطاقة في قطاع الكهرباء، لكن التحديات ما تزال قائمة في قطاعي التدفئة والنقل. وتشهد البلدان النامية نموا سنويا بنسبة 9.6 في المائة في منشآت الطاقة المتجددة، ولكن على الرغم من الاحتياجات الهائلة، فإن التدفقات المالية الدولية نحو الطاقة النظيفة في تراجع مستمر. ولضمان حصول الجميع على الطاقة بحلول 2030، يجب تسريع وتيرة الكهربة، وزيادة الاستثمارات في الطاقة المتجددة، وتحسين كفاءة الطاقة، ووضع سياسات تمكينية وأطر تنظيمية.

وفي عام 2021، كان قرابة 2.3 بليون شخص 29 في المائة من سكان العالم ما يزالون يعتمدون على نظم طهي غير مجدية وملوثة، ما يعرض صحتهم للخطر، ويحد من فرصهم الحياتية، ويضر بالمناخ والبيئة. وبين عامي 2015 و2020، زادت نسبة الأشخاص الذين يمكنهم الحصول على وقود وتقنيات الطهي النظيف بنسبة 7 نقاط مئوية فقط. ومع ذلك، شهدت منطقة جنوب شرق آسيا تقدما كبيرا ومتسقا بأن أتاحت إمكانية الحصول عليها لقرابة ثلاثة أرباع سكانها في عام 2021، بزيادة قدرها 14 نقطة مئوية عن عام 2015. وعلى العكس من ذلك، كانت أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى المنطقة التي سجلت أدنى معدلات الحصول عليها، فقد أخفق مسار التقدم نحو الطهي النظيف في مواكبة النمو السكاني، ما ترك ما مجموعه 0.9 بليون شخص بدون إمكانية الحصول على ذلك في عام 2021. وإذا ما استمرت الاتجاهات الحالية، فلن يتمكن سوى 77 في المائة من سكان العالم من الحصول على حلول الطهي النظيف بحلول عام 2030، ما يترك ما يقرب من 1.9 بليون شخص متخلفين عن الركب، بما في ذلك 1.1 بليون شخص في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى.

وتتوقع الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (IRENA) أن يصل تقدير سعر التكلفة للكهرباء المركزي إلى 0.054 دولار أمريكي/كيلوواط ساعة في عام 2030، وهو انخفاض بنسبة 55% تقريبا عن سعر تكلفة الكهرباء لعام 2018 البالغ 0.115 دولار أمريكي/كيلوواط ساعة. سيكون نطاق سعر التكلفة للكهرباء في عام 2030 في أسواق طاقة الرياح البحرية القائمة أكثر انخفاضا.على سبيل المثال، ففي المملكة المتحدة وألمانيا والصين بقيمة 0.039 دولار أمريكي/كيلوواط ساعة ومتوسط التوقعات في الأسواق الأحدث مثل تركيا واليابان بالقرب من المتوسط المرجح لعام 2018، عند 0.110 دولار أمريكي/كيلوواط ساعة[1].

على الرغم من إحراز الكثير من التقدم منذ عام 2015، فمن الواضح أن العالم بعيدا عن المسار الصحيح لتحقيق الهدف 7 من أهداف التنمية المستدامة. وعلى الصعيد العالمي، لا يزال 675 مليون شخص يفتقرون إلى

[1] IRENA (2020), **Op. Cit.**, p61.

إمكانية الوصول إلى الكهرباء لعام 2021، ومن المفترض أن ضمان الطاقة النظيفة والخالية من الكربون للجميع بحلول عام 2030 تعتبر كأولوية سياسية ملحة على جميع المستويات. كما لم يتمكن 2.3 مليار شخص من الوصول إلى وقود الطهي النظيف في عام 2021، وإذا استمرت الاتجاهات الحالية، فسيظل نحو 1.9 مليار شخص محرومين من الوصول إلى الطهي النظيف في عام 2030. وتنمو حصة مصادر الطاقة المتجددة في الاستهلاك العالمي للطاقة ببطء، كما انخفض معدل التحسن في كفاءة استخدام الطاقة[1].

الطاقة الشمسية، على الرغم من الاستخفاف بها إلى حد كبير كبديل للوقود المستدام، فهي قادرة على توفير المزيد من الطاقة النظيفة. إذا كانت الألواح الشمسية قادرة على أن تكون أكثر كفاءة بنسبة 20%، وهو ما ثبت أنه ممكن من خلال الاختبارات العملية، عند تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة الكهربائية، فإن المجتمع العالمي لن يحتاج إلا إلى تغطية مساحة من الأرض أصغر من مساحة أراضي إسبانيا من أجل تشغيل العالم بأكمله بالطاقة[2].

إن نشر الطاقة المتجددة لا يزال متأخرا، وخاصة في مجالات النقل والصناعة والتدفئة والتبريد. وفي الوقت نفسه، لا بد من زيادة تحسينات كفاءة استخدام الطاقة على مستوى العالم بشكل كبير. ويجب أن يضمن العمل في مجال الطاقة نتائج عادلة ومنصفة مع الوفاء بدوره الرئيسي في الجهود الرامية إلى تحقيق صافي انبعاثات صفرية. سيؤدي هذا إلى الرخاء لكل من الناس والكوكب مع عدم ترك أي شخص خلف الركب، بما في ذلك البلدان والمجموعات الضعيفة.

2.2- كفاءة الطاقة كعامل تمكين للتنمية المستدامة

تتمثل بعض الأهداف الرئيسية لأهداف التنمية المستدامة لعام 2030 في ضمان حصول الجميع على خدمات الطاقة الحديثة والموثوقة وبأسعار معقولة، وزيادة حصة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة العالمي بشكل كبير، ومضاعفة المعدل العالمي لتحسين كفاءة استخدام الطاقة، وتعزيز التعاون الدولي من أجل تسهيل الوصول إلى أبحاث وتكنولوجيا الطاقة النظيفة، بما في ذلك الطاقة المتجددة وكفاءة استخدام الطاقة وتكنولوجيا الوقود الأحفوري المتقدمة والنظيفة، وتشجيع الاستثمار في البنية التحتية للطاقة وكذلك تكنولوجيا الطاقة النظيفة.

من جهة أخرى، أدى التوجه نحو كفاءة الطاقة والحفاظ عليها إلى توفير فرص عمل في تدقيق الطاقة وإدارة الطاقة وتطوير تقنيات موفرة للطاقة. يعتمد التوزيع الإقليمي لوظائف الطاقة على عوامل متعددة، أين تتركز الوظائف حيث يتم بناء منشآت الطاقة مستحدثة، نظرا لكثافة العمالة في بناء مرافق جديدة. تقدر الوكالة الدولية

[1] United Nations (2023),**Op.Cit,** p.p 11-12.
[2]Minelli Federico (2017), **"Achieving energy security and environmental sustainable development",** *ODUMUNC Issue Brief, Old Dominion University Model United Nations, Virginia, USA,p2.*

للطاقة المتجددة ومنظمة العمل الدولية أن الاقتصاد يوفر أكثر من 6000 وظيفة في مجال كفاءة استخدام الطاقة[1].

تحسنت كثافة الطاقة الأولية على المستوى العالمي، التي تعرف بأنها نسبة إجمالي إمدادات الطاقة إلى الناتج المحلي الإجمالي، كمية الطاقة المستخدمة لكل وحدة من الثروة المتكونة من 4.96 ميغاجول لكل دولار في عام 2015 إلى 4.63 ميغاجول في عام 2020، وهو ما يمثل متوسط معدل تحسن سنوي قدره 1.4 في المائة. وهذا أقل بكثير من نسبة 2.6 في المائة المطلوبة لتحقيق الغاية المتمثلة في مضاعفة المعدل العالمي للتحسن في كفاءة الطاقة بحلول عام 2030. وفي عام 2020، تباطأ معدل التحسن إلى 0.6 في المائة، بسبب أزمة جائحة كوفيد–19 ليسجل أقل مكاسب له منذ الأزمة المالية العالمية. ومن المتوقع أن تتحسن كثافة الطاقة بوتيرة أعلى في عام 2020. مع ذلك، لتعويض الوقت المفقود، تحسينات كثافة الطاقة بحاجة إلى متوسط 3.4 في المائة سنويا حتى عام 2030. ويمكن أن يساعد إعطاء الأولوية لكفاءة الطاقة في السياسات وزيادة الاستثمارات العالم على تحقيق غايات الطاقة والمناخ.

3.2– تمويل الطاقة النظيفة كعامل تمكين للتنمية المستدامة

اتخذت التدفقات المالية العامة الدولية لدعم الطاقة النظيفة في البلدان النامية اتجاها تنازليا، وابتدأ هذا المسار حتى قبل جائحة كوفيد 19 واستمر حتى عام 2021. وبلغت تلك التدفقات 10.8 بلايين دولار في عام 2021، بانخفاض يقرب من 12 في مائة عن عام 2020. وكان هذا أقل بنسبة 35 في المائة من متوسط العقد 2010–2019، وأقل من نصف ذروة عام 2017 حين بلغت تلك التدفقات 26.4 بليون دولار. وفي عام 2021، تحول توزيع التدفقات المالية بحسب التكنولوجيا من الطاقة الكهرومائية إلى الطاقة الشمسية، فقد استحوذت الطاقة الشمسية على نسبة 43 في المائة، واستحوذت مصادر الطاقة المتجددة الأخرى على نسبة 33 في المائة من التدفقات، وجاء أقل عدد من الالتزامات للطاقة الكهرومائية بواقع 16 في المائة، وطاقة الرياح والطاقة الحرارية الجوفية 8 في مائة مجتمعتين. تهدد هذه الاتجاهات المتناقصة فرص تحقيق أهداف الطاقة، لا سيما بالنسبة لأقل البلدان نموا والبلدان النامية غير الساحلية والدول الجزرية الصغيرة النامية.

كذلك، تعد الشركات الصغيرة والمتوسطة جهات فاعلة رئيسية في نشر تكنولوجيا الطاقة المستدامة وفي تقديم الخدمات التي تدعم الصناعة والمستهلكين على حد سواء. وتوجد حاليا برامج تطوير المؤسسات ودعم الأعمال التي تدعمها الحكومة في معظم البلدان، على الرغم من أن القليل منها يعالج فجوات التمويل الحرجة التي تواجهها الشركات الصغيرة والمتوسطة. كذلك هناك حاجة إلى أطر تنظيمية ومالية داعمة وآليات دعم مالي للشركات الصغيرة والمتوسطة التي تعاني من قيود رأس المال وصعوبات في الانتقال من المراحل المبكرة لتخطيط الأعمال إلى العمليات والاستدامة التجارية. كما تعد آليات التمويل التي توفر دعم المنح أو توفير

[1] منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية OECD (2022)، **مرجع سبق ذكره**، ص99–100.

الديون أو حقوق الملكية في مراحل التأسيس والبدء والنمو أمرا بالغ الأهمية لتطوير القطاع صغير الحجم في سوق المؤسسات الصغيرة[1].

في عام 2021، بلغت التدفقات المالية العامة الدولية لدعم الطاقة النظيفة في البلدان النامية 10.8 مليار دولار أمريكي، أي بانخفاض قدره 11% عن عام 2020، وأقل بنسبة 35% عن متوسط الفترة 2010-2019، ونحو 40% فقط من ذروة عام 2017 البالغة 26.4 مليار دولار أمريكي[2].

الجدير بالذكر، أن الدعم المالي الدولي للطاقة النظيفة في البلدان النامية آخذ في الانخفاض ويتركز في عدد قليل من البلدان. وهذا يؤثر بشكل خاص على أقل البلدان نموا. وبما أن غالبية الأشخاص الذين لا يستطيعون الوصول إلى الكهرباء يتواجدون في البلدان الأقل نموا وفي منطقة جنوب الصحراء الكبرى في أفريقيا، فإن هذه الأماكن يجب أن تكون في قلب جهود المجتمع الدولي. والجدير بالذكر أن أفريقيا لم تمثل سوى واحد في المائة من قدرات الطاقة المتجددة الإضافية في عام 2022. ومن الواضح أن هناك حاجة إلى مزيد من الدعم.

4.2- البلدان النامية في طريق تحقيق التنمية المستدامة

رافقت كل مرحلة من مراحل التنمية الاقتصادية انتقال مميز للطاقة من مصدر رئيسي للوقود إلى آخر. واليوم، يعد الوقود الأحفوري – الفحم والنفط والغاز الطبيعي – مصدر الطاقة المهيمن إلى حد بعيد في الاقتصادات الصناعية، والمصدر الرئيسي لنمو إنتاج الطاقة في الاقتصادات النامية والمتقدمة على حد سواء. لكن القرن الحادي والعشرين يشهد بالفعل بداية التحول الكبير التالي في مصادر الطاقة – بعيدا عن الوقود الأحفوري نحو مصادر الطاقة المتجددة. والدافع وراء هذا التحول هو العديد من العوامل، بما في ذلك المخاوف بشأن التأثيرات البيئية (وخاصة تغير المناخ)، والقيود المفروضة على إمدادات الوقود الأحفوري، والأسعار، والتغير التكنولوجي[3].

في عام 2021، حققت البلدان النامية رقما قياسيا قدره 268 واط للفرد من القدرة على توليد الطاقة المتجددة، بعد عقدين من الزيادات المطردة التي تجاوزت باستمرار النمو السكاني. وفي الفترة بين عامي 2016–2021 بلغ معدل النمو السنوي المركب للطاقة المتجددة في البلدان النامية 9.6 في المائة، مقارنة بنسبة 8.6 في المائة للفترة بين عامي 2010–2015. ولكن على الرغم من هذا النمو الإيجابي والمتسارع، لا تسير البلدان النامية على طريق تحقيق أهداف التنمية المستدامة. وفي الفترة من عام 2016 إلى عام 2021، كان معدل النمو السنوي أقل بكثير بالنسبة للدول النامية. وسيتطلب سد هذه الفجوات سياسات واستثمارات مصممة خصيصا لضمان التحول في مجال الطاقة بطريقة منصفة وآمنة مناخيا.

---

[1] UNEP Sustainable Energy Finance Initiative (2005), **Public Finance Mechanisms to Catalyze Sustainable Energy Sector Growth**, United Nations Environment Programme, Renewable Energy and Finance Unit,p.p 6-7.

[2] United Nations (2023),**Op. Cit,** p.p 11-12.

[3] David Timmons, Jonathan M. Harris, Brian Roach,(2014), **The Economics of Renewable Energy**, Global Development And Environment Institute, Tufts University, Boston,États-Unis, p3.

3- الطاقة ومساهمتها في تحقيق أهداف التنمية المستدامة الأخرى

يمثل التحول نحو توظيف الطاقة النظيفة فرصة كبيرة للاقتصادات العالمية لتعزيز النمو المستدام، والحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، وتعزيز أمن الطاقة.

1.3- القضاء على الفقر بجميع أشكاله وفي كل مكان

يوضح الجدول الموالي إسهامات الطاقة في القضاء على الفقر بجميع أشكاله كالآتي:

الجدول رقم (16):إسهامات الطاقة في القضاء على الفقر بجميع أشكاله

المؤشرات	الأهداف	أهمية الطاقة
1.1.1 نسبة السكان الذين يعيشون تحت خط الفقر الدولي.	القضاء على الفقر المدقع لجميع الناس في كل مكان بحلول عام 2030، والذي يقاس حاليا بعدد الأشخاص الذين يعيشون على أقل من 1.25 دولار في اليوم	إن إنتاج وتسويق المواقد الفعالة بالإضافة إلى صعود قطاع الطاقة المتجددة (مثل بيع وتركيب وخدمات الألواح الشمسية وما إلى ذلك) يخلق فرص عمل وأعمال تجارية صغيرة، مما يؤدي إلى توليد الدخل لكل من النساء والرجال، علاوة على ذلك، توفر الأسر المال والوقت بسبب انخفاض الطلب على الوقود لأغراض الطهي والإضاءة. يعد الوصول إلى خدمات الطاقة شرطا أساسيا للتنمية الاقتصادية ويجعل أنشطة ريادة الأعمال خارج ساعات النهار ممكنة.
1.2.1 نسبة السكان الذين يعيشون تحت خط الفقر الوطني	بحلول عام 2030، خفض نسبة الرجال والنساء والأطفال من جميع الأعمار الذين يعيشون في الفقر بجميع أبعاده للنصف على الأقل.	
1.4.1 نسبة السكان الذين يعيشون في أسر معيشية تتمتع بإمكانية الوصول إلى الخدمات الأساسية	بحلول عام 2030، ضمان تمتع جميع الرجال والنساء، ولا سيما الفقراء والضعفاء، بحقوق متساوية في الموارد الاقتصادية، فضلا عن الوصول إلى الخدمات الأساسية، والملكية والتحكم في الأراضي وغيرها من أشكال الملكية، والموارد الطبيعية، التكنولوجيا الجديدة الملائمة والخدمات المالية، بما في ذلك التمويل الأصغر	

Source : Duina Reyes (2023), **TRACKING SDG7 THE ENERGY PROGRESS REPORT**, World Bank, IEA,IRENA, A joint report of the custodian agencies, Washington,USA,P8. Disponible sur le site :http://trackingsdg7.esmap.org /data/files/download-documents/sdg7-report 2023-full_report.pdf. consulté le (09/03/2024).

تم توظيف أكثر من 8.5 مليون عامل في إنتاج المواد الخام، بما في ذلك قطاعات التعدين والاستخراج للوقود والزراعة لإنتاج الطاقة الحيوية. شكل عمال الطاقة 15% من العمالة العالمية في قطاع التعدين على وجه

التحديد. يعمل في قطاعي التصنيع والبناء حوالي 21 مليون و 15 مليون موظف في قطاع الطاقة، على التوالي، ويشكلون ما يقرب من 5- 6 بالمائة من قطاعات كل منهما. بالإضافة إلى ذلك، شارك ما يقدر بـ 14 مليون عامل في مجال الطاقة في المرافق والخدمات المهنية الأخرى ، مع مشاركة بقية القوى العاملة في أدوار مثل تجار الجملة ونقل الطاقة[1].

ومن ناحية أخرى، ستصبح بعض الوظائف زائدة عن الحاجة، وخاصة في مجال إنتاج الوقود الأحفوري، ولكن أيضًا في قطاعات أخرى مثل السيارات التقليدية (مع تحول وسائل النقل إلى الكهرباء). وسوف يتم فقدان بعض هذه الوظائف، ولكن يمكن إنقاذ وظائف أخرى من خلال تدابير إعادة التوجيه. ويسمح التحول إلى مستقبل الطاقة المتجددة أيضًا بالاحتفاظ بالخبرة الحالية من صناعة الوقود الأحفوري، وخاصة بالنسبة للصناعات المتجددة مثل طاقة الرياح البحرية. على سبيل المثال، يمكن استخدام خبرة العمال والفنيين في بناء هياكل الدعم لمواقع النفط والغاز البحرية لبناء أسس ومحطات فرعية لتوربينات الرياح البحرية. ومن شأن تحول الطاقة أن يعزز الناتج المحلي الإجمالي بنسبة 2.5% وإجمالي العمالة بنسبة 0.2% على مستوى العالم بحلول عام 2050. وبالإضافة إلى ذلك، فإنه من شأنه أن يجلب فوائد اجتماعية وبيئية أوسع نطاقا[2].

2.3- القضاء على الجوع وتحقيق الأمن الغذائي والتغذية المحسنة وتعزيز الزراعة المستدامة

تلعب الطاقة دورا حيويا في القضاء على الجوع وتحسين التغذية وزيادة الإنتاجية الزراعية بطريقة مستدامة، ويوضح الجدول الموالي إسهامات الطاقة في تحقيق الأمن الغذائي كالآتي:

[1] Fatih Birol (2022), **Op.cit,** p11.
[2] IRENA (2020),**OP.Cit,** p68.

الجدول رقم (17):إسهامات الطاقة في تحقيق الأمن الغذائي

المؤشر	الأهداف	أهمية الطاقة
1.1.2 انتشار نقص التغذية .	بحلول عام 2030، القضاء على الجوع وضمان حصول جميع الناس ولا سيما الفقراء والفئات الضعيفة، بما في ذلك الرضع على أغذية آمنة ومغذية وكافية على مدار السنة	يجب طهي 95 من المواد الغذائية الأساسية قبل تناولها. إن الإمداد بما يكفي من وقود الطهي له أهمية كبيرة لتمكين الأشخاص من إعداد وجباتهم، ولكن تحسين الوصول إلى تقنيات والوقود الفعال يجعل أيضا إعداد المزيد من الأطعمة المغذية الصحية أمرا ميسورا.
2.1.2 انتشار انعدام الأمن الغذائي		
2.3.1 حجم الإنتاج لكل وحدة عمل حسب فئات حجم المشروعات الزراعية/ الرعوية/ الحرجية	مضاعفة الإنتاجية الزراعية والدخل لصغار منتجي الأغذية، ولا سيما النساء والمزارعين والرعاة وصيادي الأسماك، بحلول عام 2030، من خلال الوصول الآمن والمتساوي إلى الأراضي والموارد والمدخلات الإنتاجية الأخرى والخدمات المالية.	لزيادة الإنتاجية الزراعية هناك الحاجة إلى الطاقة لأغراض الري وكذلك لأغراض التبريد والتجفيف والطحن والبسترة وأنشطة المعالجة الإضافية.
2.3. 2 متوسط دخل صغار منتجي الأغذية، حسب الجنس.		
2. 4. 1 نسبة المساحة الزراعية الخاضعة للزراعة المنتجة والمستدامة	بحلول عام 2030، ضمان نظم مستدامة لإنتاج الغذاء وتنفيذ ممارسات زراعية مرنة تزيد الإنتاجية والإنتاج، وتساعد على الحفاظ على النظم الإيكولوجية. وتعزز القدرة على التكيف مع تغير المناخ، والطقس المتطرف، والجفاف، والفياضانات وغيرها من الكوارث الطبيعية.	بالنسبة للزراعة المنتجة والمستدامة تعد الطاقة المتجددة أمرا أساسيا، على سبيل المثال ضخ المياه.

Source : Duina Reyes (2023), **TRACKING SDG7 THE ENERGY PROGRESS REPORT**, World Bank, IEA,IRENA, A joint report of the custodian agencies, Washington,USA,P8. Disponible sur le site :http://trackingsdg7.esmap.org /data/files/download-documents/sdg7-report 2023-full_report.pdf. consulté le (09/03/2024).

3.3- ضمان حياة صحية وتعزيز الرفاهية للجميع في جميع الأعمار

عندما يتعلق الأمر بنظام صحي فعال ، فإن الطاقة هي عنصر أساسي، فاللقاحات والأدوية تحتاج إلى تبريد، والمعدات الطبية تحتاج إلى تعقيم، والإضاءة ضرورية للعمليات وحالات الطوارئ في الليل. والجدول الموالي يوضح إسهامات الطاقة في ضمان حياة صحية كالآتي:

الجدول رقم (18):إسهامات الطاقة في ضمان حياة صحية

المؤشر	الأهداف	أهمية الطاقة
1.2.3 معدل وفيات الأطفال دون الخامسة من العمر	وضع حد لوفيات المواليد والأطفال دون سن الخامسة التي يمكن الوقاية منها بحلول 2030	ما يقرب من نصف الوفيات الناجمة عن الالتهاب الرئوي بين الأطفال الأقل من خمسة سنوات ناجمة عن الجسيمات المنبعثة من تلوث الهواء الناجم عن الوقود الصلب المنزلي.
1.4.3 الوفيات الناجمة عن أمراض القلب والأوعية الدموية والسلطان والسكري وأمراض الجهاز التنفسي المزمنة	خفض الوفايات المبكرة الناجمة عن الأمراض غير المعدية بمقدار الثلث من خلال الوقاية والعلاج وتعزيز الصحة والرفاهية بحلول 2030	وفقا لمنظمة الصحة العالمية، فإن 3.8 مليون حالة وفاة مبكرة سنويا بسبب الأمراض غير المعدية، بما في ذلك السكتة الدماغية ومرض القلب ومرض الانسداد الرئوي المزمن وسرطان الرئة، تعزى إلى التعرض لتلوث الهواء.
1.9.3 معدل الوفيات المنسوب إلى تلوث الهواء المنزلي والمحيط	بحلول 2030، الحد بشكل كبير من عدد الوفيات والأمراض الناجمة عن المواد الكيميائية الخطرة وتلوث الهواء والماء والتربة.	وفقا لمنظمة الصحة العالمية، يتسبب الدخان الناتج عن تقنيات الطهي التقليدية في 3.8 مليون حالة وفاة مبكرة سنويا.

Source : Duina Reyes (2023), **TRACKING SDG7 THE ENERGY PROGRESS REPORT,** World Bank, IEA,IRENA, A joint report of the custodian agencies, Washington,USA,P8. Disponible sur le site :http://trackingsdg7.esmap.org /data/files/download-documents/sdg7-report 2023-full_report.pdf. consulté le (09/03/2024).

4.3- التغير المناخ وآثاره

تلعب الطاقة المتجددة دورا مركزيا في التخفيف من تغير المناخ عن طريق الحد من انبعاثات غازات الدفيئة. يعد الانتقال إلى مصادر الطاقة المتجددة أمرا بالغ الأهمية لتحقيق الأهداف المحددة في الهدف 13 من أهداف التنمية المستدامة، مثل الحد من ظاهرة الاحتباس الحراري إلى أقل بكثير من درجتين مئويتين. ويوضح الجدول الموالي إسهامات الطاقة في مكافحة التغير المناخي وآثاره كالآتي:

الجدول رقم (19):إسهامات الطاقة في مكافحة التغير المناخي وآثاره

المؤشر	الأهداف	أهمية الطاقة
1.2.13 عدد البلدان التي لديها مساهمات محددة وطنيا واستراتيجيات طويلة الأجل، وخطط تكيف وطنية.	دمج تدابير تغير المناخ في سياسات واستراتيجيات التخطيط الوطني	ما يصل إلى 25 في المائة من انبعاثات الكربون الأسود تأتي من حرق الوقود الصلب لتلبية احتياجات الطاقة المنزلية
2.2.13 إجمالي انبعاثات الغازات الدفيئة سنويا		

Source : Duina Reyes (2023), **TRACKING SDG7 THE ENERGY PROGRESS REPORT,** World Bank, IEA,IRENA, A joint report of the custodian agencies, Washington,USA,P8. Disponible sur le site :http://trackingsdg7.esmap.org /data/files/download-documents/sdg7-report 2023-full_report.pdf. consulté le (09/03/2024).

النظم الإيكولوجية للغابات ضرورية لدعم أهداف التنمية المستدامة لأنها تؤدي وظائف مثل تحويل مصدر المياه، والاحتفاظ بالتربة، تثبيت الكربون، إطلاق الأكسجين، تنقية الهواء، إنتاج منتجات الغابات، دعم التنوع البيولوجي، وما إلى ذلك. الغرض من الحراجة يشمل التطوير الرشيد للغابات واستخدامها لتحسين خدمات النظام الإيكولوجي ورفاهية الإنسان وتعزيز التنمية المستدامة.

إن الفوائد الناجمة عن التخفيف من تغير المناخ تنقذ الأرواح، وتوفر وفورات في تكاليف النظم الصحية، وتحسن الإنتاجية من قوة عاملة أكثر صحة. وقد ثبت أن هذه المكاسب الاقتصادية لها نفس حجم تكاليف التخفيف، بل تمثل ضعفها في بعض الحالات، مما يوفر دافعًا قويًا للعمل المناخي. يضع اتفاق باريس لاتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ وخطة التنمية المستدامة لعام 2030 أهدافًا متماسكة ومتكاملة للحد من الانبعاثات العالمية وتحقيق الصحة لجميع الناس والحفاظ على أنظمتنا الطبيعية.

III– التجربة الفرنسية في التحول الطاقوي

هناك طموح كبير للدول الأوروبية بشكل عام وفرنسا بشكل خاص للتحول الطاقوي من أجل النمو الأخضر والحد من انبعاثات الغازات الدفيئة، وتنويع نموذج الطاقة لديها وزيادة نشر مصادر الطاقة المتجددة.

إن نجاح مؤتمر الأطراف الحادي والعشرين يضع العالم في موقف قوي لنقول للدول المتقدمة والقوى الناشئة الجديدة على حد سواء: أنه "يمكنكم أن تفعلوا ذلك أيضا"، وأن الأمر متروك للدول لتكون قدوة في تنفيذ الالتزامات التي تم التعهد بها.

تم تصميم قانون التحول في مجال الطاقة من أجل النمو الأخضر وخطط العمل المصاحبة له لمنح فرنسا الوسائل اللازمة لتقديم مساهمة أكثر فعالية في معالجة تغير المناخ وتعزيز استقلالها في مجال الطاقة، مع تحقيق توازن أفضل في مزيج الطاقة وخلق فرص العمل ونمو الأعمال.

1- المزيج الطاقوي في فرنسا

يعد مزيج الطاقة في فرنسا من بين أكثر التركيبات الطاقوية الخالية من الكربون على مستوى العالم، وذلك بفضل الطاقة النووية، التي تمثل المصدر الرئيسي للكهرباء المنتجة محليا، حيث بلغت نسبتها أكثر من 70% من إجمالي الإنتاج في عام 2019[1]. وباعتبارها وسيلة أساسية للإنتاج، تنتج الطاقة النووية كمية ثابتة نسبيا من الكهرباء على مدار العام.

عند فحص عمر محطات الطاقة النووية في فرنسا، يمكننا أن نلاحظ أن جزءا كبيرا منها تم تشغيله بين نهاية السبعينيات وبداية الثمانينيات، أي أن عمرها يتراوح بين 33 و40 عاما[2]. متوسط عمر محطة الطاقة النووية يتراوح بين 40 إلى 60 سنة؛ لذلك في السنوات القادمة، يمكن إغلاق عدد كبير من المصانع تدريجيا.

ولدعم عملية تحول الطاقة، اختارت فرنسا خفض حصة الطاقة النووية في مزيج الكهرباء. لذلك، تضمن القانون المعتمد في عام 2015 الحد من القدرة النووية المركبة (عند مستواها الحالي البالغ 63.2 جيجاوات) وتحديد هدف وصول الطاقة النووية إلى 50% في إنتاج الكهرباء بحلول عام 2025 مقارنة بنحو 75% حاليا. في تقريره السنوي لعام 2016 قدر مكتب التدقيق الوطني الفرنسي أن تحقيق هذا الهدف سيتطلب إغلاق 17 إلى 20 مفاعلا، على افتراض استقرار الطلب على الكهرباء في المستقبل، أي ما يعادل ثلث القدرة المركبة الحالية. كان معدل إغلاق محطات الطاقة النووية في فرنسا أحد المناقشات المركزية التي أجريت استعدادا لخطة الطاقة الفرنسية الجديدة المتعددة السنوات للفترة 2018–2023[3]. ويدعو مشروع معدات الحماية الشخصية، الذي نشرته الحكومة في نهاية 2019، إلى إغلاق 4 إلى 6 مفاعلات بما في ذلك مفاعلي فيسنهايم بحلول عام 2028، وتحقيق هدف الـ 50% بحلول عام 2035 مع إغلاق 14 مفاعلا. وقد تمت المصادقة على هذا الهدف الجديد بنسبة 50% بموجب قانون الطاقة والمناخ المعتمد في سبتمبر 2019 والذي صدر في نوفمبر. تمت الموافقة

[1] Millot, A.; Krook-Riekkola, A., Maïzi, N.(2020), **Guiding the Future Energy Transition to Net-Zero Emissions: Lessons from Exploring the Differences between France and Sweden**, Energy Policy 2020, vol.139, p111358.

[2] Velasquez, C.E.; e Estanislau, F.B.G.L.; Costa, A.L.; Pereira, C.(2020), **Assessment of the French Nuclear Energy System—A Case Study. Energy Strateg**, Rev, 30,p 100513.

[3] Ministère de la Transition Ecologique Programmations Pluriannuelles de L'énergie (PPE). **Available online**: https://www.ecologie. gouv.fr/programmations-pluriannuelles-lenergie-ppe (accessed on 10 April 2023).

مؤخرا على تمديد العمر التشغيلي لـ 32 مفاعلا مع هيئة السلامة النووية الفرنسية (ASN)، التي نشرت توصية بهذا المعنى بقدرة 900 ميجاوات لأكثر من 40 عامًا بحلول فبراير 2021[1].

تم التعبير عن سيناريوهين مؤخرا في فرنسا لتحديد مزيج الطاقة لعام 2050:

– السيناريو المحتمل الأول صاغ مقترحات لتحقيق الحياد الكربوني في عام 2050 استنادا إلى ثلاث ركائز، الرصانة والكفاءة والطاقة المتجددة، مع الحد من استخراج المواد الخام. وفي هذا السيناريو، لن يتجاوز عمر أي من المفاعلات الـ 56 العاملة أكثر من 50 عاما. وفي عام 2045، لن تكون هناك قوة نووية. ووفقا لهذا السيناريو، يمكن تحقيق توليد طاقة متجددة بنسبة 100% دون زعزعة استقرار النظام. ويمكن تحقيق ذلك من خلال تكامل المصادر، ومرونة الاستهلاك، وتطوير أنظمة تخزين الطاقة. بالإضافة إلى ذلك، سيتم تحقيق ذلك مع الحفاظ على المواد الخام في فرنسا، وذلك بفضل إجراءات الرصانة والكفاءة المتخذة في جميع القطاعات، ولكن أيضا من خلال استبدال المواد غير المتجددة بمواد حيوية وزيادة معدلات إعادة التدوير.

أما السيناريو الثاني يسمى "مستقبل الطاقة 2050"[2]. تم عرض ستة سيناريوهات في مستقبل الطاقة 2050. ثلاثة سيناريوهات تعطي الأولوية لمصادر الطاقة المتجددة ويتم عرض السيناريوهات الثلاثة الأخرى المختلفة لتلبية الطلب بحلول عام 2050، والمقدر من 555 تيراواط في الساعة، إذا تحول المجتمع نحو أنماط حياة أكثر استدامة، إلى أكثر من 750 تيراواط في الساعة.

على الرغم من إمكانات الكبيرة التي تتمتع بها فرنسا كثاني أكبر مورد للرياح في أوروبا، وثاني أكبر منطقة بحرية، وخامس أكبر مصدر لأشعة الشمس، ووفرة موارد الغابات والطاقة الكهرومائية – فإن حصة مصادر الطاقة المتجددة في الاستهلاك النهائي للطاقة في فرنسا كانت 16.5% فقط في عام 2018[3]. ومع ذلك، ينبغي أن تبلغ هذه الحصة حوالي 20.5% للامتثال لأهداف عام 2020. يعانى هدف 23% من الطاقة المتجددة للاستهلاك النهائي للطاقة في عام 2020 من بطء التقدم في طاقة الرياح البحرية. توجد حاليا 1380 مزرعة رياح في فرنسا، تمثل 7950 توربينة رياح منتشرة في جميع أنحاء البلاد[4].

المصادر المتجددة الرئيسية في فرنسا هي الكتلة الحيوية الصلبة (38.3%)، والطاقة الكهرومائية المتجددة (20.2%)، والوقود الحيوي (9.9%)، وطاقة الرياح (8.8%)، والمضخات الحرارية (8.7%)[5]. وأخيرا، يتم استخدام

[1] Vie Publique Loi Énergie et Climat (2019). **Available online**: https://www.vie-publique.fr/loi/23814-loi-energieet-climat-du-8-novembre-2019 (accessed on 17 April 2023).
[2] Réseau de Transport de l'Electricité (RTE)**,"Futurs Énergétiques 2050"—Consommation et Production: Les Chemins de L'électricité de RTE Pour La Neutralité Carbone**. Available online: https://www.rte-france.com/actualites/futurs-energetiques-neutralitecarbone-2050-principaux-enseignements (accessed on 05 April 2023).
[3] Ministère de la Transition Ecologique Programmations Pluriannuelles de L'énergie (PPE). **Available online**: https://http://www.ecologie. gouv.fr/programmations-pluriannuelles-lenergie-ppe (accessed on 20 April 2023).
[4] Statista Wind Power in France—Statistics & Facts. **Available online**: https://www.statista.com/topics/6385/wind-power-infrance/. (accessed on 1 September 2021).
[5] Ministère de la Transition Ecologique Programmations Pluriannuelles de L'énergie (PPE**). Loc.cit**, p6.

محطات الطاقة الحرارية التي تستخدم الغاز أو النفط أو الفحم خلال فترات الذروة، عندما تكون مصادر الإنتاج الأخرى غير قادرة على تلبية الطلب.

تعد فرنسا المنتج الأوروبي الرائد للإيثانول الحيوي بمعدل إنتاج يصل إلى 32%، أي ضعف إنتاج ألمانيا التي تحتل المرتبة الثانية. يتم استخدام ثلثي الإيثانول الحيوي في الوقود، بينما يستخدم الباقي في قطاعات المشروبات والعطور والأدوية والصناعة. وتصدر فرنسا 30% من إنتاجها من الإيثانول الحيوي للوقود، وخاصة إلى ألمانيا. وتبلغ القدرة الفرنسية 19 مليون هكتوليتر.

وهناك مشاريع أخرى للطاقة المتجددة قيد التنفيذ، والتي ستصل إلى قدرة إجمالية تبلغ 115 ميجاوات، ومن المقرر افتتاحها في عام 2023. والتحدي الرئيسي لهذه التكنولوجيا هو تقليل تكاليفها.

2- مساعي فرنسا من تحولها الطاقوي

هدفت فرنسا من جراء تبنيها لخطة تحول طاقوي طويلة الأجل لتحقيق مجموعة من الأهداف الاستراتيجة التي ستنعكس على الأبعاد الاقتصادية والاجتماعية والبيئية للمواطن الفرنسي.

1.2- العمل على التخفيف من تغير المناخ

باعتماد قانون التحول في مجال الطاقة من أجل النمو الأخضر، حددت فرنسا هدفها ووسائل تنفيذ اتفاق باريس بشأن تغير المناخ الموقع في 12 ديسمبر 2015. وينص القانون، الذي تم اعتماده قبل أربعة أشهر من انعقاد مؤتمر الأطراف الحادي والعشرين، في القانون على الالتزامات التي تعهد بها فرنسا لمساهمتها الوطنية[1].

2.2- الاستعداد لعصر ما بعد النفط

إن معظم الطاقة التي نستهلكها اليوم تسبب التلوث، وهي باهظة الثمن، ومشتقة من الموارد الأحفورية النادرة بشكل متزايد. إن تحول الطاقة هو خطة لعصر ما بعد النفط وخطوة نحو نموذج طاقة فرنسي جديد، أقوى وأكثر استدامة في استجابته للتحديات الرئيسية في إمدادات الطاقة، والتغيرات في الأسعار، واستنزاف الموارد ومتطلبات حماية البيئة.

3.2- الالتزام بالنمو الأخضر

يعزز قانون انتقال الطاقة النمو الاقتصادي المستدام وخلق فرص عمل مستدامة، فهو سيسمح بإحداث 100 ألف فرصة عمل على المدى القصير (منها 75 ألف فرصة عمل في قطاع تجديد الطاقة ونحو 30 ألف فرصة عمل في قطاع الطاقة المتجددة)، بالإضافة إلى أكثر من 200 ألف فرصة عمل بحلول عام 2030؛
تؤدي الاستثمارات المنفذة في الطاقات المتجددة إلى تعزيز الناتج المحلي الإجمالي بنسبة 0.8% في عام 2020، وبنسبة 1.5% في عام 2030[2].

[1] Magali Dreyfus, Roselyne Allemand,(2018) , **Three Years After the French Energy Transition for Green Growth Law: Has the 'Energy Transition' Actually Started at the Local Level?**, *Journal of Environmental Law*, Volume 30, Issue 1, March 2018, P.P. 109–113, https: //doi.org/10.1093/jel/eqx031.
[2] Li, L.; Lin, J.; Wu, N.; Xie, S.; Meng, C(2020), **Review and Outlook on the International Renewable Energy Development. Energy Built Environ**, 3, p.p139–157.

4.2- تسعير الكربون، الاستفادة من تحول الطاقة

إن التحول إلى اقتصاد منخفض الكربون أمر حيوي بالنسبة للمناخ ويوفر أيضا فرصة عظيمة لخلق النمو الاقتصادي وفرص العمل. هناك العديد من الفرص على مستوى الاتحاد الأوروبي. ومع ذلك فإن القيام باستثمارات منخفضة الكربون والاستفادة من هذه الفرص يواجه حاليا صعوبتين رئيسيتين: انهيار أسعار الوقود الأحفوري والانخفاض الشديد في أسعار الكربون في أغلب البلدان.

منذ اتفاق باريس، أصبح تسعير الكربون تحديا رئيسيا، دمج عنصر الكربون في ضريبة الطاقة في الدول الأوروبية، بناء على النموذج الذي نفذته فرنسا مع مساهمة الطاقة المناخية المحددة بمبلغ 22 يورو/طن في عام 2016 مع مسار سعر يبلغ 56 يورو/طن في عام 2020 و100 يورو/طن في عام 2030، يعد هذا الإجراء ضروريا لتشجيع كفاءة الطاقة وتطوير الطاقة المتجددة في قطاعي النقل والبناء[1].

العمل على إدخال تسعير الكربون خارج الاتحاد الأوروبي والعمل مع جميع البلدان التي تختار القيام بذلك. وهذا لا يعني فرض سعر عالمي موحد للكربون أو سوق عالمية لثاني أكسيد الكربون، بل يعني الجمع بين المبادئ المشتركة وتقاسمها مع كل البلدان والشركات التي تلتزم بتسعير الكربون.

ولضمان فعالية الجهود الرامية إلى منع تسرب الكربون، فلابد من تحديث التدابير عندما تتم مراجعة توجيهات الاتحاد الأوروبي ومقايضة الانبعاثات.

تطبيق حد أدنى لسعر الكربون لإنتاج الكهرباء بالفحم و محطات توليد الطاقة التي تعمل بالحرق، مما يؤدي إلى تحسين الرؤية للمستثمرين وتقليل استخدام أنظمة إنتاج الكهرباء التي تنتج أعلى مستويات الغازات الدفيئة.

في سبتمبر 2014، خلال قمة المناخ التي نظمها الأمين العام للأمم المتحدة، شكلت أربعة وسبعون دولة وأكثر من ألف شركة تحالفا لتسعير الكربون. ويهدف المنتدى إلى تشجيع الحوار المثمر بين صناع القرار في القطاعين العام والخاص فيما يتعلق بفرص توسيع نطاق سياسات تسعير الكربون. وفرنسا وألمانيا والمكسيك وكندا وتشيلي وإثيوبيا جميعها أعضاء في هذا التحالف، الذي تم إطلاقه رسميا في 30 نوفمبر 2015 في افتتاح مؤتمر الأمم المتحدة المعني بتغير المناخ (COP21)[2].

3- أهم القطاعات المستهدفة من استراتيجة التحول الطاقوي الفرنسية

1.3- قطاع البناء

في عام 2014، استحوذ قطاع البناء على 45% من استهلاك الطاقة في فرنسا. وهو أكبر مستهلك للطاقة ويوفر فرصا كبيرة لكفاءة استخدام الطاقة. وتسبب في 20% من انبعاثات الغازات الدفيئة في عام 2013.

[1] Ministère de la Transition Ecologique Programmations Pluriannuelles de L'énergie (PPE**). Loc.cit**, p8.
[2] French Ministry of Ecology(2016), **Sustainable Development and Energy**, *Energy Transition for Green Growth Act in Action*. Retrieved from, https:www.ecologie.gouv.fr.

سعت فرنسا جاهدة لتسريع تجديد الطاقة في المساكن بهدف إجراء 500 ألف عملية تجديد رئيسية سنويا مع إعطاء الأولوية لمعالجة فقر الطاقة. كما عملت على تحسين أداء الطاقة في المباني الجديدة من خلال مساعيها لبناء جميع المباني وفقا لمعايير المباني منخفضة الطاقة بحلول عام 2050 [1].

يمنح أصحاب المشاريع حوافز لتطوير المباني الموفرة للطاقة والصديقة للبيئة، أو المباني ذات الطاقة المتجددة دون انتظار إقرار التشريع، مما يجعل من الممكن الحصول على مكافأة البناء لمثل هذه المباني.

سيساعد المخطط العمل التي وضعته السلطات الفرنسية على تحسين عائد الاستثمار في مثل هذه العمليات والتعويض جزئيا عن ارتفاع تكاليف البناء وفقا للمعايير الصديقة للبيئة. بالإضافة إلى ذلك، يجب أن تكون جميع المباني العامة الجديدة مثالية من حيث معايير الطاقة والبيئة.

– تحسين العزل عند القيام بأعمال التجديد الكبرى

عند القيام بأي أعمال بناء رئيسية، يشجع القانون الفرنسي على تحسين عزل المبنى. ويهدف هذا الإجراء إلى الاستفادة من الفرص المتاحة عند تنفيذ أعمال البناء الكبرى لخفض استخدام الطاقة وخفض فواتير التدفئة. وينطبق ذلك على الإسكان والمكاتب والمباني التعليمية والممتلكات التجارية والفنادق. يمكن تحقيق وفورات كبيرة في الطاقة عند العمل على واجهات المباني والأسقف، نظرا لأن هذا هو الوقت الأنسب لعزل الجدران.

بالنسبة للمباني ذات الملكية المشتركة، أصبحت الآن إجراءات تحسين كفاءة استخدام الطاقة عند تنفيذ العمل في المناطق المشتركة أكثر بساطة. يمكن استغلال تنفيذ الأعمال الكبرى (مثل إعادة التسقيف وتجديد الواجهات والتوسعات) كفرصة لتحسين كفاءة استخدام الطاقة في جميع المباني بشكل كبير.

ويعني الإطار التشغيلي لتمويل الطرف الثالث من قبل الشركات العامة أنه يمكن تقديم الأموال لأصحاب القطاع الخاص الراغبين في القيام بمشاريع صديقة للبيئة[2].

2.3– تطوير وسائل النقل الخضراء لتحسين جودة الهواء وحماية الصحة العامة

يعد قطاع النقل المنتج الأول لانبعاثات الغازات الدفيئة، حيث يمثل 28% من إجمالي انبعاثات فرنسا في عام 2013. ويمثل 32.6% من إجمالي استهلاك الطاقة في فرنسا في عام 2014.

نتيجة للدور الفاعل الذي يلعبه قطاع النقل في الاقتصاد الفرنسي أدرجه السلطات الفرنسية على رأس قائمة أولوياتها من أجل تحديثة وتكييفه مع متطلبات الاقتصادية والبيئية الراهنة، ومن أهم الأهداف الموضوعة:

– تكثيف التدابير لمكافحة تلوث الهواء.

– تقليل الاعتماد على الهيدروكربونات.

[1] Li, L.; Lin, J.; Wu, N.; Xie, S.; Meng, **Op.Cit**,p160.

[2] Chai Zhi(2002), **External wall heat insulation construction technology of using polystyrene plastic extrusion foam plate**, SHANXI ARCHITECTURE, volume28, No5, P.P40-43.

– تسريع استبدال أساطيل السيارات والشاحنات والحافلات بمركبات منخفضة الانبعاثات.

– توفير 7 ملايين نقطة شحن للسيارات الكهربائية بحلول عام 2030.[1]

تم إعتماد الخطة الوطنية للحد من الانبعاثات الملوثة للهواء سنة 2016. وهي تشكل جزءا من نهج أوسع، يشمل أكثر من مجرد قطاع النقل، لتحسين نوعية الهواء، والتعامل مع الآثار الصحية والاقتصادية للتلوث. وستتم مراجعة الخطة كل خمس سنوات، وتعديلها حسب الضرورة.

– تجديد الأساطيل العامة بمركبات منخفضة الانبعاثات

عند استبدال أساطيل مركباتها، يتعين على الدولة الفرنسية وهيئاتها العامة شراء ما لا يقل عن 50% من المركبات ذات الانبعاثات المنخفضة من ثاني أكسيد الكربون والملوثة للهواء، مثل السيارات الكهربائية. يتعين على السلطات المحلية التأكد من أن 20% من مركباتها البديلة هي مركبات نظيفة. يجب أن تكون جميع الحافلات الجديدة التي تم شراؤها لخدمات النقل العام اعتبارا من عام 2025 فصاعدا مركبات منخفضة الانبعاثات.[2]

– شراء السيارات الكهربائية من قبل الشركات التي تدير سيارات الأجرة وتأجير السيارات مع السائقين

بحلول عام 2025، يجب أن تكون 10% على الأقل من المركبات التي تحصل عليها الشركات التي تقوم بتشغيل سيارات الأجرة وتستأجر سيارات مع سائقين عند تجديد أساطيلها، حيث يتكون أسطولها من أكثر من عشر مركبات، من المركبات منخفضة الانبعاثات. 10% من المركبات التي تشتريها شركات تأجير السيارات، وشركات تشغيل سيارات الأجرة وتستأجر سيارات مع سائقين عند تجديد أساطيلها، يجب أن تكون أيضا مركبات منخفضة الانبعاثات.[3]

– مواقف السيارات

عند القيام بالأعمال في المباني القائمة، يتطلب القانون تركيب نقاط شحن للسيارات الكهربائية ومرافق لركن الدراجات. ويجب أيضا تركيب نقاط الشحن عند القيام بالعمل في مواقف السيارات بالمباني القائمة. ويجب أيضا تركيب نقاط الشحن في مواقف السيارات في مراكز التسوق الحالية وفي مواقف السيارات الجديدة.

– إنشاء سبعة ملايين نقطة شحن مثبتة بحلول عام 2030 كحد أدنى

ولتوفير الوصول إلى أكبر عدد ممكن من نقاط الشحن، لجميع أنواع المركبات الكهربائية والهجينة القابلة لإعادة الشحن، تهدف فرنسا إلى تركيب ما لا يقل عن سبعة ملايين نقطة شحن بحلول عام 2030.

---

[1] Pupo-Roncallo, O.; Campillo, J.; Ingham, D.; Ma, L.; Pourkashanian (2021), M. **The Role of Energy Storage and Cross-Border Interconnections for Increasing the Flexibility of Future Power Systems: The Case of Colombia. Smart Energy**, 2,p 100016.

[2] Government of France. (2014), ***Tax deduction for electric vehicle charging points***, Disponible sur le site :https://www.service-public.fr/particuliers/vosdroits/F35578?lang=en. . consulté le (09/03/2024).

[3] Pupo-Roncallo, O.; Campillo, J.; Ingham, D.; Ma, L.; Pourkashanian,**Op.Cit,** p100017.

منذ سبتمبر 2014، يحق للأفراد الذين يقومون بتركيب نقطة إعادة شحن للسيارات الكهربائية الحصول على خصم ضريبي بنسبة 30%[1].

- تخفيضات على شراء المركبات النظيفة لتحل محل المركبات الملوثة

تم تمديد وزيادة التخفيض لشراء سيارة كهربائية، منذ 2015. وتبلغ قيمة الخصم ما يصل إلى 10000 يورو، وتم توفير 7000 سيارة كهربائية تم شراؤها باستخدام خصم التحويل، بقيمة 70 مليون يورو لسوق السيارات الكهربائية في السنة الأولى. وساعدت هذه المساعدة في مضاعفة سوق السيارات الكهربائية الفرنسية، مما يجعلها الأكبر في أوروبا، حيث تم تسجيل أكثر من 12 ألف سيارة كهربائية سنة 2016[2].

- النقل النظيف

يمكن لأصحاب العمل المساهمة في تكاليف سفر الموظفين الذين يسافرون إلى العمل بالدراجة أو الدراجة الكهربائية. يعفى من مساهمات الضمان الاجتماعي التي يدفعها صاحب العمل، بحد أقصى 200 يورو في السنة لكل موظف، وعلى أساس عدد الكيلومترات التي يقطعها الموظف للوصول إلى العمل. تم تحديد البدل بمبلغ 0.25 يورو لكل كيلومتر[3].

- تخفيض الضرائب على الشركات التي توفر الدراجات

يجوز لأي شركة خاضعة لضريبة الشركات أن تطالب بتخفيض ضريبي يعادل تكاليف توفير أسطول من الدراجات الهوائية لموظفيها مجانا مقابل رحلاتهم بين المنزل والعمل، بما يصل إلى 25% من سعر شراء الأسطول.

- تطوير مناطق المشاة، واستراتيجيات مشاركة السيارات وتجميعها، والبنية التحتية لركوب الدراجات، والمساعدة على استبدال المركبات شديدة التلوث، وما إلى ذلك.

- دعم الزراعة البيئية، وإتاحة منصة اختبار للتحقق من انبعاثات الجرارات.

- المساعدة في استبدال أنظمة التدفئة غير الفعالة وتجديدات الإسكان ذات الكفاءة الحرارية.

- دراسة حول أجهزة الاستشعار المبتكرة لقياس جودة الهواء، ودعم شراء معدات مختبر الأبحاث لاختبار جودة الهواء.

[1] Government of France. (2014), ***Tax deduction for electric vehicle charging points***, **). OP.Cit**, p1.

[2] Grigoriev, S.A.; Fateev, V.N.; Bessarabov, D.G.; Millet, P.(2020), **Current Status, Research Trends, and Challenges in Water Electrolysis Science and Technology. Int. J. Hydrogen Energy 2020**, 45, p.p26036–26058.

[3] Maurissen *Céline*., & Veugelen *Kathleen*, (2024), ***Bike allowance and company bikes in 2024: Important updates.*** **KPMG Belgium.** Disponible sur le site : https://kpmg.com/be/en/home/insights/2024/02/ppl-bike-allowance-and-company-bikes-in-2024-important-updates.html.

