Democratic Arabic Center
For Strategic, Political & Economic Studies

اقتصاديات الطاقة النووية ودورها في تحقيق التنمية المستدامة

مع التطبيق على مصر

تأليف: د.شيماء سعيد دخيل العربي

2024

المركز الديمقراطي العربي

اقتصاديات الطاقة النووية ودورها في تحقيق التنمية المستدامة مع التطبيق على مصر

Democratic Arabic Center
For Strategic, Political & Economic Studies

Role of Economies of Nuclear Energy in Achieving Sustainable Development

Egypt as a Case Study

ISBN 978-3-68929-053-5

DEMOCRATIC ARABIC CENTER
Germany: Berlin 10315 Gensinger- Str: 112
http://democraticac.de
TEL: 0049-CODE
030-89005468/030-898999419/030-57348845
MOBILTELEFON: 004917427427877

الهنـــــــــاشـــــــر:

المركز الديمقراطي العربي

للدراسات الاستراتيجية والسياسية والاقتصادية

ألمانيا/برلين

Democratic Arab Center

For Strategic, Political & Economic Studies

Berlin / Germany

لا يسمح بإعادة إصدار هذا الكتاب أو أي جزء منه أو تخزينه

في نطاق استعادة المعلومات أو نقله بأي شكل من الأشكال،دون إذن مسبق خطي من الناشر.

جميع حقوق الطبع محفوظة

All rights reserved

No part of this book may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, without the prior written permission of the publisher.

المركز الديمقراطي العربي للدراسات الاستراتيجية والسياسية والاقتصادية ألمانيا/برلين

البريد الإلكتروني book@democraticac.d

المركز الديمقراطي العربي
للدراسات الاستراتيجية، الاقتصادية والسياسية
Democratic Arabic Center
for Strategic, Political & Economic Studies

اقتصاديات الطاقة النووية ودورها في تحقيق التنمية المستدامة مع التطبيق على مصر

تأليف:

شيماء سعيد دخيل العربي

رئيس المركز الديمقراطي العربي: أ. عمار شرعان

مدير النشر: د. أحمد بوهكو المركز الديمقراطي العربي

رئيسة اللجنة العلمية: د. ربيعة تمار المركز الديمقراطي العربي

نائب رئيس اللجنة العلمية: د. علي حازم الطعاني المركز الديمقراطي العربي

رقم تسجيل الكتاب:ISBN 978-3-68929-053-5

الطبعة الأولى 2024م

الآراء الواردة أدناه تعبّر عن رأي الكاتب ولا تعكس بالضرورة وجهة نظر المركز الديمقراطي العربي

شكر وتقدير

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف الأنبياء والمرسلين نبينا محمد عليه أفضل الصلاة وأتم التسليم، فإنني أولاً وأخرًا أشكر المولى عز وجل الذي استعنت به وتوكلت عليه فتفضل على بنعمته ووفقني وأعانني على إنجاز الرسالة، والحمد لله الذي اختص أهل العلم بالرفعة والمنزلة فقال (يرفع الله الذين آمنوا منكم والذين أوتوا العلم درجات)، والصلاة والسلام على المبعوث رحمة للعالمين والذي حث على طلب العلم فقال" إن الملائكة لتضع أجنحتها لطالب العلم رضًا بما يصنع" فصلوات الله وسلامة عليه وعلى آلة وأصحابه وأتباعه إلى يوم الدين.

إهداء

- أمي إلى القلب النابض بالحب والعطاء والدتي حفظها الله لنا وبارك في عمرها وصحتها فهي من دعمتني وشجعتني على الحصول على هذه الدرجة العلمية وتحملت جهدًا كثيرا في رحلة دراستي فاللهم ارزقني برها.
- إلى روح والدي رحمة الله عليه فقد تمنى حضور هذا اليوم ولكن قدر الله نافذ فاللهم ارحمه رحمة واسعة.
- وإلى زوجي العزيز محمد على دعمه ومساندته الله يبارك في عمره وصحته فهو رمز للعطاء.
- إلى أغلى ما لدي في الدنيا أبنائي ونبض قلبي محمود ومصطفى حفظهم الله ونفع بهم، وجعلهم ذرية صالحة ورزقني برهم.
- إلى السند والأمان والفرحة أهلي وإخوتي محمد وأسماء حفظهم الله.

الملخص

إن استخدام الطاقة النووية في توليد الطاقة أحد أهم الأدوات لتحقيق التنمية المستدامة بجانب استخدام الطاقة المتجددة، ويعد مشروع الضبعة مشروع قومي سيعود بثماره على مصر والقارة الأفريقية.

تتناول الدراسة تحليل وضع قطاع الطاقة في مصر للوقوف على نقاط القوى والضعف والفرص والتحديات، وجهود الدولة لتحقيق الاستراتيجية، مع دراسة وضع مشروع الضبعة من حيث مراحل التنفيذ وخصائص المشروع والعائد منه.

وعلى الجانب الأخر تم دراسة العلاقة بين الطاقة النووية كأحد مصادر الطاقة المستدامة ودورها في تحقيق أهداف التنمية المستدامة وذلك بتحليل اقتصاديات الطاقة النووية ومقارنتها بالطاقة المتجددة. وتم تحليل استبيان خاص بالطاقة النووية والطاقة المتجددة وعلاقتهما بالتنمية المستدامة بمساعدة خبراء الطاقة في هيئة المحطات النووية لتوليد الكهرباء، وفي هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة ومركز معلومات مجلس الوزراء، ووزارة الكهرباء والطاقة المتجددة. وتم تحليل الدروس المستفادة من التجارب الدولية الناجحة في الطاقة النووية، ودراسة التجارب النووية الناجحة في توليد الكهرباء، وسيناريوهات مستقبل الطاقة في مصر، والتوقعات المستقبلية لقطاع الطاقة في مصر والعالم، ووضع سياسات ومقترحات لإنجاح استراتيجية الطاقة في مصر.

الكلمات المفتاحية: اقتصاديات الطاقة- الطاقة النووية- الطاقة المتجددة- أمن الطاقة- التنمية المستدامة – مشروع الضبعة

Abstract:

The use of energy in power generation is one of the m-ost important means of sustainable solar energy, solar energy, and solar energy. Studying the status of the energy group development project in Egypt.

On the other hand, the relationship between nuclear energy as one of the sources of sustainable energy and its role in achieving the goals of sustainable development was studied by analyzing the economics of nuclear energy and comparing it with renewable energy. A questionnaire on nuclear energy and renewable energy and their relationship to sustainable development was analyzed with the help of energy experts at the Nuclear Power Plants Authority, the New and Renewable Energy Authority and the Cabinet Information Center. Lessons learned from successful international experiences in nuclear energy were analyzed, scenarios for the future of energy in Egypt were studied, future expectations for the energy sector in Egypt and the world, and policies and proposals for the success of the energy strategy in Egypt were developed.

Keywords: Energy economics - Renewable energy - Energy security- Sustainable development - Dabaa project

فهرس المحتويات

م	العنوان	الصفحة
شكروتقدير		1
إهـداء		2
الملخص		3
فهرس المحتويات		4
1.1	المقدمة	6
2.1	إشكالية الدراسة	7
3.1	أهداف الدراسة	7
4.1	منهجية الدراسة	8
5.1	خطة البحث	8
6.1	الدراسات السابقة	9
الفصل الأول: الإطار النظري لاقتصاديات الطاقة النووية		19
تمهيد		20
المبحث الأول: الإطار النظري للطاقة النووية		20
1.1	تعريف (الطاقة، وأمن الطاقة، واقتصاديات الطاقة)	21
2.1	مصادر الطاقة	22
3.1	التنمية المستدامة	41
4.1	التلوث البيئي	42
5.1	التغير المناخي	42
المبحث الثاني: مراحل تطور الطاقة النووية في مصر		44
1.1	مراحل تطور إنتاج واستخدام الطاقة في مصر	44
1.1.1	مراحل تطور مصادر الطاقة	44
2.1.1	محددات الطلب على الطاقة	45
3.1.1	مراحل تطور استخدام الطاقة الكهربائية في مصر	46
4.1.1	التطور التاريخي لمشروع الطاقة النووية في مصر	47
5.1.1	اتجاهات استخدام الطاقة النووية (المؤيدين والمعارضين)	50
2.1	تطور النظام الدولي الحاكم لاستخدام السلمي للطاقة النووية	54
1.2.1	تطور التنظيم القانوني للاستخدامات السلمية للطاقة النووية	54
2.2.1	مبررات المشاركة في النظام القانوني المنظم لاستخدامات الطاقة النووية	60
3.2.1	التنظيم الرقابي للاستخدامات السلمية للطاقة النووية	60
4.2.1	الوضع القانوني والرقابي للطاقة النووية في مصر	61
ملخص الفصل الأول		63

الفصل الثاني: وضع الطاقة في مصر		65
تمهيد		66
المبحث الأول: قطاع الطاقة في مصر		67
تحليل وضع قطاع الطاقة في مصر (SWOT Analysis)	1.2	67
الوضع الراهن لقطاع الطاقة في مصر	2.2	73
مصادر إنتاج الطاقة في مصر	1.2.2	73
تحليل تطور إنتاج واستهلاك الطاقة في مصر	2.2.2	82
المبحث الثاني: وضع الطاقة النووية في مصر		88
استراتيجية الطاقة في مصر	1.2	88
أبرز جهود الحكومة في قطاع الطاقة النووية والمتجددة في مصر	2.2	89
آليات صور الاستثمار في قطاع الطاقة	1.2.2	94
تطور الاستثمار في قطاع الطاقة في مصر	2.2.2	98
محطة الضبعة لإنتاج الطاقة النووية	3.2	100
استبيان دور الطاقة النووية والمتجددة في تحقيق التنمية المستدامة	4.2	102
ملخص الفصل الثاني		111
الفصل الثالث: دور الطاقة النووية في تحقيق التنمية المستدامة في مصر		113
تمهيد		114
المبحث الأول: اقتصاديات الطاقة النووية ودورها في تحقيق التنمية المستدامة		115
مراحل تطور مفهوم التنمية	1.3	115
خصائص التنمية المستدامة	2.3	116
أبعاد التنمية المستدامة	3.3	116
أهداف التنمية المستدامة	4.3	116
متطلبات تحقيق التنمية المستدامة	5.3	118
العلاقة بين الطاقة النووية والمتجددة والتنمية المستدامة بالتطبيق على مصر	6.3	121
الجدوى الاقتصادية للطاقة النووية مقارنة بالطاقة المتجددة	7.3	122
أبرز الصعوبات التي تواجه إسهام الطاقة النووية والمتجددة في تحقيق التنمية المستدامة في مصر	8.3	135
المبحث الثاني: مؤشرات الطاقة في ظل التنمية المستدامة في مصر		136
مؤشرات تعكس العلاقة بين الطاقة والتنمية المستدامة	1.3	136
الدروس المستفادة من التجارب الدولية في الطاقة النووية	2.3	142
سيناريوهات الطاقة /مستقبليات الطاقة في مصر	3.3	144
التوقعات المستقبلية لقطاع الطاقة في مصر والعالم	4.3	146
السياسات وآليات التنفيذ المقترحة لنجاح استراتيجية الطاقة	5.3	148
ملخص الفصل الثالث		151
خاتمة بأهم نتائج وتوصيات الدراسة		153
قائمة المراجع		159

1 .مقدمة

إن موضوع الطاقة النووية من الموضوعات المهمة، والملحة، والمطروحة على الساحة المحلية والدولية، وتشغل الحكومات، والاقتصاديين، والسياسيين، وعلماء البيئة، حيث تتجه العديد من دول العالم إلى بدأ أو التوسع في مجال الطاقة النووية، والطاقة المتجددة كما يحدث في مصر. ومع بداية الألفية ظهر مفهوم الاقتصاد الأخضر، والاستدامة البيئية وهو ما دفع مصر للبدأ الفعلي في مشروع الضبعة والتوسع في مجال الطاقة المتجددة .

وتُعد الطاقة النووية مصدرًا موثوقًا، وأمنًا، ومستدام للكهرباء التي تُعد أساس عملية التنمية، وتُوجد العديد من الاستخدامات السلمية للطاقة النووية في مجالات (كالزراعة، الطب، الصناعة..)، وتبرز أهمية الطاقة النووية في خلق المزيد من فرص العمل بصورة مباشرة وغير مباشرة، والتخفيف من التغيرات المناخية، والمساهمة في الحد من ثاني أكسيد الكربون، والكوارث الطبيعية التي يسببها الوقود الأحفوري المتوقع نضوبه في الأجل القريب، والحفاظ على ثبات واستقرار الأسعار بخلاف الغاز، والبترول.

وقد كانت بداية ظهور الطاقة النووية في العالم عندما تم اكتشاف ظاهرة الانشطار النووي في عام 1938، وفي عام 1941 تم إنشاء أول مجمع نووي في جامعة كولومبيا بنيويورك لأغراض البحث، وفي عام 1942 بدأ تشغيل أول مفاعل نووي في جامعة شيكاغو. وتم تشغيل أول محطة للطاقة النووية بمقدرة 5 ميجاوات في روسيا في عام 1954، ثم تلتها بريطانيا في عام 1956 ببناء المحطة الثانية في العالم، بينما تم تشغيل أول مفاعل لتوليد الكهرباء في الولايات المتحدة الأمريكية في عام 1957. وحدثت نهضة نووية Nuclear Renaissance في بداية عام 2011 حيث تمتعت الصناعة النووية بالاتجاه التصاعدي بسبب النمو السريع في البلدان غير الأعضاء في منظمة التنمية والتعاون الاقتصادي OECD وبصفة خاصة في الصين، ويوجد في العالم نحوما يقرب من 450 محطة نووية في أكثر من 30 بلدًا حول العالم. وقد أكد مجلس الطاقة العالمي في عام 2016 في التقرير الذي يصدره أنه ستوفر الطاقة النووية نسبة 17٪ والطاقة الشمسية وطاقة الرياح 39٪ من الطاقة العالمية بحلول عام 2060، وذلك مع تضاعف الطلب على الكهرباء.

وفي مصر تبرز أهمية توفير أمن الطاقة مع زيادة السكان، وتوسع عمليات الإنتاج، والتصنيع المواكبة لعملية التنمية، وقد ارتفعت معدلات الطلب على الطاقة (فبلغ الطلب على الكهرباء 27.6 جيجاوات في عام 2019 ومتوقع وصولة إلى 67 جيجاوات في عام 2030) وهو ما يفرض تحديات كبيرة للحفاظ على إمدادات مستقرة ودائمة من الطاقة، ومن هنا يقوم البحث بتقييم أمن واستدامة امدادات الطاقة الكهربائية في مصر من ناحية، ومن ناحية أخرى كيف يمكن للطاقة النووية أن تساهم بشكل محوري في الخروج من أزمة الطاقة الكهربائية وذلك بتحليل وتوصيف وضع قطاع الطاقة في مصر الحالي والمتوقع بالتركيز على مصادر الطاقة النووية، للوقوف على مراحل تطورها، ومعوقاتها وسبل دعمها. وقد وضع البحث مجموعه من الأهداف منها وضع الآليات المناسبة لتفعيل أنظمة استخدام الطاقة النووية، والطاقة المتجددة في مصر؛ لتحقيق وتفعيل مبادئ الاستدامة في عملية التنمية (توفير الطاقة المستدامة، ومزيد من فرص العمل، والحفاظ على البيئة) وذلك من خلال البحث والتطوير، الشراكة والتمويل، التوعية والتحفيز، التشريع والقانون. ويقترح البحث الرؤية المستقبلية للمزيج المناسب لمصادر الطاقة النووية، والطاقة المتجددة في مصر بجانب مصادر الطاقة التقليدية غير

المتجددة من خلال تعظيم الاستفادة من الطاقة النووية، والطاقة المتجددة، ووضع حلول للتحديات التي تواجهه قطاع الطاقة، كما يتناول البحث تجربة مصر النووية وتطورها .

وتظهر أهمية الدراسة مع توجهه العالم ومصر نحو التوسع في استخدام مصادر الطاقة البديلة للوقود الأحفوري الذي يؤول للنضوب؛ لتجنب الانبعاثات التي يسببها وتقرب من 26% من إجمالي الانبعاثات والآثار البيئية المترتبة عليها، ولمواكبة الطلب المتزايد؛ لتحقيق التنمية المستدامة، ومع اهتمام الحكومة بهذا القطاع، جاءت الدراسة لتحليل وضع قطاع الطاقة في مصر واستخدام التحليل الرباعي(SWOT analysis) ، مع التركيز على الطاقة النووية والمقارنة بالطاقة المتجددة، والوقوف على الفرص والتحديات وتحليلها، وتقييم الإجراءات والخطوات المتخذة وآثر ذلك على التنمية المستدامة. وتناولت الدراسة دور الطاقة النووية في التنمية المستدامة، ودراسة وتحليل وتقييم تطور مشروع مصر النووي وصولاً لمشروع الضبعة، وكيفية تعظيم دوره في تحقيق التنمية المستدامة من خلال تحليل اقتصاديات الطاقة النووية ومقارنتها بالطاقة المتجددة، وتحليل استبيان دور الطاقة النووية والمتجددة في تحقيق التنمية المستدامة"الخاص بالباحثين والدارسين والخبراء في مجال الطاقة" باستخدام SPSSودراسة الدروس المستفادة من تجارب ناجحة في الطاقة النووية مثل كوريا الجنوبية والإمارات العربية المتحدة ، وسيناريوهات الطاقة في مصر والتوقعات المستقبلية لقطاع الطاقة خاصة الطاقة النووية في مصر والعالم مع وضع المقترحات والسياسات للتغلب على التحديات ولتحقيق أمن الطاقة ودفع دور قطاع الطاقة في عملية التنمية المستدامة.

2.1 إشكالية الدراسة

تحاول الدراسة الإجابة على العديد من التساؤلات ويمكن صياغة إشكالية الدراسة في دراسة اقتصاديات الطاقة النووية مع مقارنتها بالطاقة المتجددة كما يمكن صياغتها في الإجابة على التساؤلات التالية:

1. ما هي الطاقة النووية، وما هي أهمية إنتاج الطاقة النووية، والطاقة المتجددة في مصر؟
2. ما هو وضع قطاع الطاقة في مصر ؟
3. هل توجد علاقة بين الطاقة النووية والطاقة المتجددة والتنمية المستدامة وما هي الجدوى الاقتصادية من استخدام الطاقة النووية وما هي سياسات واستراتيجيات التوسع في استخدامها، وما هو مستقبل الطاقة النووية في مصر؟

ويتفرع من هذه التساؤلات البحثية تحديات في تنفيذ مشروعات الطاقة النووية والتوسع في الطاقة المتجددة وتعظيم القيمة المضافة منهما، ومن هنا تأتي أهمية دراسة وتحليل هذه التحديات والعقبات .

3.1أهداف الدراسة

نظرًا لأهمية قطاع الطاقة في عملية التنمية المستدامة، جاء البحث لدراسة المصادر المختلفة للطاقة المتاحة في مصر، وكيفية الاستفادة منها في الوقت الحاضر، وفرص وامكانيات تعظيم الاستفادة منها مستقبلاً من خلال تحليل وضع قطاع الطاقة النووية والطاقة المتجددة، ودورهم في تحقيق التنمية المستدامة، والآثار الاقتصادية، والاجتماعية، والبيئية

المترتبة على التوسع في إنتاج الطاقة منهما، وذلك في ضوء نضوب مصادر الطاقة الأحفوري عاجلاغير أجل، مع تحليل التحديات والعقبات التي يواجها القطاع، واقتراح الإجراءات والسياسات والاستفادة من الخبرات المصرية في مجال الطاقة النووية والطاقة المتجددة، ودراسة وتقييم تطور مشروع الطاقة النووي في مصر وصولاً لمشروع الضبعة. وتعتمد الدراسة في تحليل وضع قطاع الطاقة النووية والطاقة المتجددة على مؤشرات محلية ودولية.

4.1منهجية الدراسة

تقوم الدراسة باستخدام الأدوات البحثية القائمة على المنهج الاستقرائي، والأدوات التحليلية، الوصفية الذي يقدم الصورة العامة لقطاع الطاقة وبصورة محددة الطاقة النووية والطاقة المتجددة، والمنهج التحليلي يتناول تحليل العلاقة بين الطاقة النووية والطاقة المتجددة والتنمية المستدامة، كما يحلل أهمية وأثر الطاقة النووية في توفير الطاقة مع الحفاظ على البيئة. وتتناول الدراسة الأدوات التحليلية لاستقصاء المؤشرات، وتحليل البيانات والاحصاءات المتعلقة بإنتاج الطاقة النووية، وتكلفة الإنتاج والاستهلاك، والتحليل الرباعي (SWOT analysis) لبيان أهم التحديات والفرص المتاحة لقطاع الطاقة النووية والمتجددة في مصر. كما تتناول الدراسة تحليل قطاع الطاقة النووية وتطور مشروع الطاقة النووية، مع دراسة وتقييم مشروع الضبعة الذي بدء إنشاءاته في النصف الثاني من2022 وذلك رغم وجود العديد من التحديات أبرزها الحرب الروسية الأوكرانية وأثر جائحة كوفيد 19.

5.1خطة الدراسة

تنقسم الدراسة ثلاثة فصول.

الفصل الأول: الإطار النظري لاقتصاديات الطاقة النووية.

الفصل الثاني: وضع قطاع الطاقة في مصر.

الفصل الثالث: دور الطاقة النووية في تحقيق التنمية المستدامة في مصر.

تتناول الدراسة في الفصل الأول "بعنوان الإطار النظري لاقتصاديات الطاقة النووية "الطاقة النووية والطاقة المتجددة من حيث (المفاهيم-المصادر-الخصائص- الأهمية-عيوب)، كما تعرض الدراسة في الفصل لرأي كلا من المؤيدين والمعارضين لاستخدام الطاقة النووية، ومراحل التطور التاريخي لمشروع الطاقة النووية في مصر، وتطور الوضع القانوني الدولي لإنتاج الطاقة النووية، والوضع القانوني للطاقة النووية في مصر.

ويأتي الفصل الثاني "بعنوان وضع قطاع الطاقة في مصر "ليحلل طبيعة قطاع الطاقة في مصر باستخدام التحليل الرباعي (SWOT analysis) مع التركيز على الطاقة النووية، والطاقة المتجددة من حيث توفر مصادر الطاقة النووية والمتجددة. كما يتناول الفصل تطور عدة مؤشرات مثل وضع إنتاج واستهلاك الطاقة في مصر خلال الفترة من (2000-2020) ، وتطور قيمة التصدير والاستيراد للوقود ، كما تتناول الفصل الإجراءات التي اتخذتها الدولة لتحقيق الاستراتيجية

وتنمية القطاع ، ومنها آليات الاستثمار ، ومشروعات مثل الربط الكهربائي، ومشروع الضبعة من حيث المراحل والخصائص والعائد المتوقع من المشروع وتحليل استبيان الطاقة النووية واستبيان الطاقة المتجددة .

ويتناول الفصل الثالث "بعنوان دور الطاقة النووية في تحقيق التنمية المستدامة في مصر" الجانب التحليلي للعلاقة بين الطاقة النووية والمتجددة والتنمية المستدامة في مصر في ظل رؤية مصر 2030 واستراتيجية الطاقة 2035 ، ثم دراسة الجدوى الاقتصادية للطاقة النووية ومقارنتها بالطاقة المتجددة من خلال الأبعاد التالية(تكاليف البناء والتشغيل والإغلاق والحوادث والضرائب، وتكلفة الفرصة البديلة، كفاءة انتاج المواد، البحث العلمي والتطوير التكنولوجي، فرص العمل)، بعد تناول تطور مفهوم التنمية وصولاً لمفهوم التنمية المستدامة وخصائص، وأبعاد وأهداف التنمية المستدامة ، مع توضيح متطلبات تحقيق التنمية المستدامة، ثم تناول الفصل أبرز الصعوبات التي تواجه إسهام الطاقة النووية في تحقيق التنمية المستدامة بمصر. كما تناول الفصل المؤشرات "الاقتصادية والاجتماعية والبيئية والمؤسسية" التي تعكس مدى الارتباط بين الطاقة والتنمية المستدامة، والدروس المستفادة من تجربة كوريا الجنوبية والإمارات العربية المتحدة، وسيناريوهات مستقبل قطاع الطاقة في مصر مع التوقعات للمؤسسات المختلفة لمستقبل الطاقة في مصر والعالم، وبعد الفصل الثالث تأتي الخاتمة والنتائج والتوصيات والسياسات المقترحة

صعوبات الدراسة

- قلة المصادر وتصل للندرة المتعلقة بمشروع الضبعة والتخطيط الاستراتيجي للمشروع النووي المصري.
- صعوبة وجهد التواصل مع الخبراء في مجال الطاقة النووية في مصر لملئ الإستمارة.
- محدودية المصادر الأجنبية التي تتناول موضوع اقتصاديات الطاقة النووية في مصر.

6.1الدراسات السابقة

فيما يخص الدراسات السابقة المتعلقة بهذا الموضوع، فتوجد العديد من الأوراق البحثية والرسائل العلمية التي تناولت دراسة الطاقة النووية والمتجددة من زوايا مختلفة من حيث أهميتها، وأهدافها، وعلاقتها بالتنمية المستدامة، والنتائج المترتبة على التوسع في الاستثمارات في قطاع الطاقة النوويه والمتجددة، والتحديات التي تواجهها، كما تناولت دراسات أخرى وضع وأهمية الطاقة النووية في مصر، وأهميتها. وفيما يلي عينة عن أهم الدراسات التي لها علاقة بشكل مباشر أو غير مباشر بموضوع الدراسة:

الدراسات النظرية والتطبيقية

(1) دراسة سابقة (الرابطة النووية العالمية،2020)

ترى الدراسة وجود علاقة بين الطاقة النووية وتحقيق التنمية المستدامة، حيث أن النهج المعتمد في قطاع الطاقة النووية يتوافق مع الهدف المركزي للتنمية المستدامة المتمثل في نقل مجموعة من الأصول إلى الأجيال القادمة، مع تقليل

الآثار والأعباء البيئية، حيث أن محطات الطاقة النووية تتطلب مساحة أقل لإنتاج الطاقة مقارنة بأي مصدر آخر للطاقة. كما توجد علاقة طردية بين التنمية البشرية ومعدلات استهلاك الطاقة نتيجة المشاريع في القطاعات المختلفة من تعليم وصحة ..إلخ، وتؤكد الدراسة أن استهلاك الطاقة الأولية من حرق النفط، والغاز، والفحم هي سبب تغير المناخ، والأضرار البيئية، والوفاة المبكرة لما يقدر بـ 7 مليون شخص كل عام، وقد قدر معهد جودارد لدراسات الفضاء التابع لوكالة ناسا ومعهد الأرض بجامعة كولومبيا أن استخدام الطاقة النووية منع أكثر من 1.8 مليون حالة وفاة مرتبطة بتلوث الهواء خلال الفترة(1971 - 2009). واهتمت الدراسة بتعريف التنمية المستدامة، وأبعادها الثلاثة (اقتصادي، اجتماعي، بيئي). كما أكدت أن أهداف التنمية المستدامة (2030) متكاملة وغير قابلة للتجزئة، وتأتي الطاقة في الهدف السابع. ويتناول التقرير سيناريوهات مستقبل الطاقة، ويرى أنه كلما كان السيناريو أكثر طموحًا في أهدافه لإزالة الكربون وتحقيق الاستدامة، زاد دور الطاقة النووية. ففي سيناريو "منتصف الطريق" الذي وضعته الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخP3 ، على سبيل المثال ، سينمو التوليد النووي ستة أضعاف بحلول عام 2050.

(2) دراسة سابقة (معتز، الشيمي، 2020)

تناولت الدراسة دور الطاقة المتجددة في الحد من البصمة الكربونية، وخلصت إلى أن الطاقة المتجددة هي الحل لما يوجه العالم من مشكلة الاحتباس الحراري، والتغير المناخي، وتنامي الطلب على الوقود الأحفوري المهدد بالنضوب؛ وذلك لتوفر مصادر الطاقة المتجددة، والانخفاض المستمر في تكاليفها، بالإضافة إلى تبني معظم دول العالم لأهداف وسياسات تتعلق بالطاقة المتجددة وخاصة في أعقاب اتفاق باريس عام 2015، والذي يهدف إلى تعزيز الاستجابة العالمية لتغير المناخ. وركزت الدراسة على المتغيرات المفسرة للبصمة الكربونية.

(3) دراسة سابقة (ESCWA,2020)

إن التقرير يرى أن الهدف السابع من أهداف التنمية المستدامة في المنطقة العربية قد حقق تقدمًا ملحوظاً في مجال الطاقة المتجددة، وفي تحسين كفاءة استهلاك الطاقة، مع الحفاظ على المناخ لضمان كوكب صحي للأجيال القادمة، وهو ما كان يشكل تحديًا في المنطقة لعقود، كما سلطت جائحة كوفيد-19 الضوء على نقاط الهشاشة في المنطقة المرتبطة باستدامة نظام الطاقة ومن ثم القدرة على دعم النمو الاجتماعي، والاقتصادي في البيئات الصعبة غير المؤكدة.

(4) دراسة سابقة (Stein,Devin and Reed, Michael,2019)

يؤكد التقرير على أن الطاقة النووية مصدر طاقة آمن وصديق للبيئة، وقد شكلت الطاقة النووية 20 % من الكهرباء المولدة في الولايات المتحدة في عام 2016 وهو ما لا يصاحبه إنتاج انبعاثات غازات الاحتباس الحراري. وقد تم تشييد معظم محطات الطاقة النووية المستخدمة اليوم في الستينيات والسبعينيات من القرن الماضي، كما بدأ بناء أحدث المفاعلات في جورجيا وكارولينا الجنوبية بعصر جديد من الطاقة النووية لتبدأ التشغيل في 2019.

وفي الوقت الحالي تواجه الطاقة النووية العديد من العقبات الناتجه عن مخاوف الجمهور بشأن السلامة، وعدد من الحواجز التنظيمية للطاقة النووية مما يجعل بناء محطات الطاقة النووية باهظة التكلفة حيث أصبحت البيئة التنظيمية تتسم بالصارمة، والحذر في استخراج الترخيص، وتشغيل محطات الطاقة النووية هذا فضلاً عن عدم وجود حلول دائمة للتخلص من النفايات النووية. كما يوجد إفراط في تنظيم الطاقة النووية مما يؤدي إلى ضياع الفرص مع المصادر الواعدة للطاقة، ودفع الابتكار النووي إلى الخارج. على سبيل المثال، أنشأت الشركة النووية الأمريكية Terra Power مفاعلًا، واختارت مؤخرًا الشراكة مع المؤسسة النووية الوطنية الصينية جيمس كونكا، كما ستقوم شركتي Terra Power و CNNC ببناء أول وحدة في الصين ثم نشر الإصدارات التجارية من هذا المفاعل الجديد في الأسواق العالمية في غضون خمسة عشر عامًا.

يركز التقرير على تقنيات المفاعلات النووية، فضلاً عن فوائدها المحتملة، ومراحل البناء والتخلص من النفايات، وتطور السياسات الحكومية التي تؤثر على التطوير النووي، ويقترح فرصًا لتغيير العملية التنظيمية التي تؤثر على توسع الصناعة النووية.

(5) دراسة سابقة (Schepers ,Nevinem,2019)

توضح الدراسة ملامح بيئة الإنتاج والتصدير الحالي، والمتوقع للطاقة النووية في روسيا، وقد اصبحت شركة روساتوم النووية(المملوكة للدولة الروسية منذ عام 2007) المورد الرئيسي للمفاعلات النووية في العالم في 2017 بعد توقيع عقد ب30 مليار دولار لبناء أربع وحدات مفاعل في مصر، وكذلك صدرت مفاعلات بقيمة مقاربة للصين في2018، كما صدرت لأوزبكستان، وتركيا، وبنغلاديش(وعلية مثلت الشركة 36% من خدمات التخصيب في العالم،17.7% من الوقود النووي في العالم)ويرجع تقدمها في عملية التصدير إلى قدرتها التفاوضية، وتقدمها في مجال البحث والابتكار النووي.وتعكس الدراسة وضع قطاع الطاقة النووية في روسيا، ودور القيادة والسياسات في دعم عملية الإنتاج والتصدير، ومعايير التوريد التي وضعتها روسيا ،والأدوات التي وضعها الاتحاد الأوروبي في مجال حوكمة الطاقة النووية، كما تتناول الدراسة تحليل الادعاء على روسيا بأن دورها المتزايد في مجال الطاقة النووية له تأثير سلبي على الطاقة النووية العالمية.

(6) دراسة سابقة (نجلاء،علام،2019)

يهدف البحث بصفة أساسية لدراسة الابتكار وتنافسية تكنولوجيات الطاقة المتجددة في مصر(طاقة الرياح والشمس) مع الاسترشاد بالتجارب الدولية في إطار رؤية التنمية المستدامة 2030.وتم التوصل إلى تعزيز قدرات التصنيع المحلي في مجال البطاريات والمحولات في مصر في إطار الميزة التنافسية التكنولوجية لقطاع الطاقة المتجددة، وتطوير قطاع الخدمات المرتبطة بها، واقترح البحث سياسات لتشجيع الاستثمار في الابتكار، والبحث، والتطوير في تكنولوجيات الطاقة المتجددة لزيادة حصة الطاقة المتجددة بحلول 2030، وأيضًا حوكمة الابتكارات وكفاءة الطاقة من أجل تحقيق أمن الطاقة، والتنمية المستدامة.

(7) دراسة سابقة (عبير، محمد. يوسف، عبدالرزاق ،2019)

توضح الورقة أزمة الكهرباء بمصر حيث ترى أنها أزمة متصاعدة تستلزم مواجهتها والعمل على وضع حلول لها، وذلك لرفع أثرها السلبية على قطاعات الاقتصاد المختلفة، وترجع الأزمة بشكل رئيسي إلى نقص الوقود اللازم لتوليد الكهرباء من المازوت، والغاز الطبيعي، والديزل ، إلى جانب انخفاض كفاءة المحطات الحالية، وتلك الأزمة تساهم في تفاقم عجز الموازنة بسبب الدعم المباشر المقدم لهذا القطاع، مما يؤدي إلى انخفاض الاستقرار الذي تسعى إليه السلطة السياسية، كما يؤثر سلبًا على الاقتصاد القومي ككل، كما تؤدي الأزمة إلى تقليص الاحتياطي النقدي المستخدم في استيراد الغاز والديزل، وبالمحاذاة تدهور قيمة العملة المحلية. وتؤكد الورقة على ضرورة الاستغناء عن الوقود الأحفوري في إنتاج الطاقة الكهربائية، والوصول لأفضل بديل لتوليد الطاقة الكهربائية في مصر بالطاقة النووية، واللجوء لبناء مفاعلات نووية كونها الأرخص كلفة وهي الأنظف والأكثر جدوى؛ لتحقيق التنمية الاقتصادية الشاملة، ودعم احتياجات التنمية.

(8) دراسة سابقة (IRENA,2018)

ترى الدراسة أن مصر هي الدولة الأكثر سكانًا في شمال أفريقيا والمنطقة العربية، وموطن لواحد من أسرع السكان نموًا على مستوى العالم. وقد أدى التزايد السريع في عدد السكان إلى زيادة سريعة في الطلب على الطاقة، مما يشكل ضغطًا على موارد الطاقة المحلية للبلاد حتى وسط اكتشافات كبيرة حديثة من الغاز الطبيعي البحري ظهرت أزمة الطاقة في عام 2014 .

وتوكد الدراسة أن عملية التنمية الاقتصادية تتوقف في مصر على قطاع الطاقة الذي يمثل 13.1% من إجمالي الناتج المحلي. وقد سعت الحكومة المصرية إلى تنويع مصادر الطاقة الاستراتيجية، المعروفة باسم استراتيجية الطاقة المستدامة المتكاملة (ISES) حتى عام 2035 لضمان الأمن والاستقرار لإمدادات الطاقة في مصر. وتعمل الاستراتيجية على تكثيف تطوير الطاقة المتجددة، ورفع كفاءة الطاقة من خلال برامج إعادة التأهيل، والصيانة القوية في قطاع الطاقة. وقد حددت الحكومة أهدافًا للطاقة المتجددة وهي أن تصل لنسبة 20٪ من مزيج الكهرباء بحلول 2022 و42٪ بحلول عام 2035. وترى الدراسة أن مصر تتمتع بميزة نسبية كبيرة من خلال إمكاناتها التصنيعية في قطاع الطاقة المتجددة. وتعزيز قدرات التصنيع المحلية وهو ما يمكن أن يساهم في مزايا اجتماعية، واقتصادية كبيرة، لا سيما فيما يتعلق بخلق فرص العمل.

(9) تقرير(التقرير السنوي لهيئة الطاقة الجديدة والمتجددة،2018)

يرى التقرير أن تأمين إمدادات الطاقة، وتنوع مصادرها هي المحور الرئيسي للتنمية، ومع تنامى البعد البيئي عالمياً ومحلياً يبرز دور محور الطاقة المتجددة، عاماً بعد عام، وهو ما تعمل عليه الحكومة المصرية حيث وضعت من مستهدفاتها إنتاج 20% من الطاقة الكهربائية النظيفة بحلول عام 2022ومضاعفة هذه النسبة في أفق عام 2035مع مشاركة أساسية للقطاع الخاص، وهو ما يتطلب التطوير المستمر لآليات دمجه في نسيج الطاقة الوطني. وعلى مستوى القطاع الخاص، برزت آليتي البناء والتملك والتشغيل، (Build, Own, Operate, BOO)، والمزايدات التناقصية (Reverse Auctions)، حيث قدم للسوق المصري أسعاراً تنافسية في مشروعات طاقة الرياح وهو ما انعكس في مستويات إقبال عالية من جانب المستثمرين، أيضاً حققت تعريفة التغذية لمشروعات الخلايا الشمسية الأهداف الاقتصادية

المتمثلة في جذب رؤوس الأموال الأجنبية وتكالب مؤسسات التمويل على الاستثمار المحلى وكذلك اتاحة فرص عمل متنوعة. وذلك جنباً إلى جنب مع جهودها المبذولة في تحسين كفاءة الطاقة للأجهزة الكهربائية المنزلية، وقد تجاوزت استثمارات الطاقة المتجددة بنهاية السنة الثلاثة مليارات الدولارات يشارك فيها القطاع الخاص بنحو 90 % من خلال اثنتين وثلاثين شركة محلية ودولية تعمل في مجمع بنبان للطاقة الشمسية من خلال آلية تعريفة التغذية بقدرات تقترب من 1500م.و. مع مشروع طاقة رياح بخليج السويس وهو الأول من نوعه بنظام الإنشاء والتملك والتشغيل قدرة 250م.و. وذلك جنباً إلى جنب مع مشروعي طاقة رياح التي نفذهما القطاع الحكومي، ممثل في الهيئة بقدرة 340م.و. في منطقة جبل الزيت على ساحل البحر الأحمر.

(10) دراسة سابقة (Huat Tan, Seng,2018)

يهدف البحث إلى دراسة أثر الطاقة المستهلكة على النمو الاقتصادي في الأردن إضافة إلى التحقق من وجود علاقة سببية بين الطاقة المستهلكة والنمو الاقتصادي، واتجاه هذه العلاقة في الأردن باستخدام بيانات السلاسل الزمنية للفترة 1980-2012. ولتحقيق الهدف الأول فقد تم تقدير دالة الإنتاج الكلي بصيغتها اللوغارتمية، باستخدام نموذج الانحدار الذاتي للفجوات الزمنية الموزعة، باعتبارها دالة في كل من الطاقة المستهلكة ورأس المال والعمل كعوامل إنتاجية (باستخدام نموذج متعدد المتغيرات يستند إلى دالة الإنتاج النيوكلاسيكية الإجمالية والتي توضح أن الإنتاج دالة في كل من العمل ورأس المال البشري وبعض استهلاك الطاقة كإحدى المدخلات في الدالة). وأسفرت نتائج التقدير عن القيم الآتية للمرونات الإنتاجية طويلة الأجل وقصيرة الأجل بالنسبة لكل من العناصر الإنتاجية آنفة الذكر: بلغت قيم المرونات طويلة الأجل 0.85، 0.30و 0.37 بالنسبة للطاقة المستهلكة، ورأس المال، والعمل على الترتيب، وبالمقابل فإن قيم المرونات قصيرة الأجل قد بلغت 0.29، 0.24 و0.28 وفقا للترتيب السابق. أما بالنسبة لاختبار جرانجر للسببية فقد أظهر وجود علاقة موجبة باتجاهين ما بين الطاقة المستهلكة، والنمو الاقتصادي وهذا يؤكد فرضية التغذية الراجعة، والتي مفادها أن الطاقة المستهلكة والنمو الاقتصادي يتحددان سوياً وبالتالي فإن انتهاج سياسات لترشيد استهلاك الطاقة قد تؤدي إلى تباطؤ في النمو الاقتصادي في الأردن.

(11) دراسة سابقة (Cornelie,Marinas.Dinu,Marin,2018)

تؤكد الدراسة على أن النموذج الأوروبي الجديد يسعى لتحقيق نمو اقتصادي شامل ومستدام من خلال زيادة حصة الطاقة المتجددة التي تعد أحد العوامل التي تحسن جودة النمو الاقتصادي، على غرار البحث والتطوير والاستثمار في رأس المال البشري. هذه الدراسة اختبرت الارتباط بين النمو الاقتصادي، واستهلاك الطاقة المتجددة لعشر دول أعضاء في الاتحاد الأوروبي من أوروبا الوسطى والشرقية في الفترة (1990-2014)، باستخدام الانحدار التلقائي على المدى الطويل، والمدى القصير. تظهر النتائج أن الناتج المحلي الإجمالي (GDP) على المدى القصير وديناميكيات استهلاك الطاقة المتجددة (REC)مستقلة في رومانيا وبلغاريا، بينما في المجر وليتوانيا وسلوفينيا، يرى أن استهلاك الطاقة المتجددة يؤدي إلى تحسين النمو الاقتصادي .

(12) دراسة سابقة (وافية ،فروخي ،2018)

ترى الدراسة أن الطاقة المتجددة تحقق أهدافًا اقتصادية، واجتماعية، وبيئية عديدة لعل أهمها حماية البيئة وهو ما يدخل ضمن مفهوم التنمية المستدامة، مما دفع العديد من الدول إلى الاهتمام بتطوير هذا المصدر من الطاقة ووضعه هدفًا تسعى لتحقيقه، ليصبح خيار التوجه نحو إنتاج الطاقة المتجددة في ظل نضوب المصادر التقليدية حتميًا في ضوء نجاح العديد من التجارب العالمية، فهي فضلا عن الميزات العديدة التي تتصف بها ولاسيما مراعاة معايير الأمان وكذلك الانخفاض الملفت في تكاليف القيمة الإجمالية. ودولة الإمارات من الدول التي قامت بتجارب عالمية في مجال الطاقات المتجددة من خلال إنشاء مدينة " مصدر" التي تعمل وتعيش بالطاقة المتجددة معتمدة في ذلك على الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح وغيرها من مصادر الطاقة مؤكدة رؤي جديدة على إمكانية تحقيق أبعاد التنمية المستدامة من خلال الطاقة المتجددة باعتبارها طاقة دائمة.

(13) دراسة سابقة (Elliott,David,2017)

ترى الدراسة أن الطاقة النووية ستصبح مصدرًا رئيسيًا للطاقة في العالم رغم تباطؤ ذلك في الستينات والسبعينات نتيجة المنافسة على الأرخص، وبسبب الحوادث النووية، ولكن مع ظهور أجيال جديدة من الطاقة النووية، يمكن أن تلعب دورًا في الاستجابة لتغير المناخ ،وفي عام 2016 وصل حصة إنتاج الطاقة النووية 24% من إجمالي إنتاج الطاقة، ومتوقع مع الجيل الرابع أن يتزايد إنتاج الطاقة النووية، مع ظهور المصانع والمحطات صغيرة الحجم(والتي تأخذ مدة أقل لإنشاؤها، وبتكلفة أقل من المحطات الكبيرة، ويمكن أن تكون بالقرب من المدن وهو ما له فائدة في النقل والتكاليف)،التي يقل حجم الوقود المستخدم لها ويقل حجم النفايات الناتجة عن المصانع.

(14) دراسة سابقة (تشاتزيس،إيرينا،2017)

تتناول الدراسة عدة تجارب ناجحة في مجال الطاقة النووية، ومن هذه التجارب فنلندا التي استطاعت تحقيق نجاح في إنشاء مدافن لنفايات الطاقة النووية وهي على عمق 400-450متراً تحت سطح الأرض، ويتألف المستودع من ٧٠كم من الأنفاق والأعمدة. ومن المتوقع أن يتلقى المستودع نفايات لمدة 100 عام، وبدأت دول أخرى مثل فرنسا في إنشاء مستودعات للنفايات بتصاريح، ووفق المواصفات الدولية. وترى الدراسة أن الإنتاج المرتفع ببساطة يعوض عن التكلفة المرتفعة للبناء. وأن المحطات النووية الأصغر حجماً أنسب للبلدان الأصغر حجماً أو البلدان ذات الطلب المنخفض على الكهرباء. ومن أسباب نجاح مشاريع الطاقة النووية توفير قروض منخفضة التكاليف. وقد قامت المملكة المتحدة بسد الفجوة المتفاقمة في المهارات بوضع استراتيجيات لتنمية مهارات شبابها وتشجيعهم على الانخراط في مهن هذا القطاع.

(15) دراسة سابقة (Yue,Qian. He, Jingke,2017,)

يهتم التقرير بتسليط الضوء على وضع قطاع الطاقة في الصين، حيث يوجد نمو سريع في إنتاج القطاع لمواكبة زيادة الطلب ومن المتوقع وصول حجم الإنتاج إلى 58 جيجاوات في 2020، واليورانيوم المحلي المستخدم في إنتاج الطاقة النووية حوالي (33-58)% ويتم استيراد الباقي، ومن ثم من التحديات التي تواجه الصناعة عدم وجود اليورانيوم بشكل يكفي تطور

نمو الإنتاج المرتقب، وعلية تسعى الصين في سبل تقليل استخدام الوقود المستهلك، وتتناول الدراسة دورة الوقود المختلفة باستخدام نموذج التوازن وتقييم استدامته على أساس المعايير التالية: موثوقية الموارد وتأثيرات البيئة مقاومة الانتشار ،التنافسية الاقتصادية. وبدأ إدارة المخلفات في الصين (الوقود المستهلك يحتوي على مواد مشعة) في التخزين المؤقت في بركة ماء لعدة أشهر لخفض مستوى الإشعاع، وإعادة تدويرها لاستعادة اليورانيوم لاستخدامه أو لتخزينه حتى يمكن إدارته، مع التوجه نحو ترشيد استهلاك اليورانيوم بتكنولوجيا حديثة.

(16) دراسة سابقة (الوكالة الدولية للطاقة الذرية،2017)

ترى الدراسة أن الطاقة تلعب دورًا كبيرًا في عملية التنمية المستدامة ولذلك رأت لجنة الأمم المتحدة للتنمية المستدامة جعل الطاقة هي الهدف السابع، من ضمن أهداف التنمية المستدامة السبعة عشر. والمستهدف بحلول 2030 وصول الجميع إلى خدمات طاقة موثوقة وميسورة التكلفة، كما ترى الدراسة أن الطاقة النووية ستساهم في توفير الطاقة لاستدامة عملية التنمية، كما أنها تحد من انبعاثات الكربون. كما أن الطاقة النووية مع مصادر الطاقة المتجددة يمكن أن توفر احتياجات السكان من الطاقة بشكل مستدام بشكل موثوق منخفض الكربون. وتؤكد الدراسة على أهمية الطاقة النووية في عدة مجالات كالأدوية، والغذاء.

(17) دراسة سابقة (نهى، سعد. محمد، أبوكرش. كوست ،كريستوف، 2016)

تهدف الدراسة لتحليل ودراسة تكلفة إنتاج الكهرباء من محطات الطاقة المتجددة، واستنتجت الدراسة أن التكلفة المالية لها تأثير كبير على جدوى أي تكنولوجيا متبناه، ومحدده لسياسات المستثمرين المناسبة في مجال الطاقة المتجددة. ويمكن أن تكون لمصر أسعار تنافسية للطاقة المتجددة اعتبارًا من 2025 حيث أن تكلفة الطاقة الشمسية المركزة من المتوقع أن تنافس محطات الغاز ذات الدورة المركبة، ومتوقع في عام 2035 أن تكون أرخص من مولدات الديزل، وذلك نتيجة تحسين تنافسية محطات الرياح ومحطات الطاقة الشمسية.

(18) دراسة سابقة (غانية ،نذير ،2016)

تهدف هذه الدراسة إلى محاولة تسليط الضوء على الطاقة، والتعريف بإمكانياتها العالمية، والأهمية المتزايدة التي تكتسبها، إضافة إلى الآثار المترتبة عليها، مع محاولة لإبراز العلاقة الموجودة بين الطاقة

والبيئة من منظور التنمية المستدامة ،وترى الدراسة أن الاستخدام المفرط للطاقة التقليدية الرخيصة يحدث تلوثًا في البيئة المحيطة، مما يخلف أثار سلبية على البيئة العالمية وتوازنها، وهو ما دفع لوجود محاولات لنشر الوعي بترشيد استهلاك الطاقة، والتوسع في استغلال الطاقة المتجددة وإحلالها محل المصادر التقليدية، وقد توصلت الدراسة إلى النتائج التالية :القدرة الهائلة للطاقة النووية على توليد الطاقة الكهربائية مقارنة بكل أنواع مصادر الطاقة سواء كانت تقليدية أو متجددة، ولكن لابد تجنب مخاطرها وأن حرق أنواع الطاقة الأحفورية يؤدي إلى زيادة انبعاث غازات ضارة في الجو، مما أدى ذلك إلى التأثير على المناخ وظهور ما يعرف بالمشاكل البيئية كظاهرة الاحتباس الحراري، واستنزاف طبقة الأوزون، وظاهرة الأمطار الحمضية.

(19) دراسة سابقة (نيفين، كمال ،2015)

قام البحث بدراسة المصادر المختلفة للطاقة الجديدة، والطاقة المتجددة المتاحة في مصر، وكيفية تعظيم الاستفادة منها، وتوصلت أن مصر تتميز بوفرة الطاقة الشمسية وطاقة الرياح بالإضافة إلى طاقة الكتلة الحيوية، خاصة تلك التي يمكن إنتاجها من الكميات الهائلة من المخلفات الناتجة عن كافة الأنشطة البشرية والصناعية والزراعية وغيرها. بعض هذه المصادر يتم استخدامها بالفعل (مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح) ولكن بشكل محدود.

(20) دراسة سابقة (محمد، موسى ،2014)

وضعت الدراسة استراتيجية لتعظيم الاستفادة من الطاقة الشمسية بمصر حتى عام 2050، لسد العجز وتأمين إمدادات مصر من الطاقة، مع تناول مشروعات الطاقة المتجددة، وكيفية تطوير صناعة محلية لمهمات محطات توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية، مع تناول تجارب دولية رائدة في استخدام الطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء. وقد أثبتت الدراسة وجود علاقة طردية وطيدة بين معدل زيادة الدخل القومي، ومعدل زيادة استهلاك الكهرباء. كما تناولت الدراسة تحليل (SWOT) للتعرف على نقاط القوى والضعف والفرص والتحديات لقطاع الطاقة في مصر، مع تقديم مقترحات لتدعيم نقاط القوى ومعالجة نقاط الضعف.

(21) دراسة سابقة (وكالة الطاقة النووية-منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية،2012)

يرى التقرير أن توليد الكهرباء من خلال الطاقة النووية خالي من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري أثناء التشغيل "أي أن الطاقة النووية منخفضة الكربون"، ولكن كما هو الحال مع أي تقنية توليد، هناك انبعاثات غير مباشرة مرتبطة بالتعدين وتصنيع الوقود، وبناء وإيقاف تشغيل محطة الطاقة، والتخلص من النفايات. ويتناول التقرير جميع الحواجز المحتملة التي يمكن أن تمنع الطاقة النووية من التوسع إلى المستويات المتوقعة. ويؤكد التقرير على أن اقتصاديات محطة الطاقة النووية تعتمد بشكل كبير على معدلات الخصم، ومدة الإنشاء، فضلاً عن المخاطر السياسية، وخصائص سوق الكهرباء التي تؤثر على تشغيل المحطة كمزود أساسي للكهرباء لمدة 60 عامًا أو أكثر. وقد اختلفت الدول بعد حادثة فوكاشيما في سياستها تجاه الطاقة النووية، فهناك دول اختارت التخلص التدريجي من أسطولها الحالي على مدى العقدين المقبلين مثل (بلجيكا وألمانيا وسويسرا)، وأخرى قررت التخلي عن خطط إعادة إدخال الطاقة النووية مثل (إيطاليا). ولكن غالبية الدول أكدت مواصلة خططها لتطوير الطاقة النووية، وإن كان ذلك بوتيرة أبطأ مما كان متوقعًا.

(22) دراسة سابقة (أحلام، زواوية، 2012)

تناولت الدراسة تقييم الآثار الاقتصادية والاجتماعية المترتبة عن التحول لاقتصاديات الطاقات المتجددة من أجل الوقوف على مسار التنمية الاقتصادية المستدامة في دولة المغرب مستقبلاً، كونها تعتمد منذ سنوات طويلة على مصادر الطاقة الأحفورية الناضبة في تمويل تنميتها. وأكدت الدراسة أن الحل والبديل لنفاذ موارد الطاقة التقليدية هو الموارد المتجددة، وأشارت الدراسة إلى ذروة هوربرت ونضوب النفط الذي أعلنه هوبرت عام 1956 حول وصول إنتاج النفط في الولايات المتحدة الأمريكية لذروته في أوائل السبعينات، وقد بدأ فعليًا بالهبوط، وبعد أن كانت الولايات المتحدة الأمريكية

هي المصدر للنفط صارت دولة مستوردة له. وتناولت الدراسة السياسات المحلية والدولية في مجال الطاقة المتجددة، واستراتيجيات تحفيز قطاع الطاقة المتجددة محلياً ودوليًا.

(23) دراسة سابقة (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ،2011)

تُقدم الدراسة تقييماوتحليلاً شاملاً لتكنولوجيات الطاقة المتجددة ودورها الحالي، والمحتمل في التخفيف من آثار انبعاثات الغازات الدفيئة، وتحقيق التنمية المستدامة، وتقدم الدراسة معلومات تتصل بالسياسات (وليست معلومات تفرض سياسات) لصانعي القرارات بشأن خصائص الإمكانات الفنية للموارد المختلفة، والتطور التاريخي للتكنولوجيات، والتحديات التي تواجه استخدام هذه التكنولوجيات، والتأثيرات الاجتماعية، والبيئية الناتجة عن استخدامها، وكذلك مقارنة بين تكاليف الحصول على الطاقة المتجددة باستخدام التكنولوجيات المتاحة تجاريًا طوال فترة استخدام هذه الطاقة، والتكاليف الحالية للطاقة غير المتجددة. وتتناول الدراسة السياسات المتاحة للمساعدة على تطوير ونشر تكنولوجيات الطاقة المتجددة في مجال التخفيف من آثار تغير المناخ أو لأهداف أخرى مثل تحقيق التنمية الاقتصادية المستدامة وقياس ذلك بعدة مؤشرات منها (النمو الاقتصادي الذي يعكسه إجمالي الناتج المحلي، والتنمية الاجتماعية الذي يعكسها مؤشر توفر العمالة)، وتتناول الدراسة معيار أمن الطاقة وعلاقتها بالتنمية المستدامة من خلال حجم الاحتياطيات من الطاقة، نسبة الاحتياطيات للناتج، ونسبة واردات الطاقة من إجمالي الواردات.

(24) دراسة سابقة (Selim,Tarek,2009)

ترى الدراسة أن مصر اتخذت الخطوات في التحضير لاستخدام تكنولوجيا الطاقة النووية لتوليد الكهرباء، ويعتمد اختيار نوع التكنولوجيا النووية على العوامل التي تؤدي إلى استدامة التوازن بين العرض والطلب، وأثر ذلك على مستقبل الطاقة في مصر. ويتطلب ذلك دراسة جدوى الاستخدام النووي لتوفير احتياجات الطاقة المستقبلية، بالإضافة إلى دراسة العوامل المؤثرة في اختيار نوع التكنولوجيا النووية المناسبة لقطاع الكهرباء في مصر. وتعتمد المنهجية المتبعة في هذا البحث على تحليل اقتصادي لتوقعات العرض والطلب على الطاقة الكهربائية في مصر بناء على قياس المرونة، وتحليل العناصر الرئيسية التي تؤثر على استخدامات الطاقة الكهربائية. وفي ضوء هذا التحليل، يخلص البحث إلى أن هناك جدوى من استخدام التكنولوجيا النووية في توليد الطاقة بنسبة تدريجية من العرض المستقبلي وذلك لتلبية الزيادة المتوقعة في الطلب على الطاقة الكهربائية في مصر. كما يخلص إلى أن الطاقة النووية لها جدوى اقتصادية على أساس توليد4%من إجمالي الطاقة الكهربائية في عام ٢٠١٧و 10% في عام2025و 12% في عام ٢٠٣٠و 15% في عام ٢٠٥٠.