– رسم الخرائط الاستراتيجية لجودة الهواء، وإدراج جودة الهواء في خطط التنقل الحضري، وما إلى ذلك[1].

4– التحديات الرئيسية لتنمية الطاقات المتجددة في فرنسا

تعد إزالة الكربون من نظام الطاقة أحد التحديات الكبيرة التي تواجه تحول الطاقة في فرنسا. وفي نظام الكهرباء الفرنسي، ستؤدي عملية إزالة الكربون هذه إلى زيادة كبيرة في الطاقات المتجددة (مثل الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح). ترتبط هذه الموارد بشكل أساسي بشبكات التوزيع التي تم تطويرها في البداية لتوزيع الطاقة من شبكات النقل. ولذلك تواجه الأنظمة الكهربائية التحدي المزدوج المتمثل في المرونة واللامركزية. ونعرض في الفقرات التالية أهم الأدوات التي يجري تطويرها حاليا في فرنسا لمواجهة هذه التحديات:

1.4– شبكة الطاقة

يتم نقل الطاقة الكهربائية التي تمثل 45% من الطاقة الأولية في فرنسا، بشكل شبه مباشر عبر الشبكات الكهربائية. تؤدي الشبكات الكهربائية حاليا العديد من الوظائف، بدءا من أمن الإمداد وحتى جودة الطاقة الموردة، وتحسين التكاليف من خلال السماح بتوسيع الاستهلاك والإنتاج. تلعب شبكات الطاقة دورا مركزيا في تحول الطاقة اليوم. ومع تزايد الطاقات المتجددة هناك حاجة إلى استثمارات كبيرة في الشبكات للتحرك نحو النظام اللامركزي. ويجب توقع هذه الاستثمارات لتجنب الازدحام، كما هو الحال حاليا في ألمانيا[2].

وتتطلب الاستخدامات الجديدة أيضا الاستثمار في شبكة الكهرباء لاستيعابها. ومع تزايد شعبية السيارات الكهربائية، سيتم ربط الملايين من نقاط الشحن بشبكات التوزيع. وسيتطلب ذلك أيضا استثمارات كبيرة، حيث أن إعادة الشحن السريع للمركبة خلال عشر دقائق تقريبا يمكن أن تمثل الطلب على الطاقة في المبنى.

يمكن أن يساهم انخفاض تكاليف الطاقة الكهروضوئية وظهور أنظمة تخزين الطاقة مستحدثة في ظهور أنماط الجديدة للاستهلاك المحلي للطاقات المتجددة في فرنسا كما تعد رقمنة شبكات الطاقة (الشبكات الذكية) ضرورية لتنفيذ تحول الطاقة بنجاح[3].

يمكن للشبكات الذكية المنتشرة في المدن الفرنسية أن تقلل من تكاليف دمج الطاقات المتجددة والمركبات الكهربائية في النظام الكهربائي. وبهذه الطريقة يمكن التحكم في شحن السيارات الكهربائية ليتناسب مع الإنتاج قدر الإمكان، ومن المرجح أن يتم في المستقبل تخصيص البطاريات الثابتة لتسهيل دمج الطاقات المتجددة في الشبكة.

---

[1] RÉPUBLIQUE FRAÇAISE(2024),***Tax reduction for companies providing bicycles to employees***, Entreprendre.Service-Public.fr. Retrieved February 28, 2024, from https://entreprendre.service-public.fr/vosdroits/F38051?lang=en.

[2]Vakulchuk, R.; Overland, I.; Scholten, D.(2020), **Renewable Energy and Geopolitics: A Review. Renew. Sustain. Energy Rev**, vol.122, p109547.

[3] Vanegas Cantarero(2020), **M.M. Of Renewable Energy, Energy Democracy, and Sustainable Development: A Roadmap to Accelerate the Energy Transition in Developing Countries. Energy Res**. Soc. Sci. 2020, 70,p 101716.

سوف تلعب تقنية Blockchain والذكاء الاصطناعي أيضا دورا حاسما في الشبكات الذكية. يمكن استخدام كلا المفهومين لتحسين الإنتاج والاستهلاك الطاقة والتنبؤ بها وأرشفتها في الوقت الفعلي [1].

تدعم الحكومة الفرنسية نشر الشبكات الذكية كجزء من سياسة تحول الطاقة لديها. ويشجع القانون الفرنسي بشأن تحول الطاقة والنمو الأخضر صراحة على تجربة الشبكات الذكية في مناطقه. وللبدء في دمج الشبكات الذكية على المستوى الوطني، أجرت فرنسا تجارب على جهاز قياس الاتصال Linky في الفترة 2010-2011. وقد تم تقييمه من قبل لجنة المساواة، التي أوصت بتعميمه في فرنسا بحلول عام 2022.

وفي عام 2014، كجزء من فرنسا الصناعية الجديدة، نفذت الحكومة تدريجيا خطة لتطوير أنظمة الشبكة الذكية على المستوى الوطني. تم تنفيذ العديد من المشاريع، كما تم تطويرها لتجربة الحلول التكنولوجية على نطاق واسع، لتفعيل الديناميكيات الإقليمية، والمساهمة في خلق منصة صناعية للخبرة الفرنسية في مجال الشبكات الكهربائية الذكية.

2.4- توصيلات الكهرباء

بفضل موقعها الجغرافي في وسط أوروبا، تلعب فرنسا دورا أسآسيا كمصدر أوروبي الرئيسي للكهرباء. صدرت الدولة 84 تيراواط ساعة من الكهرباء إلى الدول المجاورة لها في عام 2019 مقابل 28.3 تيراواط ساعة من الواردات، أي ميزان تجاري يساوي 55.7 تيراواط ساعة. وتتوافق التبادلات التعاقدية مع تبادلات الكهرباء الناتجة عن الاتفاقيات التجارية بين البلدين، في حين تتوافق التبادلات المادية مع تدفقات الكهرباء التي تمر فعليا عبر خطوط الربط. وبموجب الاستثمارا المنجزة في قطاع الطاقات النظيفة، ستبلغ قدرة الربط البيني الإجمالية في فرنسا 17.4 جيجاوات للتصدير و12.5 جيجاوات للاستيراد لسنة 2019 .

تشمل فوائد التوصيلات الكهربائية القدرة على تعويض تقلب الطاقات المتجددة المتقطعة (طاقة الرياح والطاقة الكهروضوئية) من خلال الجمع بينها، وخفض التكاليف المرتبطة بتكاملها.

تسعى فرنسا لتطوير قدرة التوصيل البيني والتي يمكن أن تتضاعف خلال 15 عاما من 15 جيجاوات إلى 30 جيجاوات بحلول عام 2035. وقد بحثت لجنة تنظيم الاتصالات هذا الهدف في 30 يوليو 2020. وفي مداولاتها، أشارت لجنة تنظيم الاتصالات إلى أن هدف فرنسا هو إن تخفيض حصة الطاقة النووية بحلول عام 2035 يعني ضمنا دمج المزيد والمزيد من الطاقات المتجددة، مما يتطلب التكيف الهيكلي لشبكة النقل. وهذا سوف يفيد تطوير التوصيلات الكهربائية. وفي عام 2030، ينبغي أن تتجاوز 26 جيجاوات من الربط البيني لتصل إلى 16.5% على الأقل[2].

[1] Kim, H.; Choi, H.; Kang, H.; An, J.; Yeom, S.; Hong, T.(2021), **A Systematic Review of the Smart Energy Conservation System: From Smart Homes to Sustainable Smart Cities**, Renew. Sustain, Energy Rev, vol.140, p110755.

[2] Wong, L.A.; Ramachandaramurthy, V.K.; Taylor, P.; Ekanayake, (2019), **S. Review on the Optimal Placement, Sizing and Control of an Energy Storage System in the Distribution Network. J. Energy Storage**, 21,p.p 489–504

3.4- السيارة الكهربائية

يبدو أن السيارات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات هي الحل المستقبلي لضمان التنقل بشكل مستقل عن موارد الطاقة الأحفورية وعدم انبعاث ثاني أكسيد الكربون أثناء الاستخدام. في عام 2021، تجاوزت مبيعات السيارات الكهربائية القابلة للشحن 6.75 مليون وحدة، بزيادة 108% عما كانت عليه في عام 2020. وشكلت السيارات الكهربائية 8.3% من مبيعات المركبات الخفيفة في جميع أنحاء العالم في عام 2021. بالمقارنة مع المناطق الأخرى، شهد قطاع السيارات الكهربائية في أوروبا نموا أكبر بكثير، ومن المتوقع أن يستحوذ على 27% من سوق السيارات الكهربائية العالمية بحلول عام 2030 [1].

انخفض سعر بطاريات الليثيوم بنسبة 85% بين عامي 2010 و2018، نتيجة التقدم التقني في الخلية والحزمة، مما أدى إلى تحسين كثافة الطاقة، ويتوقع المزيد من الانخفاضات وتحسين الأداء نتيجة زيادة التصنيع، بحيث يتوقع بعض المحللين سعرا يصل إلى 100 دولار أمريكي/كيلوواط ساعة خلال عقد أو نحو ذلك. إن تأثيرات الحجم بزيادة في عدد المركبات، وبالتالي عدد البطاريات المصنعة ستسمح بتخفيض الأسعار.

وتشير التوقعات في فرنسا إلى استخدام مليوني سيارة كهربائية بحلول عام 2025، و5 ملايين بحلول عام 2030، في حين سيتطلب ذلك 7 ملايين محطة شحن، سيتم توصيل معظمها بمنازل المستخدمين[2].

ومع تطور محطات الشحن الذكية وثنائية الاتجاه، يمكن للسيارات الكهربائية نقل الطاقة إلى شبكة الطاقة، وإلى المركبات الكهربائية، وإلى المباني السكنية . تسمح هذه المفاهيم بحذف المباني من شبكة الطاقة خلال فترات الذروة الحرجة، وبالتالي تساهم في موثوقيتها.

وبالتالي فإن الانتشار السريع والواسع للسيارات الكهربائية يقترن بزيادة في الطلب على بطاريات الليثيوم. على مدى السنوات الخمس المقبلة، ستستثمر شركات تصنيع البطاريات الكبرى أكثر من 50 مليار دولار أمريكي لزيادة قدرات إنتاج البطاريات. وبناء على ذلك، يتم إيلاء اهتمام متزايد لتوافر الليثيوم كمادة أولية لتفعيل دور نظام الطاقة المستقبلي القائم على الطاقة المتجددة.

4.4- كفاءة الطاقة

تتطور سياسات كفاءة الطاقة في فرنسا من سنة إلى أخرى. حتى لو كانت طرائقها قد تختلف مع اختلاف الحكومات، يمكن للمرء أن يلاحظ الاستمرارية في تقييم التحديات والأهداف وأنواع الأدوات المستخدمة.

قانون توجيه الطاقة الصادر في 13 يوليو 2005، يحدد تخفيضا سنويا بنسبة 2% في كثافة الطاقة النهائية لعام 2015، ثم 2.5% في عام 2030، في حين كانت حوالي 0.8% في المتوسط خلال العشرين عاما الماضية. وقد وضع هذا القانون إدارة الطلب على الطاقة كمحور أول لسياسة الطاقة[3].

[1] Tlili, O.; Mansilla, C.; Robinius, M.; Syranidis, K.; Reuss, M.; Linssen, J.;(2019), **Role of Electricity Interconnections and Impact of the Geographical Scale on the French Potential of Producing Hydrogen via Electricity Surplus by 2035. Energy**, 172, p.p977–990.

[2] **Ibid**, 172, p.p977–990.

ووفقا لنظام شهادات توفير الطاقة الذي تم إنشاؤه بموجب قانون 2005، تفرض السلطات العامة على موردي الطاقة الالتزام بتحقيق وفورات في الطاقة لعملائهم من خلال الترويج النشط لكفاءة الطاقة، كما يدعم برنامج الاستثمار المستقبلي الذي أنشأته الحكومة الفرنسية في عام 2010 لتسريع إطلاق الحلول المبتكرة في السوق، لا سيما في مجال تحول الطاقة.

يعد قطاع البناء ثاني أكبر مصدر لانبعاثات الغازات الدفيئة في فرنسا، حيث أنه مسؤول عن ما يصل إلى 25% من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في عام 2019. وقد تم اعتماد لوائح جديدة تتعلق بأداء الطاقة في المباني الجديدة كل عشر سنوات تقريبا، منذ السبعينيات[1].

أطلقت الحكومة الفرنسية مؤخرا خطة رئيسية لتجديد الطاقة في المباني السكنية بهدف تحقيق الحياد الكربوني بحلول عام 2050، في حين تسعى إلى تحقيق هدف اجتماعي يتمثل في الحد من عدم استقرار الطاقة. وتشمل أهداف الخطة:

- جعل تجديد الطاقة في المباني أولوية وطنية.
- التوسع في تجديد المساكن ومكافحة انعدام أمن الطاقة.
- تسريع عملية التجديد وتوفير الطاقة في مباني التعليم العالي.
- تعزيز المهارات والابتكار.

IV- سبل الحفاظ على البيئة

برزت ضرورة فتح المجال أمام جميع الفاعلين الدوليين وغير الدوليين للعمل جنبا إلى جنب وتبادل المعارف وفتح آفاق الشراكة وتفعيل التنسيق والتعاون في سبيل التحول نحو مستقبل أكثر استدامة[2].حيث تقع على عاتق كل الجهات الفاعلة أدوار فردية وجماعية متشابكة في سبيل تحقيق التغيير الشامل لكل مناحي الاقتصاد بأثر فوري طويل الأمد بغية حماية النظم البيئية من التدهور البيئي، في هذا الصدد على الحكومات تدشين سياسات وتشريعات من شأنها تحويل المجتمع والاقتصاد، وقيادة جهود التعاون والسياسات والتشريعات في ما بين الحكومات على الصعيد الدولي. تتيح تلك التحولات للقطاع الخاص والمؤسسات المالية والمنظمات غير الحكومية والمؤسسات العلمية والتعليمية وللإعلام – وكذلك للأسر والمجتمع المدني– الشروع في التحول وقيادة

[3] French Government (2020), ***Integrated national energy and climate plan for France***, Disponible sur le site : https://example.com.

[1] **Ibid**,p980.

[2] إياد هلال الكناني (2020)، **الحكم العالمي في دراسة العلاقات الدولية بعد الحرب الباردة**، دار الخليج للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، ص174.

جهوده، كل في مجاله، وذلك ضمن عملية تفاعلية شاملة بين النشاطات الرسمية وغير الرسمية، بقصد تأسيس مجموعة من القواعد والأدوار التي تساهم في مواجهة العديد من المشكلات العالمية الجماعية العابرة للحدود.

1- الحكومات الوطنية:

إن الحكومة هي راسمة السياسات وصانعة القرارات ومن أهم شروط تحقيق التنمية البيئية هو أن تكون هذه السياسات وما يتبعها من خطط، ذات شمولية وتكامل بحيث لا تتعارض قوانين وتشريعات مؤسسة أو وزارة مع غيرها بل على العكس تكون في مجملها ضمن إطار وضع هذه السياسات مراعاة لجوانب ومناحي التنمية البيئية فلا يتم فصل الجانب البيئي والاجتماعي عن الخطط الاقتصادية والاقتصاد ولا ينفصل عن العمل البيئي والاجتماعي. كما ويتعين على الحكومة بصفتها أحد أهم الأطراف الفاعلة اتخاذ جملة من الإجراءات من أجل تحقيق بيئة أكثر أمنا وسلامة، من أبرز هذه الاجراءات نذكر:

– بناء آليات ونهج يتيح التنسيق المتكامل مثل نهج توحيد الأداء في مجال الصحة؛ وهو عبارة عن سياسة تراعي صحة الإنسان، صحة الحيوان والبيئة.

– إقرار خطط وأهداف متسقة مع اتفاق باريس للتحول نحو الوصول إلى المستوى الصفري من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2050، مع خفض الانبعاثات بنسبة 45% بحلول عام 2030 مقارنة بمستويات عام 2010.

– زيادة أسعار المحروقات، والتدرج في إلغاء تمويل الوقود الأحفوري وإلغاء الإعانات المقدمة له، ووقف بناء محطات الطاقة العاملة بالفحم، تعزيز مقومات التكيف والصمود في مواجهة تغير المناخ.

– إعداد السياسات والاستراتيجيات لإدماج حفظ التنوع البيولوجي واستعادته في الكثير من استخدامات النظم الإيكولوجية البرية والمائية العذبة والبحرية؛ علاوة على التوسع في المناطق المحمية والارتقاء بها.

– التوسع الشديد في الحد من إزالة الغابات، استعادة الغابات وغيرها من النظم الإيكولوجية بصورة ممنهجة باعتبارها الفرصة الطبيعية الأكبر للتخفيف من تأثيرات المناخ.

– اعتبار البيئة الصحية حقا من حقوق الإنسان الأساسية، وتوفير أسباب الصحة والرفاه للجميع، مع الامتثال للالتزامات المقررة في الاتفاقيات الدولية المعنية بحماية المناخ، اعتماد معايير إعادة الاستخدام والتدوير، ووضع استراتيجيات للوفاء بتوجيهات منظمة الصحة العالمية بخصوص ملوثات الهواء.

– تصميم وتنفيذ مدن ومستوطنات مستدامة اجتماعيا وبيئيا من خلال اعتماد حلول قائمة على الطبيعة وتعزيز الوصول إلى الخدمات مثل المياه النظيفة والطاقة والنقل العام، وجعل البنية التحتية والمباني أكثر استدامة.

– إصلاح منظومة إعانات الدعم للقضاء على الآثار الضارة بالبيئة والمجتمع، بما في ذلك إنهاء الدعم المقدم لأنواع الوقود الأحفوري. كما يلزم فرض ضرائب على المحروقات الكربونية، تسعير انبعاثات الكربون، أسواق تداول الكربون، وبرامج الموازنة بين الطبيعة والخدمات الخاصة بخدمات النظم الإيكولوجية مع سن تشريعات تنظم عمل الأسواق الوطنية والدولية.

– الاستثمار في الأنشطة والبحوث على الصعيد الوطني وعبر المساعدات الإنمائية الدولية، مع نقل التكنولوجيا التي تعزز أرصدة الأصول الطبيعية وتقوي التحول صوب الاستدامة والاقتصاد المنخفض الكربون، مع تقديم التمويل للبلدان النامية من أجل الوفاء بالتزاماتها بموجب الاتفاقيات البيئية المتعددة الأطراف وبما يتفق وأهداف التنمية المستدامة[1].

– لعب الدور الرقابي والمتابع لكافة نواحي التنمية من خلال كوادر مؤهلة تعي مفاهيم التنمية البيئية وتطبيقاتها ضمن برامج واضحة ومحددة يكون كل منها مدعم ومكمل للآخر. كذلك يقع على عاتق الجهاز الحكومي العناية بالوضع الداخلي للتنمية بأن يكون منسجم مع التوجيهات العالمية، لتحقيق تقدم في تحقيق الأبعاد البيئية من خلال المشاركة في الاتفاقيات والمواثيق الدولية التي تحقق هذه الغاية وعكس هذا التوجه على الوضع المحلي من خلال وضع استراتيجية وطنية للتنمية يضعها ويطبقها كافة أجهزة الدولة ومؤسساتها وتكون المرجع للنهوض بالتنمية البيئية وتطبيقاتها، على كافة أفراد العمل الحكومي ابتداء من الموظف وانتهاء بالمؤسسة التي يعمل بها[2].

– إعداد تشريعات تضمن كفاءة الطاقة، ووضع أهداف بخصوص الطاقة المتجددة، واعتماد استراتيجيات للطاقة الحيوية المستدامة، وتنفيذ بنية تحتية للمركبات الكهربائية.[3]

– استحداث آليات قانونية كجزء من الجهاز الرقابي. فقوانين الاستثمار والتنمية الاجتماعية وقوانين العمل والعمال وما بين البيئة وأنظمتها يجب أن تتكامل في رؤية قانونية تمكن رجل القانون على كافة المستويات من ضبط العملية التنموية، ودفعها للأمام بقوانين عصرية تؤكد النهج الشمولي للتنمية البيئية. هذا الدور يتطلب وجود مؤسسات قانونية مدركة لأهمية هذه التنمية ومؤهلة بكوادرها لتطبيق القوانين وتفعيلها لضمان الوصول إلى الهدف المنشود. كذلك يمثل تطبيق حملة القوانين المتعلقة بالتنمية المستدامة ركيزة المحافظة على تحقيق هذه التنمية التي تتصف بالمدى البعيد والمحتاجة لنفس طويل من قبل الجميع[4].

---

[1] تقرير برنامج الأمم المتحدة للبيئة UNEP،(2021)، **التصالح مع الطبيعة مخطط علمي للتعامل مع طوارئ المناخ والتنوع البيولوجي والتلوث**، نيروبي، كينيا، ص33.

[2] مصطفى يوسف كافي (2017)، **التنمية المستدامة**، دار الأكاديميون للنشر والتوزيع،عمان، الأردن، ص125.

[3] تقرير برنامج الأمم المتحدة للبيئة UNEP، **مرجع سبق ذكره**، ص34.

[4] مصطفى يوسف كافي، **مرجع سبق ذكره**، ص 126.

2 - المنظمات غير الحكومية Non Governmental Organizations

لقد أصبحت المنظمات غير الحكومية كيانا فاعلا ومؤثرا في الساحة العالمية، وقبل ذلك في الساحة الوطنية، وأصبحت هذه المنظمات قوة جديدة تشارك في إدارة الحكم بالموازاة مع الحكومات، والمنظمات الدولية، الهيئات المالية والاقتصادية العالمية[1]. فمصطلح المنظمات غير الحكومية بات موضع اهتمام كبير، ومثير للجدل على المستويين السياسي، الثقافي، وذلك لما له من أهمية على المستويين المحلي والدولي[2]. وقد كان من أبرز التطورات العالمية الجديدة، حيث تزايد عدد المنظمات غير الحكومية واتسع نطاق نشاطها، حدود الدولة القومية ذات السيادة[3]. وهذا الأمر فرض على المجتمع الدولي إشراكها في صنع القرار الدولي، للمساهمة في وضع نظام دولي أكثر ديمقراطية، يكرس المساواة ويحترم حقوق الإنسان في بعدها البيئي العالمي[4].

فالعالم اليوم يشهد شبكة عالمية من المنظمات غير الحكومية، تعد بمثابة المحامي الحقيقي للتنمية الإنسانية، في بعديها التنموي والبيئي، بمعنى تحقيق التنمية الاقتصادية، والحفاظ على التنمية المستدامة والبيئية. فالمنظمات غير الحكومية، تؤكد على تشابك المصالح بين الشرق والغرب في رؤيتها للعالم، والدور الجديد الذي يلعبه الرأي العام الدولي، يمتاز بنشاط قوي مع تطور وسائل الإعلام والاتصال[5].

من جهة أخرى، تتميز المنظمات غير الحكومية بالقدرة على العمل التطوعي والتعرف على احتياجات السكان ومشاكلهم ومعوقات التنمية في جميع المجالات وأهمها التنمية البيئية وأساليب التغلب عليها. كما يتضح دورها الهام في إدارة البيئة الحضرية بهدف الحفاظ عليها من خلال اعتمادها آليات للتغيير والتطوير تتيح لها القدرة على التواصل بين الأطراف المعنية المشاركة في عمليات التنمية واستحداث نشاطات جديدة متكاملة ومتلازمة مع المتغيرات الاجتماعية، الاقتصادية والتشريعية لتلبية احتياجات المجتمع[6].

إن ظهور المنظمات غير الحكومية، يمثل استجابة منظمة من طرف المجتمع المدني، وخصوصا في تلك المجالات التي لم تستطع الدولة التدخل فيها بشكل مناسب، ولا شك أن أهمية الوعي العام بدور المنظمات غير الحكومية في التدخل في مجال حماية البيئة، هو أمر معترف به عالميا، إذ قامت المنظمات غير الحكومية،

---

[1] محمد عبد القادر حاتم (2005)، **العولمة مالها... وما عليها**، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، مصر، ص 411.

[2] يسري مصطفى (2007)، **المنظمات غير الحكومية**، مركز القاهرة لدراسات حقوق الإنسان، الطبعة الثانية، القاهرة، مصر، ص7.

[3] محمد عبد القادر حاتم، **مرجع سبق ذكره**، ص 410.

[4] سيد المين ولد سيد عمر الشيخ (2021)، **المنظمات غير الحكومية والسيادة القومية**، الصادرة عن مجلة الحقوق والعلوم الإنسانية، المجلد 14، العدد01، ص245-246.

[5] جاك فونتانال (2009)، **العولمة الاقتصادية والأمن الدولي: مدخل إلى الجيو – اقتصاد**، ترجمة محمود إبراهيم، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، ص339-344.

[6] المؤتمر العربي الإقليمي(2000)، **التوازن البيئي والتنمية الحضرية المستديمة**، الصادرة عن مجلة المدينة العربية الصادرة بالكويت عن منظمة المدن العربية، العدد 94، الكويت، ص 78.

بعدة خطوات من أجل الترويج لنقاشات عدة حول قضايا البيئية ونشر الوعي، باعتبارهما أمرا ضروريا لترويج عدة مفاهيم كالتنمية المستدامة، والحفاظ على المصادر الطبيعية، واستعادة توازن النظم البيئية[1].

وتمتلك بعض المنظمات غير الحكومية ميزانية أكبر مما تتوفر عليه المنظمات الحكومية، فمنظمة العفو الدولية مثلا، تتصرف في ميزانية، ومصادر مالية أكثر أهمية، مما يملكه مركز الأمم المتحدة لحقوق الإنسان، (وهي منظمة حكومية تابعة لمنظمة الأمم المتحدة)، كما أن هذه المنظمات غير الحكومية، تقدم حاليا الدعم للتنمية، أكثر مما تقدمه الأمم المتحدة، ففي عام 1992 رصدت المنظمات غير الحكومية، لمساعدة الدول النامية مبلغ مليارين و800 مليون دولار، وهو رقم يفوق ما حوله نظام الأمم المتحدة إلى هذه الدول[2].

إن امتلاك بعض المنظمات غير الحكومية لموارد مالية ضخمة يمكنها من تنمية البعد البيئي وتجسيد الاجراءات التي من شئنها أن تساهم في المضي قدما نحو بيئة مستدامة، ولعل من أبرز هذه الاجراءات:[3]

– تيسير التعاون الدولي في مجالات التعاون بين العلوم والسياسات، وتعزيز الجهود على مستوى منظومة الأمم المتحدة بما يشمل تعزيز التكاملات في ما بين التقييمات العلمية والاتفاقيات البيئية المتعددة الأطراف.

– بناء تحالف عالمي لتحييد الأثر الكربوني بما يتفق وأحكام اتفاق باريس بغية التحول إلى المستوى الصفري لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون بحلول عام 2050.

– تعزيز التعاون الدولي بشأن التعامل مع طوارئ التنوع البيولوجي، مع مساندة الأمم المتحدة لإصلاح النظم الإيكولوجية الذي يركز على منع تدهور الغابات والأراضي وغيرها من النظم الإيكولوجية، مع تنفيذ الرصد والمراقبة ونظم الإنذار المبكر.

– تعزيز التخطيط الحضري المستدام، وتحديث البنية التحتية الزرقاء والخضراء، وإتاحة الخدمات الحضرية، بما في ذلك الطاقة النظيفة والمياه.

– الترويج للاقتصاد الدائري، وإزالة الإعانات الزراعية والإعانات المقدمة للوقود الأحفوري الضارة بالبيئة.

– دعم التحول نحو الاقتصاد المنخفض الكربون على مستوى إنتاج الطاقة واستهلاكها.

تساعد المنظمات غير الحكومة في إنشاء قيم ومبادئ عالمية تستطيع توجيه السياسات العالمية في المستقبل وممارستها. إذ تساهم المنظمات غير الحكومية العالمية وتحالفات المجتمع المدني في صناعة قيم ومبادئ

[1] Anjali Agarwal, (2008), **Role of NGOs in the Protection of Environment**, Issued by Journal of Environmental Research and Development, Vol. 2. Number 4.p.934.

[2] سعيد الصديقي(2004)، **هل تستطيع الدولة أن تقاوم تحديات العولمة؟، العولمة والنظام الدولي الجديد**، مركز دراسات الوحدة العربية،ط1، بيروت، لبنان، ص 73.

[3] تقرير برنامج الأمم المتحدة للبيئة UNEP، **مرجع سبق ذكره**، ص 34-35.

لتفسر المشكلات الجديدة كقضايا حماية البيئة، ولتعد الممارسات كتقدير الآثار البيئية ولتقود السياسات المستقبلية"[1].

ومن جهة أخرى فإن المنظمات غير الحكومية باتت تلعب دورا مهما في مراقبة تطبيق المعايير والأنظمة الدولية خاصة تلك المتعلقة بحماية البيئة، وتساعد أيضا في ترجمة المعايير والأنظمة الدولية عن طريق بيان أبعادها القانونية والتطبيقية وكيفية الالتزام بها. وتقوم أيضا بدعم تطبيقها عن طريق رفع مستوى أداء الدول للاستجابة لها وبناء قدراتها، والتأثير على مواطن الخلل في فهم وتطبيق المعايير والأنظمة الدولية، والضغط أحيانا على الأفراد أو الجهات غير الملتزمة بهذه المعايير والأنظمة. وترجع قدرة المنظمات غير الحكومية في التأثير على وضع وصياغة المعايير في السياسة العالمية إلى الجانب الأخلاقي الذي تمثله هذه المتظمات بوصفها (صوت الشعوب) أو (الضمير العالمي)، فضلا عن خبرتها في التعامل مع المتظمات الدولية وفهمها للمقاصد التي أنشأت من أجلها هذه المنظمات، والخبرات والتخصصات التي تتوافر عليها هذه المظمات والتي غالبا ما تمكنها من تقديم البدائل العملية والمقترحات الموضوعية في حل المشكلات العالمية[2].

وفي ضوء ذلك فإن الادوار والمهام التي تقوم بها المنظمات غير الحكومة والحركات الاجتماعية العالمية تعمل على التقريب بين شعوب العالم. وقد ارتفع مستوى التنسيق مع إنعقاد مؤتمر الأمم المتحدة للبيئة والتنمية في (ريو) في العام 1992، حيث تم اعتماد أكثر من (1400) منظمة غير حكومية في هذا المؤتمر، وشاركت آلاف المنظمات الأخرى في (المنتدى العالمي) الذي عقد بالتوازي مع هذا المؤتمر[3]. وباتت منظمة الأمم المتحدة تحرص أيضا على إشراك المنظمات غير الحكومية بعملها تحت صفة استشاريةاحرص على إصلاح المنظمات والمؤسسات الدولية والضغط عليها لتغيير سياساتها، ودفعها لمعالجة المشاكل العالمية المهمة، وفرض أنماط من القيم والمعايير في التعامل مع قضايا السياسة العالمية[4].

للإشارة فإن المنظمات غير حكومية تعتبر موضع جدل، لأن هناك من ينظر لها نظرة إيجابية بوصفها تعبيرا عن إرادة المواطنين وركنا أساسيا من أركان النظام الديمقراطي، علاوة على كونها فاعلا لا يمكن تجاهله في مجال حماية البيئة. ولكن بالمقابل، هناك من ينظر إليها كإحدى مظاهر العولمة بالمعنى السلبي للكلمة.

---

[1] دافيد براون وآخرون (2002)، **العولمة والمنظمات غير الحكومية وعلاقات القطاعات المتعددة، الحكم في عالم يتجه نحو العولمة**، العبيكان للنشر، الرياض، السعودية، ص 288.

[2] إياد هلال الكناني، **مرجع سبق ذكره**، ص ص277-278.

[3] سعيد الصديقي (2006)، **القوى السياسية عبر الوطنية: قراءة في تأثير الفاعلين غير حكوميين في السياسات العالمية**، الصادرة عن مركز دراسات الوحدة العربية، ط1 بيروت، لبنان، ص72-73.

[4] The report of the commission on Global Governance (1995), **Global Governance our Global Neighborhood**, p.p55-56.

3- المؤسسات المالية:

ترجع أهمية دور البنك الدولي كمؤسسة مالية إلى أنه من أكثر المنظمات الدولية قوة، من حيث التأثير المباشر على سياسات الموارد البيئية، فيقدم البنك أكثر من 17 مليون دولار سنويا من القروض لقطاعات الزراعة، الطاقة والنقل، كما يعد مصدرا هاما للدول المتخلفة في الحصول على النصيحة والإرشاد بشأن سياستها الاقتصادية التنموية[1]. كما عمل البنك على تمويل البرامج الملائمة مع التنمية المستدامة لمكافحة التلوث في قطاعات الطاقة والصناعة، وتنفيذ البرامج الموسعة لحفظ الأراضي وحماية الغابات والتزويد بالمياه، إدارة النفايات والبحث، ويقدر غطائها من طرف البنك العالمي بمبلغ 100 مليار دولار في السنة إلى غاية نهاية التسعينات.

كما يعتبر مرفق البيئة العالمي (FEM) من أهم المؤسسات المالية الذي انبثق بناء على ما جاء في تقرير برانتلاند. وما قررته اتفاقيتي تغيير المناخ والتنوع البيولوجي، وما تضمنته مبادئ إعلان ريو بشأن البيئة والتنمية لا سيما مبدأ البحث عن تحقيق التنمية المستدامة، اتفق ممثلوا ما يزيد عن 80 دولة مجتمعة في جنيف من 14 إلى 16 مارس 1994 على تحويل مرفق البيئة العالمي إلى آلية مالية دائمة تقدم المنح والأموال بشروط ميسرة إلى البلدان النامية لفائدة البرامج التي تستهدف حماية البيئة العالمية، ويشترك في إدارته برنامج الأمم المتحدة للتنمية، برنامج الأمم المتحدة للبيئة والبنك العالمي.

ويهتم مرفق البيئة العالمي بمعالجة أربع مشكلات بيئية عالمية تغير المناخ، التنوع البيولوجي، تلوث المياه الدولية واستنفاذ طبقة الأوزون. وعلاوة على ذلك ستكون مشكلة تدهور الأراضي والتصحر وإزالة المروج أيضا من المشاكل المؤهلة للمعالجة في نطاق المرفق[2].

ولتحقق المؤسسات المالية أهم أهدافها البيئية المسطرة القريبة والبعيدة المدى هي بحاجة إلى تبني جملة من الاجراءات، لعل من أبرزها[3]:

– التعامل المشترك مع طوارئ الأرض البيئية ورفاه البشر.

– تمويل التعاون الدولي العابر للقطاعات، بناء القدرات، والتعاون التكنولوجي الذي يراعي التحديات البيئية ورفاه الإنسان. ويواكب ذلك الإفصاح عن المخاطر المالية المتعلقة بالمناخ، واستخدام الموارد الطبيعية، وتأثير تلك

[1] محمد صالح الشيخ (2002)، **الآثار الاقتصادية والمالية لتلوث البيئة ووسائل الحماية منها**، مكتبة ومطبعة الإشعاع الفنية، الإسكندرية، مصر، ص ص 114- 115.

[2] مصطفى يوسف كافي، **مرجع سبق ذكره**، ص 121 .

[3] تقرير برنامج الأمم المتحدة للبيئة UNEP، **مرجع سبق ذكره**، ص ص 35-36.

الأنشطة في البيئة؛ مع المناغمة بين العمليات ومستهدف الانبعاثات الكربونية الصفرية وما يتصل بذلك من مبادئ الاستدامة.

– استحداث آليات تمويل مبتكر والتوسع فيه لحفظ التنوع البيولوجي واستعادته.

– دعم نهج توحيد الأداء في مجال الصحة ودعم مبادرات واستراتيجيات الوقاية من الأمراض من أجل الوفاء بتوجيهات منظمة الصحة العالمية بشأن ملوثات الهواء.

– استحداث تمويل مبتكر والتوسع فيه من أجل بناء بنية تحتية مستدامة، دعم التخطيط الحضري المستدام والاستثمارات الموجهة إلى البنية التحتية المنخفضة الكربون.

– تحويل النظم الاقتصادية والمالية كي تقود التحول نحو الاستدامة وتعززه.

– تعزيز محاسبة رأس المال الطبيعي والثروة الشاملة واستخدامهما في عملية صنع القرار، بما في ذلك سياسات الإقراض وتقديم المنح، وتعزيز استيعاب العوامل الخارجية في الأسعار والاقتصاد الدائري.

– تشجيع إلغاء الإعانات الضارة بالبيئة.

– تيسير استبدال المحروقات، واتباع برامج لموازنة عوامل الطبيعة، وتوجيه المدفوعات لخدمات النظم الإيكولوجية، مع إعداد سجلات بالمخاطر البيئية والاجتماعية لكل المعاملات المالية.

– تيسير التحول الكبير عن الاستثمارات في الأنشطة غير المستدامة بيئيا وباتجاه الأنشطة الاقتصادية التي تعزز أرصدة الأصول الطبيعية؛ بالإضافة إلى تمويل التحول صوب اقتصاد دائري أخضر منخفض الكربون، على أن يتدفق التمويل باتجاه برامج التحول الرامية إلى الصمود والتكيف والإنصاف، علاوة على تمويل البحوث والتطوير على الصعيد الوطني وعبر المساعدات الإنمائية الدولية.

– تحويل نظم الغذاء والماء والطاقة لتلبية احتياجات الإنسان بأسلوب يتسم بالإنصاف والصمود ومراعاة البيئة.

– تمويل التكثيف المستدام والتكثيف الإيكولوجي الزراعي المستدام، والمصايد المستدامة، ووقف دعم الأنشطة غير المستدامة – مثل إزالة الغابات؛ مع تعزيز استخدام معايير الاعتماد والتوصيف في مجالات الزراعة والحراجة والاستزراع المائي والمصايد، وتشجيع الحميات الغذائية الصحية، وتقليل فاقد الطعام والماء والطاقة، ودعم إعداد وتنفيذ معايير الاعتماد في مجالات الزراعة والصيد والاستزراع المائي والحراجة واستخدام المياه.

– تمويل إنتاج الطاقة المنخفضة الكربون واستغلالها، ووقف الأنشطة الداعمة غير المستدامة – مثل توليد الطاقة بالوقود الأحفوري.

الجدير بالذكر، أن هناك دور مهم تقوم به المؤسسات المالية العاملة في مجال التنمية والبيئة وذلك من خلال الدعم المالي والفني للمشروعات على المستوى العالمي، كما تقوم بعقد وتمويل المؤتمرات، الندوات وورشات العملالتدريسية لتبادل الآراء والخبرات ورفع كفاءات العاملين بمجالات التنمية والبيئة لمختلف البلدان[1].

4- القطاع الخاص:

تتمثل النظرة التقليدية للقطاع الخاص، كما أوجزها بعض الاقتصاديين أمثال ميلتون فريدمان (Milton Friedman) في السبعينات من القرن الماضي، أن مسؤولية الشركة تتحقق من خلال سداد الأجور للعاملين مقابل العمل الذي يقومون به، وتقديم السلع والخدمات للمستهلكين مقابل ما يدفعونه من أموال، وسداد الضرائب للحكومات التي تقوم بتوفير الخدمات العامة للمواطنين، واحترام سيادة القانون عن طريق احترام العقود المبرمة. وأن تبني الشركة لفلسفة المسؤولية البيئية من شأنه أن يقلل أرباحها ويزيد تكاليف العمل[2].

من ناحية ثانية تطورت التشريعات الخاصة ببيئة الأعمال، فأخذت الحكومات في البلدان المتقدمة صناعيا تمنح إعفاءات ضريبية للتبرعات المقدمة من الشركات والجمعيات لأعمال الخير، الأمر الذي شجع الشركات على تخصيص حصة من الأرباح للأعمال البيئية، مستفيدة من هذه الإعفاءات والحوافز المادية. وخلال الخمسينات والستينات من هذا القرن، ومع تكريس الانفصال بصورة متزايدة ما بين الملكية والإدارة والذي ميز الشركات العملاقة، بدأت جماعات الحقوق المدنية وجمعيات حماية المستهلكين، وغيرها من الحركات الاجتماعية بالتأثير على سلوك الشركات، عن طريق مراقبة الآثار البيئية للصناعات الكبيرة، ومستوى جودة المنتجات للتأكد من خلوها من المواد الضارة. وبالمثل فقد ازداد الاهتمام بحماية البيئة والحفاظ عليها، الأمر الذي ألزم الشركات بتطوير سياساتها اتجاه البيئة[3].

إن السياسات الاستثمارية والتنموية للقطاع الخاص يجب أن تكون الإنتاج النظيف، تقلل التلوث بمختلف أنواعه، تؤمن الاستمرارية لهذه الاستثمارات وتوفر الدعم الشعبي والرسمي وبذلك تكون مؤسسات القطاع الخاص ذات رسالة اجتماعية تدعم المجتمعات المحلية بشكل مادي ومعنوي يجعل منها بنية وركيزة من ركائز تطوير المجتمعات والنهوض بأفرادها.

ظهر القطاع الخاص كطرف عالمي فاعل له تأثيره الهام على الاتجاهات البيئية من خلال ما يتخذ من مقررات بشأن الاستثمار والتكنولوجيا. وعليه، ينبغي زيادة القدرات المؤسسية والتنظيمية التي تسمح للحكومات

---

[1] قريد سمير (2013)،**حماية البيئة ومكافحة التلوث ونشر الثقافة البيئية**، دار الحامد للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، ص113.

[2] Friedman, M. (1970), **The Social Responsibility of Business Is to Increase Its Profits**, The New York Times Magazine, p.p1-4.

[3] حسين عبد المطلب الأسرج(2014) ، **المسؤولية الاجتماعية للقطاع الخاص ودورها في التنمية المستدامة للمملكة العربية السعودية**، أرشيف ميونيخ الشخصي RePEc، ألمانيا، ص11.

بالتفاعل مع القطاع الخاص. كما يتعين العمل على زيادة الالتزام من جانب القطاع الخاص بحيث تتولد عنه ثقافة جديدة تدل على مسؤوليته نحو البيئة من خلال تطبيق مبدأ «الملوث يدفع»، ومؤشرات الأداء البيئي، والإبلاغ عن هذا الأداء، واتباع نهج تحوطي في اتخاذ المقررات بشأن الاستثمار والتكنولوجيا. ويجب أن يرتبط هذا النهج بتنمية التكنولوجيات الأقل تلويثا والأكثر ترشيدا[1].

يضع القطاع الخاص التزامات لحماية البيئة سواء من حيث الالتزام بتوافق المنتج الذي تقدمه الشركة للمجتمع مع البيئة، أو من حيث المبادرة بتقديم ما يخدم البيئة ويحسن من الظروف البيئية في المجتمع ويعالج المشاكل البيئية المختلفة. وترتبط المسؤولية البيئية للقطاع الخاص ارتباطا وثيقا بمفهوم التنمية المستدامة.

المسؤولية البيئية للقطاع الخاص تحمل الشركات بالاضافة إلى مسؤوليتها تجاه أصحاب المصالح من حملة الأسهم والمستهلكين والعملاء والموردين والعاملين مسؤولية الحفاظ على البيئة وحمايتها من التلوث. ويقصد بهذا المفهوم التزام الشركات ليس فقط بتحقيق أرباح لمساهميها، ولا تقتصر المسؤولية تجاه الاقتصاد القومي فقط، ولكن تمتد لتشمل العمل على تحسين جودة البيئة والحفاظ على سلامتها.

تماشيا مع تحمل القطاع الخاص لمسؤولياته البيئية فإنه يسعى لتطبيق مجموعة من الاجراءات الهادفة من أجل آداء مسؤولياته، والتي تتمثل في الآتي[2]:

– المساعدة في إعداد تشريعات بيئية قوية والامتثال لها بما لتحقيق ميزة تنافسية، تنفيذ ممارسات مستدامة معتمدة، الإفصاح عن المخاطر المالية المرتبطة بالمناخ، استغلال الموارد الطبيعية، الإفصاح أيضا عن أثر الأنشطة على البيئة وممارسة المسؤولية الاجتماعية للشركات.

– تعديل نماذج مزاولة الأعمال التجارية ومواءمتهما مع المستوى الصفري من انبعاثات الكربون ومع ممارسات الاستدامة في كل القطاعات، بما في ذلك قطاع النقل البحري والملاحة.

– استحداث شراكة بين القطاعين العام والخاص والترويج لها بغرض التمويل والاشتراك في جهود حفظ التنوع البيولوجي واستعادته، تطوير سلاسل إمداد عالمية مستدامة للسلع الزراعية الخالية من إزالة الغابات.

– الامتثال للمعايير البيئية لحماية صحة الإنسان، نقل الصناعات إلى نموذج أعمال مستدام ودائري من خلال الحد من استخدام النفايات والموارد وتشجيع المشاركة وإعادة الاستخدام وإعادة التدوير.

– الانخراط مع الحكومة وتقديم الدعم لها في التخطيط الحضري المستدام، ومراعاة الاستدامة في النقل العام وفي الأبنية ذات الكفاءة في استهلاك الطاقة، وإبرام شراكات لتعزيز إتاحة الخدمات الحضرية.

---

[1] مصطفى يوسف كافي، **مرجع سبق ذكره**، ص ص 124– 125.

[2] تقرير برنامج الأمم المتحدة للبيئة UNEP، **مرجع سبق ذكره**، ص37.

– الانخراط في استبدال المحروقات الكربونية، وإعداد برامج لموازنة العوامل الطبيعية، وتخصيص مدفوعات لخدمات النظم الإيكولوجية.

– تطوير تكنولوجيات الطاقة المنخفضة الكربون وشبكات التوزيع والاستثمار فيها واستخدامها.

– دعم السياسات واللوائح التي تعزز الاستثمار في التنمية المستدامة.

– المشاركة في المبادرات التي تقودها المجتمعات المحلية للتحول نحو أنواع الوقود النظيفة، وزيادة كفاءة الطاقة، والحفاظ على الطاقة، ووضع استراتيجيات مستدامة للطاقة الإحيائية.

باعتبار أن البعد البيئي أحد أهم الدعائم الرئيسية للمسؤولية الاجتماعية في المؤسسات الخاصة، تزايد اهتمام لدى الشركات الخاصة لتبني لاستراتيجيات كفيلة لتحقيق بيئة أكثر استدامة وأمنا، الذي سينعكس بدوره على تحسين من سمعة الشركات الخاصة لتحقق الأخيرة إرتفاعا في القيمة السوقية لأسهم الشركات والتي تعني تحقيق أرباحا إضافية وقيمة مضافة للشركات الخاصة[1].

بناء على ما سبق، يمكن القول أن القطاع الخاص شريك أساسي يتحدد من خلاله الأهداف التنموية. فبالحديث عن التنمية عبر برامج ونشاطات مستدامة، فالجانب الاقتصادي في التنمية هو الأكثر ارتباطا كمؤشر وكنتيجة لهذه التنمية على الأفراد وتركيز القطاع الخاص واتجاهه إلى التخطيط طويل الأمد. فالاستثمارات التي تؤدي دورها في خدمة المجتمع والمواطن من خلال المشاركة الفاعلة في توفير فرص العمل ضمن ظروف مهنية مناسبة تراعي سلامة الموظف والعامل وأمنه الوظيفي وشروط صحية تراعي المهنة أو الحرفة التي يمارسها وكذلك مراعاة السلامة البيئية لمحيط العمل والمحيط الخارجي.

5- المجتمع المدني:

التنمية البيئية محورها هو الإنسان وتوفير الحياة الأفضل له، وبالتالي فإن كل إنسان أيا كان موقعه سواء المواطن الذي يراعي احتياجاته واحتياجات أبنائه وجيرانه والمحيط الذي يعيش فيه أو كان الموظف الذي يؤدي واجبه بأمانة لتحقيق الأفضل لكل المستفيدين من خدماته أو على مستوى صانع القرار أو واضع السياسة التي من شأنها ضمان رغد العيش والقدرة على تلبية الاحتياجات للحاضر والمستقبل. فطالما محور التنمية البيئية هو الفرد واحتياجاته فإن الفرد أيضا هو الأساس في بناء هذه التنمية[2].

كما يؤدي المجتمع دورا بالغ الأهمية في معالجة قضايا البيئة والتنمية المستدامة، ويعتبر المحرك الأساسي والمحوري في عملية التنمية المستدامة، وذلك من خلال وجود مجتمع واعي ومتفهم لحقوق الجميع وواجباته

[1] جون سوليفان، ألكسندر شكولنيكوف، جوش ليتشمان،(2011)، **مواطنة الشركات المفهوم والتطبيق**، مجلة الاصلاح الاقتصادي، العدد 24، مركز الصادرة عن المشروعات الدولية الخاصة، القاهرة، مصر، ص 18.

[2] مصطفى يوسف كافي، **مرجع سبق ذكره**، ص122.

تتحقق فيه المساواة والعدالة الاجتماعية وفي نفس الوقت يهيئ أجيال تحافظ علي بيئتها ومحيطها، وتحرص علي أن يتمتع الجيل القادم ببيئة سليمة. ويقع علي المجتمع دور هام في خلق البيئة الاستثمارية لنمو اقتصادي مستدام من خلال مبادرات المجتمع من النشاطات الاقتصادية والاجتماعية التي تهدف لزيادة الدخل. وقد شهدت السنوات الأخيرة زيادة ملحوظة في دور وقدرات ومشاركات تنظيمات المجتمع المدني في المسائل البيئية لتحقيق التنمية المستدامة، وتفويض السلطة للمجتمع لكي ينمى نفسه بنفسه ويستطيع أن يواصل أمور التنمية وأن يكون متفهما لكل جوانبها[1] .ومن أبرز الإجراءات التي تأسس لبناء سلوك أكثر حفاظا للبيئة منها:[2]

– تعزيز الأعراف والسلوكيات الاجتماعية التي تجسد مبادئ الاستدامة من خلال ممارسة التصويت والحقوق المدنية، ومساءلة الحكومات والقطاع الخاص عن إجراءاتهم. كذلك مراجعة السياسات المحلية والوطنية والتعقيب عليها. والانخراط في المبادرات المعززة للاستهلاك المستدام.

– اتباع خيارات صديقة للمناخ في مجال النقل والاستهلاك بما يساهم في هدف الوصول إلى المستوى الصفري لانبعاثات الكربون.

– الانخراط في الجهود المحلية والوطنية لحفظ الطبيعة واستعادتها، وفي شبكات الحوكمة التحويلية للمسطحات الخضراء، وفي حملات التوعية من أجل التأثير في سلوك المستهلك.

– فهم الروابط بين البيئة وصحة الإنسان وتعزيزها. المشاركة في حملات التنظيف، ضمان إعادة تدوير المواد والتخلص من النفايات بشكل صحيح.

– الانخراط في عمليات التخطيط الحضري المستدام، وفي المبادرات الرامية إلى زيادة الوصول إلى الخدمات الحضرية، والترويج للحلول المستمدة من الطبيعة وللبنية التحتية الخضراء والزرقاء.

– تعزيز التحولات الاقتصادية والمالية من خلال دعم المبادرات لإدراج التكاليف البيئية في أسعار السلع والخدمات.

– الانخراط في استبدال المحروقات الكربونية، وإعداد برامج لموازنة العوامل الطبيعية، وتخصيص مدفوعات لخدمات النظم الإيكولوجية. ويضاف إلى ذلك دعم التجارة المنصفة والشركات ذات نماذج الإنتاج المستدامة التي تقدم الخدمات والمنتجات التي تعزز الرفاه المجتمعي.

– دعم التحولات في الاستثمارات صوب الاستثمارات المطلوبة لتحقيق أهداف التنمية المستدامة، وبعيدا عن الصناعات غير المستدامة مثل أنواع الوقود الأحفوري.

---

[1] ريحان، ريمان محمد ،(2002)، **تنمية المجتمعات الجديدة – التمكين كأداة فاعلة في عمليات التنمية الحضرية المستدامة**، أطروحة دكتوراه مقدمة لنيل شهادة الدكتوراه، جامعة القاهرة، مصر ، ص243.

[2] تقرير برنامج الأمم المتحدة للبيئة UNEP، **مرجع سبق ذكره**، ص 39.

– دعم والانخراط في نظم الإنتاج والتوزيع المحلية من أجل توفير الغذاء الصحي والمياه المأمونة والطاقة النظيفة.

– دعم إنتاج الطاقة على مستوى المجتمعات المحلية تقليل استهلاك الطاقة واختيار الطاقة النظيفة حيثما أمكن.

6- المنظمات العلمية والتعليمية:

إن تثمين دور المنظمات العلمية والتعليمية في المجالات البيئية يعد ضرورة ملحة من أجل تحسين الأبعاد البيئية العالمية، ويمكن تلخيص أهم الإجراءات المتخذة من قبل هذه المنظمات في الآتي:

– الإنذار المبكر، ويركز بصورة أساسية على تحديد القضايا التي تأخذ وقتا طويلا في التنمية والتي يمكن تسميتها التهديدات البيئية الآخذة في الظهور. وتعتبر التهديدات البيئية التصاعدية من أهم أشكالها، وهنا يؤدى تراكم الملوثات إلى ضعف الأنظمة الحيوية بشكل متزايد، فضلا عن التهديدات التي لم يتم تداركها في الماضي، الأمر الذي يؤكد إمكانية استمرار إضرارها بالأنظمة الحيوية. ومن ثم يتضح أن فرع الإنذار المبكر يوفر قدر من التنبؤات بخصوص الأعاصير العنيفة، وبخصوص التباين بين وقوع التهديدات الظاهرة وقدرة الأنظمة الحيوية على التكيف معها.