(25) دراسة سابقة (فرشر،دانيال،2007)

تتناول الدراسة تحليل قطاع الكهرباء في المكسيك، وترى أن قطاع الكهرباء في المكسيك واجهه العديد من التحديات منها زيادة الطلب، وارتفاع أسعار الغاز والبترول، ووجود قوانين ولوائح متشددة، وهو ما عملت على علاجه حكومة المكسيك بالتعاون مع البنك الدولي، وذلك بالعمل على تنويع مصادر توليد الكهرباء وعدم الاعتماد كليًا على المصادر التقليدية،

واستخدام مصادر الطاقة المتجددة، وبذلك تحافظ على البيئة وتحقق التنمية المستدامة ، ووضعت سياسات تتسم بالمرونة والتغير وفق المستجدات، وأوصت الدراسة بإنشاء صندوق لتعزيز تنمية قطاع الطاقة المتجددة.

(26) دراسة سابقة (إيمان ،على ،2005)

ترى الدراسة أن الطاقة مؤشر للنمو الاقتصادي، وأحد أهم المتغيرات المؤثرة على التنمية الاقتصادية، حيث تُعد ضمن مدخلات الإنتاج وبالتحديد الموارد الطبيعية الداخلة في دالة الإنتاج وتعتمد عليها وعلى الموارد البشرية، والتقدم التكنولوجي، ورأس المال المادي، كما أن عنصر الطاقة يرتبط بالتقدم التكنولوجي حيث يمكن من خلال التغير التكنولوجي إحداث وفر في مصادر الطاقة التقليدية المستخدمة، فضلاً عن تخفيف التلوث الناتج عن محطات التوليد الكهربائي، كما يسهم في استغلال مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة على نطاق واسع. كما تناولت الدراسة تقدير الاحتياجات المستقبلية لقطاع الكهرباء من مصادر الطاقة التقليدية، مع التنبؤ بالطلب على الطاقة في مصر في ظل أهمية مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة، وتناولت علاقة الطاقة بالتنمية المستدامة، كما تناولت الدراسة المفاضلة بين البدائل التكنولوجية لمصادر الطاقة الجديدة والمتجددة مقارنة بالمصادر التقليدية للطاقة. وقد توصلت الدراسة إلى أن استهلاك الطاقة واستهلاك الطاقة الكهربائية تحديدًا هو المتغير المفسر لزيادة الناتج، وأن قوة العلاقة بين الناتج المحلي واستهلاك الطاقة 97.7% في مصر خلال فترة الدراسة.

وبعد هذه الدراسات يمكن القول أن الدراسة تختلف عن هذه الدراسات في أنها تجمع بين الإطار النظري والتحليلي باستخدام المؤشرات المحلية والدولية لتحليل وضع قطاع الطاقة في مصر واستخدام تحليل " SWOT"لتوصيف وضع قطاع الطاقة في مصر بصورة أدق من حيث نقاط القوى والضعف والفرص والتحديات، ومستوى مؤشرات الانتاج والاستهلاك من المصادر المختلفة وخاصة التقليدية وأثر ذلك على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون "وأهمية الطاقة النووية ومدى اقتصاديات الطاقة النووية ومقارنتها بالطاقة المتجددة ودراسة علاقتها بالتنمية المستدامة. والاسترشاد بالتجارب الدولية الناجحة في مجال الطاقة النووية، ودراسة تطور المشروع النووي لمصر وصولاً لمشروع الضبعة، وتحليل استبيان الخبراء في الطاقة باستخدامSPSS وتحليل السيناريوهات المستقبلية لوضع الطاقة النووية في مصر.

الفصل الأول

الإطار النظري لاقتصاديات الطاقة النووية

الفصل الأول

الإطار النظري لاقتصاديات الطاقة النووية

تمهيد:

إن الطاقة النووية من أهم مصادر الطاقة في العالم، نظراً لدورها الكبير في توفير الطاقة اللازمة لعملية التنمية المستدامة، كما تتعدد استخدامات الطاقة النووية السلمية، فتستخدم في العديد من المجالات كالصناعة والطب والزراعة...، وتتسم الطاقة النووية بالاستدامة مثل مصادر الطاقة المتجددة كالشمس والرياح، وتتميز بانخفاض الملوثات الناتجة نتيجة إمكانية التحكم في عملية مخلفات الطاقة النووية .

ومع توجه الدولة نحو التوسع في إنشاء المدن الصناعية، والمدن الجديدة، والمدن المستدامة، ومع الزيادة السكانية، وارتفاع معدلات الاستهلاك، وتوقع نضوب الطاقة التقليدية فتظهر أهمية الطاقة النووية وفي مصر تحديدًا تظهر أهمية مشروع الضبعة وأهمية التوسع في مشاريع الطاقة المتجددة ومن هنا تأتي أهمية دراسة مصادر الطاقة، ومزايا وعيوب كل مصدر، وأوجه النظر المختلفة المؤيدة والمعارضة لاستخدام الطاقة النووية في توليد الطاقة مع دراسة مبررات كل فريق، ودراسة مراحل وجود الكهرباء في مصر وكذلك مراحل تطور الطاقة النووية في مصر. ويتناول الفصل الأول الإطار النظري لاقتصاديات الطاقة النووية من خلال المبحثين.

وينقسم هذا الفصل لمبحثين

المبحث الأول: الإطار النظري للطاقة النووية.

المبحث الثاني: مراحل تطور الطاقة النووية في مصر.

المبحث الأول

الإطار النظري للطاقة النووية

يُعد هذا المبحث من أهم الأجزاء في الدراسة فهو جزء هام ومحوري حيث يتناول هذا المبحث المفاهيم الأساسية في مجال الطاقة، والطاقة النووية بالتحديد، كمفهوم الطاقة، الطاقة النووية، الطاقة المستدامة، أمن الطاقة، اقتصاديات الطاقة، أمن الكهرباء، الربط الكهربائي، المفاعل النووي، الضمانات النووية، المحطة النووية ، الوقود النووي، وحدات الطاقة، الانشطار النووي، جدول مندلييف الدوري، التنمية المستدامة، التلوث البيئي، والتغيرات المناخية، كما تناول المبحث مصادر الطاقة مع التركيز على الطاقة النووية والطاقة المتجددة من حيث الأنواع، والخصائص، والعيوب، كما تناول المبحث آليات عمل المفاعل النووي والمحطات النووية، مراحل إنشاء المحطات النووية، أسس اختيار موقع المحطات النووية، وسبل تحقيق الأمان النووي، وأنواع المفاعلات النووية، وأنواع المخلفات النووية وطرق التعامل معها، ومحددات الاقتصاد النووي.

1.1 تعريف (الطاقة، وأمن الطاقة، واقتصاديات الطاقة)

تعريف الطاقة :Energy إن كلمة طاقة هي الترجمة الحرفية للكلمة الإنجليزية Energy وتعني نشاط أو أن الشيء يحتوي على جهد أو شغل، فمفهوم الطاقة يتضمن كل حركة أو نشاط يمكن الاستفادة منها لتحقيق هدف معين؛ أي بمعنى القدرة على القيام بنشاط ما ويتمثل في صورة حرارة أو ضوء أو صوت، والطاقة كمية فيزيائية تظهر في شكل حرارة أو حركة ميكانيكية.

تعريف أمن الطاقة :(Energy security):قد عرف الاتحاد الأوروبي أمن الطاقة بأنه ضمان إتاحة منتجات الطاقة في الأسواق بدون انقطاع، وبأسعار تكون في متناول جميع المستهلكين سواء في القطاع المنزلي أو القطاع الصناعي مع احترام الاعتبارات والمخاوف البيئية، والتطلع نحو التنمية المستدامة وهو ما يتفق مع تعريف برنامج الأمم المتحدة الإنمائي أمن الطاقة في تقريره لتقييم الطاقة العالمية بأنه إتاحة الطاقة في جميع الأوقات بمختلف أشكالها وبكميات كافية، وبأسعار معقولة، وبدون أية تأثيرات غير مقبولة على البيئة ويتضح من هاذين التعريفين ظهور عنصر جديد في أمن الطاقة ألا وهو الاهتمام بالبيئة. أما وكالة الطاقة الدولية (IEA) فقد عرفت أمن الطاقة بأنه توافر مصادر الطاقة بدون انقطاع وبأسعار في متناول الجميع وأكدت على أن أمن الطاقة له أكثر من بعد، وتناولت بعدين رئيسيين، الأول أمن الطاقة على المدي البعيد الذي يتعامل بصورة أساسية مع الاستثمارات اللازم تنفيذها في الوقت المناسب بما يتماشى مع التطورات الاقتصادية واحتياجات استدامة البيئة، والثاني بعد الطاقة على المدى القصير والذي يركز على قدرة نظام الطاقة على الاستجابة السريعة للتغيرات المفاجئة في العرض والطلب .

وبعد استعراض التعريفات السابقة لأمن الطاقة يمكن القول بأن أمن الطاقة

يعني استمرار وصول امدادات الطاقة الآمنة إلى كافة قطاعات الاستهلاك بشكل مستدام وبمستوي مناسب من الجودة، وعند مستويات أسعار معقولة؛ لدعم الأنشطة في مختلف القطاعات الاقتصادية في الدولة بما يضمن استدامة النمو الاقتصادي، والاجتماعي مع مراعاة الاعتبارات البيئية في نفس الوقت، وهذا يتطلب ضمان سلامة البنية التحتية لسلسة الإمدادات وأن يتسم نظام الطاقة بالمرونة، والتنوع بحيث يكون قادر على التكييف مع الصدمات المتوقعة، وغير المتوقعة. ومن ثم فإن المبادئ الرئيسية لأمن الطاقة تتمثل في: تنوع مصادر إمدادات الطاقة هو نقطة البداية في أمن الطاقة، وتحقيق الطاقة الفائضة، مخزونات الطوارئ والوفرة في البنية التحتية الحرجة، والاعتماد على الأسواق المرنة مما يساعد على التكيف وتقليل الضرر على المدي الطويل، الالتزام بالبحث والتطوير والابتكار من أجل تحقيق توازن طويل الأجل للتحول في مجال الطاقة، تعزيز العلاقات بين الموردين والمستهلكين في إطار الاعتراف بالترابط والتكافل المتبادل، تقديم المعلومات المفيدة قبل وأثناء وبعد حدوث المشكلة، الاستثمار بصورة منتظمة في التطور التكنولوجي في هذه الصناعة.

تعريف أمن الكهرباء :(Electricity security) الذي يعبر في الأساس عن ضمان الحفاظ على الضوء في جميع الأوقات من خلال قدرة قطاع الطاقة على تقديم الكهرباء إلى جميع المستخدمين المتصلين بالشبكة في ضوء المعايير المقبولة، وبالكميات المطلوبة في أي وقت من الأوقات.

ومن هنا تأتي أهمية تناول مفهوم الطاقة المستدامة (Sustainable energy) وهي الطاقة التي توفر خدمات الطاقة بأسعار معقولة وبموثوقيه بحيث تلبي الاحتياجات الاقتصادية، والاجتماعية، والبيئية في سياق تنموي شامل، مع الاعتراف بالتوزيع العادل للأجيال في تلبية تلك الاحتياجات. وفي الممارسة العملية، فإن الطاقة المستدامة يعرفها البعض بأنها الطاقة المتعلقة بالطاقة المتجددة، وكفاءة الطاقة. وأيا كان النهج المستخدم، فإن الطاقة المستدامة وغيرها تنطوي على سياق واسع يغطي الموارد، والبنية التحتية للطاقة واحتياجات التنمية.

ويرى الباحث أن الطاقة المستدامة هي طاقة تتسم بالموثوقيه، وتلبي الاحتياجات الاقتصادية والاجتماعية المختلفة مع مراعاة البعد البيئي، وحق الأجيال القادمة وتتحقق من خلال تنفيذ وتطبيق عملية أمن الطاقة.

تعريف اقتصاديات الطاقة

أصبحت دراسة اقتصاديات الموارد البيئية من الدراسات الحديثة في مجال الاقتصاد، حيث أن دراسة الجوانب الاقتصادية للموارد والبيئة والطاقة على وجه التحديد من أهم الموضوعات التي تلقى اهتماماً خاصًا سواء على المستوى المحلي أو المستوى العالمي وهذا خشية تعرضها للنفاذ حيث تعتبر معظمها أرصدة غير متجددة ويهدد نفاذ هذه الأرصدة حياة الأجيال القادمة، ومن جهة أخرى فإن زيادة استهلاك هذه الموارد يؤدي إلى زيادة مخاطر التلوث البيئي من خلال زيادة العوادم والغازات والفضلات الناتجة عن العمليات الإنتاجية. ومن ثم تهتم اقتصاديات الطاقة بدراسة كل أبعاد الطاقة من طلب واستهلاك وتكلفة وعلاقته بالبيئة وعوامل أخرى. ومن هنا يظهر تعريف كفاءة الطاقة : (Energy Efficiency) هو تقليل استهلاك الطاقة وتحسين العملية الإنتاجية أي عدم الإخلال بمستوى مخرجات العملية الانتاجية من السلع والخدمات من حيث الكمية المنتجة أو التكلفة أو الجودة، ورفع مستوى مخرجات العملية الإنتاجية باستهلاك نفس القدر من الطاقة .

وتعرف الدراسة الاقتصاد البيئي (Environmental economics)على أنه: "العلم الذي يقيس بمقاييس بيئية الجوانب النظرية والتحليلية والمحاسبية للحياة الاقتصادية، ويهدف إلى المحافظة على توازنات بيئية تضمن نموًا مستدامًا ."

2.1 مصادر الطاقة :(Energy resources) هي المصادر التي تمتلك نظاماً قادراً على إنتاج الشغل. تتنوع وتتعدد هذه المصادر بحسب خصائصها الطبيعية (الفيزيائية والكيمياوية) وهي:

- الطاقة الجديدة
- الطاقة النووية
- الطاقة المتجددة مثل (طاقة الرياح، الطاقة المائية، الطاقة الشمسية، الطاقة الحيوية، الطاقة الحرارية الأرضية، الطاقة البحرية..).
- الطاقة التقليدية غير المتجددة مثل (البترول، والغاز، الفحم،..).

الطاقة الجديدة:(New Energy)

لا يوجد تعريف محدد لماهية الطاقة الجديدة في أدبيات الطاقة حتى الآن وإن كان هذا المفهوم في بعض الأدبيات يستخدم للدلالة على الطاقة المتجددة أو الطاقة النووية أو الإثنين، وترى بعض الأدبيات أن الطاقة النووية متجددة نظرًا لطول الفترة الزمنية المتوقع أن ينفذ خلالها اليورانيوم ويقدرونها ب 5 مليار عام، ومع بدء إعادة استخدام المخلفات(اليورانيوم) تجعلها طاقة متجددة، وترى دراسات أخرى أنها طاقة غير متجددة. ومن هنا يمكن القول إن الطاقة الجديدة مفهوم نسبي يتباين من منطقة إلى أخرى ومن فترة زمنية لأخرى، فأي مصدر من مصادر الطاقة قد يُعد جديد في مكان معين في فترة زمنية معينة طالما لم يتم إدخال تطبيقاته في المكان، فمثلاً في مصر الطاقة النووية من أبرز صور الطاقة الجديدة في الفترة الحالية، ولكن في المستقبل عند انتشار استخدامها لن تصبح جديدة. ومن ثم يُعد مفهوم الطاقة الجديدة أوسع من الطاقة المتجددة فيشمل الطاقة المتجددة وغير المتجددة.

كما ترى أدبيات أن الطاقة الجديدة هي طاقة تحتاج لتدخل انساني وتطوير وبحث لتحويل الموارد الطبيعية لطاقة مثل اليورانيوم يدخل عمليات تنقية ويعمل في مولدات، بخلاف الطاقة الجديدة كالرياح لا تحتاج معالجة .

الطاقة النووية(Nuclear Energy) :

مفاهيم

الطاقة النووية: يقصد بها الطاقة الناتجة عن تكسر الترابط بين مكونات النواة (البروتونات والنيترونات) مما ينتج عنه طاقة حرارية كبيرة، فكرتها الأولى ظهرت بوضع إينشتاين معادلته الرياضية التي تؤكد أن المادة تتحول إلى طاقة عند تفكك ذراتها، وظلت هذه الفكرة دون دليل إلى أن تمكن العالمان الألمانيان "أوتوهان، وفريتزشتراسمان" من اكتشاف انشطار ذرة اليورانيوم الثقيلة إلى نصفين تقريباً عند قذفها ببعض النيوترونات، مما نتج عنه طاقة كبيرة، ولا يمكن حصر الطاقة النووية في الانشطار النووي فقط بل هناك عملية الاندماج النووي وتكون للعناصر الخفيفة نسبيًا.

ويمكن تعريف الطاقة النووية بأنها الطاقة المنبعثة نتيجةً لتفاعل نووي، وتحديدًا من انشطار نووي أو اندماج نووي. ومن الناحية العملية، تستخدم الطاقة النووية وقودًا مصنوعًا من اليورانيوم المُستخرج من الأرض والمُعالج لإنتاج البخار وبالتالي توليد الكهرباء. وتستخدم محطات توليد الطاقة الكهربائية الحرارة الناتجة عن عمليات الانشطار النووي في المفاعلات النووية، ويمكن تعريف الطاقة النووية بأنها الطاقة الناتجة عن التفاعلات النووية الذرية .

المحطة النووية :(The nuclear plant) هي محطة تستخدم الطاقة الحرارية لتوليد البخار (مثل محطات القوى التقليدية) الذي يستخدم بعد ذلك في إدارة التوربينات التي تدير بدورها مولدات الكهرباء، والاختلاف بينهم هو مصدر الحصول على الطاقة الحرارية، حيث تعتمد محطات القوى التقليدية على حرق الفحم أو البترول أو الغاز الطبيعي، بينما المحطات النووية تعتمد على انشطار الوقود النووي لتوليد الطاقة الحرارية.

وحدات الطاقة (Energy units): يتم تحديد قدرات توليد الطاقة في المفاعل بالميجا وات (MW) أو الجيجا وات 1.(GW) جيجا وات تساوي 1000 ميجا وات، 1 ميجا وات تساوي 1000 كيلو وات. توربينات الرياح المصنفة 1 ميجا وات، إذا كان من الممكن تشغيلها بشكل مسطح، فستولد 1000 كيلو وات / ساعة، أو 1 ميجا وات / ساعة، ومحطة نووية بقدرة 1 جيجاوات 1000 ميجا وات / ساعة ، أو 1 جيجا وات / ساعة ، وعادة ما يتم عرض مخرجات الطاقة على أساس سنوي .

اليورانيوم :(Uranium)هو أثقل معدن بين العناصر الطبيعية في جدول مندلييف الدوري (حيث أن 0.3 متر مكعب من اليورانيوم يزن أكثر من نصف طن)، وهو عنصر مشع ومن أبرز صفاته أنه أبيض، وفضي، سام، وفلزي، وأهم خاماته خام الكارنوتيت، وخام اليورانيت، وخام البيتش بليند وتحتوي ذرة اليورانيوم داخل نواتها على 92 بروتونًا. يوجد ثلاثة نظائر لليورانيوم، اليورانيوم 238وهو الأثقل في الذرات الموجودة في الغلاف الأرضي، والأكثر استقرارًا وثباتًا ونسبة تواجده هي الأعلى 99.28 % ، اليورانيوم 235 وهو الذرة الطبيعية الوحيدة القابلة للانشطار، والأكثر شيوعًا كوقود للمفاعلات النووية ونسبة تواجده 0.71 % داخل اليورانيوم الطبيعي، اليورانيوم 234 ونسبة تواجده ضئيلة جدًا0.006.وتحتوي القشرة الأرضية على كمية كبيرة من اليورانيوم(تساوي تقريبًا كمية الرصاص) وتقدر بنحو 3.5 مليون طن في العالم، وتتوفر بنسبة كبيرة تقرب من 50% في كندا، جنوب إفريقيا، استراليا ، كما توجد الكمية المتبقية في الكونغو، النيجر، التشيك، الهند، أسبانيا ، البرتغال، سولوفاكيا، موروتانيا، وتوجد ثماني شركات عالمية تتحكم في نحو 82 % الإنتاج. يُستخدم اليورانيوم المُخصص وقودًا للمفاعلات النووية، وحين يضمحل اليورانيوم أو يتحلل، تنتُج منه حرارة داخل القشرة الأرضية. وبطريقةٍ مشابهة تنتج الحرارة داخل المفاعل النووي .

جدول مندلييف الدوري :(Mendeleev's periodic table)هو جدول دوري (ومعنى كلمة دوري أن أنماطًا من خواص العناصر الكيميائية تتكرر في كل صف)؛ لترتيب العناصر المعروفة وغير المعروفة، وقد برهن العلماء اختباريًا على أن العناصر الكيميائية المرتبة ليست أجسامًا متجانسة بل خلائط لأنواع مميزة من الذرات والنظائر ذات سلوك كيميائي متطابق تقريبًا ولكن بخصائص فيزيائية مختلفة، ويتم تركيب العناصر 99 إلى 118 فقط في المختبرات أو المفاعلات النووية .

الانشطار النووي :(Nuclear fission) هو عملية انقسام نواة ذرة إلى قسمين في كل حُبيبة وقود نووي، توجد الملايين من نوى اليورانيوم. وحين تنقسم هذه النوى، تنطلق كمية كبيرة من الطاقة، بعضها من الإشعاع ولكن معظمها ينتج عن الطاقة الحركية. وهذه الطاقة المنبثقة هي الطاقة التي تُصدر الحرارة داخل المفاعل والتي تُستخدم لإنتاج البخار وبالتالي توليد الكهرباء، وتعد من الوسائل الأساسية للحصول على الطاقة النووية، ويمكن تعريف الانشطار النووي أيضًا بأنه عملية اصطدام نيوترون متحرك بسرعة مناسبة بنواة ذرة ثقيلة قابلة للانشطار فتلتحم به مكونة نواة غير مستقرة تنقسم مباشرةً إلى نواتي عنصرين أقل وزناً يطلق عليهما نواتج الانشطار، ويصحب ذلك انطلاق عدد من النيوترونات السريعة تتراوح بين 2-3 نيوترونات. وتعمل محطات الطاقة النووية الموجودة حاليًا على ما يعرف بالانشطار النووي وهو نفس فكرة القنبلة الذرية، والمادة المستعملة في عمليات الانشطار النووي هي اليورانيوم .

المفاعل النووي :(nuclear reactor) عبارة عن وعاء معدني يوجد بداخله ما يسمى بقلب المفاعل الذي يوضع بداخلة (الوقود النووي الذي غالبا ما يكون اليورانيوم)، وقضبان التحكم، بالإضافة إلى مكونات المفاعل الأخرى كالمبرد والمهدئ. ويمكن تعريف المفاعل النووي بأنه مصدر للطاقة ينتج الحرارة المطلوبة لإنتاج البخار أي أنه يقوم بوظيفة الغلاية التي تعمل على الفحم أو البترول أو الغاز في محطات التوليد الحرارية.

الإشعاع النووي :(Nuclear radiation) إنه ظاهرة فيزيائية تحدث في الذرات غير مستقرة العناصر، وفيه تفقد النواة الذرية بعض جسيماتها وتتحول ذرة العنصر إلى عنصر آخر وإلى نظير آخر من العنصر ذاته. ويمكن تعريفه أيضًا بأنه ما هو إلا طاقة أوجسيمات تتحرر من نواة الذرة نتيجة لحالة من عدم استقرار تكون عليها النواة وعرفه البعض بأنه: طاقة متحركة في صورة موجات كهرومغناطيسية أو جسيمات تتحرك بسرعة عالية جدّا، ولها القدرة على تغيير الحالة الطبيعية لذرات الأجسام فتحولها إلى ذرات مشحونة بشحنة كهربائية، وعرفه البعض الآخر على أنه الزيادة في معدل النشاط الإشعاعي عن الحدود المسموح بها علميًا بما يؤثر على عناصر الطبيعة من ماء وهواء والتربة، ويضر بحياة الإنسان.

الضمانات الدولية :(International guarantees) أنها مجموعة إجراءات تنظيمية، وتصرفات فنية، وتقنية، وقانونية لضمان استخدام المواد والمعدات والتقنيات النووية في الأغراض السلمية، وعدم تحويلها لأغراض عسكرية. ويمكن ربط مفهوم الضمانات الدولية بمختلف أنواع عمليات الرقابة مثل الرقابة باستخدام الأجهزة من الخارج عن طريق فقط المراقبة، والرقابة من خلال تبادل المعلومات أو من خلال التفتيش المتبادل، والرقابة من خلال التفتيش الدولي مع تبادل التقارير ومراجعة المواد الواردة بها إلى جانب التفتيش في الموقع. ومن ثم يمكن القول بأن الضمانات النووية هي بشكل عام ذلك النظام القانوني والفني الذي يرمي إلى ضمان أن المواد النووية والتجهيزات، والخدمات، والمعدات، والمشروعات في مجال الطاقة النووية لا تستخدم في أي غرض عسكري.

دورة الوقود النووي :(Nuclear fuel cycle)تتألف الدورة الكاملة للوقود النووي من سبع خطوات وهي: الخطوة الأولى (التعدين): حيث يتم استخراج اليورانيوم من الأرض مختلطًا ببعض الشوائب، والخطوة الثانية (صناعة اليورانيوم): يتم طحنة وتحويلة إلى أكسيد اليورانيوم وهي المادة الخام التي يصنع منها الوقود الانشطاري، والخطوة الثالثة: (تحويل اليورانيوم) المركز إلى سادس فلوريد اليورانيوم ويتم تسخينه وتحويلة إلى غاز مناسب لعملية التخصيب، والخطوة الرابعة (تخصيب اليورانيوم): أي زيادة نسبة نظير اليورانيوم عبر مجموعة من التقنيات أبرزها الطرد المركزي، وتقنية النشر الغازي وتهدف هذه التقنيات إلى فصل النظائر وزيادة نسبتها من خلال عمليات التركيز على طرد النظائر الأخرى للوصول لدرجة التخصيب المطلوبة، والخطوة الخامسة (تصنيع وتحويل اليورانيوم إلى قضبان وقود): حينما يتم فصل اليورانيوم المخصب عن اليورانيوم المستنفذ يتم تحويلة من سادس فلوريد اليورانيوم إلى ثاني أكسيد اليورانيوم. وتصنع منه كرات متساوية الحجم، يتم تعبئتها في أنابيب مصنوعة من مزيج الزركونيوم الذي يحبس عددًا قليلاً من النيترونات، والخطوة السادسة: يتم استخدام قضبان الوقود لمدة أربع سنوات ونصف تقريباً قبل استبدالها، ويُعد الوقود مستنفذًا حين تنخفض نسبة اليورانيوم235 الانشطاري إلى أقل من 1%، وحينها ينقل الوقود المستنفذ من المفاعل ويتم وضعة في أحواض تبريد تشغل دور الدرع العازل له بينما تضمحل نواته. والخطوة السابعة (إعادة معالجة الوقود المستنفذ): وفي

هذه الخطوة يُعاد استخدام الوقود المستنفذ من منشأة نووية بطاقة 1000 ميجاواط عملت لمدة 40 عامًا يختزن بعد استخدامه طاقة كامنة تقدر بنحو 130 مليون برميل من النفط. ومن ثم فإن الوقود المستنفذ يمكن الاستفادة منه في انتاج وقود جديد، أو انتاج نظائر طبية. وتقوم بريطانيا وفرنسا وروسيا والهند بإعادة تصنيع الوقود المستنفذ من المفاعلات المدنية باستخدام طريقة "بيوريكس" التي تعني خلاصة البلوتونيوم اليورانيوم، وتقوم دول أخرى بإرسال الوقود المستنفذ إلى بريطانيا وفرنسا للمعالجة والتكرير، ولدى دول كثيرة كاليابان مصنع تكرير تجاري .

ومن المهم الإشارة إلى أن امتلاك دورة الوقود النووي بما فيها تخصيب اليورانيوم حق لجميع الدول شريطة الالتزام بمعاهدة حظر الانتشار النووي، وعدم وجود أنشطة سرية لإنتاج السلاح النووي.

آلية عمل المفاعل النووي:

يحدث التفاعل النووي المتسلسل عندما تمتص نواة اليورانيوم نيوتروناً، مما يؤدي إلى انشطارها، ويصدر عنها كمية هائلة من الطاقة ممثلةً بعدد من النيوترونات الحرة تصطدم بدورها بذرات يورانيوم أخرى محدثةً المزيد من عمليات الانشطار وكمية عالية من الطاقة الحرارية. وتؤدي الحرارة الناتجة عن التفاعل إلى تسخين الماء وإنتاج البخار الذي يحرك التوربينات. ومن ثم تعمل المولدات على تحويل الطاقة الحركية إلى كهربائية .

مراحل إنشاء المحطات النووية

توجد خمس مراحل رئيسية وهي:

- اختيار الموقع ومن ثم تملكه.
- مراجعة بيئية للموقع وما حوله.
- تصنيف الموقع كموقع مهم، التحضير لانطلاق الأعمال والبناء.
- مراجعة الأمن للحصول على رخصة إنشاءات، والموافقة والترخيص للتصاميم والأعمال الفنية.
- إصدار التعليمات للبناء.

آلية عمل المحطات النووية

إن محطات الطاقة النووية تنتج الكهرباء بطريقةٍ مشابهة كثيرًا لمحطات الطاقة التقليدية. فالمحطات عمومًا تستخدم مصدرًا لإنتاج الحرارة التي تحوّل المياه إلى بخار، ثم يشّغل ضغط البخار مولّد الكهرباء ثم تنتج الكهرباء. ويكمن الاختلاف بين المحطات في نوع مصدر الحرارة. ففي محطات الوقود الأحفوري يكون مصدر الحرارة من حرق الفحم أو النفط أو الغاز الطبيعي. أما في محطات الطاقة النووية، يكون المصدر الأساسي للحرارة هو انقسام الذرات أو ما يطلق عليه عملية

الانشطار النووي. وتُطلق المفاعلات النووية حرارة التي بدورها تُنتج البخار، بعدها يقوم البخار بتدوير توربين متصل بمغناطيس كهربائي يُسمّى (المولّد)، بعدها ينتج المولّد الكهرباء .

أنواع المفاعلات التي تستخدم في المحطات النووية

أنواع المفاعلات وفقاً للهدف: يوجد نوعان من المفاعلات، مفاعلات بحثية، وأخرى لتوليد الطاقة. حيث تستخدم المفاعلات البحثية لإجراء الأبحاث العلمية لأهداف طبية وصناعية. أما مفاعلات الطاقة فتستخدم لإنتاج الطاقة الكهربائية كما يمكن استخدامها لإنتاج الأسلحة في البلدان التي تمتلك برامج حرب نووية. كما يمكن تصنيف الأنواع كالتالي:

مفاعلات الماء العادي والماء الثقيل

مفاعلات الماء المضغوط(PWR)

إن هذا المفاعل هو أول مفاعل صمم وبني لتوليد الطاقة الكهربائية ويستخدم فيه الماء الاعتيادي لتهدئة النيوترونات، ولتبريد قلبه، أما الوقود فيتكون من اليورانيوم المخصب بنسبة تتراوح بين 1.5% إلى 3.5% من اليورانيوم 235 وفي هذا المفاعل يمر ماء التبريد داخل قلب المفاعل تحت ضغط 160 جوي فترتفع درجة الحرارة إلى 350 درجة مئوية دون أن يغلي، ويستخدم هذا النوع الذي ثبت نجاحه في معظم دول أوروبا الشرقية والغربية، وطاقته تتراوح بين 600-1200 ميجا وات ، ويعتبر هذا المفاعل ذا أهمية كبيرة في توليد الكهرباء، وإزالة ملوحة ماء البحر.

مفاعل الماء المغلي :(BWR)

في هذا المفاعل يتم تبريد قضبان الوقود بواسطة ماء عادي يمر خلالها فيغلي ويصل ضغط بخاره إلى حوالي 70 ضغط جوي، ودرجة الغليان عند هذا الضغط تصل إلى 285 درجة مئوية ويقوم البخار المتكون في المفاعل بإدارة توربين لتوليد الكهرباء، وبعد ذلك يمر خلال مكثف ليبرد بتيار قوي من الماء. وهذا المفاعل مصمم بدون مبادل حراري لتبسيط أداؤه وقد صدرت شركة جنرال الكتريك الأمريكية محطات من هذا النوع لكل من اليابان والهند وإيطاليا وتصل طاقة هذا النوع إلى 1200 ميجاوات، ومن عيوبه احتمال انتقال بعض المواد المشعة من داخل المفاعل إلى خارجة مع بخار الماء المغلي، كما أن كفاءة هذا المفاعل لا تزيد عن 30% حيث أن درجة حرارة الماء لا تتعدى 280 درجة مئوية، ويستخدم في الحصول على الكهرباء.

مفاعل يهدئ بالماء الثقيل(Candu)

قامت عدة دول بتصنيع هذا المفاعل وأكثر هذه الدول اهتمامًا به هي كندا، ويتميز هذا النوع بالتالي: استخدام اليورانيوم الطبيعي أو اليورانيوم المخصب بنسبة صغيرة جدًا وهذا يقلل من التكلفة، وعدم الاحتياج لليورانيوم 235 ويمكن الاستغناء عنه. ويتم تحويل اليورانيوم 238 والثوريوم 232 إلى العناصر الانشطارية وهي البلوتونيوم 239 واليورانيوم 233 بنسبة 100%. كما يتميز المفاعل برخص تكلفته نسبيًا، وعدم قابلية الماء الثقيل لامتصاص النيوترونات الحرارية فهي

ضئيلة جدًا بالنسبة للماء الاعتيادي. ومن عيوب المفاعل أن الماء الثقيل إذا استمر تشغيله في المفاعل لفترة طويلة فهو يتحول إلى ماء تريتيوم وهو عنصر مشع.

مفاعل يبرد بالغاز(Gas Cooled Reactor)

يستخدم هذا المفاعل اليورانيوم الطبيعي أو المخصب كوقود، والجرافيت كمهدئ، ويبرد بالغاز. وقد صنع هذا النوع في بريطانيا، والولايات المتحدة الأمريكية، وفرنسا وبعض هذا النوع من المفاعلات يبرد بالغاز الهليوم. وبالنسبة لاستخدام غاز ثاني أكسيد الكربون في التبريد فهو يتميز بخواصه الحرارية الجيدة، ورخص ثمنه، إلا أن من عيوبه حدوث تفاعل كيميائي مع الجرافيت، لذا يفصل التبريد بغاز الهليوم لكونه من الغازات الخاملة كيميائيًا.

مفاعل التوالد السريع

هذا النوع من المفاعلات بإمكانها إنتاج مواد انشطارية أكثر مما تستهلك، وهذا المفاعل لا توجد به نيوترونات بطيئة لذلك لا يوجد به مهدئ وتستخدم النيوترونات السريعة في الانشطار أنوية اليورانيوم الطبيعي المستخدم كوقود، وقلب المفاعل يبرد بغاز الهيليوم، وهذه المفاعلات تعتبر من الأنواع الجيدة لكونها أكثر أماناً وتوجد في روسيا، والولايات المتحدة الأمريكية، وفرنسا، وتتميز هذه المفاعلات ببساطة تركيبها .

المفاعلات المعيارية الصغيرة(SMRs)

هي مفاعلات تصل سعتها إلى بضع مئات من ميجا وات وتوصف بأنها الطريق إلى الأمام للطاقة النووية حيث أنها أسرع في البناء من المحطات الكبيرة الحجم بالجيجاوات وبالتالي فإن تمويلها أقل تكلفة، قد تكون موجودة بالقرب من المدن ويقل هادر النقل، كما أن بيع هذا الإنتاج الإضافي يعوض تكلفتها بشكل أكبر .

اختيار موقع المحطة النووية

يتم اختيار موقع إنشاء المحطة النووية بناءً على دراسات جيولوجية، وبيئية مكثفة؛ لتحقيق أقصى قدر من الأمان أثناء التشغيل، وتهدف هذه الدراسات إلى بيان مدى ملائمة الموقع المقترح للشروط التي تتطلبها إجراءات الأمان، وقد وضعت الوكالة الدولية للطاقة الذرية مواصفات محدودة، واعتمدتها الدول الأعضاء، ومن أمثلة الشروط الهامة الواجب توافرها في الموقع: بعد المنطقة من احتمال وجود زلازل أو براكين أو أعاصير، وبعد المنطقة عن مجاري السيول والفيضانات المفاجئة، وبعد الموقع عن المطارات، وأن يكون الموقع في منطقة معزولة بعيدًا عن المناطق السكنية، وأن تكون التكوينات الصخرية والتركيبات الجيولوجية للموقع ملائمة لبناء المحطة النووية، كما يجب معرفة موقع المياه الجوفية، واتجاه حركتها؛ لتجنب احتمال تلوث هذه المياه بأي مواد مشعة .

أسس تحقيق أمان المحطات النووية

يعتمد أمان المحطات النووية على المبادئ التالية :

- خضوع اختبار مواقع المحطات النووية لأدق الدراسات التي تضمن أعلى معدلات الأمان للإنسان والبيئة.

- وجود حواجز متعددة تعمل كخطوط دفاع متتابعة لاحتواء المواد المشعة، ومنع تسريبها للبيئة بحيث إذا فشل إحداها يحل محلة الحاجز الذي يليه. وهذه الحواجز هي (قاعدة خرسانية بسمك حوالي 3 متر، كبسولات وأغلفة الوقود النووي، وعاء ضغط من الصلب بسمك حوالي 25 سم، دائرة تبريد ابتدائية، مجمعات مياه للتبريد، أنظمة تبريد ضغط عالي، أنظمة تبريد ضغط منخفض، أنظمة تبريد مساعدة، أنظمة ترشيح وتهويه بالرش، عازل حراري من الصلب، مبنى الاحتواء الخرساني بسمك أكبر من 1 متر).

- توفير أعلى معدلات الجودة أثناء التصميم، والإنشاء، والتشغيل.

- إعداد العاملين والقائمين على التشغيل، والصيانة وفقاً لأعلى وأدق المقاييس الفنية، والصحية، والنفسية.

- الكشف المستمر على أجهزة المحطة واختبارها بواسطة جهاز الرقابة والأمان النووي المستقل تمامًا عن الجهة المالكة للمحطة أو المشغلة لها.

- تصميم المحطة بحيث توفر أقصى درجات الأمان في التشغيل حيث افتراض حدوث خطأ من القائمين على التشغيل أو خلل فني بأحد أجهزة التشغيل وذلك من خلال ثلاث مستويات للأمان وهي:

- توافر نظام أمان ذاتي داخل معظم أنواع المفاعلات عن طريق الاستخدام الأمثل لطبيعة التفاعل النووي، وهذا الأمان الذاتي يمنع المفاعل النووي تحت أي ظروف من الإنفجار مثل مفاعل تشير نوبيل.

- توافر أجهزة التحكم (تعدد وتنوع أجهزة التحكم) في تشغيل المفاعل، وإيقافه لتلاقي أية أضرار نتيجة ظروف تشغيل غير عادية.

- وجود أنظمة نووية مستقلة لتوفير أمان المفاعل حتى في حالة الحوادث الافتراضية شبه المستحيلة بما فيها الكوارث الطبيعية كالزلازل، والفيضانات، والحرائق، والأعاصير.

ونتيجة لتوافر مبادئ الأمان في تصميم وتشغيل المحطات النووية أصبح أمان المحطات واقعًا فعليًا.

وتجدر الإشارة إلى أن تحقيق الأمان في المحطات النووية يرتكز على مبدأ الدفاع من العمق والذي يتكون من ثلاث مستويات

المستوى الأول: منع الحوادث من خلال تصميم المحطات وفق لأدق المقاييس الهندسية المطبقة عالميًا، واختبار أنسب المواد، وأحدث الأجهزة، والالتزام بقواعد الضمان الجودة في جميع مراحل التصميم والتصنيع والتركيب والتشغيل.

المستوى الثاني: التدخل لوأد الحوادث ومنع تفاقمها من خلال نظم أمان متعددة لضمان سلامة التشغيل والإيقاف الأمن للمفاعل حتى في حالات الطوارئ، ويتحقق بمكونات نظم الأمان، وقواعد التكرارية، والتنوع والعزل فيما بينها، مع زيادة الاعتماد على أنظمة الأمان التلقائية التي تؤدي عملها وقت اللزوم دون الاعتماد على التدخل من قبل المشغلين أو الحاجة لاستخدام مصدر للكهرباء.

المستوى الثالث: التخفيف من وطأة الحوادث من خلال استخدام حواجز هندسية متعدد لاحتواء، ومنع التسرب الإشعاعي، وتصميم هذه الحواجز بناءً على تحليل كافة السيناريوهات المتوقعة والافتراضية، شامل احتمالات وقوع خطأ بشري.

الأمان النووي في محطة الضبعة النووية في مصر

تحقق المحطة مبدأ الدفاع من العمق، كما أن المحطة مصممة لتحمل تحطم طائرة كبيرة، وللحماية من المخاطر الزلزالية بقوة زلزال لا تتجاوز 0.3 جرام .

أنواع النفايات وطرق التعامل معها

يمكن تقسيم النفايات من حيث طول عمرها إلى مجموعتين رئيسيتين: الأولى: نفايات قصيرة العمر وهي النفايات التي تحتوي على نظائر مشعة يصل نصف عمرها الإشعاعي حتى 32 عامًا. والثانية: نفايات طويلة العمر وهي النفايات التي يزيد نصف عمرها الإشعاعي عن32 عاما. كما إن أي محطة نووية تكون مزودة بأنظمة وأجهزة للتعامل مع النفايات حسب نوعها ويمكن تصنيفها وفق نوعها كالتالي:

فالنفايات الصلبة: ذات المستوى الإشعاعي المتوسط، والمنخفض يتم تجميعها ثم ضغطها أو حرقها وتثبيتها في بلوكات خرسانية تخزن في ترنشات خاصة بموقع المحطة.

النفايات السائلة: تجمع ويتم معالجتها بطرق مختلفة كالتبخير، والترسيب والترشيح ثم تثبت نواتج المعالجة في بلوكات خرسانية أو إسفلتية تخزن في موقع النفايات الصلبة.

النفايات الغازية: يتم معالجتها خلال مرشحات خاصة وهذه المرشحات يتم التخلص منها (عند انتهاء عمر تشغيلها) بواسطة خلطها بالأسمنت وتثبيتها ثم تخزينها.

كما يمكن تصنيف المخلفات النووية وفق مستوى الإشعاع إلى نفايات منخفضة المستوى الإشعاعي، ونفايات متوسطة الإشعاع، ونفايات عالية الإشعاع والمتمثلة في الوقود النووي المستعمل فيتم حفظها تحت الماء في موقع المحطة لمدة تصل لعدة سنوات حتى يضمحل مستوى إشعاعها، ثم تنقل لأماكن تخزينها النهائية.

وكل مراحل تداول ونقل وتخزين النفايات المشعة تتم وفق معايير وإجراءات صارمة تحددها لوائح وتنظيمات دولية، ومحلية تهدف لحماية الإنسان والبيئة من أي تسرب للإشعاعات الصادرة من النفايات النووية.

النفايات النووية في مصر: قطعت مصر شوطًا واسعًا في إدارة الوقود المستهلك والنفايات المشعة من خلال مشاريعها البحثية فتمتلك مفاعلين بحثيين، بالإضافة إلى معمل للتخلص من النفايات، مع وجود رؤية لمنظومة نقل هذه النفايات تتمثل في الكيان المنظم وتعليماته التنظيمية. وتستند الاستراتيجية المصرية لإدارة الوقود المحترق والتخلص من النفايات المشعة على (سحب الوقود المستنفذ من قلب المفاعل، وتخزينه قرب المفاعل لفترة ثم ينقل لمدفن دائم أو يعالج لتقليل النفايات الإشعاعية واستخراج المواد النووية القابلة لإعادة الاستخدام ثم يدفن- والنفايات متوسطة ومنخفضة الإشعاع فمتوقع يتم تداولها وفقا للإجراءات الموضوعة للتعامل مع المواد المماثلة مثل المصادر المشعة المستخدمة في الطب والزراعة والصناعة).

خصائص الطاقة النووية

- طول عمر المحطات النووية حيث يصل طول عمرها ما بين (50-60) عام.

- وقود اليورانيوم متوفر في العديد من الدول، وسهل الاستخراج، والنقل. الوقود الأساسي، والمحطات تحتاج كميات قليلة منه، مما يسهل تكوين أرصدة استراتيجية للدول.

- الطاقة الناتجة كبيرة، حيث أن 40 رطلاً من اليورانيوم تنتج 14 مليون كيلوواط /ساعة من الطاقة الكهربائية وهذا كاف لإضاءة مدينة كبيرة لمدة عام كامل، كما أن هذه الكمية من الوقود تتجدد باستمرار ويحل محلها بلوتونيوم جديد إثر عملية التوليد تعادل كفاءته اليورانيوم .

- محطات الطاقة النووية هي الأعلى كفاءة مقارنة بجميع مصادر توليد الكهرباء، وأسعار وقودها مستقر عالميًا، ومنخفض نسبيًا.

- حجم المخلفات الناتجة عن المحطات النووية ضئيل ويتم تخزينه في حيز أصغر، ويعالج ويحتفظ به بطريقة أمنة.

- لا تحتاج محطات الطاقة النووية مساحات كبيرة لإنشائها.

- محطات الطاقة النووية تتميز بتصميم قوي للغاية، فيحتوي كل مفاعل نووي على حواجز متعددة للسلامة، تسمى بطبقات الحماية المتعددة، ويشمل ذلك حواجز مادية متعددة تحمي من تسرب الإشعاعات، ومستويات متعددة من أنظمة سلامة المحطات الإضافية والمتنوعة التي تضمن عمل المفاعل بشكل طبيعي، والتوقف عن العمل بشكل آلي عند الضرورة.

- احتمالية ضعيفة لحدوث انصهار رئيسي لقلب المفاعل، حيث يقدره المهندسين بأنه يمكن أن يحدث مرة فقط كل عشرون ألف عام، واذا حدث أن انصهر قلب المفاعل فإن احتمال انطلاق النشاط الإشعاعى من المفاعل يمكن تخفيضه إلى أبعد من ذلك إذا ما صممت حاوية جديدة تحيط بالمفاعل.

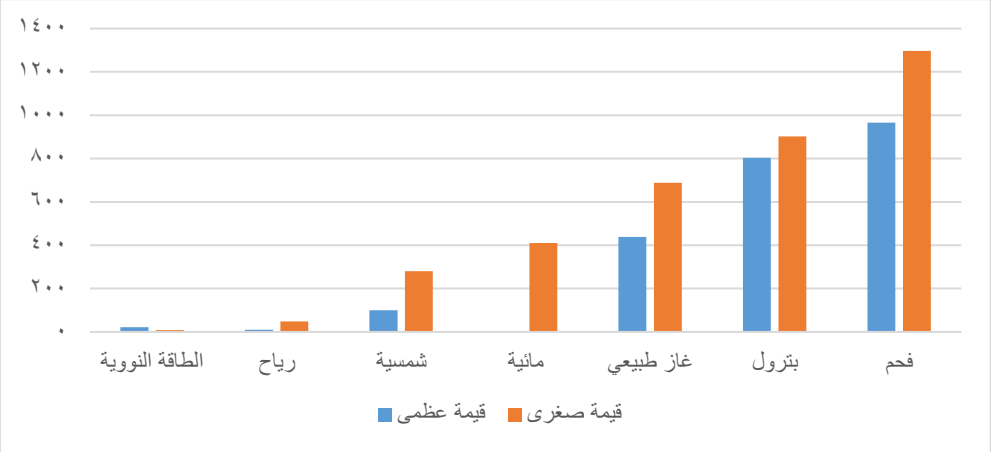
- تكاليف تشغيلها منخفضة، حيث يصل تكاليف الكيلو وات من الكهرباء المستمد من الطاقة النووية أقل تكلفة ب 11% من تكاليف الكيلو وات المولد من مصادر الطاقة الأحفوريه، أي أن الطاقة المولدة من واحد كيلوجرام من اليورانيوم تعادل الطاقة المولدة من حرق 100 طن من الفحم أو الطاقة المولدة من حرق 160 طن من البترول. كما تؤكد دراسات انخفاض تكلفة المحطة التي تحوي أكثر من مفاعل عن المحطة التي تحوي مفاعل واحد حيث تقل تكلفة المفاعل الثاني في المحطات المزدوجة وتقلل من التكلفة الإجمالية .

- وجود مفاعلات القوى ثنائية الغرضDual purpose power reactors ، لإنتاج الكهرباء، وإزالة الملوحة في محطة واحدة - الأمر الذي يعمل على خفض تكاليف إنتاج كل من الطاقة الكهربائية، والمياه العذبة.

- أن تكاليف الصيانة الخاصة بتنظيف قلب المفاعل من الشوائب تكون منعدمة نتيجة الزيادة في الطاقة المنتجة إذ أن هذه الزيادة تغطي تلك التكاليف.

توفير طاقة كهربائية بشكل يعتمد عليه، مع إنبعاثات كربون منخفضة جدا. وهو ما يوضحه الشكل البياني التالي:

الشكل البياني رقم (1) مكافئات انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون من الدورة الكاملة لمصادر الوقود المختلفة لتوليد الكهرباء



المصدر: World-nuclear.(2021), Carbon Dioxide Emissions From Electricity.

ويتضح من الشكل البياني السابق ارتفاع انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون المكافئ من الدورة الكاملة لمصادر الوقود المختلفة لتوليد الكهرباء من الفحم، ثم من البترول يليه الغاز الطبيعي، وأقلهم تلوث هي الطاقة النووية وما ما تؤكده الدراسة.

أهمية الطاقة النووية

تتمثل أهمية الطاقة النووية في النقاط التالية:

- قدرة إنتاجية كبيرة في توليد الطاقة ومن ثم تسهم في توفير الكهرباء لأغراض التنمية المختلفة.

- تُسهم الطاقة النووية وتقنيات النظائر المشعة في التغلب على مشكلات التسحر، ونقص المياه وهو ما يظهر جليًا في مصر خاصة في ظل أزمة المياه المتوقعة بسبب سد النهضة حيث يمكن إنشاء مفاعل القوى ثنائي الغرض لإنتاج الكهرباء وملحق به محطة لإزالة ملوحة مياه البحر.

- تسهم الطاقة النووية في الحد من العديد من الظواهر السلبية مثل الاحتباس الحراري وظاهرة الصوب الزجاجية الناتج عن حرق المصادر الأحفورية، وتساهم في تحقق التنوع في مصادر الطاقة. ولا ينبعث عن المحطات النووية مواد سامة مثل الرصاص أو الزئبق، ولا يصدر عنها غازات أكاسيد الكبريت والنيتروجين التي تسبب ظاهرة الأمطار الحمضية التي تضر بالبحيرات والمناطق الخضراء .

- قابلية إعادة الاستخدام، حيث لا يحترق اليورانيوم بالكامل كوقود نووي ويمكن إعادة استخدامه بعد المعالجة، ويمكن الانتقال الكامل إلى دورة وقود مغلقة (أي دون فاقد) كما يحدث في فرنسا، والمملكة المتحدة، والصين، واليابان، والهند، وروسيا أو دائرة وقود مفتوحة كما في الولايات المتحدة الأمريكية .

- تساعد في خلق فرص عمل جديدة، حيث تسهم كل وظيفة واحدة تعمل في تشييد محطة الطاقة النووية في خلق وظائف في القطاعات ذات صلة .

- تُعد بديل للطاقة الأحفورية، وتعالج مشكلة نقل المواد الخام من النفط والفحم وما تطلبه هذه العملية من توفير ناقلات عملاقة ومستودعات تخزين، وموانئ تفريغ.

- التطور التكنولوجي المستمر للمفاعلات، حيث يعمل العلماء على الجيل الرابع والذي سيكون اقتصاديًا، وأقل حجمًا، وأقل عرضة للاستخدام العسكري، وأكثر قبولاً من الناس.

تعددت استخدامات الطاقة النووية وتقنياتها في عدة مجالات، كالتالي.

الزراعة وتحقيق الأمن الغذائي والمائي: تستخدم التكنولوجيا النووية في مجال الزراعة وتحقيق الأمن الغذائي والمائي فتستخدم النظائر المشعة في الأبحاث الخاصة بالزراعة، والإنتاج الحيواني فعلى سبيل المثال تستخدم النظائر المشعة في الإلمام بعادات هجرة الحشرات الضارة، وتتبعها، والقضاء عليها لحماية المحاصيل الزراعية وبالتالي توفير كميات أكبر من الغذاء للعالم، كما يعمل تعريض الطعام للإشعاع على قتل البكتيريا والكائنات الضارة الأخرى فيه ويعتبر نوعًا من التعقيم، وذلك دون تحويل الطعام إلى غذاء مشع أو أن يؤثر على القيمة الغذائية للطعام. وفي الواقع، يُعد الإشعاع السبيل الوحيد لقتل البكتيريا في الأطعمة النيئة والمجمدة بطريقةٍ فعّالة، وكذلك تستخدم في معرفة طرق تسمين الأغنام والطيور بسرعة،

كما تستخدم في دراسة إدرار اللبن من الأبقار، وتكاثر الحيوانات، ونمو صوف الأغنام، وإنتاج بيض الدواجن، كما تستخدم في تحلية مياه البحار (ورد عن الرابطة النووية العالمية أن خُمس سكان العالم لا يملكون مياه صحية وآمنة للشرب، ومن المتوقع أن يرتفع هذا المعدل) وهنا يأتي دور الطاقة النووية. وكانت بداية استخدام الطاقة النووية في تحلية المياه البحار عندما قام الاتحاد السوفيتي السباق باستخدام الطاقة النووية في مجال تنمية الموارد المائية وتحلية المياه وذلك بإنشاء مفاعل أوبتسك عام 1954 ثم تبعته بريطانيا، بمفاعل كالدرهول سنة 1956.

الصناعة: تستخدم الطاقة النووية في توليد الكهرباء، وتشغيل المصانع مثل مصانع الأسمدة التي تحتاج إلى طاقة كهربائية كثيفة، كما تستخدم في إنتاج الطاقة الكهربائية في المناطق المحرومة من المصادر التقليدية لتوليد الكهرباء، وكذلك في المناطق المتجمدة للتغلب على مشاكل تجمد الوقود التقليدي وتخزينه، كما أنها تشكل ميزة فريدة بالنسبة لتسيير السفن إذ يمكن زيادة سعة السفينة، وكفاءتها وعدم الحاجة للتزود المستمر بالوقود وكل ذلك يؤدي إلى خفض أسعار الشحن والنقل ومن ثم تكلفة السلع، والكشف عن عيوب صب المسبوكات واللحامات المعدنية، وضبط مستوى المصهورات في أفران الصهر العالية الحرارة والتحكم في دقة، واستخدام الأجهزة النووية في رصد حركة الخامات والتحكم في جودتها قبل الصهر، وفي التحاليل الدقيقة لمكونات عناصر الخامات والشوائب، وفي تقدير أعمار الصخور والعينات الجيولوجية، كما أنها تدخل مجال الصناعات البيتروكيماوية بحيث تستخدم في صناعات عديدة منها: صناعة النسيج وتحسينها، صناعة الأخشاب، صناعة مواد البناء، الصناعات الدوائية، الصناعات الغذائية، ضمان دقة المواصفات القياسي، إنشاء الموانئ، وإنشاء خزانات المياه الجوفية وصناعة المجوهرات، والصناعات الدوائية والغذائية، والصناعات الثقيلة وغيرها .

الطب: تستخدم التقنيات النووية في تشخيص وعلاج الأمراض حيث تستخدم صورًا داخل جسم الإنسان لتسهم في تشخيص وعلاج بعض الأمراض، فعلى سبيل المثال: تمكن الأطباء وفقًا للأبحاث النووية من قياس قوة اندفاع الدم، وتحديد أماكن الأورام السرطانية وعلاج هذه الأورام، وعلاج الغدة الدرقية. إضافةً إلى التصوير بالأشعة السينية التي تعتبر من أهم أدوات التشخيص الطبية الأكثر استخدامًا، وهي تعتمد على الإشعاع وتتيح للأطباء فرصة الاطّلاع على جسم الإنسان من الداخل. وتستخدم المستشفيات أشعة جاما لتعقيم المعدّات الطبية بأمان وبتكلفة قليلة مثل: الحُقن، وضمادات الحروق، والقفازات المستخدمة في الجراحة، وصمامات القلب. وتستخدم في مجال الطب الوقائي، ويعتبر الطب الوقائي الأداة الأمثل لمواجهة الأمراض المختلفة بحيث أنه يعتبر الخط المناعي والدفاعي الأول ولهذا تكاثفت جهود العلماء لتطوير هذا النوع من الطب وذلك بإنتاج لقاحات فيروسية خالية من التلوث البكتيري، وأكثر أمانًا بواسطة المعالجة المزدوجة للحرارة والإشعاع. بالإضافة إلى أن هناك جهود معتبرة لإنتاج لقاحات خاصة لمراجعة الأمراض الطفيلية مثل البلهارسيا، والدودة الكبدية عن طريق استخدام الإشعاعات.