– التقييم العلمي، حيث يعد برنامج الأمم المتحدة للبيئة شريكا في عدد من التقييمات البيئية التي يمكن وصفها بأنها تتمتع بالقدرة على النقد والتقييم، لأنها تتم من خلال عدد من الخبراء ممن لديهم المعرفة الجغرافية الواسعة. وتعد هذه التقييمات مكونا أساسيا في نظام مراقبة البيئة المنشود.

– مشروع توقعات البيئة العالمية، وقد أنشى هذا المشروع استجابة لمتطليات البيئة التي أقرتها الأجندة 21، وقرار مجلس إدارة برنامج الأمم المتحدة للبيئة في مايو 1995، والذي طالب بإصدار تقرير بيئي شامل عن الوضع الجديد في العالم. على أن تأتى معلومات التقرير من مصادر متعددة حول العالم بما في ذلك منظمات الأمم المتحدة والمؤسسات المشاركة والخبراء. وخلال عملية[1].

وفي كل الأحوال ينبغى أن يتم تزويد جميع الأطراف أو بمعنى أكثر دقة تزويد العمال المعنيين بالمعلومات المتاحة عن المخاطر المهنية التي يمكن أن تنجم عن تلوث الهواء أو الضوضاء أو الاهتزازات في بيئة العمل، وتزويدهم كذلك بتوجيهات بشأن التدابير المتاحة لتجنب هذه المخاطر والسيطرة عليها والحماية منها. وهنا يجب أن تتخذ تدابير تراعى فيها الظروف والموارد الوطنية، لتشجيع البحوث في مجال الوقاية من المخاطر الناجمة

[1] عبد العال الديربي (2016)، **الحماية الدولية للبيئة وآليات فض نزاعاتها دراسة نظرية تطبيقية مع الإشارة خاصة إلى دور المحكمة الدولية لقانون البحار**، المركز القومي للإصدارات القانونية، ط1،القاهرة، مصر، ص 126.

عن تلوث الهواء والضوضاء والاهتزازات في بيئة العمل وضمان التحكم في المخاطر، فالبحوث ستمكن المعنيين بالأمر من الإلمام بالمعلومات والدراسات المهمة والتي تساعد في تقليل المخاطر والقضاء عليها[1].

– تقييم أثر تغير المناخ في القطاعات الاجتماعية الاقتصادية، وفي صحة الطبيعة وصحة الإنسان على جميع الأصعدة.

– تقييم أثر المحركات العديدة في التنوع البيولوجي وتدهور النظم الإيكولوجية، ومدى كفاءة أنشطة حفظ الطبيعة واستعادتها ورشاد تكاليفها، بما في ذلك الحلول المستمدة من الطبيعة.

–تقييم التفاعلات في ما بين القضايا البيئية وتأثيراتها في القطاعات الاجتماعية الاقتصادية وفي صحة الإنسان.

– دعم التخطيط والتطوير الحضريين المستدامين، بما في ذلك الأخذ بالحلول من الطبيعة، مع تعزيز جهود التوعية والتبصير والإعلام بمفاهيم المدن والمستوطنات المستدامة وأهميتها لصحة الإنسان.

– التوسع في إعداد إطار العمل الناظم لمراعاة رأس المال الطبيعية وقواعد البيانات ذات الصلة، وتقييم التكاليف والفوائد المرتبطة بالتخفيف من تغير المناخ والتكيف معه، وبفقدان التنوع البيولوجي وتدهور النظم الإيكولوجية، تدهور الأراضي، تلوث الهواء والماء على مختلف الأصعدة المكانية، وتقييم تبعات تدابير الإصلاح ونماذج النمو الاقتصادي، بالإضافة إلى تعزيز جهود التوعية والتبصير والإعلام بخصوص النظم الاقتصادية والمالية المستدامة.

– تقييم الآثار البيئية والاجتماعية التوزيعية لخفض الإعانات الضارة، وإعادة تخصيص تلك الموارد لدعم الأنماط المستدامة من الإنتاج والاستهلاك.

– تقييم الآثار البيئية والاجتماعية لتحويل الاستثمارات عن الأنشطة غير المستدامة مثل أنواع الوقود الأحفوري، إلى الأنشطة المستدامة.

– تعزيز جهود التوعية والتبصير والإعلام بشأن الاستدامة ضمن نظم الزراعة والمصايد والحراجة والمياه والطاقة؛ مع تقييم آثار التدهور البيئي في موارد الزراعة والمياه، واستحداث محاصيل مقاومة لدرجات الحرارة والجفاف والحشرات والملوحة، وتقييم كيفية تقليل الأثر البيئي للزراعة، وتيسير جهود حفظ الموارد الوراثية واستخدامها، وتطوير تكنولوجيا تنقية المياه وتحليتها. استحداث تكنولوجيات خفيضة الكربون في الإنتاج والاستهلاك، وتقييم كيفية تذليل العقبات الماثلة أمام التوسع في تلك التكنولوجيات بالأسواق.

[1] **المرجع السابق**، ص 155.

7- الإعلام وشبكات التواصل الاجتماعي:

يعرف الإعلام البيئي بأنه: " أداة تعمل على توضيح المفاهيم البيئية من خلال إحاطة الجمهور المتلقي والمستهدف بالرسالة الإعلامية البيئية بكافة الحقائق والمعلومات الموضوعية، بما يسهم في تأصيل تنمية البيئة المستديمة، وتنوير المستهدفين بالرأي السديد في الموضوعات والمشكلات البيئية المثارة والمطروحة"[1].

هو ذلك الإعلام الذي يسعى إلى تحقيق أغراض حماية البيئة من خلال خطة إعلامية موضوعية على أسس علمية سليمة تستخدم فيها كافة وسائل الإعلام، وتخاطب مجموعة بعينها من الناس أو عدة مجموعات مستهدفة، ويتم أثناء هذه الخطة وبعدها تقييم أداء هذه الوسائل ومدى تحقيقها للأهداف البيئية لهذه الخطة الإعلامية[2].

نقصد كذلك بالإعلام البيئي تلك الخطة الإعلامية ذات منهج تحمل معلومات تبثها مختلف وسائل الإعلام في شكل رسائل إعلامية الهدف منها توجيه الجمهور والتأثير في آرائه وأفكاره وسلوكياته إيجابيا من أجل حماية البيئة وصيانتها وتنميتها.

بناء على ما سبق، فالاتصال البيئي يعبر عن مجموع الأنشطة التي يمكن أن تحدث التغيير في المعارف والآراء والاتجاهات والسلوكيات التي لها علاقة مباشرة مع البيئة في المجتمع، باعتبار أن هذا التغيير ضرورة ملحة لمواجهة المشكلات البيئية، وذلك من خلال الإعلانات البيئية (تقارير الإفصاح البيئي) لتعطي معلومات عن منتج أو خدمة من زاوية السمات البيئية الكلية أو من زاوية بعد بيئي معين للمنتج أو الخدمة أو أي عدد من الأبعاد البيئية.

كان أول ظهور للعلامات البيئية في ألمانيا عام 1978 مع انطلاق برنامج Angel program. وكان هدف البرنامج هو تنوير المستهلك حول الطبيعة الصديقة للبيئة للعديد من المنتجات. ويعد إصدار العلامات البيئية Ecolabelling أداة للتقييم والتوثيق authenticating والتوحيد القياسي لما يعلنه أو يدعيه المنتجون من سمات بيئية "green claims" لمنتجاتهم وتعريف المستهلكين بها. كما تستخدم العلامة البيئية كوسيلة لإصدار شهادة بأن منتج معين أفضل بيئيا من معظم المنتجات التي تنتمي إلي نفس الفئة. وهي لا تمثل شهادة فقط لجودة منتج معين بل تقدم أيضا معلومات عن مجمل دورة حياة المنتج life cycle متضمنة توليد المدخلات generation of inputs وعمليات الإنتاج والاستهلاك والتخلص من المخلفات. ويوجد عدد كبير من العلامات

[1] عبد الله احمد الشايع عبد العزيز (2003)، **الإعلام ودوره في تحقيق الأمن البيئي**، أكاديمية نايف للعلوم الأمنية، الرياض، المملكة العربية السعودية، ص 18.

[2] أحمد ملحة (2000)، **الرهانات البيئية في الجزائر**، مطبعة النجاح، الجزائر، ص135.

البيئية للمنتجات في العديد من دول العالم خاصة المتقدمة والتي تولي قضايا البيئة والصحة العامة اهتماماً خاصاً[1].

ويتضمن الاتصال البيئي ممارسات اتصالية تتعلق بإشكاليات بيئية تقوم بها وسائل الإعلام، الجمعيات، الأحزاب السياسية، أو أي متدخل في الحقل العمومي، وتتعلق مواضيع الاتصال البيئي حول مستويين أساسيين هما: المستوى الواقعي والمادي ويتضمن كل ما يتعلق بالبيئة[2]. وتلقى على عاتق وسائل الإعلام دمج المواطن لتحقيق مقاربة مسؤولة وواعية رامية للحفاظ على البيئة وممارسة مواطنة بيئية فاعلة ومشاركة لتحقيق التنمية المستدامة[3].

يعتبر الاتصال البيئي أداة إيجابية تسهم في نشر وتكوين الوعي الخاص بالقضايا والمشكلات البيئية المختلفة، و في إطار عمله يشرف على عدة مهام نذكر منها ما يلي:

– تنمية الوعي البيئي من خلال تنمية الوعي العام تجاه قضايا البيئة، مما يساعد على خلق تيار شعبي ضاغط على الحكومات للاهتمام بالمشكلات البيئية.

– إيقاظ الهمم وشحذ الأفراد لتحريك الجمود في ساحة البيئة، وتحفيز أصحاب القرار بالمعلومة البيئية الصحيحة حتى يتم التصرف بمسؤولية تجاه البيئة لتحسين نوعية الحياة دون الإضرار بالموارد، ودون تعريض حياة الأجيال القادمة للخطر.

– الدعوة إلى ضرورة تحسين مستوى معيشة البشر، وحفظ التنوع البيئي، وخفض استنفاذ المواد الغير متجددة ومراعاة الحفاظ على القدرة الاستيعابية للأنظمة الإيكولوجية (البيئية)، وتغيير العادات والسلوكيات السلبية تجاه البيئة.

– مواجهة العبث والاستهتار البيئي وتعزيز قدرات الفئات الراغبة في التغيير للأفضل، وتمكين المجتمعات من حماية بيئتها.

– العمل على كسب أصدقاء للبيئة والتنمية كل يوم وتسليط الأضواء على الايجابيات والجهود المبذولة لحماية البيئة، وتشجيع الشراكة وتمكينهم من قيادة العمل البيئي، وخلق حوار مفتوح بين قطاعات المجتمع المختلفة حول قضايا البيئة.

– تعميم الوعي للمحافظة على الموارد الطبيعية وكذا الكائنات الحية المختلفة والمساهمة في تنمية المجتمع[4].

---

[1] مهري شفيقة (2019)، **قضايا ورهانات بحثية راهنة**، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، الأردن، ص 350–349.

[2] مهري شفيقة، **مرجع سبق ذكره**، ص321.–322.

[3] **المرجع نفسه**، ص355.

[4] إسماعيل إبراهيم (2001)، **الصحفي المتخصص**، دار الفجر للطباعة والنشر والتوزيع، مصر، ص237.

– تفعيل مشاركة الأفراد والمنظمات والهيئات والمؤسسات المعنية بقضايا البيئة في أنشطة الاتصال البيئي ودعم شعورها بالمسؤولية تجاه قضايا البيئة.

– وضع قضايا البيئة ضمن أولويات اهتمام الجمهور العام، وزيادة المساحة التي تشغلها في الاتصال الاجتماعي بين الجماعات المستهدفة.

– رفع مستويات المعرفة والوعي بقضايا البيئة لدى قطاعات الجمهور المستهدفة وحفز التغيير السلوكي الإيجابي نحو المشكلات البيئية.

– دعم إدراك الجمهور العام والنوعي لحقيقة الدور الحيوي الذي تقوم به الأجهزة البيئية في تقديم حلول مستدامة للمشكلات البيئية بالتعاون مع مختلف الهيئات والمنظمات المحلية، الإقليمية، والدولية[1].

– تبصير جميع الجهات الفاعلة بالعلاقات بين البيئية وقضايا التنمية، والمساعدة في مساءلة الجهات الفاعلة المجتمعة عن وعودهم والتزاماتهم ومسؤولياتهم البيئية، ودعم الحملات الرامية إلى اتخاذ إجراءات مجدية للتعامل مع التدهور البيئي، مناهضة المعلومات المغلوطة والتوسع في إقرار الأعراف الاجتماعية المتحلية بالمسؤولية الاجتماعية.

– إبراز تبعات تغير المناخ على البشرية والطبيعة، والفرص السانحة للتكيف معه والتخفيف من تبعاته.

– تسليط الضوء على أهمية التنوع البيولوجي لازدهار البشرية ورفاهها والخيارات المتاحة لحفظ التنوع البيولوجي والنظم الإيكولوجية واستعادتها.

– نشر الوعي والفهم بشأن نهج توحيد الأداء في مجال الصحة، ودعم الحملات الرامية إلى إحداث تحولات مجدية في القطاع الصحي.

– توثيق أثر النُظم غير المستدامة في المناطق الحضرية على الناس، وتسليط الضوء على طبيعة هذه النظم، ودعم حملات التحول في الكيفية التي يجري بها تخطيط المدن والمستوطنات وتصميمها، بما في ذلك عملية توفير الخدمات الأساسية.

– زيادة الوعي حول إخفاق النماذج الاقتصادية الحالية ومقاييس الأداء وكذلك سعر بعض السلع والخدمات في أخذ رأس المال الطبيعي والتكاليف البيئية بعين الاعتبار، وكيف يؤدي إلى انحراف الاستثمار نحو الأنشطة غير المستدامة. بالإضافة إلى دعم الحملات الرامية إلى إحداث تحولات مجدية في النظم الاقتصادية والمالية.

– إعلام الجمهور وغيره من الجهات الفاعلة بالعواقب السلبية للوقود الأحفوري والإعانات الزراعية التي تؤدي إلى إلحاق الضرر بالبيئة، واستكشاف أثر إعادة توجيه تمويل الإعانات إلى الأنشطة المستدامة.

[1] مهري شفيقة، **مرجع سبق ذكره**، ص223.

– الكشف عن جوانب الإنفاق الحكومي واستثمارات القطاع الخاص وإبراز غير المستدام والمستدامة منها.

– إبراز جوانب الإتاحة غير المنصفة للأغذية والمياه النظيفة والطاقة النظيفة بأسعار مناسبة، وسبل الارتقاء بتلك الإتاحة.

– تقديم المعلومات وزيادة الوعي بضرورة اتباع ممارسة أكثر استدامة في نظم الزراعة والمصايد والحراجة والمياه والطاقة، مع دعم الحملات الرامية إلى إحداث تحولات مجدية في قطاعات الزراعة والمياه والطاقة، وتقديم معلومات بشأن الآثار الصحية والبيئية لمختلف الحميات الغذائية.

– رفع مستوى الوعي بفوائد ومسارات التحولات الهادفة في قطاع الطاقة[1].

– وسيلة لإيصال الحقائق والمعلومات البيئية الموثوقة إلى الجمهور، وأيضاً كوسيلة ينقل من خلالها الجمهور آراءه إلى المسؤولين ويتحاور معهم. أداة حوار مفتوحة ومشاركة في اتخاذ القرار.

– وسيلة لإبلاغ الجمهور عن السياسات الحكومية وشرح المخططات والتدابير المتعلقة بالبيئة لإعطاء الناس حقهم الطبيعي في حرية الوصول إلى المعلومات وتأمين شفافية العمل الرسمي.

– أداة لإحداث تغيير في سلوك الناس وتعاملهم مع البيئة، إما في إطار تصرفات شخصية طوعية، وإما في إطار تأمين الدعم لسياسات وتشريعات بيئية رسمية.

– وسيلة للعلاقات العامة، إذ أن السياسة البيئية الحكومية لا يمكن أن تنجح من دون إقامة شبكة من العلاقات بين المسؤولين عن السياسة البيئية من جهة، والهيئات الأهلية والصناعيين والتجار والمهنيين

واتربويين والمستهلكين وجميع الفئات الشعبية والرسمية من جهة أخرى[2].

فالإعلام البيئي يقوم باستخدام وسائل الإعلام المختلفة من" إذاعة، تلفزيون، صحافة،..." أو حتى وسائل حديثة "كالانترنيت"، فالإذاعة مثلا هذه الوسيلة الإعلامية الهامة نظرا لما تتميز به من خصائص هامة يمكن استغلالها في التأثير على الجمهور، وتحقيق التوعية البيئية، خصوصا مع تزايد اهتمام وسائل الإعلام بالشأن البيئي، وذلك نظرا للمشاكل البيئية التي بدأت تؤرق الدول، كمشاكل التلوث البحري والهوائي، وانتشار الأمراض الأوبئة، مشاكل التصحر، ندرة المياه، وارتفاع درجة حرارة الأرض، مشاكل النفايات...، إذ أثبتت العديد من الدراسات الدور الهام لهذه الوسيلة في مجالات البيئية والتوعية البيئية وفي برامج التنمية المحلية والوطنية.

انطلاقا مما سبق، فوسائل الإعلام لها دور هام وأساسي لنشر الثقافة الاستهلاكية الصديقة للبيئة والتي تسهم في تحقيق التنمية المستدامة، فقضية حماية البيئة عبر السلوك الاستهلاكي هي ثقافة ينبغي على وسائل الإعلام زرعها في النظام الثقافي لكل مجتمع وصولا لتحقيق ثقافة عالمية مستدامة. فقضية الوعي بهذه المفاهيم تتجسد

[1] تقرير برنامج الأمم المتحدة للبيئة UNEP، **مرجع سبق ذكره**، ص41.

[2] مهري شفيقة، **مرجع سبق ذكره**، ص 357.

من خلال الممارسات السلوكية للمستهلك، فانهيار المجتمع المتخلف يبدأ من مسألة ثقافته البيئية، فإذا قام باحترامه لبيئته ومحيطه قبل احترامه لنفسه سوف يحقق التطور والازدهار والاستقرار لأن بيئيته سليمة وصحية، وإذا كان العكس كما تشهده بعض الدول العربية يتفشى التخلف والأمراض والأوبئة وعدم الاستقرار الاجتماعي، فالمسألة الثقافية البيئية رهان وتحدي إنساني حقيقي، ربما الكثير من الأشخاص غير الواعيين يستهينون بالتأثيرات البيئية وحدود تأثيرها سواء من الناحية الإيجابية أو من الناحية السلبية، وهذا راجع لخلل في البنية الإدراكية لنا حول ثقافة التنمية المستدامة وحماية البيئية عبر أبسط سلوكياتنا الاستهلاكية وما تحدثه من تأثيرات.

خلاصة الفصل الثالث:

تناول هذا الفصل النظري مفهوم التنمية المستدامة، مع التركيز على التوازن بين النمو الاقتصادي والتقدم الاجتماعي وحماية البيئة لتلبية الاحتياجات الحالية دون المساس بالأجيال القادمة. وسلط الضوء على المساهمات الكبيرة للطاقة المتجددة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة، وخاصة في مجالات مثل الطاقة النظيفة بأسعار معقولة، والعمل المناخي، والنمو الاقتصادي.

تعد التجربة فرنسية من التجارب الرائدة في استغلال مصادر الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة الكهرومائية والكتلة الحيوية، من خلال تبنيها لمختلف السياسات والمبادرات الكفيلة بتعزيز الطاقة المستدامة.

إن ضرورة التنمية المستدامة تتطلب نهجا تعاونيا متعدد الأطراف يتجاوز الحدود الوطنية. ويدعو هذا النموذج إلى دمج الجهات الفاعلة المتنوعة – الدولية والمحلية – لتسهيل تبادل المعرفة، وتعزيز الشراكات، وتعزيز التنسيق والتعاون. وتشكل مثل هذه الجهود الجماعية أهمية حاسمة في تحفيز التحول الشامل في جميع القطاعات الاقتصادية، بهدف توليد تأثيرات فورية وطويلة الأجل لحماية النظم الإيكولوجية من التدهور البيئي. وفي هذا السياق، تلعب الحكومات دورا محوريا في المبادرة إلى وضع سياسات وتشريعات تحويلية على المستويين الوطني والدولي. وتعمل هذه الإجراءات الحكومية كمحفز، مما يمكن مختلف أصحاب المصلحة – بما في ذلك القطاع الخاص والمؤسسات المالية والمنظمات غير الحكومية والكيانات الأكاديمية والتعليمية والمنافذ الإعلامية، فضلا عن الأسر والمجتمع المدني – من المشاركة بنشاط في جهود التحول وقيادتها. وتولد هذه العملية إطارا شاملا وتفاعليا يعمل على تآزر المبادرات الرسمية والقاعدية. ويتمثل الهدف النهائي في إرساء مجموعة متماسكة من المعايير والأدوار التي تعالج بفعالية التحديات العالمية الجماعية العابرة للحدود التي يواجهها المجتمع المعاصر.

الفصل الرابع:

دراسة قياسية لأثر إحلال الطاقات المتجددة على التلوث البيئي في الدول النفطية وغير النفطية

تمهيد

لكل بلد نموذج خاص لتحقيق التنمية المستدامة بأبعادها الاجتماعية والاقتصادية والبيئية، ويتطلب هذا التحدي المتعدد الأوجه اتباع نهج يدرك الظروف والأولويات المتنوعة للدول مع معالجة الضرورات العالمية المعاصرة. وفي ظل هذا المشهد المعقد برز التحول الطاقوي كاستراتيجية ضرورية تقدم مسارا تحوليا لتعزيز الرفاهية وتحفيز النمو الاقتصادي وتخفيف التهديدات الوجودية التي يفرضها التلوث البيئي.

استجابة للحاجة الملحة لمستقبل محايد كربونيا بحلول عام 2050، وحياة أكثر أمنا وسلامة تتبنى الدول وعلى نطاق عالمي، وخاصة المتقدمة منها سياسات الطاقات المتجددة لاحتواء مشكلة حرق الوقود الأحفوري ومعالجة التحديات البيئية الذي يفرضها الأخير، وتجنب الآثار السلبية المتمثلة في زيادة انبعاثات الغازات الدفيئة والتي بدورها تؤدي إلى التلوث البيئي. ولتحقيق هذا الهدف، سنقوم بإجراء دراسة ميدانية حول بعض الدول النفطية وغير النفطية، من أجل تحديد مستوى تبني الطاقات المتجددة بأنواعها المختلفة في الدول محل الدراسة وأثر ذلك على الانبعاثات.

من خلال هذه الدراسة، سنحاول إجراء دراسة قياسية بإستخدام نماذج البانل للإجابة عن الإشكالية المطروحة واختبار مدى صدق وصحة الفرضيات التي قام عليها هذا البحث، وفي الأخير سنحاول الخروج ببعض الاستنتاجات واقتراح مجموعة من التوصيات والمواضيع التي يمكن أن تكون منطلقا لدراسات مستقبلية.

وعليه، سيتم في هذا الفصل دراسة المباحث الآتية:

I – واقع التلوث البيئي والطاقات المتجددة في العالم؛

II – عرض وتحليل البيانات واختبار الفرضيات؛

III – النتائج، التوصيات والآفاق المستقبلية للدراسة.

I - واقع التلوث البيئي والطاقات المتجددة في العالم

يتطرق هذا المحور إلى الانبعاثات على المستوى العالمي وكذلك في الدول النفطية وغير النفطية محل الدراسة. بالإضافة إلى أنواع الطاقات المتجددة وأهميتها ونسبة إسهاماتها في المزيج الطاقوي العامي.

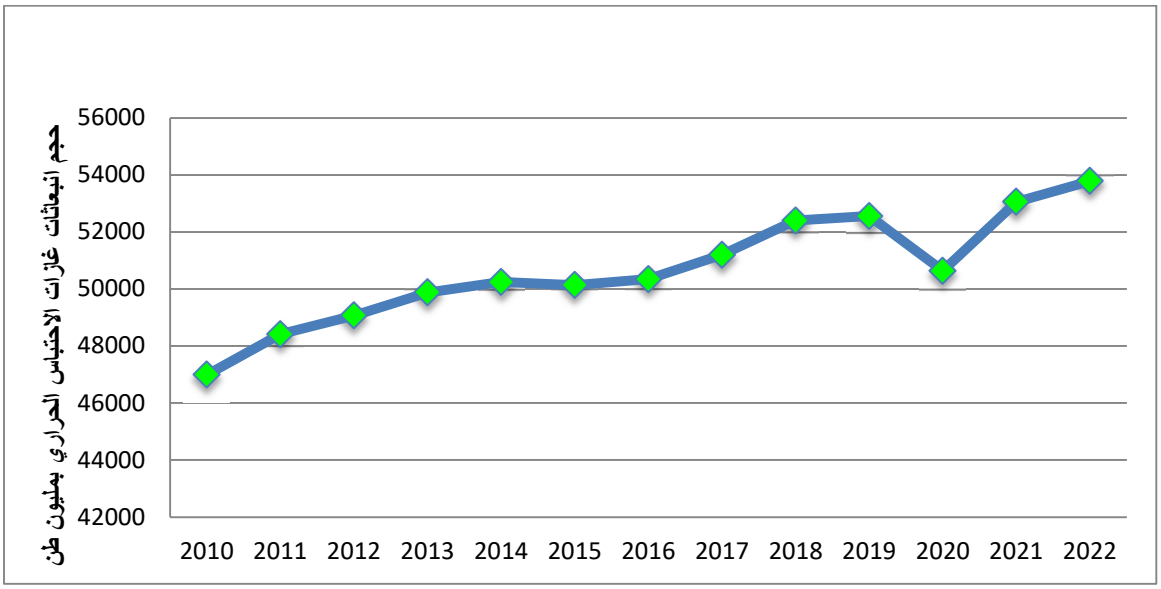
1- التلوث البيئي:

يمكن التعبير عن التلوث البيئي بحجم الانبعاثات، لذلك سيتم التطرق إلى الانبعاثات العالمية، وفي مرحلة لاحقة الانبعاثات في بعض الدول النفطية وغير نفطية.

1.1- تطور حجم الانبعاثات العالمية للغازات الدفيئة خلال الفترة 2010-2022

عرفت حجم الغازات الدفيئة العالمية المنبعثة اهتماما واسعا من قبل مختلف الدول وكذا الهيئات العالمية، خاصة منها تلك التي أخذت على عاتقها مسؤولية التخفيض من حدة ظاهرة الاحتباس الحراري، التي لا تزال تؤرق دول العالم، حيث يلاحظ تزايد في حجم الانبعاثات عبر العالم يوما بعد يوم وفق ما يبينه الشكل الموالي:

شكل رقم (22): تطور حجم انبعاثات غازات الاحتباس الحراري العالمية خلال الفترة 2010-2022



Source : science For Policy Report (2023)**, GHG EMISSION OF ALL World countries,** Joint Research centre (JRC), European commission, p10.

يلاحظ من خلال الشكل السابق، ارتفاع مستمر ومحسوس في حجم الانبعاثات العالمية للغازات الدفيئة خلال الفترة الممتدة من سنة 2010 إلى غاية سنة 2019. حيث بلغت نسبة الارتفاع 11.84% خلال هذه الفترة؛ أي من 46991.57 مليون طن سنة 2010 لتصل 52557.33 مليون طن سنة 2019.

أسهمت مجموعة من العوامل في هذا الارتفاع، بما في ذلك أنماط استهلاك الطاقة والنمو الاقتصادي في الزيادة المستمرة في انبعاثات الغازات الدفيئة خلال الفترة 2010-2019. حيث شهدت العديد من البلدان؛ وخاصة

الاقتصادات الناشئة مثل الهند والصين، زيادة في حجم التصنيع والنمو الاقتصادي خلال هذه الفترة، والتي أدت إلى زيادة النشاط الصناعي وارتفاع الانبعاثات، وخاصة في قطاعات إنتاج الطاقة والتصنيع والنقل. كما استمر الطلب العالمي على الطاقة في الارتفاع خلال هذه الفترة، مدفوعا بالنمو السكاني والتحضر وزيادة النزعة الاستهلاكية. وظل الوقود الأحفوري هو المصدر المهيمن للطاقة، وساهم احراقه لتوليد الكهرباء والتدفئة والنقل بشكل كبير في زيادة انبعاثات الغازات الدفيئة. حيث تعتمد اقتصاديات العالم في معظم أنشطتها الاقتصادية على مصادر الطاقة الأحفورية التي استحوذت على حوالي 80% من إجمالي عرض الطاقة العالمي في عام 2019[1].

نلاحظ كذلك أن مصادر الطاقات المتجددة مثل الكهرومائية والشمسية والرياح شهدت نموا كبيرا خلال هذه الفترة، إلا أنها لم تكن منتشرة على نطاق واسع أو فعال بما يكفي لتعويض الزيادة في الانبعاثات الناجمة عن استهلاك الوقود الأحفوري بما في ذلك الفحم والنفط والغاز الطبيعي، والتي تستخدم كمصادر أساسية لتوليد الكهرباء والنقل والعمليات الصناعية. وتحتوي أنواع الوقود هذه على الكربون، ويطلق احتراقها ثاني أكسيد الكربون وغازات دفيئة أخرى في الغلاف الجوي مما يؤدي بالضرورة إلى الارتفاع في حجم الانبعاثات الدفيئة.

عادة ما تعطي الحكومات الأولوية للنمو الاقتصادي على الاهتمامات البيئية، مما يدفعها إلى اعتماد تقنيات وعمليات أقل كفاءة مضرة بالجانب البيئي مؤدية إلى ارتفاع في الانبعاثات.

بينما شهدت سنة 2020 انخفاض في إجمالي حجم انبعاثات الغازات الدفيئة بـ 1925.02 مليون طن أي بنسبة 3.66% مقارنة بسنة 2019، يرجع هذا الانخفاض أساسا لتفشي فيروس كورونا المستجد وما صاحبة من سياسات الإغلاق التي أدت بدورها إلى تراجع في الاستهلاك العالمي للطاقة والذي بدوره أدى إلى انخفاض في حجم الانبعاثات الناجمة عن استهلاك الوقود الأحفوري، كما أن للتوقفات المؤقتة المشهودة لكبرى المصانع العالمية في هذه الفترة الأثر الإيجابي على البيئة.

ففي أعقاب تفشي فيروس كورونا، انخفضت الانبعاثات الدفيئة لعدة أسباب، ويرجع ذلك في المقام الأول إلى الاضطرابات الكبيرة في الأنشطة الاقتصادية والتنقل البشري التي فرضتها عمليات الإغلاق والقيود المفروضة لاحتواء انتشار الفيروس. حيث أدت إجراءات الإغلاق المطبقة للحد من فيروس كورونا (COVID-19)، إلى الإغلاق المؤقت للمنشآت الصناعية ونتيجة لذلك انخفض الاستهلاك العالمي للطاقة مما أدى إلى الانخفاض في الانبعاثات الدفيئة. كما أدت القيود المفروضة على السفر وأوامر العزل الصحي وإغلاق الحدود إلى انخفاض كبير في الانبعاثات المرتبطة بالنقل. مع وجود عدد أقل من السيارات في الطرقات، وانخفاض السفر الجوي، ومحدودية النقل العام، انخفضت الانبعاثات الصادرة عن قطاع النقل بشكل كبير خلال فترة الإغلاق.

[1] آلاء الشاذلي، أمينة رضا النجار (2023)، **أثر الأزمات الاقتصادية على الانبعاثات الكربونية في مصر خلال (1972-2021)**، المجلة العلمية لكلية الدراسات الاقتصادية والعلوم السياسية، مصر، المجلد8، العدد16، ص 317.

أدى التباطؤ الاقتصادي الناجم عن الوباء أو ما يسمى "الانكماش الاقتصادي" إلى انخفاض الطلب الإجمالي على الطاقة في شتى القطاعات، بما في ذلك الصناعة والنقل والأنشطة التجارية. وأدى انخفاض النشاط الاقتصادي إلى انخفاض استهلاك الكهرباء، الذي أدى بدوره لإنخفاض الانبعاثات الناتجة عن توليد الكهرباء، والتي غالبا ما تكون مصدرا مهما لانبعاثات الغازات الدفيئة.

من المهم ملاحظة أن التخفيضات الحاصلة في انبعاثات الغازات الدفيئة أثناء الوباء كانت مؤقتة إلى حد كبير ونتجت عن تدابير الطوارئ المطبقة لمعالجة مخاوف الصحة العامة.

لكن سرعان ما ارتفع حجم إجمالي الانبعاثات العالمية في السنتين 2021–2022 بـ 2424.3 مليون طن، 729.43 مليون طن على التوالي، كنتيجة لبداية التعافي من فيروس كورونا وما صاحبه من تخفيض في الإجراءات التحوطية وتحرك عجلة الاقتصادية قدما. فمع رفع قيود الإغلاق تدريجيا واستئناف الأنشطة الاقتصادية، بدأت الانبعاثات في الارتفاع. وبالتالي يؤدي الركود الاقتصادي المصاحب للأزمات إلى خفض الانبعاثات، ويكون ذلك في الأجل القصير. ومن الناحية الأخرى، نجد أن في العام التالي للأزمة تتزايد الانبعاثات بشكل كبير أثناء التعافي الاقتصادي للدول. فعلي سبيل المثال، انخفضت انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون العالمية في أعقاب جائحة كورونا بنسبة 5.2%عام 2020 وعادت لتزداد بنسبة 6% في عام 2021[1].

ومع ذلك، فقد سلط الوباء الضوء على إمكانية إجراء تغييرات سلوكية وابتكارات تكنولوجية، وتدخلات سياسية لتحقيق تخفيضات طويلة الأجل في الانبعاثات ومواجهة تحديات تغير المناخ. لكن التحدي الذي يبدو جليا، هو **كيف يمكننا أن نمضي قدما في تخفيض حجم الانبعاثات دون المساس بمستوى النمو الاقتصادي العالمي؟** والذي يحافظ على مستويات النمو الاقتصادية الحالية.

تقدم لنا الأبحاث العلمية المكثفة حول ظاهرة التغيرات المناخية، قاعدة معلومات ثرية حول تداعياتها الخطرة على وضع الأرض ومستقبل الحياة فيها. كما تطرح رؤى وتصورات وتقدم مشروعات وتوجيهات حول الطرق المثلى لمجابهتها وكيفية التجاوب مع مقتضياتها؛ وهو ما ينعكس في مستوى الاهتمام الدولي المتزايد بهذه الظاهرة عبر التجمعات الإقليمية والدولية وأجهزة هيئة الأمم المتحدة ونشاطات المجتمع المدني الدولي، من خلال تنظيم الندوات والمؤتمرات وتقديم الدراسات والاستشارات وعرض الخبرات العلمية والفنية لتوحيد الجهود الدولية وتنسيقها في خدمة التنمية المستدامة.

[1] **المرجع السابق**، ص.ص 317-318.

1.1.1- الدول الأكثر انبعاثا للغازات الدفيئة على مستوى العالم

تعد قضية تغير المناخ مهمة في المجتمع الدولي حاليا، وذلك نظرا لما قد يسببه تغير المناخ من تأثيرات وتداعيات مستقبلية خطيرة، أقلها جفاف بعض الأنهار وغرق أجزاء شاسعة من المناطق الساحلية، وتبدل خريطة مناطق الإنتاج الزراعي في العالم. وعليه، فقد أطلقت منظمات البيئة العالمية تحذيرات من تدهور المناخ العالمي، وتدق أجراس الخطر لتنبيه الغافلين بأن هذا التدهور يمكن أن تكون له تداعيات مروعة نتيجة تزايد الغازات الكربونية.

في خضم الجهود المبذولة من أجل سلامة البيئة الطبيعية، يتعين علينا تحقيق تضافر تاريخي لجهود الدول التي تعمل على تحقيق المصلحة العامة، لكن الجزء الصعب هو كيفية جعل ذلك يحدث الآن على نطاق دولي، وفي بعض الأحيان على نطاق عالمي شامل.

جدول رقم (20): إجمالي انبعاثات غازات الاحتباس الحراري بمليون طن سنة 2022

الترتيب من حيث حجم انبعاثات غازات الاحتباس الحراري	الدول	حجم الانبعاث
1	الصين	15684.63
2	الولايات المتحدة الأمريكية	6017.44
3	الهند	3943.26
4	روسيا	2579.80
5	البرازيل	1310.50
6	إندونيسيا	1240.83
7	اليابان	1182.77
8	إيران	951.98
9	المكسيك	819.87
10	السعودية	810.51

Source : science For Policy Report (2023), **GHG EMISSION OF ALL World countries,** Joint Research centre (JRC), European commission, p10.

انطلاقا من الجدول السابق، يتبين أن الصين تأتي في الصدارة من حيث إجمالي حجم انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، حيث قدر حجم الانبعاثات من الغازات الدفيئة بـ 15684.63 مليون طن سنة 2022، تلتها الـ و.م.أ بواقع 6017.44 مليون طن، لتحل الهند في المركز الثالث من حيث حجم الانبعاثات بواقع 3943.26 مليون طن خلال نفس السنة. توسطت الترتيب كل من روسيا، البرازيل، إندونيسيا واليابان حيث كان الترتيب من حيث إجمالي حجم انبعاثات غازات الاحتباس الحراري للدول العشرة الأولى عالميا، باحتلالها المراتب 4، 5، 6، 7 على الترتيب، حيث قدر حجم الانبعاثات في الغازات الدفيئة لهذه الأخيرة 2579.80 مليون طن ، 1310.50 مليون طن ، 1240.83 مليون طن و1182.77 مليون طن على الترتيب.

في حين تذيلت كل من إيران، المكسيك والسعودية، الترتيب من حيث إجمالي حجم انبعاثات غازات الاحتباس الحراري للدول العشرة الأولى عالميا، باحتلالها المراتب 8، 9، 10 على الترتيب، حيث قدر حجم الانبعاثات من الغازات الدفيئة لهذه الأخيرة 951.98 مليون طن ، 819.87 مليون طن، 810.51 مليون طن ، على الترتيب.

إن وجود الصين على رأس القائمة لم يكن وليد الصدفة، بل كان نتاج حجم الانبعاثات الهائلة التي تخلفها المصانع الكبرى الصينية بصورة مستمرة، فلا يخفى على الكثير التفوق الصيني الرهيب مؤخرا على كافة الأصعدة وخصيصا الجانب الاقتصادي الذي شهد نموا متسارعا والذي للأسف صاحبه زيادة في حجم انبعاثات الغازات الدفيئة.

إن النتائج التي تحققها الصين في السنوات الأخيرة قد تبدو خيالية إذا ما قارناها بدول عالمية عريقة على الساحة الاقتصادية، مما يدفعنا بطرح التساؤل التالي: إلى أي مدى يتوقف هذا الطوفان الصيني الذي يأكل الأخضر واليابس؟. هذا وقد أبدت والو.م.أ تخوفها الكبير من هيمنة الصين على الاقتصاد العالمي التي تبدو عاجزة حول إيقاف الزحف الصيني الذي أزاح قارات عن طريقه فكيف بدول، وقد إخترق الأسواق العالمية وفرض نفسه بقوة.

إذن فرضت الصين نفسها كقطب اقتصادي ثاني، قادم بقوة بعدما كانت الو.م.أ كقطب وحيد في الماضي القريب، لنصبح تحت واقع القطبين الاقتصاديين بدل القطب الواحد.

ظهور الو.م.أ في الترتيب الثاني من حيث إجمالي حجم انبعاثات غازات الاحتباس الحراري يعد أمرا متوقعا، حيث أشارت تقارير دولية موثوقة بأن قرار رئيس الولايات المتحدة الأسبق ***دونارد ترامب*** بشأن انسحاب الـ و.م.أ من اتفاقية باريس للمناخ كان له تداعيات سلبية من خلال الارتفاع في حجم انبعاثات الغازات الدفيئة في الـ و.م.أ مؤخرا . كما أبدت الدول الأعضاء وفي مقدمهم ألمانيا وفرنسا وبريطانيا عدم رضاهم على قرار انسحاب الـ و.م.أ وتخوفهم الكبير من أن تحذو دول أخرى حذو الـ و.م.أ فتنسحب هي الأخرى من اتفاقية باريس للمناخ لتكون بذلك بداية النهاية لهذه الاتفاقية. في هذا الصدد، أعرب ***ديفيد واسكو***، مدير مبادرة المناخ الدولية، عن عدم رضاه على قرار الرئيس السابق دونارد ترامب، قائلا: "الانسحاب الأمريكي من الاتفاقية يشبه صعود السلم المتحرك في الاتجاه المعاكس".

إن إنتهاج الرئيس الأسبق لسلوك عدائي إتجاه المناخ كان كرد فعل متوقع في إطار الصراع المحتدم بين الـ و.م.أ والصين للهيمنة على الاقتصاد العالمي، من المتوقع أن أكبر التحديات التي قد تواجه المناخ مستقبلا هو التنافس العالمي على الهيمنة الاقتصادية على حساب الجانب البيئي.

عودة الرئيس الحالي جو بايدن إلى اتفاقية باريس للمناخ يعد أمرا إيجابيا وسلبيا في نفس الوقت، من الناحية الإيجابية فهو قرار يعيد الو.م.أ إلى الطريق الصواب في إطار إلتزاماتها حول المحافظة على المناخ. أما من الناحية السلبية فهو يوضح وبشكل كبير أن هذه الاتفاقية ليست بقدر كافي من الإلزامية للدول الأعضاء فبقرار سياسي واحد يمكن التنصل منها.

خلاصة القول، أن الإجراءات الحالية والسياسات المطبقة من أجل تخفيض حجم الانبعاثات الدفيئة وتحقيق الاستدامة البيئية لم ترقى بعد إلى مستوى طموحات المجتمع الدولي.

2.1.1- إسهامات أنواع الغازات الدفيئة في إجمالي الانبعاثات العالمية

عندما نتحدث عن الغازات الدفيئة والتغير المناخي ينصرف اهتمامنا الرئيسي نحو غاز ثاني أكسيد الكربون، في حين أن هناك غازات أخرى أيضا لها تداعيات سلبية على البيئة ولعل من أبرزها غاز الميثان، أكسيد النتروز والغازات المفلورة الأخرى.

على الرغم من كون غاز ثاني أكسيد الكربون هو أهمها على الإطلاق لغاية الآن، إلا أن للغازات الدفيئة الأخرى انعكاسات وخيمة على التلوث البيئي. حيث يعتبر القاسم المشترك الذي يجمع بين الغازات الدفيئة هذه هو أنها جميعها تسمح للضوء القادم من الشمس بدخول الغلاف الجوي للأرض، لكنها تحتبس جزءا من الإشعاعات وبذلك تسخن الهواء وتتسبب بظاهرة الاحتباس الحراري.

والواقع أن وجود قدر معين من الغازات الدفيئة أمر مفيد، إذ لولا هذه الغازات لكان متوسط درجة حرارة سطح الأرض حوالي الصفر فهرنهايت . وهذا بالطبع يجعل الأرض غير مريحة للعيش. كما أن الغازات الدفيئة تساعد أيضا على إبقاء درجة الحرارة في معدلات مقبولة – أي حوالي 59 درجة فهرنهايت تقريبا.

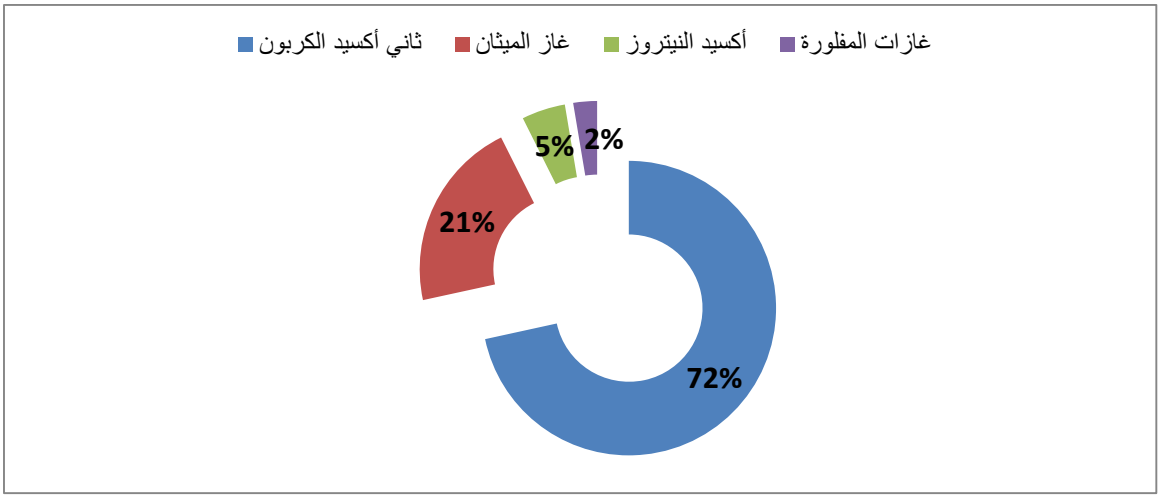
ولكن وبسبب تزايد تركيزات هذه الغازات في الجو في عصرنا الحديث بفعل البشر، فإننا نعمل على رفع درجة حرارة هذا الكوكب وتسبب تغييرات خطرة في المناخ. وغاز ثانى أكسيد الكربون هو السبب الأكبر لذلك، لا سيما وأنه يشكل نحو ثلثي إجمالي انبعاثات الغازات الدفيئة. وبفعل حرق الوقود الناتج عن الأحافير العضوية في الأرض (مثل البترول والفحم والغاز الطبيعي) في منازلنا وسياراتنا ومصانعنا ومحطات توليد الكهرباء، أو عندما نقطع أشجار الغابات ونحرقها، أو عندما ننتج الاسمنت، نطلق في الجو غاز ثاني أكسيد الكربون.

وكما هو عمل غاز ثاني أكسيد الكربون يفعل غاز الميتان وغاز أكسيد النتروز فعلهما في الإضرار بوجودنا على هذه الأرض، وقد ارتفعت معدلاتهما كثيرا في الجو بسببنا. سبب 60 بالمائة من غاز الميتان الموجود حاليا في الجو هو من إنتاج البشر. حيث، ينتج الميتان عادة عن الردميات من مزارع الماشية وحرق الوقود العضوي

ومعالجة المياه المالحة وغير ذلك من الصناعات. وفي مزارع المواشي الضخمة يخزن السماد الحيواني السائل في خزانات ضخمة ينطلق منها غاز الميتان. وبالمقابل فإن السماد الجاف الذي يترك في الحقول لا يطلق هذا الغاز.

أما غاز أكسيد النتروز (NO2) – المتهم الآخر بالدفيئة . فهو موجود في الطبيعة لكننا نحن البشر زدنا مقاديره في الجو بمعدل 17 بالمائة خلال العصر الصناعي ومن خلال الأسمدة والوقود العضوي وحرق الغابات والأشجار والفضلات المتخلفة عن المحاصيل الزراعية. وأخيرا هنالك بخار الماء وهو غاز طبيعي من الغازات الدفيئة ويزداد حجمه في الجو مع ارتفاع درجة الحرارة وبالتالي فهو يضخم الأثر الذي تتركه الغازات الدفيئة الصناعية كلها[1]. ويمثل الشكل الآتي نسب الغازات الدفيئة:

شكل رقم (23): نسب إسهام الغازات الدفيئة في إجمالي الانبعاثات العالمية لسنة 2022



Source : science For Policy Report (2023), **GHG EMISSION OF ALL World countries**, Joint Research centre (JRC), European commission, p43.

يلاحظ من الشكل السابق، أن انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون تمثل أعلى نسبة بواقع 72% من انبعاثات الغازات الدفيئة العالمية لسنة 2022، يليه غاز الميثان بنسبة 21% ثم غاز أكسيد النيتروز بـ 5%، لتشكل نسبة الغازات الثلاثة الأخيرة ما نسبته 98% من إجمالي انبعاثات الغازات الدفية، تبقى نسبة 2% تمثل الغازات المفلورة الأخرى من بينها الهيدروفلوروكربون وسداسي فلوريد الكبريت، ثلاثي فلوريد النيتروجين، سادس فلوريد الكبريت والمركبات الكربونية الفلورية المشبعة الهيدروفلوروكربون، مزيج غير محدد من مركبات الكربون الهيدروفلورية ومركبات الكربون المشبعة بالفلور.

[1] آل غور، ترجمة: وليد شحادة(2008)، **الحقيقة المؤلمة حالة الطوارئ لهذا الكوكب بسبب الاحتباس الحراري وما لذي نستطيع فعله حيالها**، العبيكان، السعودية ص37.

من خلال الشكل سابق، اتضح جليا أن على المجتمع الدولي العمل وبشكل مكثف على استهداف والتقليص من نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون، التي تشكل قرابة ثلاث أرباع من حجم الغازات الدفيئة الإجمالية، حيث بلغ حجم انبعاثات ثاني أكسيد الكربون 38522 مليون طن سنة 2022.

شهدت الفترة من سنة 2010 إلى غاية سنة 2022 زيادة في حجم انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنسبة 13.81%، حيث ارتفعت من 33848.39 مليون طن لتصل إلى 38522 سنة 2022، بزيادة قدرت بـ 4673.61 مليون طن خلال هذه الفترة.

ويشكل غاز ثاني أكسيد الكربون أحد أهم الغازات التي تساهم في مضاعفة ظاهرة التغير المناخي لإنتاجه أثناء حرق الفحم والنفط والغاز الطبيعي في مصانع الطاقة والسيارات وغيرها. كما أن إزالة الغابات بشكل واسع في بقاع العالم المختلفة يزيد من حدة الظاهرة. إذ أن الغابات تساهم بشكل كبير في تخليص الغلاف الجوي من الملوثات الغازية ولاسيما ثاني أكسيد الكربون.

من جهة أخرى، بلغ حجم إجمالي الانبعاثات العالمية للميثان 1129.03 مليون طن، حيث لوحظ زيادة في حجمها بـ 1236.42 مليون طن خلال الفترة الممتدة من سنة 2010 إلى غاية سنة 2022 ، أي بنسبة زيادة بلغت 12.29%.

ويعتبر غاز الميثان (Methane) المنبعث من مزارع الأرز وتربية البقر ومطامر النفايات والمناجم وأنابيب الغاز وغازات الكلوروفلوروكربونات (Chlorofluorocarbons) المسؤولة عن تآكل طبقة الأوزون، وأكاسيد النيتروجين (Nitrous Oxides) من الغازات التي تساهم أيضا في هذه المشكلة بسبب احتباسها للحرارة. ويظل إسهام غاز النيتروز والغازات المفلورة الأخرى في حجم الانبعاثات محدودا، حيث قدر بـ 3970.01 مليون طن لسنة 2022، حيث تمثل هذه النسبة 7% من حجم الانبعاثات الإجمالية.

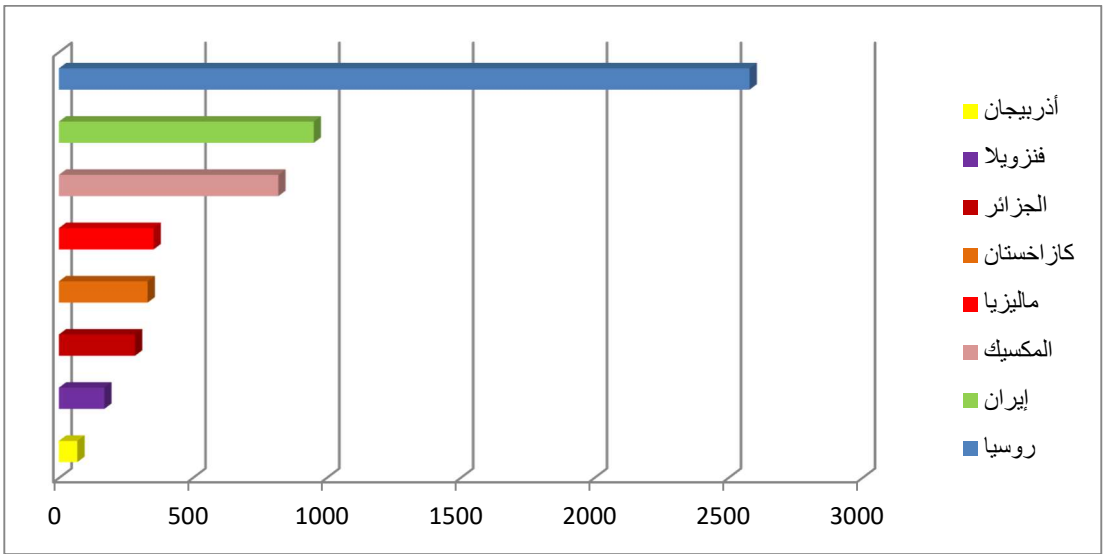
يتميز غاز ثاني أكسيد الكربون والغازات الأخرى المسببة للاحتباس الحراري بخاصية امتصاص الأشعة تحت الحمراء الحرارية غير المرئية، ويعمل بذلك عمل البيت الزجاجي، حيث يسمح للطاقة الشمسية (الضوء المرئي) بالوصول إلي سطح الأرض ولديه القدرة علي امتصاص الأشعة الحرارية، ذات الموجة الطويلة الصادرة عن الأرض. وبذلك تبقي الأشعة تحت الحمراء حبيسة جو الأرض، وبالتالي يتسبب في زيادة درجة الحرارة علي سطح الأرض .

2.1- إجمالي حجم انبعاثات الغازات الدفيئة في بعض الدول النفطية

حظي دور البلدان المنتجة للنفط باهتمام كبير بسبب مساهمتها الكبيرة في الانبعاثات الدفيئة وفي البصمة الكربونية العالمية. وباعتبارها من البلدان الرئسية في المشهد الطاقوي العالمي، غالبا ما واجهت وتواجه هذه

الدول ضغوطات مزدوجة والمتمثلة في تلبية المتطلبات الطاقوية المحلية من جهة والتعامل مع التزاماتها الدولية للتخفيف من ظاهرة الاحتباس الحراري من جهة أخرى.

شكل رقم (24) : حجم انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في الدول النفطية لسنة 2022.



Source : science For Policy Report (2023), **GHG EMISSION OF ALL World countries**, Joint Research centre (JRC), European commission, p12.

من خلال الشكل السابق، نلاحظ أن روسيا هي أكثر الدول انبعاثا للغازات الدفيئة من بين الدول النفطية المختارة، حيث بلغ حجم انبعاثاتها الدفيئة 2579.8 مليون طن سنة 2022، مما جعلها تحتل المرتبة الرابعة عالميا من حيث إجمالي الانبعاثات.

بينما بلغ حجم الانبعاثات الإيرانية 951.98 مليون طن سنة 2022، كثاني دولة من حيث الانبعاثات من بين الدول النفطية محل الدراسة، محققة المرتبة الثامنة عالميا من حيث إجمالي الانبعاثات، لتأتي المكسيك ثالثة الترتيب بتحقيقها 819.87 مليون طن خلال نفس السنة متموقعة في تاسع الترتيب العالمي.

وتعد كل من روسيا وإيران والمكسيك من بين الدول العشرة الأولى للدول الأكثر انبعاثا للغازات الدفيئة، حيث حققت مجتمعة 4351.65 مليون طن أي ما نسبته 8.09% من الانبعاثات العالمية. يرجع حجم الانبعاثات الكبير لهذه الأخيرة نظرا لامتلاكها إحتياطات نفطية كبيرة من جهة، وأنها تعتمد على الوقود الأحفوري بشكل كبير في تلبية إحتياجاتها الطاقوية ما يسهم بشكل كبير في انبعاثات الاحتباس الحراري الذي ينعكس بدوره في التدهور البيئي وما يصاحبه من تداعيات محليا وإقليميا.

تحتل كل من ماليزيا، كازخستان والجزائر وصافة الترتيب من بين الدول النفطية الأكثر انبعاثا للغازات بواقع 353.92 مليون طن،331.53 مليون طن، 284.44 مليون طن على الترتيب. وتذيلت كل من فنزويلا وأذربيجان

قائمة الدول النفطية الأكثر انبعاثا من بين الدول المختارة بواقع 169.52 مليون طن و68.88 مليون طن على الترتيب لسنة 2022.

شكلت كل من روسيا، إيران، المكسيك، ماليزيا، كازاخستان، الجزائر، فنزويلا وأذربيجان ما نسبته 10.34% من إجمالي الانبعاثات العالمية لسنة 2022، بإجمالي حجم انبعاثات قدر بـ 5559.94 مليون طن.

تتبع الأسباب الرئيسية لانبعاثات الغازات الدفيئة في الدول النفطية إلى مجموعة من العوامل متمثلة في المشهد الاقتصادي والصناعي لهذه البلدان. حيث يشكل احراق الوقود، خاصة النفط لتوليد الطاقة والنقل والعمليات الصناعية المصدر الرئيسي لانبعاثات الغازات الدفيئة في البلدان المنتجة للنفط. كما يؤدي الاعتماد الواسع النطاق على الوقود الأحفوري كمصدر للطاقة إلى انبعاثات كبيرة مما يساهم في التدهور البيئي وما ينجر عنه من تداعيات صحية واقتصادية واجتماعية.

غالبا ما تنطوي عن أنشطة استخراج النفط وتكريره واستهلاكه حرق الغازات المصاحبة له، مثل الميثان أثناء عمليات الاستخراج والمعالجة. إن حرق الغازات والاطلاق المباشر لها في الجو يؤدي إلى تضخيم كثافة الانبعاثات المرتبطة بإنتاج النفط.

يصدر القطاع الصناعي في الدول المنتجة للنفط، بما في ذلك تصنيع البتروكيماويات غازات دفيئة من خلال التفاعلات الكيميائية. تساهم هذه الانبعاثات في زيادة كثافة الكربون الإجمالية إلى الاقتصاد الوطني.

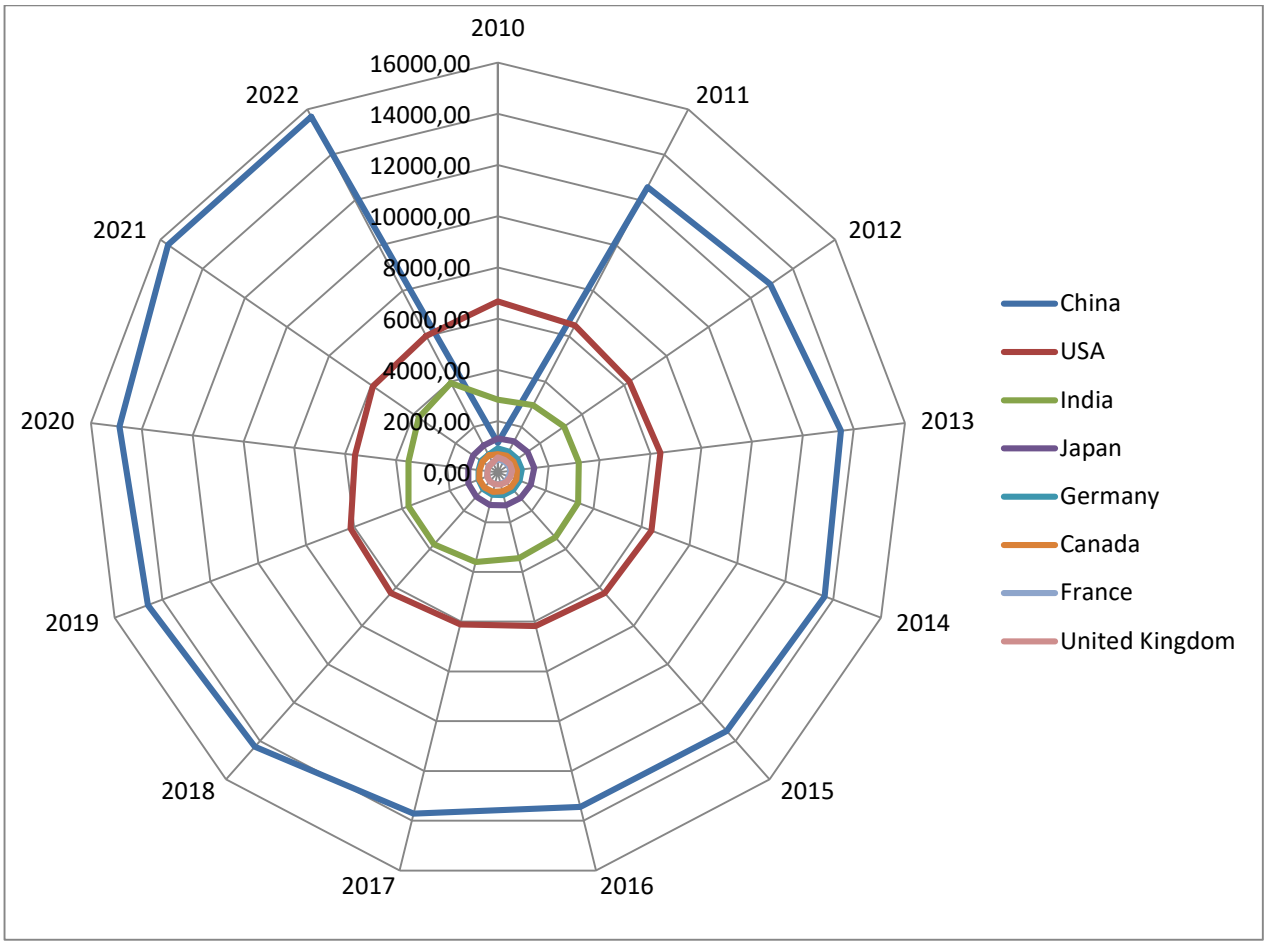
ومن المعروف أيضا أن توسيع البنية التحتية لاستخراج النفط، كمواقع الحفر وخطوط الأنابيب وشبكات النقل ومصافي النفط، تستلزم تغييرات في استخدام الأراضي مثل إزالة الغابات وتدمير الموائل. يمكن أن تؤدي هذه التغييرات في المناظر الطبيعية إلى اطلاق الكربون المخزن في التربة، مما يزيد من انبعاثات الغازات الدفيئة.

على الرغم من أن الدول النفطية تساهم في انبعاثات الغازات المتسببة في الاحتباس الحراري والتلوث البيئي، وخاصة من خلال الأنشطة المرتبطة باستخراج النفط وتكريره واستهلاكه، فإن مساهمتها الإجمالية في الانبعاثات العالمية قد تبدو متواضعة نسبيا إذا ما قورنت بالدول غير نفطية الأكثر انبعاثا للغازات الدفيئة.

3.1- إجمالي حجم انبعاثات الغازات الدفيئة في بعض الدول غير النفطية

لا طالما أتهمت الدول غير النفطية باعتبارها أكثر تلويثا للبيئة، حيث ساهمت تاريخيا بحصة كبيرة من انبعاثات الغازات الدفيئة العالمية بسبب عمليات التصنيع التي يعود تاريخها منذ الثورة الصناعية إلى اليوم. يستمر التأثير التراكمي للانبعاثات في التأثير على تركيزات غازات الدفيئة في الغلاف الجوي والذي يؤدي إلى تغير المناخ والتدهور البيئي.

شكل رقم (25): إجمالي حجم انبعاثات الغازات الدفيئة في الدول غير النفطية



Source : science For Policy Report (2023), **GHG EMISSION OF ALL World countries**, Joint Research centre (JRC), European commission, p10.

من خلال الشكل السابق، نلاحظ أن الصين، الهند واليابان تعتبر أعلى ثلاث دول لبواعث الغازات الدفيئة في آسيا، حيث بلغ إجمالي انبعاثاتها 20810.65 مليون طن سنة 2022، وهو ما يمثل 38.69% من حجم الانبعاثات العالمية. واستجابة لذلك، أصبح من الضروري أن تتبنى الاقتصادات الثلاثة تقنيات تعتمد على الطاقات المتجددة لتحقيق الهدف المزدوج المتمثل في النمو الاقتصادي والحفاظ على استدامة وسلامة البيئة.

كان لصدور اتفاقية الأمم المتحدة بشأن تغير المناخ بروتوكول كيوتو باليابان في عام 1992 صدى واسع وحظى بقبول ورضى عالمي، حيث اتفقت 160 دولة بخفض الانبعاثات بنسبة 5.2% أقل من مستويات عام 1990 بحلول الفترة 2008–2012. وكان الهدف الأساسي للاتفاقية هو تحقيق الاستقرار في الاحتباس الحراري.

لم تلتزم الصين والهند بالبروتوكول، الذي لم يخفض الانبعاثات إلى مستويات عام 1990. وعلى الرغم من التوقيع على بروتوكول كيوتو في سنة 2002، فإن حصة الهند من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون العالمية المرتبطة بالطاقة كانت 2% فقط في الفترة من الممتدة من سنة 1990 إلى 2005، ليصل إلى 7.33% سنة 2022.

مارست الدول الغربية ضغوطا على الهند والصين لتقليل انبعاثات الغازات الدفيئة مع زيادة التصنيع والتحضر والنمو الاقتصادي بهما. وباعتبار الصين والهند واليابان تمثل أكبر ثلاثة بلدان مصدرة للانبعاثات وأكبر ثلاثة اقتصادات في آسيا، فإن تزايد حاجياتها الطاقوية أمر حتمي والذي أدى بدوره للارتفاع الكبير في استهلاك الطاقة من الوقود الأحفوري الذي كان له تأثير عميق على التدهور البيئي العالمي.

ونظرا لمستوى التلوث المرتفع في بعض المدن، مثل بكين ونيودلهي وطوكيو دفع كل من الصين ، الهند واليابان للعمل والتوجه نحو إزالة الكربون من اقتصادها، والسعي قدما لزيادة إسهامات الطاقات المتجددة في مزيجها الطاقوي.

إن سعي الصين، الهند واليابان لمكافحة تغير المناخ وضمان بيئة مستدامة (الهدف 13 من أهداف التنمية المستدامة) تتطلب اتخاذ تدابير إزالة الكربون لتمكين بيئة صحية من شأنها تقليل الآثار الصحية الناجمة عن التلوث، كما أنه ينظر للتحول الطاقوي كحل فاعل لتحقيق الأهداف البيئة الطويلة المدى المسطرة من قبل حكومات هذه الدول.

بلغ حجم انبعاث كل من الو.م.أ وكندا ما مجموعه 6774.25 مليون طن سنة 2022، ما يشكل نسبة 12.59% من إجمالي حجم الانبعاثات العالمية، حيث تمثل الو.م.أ لوحدها 11.19% من حجم الانبعاثات العالمية، كثاني دولة من حيث الانبعاثات بعد الصين.

شكلت دول غرب أوروبا المتمثلة في ألمانيا، فرنسا والمملكة المتحدة إجمالي انبعاثات قدر بـ 1640.92 مليون طن بنسبة 3.05% من إجمالي الانبعاثات العالمية، وهو ما يفسر الجهود الحثيثة التي تتبناها هذه الدول من أجل محاولة التخفيف من انبعاثاتها الدفيئة، انطلاقا من استخدامها للتكنولوجيات الحديثة الصديقة للبيئة وصولا إلى الوعي البيئي الذي تمتاز به عن غيرها من الأمم والمجتمعات.

بلغت حجم الانبعاثات لكل من الصين، الو.م.أ، الهند، اليابان، ألمانيا، كندا، فرنسا والمملكة المتحدة ما نسبته 54.34% من إجمالي الانبعاثات العالمية لسنة 2022، بإجمالي حجم انبعاثات قدر 29225.82 مليون طن.

تظهر الدول غير النفطية، وخاصة ذات الكثافة السكانية العالية والاقتصادات الصناعية المتقدمة، مستويات عالية من استهلاك الطاقة للفرد. ومصدر هذا الطلب المتزايد للطاقة من قطاعات مختلفة مثل النقل والتصنيع والتدفئة والأنشطة التجارية.

تعتمد الدول غير النفطية على أنواع الوقود الأحفوري مثل الفحم والغاز الطبيعي لتوليد الكهرباء والعمليات الصناعية والنقل. ويؤدي احراق الوقود الأحفوري إلى اطلاق كميات كبيرة من الغازات الدفيئة.

غالبا ما تكون لدى الدول غير المنتجة للنفط قطاعات صناعية واسعة النطاق تتميز بعمليات وأنشطة تصنيعية كثيفة الاستخدام للطاقة. وتطلق هذه الصناعات غازات دفيئة بشكل مباشر من خلال الاحتراق والعمليات الصناعية، وكذلك بشكل غير مباشر من خلال إنتاج السلع والخدمات المستهلكة محليا ودوليا. ويمثل قطاع النقل في البلدان غير المنتجة للنفط جزءا كبيرا من استهلاك الطاقة والانبعاثات.

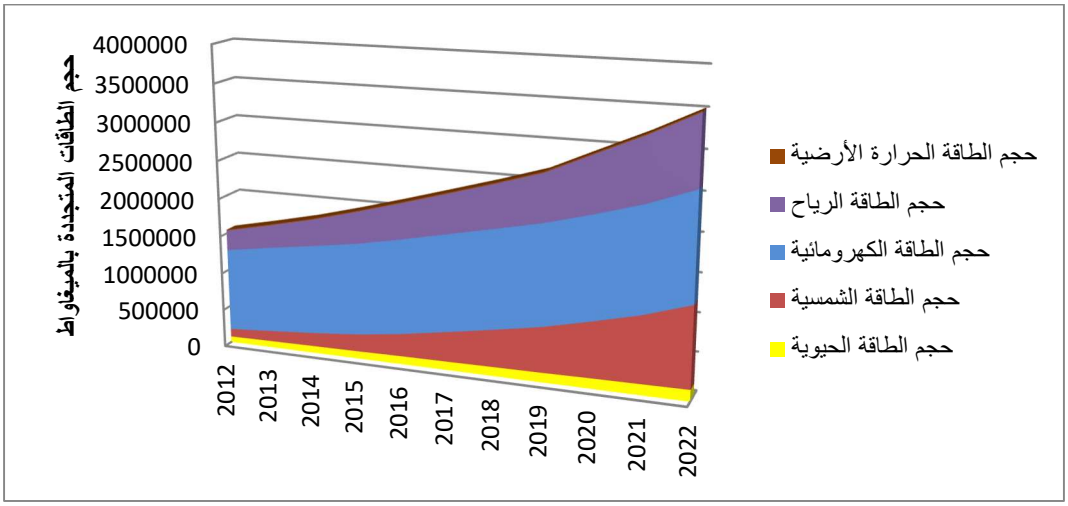
تساهم الانبعاثات الناجمة عن المركبات والطيران والنقل البحري بشكل كبير في البصمة الكربونية. كما تساهم التجارة الدولية وسلاسل التوريد فيما بين الدول غير النفطية في زيادة حجم الانبعاثات وخصوصا تلك المرتبطة بإنتاج، النقل والتوزيع.

2- الطاقات المتجددة

1.2- تطور حجم إنتاج الطاقات المتجددة العالمية

لقد مهدت الدول المتقدمة منذ فترة طويلة الطريق لنهج التحول الطاقوي من خلال الترويج للتصميم البيئي والإنتاج النظيف والابتكار البيئي والاستهلاك المستدام للطاقة، وفي الوقت نفسه ومع مرور الزمن، تمكنت الدول تقريبا من زيادة نسبة الطاقات المتجددة في المزيج الطاقوي، وقد حققت أيضا نتائج مذهلة في استعادة المواد لمعظم النفايات وتحويلها إلى طاقة قابلة للاستهلاك.

الشكل (26): تطور حجم إنتاج الطاقات المتجددة العالمية خلال الفترة الزمنية 2012-2022



Source : IRENA (2023), **Renewable Energy statistics 2023** , International Renewable Energy Agency, available at: https://www.irena.org,(24/01/2024, 13:34).

لوحظ من خلال الشكل السابق، ارتفاع مستمر ومحسوس في حجم الطاقات المتجددة العالمية خلال الفترة المدروسة. حيث بلغت نسبة الارتفاع 127.12% خلال هذه الفترة من 1549053 ميغاواط سنة 2012 لتصل إلى 3518292 ميغاواط سنة 2022. في هذا الصدد، أدرجت المنظمة العالمية للطاقة المتجددة خمسة أنواع ضمن مجموعة الطاقات المتجددة واعتبرتها بذلك طاقة لها آثارها الاجتماعية، الاقتصادية والبيئية على المستوى

العالمي، لتنطلق بذلك الدول في العمل على الاستفادة من الطاقات المتجددة التي عرفت ارتفاعا ملحوظا خلال العشر سنوات الأخيرة.

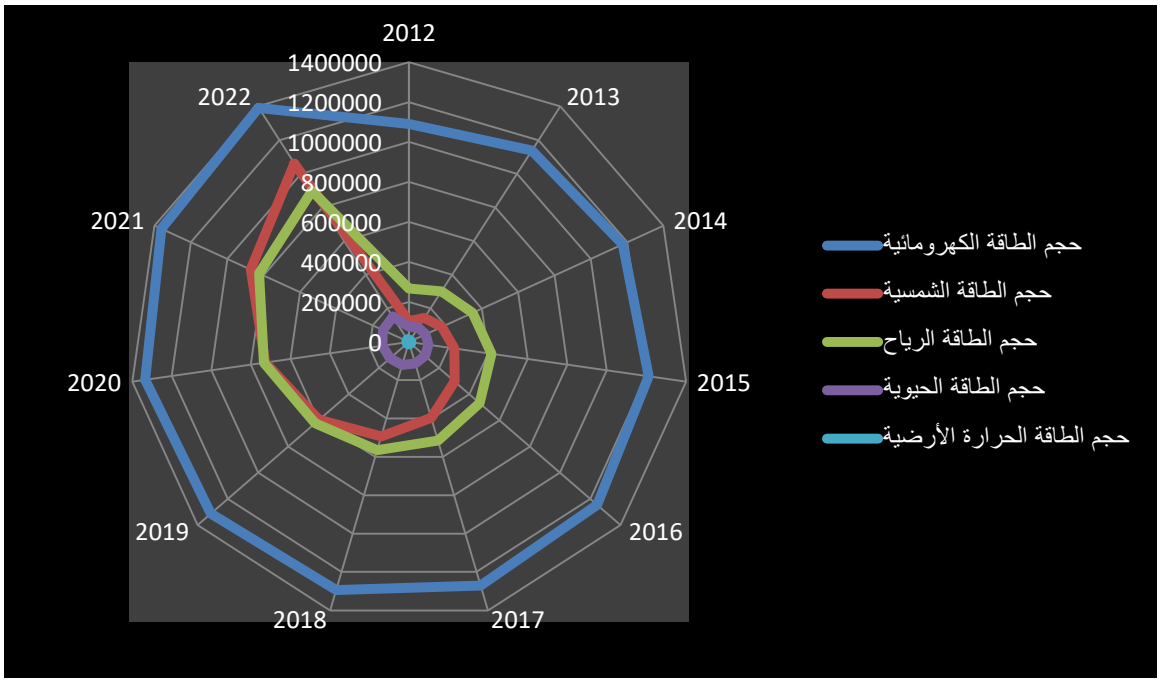
2.2- تطور حجم إنتاج الطاقات المتجددة العالمية حسب التكنولوجيا

تعتبر الطاقة الكهرومائية، الشمسية، الرياح من أهم مصادر الطاقة المتجددة، التي تم وضعها في صدارة الأجندات الدولية في إطار مساعي الجدية للتحول الطاقوي ولتبني اقتصاد أكثر اخضرارا، كما شكلت الدعامة الرئيسية في تشكيل خارطة الطريق للاستهلاك الطاقوي العالمي المستدام.

1.2.2- الطاقة الكهرومائية

من منطلق أن الطاقة الكهرومائية الأكثر إسهاما في المزيج الطاقوي للطاقات المتجددة، وضعت على رأس أولويات المنظمة الدولية للطاقات المتجددة، وأولت لها أهمية كبير من خلال السعي الحثيث لرفع مستوى إنتاجها واتخاذ التدابير الكفيلة برفع التكنولوجيات المساهمة في مضاعفة إنتاجها بكفاءة وفعالية. حيث يلاحظ تزايد في اعتماد الطاقة الكهرومائية عبر العالم وفق ما يبينه الشكل الموالي:

شكل رقم (27): حجم الطاقة الكهرومائية عبر العالم



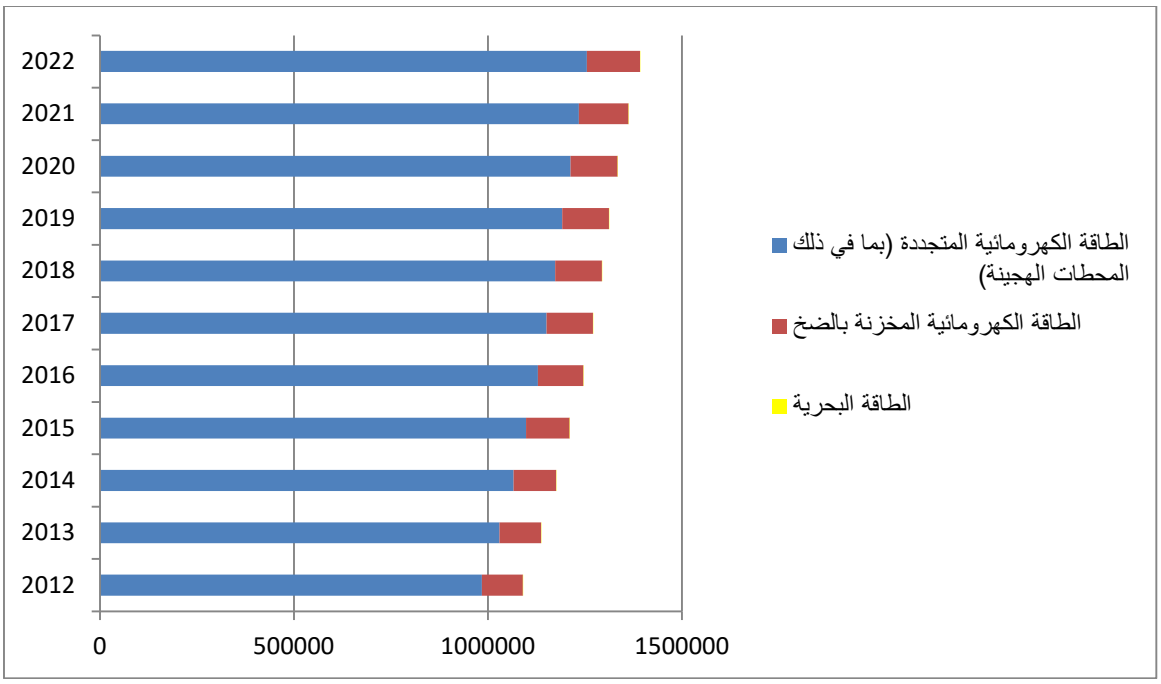
Source : IRENA (2023), **Renewable Energy statistics 2023** , International Renewable Energy Agency, available at: https://www.irena.org,(10/02/2024, 21:33).

لوحظ من خلال الشكل السابق، أنه خلال الفترة الممتدة من سنة 2012 إلى غاية سنة 2022 تسيد حجم إنتاج الطاقة الكهرومائية على الأنواع الأخرى من الطاقات المتجددة بفوارق كبيرة، بالرغم أن الطاقة الشمسية الأسرع

نموا حسب ما يوضحه الشكل إلا أنها لا تزال في المرتبة الثانية متخلفة عن الطاقة الكهرومائية. تستمر طاقة الرياح في النمو سنة بعد أخرى إلا أنها تراجعت مرتبة، لتحل ثالثة الترتيب بعدما كانت في وصافة الترتيب.
تظل الطاقة الحيوية والطاقة الحرارية الأرضية بعيدة كل البعد عن الإنتاج المنتظر منها وهذا راجع لصعوبة وتعقيد التكنولوجيا اللازمة لتفعيل دور هذا النوع من الطاقات.

باعتبار الدور الفاعل الذي تمثله الطاقة الكهرومائية إرتأينا محاولة التفصيل أكثر في أهم أنواعها التي تبنتها المنظمة الدولية للطاقات المتجددة، حيث تم تقسيمها إلى ثلاث أنواع كما يبينه الشكل الموالي:

شكل رقم (28): أنواع الطاقة الكهرومائية



Source : IRENA (2023), **Renewable Energy statistics 2023** , International Renewable Energy Agency, available at: https://www.irena.org,(27/02/2024, 13:34).

تمثل الطاقة الكهرومائية المتجددة (بما في ذلك المحطات الهجينة) وسيلة لتسخير التدفق الطبيعي للمياه في الأنهار والجداول والبيئات المائية الأخرى لتوليد الطاقة الكهربائية. وتشمل كلا من مرافق الطاقة الكهرومائية التقليدية والنماذج الهجينة التي تدمج مصادر الطاقة المتجددة الأخرى لتوليد الطاقة.

يتضح من الشكل، أن الطاقة الكهرومائية المتجددة (بما في ذلك المحطات الهجينة) تستحوذ على أكثر من 90% من حجم الطاقة الكهرومائية خلال الفترة الممتدة من 2012-2022، حيث شهد الإنتاج العالمي للطاقة الكهرومائية المتجددة (بما في ذلك المحطات الهجينة) 1255454 ميغاواط سنة 2022 بنسبة تصل إلى 90.12%، وهو ما يفسر وإلى حد كبير الاهتمام البالغ الذي توليه الدول للاستثمار في هذا النوع من الطاقة الكهرومائية مقارنة بالطاقة الكهرومائية المخزنة بالضخ والطاقة البحرية اللذان يشكلان ما مجموعه 9.88% لسنة 2022.

من جهة أخرى، ركزت الأبحاث الحديثة على إمكانيات أنظمة الطاقة الكهرومائية لدمج طاقة الرياح والطاقة الشمسية، حيث تهدف أنظمة الطاقة الكهرومائية الهجينة إلى الاستفادة من الطبيعة التكميلية لمصادر الطاقة المتجددة لتعزيز إنتاج الطاقة بموثوقية واستدامة. الفكرة الأساسية وراء هذه الأنظمة، هي الاستفادة من نقاط قوة كل مصدر من مصادر الطاقة مع تخفيف القيود الفردية لكل منها، وبالتالي تعظيم الاستفادة من موارد الطاقات المتجددة. حيث تميل الطاقة الكهرومائية أن تكون أكثر وفرة خلال أوقات معينة من اليوم أو السنة، بينما تبلغ الطاقة الشمسية ذروتها خلال فترات أخرى، فمن خلال الجمع بين الطاقة الكهرومائية التقليدية والطاقة الشمسية ضمن نظام الطاقة الكهرومائية الهجينة نعظم من الإنتاجية الطاقوية. والأمر ينطبق بدوره مع طاقة الرياح وإمكانية دمجتها مع الطاقة الكهرومائية والشمسية.

وفقا للبحث الذي أجراه لي وآخرون والذي نشر في مجلة "Renewable Energy" حول وضع الأنظمة الكهروضوئية مباشرة على المسطحات المائية بما أسماه الطاقة الشمسية العائمة كنوع مستحدث للطاقة الكهرومائية الهجينة، أشار لي إلى أن الجمع بين الطاقة الكهرومائية التقليدية والطاقة الشمسية في نظام هجين يعالج مشكلة هدر الأراضي التي تواجهها المنشآت الكهروضوئية، من خلال وضع الألواح الشمسية على منصات عائمة في موقع مشترك مع البنية التحتية للطاقة الكهرومائية هذا ما يسمح باستخدام المتزامن للأراضي، أو الأسطح المائية لكل من الطاقة الكهرومائية والشمسية وبالتالي يتم تقليل الحاجة إلى أراضي إضافية لمنشآت الطاقة الشمسية مما يساعد على الحفاظ على الأراضي ويقلل من التأثير البيئي المرتبط بتحويل الأراضي لتنمية الطاقة[1].

توفر الأنظمة الهجينة حلا عمليا لمشكلة الطبيعة المتقطعة لتوليد الطاقة الكهرومائية من خلال توليد الطاقة الشمسية في ساعات النهار ليضمن ذلك إنتاج طاقة أكثر موثوقية من نظام هجين طوال اليوم.

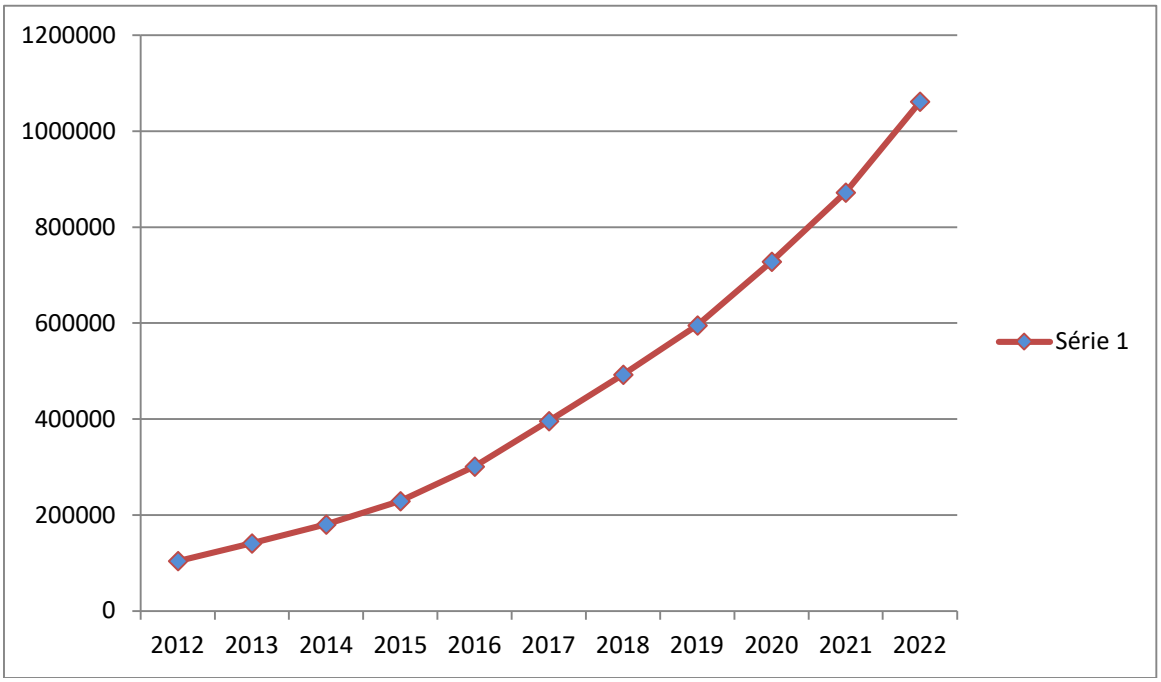
تعتبر الطاقة الكهرومائية الهجينة حلا ناجعا وفعالا لمشكلة هدر الأراضي من خلال تعظيم كفاءة استخدام الأراضي، تقليل البصمة الأرضية وتحسين إنتاج الطاقة، كما تساعد على معالجة مشكلة ندرة الأراضي وتعزيز التنمية المستدامة.

2.2.2- الطاقة الشمسية

زاد الاهتمام مؤخرا بالتلوث الهوائي ومن الحاجة على وجه الخصوص لمعرفة تأثيرات الطاقة الشمسية على تغير المناخ، وباعتبار الطاقة الشمسية واحدة من أهم الطاقات المتجددة التي تعتبر من الطاقات النظيفة حظيت باهتمام دولي كبير حول سبل تفعيل دورها في المزيج الطاقوي العالمي.

[1] Nathan Lee, et al. (2020), **Hybrid floating solar photovoltaics-hydropower systems: Benefits and global assessment of technical potential,** Renewable Energy, volume 162, p.p 1418-1422.

شكل رقم (29): تطور حجم إنتاج الطاقة الشمسية العالمية



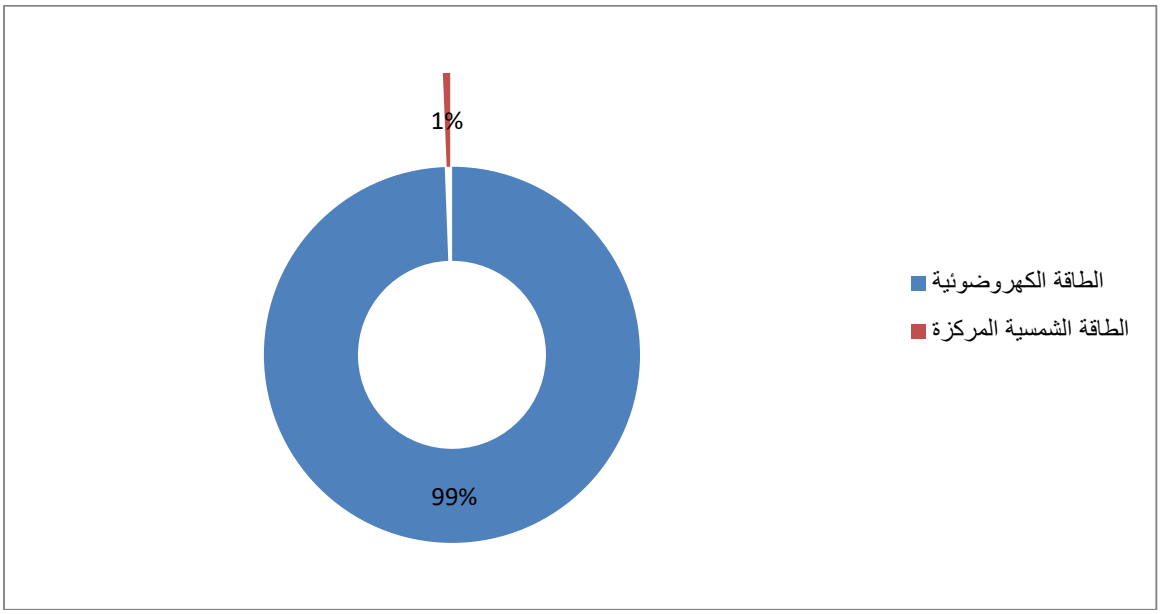
Source : IRENA (2023), **Renewable Energy statistics 2023** , International Renewable Energy Agency, available at: https://www.irena.org,(03/03/2024, 22:34).

يلاحظ من خلال الشكل السابق، زيادة مستمرة لحجم إنتاج الطاقة الشمسية خلال الفترة الزمنية الممتدة 2012-2022 حيث بلغت ذروتها سنة 2022 والمقدرة بـ 1061632 ميغاواط.

كما، شهدت تقنيات الطاقة الشمسية معدل نمو متوسط قدر بـ 26.21% طيلة الفترة المتددة 2012-2022، حيث تم تسجيل أعلى نمو لها سنة 2013 والمقدر بـ 35.57%، في حين تم تسجيل معدل نمو قدر بـ 19.83% كأدنى معدل نمو خلال فترة الدراسة. تجدر الإشارة هنا إلى أن التراجع المشهود في معدل النمو لسنة 2021 كان نتيجة لتفشي فيروس كورونا وما صاحبه من سياسات الاغلاق والإجراءات الاحترازية والتي انعكست بالسلب على أغلب القطاعات الاقتصادية ويعتبر القطاع الطاقوي من أبرز القطاعات التي تأثر بشكل كبير من جراء تفشي هذا الوباء.

إن تضاعف حجم إنتاج الطاقة الشمسية بأكثر من تسعة أضعاف من سنة 2012 إلى غاية سنة 2022 دلالة على الاهتمام البالغ الذي توليه الدول في الاستثمار في هذا القطاع، مما يدفعنا للتوقع إلا أنه وإذا ما واصلت تحقيق معدلات النمو الحالية فإنها ستصبح في ريادة الطاقات المتجددة من حيث حجم الإنتاج الطاقوي متخطية الطاقة الكهرومائية التي تحتل الصدارة حاليا.

شكل رقم (30): نسب إنتاج الطاقة الشمسية العالمية حسب التكنولوجيا المستخدمة



Source : IRENA (2023), **Renewable Energy statistics 2023** , International Renewable Energy Agency, available at: https://www.irena.org,(05/03/2024, 17:27).

بلغ إنتاج الطاقة الكهروضوئية 1055030 ميغاواط سنة 2022 بنسبة تقدر بـ 99% من إجمالي الطاقة الشمسية، بينما تم إنتاج 6602 ميغاواط من الطاقة الشمسية المركزة أي ما نسبته 1% خلال نفس السنة، وهذا ما يوضح بأن الطاقة الشمسية المركزة هي تقنية واعدة ولا تساهم إلا بشكل ضئيل للغاية في المزيج الطاقوي العالمي.

تلعب اعتبارات التكلفة دورا محوريا في تحديد جدوى تقنيات الطاقة الشمسية ومدى قدرتها التنافسية. لقد شهدت التكنولوجيا الكهروضوئية بالفعل تخفيضات كبيرة في التكلفة، مما عزز قدرتها التنافسية الاقتصادية مقارنة بالطاقة الشمسية المركزة. حيث بلغت تكاليف البناء الفعلية للطاقة الكهروضوئية 4739 دولارا أمريكيا للكيلوواط، في المقابل بلغت تكاليف البناء الفعلية 6084 دولارا أمريكيا للكيلوواط لمحطة الطاقة الشمسية المركزة[1]. وبذلك تعتبر الطاقة الكهروضوئية أقل تكلفة من الطاقة الشمسية المركزة بحوالي 1345 دولارا أمريكيا للكيلوواط، مما ساهم بانتشارها السريع على المستوى العالمي.

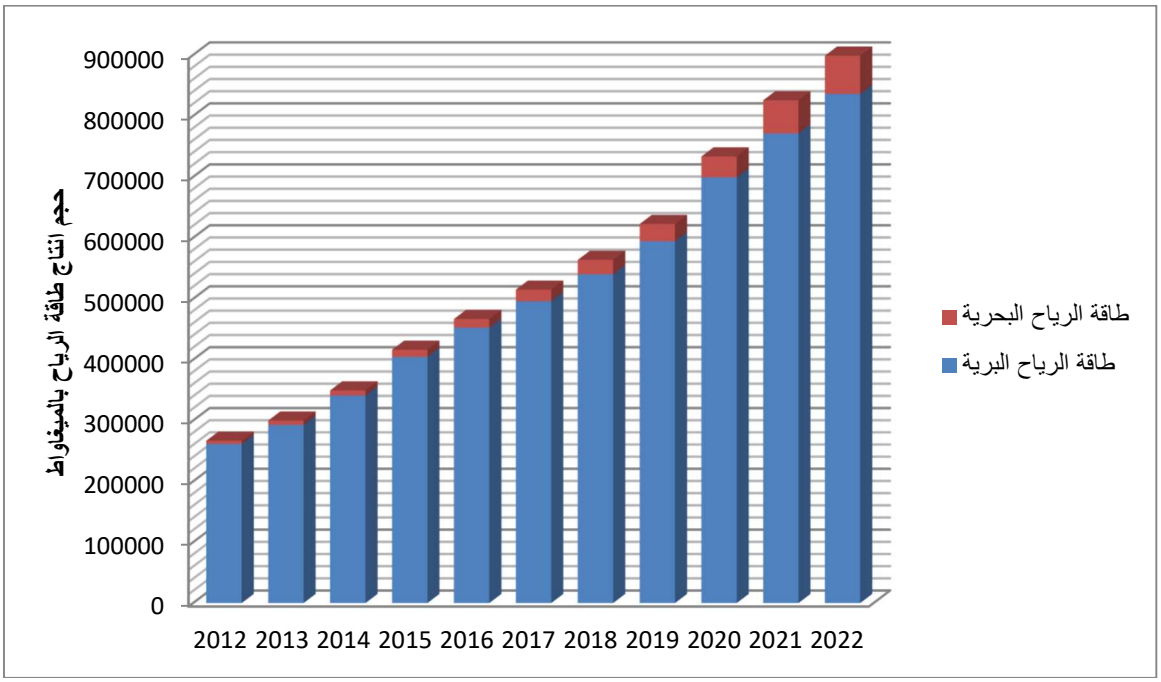
تساهم انخفاض تكاليف تركيب وصيانة البنية التحتية للطاقة الكهروضوئية مقارنة بالمنشآت الطاقة الشمسية المركزة، التي تكون أكثر تعقيدا وكثافة في رأس المال مما تتطلب مساحة كبيرة من الأرض ومكونات متخصصة لتركيز الطاقة الشمسية والتقاطها إلى تشجيع الاستثمارات في الطاقة الكهروضوئية، كما لعب توافر الموارد دورا حاسما مثل السيليكون والكادميوم والتيلوريوم والمواد الأخرى المستخدمة في إنتاج الألواح الشمسية إلى توسع الانتشار العالمي للطاقة الكهروضوئية.

[1] Alberto Boretti,(2018), **Cost and production of solar thermal and solar photovoltaics power plants in the United States**, Renewable Energy Focus, volume 26, Australia, p93.

3.2.2- طاقة الرياح:

تتصاعد الاهتمامات الدولية بإنتاج طاقة الرياح يوما بعد يوم، باعتبارها مساهم في التخفيف من حدة الاحتباس الحراري وتخفض من حجم الانبعاثات الدفيئة، وأن إحلال طاقة الرياح محل الوقود الأحفوري من شأنه أن تكون له تأثيرات كبيرة وإيجابية من حيث تخفيف من التلوث البيئي، وذلك بتوليد مستويات أقل من غازات الاحتباس الحراري التي تساهم في الاحترار العالمي.

شكل رقم (31): حجم إنتاج طاقة الرياح



Source : IRENA (2023), **Renewable Energy statistics 2023** , International Renewable Energy Agency, available at: https://www.irena.org,(15/03/2024, 10:45).

من الشكل السابق، نلاحظ أن الكهرباء العالمية شهدت في الآونة الأخيرة زيادة هائلة في توليد الطاقة من مصادر الطاقة المتجددة، وخاصة موارد الرياح. ومن ناحية أخرى، لا يبدو أن هذا النمو كاف للمساعدة على تحقيق أهداف الانبعاثات العالمية على النحو الذي حددته اتفاقية الأمم المتحدة بشأن تغير المناخ.

كان عام 2020 هو العام الذي شهد أكبر زيادة في إنتاج طاقة الرياح والبالغة 98631 ميغاواط بنسبة نمو قدرت بـ 106.75%، حيث كانت هناك زيادة بنسبة 103.67% تقريبا على الأساس السنوي طيلة الفترة الممتدة 2012-2022. ومع ذلك، يحتاج العالم إلى تعظيم إنتاج طاقة الرياح البحرية والبرية بشكل عام بمعدل متزايد للغاية على مدى العقود القليلة المقبلة من أجل البقاء على الطريق الصحيح لتحقيق الحياد الكربوني، صافي انبعاثات صفر ومواجهة أسوء آثار تغير المناخ.

مع التقدم في تقنيات تحويل طاقة الرياح، تضاعف حجم السوق العالمية لطاقة الرياح إلى أكثر من عشرة أضعاف خلال الفترة 2012-2022 ، لتصل إلى ذروتها البالغة 898856 ميغاواط سنة 2022. بالرغم من أن تقنيات الطاقة الخضراء تتمتع بإمكانيات ملحوظة لإزالة الكربون لكل ميغاواط، تشير تقارير المنظمة الدولية للطاقات المتجددة أن المعدل الحالي لتركيب طاقة الرياح لن يكون كافيا لتحقيق الحياد الكربوني بحول نهاية عام

2030. وبالتالي ينبغي لصناع القرار السياسيين والباحثين ومطوري تكنولوجيات طاقة الرياح الآن إيلاء اهتمام فوري وواسع النطاق لضمان زيادة توليد طاقة الرياح في السنوات القليلة المقبلة وبالوتيرة المطلوبة.

تتمتع مزارع الرياح البرية بشكل عام بتكاليف تركيب أولية أقل مقارنة بمزارع الرياح البحرية. حيث تتطلب بناء توربينات الرياح البحرية معدات وسفن وبنية تحتية متخصصة للتركيب، مما قد يزيد بشكل كبير من نفقات المشروع. في حين تتضمن مشاريع طاقة الرياح البرية عادة خدمات لوجستية أبسط وأوقات تركيب أقصر، مما يؤدي إلى انخفاض التكاليف الإجمالية، وهو ما يفسر تفوق إنتاجية طاقة الرياح البرية على طاقة الرياح البحرية طيلة الفترة الممتدة من سنة 2012 إلى غاية سنة 2022، فانخفاض التكاليف الأولية أكسب طاقة الرياح البرية ميزة تنافسية وعامل جذب للاستثمارت محلية كانت وحتى الأجنبية.

تعتبر طاقة الرياح البحرية أكثر كفاءة من طاقة الرياح البرية بسبب سرعة الرياح في البحر، وهذا ما يسمح لتوربينات البحرية بتوليد المزيد من الكهرباء في المتوسط مقارنة بالتوربينات البرية. إن عدم وجود عوائق مثل مباني وخصائص تضاريس يسمح للتوربينات البحرية بالتقاط طاقة رياح أعلى. وأظهر الواقع المعاش بأن أنظمة الرياح البحرية لها بصمة كربونية أعلى نسبيا مقارنة بالأنظمة البرية، فطاقة الرياح البرية بشكل عام لها تأثير بيئي أقل مقارنة بطاقة الرياح البحرية. صحيح أن للمزارع البرية تأثيرات على الحياة البرية والموائل والمناظر الطبيعية المحلية، ولكن هذه التأثيرات غالبا ما تكون أقل حدة من تلك المرتبطة بمزارع الرياح البحرية[1].

على الرغم من أن البصمات الكربونية الناجمة عن أنظمة طاقة الرياح تعتبر بشكل عام غير مهمة مقارنة بالانبعاثات الصادرة عن أنظمة الطاقة الأحفورية، بل يعتقد أنها أقل من البصمات الكربونية التي يمكن أن تخلفها أنظمة الطاقة الشمسية. إلا أنه لا يزال من المهم اتباع تقنيات مستحدثة وقوية من أجل التخفيف أكثر فأكثر من انبعاثات الغازات الدفيئة الناجمة عن الإنتاج الطاقوي.

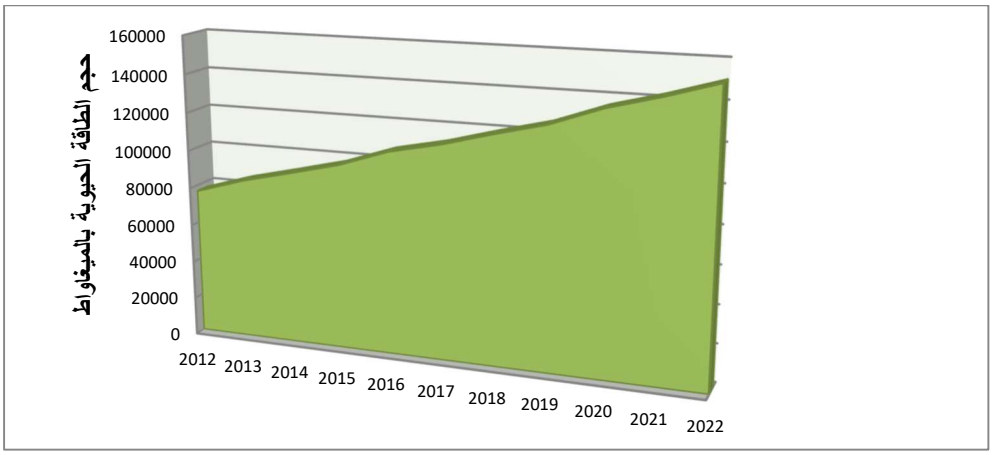
وأشارت أحدث الأبحاث، إلا أن الطاقة التي يمكن استخراجها من موارد الرياح البرية والبحرية تعادل أكثر من 35% من الطلب العالمي للطاقة، في حين أنها لا تزال تساهم بنحو 6% فقط من إنتاج الكهرباء على المستوى العالمي، وهذا ما يجعل لطاقة الرياح آفاق لتتعاظم أكثر من ستة أضعاف عن مستوياتها الحالية خلال السنوات القادمة.

4.2.2- الطاقة الحيوية

عرفت الطاقات الحيوية اهتماما واسعا من قبل مختلف الدول وكذا الهيئات العالمية خاصة منها تلك التي أخذت على عاتقها الاهتمام بالطاقات المتجددة، حيث يلاحظ تزايد في حجم اعتماد مثل هذه الطاقات عبر العالم وفق ما يبينه الشكل الموالي:

[1] Belachew Desalegn et al.(2023), **Onshore versus offshore wind power trends and recent study practices in modeling of wind turbines' life-cycle impact assessments**, Cleaner Engineering and Technology, volume 17, p2.

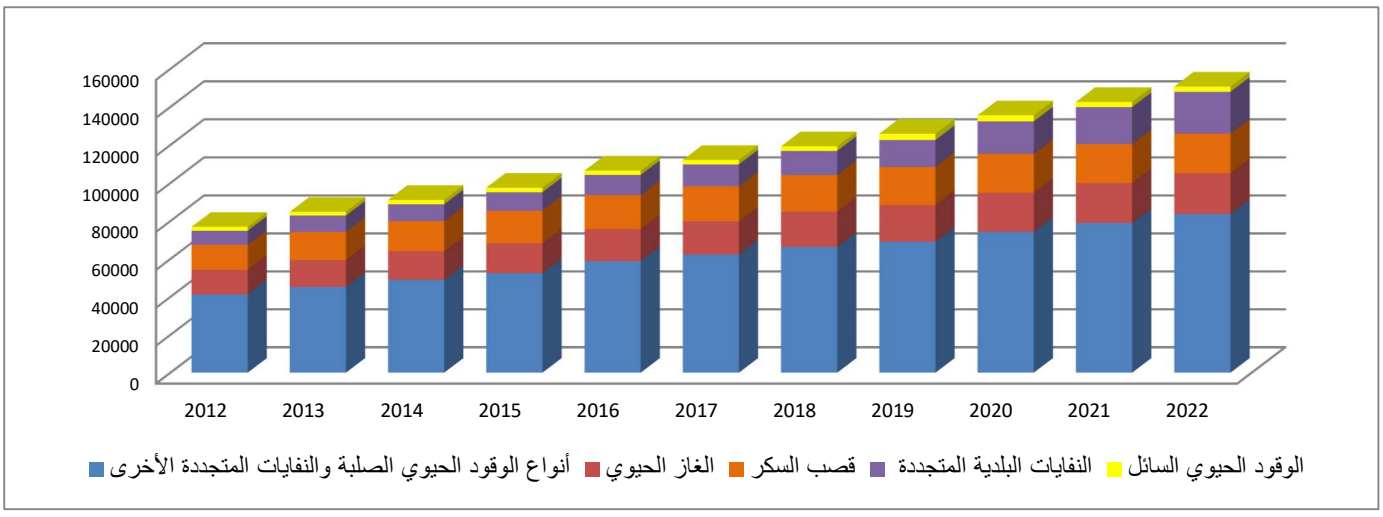
شكل رقم (32): تطور حجم الطاقة الحيوية العالمية



Source : IRENA (2023), **Renewable Energy statistics 2023** , International Renewable Energy Agency, available at: https://www.irena.org,(28/03/2024, 12:05).