المجال العسكري: تستخدم الطاقة النووية في تسير السفن والغواصات الحربية، كاسحات الجليد، القنابل النووية.(...

استكشاف الفضاء: مكّنت التقنية النووية العلماء من استكشاف الفضاء بدقة، إذ تُستخدم الحرارة الناتجة عن البلوتونيوم لتوليد الكهرباء في مولّدات المركبات الفضائية التي تعمل بدون طيار، ويمكنها العمل لعدة سنوات. وعلى مدى الأعوام الخمسين الأخيرة، استخدمت 27 بعثة فضائية تقنية الطاقة النووية لاستكشاف النظام الشمسي، فهي مصدر

موثوق وطويل الأمد للكهرباء، ويمكنها تشغيل هذه المركبات الفضائية حتى أثناء تجولها في عمق الفضاء وذُكر في ملاحظات معهد الطاقة النووية أن المركبة الفضائية فوياجر(1) التي أُطلقت عام 1977 لدراسة النظام الشمسي الخارجي، أنها ما زالت ترسل بيانات. إضافةً لذلك، تعمل المركبة الفضائية "مارس روفر" أو ما يطلق عليها "كيوريوسيتي" بمولّد للطاقة النووية، الذي يوفر طاقة كافية تسمح للمعدات المتطورة من جمع العينات وتحليلها وإرسال البيانات إلى الأرض .

عيوب الطاقة النووية

من المهم التأكيد على إن جميع مصادر توليد الطاقة تتمتع ببعض نقاط قوة، وكذلك بعض نقاط ضعف فليس هناك مصدر لتوليد الكهرباء ليس عليه تحفظات، وعلى الطاقة النووية بعض التحفظات في التخزين أو التخلص من مواد النفايات النووية حيث مازالت قيد التعامل معه من قبل عدة دول تقوم بتشغيل المحطات النووية، حيث يحتوي الوقود النووي المستهلك في المفاعل على 3% من المواد المشعة، ومن طرق التخلص من هذه النفايات عن طريق تبخير النفايات التي هي في الأغلب سائلة، والباقي الذي هو مواد صلبة يضاف إلى زجاج البوروسيليكات المنصهر ويبرد ويتم وضع مادة زجاجية صلبة توضع في علب التخزين ويمكن التخلص منها عن طريق تخزينها بوضعها في المحيطات العميقة، أو التخزين تحت الأرض في طبقات مستقرة جيولوجيا. ولكن عند تسربها في التربة تحولها إلى تربة غير صالحة للزراعة، وتعمل على تآكل طبقة الأوزون، وارتفاع درجة حرارة الأرض. كما أنه طول فترة الإنشاء التي قد تستغرق ستة أو عشرة سنوات مما يؤدي لارتفاع التكلفة نتيجة الفائدة على الاستثمارات التي لا تحقق عائد خلال هذه الفترة، كما أن عدم وجود الاستقرار السياسي واللايقين يرفع درجة المخاطرة ومن ثم التكلفة للمشروع خاصة في ظل تأمين المحطات النووية من أي هجوم، وكذلك حدوث بعض الأخطار والحوادث النووية في العالم ومنها :

- حادث انصهار قضبان اليورانيوم بأحد المفاعلات بكندا عام 1952 نتيجة لخطأ بالماء العادي وتسرب كميات كبيرة من المواد المشعة للبيئة حول المفاعل وتلوث المفاعل نفسه تمامًا.

- حادث مفاعل VINCA في يوغسلافيا في عام1958 في بدء تشغيل المفاعل، وبسبب خطأ في التشغيل لقلة كفاءة العاملين بالمفاعل، انفجر المفاعل وسبب وفيات، وإصابات إشعاعية لعدد من العاملين به، وكذلك تلوث البيئة من حوله.

- حادث مفاعل IDAHOبالولايات المتحدة الأمريكية فعلى الرغم من أن المفاعل كان متوقفًا عن العمل لأجل الصيانة إلا أن قذف عمود التحكم المركزي بين الأعمدة الأخرى نتج عنه حرارة، وضغط هائلين أذابا قضبان اليورانيوم وسببا انفجار المفاعل وحدثت وفيات وإصابات إشعاعية بين العمال.

- حادث محطة (ثري مايل أيلاند) في الولايات المتحدة الأمريكية عام 1979 حيث حدث تسرب بسيط للإشعاعات.

- حادث محطة (تشيرنوبل) الأوكرانية (السوفيتية سابقًا) عام 1986 نتج عنه تسرب مرتفع لإشعاعات قبل أن يتم السيطرة عليه بعد مدة قصيرة. وتُعد الحوادث في المحطات النووية قليلة الان نتيجة أن المفاعلات المخالفة لمتطلبات الأمان المرتفعة أوشكت على الانقراض.

- حادث فوكوشيما الياباني في عام 2011 حدث نتيجة الزلزال الذي ضرب الساحل الشرقي لليابان وكان قوته 9 درجات مما أحدث أمواج تسونامي ألحقت ضرر بمحطة فوكوشيما دايتشي لتوليد الطاقة النووية، وانبعثت كميات كبيرة من المواد المشعة .

وينتج عن هذه الحوادث أشعة نووية وعند اختراق هذه الأشعة لأنسجة الجسم ينتج عنها الكثير من الأمراض الخطيرة كالشلل، وسرطان الدم، والعقم وأمراض أخرى وتتفاوت شدة الإصابة حسب نوع التعرض وتصل إلى الوفاة في أغلب الأحيان.

وفي ظل المزايا والتحفظات على الطاقة النووية نأتي لدراسة محددات التوجه لاستخدام الطاقة النووية وهي:

محددات التوجه للطاقة النووية

- التكاليف: تكاليف البناء ومده البناء: تتمثل في تكلفة الإنشاءات، والفترة المستغرقة للانتهاء وبدء التشغيل، وتكلفة رأس المال(عادة يتم تمويل المشاريع الضخمة من خلال المزج بين الديَن -الاستدانة من المصارف-والأسهم -تمويل ذاتي من الدخل-وبالنسبة للدين فإن تكلفة رأس المال تعتمد على معدل الفائدة «الخالص من المخاطرة »مثل المعدلات التي تدفعها سندات الخزانة العامة، مضافاً إليه عامل المخاطرة الذي يتمثل بالمخاطر التي ينطوي عليها المشروع، وبالطبع هامش البنك وتكاليفه أيضاً)، وهناك اختلاف في التكاليف من دولة لأخرى، نتيجة اختلاف تكاليف العمالة المحلية، وتكاليف المواد الخام، مثل الفولاذ، والأسمنت، تكاليف التخلص من النفايات، والتفكيك بغرض التنظيف من التلوث الإشعاعي، كما تتطلب بعض المحطات تعديلات في التصميم مما يؤدي لزيادة التكاليف. وتُعد التكاليف الرأسمالية أهم عنصر في تكاليف المحطات النووية مقارنة ببقية التكاليف، إذ تتراوح هذه التكاليف بين(55-80)% من تكلفة إنتاج وحدة الكهرباء(كيلووات/ساعة) في المحطات النووية، بينما تمثل هذه التكلفة (25-55)% في محطة تدار بالفحم، ونحو (10-25)% في محطة تدار بالبترول .

- وتكاليف الحوادث النووية، يمكن الإشارة إلى بعض العوامل المحددة لتكلفة الحوادث النووية (كنوع المفاعل، وطبيعة الوقود النووي، الاحتياطات التي يتم الاستعداد لها لمواجهة الحوادث، كفاءة إدارة الحوادث والإخلاء في حالات الطوارئ، ثقافة الأمان، درجة تقدم الدولة، درجة تبعية الدولة في مجال التكنولوجيا والمساعدات، المسؤولية والتعويض عن الحوادث في القوانين الوطنية وآلية دفع التعويضات، مستقبل خليط الطاقة).

- تكاليف الوقود، تُقدر تكلفة إنتاج وحدة الكهرباء في المحطات المستخدمة الوقود النووي لتوليد الكهرباء بنحو(15-30)% وهو أقل من في المحطات التي تدار بالفحم وتقدر بنحو (40-65)% ، بينما المحطات التي تدار بالبترول تقدر بنحو .%(70-80)

- التعلم، وفورات الحجم، والتطور التقني: يمثل توفير العمالة والخبراء المتخصصين في المجال النووي من أهم المحددات، وله تأثير كبير على التوسع في استخدام الطاقة النووية من عدمه.

- الأداء التشغيلي: ويقصد به عملية الإنتاج والتشغيل وما تتطلبه من توفير الوقود (تعدين اليورانيوم، "إخصابه "، وتخزينه بعد الاستخدام، والتخلص منه في منافذ آمنة).

- التأمين والمسؤولية القانونية: وتحددها المعاهدات الدولية، والقوانين في الدول.

- احتمالية إغلاق المحطات والتخلص من المخلفات: وتظهر في حالة تعثر المشروع أو حدوث حوادث صعب التشغيل بعدها.

متطلبات نجاح المشروع النووي

تتمثل متطلبات نجاح المشروع النووي في النقاط التالية:

تمتع الدولة بالاستقرار السياسي.

- توفر عدة شروط ومتطلبات في مرحلة ما قبل التعاقد وهي التأكد من جودة الشبكة الكهربائية وقدرتها على استيعاب الأحجام الاقتصادية للمحطة النووية، قدرة الدولة على توفير العمالة الماهرة والمدربة على التقنيات النووية مع إنشاء مراكز أبحاث متخصصة، وجود دولة مستعدة للتعاون ونقل الخبرات، ضمان مصدر للوقود النووي طول عمر المحطة بعقود، وجود مصدر تمويل للمشروع النووي.

- ولإنجاح مرحلة التعاقد لابد من تحقيق المتطلبات التالية: تحديد نوع المفاعل المناسب، ونوع العقد المطلوب، وحجم المحطة المناسب والمطلوب، ونطاق التوريد، وتوفير المعلومات المتصلة بالموقع، ومن ثم تحضير وثائق الدعوة للعطاءات والشروط التعاقدية والقانونية، وبعدها يأتي التقييم الدقيق للعطاءات من كافة النواحي الاقتصادية والفنية، ويأتي بعد ذلك المفاوضات مع أفضل المقدمين للعطاءات. وكذلك من المهم أن يحدد العقد التعريف الدقيق والواضح لنوع التعاقد، ونطاق مهام واختصاصات المورد ومالك المحطة، وطرق التنفيذ، والتعهدات والضمانات التي يُقدمها المورد الرئيسي، كما يجب إعداد تقرير عن تحليل الأمان للمحطة من قبل المورد الرئيسي، على أن تتم مراجعته من قبل السلطات المختصة.

- قيام مكتب خبرة متخصص وخارجي بمعاونة المسؤولين لإقامة المحطة في الدراسات السابقة لبدء المشروع وللإشراف على أعمال الإنشاء.

- وضع القوانين والتشريعات اللازمة لتنظيم الأنشطة النووية السلمية، ولتنظيم الرقابة والإشراف وتحديد العقوبات للمخالفات، ولتحديد الضوابط القانونية لإصدار التصاريح للمنشآت النووية، وتحديد الحماية اللازمة للطرف الثالث في حالة وقوع ضرر من خلال التعويضات المنصوص عليها بالقانون.

الطاقة المتجددة :Renewable Energy

تعريف الطاقة المتجددة :(Renewable Energy) هي الطاقة المولدة من المصادر الطبيعية المتاحة وتتسم بالاستمرارية، ولا تتعرض للنضوب، حيث إن أهم سماتها التجدد، ومحدودية الآثار السلبية الناجمة عنها على البيئة، مثل الرياح، والشمس، والمياه. ويمكن تعريف الطاقة المتجددة بأنها مصادر طبيعية غير ناضبة ومتوفرة في الطبيعة سواء كانت محدودة أو غير محدودة ولكنها متجددة باستمرار ما دامت الحياة مستمرة وهي نظيفة على البيئة، ولا ينتج عنها أي تلوث بيئي إلا قليل جدًا.

وتعرف الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ الطاقة المتجددة :Renewable Energy)) بأنها هي كل طاقة يكون مصدرها شمسي، جيوفيزيائي، أو بيولوجي، وتتجدد في الطبيعة بوتيرة مساوية أو أكبر من نسب استعمالها، وتتولد من التيارات المتتالية والمتواصلة في الطبيعة؛ كطاقة الكتلة الحيوية، الطاقة الشمسية، طاقة باطن الأرض، حركة المياه، طاقة المد والجزر في البحار والمحيطات، وطاقة الرياح. وتوجد العديد من الآليات التي تسمح بتحويل هذه المصادر إلى طاقة أولية؛ كالحرارة، والطاقة الكهربائية، والطاقة الحركية، باستخدام تقنيات متعددة تسمح بتوفير خدمات الطاقة من وقود وكهرباء.

ويعرف برنامج الأمم المتحدة لحماية البيئة 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.

-كما تعرف إدارة معلومات الطاقة الأمريكية الطاقة المتجددة: بأنها موارد الطاقة التي يتجدد تدفقها في الطبيعة ولا تنضب ولكنها قد تكون محدودة، وتتضمن مصادر الطاقة المتجددة، الكتلة الحيوية، والماء، والشمس والطاقة الحرارية الأرضية، والرياح والمحيطات، وحركة الأمواج، وحركة المد والجزر ويتفق تعريف تقرير أوضاع الطاقة العالمية الصادر عن شركة بريتش بتروليوم البريطانية مع التعريف السابق.

أشكال الطاقة المتجددة

الطاقة الشمسية: تتمثل في الضوء المنبعث من الشمس، وفي الحرارة الناتجة عنها، وتقدر كمية الإشعاع الشمسي الواصلة إلى الأرض بنحو 1,36كيلووات/المتر المربع، وتتميز الطاقة الشمسّية بسهولة تحويلها إلى معظم أشكال الطاقة الأخرى، مما يجعلها متعددة أوجه الاستخدام، كما أنها طاقة نظيفة وغير ملوثة للبيئة، فلا يوجد مخلفات إنتاج ضارة ناتجة عنها. وتختلف شدة الإشعاع الشمسي من مكان لآخر، ومن زمان لآخر وذلك بحسب موقع المنطقة من خط الاستواء، وتستخدم الطاقة الشمسية حاليًا في العديد من التطبيقات منها توليد الكهرباء وتحريك مضخات المياه، وتسخين المياه وبرك السباحة، وتدفئة المباني، وطبخ الطعام .

الطاقة المائية: يعود تاريخ الاعتماد على المياه كمصدر للطاقة إلى ما قبل اكتشاف الطاقة البخارية في القرن الثامن عشر، حيث استخدم الإنسان مياه الأنهار في تشغيل بعض الأدوات التي كانت تستعمل لإدارة مطاحن الدقيق، وآلات النسيج، ونشر الأخشاب. وتستخدم المياه الآن لتوليد الطاقة الكهربائية في دول عديدة من العالم مثل مصر، والنرويج، والسويد، وكندا، والبرازيل عن طريق إقامة محطات توليد الطاقة على مساقط الأنهار، وبناء السدود.

طاقة الرياح: العديد من الدول تستخدم طاقة الرياح منذ بداية القرن العشرين نتيجة لارتفاع أسعار الطاقة غير المتجددة وتُعد الدنمارك من أوائل الدول المستخدمة لطاقة الرياح في توليد الكهرباء، حيث كانت تملك أكثر من 33 ألف طاحونة هواء في عام 1900، ومنذ الحرب العالمية الثانية زاد اهتمام الولايات المتحدة الأمريكية، وروسيا، وبريطانيا، وألمانيا، وفرنسا، والهند، ومصر بها. ويواجه التوسع في استخدام طاقة الرياح صعوبات عدة مثل تباين سرعة الرياح واتجاهها من وقت لآخر، ومن مكان لآخر، بسبب حركة الأرض والشمس، والتضاريس الجغرافية وعوامل أخرى مثل التكلفة المرتفعة لإنتاج الكهرباء، إضافة إلى صعوبة حفظ الطاقة الكهربائية التي يمكن توليدها من هذا المصدر .

الطاقة الحرارية الأرضية: هي الحرارة المخزونة تحت سطح الأرض ويتجسد هذا النوع من الحرارة في الماء الساخن والبخار الرطب والجاف، والصخور الساخنة، الحرارة المضغوطة في العمق، وتخرج من جوف الأرض عن طريق الاتصال والنقل الحراري، والينابيع الساخنة والبراكين الثائرة. ويعتبر البخار الجاف أفضلها لقدرته الحرارية المرتفعة وعدم تسببه في تآكل المعدات، وقد أجريت أول تجربة لتوليد الكهرباء عن طريق بخار جوف الأرض، في إيطاليا عام 1904بطاقة إنتاجية280ألف كيلو وات، كما توجد محطات توليد كهربائية تعمل بالحرارة الجوفية في العديد من الدول مثل المكسيك، أيسلندا، نيوزلندا، اليابان، روسيا، والولايات المتحدة. وتتمثل أهم المشاكل التي تواجه استغلال الطاقة الحرارية الجوفية في خطورة التعامل مع الحرارة المتسربة بعنف إلى سطح الأرض، وتآكل المعدات والآلات المستخدمة في الحفر، للموصول إلى مكان الحرارة، لاسيما إذا كانت الحرارة المتولدة في صورة ماء أو بخار رطب، وأيضا قلة نسبة الطاقة المستفاد منها .

الكتلة الحيوية (الوقود الحيوي): يقصد بها الطاقة التي يمكن استنباطها من المواد النباتية والحيوانية، والنفايات بعد تحويلها إلى سائل أو غاز بالطرق الكيماوية أو التحلل الحراري. كما يمكن الاستفادة منها عن طريق إحراقها مباشرة واستخدام الحرارة الناتجة في تسخين المياه أو إنتاج البخار الذي يمكن بواسطة تشغيل التوربينات وتوليد الطاقة الكهربائية، ويبقى النوع الذي يحظى بالأهمية من بين مصادر الكتلة الحيوية، هو إنتاج الإيثانول من بعض المنتجات الزراعية كقصب السكر، وبنجر السكر، والذرة. ويستعمل هذا النوع كوقود للسيارات بعد مزجه بالبنزين في بعض الدول كما في البرازيل، والولايات المتحدة الأمريكية، ويرى البعض أن اللجوء إلى الطاقة العضوية ذا تكلفة مرتفعة ويحتاج إلى طاقة لإنتاجه قد تعادل ما ينتج منها أو تزيد، كذلك وسيكون ذلك على حساب المحصول الزراعي للغذاء.

الطاقة المتولدة عن الهيدروجين: لا يوجد الهيدروجين كعنصر مستقل في الأرض، حيث يمكن توفيره من خلال التحلل الكهربائي للماء، أو تحلل الماء حراريًا بالتسخين المباشر لحوالي 3500درجة مئوية أو أكثر، أو من خلال تأثير الأشعة الشمسية مباشرة بصورة شبيهة بعملية التمثيل الضوئي للنباتات ويُعد وقودًا جيدًا، سواء من حيث الجدوى التقنية والاقتصادية أو من حيث أثاره على البيئة، حيث يعطي كل كيلوجرام واحد من الهيدروجين ثلاثة أضعاف الطاقة الناجمة عن نفس المقدار من البنزين و يستخدم الهيدروجين السائل كوقود لجميع أنواع الطائرات، كما يمثل مصدرًا للطاقة في تسيير بعض السيارات، بدلاً عن البنزين، وقد نجحت بعض شركات السيارات في تطوير السيارات الهيدروجينية مثل مرسيدس وبي أم دبليو. وتكمن صعوبات استغلال الطاقة الناجمة عن الهيدروجين في المخاوف الناجمة عن الأخطار الكامنة في استعمال الهيدروجين وخاصة عندما يكون في حالته الغازية كونه قابل للانفجار عند امتزاجه بالهواء، كما يحتاج

الهيدروجين السائل إلى خزانات مبردة بدرجات حرارة منخفضة جدًا، مما يزيد من تكاليف التخزين، وصعوبة فصل الهيدروجين عن الماء لأن ذلك يحتاج إلى طاقة كبيرة .

الطاقة البحرية: هي طاقة ماء البحر الكامنة (الحركية، والحرارية، والكيميائية) التي يمكن تحويلها؛ لتوفير الكهرباء والطاقة الحرارية. وهناك طائفة عريضة من التكنولوجيات الممكنة، مثل خزانات لموجة المد، وتوربينات تحت الماء لتيارات المحيط والمد، ومحولات الحرارة لتحويل الطاقة الحرارية بالمحيطات، وتوجد العديد من الأجهزة لتسخير طاقة الأمواج، ومعدل تدرج الملوحة. وبعض التكنولوجيات لها هياكل لناتج الطاقة المنتج وفق مستويات مختلفة من التنبؤ (وفق الموجة، ومدى المد، والتيار) في حين يوجد تكنولوجيات أخرى قادرة على الاقتراب من حد الثبات أو حتى التشغيل قابل للتحكم على سبيل المثال حرارة المحيطات، ومعدل تدرج الملوحة .

خصائص الطاقة المتجددة

- تتوفر الطاقة المتجددة بشكل جيد في جميع دول العالم.
- هي طاقة نظيفة لا ينتج عنها ملوثات، تقلل التكاليف البيئة، وتحد من ظاهرة الاحتباس الحراري فهي طاقة صديقة للبيئة لا تسبب الانبعاثات الغازية والحرارية، واستخدامها لا يسبب هطول الأمطار الحامضية الضارة، ولا ينتج عنها نفايات ضارة، وبالتالي لا تؤثر سلبًا على الزراعة، ولا على صحة الإنسان.
- هي طاقة متعددة الصور ويسهل استخدامها بالاعتماد على تقنيات بسيطة، وهي طاقة اقتصادية غير مكلفة.

أهمية الطاقة المتجددة

إن الطاقة المتجددة لها العديد من المزايا والفوائد والاستخدامات، ومنها أنها تُسهم في التنمية الاجتماعية والاقتصادية، فتساعد في خلق فرص عمل جديدة، وتقدر عدد الوظائف في قطاع الطاقة المتجددة على مستوى العالم بنحو 11.5مليون وظيفة في عام 2019 ، بالمقارنة مع 11مليون عام 2018، وتمثل نسبة تشغل النساء 32% من إجمالي الوظائف التي يوفرها القطاع، وتوفر إمدادات آمنة من الطاقة حيث تُعد البديل الذي لا غنى عنه خاصة أن المنسوب العالمي من النفط والغاز الطبيعي يتناقص وسينفذ بعد عده عقود. وفي دراسة للبنك الدولي عام 2010 أشار إلى إمكانية خلق 80 ألف وظيفة في قطاع الطاقة المتجددة في خمس دول وهي مصر، والجزائر، والمغرب، والأردن، وتونس منها 35 ألف وظيفة دائمة. كما تعدد استخدامات الطاقة المتجددة فتستخدم الطاقة الشمسية في التبريد والتدفئة، وتحلية المياه، وفي الزراعة، وتوليد الكهرباء، كما تستخدم طاقة الرياح والمد والجزر في توليد الكهرباء، وتستخدم في المجال العسكري وفي المجال المنزلي والتجاري وفي المجال الزراعي وفي المجال الصناعي. وتساعد في تجنب المخاطر البيئية، والتخفيف من أضرار الانبعاثات الغازية والحرارية، وتُسهم في خلو الإنتاج الزراعي من الملوثات الكيميائية، وبالتالي ترفع جودة الإنتاجية الزراعية .

عيوب الطاقة المتجددة

بالرغم من أن الطاقة المتجددة تعبر بالدرجة الأولى عن مصدر للطاقة غير الملوثة ولكن لها بعض العيوب ومنها ما يلي:

إن استغلال القوة المائية لإنتاج الطاقة الكهربائية يستلزم مزيد من النفقات لإنشاء السدود، محطات التوليد، مد الخطوط لنقل الطاقة وغيرها من الأمور، مما يجعل تكاليف إنشاء محطة مائية لتوليد الكهرباء مرتفعة التكاليف مقارنة لتكاليف إنشاء محطة حرارية.

الطاقة الشمسية غير متاحة باستمرار في كل الدول طول الوقت، إذ لا بد من تطوير نظام لتخزينها، حيث أن الكمية المتاحة للطاقة الشمسية في أي نقطة ليست من الكبر بحيث تكفي للإفادة منها وهذا لانتشار أشعة الشمس الساطعة وعدم تركزها، وهو ما يستدعي تجميع هذه الطاقة وتحويلها إلى صورة نافعة وفقا لتقنيات مرتفعة الثمن، ولكن مع التطور التكنولوجي بدأت تقل التكلفة.

توجد بعض التأثيرات السلبية على البيئة وبخاصة عند إنشاء مزارع الرياح الكبرى أو عند إنشاء مئات من توربينات الرياح الكبيرة، فيكون التأثير البصري لدوران التوربينات والضوضاء الصادرة عنها ومخاطر اصطدام الطيور بها مما يتسبب في الكثير من الأحيان بقتلها خاصة أوقات هجرتها مما يؤدي لانقراضها.

الطاقة التقليدية (غير المتجددة)

تعرف موارد الطاقة غير المتجددة: بأنها الطاقة التي نحصل عليها من باطن الأرض، وتكون غير متجددة تنضب مع مرور الوقت مثل الموارد الأحفورية كالبترول، والغاز الطبيعي، والفحم. وتشترك هذه المصادر في أنها تتكون جميعًا من مواد هيدروكربونية، وبها نسب مختلفة من الشوائب كالكبريت وأكاسيد الكربون، والهيدروجين.

3.1 التنمية المستدامة:(Sustainable Development)

مفهوم التنمية المستدامة: هو مصطلح تم استخدامه على مدى العقدين الماضيين للتعرف على الاحتياجات اللازمة مع تخفيض الفاقد من الموارد الطبيعية من خلال نمو اقتصادي يحافظ على النظام البيئي، ويحقق مخزون طويل الأمد للمصادر الطبيعية. وهي التنمية التي تهيئ للجيل الحاضر متطلباته الأساسية والمشروعة، دون أن تخل بقدرة المحيط الطبيعي على أن يهيئ للأجيال التالية متطلباتهم، أو بعبارة أخرى استجابة التنمية لحاجات الحاضر، دون المساس بقدرة الأجيال المقبلة على الوفاء بحاجاتها. إن الهدف الأساسي للتنمية المستدامة هو الوفاء بحاجات البشر، وتحقيق الرعاية الاجتماعية على المدى الطويل، مع الحفاظ على قاعدة الموارد البشرية والطبيعية، ومحاولة الحد من التدهور البيئي، ومن أجل تحقيق ذلك، يجب التوصل إلى توازن ديناميكي بين التنمية الاقتصادية، والاجتماعية من جهة، وإدارة الموارد وحماية البيئة من جهة أخرى.

تعريف مجلس منظمة الأغذية والزراعة "الفاو" 1988 للتنمية المستدامة: إنها إدارة قاعدة الموارد الطبيعية وصيانتها، وتوجيه التغيرات التكنولوجية والمؤسسية بطريقة تضمن تلبية الاحتياجات البشرية للأجيال الحالية والمقبلة بصورة مستمرة، فهذه التنمية المستدامة تحافظ على الأراضي والمياه والنبات والموارد الوراثية(الحيوانية) حتى لا يحدث تدهورًا للبيئة، وتكون ملائمة من الناحية التكنولوجية وسليمة من الناحية الاقتصادية، ومقبولة من الناحية الاجتماعية .

التنمية المستدامة وإشكالية الاستدامة: يجمع مفهوم التنمية المستدامة بين محورين أساسيين هما التنمية كعملية للتغيير(الاجتماعي والاقتصادي والبيئي) والاستدامة كبعد زمني، كما أن تحقيق التنمية المستدامة في مجال الطاقة يُساهم في تحقيق الأهداف التالية مكافحة الفقر وتنمية المجتمعات، الحفاظ على قاعدة الموارد وتحسينها من خلال تغير أنماط الإنتاج والاستهلاك غير المستدامة، وتوسيع مفهوم التنمية ليشمل النمو الاقتصادي والتنمية الاجتماعية والثقافية، وتضمين الاعتبارات البيئية والاقتصادية في عملية صنع القرار على كافة المستويات، وقد أوضحت اللجنة العالمية للبيئة والتنمية في تقريرها "مستقبلنا المشترك" الصادر عام 1987 أن التنمية المستدامة هي تلك التنمية التي تلبي حاجات الحاضر دون التعرض لقدرة الأجيال في المستقبل على تلبية الحاجات الخاصة بها . والتنمية المستدامة ليست حالة ثابتة أو مكون نمطي ولكنها عملية تغير يكون من خلالها استغلال الموارد وتوجيه الاستثمارات والتنمية الإيكولوجية والتغيرات المؤسسية بطريقة تتوافق فيها متطلبات الحاضر مع المستقبل.

4.1 مفهوم التلوث البيئي:(Environmental pollution)

يحدث التلوث نتيجة إلقاء النفايات للتخلص منها مما يُفسد البيئة ونظافتها، ويحدث تغير وخلل في الموازنة التي تتم بين العناصر المكونة للنظام الإيكولوجي بحيث تُشل فعالية هذا النظام، وتفقده القدرة على التخلص الذاتي من الملوثات بالعمليات الطبيعية، وقد تعددت التعاريف التي تقف عند مفهوم التلوث نذكر أهمها:

المفهوم الاقتصادي للتلوث: هو عدم قابلية السوق على تخصيص الموارد على نحو كفء ويشار إليه بفشل السوق (Market Failure)فقوى السوق لا تعظم المنافع الاجتماعية من خلال مساواة المنافع الحدية الاجتماعية مع التكاليف الحدية الاجتماعية. على سبيل المثال إن استعمال السيارة لا يتضمن فقط تكاليف خاصة وإنما تكاليف خارجية أيضًا، فالانبعاثات الغازية الناجمة عن استعمال السيارة ينتج عنه غازات هي السبب الأساس في تلوث الهواء.

5.1 التغير المناخي:Climate change :

يعتبر تغير المناخ أحد أهم التحديات الرئيسة في الوقت الحاضر، لما يمثله من ضغطاً كبيراً على مختلف المجتمعات وعلى البيئة بشكل عام، ويُعرف تغير المناخ بأنه أي تغير مؤثر وطويل المدى في حالة الطقس لمنطقة معينة. وحالة الطقس يمكن أن تشمل معدل درجات الحرارة، معدل تساقط الأمطار، وحالة الرياح. هذه التغيرات يمكن أن تحدث بسبب العمليات الديناميكية (الطبيعية) للأرض كالزلازل والبراكين، أو بسبب قوى خارجية كالتغير في شدة الأشعة الشمسية أو سقوط النيازك الكبيرة، كما أنها يُمكن أن تحدث من خلال النشاطات المختلفة للإنسان .

الاحتباس الحراري: تُعد ظاهرة الاحتباس الحراري من بين أبرز الظواهر المستحدثة التي يعاني منها عالمنا المعاصر، إلا أن الاهتمام بهذه الظاهرة لم يبدأ سوى في العقود الثلاثة الأخيرة عندما بدأت بوادر تأثيرات الاحتباس الحراري في البروز وأخذت أساليب معالجة عواقبه تأخذ بعدًا سياسيًا ولاسيما في قمة الأرض" بريو دي جانيرو" في البرازيل عام 1992وما تلاها من مباحثات واتفاقيات دولية. ويُعد ثاني أكسيد الكربون المسبب الرئيسي بدرجة كبيرة تصل إلى 90٪ لانبعاثات المؤدية لاحتباس الحراري، ومصدرة الطاقة الأحفورية .

اتفاقية باريس: تعمل اتفاقية باريس على مواجهة تغير المناخ وآثاره السلبية، حيث تبنت 197 دولة اتفاق باريس في مؤتمر الأطراف في باريس عام 2015. وقد دخل الاتفاق حيز التنفيذ بعد أقل من عام، ويهدف إلى الحد بشكلٍ كبير من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري العالمية، والحد من زيادة درجة الحرارة العالمية في هذا القرن إلى درجتين مئويتين. وقد تضمنت

الاتفاقية إتاحة 100 مليار دولار سنويًا حتى عام 2025 للدول النامية لمساعدتها في مجالات تخفيف الانبعاثات والتأقلم مع آثار التغيرات المناخية .

يتضمن الاتفاق التزامات من جميع الدول لخفض انبعاثاتها والعمل معاً للتكيف مع آثار تغير المناخ، وتدعو الدول إلى تعزيز التزاماتها بمرور الوقت. يوفر الاتفاق طريقاً للدول المتقدمة لمساعدة الدول النامية في جهود التخفيف من حدة تغير المناخ، والتكيف معه مع إنشاء إطارٍ للرصد والإبلاغ الشفافَين عن الأهداف المناخية للدول.

يوفر اتفاق باريس إطاراً دائماً يوجه الجهد العالمي لعقود قادمة. والهدف هو رفع مستوى طموح الدول بشأن المناخ بمرور الوقت. ولتعزيز ذلك، نصَّ الاتفاق على إجراء عمليتَي مراجعة على مدى خمس سنوات. ويمثل اتفاق باريس بداية تحول نحو عالم منخفض الكربون . ويُعد تنفيذ الاتفاق أمراً ضرورياً لتحقيق أهداف التنمية المستدامة لأنه يوفر خارطة طريق للإجراءات المناخية التي من شأنها تقليل الانبعاثات، وبناء القدرة على الصمود مع تغير المناخ.

وقد أشار تقرير الوكالة الدولية للطاقة الذرية والذي صدر في يونيو 2017 إلى أنهّ من بين26 تطبيقاً تكنولوجياً متخصصاُ في توليد ونقل وتخزين الطاقة، هناك3 تطبيقات فقط تسير في المسار الصحيح لتفادي ارتفاع درجة الحرارة بمقدار درجتين، وفي هذا الإطار العالمي، أصبحت الطاقة النووية والطاقة المتجددة تشغلان محور الاهتمام العالمي، نظراً لأنهما البديل الرئيسي للطاقة المتولدة عن المحروقات البترولية التقليدية.

أثر الاتفاقية: توجه العديد من الدول لوضع الطاقة المتجددة من أولويتها في التخطيط، حيث توجهت 179 دولة لوضع أهدافاً للطاقة المتجددة، منها 87 دولة حددت أهدافها في شكل حصة من الطاقة الأولية أو الطاقة النهائية (منتجة ومستهلكة)، بينما وضعت 146 دولة أهدافا خاصة بمساهمة الطاقة المتجددة في قطاع الكهرباء. وأدرجت 48 دولة الطاقة المتجددة في مجالات التدفئة والتبريد، وأدرجت 42 دولة الطاقة المتجددة في قطاع النقل وذلك في نهاية عام 2017. وبدأ اهتمام متنامي بشأن استخدام الوقود الحيوي في قطاع النقل الجوي، بعد قرار الجمعية العمومية لمنظمة الأمم المتحدة الدولية للطيران، بشأن اعتماد التدابير اللازمة لضمان الاستدامة لأنواع وقود الطيران البديلة والبناء على النهج القائمة أو مزيج منها، والمتابعة على المستوى الوطني لإنتاج المستدام من أنواع وقود الطيران البديلة. ويستخدم عدد محدود من شركات النقل الجوي الوقود الحيوي بعد خلطه بنسبة معينة مع وقود الطائرات.

العلاقة بين التغير المناخي والتنمية المستدامة: يؤكد الفريق الدولي المعني بتغير المناخ التابع للأمم المتحدة، على أن أنشطة البشر أدت لارتفاع انبعاثات الغازات الدفينة، مما أثر على المناخ، وسيستمر هذا التأثير، مما يعرقل عملية التنمية المستدامة، وعلية من الضروري وضع استراتيجيات وسياسات تعالج التغيير المناخي، وتحقق التنمية المستدامة في الوقت نفسه، وذلك لترابط القضيتين، فتغير المناخ يؤثر على الآفاق المرتقبة للتنمية المستدامة. ويمكن بلورة هذه السياسات بإجراءات منها (إجراءات تكيفية، وإجراءات التخفيف)، أما عن إجراءات التكيف يفضل أن يكون تكيف استباقي مثل بناء حواجز ضد ارتفاع مستوى سطح البحر، واستحداث محاصيل مقاومة للحرارة والجفاف، وزيادة الانفاق السنوي لحماية سكان السواحل، أما إجراءات التخفيف فهي كثيرة ومنها وضع سعر لانبعاثات الغازات الدفينة يتناسب مع أضرارها، وهو ما يشكل دافع للمستهلكين ومنشآت الأعمال للتحول إلى الإنتاج والاستهلاك النظيف والمستخدم تكنولوجيات نظيفة لا تؤثر على البيئة والإنسان .

المبحث الثاني

مراحل تطور الطاقة النووية في مصر

إن العالم بدء بمعرفة الطاقة منذ قديم الأزل، حيث عرف الإنسان مصادر الطاقة البدائية، ومع مرور الوقت تطور استخدامه لمصادر الطاقة، وبدأ يكتشف المزيد من مصادر الطاقة إلى أن وصل للطاقة النووية فكان أول اكتشاف لظاهرة الانشطار النووي في عام 1938، حيث بدأ تشغيل أول مفاعل نووي في جامعة شيكاغو عام 1942، وتم تشغيل أول محطة للطاقة النووية بمقدرة 5 ميجاوات في روسيا في عام 1954، بينما تم تشغيل أول مفاعل لتوليد الكهرباء في الولايات المتحدة الأمريكية في عام 1957 .

وفي هذا المبحث نتناول مراحل معرفة الإنسان بالطاقة، وتطور استخدامها، ومحددات الطلب على الطاقة، ومراحل ظهور الطاقة الكهربائية واستخداماتها في مصر وصولاً للطاقة النووية، مع تناول مراحل تطور مشروع الطاقة النووية بمصر وصولاً لمشروع الضبعة والاتجاهات المؤيدة والمعارضة لاستخدام الطاقة النووية، وتتبي الدراسة الاتجاه المؤيد للاستخدامات السلمية للطاقة النووية. وكذلك تناول المبحث تطور الإطار الدولي (القانوني والرقابي) المنظم لاستخدامات السلمية للطاقة النووية، والوضع القانوني في مصر.

1.1مراحل تطور إنتاج واستخدام الطاقة في مصر

1.1.1مراحل تطور مصادر الطاقة

أن الطاقة لازمت الإنسان منذ اللحظة الأولى لوجوده على الأرض، ومع تطور معرفته بالطاقة من حيث مصادرها واستخدامها، فقد اختلف استخدام الإنسان للطاقة من حيث مصادرها عبر العصور المختلفة، فيما يلي مراحل تطور استخدام الإنسان لمصادر الطاقة عبر العصور التي مر بها:

العصر البدائي: كان الغذاء هو المصدر الأول والوحيد للطاقة، بل وأول مصدر للطاقة استخدمه الإنسان بصفة عامة.

عصر الصيد: بعد أن اكتشف الإنسان النار استخدم الإنسان الحطب كمصدر أساسي للطاقة؛ حيث استخدمه للتدفئة والطبخ .

عصر الزراعة البدائية: استطاع الإنسان استئناس الحيوانات، استخدمها لزراعة المحاصيل وحرث الحقول، فكانت الحيوانات مصدر مهم من مصادر الطاقة، جنباً إلى جنب مع المصادر الأخرى التي سبق وأن استخدمها في العصر البدائي وعصر الصيد.

عصر الزراعة المتقدمة: تم استخدام الفحم الحجري، والمياه، والرياح كمصادر للطاقة.

عصر الصناعة: تم استخدم الخشب (الغابات)، والفحم الحجري ثم النفط كمصادر أساسية للطاقة.

عصر التكنولوجيا: يعتبر النفط أهم مصادر الطاقة وأكثرها استخداماً، رغم وجود العديد من المصادر الأخرى مثل الفحم الحجري، والغاز الطبيعي، وكافة أنواع الطاقة المتجددة كالطاقة الشمسية وطاقة الرياح، وغيرها.....، وكذلك الطاقة النووية.

2.1.1محددات الطلب على الطاقة

إن الطلب على مصادر الطاقة هو طلب مشتق من الطلب على الصناعات أو السلع والخدمات النهائية التي تستخدم الطاقة في مراحل إنتاجها، وبشكل عام فإن الطلب على الطاقة هو طلب متزايد عبر الزمن يتأثر بالعديد من المتغيرات من وقت لآخر ومن مجتمع لآخر، ومن أهم محددات الطلب على الطاقة ما يلي:

-التحول الديمغرافي: لقد عرفت السنوات الأخيرة نموًا متواليًا في عدد السكان وهذا راجع بدرجة كبيرة لتطور العلوم الطبية، وارتفاع نسب الأمل في الحياة، إضافة إلى أن حاجة السكان للطاقة (الكهرباء) خاصة في المناطق الفقيرة.

-الظروف المناخية: يعتمد استعمال الطاقة في الكثير من جوانبه على الظروف المناخية من حرارة أو برودة ففي كثير من دول العالم تكون مواسم الشتاء قارسة البرودة، حيث يتم الاستهلاك الرئيسي من البنزين، وفي الدول العربية يكون الصيف شديد الحرارة فيتم تشغيل التكيفات ويرتفع استهلاك الكهرباء، وهو الأمر الذي يؤثر على أسعار البترول.

-أنماط التنمية المتفاوتة: تتفاوت معدلات التنمية بين الدول، وداخل كل دولة، فتوجد محافظات معدلات النمو مرتفعة، وبها استثمارات ومشاريع تنموية أكثر من غيرها فيكون استهلاكها للطاقة أكبر، وعلى نطاق الدول فعلى سبيل المثال واجهت الدول الآسيوية الأزمة المالية الآسيوية سنة 1997، في حين برزت اقتصاديات العديد من الدول النامية كدول جنوب غرب آسيا والتي تمثل نصف عدد سكان العالم والتي تسعى لتطبيق مزيج متنوع من مصادر الطاقة (الطاقة الأحفورية والطاقة النووية والطاقة المتجددة) .

وبالإسقاط على الاقتصاد المصري فيعتبر الطلب على الطاقة الكهربائية انعكاسًا للأوضاع الاقتصادية والاجتماعية السائدة في المجتمع. وقد تطور الطلب على الطاقة الكهربائية في مصر؛ ويرجع ذلك إلى التغيرات الهيكلية التي تعرض لها الاقتصاد المصري، حيث أثرت العوامل الرئيسية التالية على كمية الطاقة المستهلكة بصفة عامة، والطاقة الكهربائية بصفة خاصة وتتمثل في: النمو السكاني، أسعار الوقود، النشاط الاقتصادي، طبيعة الاستهلاك المتعلق بالدخل والرفاهية الاجتماعية، والمشاريع التنموية، وكفاءة وحدات توليد الكهرباء وشبكات النقل والتوزيع. وكانت هذه العوامل هي الدافع الأكبر للتوجه لتبني سياسة التنويع والتوسع في مجال الطاقة المتجددة وبدء المشروع النووي .

3.1.1مراحل تطور استخدام الطاقة الكهربائية في مصر

بدأ استخدام الطاقة الكهربائية في مصر في أواخر القرن التاسع عشر، وانحصر في البداية على أغراض الإنارة ثم توسع ليشمل جميع الأغراض فتم استخدامها في قطاعات مختلفة كالصحة، والصناعة، ويمكن تتبع التطور في النقاط التالية :

المرحلة الأولى(1893-1960): بدأ استخدام الكهرباء في مصر في الإنارة، ثم في المرافق العامة، ثم في الصناعة، والزراعة، حيث أنه في أواخر القرن التاسع عشر وعلى يد القطاع الخاص بدأ استخدام الكهرباء في إنارة المساكن وأماكن العمل، وقد رخصت الحكومة لشركة ليبون الفرنسية إنارة شوارع القاهرة والإسكندرية بغاز الاستصباح الناجم عن تقطير الفحم عام 1893، وفي عام 1904 أنشأت الحكومة مصلحة البلديات التي اتجهت لإضاءة المدن، وتُعد مدينة الزقازيق أول مدينة دخلتها الكهرباء على يد المجالس البلدية عام 1909 ، تليها بني سويف، وأسيوط عام 1911. وتُعد محطة الكهرباء المائية في الفيوم أول محطة توليد كهرباء مائية في مصر أُنشأت عام 1927م بقدرة 895 كيلو وات، وفي عام 1936بلغت عدد المحطات الكهربائية في مصر 73 محطة. وفي الخمسينات قامت الحكومة بتأميم صناعة الكهرباء نتيجة لبرنامج التنمية الاقتصادية الذي قامت الحكومة بتنفيذها خاصة في الصناعة، ونظرًا لارتفاع إنتاج البترول وإنتاج المحطات الكبيرة كشمال القاهرة، وجنوب القاهرة، والتبين، ومحطات الأسكندرية؛ ارتفع إنتاج الكهرباء.

المرحلة الثانية(1960-1975):حدثت في هذه المرحلة تغيرات جوهرية بقطاع الكهرباء أبرزها إنشاء وزارة الكهرباء عام 1964، وهيئة كهرباء الريف، وفي عام 1965 تم إنشاء التعاون المصري العام للكهرباء ليكون مسؤلاً عن توليد ونقل وتوزيع الكهرباء، ودخلت مصر عصر الكهرباء المائية بمقياس كبير بإنشاء محطة خزان أسوان، ومحطة السد العالي، بالإضافة لإنشاء محطات حرارية، كما قامت الحكومة بتأميم شركة ليبون الفرنسية عام 1961 وبذلك أصبحت مؤسسة الكهرباء تشرف على 95% من القدرة الكهربائية المركبة في مصر ونسبة 5% كانت تشترك فيها عدة جهات منها مصلحة الميكانيكا التابعة لوزارة الري التي تولد الكهرباء لأغراض الزراعة، والمجالس البلدية ومصلحة السكة الحديد، وهيئة قناة السويس.

المرحلة الثالثة (1975-1999): في هذه المرحلة تطورت صناعة الكهرباء في فترة الإنفتاح الاقتصادي الذي شهدتها مصر، وقد اتسم القطاع بزيادة القدرة الإنتاجية، والتركيز على الكهرباء الحرارية بعد المرحلة الثانية التي اتسمت بالتركيز على الطاقة المائية، فأنشات عدة محطات توليد كهرباء غازية، وتم الاعتماد على الغاز الطبيعي لوقود لتوليد الكهرباء بدل من مشتقات البترول؛ لتوفيرها للتصدير ولتخفيض تكلفة الإنتاج. وفي هذه المرحلة بدء تنويع مصادر الطاقة الكهربائية، والربط الكهربائي مع الدول المجاورة حيث تم الربط المصري- الليبي والربط المصري- الأردني في عام 1998. كما تم استخدام مصادر الطاقة المتجددة في توليد الكهرباء بتوسع.

ومن أبرز المؤشرات التي تعكس التطور الناتج في هذه المرحلة هو تطور نصيب الفرد السنوي من الطاقة الكهربائية بلغ (1350 كيلو وات بالساعة في عام 2000 بينما كان 430 كيلو وات بالساعة في عام 1981) ،(وكذلك وصل عدد المشتركين نحو 16.2 مليون مشترك في عام 2000 بينما كان عددهم 4.5 مليون مشترك في عام 1981).

المرحلة الرابعة (2000-2020): هذه المرحلة شهدت عدة تطورات منها اهتمام قطاع الكهرباء ببرنامج ترشيد، وتحسين كفاءة الطاقة فزاد الاعتماد على محطات الدورة المركبة، وتم إعادة تأهيل خطوط نقل وتوزيع الكهرباء، وتحديث محطات التوليد، وفي الفترة (2002-2004) تم إعادة تقسيم شركات الإنتاج والتوزيع حسب المناطق الجغرافية. وفي عام 2008 وافق المجلس الأعلى للطاقة على خطة وزارة الكهرباء لوصول مساهمة الطاقة المتجددة إلى 20% من الطاقة، وفي عام 2011 م تم تشغيل المحطة الشمسية الحرارية الأولى بنظام المركزات الشمسية الحرارية(GSP) ، كما تم التوسع في محطات الربط الكهربائي فتم الربط السوري- الأردني عام 2000، والسوري -اللبناني عام 2009 ، فأصبحت شبكات كل من الأردن ولبنان ومصر وليبيا شبكات مرتبطة معًا، وجاري مشروعات ربط أخرى. وفي عام 2013تم تغير مسمى وزارة الكهرباء والطاقة لتصبح وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة وهو ما ترتب علية تغير في استراتيجية الوزارة. وفي هذه المرحلة تم تدشين مشروع الضبعة النووي الذي كان مشروع موقوف لسنوات وفي النقاط التالية نعرض المراحل والتطور الزمني للمشروع النووي:

4.1.1التطور التاريخي لمشروع الطاقة النووية في مصر:

تُعد مصر من أوائل الدول النامية التي أدركت أهمية الطاقة النووية، واستخداماتها السلمية منذ الخمسينات، ففي فبراير 1955 صدر قرار بتشكيل لجنة الطاقة الذرية بالقانون 509، ووضعت اللجنة برنامج لإعداد الكوادر العلمية، والفنية لإنشاء مفاعل ذري، ومركزًا للنظائر المشعة، ومعملاً للطبيعة النووية، وقسمًا للبحث عن الخامات الذرية في مصر .

وفى عام 1956 قامت مصر بتوقيع أول اتفاق دولي للتعاون النووي بالقاهرة مع الاتحاد السوفيتي؛ للحصول على مفاعل الماء الخفيف بقدرة 2 ميجاوات كمفاعل أبحاث. وبدأت مصر ببناء المفاعل عام 1958 وفي عام 1961 تم تشغيله كأول مفاعل نووي (مفاعل أنشاص: بالإضافة إلى مفاعلي البحث في الزراعة، والصناعة، ويتكون مفاعل أنشاص من مصنع تجريبي للأبحاث المنخفضة، وتصنيع وقود اليورانيوم المخصب، بالإضافة إلى معجل ومختبر للمياه الثقيلة وسيكلوترون جميعها تحت إشراف الوكالة الدولية للطاقة الذرية) وقد حصلت مصر على مفاعل أبحاث من الأرجنتين في عام 1992، تم وضعه أيضًا في إنشاص وافتتح في عام 1998، ويُعد الأول في أفريقيا باستثناء دولة جنوب أفريقيا بغرض إجراء الأبحاث النووية، وبلغت قدرته 22 ميجا وات، وفيما بعد مرت مصر بأربعة مراحل لتنفيذ برنامجها النووي .

وفي عام 1957 أصبحت مصر عضوًا مؤسسًا في الوكالة الدولية للطاقة النووية التابعة للأمم المتحدة بفيينا، وفى نفس العام تم إنشاء مؤسسة الطاقة الذرية بالقرار الجمهوري 288، وسميت بعد ذلك (هيئة الطاقة الذرية أو وكالة الطاقة الذرية) وقد أقامت هذه المؤسسة المنشآت ومعامل البحوث في مختلف فروع الطاقة الذرية وتطبيقاتها، وتولت أعمال الكشف عن الخامات الذرية واستغلالها، كما ساعدت العديد من الدول في تطوير المفاعلات النووية ودورات الوقود.

وفى عام 1960 صدر قانون بتنظيم العمل بالإشعاعات الضارة والوقاية من أخطارها، وُعُهِدَ بتنفيذه إلى مؤسسة الطاقة الذرية ووزارة الصحة، كلٌ في نطاق اختصاصه.

تم تطور العمل في هيئة الطاقة الذرية إلى درجة كبيرة وتم إنشاء مركز تكنولوجيا الإشعاع في عام 1972 ومركز المعامل الحارة عام 1980، ومركز الأمان النووي عام 1982، وتم إنشاء هيئة المحطات النووية عام 1976، وهيئة المواد النووية عام 1977 وذلك لتوفير الوقود النووي للمحطات.

وقد حققت هيئة الطاقة الذرية نهضة شاملة بإقامة منشآت نووية جديدة ومنها إنشاء الشبكة القومية للرصد الإشعاعي عام 1992 ، وإنشاء معامل توكيد الجودة عام 1991 بالإضافة لمعامل آخرى، وإنشاء المعمل المركزي لهيدرولوجيا النظائر البيئية عام 1995 ،وإنشاء مفاعل مصر البحثي الثاني عام 1998، وإنشاء معجل السيكلوترون في عام 2000، وإنشاء معالج الأورام بالإشعاع عام 2005 .

مراحل مشروع الطاقة النووية:

ومن ثم يمكن القول إن مشروع الطاقة النووية قد مر بثلاث مراحل لتنفيذه، وقد تسببت الظروف السياسية، والاقتصادية، والعدوان الثلاثي عام 1956، وحرب عام 1967 وحرب 1973 في توقف البرنامج، وبدأت مصر حالياً إحياء مشروعها الطاقة النووي للمرة الرابعة، وذلك لتوفير الطاقة الكهربائية، ولتقليل الاعتماد على البترول والغاز في إنتاج الطاقة وتحقيق التنويع في مصادر الطاقة وفق للاستراتيجية، وتتلخص تلك المراحل فيما يلي:

المرحلة الأولى: بدأت هذه المرحلة عام 1963 وتم فيها الانتهاء من إقامة مركز الشرق الأوسط الإقليمي للنظائر المشعة للدول العربية بالتعاون مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية، وكان مقره القاهرة، وشاركت في إنشائه بعض الدول العربية إلى جانب مصر، وفى نفس العام تم التعاقد مع بيت خبرة إنجليزي لعمل دراسات حول موقع المفاعل الجديد، وبالفعل تم اختيار موقع (سيدي كرير) بطاقة 150 ميجا وات، لتكون أول محطة في العالم ذات استخدام مزدوج تعمل لتوليد الكهرباء وتحلية مياه البحر بطاقة 20 ألف متر مكعب في اليوم. وفى أغسطس عام 1964تم طرح المناقصة، وبدأت الشركات والهيئات العالمية بعروضها في أوائل عام 1965، وتم اختيار الشركة المنفذة، وبدء السير في تنفيذ المشروع ولكن توقف تنفيذ المشروع بسبب الظروف السياسية.

المرحلة الثانية: أعادت مصر التفكير مره ثانية في إحياء برنامجها النووي، وذلك في إطار ارتفاع أسعار البترول عالميًا بعد حرب 1973 حيث أصبح البديل النووي لتوليد الكهرباء هو الأكثر ملائمة.

وفى عام 1974 أعلن الرئيس الأمريكي نيكسون أثناء زيارته لمصر موافقة الولايات المتحدة الأمريكية على تزويد مصر بمحطات نووية، كما تم إصدار بيان مشترك بين مصر والولايات المتحدة الأمريكية حول التعاون النووي عام1975، والذي من خلاله ستتمكن مصر من شراء مفاعلات للقوى النووية بقدرة إجماليه 1300 ميجا وات، وكذلك الطاقة النووية اللازمة لها، والتأكيد على إدخال المفاعلات النووية للاستخدامات السلمية في الشرق الأوسط.

وبدأت مصر باختيار موقع سيدي كرير السابق اختياره في عام 1966، ونقلت تبعية هيئة الطاقة الذرية وهيئة المواد النووية لوزارة الكهرباء والطاقة، كما أنشأت هيئة المحطات النووية عام 1977.

وفي عام 1978 أصدرت الولايات المتحدة قانونًا بمنع الانتشار النووي، ووضعت شروطاً جديدة لتصدير التكنولوجيا، والمواد النووية إلى دول أخرى، واشترطت الولايات المتحدة الأمريكية على مصر أن تُصدِّق على هذا القانون، وتقبل بإخضاع أنشطتها النووية لرقابتها، فرفضت مصر هذا الشرط حيث اعتبرته أنه تدخل في شئونها، وبذلك توقف مشروع إحياء الطاقة النووية عام 1979.

المرحلة الثالثة: بدأت مع تزايد حاجة مصر الملحة إلى زيادة قدرتها المتعلقة بالطاقة الكهربائية، فكان لابد من إزالة العقبات الدولية أمام الحصول على التكنولوجيا النووية فتم:

-انضمام وتصديق مصر لمعاهدة حظر انتشار الأسلحة النووية عام 1981 لتتمكن من إنشاء ثماني محطات نووية قدرة كل منها ألف ميجا وات، بحيث تبدء بتنفيذ محطتين في منطقة الضبعة، وتم توقيع عدة اتفاقيات للتعاون في مجالات الاستخدامات السلمية للطاقة النووية مع كل من: فرنسا، والولايات المتحدة، وألمانيا الغربية، وانجلترا، والسويد. كما وقعت مصر أيضًا مذكرات تفاهم مع الصين، والبرازيل، والأرجنتين، وقررت الحكومة تخصيص جزء من عائدات النفط لتغطية إنشاء أول محطة نووية (محطة الضبعة بالساحل الشمالي).