لوحظ ارتفاع مستمر ومحسوس في حجم الطاقة الحيوية العالمية خلال الفترة الممتدة من 2012 إلى 2022 حيث بلغت نسبة الارتفاع 95.88% خلال هذه الفترة من 76919 ميغاواط سنة 2012 لتصل 150671 ميغاواط سنة 2022. تقسم الطاقة الحيوية إلى أنوع خمسة أساسية وفق ما يلخصه الشكل الموالي:

شكل رقم (33): تطور حجم الطاقة الحيوية العالمية حسب أنواعها



Source : IRENA (2023), **Renewable Energy statistics 2023** , International Renewable Energy Agency, available at: https://www.irena.org,(02/04/2024, 13:22).

انطلاقا من الشكل السابق يتضح الآتي:

– **الغاز الحيوي:** لوحظ ارتفاع مستمر ومحسوس في الغاز الحيوي خلال الفترة الممتدة من 2012 إلى 2022، حيث بلغت نسبة الارتفاع 63.84% خلال هذه الفترة من 13130 ميغاواط سنة 2012 لتصل إلى 21512 ميغاواط سنة 2022.

– **الوقود الحيوي من قصب السكر:** هو بدوره شهد ارتفاعا محسوسا خلال الفترة 2012-2022، حيث بلغت نسبة ارتفاعه 58.99% أين ارتفع من 13072 ميغاواط سنة 2012 إلى 20783 ميغاواط سنة 2022.

– **النفايات البلدية المتجددة:** استمرت بالارتفاع خلال الفترة 2012-2022 لتصل إلى 21994 ميغاواط سنة 2022 بحجم زيادة بلغ 14592 ميغاواط وبنسبة نمو بلغت 197.14%.

– **الوقود الحيوي السائل:** شهد حجم الوقود الحيوي السائل تذبذبا بين الارتفاع والانخفاض خلال الفترة 2012-2022، عموما بلغت نسبة نموه 32.67% حيث ارتفع من 2066 ميغاواط سنة 2012 ليصل إلى 2741 ميغاواط سنة 2022.

– **أنواع الوقود الحيوي الصلبة والنفايات المتجددة الأخرى:** لوحظ ارتفاع مستمر ومحسوس في حجم أنواع الوقود الحيوي الصلب الأخرى خلال الفترة الممتدة من 2012 إلى 2022 حيث بلغت نسبة الارتفاع 102.77% خلال هذه الفترة من 41249 ميغاواط سنة 2012 لتصل 83641 ميغاواط سنة 2022.

انطلاقا من النتائج السابقة، يتضح أن نسبة الزيادة في حجم الطاقة الحيوية المتمثلة في النفايات البلدية المتجددة هي الأسرع نموا خلال الفترة 2012-2022 إذا ما قورنت بالأنواع الأخرى للطاقة الحيوية، الأمر الذي يدفعنا لتوقع تسجيل نمو كبير للطاقة الحيوية المتمثلة في نفايات البلدية المتجددة خلال السنوات القليلة القادمة، حيث من ممكن جدا أن تعتلي ريادة أنواع الطاقات الحيوية إذا ما استمر الوضع على حاله.

II – عرض وتحليل بيانات دراسة

سنتناول بداية التعريف بميدان الدراسة، الأساليب الإحصائية المستخدمة في تحليل البيانات المتعلقة بالدول محل الدراسة. بالإضافة إلى عرض وتحليل البيانات المتوصل، وبعد تحليل كل جزء وإجراء الاختبارات المناسبة يتم اختبار الفرضية المتعلقة بها.

1–التعريف بميدان الدراسة التطبيقية والأساليب المستخدمة في تحليل البيانات

1.1. التعريف بميدان الدراسة التطبيقية

شمل مجال الدراسة بعض الدول النفطية وغير النفطية على مستوى العالم، والتي بلغ عددها 16 دولة وذلك أخذا بعين الاعتبار الإجراءات الآتية:

– تم التركيز على الدول الأكثر إنبعاثات لتكون محل الدراسة (الملحق رقم 1)، نظرا لحجمها واعتبارها دولا لها وزنها الاستراتيجي والاقليمي، ونظرا لإسهامها في الاقتصاد الدولي باعتبارها دولا رائدة في كافة القطاعات الاقتصادية.

– الحصول على بيانات الدراسة الخاصة بمتغيرات البحث (الملحق رقم 1) من المنظمة الدولية للطاقات المتجددة IRENA؛

– تم الاعتماد على سلسلة زمنية تمتد من سنة 2010 إلى غاية سنة 2022، تم استبعاد سنة 2023 بسبب صعوبة الحصول على البيانات الخاصة بها في بعض الدول.

2.1. الأساليب المستخدمة في تحليل البيانات

تم الاعتماد على الأساليب الإحصائية المناسبة لتحليل البيانات باستخدام البرنامج الإحصائي Eviews وبرنامج EXCEL، واختيار الأساليب الملائمة في التحليل التي تعتمد على نوعية البيانات المراد تحليلها. وتم الاعتماد على نماذج بانل Panel Models لاختبار الفرضيات لأن دراستنا تعتمد على السلاسل الزمنية المقطعية، ويستخدم هذا النموذج لتقدير معلمات معادلات الانحدار لأنها الأكثر توافقا مع معطيات بحثنا. مما يضمن الدقة والموثوقية في اختبار الفرضيات. وتوجد عدة تسميات لبيانات البانل فقد تسمى بالبيانات المدمجة والتي تشتمل على أعداد كبيرة من المفردات، كما قد تسمى أيضا بيانات الطويلة"Longitudinal Data"، الميزة الأساسية لهذا النوع من البيانات هي أنها تسمح بدراسة التغيرات والتطورات التي تحدث لنفس الوحدات مع مرور الزمن.

2-أهمية استخدام نماذج البانل وأنواعها

1.2. أهمية استخدام نماذج البانل:

وترجع أهمية استخدام هذه النماذج إلى الآتي[1]:

- تدمج بين البيانات المقطعية والوقت، فتدرس بذلك الظاهرة لعدد من الشركات أو الدول خلال فترة زمنية معينة.
- الأخذ بعين الاعتبار تأثير الخصائص غير المشاهدة للأفراد على سلوكياتهم: كتأثير الخصائص الإجتماعية، السياسة أو الدينية للبلدان على الأداء الاقتصادي.
- تسمح بيانات نماذج البانل بدراسة الاختلافات والفوارق في السلوك بين الأفراد.
- تؤثر بيانات نماذج البانل على دقة المقدرات لأنها تتميز بعدد أكبر من درجات الحرية.
- توفر نتائج نماذج البانل على الإطار الملائم لتطور تقنيات التقدير والنتائج النظرية.
- تخفف نماذج البانل من مشكلة التعدد الخطي (Multicollinearity).

2.2. أنواع بيانات نماذج البانل:

تأتي نماذج بيانات البانل في ثلاثة أشكال رئيسية هي نموذج الانحدار التجميعي، نموذج التأثيرات الثابتة ونموذج التأثيرات العشوائية.

[1] بداوي شهيناز (2015)، **تأثير أنظمة سعر الصرف على النمو الاقتصادي في الدول النامية – دراسة قياسية بإستخدام بيانات البانل لعينة من 18 دولة نامية (2014-2015)**، أطروحة دكتوراه مقدمة لنيل شهادة الدكتوراه، كلية العلوم الاقتصادية التجارية وعلوم التسيير، جامعة تلمسان، الجزائر،2015، ص 201-202.

1.2.2- نموذج الإنحدار التجميعي (PRM) Pooled Regression Model:

لتكن لدينا N فرد ($i=1,\dots,N$) خلال فترة زمنية T ($t=1,\dots,T$)، بعدد مشاهدات إجمالي يقدر بـ $n=N\times T$. هنا النموذج يعطي بالمعادلة الآتية:

$$y_{it} = a_{(0)} + a_i' x_{it} + \varepsilon_{it}$$

حيث:

لدينا:

- y_{it}: المتغير التابع الملاحظ للفرد i خلال الفترة t.
- x_{it}: المتغير المفسر الملاحظ للفرد i خلال الفترة t.
- a_0: الحد الثابت للفرد.
- a_i: المعامل الذي يتغير به المتغير التابع إذا ما تغير المتغير المستقل بدرجة واحدة.
- ε_{it}: الخطأ العشوائي.

2.2.2- نموذج التأثيرات الثابتة Fixed Effets Model (FEM):

الهدف من نموذج التأثيرات الثابتة هو معرفة سلوك كل مجموعة بيانات مقطعية على حدة من خلال جعل معلمة القطع $a_{(0)}$ تتفاوت من مجموعة إلى أخرى. مع بقاء معاملات الميل a' ثابتة لكل مجموعة بيانات مقطعية (حالة عدم التجانس في التباين بين المجاميع)[1]. و يعطى وفق الصيغة الآتية:

$$y_i = a_{(0)i} + a' x_{it} + \varepsilon_{it}$$

ليكون بذلك هناك اختلاف في العنصر الثابت تبعا لاختلاف البيانات المقطعية المتاحة. بمعنى أن مصطلح التأثيرات الثابتة يعبر عن المعلمة $a_{(0)}$ لكل مجموعة بيانات مقطعية التي لا تتغير خلال الزمن وإنما يكون التغير فقط في مجاميع البيانات المقطعية. ولغرض تقدير معلمات النموذج في المعادلة السابقة والسماح لمعلمة القطع $a_{(0)}$ بالتغير بين المجاميع المقطعية عادة ما نستخدم متغيرات وهمية تقدر بـ (N-1) لكي نتجنب حالة التعددية الخطية التامة، ثم تستخدم طريقة المربعات الصغرى الإعتيادية. ويطلق على نموذج التأثيرات الثابتة مصطلح نموذج المربعات الصغرى للمتغيرات الوهمية[2].

3.2.2- نموذج التأثيرات العشوائية Random Effects Model (REM):

يمتاز نموذج التأثيرات العشوائية عن الثابتة في الحد العشوائي، حيث يعتبر نموذج التأثيرات العشوائية أن الحد العشوائي مركب من مكونات تختلف بحسب البيانات المقطعية المتاحة مما يجعل منه عشوائيا، ليكون بذلك أشمل من نموذج التأثيرات الثابتة. يعطى حد الخطأ في هذه الحالة وفق الآتي:

---

[1] رتيعة محمد(2014)، **استخدام بيانات نماذج البانل في تقدير دالة النمو الاقتصادي في الدول العربية**، المجلة الجزائرية للاقتصاد والمالية، العدد2، سبتمبر 2014، جامعة المدية، الجزائر، ص 155.

[2] **المرجع نفسه**.

$$\varepsilon_{it} = a_{(0)i} + \lambda_t + \upsilon_{it}$$

حيث يمثل $a_{(0)i}$ التأثيرات الفردية العشوائية ويمثل λ_t التأثيرات الزمنية، في حين يمثل υ_{it} ما تبقى من أخطاء لم تؤخذ بعين الاعتبار. يعطى بذلك نموذج التأثيرات العشوائية وفق الآتي:

$$y_{it} = a_0 + a' x_{it} + \underbrace{a_{(0)i} + \lambda_t + \upsilon_{it}}_{\varepsilon_{it}}$$

مع ملاحظة أنه في حالة نموذج التأثيرات العشوائية يكون العنصر الثابت ثابتا والعناصر العشوائية تستمد من الخطأ العشوائي. يتم التمييز بين نموذج التأثيرات الثابتة ونموذج التأثيرات العشوائية استنادا إلى اختبار Haussman، حيث أنه إذا كان الاختبار دالا من الناحية الإحصائية اعتبر نموذج التأثيرات الثابتة الأكثر ملاءمة لتحليل المعطيات والعكس.

3-اختبارات تحديد النموذج الملائم

توجد ثلاثة اختبارات أساسية لتحديد النموذج الملائم، يمكن تناولها في الآتي[1]:

1.3. اختبار إحصائية فيشر (Fisher):

يعتمد اختبار فيشر على الاختلاف الجوهري بين نموذج الانحدار التجميعي (PME) ونموذج التأثيرات الثابتة (FEM)، وتصاغ فيه الفرضيتان الآتيتين:

H_0: نموذج الانحدار التجميعي مناسب.

H_1: نموذج التأثير الثابت مناسب.

ويتخذ القرار بناء على الآتي:

- قيمة إحصائية F المحسوبة أكبر من قيمة إحصائية F الجدولية، بمعنى قيمة p-value معنوية أي أقل من مستوى المعنوية المحدد α ، فإنه يتم رفض فرض العدم H_0 نموذج الانحدار التجميعي هو المناسب، وقبول الفرض البديل H_1 نموذج التأثير الثابت هو المناسب.
- قيمة إحصائية F المحسوبة أقل من قيمة إحصائية F الجدولية، بمعنى قيمة p-value غير معنوية أي أكبر من مستوى المعنوية المحدد α ، فإنه يتم قبول فرض العدم H_0 نموذج الانحدار التجميعي هو المناسب، ورفض الفرض البديل H_1 نموذج التأثير الثابت هو المناسب .

ويمكن كذلك إستخدام اختبار Chow للمفاضلة بين نموذج الإنحدار التجميعي ونموذج التأثيرات الثابتة.

[1] صفاء عبد الله معطي، محمد أحمد سالم بلحويصيل(2019)، **استخدام تحليل بيانات البانل في نمذجة علاقة تقلبات متغيرات التجارة الخارجية بالنمو الاقتصادي في اليمن للفترة (2006-2013)**، مجلة الريان للعلوم الإنسانية والتطبيقية، المجلد الثاني، العدد1، اليمن ، ص.ص 275-277.

2.3. اختبار هوسمان (Housman):

- يعتمد اختبار هوسمان على الاختلاف الجوهري بين نموذج التأثيرات الثابت (FEM)، ونموذج التأثيرات العشوائية (REM). ومن أجل تحديد أي من النموذجين يعتبر أكثر ملاءمة للدراسة يجب صياغة الفرضيتين الآتيتين:

H_0: نموذج التأثيرات العشوائية مناسب

H_1: نموذج التأثير الثابت مناسب

ويتخذ القرار بناء على الآتي:

- إذا كانت قيمة p-value معنوية أي أقل من مستوى المعنوية المحدد α ، فإنه يتم رفض فرض العدم H_0 نموذج التأثيرات العشوائية هو النموذج المناسب، وقبول الفرض البديل H_1 نموذج التأثير الثابت هو النموذج المناسب، ويتم استخدام طريقة المربعات الصغرى المعممة (GLS) في التقدير.
- إذا كانت قيمة p-value غير معنوية أي أكبر من مستوى المعنوية المحدد α ، فإنه يتم قبول فرض العدم H_0 نموذج التأثيرات العشوائية هو النموذج المناسب، ورفض الفرض البديل H_1 نموذج التأثير الثابت هو النموذج المناسب، ويتم استخدام طريقة المربعات الصغرى العادية (OLS) في التقدير.
-

3.3. اختبار والد Wald:

يتحقق اختبار والد Wald من ما إذا كانت معاملات المتغيرات الصورية الخاصة بنموذج التأثيرات الثابتة مساوية للصفر كفرضية أولية. وللتأكد من ذلك يتم صياغة الفرضيتين الآتيتين:

H_0: نموذج الانحدار التجميعي بحيث جميع المتغيرات الصورية $H_0 : \exists\ Di = 0$.

H_1: نموذج التأثيرات الثابتة بحيث جميع المتغيرات الصورية $H_1 : \exists\ Di \neq 0$.

ويتخذ القرار بناء على الآتي:

- القيمة الاحتمالية لإحصاء F – statistic أكبر من مستوى المعنوية المحدد α، فإنه يتم قبول فرض العدم الذي ينص على أنه نموذج الإنحدار التجميعي هو المناسب لأن جميع المتغيرات الصورية تساوي الصفر. ونرفض الفرض البديل الذي ينص على أنه نموذج التأثيرات الثابتة هو النموذج المناسب (يفسره كذلك إحصاء Chi-square).
- القيمة الاحتمالية لإحصاء F-statistic أقل من مستوى المعنوية المحدد α، فإنه يتم رفض فرض العدم الذي ينص على أنه نموذج الإنحدار التجميعي هو المناسب لأن جميع المتغيرات الصورية تساوي الصفر. وقبول الفرض البديل الذي ينص على أنه نموذج التأثيرات الثابتة هو النموذج المناسب (يفسره كذلك إحصاء Chi-square).

III- دراسة إستقرارية متغيرات الدراسة واختبار الفرضيات

1- دراسة إستقرارية متغيرات الدراسة: (Stationarity of Variables)

استقرارية المتغيرات تعني أن المتوسط والتباين والتغاير عبر الزمن لا تتغير بمرور الوقت، مما يعني أن السلسلة الزمنية لا تحتوي على جذر وحدة، وبالتالي يمكن استخدامها في النماذج الإحصائية والاقتصادية دون مشاكل التحليل الزائف(Spurious Regression) .

إذا كانت السلسلة الزمنية غير مستقرة (تحتوي على جذر وحدة)، فإنها تتطلب أخذ الفروق (Difference) حتى تصبح مستقرة (Stationary). لذلك، يستخدم اختبار جذر الوحدة لتحديد ما إذا كان المتغير مستقرا عند المستوى (I_0) أو بعد أخذ الفروق مثل (I_1) أو أكثر.

الفرضيات العامة لهذه الاختبارات:

- **الفرضية الصفرية :(H_0)** تحتوي السلسلة الزمنية على جذر وحدة أي أن المتغير **غير مستقر**.
- **الفرضية البديلة :(H_1)** السلسلة الزمنية لا تحتوي على جذر وحدة أي أن المتغير **مستقر**.

يتم اتخاذ القرار بناءا على القيمة الاحتمالية (Prob) التي يتم الحصول عليها من الاختبار .

إذا كانت Prob<0.05، في هذه الحالة، نرفض الفرضية الصفرية (H_0) ونقبل الفرضية البديلة (H_1)، مما يشير إلى أن المتغير مستقر لا يحتوي على جذر وحدة.

لاختبار مدى استقرارية متغيرات الدراسة وتحديد درجة تكاملها، سيتم استخدام أهم الاختبارات المعدة لهذا الغرض وأهمها: اختبار ديكي فولر المعزز –فيشر (ADF-Fisher) Augmented Dickey Fuller ، اختبار فيليبس بيرون – فيشر (PP-Fisher) Phillips-Perron Fisher ، اختبار ليفين – لين وتشو (LLC) Levin, Lin & Chu.[1]

1.1- اختبارات جذر الوحدة لاستقرارية بيانات البانل (Panel Unit Root Test):

1.1.1- دراسة استقرارية بيانات المتغير التابع (GHG) باستخدام اختبارات جذر الوحدة

في النماذج الاقتصادية والبيئية، يعد تحليل استقرارية البيانات أمرا أساسيا لفهم طبيعة العلاقات بين المتغيرات بمرور الزمن. في هذا السياق، تتطلب دراسة انبعاثات الغازات الدفيئة (GHG) فحص مدى استقرار بياناتها

[1] جهيزة بلهاشمي (2023)، **تعزيز رقمنة تكنولوجيا الخدمات المالية في ظل الأزمة الصحية الأخيرة ودورها في الرفع من مؤشر الشمول المالي في دول MENA – دراسة قياسية باستخدام بيانات بانل ARDL للفترة الممتدة من 2004 إلى 2021، مجلة اقتصاديات الأعمال والتجارة**، المجلد 08، العدد 02، الجزائر، ص62.

الزمنية قبل استخدامها في النمذجة والتنبؤ. الاستقرارية تعني أن متوسط وتباين السلسلة الزمنية لا يتغيران مع الزمن، مما يضمن عدم حدوث تحولات هيكلية تؤدي إلى استنتاجات مضللة عند تحليل العلاقة بين GHG والعوامل الاقتصادية أو البيئية الأخرى.

جدول رقم (21): نتائج اختبار جذر الوحدة لاستقرارية بيانات البانل للانبعاثات الدفيئة Panel Unit Root Test

المتغير	الاختبار	احصائية الاختبار	قيمة الاحتمالية	النتيجة
GHG	ADF-Fisher	96.7497	0.0000	(رفضHo) مستقرة
	PP-Fisher	135.977	0.0000	(رفضHo) مستقرة
	Levin, Lin & Chu	-2.3608	0.0091	(رفضHo) مستقرة
	عند المستوي Level (I0)			

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews.

طبّقت ثلاثة اختبارات مختلفة لجذر الوحدة: اختبار ADF–Fisher (الإحصائية: 96.7497، القيمة الاحتمالية: 0.0000)، اختبار PP–Fisher (الإحصائية: 135.977، القيمة الاحتمالية: 0.0000)، اختبار Levin, Lin & Chu (الإحصائية: 2.3608-، القيمة الاحتمالية: 0.0091).

أظهرت جميع الاختبارات الثلاثة دليلا قويا على استقرار السلسلة الزمنية، حيث أن قيمها الاحتمالية أقل من مستوى الدلالة (0.01) ، مما يشير إلى دلالة إحصائية عند مستوى 1%.

يشير رفض الفرضية الصفرية في جميع الاختبارات إلى أن بيانات غازات الاحتباس الحراري (GHG) لا تحتوي على جذر وحدة، مما يعني أنها مستقرة بمرور الوقت ولا تتطلب فرقا لتحقيق الثبات.

بما أن الثبات ضروري لتحليل الانحدار والتنبؤ الموثوق، فإن هذه النتيجة تؤكد إمكانية استخدام مستويات غازات الاحتباس الحراري مباشرة في النمذجة الاقتصادية القياسية دون الحاجة إلى تحويل.

تشير النتائج إلى عدم وجود اتجاهات أو جذور وحدوية ذات دلالة إحصائية في بيانات غازات الاحتباس الحراري، مما يعني أن صدمات الانبعاثات قد تكون مؤقتة وليست مستمرة مع مرور الوقت.

تؤكد نتائج اختبار جذر الوحدة اللوحيّة أن انبعاثات غازات الاحتباس الحراري مستقرة عند المستوى **(I_0)**، مما يجعلها مناسبة لمزيد من التحليل الاقتصادي القياسي كما يمكننا من إجراء التحليلات الإحصائية دون القلق بشأن الانحدار الزائف. ويشير هذا إلى أن تدخلات السياسات والعوامل الخارجية المؤثرة على انبعاثات غازات الاحتباس الحراري قد يكون لها آثار قصيرة المدى، وليس تغيرات مستمرة طويلة المدى.

2.1.1- دراسة استقرارية بيانات الطاقة الكهرومائية (hydro) باستخدام اختبارات جذر الوحدة

سيتم إجراء اختبارات جذر الوحدة لتحديد ما إذا كانت السلاسل الزمنية لبيانات الطاقة الكهرومائية (hydro) تتسم بالاستقرارية، الأمر الذي يؤدي إلى استنتاجات دقيقة وموضوعية مبنية على نماذج دقيقة ومستقرة .

جدول رقم (22): نتائج اختبار جذر الوحدة لاستقرارية بيانات البانل للطاقة الكهرومائية Panel Unit Root Test

المتغير	الاختبار	احصائية الاختبار	قيمة الاحتمالية	النتيجة
hydro	ADF-Fisher	56.3183	0.005	(رفضHo) مستقرة
	PP-Fisher	81.9192	0.0000	(رفضHo) مستقرة
	Levin, Lin & Chu	-3.8699	0.0001	(رفضHo) مستقرة
	عند المستوي (I0) Level			

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews.

تشير جميع الاختبارات الثلاثة (ADF-Fisher، وPP-Fisher، Levin, Lin & Chu) إلى استقرار متغير الطاقة الكهرومائية لأن قيمها الاحتمالية أقل بكثير من مستوى الدلالة (0.01).

هذا يعني أن بيانات الطاقة الكهرومائية لا تحتوي على جذر وحدة، مما يؤكد استقرار السلسلة بمرور الوقت وعدم الحاجة إلى التفاضل لتحقيق الثبات.

ونظرا لأهمية البيانات المستقرة في نمذجة الانحدار والتنبؤ، فإن هذه النتائج تعني أنه يمكن استخدام بيانات الطاقة الكهرومائية مباشرة في النماذج الاقتصادية القياسية دون الحاجة إلى تحويلات إضافية.

ويشير ثبات الطاقة الكهرومائية عند المستوى **(I_0)** إلى أن أي صدمات في استهلاك الطاقة الكهرومائية تكون مؤقتة على الأرجح ولا تستمر على المدى الطويل.

تؤكد النتائج أن الطاقة الكهرومائية مستقرة، مما يجعلها مناسبة لمزيد من التحليل الاقتصادي القياسي. ويشير الثبات إلى أن اتجاهات الطاقة الكهرومائية تظل مستقرة بمرور الوقت، وأن أي انحرافات هي اتجاهات قصيرة الأجل وليست طويلة الأجل. ويمكن أن يكون هذا الثبات مفيدا لصانعي السياسات والباحثين الذين يحللون دور الطاقة الكهرومائية في النماذج الاقتصادية والبيئية.

3.1.1-دراسة استقرارية بيانات طاقة الرياح (Wind) باستخدام اختبارات جذر الوحدة

رغبة منا لتقييم استقرارية السلاسل الزمنية لبيانات طاقة الرياح (Wind) يتم إجراء اختبارات جذر الوحدة، بهدف التأكد دقة النماذج الإحصائية المستندة إليها ويعزز موثوقية الاستنتاجات المستخلصة.

جدول رقم (23): نتائج اختبار جذر الوحدة لاستقرارية بيانات البانل لطاقة الرياح Panel Unit Root Test

المتغير	الاختبار	احصائية الاختبار	قيمة الاحتمالية	النتيجة
Wind	ADF-Fisher	14.3876	0.9928	(قبول Ho) غير مستقرة
	PP-Fisher	16.0096	0.9837	(قبول Ho) غير مستقرة
	Levin, Lin & Chu	6.3559	1.0000	(قبول Ho) غير مستقرة
	عند المستوي Level (I_0)			
D Wind	ADF-Fisher	70.0768	0.0000	(رفضHo) مستقرة
	PP-Fisher	96.5442	0.0000	(رفضHo) مستقرة
	Levin, Lin & Chu	-4.3304	0.0000	(رفضHo) مستقرة
	عند الفرق الأول First Différence (I_1)			

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews.

تشير نتائج ثلاثة اختبارات جذر الوحدة لتحديد مدى استقرارية بيانات طاقة الرياح، إلى النتاج التالية : اختبار ADF-Fisher بقيمة إحصائية 14.3876 وقيمة احتمالية 0.9928، اختبار PP-Fisher بقيمة إحصائية 16.0096 وقيمة احتمالية 0.9837، واختبار Levin, Lin & Chu بقيمة إحصائية 6.3559 وقيمة احتمالية 1.0000. تشير النتائج إلى أن جميع الاختبارات تؤكد عدم استقرار السلسلة الزمنية عند المستوى**(I_0)** ، حيث إن القيم الاحتمالية لكل الاختبارات تتجاوز مستوى الدلالة **(0.05)**، مما يعني عدم وجود دلالة إحصائية عند مستوى 5%. بناءا على ذلك، يتم قبول الفرضية الصفرية **(H_0)** التي تفترض وجود جذر وحدة، مما يدل على أن بيانات طاقة الرياح غير مستقرة بمرور الوقت عند المستوى **(I_0)**، وبالتالي تتطلب تحويلا إضافيا لتحقيق الاستقرارية.

على النقيض، عند حساب الفرق الأول **(I_1)**، أظهرت نتائج الاختبارات ما يلي:

اختبار ADF-Fisher بقيمة إحصائية 70.0768 وقيمة احتمالية 0.0000، اختبار PP-Fisher بقيمة إحصائية 96.5442 وقيمة احتمالية 0.0000، واختبار Levin, Lin & Chu بقيمة إحصائية 4.3304- وقيمة احتمالية 0.0000.

تشير هذه النتائج إلى أن السلسلة الزمنية لطاقة الرياح تصبح مستقرة عند الفرق الأول **(I_1)**، حيث إن القيم الاحتمالية لجميع الاختبارات أقل من مستوى الدلالة **(0.05)**، مما يدل على دلالة إحصائية عند مستوى 5%. ونتيجة لذلك، يتم رفض الفرضية الصفرية **(H_0)**، مما يشير إلى أن بيانات طاقة الرياح بعد أخذ الفرق الأول لا تحتوي على جذر وحدة وأصبحت مستقرة.

بناءا على ما سبق، فإن أخذ الفرق الأول **(I_1)** أزال عدم الاستقرارية في البيانات، مما يجعل المتغير D(Solar) مناسبا للتحليل الاقتصادي القياسي. وبالتالي، يُنصح باستخدام البيانات بعد تحويلها بالفرق الأول عند إجراء النمذجة الاقتصادية لضمان استيفائها للافتراضات الإحصائية المطلوبة في التحليل القياسي.

4.1.1-دراسة استقرارية بيانات الطاقة الشمسية (Solar) باستخدام اختبارات جذر الوحدة

سيتم إجراء اختبارات جذر الوحدة لتحديد ما إذا كانت السلاسل الزمنية لبيانات الطاقة الشمسية (Solar) تتسم بالاستقرارية، الأمر الذي يؤدي إلى استنتاجات دقيقة وموضوعية مبنية على نماذج دقيقة ومستقرة .

جدول رقم (24): نتائج اختبار جذر الوحدة لاستقرارية بيانات البانل للطاقة الشمسية Panel Unit Root Test

المتغير	الاختبار	احصائية الاختبار	قيمة الاحتمالية	النتيجة
Solar	ADF-Fisher	23.9633	0.8457	(قبول Ho) غير مستقرة
	PP-Fisher	17.3366	0.9837	(قبول Ho) غير مستقرة
	Levin, Lin & Chu	-0.2950	0.3840	(قبول Ho) غير مستقرة
	عند المستوي Level (I_0)			
D Solar	ADF-Fisher	71.4943	0.0001	(رفضHo) مستقرة
	PP-Fisher	51.2231	0.0169	(رفضHo) مستقرة
	Levin, Lin & Chu	-16.0371	0.0000	(رفضHo) مستقرة
	عند الفرق الأول First Différence (I_1)			

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews.

يستعرض هذا الجدول نتائج ثلاثة اختبارات جذر الوحدة: اختبار ADF-Fisher (الإحصائية: 23.9633، القيمة الاحتمالية: 0.8457)، اختبار PP-Fisher (الإحصائية: 17.3366، القيمة الاحتمالية: 0.9837)، اختبار Levin, Lin & Chu (الإحصائية: 0.2950-، القيمة الاحتمالية: 0.3840).

أظهرت جميع الاختبارات الثلاثة على عدم استقرار السلسلة الزمنية، حيث أن قيمها الاحتمالية أكبر من مستوى الدلالة (0.05) ، مما يشير إلى عدم دلالة إحصائية عند مستوى 5%.

يتم قبول الفرضية الصفرية (H_0) في جميع الاختبارات السابقة مما يشير إلى أن بيانات الطاقة الشمسية (Solar) تحتوي على جذر وحدة، مما يعني أنها غير مستقرة بمرور الوقت عند المستوى (I_0) وتتطلب فرقا لتحقيق الثبات.

في حين أظهرت نتائج الاختبارات عند مستوى الفرق الأول (I_1) لتحديد استقرارية السلسلة الزمنية للمتغير الطاقة الشمسية النتائج التالية: اختبار ADF-Fisher (الإحصائية: 71.4943، القيمة الاحتمالية: 0.0001)، اختبار PP-Fisher (الإحصائية: 51.2231، القيمة الاحتمالية: 0.0169)، اختبار Levin, Lin & Chu (الإحصائية: 16.0371-، القيمة الاحتمالية: 0.0000) .

أظهرت جميع الاختبارات الثلاثة على استقرار السلسلة الزمنية للطاقة الشمسية عند مستوى الفرق الأول (**I_1**) ، حيث أن قيمها الاحتمالية أصغر من مستوى الدلالة (0.05) ، مما يشير إلى دلالة إحصائية عند مستوى 5%. ومنه يتم رفض الفرضية الصفرية (H_0) مما يشير إلى أن بيانات الطاقة الشمسية (Solar) لا تحتوي على جذر وحدة.

بعد أخذ الفرق الأول (**I_1**)، يصبح متغير D(Solar) مستقرا، هذا يعني أن أخذ الفرق الأول قد أزال الاتجاه عدم استقرارية البيانات، مما يجعلها مناسبة للتحليل الاقتصادي القياسي.

5.1.1-دراسة استقرارية بيانات الطاقات المتجددة الأخرى(Other energies) باستخدام اختبارات جذر الوحدة

سيتم إجراء اختبارات جذر الوحدة لتحديد ما إذا كانت السلاسل الزمنية لبيانات الطاقات المتجددة الأخرى(Other energies) تتسم بالاستقرارية، الأمر الذي يؤدي إلى استنتاجات دقيقة وموضوعية مبنية على نماذج دقيقة ومستقرة .

جدول رقم (25): نتائج اختبار جذر الوحدة لاستقرارية بيانات البانل للطاقات المتجددة الأخرى Panel Unit Root Test

المتغير	الاختبار	احصائية الاختبار	قيمة الاحتمالية	النتيجة
Other	ADF-Fisher	46.3592	0.0287	(رفض Ho) مستقرة
	PP-Fisher	45.5405	0.0344	(رفض Ho) مستقرة
	Levin, Lin & Chu	-4.7348	0.0000	(رفض Ho) مستقرة
	عند المستوي Level (I_0)			

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews.

أظهرت نتائج اختبارات جذر الوحدة (ADF-Fisher، PP-Fisher، Levin, Lin & Chu) استقرار بيانات الطاقات المتجددة الأخرى، حيث كانت القيم الاحتمالية لجميع الاختبارات أقل من مستوى الدلالة (0.05). يشير هذا إلى عدم احتواء بيانات الطاقات المتجددة الأخرى على جذر وحدة، مما يؤكد استقرارية السلسلة الزمنية بمرور الوقت وعدم الحاجة إلى أخذ الفرق لتحقيق الاستقرار.

يُعد استقرار البيانات عاملا حاسما في نمذجة الانحدار والتنبؤ، حيث تتيح هذه النتائج إمكانية استخدام بيانات الطاقاقات المتجددة الأخرى مباشرة في النماذج الاقتصادية القياسية دون الحاجة إلى تحويلات إضافية. علاوة على ذلك، فإن ثبات الطاقات المتجددة الأخرى عند المستوى (**I_0**) يعني أن أي صدمات أو تقلبات في استهلاك الطاقة الأخرى من المحتمل أن تكون مؤقتة ولا تستمر على المدى الطويل.

تعزز هذه النتائج موثوقية بيانات الطاقات المتجددة الأخرى لاستخدامها في التحليل الاقتصادي القياسي، حيث يشير استقرارها إلى أن اتجاهاتها تظل مستقرة بمرور الوقت، وأن أي انحرافات هي قصيرة الأجل وليست دائمة.

ويمكن أن يكون هذا الاستقرار ذا أهمية خاصة لصانعي السياسات والباحثين الذين يدرسون دور الطاقات المتجددة الأخرى في النماذج الاقتصادية والبيئية، حيث يسهل عليهم تحليل تأثيراتها وتوقعاتها بدقة.

2.1- اختبار التكامل المشترك لبيدورني (Pedroni Cointegration Test):

اختبار التكامل المشترك لبيدورني هو أحد الاختبارات الإحصائية المستخدمة في تحليل البيانات اللوحية (Panel Data) ، ويهدف إلى التحقق مما إذا كانت هناك علاقة توازنية طويلة الأجل بين مجموعة من المتغيرات في بيانات البانل. أي أنه يتحقق من ما إذا كانت هذه المتغيرات تتحرك معا على المدى الطويل بدلا من أن تكون مستقلة عن بعضها البعض.

يتم الاختبار عبر فرضية العدم (Null Hypothesis) التي تنص على عدم وجود تكامل مشترك، وفي حال رفضها، يتم قبول الفرضية البديلة التي تشير إلى وجود تكامل مشترك بين المتغيرات[1].

الفرضية الصفرية :(H_0) لا توجد علاقة تكامل مشترك بين المتغيرات، أي أنها ليست مترابطة على المدى الطويل.

الفرضية البديلة :(H_1) توجد علاقة تكامل مشترك بين المتغيرات، أي أنها تتحرك معا في الأجل الطويل.

يقوم بيدورني باختبار التكامل المشترك من خلال سبعة إحصائيات مختلفة، تُقسم إلى مجموعتين رئيسيتين[2]:

- **إحصائيات البعد المشترك:(Within-Dimension)**
  - إحصائية (Panel v-Statistic) **v**.
  - إحصائية (Panel rho-Statistic) **rho**.
  - إحصائية (Panel PP-Statistic) **PP**.
  - إحصائية (Panel ADF-Statistic) **ADF**.

جدول رقم (26): نتائج إحصائيات البعد المشترك:(Within-Dimension)

الاختبار	احصائية الاختبار	قيمة الاحتمالية	احصائية مرجحة	قيمة الاحتمالية
Panel v-Statistic	3.3485	0.0004	0.3315	0.3701
Panel rho-Statistic	3.2204	0.9994	3.8647	0.9999
Panel PP-Statistic	-8.8483	0.0000	-2.7704	0.0028
Panel ADF-Statistic	-4.4701	0.0000	-2.6108	0.0045

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews.

[1] جهيزة بلهاشمي، **مرجع سابق**، ص64.

[2] جهيزة بلهاشمي، **مرجع سابق**، ص65.

- **إحصائيات البعد الفردي:(Between-Dimension)**

- إحصائية **rho** للمجموعة (Group rho-Statistic).
- إحصائية **PP** للمجموعة (Group PP-Statistic).
- إحصائية **ADF** للمجموعة (Group ADF-Statistic).

إحصائيات PP و ADF تعتبر أكثر قوة في اكتشاف التكامل المشترك، خاصة عند وجود ارتباط ذاتي في البيانات.

جدول رقم (27): نتائج إحصائيات البعد الفردي:(Between-Dimension)

الاختبار	احصائية الاختبار	قيمة الاحتمالية	النتيجة
Group rho-Statistic	5.3312	1.0000	**(قبولHo) عدم وجود تكامل**
Group PP-Statistic	-4.1986	0.0000	**(رفضHo) وجود تكامل مشترك**
Group ADF-Statistic	-3.3258	0.0004	**(رفضHo) وجود تكامل مشترك**

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews.

بعد إجراء اختبارات الاستقرارية وكانت المتغيارات مستقرة ومتكاملة عند المستوى **(I_0)** وعند مستوى الفرق الأول **(I_1)** ، تم تطبيق اختبار pedroni للكشف عن وجود علاقة تزامنية طويلة الأجل بين المتغيرات، حيث تشير النتائج الموضحة في الجدول أعلاه إلى أن أغلبية الاحصاءات لاختبار pedroni لها معنوية إحصائية والتي هي 5 احصاءات من أصل 7 ومنه نستنتج وجود علاقة تكامل مشترك على المدى الطويل بين متغيرات الدراسة في المعادلة وهذا حسب غالبية احصاءات الاختبار باستثناء احصائيتين: Panel rho-Statistic، Group rho-Statistic، حيث كانت القيمة المحسوبة أكبر من الجدولية للاختبارين، وبذلك تم رفض الفرضية الصفرية القائلة بعدم وجود تكامل مشترك بين متغيرات الدراسة عند مستوى المعنوية 5% وذلك على مستوى البعدين الداخلي والبيني، ونتيجة لذلك تم اثبات وجود تكامل مشترك لكل الدول المدروسة من جهة، ووجود تكامل مشترك خاص بكل دولة.

تفسر نتائج الجدول وجود علاقة تكامل مشترك بين متغيرات المدروسة والمتكاملة من نفس الدرجة، حيث أثبتت أغلب الاختبارات والمتمثلة في: Panel v-Statistic، Panel PP-Statistic، Panel ADF-Statistic، Group PP-Statistic، Group ADF-Statistic، معنوية عند مستوى 5% مما يعني قبول الفرضية البديلة والتي تنص على وجود علاقة تكامل متزامن ومشترك بين المتغيرات.

2- دراسة واختبار الفرضية الأولى

على ضوء معطيات دراستنا، تعطى معادلة نموذج البانل وفق الشكل الآتي:

$$GHG_{it} = a_{(0)} + a_{(1)i}hydro\ energy_{it} + a_{(2)i}wind\ energy_{it} + a_{(3)i}Solar\ energy_{it} + a_{(4)i}Other\ energies_{it} + \varepsilon_{it}$$

حيث:

- GHG: انبعاث غازات الاحتباس الحراري.
- $hydro\ energy$: الطاقة الكهرومائية .
- Wind energy: طاقة الرياح.
- Solar energy: الطاقة الشمسية.
- $other\ energies$: الطاقات المتجددة الأخرى.
- $a_{(1)i}$، $a_{(2)i}$، $a_{(3)i}$، $a_{(4)i}$، ضمن بحثنا هي التي تقيس أثر الطاقات المتجددة على الانبعاثات التي تتواجد في الهواء. على أساس هذا المعامل يتم الحكم على إيجابية الأثر من عدمه، حيث أن القيمة السالبة له تعكس الأثر السلبي والعكس صحيح. من جهة أخرى يتم اختبار فرضيات البحث استنادا إلى اختبار t ستودنت لذات المعلمة، حيث أنه كلما كانت قيمة اختبار ستودنت ذات دلالة إحصائية في حدود خطأ 5% (أقل من أو تساوي 0.05) يتم قبول فرضية وجود أثر معنوي، والعكس صحيح.
- ε_{it}: حد الخطأ العشوائي، وهو الذي يعكس وجود متغيرات أخرى لم يتم الأخذ بها ضمن بحثنا هذا لها أن تؤثر هي الأخرى على انبعاثات غازات الاحتباس الحراري.

1.2- الإحصاء الوصفي لمتغيرات الدراسة:

تم الاعتماد في هذه الدراسة على مجموعة من العناصر التي تفسر الإحلال الطاقوي، وذلك قصد التعرف على أثر الإحلال الطاقوي على الدول النفطية. يوضح الجدول الآتي الإحصاء الوصفي لمتغيرات الدراسة كما يلي:

جدول رقم (28) : وصف متغيرات الدراسة

المتغيرات	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	القيمة القصوى	القيمة الدنيا
انبعاث الغازات	654.91	754.78	2386.48	59.06
الطاقة الكهرومائية	5.83	7.78	24.56	0.07
طاقة الرياح	0.19	0.43	1.25	0
الطاقة الشمسية	0.14	0.21	0.64	0.001
طاقات متجددة أخرى	0.17	0.30	0.87	0

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على مخرجات برنامج EXEL. (الملحق رقم 2)

من خلال الجدول السابق الذي يتضمن الإحصاء الوصفي لمتغيرات الدراسة الخاصة بالدول النفطية، نلاحظ أن المتوسط الحسابي للانبعاثات بلغ 654.91 مليون طن، أي أن متوسط زيادة الانبعاثات خلال الفترة محل الدراسة قدر بـ 654.91 مليون طن. أما متوسط زيادة الطاقة الكهرومائية، طاقة الرياح، الطاقة الشمسية والطاقات المتجددة الأخرى خلال نفس الفترة قدرت بـ 5.83، 0.19، 0.14 و0.17 على التوالي.

بالنسبة للانبعاثات بلغت أقصى قيمة لها 2386.48 مليون طن وهي توافق دولة روسيا، أما أدني قيمة كانت 59.06 مليون طن في أذربيجان. أقصى قيمة للطاقة الكهرومائية بلغت 24.56 في فنزويلا، أما طاقة الرياح، الطاقة الشمسية والطاقات المتجددة الأخرى بلغت 1.25، 0.64 و 0.87 على التوالي في المكسيك.

بالنسبة لأدنى قيمة للانبعاثات قدرت بـ 59.06 مليون طن وهي توافق دولة أذربيجان. أدنى قيمة للطاقة الكهرومائية والطاقات المتجددة الأخرى بلغت 0.07 و 0 على التوالي في الجزائر. أما طاقة الرياح والطاقة الشمسية بلغت أدنى قيمة 0 و0.001على التوالي في كل من مالي وأذربيجان*.

2.2- الارتباط بين المتغيرات التفسيرية:

يستخدم الارتباط لدراسة العلاقة بين المتغير المستقل والتابع، حيث أنه كلما كانت العلاقة قوية بين المتغيرين كلما اقترب معامل الارتباط من (+1) أو (-1)، وكلما كانت العلاقة ضعيفة كلما اقترب معامل الارتباط من الصفر، فإذا وصلت قيمة المعامل إلى الصفر كان الارتباط منعدما بين المتغيرين. ويمكن تمثيل قوة العلاقة بين المتغيرين في الشكل الآتي:

* راجع: – الفصل الرابع: المحور (I)– واقع التلوث البيئي والطاقات المتجددة في العالم.

جدول رقم (29): مقياس قوة الارتباط

ارتباط طردي					ارتباط عكسي				
قوي جدا	قوي	متوسط	ضعيف	ضعيف جدا	ضعيف جدا	ضعيف	متوسط	قوي	قوي جدا
1	0.9	0.7	0.5	0.3	0	−0.3	−0.5	−0.7	−0.9	−1
تام			منعدمة						تام

Source : Mukaka M.M, Statistics Corner: **A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research**, Malawi medical journal, 24(3): 69-71, september2012, p71

ونلخص نتائج الارتباط بين المتغيرات التفسيرية الخاصة بدراستنا في الجدول الآتي:

جدول رقم (30): مصفوفة الارتباط بين المتغيرات التفسيرية في الدول النفطية

الارتباط t−statistic probabilty	الانبعاثات	الطاقة المائية	طاقة الرياح	الطاقة الشمسية	طاقات متجددة أخرى
الانبعاثات	1.000000 **ارتباط تام**				
الطاقة الكهرومائية	0.269703 2.828688 0.0056 **ضعيف جدا**	1.000000 **ارتباط تام**			
طاقة الرياح	-0.399563 -4.402057 0.0000 **ضعيف**	-0.110700 -1.124929 0.2633 **ضعيف**	1.000000 **ارتباط تام**		
الطاقة الشمسية	-0.324574 -3.465668 0.0008 **ضعيف**	-0.115469 -1.174030 0.2633 **ضعيف**	0.834350 15.28664 0.0000 **قوي**	1.000000 **ارتباط تام**	
طاقات متجددة أخرى	-0.631954 -8.235331 0.0000 **متوسط**	-0.150003 -1.532291 0.1285 **ضعيف جدا**	0.703500 9.997265 0.0000 **قوي**	0.423426 4.720441 0.0000 **ضعيف**	1.000000 **ارتباط تام**

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على مخرجات برنامج **Eviews**.

من خلال الجدول السابق، نلاحظ أنه الارتباط بين المتغيرات التفسيرية في الدول النفطية كان كالآتي:

– توجد علاقة ارتباط موجبة معنوية بين الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، الطاقات المتجددة الأخرى وطاقة الرياح، الطاقات المتجددة الأخرى والطاقة الشمسية. حيث قدر معامل الارتباط بـ 0.83، 0.70، 0.42 على التوالي والاحتمال المقابل لها معنوي لأنه أقل من 0.05.

– توجد علاقة ارتباط سالبة معنوية بين طاقة الرياح والانبعاثات، الطاقة الشمسية والانبعاثات، الطاقات المتجددة الأخرى والانبعاثات. حيث قدر معامل الارتباط بـ 0.399-، 0.32-، 0.63- على التوالي. والاحتمال المقابل لها معنوي لأنه أقل من 0.05.

– توجد علاقة ارتباط موجبة غير معنوية بين الطاقة الكهرومائية والانبعاثات، الطاقة الشمسية وطاقة الرياح. حيث قدر معامل الارتباط بـ 0.269 والاحتمال المقابل لها معنوي لأنه أقل من 0.0056.

– توجد علاقة ارتباط سالبة غير معنوية بين طاقة الرياح والطاقة الكهرومائية، الطاقة الشمسية والطاقة الكهرومائية، طاقات متجددة أخرى والطاقة الكهرومائية. حيث قدر معامل الارتباط بـ 0.11-، 0,115-، 0.15. والاحتمال المقابل لها غير معنوي لأنه أكبر من 0.0056.

3.2– اختبار الفرضيات الفرعية للفرضية الأولى:

قبل اختبار الفرضية الأولى المتعلقة بـ: يوجد أثر سلبي ذو دلالة معنوية لإحلال الطاقات المتجددة على التلوث البيئي في الدول النفطية. سيتم اختبار الفرضيات الفرعية المتعلقة بها.

1.3.2– اختبارات تحديد النموذج الملائم للفرضيات الفرعية للفرضية الأولى:

يمكن المفاضلة بين النماذج الثلاث لبانل كالآتي:

– **المفاضلة بين نموذج الانحدار التجميعي (PME) ونموذج التأثيرات الثابتة (FEM):**

للمفاضلة بين نموذج الانحدار التجميعي (PME) ونموذج التأثيرات الثابتة (FEM) نقوم باختبار Chow test حيث تصاغ الفرضيتين الآتيتين:

– الفرضية العدمية (H_0): نموذج الانحدار التجميعي (PME) هو المناسب إذا كانت قيمة p أكبر من 0.05 ؛

– الفرضية البديلة (H_1): ونموذج التأثيرات الثابتة (FEM) هو المناسب إذا كانت قيمة p أقل من 0.05؛

ويوضح الجدول الآتي نتائج اختبار CHOW كما يلي:

جدول رقم (31): اختبار Chow للفرضيات الفرعية للفرضية الأولى

	Test cross-section fixed effects			
	نتائج الاختبار	القيمة الإحصائية	درجة الحرية	القيمة الاحتمالية
الطاقة الكهرومائية	Cross-section F	44.805133	(7, 95)	0.0000
	Cross-section Chi-square	151.730563	7	0.0000
طاقة الرياح	Cross-section F	23.816202	(7, 95)	0.0000
	Cross-section Chi-square	105.390809	7	0.0000
الطاقة الشمسية	Cross-section F	25.942597	(7, 95)	0.0000
	Cross-section Chi-square	111.143650	7	0.0000
طاقات متجددة أخرى	Cross-section F	12.717580	(7, 95)	0.0000
	Cross-section Chi-square	68.763157	7	0.0000

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews (الملحق رقم3).

من خلال الجدول السابق، نلاحظ أن القيمة الاحتمالية لـ **Cross-section F** أقل من مستوى المعنوية 0.05 في كل الحالات، وعليه فنموذج التأثيرات الثابتة (FEM) هو المناسب لدراسة كل فرضية فرعية على حدا. وكمرحلة ثانية يجب المرور للاختيار بين نموذج التأثيرات الثابتة والتأثيرات العشوائية بناء على نتائج اختبار Haussman.

- المفاضلة بين نموذج التأثيرات الثابت (FEM) ونموذج التأثيرات العشوائية (*REM*):

يعتمد اختبار هوسمان **(Housman)** على الاختلاف الجوهري بين نموذج التأثيرات الثابت (FEM)، ونموذج التأثيرات العشوائية (REM). ويوضح الجدول الآتي نتائج الاختبار:

الجدول (32): نتائج اختبار هوسمان للفرضيات الفرعية للفرضية الأولى

	نوع الاختبار	القيمة الإحصائية لـChi Square	القيمة الاحتمالية
الطاقة الكهرومائية	Cross-section random	8.259977	0.0041
طاقة الرياح	Cross-section random	1.221236	0.2691
الطاقة الشمسية	Cross-section random	3.561429	0.0591
طاقات متجددة أخرى	Cross-section random	4.718045	0.0298

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews (الملحق رقم 4).

يشير الجدول السابق، إلى معنوية اختبار Housman بالنسبة للطاقة الكهرومائية والطاقات المتجددة الأخرى، حيث أن الاحتمال المقابل لإحصائية Chi Square هو أقل من مستوى المعنوية المحدد 0.05، وبالتالي فإنه نموذج التأثير الثابت هو النموذج المناسب لدراسة الفرضية الفرعية الأولى والرابعة.

من جهة أخرى، نلاحظ أن اختبار Housman بالنسبة للطاقة الشمسية وطاقة الرياح غير معنوي لأن الاحتمال المقابل لإحصائية Chi Square هو أكبر من مستوى المعنوية المحدد 0.05، وبالتالي فإنه نموذج التأثيرات العشوائية هو النموذج المناسب لدراسة الفرضية الفرعية الثانية والثالثة.

2.3.2- نتائج اختبار الفرضيات الفرعية للفرضية الأولى:

يلخص الجدول الآتي نتائج اختبار الفرضيات الفرعية كما يلي:

جدول رقم (33): نتائج اختبار الفرضيات الفرعية للفرضية الأولى

التلوث البيئي	المعاملات	اختبار t	مستوى الدلالة	R^2
الثابت	0.378955	13.19175	0.0000	0.784
الطاقة الكهرومائية	0.030671	6.495946	0.0000	
GHG= 0,378955+ 0,030671 Hydro energy+ε_{it}				
الثابت	0.566946	48.96951	0.0000	0.695
طاقة الرياح	-0.045749	-1.398744	0.1651	
GHG= 0,566946-0,045749 Wind energy+ε_{it}				
الثابت	0.562645	53.39794	0.0000	0.693
الطاقة الشمسية	-0.032563	-1.118559	0.2661	
GHG= 0,562645- 0,032563 Solar energy+ε_{it}				
الثابت	0.537575	15.64836	0.0000	0.690
الطاقات المتجددة الأخرى	0.121607	0.619293	0.5372	
GHG= 0,537575+ 0,121607 Other energies+ε_{it}				

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews (الملحق رقم 5).