-في عام 1982 وقعت اتفاقية للتعاون النووي مع كندا، وأخرى لنقل التقنية النووية مع استراليا. وفي عام 1983، طرحت مصر مواصفات مناقصة لإنشاء محطة نووية لتوليد الكهرباء قدرتها 900 ميجا وات.

-عملت مصر على تعديل اتفاقيتها مع وزارة الطاقة الأمريكية لرفع حصة شراء اليورانيوم اللازم لتشغيل المحطات النووية المصرية من 600 ميجا وات التي كانت مقدرة لمحطة سيدي كرير إلى أربعة آلاف ميجا وات، بما يغطى احتياج 4 محطات قدرة كل منها ألف ميجا وات، ولكن حدثت كارثة مفاعل تشرنوبل في أوكرانيا، مما جعل العالم ينظر بعين الريبة إلى المحطات النووية، فتم إلغاء المشروع عام 1986.

-في عام 1992 تم التعاقد مع الأرجنتين لبناء المفاعل النووي البحثي الثاني متعدد الأغراض وتم تدشينه يناير 1998 بقدرة 22ميجاوات .

-وأعلنت مصر في عام 2002 عن نية إنشاء محطة لتوليد الطاقة النووية السلمية خلال 8 أعوام بالتعاون مع كوريا الجنوبية، والصين ولكن توقف المشروع لسنوات .

-وفي عام 2007 تم اختيار موقع الضبعة، لتكون أول محطة كهرباء تعمل بالطاقة النووية في مصر، لكن الأمر لم ينفذ على أرض الواقع.

-في عام 2009 اكتسب المشروع موافقة البرلمان، ووقعت مصر عقدًا بقيمة 200 مليون دولار مع شركة الهندسة الأسترالية شركة الاستشارات Worley Parsons لتقديم المشورة بشأن مواصفات محطة الطاقة النووية.

-في عام 2010 صدر القانون النووي رقم 7 لعام 2010 (مع لائحته التنفيذية) والذي نص على أن الهيئة المصرية للرقابة على المواد النووية والإشعاعية (ENRRA) هي الهيئة المستقلة للرقابة النووية، ووضع إطار عمل التنظيم النووي في مصر، بما في ذلك مجالات السلامة النووية والأمن النووي وعدم الانتشار. وقد تم تعديل القانون النووي في عام 2017 .

المرحلة الرابعة والحالية: تم الإعلان عن تدشين مشروع إنشاء محطات نووية للاستخدامات السلمية للطاقة في الضبعة عام 2013، حيث تم توقيع عقد إنشاء محطة الطاقة النووية بالضبعة عام 2015، وذلك بقرض روسي يسدد على ٣٥ سنة، يتضمن إنشاء ٤ مفاعلات نووية تنتج ٤٨٠٠ جيجا / الساعة من الجيل الثالث المُطور لتوليد الطاقة النووية بطاقة1200ميجاوات لكل (مفاعل)، وتم التوقيع على البدء في تفعيل وتنفيذ عقود المشروع في عام 2017 ومن المتوقع الإنتهاء من الوحدة الأولى والاستلام الابتدائي، والتشغيل التجاري بحلول عام 2026، والوحدات الثانية والثالثة والرابعة بحلول عام 2028 ، وتصل نسبة المساهمة المحلية في الوحدة الأولي والثانية من 20% إلى 25 %وتزداد بصورة تدريجية في الوحدات التالية لتصل إلى حوالي 35% في الوحدة الرابعة. وسيساعد الشريك الروسي المشروع النووي المصري من خلال إمداده بالوقود النووي الروسي طوال دورة حياة محطة الضبعة للطاقة النووية ، وبناء مرفق تخزين وحاويات إمداد لتخزين الوقود النووي المستهلك، وتنفيذ التزامات التوطين، وتنمية الموارد البشرية والتدريب .

5.1.1 اتجاهات استخدام الطاقة النووية (المؤيدين والمعارضين)

في الاقتصاد يوجد اتجاهيين لاستخدام الطاقة النووية رأي مؤيد، ورأي معارض وسوف تعرض الدراسة الرأيين وتتبنى الرأي المؤيد (وهو ما يتماشى مع استراتيجية مصر في استخدام الطاقة النووية وتنويع مصادر الطاقة).

يرى المؤيدين أن الطاقة النووية هي الحل لمشكلات الطاقة في العالم، كما أنها لا توفر الطاقة الكهربائية فقط بل لها العديد من الاستخدامات ومنها أنها قد تستخدم في إنشاء الموانئ، وإنشاء خزانات المياه الجوفية، وتحلية مياه البحر، وتستخدم أيضًا في المجال الطبي، والصناعي، وبعض هذه المفاعلات تستخدم في تحضير بعض النظائر المشعة التي لا توجد في الطبيعة وتستعمل في الطب لعلاج بعض الأمراض، واكتشاف بعض الأورام، وتدمير بعض الخلايا السرطانية ، كذلك يمكن استخدام هذه النظائر في كثير من دراسات وبحوث التفاعلات الكيميائية والبيولوجية. أما بالنسبة للحوادث النووية فهي نادرة ويمكن تجنبها. ويقدر المهندسون أن انصهار قلب المفاعل يمكن أن يقع مرة فقط كل عشرون ألف سنة، وإذا حدث أن انصهر قلب المفاعل فإن احتمال انطلاق النشاط الإشعاعي من المفاعل يمكن تخفيضه إلى أبعد من ذلك إذا ما صممت حاوية جديدة تحيط بالمفاعل، وبالمقارنة بين حادث مفاعل تشرنوبل، وحادث جزيرة ثرى مايل تظهر أهمية وجود حاوية للمفاعل حيث لعبت الحاوية في حالة مفاعل ثرى مايل دوراً مهماً في الحد من تسرب النشاط الإشعاعي. كما أنه ظهرت أجيال جديدة من المحطات النووية أثبتت أنها أكثر أماناً والتزاماً بعناصر الأمان والسلامة) مرت تكنولوجيا مفاعلات القوى النووية منذ نشأتها بعدة تطورات بداية من الجيل الأول وصولاً لما يسمى بالجيل الثالث المتقدم "Gen III"+ يتسم الجيل الثالث المتقدم للطاقة النووية بانخفاض التكلفة، وسهولة البناء، وتحقيق أكبر قدر من السلامة، وإنتاج أقل للنفايات." وتتسم تصميمات هذا الجيل المتقدم باعتماد تقنيات قياسية ونمطية مما انعكس بشكل إيجابي على معاملات الأمان والتكاليف لهذه المفاعلات(، وتخضع لجهات تفتيش كثيرة قبل إعطائها التصريح، ومن ثم فتحافظ على البيئة نظيفة حيث

لا ينتج عنها أكسيد الكربون، والكبريت، والنتروجين. كما أن المفاعلات النووية لا تحتاج مساحة كبيرة كحال مشاريع توليد الطاقة الشمسية أو طاقة الرياح .

في دراسة مشتركة تمت مؤخرًا بواسطة الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء(NASA) ، ومعهد الدراسات الفضائية، ومعهد الأرض بجامعة كولمبيا هدفت إلى اختبار الدور التاريخي والمستقبلي للطاقة النووية في منع حالات الوفاة التي يسببها تلوث الهواء، قدرت الدراسة أن الطاقة النووية على مستوي العالم قد منعت حدوث أكثر من 1.8 مليون حالة وفاة بسبب الهواء الملوث خلال الفترة من 1971حتى 2009 والذي أحد أسبابه حرق الوقود الأحفوري. وقد كان الاستنتاج العام للدراسة هو التأكيد علي أهمية الحفاظ على توسيع دور الطاقة النووية في المدى القريب في إمدادات الطاقة العالمية. حيث إن الأضرار البيئية والصحية التي تحدث بسبب إنتاج الكهرباء وتنعكس في أسعار الكهرباء هي عبارة عن تكاليف خارجية، حيث أن توليد الكهرباء من الوقود الأحفوري يصاحبه تكاليف خارجية أعلي بكثير من الطاقة النووية وتكنولوجيا الطاقة المتجددة .

وفي تصويت مفتوح لمائة من العلماء في المناخ وغيرهم من العلماء والباحثين في مجالات ذات صلة، وبدعم من جامعتين أمريكيتين، ومعهد فيزياء في المملكة المتحدة في جائزة الرؤية في عام 2014، ظهرت وجهة نظر مؤيدة بشدة للطاقة النووية بنسبة 71%، من بين ما يقرب من 100 عالم شارك في التصويت من مختلف دول العالم .

كما يرى المؤيدين أن الإنسان يتعرض خلال حياته العادية للإشعاع من مصادر مختلفة أكثر بكثير مما تسببه المحطات النووية، فعلى سبيل المثال عند قيام الإنسان بالكشف بأشعة أكس لمرة واحدة يعادل ما قد يتعرض له من يعيش بالقرب من محطة نووية لمدة 2000 عام ، كما أن نسبة الإشعاع الصادرة من المفاعل خلال عمله الروتيني منخفضة جدًا، ولا تشكل في الدول المتقدمة أكثر من 0.001 من الإشعاعات الكلية التي يتعرض لها الإنسان، كما أن المفاعل النووي يعمل وهو مغلف بالعديد من حاويات الأمان التي تجعل عملية تسرب الإشعاع أمرًا غاية في الصعوبة

ومن المؤيدين (باتريك مور) مؤسس مجموعة السلام الأخضر، ويرى أنه لا يجب تجاهل الطاقة النووية، ويقول كنت أؤمن بأن الطاقة النووية مرادفة للهولوكوست النووي أما الآن وبعد ثلاثين عامًا تغير رأي وأصبحت أؤمن أن الطاقة النووية تستطيع حماية كوكبنا من التغير المناخي.

توجد محطات القوى الكهربائية النووية في أكثر من 30 دولة، وتوجد العديد من الدول التي تشجع إقامة مفاعلات نووية للحصول على احتياجاتها من الطاقة مثل الولايات المتحدة الأمريكية، والصين، والهند، وباكستان، وجنوب إفريقيا، ومصر، والإمارات، والسعودية، ويعمل العلماء جاهدين لاكتشاف نظائر لليورانيوم، وتطوير طرق لتقليل الطاقة المستخدمة .

كما أن التكنولوجيا والتقدم في المجال النووي يتقدم بسرعة، فتم اكتشاف المفاعلات الصغيرة وهي نموذج هجين من تكنولوجيا الاندماج، والانشطار معاً، ومتوقع أن تكون أكثر كفاءة من مفاعلات الانشطار النووي الحالية. هناك أيضاً فائدة أخرى من هذا التصميم الهجين الجديد بأنه غير ملوث للبيئة لأنه يحرق المواد القابلة للانشطار تاركاً بقايا مشعة

قليلة جداً. وهكذا، فإن هذا النشاط لن ينتج كميات كبيرة من المخلفات المشعة. كما أن هذا النظام بإمكانه أيضاً أن يساهم في معالجة الوقود التقليدي المستنفذ الناجم عن مفاعلات الانشطار التقليدية. وهذه هي تكنولوجيا المستقبل والتي سوف تجعل من تكنولوجيا الانشطار النووي التقليدية جزءاً من الماضي.

وتتبي مصر الفريق المؤيد لاستخدام الطاقة النووية وهو ما يتضح من استراتيجية الطاقة، وفي التقرير الصادر عن هيئة المحطات النووية عام 2015، تم النظر إلى الطاقة النووية أنها من أفضل الطرق الممكنة لتوليد الكهرباء وتلبية الطلب في المستقبل. حيث تستهلك مصر من الوقود الأحفوري أعلى من الكمية التي يمكن للحكومة أن توفرها، كما أن معظم الغاز الطبيعي المستهلك في مصر يستخدم كوقود لمحطات الطاقة الكهربائية. وبما أن الطاقة النووية لا تعتمد على الوقود الأحفوري، فهي تعتبر أفضل بديل لتوليد الطاقة. كما أن سوق موارد الطاقة الأحفورية غير مستقر وتتفاوت الأسعار حسب سعر الدولار، والظروف السياسية التي تجعل من الصعب استيرادها في بعض الأوقات كوقت أزمة كوفيد-19. وتعتبر الطاقة النووية مصدرًا نظيفًا للطاقة وهو ما تؤكده الرابطة النووية العالمية التي قامت بمراجعة أكثر من عشرين دراسة لتقييم انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الناتجة عن أشكال مختلفة من توليد الكهرباء. وقد أظهرت النتائج أن توليد الكهرباء من الوقود الأحفوري تسبب انبعاثات غازات الاحتباس الحراري أعلى من استخدام الطاقة النووية والطاقة المتجددة. كما أن محطات الطاقة النووية لها تكلفة تشغيل منخفضة، بعد بناء المحطات، وتكلفة الصيانة منخفضة جدًا مقارنة بمحطات الوقود الأحفوري .

وترى الدراسة أن محطات الطاقة النووية سوف توفر احتياجات مصر الكهربائية مع وجود فائض للتصدير، حيث أنها تنتج طاقة هائلة فاحتراق طن واحد من الوقود النووي يعادل احتراق 20 مليون طن من الفحم، كما أن استهلاك المحطة من الوقود النووي واليورانيوم لن يكون كثيراً ومن ثم فإنه يسهل نقله وحفظه كمخزون استراتيجي وبكميات تكفي لتشغيل المحطات للعديد من السنوات. كما أن عمر المحطات النووية يصل 60 عامًا بينما لا يزيد العمر الافتراضي للمحطة التقليدية عن30 عامًا، كما إن تكاليف إنشاء المحطات تسترد من الإنتاج. وسوف تساعد الطاقة النووية في تجنب التعرض لارتفاعات أسعار البترول المستمرة .

ويرى المعارضين لاستخدام الطاقة النووية أن احتياطيات اليورانيوم المستخدم في محطات الطاقة النووية من المتوقع ألا تدوم أكثر من 80 عامًا، وأن زيادة عدد المفاعلات تزيد احتمالات الحوادث النووية وعلى سبيل المثال حادثة ثرى مايلز في الولايات المتحدة الأمريكية ، الأمر الذي يترتب عليه آثار ضارة على الإنسان والبيئة (أما عن أثرها على الإنسان والصحة تبدأ من حالات الإصابة والوفاة الناجمة عن الانفجار، مرورًا بمتلازمة الإشعاع الحاد، حتى الإصابة بالأمراض المزمنة والسرطان، والاضطرابات النفسية، وهو ما أكدته دراسة ومسح أجري في 11 دولة على العاملين في المواقع المشعة -ما عدا العاملين في المناجم-، ونشرت عام 2005 ، أكدت على زيادة مخاطر إصابة العاملين في تلك المواقع بالسرطان، واللوكيميا حتى عند التعرض لإشعاعات بسيطة. شملت الدراسة 407ألف عامل وموظف الذين تعرضوا لشدة إشعاعات بمعدل 19.4 ملي سيفريت، علماً بأن المسموح به هو 10 ملي سيفريت سنوياً. واتضح من المسح والدراسة أن زيادة احتمالية الإصابة بالسرطان بنسب متفاوتة وفقاً لشدة الإشعاع) إضافة إلى تبعاتها الاجتماعية والاقتصادية، أما عن أثرها على

البيئة المحيطة فتكون نتيجة تسرب الإشعاعات من المفاعلات أو التلوث الحراري للمجاري المائية ومخاطر التلوث الناشئ عن المخلفات النووية المشعة. كما يرون أن التكلفة الاقتصادية مرتفعة لإنشاء المفاعلات النووية(ويردون على المؤيدين الذين يرون أن التكلفة النووية منخفضة بالقول بأنهم يغفلون تكلفة التعويضات، وتفكيك المنشأة النووية، احتكار تخصيب اليورانيوم، مخاطر تدوير وإعادة تخزين الوقود النووي للأجل الطويل..)، وأن المحطات النووية ارتفعت تكلفة إنشاؤها عن المُقدرة مثل محطة لفلامانفيل التي ارتفعت من 3.3 مليار يورو إلى 4 مليار يورو ، وفي المقابل تكلفة الطاقة الشمسية تتناقص، وفي مصر تفوق تكلفة إنشاء محطة الطاقة النووية في الضبعة تكلفة إنشاء محطة غاز طبيعي بنحو اثنتا عشر ضعفًا، وإنشاء مزرعة رياح بنحو ستة أضعاف وذلك للحصول على نفس القدر من الكهرباء. ولا توجد وسيلة للتخلص طويل الأمد من النفايات النووية، وتعد فنلندا من الدول (وهم قله) التي لديها مشروع بناء مدفن للتخلص طويل الأمد من النفايات النووية.

ويؤكد المعارضون على أن رفض صناعة الطاقة النووية بمجملها على الصعيد العالمي يمكن تأسيسها على قاعدة "الإجراء الاحترازي" الذي صدر عن اليونسكو (UNESCO) عن لجنة أخلاق المعرفة العلمية والتكنولوجية عام 2005، والتي تقترح أن أي نشاط إنساني من المحتمل أن يؤدي إلى ضرر غير مقبول أخلاقياً، حتى لو كان هذا الضرر غير حتمي الحدوث، فإنه من الضروري أن يواجه العمل لاجتنابه أو التقليل لضرره. ويرى هذا الفريق أن حشد الرأي العام ضد استخدام الطاقة النووية يؤثر على توجه السياسات، وهناك نماذج متاحة من سويسرا والسويد وإيطاليا اللذين قرروا من خلال تصويت شعبي إغلاق المفاعلات النووية لديهم. كما قررت دول أخرى باستفتاءات شعبية، أو من خلال ضغط شعبي، أن تمنع بناء أي مفاعلات مثل دول أستراليا واليونان والبرتغال والدنمارك وايرلندا وقبرص والنروج وغيرها.

يرى هؤلاء الاقتصاديين المعارضون أن الطاقة النووية قد يكون دورها محدود في المستقبل. وهذا الرأي تدعمه التطورات الأخيرة في القطاع النووي، مع توجه عدة دول وعلى رأسها ألمانيا التي تتخلى عن البرامج النووية وشركات رائدة كشركات هندسة الطاقة مثل Siemens و RWE و E.ON في ألمانيا ،)Engieالمعروفة سابقًا باسم(Gulf Suez وفي فرنساSSE وفي المملكة المتحدة ، وبدأ التركيز على مصادر الطاقة المتجددة. وتشير استطلاعات الرأي العام إلى أن معظم الناس على مستوى العالم لا يدعمون استخدام الطاقة النووية، وحتى في حالة المملكة المتحدة، أيد 33 ٪ فقط الطاقة النووية في استطلاع حديث في عام 2016، بينما في استطلاع حديث آخر أيد 25٪ فقط مشروع هينكلي المقترح.

ويرى بعض الباحثين أنه في حالات صراعات بين الدول تكون المفاعلات مهدده للهجوم والانفجار وعلية لابد من رفع التأمين والحماية للمفاعلات وهو ما يرفع تكلفة المفاعل ومثال ذلك بريطانيا مهددة من فنلندا. كما يرون إن قدرة المصانع في العالم لإعادة تدوير النفايات النووية محدودة بكمية تقدر بنحو 4800 طن سنويًا، وهذا يعني أن كمية الوقود التي يتم تدويرها وخفض شدة إشعاعاتها هي أقل من نصف الكميات التي يتم إنتاجها سنوياً حول العالم .

2.1 تطور النظام الدولي الحاكم لاستخدام السلمي للطاقة النووية

لما كانت الطاقة النووية سلاحًا ذو حدين، ظهرت محاولات حثيثة من طرف المجتمع الدولي وذلك على كافة المستويات الثنائي، والإقليمي، والدولي بهدف تثمين الوجه السلمي والاستفادة من الطاقة النووية في التنمية البشرية، وتمكين الشعوب الأخرى من الاستفادة بهذه التقنية، وتكريس كل الجهود لمنع تحويل هذه التكنولوجيا عن مسارها الحقيقي النبيل واستخدامها في أغراض عسكرية تكون عواقبها كارثية على مستقبل البشرية. وسوف نتناول في هذا الجزء أهم هذه الجهود وتطورها على المستوى الدولي والإقليمي لضمان استخدام الطاقة النووية في الأغراض السلمية؛ نظرًا لطبيعة الأضرار التي تنتج عن استخدام الطاقة النووية والتي تتعدى عادة حدود الدولة التي تقع على إقليمها، حيث أنه في ضوء المسؤولية الدولية بدأت تظهر أهمية وجود جهود فاعلة للمنظمات الدولية والقانون الدولي لحفظ السلام والأمن العالمي (خاصة بعد الحرب العالمية الثانية عام 1945)، لمنع تكرار حوادث نووية مثل حادثة هيروشيما وناجازاكي التي حدثت في اليابان.

وقد بدأت جهود المجتمع الدولي بعقد عدة اتفاقيات ونذكر منها اتفاقية البحر العالي في عام 1958، ومعاهدة القطب الجنوبي في عام 1959، اتفاقية موسكو التي ترأسها الاتحاد السوفيتي، وبريطانيا، والولايات المتحدة الأمريكية في عام 1963 الخاصة بالحظر الجزئي للتجارب النووية وضمت 111 دولة بدون الصين وفرنسا على الرغم من أنهم دولتين نوويتين، وقد ساهمت هذه الاتفاقية في الحد من التلوث الإشعاعي ومهدت للعديد من المعاهدات كمعاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية، واتفاقية فيينا الخاصة بالمسؤولية المدنية عن الأضرار النووية(التي تم التوقيع عليها في عام1963) ، واتفاقية بروكسل في عام1971 والمتعلقة بالمسؤولية المدنية في مجال النقل البحري للمواد النووية. وبهذا أسس لبداية إنشاء قانون دولي ينظم استخدام الطاقة النووية سلميًا طبقًا لقواعد المسؤولية الدولية. كما تم توقيع اتفاقية حماية المناخ العالمي في عام 1992 .

وقد تعاقبت الإجراءات الدولية التي تنظم التعاون بين الدول في مجال استخدام الطاقة النووية، وتم وضع القواعد التي تنظم استخدامات الطاقة النووية، والمسؤولية الناشئة عن الأضرار التي تنجم عن هذا الاستخدام ويمكن إيضاح طبيعة التنظيم القانوني الدولي للاستخدام السلمي للطاقة النووية في النقاط التالية:

1.2.1 تطور التنظيم القانوني للاستخدامات السلمية للطاقة النووية

في ظل وجود العديد من المخاوف من المخاطر المحتملة التي قد تنشأ من التوسع في استخدام الطاقة النووية ظهر فرع جديد من فروع القانون يطلق عليه القانون النووي المنظم لاستخدامات الطاقة النووية. وهو ما يذكرنا بالفترة الأولى لاختراع السيارة التي تعمل بالنزين بدلاً من الجياد، ظهرت معارضات وتخوفات من سرعتها وتلويثها للهواء، وهنا ظهرت القوانين المنظمة لعملها للحفاظ على الإنسان والبيئة .

وقد ظهرت في كثير من الدول كالولايات المتحدة الأمريكية والعديد من الدول الأوروبية قوانين تنظم استخدام الطاقة النووية في الأغراض السلمية، وتحدد المسؤوليات المترتبة على الأضرار التي قد تنجم عنها، وهو ما تبعه توقيع العديد من

الاتفاقيات الدولية التي تنظم المسؤولية الناشئة عن الأضرار التي تنجم عن هذا الاستخدام وتحاول تفاديها، كما إنشات هيئات ومؤسسات لتقنين استخدام الطاقة النووية.

النظام القانوني الدولي للاستخدامات السلمية للطاقة النووية

الضوابط القانونية الدولية أو ما يمكن تسميته بالنظام القانوني النووي الدولي ويتمثل في المعاهدات والاتفاقات الدولية المتعددة الأطراف، مثل معاهدة منع انتشار الأسلحة النووية، ومعاهدة الحظر الشامل للتجارب النووية وغيرها من الاتفاقيات مثل اتفاقية فيينا للمسئولية المدنية عن الأضرار النووية، واتفاقية الأمان النووي، والإبلاغ المبكر عن الحوادث النووية والمساعدة الفنية في الطوارئ النووية. وقد انطلق النظام الدولي للضمانات النووية مع تأسيس الوكالة الدولية للطاقة الذرية في1956، ووجود هذه الوكالة بحد ذاته يُعد أكبر ضمانة دولية، ويقوم هذا النظام على التزام سياسي يهدف إلى منع الدول من استخدام المواد، والمعدات، والمشروعات النووية على نحو يخدم أي غرض عسكري أو استخدامها في عمليات تصنيع الأسلحة النووية أو أية أجهزة متفجرات نووية أخرى.

يمكن تقسيم الضوابط القانونية الدولية للاستخدامات السلمية للطاقة النووية إلى ثلاثة مجموعات، هي

-1 اتفاقيات ومعاهدات منع الانتشار النووي.

-2 اتفاقيات الأمن والأمان النووي.

-3 اتفاقيات المسؤولية المدنية عن الأضرار النووية.

اتفاقيات ومعاهدات لمنع انتشار الأسلحة النووية

تهدف هذه الاتفاقيات والمعاهدات لمنع الانتشار. وُتعد أول معاهدة تحرم التجارب النووية، وتخلق أول منطقة في العالم خالية من الأسلحة النووية، معاهدة حظر وضع الأسلحة النووية وأسلحة الدمار الشامل في قاع البحار والمحيطات" تهدف هذه الاتفاقية إلى منع سباق التسلح، وبصفة غير مباشرة جاءت لتحمي البيئة البحرية من التلوث بالأسلحة النووية " تم التوقيع على المعاهدة واعتمادها عام 1971بين كل من الولايات المتحدة الأمريكية والاتحاد السوفيتي السابق، والمملكة المتحدة ، والبروتوكول الإضافي لاتفاق الضمانات النووية، واتفاقية الحظر الشامل للتجارب النووية.

اتفاقيات الأمن والأمان النووي

يوجد الآن خمس اتفاقيات دولية أساسية تعالج قضايا الأمن والأمان النووي وتمثل نواه لنظام دولي للأمان النووي وهي :

-اتفاقية الحماية المادية للمواد النووية في عام ١٩٧٩ .

-اتفاقية التبليغ المبكر عن الحوادث النووية في عام ١٩٨٦.

-اتفاقية تقديم المساعدة الفنية في حالات الحوادث النووية والطوارئ الإشعاعية في عام ١٩٨٦.

-اتفاقية الأمان النووي في عام ١٩٩٤.

-الاتفاقية المشتركة بشأن أمان التصرف في الوقود المستهلك وأمان التصرف في النفايات المشعة في عام ١٩٩٧ .

وتؤكد الدراسة على أهمية الدور الذي تلعبه كلاً من الأمم المتحدة، والوكالة الدولية للطاقة الذرية كأبرز وأهم المنظمات الدولية العاملة على تحقيق الأمن والحماية النووية.

الأمم المتحدة: هي أولى المنظمات الدولية التي قامت بالعديد من الجهود لتنظيم الاستخدام السلمي للطاقة النووية، وتحقيق الأمن والأمان النووي ومن جهودها التالي:

- إنشاء إدارة شؤون نزع السلاح ويرأسها وكيل الأمين العام للأمم المتحدة، وتهدف لتحليل، وتقييم التطورات المتعلقة بنزع السلاح. وتنظيم مؤتمر نزع السلاح (الذي باشر أعماله بكثافة منذ عام 1959 إلى عام 1987).
- إنشاء جامعه الأمم المتحدة (مقرها طوكيو، وتقوم بعمل أبحاث عن السلام العالمي وحل النزاعات).
- إنشاء المجلس الاستشاري للدراسات الخاصة بنزع السلاح، ومهمته تقديم المشورة للأمين العام للأمم المتحدة فيما يتعلق بالدراسات الخاصة بنزع السلاح.
- إنشاء معهد الأمم المتحدة للبحوث الخاصة بنزع السلاح، وهي مؤسسة مستقلة في إطار الأمم المتحدة تقوم بأبحاث مستقلة في إطار نزع السلاح وقضايا الأمن.
- إنشاء الرابطة العالمية لمشغلي الطاقة النووية بعد حادثة تشرنوبيل لتدعيم مستوى الأمن النووي في كل المفاعلات بتبادل المعلومات والاتصالات بين الأعضاء.
- برنامج الأمم المتحدة للبيئة يدرس العلاقة بين التسلح النووي والبيئة.
- إنشاء معهد الأمم المتحدة للتدريب والبحث يهدف لتحقيق السلام العالمي.

منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة تُسهم في جعل الرأي العام العالمي يحد من سباق التسلح النووي.

منظمة الأمم المتحدة للتغذية والزراعة تهدف للتوسع في استخدام الطاقة النووية في الزراعة .

(ب)الوكالة الدولية للطاقة الذرية: هي منظمة غير حكومية، مستقلة، وتعمل تحت إشراف الأمم المتحدة، تم إنشاؤها بعدما اقترح الرئيس الأمريكي عام 1953 في خطاب إلى الجمعية العامة للأمم المتحدة خلق كيان دولي تحت كنف الأمم المتحدة. تتعاون الوكالة الدولية للطاقة الذرية مع الرابطة النووية العالمية لوضع لائحة لممارسة شركات التنقيب عن اليورانيوم، لضمان تطبيق أساليب التشغيل السليمة. وتحوز الوكالة مفاعلات نووية بحثية. وقد صدر قرار بإجماع الآراء من الجمعية العامة للأمم المتحدة بعنوان "الذرة من أجل السلام" يقضي بإنشاء الوكالة الدولية للطاقة الذرية، ومقر الوكالة الدولية للطاقة الذرية فينا ومنوطة بالقضايا النووية، وتهدف لمنع انتشار الأسلحة النووية والتوسع السلمي لاستخدامات الطاقة النووية لتحقيق التنمية الاقتصادية والاجتماعية، وقد تم إقرار دستور لها في عام 1956، وأصبح ساري في عام 1957. ويُعد تأسيس الوكالة الدولية للطاقة الذرية ونظام ضماناتها أداة لا يمكن الاستغناء عنها لمنع الانتشار

النووي، وتحقيق التعاون النووي السلمي ولتحقيق هذه الأهداف ألزمت معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية جميع الدول الأطراف غير الحائزة لأسلحة نووية بأن تتفق مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية بعقد اتفاقيات ضمانات شاملة، تخضع الدول الأطراف بمقتضاها جميع ما لديها من مواد مصدرية أو انشطارية خاصة للضمانات. والمادة الثالثة من معاهدة عدم الانتشار النووي تنص على أنه يتعين على جميع الدول غير الحائزة لأسلحة نووية "أن تقبل ضمانات تحدد صيغتها في اتفاق يتعين التفاوض عليه وعقده مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية. وتكون الغاية الوحيدة من ذلك الاتفاق التحقق من التزام الدولة بالالتزامات التي تعهدت بها بموجب معاهدة عدم الانتشار النووي." ويتعين الشروع في إجراء تلك المفاوضات في موعد لا يتجاوز اليوم الذي تودع فيه الدولة صك تصديقها على المعاهدة بعد الانضمام إليها بحيث تنتهي تلك المفاوضات في غضون ثمانية عشر شهرًا.

ومما سبق يتبين أن الوكالة مكلفة طبقًا لمعاهدة عدم الانتشار بتزويد المجتمع الدولي بضمانات ملموسة وموثوق بها بعدم تحويل أي مواد نووية مستخدمة استخداماً سلميًا إلى أسلحة أو متفجرات نووية. وتتولى الوكالة من خلال نظام ضماناتها، مهمة التحقق من الامتثال للتعهدات بشأن المعاهدات الإقليمية المنشئة للمناطق الخالية من الأسلحة النووية، ولا يمكن تحقيق تلك المهمة إلا في الدول التي عقدت اتفاقات ضمانات شاملة وحتى يتسنى للوكالة أن تضمن عدم احتمال وجود أي مواد وأنشطة غير معلنة، ينبغي أن تنفذ الدول بروتوكولات إضافية لاتفاقات الضمانات الخاصة بها معتمدة على أساس النموذج المعتمد من مجلس محافظي الوكالة. ولقد كان للوكالة الدولية للطاقة الذرية دور كبير في عقد معاهدات لتحقيق الأمن والأمان النووي ففي عام 1980 وبعد جهد وإعداد لمدة 10 سنوات افتتحت "الاتفاقية الدولية حول الحماية المادية للمواد النووية" لتوقيع جميع الدول، وتُعد الاتفاقية مخصصة لضبط الإجراءات القابلة لضمان حماية مادية ملائمة للمواد والمنشآت النووية في أي مكان يمكنها فيه أن تتعرض لتهديدات السرقة أو التخريب، وتُعد الوكالة الدولية للطاقة الذرية الوديعة لهذه المعاهدة الهادفة لضمان أمن نقل المواد النووية وحمايتها المادية، وتتضمن 23 مادة وملحقين. وجدير بالذكر أن هذه الاتفاقية الدولية قد تم التحضير لها في إطار اتفاقية عدم انتشار الأسلحة النووية، حيث أراد المشجعون على إبرامها التوقيع عليها، والعمل على التعجيل بسريان مفعولها لتسد الثغرات القانونية التي بدأت تظهر في اتفاقية عدم انتشار الأسلحة النووية لاسيما ما يتعلق بالضمانات، والأمن، والتحويلات النووية بشتى أنواعها.

اتفاقيات المسؤولية المدنية عن الأضرار النووية

انطلاقًا من أن الأنشطة النووية قد تخلق مخاطر من نوع خاص، وعلى الرغم من مستويات الأمان العالية في هذا المجال إلا أن احتمالات حدوث حوادث نووية تظل قائمة، وقد تحمل هذه الحوادث النووية مخاطر تتخطى حدود الدولة التي تحدث فيها. وعلى الرغم من الاحتمالات القليلة جدا لحدوث حادثة نووية كبيرة إلا أن ذلك يوضح ضرورة وجود نظام قانوني خاص يتعامل مع المسئولية المدنية يسهل عملية التعويض للضحايا بمجرد إقرار الدولة لأنشطة نووية. هناك عدة معاهدات تنظم مسألة تعويض الطرف المتضرر من الحوادث النووية، حيث تتحمل الدولة تعويضهم من المنافع التي حصلت عليها من المشروع وفق مبدأ المسؤولية المطلقة. وتعد أول معاهدة حول التعويض عن الأضرار النووية، معاهدة باريس ١٩٦٠ حول مسؤولية الطرف المتضرر في مجال الطاقة النووية. وقد بدأت كآلية إقليمية في إطار منظمة التعاون

الاقتصادي والتنمية. وتقوم المبادئ الأساسية للمسؤولية النووية الدولية للطرف الثالث على أن المسؤولية تقع على المشغل (المسئول عن التشغيل للمنشأة النووية) وبعد ثلاث سنوات من اتفاقية باريس تم التوصل إلى اتفاقية فينا النووية للمسؤولية المدنية عن الأضرار النووية، والتي تم تعديلها بواسطة بروتوكول ١٩٩٧. وتقوم المسؤولية المدنية عن الأضرار النووية وفقا لهذه الاتفاقية على أن القائم بالتشغيل أو المشغل هو المسئول الوحيد عن الأضرار النووية؛ ولا يلزم بالضرورة إثبات الخطأ في جانب المشغل وإنما يكتفى إثبات وقوع الضرر وعلاقة السببية بينه وبين الحادث النووي؛ وتسقط الحقوق في التعويض بعد عشر سنوات من تاريخ الكارثة النووية .

النظام القانوني الإقليمي للاستخدامات السلمية للطاقة النووية

الضوابط القانونية الإقليمية أو ما يمكن تسميته بالنظام القانوني النووي الإقليمي وهي معاهدات إقليمية تعمل في مجال نزع السلاح النووي، وتطوير الاستخدامات السلمية للطاقة وقد أنشأت عدة منظمات ومعاهدات إقليمية. ومن المعاهدات الإقليمية نذكر منها معاهدة انتراتكيا (Antarctica) وكان الهدف من توقيعها عام ١٩٦٧ جعل قارة أمريكا اللاتينية خالية من الأسلحة النووية، إذ نصت المادة (12) من المعاهدة على ضمانات لتحقيق الهدف، ومعاهدة راروتونجا تلاتيلولكو (Tlatelolco)في عام ١٩٨٥ وتهدف لجعل منطقة جنوب المحيط الهادئ خالية من الأسلحة النووية، ثم معاهدة راروتونجا (Rarotonga)في ١٩٩٥ لإنشاء منطقة خالية من الأسلحة النووية في جنوب شرق آسيا. ثم معاهدة بانجوك (Bangkok)في عام ١٩٩٦ لجعل قارة أفريقيا خالية من الأسلحة النووية، وانتهاءً بمعاهدة اتفاقية بلندابا سيميبا لاتينسك (Pelindaba)في عام ٢٠٠٦ لجعل منطقة آسيا الوسطى خالية من الأسلحة النووية. ومن المنظمات نذكر الوكالة الأوربية للطاقة الذرية (E.N.E.A) والتي أنشأت عام 1956، وتهدف الوكالة الدولية إلى العمل على استخدام الطاقة النووية في الأغراض السلمية، والتأكد من أن المساعدة التي تقدمها لا تستغل في الأغراض العسكرية. وقد اتسعت أهدافها وأهميتها بعد دخول معاهدة منع انتشار الأسلحة النووية موضع التنفيذ، إذا ألزمت المادة الثالثة من هذه المعاهدة كل دولة ليست ذات سلاح نووي وطرف فيها بقبول ضمانات ضمن اتفاقية يتم التفاوض بشأنها، وذلك للتأكد من تنفيذها للالتزامات التي تتضمنها المعاهدة بغرض منع تحويل الطاقة النووية من الاستخدام السلمي إلى أسلحة نووية أو أجهزة أخرى للتفجير النووي، وهو الذي أدى إلى اتساع نطاق أعمال الوكالة وامتداد نشاطها من النواحي العلمية، والتكنولوجية إلى النواحي السياسية أيضاً، والجماعة الأوربية للطاقة الذرية اليوراتوم (EURATOM) التي بدأت عملها عام 1958 ، وشملت ستة دول أوربية هي: بلجيكا، فرنسا، ألمانيا الاتحادية، إيطاليا، لوكسمبورغ وهولندا، وقد اعتبرت المنظمة الطاقة النووية مصدر طاقة هام، ويجب توفير الظروف المناسبة لتطويرها إضافة لتوفير شروط السلامة والأمن المرتبطة بها وذلك بالتعاون مع المنظمات الدولية الأخرى، كما تضمنت المادة الأولى بالتحديد مقاصد الجماعة وهي: العمل على رفع مستوى المعيشة في الدول الأعضاء، خلق الظروف المناسبة لإنشاء وإنماء الصناعة النووية، وأكدت المادة الثانية على مهام اليوراتوم وأهمها: وضع القواعد الصحية اللازمة لحماية العمال والسكان من الأخطار النووية، وبناء المنشآت اللازمة لتطوير الاستخدامات السلمية للطاقة النووية، وتوفير وتوزيع الخامات والمواد النووية لأعضاء الجماعة بطريقة عادلة ووضع الضمانات اللازمة لضمان عدم استخدام المواد النووية المخصصة للاستخدام السلمي لأغراض عسكرية، بالإضافة للقيام بالأبحاث الفنية، والاتصال بالدول والمنظمات الدولية المتخصصة في سبيل تطوير الاستخدام السلمي للطاقة النووية .

كما كانت للدول العربية أيضاً دور في نشاط نزع السلاح النووي، والدفع تجاه الاستخدام السلمي للطاقة النووية وذلك من خلال إنشاء المجلس العلمي العربي المشترك لاستخدام الطاقة النووية السلمية تحت مظلة جامعة الدول العربية (تتلخص مهام المجلس في تشجيع البحوث النووية وإجرائها، توفير الفنيين والمختصين في الأبحاث والصناعات النووية وتدريبهم، وتوفير الخامات والمواد والمعدات، والمنشآت اللازمة للصناعة النووية، ووضع نظام للوقاية من الأخطار النووية، و مباشرة العلاقات الخارجية مع الدول الدولية لتحقيق هذه المهام) ، وإنشاء مركز الشرق الأوسط الإقليمي للنظائر المشعة للدول العربية(أنشئ هذا المركز في مصر بناءً على طلب من مصر للوكالة الدولية للطاقة الذرية لتحويل مركزها الوطني للنظائر المشعة إلى مركز إقليمي، نشيء مركز الشرق الأوسط الإقليمي للنظائر المشعة للدول العربية بالقرار الجمهوري رقم 119 لسنة 1963 وهو مركز يتمتع بشخصية قانونية مستقلة ذات طابع إقليمي . كان لإنشاء المركز تأييد من عدة دول عربية ساهمت في اتفاقية إنشائه وهذه الدول هى : مصر - العراق - اليمن - السودان - ليبيا - سوريا- الجزائر- تونس - لبنان - السعودية - الأردن- المغرب - قطر - الإمارات ، والمركز عضوًا في قاعدة البيانات الدولية للمعلومات النووية) .

النظام القانوني على المستوى الثنائي للاستخدامات السلمية للطاقة النووية:

ويسمى بالضمانات الدولية الثنائية، وانشئ من خلال الاتفاقيات الثنائية كتلك التي عقدتها بعض الدول كالولايات المتحدة الأمريكية، بريطانيا، كندا، الاتحاد السوفيتي، إذ تضمنت بعض هذه الاتفاقيات ضمانات محددة أحيانا ومتباينة أحيانا أخرى.

ومن أمثلة هذا النظام الاتفاقية بين الولايات المتحدة وتركيا عام 1955، وتنص على تزويد تركيا بمفاعل أبحاث وقد نصت المادة السابعة من الاتفاقية بأن "تضمن تركيا عدم استخدام المواد والمعدات، والأجهزة المنقولة إليها أو إلى أشخاص خاضعين لسلطتها، من أجل الأسلحة النووية، أو البحث العملي على الأسلحة النووية، أو تطويرها أو من أجل أية أغراض عسكرية أخرى .

النظام القانوني الوطني(القومي) للاستخدامات السلمية للطاقة النووية

وهو تنظيم الاستخدامات النووية داخل كل دولة، حيث تقوم بإصدار القوانين الوطنية التي تنظم الاستخدامات النووية داخل حدود الدولة، ومن الضروري بالنسبة لكل دولة على حدا أن تنشئ نظامها الخاص بالضمانات الذي يعرف ب " النظام الوطني للضمانات النووية "، وذلك نظرًا للأهمية الاستراتيجية والقيمة المادية الكبيرة لتلك المواد والمعدات، ولما قد يحدثه إساءة استخدامها أو نقلها إلى أطراف أخرى بشكل غير قانوني من نتائج خطيرة قد تضر بمصالح الدولة وأمنها الإقليمي، حيث تقوم الدولة بوضع نظامها الوطني الخاص للضمانات النووية وكمية المواد النووية ومراقبتها وهو من أعمال السيادة يتكفل بتنفيذه جهاز وطني مسؤول.

2.2.1مبررات المشاركة في النظام القانوني المنظم لاستخدامات الطاقة النووية

الوفاء بالالتزامات الدولية: جميع الدول غير الحائزة لأسلحة نووية والتي هي طرف في معاهدة عدم الانتشار النووي ملزمة بمقتضى القانون الدولي بتنفيذ ضمانات شاملة تعقدها مع الوكالة ومن أجل تحقيق أكبر قدر من الضمانات.

تحقيق الأمن الدولي: تُعد عمليات التحقق والتفتيش في نظام الضمانات والضوابط القانونية لدى الوكالة الدولية للطاقة الذرية العمود الفقري الذي من خلاله يمكن إرساء دعائم الأمن الدولي وذلك بوضع حد لانتشار الأسلحة النووية عبر العالم ،وبهذا الصدد فقد وجهت كل من الجمعية العامة للأمم المتحدة، ومؤتمر استعراض معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية، والمؤتمر العام للوكالة نداءات متكررة من أجل تطبيق نظام الضمانات على الصعيد العالمي، ومن المتفق عليه أن الوكالة الدولية لعبت دورًا مهما في هذا المجال، ذلك أن قيام كل دولة من الدول الأطراف بتنفيذ اتفاقيات الضمانات وبروتوكولاتها الإضافية وهي من دون شك مساهمة في الجهود الرامية إلى نزع السلاح النووي ومنع انتشاره.

تحقيق الأمن الإقليمي والوطني: تشترط جميع المعاهدات الإقليمية المنشئة لمناطق خالية من الأسلحة النووية على الدول الأطراف فيها أن تعقد مع الوكالة اتفاقات ضمانات شاملة بحيث تسهم هذه الضمانات في زيادة الشفافية في المجال النووي وتعزز بناء الثقة بين الأطراف على الصعيد الإقليمي والدولي، وتنفيذ الضمانات المتعلقة بالمواد النووية، ونزع الشكوك حول الأنشطة غير المعلنة وبذلك يبعد الشكوك التي تسمم العلاقات الدولية وهذا من شأنه إرساء الأمن والاستقرار الدولي، كما أن المساعدات التقنية للدول الأطراف يمكنها من الاستفادة منها على المستوى المحلي والوطني في مجالات التنمية .

3.2.1التنظيم الرقابي للاستخدامات السلمية للطاقة النووية

يُعد النظام الرقابي أحد آليات التحقق من الاستخدام السلمي للطاقة النووية ويوجد نوعان من الرقابة النوع الأول يسمى الرقابة الداخلية، والنوع الثاني يسمى الرقابة الخارجية وهذا النوع الأخير يعرف أيضًا بالضمانات الدولية (أبرز الأمثلة عليها رقابة الوكالة الدولية للطاقة الذرية التي تعمل على الرقابة على عمليات الإشعاع النووي، ولمفتشي الوكالة الحق في القيام بعمليات التفتيش كما لهم صلاحيات تفتيش أكبر من حق المطالبة بإعطاء معلومات من الأنشطة الخاصة بالكيانات غير الحكومية، وأخذ عينات بيئية، وفحص مستويات الإشعاع في مساحات أوسع)، ويعد إنشاء جهة رقابية لتنظيم ورقابة الأنشطة، والمنشآت النووية والإشعاعية أحد أهم متطلبات البنية الأساسية الوطنية. وتعد الجهة الرقابية الوطنية أحد أهم الجهات التي تساعد الدولة على الاضطلاع بمسئولياتها في مجال الوقاية الإشعاعية والأمان النووي لذلك ينبغي للدولة -عند إنشاء هذه الجهة - أن تمنحها الاستقلال عن الجهات المستخدمة لهذه المواد حتى تتسم قراراتها الرقابية بالحيادية والنزاهة دون الخضوع لأية عوامل قد تؤثر على فاعلية العملية الرقابية، والمسئولية عن مراقبة أية ممارسات تتطلب تداول المواد والمصادر والنفايات المشعة.

وترى الدراسة أنه بالرغم من كل هذه الجهود للمنظمات الدولية والمبادرات والاتفاقيات إلا أن دور المنظمات الدولية الهادفة لوقف تجارب الأسلحة النووية والنزع الشامل للسلاح النووي، يتسم بعدم الجدية خاصة مع الدول القوية، وعدم توفر الإرادة السياسية لدى الدول النووية الكبرى خاصة في بعض البرامج النووية كتجربة إسرائيل النووية (أن جميع دول

منطقة الشرق الأوسط قد انضمت إلى نظام الضمانات الشاملة، ماعدا إسرائيل. فإسرائيل هي الدولة الوحيدة في المنطقة العربية التي تمارس أنشطة نووية مهمة خارج أي رقابة دولية، وتتجاهل القرارات الدولية الصادرة عن الجمعية العامة وعن المؤتمر العام للوكالة الدولية للطاقة الذرية التي طالبتها بالانضمام لمعاهدة عدم الانتشار كدولة غير نووية، وبإخضاع جميع منشآتها النووية لنظام الضمانات الشاملة للوكالة ولكن لم تستجب. ولا شك أن ذلك يزيد من خطر الانتشار النووي في الشرق الأوسط ويعيق تحقيق هدف إخلاء المنطقة من الأسلحة النووية) وهو ما كان سببا لفشل كل هذه المبادرات رغم صلاحيتها، ومن ثم يرى الباحث أن القانون لا يمكنه التحكم في استعمال هذه الأسلحة بشكل قاطع مما يفقده وظيفته وإن المتحكم الرئيسي هو السياسة.

وترى الدراسة أهمية اهتمام دول العالم أجمع لدعم دور الوكالة الدولية للطاقة الذرية في مجالات عملها الثلاثة- التحقق، والأمن والأمان النووي، والاستخدامات السلمية للطاقة النووية - بصورة متكاملة تسهم في تحقيق أهداف الأمم المتحدة للحفاظ على السلم والأمن الدولي وتحقيق التنمية المستدامة.

4.2.1الوضع القانوني والرقابي للطاقة النووية في مصر

قد انضمت مصر إلى معاهدة فيينا المتعلقة بالمسئولية المدنية عن الأضرار النووية عام 1965، ومعاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية عام 1968، وتم التصديق عليها عام 1981، كما انضمت إلى معاهدة اتفاقية تطبيق الضمانات المرتبطة بمعاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية عام 1981، ومعاهدة الإبلاغ المبكر عن الحوادث النووية عام 1986، ومعاهدة الأمان النووي عام 1994.

وفي مصر تم وضع قانون رقم 59 لعام 1960 لتنظيم العمل بالإشعاعات الضارة والوقاية من أخطارها، وفي عام 2010 تم وضع قانون تنظيم الأنشطة النووية والإشعاعية الصادر بالقانون رقم 7 لسنة 2010. ولكن التشريعات النووية المصرية قد أغفلت كثيراً من العناصر التي يجب أن يحتويها التشريع النووي، وأهمها عنصران أساسيان :

العنصر الأول: نظام مسئولية المرخص له ممارسة النشاط النووي، واكتفت في ذلك بكون مصر طرفاً في اتفاقية فيينا بشأن المسئولية المدنية عن الأضرار النووية 1963 والتي تعتبر جزء من القانون الداخلي طبقاً للمادة 151 من الدستور، ومن ثم فمن الأحرى بالقانون المصري أن ينظمها ويصدر نصوص لها، حيث تركتها الاتفاقية للقانون الداخلي.

العنصر الثاني: أغفل التشريع المصري وضع الأساس التشريعي لحالات الطوارئ الإشعاعية في ضوء الاتفاقيات التي أصبحت مصر طرفاً فيها، وهي اتفاقية الإبلاغ المبكر عن أي حادث نووي 1986، واتفاقية طلب المساعدة في حالة أي حادث نووي أو طارئ إشعاعي عام 1986، حيث يجب تخويل الجهة الرقابية إمكانات وضع خطة طوارئ إشعاعية على المستوى القومي تكون لها إمكانات تطبيقها. وإن كان يمكن الاستناد في هذا الخصوص إلى المادة 25 من القانون 4 لسنة 1994 بشأن البيئة في وضع خطة قومية لمواجهة حالات الطوارئ البيئية، ويتم اعتمادها من مجلس الوزراء حتى تكون لها الفاعلية على المستوى القومي مما يتيح للجهة الرقابية إمكانيات أكبر ومدى أوسع في حرية الحركة لمواجهة حالات الطوارئ الإشعاعية .

كما يوجد قصور في القانون في الحماية من الأضرار النووية من خلال قصور قانوني لعمليتي التأمين والتفتيش، وهو ما يتطلب أن تتم الإجراءات التي تقوم بها السلطة التنظيمية أو الوقائية في إطار قانوني ملزم. كما يجب إعداد قانون جديد يكمل تدابير الاتفاقيات الدولية والتشريعات الوطنية الداخلية المتسقة مع مبادئ الاتفاقيات بهدف زيادة التأمين عن الأضرار النووية والعاملين في هذا المجال وتشجيع التعاون الإقليمي، والعالمي لتحقيق مستوى أعلى من الأمان النووي وفقاً لمبادئ التضامن الدولي. كما يقترح البحث تطبيق نظام المفتش المقيم، وهو المفتش المخصص لمنشأة نووية معينة طوال الوقت كما في النظام الأمريكي وهو نظام يحقق فاعلية التفتيش في المنشآت النووية، ويمكن في الوقت ذاته تغيير المفتشين المقيمين من وقت لآخر لتحقيق عنصر الحيادية في هذا الخصوص. كذلك يجب منح المفتش سلطات تمكنه من أداء عمله بفعالية، مثل: منحه صفة الضبطية القضائية التي أغفلها التشريع المصري أيضًا.

كما لا نغفل أن نشير إلى أن القانون المصري ينص على أن يعين رئيس الجمهورية (وليس رئيس الوزراء) كل من رئيس ونواب الرئيس وأعضاء مجلس إدارة هيئة الرقابة النووية والإشعاعية لمدة أربعة سنوات ويمكن تجديدها كما أنه لم يضع شروطًا لشغل وظيفة رئيس ونواب رئيس مجلس إدارة هيئة الرقابة من حيث التأهيل، أو الخبرة أو مسببات إنهاء عمله. وفي الحقيقة هذه نقطة هامة وهناك ضرورة لوضع شروط لتعيين رئيس هيئة الرقابة من أهمها توافر التخصص في مجالات الأمان النووي أو الوقاية الإشعاعية.

ملخص الفصل الأول

في ظل التغيرات العالمية وتوجهه الدولة نحو تحقيق التنمية المستدامة، ومع وضع استراتيجية الطاقة المستدامة التي تهدف لتحقيق أمن الطاقة وتنويع مصادر الطاقة مع الحفاظ على البيئة جاءت الدراسة لتتناول أهمية الطاقة النووية حيث تتبي الدراسة الاتجاه المؤيد للاستخدام الطاقة النووية وفي ضوء ذلك تتناول الدراسة في الفصل الأول المبحث الأول بعنوان "الإطار النظري للطاقة النووية " أهم المصطلحات والمفاهيم في مجال الطاقة، وتحديدًا الطاقة النووية كأمن الطاقة، واقتصاديات الطاقة، التلوث البيئي، وعلاقة الطاقة المستدامة بمفهوم التنمية المستدامة حيث تُساهم الطاقة النووية في عدة أبعاد من أبعاد التنمية المستدامة وإن لم تكن جميعها فتحقق هدف أمن الطاقة، والحفاظ على البيئة، وتوفر جودة حياة أفضل، وفرص عمل. المبحث الثاني بعنوان" مراحل تطور الطاقة النووية في مصر" تناول مراحل تطور إنتاج واستخدام الطاقة في مصر، والتطور التاريخي لمشروع الطاقة النووية في مصر، واتجاهات استخدام الطاقة النووية (المؤيدين والمعارضين)، والتنظيم القانوني (الدولي والإقليمي، والثنائي، والقومي) للاستخدامات السلمية للطاقة النووية، ودوافع الانضمام له ومن أهمها الوفاء بالالتزامات الدولية، وتحقيق الأمن الدولي، والوضع القانوني المنظم للطاقة النووية في مصر.

وقد توصل المبحث الأول في الفصل الأول إلى التالي:

وضحت الدراسة أسس اختيار موقع المحطات النووية، وسبل تحقيق الأمان النووي من أهمها خضوع اختبار مواقع المحطات النووية لأدق الدراسات التي تضمن أعلى معدلات الأمان مع الاستعانة بالخبرات الدولية، إعداد العاملين بالتعليم والتدريب سواء في مصر أو الدول ذات الخبرة.

إن أهم محددات التوجه للطاقة النووي التكلفة، والتعلم والتقدم التكنولوجي، والبيئة القانونية، والإرادة السياسية والاستقرار والأمن.

وخلص المبحث الثاني من الفصل الأول إلى النقاط التالية:

محددات الطلب على الطاقة أبرزها معدل النمو السكاني، والظروف المناخية، والتنمية والتقدم المجتمعي ومستوى الدخل.

تتعدد مراحل تطور استخدم الطاقة الكهربائية في مصر منذ القرن 19 وصولاً للألفية، مع تناول مراحل ظهور المشروع النووي في مصر بداية من المشروع البحثي مفاعل أنشاص وصولاً لمشروع الضبعة.

إن البيئة القانونية الدولية للطاقة النووية تنقسم لشقين النظام القانوني والنظام الرقابي، ومن أبرز الاتفاقيات المنظمة اتفاقية عدم انتشار الأسلحة النووية، واتفاقية فيينا الخاصة بالمسؤولية المدنية عن الأضرار النووية عام196)، واتفاقية بروكسل في عام1971 والمتعلقة بالمسؤولية المدنية في مجال النقل البحري للمواد النووية. كما تم توقيع اتفاقية حماية المناخ العالمي في عام 1992، وأهم المؤسسات الدولية الأمم المتحدة، والوكالة الدولية للطاقة الذرية.

يُعد النظام الرقابي أحد آليات التحقق من الاستخدام السلمي للطاقة النووية ويوجد نوعان من الرقابة النوع الأول يسمى الرقابة الداخلية، والنوع الثاني يسمى الرقابة الخارجية وترى الدراسة أنه بالرغم من كل هذه الجهود للمنظمات الدولية والمبادرات والاتفاقيات إلا أن دور المنظمات الدولية الهادفة لوقف تجارب الأسلحة النووية والنزع الشامل للسلاح النووي، يتسم بعدم الجدية ومن هنا تقترح الدراسة وضع عقوبات دولية رادعة للمخالفين.

يوجد بعض القصور في الإطار القانوني المتعلق بالطاقة النووية في مصر ومنها لا يوجد معايير معلنة لتعيين رئيس هيئة الرقابة النووية والإشعاعية، أغفل التشريع المصري وضع الأساس التشريعي لحالات الطوارئ الإشعاعية ومن هنا تقترح الدراسة تشكيل لجنة لوضع مسودة قانون يوضح طرق وأسس إختيار الكفاءات في مجال الطاقة النووية ويوضح الإجراءات في حالات الطوارئ وكيفية التعامل معها.

الفصل الثاني

وضع قطاع الطاقة في مصر

الفصل الثاني

وضع قطاع الطاقة في مصر

تمهيد:

شهد العالم منذ عام 2020 تغييرات جذرية في قطاع الطاقة محليًا ودوليًا، فمع تفشي جائحة كوفيد19 عالميًا، والاضطرابات التي سببتها في أسواق النفط والغاز، ومع حرب روسيا وأوكرانيا عام 2022 وتأثيرها السلبي على سلاسل إمداد الطاقة، الأمر الذي أدي إلى تأثر مخططات تنفيذ المشروعات العالمية والمصرية بالسلب، ومع وجود الإجراءات الاحترازية بدء نمو النشاط الاقتصادي العالمي والاقتصاد المصري يتحسن، وتم استئناف وتيرة العمل في القطاعات المختلفة مثل مشروعات الطاقة النووية والمتجددة، إلي جانب زيادة الاهتمام الدولي بقضايا تسريع التحول نحو الطاقة النظيفة، وزيادة الممارسات البيئة منخفضة الكربون، علاوة علي تنامي الزخم العالمي تجاه التكنولوجيات الناشئة وإنتاج الهيدروجين الأخضر جنبًا إلي جنب مع تقنيات التخزين. وعلى الصعيد المحلي، شهد قطاع الطاقة بعد عام 2020 ارتفاع في الطلب على الاستثمار في الطاقة المتجددة سواء مشروعات طاقة الرياح أو الطاقة الشمسية وهو ما انعكس في زيادة الإنتاج، كما استمرت هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة في نشر الوعي بأهمية كفاءة وترشيد استخدامات الطاقة، وإعداد الكوادر المدربة للعمل واتخاذ العديد من الإجراءات في مجالات الطاقة النووية والمتجددة.

وفي ضوء ذلك تتناول الدراسة في هذا الفصل تحليل طبيعة قطاع الكهرباء من حيث نقاط القوى والضعف، والفرص المتاحة والتحديات التي تواجه القطاع، والوضع الراهن لمصادر الطاقة النووية والمتجددة، والاتجاهات الحالية لإنتاج واستهلاك والتصدير والاستيراد للطاقة في مصر، و تطور الاستثمار في قطاع الطاقة، وأبرز جهود الحكومة في قطاع الطاقة من تعزيز آليات الاستثمار في قطاع الطاقة الجديدة والمتجددة مثل مشاريع الربط الكهربائي، ومحطة الضبعة والعائد المتوقع من إنشاؤها وتحليل استمارة الطاقة النووية والطاقة المتجددة باستخدام برنامج SPSS. ويتناول الفصل الثاني وضع قطاع الطاقة في مصر من خلال المبحثين التاليين: المبحث الأول: قطاع الطاقة في مصر. المبحث الثاني: وضع الطاقة النووية في مصر.

المبحث الأول

قطاع الطاقة في مصر

يعتبر قطاع الطاقة من أهم القطاعات لكونه القطاع الأساسي الموفر للطاقة اللازمة لكافة القطاعات ومن ثم له دور كبير بصورة مباشرة وغير مباشرة في تحقيق التنمية المستدامة .

ومن تحليل الدراسة في هذا المبحث لوضع قطاع الطاقة في مصر وجدت أن وضع قطاع الطاقة في مصر قبل 2015 مختلف كثيرًا عن الفترة بعد وضع استراتيجية الطاقة المتكاملة والمستدامة 2035 التي أطلقتها وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة عام 2015 والتي اتجهت نحو التوسع في استخدام الطاقة المتجددة، وبدء مشروع الطاقة النووية في الضبعة بجانب مشروعات الطاقة التقليدية بهدف تحقيق التنوع في مصادر الطاقة، وهو ما يضمن أمن الطاقة، ويسُاهم في تخطي العجز في موارد الطاقة الذي ظهر في عام 2007 وبلغ ذروته في عام 2014 والذي أدى لانقطاع التيار الكهربائي وقتها، وقد تم استخدام تحليل "SWOT Analysis"لتوصيف وضع قطاع الطاقة في مصر بصورة أدق من حيث نقاط القوى والضعف والفرص والتحديات. وتم تحليل البيانات لتحديد مستوى الانتاج والاستهلاك من مصادر الطاقة، ووضع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في ظل أن قطاع الكهرباء يؤدي لنحو 48% من هذه الانبعاثات. وترى الدراسة أن مصر تتمتع بوفرة من مصادر الطاقة المتجددة" وهو ما أكده تحليل خارطة الطاقة المتجددة الذي أصدرته الوكالة الدولية للطاقة المتجددة عام 2018" وتؤكد الدراسة أن مصر لديها القدرة على توفير 53 % من مزيج الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة بحلول عام2030، وأن هذا يقلل إجمالي تكاليف الطاقة بمقدار 900مليون دولارًا سنويًا مع إمكانية عالية لنشرها" ولكن غير مستغلة بشكل كامل وإن كان بدء الاهتمام بها مؤخرًا ، كما تتمتع مصر بوفرة في إنتاج كميات كبيرة من المخلفات الصلبة حيث تُقدر المخلفات الزراعية بحوالي 35 مليون طن، ويُقدر متوسط إنتاج الفرد من المخلفات الحضرية بنحو 5 كم/للفرد في اليوم. وتوصلت الدراسة إلى أن اتخاذ الحكومة العديد من الجهود في ظل الاستراتيجية نتج عنه تحسين ترتيب مصر في مؤشر التحول الفعال بمجال الطاقة من الرتبة 86 عام 2019 إلى الرتبة84 عام 2020 ثم للمركز 76 عام 2021 كما تحسنت قدرة الدولة للتحول لقطاع أكثر استدامة.

1.2 تحليل وضع قطاع الطاقة في مصر

تناولت الدراسة تحليل وضع قطاع الطاقة من خلال استخدام تحليل (SWOT Analysis) وفي البداية توضح الدراسة معنى كلمة"SWOT " هي اختصار لأربع كلمات هي القوةStrength ، الضعفWeakness، الفرصOpportunity ، التهديداتThreats ، وتعكس البيئة الداخلية نقاط القوى الضعف، والبيئة الخارجية الفرص والتحديات. وفي ضوء هذا التحليل تتناول الدراسة الأهداف الاستراتيجية لقطاع الكهرباء في مصر والتي تتمثل في تعظيم الاستفادة من جميع الموارد، تنوع الموارد، تعزيز استخدام الطاقة المتجددة، وتنفيذ مشاريع الطاقة النووية، تعزيز الربط الكهربائي، تحسين كفاءة إنتاج واستخدام الطاقة من خلال تطوير سياسات كفاءة الطاقة ونشر الوعي بها، حماية البيئة بالتوسع نحو الطاقة المتجددة والنووية، التخطيط الاستراتيجي لتحقيق أمن الطاقة للأجيال القادمة.

1.1.2 تحليل(SWOT Analysis)

انطلاقًا من هذه الأهداف نحلل وضع البيئة الداخلية والخارجية لقطاع الكهرباء في مصر كالتالي:

البيئة الداخلية: تتناول وضع القيادة وإدارة قطاع الطاقة، والإطار التشريعي، البناء المؤسسي، التخطيط الاستراتيجي، الموارد البشرية، القيم الأخلاقية، والبحث العلمي والتقنية، الموارد الاقتصادية، البنية التحتية، خدمات البيانات والمعلومات.

(ب)البيئة الخارجية: تتمثل في المنافسة الدولية والإقليمية، استقطاب الاستثمار الأجنبي والمشروعات القائمة كالربط الكهربائي، استقطاب خبرات إدارية وفنية وعالمية، فتح أسواق جديدة، الشراكات الدولية.

(أ) تحليل وضع البيئة الداخلية

نقاط القوى(تتمثل في أن مصر هي أكبر الدول في المنطقة العربية والإفريقية، وذات كثافة سكانية وقوة استهلاكية عالية، وتتمتع بموقع جغرافي متميز، واستقرار أمني وسياسي واجتماعي، وشبكة نقل موحدة لجميع أنحاء الجمهورية، وتنوع مصادر توليد الكهرباء، وكوادر فنية مؤهلة ومدربة، وانتشار مراكز خدمة العملاء بجميع أنحاء الجمهورية، والهيكل التنظيمي الملائم لطبيعة نشاط القطاع حيث تم فصل أنشطة الإنتاج والنقل والتوزيع، وهيئات مستقلة للطاقة المتجددة-الطاقة المائية-المحطات النووية مع وضوح المسؤوليات لكل هيئة وشركة ولا يوجد تداخل في المسؤوليات والمهام، وإنشاء جهاز مرفق الكهرباء ، ولجان إدارة الأزمات بالشركة القابضة ،وإدارة الجودة في الشركة القابضة والجهات التابعة، ويوجد توصيف وظيفي لجميع الوظائف بالجهات، ولجان لاختيار القيادات وفقًا للمعايير، الاهتمام بأخذ أراء ومقترحات وشكاوى العاملين، وجود استراتيجية للتدريب، ومركز لإعداد القادة متدربين سنويًا، وقواعد بيانات في كافة الجهات، وتحويل النظام الورقي إلى الإلكتروني وربط كافة الجهات، والتزام العاملين بأخلاقيات الوظيفة، ونشر تقارير سنوية عن الأداء، وتوفير متطلبات الوظيفة للعاملين لتيسير عملهم كتوفير الأجهزة واستخدام وسائل مثل الهاتف والفاكس والحاسب الألي، وربط المكافآت بالأداء الوظيفي، وتحسين مستوى الرضا الوظيفي للقيادات الإدارية والعاملين، وفرة ورخص القوى العاملة...).

كما يرى الباحث أن الخصائص التي يتسم بها القطاع هي من ضمن نقاط القوى ويمكن تناولها في النقاط التالية:

خصائص قطاع الطاقة في مصر

يُعد قطاع الطاقة هو العمود الفقري لباقي القطاعات فهو قطاع حيوي يوفر خدمات الكهرباء لما يفوق عن 90% من المصريين، وذلك بتحسين الإنتاج من خلال عدة طرق منها تعزيز البنية التحتية لقطاع الطاقة، والعمل على تنويع الموارد. كما أن من أهم خصائص القطاع أنه يعتمد على استراتيجية طموحة ملهمة والتي تتسم بالاستدامة ورفع الكفاءة في قطاع الكهرباء، وتشجيع القطاع الخاص، والنجاح في القضاء على الانقطاع المتكرر للكهرباء، كما تستهدف الاستراتيجية أن تصبح مصر مركزًا للطاقة في أوروبا وآسيا وإفريقيا من خلال توسيع شبكة الربط الكهربائي عبر المنطقة العربية وخارجها.

كما إن المنهجية المصرية معتمدة على التجارب الدولية والخبراء الدوليين من البنك الدولي حيث تم الاستعانة بهم عام 2013 في تقييم وضع القطاع وكيفية تطويره من خلال الاستراتيجية ورفع الدعم.

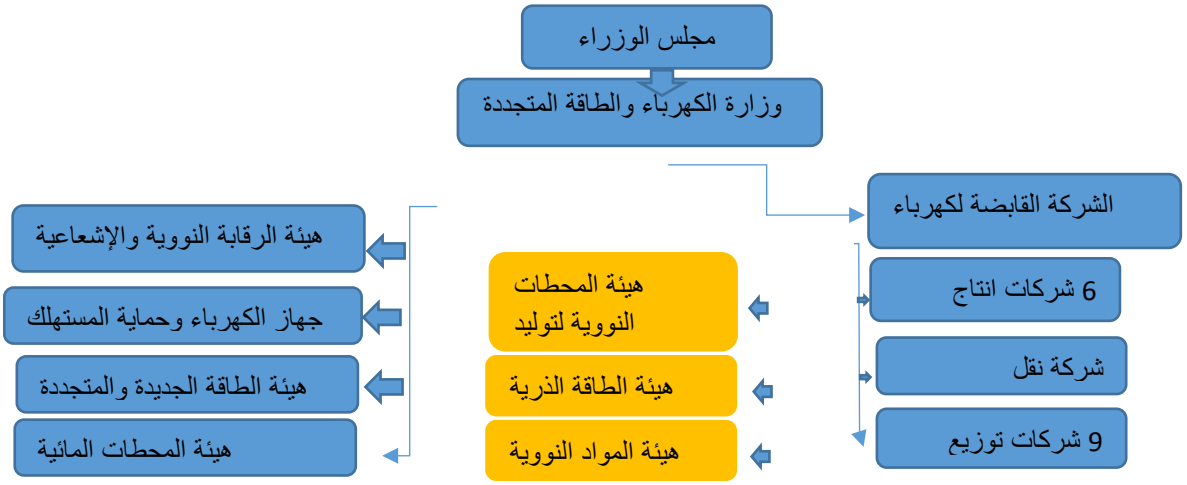
كما يتميز القطاع بالاستدامة المالية لشركات الكهرباء من خلال إصلاح تعريفة الكهرباء لتعكس التكلفة الاقتصادية الحقيقية للكهرباء، كما تتضمن الخطة أيضًا إعادة الهيكلة المالية وجهود أخرى لتقليل تكلفة قروض الشركات، هذا بجانب رفع الدعم حيث كان يوجد دعم وكانت الإعانات في مجال الطاقة تبلغ حوالي 72 ٪ من إجمالي مخصصات الإعانات، أي ما يعادل حوالي 7 ٪ من الناتج المحلي الإجمالي للدولة. وقد أعلنت الحكومة المصرية عن إصلاحات شاملة لأسعار الوقود والكهرباء. وقد كانت الخطة الأصلية تتمثل في مواءمة الأسعار مع تكاليف الخدمة بحلول عام 2019 ولكن أدى انخفاض قيمة الجنيه المصري في عام 2017 إلى زيادة كبيرة في تكلفة الخدمة نتيجة لارتفاع أسعار الوقود المقيمة بالعملات الدولية ومن ثم اخذت الحكومة بالتدرج في التنفيذ .

ويرى الباحث أن من أهم نقاط القوة أيضًا هي تنظيم إدارة القطاع " القيادة والتشريع" بما يتمتع به من وضوح الاختصاصات وعدم تداخل المهام والتعاون والتي يتميز بها قطاع الكهرباء في مصر وتتضح في التالي.

إدارة قطاع الطاقة في مصر

يتولى إدارة قطاع الطاقة في مصر وزارتان مستقلتان هما وزارة البترول والثروة المعدنية ووزارة الكهرباء والطاقة المتجددة ، وتختص وزارة البترول بالأنشطة المتعلقة بالنفط والغاز الطبيعي والثروة المعدنية، بينما تختص وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة بمنظومة إنتاج، ونقل، وتوزيع الطاقة الكهربائية، ومع زيادة الاهتمام بقضايا الطاقة زاد الوعي بأهمية تخطيط وتنسيق الجهود بينهم، وقد أدركت الحكومة الحاجة إلى إصلاح قطاع الكهرباء في العقد الأول من القرن الواحد والعشرين، فشرعت في تنظيم القطاع بإنشاء المجلس الأعلى للطاقة ليكون الجهة العليا المسؤولة عن الطاقة في مصر في عام 1973 ، وبدء عملة في 1980 وأعيد تشكيله في عام 2014، ويختص بالرقابة على قطاع الكهرباء. ويتولى رئيس الوزراء رئاسة المجلس الذي يضم جميع الوزارات المعنية، وتوكل إليه مهمة مراجعة استراتيجيات وسياسات الطاقة الوطنية والتصديق عليها، ورصد ومتابعة أداء القطاع، وسياسات تسعير الطاقة، وإقرار السياسات واللوائح التنظيمية المتعلقة بأسعار الطاقة والحوافز الممنوحة لاستثمار في الطاقة، ويركز على البرنامج النووي. وقد تم إنشاء الشركة القابضة لكهرباء مصر عام2000، وتم فصل شركات توليد الكهرباء عن شركات التوزيع والنقل، وبذلك أصبحت جميع هذه الشركات تابعة وتحت إدارة الشركة القابضة لكهرباء مصر، كما تم إنشاء جهاز تنظيم مرفق الكهرباء وحماية المستهلك في عام 2001.

الشكل البياني رقم (2) إدارة قطاع الكهرباء في مصر



المصدر: هيئة المحطات النووية لتوليد الكهرباء، التقرير السنوي 2019

بالإضافة لوزارة البترول والثروة المعدنية التابعة لمجلس الوزراء

يوضح الشكل البياني السابق الجهات المسؤولة عن تنظيم قطاع الطاقة والتي يرأسها مجلس الوزراء، وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة والتي بدورها تنظم جهود هيئة محطات الطاقة النووية، هيئة الطاقة الذرية، هيئة المواد النووية، جهاز الكهرباء وحماية المستهلك، الشركة القابضة لكهرباء مصر، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، هيئة المحطات المائية وهيئة الرقابة النووية والإشعاعية.

وبالنسبة لقطاع الطاقة النووية توجد في مصر أربع هيئات مسؤولة عن الطاقة النووية هي:

- هيئة الطاقة الذرية: هي هيئة بحثية تختص بجميع أنواع التكنولوجيا النووية ولها خبرات طويلة في تشغيل مفاعلين بحثيين. ودورها إجراء أعمال البحوث والتطوير من أجل تطبيق التكنولوجيا النووية في مختلف مجالات التنمية من زراعة وصناعة وصحة وبيئة وغيرها. والهيئة لها دور كبير من خلال الاستعانة بخبراتها المتراكمة في مجالات عدة مثل معالجة النفايات المشعة أو تدريب وتأهيل الكوادر البشرية. تتكون من (مركز البحوث النووية، المركز القومي لبحوث وتكنولوجيا الإشعاع، ومركز المعامل الحارة).

- هيئة المحطات النووية لتوليد الكهرباء: تتبع وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، صدر قانون لإنشائها عام 1976.

- هيئة المواد النووية: تختص بتحديد المناطق ذات الخامات الذرية من خلال القيام بالمسوح، وتوفير المواد المستخدمة في المحطات وتتبع وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة.

- هيئة الرقابة النووية والإشعاعية: أنشأت بقانون رقم 7 لعام 2010، وهي هيئة تابعه لرئاسة مجلس الوزراء وتراقب على الجهات الثلاثة السابقة لضمان أمن وسلامة الإنسان والبيئة .

كما تم إنشاء لجنة عليا للطوارئ النووية وتتشكل من ممثلي وزارة الداخلية، والخارجية، والإعلام والوزارات المختصة بكل من شئون البيئة، والصحة، وهيئة الطاقة الذرية وهيئة المواد النووية وهيئة المحطات النووية لتوليد الكهرباء، بالإضافة إلى ثلاثة من الخبراء في المجالات ذات الصلة. وتختص اللجنة بوضع خطة قومية شاملة للاستعداد ومجابهة حالات الطوارئ النووية والإشعاعية ودور كل جهة من الجهات المعنية في تنفيذها، ودعمها، وتطورها وفقًا لمقتضيات الحاجة وبما يتوافق مع المعايير الدولية. كما تضع النظم والإجراءات اللازمة للتنسيق بين غرفة الطوارئ النووية والإشعاعية بالهيئة والتي تعمل على مدى الساعة طوال العام- والمعنية بتلقي البلاغات عن حالات الطوارئ النووية والإشعاعية ومتابعة استقبال وإرسال المعلومات الدقيقة عنها وبين غرف الطوارئ الأخرى بسائر قطاعات الدولة.

أما بالنسبة للإطار التشريعي والرقابي المنظم لإدارة قطاع الطاقة فتوضح الدراسة أبرز القوانين الصادرة والمنظمة للهيئات التي تستند إليها استراتيجية الطاقة" تستند استراتيجية الطاقة المستدامة لمصر إلى النهج الأقل تكلفة، حيث يلغى دعم الطاقة ومن ثم يتسنى لمصادر الطاقة المختلفة أن تصبح متنافسة في إطار سوق حر وعادل. وتهدف الاستراتيجية إلى وصول حصة إجمالية قدرها16% للفحم و33% للطاقة النووية ونحو 42%للطاقة المتجددة من مزيج القدرة المركبة بحلول عام2035. لقد كان الدافع الرئيسي لإدخال الفحم ضمن مزيج الطاقة في مصر هو عجز في إمداد الكهرباء عام2014حيث قدم الفحم المستورد حلاً سريعاً للحد من الاعتماد على الغاز المستورد. وفي 2018 خضع هذا النهج لتغير جذري في أعقاب انخفاض تكاليف المصادر المتجددة، إلى جانب اكتشافات الغاز الطبيعي التي جرت مؤخراً وتصاعد المخاوف البيئية بشأن توليد الطاقة من الفحم"، وإلى أي مدى يسمح بدخول القطاع الخاص والعقود المنظمة والقوانين الحاكمة، ودور الهيئة المصرية للرقابة على المواد النووية وذلك في الجدول رقم (16) و(17) في الملحق.

2-نقاط الضعف(زيادة عدد العاملين الحاصلين على إجازات بدون مرتب للعمل بالقطاع الخاص والخارج، ارتفاع متوسط الأعمال للمهن الحرفية، ارتفاع معدلات الأمراض المزمنة، ارتفاع عدد العاملين بالدرجات الكبيرة في الشركة القابضة للكهرباء، بعض العاملين في بعض الأقسام كفاءتهم منخفضة بعض الشيء، لجنة الأزمات لا تملك خطة وسيناريوهات لإدارة الأزمات التي يمكن أن تواجهه القطاعات، انخفاض نسبة المهندسين بالشركات، وصف بعض الوظائف غير محدث ومطابق للواقع، لا توجد خطط لربط المسار الوظيفي بالمسار التدريبي، عنصر الشفافية بحاجة إلى التحسين وألية لتنظيمه، لا توجد برامج للتوعية كافية لخدمة المجتمع، وتنمية البيئة، تضعف توطين التقنيات الحديثة في بعض القطاعات.

(ب) تحليل وضع البيئة الخارجية

الفرص (التعاون مع دول الجوار في شبكة الربط الكهربائي وتحقيق عوائد فنية ومالية، التوسع في إنشاء محطات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وبدء إنشاءات مشروع الطاقة النووية بالضبعة، يوجد طلب على العمالة المدربة، التوجه لرفع الدعم كلياً مما يزيد أرباح الشركة، وضع استراتيجية الطاقة واستهدافها التوسع في الطاقة المتجددة والنووية، سهولة إقامة تعاون أكاديمي بين القطاع والمنظمات الدولية والإقليمية، تحويل مستهلك الكهرباء إلى منتج عن طريق استخدام الخلايا الشمسية فوق أسطح المباني، التوجه نحو التصنيع المحلي للمعدات الكهربائية).

التحديات(عدم وجود توازن في بعض الفترات بين القدرات الإنتاجية والطلب المتزايد على الطاقة الكهربائية، زيادة نمو الأحمال، استمرار الحمل الأقصى لفترات طويلة(فصليًا- يوميًا) أدى إلى تغيير وتكثيف برامج الصيانة السنوية للوحدات القائمة مما أثر على جودتها، انخفاض الوحدات الغازية نتيجة ارتفاع درجات الحرارة، زيادة نسبة تشغيل المحطات بالمازوت المطابق للمواصفات مما يؤثر على القدرات التشغيلية والكفاءة، عدم مشاركة الاستثمارات المحلية في مشروعات الكهرباء بشكل كبير، ارتفاع مديونية الجهاز الحكومي وعدم دفع المستحقات بشكل يؤثر على سيولة الشركات، اتجاه بعض المستهلكين نحو المولدات الخاصة، التوقعات المستقبلية بانخفاض معدل إنتاج الوقود الأحفوري، تذبذب أسعار البترول في الأسواق العالمية، انخفاض كفاءة السد العالي نتيجة سد إثيوبيا، هجرة العقول المصرية الماهرة والمبدعة . ارتفاع معدلات نمو الطلب على الطاقة، مما يؤدي لمضاعفة استهلاك الطاقة كل عقد تقريباً خاصة مع الزيادة السكانية(فقد زاد عدد المشتركين من 30.6 مليون مشترك عام2013/3014 إلى 36.4 مليون مشترك عام 2018/2019- كما ارتفعت نسبة استخدام الغاز الطبيعي من 75.2% عام 2013/2014 إلى 92.8% عام 2018/2019) وظهور احتياجات جديدة متوقعة لاستخدامات الطاقة من أبرزها استخدام الطاقة لتحلية مياه البحر لمواجهة النقص المستقبلي المتوقع في المياه العذبة، ونتيجة التوسع في المجتمعات العمرانية الجديدة وتطور أنماط الاستهلاك وزيادة الاعتماد على الأجهزة الكهربائية، ومع ارتفاع درجات الحرارة تزداد نسبة الرطوبة بالجو مما يؤدي لزيادة استخدام أجهزة التكييف، السماح بإدخال الكهرباء في المناطق العشوائية والمباني المخالفة مما يشكل حمل غير مخطط على الشبكة. ضعف الوعي بأهمية ترشيد الطاقة مما يؤدي إلى خسائر كبيرة في قطاع الطاقة، وجود التحديات المؤسسية ذات الصلة بالصناعة القائمة، والبنية الأساسية، كما أن بعض مطوري المشاريع يحجمون بسبب تعقيد الإجراءات الإدارية، بما في ذلك عدم إتاحة الوثائق التعاقدية للمشاريع، تقادم محطات توليد الكهرباء حيث بلغت نسبة المحطات ذات العمر الأكبر من 20 سنة حوالي 35% من إجمالي المحطات، 18.5% من المحطات أكبر من 10 سنوات وأقل من 20 سنة، ووجود عدد كبير من الاختناقات بالشبكة وانخفاض الجهود بمناطق عديدة، وانخفاض نسب التحصيل وارتفاع نسب الفاقد وتزايد حالات سرقة التيار الكهربائي، حيث بلغت قيمة التيار الكهربائي المسروق خلال عام 2019 حوالي 66 مليون جنيه. وعدم توفر جميع المعلومات العامة والبيانات ذات الصلة بالطاقة النووية، وضعف الإمكانات المحلية في تصنيع ونشر استخدام تكنولوجيات الطاقة المتجددة، وازدياد التصحر، وتغير أنماط المناخ، والأحدث الجوية الأكثر تكرارًا وشدة، كما تواجهه الشركة المصرية لنقل الكهرباء صعوبات في التعامل مع التزاماتها المالية، وصعوبة تأمين اتفاقات لشراء الطاقة تتسم بالجدوى الاقتصادية. إن قطاع الكهرباء لا يزال تحت سيطرة الجهات المملوكة للدولة في إنتاج الكهرباء ونقلها وتوزيعها، تحت مظلة شركة قابضة مشتركة مملوكة للحكومة، وضعف التصنيع المحلي، ونقص المهارات والقدرات الملائمة لتركيب تكنولوجيات الطاقة المتجددة وتشغيلها وصيانتها، ونقص الوعي بأهمية الطاقة المتجددة، وارتفاع تكلفة الصيانة، عدم كفاءة التخزين للطاقة الكهربائية حيث إن تكنولوجيات البطاريات الحالية غير كافية لتحقيق إمكانية التخزين الموسمي للطاقة الكهربائية من المصادر المتجددة .

أما بالنسبة للطاقة النووية توجد العديد من التحديات والصعوبات التي دفعت لتأجيل مشروع الطاقة النووية لأكثر من 5 عقود منها الدواعي السياسية، وأخرى اقتصادية. ويمكن تقسيم التحديات لثلاثة أنواع تحديات اقتصادية وأخرى

تنظيمية وتشريعية وهي (ارتفاع التكلفة المالية ومدة الإنشاءات، ضعف استقلالية أجهزة الرقابة النووية، وانضمام مصر للنادي النووي وما يترتب علية من منعها من تخصيب اليورانيوم إلا بشروط قد تسلبها الاستقلال في قراراتها، وإعادة معالجة الوقود النووي، وعدم التعويض السريع والعادل لأهالي الضبعة حيث تم إلزامهم بهدم منازلهم ولم تكن التعويضات مرضية" قد اقرت التعويضات في عام 1981 للمتضررين وصرفت لهم في عام1997" ، كما أن القانون لا يعطي وزن كافي لاعتبارات الأمان النووي. ويوجد نفوذ للسلطة التنفيذية في هيئة الرقابة النووية والإشعاعية ما يضعف استقلاليتها، خصوصا وأن القانون يخلو من الإشارة إلى مرجعية القوانين والمعاهدات الدولية. وأنّ الهيئات التنظيمية الواضعة للوائح لا تتسم بالاستقلالية عن الحكومة في العادة، وهو ما يجعل القطاع عرضةً للنفوذ السياسي. ووجود البيروقراطية والفساد في بعض المؤسسات الخاصة لإنهاء الإجراءات).

2.2 الوضع الراهن لقطاع الطاقة في مصر

تتبني الدولة سياسة التنويع في مصادر الطاقة، وتقوم الدراسة بتحليل وضع مصادر الطاقة المختلفة بالتركيز على مصادر الطاقة الجديدة (النووية التقليدية وغير التقليدية في مصر) والطاقة المتجددة من حيث الإنتاج والاستهلاك .

1.2.2مصادر إنتاج الطاقة في مصر

مصادر الطاقة الجديدة " الطاقة النووية " في مصر

قد بدأت مصر بإجراءات إنشاء أول محطة نووية لإنتاج الطاقة في الضبعة والدراسة تتناول تقييم الجدوى الاقتصادية لاستخدام الطاقة النووية في توليد الكهرباء في الاقتصاد المصري وتؤكد على أن الطاقة النووية لها جدوى اقتصادية في توليد الطاقة الكهربائية مقارنة بمحطات توليد الكهرباء باستخدام الطاقة الشمسية. ترى الدراسة في حالة وصول نسبه مساهمة هذه الطاقة بنحو 10%، 12%، 15% لعام 2025و2030و2050 على التوالي قد تتأخر بعض السنوات نظرًا للأزمات التي مرت بها مصر والعالم من جائحة كوفيد-19، والأزمة الروسية الأوكرانية. وترى الدراسة أهمية استخدام تكنولوجيا مفاعل الماء الخفيف ذي دورة الوقود المفتوحة في توليد الكهرباء لارتفاع جدواها الاقتصادية مقارنة بتكنولوجيات الطاقة النووية الأخرى، وتؤكد الدراسة على أن تحقيق النسب الموضحة عالية يتطلب إنشاء ستة محطات للطاقة النووية حتى عام2050 وفقاً للفروض التالية:

- تبلغ التكلفة الثابتة للمحطات النووية نحو 2.86 مليون دولار لتوليد 1000 ميجا وات وذلك بأسعار عام2018. ولكن في ظل الأزمات وارتفاع الأسعار سوف ترتفع التكلفة المقدرة.
- تبلغ تكلفة تشغيل هذه المحطات نحو 6.03 سنت/ ك.و.س.
- تبلغ تكاليف اليورانيوم نحو 0.74 سنتاً لكل ميجاوات.
- الحد الأدنى لعمر المحطة النووية يُقدر بنحو 33 عاماً.

- الحد الأدنى لمقدرة المولدة تبلغ 905 ميجاوات للمصنع الواحد.
- تكلفة الفرصة البديلة لرأس المال المستثمر في مشروعات توليد الكهرباء تتمثل في الحصول على فائدة تبلغ 13.2%.
- تبلغ كفاءة تشغيل المحطة 28 %.

كما تؤكد الدراسة على أن الجدوى الاقتصادية لهذه المشروعات ترتبط بالعديد من المحددات المتمثلة في التخطيط، والتنفيذ، ومتابعة التنفيذ الجيد لهذه المشروعات من قبل صانع القرار. ويؤكد الباحث على أنه وإن اختلفت التكلفة لاختلاف سنة الأساس إلا أنه لطالما يوجد التخطيط والمتابعة الجيدة والإرادة السياسية لاستكمال المشروع فإن المشروع سيكون مجدي اقتصاديًا.

وتتناول الدراسة احتياطيات اليورانيوم من الموارد التقليدية وغير التقليدية للوقوف على عوامل أخرى مساعدة ومحفزة لنجاح المشروع النووي لإنتاج الطاقة.

احتياطيات اليورانيوم في مصر

موارد تقليدية لليورانيوم في مصر

بدء المسح الجوي الإشعاعي للبحث عن الخامات المشعة في مصر عام 1958 بالتعاون بين قسم الجيولوجيا والخامات الذرية بهيئة الطاقة الذرية (التي أصبحت فيما بعد تعرف بهيئة المواد النووية) والقوات الجوية. واعتبارًا من عام 1965 استخدم أيضًا المسح المغناطيسي الجوي الذي يمكن عن طريقة تحديد التراكيب الجيولوجية المختلفة بما في ذلك رواسب خامات اليورانيوم. وقد أسفرت نتائج المسح الإشعاعي والمغناطيسي الجوي عن تحديد الشاذات الإشعاعية Radiometric Anomaliesالتي يحتمل تواجد رواسب لمعدن اليورانيوم بها بصورة اقتصادية. وفي عام 1988 تم إنشاء وحدة نصف صناعية بمقر هيئة المواد النووية بإنشاص لمعالجة الخامات التقليدية.

وتم وضع خريطة لأهم المواقع المشعة وتمعدنات اليورانيوم في الصحراء الشرقية والغربية وسيناء وأهم هذه المواقع.

الصحراء الشرقية: تعتبر الصحراء الشرقية من أهم المناطق والتي تعتبر هدفًا أساسيًا للبحث والتنقيب عن المواد النووية لتواجد نوعيات مختلفة بها من الصخور والتراكيب الجيولوجية التي تحتوي على تمعدنات للمواد النووية وخاصة اليورانيوم، وأهم المناطق المشعة هي:

جبل قطار: تم اكتشاف تمعدنات اليورانيوم في جبل قطار عام 1984/1985 وتظهر تمعدنات اليورانيوم على شكل معادن ثانوية تمتلئ بها بعض الشقوق والفواصل والصدوع في الصخور الجرانيتية، وقد أثبتت نتائج التحاليل الكيميائية والإشعاعية والمعدنية ذلك، وتعتبر منطقة جبل قطار من أهم المواقع في الصحراء الشرقية وتبلغ كمية اليورانيوم في بعض عينات الصخور الجرانيتية حوالي 1400 جزء من المليون.

المسيكات-العرضية: وتقع جنوب طريق قنا-سفاجا وقد تم اكتشافها عن طريق المسح الإشعاعي الجوي 1997، والدراسات الحقلية 1976، وتوجد تمعدنات اليورانيوم في الجزء الشمالي من جبل المسيكات، وقد وصلت نسبة اليورانيوم في بعض العينات المجمعة في المنجم الاستكشافي لحوالي 24000 جزء من المليون، أما في المنطقة العرضية فتوجد تمعدنات اليورانيوم في صخور الجرانيت على هيئة عروق، كما يوجد اليورانيوم على السطح في صورة معادن ثانوية في عروق المرو. وقد وصلت نسبة اليورانيوم في بعض عينات الجرانيت السطحية لحوالي 3100 جزء من المليون.

جبل أم آرا: تقع هذه المنطقة على بعد 180 كيلو متر جنوب شرق أسوان وقد اكتشفت عام 1971 عن طريق المسح الإشعاعي الجوي وتم تحقيقها حقليًا في عام 1972، وتوجد تمعدنات اليورانيوم في صورة معادن ثانوية في الجزء الشمالي من المنطقة بين حبيبات الصخور الجراتينية كما أنها توجد أيضًا في شكل عروق تملأ الفواصل والعروق وكذلك في صورة حزام يمتد من الشرق إلى الغرب في منتصف الجبل وتتراوح نسبة اليورانيوم من 69 إلى 1354 جزء من المليون بينما نسبة الثوريوم تتراوح بين 29-402 جزء من المليون.

الصحراء الغربية: اكتشفت في الواحات البحرية بعض تمعدنات اليورانيوم جبل الهفهوف بواسطة المسح الإشعاعي الجوي وتم تحقيقه على الأرض في عام 1978، وتم اكتشاف بعض الرسوبيات التي تحتوي على اليورانيوم بنسبة 100 جزء من المليون في واحة سترا جنوب غرب منخفض القطارة في شمال الصحراء الغربية. إلا أن الصحراء الغربية من المناطق التي لم يثبت احتمالات وجود رواسب كبيرة من تمعدنات اليورانيوم بها.

سيناء: في الستينات أدى المسح الإشعاعي الجوي إلى اكتشاف بعض الشاذات الإشعاعية في منطقة وسط غرب سيناء، إلا أن الأنشطة الاستكشافية توقفت في أعقاب احتلال سيناء وحتى عام 1984. ويمكن تقسيم المواقع التي سجلت بها تركيزات عالية إلى منطقتين هما أم بجمة وسانت كاترين، تقع منطقة أم بجمة في وسط غرب سيناء وتُعد من المناطق ذات الأهمية الخاصة من حيث وجود تمعدنات اليورانيوم والثورانيوم وخاصة موقعي علوجة وأبوثور. وتختلف نسب اليورانيوم والثوريوم في عينة من منطقة العلوجة إلى 5083 جزء من المليون، بينما نسبة الثوريوم في المنطقة 288 جزء من المليون، وتعتبر منطقة سانت كاترين أقل أهمية من ناحية المواد النووية عند مقارنتها بمنطقة أم بجمة .

موارد غير تقليدية لليورانيوم في مصر

توجد بعض الخامات الاقتصادية التي تحتوي على نسبة قليلة من اليورانيوم بجانب عنصر آخر (أو أكثر)، ويمكن بإضافة إحدى العمليات إلى عملية التصنيع الرئيسية لاستخلاص اليورانيوم كمنتج ثانوي بجانب المنتج الرئيسي. وتمثل خامات الفوسفات والرمال السوداء أهم هذه المصادر على الإطلاق، وسوف نتناول آفاق استخراج اليورانيوم كمنتج ثانوي من هذين المصدرين في مصر.

2-1 استخراج اليورانيوم من الفوسفات: تُوجد خامات الفوسفات ذات الأهمية الاقتصادية في مصر في نطاق حزام فسيح يمتد من البحر الأحمر شرقًا إلى الواحات الداخلية غربًا. وتعتبر مصر من الدول ذات الموارد غير المحدودة من خامات

الفوسفات المنخفضة الجودة والتي تحتاج إلى عمليات تجهيز وتركيز لرفع جودتها لتتناسب مع متطلبات صناعة الأسمدة محليًا أو متطلبات الأسواق الخارجية للتصدير ويمكن تقسيم مواقع وجود الفوسفات إلى ثلاثة مناطق رئيسية:

-البحر الأحمر: وتُقدر الاحتياطيات التعدينية المؤكدة به حوالي 30 مليون طن والاحتياطيات الجيولوجية بحوالي 60 مليون طن.

-وادي النيل: وتُقدر الاحتياطيات التعدينية المؤكدة بحوالي 70 مليون طن والاحتياطيات الجيولوجية بحوالي 350 مليون طن.

-الوادي الجديد(أبوطرطور): وتُقدر الاحتياطيات التعدينية المؤكدة بحوالي 700 مليون طن والاحتياطيات الجيولوجية بحوالي 2600 مليون طن.

وعلى هذا فإن الاحتياطيات التعدينية المؤكدة تُقدر بحوالي 800 مليون طن أما الاحتياطيات الجيولوجية فتبلغ 3000 مليون طن وباعتبار أن طن الفوسفات يحتوي على 70 جرام يورانيوم فإن محتوى الاحتياطيات التعدينية يبلغ حوالي 50 ألف طن يورانيوم.

وتعتمد الطرق التكنولوجية لاستخلاص اليورانيوم من الفوسفات كمنتج ثانوي على معالجة خامات الفوسفات لإنتاج حمض الفوسفوريك الذي يضاف إليه مواد وينتج عن هذه العملية اليورانيوم الذي يتم تنقيته في دائرة خاصة.

وقد قامت هيئة المواد النووية بإجراء دراسة جدوى لاستخراج اليورانيوم كمنتج ثانوي في مصنع شركة أبوزعبل للأسمدة والمواد الكيماوية وانتهت لمشروع شامل يعتمد على مضاعفة الإنتاج السنوي لحمض الفوسفوريك ليصل إلى 10 ألاف طن. وطبقًا لتقديرات الوكالة الدولية للطاقة الذرية فإن موارد اليورانيوم من الفوسفات يمكن أن تصل إلى 3000 طن يورانيوم من الاحتياطيات الإضافية المقدرة من الدرجة الثانية (EAR-II) بالإضافة إلى 3000 طن أخرى من الاحتياطيات المخمنة.(SR)

2-2 استخراج اليورانيوم من الرمال السوداء: تُوجد الرمال السوداء على طول البحر الأبيض المتوسط وتتركز في شمال الدلتا بين منطقتي رشيد ودمياط، وتُعد مصدر هام لبعض المعادن الاقتصادية التي تستخدم لتصنيع الوقود النووي أو مواد المفاعلات الأخرى، ويأتي على قمة هذه المعادن معدن المونازيت والزركون والروتيل. وبعد إغلاق مصنع شركة الرمال السوداء بالإسكندرية بسبب الخسائر المتوالية والذي كان يقوم بفصل المعادن كمنتج ثانوي، فأصبح العبء كاملاً على هيئة المواد النووية في فصل وتصنيع المعادن الاقتصادية ذات الاهتمام النووي من الرمال السوداء.

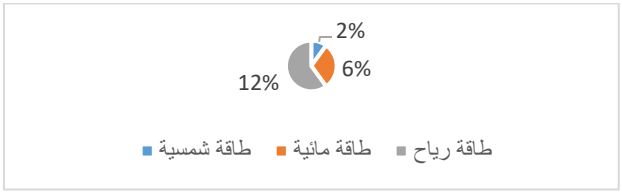
وقد أكدت الدراسات التي قامت بها هيئة المواد النووية لاستخدام الرمال السوداء بشاطئ رشيد لإنتاج المعادن ذات الاهتمام النووي إلى أنه يمكن إنتاج 300 طن أكسيد الثوريوم في السنة و25 طن أكسيد يورانيوم في السنة لمدة عشر سنوات من الرمال السوداء في رشيد. وتفيد البيانات المقدمة من الوكالة الدولية للطاقة الذرية إلى أن الاحتياطيات اليورانيوم في المونازليت المستخرج من الرمال السوداء يصل إلى 1000 طن من الاحتياطيات الإضافية المقدرة من الدرجة الثانية (EAR-II) بالإضافة إلى 1000 طن أخرى من الاحتياطيات المخمنة .(SR)وفي مصر تم وضع استراتيجية لتأمين

الإمدادات لمتطلبات البرنامج النووي المصري من الوقود النووي وتقوم على المبادئ التالية: إبرام عقود متعددة طويلة الأجل مع مختلف الدول الموردة، وإلزام الدولة الموردة للمحطة النووية تعاقديًا بتوريد خمس شحنات كاملة على الأقل من الوقود النووي، مع وجود مخزون استراتيجي في مصر بحيث يتحقق ضمان وجود الوقود في حال قطع الإمدادات الخارجية، ومتابعة المبادرات الدولية الخاصة بتوفير الوقود النووي بما يتوافق مع سياسة البرنامج النووي المصري والقوانين والتشريعات المصرية، مع التوجه للاستثمار في مجال تعدين خام اليورانيوم خاصة مع دول حوض النيل التي أكدت الاكتشافات الحديثة تواجد اليورانيوم بتركيزات عالية عندها كما في تنزانيا ويتم الاستثمار من خلال شركات مساهمة .

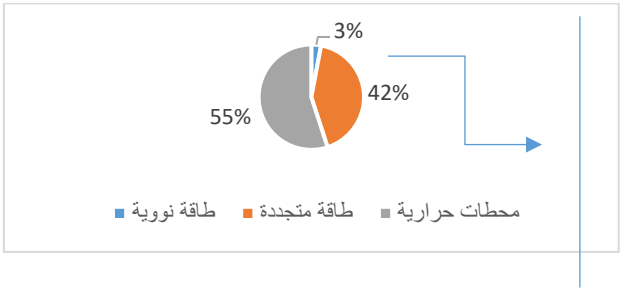
وتؤكد الدراسة على أن مصر تتمتع بتنوع مصادر الطاقة وهو ما أكدته العديد من الدراسات منها تقرير هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة حيث أكد على عدة نقاط منها أنه من المستهدف أن تساهم الطاقة المتجددة بنحو 42% من نسبة توليد الكهرباء عام 2035، وتكون نسبة مساهمة الطاقة النووية 3% مع تراجع الطاقة المولدة من المحطات الحرارية من80% عام 2022 إلى 55% في عام 2035 وهو ما يتضح في الشكل التالي.

الشكل البياني رقم (3) مصادر إنتاج الكهرباء في مصر الحالية والمستقبلية

الشكل البياني رقم (3) مصادر إنتاج الكهرباء في مصر الحالية والمستقبلية



مصدر انتاج الكهرباء عام 2022



مركزات شمسية 3%
خلايا شمسية 22%
رياح 14%
طاقة مائية 3%

مصدر انتاج الكهرباء عام 2035

المصدر: هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، التقرير السنوي 2020.

يتضح من الشكل البياني السابق أن مصر تهدف لزيادة الطاقة المولدة من المصادر المتجددة من نحو 20% عام 2022 إلى 42% عام 2035 مع تقليل الاستهلاك من الموارد التقليدية من 80% عام 2022 إلى 55% عام 2035، مع بدء تشغيل المحطة النووية بنسبة تمثل نحو 3% عام 2035.

مصادر الطاقة المتجددة في مصر

تمتلك مصر موارد هائلة من مصادر طاقة الرياح والشمس والمياه، وهو ما يدعم توجه الحكومة في التوسع في الاعتماد على تكنولوجيات الطاقة المتجددة لإنتاج الكهرباء ونتناول المصادر كالتالي :

الطاقة الشمسية

تتمتع مصر بوفرة الطاقة الشمسية حيث تتلقى معظم أنحاء مصر بداية من القاهرة وحتى أقصى الجنوب إشعاعًا يتجاوز (6 كيلو وات ساعة/م2يوميًا)،وتقل الأيام التي تظهر فيها السحب أغلب ساعات النهار عن 20 يوم في العام، ويصل عدد ساعات سطوع الشمس إلى ما يزيد عن 4000 ساعة سنويًا، وتُعد هذه الأرقام من أعلى المعدلات في العالم، ويتراوح المتوسط السنوي لعدد ساعات سطوع الشمس في اليوم من 9 ساعات إلى 11 ساعة، تصل كمية الإشعاع الشمسي الساقط على مجمل مساحات مصر 6 ترليون كيلو وات ساعة، هذا وقد تبنت الشركة القابضة لكهرباء مصر وشركاتها التابعة، إنشاء مشروع انشاء محطات طاقة شمسية فوتو فولطية أعلي أسطح المباني (بعد اختيار الأماكن المناسبة والمتاحة لتركيب الخلايا الشمسية)، وتم تنفيذ عدد 80 محطة بقدرة 1800 ك.وات، وجاري تنفيذ عدد 48 محطة بإجمالي قدرة 1650 ك.وات، أعلي مباني الشركة القابضة وشركاتها التابعة، بالإضافة إلى قيام المشتركين عن طريق نظام تعريفة التغذية بتنفيذ عدد 51 محطة بإجمالي قدرة1650 ك.وات وربطها على الشبكة الموحدة. وأهم مشاريع الطاقة الشمسية حاليًا مشروع كوم أمبو، ومشروع غرب النيل، ومشروع بنبان وذلك لمواكبة ارتفاع الطلب على الكهرباء. وفي مصر يتم استخدام الطاقة الشمسية في إنتاج الكهرباء، وفي مجالات أخرى كالتسخين والإنارة وغيرها.

محددات نجاح استغلال الطاقة الشمسية في إنتاج الكهرباء في مصر :

- توفير وسائل تخزين مناسبة.
- توفير مساحات كبيرة نظرًا لانخفاض كثافة الطاقة على وحدة المساحات.

طاقة الرياح

يوجد في مصر العديد من المناطق التي يمكن أن تستخدم سرعة الرياح في توليد الطاقة الكهرباء من خلال إقامة توربينات هوائية ومن هذه المناطق (رأس غارب- سفاجا-الساحل الشمالي-مطروح-شرق العوينات..)، وقد تم إصدار أطلس الرياح خليج السويس عام 1996 متضمنًا بيانات عن سرعات واتجاهات الرياح لأربع مناطق (أبو الدرج، خليج الزيت، الزعفرانة، الغردقة)، وفي عام 2003 صدر أطلس رياح تفصيلي لخليج السويس بالتعاون مع معامل ريزو الدنمركية، وفي عام 2006 صدر أطلس رياح لجمهورية مصر العربية. وتم إنشاء محطة في الغردقة وقدرتها (5.4 ميجا وات، تضم عدد 42 وحدة رياح) تم ربطها بالشبكة الكهربائية عام 1993، كما تم إنشاء محطة في منطقة الزعفرانة على خليج السويس ويقدر الإنتاج السنوي 570 مليون كيلو وات ساعة وتحقق وفر في وقود البترول بمقدار 125 ألف طن سنويًا. ومن مشروعات الرياح التي تم إنشائها مجموعة مزارع تم تمويلها بالتعاون بين هيئة الطاقة المتجددة والحكومة الدنماركية، والألمانية والإسبانية، واليابانية .

الطاقة المائية

دخلت المحطات المائية الضخمة مجال العمل بإنشاء محطة خزان أسوان عام 1960 بطاقة كهربائية 340 ميجاوات، ومحطة السد العالي عام 1968 بقدرة 2100 ميجاوات. وفي عام 1985 تم التوسع في محطات توليد الكهرباء المائية فتم أنشاء محطة خزان أسوان (2) بقدرة 270 ميجاوات، ومحطة قناطر إسنا، ومحطة نجع حمادي، ومحطة توليد كهرباء قناطر نجع حمادي قدرة 64 ميجاوات عام 2005 / 2006، وكذلك استكمال تجديد توربينات محطة توليد كهرباء السد العالي، وكذلك تم أنشاء محطات توليد كهرباء حرارية في شبرا الخيمة، وأبو سلطان، وفي عتاقة، وأبو قير، وشرق القاهرة، وهليوبوليس، وطلخا، والصالحية، وبورسعيد، ودمنهور .

الطاقة الحيوية

يوجد في مصر مصدر كبير للمخلفات نتيجة استخدامات السكان والهجرة من الريف للمدن، وتبلغ كمية المخلفات المتولدة يوميًا في مصر بنحو 55650 طن/ يوم، ويُقدر معدل النمو السنوي للمخلفات 3.4%، ومتوقع وصول المخلفات المتولدة سنويًا إلى 32.7 مليون طن بحلول عام 2025، ويمكن استخدام هذه المخلفات في توليد الطاقة كما هو منفذ في الصين، والهند، البرازيل، والأردن، والفلبين .

جدول رقم (1) أنواع المخلفات وفرص استخدامها كمصدر للطاقة في مصر عام2019

النوع	إجمالي الكمية (مليون طن/سنة)	كمية المادة الجافة المتاحة (مليون طن/سنة)	وحدة الطاقة لكل طن مادة جافة	إجمالي المحتوى الحراري	ملاحظات
الزراعية	25	5	0.4	2 مليون	تشمل الأرز وتحتاج نظم متكاملة لتجميعها وكبسها ونقلها
الحيوية	177	8.3	0.35	2.9 مليون	بعض المخلفات الحيوانية فقط
ورد النيل	3	3		24 ألف	الكميات متزايدة باستمرار
المخلفات الصلبة		35.1	0.48	65 مليون	
مخلفات الصناعة الغذائية		3500	20		
حمأة الصرف الصحي		1.5	0.2	0.3	
المخلفات البلاستيكية	8445 طن سنويًا		0.48	40 ألف	توجد مخلفات أخرى غير واردة في البيان
المخلفات الورقية	995		0.48	470	
نفايات المطاط(إطارات السيارات المستهلكة)	4.6 مليون إطار			135 ألف	

المصدر: وزارة البيئة، التقرير المعروض على اللجنة الوزارية لتوطين مشروع تحويل المخلفات إلى طاقة،2019

وفي الجدول السابق يتضح وضع المخلفات وفرص استخدامها في مصر من حيث الأنواع والكميات فيوجد مخلفات (بلدية صلبة، وزراعية، وحيوية، ورد النيل، الصناعية الغذائية، حمأة الصرف الصحي، المخلفات البلاستيكية والورقية، ونفايات المطاط) ويوضح الجدول الكميات وأكبر الكميات من المخلفات الورقية والتي تصل لنحو 995 مليون طن /سنوي، والأقل هو ورد النيل والذي يبلغ نحو 3 مليون طن سنويًا.

جدول رقم (2) كمية المخلفات اليومية بالطن في المحافظات المصرية عام2019

م	المحافظات	كمية المخلفات اليومية بالطن	م	المحافظات	كمية المخلفات اليومية بالطن
1	القاهرة	15000	15	الفيوم	600
2	الإسكندرية	4000	16	بني سويف	750
3	الجيزة	4500	17	المنيا	1300
4	القليوبية	3500	18	أسيوط	700
5	الدقهلية	4500	19	سوهاج	900
6	الغربية	3500	20	قنا	1300
7	المنوفية	2500	21	أسوان	650
8	البحيرة	3500	22	الأقصر	250
9	كفر الشيخ	2500	23	البحر الأحمر	450
10	الشرقية	1800	24	مطروح	250
11	دمياط	900	25	شمال سيناء	200
12	الإسماعيلية	600	26	جنوب سيناء	350
13	بورسعيد	650	27	الوادي الجديد	100
14	السويس	400			

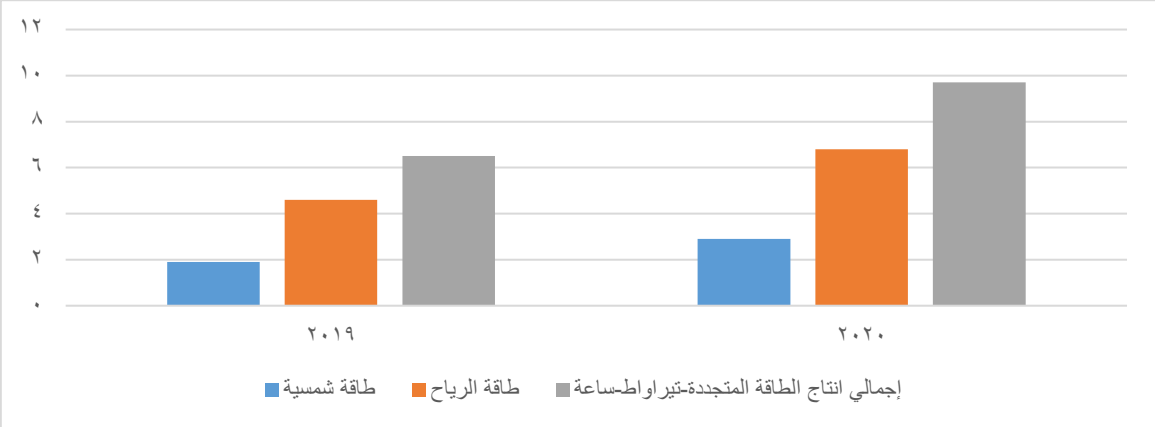
المصدر: وزارة البيئة، التقرير المعروض على اللجنة الوزارية لتوطين مشروع تحويل المخلفات إلى طاقة،2019

ويتضح من الجدول السابق الحجم الكبير للمخلفات اليومية ووصولها لمئات الأطنان في المحافظات المصرية وهو ما دفع الحكومة لوضع استراتيجية وطنية على مستوي الدولة لتخصيص بعض الكميات المجمعة من القمامة والتي وصلت نحو 20% من المخلفات البلدية المجمعة أي بما يعادل مليون ونص طن سنويًا لتحويلها لطاقة وبيع المنتج النهائي من تحويل المخلفات إلى الشركة القومية للكهرباء، وتم وضع كافة الضوابط الفنية اللازمة لاستخدام الكهرباء الناتجة عن تحويل

المخلفات في عام 2019. وحسب بيان وزارة البيئة تقدمت 93 شركة محلية وعالمية برغبة في الاستثمار في مجال الطاقة بمصر، تأهلت من بينهم 53 شركة تضم 25 شركة مصرية. وتم التخطيط لآليات التمويل لتجمع بين القطاع الحكومي والخاص حيث تصل المصروفات السنوية إلى 7 ونص مليار جنيه، وطبقًا للقانون الجديد الذي تم الموافقة عليه في أغسطس 2020 من قبل البرلمان تم صياغة الجهات الممكنة لتأمين النفقات، والتي تضم شركات مصرية وطنية وشركات من القطاع الخاص .