من خلال الجدول السابق، نلاحظ أن التغير في التلوث البيئي يرجع للطاقة الكهرومائية بنسبة 78,4%. كما نلاحظ ايجابية معامل هذه الطاقة الكهرومائية مما يعكس الأثر الإيجابي لها على التلوث البيئي وذلك بمستوى دلالة 0.0000 مما يعكس معنوية هذا الأثر الإيجابي. أي أن زيادة استهلاك الطاقة الكهرومائية بوحدة واحدة يؤدي إلى زيادة التلوث البيئي بـ 3.06%.

من جهة أخرى، نلاحظ سلبية معاملات طاقة الرياح والطاقة الشمسية. غير أن مستوى الدلالة كان 0.1651 و0.2661 على التوالي مما يعكس لا معنوية هذا الأثر السلبي.

بالنسبة لمعامل الطاقات المتجددة الأخرى كان موجب بقيمة 0.121607 إلا أن الأثر غير معنوي لأن مستوى الدلالة قدر بـ 0.5372 وهو أعلى من مستوى المعنوية 0.05.

بناء على التحليل السابق، يتم رفض الفرضيات الفرعية للفرضية الأولى التي تنص على أنه:

- يوجد أثر سلبي ذو دلالة معنوية لإحلال الطاقة الكهرومائية على التلوث البيئي في الدول النفطية.

- يوجد أثر سلبي ذو دلالة معنوية لإحلال طاقة الرياح على التلوث البيئي في الدول النفطية.

- يوجد أثر سلبي ذو دلالة معنوية لإحلال الطاقة الشمسية على التلوث البيئي في الدول النفطية.

- يوجد أثر سلبي ذو دلالة معنوية لإحلال الطاقات المتجددة الأخرى على التلوث البيئي في الدول النفطية.

4.2- اختبار الفرضية الأولى:

1.4.2- اختيار النموذج المناسب لاختبار الفرضية الأولى

سيتم اختيار النموذج المناسب لاختبار الفرضية الأولى ككل. وذلك باستخدام نماذج البانل الثلاث، نموذج الانحدار التجميعي (PRM) Pooled Regression Model، نموذج التأثيرات الثابتة (FEM) Fixed Effets Model ونموذج التأثيرات العشوائية (REM) Random Effects Model. ويوضح الجدول الآتي نتائج النماذج الثلاث التي تمكننا من اختبار النموذج المناسب للبحث ككل:

جدول رقم (34): تقدير نماذج البانل للفرضية الأولى

المتغير التابع: GHG	الانحدار التجميعي (PRM)	التأثيرات الثابتة(FEM)	نموذج التأثيرات العشوائية (REM)
الثابت	0.605914 (0.0000)	0.296509 (0.0000)	0.485794 (0.0000)
الطاقة الكهرومائية	0.003662 (0.0324)	0.033663 (0.0000)	0.016831 (0.0000)
طاقة الرياح	0.171674 (0.0082)	-0.010356 (0.8562)	-0.024941 (0.6519)
الطاقة الشمسية	-0.171146 (0.0094)	-0.006802 (0.8964)	-0.021390 (0.6738)
الطاقات المتجددة الأخرى	-0.467467 (0.0000)	0.405167 (0.0257)	-0.107894 (0.3052)
عدد المشاهدات	**104**	**104**	**104**
R- square	0.472261	0.800208	0.212252
Adjusted R-Square	0.450938	0.776320	0.180423
Prob F statistic	0.000000	0.000000	0.000086

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews (الملحق رقم6).

من خلال الجدول السابق، يلاحظ أن القيمة الاحتمالية لإحصائية فيشر تساوي 0,000 وهي أقل من مستوى المعنوية 0.05. ويمكن المفاضلة بين النماذج الثلاث كالآتي:

- المفاضلة بين نموذج الانحدار التجميعي (PME) ونموذج التأثيرات الثابتة (FEM):

للمفاضلة بين نموذج الانحدار التجميعي (PME) ونموذج التأثيرات الثابتة (FEM) نقوم باختبار Chow test حيث تصاغ الفرضيتين الآتيتين:

- الفرضية العدمية (H_0): نموذج الانحدار التجميعي (PME) هو المناسب إذا كانت قيمة p أكبر من 0.05؛
- الفرضية البديلة (H_1): ونموذج التأثيرات الثابتة (FEM) هو المناسب إذا كانت قيمة p أقل من 0.05؛

ويوضح الجدول الآتي نتائج اختبار CHOW كما يلي:

جدول رقم (35): اختبار Chow

Test cross-section fixed effects			
نتائج الاختبار	**القيمة الإحصائية**	**درجة الحرية**	**القيمة الاحتمالية**
Cross-section F	21.573326	(7,92)	0.0000
Cross-section Chi-square	101.018062	7	0.0000

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews (الملحق رقم3).

من خلال الجدول السابق، نلاحظ أن القيمة الاحتمالية لـ **Cross-section F** أقل من مستوى المعنوية 0.05 وعليه فنموذج التأثيرات الثابتة (FEM) هو المناسب للدراسة. هذه النتيجة تعبر على أنه توجد آثار خاصة بكل الانبعاثات للدول النفطية تميزها عن باقي الدول الأخرى في الإحلال الطاقوي. وهنا يطرح السؤال الآتي: هل هذه الآثار ثابتة أم عشوائية؟. وعليه يتوجب القيام بمرحلة ثانية وهي المرور للاختيار بين نموذج التأثيرات الثابتة والتأثيرات العشوائية بناء على نتائج اختبار Haussman.

- المفاضلة بين نموذج التأثيرات الثابت (FEM) ونموذج التأثيرات العشوائية (REM):

يعتمد اختبار هوسمان **(Housman)** على الاختلاف الجوهري بين نموذج التأثيرات الثابت (FEM)، ونموذج التأثيرات العشوائية (*REM*). ويوضح الجدول الآتي نتائج الاختبار:

الجدول (36): نتائج اختبار هوسمان

نوع الاختبار	**القيمة الإحصائية** Chi Square	**القيمة الاحتمالية**
Cross-section random	31.548353	0.000000

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews (الملحق رقم 4).

من خلال الجدول السابق، يلاحظ أن الاحتمال المقابل لإحصائية Chi Square هو أقل من مستوى المعنوية المحدد 0.05، وبالتالي فإنه يتم رفض فرض العدم الذي ينص على أنه نموذج التأثيرات العشوائية هو النموذج المناسب وقبول الفرض البديل الذي ينص على أن نموذج التأثير الثابت هو النموذج المناسب لدراسة الفرضية المتعلقة بإحلال الطاقات المتجددة على الانبعاثات في الدول النفطية عند مستوى المعنوية المحدد.

2.4.2- تحليل نتائج النموذج الملائم واختبار الفرضية الأولى

بعد أن تم اختيار نموذج التأثيرات الثابتة (FEM) Fixed Effets Model كنموذج مناسب لدراسة الفرضية الأولى. تم تلخيص نتائجه في الجدول التالي:

جدول رقم (37): نتائج اختبار الفرضية الأولى

التلوث البيئي	المعاملات	اختبار t	مستوى الدلالة	R^2
الثابت	0.296509	6.169577	0.0000	0.800208
الطاقة الكهرومائية	0.033663	6.936229	0.0000	
طاقة الرياح	-0.010356	-0.181775	0.8562	
الطاقة الشمسية	-0.006802	-0.130513	0.8964	
الطاقات المتجددة الأخرى	0.405167	2.267538	0.0257	
GHG= 0.296509+ 0.033663 Hydro energy -0.010356 Wind energy -0.006802 solar energy+0.405167 other energiers $+\varepsilon_{it}$				

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews (الملحق رقم 7).

تم اختبار الفرضية الأولى من خلال تحليل نتائج تقدير نموذج التأثيرات الثابتة Fixed Effets Model (FEM) وتبين الآتي:

- يعتبر نموذج الدراسة ككل ذا أثر دال من الناحية الإحصائية، لأن احتمال إحصائية فيشر Fisher قدرت بـ 0.000000 أقل من مستوى المعنوية 0.05 بمعنى صلاحيته للاختبار.
- يعتبر الثابت، استهلاك الطاقة الكهرومائية واستهلاك الطاقات المتجددة الأخرى ذات أثر دال من الناحية الإحصائية، حيث نجد احتمال كل من معامل الثابت 0.0000 ومعامل استهلاك الطاقة الكهرومائية 0.0000، بينما احتمال معامل الطاقات المتجددة الأخرى 0.0257.
- بالنسبة للطاقة الشمسية وطاقة الرياح فمعاملات النموذج كانت غير معنوية حيث قدرت بـ 0.8964 و0.8562 على التوالي. وتعتبر الطاقة الشمسية الأضعف مقارنة بطاقة الرياح. تعتبر كل من طاقة الرياح والطاقة الشمسية غير معنوية مما نستنتج أنه ليس لهما أي تأثير على الانبعاثات.
- معامل الثابت قدر بـ C=0.296509، ويعبر عن القيمة الانبعاثات إذا كانت المتغيرات المستقلة (أنواع الطاقات المتجددة) المدروسة في النموذج معدومة.
- معامل استهلاك الطاقة الشمسية وطاقة الرياح كانت 0.006802-، 0.010356- على التوالي. والإشارة السالبة تشير إلى العلاقة العكسية بين استهلاك هذه الطاقات المتجددة والانبعاثات. أي كلما زاد استهلاك هذه الطاقات المتجددة بدرجة واحدة قلت الانبعاثات بـ 0.68% و 1.035%.

– معامل استهلاك الطاقة الكهرومائية والطاقات المتجددة الأخرى قدر بـ 0.033663+ و0.405167+. تشير الإشارة الموجبة إلى العلاقة الطردية بين استهلاك الطاقة الكهرومائية والطاقات المتجددة الأخرى مع الانبعاثات. بمعنى كلما زاد استهلاك هذه الطاقات بوحدة واحدة زاد حجم الانبعاثات بـ 3.36% و 40.5% على التوالي.

– بلغت قيمة معامل التحديد (R^2) 0.800208، بمعنى أن النموذج يفسر 80% من الاختلافات في قيم المتغير التابع (التلوث البيئي)، في حين أن 20% من الاختلافات ناتجة عن عوامل أخرى. وبعبارة أخرى فإن إحلال الطاقات المتجددة في الدول النفطية تساهم بـ 80% في تفسير الانبعاثات، و20% تعزى لمتغيرات أخرى؛ لعل أهمها النشاط الصناعي، فالانبعاثات والملوثات الناتجة عن القطاع الصناعي وخاصة فيما يتعلق بالصناعات الثقيلة (المعادن، الكيمياء، الاسمنت، وما إلى ذلك)، تساهم في التغيرات الحاصلة في التلوث البيئي، من خلال ما ينبعث منها من الغازات الدفيئة، المركبات العضوية المتطايرة والأمونيا. كما أن إشكالية تخلص الصناعات الثقيلة من كميات كبيرة من مياه الصرف الصحي التي غالبا ما تحتوي على مواد كيميائية ضارة ومعادن ثقيلة، تظل من أهم التحديات التي تواجه الدول للتخفيف من التلوث البيئي. بالإضافة إلى ذلك، تطلق أنشطة التعدين وخاصة المرتبطة بالصناعات الثقيلة مواد سامة تؤدي إلى تدهور وتفاقم مستويات التلوث البيئي.

تعتبر السياسات البيئية من بين المتغيرات التي يمكنها تفسير التغيرات الحاصلة على مستويات التلوث البيئي، من خلال التدابير المتعلقة بفرض الضرائب على الكربون، ووضع معايير الانبعاثات والضوابط المتعلقة بالتلوث والسياسات الصارمة التي تهدف للحد من مستويات التلوث. بالإضافة إلى ذلك، يعتبر تغير في استخدام الأراضي وخاصة إزالة الغابات من العوامل التي تساهم بدورها في تفسير التغيرات الحاصة على مستوى التلوث البيئي.

انطلاقا مما تم التوصل إليه، يمكن القول أنه على الرغم من رفض الفرضيات الفرعية للفرضية الأولى كل على حدا، إلا أن النموذج الكلي للفرضية الأولى معنوي ودال إحصائيا ويفسر 80 % من الاختلافات في التغيرات في المتغير التابع التلوث البيئي. لأن إحلال الطاقات المتجددة والعمل بها يكون مجتمعا ومتنوعا، دون تبني نوع وإهمال الباقي. وعليه يتم قبول الفرضية الأولى التي تنص على أنه: "**يوجد أثر سلبي ذو دلالة معنوية لإحلال الطاقات المتجددة على التلوث البيئي في الدول النفطية**".

3– دراسة واختبار الفرضية الثانية

على ضوء معطيات دراستنا، تعطى معادلة نموذج البانل وفق الشكل الآتي:

$$GHG_{it} = a_{(0)} + a_{(1)i}hydro\ energy_{it} + a_{(2)i}wind\ energy_{it} + a_{(3)i}Solar\ energy_{it} + a_{(4)i}Other\ energies_{it} + \varepsilon_{it}$$

حيث:

- GHG: انبعاث غازات الاحتباس الحراري.
- hydro energy : الطاقة الكهرومائية .
- Wind energy: طاقة الرياح.
- Solar energy: الطاقة الشمسية.
- other energies: الطاقات المتجددة الأخرى.
- $a_{(0)}$: الثابت ضمن بحثنا وهو الحد الأدنى من الانبعاثات التي تتواجد في الهواء.
- ε_{it}: حد الخطأ العشوائي، وهو الذي يعكس وجود متغيرات أخرى لم يتم الأخذ بها ضمن بحثنا هذا لها أن تؤثر هي الأخرى على انبعاثات غازات الاحتباس الحراري.

1.3- الإحصاء الوصفي لمتغيرات الدراسة:

قبل التعرف على أثر الإحلال الطاقوي على الدول غير النفطية نعتمد على الجدول الآتي الذي يلخص وصف لمتغيرات الدراسة:

جدول رقم (38) : وصف متغيرات الدراسة

المتغيرات	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	القيمة القصوى	القيمة الدنيا
انبعاث الغازات	3321.47	4402.35	13040.77	465.19
الطاقة الكهرومائية	6.64	8.16	26.03	0.67
طاقة الرياح	2.75	2.05	6.27	0.3
الطاقة الشمسية	1.18	0.87	2.72	0.2
طاقات متجددة أخرى	1.77	1.45	4.07	0.66

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على مخرجات برنامج EXEL.(الملحق رقم2)

من خلال الجدول السابق الذي يتضمن الإحصاء الوصفي لمتغيرات الدراسة الخاصة بالدول غير النفطية، نلاحظ أن المتوسط الحسابي للانبعاثات بلغ 3321.47 مليون طن أي أن متوسط زيادة الانبعاثات في الدول غير نفطية خلال الفترة محل الدراسة قدر بـ 3321.47 مليون طن. أما متوسط زيادة الطاقة الكهرومائية، طاقة الرياح، الطاقة الشمسية والطاقات المتجددة الأخرى خلال نفس الفترة قدرت بـ 6.64، 2,75، 1,18 و1,77 على التوالي.

بالنسبة للدول غير النفطية بلغت أقصى قيمة للانبعاثات 13040.77 مليون طن وهي توافق دولة الصين، أما أدني قيمة كانت 465.19 مليون طن في فرنسا. أقصى قيمة للطاقة الكهرومائية بلغت 26.03 في كندا، أما طاقة الرياح، الطاقة الشمسية والطاقات المتجددة الأخرى بلغت 6.27، 2.72 و 4.07 على التوالي في ألمانيا.

بالنسبة لأدنى قيمة للانبعاثات قدرت بـ 465.19 مليون طن وهي توافق دولة فرنسا، أما أدني قيمة لها كانت 465.19 مليون طن في فرنسا. أدنى قيمة للطاقة الكهرومائية، طاقة الرياح، الطاقة الشمسية والطاقات المتجددة الأخرى بلغت 0.67، 0.2، 0.3 و0.66 على التوالي في كل من بريطانيا، اليابان، كندا والصين*.

2.3- الارتباط بين المتغيرات التفسيرية:

نلخص نتائج الارتباط بين المتغيرات التفسيرية في الجدول الآتي:

جدول رقم (39): مصفوفة الارتباط بين المتغيرات التفسيرية في الدول غير النفطية

الارتباط t-statistic probabilty	الانبعاثات	الطاقة المائية	طاقة الرياح	الطاقة الشمسية	طاقات متجددة أخرى
الانبعاثات	1.000000 **ارتباط تام**				
الطاقة الكهرومائية	0.350945 3.785118 0.0003 **ضعيف**	1.000000 **ارتباط تام**			
طاقة الرياح	-0.410922 -4.552200 0.0000 **ضعيف**	-0.307621 -3.265149 0.0015 **ضعيف**	1.000000 **ارتباط تام**		
الطاقة الشمسية	-0.386490 -4.232227 0.0001 **ضعيف**	-0.355413 -3.840222 0.0002 **ضعيف**	0.451505 5.110546 0.0000 **ضعيف**	1.000000 **ارتباط تام**	
طاقات متجددة أخرى	-0.540332 -6.485322 0.0000 **متوسط**	-0.426358 -4.760360 0.0000 **ضعيف**	0.821577 14.55454 0.0000 **قوي**	0.551721 6.680948 0.0000 **متوسط**	1.000000 **ارتباط تام**

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews.

من خلال الجدول السابق، نلاحظ أنه الارتباط بين المتغيرات التفسيرية في الدول غير النفطية كان كالآتي:

- توجد علاقة ارتباط موجبة معنوية بين الطاقة الكهرومائية والانبعاثات، الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، الطاقات المتجددة الأخرى وطاقة الرياح، الطاقات المتجددة الأخرى والطاقة الشمسية. حيث قدر معامل الارتباط بـ 0.35، 0.45، 0.82 و0.55 على التوالي. والاحتمال المقابل لها بلغ 0.000 أقل من 0,05 مما يعكس معنوية هذا الارتباط.

* راجع: - الفصل الرابع: المحور (I)- واقع التلوث البيئي والطاقات المتجددة في العالم.

– توجد علاقة ارتباط سالبة معنوية بين طاقة الرياح والانبعاثات، طاقة الرياح والطاقة الكهرومائية، الطاقة الشمسية والانبعاثات، الطاقة الشمسية والطاقة الكهرومائية، الطاقات المتجددة الأخرى والانبعاثات، الطاقات المتجددة الأخرى والطاقة الكهرومائية. حيث قدر معامل الارتباط بـ 0.41-، 0.307-، 0.386– و0.355-، 0.54- و 0.426على التوالي. والاحتمال المقابل لها معنوي لأنه أقل من 0.05.

من جهة أخرى، نلاحظ أنه لا توجد علاقات غير معنوية بين المتغيرات لأن الإحتمالات المقابلة للعلاقة بين كل المتغيرات التفسيرية أقل من 0.05.

3.3– اختبار الفرضيات الفرعية للفرضية الثانية:

قبل اختبار الفرضية الثانية المتعلقة بـ: يوجد أثر سلبي ذو دلالة معنوية لإحلال الطاقات المتجددة على التلوث البيئي في الدول غير النفطية. سيتم اختبار الفرضيات الفرعية المتعلقة بها.

1.3.3– اختبارات تحديد النموذج الملائم للفرضيات الفرعية للفرضية الثانية:

يمكن المفاضلة بين النماذج الثلاث لبانل كالآتي:

– **المفاضلة بين نموذج الانحدار التجميعي (PME) ونموذج التأثيرات الثابتة (FEM) :**

للمفاضلة بين نموذج الانحدار التجميعي (PME) ونموذج التأثيرات الثابتة (FEM) نقوم باختبار Chow test حيث تصاغ الفرضيتين الآتيتين:

– الفرضية العدمية (H_0): نموذج الانحدار التجميعي (PME) هو المناسب إذا كانت قيمة p أكبر من 0.05؛

– الفرضية البديلة (H_1): ونموذج التأثيرات الثابتة (FEM) هو المناسب إذا كانت قيمة p أقل من 0.05؛

ويوضح الجدول الآتي نتائج اختبار CHOW كما يلي:

جدول رقم (40): اختبار Chow للفرضيات الفرعية للفرضية الثانية

Test cross-section fixed effects				
	نتائج الاختبار	القيمة الإحصائية	درجة الحرية	القيمة الاحتمالية
الطاقة الكهرومائية	Cross-section F	159.074638	(7, 95)	0.0000
	Cross-section Chi-square	264.500798	7	0.0000
طاقة الرياح	Cross-section F	202.482878	(7, 95)	0.0000
	Cross-section Chi-square	287.826558	7	0.0000
الطاقة الشمسية	Cross-section F	236.892938	(7, 95)	0.0000
	Cross-section Chi-square	303.196391	7	0.0000
طاقات متجددة أخرى	Cross-section F	140.095822	(7, 95)	0.0000
	Cross-section Chi-square	252.389573	7	0.0000

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews (الملحق رقم 8).

من خلال الجدول السابق، نلاحظ أن القيمة الاحتمالية لـ **Cross-section F** أقل من مستوى المعنوية 0.05 في كل الحالات، وعليه فنموذج التأثيرات الثابتة (FEM) هو المناسب لدراسة كل فرضية فرعية على حدا. وكمرحلة ثانية يجب المرور للاختيار بين نموذج التأثيرات الثابتة والتأثيرات العشوائية بناء على نتائج اختبار Haussman.

- المفاضلة بين نموذج التأثيرات الثابت (FEM) ونموذج التأثيرات العشوائية (REM):

يعتمد اختبار هوسمان **(Housman)** على الاختلاف الجوهري بين نموذج التأثيرات الثابتة (FEM)، ونموذج التأثيرات العشوائية (REM). ويوضح الجدول الآتي نتائج الاختبار:

الجدول (41): نتائج اختبار هوسمان للفرضيات الفرعية للفرضية الثانية

	نوع الاختبار	القيمة الإحصائية لـChi Square	القيمة الاحتمالية
الطاقة المائية	**Cross-section random**	7.636980	0.0057
طاقة الرياح	**Cross-section random**	0.378029	0.5387
الطاقة الشمسية	**Cross-section random**	0.426543	0.5137
طاقات متجددة أخرى	**Cross-section random**	0.959642	0.3273

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews **(**الملحق رقم 9**)**.

يشير الجدول السابق، إلى معنوية اختبار Housman بالنسبة للطاقة الكهرومائية، حيث أن الاحتمال المقابل لإحصائية Chi Square هو أقل من مستوى المعنوية المحدد 0.05، وبالتالي فإنه نموذج التأثير الثابت هو النموذج المناسب لدراسة الفرضية الفرعية الأولى.

من جهة أخرى، نلاحظ أن اختبار Housman بالنسبة لطاقة الرياح، الطاقة الشمسية والطاقات المتجددة الأخرى غير معنوي لأن الاحتمال المقابل لإحصائية Chi Square هو أكبر من مستوى المعنوية المحدد 0.05، وبالتالي فإنه نموذج التأثيرات العشوائية هو النموذج المناسب لدراسة الفرضية الفرعية الثانية والثالثة والرابعة.

2.3.3- نتائج اختبار الفرضيات الفرعية للفرضية الثانية:

يلخص الجدول الآتي نتائج اختبار الفرضيات الفرعية كما يلي:

جدول رقم (42): نتائج اختبار الفرضيات الفرعية للفرضية الثانية

التلوث البيئي	المعاملات	اختبار t	مستوى الدلالة	R^2
الثابت	0.566885	7.137386	0.0000	0.931
الطاقة الكهرومائية	-0.032912	-2.756363	0.0070	
$GHG= 0.566885 -0.032912 Hydro energy+\varepsilon_{it}$				
الثابت	0.401963	41.78293	0.0000	0.947
طاقة الرياح	-0.019464	-6.360215	0.0000	
$GHG= 0.401963 -0.019464 Wind energy+\varepsilon_{it}$				
الثابت	0.392856	53.97909	0.0000	0.953
الطاقة الشمسية	-0.037662	-7.643875	0.0000	
$GHG= 0.392856 - 0.037662 Solar energy+\varepsilon_{it}$				
الثابت	0.407462	27.56305	0.0000	0.937
الطاقات المتجددة الأخرى	-0.033367	-4.253173	0.0000	
$GHG= 0.407462 -0.033367 Other energies+\varepsilon_{it}$				

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews. (الملحق رقم 10).

من خلال الجدول السابق، نلاحظ أن التغير في التلوث البيئي يرجع للطاقة الكهرومائية بنسبة 93.1% . كما نلاحظ سلبية معامل هذه الطاقة الكهرومائية مما يعكس الأثر السلبي لها على التلوث البيئي وذلك بمستوى دلالة 0.0000 مما يعكس معنوية هذا الأثر. أي أن زيادة استهلاك الطاقة الكهرومائية بوحدة واحدة يؤدي إلى تخفيض التلوث البيئي بـ 3.29% .

من جهة أخرى، فإن التغير في التلوث البيئي يرجع لطاقة الرياح والطاقة الشمسية والطاقات المتجددة الأخرى بنسبة 94.7%، 95.3% و93.7% على التوالي. كما نلاحظ كذلك سلبية معامل هذه الطاقات مما يعكس الأثر السلبي لها على التلوث البيئي. أي أن زيادة استهلاك طاقة الرياح والطاقة الشمسية والطاقات المتجددة الأخرى بوحدة واحدة يؤدي إلى تخفيض التلوث البيئي بـ 1.94%، 3.76% و3.33% على التوالي. بمستوى دلالة كان 0.0000 في كل الحالات مما يعكس معنوية هذا الأثر السلبي.

بناء على التحليل السابق، يتم قبول الفرضيات الفرعية للفرضية الثانية التي تنص على أنه:

- يوجد أثر سلبي ذو دلالة معنوية لإحلال الطاقة الكهرومائية على التلوث البيئي في الدول غير النفطية.
- يوجد أثر سلبي ذو دلالة معنوية لإحلال طاقة الرياح على التلوث البيئي في الدول غير النفطية.
- يوجد أثر سلبي ذو دلالة معنوية لإحلال الطاقة الشمسية على التلوث البيئي في الدول غير النفطية.

- يوجد أثر سلبي ذو دلالة معنوية لإحلال الطاقات المتجددة الأخرى على التلوث البيئي في الدول غير النفطية.

4.3- اختبار الفرضية الثانية:

1.4.3- اختيار النموذج المناسب لاختبار الفرضية الثانية

ويوضح الجدول الآتي نتائج النماذج الثلاث التي تمكننا من اختبار النموذج المناسب للبحث ككل:

جدول رقم (43): تقدير نماذج البانل للفرضية الثانية

المتغير التابع: GHG	الانحدار التجميعي (PRM)	التأثيرات الثابتة (FEM)	نموذج التأثيرات العشوائية(REM)
الثابت	0.444705 (0.0000)	0.602282 (0.0000)	0.508737 (0.0000)
الطاقة الكهرومائية	0.003321 (0.1740)	-0.032698 (0.0003)	-0.018008 (0.0113)
طاقة الرياح	0.006853 (0.5652)	-0.017150 (0.0002)	-0.016479 (0.0003)
الطاقة الشمسية	-0.017309 (0.3006)	-0.031420 (0.0000)	-0.030926 (0.0000)
الطاقات المتجددة الأخرى	-0.066008 (0.0026)	0.026785 (0.0117)	0.023182 (0.0270)
عدد المشاهدات	**104**	**104**	**104**
R- square	0.319381	0.964717	0.477932
Adjusted R-Square	0.291882	0.960498	0.456839
Prob F statistic	0.000000	0.000000	0.000000

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews الملحق رقم (الملحق رقم 11) .

من خلال الجدول السابق، يلاحظ أن القيمة الاحتمالية لإحصائية فيشر تساوي 0,000 وهي أقل من مستوى المعنوية 0.05. ويمكن المفاضلة بين النماذج الثلاث كالآتي:

- **المفاضلة بين نموذج الانحدار التجميعي (PME) ونموذج التأثيرات الثابتة (FEM):**

للمفاضلة بين نموذج الانحدار التجميعي (PME) ونموذج التأثيرات الثابتة (FEM) نقوم باختبار Chow test حيث تصاغ الفرضيتين الآتيتين:

- الفرضية العدمية (H_0): نموذج الانحدار التجميعي (PME) هو المناسب إذا كانت قيمة p أكبر من 0.05؛
- الفرضية البديلة (H_1): ونموذج التأثيرات الثابتة (FEM) هو المناسب إذا كانت قيمة p أقل من 0.05؛

ويوضح الجدول الآتي نتائج اختبار CHOW كما يلي:

جدول رقم (44): اختبار Chow

Test cross-section fixed effects			
نتائج الاختبار	**القيمة الإحصائية**	**درجة الحرية**	**القيمة الاحتمالية**
Cross-section F	240.387079	(7,92)	0.0000
Cross-section Chi-square	307.798762	7	0.0000

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews (الملحق رقم 8).

من خلال الجدول السابق، نلاحظ أن القيمة الاحتمالية لـ **Cross-section F** أقل من مستوى المعنوية 0.05 وعليه فنموذج التأثيرات الثابتة FEM هو المناسب للدراسة. هذه النتيجة تعبر على أنه توجد آثار خاصة بكل الانبعاثات للدول النفطية تميزها عن باقي الدول الأخرى في الإحلال الطاقوي. وهنا يطرح السؤال الآتي: هل هذه الآثار ثابتة أم عشوائية؟. وعليه يتوجب القيام بمرحلة ثانية وهي المرور للاختيار بين نموذج التأثيرات الثابتة والتأثيرات العشوائية بناء على نتائج اختبار Haussman.

- المفاضلة بين نموذج التأثيرات الثابت (FEM) ونموذج التأثيرات العشوائية (REM):

يعتمد اختبار هوسمان **(Housman)** على الاختلاف الجوهري بين نموذج التأثيرات الثابت (FEM)، ونموذج التأثيرات العشوائية (REM). ويوضح الجدول الآتي نتائج الاختبار:

الجدول (45): نتائج اختبار هوسمان

نوع الاختبار	**القيمة الإحصائية** Chi Square	**القيمة الاحتمالية**
Cross-section random	8.748512	0.0677

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews (الملحق رقم9).

من خلال الجدول السابق، يلاحظ أن الاحتمال المقابل لإحصائية Chi Square هو أكبر من مستوى المعنوية المحدد 0.05، وبالتالي فإنه يتم قبول فرض العدم الذي ينص على أنه نموذج التأثيرات العشوائية هو النموذج المناسب ورفض الفرض البديل الذي ينص على أن نموذج التأثير الثابت هو النموذج المناسب لدراسة الفرضية المتعلقة بإحلال الطاقات المتجددة على الانبعاثات في الدول النفطية عند مستوى المعنوية المحدد.

2.4.3- تحليل نتائج النموذج الملائم واختبار الفرضية الثانية

بعد أن تم اختيار نموذج التأثيرات العشوائية REM كنموذج مناسب لدراسة الفرضية الثانية التي تنص على أنه: يؤثر إحلال الطاقات المتجددة على التلوث البيئي في الدول غير النفطية. تم تلخيص نتائجه في الجدول التالي:

جدول رقم (46): نتائج اختبار الفرضية الثانية

التلوث البيئي	المعاملات	اختبار t	مستوى الدلالة	R^2
الثابت	0.602282	10.38435	0.0000	0.964717
الطاقة الكهرومائية	-0.032698	-3.743873	0.0003	
طاقة الرياح	-0.017150	-3.867107	0.0002	
الطاقة الشمسية	-0.031420	-5.542618	0.0000	
الطاقات المتجددة الأخرى	0.026785	2.571803	0.0117	
GHG = 0.602282 -0.032698 Hydro energy -0.017150 Wind energy -0.031420 solar energy+0.026785 other energiers $+\varepsilon_{it}$				

المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على مخرجات برنامج Eviews (الملحق رقم 12).

تم اختبار الفرضية الثانية من خلال تحليل نتائج تقدير نموذج التأثيرات العشوائية، وتبين الآتي:

– يعتبر نموذج الدراسة ككل ذا أثر دال من الناحية الإحصائية، لأن احتمال إحصائية فيشر Fisher قدرت بـ 0.000000 أقل من مستوى المعنوية 0.05 بمعنى صلاحيته لاختبار الفرضية الثانية.

– يعتبر الثابت واستهلاك الطاقة الكهرومائية، طاقة الرياح، الطاقة الشمسية والطاقات المتجددة الأخرى ذات أثر دال من الناحية الإحصائية، حيث نجد إحتمال كل من معاملات 0.0000، 0.0003، 0.0002، 0.0000 و0.0117 على التوالي. وتعتبر الطاقات المتجددة الأخرى الأضعف من حيث الاستهلاك مقارنة بالطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة الكهرومائية.

– معامل الثابت قدر بـ C=0.602282، ويعبر عن القيمة الانبعاثات إذا كانت المتغيرات المستقلة (أنواع الطاقات المتجددة) المدروسة في النموذج معدومة.

– معامل استهلاك الطاقة الكهرومائية، طاقة الرياح، الطاقة الشمسية 0.032698-، 0.017150-، و0.031420- على التوالي. وتشير الإشارة السالبة إلى العلاقة العكسية بين استهلاك الطاقة الكهرومائية، طاقة الرياح والطاقة الشمسية مع الانبعاثات. بمعنى كلما زاد استهلاك الطاقات بوحدة واحدة انخفض حجم الانبعاثات بـ 3.62%، 1.71% و 3,14% على التوالي.

– معامل استهلاك الطاقات المتجددة الأخرى قدر بـ 0.026785+، والإشارة الموجبة تشير إلى العلاقة الطردية بين استهلاك هذه الطاقات المتجددة والانبعاثات. أي كلما زاد استهلاك هذه الطاقات المتجددة بدرجة واحدة ارتفعت الانبعاثات بـ 2.67%.

– بلغت قيمة معامل التحديد (R^2) 0.960498، بمعنى أن النموذج يفسر 96,05 % من الاختلافات في قيم المتغير التابع (الانبعاثات)، في حين أن 3,95% من الاختلافات ناتجة عن عوامل أخرى. وبعبارة أخرى فإن إحلال الطاقات المتجددة في الدول غير نفطية تساهم بـ 96,05 % في تفسير الانبعاثات، و3,95% تعزى لمتغيرات أخرى.

انطلاقا مما تم التوصل إليه، يمكن القول أن النموذج الكلي للفرضية الثانية معنوي ودال إحصائيا ويفسر 96,05 % من الاختلافات في التغيرات في المتغير التابع التلوث البيئي. وعليه يتم قبول الفرضية الثانية التي تنص على أنه: **يوجد أثر سلبي ذو دلالة معنوية لإحلال الطاقات المتجددة على التلوث البيئي في الدول غير نفطية.**

وحسب رأي الباحث فإن هذه النتيجة مقبولة من الناحية العملية، فالتحول الطاقوي يعمل على تحقيق التنمية المستدامة وتعزيز أبعادها الثلاثة، من خلال أن الطاقات المتجددة من الطاقات الخضراء التي تحترم البعد البيئي حيث أنها لا ينتج عن استهلاكها غارات الاحتباس الحراري ولا تلوث بأي شكل من الأشكال الطبيعة فهي بذلك صديقة للبيئة، والبعد الاقتصادي فهي وفي جوهرها تساهم في حل مشكلة الندرة الإيكولوجية الطاقوية من خلال عدم استنفاذ الطاقات الأحفورية الناضبة واستبدالها بالطاقات المتجددة المتميزة بالديمومة والاستمرار، واحترام الأبعاد الاجتماعية من خلال المساهمة في التنوع الايكولوجي للطبيعة وتوفير حياة آمنة صحيا للأفراد والمجتمعات خالية من التلوث البيئي الذي بدوره يتسبب في نقص العمر الإفتراضي للانسان.

خلاصة الفصل التطبيقي:

إن التوجه العالمي نحو التحول الطاقوي والاستثمار في الطاقات المتجددة بات أمرا حتميا وضرورة ملحة تماشيا مع سعي الدول للمضي قدما في تحقيق الحياد الكربوني بحول 2050، وباعتبار الطاقات المتجددة من الطاقات النظيفة فإن إحلال الأخيرة محل الوقود الأحفوري من شأنه أن يخفف من حدة وتداعيات التلوث البيئي الناتج بالأساس من انبعاثات الوقود الأحفوري.

ومع تبني البلدان، وخاصة الاقتصادات غير النفطية، بشكل متزايد لتقنيات الطاقة المتجددة، مثل طاقة الرياح والطاقة الشمسية والطاقة الكهرومائية، من المنتظر تحقيق انخفاض ملحوظ في انبعاثات الغازات المسببة للانحباس الحراري العالمي، وملوثات الهواء، وتلوث المياه والتربة.

رغم الجهود الحثية المبذولة من قبل الدول والحكومات والتي انعكست على الأهمية بالغة التي حظيت بها الاستثمارات في الطاقات النظيفة، فإن إسهاماتها في المزيج الطاقوي لا تزال ضعيفة ولا ترقى لمستوى تطلعات المجتمع الدولي بعد.

التحول نحو الطاقات المتجددة يعتبر فعالا للحد من التلوث البيئي ولتحقيق مستقبل أكثر اخضرارا، وهذا ما يتطلب من كافة الفاعلين الدوليين العمل جنبا إلى الجنب من أجل تسريع وتيرة التحول الطاقوي وذلك بتبني لسياسات أكثر وعيا بيئيا وباستثمار أكثر في البنى التحتية للطاقات المتجددة مع العمل على تشجيع الابتكارات الصديقة للبيئة.

خاتمة

تمحور موضوع هذه الدراسة حول تداعيات التحول لإحلال الطاقات المتجددة على التلوث البيئي، مع التركيز بشكل خاص على الدول النفطية وغير النفطية باعتبارها هدفا ضمنيا أساسيا للدراسة. أين تم التركيز على دراسة إحلال أربعة طاقات متجددة: الطاقة الكهرومائية، الطاقة الشمسية، طاقة الرياح والطاقات الأخرى للفترة 2010-2022 بمجموع مشاهدات بلغ 208 مشاهدة. فرضت طبيعة موضوع الدراسة باعتباره وصفيا ثم تحليليا، تم تقسيمها إلى أربعة فصول، تطرق الفصل الأول للإطار النظري للبيئة والتلوث البيئي والمفاهيم الأساسية المرتبطة بهما، أما في الفصل الثاني تم توضيح الشق النظري للطاقة، في حين تناول الفصل الثالث الطاقة المتجددة وحماية البيئة كاستراتيجية لتحقيق التنمية المستدامة، لتختتم الدراسة بالفصل التطبيقي الذي تناول دراسة قياسية لأثر إحلال الطاقات المتجددة على التلوث البيئي في الدول النفطية وغير النفطية ما سهل بناء المقاربة موضوعية في تقييم أثر الإحلال الطاقوي على التلوث البيئي في الدول المدروسة.

تضمن الفصل الأول التقسيم النظري لمفهوم البيئة والتلوث البيئي، بداية بعرض وبشيء من التفصيل ماهية البيئة والتلوث البيئي. لنتطرق بعدها إلى مكانة البيئة في تاريخ الفكر الاقتصادي حيث قسمت بحسب ترتيبها الزمني وتغير المفاهيم بها انطلاقا من النظرية الكلاسيكية بقيادة آدم سميث وصولا إلى الاتجاه الحديث لمدرسة الاقتصاد الأخضر ضمن مقارباته المعرفية والسلوكية في بناء المفهوم. لنتطرق بعدها إلى دور البصمة البيئية في تحقيق العدالة البيئية العالمية حيث تم الاشارة إلى خلافات وصراعات فيما بين الدول حول من هو الأكثر إسهاما في التلوث البيئي.

في الفصل الثاني، تم بحث أهمية الطاقة في حياتنا اليومية، وضرورة المحافظة عليها وترشيد استهلاكها والتدبر دائما في الاستراتيجيات الكفيلة بحوكمة استغلالها لتحقيق أكبر المنافع ممكنة منها، وتجنب استنزافها وهدر مواردها الطبيعية.

تناول الفصل الثالث إسهامات الطاقة المتجددة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة، حيث تساهم الأخيرة في نمو الوظائف والناتج المحلي الإجمالي إيجابيا بالموازاة مع ذلك تحسن الرفاهية المعيشية للأفراد والمجتمعات. ولتحقيق انتقال ناجح، يجب تعميم سياسات شاملة ومتماسكة تهدف لتحقيق طموحات المناخ والطاقة؛ مع وضع مزيج من البرامج والمشاريع والمبادرات لتحقيق نتائج ناجحة؛ وتجنب أو الحد من الاختلالات المحتملة في أسواق العمل مع تطور التحول في مجال الطاقة.

في آخر فصل والمتضمن هدف الدراسة الأساسي، تم استعراض المنهجية المتبعة في الدراسة وكذا الإطار التطبيقي لها، بالتطرق لواقع التلوث البيئي والطاقات المتجددة في العالم، التعريف بالأساليب المعتمدة في هذه الدراسة، متغيراتها ومشاهداتها. ليتم بعدها تقديم وصف لمختلف المتغيرات عبر مختلف الدول النفطية وغير النفطية. وتم الاعتماد على نماذج بانل Panel Models لاختبار الفرضيات الأنسب للدراسات التي تعتمد على السلاسل الزمنية المقطعية، واستخدم هذا النموذج لتقدير معلمات معادلات الانحدار لأنها الأكثر توافقا مع معطيات بحثنا. مما يضمن الدقة والموثوقية في اختبار الفرضيات.

تؤكد هذه الدراسة على الدور المحوري الذي تلعبه الطاقات المتجددة في الحد من التلوث البيئي وتقليل انبعاثات الغازات الدفيئة، مما يسهم في تعزيز الاستدامة البيئية والاقتصادية. لقد أظهرت النتائج أن التحول الطاقوي ليس مجرد خيار مستقبلي، بل ضرورة حتمية لمواجهة التغيرات المناخية وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري. كما أن الاستثمار في الطاقات المتجددة يحقق فوائد متعددة، ليس فقط من حيث تحسين جودة الهواء وخفض البصمة الكربونية، ولكن أيضا من خلال خلق فرص عمل جديدة وتعزيز النمو الاقتصادي.

ومع ذلك، فإن عملية التحول نحو مصادر الطاقة النظيفة تتطلب مواجهة تحديات مختلفة، مثل الحاجة إلى استثمارات ضخمة في البنية التحتية والتكنولوجيا، وضمان العدالة البيئية في توزيع الموارد بين الدول المتقدمة والنامية. بالإضافة إلى ذلك، فإن بعض أشكال الطاقات المتجددة قد يكون لها تأثيرات بيئية غير متوقعة إذا لم يتم إدارتها بشكل مستدام.

لذلك، من الضروري تعزيز التعاون الدولي ووضع سياسات بيئية متكاملة تدعم الابتكار التكنولوجي وتقلل من الآثار السلبية المرتبطة بالتحول الطاقوي. كما أن إشراك جميع الفاعلين، بما في ذلك الحكومات، القطاع الخاص، والمجتمع المدني، سيكون عاملا رئيسيا في تحقيق مستقبل طاقوي مستدام ومتوازن.

يمثل التحول نحو الطاقات المتجددة خطوة أساسية في بناء عالم أكثر استدامة وعدالة بيئية، حيث تصبح الطاقة النظيفة عنصرا رئيسيا في تحقيق التنمية الاقتصادية والاجتماعية مع الحفاظ على الموارد الطبيعية للأجيال القادمة.

خلاصة القول أنه أصبح من الواضح أن التحول نحو الطاقات المتجددة يعتبر أمرا حتميا للحد من التلوث البيئي ولتحقيق مستقبل أكثر اخضرارا، وهذا ما يتطلب من كافة الفاعلين الدوليين بالعمل جنبا إلى الجنب من أجل

تسريع وتيرة التحول الطاقوي وذلك بتبني لسياسات أكثر وعيا بيئيا وباستثمار أكثر في البنى التحتية للطاقات المتجددة مع العمل على تشجيع الابتكارات الصديقة للبيئة.

وفيما يأتي من عناصر تفصيل لأهم النتائج التي تم التوصل إليها نظريا وتطبيقيا، إقتراحات الدراسة والآفاق المستقبلية.

1- نتائج الدراسة

فيما يأتي من عناصر تفصيل لأهم النتائج التي تم التوصل إليها نظريا وتطبيقيا. التي يمكن عرضها في النقاط الآتية:

1.1- نتائج الدراسة النظرية

- يوجد تباين في الرؤى ووجهات النظر بين المدارس الاقتصادية حول مفهوم البيئة والتلوث البيئي، سواءا تعلق الأمر بالنظرية الكلاسيكية أو النيوكلاسيكية وحتى النظريات الحديثة الأخرى. ويرجع هذا الإختلاف بالأساس إلا أنه لم تكن المشكلة البيئية (التلوث البيئي، استنزاف الموارد الطبيعية) من اهتمامات الفكر الاقتصادي منذ بدايته حتى ظهور المدرسة الكلاسيكية. لأنها لم تكن بالخطورة التي تستدعي لفت النظر إليها، فالفكر الاقتصادي في تلك الفترة وجه جهوده كلها لدراسة كيفية خلق الثروة وزيادة الإنتاج وتحقيق النمو الاقتصادي، وبالتالي تلبية أكبر قدر ممكن من الإحتياجات.

- تعتبر المدرسة الكلاسيكية ونجاح الثورة الصناعية في أروبا في القرن الثامن عشر السبب الأساسي في ظهور فرع جديد من العلوم الاقتصادية يعرف باسم الاقتصاد البيئي، نتيجة ارتفاع حجم الإنتاج العالمي من السلع والذي رافقه زيادة كبيرة للانبعاثات والنفايات الملوثة واستنزاف مكثف للموارد الطبيعية خاصة غير المتجددة. بعبارة أخرى، فالنمو الاقتصادي الذي عرفته البشرية منذ قيام الثورة الصناعية وإلى اليوم هو السبب الرئيسي في تفاقم مشكلتي استنزاف الموارد الطبيعية والتلوث البيئي.

- لا توجد عدالة بيئية في استغلال الموارد الطبيعية بين الدول المتقدمة والنامية، لأن هذه الأخيرة لا تزال غير قادرة على الوصول إلى استغلال المساحة البيئية الكافية.

- التحولات الطاقوية ليست وليدة اللحظة، فقد شهدت في الماضي تحولات تاريخية، حيث انتقلت من استخدام الخشب إلى استخدام الفحم في القرن التاسع عشر أو من الفحم إلى النفط في القرن العشرين، ولكن ما يميز التحول إلى الطاقات المتجددة عن سابقيه هو الحاجة الملحة إلى حماية البيئة من تداعيات التلوث البيئي الناتجة بالأساس من انبعاثات الوقود الأحفوري.

– يعد التحول الطاقوي أمرا حيويا لإنقاذ الكوكب من آثار التغير المناخي، حيث تعمل مصادر الطاقات المتجددة على تقليل التلوث، تحسين جودة الهواء وتعزز الرفاهية الاقتصادية.

– إن تطور تكنولوجيات الطاقات المتجددة يسير جنبا إلى جنب مع خلق وظائف خضراء مستحدثة، ويعزز فرص العمل كما يسهم في التنمية الاجتماعية للمجتمعات.

– تسعى الدول، خاصة المتقدمة منها، لتحقيق مستقبل محايد كربونيا بحلول سنة 2050، وحياة أكثر أمنا وسلامة، بتوجهها اليوم نحو تبني سياسات التحول الطاقوي لاحتواء مشكلة حرق الوقود الأحفوري، وتجنب الآثار السلبية الناتجة عن هذا الأخير، الذي يساهم في زيادة انبعاثات الغازات الدفيئة والذي بدوره يؤدي إلى التأثير على التغير المناخي والتلوث البيئي.

– تدافع المنظمات البيئية عن الطاقات المتجددة، انطلاقا من أن أحد ميزاتها الرئيسية انبعاثات كربونية قليلة من جهة، وإسهامها في تقليل والتخفيف من حدة التلوث البيئي وتداعياته الخطيرة على الحياة البشرية من جهة ثانية.

– تعتبر مجموعة السبع الصناعية (G7) المتسبب الأكبر في التلوث البيئي العالمي من خلال تحقيقها عجز في القدرة الحيوية، الناتج بالأساس إلى سعيها الدؤوب لحماية مصالحها الاقتصادية والسياسية على حساب النظم البيئية، دون مراعاتها لمصالح البلدان السائرة في طريق النمو والفقيرة.

– يجب التكاتف والعمل جنبا إلى جنب من أجل الحفاظ على سلامة البيئة، فالتلوث البيئي يظل مسؤولية الكل، فلا يمكن للدول المتقدمة أن تتنصل من مسؤوليتها التاريخية المتعلقة بحدوث التغير المناخي تحت أي ظرف كان، من جهة أخرى من الضروري أن تتحمل الدول النامية ولو بدرجة أقل بعض المسؤوليات البيئية الملقاة على عاتقها من خلال السعي نحو التطور التكنولوجي والعمل على تحسين أدائها البيئي في نفس الوقت.

– إن التحول الطاقوي ينطوي على الانتقال من الطاقات التقليدية (الأحفورية) إلى الطاقات المتجددة التي تتميز بوفرتها وديمومتها، ويرتكز هذا التحول المحوري على الالتزام بالحفاظ على البيئة وعلى الاحتياجات المستقبلية للأجيال دون المساس بحقوق الأجيال الحالية من الطاقة.

– استمر متوسط تكلفة الكهرباء العالمي من جميع تكنولوجيات توليد الطاقة المتجددة المتاحة تجاريا في الانخفاض بين عامي 2010 و2018، كما انخفض المتوسط العالمي لتكلفة الكهرباء من الطاقة الشمسية الكهروضوئية بنسبة 77%، ليصل إلى 58.7 دولارا أمريكيا لكل ميجاوات/ساعة (MWh)، في حين انخفضت تكلفة الكهرباء من الرياح البرية بنسبة 36% إلى 47 دولارا أمريكيًا لكل ميجاوات/ساعة.

- إن التحول إلى مصادر الطاقة المتجددة النظيفة، إلى جانب خفض التكاليف والتطورات في مجال التنقل الكهربائي، من شأنه أن يحسن نوعية الهواء في المدن ويحقق المزيد من الرخاء من خلال الحد من اعتلال الصحة. كما أنه سيوفر إمكانية الوصول إلى الطاقة الحديثة في المناطق الريفية ويزيد الإنتاجية. وسيبلغ إجمالي الوفورات في تحسين الصحة وخفض الإعانات وتقليل آثار تغير المناخ ما يصل إلى 160 تريليون دولار أمريكي بشكل تراكمي على مدى 30 عاما. وبالتالي فإن كل دولار ينفق على تحويل نظام الطاقة العالمي يوفر عائدا لا يقل عن 5 دولارات، وربما أكثر من 7 دولارات، اعتمادا على كيفية تقييم العوامل الخارجية.

- يتنفس جميع سكان العالم تقريبا (99%) من الانبعاثات غير الصحية من الجسيمات الدقيقة. على الرغم من التحسن منذ عام 2015، فإن متوسط التعرض العالمي المرجح للسكان للجسيمات الدقيقة في المدن في عام 2019 قدر 33 ($\mu g/m^3$)، كان لا يزال أعلى بكثير من المبادئ التوجيهية الموصى بها لجودة الهواء لحماية الصحة العامة 5 ($\mu g/m^3$).

- وصلت الاستثمارات العالمية في جميع تقنيات التحول في مجال الطاقة إلى مستوى قياسي بلغ 1.3 تريليون دولار أمريكي في عام 2022، ومع ذلك فإن الاستثمارات الرأسمالية في الوقود الأحفوري كانت ضعف استثمارات الطاقة المتجددة تقريبا.

- يقع على عاتق الحكومات لعب الدور الرقابي والمتابع لكافة نواحي التنمية من خلال كوادر مؤهلة تعي مفاهيم التنمية البيئية وتطبيقاتها ضمن برامج واضحة ومحددة يكون كل منها مدعم ومكمل للآخر.

- أصبحت المنظمات غير الحكومية كيانا فاعلا ومؤثرا في الساحة العالمية، وقبل ذلك في الساحة الوطنية، والتي تشارك في إدارة الحكم جنبا إلى جنب مع الحكومات، المنظمات الدولية، الهيئات المالية والاقتصادية العالمية.

- ثمة حاجة ماسة لتغيرات حقيقية في علاقة الإنسان بالبيئة، وفي أنماطه الاستهلاكه بغية إحداث تحولات ملموسة في النظم البيئية المتدهوة مؤخرا. ويمكن تحقيق ذلك من خلال تفعيل دور المنظمات العلمية والتعليمية في مجالات الابتكار الأخضر، كما أن تثمين الدور الريادي الذي تضطلع به المنظمات العلمية والتعليمية في المجالات البيئية يعد ضرورة ملحة من أجل تحسين الأبعاد البيئية العالمية.

- من شأن سيناريو التحول الطاقوي أن يحقق زيادة صافية بما يقارب 7 ملايين في إجمالي عدد الوظائف التي سيتم خلقها على مستوى الاقتصاد بالكامل بحلول عام 2050، ومن المتوقع أن يكون الناتج المحلي الإجمالي العالمي في عام 2050 أعلى بنسبة 2.4% في ظل سيناريو تحويل الطاقة مقارنة بسيناريو الطاقة المخطط له. وسوف تبلغ المكاسب التراكمية حوالي 98 تريليون دولار أمريكي.