أما عن حجم الإنتاج من المصادر المتجددة فتضح كما في الشكل التالي :

الشكل البياني رقم (4) إجمالي إنتاج الطاقة المتجددة -تيراواط-ساعة



Source: BP, review of world energy 2020.

ومن الشكل السابق يتضح تطور وزيادة حجم الإنتاج من مصادر الطاقة المتجددة وهو ما يعكس توجه مصر نحو تعزيز استخدام مصادر الطاقة النظيفة حيث ارتفع من 6.5تيراوات بالساعة إلى 9.7 تيراوات بالساعة. وهو ما يظهر بشكل أكثر إيضاحًا في الجدول التالي حيث المتوقع وصول القدرة المركبة للطاقة المائية عام 2034/2035 نحو 2.9جيجاوات مقارن بنحو 2.8 في 2009/2010.وملاحظ الارتفاع الكبير في طاقة الرياح فمتوقع وصول حجم الطاقة المركبة منها نحو 20.6 جيجاوات في 2034/2035 مقارنة ب0.5 جيجاوات في 2009/2010 .

جدول رقم (3) القدرة المركبة للطاقة المتجددة الحالية والمستقبلية (بالجيجاوات)

نوع محطة الطاقة	2010/2009	2022/2021	2030/2029	2035/2034
الطاقة المائية	2.8	2.8	2.9	2.9
طاقة الرياح	0.5	13.3	20.6	20.6
الطاقة الكهروضوئية	0	3	22.9	31.75
الطاقة الشمسية	0	0.1	4.1	8.1
الإجمالي	3.3	19.2	50.5	62.6

المصدر: الشركة القابضة للكهرباء (2016) التقرير السنوي 2015/2016

يتضح من الجدول السابق ارتفاع القدرة المركبة لمصادر الطاقة المتجددة من 3.3 جيجاوات عام 2009/2010إلى 19.2 عام2021/2022، حيث ارتفعت القدرة المركبة لطاقة الرياح من 0.5 جيجا وات عام 2009/2010إلى 13.3 جيجاوات ومتوقع وصوله إلى نحو 20.6 جيجا وات عام 2034/2035، كما ارتفعت الطاقة الشمسية من لا شيء إلى نحو 0.1 جيجا وات عام 2022/2021، مع ثبات الطاقة المائية من عام 2009/2010إلى عام 2021/2022 ولكن متوقع ارتفاعها ووصولها إلى 2.9 جيجا وات عام 2034/2035.

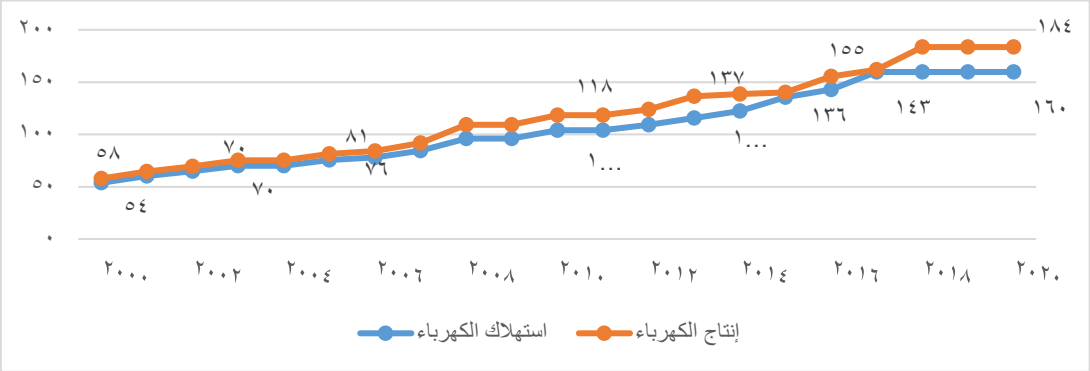
2.2.2تحليل تطور إنتاج واستهلاك الطاقة في مصر

وبعد تناول الدراسة طبيعة مصادر الطاقة الجديدة ومصادر الطاقة المتجددة في مصر، تستكمل الدراسة توصيف وضع قطاع الطاقة بتحليل وضع الإنتاج والاستهلاك.

ويوضح الشكل البياني التالي حجم الانتاج والاستهلاك من الكهرباء في مصر خلال الفترة .(2000-2020)

انتاج واستهلاك الكهرباء

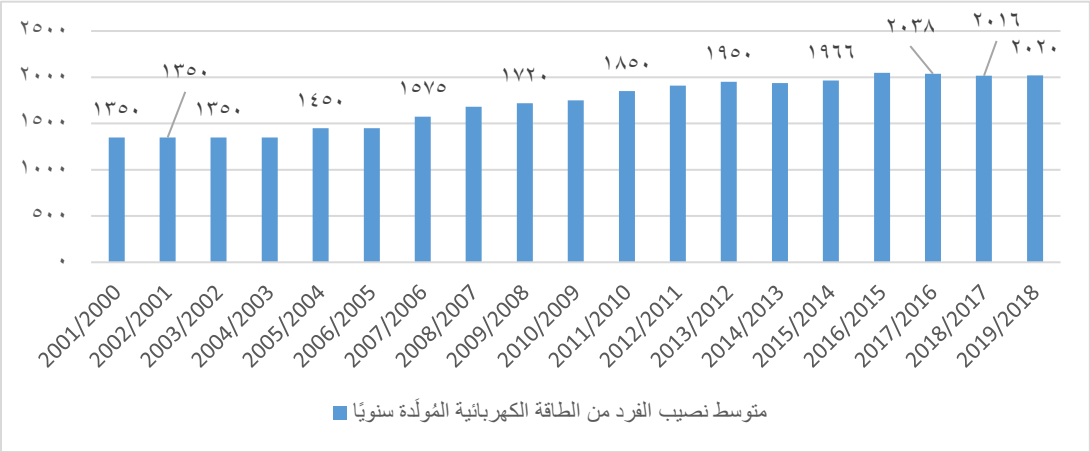
الشكل البياني رقم (5) تطور إنتاج واستهلاك الكهرباء خلال الفترة (2000-2020) -مليار كيلوواط ساعة



Source: Index Mundi, Historical Data Graphs per Year ,2021.

ويتضح من الشكل البياني السابق ارتفاع في معدلات الاستهلاك الطاقة الكهربائية خلال السنوات القليلة الماضية حيث أن الطلب على الكهرباء ارتفع بنسبة 9% في عام2012 وبنسب متقاربة بعد ذلك. وارتفاع معدلات الإنتاج عن الاستهلاك خلال الفترة من (2000-2020)"باستثناء وقت الأزمة عام 2014و 2016" نتيجة جهود الحكومة لزيادة قدرات التوليد للمحطات الحالية وإنشاء محطات إضافية على مدار السنوات .

الشكل البياني رقم (6) تطور متوسط نصيب الفرد من الطاقة الكهربائية المُولَدة سنويًا في مصر خلال الفترة (2001/2000-2019/2018)-ك.و.س

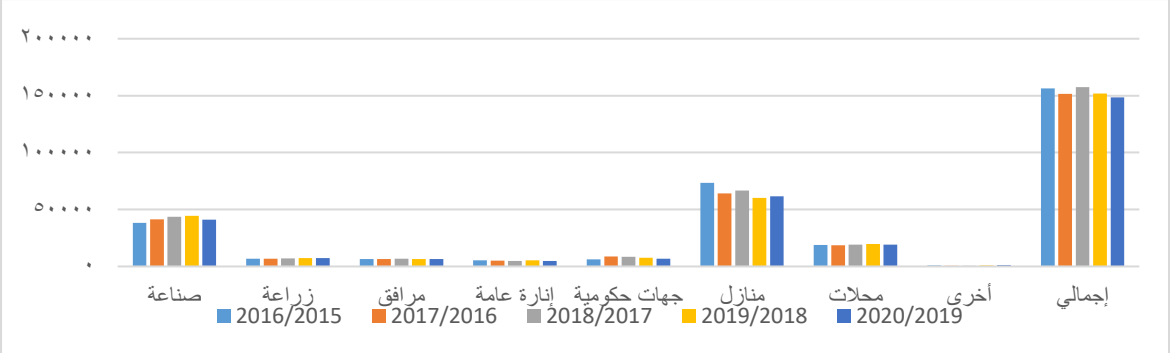


المصدر: وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، الإحصائيات الفنية،2020.

ومن الملاحظ من الشكل البياني السابق ارتفاع متوسط نصيب الفرد من الطاقة الكهربائية في عام 2019/2018 مقارنة بعام 2001/2000 وخلال الفترة (2019/2018-2001/2000) وصول المتوسط لأعلى مستوى عام2019/2018 نتيجة ارتفاع حجم الطاقة المنتجة الناتجة من ارتفاع حجم الاستثمارات بالقطاع وفق بيانات وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة.

ومن تحليل بيانات استهلاك الطاقة الكهربائية في مصر والعالم من البنك الدولي نلاحظ بصورة عامة ارتفاع متوسط نصيب الفرد من الكهرباء في مصر والعالم وذلك بمقارنة عام 2020 بعام 1971، لكن نلاحظ تدني المتوسط للفرد في مصر مقارنة بالعالم، مع التحسن الطفيف في الفترة الأخيرة، كما يتضح الانخفاض في مصر عام 2014وهو ما يتأكد في مصر بحدوث أزمات انقطاع للكهرباء ووصول الأزمة ذروتها عام 2014 ولكن بدء التطور والتحسن مع تولي الرئيس ووضع استراتيجية الطاقة 2035.

الشكل البياني رقم (7) تطور إجمالي الطاقة المباعة لجميع الأغراض في مصر خلال الفترة (2020/2019-2016/2015) (ج.و.س)



المصدر: وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، الإحصاءات الفنية،2019/2020.

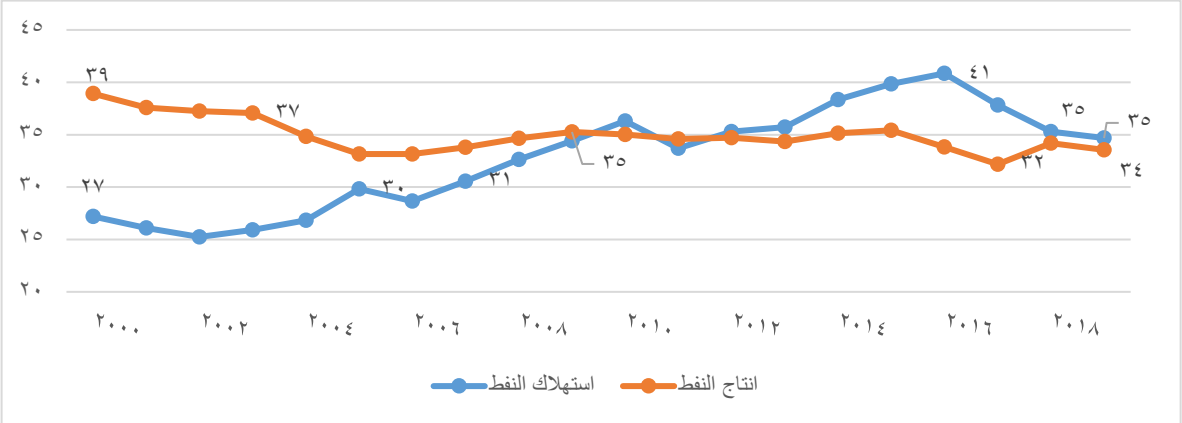
ويتضح من الرسم البياني تذبذب إجمالي الطاقة المباعة لجميع الأغراض خلال الفترة، وارتفاع نصيب قطاع المنازل بنسبة (41%-47%) من الطاقة المباعة يليه قطاع الصناعة بنسبة تتراوح بين (24%-28%) ثم المحلات خلال الفترة (2015/2016-2019/2020).

تحليل تطور إنتاج واستهلاك الطاقة التقليدية في مصر

واستكمالاً لتوصيف وضع قطاع الطاقة وبعد تحليل وضع المصادر الجديدة والمتجددة وطبيعة الإنتاج والاستهلاك تستكمل الدراسة تحليل وضع مصادر الطاقة التقليدية في مصر.

إنتاج واستهلاك النفط

شكل بياني رقم (8) إنتاج واستهلاك النفط خلال الفترة (2000-2019) -مليون طن



المصدر: الموقع الإلكتروني لشركة BP, BP review of world energy 2020

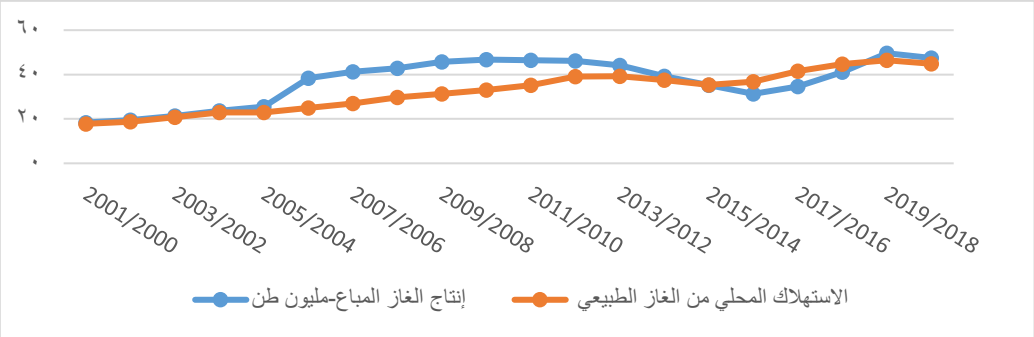
https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy conomics/statistical-review-2020/bp-

page 16,17. statistical-review-of-world-energy-2020-full-report.pdf

يتضح من الشكل البياني السابق ارتفاع مستويات استهلاك الطاقة من النفط في مصر مع زيادة معدل النمو والتوسع في الاقتصاد حيث بلغت الذروة عام 2016، ثم انخفضت بعض الشيء فيما بعد، بينما الإنتاج كان يفوق الاستهلاك خلال الفترة من (2000إلى 2009)، ومن عام (2012 إلى 2019) أصبح الاستهلاك يفوق الإنتاج، ووصل العجز في 2019 إلى 1.1مليون طن .

(ب) إنتاج واستهلاك الغاز الطبيعي في مصر

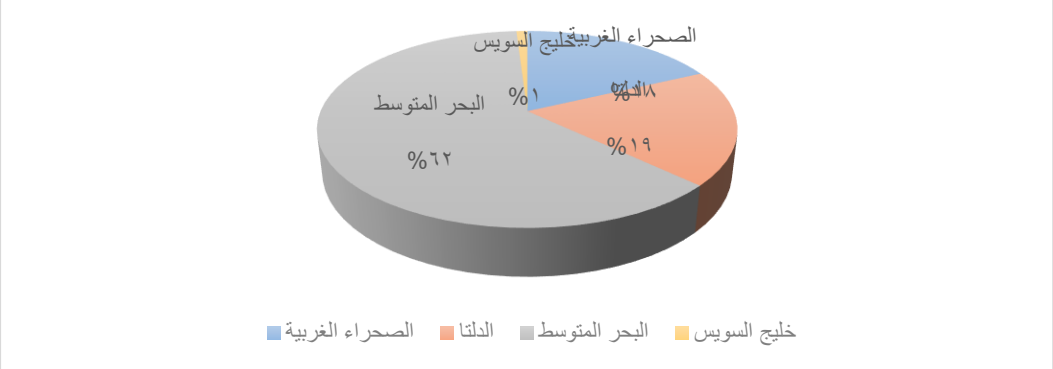
شكل بياني رقم (9) إنتاج واستهلاك الغاز الطبيعي خلال الفترة -(2000/2001-2018/2019)مليون طن



المصدر: وزارة البترول والثروة المعدنية، مؤشرات وبيانات، الغاز الطبيعي، 2019/2018.

ونلاحظ من الشكل البياني السابق ارتفاع حجم الإنتاج على حجم الاستهلاك خلال الفترة (2014/2013-2001/2000) ولكن قل الفائض وتقاربه قيمة الإنتاج مع الاستهلاك في عام2015/2014 محققة عجز طفيف، وقد ارتفع العجز خلال الفترة(2018/2017-2016/2015) وأصبحت مصر مستورد للغاز الطبيعي بعدما كانت مصدر بسبب ارتفاع الطلب وانخفاض نشاط التنقيب والإنتاج وارتفاع مديونية الشركات بعد الثورة، وارتفاع الأسعار العالمية للبترول والغاز الطبيعي، إلى جانب انخفاض كفاءة المحطات الحالية، والحاجة إلى استثمارات ضخمة لإنشاء محطات توليد الكهرباء وتطوير شبكات النقل وتوزيع الطاقة الكهربائية كما أن تلك الأزمة ساهمت في تفاقم عجز الموازنة بسبب الدعم المباشر المقدم لهذا القطاع، مما أدى لانخفاض الاستقرار الذي تسعى إليه السلطة السياسية كما ساهم بأثر سلبي واضح على الاقتصاد القومي ككل مع استمرار في نزيف الاحتياطي النقدي المستخدم في استيراد الغاز، وبالمحاذاة تدهور قيمة العملة المحلية ، وانتهى ذلك بارتفاع الإنتاج عام 2019/2018 نتيجة ارتفاع الاستثمار والاكتشافات ومن ثم الإنتاج ارتفع بشكل جيد.

شكل بياني رقم (10) توزيع إنتاج الغاز الطبيعي في مناطق مصر عام 2020



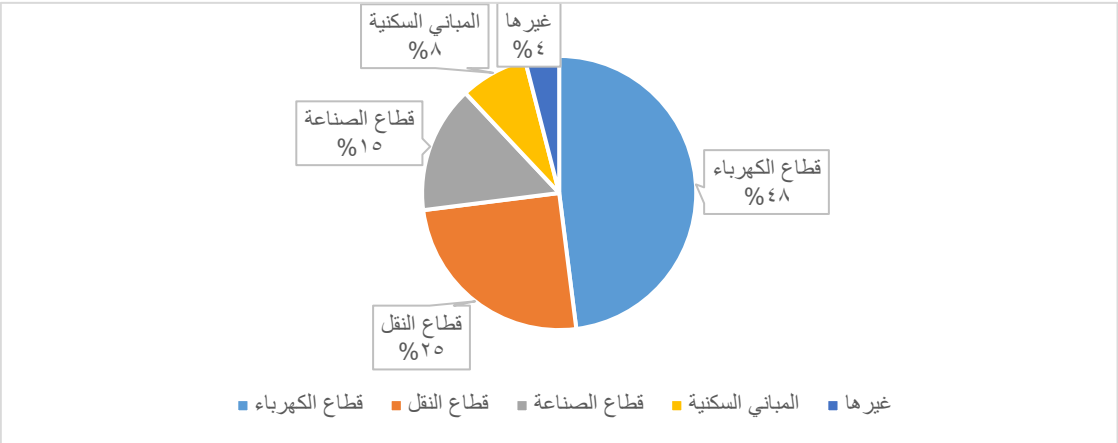
المصدر وزارة البترول والثروة المعدنية، أنشطة البحث والاستكشاف والإنتاج، الغاز الطبيعي.

ونلاحظ من الشكل البياني أن مناطق إنتاج الغاز الطبيعي تتركز في 4 مناطق هي البحر المتوسط بنسبة 62% والدلتا بنسبة 19%، والصحراء الغربية بنسبة 18%، وخليج السويس بنسبة 1%، وقد شهدت السنوات الأخيرة زيادة كبيرة في إنتاج الغاز الطبيعي نتيجة زيادة أنشطة البحث والتنقيب، بالإضافة لتنفيذ العديد من المشروعات لتنمية حقول الغاز المكتشفة واستغلال الغازات المصاحبة لحقول البترول الخام وربطها بمناطق الاستهلاك عبر الشبكة القومية للغاز .

ويأتي إنتاج مصر من النفط من خليج السويس، دلتا النيل، الصحراء الغربية، الصحراء الشرقية، سيناء، والبحر الأبيض المتوسط، ومن الملاحظ أن الحقول القديمة في خليج السويس ودلتا النيل بدء إنتاجها يقل، وتم تعويض ذلك بالاكتشافات الجديدة، وتعتبر فترة منتصف التسعينات هي الفترة التي وصل انتاج النفط فيها للذروة.

بينما الفحم الحجري يتواجد في مصر في وسط سيناء في منطقة المغارة جنوب غرب العريش ويقدر احتياطي الفحم بها بنحو 50 مليون طن، وبدء الإنتاج التجريبي لها في عام 1995 بكمية 95 ألف طن سنويًا، ويتم نقل الفحم في مصر عبر الطرق والسكك الحديدية؛ لقلة التكلفة وقلة تأثيرها على البيئة، ولكن تحتاج مصر لمد السكة الحديد للمحطات التي تعمل بالفحم.

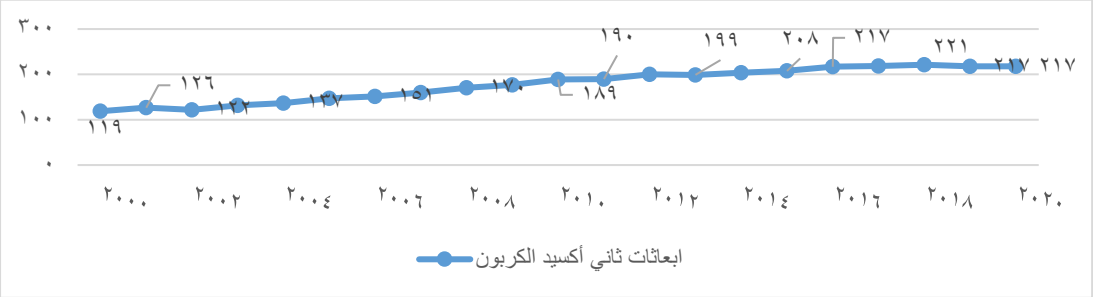
شكل بياني رقم (11) مصادر انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في مصر



Source: Elshennawy, Abdallahm, Evaluation of co2 emissions from electricity generation in Egypt Present Status and Projections to 2030

ونلاحظ من الشكل البياني السابق أن قطاع الكهرباء هو المسبب بشكل رئيسي في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في مصر يليها قطاع النقل، ومن ثم التوجه لمصادر الطاقة النظيفة (الطاقة المتجددة والجديدة) يقلل ذلك وهو ما يتضح مع استراتيجية الطاقة والشكل البياني التالي يوضح التطور في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

شكل بياني رقم (12) تطور انبعاثات ثاني أكسيد الكربون خلال الفترة (2000-2020)مليون طن



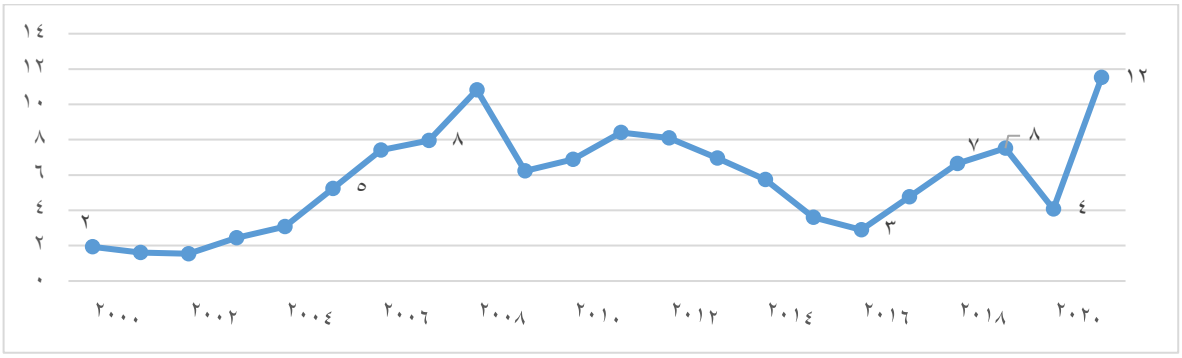
المصدر: الموقع الإلكتروني BP review of world energy 2020.

https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy conomics/statistical-review-2020/bp-statistical-review-of-world-energy-2020-full-report.pdf page 16,17.

يتضح في الشكل البياني السابق ارتفاع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون منذ عام 2000 وصولا لعام 2018، مع بدء تراجع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون عام 2019 وعام 2020بنسبة 1.7% عن عام 2018 مع توسع الدولة في تنويع مصادر الطاقة وتشجيع الطاقة المتجددة.

التصدير والاستيراد للطاقة في مصر

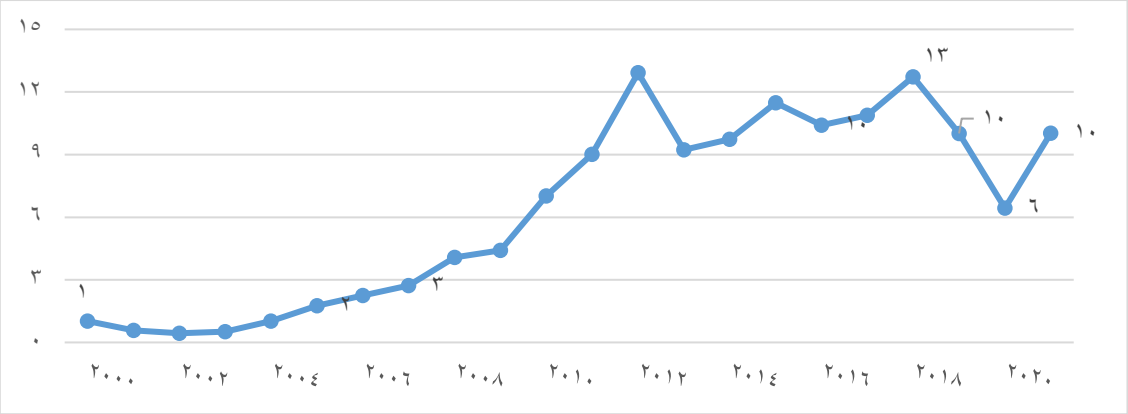
شكل بياني رقم (13) تطور إجمالي قيمة الصادرات من الوقود خلال الفترة (2000-2021)مليار دولار



المصدر الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، التجارة الخارجية،2021.

يتضح في الشكل البياني السابق ارتفاع حجم الصادرات من الوقود حيث كانت قيمة الصادرات للوقود 3مليار دولار عام 2016 وارتفعت لتصل إلى 12 مليار دولار عام 2021 مع حدوث تراجع في بعض السنوات مثل في وقت جائحة كوفيد 19 عام 2020.

شكل بياني رقم (14) تطور إجمالي قيمة الواردات من الوقود خلال الفترة (2000-2021)مليار دولار



المصدر الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، التجارة الخارجية،2021.

يتضح في الشكل البياني السابق ارتفاع حجم الواردات من الوقود خلال فترة الدراسة وان حدثت انخفاض في بعض السنوات ولكن الاتجاه تصاعدي حيث بلغت قيمة الواردات من الوقود 1.018 مليار دولار عام2000، وارتفعت في عام 2021 إلى 10 مليار دولار، أما عن السنوات التي انخفضت فيها الواردات مثلا وقت أزمة كوفيد 2019و 2020.

المبحث الثاني

وضع الطاقة النووية في مصر

يتناول هذا المبحث استراتيجية الطاقة في مصر 2035 من حيث الأهداف والمحاور الرئيسية، ثم يتناول المبحث أهم وأبرز الجهود والسياسات التي اتخذتها الحكومة لتحقيق الاستراتيجية وتحقيق التنوع في مصادر الطاقة بالتوسع في مشاريع الطاقة المتجددة والبدأ الفعلي لمشروع الطاقة النووية كما تناولت الدراسة وضع الاستثمارات الحالية والمستقبلية خاصة مشاريع الربط الكهربائي، ثم تفاصيل مشروع الضبعة، واستبيان الطاقة المتجددة والطاقة النووية ودورهما في التنمية المستدامة.

1.2 استراتيجية الطاقة في مصر

في هذا المبحث تتناول الدراسة الاستراتيجية المصرية لقطاع الكهرباء 2035 والتي تم وضعها عام 2015 وتهدف لتحقيق الاستدامة، والمنافسة، والحوكمة، وتأمين إمدادات الطاقة من خلال تنويع مصادر الطاقة والتوسع في الاستثمار في مصادر الطاقة المتجددة، والحفاظ على البيئة وخفض انبعاثات الكربون، وتحقيق الأهداف الدولية للتنمية المستدامة ، وبدء البرنامج النووي، والربط الكهربائي العربي والتوسع المستقبلي للربط الكهربائي لأوروبا .

1-المحاور الرئيسية لتفعيل ونجاح الاستراتيجية :

المحور المؤسسي: يتوقف تفعيل الاستراتيجية على وجود كيان مؤسسي محدد يعمل على بناء الاستراتيجية وتفعيل كافة محاورها، والتنسيق مع القطاع الخاص وكافة الجهات المستفيدة من تكنولوجيات الطاقة وبالأخص الطاقة الجديدة والمتجددة.

محور الحوافز: ويمكن تحديدها في العديد من الآليات المتمثلة في خلق طلب محلي على تكنولوجيات الطاقة المتجددة، وذلك بتحديد الصناعات التي يُمكن لها استخدام هذه التكنولوجيات، مع التسويق الفعال لها. وكذلك التسهيلات المالية المتمثلة في القروض ذات معدل الفائدة المنخفضة، وإنشاء البنية التحتية المتمثلة في تجمعات تكنولوجية تضم كافة المشر وعات العاملة في هذا المجال، وما يرتبط بها من صناعات ذات طبيعة تكاملية أمامية وخلفية. وأخيراً إنشاء جهة واحدة متخصصة تعمل على تقديم جميع التسهيلات والتصريحات اللازمة لإنشاء هذه المشروعات.

محور تشجيع التعاون الدولي: يتمثل في تقديم المشورة للمصنعين المحليين فيما يتعلق بالبحث العلمي والتطوير التكنولوجي لصناعة تكنولوجيات الطاقة المتجددة مع الاستفادة من الخبرات الدولية، وبطرق التصنيع والأدوات التي يُمكن استخدامها في عمليات التصنيع، وكيفية تطوير المنتجات الحالية، وأفضل طرق الإنتاج لتقليل التكاليف، وتقديم المساعدة في دراسات جدوى مشروعات الطاقة المتجددة في الاقتصاد المحلى سواء من حيث إمكانية التطبيق والتكلفة، وكذلك دعم المشروعات الناشئة في هذا المجال.

محور الكفاءة البشرية: أن نقطة الانطلاق في تصنيع تكنولوجيا الطاقة الجديدة والمتجددة بكافة صورها تتمثل في وجود كفاءات فنية عالية التقنية من القوى البشرية. وتؤكد الدراسة على أن هذه القوى متوافرة، والتي يُمكن تعزيزها وثقلها من خلال تطوير المقررات والمناهج الدراسية في كليات الهندسة، وتقديم الدورات التدريبية اللازمة لتطوير الكفاءات، وكذلك إرسال البعثات إلى الخارج في مجال تكنولوجيا الطاقة، هذا فضلاً عن تنسيق الجهود بين المراكز البحثية والصناعة والجامعات.

2.2 أبرز جهود الحكومة في قطاع الطاقة النووية والمتجددة في مصر

قامت الحكومة بالعديد من الجهود واتخاذ الإجراءات لتحقيق الاستراتيجية وأهدافها وعلى رأسها تشجيع مشاريع الطاقة المتجددة واتخاذ خطوات لإنهاء الإجراءات اللازمة لبدء الإنشاءات لمشروع الضبعة. وفيما يلي تتناول الدراسة أبرز الجهود كالتالي:

المؤسسات والقوانين

تقديم حزمة هائلة من الإعفاءات والمزايا والاستثناءات المالية من خلال قانون هيئة المحطات النووية، إذ أعفي القانون المحطات النووية من جميع الضرائب والرسوم، وأعفى ما تستورده الهيئة من الضرائب الجمركية وغيرها من الضرائب

والرسوم، كما يعفيها من كافة الضرائب على فوائد القروض الخارجية التي تعقدها، ويعفى كذلك الشركات والهيئات المتعاقدة معها والعاملين الأجانب من كافة الضرائب.

إنشاء اللجنة المشتركة لتوطين التكنولوجيا النووية (JCL) مع الطرف الروسي لتنمية قدرات الشركات المصرية التي ستقوم بالمساهمة في تلبية المتطلبات الفنية لمشروع الضبعة.

إنشاء صندوق دعم الطاقة المتجددة في 16 مايو 2011، وإصدار قرار مجلس الوزراء رقم 20/06/12/11 لعام 2012 والخاص بالموافقة على تمويل صندوق دعم الطاقة المتجددة بقيمة وفر الوقود المكافئ للطاقة المنتجة، محسوبًا بسعر بيع الطاقة للصناعات كثيفة الاستهلاك للطاقة. تحفير إنتاج الطاقة المتجددة من خلال إصدار القانون رقم 203 في شهر ديسمبر 2014 لتشجيع إنتاج الكهرباء من المصادر المتجددة من خلال أطلاق برنامج "تعريفة التغذية الكهربائية"، وقد صدر قرار مجلس الوزراء رقم 2532 لسنة 2016 بشأن المرحلة الثانية من تعريفة التغذية للطاقة المنتجة من المصادر المتجددة، وتم مراجعة سلبيات وإيجابيات المرحلة الأولى، وإنشاء وحدة لتعريفة التغذية بالشركة المصرية لنقل الكهرباء لتسهيل إجراءات الاستثمار ذات الصلة. كما تم تشجيع استخدام الطاقة المتجددة في المشاريع الحكومية عن طريق هيئة الطاقة المتجددة، وعن طريق مشاريع تطرحها الشركة المصرية لنقل الكهرباء بنظام البناء-التملك-التشغيل، وعقد الاتفاقيات الثنائية للمنتج المستقل مقابل دفع رسوم استخدام الشبكة. إصدار قرار في عام 2015 لتخصيص أراضي لصالح مشاريع الطاقة المتجددة ومنها نحو 600 7 كم2 في خليج السويس، وفي شرق النيل وغربه، في منطقتي بنبان وكوم امبو. وإصدار قرار المجلس الأعلى للطاقة رقم 3/11/5/12 لسنة 2011، والخاص بإعفاء مكونات وقطع غيار نظم الطاقة المتجددة من الجمارك وضريبة المبيعات المقررة .

إصدار قانون الكهرباء الجديد رقم 78 لسنة 2015 وبه بعض المواد الخاصة بمنح التصاريح والتراخيص المتعلقة بإنشاء وتشغيل وصيانة مشروعات إنتاج ونقل وتوزيع وبيع الكهرباء من المصادر المختلفة، شاملة المصادر المتجددة، وما يتصل بها من إجراءات وقواعد، بما في ذلك بيع الكهرباء المنتجة منها واستخدام شبكات النقل والتوزيع وتبادل الطاقة في السوق، مع تحديد أدوار المرافق الحكومية ذات الصلة، وذلك وفق معايير اقتصادية وبيئية تكفل تكافؤ الفرص، بما يضمن مصالح المنتجين (عام وخاص) والمستهلكين، اصدار قانون الغاز الجديد وينص على تطوير سوق تنافسي في قطاع الغاز، ويشمل القانون إنشاء جهاز تنظيم مرفق الغاز، استحداث سوق تنافسية للغاز، دخول طرف ثالث وأطراف أخرى في مجالات الشحن والتوريد، تطبيق تعريفات تتسم بالشفافية وعدم التمييز في مجال النقل، تحويل الشركة المصرية للغاز الطبيعي (جاسكو) إلى مشغل لنظام النقل يقدم خدمات النقل لشركات الشحن والموردين وفقًا لقوانين التشغيل والقوانين التجارية الجديدة الذي سوف يحددها قانون الشبكات. وبموجب هذا التشريع، لن تتولى الشركة المصرية القابضة للغاز الطبيعي(إيجاس) دور المشتري الوحيد ولكنها سوف تعمل كشركة شحن وتوريد. كما قامت الحكومة بإنشاء لجنة تشرف على التدابير التي من شأنها أن تضع الترتيبات المالية والتجارية بين الشركة المصرية القابضة للغاز الطبيعي (إيجاس) والهيئة العامة للبترول، بما في ذلك نقل عقود التنقيب والإنتاج إلى الشركة المصرية القابضة للغاز الطبيعي(إيجاس).

تشجيع استخدام السيارات الكهربائية لتقليل التلوث وإصدار قرار رقم (419) لإعفاء السيارات الكهرباء من الجمارك وكذلك قرار وزير التجارة والصناعة رقم (255) لعام 2018 لتنظيم استيراد السيارات الكهرباء المستعملة .

إنشاء المجلس الأعلى للطاقة عام 1979 وأعيد تشكيله في عام 2014 وتوكل إليه مهمة مراجعة استراتيجيات وسياسات الطاقة الوطنية والتصديق عليها، ورصد أداء القطاع وسياسات تسعير الطاقة، وإقرار السياسات واللوائح التنظيمية المتعلقة بأسعار الطاقة والحوافز الممنوحة لاستثمار في الطاقة (بما في ذلك تعزيز كفاءة الطاقة والاستثمارات في الطاقة المتجددة) .

تم إنشاء أول وزارة للقوى الكهربائية عام 1964، وحاليًا وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة تتولى الإدارة الشاملة لقطاع الكهرباء وتنسق عمل الشركة القابضة لكهرباء مصر وجهاز تنظيم مرفق الكهرباء، وحماية المستهلك، وهيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، وهيئة تنفيذ مشاريع المحطات المائية لتوليد الكهرباء، وهيئة المحطات النووية لتوليد الكهرباء، وهيئة الطاقة الذرية. تم إنشاء هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة عام 1986بموجب القانون رقم 102. وتركز هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة بصفة خاصة على تقنيات طاقة الرياح، والطاقة الشمسية وقد وسعت مؤخراً من تركيزها ليشمل تطوير الكتلة الحيوية. وتُعد هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة الوكالة الحكومية المسؤولة عن تطوير الطاقة المتجددة. وفي حين تعمل هذه الهيئة بصورة مستقلة عن الشركة القابضة لكهرباء مصر وغيرها من شركات الكهرباء المملوكة للدولة، إلا أنها تتبع كلاً من وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة وجهاز تنظيم مرفق الكهرباء وحماية المستهلك.

إنشاء وزارة البترول والثروة المعدنية وتقوم بالإدارة الشاملة لجميع الأنشطة البترولية بمصر بما في ذلك التنقيب عن النفط، ومنتجات النفط، والغاز وإنتاجها وتوزيعها، بالإضافة إلى كافة الخدمات المرتبطة بها. وتنهض الوزارة بمهمتها من خلال ثلاث جهات تابعة هي: الهيئة المصرية العامة للبترول، والشركة المصرية القابضة للغازات الطبيعية، وشركة جنوب الوادي القابضة.

إنشاء هيئة كهرباء الريف REA للإشراف على المشاريع التي توسع فرص الحصول على الكهرباء في المناطق الأقل كثافة سكانية.

المشاريع والإجراءات

إنشاء المدرسة الثانوية الفنية لتكنولوجيا الطاقة النووية بمنطقة الضبعة بمحافظة مرسى مطروح.

تفويض مصر شركة هاليبرتون الأمريكية عام 2010 لإقامة مدفن للمواد المشعة في الصحراء الغربية بهدف التدريب.

تطوير وتشغيل المعجل الإلكتروني لتحسين خواص الكابلات الكهربائية وإنتاج الأنابيب الإنكماشية مما يحسن الصناعة المحلية.

توزيع نحو 20 مليون عداد ذكي خلال 10 سنوات لتحسين أداء شبكة التوزيع .

اعتماد برنامج "صافي القياس" الذي يسمح للعملاء بإنشاء محطات للطاقة الشمسية داخل مبانيهم لتلبية المتطلبات الكلية أو الجزئية من الطاقة الكهربائية الخاصة بهم، وإضافة أي فائض منها إلى الشبكة مع خيار القدرة على استرداده عند الحاجة.

التعاون بين البنك الدولي وبنك التعمير الألماني لدراسة إمكانية دخول السيارات الكهربية لمصر، وإمكانية مشاركة الطاقة المتجددة في جزء من الكهرباء اللازمة، وكذلك دراسات جدوى للمشروع ودراسة السوق، والبنية التحتية اللازمة ومحطات الشحن. وتم عمل تقرير بما خلصت آليه كل دراسة لتقديمة لمتخذي القرار. وقد أعلنت وزارة الإنتاج الحربي استراتيجية استخدام وتوطين صناعة السيارات الكهربية بحلول عام 2040 بالتعاون مع الصين .

التعاون مع الوكالة الدولية للطاقة المتجددة في العديد من الأنشطة والمبادرات منها تقرير جاهزية الطاقة، آفاق الطاقة المتجددة بمصر. كما وقعت مصر على الاتفاق الإطاري لإنشاء التحالف الدولي للطاقة الشمسية بتاريخ 10 مارس 2018 ويهدف التحالف الدولي للطاقة الشمسية إلى معالجة التحديات الرئيسية المتعلقة بالطاقة الشمسية وتوسيع نطاق استخدامها في الدول الأعضاء وإنشاء سبل تعاون بين الدول الأعضاء لتنفيذ برامج متسقة وأنشطة طوعية لتمويل مشروعات الطاقة الشمسية وزيادة الاهتمام بالابتكار والبحوث وبناء القدرات .

التعاون مع الاتحاد الأوروبي وتم إبرام اتفاق الدعم الفني لتحقيق الاستدامة المالية والفنية للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة .

مشاركة مصر للوكالة الدولية للطاقة المتجددة في وضع خارطة طريق الطاقة المتجددة REmapمطلع عام 2015 وتم نشر نتائج التحليل القطري المبدئي لخارطة طريق الطاقة المتجددة كجزء من تقرير REmap العالمي لعام 2016 تحت عنوان "خارطة طريق لمستقبل الطاقة المتجددة". وفي مطلع عام 2016بدء فريقREmap بمراجعة تحليل خارطة الطريق وتوسيع نطاقة لكي يوفر تقييماً أكثر تفصيلاً .

انضمام هيئة المحطات النووية لتوليد الكهرباء للرابطة النووية العالمية WNAالتي توفر الدعم وتمكن الهيئة من التواصل مع قادة الصناعة والخبراء في مجال الطاقة النووية في العالم، وهو ما يُساهم في رفع بروفيل الهيئة في السوق النووية الدولية، ويُساهم في القرارات ذات الأهمية المتعلقة باستراتيجية التنمية النووية وتبادل مواقف الصناعة المشتركة وأفضل الممارسات وأن تكون الهيئة ممثلة في المنتديات الدولية الرئيسية مثل الوكالة الدولية للطاقة IEA، والوكالة الدولية للطاقة الذريةIAEA، الوكالة الدولية للطاقة الذرية التابعة لمنظمة التعاون الاقتصادي والتنميةOECD_NEA ، والأمم المتحدة(UNECE)،(UNFCCC)، ومجلس الطاقة العالميWEC، تسهيل الحصول على الدورات وورش العمل والتدريب لتنمية القدرات والمهارات النووية من خلال الدورات التي تقدمها الجامعة النووية العالمية التابعة للرابطة .

توقيع اتفاقية تعاون مع المنظمة الدولية لتطوير مشروعات الربط الكهربائي GEIDCO لتقوية شركات النقل وتوزيع الكهرباء، ويتوافق مشروع الربط الكهربائي الدولي مع رؤية مصر مركزًا إقليمياً للطاقة .

إنشاء صندوق كفاءة الطاقة. وانشاء إدارات متخصصة بتحسين كفاءة الطاقة والطاقة المتجددة بشركات التوزيع، وبدء الحملة القومية للتوعية بكفاءة الطاقة، ووضع استراتيجية الطاقة المتكاملة والمستدامة حتى عام 2035.

إنشاء منظومة الرصد للطيور المهاجرة في منطقة جبل الزيت عام 2016 والذي يضم مجمع طاقة الرياح .

إنشاء معمل اختبارات السخانات الشمسية عام 2017 وفق للمواصفات العالمية.

تنفيذ 8 مشروعات في مجال الطاقة المتجددة في الفترة من 2014 إلى 2019، أبرزها مشروع بنبان لإنتاج الطاقة الشمسية، بتكلفته 2 مليار دولار، وبقدرة إنتاجية 1465 ميجاوات، ويضم 32 محطة لتوليد الكهرباء، فيما بلغت إجمالي القدرة الإنتاجية لمحطة جبل الزيت لطاقة الرياح 580 ميجاوات بتكلفة بلغت 12 مليار جنيه، فضلاً عن مشروع محطة قناطر أسيوط الجديدة، بقدرة إنتاجية 32 ميجاوات، بجانب تنفيذ 3 محطات طاقة شمسية بقرى سيوة والوادي الجديد والبحر الأحمر بتكلفة 60 مليون يورو، وبإجمالي قدرة إنتاجية 30 ميجاوات .

إطلاق عدة مبادرات منها (مبادرة" شمسك يا مصر" والتي تهدف للتوسع في استخدام نظم الإضاءة الموفرة والكهرباء الشمسية في قطاع الأبنية والمرافق بمصر، وتوفير الكثير من فرص العمل. ومبادرة شمس الصحة لتزويد المستشفيات بالنظم المزدوجة بقدرات من (10 - 40) ك.و/المستشفى وبإجمالي 150 م.و حتى 2022/2021. مبادرة شبابنا شمس بلادنا تهدف لتزويد مراكز الشباب والنوادي الرياضية والاجتماعية بالنظم المزدوجة وبقدرات تصل الي 150 م.و في 2022/2021. مبادرة طريقك مشمس لإنارة الشوارع والإعلانات بالنظم المزدوجة (نظم مركزيه لكل طريق) بالارتباط مع مشروعات ترشيد إنارة الشوارع، بقدرات تصل إلى 450 م. وفي 2022/2021. مبادرة شموس المعرفة تهدف لتزويد مكتبات المدارس بالنظم المزدوجة للخلايا الشمسية واللمبات المرشدة، مبادرة مجلس الوزراء للمباني الحكومية في المرحلة الأولى تم اتباع سياسات الترشيد بالإضاءة الموفرة، والسخانات الشمسية لعدد 1000 مبني حتى يونيو 2018 بإجمالي 30 م.و ، واعتماد مرحله ثانيه للمبادرة 10000 مبني تنتهي في 2022/2021 بإجمالي 300 م.و.

الترشيد في الاستهلاك في القطاعات ففي قطاع السياحة تم التحرك نحو اتباع معايير السياحة الخضراء للمنشآت السياحية واستخدام التقنيات عالية الكفاءة في تجديد المنشآت وفي المنشآت الجديدة في الغرف والمطابخ ووحدات التوليد المستقلة. وفي الصناعة تم تخفيض استهلاك الطاقة في صناعات الأسمنت، الحديد، الأسمدة، الألومنيوم، والسيراميك. وفي قطاع النقل تم تعزيز النقل الجماعي وتحسين إدارة المرور، وتشجيع سيارات الوقود الهجين، استخدام الغاز الطبيعي في المركبات، تحسين نوعية الوقود وتطوير برامج الصيانة والتفتيش.

إنشاء محطات توليد كهرباء متنقلة وقد بلغ عددها نحو 20 محطة متنقلة في أماكن مختلفة خاصة في الصعيد، وأضافت هذه الإمكانات الضخمة ما يزيد على 25 ألف ميجاوات إلى الشبكة القومية للكهرباء، مما ساهم في تحقيق فائضًا في القدرات الكهربائية بنسبة 25% ، وبما يعادل 12 مرة قدرة السد العالي ومعه تكون شبكة الكهرباء المصرية قد اقتربت من تحقيق رقم عالمي جديد في توفير الطاقة لجميع الاحتياجات المحلية، وأيضا لكل المشروعات المستقبلية .

إلزام مرافق النقل والتوزيع بإعطاء الأولوية لتوصيل الكهرباء من المصادر المتجددة.

تشجيع وتحفيز الاستثمار في قطاع الطاقة ويمكن تناول الاستثمار في قطاع الطاقة الجديدة والمتجددة كالتالي:

1.2.2آليات وصور الاستثمار في قطاع الطاقة

تتعدد آليات الاستثمار فمن أبرز آليات الاستثمار في الطاقة المناقصات" Epcهي مشروعات حكومية تطورها الهيئة لتصميم وتوريد وتركيب مشروعات تمتلكها الهيئة"، نظام البناء والتملك والتشغيل" Booوهي مشروعات تطرحها الشركة المصرية لنقل الكهرباء لمستثمري القطاع الخاص بقدرات محددة والترسية على أقل الأسعار" ونظام تعريفة التغذية FIT "مشروعات تطرحها الشركة المصرية لنقل الكهرباء بأسعار محددة للقطاع الخاص" والمزايدات" Auctionsمشروعات تعلن عنها الدولة ويتم الشراء طبقًا لأقل الأسعار بغض النظر عن قدرة المشروع" ونظام صافي القياس" Net Meteringوهي مشروعات خلايا شمسية ينفذها القطاع الخاص لتغذية أحماله المرتبطة بالشبكة حتى قدرة 20 ميجاوات مع إجراء تسوية بين ما يستهلكه من الشبكة وما ينتجه من محطة الخلايا الشمسية"، ومنتجي الطاقة المستقلين" IPP مشروعات ينفذها مستثمرو القطاع الخاص إما لتغذية أحمالهم أو لبيع الطاقة الكهربائية للمستهلكين التابعين لهم . "

كما تتعدد صور الاستثمار ومن أهم صور الاستثمار هو التعاون الدولي وهو ما يوضحه الشكل البياني التالي

شكل رقم (15) التعاون الإقليمي الدولي لمصر في قطاع الطاقة

المصدر: هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، التقرير السنوي2018، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة،2018

يوضح الشكل البياني السابق صور التعاون الدولي بين مصر والهيئات والدول المختلفة حيث توجد العديد من الشراكات وصور التعاون بين مصر والوكالة الدولية للطاقة المتجددة، والبنك الدولي، وجامعة الدول العربية، والاتحاد الأوروبي، وبنك التعمير الألماني، كما أن أحد أهم المشاريع الاستثمارية والشراكات الدولية هو مشروع الربط الكهربائي.

الربط الكهربائي في مصر

(أ) تعريف الربط الكهربائي :(Electrical connection) إنه مشروع إنشاء شبكة لنقل الطاقة الكهربائية على نطاق إقليمي، أو نطاق أكثر اتساعًا عند تردد متزامن، ومربوط كهربائياً ببعضهم البعض أثناء ظروف التشغيل الاعتيادية، وتُعرف أيضًا بالمناطق المتزامنة، ويمكن تعريفة بأنه عملية ربط الأنظمة الكهربائية القائمة في بلدين متجاورين أو أكثر بواسطة خطوط الجهد الفائق، والذي يسمح بتبادل الطاقة الكهربائية بينهم بسهولة. ويمكن تعريفة بأنه صورة من صور الاستثمار في قطاع

الكهرباء يقوم على ربط شبكات الكهرباء بالدولة بشبكات الدول المجاورة؛ لتبادل فوائض عمليات التوليد فيما بينهم، ولترشيد المنظومة الكهربائية من خلال الحد من التكاليف الرأسمالية والتشغيلية، وعادة ما يبدء الربط الكهربائي بين الدول بصورة متواضعة وفي أوقات معينة ثم يتزايد.

(ب)أنواع الربط الكهربائي

-الربط الكهربائي لتبادل الطاقة: هو قيام دولة يكون توليد الكهرباء فيها أقل تكلفة بتصدير الطاقة الكهربائية لدولة مجاورة يكون توليد الكهرباء فيها أعلى تكلفة ، ومن ثم يمكن الربط الكهربائي من الحصول على الكهرباء وفق جدول زمني يتم تحديده مسبقًا من قبل الدولتين، وتستفيد كلتا الدولتين من التبادل، إذ تقوم الدولة المصدرة ببيع الكهرباء بسعر أعلى من تكلفة الإنتاج فيها، بينما تحصل الدولة المستوردة بسعر أقل للكهرباء من تكلفته المحلية، ويمثل الفرق في تكلفة الكهرباء في البلدين وفورات مالية من الربط، وعادة ما يتم توزيع تلك الوفورات بالتساوي بين الدولتين، ويُعد مشروع الربط الكهربائي بين مصر والأردن أحد الأمثلة للربط الكهربائي لتوليد الطاقة. وفي حالة قيام دولة مصدرة ببيع الكهرباء لدولة مستوردة غير مجاورة فيتم تعويض الدولة أول الدول التي تمر بها شبكات النقل ومثال ذلك تصدير مصر الكهرباء إلى لبنان تحصل سوريا والأردن على رسوم.

-الربط الكهربائي لتبادل القدرة: يتمثل ذلك في قيام دولتين أو أكثر بدمج برامج إنشاء محطات التوليد الجديدة فيهم في برنامج مشترك يتم فيه إنشاء بعض محطات التوليد لأحدى الدول في دولة أخرى لوجود مصدر رخيص للطاقة، ومن الأمثلة على ذلك الربط الكهربائي بين مصر والسعودية، والربط الكهربائي بين مصر وسد انجا في الكونغو الديمقراطية، وبين مصر والسودان.

-الربط الكهربائي لزيادة اعتمادية الشبكة: في هذه الحالة تقوم دولة بتوفير الطلب على الكهرباء لدولة أخرى، ويُعد مثال على ذلك مشروع الربط الخليجي، إذ أن تكلفة إنتاج الكهرباء في أغلب الدول الخليجية متشابهة، وتصل ساعات الذروة بهم حوالي الساعة الثالثة بعد الظهر خلال أشهر الصيف .

(ت) فوائد الربط الكهربائي

الفوائد الاقتصادية:(تتمثل بعض هذه الفوائد في النقاط التالية: في توفير في التكاليف الثابتة والمتغيرة وفي الوقود حيث يتم الاستفادة من الوحدات ذات الكفاءة العالية بأقصى قدر ممكن، الاستفادة من اختلاف أوقات الذروة الفصلية أو الإسبوعية أو اليومية وذلك يكفل الاستفادة من الطاقة في وقت لا يستفيد منها الأطراف الأخرى المرتبطة، ومعروف أن حمل الذروة للأحمال للأنظمة المرتبطة ببعضها البعض يكون أقل من مجموع أحمال الذروة لكل نظام على حدى مما يؤدى لاتزان عملية استهلاك الكهرباء، وتشجيع إنشاء وحدات توليد بأحجام كبيرة ذات تكلفة إنتاج أقل، تحقيق عامل الوفر الاقتصادي نتيجة الاستفادة المشتركة لبعض الوحدات بين الدول المرتبطة، الوفر المباشر في الاستثمارات الرأسمالية الناتجة عن تأجيل إنشاء محطات إنتاج جديدة، وتخفيض الاحتياطيين الثابت والدوار لكل نظام على حدى بالاعتماد على احتياطي النظام الموحد، خفض تكلفة توليد وحدة الطاقة الكهربائية حيث يتم توليد الكهرباء في الدول التي لديها ميزة

نسبية في الإنتاج بتكلفة منخفضة، تحقيق عوائد مالية للدول التي يمر بها خطوط الربط الكهربائي، زيادة القدرة لتوصيل الكهرباء للمناطق المحرومة).

الفوائد الفنية:(إجراء برامج الصيانة الوقائية بشكل أفضل، تخفيض نسب الاحتياطي الثابت والدوار لمواجهه الطوارئ في الشبكات الكهربائية لكل نظام على حدى بالاعتماد على احتياطي النظام الموحد، تبادل الخبرات ومتابعة التطور التقني العالمي في مجال الكهرباء واستخدام أفضل التقنيات، زيادة الاستقرار الديناميكي للشبكة الكهربائية لكون النظام المتكامل أقدر من الأنظمة المنفردة على استعادة الاستقرار بعد الحوادث والاضطرابات، تسهيل عملية تنويع مصادر الطاقة الكهربائية حيث يتم ربط جميع أنواع المحطات الكهربائية سواء متجددة أو غير متجددة، تحسين نوعية الكهرباء حيث أن الشبكات ذات الحجم الكبير لديها قدرة أكبر على تحمل الهزات وتذبذب الأحمال، يمكن الدول التي لا تملك احتياطي من وجود احتياطي لها بشكل يحقق استقرار عمليات المد بالتيار الكهربائي).

الفوائد البيئة:(تقليل الانبعاثات باستخدام الإنتاج الأكثر كفاءة، تحسين الكفاءة لانخفاض استخدام الوقود ومن ثم تقل الانبعاثات من محطات التوليد، استخدام كافة مصادر الطاقة وخاصة الاستفادة من المصادر المتجددة الصديقة للبيئة، تزايد استخدام أفضل المواقع لإنشاء محطات الإنتاج وخاصة التي لها ميزة نسبية سواء القدرات المائية أو أي مصدر من مصادر الطاقة المتجددة).

الفوائد الاجتماعية والسياسية والقانونية:(تدعيم الأمن بين الدول وتحقيق الاستقرار السياسي بسبب وجود سبل التعاون الاقتصادي القوي متمثلة في شبكات الربط الكهربائي، زيادة الخبرات القانونية وخلق مجال لجعل القوانين المحلية تتواءم مع القوانين الإقليمية والدولي، تبادل الخبرات الفنية نتيجة العلاقات القوية بين الدول التي بها مشروع الربط الكهربائي، العمل على توافق القواعد التنظيمية لشبكات الربط الكهربائي).

(ث)الربط الكهربائي في مصر

إنطلاقًا من أن الكهرباء أحد أهم الضروريات الحيوية للدول في عصرنا الحاضر، وتُعد أهم مؤشرات التنمية المستدامة. وفي مصر يتزايد الطلب على الكهرباء مع زيادة السكان، والتوسع الحضاري، وتحسن المستوى الاجتماعي، والتنمية الاقتصادية....إلخ. ومن ثم تعمل مصر كما تعمل دول العالم جاهدة على ارتفاع مستويات الاعتمادية للإمدادات الكهربائية، وضمان استقرار التيار الكهربائي من خلال العمل على ربط شبكاتها الكهربائية بشبكات الدول المجاورة؛ لتبادل فوائض عمليات التوليد بينها وبين الدول، ولترشيد المنظومة الكهربائية للحد من التكاليف الرأسمالية والتشغيلية.

ومنذ أواخر الثمانينات، كرست الحكومة المصرية جهودها لتحديد وتنفيذ العديد من مشاريع ربط شبكة الكهرباء بالتعاون مع بلدان أخرى في المنطقة العربية لتحسين موثوقية القطاع. وأدت مشاريع الربط في المنطقة العربية إلى ربط مصر بالعراق والأردن ولبنان وسوريا وتركيا. وتمت المرحلة الأولى من مشاريع الربط الكهربائيَ بخطوط 400 كيلوفولط لربط مصر والأردن ولبنان وسوريا، وقد تم الانتهاء من هذه المرحلة في أواسط التسعينات .

كما تم البدء بإنشاء خط الربط الشبكي المسمى المغرب العربي بين مصر وليبيا منذ عام 1998 من خط بجهد 220 كيلوفولط، وخط مع المغرب وتونس بجهد 500/400 كيلوفولط.

كما تم بدء البدأ بإنشاء خط الربط بين مصر والسعودية بإجمالي قدرات 150 ألف ميجا وات، بتكلفة إجمالية للمشروع مليار 800 مليون دولارًا يتحمل الجانب المصري منهم 8 مليارات جنيه، ومخطط بدء تشغيل المرحلة الأولي في عام 2024. كما تم اتخاذ خطوات عديدة لاكتشاف إمكانية الربط مع بلدان إفريقيا، وقد تم الانتهاء من دراسة جدوى الربط بين مصر وإثيوبيا والسودان لتبادل 3200 ميجاوات، منها 2000 ميجاوات يمكن تخصيصها لمصر. وقد أعلنت مصر والسودان في عام 2020 عن خططهما لزيادة الربط الحالي بقدرة 70 ميجاواط إلى300 ميجاواط في المرحلة الثانية بنهاية عام 2021 .

وهناك جهود أخرى يجري استطلاعها لتقييم إمكانية الربط مع جمهورية الكونغو، كما تواصل مصر العمل مع الاتحاد الأوروبي من أجل تقييم الخيارات الممكنة لتيسير تبادل الطاقة الكهربائية في المستقبل عبر البحر المتوسط ولاسيما من مصادر الطاقة المتجددة من خلال الربط المحتمل بين تونس وإيطاليا، وكذلك الربط المحتمل بين مصر وقبرص واليونان. وقد انضمت مصر إلى مشروع ربط حلقة كهرباء البحر الأبيض المتوسط (MedRing) الذي يهدف إلى ربط شبكات معظم الدول المطلة على البحر الأبيض المتوسط، وبالتالي ربط شبكات دول شمال إفريقيا بأوروبا من خلال الربط الكهربائي الحالي بين المغرب وإسبانيا.

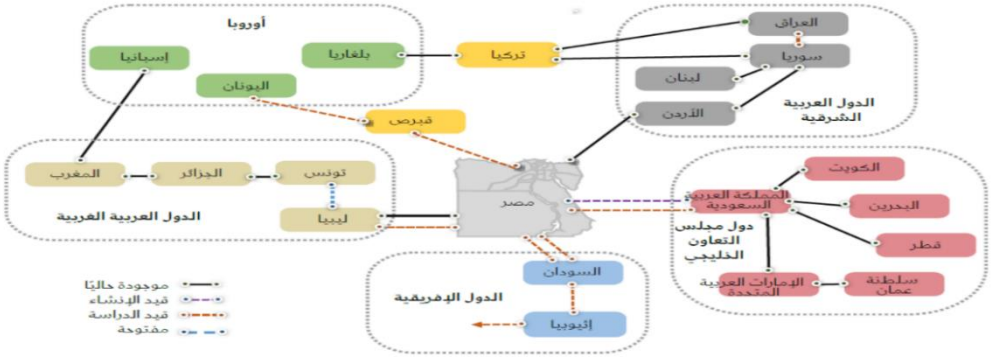
جدول رقم (4) تاريخ الربط الكهربائي بين مصر وليبيا ومصر والأردن

الوصف	مصر /ليبيا	مصر/الأردن
تاريخ الربط	مايو1998	أكتوبر1998
جهد الربط(كيلوفواط)	220	400
البلدان المربوطة	ليبيا	الأردن
الطاقة المباعة والمصدرة(جيجاوات/ساعة)	292	454.7

المصدر: الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقرير السنوي للشركة القابضة لكهرباء مصر ،2020.

يوضح الجدول السابق تاريخ الربط الكهربائي بين مصر وليبيا ومصر والأردن وهي بدأت في عام 1998 بين مصر وليبيا، ومصر والأردن، وهي تربط بينهم وتقدر الطاقة المباعة بين مصر وليبيا بنحو 292 جيجاوات/ساعة عام2020، بينما الطاقة المباعة للأردن بنحو 455 جيجاوات/ساعة.

شكل رقم (16) رؤية مصر كمركز محوري لتجارة الكهرباء الإقليمية والدولية



المصدر: الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقرير السنوي للشركة القابضة لكهرباء مصر 2019/2018.

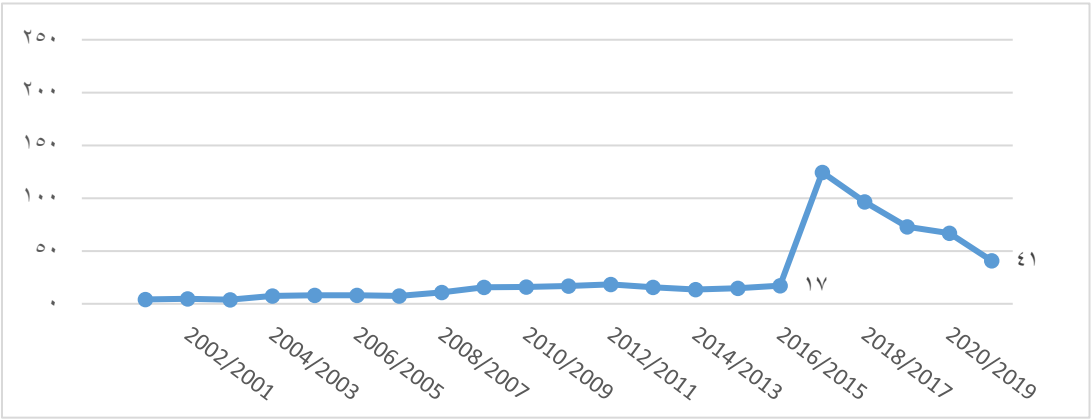
يتضح من الشكل السابق رؤية مصر الطموحة لتكون مركز إقليمي لتصدير الطاقة فتوجد دراسات قيد الدراسة للربط الكهربائي بين مصر وليبيا والسودان والسعودية وقبرص، مع وجود خطوط قيد الإنشاء مع السعودية.

2.2.2 تطور الاستثمار في قطاع الطاقة في مصر

تتعدد صور الاستثمار في قطاع الطاقة، وتختلف صور الشراكات الدولية وقد تطور حجم الاستثمار والذي نوضحه في الشكل البياني (15) والذي يعكس ارتفاع حجم الاستثمار خلال الفترة (2015/2014-2001/2000) مع تذبذب في الفترة (2021/2020-2016/2015) حيث كان يوجد ارتفاع بشكل كبير في عام 2016/2015 وتراجع في العام التالي مع ارتفاع مرة أخري عام 2018/2017 مع تراجع في السنوات التالية.

شكل بياني رقم (17) تطور الاستثمارات العامة المنفذة بالأسعار الجارية في قطاع الكهرباء

خلال الفترة (2021/2020-2001/2000) –مليون جنيه

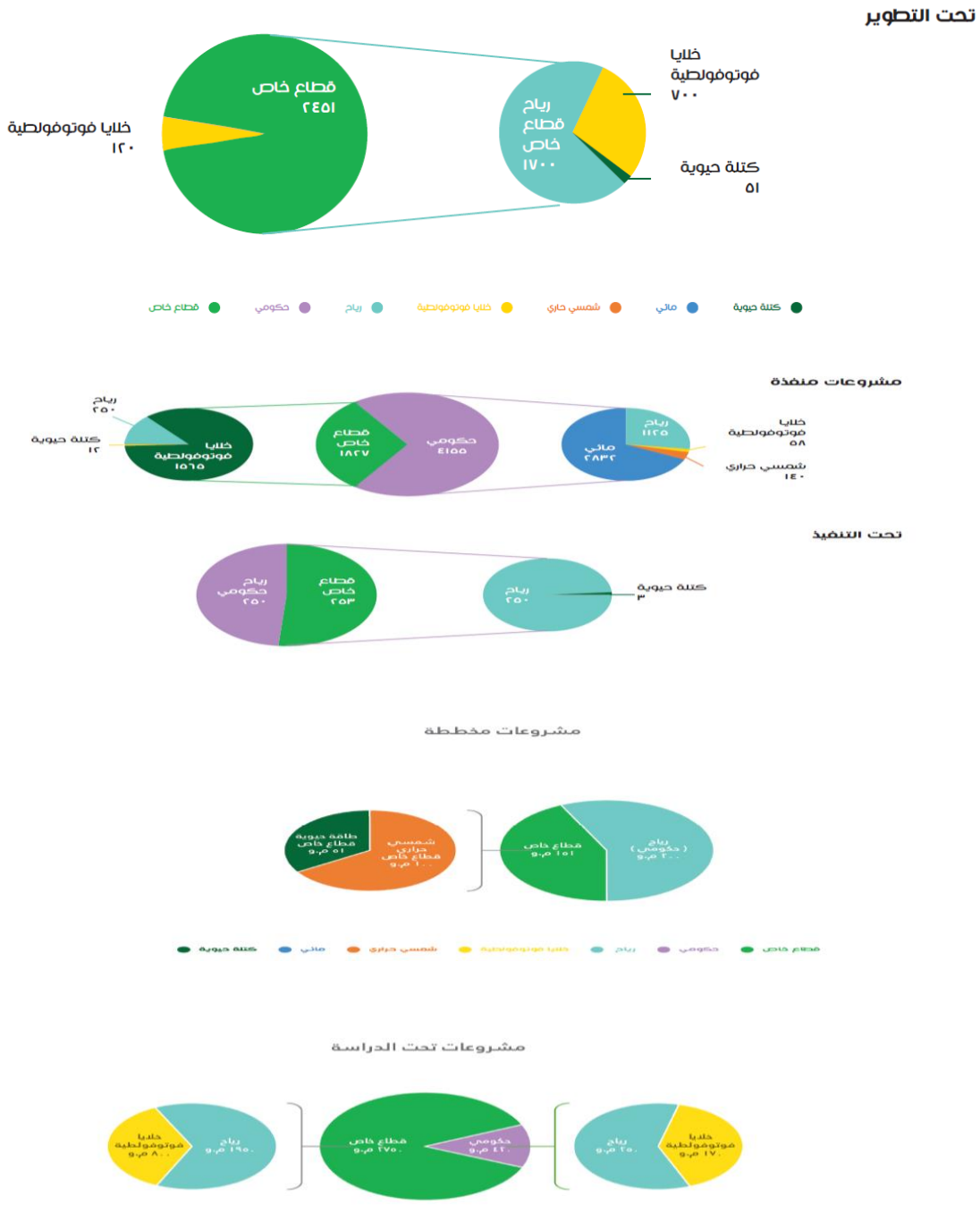


المصدر: وزارة التخطيط والتنمية الاقتصادية

يتضح من الشكل البياني السابق تطور وتحسن حجم الاستثمارات في قطاع الكهرباء حتى عام 2017/2016والتي نلاحظ بعدها وأن كان حجم الاستثمارات أكبر مما كان علية في السابق ولكن تراجع عن حجم الارتفاع الكبير المتحقق عام 2017/2016 ونفسر ذلك بأن وضع استراتيجية الطاقة 2015 واكبة ارتفاع في الاستثمارات بشكل فوق الطبيعي في العام التالي. وتشير التوقعات وصول حجم الاستثمار في الطاقة إلى نحو 65 مليار جنيه عام 2030 .

وتنقسم الاستثمارات في قطاع الطاقة لعدة أوجه منها مشروعات منفذة ومشروعات تحت التنفيذ، ومشروعات تحت التطوير، ومشروعات تحت الدراسة وأخرى مخططة كما هو موضع في الشكل البياني التالي. ويرى الباحث أن أحد أهم أوجه الاستثمار في قطاع الطاقة مشروعات الربط الكهربائي.

شكل رقم (18) مشاريع الكهرباء المنفذة- وتحت التنفيذ- تحت التطوير-تحت الدراسة -مخططة



المصدر: هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، التقرير السنوي2018، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة،2018

يتضح من الشكل البياني السابق تعدد المشروعات في قطاع الكهرباء منها مشروعات تحت الدراسة، ومشروعات مخططة، ومشروعات تحت التنفيذ وأخرى تحت التطوير، ونلاحظ أنه من ضمن المشروعات المخططة الطاقة الحيوية بقدرة 51 م و، أما المشروعات تحت الدراسة تهدف لزيادة حصة القطاع الخاص عن القطاع العام ونسبة مساهمة طاقة الرياح لنحو 1950 م و، أما المشروعات تحت التطوير نلاحظ تنوعها فمنها الخلايا الفولاتيه، والكتلة الحيوية، وطاقة الرياح، والمشروعات تحت التنفيذ تنقسم بين طاقة حيوية ورياح، بينما المشاريع المنفذه فترتفع نسبة المشاريع الحكومية عن الخاصة وتتنوع بين مشاريع شمسية ومائية ورياح.

3.2 محطة الضبعة لإنتاج الطاقة النووية

استكمالاً لتاريخ المشروع النووي الذي تناولته الدراسة في الفصل الأول والذي بدء في عام 1956 وكان في المجال البحثي وكانت هناك محاولات عديدة لإنشاء محطة توليد كهرباء نووية لم تكتمل إلى أن تم بدء مشروع الضبعة بتفعيل عقود المشروع في عام 2017 وفي البداية نوضح نبذة عن محطة الضبعة التي تم اختيار موقعها بعد العديد من الدراسات وآخرها دراسة قامت بها شركة سوفراتوم "وهي أكبر شركة فرنسية متخصصة في إجراء الدراسات اللازمة لاختيار وتقييم المواقع وقد استغرقت الدراسات والأعمال الحقلية والمكتبية والمعملية والأبحاث المصاحبة لها الفترة من 1978 حتي 1985 على أن يتم على ست مراحل متعاقبة وتم تسليم نتائجها لهيئة المحطات النووية في 33 مجلداً فيما أوضحت تقارير رئيسية وملاحق وخرائط ورسومات وبيانات صلاحية موقع الضبعة."

تقع المحطة في منطقة الضبعة بمحافظة مرسى مطروح على محاذاة ساحل البحر المتوسط، وينفذ المشروع على مساحة 45 كيلومترً مربعً، بطول 15 كيلومترً على ساحل البحر، وبعمق 5 كيلومترات. وبتكلفة تصل لنحو 25 مليار دولار على أن يتم تسديد القرض بعد 6 سنوات أي مع بداية تشغيل المشروع .

تعتبر هيئة المحطات النووية لتوليد الكهرباء المالك الوحيد للمحطات النووية وتعتبر شركة روساتوم هي المقاول الرئيسي" تُعد أكبر منتج للكهرباء في روسيا، حيث توفر أكثر من 18 % من احتياجات الطاقة هناك وتحتل الشركة المرتبة الأولى في العالم من حيث حجم محفظتها من المشاريع الأجنبية وتمثل 36 وحدة طاقة في 12 دولة في مراحل مختلفة من التنفيذ، وتحتل المرتبة الأولى في العالم في تخصيب اليورانيوم، والثانية في العالم من حيث احتياطي اليورانيوم والمرتبة الرابعة من حيث إنتاجه، ويتجاوز عدد العاملين بها ربع مليون شخص في الوظائف المختلفة " وتم الاتفاق على إنشاء وتشغيل المحطة النووية وفق نظام BOO(Build-Own-Operate) ومن خلال عدد من العقود وهى العقد الرئيسي "عقد البناء الجاهز" للبناء والتشييد وعقد توريد الوقود وعقد التشغيل والصيانة وكذلك عقد الوقود المستنفذ، كما يلتزمون بتدريب الخبراء المصريين .

ومن المتوقع أن توفر المحطة قرابة ال15 ألف فرصه عمل. بينهم 3 آلاف عامل في المحطة النووية، وسوف تؤثر بشكل غير مباشر على عمالة نحو 94 صناعة مكملة تتمثل في السباكة والكهرباء والحدادة والنجارة وغيرها. ومن المتوقع الانتهاء من الوحدة الأولى منها والاستلام الابتدائي والتشغيل التجاري بحلول عام 2026. وإن كانت الدراسة تتوقع حدوث بعض التأخير في ظل جائحة كوفيد19 ، وحرب روسيا على أوكرانيا. ومتوقع أن ينتج المفاعل النووي 4800 ميجاوات سنوياً ما يعادل

عشرات المرات من إنتاج السد العالي الذي يساهم بـ 9% فقط من استهلاك مصر من الكهرباء. وقد حصلت 3 شركات مصرية على مناقصات خاصة بإنشاءات محددة في محطة الضبعة النووية كتنفيذ مهام تسوية جزء من مساحة البناء، وتسوية موقع البناء الرئيسي، والحفر، والشبكات، والطرق. وقد تم إختيار مشروع الضبعة النووي من أفضل 3 مشاريع على مستوي العالم من حيث البدء والانطلاق .

مراحل تنفيذ مشروع الضبعة

تتمثل في ثلاثة مراحل رئيسية:

–المرحلة الأولى وهي المرحلة التحضيرية وقد بدءت ديسمبر 2017 واستمرت عامين ونصف تقريبًا وتهدف إلى تجهيز وتهيئة الموقع لإنشاء المحطة النووية.

–المرحلة الثانية تبدأ بعد الحصول على إذن بدء الإنشاء وتشمل كافة الأعمال المتعلقة بالبناء والتشييد وتدريب العاملين والاستعداد للبدء في اختبارات التشغيل.

–المرحلة الثالثة تبدأ بعد الحصول على إذن اختبارات ما قبل التشغيل" حصلنا عليه عام2019" والتي تشمل إجراء اختبارات التشغيل وبدء التشغيل الفعلي وتستمر هذه المرحلة حتى التسليم المبدئي للوحدة الأولي وإصدار ترخيص التشغيل.

-المرحلة الرابعة تبدأ بالإنشاءات وتنتهي بالتشغيل الفعلي وهي ما يُعد المشروع فيه فتم صب الخرسانة الثانية للمفاعل الثاني.

خصائص محطة الضبعة

يتميز موقع الضبعة بتوفير المياه اللازمة والكافية للتبريد بالإضافة إلى ملاءمته من النواحي الجيولوجية والزلزالية والطبوغرافية وغيرها من المقومات الفنية والبيئية الأخرى ذات الصلة، وانخفاض الكثافة السكانية بالمنطقة" حيث تم إخلاء المنطقة عام 2016 وتعويض السكان بنحو 134 مليون جنيه". وتمتاز المفاعلات النووية بالتشغيل الآمن ، وتضمن هذه المفاعلات عدم التسرب الإشعاعي عن طريق الفلاتر والحواجز المتعددة، وتحتوي المحطة على نظام التحكم الآلي الحديث وهو ما يجعلها تتميز بأنها لا تُصْدر أي انبعاثات للغازات الملوثة أو غازات الاحتباس الحراري، وتتمتع بأعلى معدلات الأمان العالمية المستخدمة في محطات توليد الكهرباء بالطاقة النووية، ونوع المفاعل المستخدم بالمحطة هو-PWR-VVER) (1200 MW,4 power unitوالمفاعل يستطيع تحمل اصطدام طائرة تجارية ثقيلة تزن 400 طن وتسير بسرعة 150 متراً/الثانية، كما يستطيع تحمل تسونامي حتي ارتفاع 14 متراً ويتحمل الزلازل حتي عجلة زلزالية 0.3 من عجلة الجاذبية الأرضية ، وتصميم المفاعل (Atomproekt JSC) وتُقدر الطاقة التصميمية4800 ميجاوات(1200MW×4 Power units)، ويُقدر تصميم الطاقة الحرارية(3200MW×4)، ودورة الوقود12-18(U)kg/MW-day to 70 burn-up, fuel Months ، الجيل (الثالث+)، ومدة دورة الوقود (18 شهر)، ودورة الحياة المتوقعة هي(60 سنة وقد يزيد) .

العائد من محطة الضبعة النووية

تُعد المحطة أحد مصادر الطاقة النظيفة بجانب المصادر المتجددة وتلعب دوراً بارزاً في تقليل انبعاثات الكربون. فسوف تُساهم في توفير الطاقة "أمن الطاقة"، كما قد تُؤدي لتحسين معدلات الإنتاج وارتفاعها عن معدلات الاستهلاك "قد تُسهم في خفض تكلفة الانتاج" بما يخدم جهود التنمية ويعزز عملية التنمية المستدامة بتوفير خدمات الطاقة لمزيد من السكان بشكل يزيد الرفاهية. وتستهدف المحطة إدخال صناعات جديدة كالأنابيب والمواسير ذات المواصفات الخاصة والتي يتم استخدامها في محطة القوى النووية، ويشجع المشروع على مشاركة العديد من الشركات المحلية المصرية في عمليات التشييد والبناء حيث تصل نسبة المشاركة المحلية إلى 20% للوحدة الأولى وتزداد هذه النسبة تباعًا مع ازدياد عدد الوحدات. تُساهم المحطة في الحفاظ علي موارد الطاقة من البترول والغاز وتعظيم القيمة المضافة من خلال استخدام البترول والغاز الطبيعي كمادة خام لا بديل لها في الصناعات البتروكيميائية والأسمدة. كما ستسهم المحطة في ارتفاع الناتج المحلي الإجمالي فتؤكد شركة روساتوم المنشأة أن كل دولار يتم استثماره في محطة الطاقة النووية، سيولد حوالي 4 دولارات من الناتج المحلي الإجمالي الوطني، كما ستكون له آثار ايجابية على صعيد التشغيل وتوفير فرص العمل وأيضا في المجال الطبي والبحثي.

4.2 استبيان دور الطاقة النووية والمتجددة في تحقيق التنمية المستدامة

يتناول هذا الجزء من الفصل الجانب العملي التحليلي والذي يعتمد على الدراسة الميدانية من خلال استقصاء رأي الخبراء والباحثين في مجال الطاقة النووية والطاقة المتجددة، بهدف التعرف على أرائهم وتحليلها.

تتكون العينة من عدد (50) خبير وباحث متخصص في هيئة المحطات النووية لتوليد الكهرباء، (30) باحث وخبير في هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، جهاز تنظيم مرفق الكهرباء، (20) باحث وخبير من مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار من الإدارة الاقتصادية ومن وحدة ترشيد الطاقة.

تراوحت أعمارهم بما يقرب من 25 سنة إلى ما فوق الستين، وتنوعت بين الذكور والإناث، وأما فيما يخص المؤهل الدراسي كانت العينة بين حاصلين على بكالوريوس، وماجستير أو دكتوراه. أما الدرجة الوظيفية فكانت إما الأولى أو الثانية أو الثالثة، أو إستعانة.

ويوجد استمارتين (استمارة خاصة بالطاقة النووية والأخرى بالطاقة المتجددة) وتنقسم الاستمارة إلى 5 أبعاد (الطاقة النووية" المتجددة" والتنمية المستدامة - الاستراتيجية- وضع قطاع الطاقة- الكوادر والبحث العلمي- القوانين والتشريعات)، وتم قياس قيم المتوسطات الحسابية بالنسبة للموافقة وفق المقياس المستخدم كالتالي (موافق جدًا) تأخذ 5 (موافق) 4، (محايد) 3، (معارض) 2، (معارض جدًا) 1.

قامت الدراسة بإنشاء 5 مؤشرات، تتراوح قيمة المؤشر من (0-100)، تعكس ال100 الإدراك والوعي بالمحور، والموافقة التامة، والتأييد التام، والصفر عدم الموافقه، والمعارضة التامة، وغياب الإدراك وسوف نتناولهم كالتالي.

الطاقة النووية

المؤشر الأول IND1 يعكس 5 أسئلة في محور الطاقة النووية والتنمية المستدامة: وهم (للطاقة النووية دور في تحقيق التنمية المستدامة، مصر تواكب التغيرات المناخية في توجهها للطاقة النووية، مصر غنية بمصادر الطاقة النووية اليورانيوم، يوجد توعية بأهمية التنويع بمصادر الطاقة واستخدام الطاقة النووية، توجد خبرات مصرية في مجال الطاقة النووية على قدر كاف من التطور والتعلم).

جدول رقم (5) الطاقة النووية والتنمية المستدامة

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
IND_1	50	50.00	95.00	80.9000	11.36994
Valid N (listwise)	50				

يتضح من المؤشر أن الخبراء لديهم إدراك ومعرفة وموافقه وتأييد كبير لأهمية الطاقة النووية ودورها في تحقيق التنمية المستدامة حيث تقترب قيمة المؤشر من 100 فسجلت قيمة المؤشر 80.9 لإجمالي العينة 50 خبير.

المؤشر الثاني IND2 يعكس 5 أسئلة في محور الاستراتيجية: وهم (استراتيجية الطاقة المتكاملة والمستدامة 2035 تحقق أهداف COP27 ، استراتيجية الطاقة المتكاملة والمستدامة 2035 تلم بكافة التحديات، توجد خطوات نفذت من استراتيجية الطاقة المتكاملة والمستدامة 2035، يوجد تعاون بين الوزارات والهيئات لتحقيق الإستراتيجية، توجد تحديات تواجه تنفيذ الاستراتيجية).

جدول رقم (6) الاستراتيجية

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
IND2	50	65.00	90.00	80.7000	6.92599
Valid N (listwise)	50				

يتضح من المؤشر أن الخبراء لديهم إدراك ومعرفة وتأيد كبير لأهمية الاستراتيجية ودورها في تحقيق تطور القطاع وتحقيق أمن الطاقة ومواكبة أهداف COP27 من خلال الإلمام بالتحديات وتعاون الجهات حيث تقترب من 100 فسجلت قيمة المؤشر 80.9 لإجمالي العينة 50 خبير.

المؤشر الثالثIND3 يعكس 5 أسئلة في محور وضع القطاع : وهم (يوجد تطوير في قطاع الطاقة النووية في مصر، إدارة قطاع الطاقة النووية تحقق رؤية مصر 2030، ما زالت توجد تحديات لم يتم البدء في تداركها ومواجهتها، الاستثمار الأجنبي موجود وكاف لتنمية القطاع وتطويره، توجد مميزات تميز قطاع الكهرباء وتساعده ليكون قاطرة التنمية المستدامة في مصر).

جدول رقم (7) وضع القطاع

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
IND3	50	70.00	95.00	85.5000	7.08908
Valid N (listwise)	50				

يتضح من المؤشر أن الخبراء لديهم إدراك ومعرفة كبيره بوضع القطاع، ومميزاتة، وتاريخ المشروع النووي والتحديات التي واجهها، والخطوات المنفذة، ووضع الاستثمار الأجنبي به حيث تقترب من 100 فسجلت قيمة المؤشر 85.5 لإجمالي العينة 50 خبير.

المؤشر الرابع IND4 يعكس 5 أسئلة في محور الكوادر والبحث العلمي: وهم (يوجد استغلال للكفاءات في القطاع بصورة جيدة، يتم تقديم حوافز للكوادر البشرية، يوجد تدريب للكوادر البشرية، الإنفاق على البحث العلمي في مجال الطاقة النووية كاف، يتم التعاون مع الخبرات الدولية في مجال الطاقة النووية)

جدول رقم (8) الكوادر والبحث العلمي

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
IND4	50	65.00	95.00	79.8000	7.48877
Valid N (listwise)	50				

يتضح من المؤشر أن الخبراء لديهم إدراك ومعرفة وتأيد كبير لأهمية الكوادر البشرية وضرورة تدريبها وتحفيزها والوضع الحالي لذلك، ومكانة وأهمية الإنفاق على البحث العلمي في مجال الطاقة النووية والوضع الحالي للبحث العلمي ووضع التعاون العلمي مع الدول الرائدة حيث تقترب من 100 فسجلت قيمة المؤشر 79.8 لإجمالي العينة 50 خبير وجاء المؤشر أقل من المؤشرات السابقة لوجود كثير من الخبراء يرون تدني الإنفاق على البحث العلمي رغم أهميته حيث أن الحد الأدنى للمؤشر 65%.

المؤشر الخامس IND5 يعكس 5 أسئلة في محور القوانين والتشريعات: وهم (يوجد تشريعات تحتاج تعديل لتطوير القطاع والتغلب على التحديات، لا يوجد تعارض بين القوانين المحلية والقوانين الدولية والاتفاقيات والمعاهدات المتعلقة بالطاقة النووية، الجهات الرقابية تتمتع بالاستقلالية، الجهات الرقابية والتشريعية تحقق دورها، السلطة التنفيذية تقيد دور السلطات الرقابية، يوجد تعديلات تشريعية تحقق الأمان النووي من تشغيل مشروع الضبعة، قانون الاستثمار الجديد يوفر الحوافز الكافية لتشجيع الاستثمار الأجنبي والخاص).

جدول رقم (9) القوانين والتشريعات

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
IND5	50	55.00	95.00	77.3000	8.03119
Valid N (listwise)	50				

يتضح من المؤشر أن الخبراء لديهم إدراك ومعرفة وتأييد كبير لأهمية القوانين والتشريعات لتطوير القطاع وجذب الاستثمارات، وتحقيق الشفافية والكفاءة وهو ما يحقق أمن مشروع الضبعه ونجاحه فسجلت قيمة المؤشر 77.3 لإجمالي العينة 50 خبير وجاء المؤشر أقل من المؤشرات السابقة لوجود كثير من الخبراء يرون وجود بعض التشريعات تحتاج تطوير ويرون وجود بعض القيود على الجهات الرقابية ووجود تشريعات تحتاج لتطوير حيث أن الحد الأدنى للمؤشر 55%.

الطاقة المتجددة

المؤشر الأول IND_1_R يعكس 5 أسئلة في محور الطاقة المتجددة والتنمية المستدامة: وهم (للطاقة المتجددة دور في تحقيق التنمية المستدامة، مصر تواكب التغيرات المناخية في توجهها للطاقة المتجددة، مصر غنية بمصادر الطاقة المتجددة، يوجد توعية بأهمية التنويع بمصادر الطاقة واستخدام الطاقة المتجددة، توجد خبرات مصرية في مجال الطاقة المتجددة على قدر كاف من التطور والتعلم).

جدول رقم (10) الطاقة المتجددة والتنمية المستدامة

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
IND_1_R	100	50.00	95.00	82.8500	9.48830
Valid N (listwise)	100				

يتضح من المؤشر أن الخبراء لديهم إدراك ومعرفة وموافقه وتأييد كبير لأهمية الطاقة المتجددة ودورها في تحقيق التنمية المستدامة حيث تقترب قيمة المؤشر من 100 فسجلت قيمة المؤشر 82.85 لإجمالي العينة 50 خبير.

المؤشر الثاني IND_2_R يعكس 5 أسئلة في محور الاستراتيجية: وهم) استراتيجية الطاقة المتكاملة والمستدامة 2035 تحقق أهداف COP27 ، استراتيجية الطاقة المتكاملة والمستدامة2035 تلم بكافة التحديات ، توجد خطوات نفذت من استراتيجية الطاقة المتكاملة والمستدامة 2035، يوجد تعاون بين الوزارات والهيئات لتحقيق الإستراتيجية، توجد تحديات تواجه تنفيذ الاستراتيجية.

جدول رقم (11) الاستراتيجية

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
IND_2_R	50	65.00	95.00	78.8000	8.48528
Valid N (listwise)	50				

يتضح من المؤشر أن الخبراء لديهم إدراك ومعرفة وتأيد كبير لأهمية الاستراتيجية ودورها في تحقيق تطور القطاع وتحقيق أمن الطاقة ومواكبة أهداف COP27 من خلال الإلمام بالتحديات وتعاون الجهات حيث تقترب من 100 فسجلت قيمة المؤشر 78.8 لإجمالي العينة 50 خبير.

المؤشر الثالثIND3 يعكس 5 أسئلة في محور وضع القطاع : وهم (يوجد تطوير في قطاع الطاقة المتجددة في مصر، إدارة قطاع الطاقة المتجددة تحقق رؤية مصر 2030، ما زالت توجد تحديات لم يتم البدء في تداركها ومواجهتها، الاستثمار الأجنبي موجود وكاف لتنمية القطاع وتطويره، توجد مميزات تميز قطاع الكهرباء وتساعده ليكون قاطرة التنمية المستدامة في مصر).

جدول رقم (12) وضع القطاع

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
IND_3_R	50	55.00	95.00	73.3000	8.72540
Valid N (listwise)	50				

يتضح من المؤشر أن الخبراء لديهم إدراك ومعرفة كبيره بوضع القطاع، ومميزاتة، وتاريخ بدأ مشاريع الطاقة المتجددة والتحديات التي واجهتها، والخطوات المنفذة، ووضع الاستثمار الأجنبي به حيث تقترب من 100 فسجلت قيمة المؤشر 73.3 لإجمالي العينة 50 خبير.

المؤشر الرابع IND_4_R يعكس 5 أسئلة في محور الكوادر والبحث العلمي: وهم (يوجد استغلال للكفاءات في القطاع بصورة جيدة، يتم تقديم حوافز للكوادر البشرية، يوجد تدريب للكوادر البشرية، الإنفاق على البحث العلمي في مجال الطاقة المتجددة كاف، يتم التعاون مع الخبرات الدولية في مجال الطاقة المتجددة).

جدول رقم (13) الكوادر والبحث العلمي

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
IND_4_R	50	40.00	80.00	55.1000	9.55596
Valid N (listwise)	50				

يتضح من المؤشر أن الخبراء لديهم إدراك ومعرفة وتأيد ليس بكبير لأهمية الكوادر البشرية وضرورة تدريبها وتحفيزها والوضع الحالي لذلك، ومكانة وأهمية الإنفاق على البحث العلمي في مجال الطاقة النووية والوضع الحالي للبحث العلمي ووضع التعاون العلمي مع الدول الرائدة حيث يقترب من المنتصف فسجلت قيمة المؤشر 55.1 لإجمالي العينة 50 خبير وجاء المؤشر أقل من المؤشرات السابقة لوجود كثير من الخبراء ينحازون لإختيار إجابة (محايد)، كما أن الكثير منهم يرون تدني الإنفاق على البحث العلمي رغم أهميته حيث أن الحد الأدنى للمؤشر 40.%

المؤشر الخامس IND5 يعكس 5 أسئلة في محور القوانين والتشريعات: وهم (يوجد تشريعات تحتاج تعديل لتطوير القطاع والتغلب على التحديات، لا يوجد تعارض بين القوانين المحلية والقوانين الدولية والاتفاقيات والمعاهدات المتعلقة بالطاقة المتجددة، الجهات الرقابية تتمتع بالاستقلالية، الجهات الرقابية والتشريعية تحقق دورها، تمت تعديلات تشريعيه حفزت توسع الاستثمارات، قانون الاستثمار الجديد يوفر الحوافز الكافية لتشجيع الاستثمار الأجنبي والخاص).

جدول رقم (14) القوانين والتشريعات

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
IND_5_R	50	40.00	90.00	61.6000	11.75602
Valid N (listwise)	50				

يتضح من المؤشر أن الخبراء لديهم إدراك ومعرفة وتأييد كبير لأهمية القوانين والتشريعات لتطوير القطاع وجذب الاستثمارات، وتحقيق الشفافية والكفاءة بالقطاع فسجلت قيمة المؤشر 61.6 لإجمالي العينة 50 خبير وجاء المؤشر أقل من المؤشرات السابقة لارتفاع نسبة الخبراء الذين إختاروا (محايد) في البعد ولوجود كثير من الخبراء يرون وجود بعض التشريعات تحتاج تطوير ويرون وجود بعض القيود على الجهات الرقابية ووجود تشريعات تحتاج لتطوير حيث أن الحد الأدنى للمؤشر 40 % وهو أقل مما كانت علية عينة الطاقة النووية.

في استمارة الطاقة النووية النسبة الأكبر لفئة الذكور بنسبة 66%، والنسبة الأكبر في عمر 45 فأكثر بنحو 60%، والنسبة الأكبر للبكالوريوس وتتنوع بين (علوم – هندسة- تجارة)، كما أن نسبة 70% على الدرجة الوظيفية الأولى، وما يفوق 50% منهم خبرة 22 سنة فأكثر.

نسبة تفوق 50% من الخبراء لم يساهموا في إعداد استراتيجية الطاقة.

يرى الخبراء أن أبرز التحديات التي تواجهه الطاقة النووية ارتفاع أسعار المواد الخام اليورانيوم، وارتفاع التكاليف والمنافسة مع محطات الغاز الطبيعي والطاقة المتجددة.

أهم توصيات الخبراء والباحثين في مجال الطاقة النووية

- زيادة نسبة التصنيع المحلي تدريجيًا.
- إنشاء المحطات النووية وعدم التباطؤ وتطويرها.
- المزيد من الدعايا والتوعية بأهمية الطاقة النووية.
- تحقيق المشاركة الشعبية لاختيار أماكن دفن المخلفات النووية.
- مساهمة الطاقة النووية في مزيج الطاقة من خلال الإدارة المتكاملة والدعم السيادي للطاقة النووية.
- تقديم المزيد من التدريب الكوادر الفنية، واستقطاب الخبرات المصرية المهاجرة.
- البحث عن أماكن جديدة لبناء المفاعلات النووية.
- وضع التشريعات المحفزة للاستثمار، والمحققة استقلال السلطة الرقابية عن السلطة التنفيذية، ومنح الهيئة النووية لتوليد الكهرباء المزيد من الصلاحيات للتعاون الدولي.
- في استمارة الطاقة المتجددة النسبة الأكبر لفئة الإناث بنسبة 70%، والنسبة الأكبر في عمر 45 فأكثر بنحو 42%، والنسبة الأكبر للبكالوريوس وتتنوع بين (علوم – هندسة- تجارة) بنسبة 70% على الدرجة الوظيفية الأولى، وما يقرب من 60% خبرة 22 سنة فأكثر.
- يؤكد الخبراء أن استخدام الطاقة المتجددة لتوليد الكهرباء تساهم في إنجاح عملية التنمية المستدامة، كما يؤكدون أن مصر تتمتع بوفرة في مصادرة مع وجود تطوير في قطاع الطاقة في مصر ، وأن استراتيجية الطاقة تحقق التنمية المستدامة وأهداف Cop27 ، ويرون أنه تم التغلب على بعض التحديات وإن كانت البعض الآخر لم يتم التغلب عليه بعد، كما يرون أن مصر تمتلك من الخبرات والكفاءات في مجال الطاقة المتجددة ويتم تدريبها داخل وخارج مصر ولكن غير كاف، كما يرون أن الإنفاق على البحث العلمي في مجال الطاقة المتجددة لا يزال غير كاف. يوجد تعديلات تمت في الشق القانوني ولكن غير كافية لتحفير الاستثمار الخاص.
- نسبة الخبراء الذين يرون أن استراتيجية الطاقة المتكاملة والمستدامة 2035 جيدة تتراوح بين (32-56)% بين موافق وموافق جدًا.

أهم توصيات الخبراء والباحثين في مجال الطاقة المتجددة

- زيادة دور الخبرات المصرية مع التعاون مع الخبرات الدولية مثل التعاون المباشر مع الإمارات على مستوي الوطن العربي والصين واليابان على المستوي العالمي في مجال الطاقة المتجددة للاستفادة من خبرتها وتجاربها وريادتها في هذا المجال (زيادة الانفاق على البحث العلمي والتدريب الخارجي).

- الترويج بشكل أكبر للصلاحيات والمزايا التي يوفرها القانون للمستثمرين، كما توجد حاجة لبث رسائل طمأنة للمستثمرين بأن الدولة تنظر أيضًا إلى مصالحهم بعين الاعتبار

- التوعية بمصادر الطاقة المتجددة واستخداماتها ودورها في تخفيض الانبعاثات الكربونية وتشجيع وتحفيز المشروعات الصغيرة والمتوسطة بمجال الطاقة المتجددة.

- تحقيق التوازن في الاعتماد على النفط والغاز كمزيج للطاقة في مرحلة الانتقال إلى الطاقة المتجددة.

- وضع معايير لقياس الأداء وتحديد الاحتياجات المستقبلية من خلال قيام الجهات المتخصصة في مجال الطاقة المتجددة بقياس مدى التطور وتحقيق الأهداف المخططة ومدى تحقق الاستراتيجية وذلك مع التنسيق بين الجهات المعنية والفئات المستهدفة من الاستراتيجية.

- التوسع في تركيب الألواح الشمسية فوق المنازل والمصانع، وكذا في المرافق المُختلفة للدولة.

- الاهتمام بالحوافز المادية حيث توجد كوادر لكن لا يوجد تقدير مادي كافي للخبراء بوزارة الكهرباء.

- وضع القوانين الملزمة لاستخدام الطاقة المتجددة في المنشآت.

- تطوير للاستراتيجية وفق التغيرات العالمية.

- تم حساب معامل الإرتباط بين (المؤهل،العمر، النوع ، سنوات الخبرة، الدرجة الوظيفية) والمؤشرات الخمسة لكل إستمارة والمؤشر الإجمالي للإستمارة النووية وإستمارة الطاقة المتجددة. وتوصلت نتائج مؤشر ANOVA إلى التالي: وجود علاقة معنوية (أي يوجد تأثير وارتباط) في الاستمارة النووية بين المؤهل ومحور الاستراتيجية IND2 ومحور القوانين والتشريعاتIND5 ، والمؤشر المركب INDTotal ؛حيث وجدت الدراسة أن المستوى العلمي الأعلى على دراية أكثر وتأيد أكبر لاستخدام الطاقة النوية ودورها في التنمية، وغير معنوية مع باقي المحاور والمؤهل. وفي استمارة الطاقة المتجددة وجد معامل الارتباط معنوي أي يؤثر المؤهل في محور الاستراتيجيةIND2 ، والمؤشر المركب INDTotal والباقي غير معنوية العلاقة.

- وجود علاقة معنوية (أي يوجد تأثير وارتباط) في الاستمارة النووية بين العمر ومحور الاستراتيجية IND2 ومحور التنمية المستدامةIND1 ، والمؤشر المركب INDTotal، حيث وجدت الدراسة أن العمر الأكبر يعطي خبرة أكثر بالمجال وهو ما أثر على قدر الدراية فكانوا أكثر وتأيد أكبر لاستخدام الطاقة النوية ودورها في التنمية ، وغير معنوية مع باقي المحاور

والعمر. وفي استمارة الطاقة المتجددة وجد معامل الارتباط معنوي أي يؤثر العمر في محور الاستراتيجيةIND2 ، والمؤشر الثالث IND3 والرابعIND4 والخامس IND5والباقي غير معنوية العلاقة.

- وجود علاقة معنوية (أي يوجد تأثير وارتباط) في الاستمارة النووية بين النوع ومحور الاستراتيجية IND2 ومحور التنمية المستدامةIND1 ، وغير معنوية مع باقي المحاور والنوع. وفي استمارة الطاقة المتجددة وجد معامل الارتباط معنوي أي يؤثر النوع على المؤشر الثالث IND3 والرابع IND4 والباقي غير معنوية العلاقة.

- وجود علاقة معنوية (أي يوجد تأثير وارتباط) في الاستمارة النووية بين سنوات الخبرة وجميع المحاور والمؤشر المركب وتؤكد الدراسة أن سنوات الخبرة تعطي خبرة أكثر بالمجال وهو ما أثر على قدر الدراية فكانوا أكثر وتأيد أكبر لاستخدام الطاقة النوية ودورها في التنمية فكان يوجد ارتباط بكل المحاول وسنوات الخبرة . وفي استمارة الطاقة المتجددة وجد معامل الارتباط معنوي مع جميع المؤشرات الخمسة عدا المؤشر المركب.

- وجود علاقة معنوية (أي يوجد تأثير وارتباط) في الاستمارة النووية بين الدرجة الوظيفية ومحور التنمية المستدامةIND1 ، ومحور القوانين والتشريعاتIND5 ، وغير معنوية مع باقي المحاور والمؤشر المركب . وفي استمارة الطاقة المتجددة وجد معامل الارتباط معنوي مع محور التنمية المستدامةIND1 ، ومحور الاستراتيجيةIND2 ، والباقي غير معنوية العلاقة.

ملخص الفصل الثاني

يتناول الفصل الثاني بعنوان وضع قطاع الطاقة في مصر في المبحث الأول بعنوان "قطاع الطاقة في مصر" تحليل القطاع من خلال استخدام "SWOT Analysis" الذي يوضح بصورة أدق وضع البيئة الداخلية(نقاط القوى ونقاط الضعف) والخارجية لقطاع الطاقة (الفرص والتحديات)، ووضع مصادر الطاقة النووية ومصادر الطاقة المتجددة، ومستوى الانتاج والاستهلاك من المصادر التقليدية وأثر ذلك على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في ظل أن قطاع الكهرباء يتسبب بنحو 48% من هذه الانبعاثات، كما تناولت الدراسة وضع الصادرات والواردات من الوقود، وتناول المبحث الثاني بعنوان "وضع الطاقة النووية في مصر" استراتيجية الطاقة في مصر من حيث الأهداف والمحاور الرئيسية، وأبرز الجهود والسياسات التي اتخذتها الحكومة، آليات وصور الاستثمار في قطاع الطاقة، ومشروعات الربط الكهربائي، وتطور الاستثمار في قطاع الطاقة، ثم تناول وضع مشروع الضبعة من حيث مراحل التنفيذ وخصائص المشروع والعائد منه.

وقد توصل المبحث الأول في الفصل الثاني إلى التالي:

- يُعد قطاع الكهرباء هو العمود الفقري لباقي القطاعات فهو قطاع حيوي يوفر خدمات الكهرباء لما يفوق عن 90% من المصريين. ارتفع متوسط نصيب الفرد من الكهرباء، مع وجود تذبذب في انتاج واستهلاك النفط والبترول خلال فترة الدراسة.

-تحتاج مصر لمد السكة الحديد للمحطات التي تعمل بالفحم.

-توجد العديد من نقاط القوى التي يتمتع بها القطاع ومنها الاستقرار الأمني والسياسي، وشبكة نقل موحدة، وتمتع القيادة والتشريع بالقوة ووضوح الاختصاصات وعدم تداخل المهام والتعاون. وأبرز نقاط الضعف لقطاع الكهرباء هي انخفاض كفاءة بعض العاملين، وعدم الدقة في بعض البيانات والإحصاءات.

-أبرز الفرص هي تمتع مصر بمصادر الطاقة المتجددة كالشمس والرياح، وموقعها المتميز التي يساهم في مشاريع الربط الكهربائي. أبرز التحديات ارتفاع مديونية الجهاز الحكومي وعدم دفع المستحقات بشكل يؤثر على سيولة الشركات، التوقعات المستقبلية بانخفاض معدل إنتاج الوقود الأحفوري، تذبذب أسعار البترول في الأسواق العالمية، انخفاض كفاءة السد العالي نتيجة سد إثيوبيا، هجرة العقول المصرية الماهرة والمبدعة. وضعف استقلالية أجهزة الرقابة النووية.

-أهمية استخدام تكنولوجيا مفاعل الماء الخفيف ذي دورة الوقود المفتوحة في توليد الكهرباء لارتفاع جدواها الاقتصادية.

-تتمتع مصر بمصادر تقليدية لليورانيوم في سيناء والصحراء الغربية وغير تقليدية لليورانيوم من الفوسفات في البحر الأحمر والوادي الجديد.

وقد توصل المبحث الثاني في الفصل الثاني إلى التالي:

-قامت الحكومة بالعديد من الجهود واتخاذ الإجراءات لتحقيق الاستراتيجية وأهدافها من خلال وضع القوانين وإنشاء وتطوير العمل بالمؤسسات والمشاريع.

-مشاريع الربط الكهربائي لها العديد من الفوائد الاقتصادية والفنية وبيئية واجتماعية وقانونية ومصر تتمتع بمقومات تجعلها تنجح في استراتيجيتها لأن تصبح مركز محوري لتجارة الكهرباء الإقليمية والدولية.

-تُعد محطة الضبعة أحد مصادر الطاقة النظيفة بجانب المصادر المتجددة وسوف تلعب دوراً بارزاً في تقليل انبعاثات الكربون وسوف تُساهم في توفير الطاقة "أمن الطاقة"، كما قد تُؤدي لتحسين معدلات الإنتاج، وتحقيق التنمية المستدامة.

الاستمارة قامت الدراسة بإنشاء 5 مؤشرات، تتراوح قيمة المؤشر من (0-100) ، تعكس ال100 الإدراك والوعي بالمحور، والموافقة التامة، والتأييد التام، والصفر عدم الموافقه، والمعارضة التامة، وغياب الإدراك.

المؤشرالأول يوضح أن الخبراء لديهم إدراك ومعرفة وموافقه وتأييد كبير لأهمية الطاقة النووية ودورها في تحقيق التنمية المستدامة حيث تقترب قيمة المؤشر من 100 فسجلت قيمة المؤشر 80.9 لإجمالي العينة 50 خبير.

يتضح من المؤشر أن الخبراء لديهم إدراك ومعرفة وتأيد كبير لأهمية الاستراتيجية ودورها في تحقيق تطور القطاع وتحقيق أمن الطاقة ومواكبة أهداف COP27 من خلال الإلمام بالتحديات وتعاون الجهات حيث تقترب من 100 فسجلت قيمة المؤشر 80.9 لإجمالي العينة 50 خبير.

المؤشر أن الخبراء لديهم إدراك ومعرفة وتأييد كبير لأهمية القوانين والتشريعات لتطوير القطاع وجذب الاستثمارات، وتحقيق الشفافية والكفاءة وهو ما يحقق أمن مشروع الضبعه ونجاحه فسجلت قيمة المؤشر 77.3 لإجمالي العينة 50 خبير وجاء المؤشر أقل من المؤشرات السابقة لوجود كثير من الخبراء يرون وجود بعض التشريعات تحتاج تطوير ويرون وجود بعض القيود على الجهات الرقابية ووجود تشريعات تحتاج لتطوير.

الفصل الثالث

دور الطاقة النووية في تحقيق التنمية المستدامة في مصر

الفصل الثالث

اقتصاديات الطاقة النووية ودورها في تحقيق التنمية المستدامة

تمهيد:

تهدف كل دول العالم لتحقيق التنمية المستدامة ومنها مصر وهو ما يتطلب المزيد من الجهود، ومع وضع تعريف وأبعاد وأهداف ومؤشرات للتنمية المستدامة أصبحت الدول تعمل وفق خطى محددة يمكن قياس أثرها على التنمية المستدامة. ويُعد توفير الطاقة المستدامة أحد أهم أهداف التنمية المستدامة، ومع توجه العالم نحو التوسع في مصادر الطاقة النظيفة والمستدامة فكان الدافع لدراسة اقتصاديات الطاقة النووية ودورها في تحقيق التنمية المستدامة. ويتناول الفصل الثالث دور الطاقة النووية في تحقيق التنمية المستدامة في مصر من خلال المبحثين التاليين: المبحث الأول: اقتصاديات الطاقة النووية ودورها في تحقيق التنمية المستدامة. المبحث الثاني: مؤشرات الطاقة في ظل التنمية المستدامة في مصر .

وجاء الفصل الثالث يُكمل ما بدأت الدراسة تناوله في الفصل الأول من الدراسات السابقة والإطار النظري بتعريف اقتصاديات الطاقة والتنمية المستدامة، والفصل الثاني الذي تناول تحليل وضع قطاع الطاقة في مصر، ويأتي هذا الفصل لدراسة علاقة اقتصاديات الطاقة وبالتحديد اقتصاديات الطاقة النووية بالتنمية المستدامة ومقارنتها باقتصاديات الطاقة المتجددة. ومؤشرات قياس اقتصاديات الطاقة النووية ومقارنتها بالطاقة المتجددة .

وفي المبحث الأول من الفصل الثالث تتناول الدراسة تطور مفهوم التنمية وصولاً لمفهوم التنمية المستدامة وخصائص وأبعاد، وأهداف، ومتطلبات تحقيق التنمية المستدامة، والعلاقة بين الطاقة النووية والمتجددة والتنمية المستدامة بالتطبيق على مصر، والجدوى الاقتصادية للطاقة النووية مقارنة بالطاقة المتجددة، والصعوبات التي تواجه إسهام الطاقة الجديدة والمتجددة في تحقيق التنمية المستدامة في مصر. أما المبحث الثاني فيتناول المؤشرات التي تعكس العلاقة بين الطاقة والتنمية المستدامة، والدروس المستفادة من التجارب الدولية، ، وسيناريوهات مستقبل الطاقة في مصر، والتوقعات المستقبلية لقطاع الطاقة في مصر والعالم، وسياسات وآليات التنفيذ المقترحة لنجاح استراتيجية الطاقة وتختتم الدراسة بالخاتمة التي تناولت أهم النتائج وأهم التوصيات.

المبحث الأول

اقتصاديات الطاقة النووية ودورها في تحقيق التنمية المستدامة

يُعد هذا المبحث هام ومحوري حيث يتناول تطور مفهوم التنمية وصولاً لمفهوم التنمية المستدامة مع توضيح خصائص، وأبعاد وأهداف التنمية المستدامة السبعة عشر والتي يُعد توفير طاقة مستدامة أحد أهم أهدافها، مع توضيح متطلبات تحقيق التنمية المستدامة، وشرح العلاقة بين الطاقة الجديدة والمتجددة والتنمية المستدامة في مصر في ظل رؤية مصر 2030 ، واستراتيجية الطاقة 2035 ، ثم دراسة الجدوى الاقتصادية للطاقة النووية ومقارنتها بالطاقة المتجددة من خلال الأبعاد التالية(تكاليف البناء والتشغيل والإغلاق والحوادث والضرائب، وتكلفة الفرصة البديلة، كفاءة انتاج المواد، البحث العلمي والتطوير التكنولوجي، فرص العمل)، ثم تناول المبحث أبرز الصعوبات التي تواجه إسهام الطاقة النووية في تحقيق التنمية المستدامة بمصر ومنها التمويل الكبير المطلوب لبدء المشروع في ظل العديد من التحديات السياسية منذ الخمسينات وصولاً للألفية وظهور العديد من الأزمات العالمية ومؤخرًا جائحة كوفيد19، وحرب روسيا على أوكرانيا وهو ما أثر على المواعيد والخطط ولو ببعض التأخير.

1.3 مراحل تطور مفهوم التنمية

مر مفهوم التنمية بأربعه مراحل للتطور وهي:

المرحلة الأولى: بعد الحرب العالمية الثانية منتصف ستينات القرن العشرين كانت التنمية تعني النمو الاقتصادي وتهتم بالجوانب الاقتصادية، مع اهتمام ضعيف بالجوانب الاجتماعية، ومع إهمال الجوانب البيئية.

المرحلة الثانية: منتصف الستينات منتصف سبعينات القرن العشرين، كانت التنمية تعني النمو الاقتصادي، والتوزيع العادل وبدء الاهتمام بالجوانب الاجتماعية مع الجانب الاقتصادي، مع استمرار إغفال الجانب البيئي، بافتراض عدم وجود تأثيرات متبادلة بين الجوانب الثلاثة.

المرحلة الثالثة: منتصف السبعينات منتصف ثمانينات القرن العشرين، بدء اهتمام بسيط بالجانب البيئي، مع وجود اهتمام كبير بالجانب الاقتصادي، والاجتماعي، مع استمرار افتراض عدم وجود تأثيرات متبادلة بين الجوانب الثلاثة، والاهتمام بكل جانب على حدا.