- إن التحول نحو الطاقات المتجددة وإن كان اليوم اختياريا فإن أغلب الدراسات تشير إلى أنه سيصبح إجباريا وبتكاليف مرتفعة.
- إن التخفيض في حجم بصمة الكربون من شأنه أي يكون له تأثيرات كبيرة وإيجابية من حيث تغير المناخ، وذلك باطلاق مستويات أقل من غازات الاحتباس الحراري في الجو، وذلك في اطار المساعي الدولية للسير قدما نحو بيئة محايدة كربونيا بحلول عام 2050.
- تعتبر الصين، الو.م.أ والهند أعلى ثلاث بواعث للغازات الدفيئة على المستوى العالمي لسنة 2022، حيث قدر إجمالي انبعاثاتها بـ 25645.33 مليون طن، وبنسبة بلغت 47.68% من إجمالي حجم الانبعاثات العالمية.
- يعتبر الوقود الأحفوري هو المصدر المهيمن على مصادر الطاقة، وساهم احراقه لتوليد الكهرباء والتدفئة والنقل بشكل كبير في زيادة انبعاثات الغازات الدفيئة. حيث تعتمد اقتصاديات العالم في معظم أنشطتها الاقتصادية على مصادر الطاقة الأحفورية التي استحوذت على حوالي 80% من إجمالي عرض الطاقة العالمية. في حين شهدت مصادر الطاقات المتجددة مثل الكهرومائية والشمسية والرياح نموا كبيرا مؤخرا، إلا أنها لم تكن منتشرة على نطاق واسع أو فعال بما يكفي لتعويض الطاقة الأحفورية.
- يؤدي الركود الاقتصادي المصاحب للأزمات إلى تخفيض الانبعاثات، ويكون ذلك في الأجل القصير. ومن ناحية أخرى، نجد أنه في العام التالي للأزمة تتزايد الانبعاثات بشكل كبير أثناء التعافي الاقتصادي للدول. فعلي سبيل المثال، انخفضت انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون العالمية في أعقاب جائحة كورونا بنسبة 5.2% عام 2020 وعادت لتزداد بنسبة 6% في عام 2021 .
- يشكل غاز ثاني أكسيد الكربون نسبة 72% من إجمالي حجم الانبعاثات الدفيئة، بينما غاز الميثان يشكل 21%، في حين أكسيد النيتروز نسبته 5%. هذا ما يدفع المجتمع الدولي للعمل بشكل مكثف على استهداف تقليص وتخفيض حجم الغازات الثلاثة سالفة الذكر والتي تشكل 98% من إجمالي الانبعاثات الدفيئة.

2.1. نتائج الدراسة التطبيقية

- تساهم الدول النفطية في انبعاثات الغازات المتسببة في الاحتباس الحراري والتلوث بالبيئي، وخاصة من خلال الأنشطة المرتبطة باستخراج النفط وتكريره واستهلاكه، إلا أن مساهمتها الإجمالية في الانبعاثات العالمية تعتبر متواضعة نسبيا إذا ما قورنت بالدول غير النفطية الأكثر انبعاثا للغازات الدفيئة. حيث شكلت كل من روسيا، إيران، المكسيك، ماليزيا، كازاخستان، الجزائر، فنزويلا وأذربيجان ما نسبته 10.34% من إجمالي الانبعاثات العالمية لسنة 2022، بإجمالي حجم انبعاثات قدر بـ 5559.94 مليون طن. في حين بلغت حجم الانبعاثات لكل من الصين، الو.م.أ، الهند، اليابان، ألمانيا، كندا، فرنسا والمملكة المتحدة ما

نسبته 54.34% من إجمالي الانبعاثات العالمية لسنة 2022، بإجمالي حجم انبعاثات قدره 29225.82 مليون طن.

- تحتل الطاقة الكهرومائية الريادة من حيث حجم الإنتاج وبفوارق كبيرة عن الأنواع الأخرى من الطاقات المتجددة، في حين تعتبر الطاقة الشمسية الأسرع نموا خلال الفترة الممتدة من سنة 2012 إلى غاية سنة 2022.

- إن الجمع بين الطاقة الكهرومائية التقليدية والطاقة الشمسية في نظام هجين، يعالج مشكلة هدر الأراضي التي تواجهها المنشآت الكهروضوئية، من خلال وضع الألواح الشمسية على منصات عائمة في موقع مشترك مع البنية التحتية للطاقة الكهرومائية. هذا ما يتيح الاستخدام المتزامن للأراضي أو الأسطح المائية لكل من الطاقة الكهرومائية والشمسية وبالتالي يتم تقليل الحاجة إلى أراضي إضافية لمنشآت الطاقة الشمسية مما يساعد على الحفاظ على الأراضي ويقلل من التأثير البيئي المرتبط بتحويل الأراضي لتنمية الطاقة.

- إن الطاقة التي يمكن استخراجها من موارد الرياح البرية والبحرية تعادل أكثر من 35% من الطلب العالمي للطاقة، في حين أنها لاتزال تساهم بنحو 6% فقط من إنتاج الكهرباء على المستوى العالمي.

- إن نسبة الزيادة في حجم الطاقة الحيوية المتمثلة في نفايات البلدية المتجددة هي الأسرع نموا خلال الفترة 2012-2022 إذا ما قورنت بالأنواع الأخرى للطاقة الحيوية، الأمر الذي يدفعنا لتوقع تسجيل نمو كبير للطاقة الحيوية خلال السنوات القليلة القادمة.

- بينت نتائج الدراسة الخاصة بالفرضية الأولى التي تنص على أنه: **يوجد أثر سلبي ذو دلالة معنوية لإحلال الطاقات المتجددة على التلوث البيئي في الدول النفطية، إلى الآتي:**

- أظهرت نتائج الدراسة أن نموذج الدراسة ككل الخاص بالفرضية الأولى معنوي دال إحصائيا وذا أثر سلبي. وعليه تم قبول الفرضية الأولى التي تنص على أنه: "**يوجد أثر سلبي ذو دلالة معنوية لإحلال الطاقات المتجددة على التلوث البيئي في الدول النفطية**".

- أن إحلال الطاقات المتجددة في الدول النفطية يساهم بـ 80٪ في تفسير التغير في انبعاثات الغازات الدفيئة. بينما 20% تعزى لمتغيرات أخرى، بمعنى وجود عوامل أخرى غير الإحلال الطاقوي تقلل انبعاثات الغازات الدفيئة كتقنيات احتجاز الكربون، تسعير الكربون، الضرائب على الانبعاثات الدفيئة، الاستثمار في البحث والتطوير، سياسات ولوائح الحد من الانبعاثات، إدارة النفايات وتدويرها، إدارة الغابات واستخدام الأراضي. يمكن القول أنه على الرغم من رفض الفرضيات الفرعية للفرضية الأولى كل على حدا، إلا أن النموذج الكلي للفرضية الأولى معنوي ودال إحصائيا ويفسر الاختلافات في

التغيرات في المتغير التابع التلوث البيئي. لأن إحلال الطاقات المتجددة والعمل بها يكون مجتمعا ومتنوعا، دون تبني نوع وإهمال الباقي.

- توصلت الدراسة إلى ضرورة تهجين أنواع الطاقات المتجددة في الدول النفطية للاستفادة من الطبيعة التكميلية لمصادرها، فهي تكمل بعضها البعض. فمن خلال دمج مصادر الطاقات المتجددة في نظام موحد يمكننا إنشاء بنية تحتية للطاقة أكثر مرونة وموثوقية واستدامة، تساهم بشكل فعال في الحد من التلوث البيئي. فقد أثبتت الدراسة أن إحلال الطاقات المتجددة مجتمعة يؤثر سلبا على التلوث البيئي وبالتالي يقلل من انبعاثات الغازات الدفيئة، في حين أن تأثير كل نوع على حدا من إحلال الطاقات المتجددة ليس له أثر على التلوث البيئي في الدول النفطية.
- إن التغير في التلوث البيئي يرجع للطاقة الكهرومائية بنسبة 78,4% في الدول النفطية. كما يوجد أثر إيجابي معنوي بينهما، أي أن الزيادة في استهلاك الطاقة الكهرومائية يؤدي إلى الزيادة في التلوث البيئي. ويرجع هذا الأثر الإيجابي بالأساس إلى ضعف الوسائل والتكنولوجيا المعتمدة في الدول النفطية أثناء استهلاكها للطاقة الكهرومائية، مما يجعل من عملية اعتمادها تولد انبعاثات أكثر بدل تقليلها والعكس صحيح.

- يوجد أثر سلبي غير دال بين استهلاك طاقة الرياح والطاقة الشمسية على التلوث البيئي. أي أن زيادة استهلاك طاقة الرياح والطاقة الشمسية يؤدي إلى تخفيض التلوث البيئي.
- تم رفض الفرضيات الفرعية للفرضية الأولى المتعلقة بالدول النفطية كل على حدا للأسباب الآتية:
  - يمكن أن يؤدي التغيير في استخدام الأراضي إلى زيادة الانبعاثات، بحيث تعادل هذه الزيادة أو تتجاوز تخفيضات غازات الاحتباس الحراري التي تتحقق نتيجة استعمال الطاقات المتجددة. فعلى سبيل المثال، تشكل إزالة الغابات لغرض تلبية الطلب المتزايد على الطاقات المتجددة تهديدا شديدا بالنسبة للأراضي الجيدة والتنوع الوراثي، وعاملا لانبعاثات الغازات الدفيئة. لكن بالنظر إلى أرض الواقع فإن الطاقات المتجددة قد تكون أكبر خطر يهدد البيئة العالمية على المدى البعيد، لما يسببه من تسريع إزالة الغابات والمناطق الطبيعية الخضراء. فبالرغم من أن عملية استهلاك الطاقات المتجددة تطلق انبعاثات كربونية أقل من استهلاك الوقود الأحفوري ولكن الانبعاثات الناتجة عن إنتاجه بدءا من استخدام الوقود الكربوني في عملية تشييد البنية التحتية لازمة لإنتاج الطاقات المتجددة، وصولا إلى نقلها إلى أسواق الاستهلاك، قد يدحض الرأي الخاص بملاءمتها للبيئة. إضافة إلى ذلك، فإن عملية إزالة الغابات والأراضي البرية تسبب انبعاثات كربونية أكبر بكثير مما ينتج عن استهلاك الطاقة.
  - إن بناء وتشغيل وصيانة نظام طاقة منخفض الكربون سوف يتطلب في حد ذاته طاقة، حيث أن قسما كبيرا منها مستمد من الوقود الأحفوري. وهذا ما يفسر وجود علاقة طردية بين التحول

الطاقوي إلى الطاقة الكهرومائية وزيادة التلوث البيئي في الدول النفطية، إذ أن الأخيرة تستهلك قدرا كبيرا من الطاقة المتاحة للمجتمع، ويكون مصدرا لانبعاثات كبيرة.

- إن النمو السريع للبنية التحتية للطاقات المتجددة يستلزم استخدام كمية كبيرة من إمدادات الطاقة العالمية، وبما أن إمدادات الطاقة العالمية تستمد حاليا في الغالب من الوقود الأحفوري، فإن التحول في حد ذاته يصبح مصدرا لانبعاثات كبيرة .

– بينت نتائج الدراسة الخاصة بالفرضية الثانية التي تنص على أنه: **يوجد أثر سلبي ذو دلالة معنوية لإحلال الطاقات المتجددة على التلوث البيئي في الدول غير النفطية، إلى الآتي:**

- بينت نتائج الدراسة أن نموذج الدراسة ككل الخاص بالفرضية الثانية معنوي دال إحصائيا وذا أثر سلبي. وعليه تم قبول الفرضية الثانية التي تنص على أنه: "**يوجد أثر سلبي ذو دلالة معنوية لإحلال الطاقات المتجددة على التلوث البيئي في الدول غير النفطية**".
- إحلال الطاقات المتجددة في الدول غير النفطية يساهم بـ 96.05% في تفسير التغير في انبعاثات الغازات الدفيئة، بينما 3.95% تعزى لمتغيرات أخرى، بمعنى وجود عوامل أخرى غير الإحلال الطاقوي تقلل انبعاثات الغازات الدفيئة كتقنيات احتجاز الكربون، تسعير الكربون، الضرائب على الانبعاثات الدفيئة، الاستثمار في البحث والتطوير، سياسات ولوائح الحد من الانبعاثات، إدارة النفايات وتدويرها، إدارة الغابات واستخدام الأراضي. أما النموذج الكلي لدراسة الفرضية الثانية كان معنوي ودال إحصائيا ويفسر 96,05 % من الاختلافات في التغيرات في المتغير التابع التلوث البيئي.
- نموذج الدراسة الخاص بالفرضيات الفرعية للفرضية الثانية دال إحصائيا وذا أثر سلبي. وبناء على ذلك تم قبول الفرضات الفرعية للفرضية الثانية المتعلقة بوجود أثر سلبي ذو دلالة معنوية لإحلال الطاقة الكهرومائية، طاقة الرياح، الطاقة الشمسية والطاقات المتجددة الأخرى على التلوث البيئي في الدول غير النفطية.
- توصلت الدراسة إلى أن التغير في التلوث البيئي يرجع للطاقة الكهرومائية، طاقة الرياح، الطاقة الشمسية والطاقات المتجددة الأخرى بنسبة 93.1%، 94.7%، 95.3% و93.7%على التوالي في الدول غير نفطية. كما نلاحظ كذلك سلبية معامل هذه الطاقات مما يعكس الأثر السلبي لها على التلوث البيئي. أي أن زيادة استهلاك الطاقة الكهرومائية، طاقة الرياح، الطاقة الشمسية والطاقات المتجددة يؤدي إلى تخفيض التلوث البيئي.
- تم قبول الفرضية الثانية والفرضيات الفرعية للفرضية الثانية المتعلقة بالدول غير النفطية كل على حدا للأسباب الآتية:

- أن التحول من إمدادات الطاقة التقليدية إلى إمدادات الطاقات المتجددة في الدول غير النفطية يحد من التلوث البيئي، أي أن إحلال الطاقات المتجددة محل الوقود الأحفوري يكون له تأثيرات إيجابية على البيئة.
- تعتمد الدول غير النفطية على وسائل تكنولوجية حديثة وأنظمة ذكية صديقة للبيئة، تستعمل هذه الأخيرة أثناء استهلاك الطاقات المتجددة مما يزيد من فعالية الطاقات المتجددة في التقليل من الانبعاثات الدفيئة لهذه الدول.
- تبنت كل الدول غير النفطية أطرا تنظيمية للاستثمار في الطاقات المتجددة مع اختلافها في ذلك، إلا أن تأثير التحول الطاقوي لهذه الدول إنعكس بشكل كبير على سلامة البيئة والحد من التلوث. كما أن إسهام كل نوع من أنواع الطاقات المتجددة على حدا ساهم في تخفيض الانبعاثات الدفيئة، وهذا ما يفسر أن الدول غير النفطية تستخدم تقنيات وتكنولوجيات أحدث بكثير من تلك التي تستخدمها الدول النفطية عند استهلاكها للطاقات المتجددة.

– لم تختلف الدول النفطية والدول غير النفطية من حيث تأثير إحلال الطاقات المتجددة على التلوث البيئي، حيث توصلت الدراسة إلى وجود علاقة عكسية بين الإحلال الطاقوي والتلوث البيئي في الحالتين، مما يشجع المجتمع الدولي للسعي الحثيث في تبني استراتيجيات التحول الطاقوي من أجل الحفاظ على سلامة البيئة والحد من التلوث البيئي الذي يعتبر من أكبر التحديات الحالية والمستقبلية لكوكب الأرض.

إن نتائج الدراسة تبعث للاهتمام أكثر فأكثر بموضوع التحول الطاقوي كموضوع بحث، من جهة أخرى تدعو لضرورة الاهتمام بالعلاقة بين التحول الطاقوي والتلوث البيئي.

2- إقتراحات الدراسة

في ضوء ما توصلت إليه نتائج الدراسة النظرية والتطبيقية، يمكن إدراج الإقتراحات الآتية:

- يجب أن تتعاون الدول فيما بينها لإرساء أسس، دعائم وإستراتيجيات التحول الطاقوي. فكل دولة لها أن تأخذ من إيجابيات غيرها فيما يتعلق بالتقنيات الحديثة الصديقة للبيئة. حيث أن استهلاك الطاقات المتجددة تنبع من ثقافة الدولة، تاريخها وقوانينها. كذلك فإن للدول نقاطا مشتركة تسهل تقارب أنظمتها، فبعض الدول تمتاز بخصائص طبيعية كوجود اشعاع شمسي قوي بها طيلة ساعات النهار أو إمتلاكها لأنهار، بحار، سدود وغيرها. في حين تتميز دول أخرى بالتطور التكنولوجي والتقنيات الحديثة، لذا فإن تكاتف الجهود فيما بين الدول يجعل الطريق إلى التحول الطاقوي أكثر سرعة وأقل تكلفة ويساهم أكثر فأكثر في الحد من التلوث البيئي.

- يجب على صناع القرار في مجال الطاقات المتجددة عبر مختلف الدول الإطلاع على مختلف التقنيات المستحدثة للطاقة المتجددة، الأمر الذي يعزز من استيعابهم للمفهوم وتداعياته على الأبعاد البيئية، الاقتصادية والاجتماعية. لأجل ذلك، يكون من الأفضل أن تخصص دورات تدريبية بصفة دورية للمسؤولين عن القطاع الطاقوي بالدول بغية التحسين من ممارساتها.
- لا يمكن الحديث عن التحول الطاقوي في الدول النفطية في ظل ما تعانيه من تراجع في البنية التحتية اللازمة لإنتاج الطاقات المتجددة، وكذا في ظل تبعيتها للوقود الأحفوري. فمن بين أهم ما يجب على الدول العمل عليه هو ضمان بيئة مشجعة على الاستثمار في الطاقات المتجددة، خاصة فيما يتعلق ببعث المشاريع الجديدة.
- يجب العمل أكثر على نشر مفهوم الطاقات النظيفة، خاصة في ظل التراجع الثقافي للدول في هذا المجال، والتأكيد في المراحل الأولى على ضرورة الالتزام به وفرض الرقابة مقابل ذلك إلى حين اعتياد الممارسة. من جهة أخرى، يعتبر نشر ثقافة استهلاك الطاقات المتجددة أمرا لابد منه بما يشجع على التحول الطاقوي.
- ضرورة الإطلاع المستمر على المستجدات التي تطرأ على الابتكارات العلمية وبراءات الإختراع في مجال الطاقات المتجددة، والعمل على تشجيع وتحفيز المخابر العلمية التي تسهم في المضي قدما نحو التحول الطاقوي.
- ضرورة إلتزام وزارات الطاقة للدول بإنشاء مواقع الكترونية تتضمن جميع المعلومات الخاصة بالقطاع الطاقوي وتتبع وتراقب أهم المستجدات الحاصلة فيه.
- العمل على الاستغلال الأمثل في مصادر الطاقات المتجددة، وزيادة نسبتها في المزيج الطاقوي العالمي أصبح ضرورة ملحة من أجل تحقيق بيئة أكثر سلامة وأمنا.
- ضرورة الاستفادة من الطبيعة التكاملية للطاقات المتجددة، والعمل على تهجين مصادرها لتحقيق أكبر منفعة ممكنة منها.

3- الآفاق المستقبلية للدراسة

إن بحثنا هذا يمكننا من فتح المجال أمام دراسات أخرى مستقبيلة، خاصة فيما يتعلق بالجوانب التي تم إغفالها وعدم قدرتنا على تناولها في هذه الدراسة، ومن أهم ما يتم اقتراحه كآفاق مستقبيلة الآتي:

- موضوع التكامل بين كفاءة الطاقة والطاقة المتجددة يعتبر من الأولويات البحثية، لأن التأثير المشترك لهذين العاملين كفيل بتلبية احتياجات التخلص من انبعاثات الكربون المرتبطة بالطاقة بحلول عام 2050 وعلى نحو يتسم بكفاءة التكلفة.

- البحث في مجال التخطيط لقطاع كهرباء الذي يستحوذ على حصة كبيرة من إنتاج الطاقة المتجددة، خاصة أن التحول لنظام الطاقة العالمي يتطلب إحداث نقلة نوعية وأساسية في طريقة فهم أنظمة الطاقة وتشغيلها، وهذا يتطلب بدوره وضع خطط طويلة الأجل لنظام الطاقة واتباع منهجيات أكثر شمولا وتنسيقا في صنع السياسات عبر القطاعات والبلدان.
- دراسة موضوع البنى التحتية الطاقوية، خاصة فيما يتعلق بطريقة نشر البنى التحتية المناسبة وإعادة تصميم اللوائح التنظيمية للقطاع. والشروط الأساسية لتحقيق التكامل في توليد الطاقة الشمسية، طاقة الرياح والطاقة الكهرومائية على نطاق واسع وبتكلفة معقولة. والتي ستصبح مصادر الطاقة هذه بمثابة الدعامة الرئيسية لأنظمة الطاقة بحلول عام 2050.
- دراسة مدى مواءمة البنى الاقتصادية والاجتماعية والاستثمارات مع عملية التحول. لأنه ثمة حاجة ملحة إلى وجود نهج متكامل وشامل، من خلال مواءمة المنظومة الاقتصادية والاجتماعية مع متطلبات عملية التحول. ويتطلب إنجاز هذا التحول في نظام الطاقة لاستثمارات كبيرة تضاف إلى الاستثمار المطلوب للتكيف مع التبعات والتداعيات القائمة على ظاهرة تغير المناخ.
- دراسة دور التقنيات الجديدة والابتكار في تقدم الطاقات المتجددة، فلا بد من مواصلة الابتكار التقني مستقبلا لإنجاز التحول المنشود في القطاع الطاقوي. وينبغي لجهود الابتكار أن تغطي دورة الحياة الكاملة للتكنولوجيا، بما في ذلك العرض والنشر والطرح التجاري. خاصة أنه بات من الضروري البحث والتطوير في الابتكارات المطلوبة لإنجاز التحول الطاقوي، واتخاذ المزيد من الإجراءات المنسقة والمكثفة من قبل الحكومات الوطنية والجهات الدولية الفاعلة والقطاع الخاص.
- من ناحية الدول المختارة، فإن هذه الدراسة وإن كانت ركزت على دول لها وزنها الاستراتيجي والاقليمي إلا أن توسعة الدراسة لتشمل مختلف المناطق كالمغرب العربي، المشرق العربي ومنطقة الخليج يمكن أن تعزز أكثر عملية المقارنة، ولا يكون ذلك إلا في حالة عقد تعاون علمي بين باحثين من مناطق مختلفة ضمن المنظومة العالمية.
- إن المقارنة بين مختلف نماذج التحول الطاقوي له أن يعزز من مثل هذه الممارسات، وذلك بتتبع إيجابيات كل نموذج ومحاولة دمجها للتقليص من الثغرات في أنظمة الطاقة العالمية.

قائمة المراجع

1- المراجع باللغة العربية

1.1- الكتب

1) أبو نصر الله عبد العزيز(2009)، **البيئة من المنظور الشرعي وسبل حمايتها في الإسلام**، دار الكتب العلمية، بيروت، لبنان.
2) ابن منظور(1982)، **لسان العرب**، الجزء (3)، المطبعة الكبرى، القاهرة، مصر.
3) أحمد آل درويش، ونايف الغيث، وألبرتو بيهار، وآخرون(2015)، **المملكة العربية السعودية : معالجة التحديات الاقتصادية الناشئة للحفاظ على النمو**، صندوق النقد الدولي، الولايات المتحدة الأمريكية.
4) أزهري مصطفى صادق (2013)، **الإنسان والبيئه في ما قبل التاريخ**، دار الفراشة للنشر والتوزيع، الأردن.
5) إسماعيل عبد الرزاق، غادة محمد (2016)، **فاعلية الطاقات المتجددة في تحقيق كفاءة الاستخدام الطاقوي في *الأبنية***، جمعية المهندسين العراقية، العراق.
6) إبتسام سعيد ملكاوي (2008)، **جريمة تلويث البيئة –دراسة مقارنة–**، دار الكتاب العربي للنشر والتوزيع، ط1، عمان، الأردن.
7) إسماعيل إبراهيم (2001)، **الصحفي المتخصص**، دار الفجر للطباعة والنشر والتوزيع، مصر.
8) أشرف عبد الرزاق ويح، **الحماية الشرعية للبيئة المائية (دراسة مقارنة بين الشريعة الاسلامية والقانون الوضعي)**، دار النهضة العربية، ط1، القاهرة، مصر.
9) أماني جرار(2018)، **منظمات الأعمال التنموية**، دار اليازوري للنشر والتوزيع، الأردن.
10) إياد هلال الكناني (2020)، **الحكم العالمي في دراسة العلاقات الدولية بعد الحرب الباردة**، دار الخليج للنشر والتوزيع، عمان، الأردن.
11) آل غور (2008)، ترجمة: وليد شحادة، **الحقيقة المؤلمة حالة الطوارئ لهذا الكوكب بسبب الاحتباس الحراري وما لذي نستطيع فعله حيالها**، العبيكان، الرياض، السعودية.
12) توم تيتنبرج، ترجمة جلال البنا(2000)، **نحو مفهوم للاقتصاديات البيئية والقوانين المعالجة لها مسار التجربة الأمريكية**، المجلس الأعلى للثقافة، القاهرة، مصر.
13) جاك فونتانال (2009)، **العولمة الاقتصادية والأمن الدولي: مدخل إلى الجيو – اقتصاد**، ترجمة محمود إبراهيم، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر.
14) حبيب معلوف (2016)، **قضية تغير المناخ العالمي بين إخفاقات كيوتو وتوقعات باريس**، دار الفارابي، بيروت، لبنان.
15) شحاتة، محمد حسن عوض(2018)، **قضية المناخ وتحديات العولمة البيئية**، الأكاديمية الحديثة للكتاب الجامعي، مصر.
16) حسين شكراني (2018)، **حقوق الأجيال المقبلة بالإشارة إلى الأوضاع العربية**، المركز العربي للأبحاث ودراسة السياسات، ط 1، قطر.
17) حسين مصطفى غانم (1997)، **الإسلام وحماية البيئة من التلوث**، جامعة أم القرى، مكة المكرمة، السعودية.
18) حمد بن محمد آل الشيخ (2007)، **اقتصاديات الموارد الطبيعية والبيئة**، العبيكان للنشر، ط1، الرياض، السعودية.
19) خليل رزق (2006)، **الإسلام والبيئة**، دار الهادي للطباعة والنشر والتوزيع، ط1، بيروت، لبنان.
20) رعد حسن الصرن(2001)، **نظم الإدارة البيئية والايزو 14000**، دار الرضا للنشر، ط1، دمشق، سوريا.

21)ناديا لتيم سعيد (2016)، **دور المنظمات الدولية في حماية البيئة من التلوث بالنفايات الخطرة**، دار حامد للنشر والتوزيع، ط1، عمان، الأردن.

22)نورا منصوري (2020)، **مشروع الطاقة النووية السعودي**، مركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية، الرياض، السعودية.

23)دافيد براون وآخرون (2002)، **العولمة والمنظمات غير الحكومية وعلاقات القطاعات المتعددة، الحكم في عالم يتجه نحو العولمة**، العبيكان للنشر، الرياض، السعودية.

24)رشدي إبراهيم (2019)، **اقتصاديات الثروة البترولية: الاقتصاد المصري نموذج للدراسة**، دار نور للنشر، جامعة الاسكندرية، مصر.

25)رشيد الحمد، محمد سعيد صباريني(1979)، **البيئة ومشكلاتها**، عالم المعرفة، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت.

26)روبرت ايفن (2011)، ***شحن مستقبلنا بالطاقة مدخل إلى الطاقة المستدامة***، ترجمة فيصل حردان، مركز الدراسات الوحدة العربية، بيروت، لبنان.

27)زين الدين عبد المقصود (1986)، **البيئة والإنسان : رؤية إسلامية**، دار البحوث العلمية، الكويت.

28) زواوية حلام (2014)، **دور اقتصاديات الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية الاقتصادية المستدامة في الدول المغاربية**، مكتبة الوفاء القانونية، ط1، القاهرة، مصر.

29)سجى محمد عباس (2017)،**التلوث السمعي دراسة مقارنة**، مركز العربي للنشر والتوزيع، ط1، القاهرة، مصر.

30) سعد الله نجم النعيمي(2020)، **تلوث بيئة الإنسان بالمعادن الثقيلة وطرق المعالجة**، دار الكتب العلمية، ط1، بيروت، لبنان.

31)سعيد سعد عبد السلام (2000)، **مشكلة تعويض اضرار البيئة التكنولوجية**، دار النهضة العربية القاهرة، ط1، مصر.

32) سعيد الصديقي(2004)، **هل تستطيع الدولة أن تقاوم تحديات العولمة؟، العولمة والنظام الدولي الجديد**، مركز دراسات الوحدة العربية، ط1، بيروت، لبنان.

33)سيد عبد النبي محمد (2019)، **التلوث البيئي وباء عصر العولمة**، وكالة الصحافة العربية، ط1، الجيزة، مصر.

34)سيد عاشور أحمد (2010)، **البيئة في الاسلام تراث ومعاصرة**، مكتبة الأنجلو المصرية، مصر.

35)صاحب الربيعي (2010)، **الإدارة المتكاملة للموارد المائية**، صفحات للدراسة والنشر،ط1، دمشق، سوريا.

36)صلاح الدين عامر(2003)، **مقدمة لدراسة القانون الدولي العام**، دار النهضة العربية، القاهرة، مصر.

37)عامر محمود طراف (1998)، **أخطار البيئة والنظام الدولي**، المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر والتوزيع، ط1، بيروت، لبنان.

38)عايد راضي خنفر(2010)، **التلوث البيئي: الهواء –الماء –الغذاء**، دار اليازودي العلمية للنشر والتوزيع، الأردن.

39)عبد الله احمد الشايع عبد العزيز (2003)، **الإعلام ودوره في تحقيق الأمن البيئي**، أكاديمية نايف للعلوم الأمنية، الرياض، المملكة العربية السعودية.

40)عبد الله الصعيدي (1998)، **الاقتصاد والبيئة: دراسة في بعض الجوانب الاقتصادية لمشكلات البيئة**، مركز التميز لعلوم الادارة والحاسب، مصر.

41)عبد الخالق مطلك الراوي(2020)، **محاسبة النفط والغاز**، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، الأردن.

42)عبد الخليل فضيل، علوان جاسم الوائلي (1985)، **ينظر بشأن موضوع التلوث الهوائي وأسبابه وتأثيراته**، علم البيئة، جامعة الموصل، العراق.

43) عبد العال الديربي (2016)، **الحماية الدولية للبيئة وآليات فض نزاعاتها دراسة نظرية تطبيقية مع الإشارة خاصة إلى دور المحكمة الدولية لقانون البحار**، المركز القومي للإصدارات القانونية، ط1، القاهرة، مصر.

44) عبد العزيز مخيمر عبد الهادي (1986)، **دور المنظمات الدولية في حماية البيئة**، دار النهضة العربية، ط1، القاهرة، مصر.

45) عدنان خلف البدراني (2021)، **السياسة الخارجية الصينية بين الثابت والمتغير: نماذج مختارة**، دار الأكاديميون للنشر والتوزيع، الأردن

46) عدنان داود محمد العذاري(2016)، **الاستثمار الأجنبي المباشر على التنمية والتنمية المستدامة في بعض الدول الإسلامية**، دار غيداء للنشر والتوزيع، عمان، الأردن.

47) العربي العربي (2021)، **أهمية النفط والغاز في العلاقات الجزائرية–الأوروبية (1956–2013)**، المركز العربي للأبحاث ودراسة السياسات، ط1، قطر.

48) عصام قمر(2007)، **الخدمة الاجتماعية بين الصحة العامة و البيئة**، دار السحاب لشر والتوزيع، ط1، مصر.

49) علي عدنان الفيل(2013)، **شرح التلوث البيئي في قوانين حماية البيئة العربية دراسة مقارنة**، المركز القومي للاعدادات القانونية، ط1، القاهرة، مصر.

50) عمرو عبد العاطي (2014)، **أمن الطاقة في السياسة الخارجية الأمريكية**، المركز العربي للأبحاث ودراسة السياسات،ط1، بيروت، لبنان.

51) علي حسين باكير (2010)، **التنافس الجيو–استراتيجي للقوى الكبرى على موارد الطاقة: ديبلوماسية الصين النفطية الأبعاد والانعكاسات**، دار المنهل اللبناني للطباعة والنشر، بيروت، لبنان.

52) فاطمة البكدي (2020)، **الاقتصاد الأخضر من النظري إلى التطبيق**، مركز الكتاب الأكاديمي، عمان، الأردن.

53) فيل أوكيف، جيوف أوبرين، نيكولا بيسال(2024)، ترجمة: عائشة حمدي، **مستقبل استخدام الطاقة**، مجموعة النيل العربية للطباعة ونشر والتوزيع، مصر.

54) قريد سمير (2013)،**حماية البيئة ومكافحة التلوث ونشر الثقافة البيئية**، دار الحامد للنشر والتوزيع، عمان، الأردن.

55) كيث كرين، جيمين ماو، (2015)، **تكاليف السياسات المختارة لمعالجة تلوث الهواء في الصين**، مؤسسة الأبحاث والتطوير راند، كاليفورنيا، الولايات المتحدة الأمريكية.

56) مجدي مدحت النهري (2002)، **مسؤولية الدولة عن أضرار التلوث البيئي**، مكتبة الجلاء الجديدة، المنصورة، مصر.

57) محمد حسين عبد القوي (2002)، **الحماية الجنائية للبيئة الهوائية**، دار النشر الذهبي للطباعة، القاهرة، مصر.

58) محمد عبد الرحمن الشرنوبي (1976)، **الإنسان والبيئة**، مكتبة الانجلو المصرية، مصر.

59) محمد عبد القادر الفقي(1993)، **البيئة مشاكلها وقضاياها وحمايتها من التلوث رؤية إسلامية**، مكتبة ابن سينا، القاهرة، مصر.

60) محمد عبد القادر الفقي (2008)، **المحافظة على البيئة من منظور إسلامي**، المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، الكويت.

61) محمد عبد القادر حاتم (2005)، **العولمة مالها... وما عليها**، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، مصر.

62) محمد عبد الكريم علي عبد ربه ومحمد عزت محمد ابراهيم غزلان (2000)، **اقتصاديات الموارد والبيئة**، دار المعرفة الجامعية، مصر.

63) محمد صالح الشيخ (2002)، **الآثار الاقتصادية والمالية لتلوث البيئة ووسائل الحماية منها**، مكتبة ومطبعة الإشعاع الفنية، الإسكندرية، مصر.

64)محمد محمود سليمان(2007)، **الجغرافيا والبيئة**، الهيئة العامة السورية للكتاب، دمشق، سوريا.
65)مروان عبد القادر أحمد (2016)، **الطاقة المتجددة**، الجنادرية للنشر والتوزيع، ط1، الأردن.
66)مصطفى يوسف كافي (2017)، **التنمية المستدامة**، دار الأكاديميون للنشر والتوزيع،عمان، الأردن.
67)مظلوم محمد جمال (2012)، **الأمن غير تقليدي**، جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية مركز الدراسات والبحوث، ط1، الرياض، السعودية.
68)معوض عبد التواب ومصطفى معوض عبد التواب (1986)، **جرائم التلوث من الناحيتين القانونية والفنية**، منشأة المعارف، الاسكندرية.
69)مهري شفيقة (2019)، **قضايا ورهانات بحثية راهنة**، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، الأردن.
70)نسرين الصباحى (2023) ، **التغير المناخي وأثره على الصراعات في شرق إفريقيا**، العربي للنشر والتوزيع، القاهرة، مصر.
71)نصري ذياب (2011)، **جغرافية الطاقة**، الجنادرية للنشر والتوزيع، ط1، الأردن.
72)نعيم محمد علي الأنصاري(2009)، **التلوث البيئي**، دار الدجلة ناشرون وموزعون، عمان، الأردن.
73)هاني عبد القادر عمارة (2012)، **الطاقة وعصر القوة**، دار غيداء للنشر والتوزيع، عمان، الأردن.
74)وفاء محمد حسن(2016)، **الطاقة النووية**، دار الجنادرية للنشر والتوزيع، الأردن.
75)وليد رفيق العياصرة (2012)، **التربية البيئية واستراتيجيات تدريسها**، دار أسامة للنشر والتوزيع، الأردن.
76)وليد شتوح (2020)، **التحليل الاقتصادي البيئي**، مركز الكتاب الأكاديمي، الأردن.
77)يسري مصطفى (2007)، **المنظمات غير الحكومية**، مركز القاهرة لدراسات حقوق الإنسان، الطبعة الثانية، القاهرة، مصر.

2.1- المجلات والدوريات

1) أبو سالم زينة (2014)، **البيئة ومشكلاتها: قراءة سوسيولوجية فى المفهوم والأسباب**، الصادرة عن مجلة العلوم الإنسانية والإجتماعية، العدد17.
2) أحمد حنيش(2021)، **التحول نحو الطاقات المتجددة كآلية لتحقيق الأمن الطاقوي وضمان تنمية مستدامة**، الصادرة عن مجلة دراسات وأبحاث اقتصادية في الطاقات المتجددة، المجلد 08، العدد02، الجزائر.
3) أحمد حسين علي الهيتي، عمار محمد سلو أحمد العبادي (2009)، **أسعار الفائدة وفكرة النضوب وتوجهات أسعار النفط، الخام**، الصادرة عن مجلة تكريت للعلوم الادارية والاقتصادية، تصدر عن كلية الإدارة والاقتصاد جامعة تكريت، المجلد 05، العدد 15، العراق.
4) أحمد سليمان(2024)، **الطاقة المتجددة**، صندوق النقد العربي، العدد55، أبوظبي، الإمارات العربية المتحدة، ص15.
5) آلاء الشاذلي، أمينة رضا النجار(2023)، أثر الأزمات الاقتصادية على الانبعاثات الكربونية في مصر خلال (1972-2021)، الصادرة عن المجلة العلمية لكلية الدراسات الاقتصادية والعلوم السياسية، المجلد8، العدد16، مصر.
6) أندرو ستانلي (2022)، **تحولات الطاقة**، الصادرة عن مجلة التمويل والتنمية، صندوق النقد الدولي، واشنطن، الولايات المتحدة الأمريكية.
7) أمال بيدي(2021)، **الحد من البصمة البيئية مدخل لتحقيق التنمية المستدامة**، الصادرة عن مجلة طبنة للدراسات العلمية الأكاديمية، الجلد4،العدد2، جامعة الجلفة، الجزائر.

8) جمال سند السويدي2014، **آفاق العصر الأمريكي السيادة والنفوذ في النظام العالمي الجديد**، مركز الإمارات للبحوث والدراسات الاستراتيجية، الإمارات العربية المتحدة.

9) جهيزة بلهاشمي (2023)، **تعزيز رقمنة تكنولوجيا الخدمات المالية في ظل الأزمة الصحية الأخيرة ودورها في الرفع من مؤشر الشمول المالي في دول MENA – دراسة قياسية باستخدام بيانات بانل ARDL للفترة الممتدة من 2004 إلى 2021**، مجلة اقتصاديات الأعمال والتجارة، المجلد 08، العدد 02، الجزائر.

10) جون سوليفان، ألكسندر شكولنيكوف، جوش ليتشمان،(2011)، **مواطنة الشركات المفهوم والتطبيق**، مجلة الاصلاح الاقتصادي، العدد 24، مركز الصادرة عن المشروعات الدولية الخاصة، القاهرة، مصر.

11) حسين عبد المطلب الأسرج(2014) ، **المسؤولية الاجتماعية للقطاع الخاص ودورها في التنمية المستدامة للمملكة العربية السعودية**، أرشيف ميونيخ الشخصي RePEc، ألمانيا.

12) خنفر عايد راضي (2014)، **الاقتصاد البيئي: الاقتصاد الأخضر**، الصادرة عن مجلة أسيوط للدراسات البيئية، عدد39، مصر.

13) خالد محمد غانم، البصمة البيئية، ديسمبر 2021، مقال متاح على الموقع الإلكتروني الآتي:
https://learn.agrogatemasr.com/booklets/ecological-footprint/

14) رتيعة محمد(2014)، استخدام بيانات نماذج البانل في تقدير دالة النمو الاقتصادي في الدول العربية، المجلة الجزائرية للاقتصاد والمالية، العدد2، سبتمبر 2014، جامعة المدية، الجزائر.

15) زيغم جميلة (2018)، **إشكالية الأمن الطاقوي في العلاقات الدولية**، دراسات استراتيجية، الصادرة عن مركز البصيرة للبحوث والاستشارات والخدمات التعليمية، المجلد 2018، العدد 27، الجزائر.

16) سعيد الصديقي (2006)، **القوى السياسية عبر الوطنية: قراءة في تأثير الفاعلين غير حكوميين في السياسات العالمية**، الصادرة عن مركز دراسات الوحدة العربية، ط1 بيروت، لبنان.

17) سنوسي بن عبو و طيب سعيدة (2018)، **استراتيجية التحول الطاقوي وفق برنامج الطاقات المتجددة 2030**، الصادرة عن مجلة مدارات سياسية، الصادرة عن جامعة حمة لخضر الوادي، المجلد 02، العدد 04، الجزائر.

18) سيد المين ولد سيد عمر الشيخ (2021)، **المنظمات غير الحكومية والسيادة القومية**، الصادرة عن مجلة الحقوق والعلوم الإنسانية، المجلد 14، العدد01.

19) سي ناصر هاجر، شريط صلاح الدين، (2022)، **التحول نحو الطاقة المتجددة لضمان تحقيق أمن الطاقوي مستدام: حالة دول إفريقيا جنوب الصحراء الكبرى**، الصادرة عن مجلة أبحاث ودراسات التنمية، المجلد 09، العدد 1، جامعة برج بوعريريج، الجزائر.

20) شالأو عبد الخالق محمد، نجدت صبري عقراوي (2019)، **علاقة دبلوماسية الطاقة بصنع القرار في السياسة الخارجية**، الصادرة عن مجلة قلاي زانيست، المجلد 4، العدد4، أربيل، العراق.

21) شمام عبد الوهاب، بوكرة كاميليا، (2016)، **طاقة الكتلة الحيوية بين إشكالية الأمن الطاقوي ومعضلة ارتفاع أسعار الغذاء**، الصادرة عن مجلة رؤى اقتصادية، العدد 11، الصادرة عن جامعة الشهيد حمة لخضر، الوادي، الجزائر.

22) صالح صالحي (2015)، **آثار انخفاض أسعار البترول على الاقتصاد الجزائري نعمة الموارد ولعنة الفساد**، الصادرة عن مجلة العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، المجلد 15، العدد15، الجزائر.

23) صفاء عبد الله معطي، محمد أحمد سالم بلحويصيل(2019)، استخدام تحليل بيانات البانل في نمذجة علاقة تقلبات متغيرات التجارة الخارجية بالنمو الاقتصادي في اليمن للفترة (2006-2013)، الصادرة عن مجلة الريان للعلوم الإنسانية والتطبيقية، المجلد الثاني، العدد1، اليمن.

24) عبد الرؤوف رهبان (2011)، **الأهمية النسبية النوعية لموارد الطاقة : دراسة في جغرافية الطاقة**، الصادرة عن مجلة جامعة دمشق المجلد27، العددان 1-2، سوريا.

25) عبد الله صادق سالم، (2014)، "**ظاهرة المد والجزر في شط العرب- جنوب العراق**"، الصادرة عن مجلة الخليج العربي، المجلد 42 ، العدد 3-4، العراق.

26) عبد القادر الحسينى إبراهيم محفوظ (2021)، **المواجهة الجنائية لجرائم تلوث البيئة السمعى دراسة مقارنة**، الصادرة عن مجلة الدراسات القانونية، العدد 52، القاهرة، مصر.

27) عبد القادر بن حمودة القحطاني(2019)، **التطور التاريخي لقوانين حماية البيئة في دولة قطر**، الصادرة عن مجلة الاجتهاد للدراسات القانونية والاقتصادية، المجلد 9،العدد1، الجزائر.

28) عبد القادر روشو (2018)، **البعد التنموي المحلي للتحول الطاقوي في الجزائر : دراسة في إطار المخطط الطاقوي (2011-2030)**، الصادرة عن مجلة الاقتصاد والتنمية البشرية، المجلد 09، العدد 03، مخبر التنمية الاقتصادية والبشرية في الجزائر، جامعة البليدة 2، الجزائر.

29) عبير محمود مجاهد(2016)، **دور المشروعات الصغيرة والمتوسطة في تحول الاقتصاديات العربية نحو الاقتصاد الأخضر**، الصادرة عن مجلة العلوم الاقتصادية والتسيير والعلوم التجارية، تصدرها كلية العلوم الاقتصادية والتجارية والتسيير جامعة المسيلة، العدد 15، الجزائر.

30) عفيف هناء (2018)، **من الطاقات التقليدية إلى الطاقات البديلة: دور الحكومات في تشجيع الاستثمار في الطاقات البديلة كآلية لتحقيق التنمية**، الصادرة عن المجلة العالمية للاقتصاد والأعمال، الصادرة عن مركز رفاد للدراسات والأبحاث، المجلد 5، العدد3، الأردن.

31) فاطمة أحمدي، عبد الكريم كيبش (2019)، **الأمن الطاقوي مقاربة معرفية**، الصادرة عن المجلة الجزائرية للأمن والتنمية، المجلد 8، العدد14، الجزائر.

32) فاطمة طالب، رشيد يوسفي (2017)، "**استراتيجية الطاقة البيئية المتجددة في الجزائر**"، الصادرة عن *مجلة التنمية والاستشراف، المجلد 2*، العدد 2، الجزائر.

33) كمال كاظم جاد، البطاط كاظم أحمد، (2016)، **تحليل اتجاهات الاستثمار العالمي في الطاقة المتجددة**، الصادرة عن جمعية المهندسين العراقية، العراق.

34) محمد زرقون، أمال رحمان (2014)، **البصمة البيئية للطاقة: دراسة نظرية للمفهوم**، الصادرة عن مجلة أبعاد اقتصادية، المجلد4، العدد1، جامعة محمد بوقرة بومرداس، الجزائر.

35) محمد طالبي، محمد ساهل (2008)، "أهمية **الطاقات المتجددة في حماية البيئة لأجل التنمية المستدامة عرض تجربة ألمانيا**"، الصادرة عن *مجلة الباحث*، المجلد 6، العدد 6، الجزائر.

36) محفوظ رسول (2017)، **الأمن الطاقوي الروسي بين الفرص والقيود**، الصادرة عن مجلة الحكمة للدراسات الاقتصادية، المجلد5، العدد9، الجزائر.

37) مخلفي أمينة (2011)، **النفط والطاقات البديلة المتجددة وغير المتجددة**، الصادرة عن مجلة الباحث، العدد09، الجزائر.

38) نداء حسين عبد عون(2011)، دور الاقتصاد في حماية بيئة المدنية من التلوث وصنع القرار، مجلة المخطط والتنمية، العدد 24، الصادرة عن مجلة تصدر عن معهد التخطيط الحضري والاقليمي للدراسات العليا، جامعة بغداد، العدد 24، العراق.

39) وسالم زينة (2016)، **البيئة ومشكلاتها : قراءة سوسيولوجية في المفهوم والأسباب**، الصادرة عن مجلة الرواق، العدد 3، قسنطينة، الجزائر.

3.1. التقارير

1) الأمم المتحدة (1993)، **تقرير الأمم المتحدة المعني بالبيئة والتنمية**، نيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية.
2) الأمم المتحدة: (2022)، **الانتقال إلى اقتصاد خفيض الكربون وآثاره الوخيمة على التحول الهيكلي**، تقرير أقل البلدان نموا 2022 "مؤتمر الأمم المتحدة للتجارة والتنمية"، جنيف، سويسرا.
3) أوابك، (2019)، **واقع وآفاق الطاقات المتجددة في مزيج الطاقة العالمي والانعكاسات المحتملة على الصناعة النفطية**، النشرة الشهرية، الصادرة عن منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، الكويت.
4) البنك الأوروبي للانشاء والتعمير EBRD (2023)، **لمحة عامة عن البنك الأوروبي للانشاء والتعمير: مسودة استراتيجية قطاع الطاقة 2024-2028**، لندن، المملكة المتحدة.
5) تقرير برنامج الأمم المتحدة للبيئة UNEP،(2021)، **التصالح مع الطبيعة مخطط علمي للتعامل مع طوارئ المناخ والتنوع البيولوجي والتلوث**، نيروبي، كينيا.
6) التقرير العالمي للعلوم الاجتماعية (2016) ، منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة،تحدي حالات عدم المساواة: مسارات من أجل تحقيق عالم يسوده العدل، منشورات اليونسكو.
7) تقرير اللجنة الوطنية لأهداف التنمية المستدامة،2018، دولة الإمارات العربية المتحدة وأجندة 2030 للتنمية المستدامة، الإمارات العربية المتحدة.
8) المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة (1988)، **التعليم البيئي لمراحل التعليم العام في الوطن العربي**، تونس.
9) منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية OECD (2022)، **التطلع إلى المستقبل في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا بعد جائحة فيروس كورونا**،Publishing OECD ، باريس، فرنسا.
10) منظمة الصحة العالمية (2006)، **المبادئ التوجيهية لمنظمة الصحة العالمية حول جودة الهواء في ما يتعلق بالجسيمات الأوزون، وثاني أكسيد النيتروجين وثاني أكسيد الكبريت: التحديث العالمي 2005**، جنيف، سويسرا.
1) الفاو (2009)، **التحديات التي يمثلها تغير المناخ والطاقة الحيوية بالنسبة للأغذية والزراعة**، منظمة الأغذية والزراعة، روما.
2) الفاو (2008)، **الوقود الحيوي: الآفاق، المخاطر والفرص**، منظمة الأغذية والزراعة، روما.
3) الوكالة الدولية للطاقة المتجددة ومجموعة بنك التنمية الإفريقية (2022)، **تحليل سوق الطاقة المتجددة: أفريقيا ومناطقها – ملخص لصناع السياسات**، الوكالة الدولية للطاقة المتجددة ومجموعة بنك التنمية الإفريقية، أبوظبي وأبيدجان.
4) إدارة الشؤون الاقتصادية والإجتماعية بالأمم المتحدة (2011)، **نحو اقتصاد اخضر**، نيويورك. مقال متاح على الرابط :
http : //www.un.org/ar/development/desa/news/sustainable/path-towards-green economy.html

4.1- الملتقيات والندوات والتظاهرات العلمية

1) ثابتي الحبيب، بركنو نصيرة(2014)، **دور الاقتصاد الأخضر في خلق الوظائف الخضراء والمساهمة في الحد من الفقر**، ورقة بحثية مقدمة في الملتقى الدولي حول تقييم سياسات الإقلال من الفقر في الدول العربية في ظل العولمة، جامعة الجزائر 3، الجزائر.
2) محمد إبراهيم (2022)، **الطريق إلى الدورة السابعة والعشرين لمؤتمر الأطراف استعراض حالة أفريقيا في المناقشة العالمية بشأن المناخ**، تقرير المنتدى. متاح على الموقع: https://mo.ibrahim.foundation/sites/default/files/2022-10/2022-forum-report_ar.pdf

3) محمد عبد القادر الفقي(2014)،**الاقتصاد الأخضر**،المنظمة الإقليمية لحماية البيئة البحرية، يوم البيئة الإقليمي، سلسلة البيئة البحرية(4).

4) محمد راتول، محمد مداحي(2010)، **تكنولوجيا الطاقات المتجددة كخيار استراتيجي في ظل المسؤولية عن حماية البيئة، "دراسة حالة الجزائر"**، ورقة مقدمة في الملتقى الدولي حول: حماية البيئة ومحاربة الفقر في الدول النامية حالة الجزائر، 03-04 ماي 2010، المركز الجامعي خميس مليانة، الجزائر.

5) المؤتمر العربي الإقليمي(2000)، **التوازن البيئي والتنمية الحضرية المستديمة**، الصادرة عن مجلة المدينة العربية الصادرة بالكويت عن منظمة المدن العربية، العدد 94، الكويت.

5.1- مذكرات وأطروحات الدكتوراه

1) بداوي شهيناز(2015)، **تأثير أنظمة سعر الصرف على النمو الاقتصادي في الدول النامية – دراسة قياسية بإستخدام بيانات البانل لعينة من 18 دولة نامية (2014-2015)**، أطروحة دكتوراه مقدمة لنيل شهادة الدكتوراه، كلية العلوم الاقتصادية التجارية وعلوم التسيير، جامعة تلمسان، الجزائر.

2)حفيفي صليحة (2015)، **تسيير النفايات الصلبة وعلاقة تدويرها بالتنمية المستدامة: دراسة حالة الجزائر**، أطروحة دكتوراه مقدمة لنيل شهادة الدكتوراه، العلوم الاقتصادية، كلية العلوم الاقتصادية التجارية وعلوم التسيير، جامعة الجزائر3، الجزائر.

3)خالد لجدل، (2010-2011)، **دراسة استراتيجية إحلال الطاقات الجديدة والمتجددة في الجزائر**، رسالة ماجستير، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، الجزائر العاصمة، الجزائر.

4)رزق قطوش (2017-2018)، **إشكالية العلاقة بين تذبذبات أسعار البترول وبعض متغيرات سوق العمل في الجزائر دراسة تحليلية قياسية- الفترة (1970 – 2017)**، أطروحة دكتوراه مقدمة لنيل شهادة الدكتوراه، تخصص اقتصاديات العمل، كلية العلوم الاقتصادية التجارية وعلوم التسيير، جامعة الجزائر 3، الجزائر.

5)ريحان، ريمان محمد ،(2002)، **تنمية المجتمعات الجديدة – التمكين كأداة فاعلة في عمليات التنمية الحضرية المستدامة**، أطروحة دكتوراه مقدمة لنيل شهادة الدكتوراه، جامعة القاهرة، مصر.

6)زهرة روايقية (2018-2019)، **تحسين كفاءة استخدام الطاقة من أجل تحقيق التنمية المستدامة في الاقتصاديات العربية**، أطروحة دكتوراه مقدمة لنيل شهادة الدكتوراه، العلوم التجارية، كلية العلوم الاقتصادية التجارية وعلوم التسيير، جامعة 8 ماي 1945 قالمة، الجزائر.

7)عبد القادر دندن (2014)، **الاستراتيجية الصينية لأمن الطاقة وتأثيرها على الاستقرار في محيطها الإقليمي: آسيا الوسطى- جنوب آسيا – شرق وجنوب شرق آسيا**، أطروحة دكتوراه مقدمة لنيل شهادة الدكتوراه، كلية العلوم الاقتصادية التجارية وعلوم التسيير، جامعة الحاج لخضر، باتنة، الجزائر.

8)عمر شريف(2006-2007)، **استخدام الطاقات المتجددة ودورها في التنمية المحلية المستدامة – دراسة حالة الطاقة الشمسية في الجزائر**، أطروحة دكتوراه مقدمة لنيل شهادة الدكتوراه، اقتصاد التنمية، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، جامعة الحاج لخضر باتنة، الجزائر.

9)كريمة بورحلي (2009)،**التلوث البحري وتأثيره على البحارة دراسة ميدانية بميناء الصيد (بوديس) جيجل**، رسالة ماجستير في علم اجتماع البيئة، قسم علم الإجتماع، كلية العلوم الإنسانية والعلوم الاجتماعية، جامعة منتوري – قسنطينة، الجزائر.

6.1- القوانين والتشريعات

1) قانون رقم 03-10 المؤرخ في 19 جويلية (2003)، **يتعلق بحماية البيئة في إطار التنمية المستدامة**، الجريدة الرسمية، العدد43، الصادر بتاريخ 2003/07/20، المادة 04، الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية.

2- المراجع باللغة الأجنبية

2.1- Ouvrages

1) Agathe Van Lan(2011), droit de l'environnement, Presses Universitaires de France, 3e edition, Paris, France.
2) Agnar Sandmo(2011), Economics Evolving A history of economic Thought, Princeton university, Press France.
3) Aki Kachi, Silke Mooldijk and Carsten Warnecke (2020), Climate Neutrality Claims : How To Distinguish Between Climate Leadership And Greenwashing, (Berlin : New Climate Institute, Germany.
4) Erich Schneider(2016), Einfuhrung in die Wirtschaftstheorie, IV, Teil: Ausgewühlte Kapitel der Geschichte der Wirtschaftstheorie, Tübingen, J.C.B. Mohr (Paul Siebeck). Volume 29 Issue 6, Published online by Cambridge University Press.
5) Jacques Chéron, J.-M. A., & Guillaume Trap, C. N. (2008), *HYDROGENE: Energie de demain ?, Sophia, Roumanie, Omniscience,*. Sophia, Roumanie: Editions Omniscience.
6) Hockett, Robert. C (2020), **Financing the Green New Deal: A Plan of Action and Renewal**, Issued by Springer International Publishing.
7) Federico (2017), **"Achieving energy security and environmental sustainable Minelli development"**, *ODUMUNC Issue Brief, Old Dominion University Model United Nations, Virginia, USA.*
8) Filip Siel Luise (2006), **Géopolitique de Pétrole**, Armand Colin, Paris, France, p.2.
9) Fatih Birol (2022), **world energy employment report**, published by International Energy Agency (IEA):
10) Minelli Federico (2017), **"Achieving energy security and environmental sustainable development",** *ODUMUNC Issue Brief, Old Dominion University Model United Nations, Virginia, USA.*
11) Prakash, Varshini (2020), **Winning the Green New Deal: Why We Must, How We Can, Simon & Schuster**, , États-Unis.
12) Sorensen, Bent. (2014), **Energy Intermittency. Royaume-Uni, Taylor & Francis Group**, Roskilde University Roskilde, Denmark.

2.2- Articles et magazines

1) A. Demirbas (2006), **The Importance of Natural Gas as a World Fuel,** Energy Sources, Part B: Economics, published by Planning, and Policy Journal, vol. 1, Issue 4
2) Alberto Boretti,(2018), Cost and production of solar thermal and solar photovoltaics power plants in the United States, Renewable Energy Focus, volume 26, Australia.
3) Anjali Agarwal, (2008), **Role of NGOs in the Protection of Environment**, published by Journal of Environmental Research and Development, Vol. 2. Number 4.
4) Anmar Frangoul (2017), **Natural gas : Why it's important and what you need to know**, Sustainable Energy site of CNBC. Available at:
https://www.cnbc.com/2017/04/25/natural-gas-why-its-important-and-what-you-need-to-know.html
5) Arab countries Economic and Social Development Handbook(2013), **Arab Funds for Economic Development**, Issued by International Business Publications USA , volume1, Washington, USA.
6) Belachew Desalegn, Desta Gebeyehu, Bimrew Tamret and Tassew Tadiwos.(2023), **Onshore versus offshore wind power trends and recent study practices in modeling of wind turbines' life-cycle impact assessments**, published by Cleaner Engineering and Technology, volume 17.
7) Brazilian Civil Society Facilitating Committee for Rio+20 (2012),**final declaration. Peoples' Summit in Rio +20 for Social and Environmental Justice in defense of the commons**. against the commodification of life. 29/06/2012. available at: http://rio20.net/en/propuestas/final-declaration-of-the-people%E2%80%99s-summit in-rio-20/ .
8) BP Statistical Review of World Energy June (2017), site of BP, 66th edition ,https://www.bp.com/content/dam/bp-country/de_ch/PDF/bp-statistical-review-of-world energy-2017-full-report.pdf.
9) Chai Zhi(2002), **External wall heat insulation construction technology of using polystyrene plastic extrusion foam plate**, SHANXI ARCHITECTURE, volume28, No5.

10) David Timmons, Jonathan M. Harris, Brian Roach,(2014), **The Economics of Renewable Energy**, Global Development And Environment Institute, Tufts University, Boston,États-Unis..
11) Distribution of humanity's ecological footprint in 2020, by land usePublished by Bruna Alves, Feb 16, 2023, Available at : https://www.statista.com/statistics/1188761/ecological-footprint-worldwide-share-by-land-use/
12) Duina Reyes (2023)**, TRACKING SDG7 THE ENERGY PROGRESS REPORT,** World Bank, IEA,IRENA, A joint report of the custodian agencies, Washington,USA. Available at :http://trackingsdg7.esmap.org /data/files/download-documents/sdg7-report 2023-full_report.pdf.
13) Edenhofer, O. (2012), Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation: Summary for Policymakers and Technical Summary, Issued by Intergovernmental Panel on Climate Change, Genève, Switzerland.
14) FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO (2021), **The State of Food Security and Nutrition in the World 2021**, Transforming food systems for food security, improved nutrition and affordable healthy diets for all, Rome, Italy.
15) Friedman, M. (1970), **The Social Responsibility of Business Is to Increase Its Profits**, The New York Times Magazine. Available at:
https://www.nytimes.com/1970/09/13/archives/a-friedman-doctrine-the-social-responsibility-of-business-is-to.html
16) Geels, Frank.W., (2011), **The multi-level perspective on sustainability transitions : Responses to seven criticisms**, published by Environmental Innovation and Societal Transitions, vol 1,no1.
17) George Giannakidis, B. Ó Gallachóir, Maryse Labriet, Kenneth Karlsson et al.(2018), **Limiting Global Warming to Well Below 2 °C: Energy System Modelling and Policy Development,** Springer International Publishing, Allemagne .
18) Grigoriev, S.A.; Fateev, V.N.; Bessarabov, D.G.; Millet, P.(2020), **Current Status, Research Trends, and Challenges in Water Electrolysis Science and Technology. Int. J. Hydrogen Energy 2020**, 45.
19) Harold Hotelling(1931), the economics of exhaustible recources,published by the journal of political economics ,the university of chicago, volume 39, issue 02.
20) HOLECHEK, Jerry L., GELI, Hatim ME, SAWALHAH, Mohammed N, *l.(2022),* **A global assessment: can renewable energy replace fossil fuels by 2050?, published by *Sustainability*,** vol. 14, no 8.
21) Ibp Inc (2018), **Libya Oil, Gas Sector Business and Investment Opportunities Year book-strategic Information and Regulations**, Issued by International Business Publications USA, Washington, USA.
22) International Labour Organization (2015), **Guidelines for a just transition towards environmentally sustainable economies and societies for all**, Publications of the International Labour Office,Geneva, Switzerland.
23) Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC),(2018), Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels, Geneva, Switzerland.
24) IRENA (2020), ***Global Renewables Outlook: Energy transformation 2050*** **(Edition: 2020),published by** International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.
25) IRENA and ILO(2022), **Renewable energy and jobs:Annual review 2022**, published by International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi and International Labour Organization, Geneva.
26) IRENA (2023), **World Energy Transitions Outlook 2023: 1.5 °C Pathway**, Issued by International Renewable Energy Agency, vol 1, ABu Dhabi, UAE.
27) IRENA (2020), ***Global Renewables Outlook: Energy transformation 2050*** **(Edition: 2020)**,Issued by International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.
28) Jassim Hussain(2015) , **"Energy Alternatives and the Future of Oil and Gas in the Gulf**," site of Al Jazeera Centre for Studies, http://studies.aljazeera.net/en/dossiers/2015/03/201533183514675179.html.
29) Jay Owen, Herman Daly: The most informed critic of growth is dead , October 30, 2022, Availale at :
https://www.ethicalmarkets.com/herman-daly-the-most-informed-critic-of-growth-is-dead/.
30) Kim, H.; Choi, H.; Kang, H.; An, J.; Yeom, S.; Hong, T.(2021), **A Systematic Review of the Smart Energy Conservation System: From Smart Homes to Sustainable Smart Cities**, Renew. Sustain, Energy Rev, vol.140.

31) Lehrman, Robert .L (1973), **Energy is not the ability to do work,**The Physics Teacher, vol 11,No 1.
32) Li, L.; Lin, J.; Wu, N.; Xie, S.; Meng, C(2020), **Review and Outlook on the International Renewable Energy Development. Energy Built Environ**,3.
33) Magali Dreyfus, Roselyne Allemand, Three Years After the French Energy Transition for Green Growth Law: Has the 'Energy Transition' Actually Started at the Local Level?, *Journal of Environmental Law*, Volume 30, Issue 1, March 2018, , https://doi.org/10.1093/jel/eqx031.
34) Mahmud, A. B., Al-Mahdi, I. A.-J., & Abd Allah, S. S. (2009) , Breaker wind waves energy at Iraqi coastline.Mesopotamian, Issued by *Journal of Marine Science , 24* (2).
35) Marquardt5C3VC Jens (2018), **How Power Shapes Energy Transitions in Southeast Asia: A Complex Governance Challenge**, 1st Edition, Royaume-Uni, Published September 27, by Routledge .
36) Martin, José Rojo (2020), **"US surge pushes global corporate solar PPAs near 10GW-a-year mark", PV-Tech**, Available at : www.pv-tech.org/news/ us-surge-pushes-global-corporate-solar-ppas-near-10gw-a-year-mark.
37) Maurissen *Céline*., & Veugelen *Kathleen*, (2024), ***Bike allowance and company bikes in 2024: Important updates*. KPMG Belgium.** Disponible sur le site : https://kpmg.com/be/en/home/insights/2024/02/ppl-bike-allowance-and-company-bikes-in-2024-important-updates.html.
38) Millot, A.; Krook-Riekkola, A., Maïzi, N.(2020), **Guiding the Future Energy Transition to Net-Zero Emissions: Lessons from Exploring the Differences between France and Sweden**, Energy Policy 2020, vol.139.
39) Ministère de la Transition Ecologique Programmations Pluriannuelles de L'énergie (PPE). **Available online**: https://www.ecologie. gouv.fr/programmations-pluriannuelles-lenergie-ppe.
40) Mohammed El-Katiri and Laura El-Katiri (2014), **"Regionalizing East Mediterranean Gas : Energy Security, Stability, and the U.S. Role"**, published by Strategic Studies Institute (SSI) and United States Army War College Press, December 2014. https://www.files.ethz.ch/isn/186856/pub1243.pdf.
41) Mukaka M.M, Statistics Corner: **A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research**,Issued by Malawi medical journal, 24(3): 69-71, september2012.
42) Nathan Lee,Ursula Grunwald, Evanrosenlaid and hether Mirletz (2020**), Hybrid floating solar photovoltaics-hydropower systems: Benefits and global assessment of technical potential**,published by Renewable Energy, volume 162.
43) Nynan Jonna (2018), **Rethinking energy**, Issued by climate and security: a critical analysis of energy security in the US,published by *Journal of International Relations and Development* , vol 21.
44) Patrice A. Harou et Anne Stenger, **les grands courants actuels de pensée en économie de l'environnement**, Revue liaison de Energie- Francophonie, l'institut de l'énergie et de l'environnement de la francophonie, n° 66-67, 1ére et 2ème trimestre, Québec, Canada.
45) Pupo-Roncallo, O.; Campillo, J.; Ingham, D.; Ma, L.; Pourkashanian (2021), M**. The Role of Energy Storage and Cross-Border Interconnections for Increasing the Flexibility of Future Power Systems: The Case of Colombia. Smart Energy**, 2.
46) Réseau de Transport de l'Electricité (RTE**),"Futurs Énergétiques 2050"—Consommation et Production: Les Chemins de L'électricité de RTE Pour La Neutralité Carbone**. Available online: https://www.rte-france.com/actualites/futurs-energetiques-neutralitecarbone-2050-principaux-enseignements.
47) Richard Fuller, Philip Landrigan, Kalpana Balakrishnan,et al (2022),**Pollution and health:a progress update**, published by The Lancet Planetary Health, vol.6,no.6.
48) Rogers, Peter, (1996), Beyond Growth: The Economics of Sustainable Development, Issued by Population and Development Review , Vol. 22, No. 4 .
49) Sameer chougle, S.M.walke (2015), **Generations of crude oil**, american international journal of research in science, technology, engineering and mathematics, department of chemical engineering, india.
50) Statista Wind Power in France—Statistics & Facts. **Available online**: https://www.statista.com/topics/6385/wind-power-infrance/.
51) The report of the commission on Global Governance (1995), **Global Governance our Global Neighborhood**.

52) Tlili, O.; Mansilla, C.; Robinius, M.; Syranidis, K.; Reuss, M.; Linssen, J.;(2019), **Role of Electricity Interconnections and Impact of the Geographical Scale on the French Potential of Producing Hydrogen via Electricity Surplus by 2035. Energy**, 172.
53) UNEP Sustainable Energy Finance Initiative (2005), **Public Finance Mechanisms to Catalyze Sustainable Energy Sector Growth**, United Nations Environment Programme, Renewable Energy and Finance Unit.
54) U.S. Energy Information Administration. *International Energy Outlook (2017)*, **United States Energy Information Administration Report**, U.S. Energy Information Administration, DC, Vol DOA/EIA-0484, Washington, USA.
55) Vakulchuk, R.; Overland, I.; Scholten, D.(2020), **Renewable Energy and Geopolitics: A Review. Renew. Sustain. Energy Rev**, vol.122.
56) Vanegas Cantarero(2020), **M.M. Of Renewable Energy, Energy Democracy, and Sustainable Development: A Roadmap to Accelerate the Energy Transition in Developing Countries. Energy Res**. Soc. Sci. 2020, 70.
57) Velasquez, C.E.; e Estanislau, F.B.G.L.; Costa, A.L.; Pereira, C.(2020), **Assessment of the French Nuclear Energy System—A Case Study. Energy Strateg**, Rev 30.
58) Vie Publique Loi Énergie et Climat (2019). **Available online**: https://www.vie-publique.fr/loi/23814-loi-energieet-climat-du-8-novembre-2019.
59) Wong, L.A.; Ramachandaramurthy, V.K.; Taylor, P.; Ekanayake, (2019), **S. Review on the Optimal Placement, Sizing and Control of an Energy Storage System in the Distribution Network. J. Energy Storage**, 21.
60) World Health Organization (2023), **World health statistics 2023: monitoring health for the SDGs, Sustainable Development Goals**, Geneva, Switzerland
61) .World Health Organization(2014), **Quantitative risk assessment of the effects of climate change on selected causes of death, 2030s and 2050s**, WHO Library Cataloguing-in-Publication Data, Geneva, Switzerland.
62) Yergin Dqniel (2006), "Ensuring energy security", Issued by Foreign affairs, volume 85, no 2.

2.3- Conférences/ Rapports

1) NASA, Available at: https://www.nasa.gov/.
2) Pörtner H-O, Roberts DC, Poloczanska ES, et al.(2022), **Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC),** impacts, adaptation, and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge and New York (NY): Cambridge University Press.
3) REPORT of the united nations conference on the human environment (1972), united nations, New York, United States of America.
4) Sophie Boutillier(2011), L'écologie dans la pensée économique Essai d'analyse sur la prise de conscience tardive des économistes, colloque international francophone le développement durable débats et controverses, université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, France.
5) United Nations Environment Program(UNEP), (2019), Report Global Environment Outlook .
6) United States Environmental Protection Agency EPA, Available at: https://www.epa.gov/research/research-publications.

2.4- Les Sites Web et les Bases des données/ The Web-Sites and Data Bases

1) French Ministry of Ecology (2016), **Sustainable Development and Energy**, *Energy Transition for Green Growth Act in Action*. Retrieved from, https:www.ecologie.gouv.fr.
2) French Government (2020), ***Integrated national energy and climate plan for France***, Disponible sur le site : https://example.com.
3) Government of France (2014), ***Tax deduction for electric vehicle charging points***, Disponible sur le site :https://www.service-public.fr/particuliers/vosdroits/F35578?lang=en. .
4) IRENA (2023), **Renewable Energy statistics 2023 ,** International Renewable Energy Agency, available at: https://www.irena.org**.**
5) RÉPUBLIQUE FRAÇAISE(2024),***Tax reduction for companies providing bicycles to employees***, Entreprendre.Service-Public.fr. Retrieved February 28, from https://entreprendre.service-public.fr/vosdroits/F38051?lang=en.

3- المعجم

Oxford English Dictionary, Available at ; https://www.oed.com/.

المعجم الوسيط (1986)، **مجمع اللغة العربية**، ج2.

الملاحق

الملحق رقم 1: قائمة الدول النفطية وغير النفطية

الدول غير النفطية					
		GHG	hydro	wind	solar
USA	2010	0,4	2,752	1,023	0,032
USA	2011	0,38	3,39	1,302	0,051
USA	2012	0,37	3	1,557	0,099
USA	2013	0,36	2,824	1,796	0,17
USA	2014	0,35	2,665	1,912	0,304
USA	2015	0,33	2,578	2,015	0,412
USA	2016	0,32	2,745	2,386	0,577
USA	2017	0,31	3,059	2,648	0,805
USA	2018	0,31	2,862	2,723	0,932
USA	2019	0,30	2,832	2,965	1,071
USA	2020	0,28	3,019	3,644	1,409
USA	2021	0,28	2,511	3,853	1,675
USA	2022	0,28	2,53	4,298	2,018
China	2010	0,97	6,796	0,472	0,007
China	2011	0,96	6,057	0,652	0,023
China	2012	0,92	7,251	0,866	0,03
China	2013	0,89	7,323	1,113	0,067
China	2014	0,84	8,266	1,246	0,183
China	2015	0,77	8,542	1,422	0,303
China	2016	0,72	8,751	1,828	0,505
China	2017	0,69	8,46	2,212	0,855
China	2018	0,67	8,257	2,519	1,218
China	2019	0,65	8,343	2,657	1,469
China	2020	0,65	8,362	2,951	1,652
China	2021	0,63	7,753	3,911	1,95
China	2022	0,61	7,673	4,491	2,519
India	2010	0,54	4,833	0,865	0,005
India	2011	0,54	5,517	1,003	0,035
India	2012	0,54	4,573	1,083	0,083
India	2013	0,52	5,015	1,14	0,13
India	2014	0,51	4,918	1,184	0,174
India	2015	0,47	4,531	1,113	0,223
India	2016	0,44	4,152	1,405	0,374
India	2017	0,43	4,206	1,63	0,667
India	2018	0,43	4,071	1,757	1,058
India	2019	0,41	4,588	1,792	1,31
India	2020	0,41	4,874	1,799	1,747
India	2021	0,40	4,377	1,859	1,865
India	2022	0,39	4,505	1,804	2,451
Canada	2010	0,47	25,991	0,645	0,019

Canada	2011	0,47	26,618	0,722	0,041
Canada	2012	0,46	26,695	0,794	0,062
Canada	2013	0,46	26,701	0,76	0,102
Canada	2014	0,46	25,856	0,866	0,143
Canada	2015	0,45	25,515	1,8	0,193
Canada	2016	0,44	25,931	2,081	0,271
Canada	2017	0,44	25,995	2,076	0,235
Canada	2018	0,43	25,048	2,173	0,246
Canada	2019	0,42	24,837	2,139	0,265
Canada	2020	0,40	26,661	2,467	0,295
Canada	2021	0,40	26,06	2,366	0,352
Canada	2022	0,4	26,442	2,49	0,399
Germany	2010	0,24	1,512	2,781	0,863
Germany	2011	0,23	1,314	3,707	1,486
Germany	2012	0,23	1,586	3,767	1,949
Germany	2013	0,23	1,62	3,715	2,157
Germany	2014	0,22	1,43	4,271	2,588
Germany	2015	0,22	1,352	5,743	2,712
Germany	2016	0,21	1,431	5,568	2,616
Germany	2017	0,20	1,378	7,226	2,65
Germany	2018	0,19	1,233	7,665	3,09
Germany	2019	0,18	1,407	8,975	3,224
Germany	2020	0,17	1,396	10,062	3,77
Germany	2021	0,18	1,449	8,452	3,637
Germany	2022	0,17	1,336	9,561	4,639
United Kingdom	2010	0,22	0,402	1,15	0,005
United Kingdom	2011	0,21	0,67	1,88	0,029
United Kingdom	2012	0,21	0,612	2,287	0,156
United Kingdom	2013	0,2	0,54	3,263	0,231
United Kingdom	2014	0,18	0,712	3,865	0,49
United Kingdom	2015	0,17	0,745	4,766	0,891
United Kingdom	2016	0,16	0,638	4,418	1,237
United Kingdom	2017	0,15	0,695	5,864	1,354
United Kingdom	2018	0,15	0,642	6,711	1,494
United Kingdom	2019	0,14	0,712	7,66	1,49
United Kingdom	2020	0,15	0,914	10,064	1,717
United Kingdom	2021	0,14	0,719	8,463	1,589
United Kingdom	2022	0,14	0,682	10,286	1,786
France	2010	0,19	5,807	0,921	0,057
France	2011	0,18	4,292	1,179	0,199
France	2012	0,18	5,594	1,438	0,382
France	2013	0,17	6,639	1,504	0,444
France	2014	0,16	6,11	1,678	0,575
France	2015	0,16	5,241	2,051	0,698
France	2016	0,16	5,823	2,071	0,793
France	2017	0,16	4,767	2,389	0,886
France	2018	0,15	6,073	2,71	0,992

France	2019	0,14	5,42	3,347	1,142
France	2020	0,14	6,604	4,253	1,39
France	2021	0,14	5,879	3,685	1,529
France	2022	0,14	4,989	4,253	2,253
Japan	2010	0,27	4,158	0,184	0,187
Japan	2011	0,28	4,067	0,22	0,268
Japan	2012	0,29	3,807	0,233	0,364
Japan	2013	0,28	3,923	0,254	0,638
Japan	2014	0,27	4,12	0,253	1,187
Japan	2015	0,26	4,361	0,266	1,756
Japan	2016	0,25	4,067	0,273	2,218
Japan	2017	0,25	3,987	0,293	2,728
Japan	2018	0,24	4,076	0,324	3,122
Japan	2019	0,23	3,776	0,346	3,474
Japan	2020	0,23	4,269	0,431	4,143
Japan	2021	0,23	4,178	0,433	4,851
Japan	2022	0,23	3,939	0,43	5,386

الدول النفطية

		GHG	hedro	wind	solar
Russian	2010	2245,31	5,913	0	0
Russian	2011	2343,09	5,567	0	0
Russian	2012	2347,46	5,514	0	0
Russian	2013	2299,38	6,146	0	0
Russian	2014	2280,82	5,83	0,003	0,005
Russian	2015	2294,78	5,705	0,005	0,011
Russian	2016	2281,11	6,107	0,005	0,015
Russian	2017	2339,25	6,052	0,005	0,018
Russian	2018	2443,98	5,975	0,007	0,02
Russian	2019	2530,19	6,116	0,01	0,031
Russian	2020	2432,51	6,909	0,037	0,061
Russian	2021	2606,63	6,419	0,077	0,069
Russian	2022	2579,8	6,421	0,136	0,078
Maly	2010	279,82	1,892	0	0
Maly	2011	282,24	2,341	0	0
Maly	2012	384,64	2,443	0	0,002
Maly	2013	304,16	2,959	0	0,035
Maly	2014	318,58	3,304	0	0,056
Maly	2015	321,31	3,364	0	0,066
Maly	2016	318,39	4,571	0	0,071
Maly	2017	307,93	6,012	0	0,074
Maly	2018	326,31	5,758	0	0,138
Maly	2019	329,67	5,565	0	0,298
Maly	2020	324,52	6,136	0	0,431
Maly	2021	334,67	6,353	0	0,517

Maly	2022	353,92	6,309	0	0,528
Iran	2010	807,19	1,175	0,019	0
Iran	2011	818,26	1,165	0,023	0
Iran	2012	813,14	1,34	0,03	0
Iran	2013	833,51	1,505	0,023	0
Iran	2014	858,44	1,425	0,02	0
Iran	2015	857,02	1,3	0,014	0
Iran	2016	904,85	1,434	0,015	0
Iran	2017	937,92	1,536	0,028	0,008
Iran	2018	950,83	0,843	0,064	0,019
Iran	2019	915,83	2,74	0,058	0,041
Iran	2020	901,55	1,804	0,088	0,045
Iran	2021	936,57	1,159	0,088	0,048
Iran	2022	951,98	0,575	0,096	0,056
Azer	2010	48,63	7,418	0,001	0
Azer	2011	51,43	5,035	0	0
Azer	2012	54,97	3,303	0	0
Azer	2013	56,4	2,624	0,001	0,001
Azer	2014	58,44	2,239	0,004	0,005
Azer	2015	58,03	2,564	0,007	0,007
Azer	2016	58,13	3,077	0,036	0,055
Azer	2017	57,78	2,778	0,035	0,059
Azer	2018	59,19	2,727	0,128	0,061
Azer	2019	64,31	2,297	0,155	0,065
Azer	2020	63,53	1,534	0,138	0,067
Azer	2021	68,04	1,708	0,122	0,074
Azer	2022	68,88	2,141	0,112	0,082
Vene	2010	260,91	22,484	0	0,001
Vene	2011	257,93	23,651	0	0,001
Vene	2012	286,13	22,078	0	0,001
Vene	2013	284,72	21,696	0,023	0,001
Vene	2014	282,45	22,146	0,03	0,002
Vene	2015	264,02	20,764	0,021	0,002
Vene	2016	248,59	19,965	0,031	0,002
Vene	2017	233,86	21,903	0,03	0,002
Vene	2018	217,11	24,049	0	0
Vene	2019	189,55	26,908	0,026	0
Vene	2020	148,67	34,943	0,01	0
Vene	2021	159,98	30,433	0,008	0
Vene	2022	169,52	28,307	0,008	0
Alg	2010	209,13	0,109	0	0,006
Alg	2011	215,37	0,224	0	0,011
Alg	2012	232,09	0,21	0	0,014
Alg	2013	234,86	0,05	0	0,015
Alg	2014	249,43	0,089	0	0,028
Alg	2015	259,85	0,063	0,008	0,025
Alg	2016	261,59	0,031	0,008	0,106

Alg	2017	264,90	0,024	0,008	0,215
Alg	2018	274,75	0,046	0,004	0,238
Alg	2019	278,41	0,058	0,004	0,233
Alg	2020	265,21	0,02	0,003	0,277
Alg	2021	284,17	0,003	0,004	0,247
Alg	2022	284,44	0,029	0,004	0,26
Kaza	2010	320,33	3,624	0	0
Kaza	2011	339,33	3,119	0	0
Kaza	2012	337,54	2,856	0,001	0
Kaza	2013	357,37	2,861	0,002	0
Kaza	2014	310,21	2,895	0,005	0
Kaza	2015	276,03	3,887	0,055	0,019
Kaza	2016	289,66	4,312	0,102	0,033
Kaza	2017	308,91	3,841	0,116	0,032
Kaza	2018	313,90	3,418	0,127	0,047
Kaza	2019	300,34	3,236	0,229	0,127
Kaza	2020	308,44	3,376	0,36	0,433
Kaza	2021	319,12	2,957	0,561	0,523
Kaza	2022	331,53	2,768	0,761	0,51
Mexi	2010	768,84	4,857	0,162	0,004
Mexi	2011	782,71	4,507	0,205	0,005
Mexi	2012	800,26	3,906	0,452	0,008
Mexi	2013	793,13	3,407	0,509	0,013
Mexi	2014	781,80	4,73	0,782	0,027
Mexi	2015	790,36	3,776	1,069	0,025
Mexi	2016	799,05	3,648	1,233	0,03
Mexi	2017	802,74	3,692	1,231	0,138
Mexi	2018	780,82	3,793	1,452	0,375
Mexi	2019	791,00	2,779	1,969	1,173
Mexi	2020	739,32	3,427	2,507	2,015
Mexi	2021	765,46	4,111	2,485	2,381
Mexi	2022	819,87	3,842	2,185	2,073

الملحق رقم 2 : الإحصاء الوصفي لمتغيرات الدراسة وفق برنامج الإكسل

الدول النفطية

	GHG	hydro	wind	solar	ohter
Russian	2386,48	6,05	0,02	0,02	0,02
Maly	322,01	4,38	0	0,17	0,31
Iran	883,62	1,38	0,04	0,02	0,002
Azer	59,06	3,03	0,06	0,04	0,13
Vene	231,03	24,56	0,01	0,001	0,005
Alg	254,94	0,07	0,003	0,13	0
Kaza	316,36	3,32	0,18	0,13	0,001
Mexi	785,8	3,88	1,25	0,64	0,87
المتوسط	654,91	5,83375	0,195375	0,143875	0,16725
الماكس	2386,48	24,56	1,25	0,64	0,87
المين	59,06	0,07	0	0,001	0
الانحراف المعياري	754,7848427	7,78172206	0,43015576	0,210136308	0,303914814

الدول غير النفطية

	GHG	hydro	wind	solar	ohter
USA	6213,03	2,83	2,47	0,73	0,93
China	13040,77	7,83	2,03	0,83	0,66
India	3432,03	4,63	1,42	0,78	1,03
Canada	753,67	26,03	1,64	0,2	0,83
Germany	872,33	1,42	6,27	2,72	4,07
United Kingdom	494,71	0,67	5,44	0,96	4,05
France	465,19	5,63	2,42	0,87	0,89
Japan	1300,05	4,06	0,3	2,33	1,69
المتوسط	3321,47	6,6375	2,74875	1,1775	1,76875

أقصى قيمة	13040,77	26,03	6,27	2,72	4,07
أدنى قيمة	465,19	0,67	0,3	0,2	0,66
الانحراف المعياري	4402,354324	8,16359646	2,04714741	0,86882104	1,446082763

الملحق رقم 3 : اختبار Chow للفرضية الأولى وفرضياتها الفرعية

الفرضيات الفرعية للفرضية الأولى

الطاقة الكهرومائية

Redundant Fixed Effects Tests

Equation: Untitled

Test cross-section fixed effects

Effects Test	Statistic	d.f.	Prob.
Cross-section F	44.805133	(7,95)	0.0000
Cross-section Chi-square	151.730563	7	0.0000

طاقة الرياح

Redundant Fixed Effects Tests

Equation: Untitled

Test cross-section fixed effects

Effects Test	Statistic	d.f.	Prob.
Cross-section F	23.816202	(7,95)	0.0000
Cross-section Chi-square	105.390809	7	0.0000

الطاقة الشمسية

Redundant Fixed Effects Tests

Equation: Untitled

Test cross-section fixed effects

Effects Test	Statistic	d.f.	Prob.
Cross-section F	25.942597	(7,95)	0.0000
Cross-section Chi-square	111.143650	7	0.0000

طاقات متجددة أخرى

Redundant Fixed Effects Tests

Equation: Untitled

Test cross-section fixed effects

Effects Test	Statistic	d.f.	Prob.
Cross-section F	12.717580	(7,95)	0.0000
Cross-section Chi-square	68.763157	7	0.0000

الفرضية الأولى

Redundant Fixed Effects Tests

Equation: Untitled

Test cross-section fixed effects

Effects Test	Statistic	d.f.	Prob.

Cross-section F	21.573326	(7,92)	0.0000
Cross-section Chi-square	101.018062	7	0.0000

الملحق رقم 4 : اختبار Housman للفرضية الأولى وفرضياتها الفرعية

الطاقة الكهرومائية

Correlated Random Effects - Hausman Test

Equation: Untitled

Test cross-section random effects

Test Summary	Chi-Sq. Statistic	Chi-Sq. d.f.	Prob.
Cross-section random	8.259977	1	0.0041

طاقة الرياح

Correlated Random Effects - Hausman Test

Equation: Untitled

Test cross-section random effects

Test Summary	Chi-Sq. Statistic	Chi-Sq. d.f.	Prob.
Cross-section random	1.221236	1	0.2691

الطاقة الشمسية

Correlated Random Effects - Hausman Test

Equation: Untitled

Test cross-section random effects

Test Summary	Chi-Sq. Statistic	Chi-Sq. d.f.	Prob.
Cross-section random	3.561429	1	0.0591

طاقات متجددة أخرى

Correlated Random Effects - Hausman Test

Equation: Untitled

Test cross-section random effects

Test Summary	Chi-Sq. Statistic	Chi-Sq. d.f.	Prob.
Cross-section random	4.718045	1	0.0298

الفرضية الأولى

Correlated Random Effects - Hausman Test

Equation: Untitled

Test cross-section random effects

Test Summary	Chi-Sq. Statistic	Chi-Sq. d.f.	Prob.
Cross-section random	31.548353	4	0.0000

الملحق رقم 5 : نتائج اختبار الفرضيات الفرعية للفرضية الأول

الفرضيات الفرعية للفرضية الأولى

الطاقة الكهرومائية

Cross-section random effects test equation:

Dependent Variable: GHG

Method: Panel Least Squares

Date: 04/01/24 Time: 15:14

Sample: 2010 2022

Periods included: 13

Cross-sections included: 8

Total panel (balanced) observations: 104

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.378955	0.028727	13.19175	0.0000
HYDRO	0.030671	0.004722	6.495946	0.0000

Effects Specification

Cross-section fixed (dummy variables)

R-squared	0.784430	Mean dependent var	0.557981
Adjusted R-squared	0.766277	S.D. dependent var	0.170973
S.E. of regression	0.082657	Akaike info criterion	-2.065675
Sum squared resid	0.649055	Schwarz criterion	-1.836833
Log likelihood	116.4151	Hannan-Quinn criter.	-1.972964
F-statistic	43.21147	Durbin-Watson stat	0.440054
Prob(F-tatistic)	0.000000		

طاقة الرياح

Cross-section random effects test equation:

Dependent Variable: GHG

Method: Panel Least Squares

Date: 04/01/24 Time: 15:18

Sample: 2010 2022

Periods included: 13

Cross-sections included: 8

Total panel (balanced) observations: 104

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.566946	0.011578	48.96951	0.0000
WIND	-0.045749	0.032707	-1.398744	0.1651

Effects Specification

Cross-section fixed (dummy variables)

R-squared	0.694960	Mean dependent var	0.557981
Adjusted R-squared	0.669272	S.D. dependent var	0.170973
S.E. of regression	0.098325	Akaike info criterion	-1.718517
Sum squared resid	0.918439	Schwarz criterion	-1.489675
Log likelihood	98.36287	Hannan-Quinn criter.	-1.625806
F-statistic	27.05426	Durbin-Watson stat	0.232967
Prob(F-statistic)	0.000000		

الطاقة الشمسية

Cross-section random effects test equation:

Dependent Variable: GHG

Method: Panel Least Squares

Date: 04/01/24 Time: 15:21

Sample: 2010 2022

Periods included: 13

طاقات متجددة أخرى

Cross-section random effects test equation:

Dependent Variable: GHG

Method: Panel Least Squares

Date: 04/01/24 Time: 15:26

Sample: 2010 2022

Periods included: 13

Cross-sections included: 8

Total panel (balanced) observations: 104

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.537575	0.034353	15.64836	0.0000
OHTER	0.121607	0.196364	0.619293	0.5372

Effects Specification

Cross-section fixed (dummy variables)

R-squared	0.689929	Mean dependent var	0.557981
Adjusted R-squared	0.663818	S.D. dependent var	0.170973
S.E. of regression	0.099132	Akaike info criterion	-1.702160
Sum squared resid	0.933585	Schwarz criterion	-1.473319
Log likelihood	97.51234	Hannan-Quinn criter.	-1.609450
F-statistic	26.42270	Durbin-Watson stat	0.231455
Prob(F-statistic)	0.000000		

Cross-sections included: 8

Total panel (balanced) observations: 104

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.562645	0.010537	53.39794	0.0000
SOLAR	-0.032563	0.029112	-1.118559	0.2661

Effects Specification

Cross-section fixed (dummy variables)

R-squared	0.692724	Mean dependent var	0.557981
Adjusted R-squared	0.666848	S.D. dependent var	0.170973
S.E. of regression	0.098684	Akaike info criterion	-1.711216
Sum squared resid	0.925169	Schwarz criterion	-1.482374
Log likelihood	97.98321	Hannan-Quinn criter.	-1.618505
F-statistic	26.77107	Durbin-Watson stat	0.232539
Prob(F-statistic)	0.000000		

الملحق رقم 6 : تقدير نماذج البانل للفرضية الأولى

الانحدار التجميعي (PRM)

Dependent Variable: GHG

Method: Panel Least Squares

Date: 04/01/24 Time: 02:26

Sample: 2010 2022

Periods included: 13

Cross-sections included: 8

Total panel (balanced) observations: 104

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
HYDRO	0.003662	0.001688	2.170221	0.0324
WIND	0.171674	0.063619	2.698453	0.0082
SOLAR	-0.171146	0.064598	-2.649399	0.0094
OHTER	-0.467467	0.066873	-6.990401	0.0000
C	0.605914	0.018581	32.60870	0.0000

R-squared	0.472261	Mean dependent var	0.557981
Adjusted R-squared	0.450938	S.D. dependent var	0.170973
S.E. of regression	0.126689	Akaike info criterion	-1.247281
Sum squared resid	1.588958	Schwarz criterion	-1.120147
Log likelihood	69.85864	Hannan-Quinn criter.	-1.195776
F-statistic	22.14814	Durbin-Watson stat	0.165883
Prob(F-statistic)	0.000000		

التأثيرات الثابتة (FEM)

Dependent Variable: GHG

Method: Panel Least Squares

Date: 04/01/24 Time: 02:27

Sample: 2010 2022

Periods included: 13

Cross-sections included: 8

Total panel (balanced) observations: 104

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
HYDRO	0.033663	0.004853	6.936229	0.0000
WIND	-0.010356	0.056971	-0.181775	0.8562
SOLAR	-0.006802	0.052119	-0.130513	0.8964
OHTER	0.405167	0.178681	2.267538	0.0257
C	0.296509	0.048060	6.169577	0.0000

Effects Specification

Cross-section fixed (dummy variables)

R-squared	0.800208	Mean dependent var	0.557981
Adjusted R-squared	0.776320	S.D. dependent var	0.170973
S.E. of regression	0.080861	Akaike info criterion	-2.083994
Sum squared resid	0.601548	Schwarz criterion	-1.778872
Log likelihood	120.3677	Hannan-Quinn criter.	-1.960380
F-statistic	33.49815	Durbin-Watson stat	0.545482
Prob(F-statistic)	0.000000		

نموذج التأثيرات العشوائية REM

Dependent Variable: GHG

Method: Panel EGLS (Cross-section random effects)

Date: 04/01/24 Time: 02:29

Sample: 2010 2022

Periods included: 13

Cross-sections included: 8

Total panel (balanced) observations: 104

Swamy and Arora estimator of component variances

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
HYDRO	0.016831	0.003356	5.015659	0.0000
WIND	-0.024941	0.055113	-0.452532	0.6519
SOLAR	-0.021390	0.050663	-0.422202	0.6738
OHTER	-0.107894	0.104676	-1.030741	0.3052
C	0.485794	0.044243	10.98005	0.0000

Effects Specification

	S.D.	Rho
Cross-section random	0.093398	0.5716
Idiosyncratic random	0.080861	0.4284

Weighted Statistics

R-squared	0.212252	Mean dependent var	0.130280
Adjusted R-squared	0.180423	S.D. dependent var	0.100985
S.E. of regression	0.091422	Sum squared resid	0.827445
F-statistic	6.668664	Durbin-Watson stat	0.268405
Prob(F-statistic)	0.000086		

Unweighted Statistics

R-squared	0.039143	Mean dependent var	0.557981
Sum squared resid	2.893022	Durbin-Watson stat	0.076768

الملحق رقم 7 : تقدير نموذج اختبار الفرضية الأولى

Cross-section random effects test equation:

Dependent Variable: GHG

Method: Panel Least Squares

Date: 04/01/24 Time: 02:31

Sample: 2010 2022

Periods included: 13

Cross-sections included: 8

Total panel (balanced) observations: 104

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.296509	0.048060	6.169577	0.0000
HYDRO	0.033663	0.004853	6.936229	0.0000
WIND	-0.010356	0.056971	-0.181775	0.8562
SOLAR	-0.006802	0.052119	-0.130513	0.8964
OHTER	0.405167	0.178681	2.267538	0.0257

Effects Specification

Cross-section fixed (dummy variables)

R-squared	0.800208	Mean dependent var	0.557981
Adjusted R-squared	0.776320	S.D. dependent var	0.170973
S.E. of regression	0.080861	Akaike info criterion	-2.083994
Sum squared resid	0.601548	Schwarz criterion	-1.778872
Log likelihood	120.3677	Hannan-Quinn criter.	-1.960380
F-statistic	33.49815	Durbin-Watson stat	0.545482
Prob(F-statistic)	0.000000		

الملحق رقم 8 : اختبار Chow للفرضية الثانية وفرضياتها الفرعية

الفرضيات الفرعية للفرضية الثانية

الطاقة الكهرومائية

Redundant Fixed Effects Tests

Equation: Untitled

Test cross-section fixed effects

Effects Test	Statistic	d.f.	Prob.
Cross-section F	159.074638	(7,95)	0.0000
Cross-section Chi-square	264.500798	7	0.0000

طاقة الرياح

Redundant Fixed Effects Tests

Equation: Untitled

Test cross-section fixed effects

Effects Test	Statistic	d.f.	Prob.
Cross-section F	202.482878	(7,95)	0.0000
Cross-section Chi-square	287.826558	7	0.0000

الطاقة الشمسية

Redundant Fixed Effects Tests

Equation: Untitled

Test cross-section fixed effects

Effects Test	Statistic	d.f.	Prob.
Cross-section F	236.892938	(7,95)	0.0000
Cross-section Chi-square	303.196391	7	0.0000

طاقات متجددة أخرى

Redundant Fixed Effects Tests

Equation: Untitled

Test cross-section fixed effects

Effects Test	Statistic	d.f.	Prob.
Cross-section F	140.095822	(7,95)	0.0000
Cross-section Chi-square	252.389573	7	0.0000

الفرضية الثانية

Redundant Fixed Effects Tests

Equation: Untitled

Test cross-section fixed effects

Effects Test	Statistic	d.f.	Prob.
Cross-section F	240.387079	(7,92)	0.0000
Cross-section Chi-square	307.798762	7	0.0000

الملحق رقم 9 : اختبار Hausman للفرضية الثانية وفرضياتها الفرعية

الفرضيات الفرعية للفرضية الثانية

الطاقة الكهرومائية

Correlated Random Effects - Hausman Test

Equation: Untitled

Test cross-section random effects

Test Summary	Chi-Sq. Statistic	Chi-Sq. d.f.	Prob.
Cross-section random	7.636980	1	0.0057

طاقة الرياح

Correlated Random Effects - Hausman Test

Equation: Untitled

Test cross-section random effects

Test Summary	Chi-Sq. Statistic	Chi-Sq. d.f.	Prob.
Cross-section random	0.378029	1	0.5387

الطاقة الشمسية

Correlated Random Effects - Hausman Test

Equation: Untitled

Test cross-section random effects

Test Summary	Chi-Sq. Statistic	Chi-Sq. d.f.	Prob.
Cross-section random	0.426543	1	0.5137

الطاقات المتجددة الأخرى

Correlated Random Effects - Hausman Test

Equation: Untitled

Test cross-section random effects

Test Summary	Chi-Sq. Statistic	Chi-Sq. d.f.	Prob.
Cross-section random	0.959642	1	0.3273

الفرضية الثانية

Correlated Random Effects **- Hausman Test**

Equation: Untitled

Test cross-section random effects

Test Summary	Chi-Sq. Statistic	Chi-Sq. d.f.	Prob.
Cross-section random	8.748512	4	0.0677

الملحق رقم 10 : نتائج اختبار الفرضيات الفرعية للفرضية الثانية

Cross-section random effects test equation:

Dependent Variable: GHG

Method: Panel Least Squares

Date: 06/01/24 Time: 15:33

Sample: 2010 2022

Periods included: 13

Cross-sections included: 8

Total panel (balanced) observations: 104

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.401963	0.009620	41.78293	0.0000
WIND	-0.019464	0.003060	-6.360215	0.0000

Effects Specification

Cross-section fixed (dummy variables)

R-squared	0.947792	Mean dependent var	0.348462
Adjusted R-squared	0.943395	S.D. dependent var	0.200086
S.E. of regression	0.047604	Akaike info criterion	-3.169238
Sum squared resid	0.215283	Schwarz criterion	-2.940396
Log likelihood	173.8004	Hannan-Quinn criter.	-3.076527
F-statistic	215.5798	Durbin-Watson stat	0.138693
Prob(F-statistic)	0.000000		

طاقات متجددة أخرى

Cross-section random effects test equation:

Dependent Variable: GHG

Method: Panel Least Squares

Date: 06/01/24 Time: 15:29

Sample: 2010 2022

Periods included: 13

Cross-sections included: 8

Total panel (balanced) observations: 104

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.566885	0.079425	7.137386	0.0000
HYDRO	-0.032912	0.011940	-2.756363	0.0070

Effects Specification

Cross-section fixed (dummy variables)

R-squared	0.931073	Mean dependent var	0.348462
Adjusted R-squared	0.925269	S.D. dependent var	0.200086
S.E. of regression	0.054698	Akaike info criterion	-2.891432
Sum squared resid	0.284223	Schwarz criterion	-2.662590
Log likelihood	159.3545	Hannan-Quinn criter.	-2.798721
F-statistic	160.4092	Durbin-Watson stat	0.173627
Prob(F-statistic)	0.000000		

الطاقة الشمسية

Cross-section random effects test equation:

Dependent Variable: GHG

Method: Panel Least Squares

Date06/01/24 Time: 15:43

Sample: 2010 2022

Periods included: 13

Cross-sections included: 8

Total panel (balanced) observations: 104

Cross-section random effects test equation:

Dependent Variable: GHG

Method: Panel Least Squares

Date: 06/01/24 Time: 15:36

Sample: 2010 2022

Periods included: 13

Cross-sections included: 8

Total panel (balanced) observations: 104

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.407462	0.014783	27.56305	0.0000
OHTER	-0.033367	0.007845	-4.253173	0.0000

Effects Specification

Cross-section fixed (dummy variables)

R-squared	0.937468	Mean dependent var	0.348462
Adjusted R-squared	0.932202	S.D. dependent var	0.200086
S.E. of regression	0.052099	Akaike info criterion	-2.988797
Sum squared resid	0.257854	Schwarz criterion	-2.759956
Log likelihood	164.4175	Hannan-Quinn criter.	-2.896087
F-statistic	178.0276	Durbin-Watson stat	0.104160
Prob(F-statistic)	0.000000		

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.392856	0.007278	53.97909	0.0000
SOLAR	-0.037662	0.004927	-7.643875	0.0000

Effects Specification

Cross-section fixed (dummy variables)

R-squared	0.953909	Mean dependent var	0.348462
Adjusted R-squared	0.950027	S.D. dependent var	0.200086
S.E. of regression	0.044728	Akaike info criterion	-3.293855
Sum squared resid	0.190060	Schwarz criterion	-3.065013
Log likelihood	180.2804	Hannan-Quinn criter.	-3.201144
F-statistic	245.7663	Durbin-Watson stat	0.130813
Prob(F-statistic)	0.000000		

الملحق رقم 11 : تقدير نماذج البانل للفرضية الثانية

التأثيرات الثابتة (FEM

Dependent Variable: GHG

Method: Panel Least Squares

Date: 06/01/24 Time: 21:32

Sample: 2010 2022

Periods included: 13

Cross-sections included: 8

Total panel (balanced) observations: 104

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
HYDRO	-0.032698	0.008734	-3.743873	0.0003
WIND	-0.017150	0.004435	-3.867107	0.0002
SOLAR	-0.031420	0.005669	-5.542618	0.0000
OHTER	0.026785	0.010415	2.571803	0.0117
C	0.602282	0.057999	10.38435	0.0000

الانحدار التجميعي (PRM

Dependent Variable : GHG

Method : Panel Least Squares

Date : 06/01/24 Time : 20 :57

Sample : 2010 2022

Periods included : 13

Cross-sections included : 8

Total panel (balanced) observations : 104

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
HYDRO	0.003321	0.002425	1.369199	0.1740
WIND	0.006853	0.011876	0.577077	0.5652
SOLAR	-0.017309	0.016634	-1.040607	0.3006
OHTER	-0.066008	0.021352	-3.091487	0.0026
C	0.444705	0.037343	11.90869	0.0000

Effects Specification			
Cross-section fixed (dummy variables)			
R-squared	0.964717	Mean dependent var	0.348462
Adjusted R-squared	0.960498	S.D. dependent var	0.200086
S.E. of regression	0.039767	Akaike info criterion	-3.503386
Sum squared resid	0.145491	Schwarz criterion	-3.198264
Log likelihood	194.1761	Hannan-Quinn criter.	-3.379772
F-statistic	228.6813	Durbin-Watson stat	0.360598
Prob(F-statistic)	0.000000		

R-squared	0.319381	Mean dependent var	0.348462
Adjusted R-squared	0.291882	S.D. dependent var	0.200086
S.E. of regression	0.168372	Akaike info criterion	-0.678398
Sum squared resid	2.806568	Schwarz criterion	-0.551263
Log likelihood	40.27667	Hannan-Quinn criter.	-0.626892
F-statistic	11.61397	Durbin-Watson stat	0.015254
Prob(F-statistic)	0.000000		

نموذج التأثيرات العشوائية REM

Dependent Variable: GHG

Method: Panel EGLS (Cross-section random effects)

Date: 06/01/24 Time: 21:36

Sample: 2010 2022

Periods included: 13

Cross-sections included: 8

Total panel (balanced) observations: 104

Swamy and Arora estimator of component variances

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
HYDRO	-0.018008	0.006977	-2.581195	0.0113
WIND	-0.016479	0.004423	-3.725510	0.0003
SOLAR	-0.030926	0.005659	-5.465484	0.0000
OHTER	0.023182	0.010329	2.244359	0.0270
C	0.508737	0.100695	5.052277	0.0000

Effects Specification		
	S.D.	Rho

Cross-section random		0.251664	0.9756
Idiosyncratic random		0.039767	0.0244

Weighted Statistics

R-squared	0.477932	Mean dependent var	0.015257
Adjusted R-squared	0.456839	S.D. dependent var	0.055237
S.E. of regression	0.040710	Sum squared resid	0.164070
F-statistic	22.65766	Durbin-Watson stat	0.210165
Prob(F-statistic)	0.000000		

Unweighted Statistics

R-squared	-0.813089	Mean dependent var	0.348462
Sum squared resid	7.476368	Durbin-Watson stat	0.004612

الملحق رقم 12 : تقدير نموذج اختبار الفرضية الثانية

Cross-section random effects test equation:

Dependent Variable: GHG

Method: Panel Least Squares

Date: 06/01/24 Time: 21:38

Sample: 2010 2022

Periods included: 13

Cross-sections included: 8

Total panel (balanced) observations: 104

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.602282	0.057999	10.38435	0.0000
HYDRO	-0.032698	0.008734	-3.743873	0.0003
WIND	-0.017150	0.004435	-3.867107	0.0002
SOLAR	-0.031420	0.005669	-5.542618	0.0000
OHTER	0.026785	0.010415	2.571803	0.0117

Effects Specification

Cross-section fixed (dummy variables)

R-squared	0.964717	Mean dependent var	0.348462
Adjusted R-squared	0.960498	S.D. dependent var	0.200086
S.E. of regression	0.039767	Akaike info criterion	-3.503386
Sum squared resid	0.145491	Schwarz criterion	-3.198264
Log likelihood	194.1761	Hannan-Quinn criter.	-3.379772
F-statistic	228.6813	Durbin-Watson stat	0.360598
Prob(F-statistic)	0.000000		

تم بحمد الله