المرحلة الرابعة: مع منتصف الثمانينات بدء الاهتمام يتزايد بالجوانب الثلاثة بشكل متكامل مع الاهتمام بالجوانب الروحية والثقافية والتكنولوجية، ومن هنا ظهر مفهوم التنمية المستدامة بأنها التنمية التي تلبي حاجات الحاضر دون التعرض لقدرة الأجيال في المستقبل على تلبية الحاجات الخاصة بها، حيث أنها عملية تغير يكون من خلالها استغلال الموارد وتوجيه الاستثمارات والتنمية الإيكولوجية والتغيرات المؤسسية بطريقة تتوافق فيها متطلبات الحاضر مع المستقبل .

2.3 خصائص التنمية المستدامة

تتسم التنمية المستدامة بالخصائص التالية: هي تنمية تهتم بالحفاظ على البيئة وعناصرها الأساسية كالهواء، والماء، والتربة، كما أنها تهتم بالبعد الزمني فهي تنمية طويلة المدى تعتمد على تقدير إمكانيات الحاضر؛ للتخطيط للمستقبل والتنبؤ به للحفاظ على حق الأجيال القادمة من الموارد الطبيعية، وتضع تلبية احتياجات الأفراد في المقام الأول، فأولوياتها هي تلبية الحاجات الضرورية من الغذاء، والتعليم، والخدمات الصحية، وبالتالي فهي تنمية متكاملة تقوم على التنسيق والتكامل بين سياسات استخدام الموارد، واتجاهات الاستثمار، والاختيار التكنولوجي، والشكل المؤسسي، لتحقيق الكفاءة.

3.3 أبعاد التنمية المستدامة

يوجد أربعة أبعاد لعملية التنمية المستدامة تتمثل في التالي:

البعد البيئي: يعكس الاستراتيجيات التي يجب اتاحتها في مجال التصنيع، والزراعة وغيرها من المجالات بهدف الاستخدام الأمثل للرأسمال الطبيعي ليكفي احتياجات الأجيال القادمة في المستقبل، بدلاً من استنزافه وهو ما يؤثر على التوازن البيئي، وذلك من خلال التحكم في استعمال الموارد وتوظيف تقنيات تتحكم في إنتاج النفايات، واستعمال الملوثات ونقل المجتمع إلي عصر الصناعات النظيفة. كما يهدف هذا البعد لتحسين مستوى المعيشة للأفراد من خلال المحافظة على الموارد وحماية المناخ من الاحتباس الحراري وغيرها من الظواهر.

البعد الاقتصادي: يعكس هذا البعد السعي إلى خفض كبير ومستمر في استهلاك الطاقة والموارد الطبيعية، وإحداث تحولات جذرية في أنماط الحياة والمعيشة السائدة في الاستهلاك والإنتاج، وتوظيف الموارد من أجل رفع المستوى المعيشي للسكان الأكثر فقراً، والحد من التفاوتات في توزيع الدخل، وتحسين معدل نصيب الفرد من استهلاك الموارد الطبيعية.

البعد الاجتماعي: يتضمن المستلزمات الاجتماعية لتحقيق التنمية المستدامة مثل الحكم الرشيد، توفير خدمات الصحة والتعليم للجميع، مع الحفاظ على الأراضي الزراعية، تحقيق معدل نمو مرتفع، الاهتمام بتوزيع السكان والمحافظة على استقرار معدل نمو السكان، حتى لا تفرض ضغوطات شديدة على الموارد الطبيعية، ووقف تدفق الأفراد من الريف إلى المدن، وذلك من خلال تطوير مستوى الخدمات الصحية والتعليمية في الريف، وتحقيق أكبر قدر من المشاركة الشعبية في التخطيط للتنمية.

البعد التكنولوجي: وهو يعني نقل المجتمع إلى عصر الصناعات النظيفة، التي تستخدم تكنولوجيا صديقة للبيئة، وتنتج الحد الأدنى من الغازات الملوثة للبيئة والضارة بطبقة الأوزون.

4.3 أهداف التنمية المستدامة

تسعي التنمية المستدامة لتحقيق عدة أهداف اقتصادية واجتماعية وبيئية وتكنولوجية، تنعكس في النهاية لتخدم الإنسان، حيث أنها تهدف للحفاظ على البيئة التي يعيش فيها الإنسان من خلال الموازنة بين النظام الاقتصادي والبيئي وفيما يلي نتناول أهداف التنمية المستدامة .

شكل رقم (19) أهداف التنمية المستدامة

إن أهداف التنمية المستدامة تبلورت بشكل نهائي من خلال خطة التنمية المستدامة لعام 2030، وتتمثل في 17 هدفاً يقاس بنحو169 مؤشراً وكانت نتيجة لاتفاق 193 دولة أعضاء بالأمم المتحدة في سبتمبر 2015. وتحقق هذه الأهداف الأبعاد الأربعة للتنمية المستدامة. ويتمثل الهدف السابع وهو توفير طاقة نظيفة بأسعار معقولة والهدف الثالث عشر المتمثل في اتخاذ إجراءات عاجلة للتصدّي لتغيّر المناخ وآثاره وتسعى الخطة لتنفيذهم بداية من يناير 2016 وحتى نهاية ديسمبر 2030 . ويمكن تلخيص وإيجاز أهداف التنمية المستدامة في ضوء تقرير أهداف التنمية المستدامة الصادر عن الأمم المتحدة، على النحو التالي:

القضاء على الفقر بجميع أشكاله في كل مكان .

- القضاء على الجوع وتوفير الأمن الغذائي والتغذية المحسّنة وتعزيز الزراعة المستدامة.
- ضمان تمتّع الجميع بأنماط عيش صحية وبالرفاهية في جميع الأعمار.
- ضمان التعليم الجيد المنصف والشامل للجميع وتعزيز فرص التعلّم مدى الحياة للجميع.
- تحقيق المساواة بين الجنسين وتمكين كل النساء والفتيات.
- ضمان توافر المياه وخدمات الصرف الصحي للجميع وإدارتها إدارة مستدامة.
- ضمان حصول الجميع بتكلفة ميسورة على خدمات الطاقة الحديثة الموثوقة والمستدامة (يعكس البعد الاجتماعي، الاقتصادي، بيئي، تكنولوجي).
- تعزيز النمو الاقتصادي المطرد والشامل للجميع والمستدام، والعمالة الكاملة والمنتجة، وتوفير العمل اللائق للجميع.
- إقامة بنيه تحتية متطورة قادرة على الصمود، وتحفيز التصنيع المستدام الشامل للجميع، وتشجيع الابتكار.

- الحدّ من انعدام المساواة داخل البلدان وفيما بينها.
- جعل المدن والمستوطنات البشرية شاملة للجميع وآمنة وقادرة على الصمود ومستدامة.
- ضمان وجود أنماط استهلاك وإنتاج مستدامة.
- اتخاذ إجراءات عاجلة للتصدّي لتغيّر المناخ وآثاره (يعكس البعد الاقتصادي، البيئي، الاجتماعي، التكنولوجي).
- حفظ المحيطات والبحار، والموارد البحرية واستخدامها على نحو مستدام لتحقيق التنمية المستدامة.
- حماية النُظم الإيكولوجية البرية وترميمها وتعزيز استخدامها على نحو مستدام، وإدارة الغابات على نحو مستدام، ومكافحة التصحّر، ووقف تدهور الأراضي، ووقف فقدان التنوع البيولوجي .
- التشجيع على إقامة مجتمعات مسالمة لا يُهمَّش فيها أحد من أجل تحقيق التنمية المستدامة، وإتاحة إمكانية وصول الجميع إلى العدالة، وبناء مؤسسات فعّالة وخاضعة للمساءلة وشاملة للجميع على جميع المستويات.
- تعزيز وسائل التنفيذ وتنشيط الشراكة العالمية من أجل تحقيق التنمية المستدامة.

5.3 متطلبات تحقيق التنمية المستدامة

من أهم متطلبات تحقيق التنمية المستدامة التالي: استخدام تكنولوجيا نظيفة لا تدمر البيئة، استخدام موارد تكون بديل للموارد القابلة للنضوب وهو ما يتحقق باستخدام الطاقة النووية، والتعاون بين كافة أطراف أصحاب المصلحة في مجال الطاقة لتحقيق أغراض التنمية المستدامة، والتعاون مع الأطراف الإقليمية والدولية لنقل التكنولوجيا، وتجنب المشروعات التي تؤثر سلبًا على البيئة وتغليظ العقوبات على المخالفين، وتحفيز الاستثمار الخاص والأجنبي بالتوسع في قطاع الطاقة الجديدة والمتجددة، والاهتمام بالتنمية البشرية التي تضمن وجود عنصر بشري قادر على تحقيق واستمرار عملية التنمية، وإيجاد نظام اجتماعي ومؤسسي قادر على الإدارة البيئية السليمة للموارد الطبيعية الجديدة والمتجددة، مع وضع أنظمة تكنولوجية توجد حلول جديدة ذات قبول اجتماعي، واقتصادي، وذلك يتطلب اختيار الوسائل التقنية ذات النفايات المحدودة وتعتمد على تدوير المخلفات كإعادة تدوير اليورانيوم في المفاعلات النووية لإنتاج الطاقة النووية، مع مراعاة المعايير الإيكولوجية عند التخطيط لسياسات التنمية مع استخدام تكنولوجيا مناسبة للبيئة، ومن هنا يظهر جليًا الأطراف المؤثرة في عملية التنمية المستدامة كالتالي.

جدول رقم (15) الأطراف أصحاب المصلحة في مجال الطاقة لتحقيق أغراض التنمية المستدامة

	صاحب المصلحة	الوظيفة/الأنشطة
1	السلطات التشريعية وأشخاص رسميون منتخبون	تحديد الأولويات السياسية على المستوى الوطني ووضع الأهداف الاجتماعية والاقتصادية والبيئية، ووضع الإطار القانوني وإصدار القوانين.
2	موظفون حكوميون في مجال الاقتصاد وتخطيط التنمية	تحديد أهداف التنمية المستدامة والسياسات الكلية، والسياسات الاقتصادية العامة، والدعم، والسياسة التجارية.
3	الهيئة الحكومية(الوزارة) المعنية بالطاقة	وضع الأهداف على المستوى القطاعي، والأولويات التكنولوجية، والإطار التشريعي والتنظيمي، ووضع الحوافز، وما هي الأحكام القضائية اللازمة على المستوى الوطني والمستوى المحلي.
4	هيئات تنظيمية في مجال الطاقة	القيام بالرصد والمراقبة، وتطبيق الإطار التنظيمي والرسوم والحوافز.
5	وكالات معنية بتنسيق السوق	كيانات النقل تعد وسيط اتصال بالمستثمرين في القطاع الصناعي وسماسرة المعلومات.
6	هيئات حكومية/ ووزارات غير معنية بالطاقة	السياسات القطاعية، والقضايا المتشابكة، العلاقات البيئية مع سياسات الطاقة، متطلبات الطاقة لتوفير الخدمات الاجتماعية" مستهلكو الطاقة في القطاع العام ".
7	هيئات المرافق العامة والشركات الخاصة لصناعة إمدادات الطاقة	إدارة إمدادات الطاقة وتوليد الكهرباء، وإدارة ونقل الوقود ، تمويل البحوث والتطوير.
8	مقاولون وأصحاب الصناعات الإنتاجية	تطوير الأعمال، القيمة الاقتصادية المضافة، توفير فرص العمل، مستهلكو الطاقة من القطاع الخاص.
9	صناعة معدات الطاقة وأجهزة الاستخدام النهائي	توفير المعدات لصناعة الطاقة للصناعات الأخرى بما في ذلك السيارات والأجهزة، كفاءة الاستخدام النهائي للطاقة، نشر التكنولوجيا، تمويل البحوث والتطوير.
10	المؤسسات الإئتمانية	تمويل البدائل المطروحة لتوليد الطاقة، توفير رؤوس الأموال لمؤسسات استخدام الطاقة، تمويل البدائل المطروحة أمام مستهلكي الطاقة في المنازل.
11	المجتمع المدني والمنظمات غير الحكومية	مشاركة المستهلكين ونشر الوعي، المراقبة والرصد والمناداة بمراعاة البعد البيئي والاجتماعي، والاعتبارات المتصلة بتحقيق العدالة والإنصاف.

12	أخصائيو الطاقة والمكاتب الاستشارية	تقديم النصح الاستراتيجي ، تعريف وتحليل المشاكل، تطوير النظم، تقديم الخدمات الفنية المتخصصة، تحليل البدائل وتقاسم المعلومات.
13	الأكاديميون والهيئات البحثية	البحوث والتطوير، وتوليد المعرفة وتقاسمها، التعليم الرسمي وغير الرسمي، التدريب التقني، تعديل وتوفيق التكنولوجيات وتطبيقها وابتكارها.
14	وسائل الإعلان	رفع مستوى الوعي والإدراك، والتأييد ، تقاسم المعلومات، التحقيقات الصحفية، المراقبة الدائمة، وتحقيق الشفافية للجمهور.

المصدر: أحمد، الشحات، نحو تعزيز استخدام الوقود الحيوي كأحد مصادر الطاقة المتجددة للتحفيف من أزمة الطاقة في مصر، رسالة ماجستير، كلية الاقتصاد والعلوم السياسية، جامعة القاهرة،2016.

يوضح الجدول السابق الأطراف أصحاب المصلحة في مجال الطاقة المؤثرة في عملية التنمية المستدامة وهم كثر من منتجين ومستهلكين ومنظمين، وهيئات بحثية، ووسائل إعلام، وسياسيين وقانونين. ومن أجل تغيير أنماط الإنتاج والاستهلاك غير المستدامة لتحويلها إلى إنتاج واستهلاك يحقق التنمية المستدامة ينبغي تحقيق التعاون بين جميع الأطراف السابق ذكرها في المجتمع أي أصحاب المصلحة في مجال الطاقة المستدامة "الجديدة والمتجددة" لتحقيق التنمية المستدامة.

وبالتطبيق على مصر فإن الأطراف أصحاب المصلحة في قطاع الطاقة لتحقيق أغراض التنمية المستدامة هم أهم الفاعلين في نجاح استراتيجية الطاقة وهم وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة ووزارة التخطيط والتنمية المستدامة ومؤسسات المجتمع المدني، والمؤسسات التعليمية، ومراكز البحث والتطوير، شركات الطاقة، الحكومات، ومؤسسات التمويل والدستور والقانون ينظم علاقة التعاون بينهم: وقد كفل الدستور المصري "حق كل شخص في بيئة صحية سليمة، وحمايتها ليصبح واجب وطني. وتلتزم الدولة باتخاذ التدابير اللازمة للحفاظ عليها، وعدم الإضرار بها، والاستخدام الرشيد للموارد الطبيعية بما يكفل تحقيق التنمية المستدامة، ويضمن حقوق الأجيال القادمة فيها" ومن ثم إذا ما حدثت الشراكة الحقيقية بين هذه الجهات وتبنت ووجهت جهودها نحو استخدام الطاقة النظيفة يصبح المجتمع مستدام تنمويًا عبر مسارات رئيسية تبدء بتوفير الطاقة النظيفة والمستدامة.

6.3 العلاقة بين الطاقة النووية والمتجددة والتنمية المستدامة بالتطبيق على مصر

سوف تتحقق أهداف وأبعاد التنمية المستدامة في ظل استخدام الطاقة النووية والطاقة المتجددة في مصر وهو ما تعكسه وتؤكده استراتيجية الطاقة 2035 والتي هدفت" لتوفير امدادات الطاقة لما لها من تأثير على الأمن القومي، وتحقيق الحوكمة، والمنافسة، والاستدامة" من خلال تنويع مصادر الطاقة، والتوسع في استخدام الطاقة المتجددة، وبدء العمل في مشروع الضبعة. وتقوم استراتيجية الطاقة 2035 على سبعة مبادئ تتمثل في: تقوية دور الحكومة متمثلة في الوزارة المختصة في وضع التشريعات الفعالة والسياسات المتكاملة؛ لتطوير مصادر الطاقات الجديدة والمتجددة في قطاع النقل والصناعة والزراعة. إلخ، تعزيز التنسيق بين الوزارات والهيئات المحلية والتمكين من مصادر الطاقة، تقديم خدمات حكومية تيسير الحصول على الطاقة للفقراء، تشجيع آليات الاستثمار وإنشاء صناديق استثمارية تبني المشاريع الطاقة المحافظة على البيئية، وتحسين إدارة الموارد المتاحة وتنويعها بما يكفل كفاءتها الاستخدامية والاعتماد على الموارد المتجددة، والتركيز على منهجيات وبرامج التخطيط الاستراتيجي المنبثقة عن إرادة المواطنين والموارد الداخلية، وتعزيز الشفافية ونظم الحوكمة في قيادة المشاريع والعمل على تقليل معدل الفقر وتحسين مستويات معيشة الأفراد. كما تتضح العلاقة في رؤية مصر 2030، حيث نص الهدف الخامس من "رؤية مصر 2030" على السعي إلى الحفاظ على التنمية والبيئة معًا من خلال الاستخدام الرشيد للموارد بما يحفظ حقوق الأجيال القادمة في مستقبل أكثر أمنًا وكفاية ويتحقق ذلك بمواجهة الآثار المترتبة على التغيرات المناخية، وتعزيز قدرة الأنظمة البيئية على التكيف، والقدرة على مواجهة المخاطر والكوارث الطبيعية وزيادة الاعتماد على الطاقة المتجددة وتبني أنماط الاستهلاك والإنتاج المستدامة" ومن هذا المنطلق، تأخذ الطاقة المتجددة مكانة هامة في خطط التنمية المستدامة اعتمادًا على تعظيم الاستفادة من الموارد الطبيعية.

في ضوء تناول الدراسة مفهوم التنمية المستدامة، وتطورها، وأبعادها، وركائزها، وخصائصها، وأهدافها المتكاملة يتضح التالي:

- وجود عوامل مشتركة لنجاح عملية التنمية المستدامة ومشروع الطاقة الجديدة والمتجددة تتمثل في (الحكومة الرشيدة التي تعمل على تحقيق المشاركة الشعبية والشفافية، والمساءلة، والاستجابة لطلبات واحتياجات الشعب، وسيادة القانون والفاعلية، الاستراتيجية المناسبة التي تتسم بمشاركة وتمثيل كافة أطراف الشعب).

- أن تحقيق التقدم في أي من أهداف التنمية المستدامة يعتمد على تحقيق التقدم في الأهداف الأخرى، وعليه فإن توفير الطاقة " الهدف السابع "مرتبط بتحقيق التقدم في جميع أهداف التنمية المستدامة، ويُعد توفير إمكانية الحصول على طاقة نظيفة وموثوقة وبأسعار معقولة أمرًا محوريًا للقضاء على الفقر، وتحسين صحة السكان وتعليمهم، والحد من غازات الاحتباس الحراري ومن ثم تحقيق التنمية المستدامة. كما تتأكد العلاقة بين الطاقة الجديدة والمتجددة والتنمية المستدامة في النقاط التالية:

- تستطيع الطاقة النووية والمتجددة أن تُسهم في التنمية المستدامة، حيث توفير التكاليف مقارنة باستخدام مصادر الطاقة الأحفورية الملوثة للبيئة، ولاسيما في المناطق البعيدة والمناطق الريفية الفقيرة التي لا تصل إليها الطاقة. كما

يمكنها خفض التكاليف المرتبطة باستيراد الطاقة من خلال نشر التكنولوجيا المحلية للطاقة المتجددة، التي تثبت قدرتها التنافسية كما يكون للطاقة المتجددة أثر إيجابي على توفير فرص عمل جديدة.

- تساعد الطاقة النووية والمتجددة في تسريع وتيرة الحصول على الطاقة، كما توفر تكنولوجيا الطاقة المتجددة فرصاً لتحديث خدمات الطاقة، على سبيل المثال استخدام الطاقة الشمسية لتسخين الماء وتجفيف المحاصيل.

- تعمل خيارات الطاقة النووية المتجددة المتقدمة في تحقيق الإمداد بطاقة أكثر أمناً واستدامة، ويمكن أن يقلل نشر الطاقة الجديدة والمتجددة من إمكانية التعرض لانقطاع الإمداد وتطاير الأسواق، إذا ما زادت المنافسة وتنوعت مصادر الطاقة.

- تقلل مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة من انبعاثات الغازات الدفيئة.

- وفي مصر نلاحظ انخفاض التلوث، وزيادة مساهمة قطاع الطاقة في الناتج المحلي الإجمالي وإن كانت بنسبة ليست بكبيرة مع وضع استراتيجية الطاقة 2035 والتي تعمل على قدم وساق لتحفيز الاستثمارات في قطاع الطاقة المتجددة ، مع التوسع في استخدام السيارات بالغاز الطبيعي مع مبادرة الرئيس، والتوسع في استخدام السيارات الكهربائية مما أدى لتراجع معدل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون عام 2019، ومن المتوقع مع تشغيل مشروع الضبعة ترتفع نسبة مساهمة قطاع الطاقة في الناتج المحلي، وتراجع استخدام الطاقة الأحفورية ومن ثم تراجع ثاني أكسيد الكربون بنسبة أكبر.

7.3 الجدوى الاقتصادية للطاقة النووية مقارنة بالطاقة المتجددة

يهدف البحث لدراسة جدوى اقتصاديات الطاقة النووية ومقارنتها بالطاقة المتجددة للوقوف على المزيج الأمثل وهل يتوافق مع الاستراتيجية أم يخالفها. وتم تحديد الجدوى الاقتصادية من خلال الأبعاد والمحددات التالية:

تكاليف البناء والتشغيل والإغلاق

توجد العديد من المؤشرات والمدخلات المؤثرة على التكلفة ومنها التكاليف الإنشائية، وطبيعة التمويل "قروض، تمويل داخلي"، ومدة الانشاء، وتكلفة الوقود، وعمر المحطة، وكمية الطاقة المنتجة هل تغطي التكاليف والمدة المقدرة لذلك، والتكاليف الناتجة عن أي حادث أو تلوث، وتكاليف الصيانة وغلق المحطة. مع العلم أن تكاليف التشغيل "تقل كلما زاد الإنتاج". ويتراوح حجم التكاليف من 6-30 مليار دولار للمحطة النووية وتختلف وفق الحجم، وعدد السنوات الانشاء، وطبيعة التمويل والفائدة، وتكلفة اليورانيوم، وتكلفة فرض ضرائب وعوامل أخرى.

ويمكن تقسيم مراحل تطور تكاليف الطاقة النووية إلى ثلاث مراحل: المرحلة الأولى قبل حادثة فوكوشيما عام 2011كانت التكلفة غير مرتفعة نظرًا لعدم تضمنها إهدار أرواح أو لعدم ارتفاع أسعار طاقة النفط، أما المرحلة الثانية بعد حادثة فوكوشيما ارتفعت تكلفة المشروع النووي نظرًا للأخذ في الاعتبار تكلفة أي حادث نووي، والمرحلة الثالثة بعد ظهور الطاقة المتجددة والتطور التكنولوجي بها بدء التنافس والتكامل في العديد من الدول وفق مزيج وهو ما تسعى مصر لتطبيقه .

نماذج دولية تحدد التكاليف للمحطة النووية على سبيل المثال شركة أريفا ن.ب. الفرنسية تؤكد أن محطات الطاقة النووية 70 % من تكلفة كيلوواط من الكهرباء النووية يتم حسابه باحتساب التكاليف الثابتة من عملية البناء منها دفع الفائدة على القروض وتسديد رأس المال (غالبا ما يتم التمويل من خلال المزج بين الديَن (الاستدانة من المصارف) والأسهم "تمويل ذاتي من الدخل")، وتكاليف التفكيك والتنظيف من الملوثات الإشعاعية، و 20 % من التكاليف التشغيلية الثابتة، و 10 % من التكاليف للتكاليف التشغيلية المتغيرة. ويمكن سداد نحو 70٪ من التكاليف في السنوات العشرة الأولى من التشغيل، كما أنه بمجرد تشغيل محطات الطاقة النووية تكون التكاليف المتغيرة منخفضة للغاية وتتميز بقدرة تنافسية عالية .

ووفقاً للوكالة الدولية للطاقة الذرية ولمعهد الطاقة النووية في الولايات المتحدة، فإن تكلفة الوقود تمثل حوالي 28 ٪ من تكلفة الكهرباء من محطة للطاقة النووية، ومن ثم فأن الطاقة النووية أقل تكلفه مقارنة مع المصادر الأخرى كالطاقة الأحفورية التي تتسم بارتفاع وتذبذب أسعارها مع الأزمات .

تكلفة الإنشاء

نموذج لمحطات أمريكية

جدول رقم (16) تكاليف إنشاء محطات الطاقة النووية

المحطة	التكنولوجيا	التكلفة التقديرية (مليار دولار)	تقدير التكلفة دولار أمريكي /كيلوواط
Bellefonte3.4	AP1000	*10.4-5.6	4600-2500
Lee1.2	AP1000	*11	4900
Vogtle3.4	AP1000	9.9	4190
Summer2.3	AP1000	11.5	4900
Levy1.2	AP1000	14	5900
Turkey Poimt6.7	AP1000	18-15	4500-3100
South Taxas 3.4	ABWR	17	6500
Grand Galf	ESBWR	10+	6600+
River Bend	ESBWR	10+	6600
Bell Bend	EPR	15-13	10000-8100
Femi	ESBWR	10	6600+

المصدر: تقارير متنوعة للوكالة الدولية للطاقة

*تكاليف القروض الفصيرة الأجل بالفائدة الثابتة وتشمل التقديرات الأخرى على الفائدة.

يتضح من الجدول السابق أسماء محطات نووية في الولايات المتحدة الأمريكية وتكاليف تقديرية للإنشاء والتي تتراوح بين 6إلى 18 مليار دولار في عام2010، أي نحو (3000-10000) ألف دولار /كيلو واط وفق لنوع التكنولوجيا المستخدمة.

تكلفة التشغيل: تشير الوكالة الدولية للطاقة المتجددة أن الطاقة التشغيلية للمحطات العاملة بالفحم والتي تصل قدرتها إلى 800 جيجا وات أصبحت في عام 2020 أغلى أي أعلى تكلفة تشغيلية من مشاريع الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح، ومن ثم استبدال المحطات العاملة بالفحم بأخرى يؤدي لخفض تكلفة توليد الكهرباء إلى 32 مليار دولارًا سنويًا، وتجنب نحو 3 جيجا طن غاز ثاني أوكسيد الكربون سنويًا.

جدول رقم (17) التكاليف المركبة وعامل القدرة الإنتاجية والتكلفة المستوية للكهرباء

حسب التقنيات بين عامي 2010و2020

الطاقة	إجمالي التكلفة المركبة (2020 دولار/ كيلوواط ساعة)			عامل القدرة الإنتاجية (%)			التكلفة المستوية للكهرباء (2020 دولار/ كيلوواط ساعة)		
	2010	2020	نسبة التغيير	2010	2020	نسبة التغيير	2010	2020	نسبة التغيير
الطاقة الحيوية	2619	2543	%3-	72	70	%2-	0.076	0.076	%0
الطاقة الحرارية الأرضية	2620	4468	%71	87	83	%5-	0.049	0.071	%45
الطاقة الكهرومائية	1269	1870	%47	44	46	%4	0.038	0.044	%18
الطاقة الشمسية الكهروضوئية	4731	883	%81	14	16	%17	0.381	0.057	%85
الطاقة الشمسة المركزة	9095	4581	%50	30	42	%40	0.340	0.108	%68
طاقة الرياح البرية	1971	1355	%31-	27	36	%31	0.089	0.039	%56
طاقة الرياح البحرية	4706	3185	%32	38	40	%6	0.162	0.084	%48

Source: International Renewable Energy Agency.(2020)

التكلفة المستوية للكهرباء: المقصود القيمة الحالية الصافية لتكلفة وحدة الكهرباء على مدار عمرها وعلى مستوى المرافق

يتضح من الجدول السابق تراجع تكاليف توليد الكهرباء من الطاقة المتجددة بشكل كبير على مدار العقد الماضي؛ وذلك نتيجة لتطور التقنيات، ووفورات الحجم، وزيادة تنافسية سلاسل التوريد، وتنامي خبرة المطورين. وقد انخفضت تكاليف توليد الكهرباء من مشاريع الطاقة الشمسية الكهروضوئية على مستوى المرافق بنسبة 85 % بين عامي 2010 و2020، .

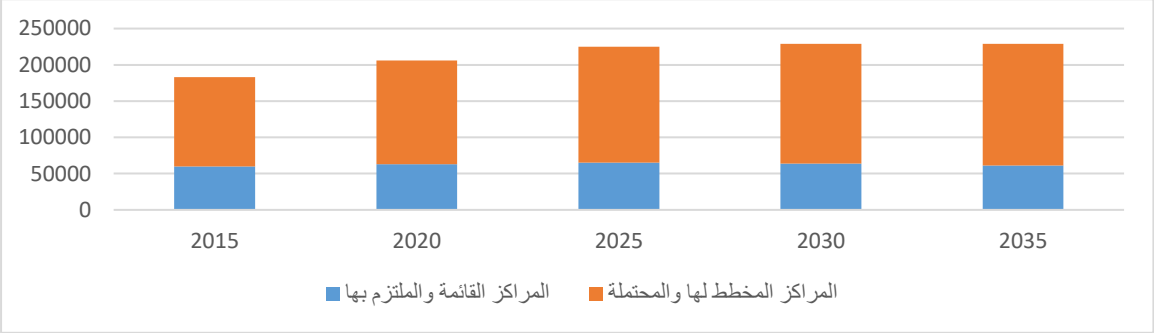
سعر اليورانيوم وإمكانية التخصيب، وإعادة استخدام اليورانيوم

تُعد أحد أهم المحددات الرئيسية للجدوى الاقتصادية لإنشاء المحطة النووية هو كمية اليورانيوم المتاح وسعرة وإمكانية تخصيبه وتكلفة تخزينه بعد الاستخدام، والتخلص منه في منافذ آمنة، وتصل تكلفة الوقود إلى نحو 5% من إجمالي تكاليف الطاقة، ونتناول ذلك كالتالي:

الكمية المتاحة من اليورانيوم

يتحدد سعر اليورانيوم وفق للكمية المتاحة "قدرات الانتاج" والعرض والطلب، وفي الشكل البياني التالي نوضح قدرات انتاج اليورانيوم في العالم الحالي والمخطط.

شكل بياني رقم (20) قدرات انتاج اليورانيوم –بأطنان اليورانيوم



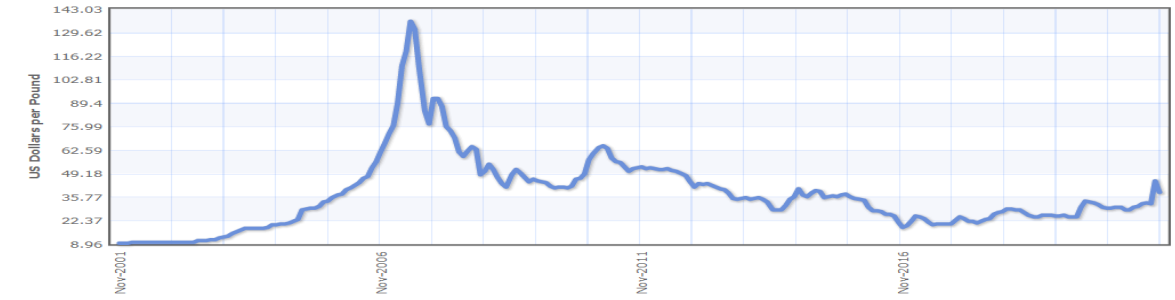
المصدر: وكالة الطاقة النووية، الوكالة الدولية الطاقة الذرية، اليورانيوم عام 2016،2016.

يتضح من الشكل السابق أن قدرات الإنتاج لليورانيوم تتزايد حيث ارتفعت من نحو130 ألف طن عام 2015 ومتوقع تصل إلى نحو150 ألف طن في عام 2025.

سعر اليورانيوم

من تحليل تطور سعر اليورانيوم من عام 2000 إلى عام 2021 نلاحظ أن سعر اليورانيوم أقل من النفط، وأعلى من سعر الغاز الطبيعي، وأن معدل تغير سعر النفط واليورانيوم متقاربة بينما معدل تغير أسعار الغاز الطبيعي كبيرة في العديد من السنوات. ونلاحظ أن سعر اليورانيوم "كان مرتفع قبل حادثة فوكوشيما نتيجة الطلب المتزايد حيث وصل 60 دولارًا ثم بدء في التراجع وبلغ في عام 2021 نحو 38 دولار "وغالباً ما تكون فترات الذروة في أسعار اليورانيوم قصيرة، في حين قد تستمر الأسعار المتدنية لعدّة عقود .

شكل بياني رقم (21) تطور سعر اليورانيوم خلال الفترة (2000-2021)- دولار أمريكي لكل جنيه



Source: Indexmundi, Commodity Prices : Uranium,2021.

Description: Uranium, u3o8 restricted price, Nuexco exchange spot, us Dollar per pound

ويتضح من الشكل البياني السابق الموضح لتطور سعر اليورانيوم من عام 2000إلى 2021، وصول سعرة للذروة عام 2006 مسجلاً لأول مرة سعرًا أعلى من النفط بلغ 67 دولارًا، كما نلاحظ تراجع هذا السعر في السنوات التالية وإن كان عاود الارتفاع في عام 2010 فوصل 60 دولارًا، وتراجع من بعدها ليصل لسعر 19 دولارًا عام 2016، وبعدها أخذ في الارتفاع فوصل في عام 2021 إلى38 دولارًا وإن كان أقل مقارنة بالأسعار التي كان عليها في عام 2006و 2010 .

جدول رقم (18) تطور أسعار اليورانيوم والنفط والغاز الطبيعي خلال الفترة (2000-2021)

العام	سعر اليورانيوم (دولار أمريكي لكل جنيه استرليني)	سعر النفط الخام (البترول) (دولار أمريكي لكل برميل)	سعر الغاز الطبيعي (دولار أمريكي لكل مليون متروحدة حرارية بريطانية)
2000	9.43	18.69	2.36
2001	9.50	18.52	2.41
2002	9.88	27.89	4.74
2003	13.35	29.97	6.13
2004	20.50	39.04	6.58
2005	35.53	56.43	12.83
2006	66.57	60.99	6.58
2007	54.33	89.52	5.79
2008	54.33	41.34	5.37
2009	44.44	74.88	5.37
2010	60.63	90.01	4.24
2011	52.18	104.23	3.16
2012	43.67	101.19	3.34
2013	34.59	105.48	4.24
2014	36.95	60.70	3.43

1.92	36.57	35.16	**2015**
3.58	52.62	19.22	**2016**
2.76	61.19	24.69	**2017**
3.98	53.96	28.76	**2018**
2.20	63.35	25.63	**2019**
2.54	48.73	29.77	**2020**
5.48	82.06	38.48	**2021**

Source: Source: Indexmundi, Commodity Prices : Uranium,2021.

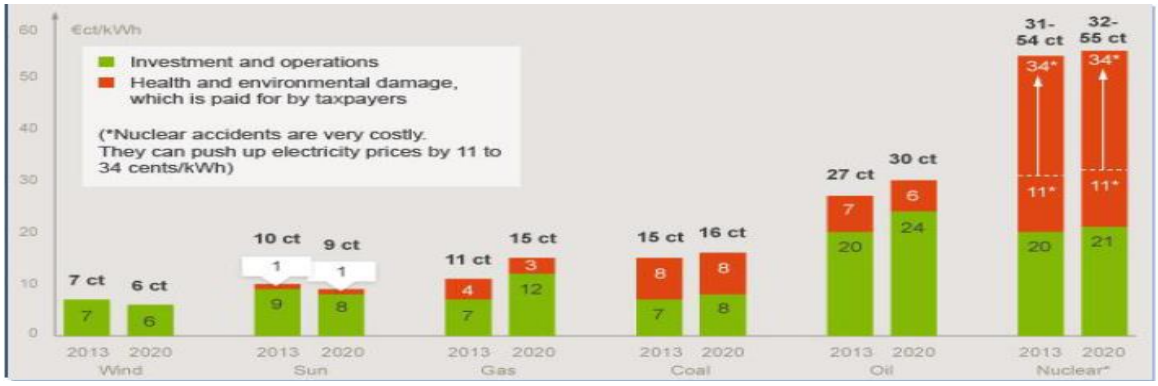
يتضح لنا من الجدول السابق أن سعر اليورانيوم أقل من النفط، وأعلى من سعر الغاز الطبيعي، وأن معدل تغير سعر النفط واليورانيوم متقاربة، بينما معدل تغير أسعار الغاز الطبيعي كبيرة في العديد من السنوات. ونلاحظ من تطور سعر اليورانيوم أنه في ارتفاع بخلاف الفترات التالية (2007-2009) و(2011-2013) و (2015-2017) وفي عام 2019، وأن سعر النفط في ارتفاع طول فترة الدراسة إلا في الأعوام التالية انخفض (2020،2018،2015،2014،2008) أي أنه وقت الأزمات مثل وقت الأزمة المالية العالمية 2008، وجائحة كوفيد-19 دائما ما يرتفع كثيرًا. أما الغاز الطبيعي فمنذ 2000 كان سعرة في ارتفاع ولكن خلال الفترة من (2006- 2011) انخفض، ثم عاود في الارتفاع من 2012 مع حدوث بعض التراجع في الأعوام التالية.(2019،2017،2015،2014)

تخصيب اليورانيوم

لم يصدر أي تصريح عن السلطات المصرية المسؤولة يفيد هدف مصر المستقبلي لتخصيب اليورانيوم.

تكاليف الضرائب والحوادث

شكل بياني رقم (22) تكلفة توليد الكهرباء في محطات التوليد الأوروبية



المصدر: ستيف، توماس، اقتصاديات الطاقة النووية، 2011.

ويتضح من الشكل البياني السابق أن الدول الأوربية تعتمد على الطاقة النووية رغم ارتفاع تكلفتها نتيجة فرض ضرائب على أي تلوث ناجم عن المحطة النووية ويُقدر بنحو 55 سنت عام 2020، مقارنة بنحو 54 سنت عام 2013 بينما الطاقة الناتجة عن الرياح هي الأقل تكلفة استثمارية وتكلفة تشغيل ولا يفرض على محطات توليد الكهرباء من الرياح ضرائب لأنها لا تسبب تلوث للبيئة، وتأتي طاقة الشمس بعد الرياح ثم طاقة الغاز تليها الطاقة من النفط هي أعلاهم تكلفة ولكن أقل تكلفة من الطاقة النووية.

جدول رقم (19) تكلفة بعض الحوادث النووية على الصعيد العالمي

السنة	الدولة المكان	التكلفة(مليون دولار)
March 1979	Three Mile Island, USA	1034
March 1979	Middletown, Pennsylvania, USA	2400
March 1985	Athens, Alabama, USA	1830
April 1986	Plymouth, Massachusetts, USA	1001
April 1986	Chernobyl, Ukraine	1034
April 1986	Kalpakkam, India	1034
Nov 1989	Greifswald, East Germany	1034

المصدر: ستيف، توماس، اقتصاديات الطاقة النووية، 2011.

ويتضح من الجدول السابق تكاليف بعض الحوادث النووية التي وقعت بالعالم من عام 1979 إلى عام 1989 وهو ما أكدته اتفاقيتي باريس وبروكسيل التان أضافتا عام 2004 للتكاليف والأضرار النووية الأضرار النووية مثل الضرر الذي قد يصيب الصناعة والبيئية وما إلى ذلك، وتم رفع الحد الأقصى للمسؤولية على المشغل لما يزيد عن 360 مليون يورو وهو ما يرفع تكلفة الطاقة النووية.

تكلفة الإغلاق

هو نموذج لمحطة طاقة نووية في بريطانيا عام 2011تم إغلاقها

جدول رقم (20) تكاليف سحب محطة طاقة نووية من الخدمة(مليون جنيه إسترليني)

	قبل الحسم	برتش إنجري (3%)	برتش إنجري (3.5%)	BNFL(2.5%)
المرحلة الأولى	300	300	300	300
المرحلة الثانية	600	184	151	223
المرحلة الثالثة	1200	113	76	41
المجموع	2100	597	527	574

المصدر: ستيف، توماس، اقتصاديات الطاقة النووية، 2011.

يتضح من الجدول السابق أن إغلاق المحطة النووية يتم وفق مراحل وإن هذه المراحل تتراوح تكلفتها بين300-1800 مليون جنيه إسترليني وتختلف التكلفة وفق السنة .

ويمكن القول إن تكاليف البناء تكون المحطة الطاقة المتجددة أفضل من المحطة النووية أما التكاليف التشغيلية فنظرًا لارتفاع الطاقة المنتجة للمحطة النووية تكون هي الأفضل، ولكن تكاليف الضرائب والإغلاق تجعل كفة المحطات المتجددة هي الأرجح ومن ثم يمكن القول نظرًا لتنافسهم وأنهم أقل تكاليف من المحطة الأحفورية فمن الضروري وجودهم معًا بالدولة لتحقيق التنوع والاستراتيجية وأمن الكهرباء .

تكلفة الفرصة البديلة: يمكن القول إن استخدام اليورانيوم في المحطات النووية هو أفضل استخدام له حيث أنه ليس لليورانيوم استخدام ذا قيمة مضافة كبيرة بخلاف إنتاج الطاقة النووية. ويعمل إنتاج الكهرباء باليورانيوم على توسيع قاعدة الموارد الإجمالية المتاحة للاستخدام البشري، ويحقق تنوع مصادر الطاقة ويسمح باستخدام الموارد الأخرى مثل الهيدروكربونات حيث تكون أكثر فعالية على سبيل المثال للنقل أو البتروكيماويات. ويُعد اليورانيوم وفير ومتواجد في العديد من الدول وهو ما يقلل التعرض لازمات بسبب تقلبات أسعار النفط .

كما أن المصادر الطبيعية كطاقة الشمس والرياح واحدة من أفضل استخداماتها في ظل العلم الحديث هو استخدامها في توليد الطاقة، كما تستخدم في العديد من المجالات بشكل يُسهم في تلبية احتياجات البشرية وتحقيق التنمية المستدامة.

وقد ساهم السعر في جعل الطاقة النووية هي الفرصة البديلة الأفضل من الطاقة الأحفورية خاصة في ظل التوجه العالمي للطاقة النظيفة، وقد بلغ سعر الكيلو وات/ ساعة الذي يتم إنتاجه من الطاقة النووية إلى 3.2 سنت، بينما سعر الكهرباء الناتجة عن البترول وتتراوح تكلفته بين (11.2-13 سنت للكيلو وات/ساعة) .

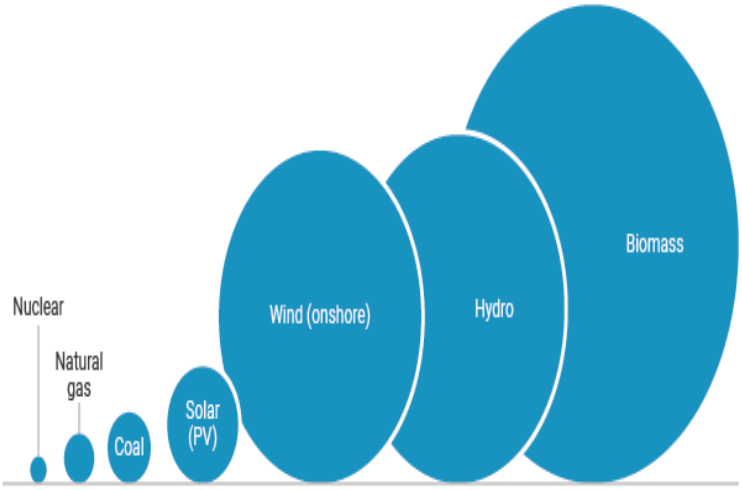
كفاءة إنتاجية الموارد: تعكس أهمية الحفاظ على الموارد أي تقليل المدخلات المادية، وتعظيم الانتاجية للمحطات وهو مفهوم مركزي للتنمية المستدامة. وبذلك يكون قياس إنتاجية المواد مهم ولابد اخذه في الاعتبار لقياس كفاءة الطاقة وكذلك انبعاثات الكربون في دورة الحياة .

ومن المتوقع أن يزيد استهلاك المواد الأولية إلى أكثر من الضعف بحلول عام 2050. ومن ثم يعتبر استخدام الطاقة النووية لتوليد الكهرباء إحدى الوسائل التي يمكن من خلالها خفض الطلب على الموارد إلى مستويات أكثر استدامة أي أنها تقلل من حجم أنشطة استخراج الوقود ومتطلبات النقل، مما يقلل بدوره من فرصة الانبعاث البيئي غير المقصود ويؤدي إلى تقليل النفايات، ومع تطور الدفن الصحيح للمواد المشعة، ومع التطور العلمي واكشاف المولدات صغيرة الحجم يصبح اليورانيوم ذوا كفاءة إنتاجية ومنافس قوي للمواد الأحفورية. كما إن النهج المعتمد في قطاع الطاقة النووية يتوافق مع هدف مركزي للتنمية المستدامة والمتمثل في تمرير مجموعة من الأصول إلى الأجيال القادمة مع تقليل الآثار والأعباء البيئية. وقد أثبتت البحوث أن الطاقة الأحفورية هي من أكثر الملوثات للبيئة، وهو ما يمكن تجنبه وتقليله لأبعد مجال في ظل استخدام الطاقة النووية والطاقة المتجددة، وفي جزء المؤشرات وجدت الدراسة أن العلاقة عكسية بين انتاج الطاقة النووية والتلوث البيئي أي ثاني أكسيد الكربون. ويؤكد البحث بتحقق الكفاءة بإعادة استخدام اليورانيوم وفي ظل أن كمية

اليورانيوم المستخدمة صغيرة مقابل كل وحدة طاقة منتجة "محطة نووية واحدة تنتج ما يعادل الطاقة من محطتين لتوليد الكهرباء من الفحم، و3 محطات متجددة "

أما المساحة المستخدمة يمكن لمحطة الطاقة النووية الكبيرة المكونة من وحدتين توفر الكهرباء لـ4-5 ملايين شخص مستخدمة مساحة توليد "موارد مستخدمة "تبلغ 2 كيلومتر مربع فقط، في المقابل إن استخدام الأراضي للكتلة الحيوية والطاقة المائية وطاقة الرياح والطاقة الشمسية أكبر بما يتراوح بين واحد وثلاث مرات من الحجم النووي كما في الشكل التالي.

شكل بياني رقم (23) حجم الأرض المستخدمة لإنشاء محطات الطاقة المختلفة



Source: Book&Bradshaw,2015.

يتضح من الشكل البياني السابق أن الطاقة النووية هي أقل المحطات وفق لحجم المساحة المستخدمة مقارنة بمحطات الغاز الطبيعي والفحم والنفط والرياح، والكتلة الحيوية وهو ما يعكس كفاءة الموارد والمدخلات.

البحث العلمي والتطوير التكنولوجي:

يوجد اهتمام عالمي ومصري بالتكنولوجيا في قطاع الطاقة النووية والمتجددة وهو ما يترتب عليه انخفاض مستمر في تكاليف تكنولوجيا الطاقة وبخاصة الطاقة المتجددة وهو ما يجعلها أكثر تنافسية للمصادر الأخرى. وفي هذا البعد يتضح لنا أثر التطور العلمي والتكنولوجي بانخفاض تكلفة الطاقة المتجددة يوماً بعد يوم وهو ما اتضح في الجدول السابق رقم(7) بانخفاض التكاليف في عام 2020 مقارنة بعام 2010 مع ارتفاع الإنتاجية لمصادر الطاقة المتجددة مثل الطاقة الرياح والطاقة الشمسية. ووفق مؤتمر تغيّر المناخ في باريس 2015فمن المتوقع أن تكنولوجيات الطاقة المتجددة في مصر في 2030سوف تُساهم بنسبة كبيرة في مزيج الطاقة الحالي.

أما البحث العلمي في مجال الطاقة النووية فلمصر تاريخ قديم منذ الستينات. والأن تستعين مصر بالخبرات الروسية في محطة الضبعة، وتوجد جهود عديدة منها على سبيل المثال لا الحصر أنه تم إنشاء جامعة الدلتا التكنولوجية والتي أحد أهم برامج التدريس بها هو برنامج الطاقة الجديدة والمتجددة والذي يدرس الطلبة أنظمة الطاقة المتجددة المختلفة بمنظور تقني تطبيقي ويشمل دراسة أنظمة الطاقة الشمسية بشقيها الكهروضوئية والحرارية وكذلك طاقة الرياح والطاقة الحرارية والطاقة النووية والطاقة الحيوية وإدارة المخلفات بالإضافة إلى الأنظمة الهجينة وإدارة الطاقة. كما تم إنشاء مدرسة الضبعة النووية.

ولكن يمكن القول إن وضع الطاقة المتجددة فهو أفضل ويلقى رواجًا ودعماً أكثر مع توجه العالم نحو الاقتصاد الأخضر وعلى سبيل المثال تم توسيع التعاون الدولي لجذب المزيد من التكنولوجيا في مجال الطاقة المتجددة على سبيل المثال، تم وضع أسس إنتاج الهيدروجين الأخضر بالتعاون مع شركة سيمنس العالمية، بجانب توقيع اتفاقية مع بلجيكا" في ضوء وضع استراتيجية وطنية للهيدروجين الأخضر". وعلى الجانب الآخر ورغم كل هذه الجهود يمكن القول إنه على الرغم من ارتفاع عدد المراكز العلمية والبحثية عموماً والنووية تحديدًا حيث كان عدد المراكز البحثية في مصر (455) مركز عام 2006 ووصل إلى (541) مركز عام 2021 لكن دورها ليس كبير، كما أن الانفاق على البحث العلمي غير كافي فبلغ الإنفاق على البحث العلمي كنسبة من إجمالي الاستخدامات بالموازنة العامة للدولة (0.2%) عام 2019/2018 مع تراجعها حيث كانت (0.81) عام 2005/2004 .

فرص العمل

إن قطاع الطاقة النووية يُساهم في التوظيف بشكل مباشر من خلال المحطات النووية " التي تتسم بطول عمرها الذي قد يصل إلى 60 سنة "وبشكل غير مباشر من خلال الأعمال المرتبطة بها، وتتسم الوظائف التي يخلقها القطاع بأنها طويلة الأمد وذات رواتب عالية للأشخاص الأكفاء والذين لديهم مهارات وخلفية علمية متخصصة.

تنقسم الدراسات فتوجد دراسات ترى أن الطاقة النووية توفر أكثر من غيرها فرص عمل ومنها دراسة عن الصناعة النووية الأوروبية أجرتها شركة Deloitte وتؤكد على أن الطاقة النووية توفر المزيد من الوظائف لكل تيرا وات/ ساعة من الكهرباء المولدة أكثر من أي مصدر آخر للطاقة النظيفة حيث إن الصناعة النووية توفر أكثر من 1.1 مليون وظيفة في الاتحاد الأوروبي. ويؤكد البحث أن الطاقة النووية وإن لم توفر فرص عمل بصورة مباشرة كبيرة فهي توفر المزيد والمزيد بصورة غير مباشرة من خلال توفير الطاقة الهائلة لكافة المجالات فبدون طاقة تتعرقل قطاعات كالصناعة والصحة وأخرى. وترى دراسات أخرى أن تقدير العمالة في الطاقة النووية تتراوح بين بين 400-700 فرصة عمل وهو المطلوبة لتشغيل مفاعل نووي بمتوسط حجم العمالة من 550 / جيجا. يعكس هذا الرقم العاملين في الانتاج والصيانة بما في ذلك عمال الصيانة خارج الموقع وهو عدد قليل مقارنة بغيرها .

وتخلص الدراسة أن القوى العاملة في قطاع الطاقة النووية تختلف من دولة لأخرى وتحدد وفق حجم المحطة والإنتاج. وترتفع حجم العمالة بمرور الوقت وبدء التشغيل. وقد ترتفع العمالة في العالم في قطاع الطاقة المتجددة عن الطاقة النووية، ولكن ترتفع العمالة في قطاع الطاقة النووية عن بعض القطاعات المتجددة مثل طاقة الرياح. ومتوقع زيادة العمالة في قطاع الطاقة المتجددة والنووية مع توقعات التوسع والاستثمار في القطاعين .

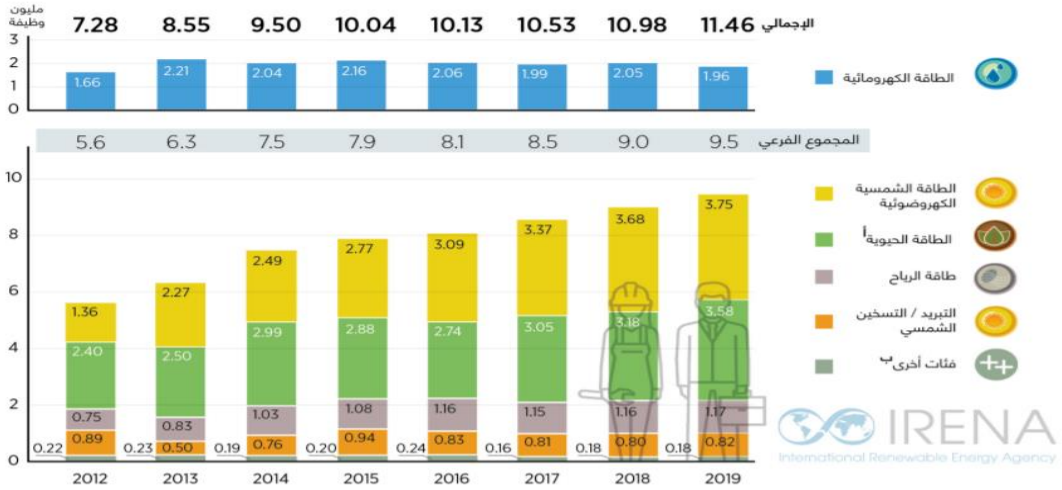
جدول رقم (21) العمالة الكورية المباشرة وغير المباشرة في قطاع الطاقة النووية

المراحل/نوع العمالة	العمالة المباشرة	العمالة غير المباشرة	العمالة المستحثه	الإجمالي
الإنشاء	9000	9400	9000	27400
التشغيل	20400	27300	18400	66100
الإجمالي	29400	36700	27400	93500
المضاعفات		1.25 x direct	0.41 x (direct + indirect)	

Source: Lee , Nuclear Power Economics ,(2014).

يوضح الجدول التالي وفق لدراسة أجراها وكالة الطاقة النووية ، ومنظمة التعاون الاقتصادي والتنمية في القطاع النووي بعنوان "Measuring Employment Generated by the Nuclear Power Sector" وبوضع نماذج قياسية رأى أن مرحلة التشغيل يرتبط بها عمالة مباشرة بنحو 20 ألف وظيفة، وعمالة غير مباشرة بنحو 27 ألف وظيفة، وهو حجم مرتفع عن حجم العمالة في مرحلة الانشاء التي تبلغ نح 9 ألاف فرصة عمل مباشرة وكذلك 9 ألاف فرصة عمل غير مباشرة، ويتوصل النموذج لأنه يوجد مضاعف يعكس ظروف كل دولة وحجم المحطة .

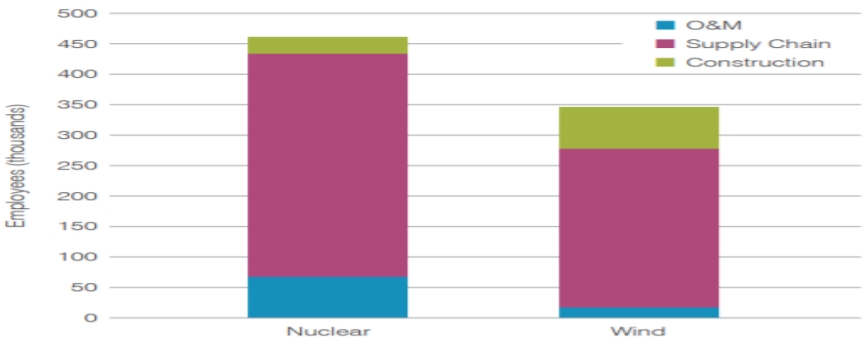
شكل بياني رقم (24) تطور حجم العمالة عالميًا في قطاع الطاقة المتجددة خلال الفترة(2012-2019)



المصدر: قاعدة بيانات الوظائف في الوكالة الدولية للطاقة المتجددة

يتضح من الشكل البياني السابق وصول عدد العاملين بقطاع الطاقة المتجددة على مستوى العالم بنحو 11.5 مليون وظيفة في عام 2019 بالمقارنة مع 11 مليون في عام 2018، وتشغل النساء 32 %من هذه الوظائف بالمقارنة إلى 22% في إجمالي قطاع الطاقة عام 2019. ويستحوذ قطاع الطاقة الشمسية الكهروضوئية على العدد الأكبر من الوظائف وهو 3.75 مليون وظيفة، حيث يعمل فيه 33 %من القوى العاملة لقطاع الطاقة المتجددة في عام 2019، كما يتيح قطاع طاقة الرياح1.2مليون وظيفة. كما يوفر قطاع الطاقة الكهرومائية نحو 2 مليون وظيفة.

شكل بياني رقم (25) مقارنة الوظائف في قطاع الطاقة النووية وطاقة الريح



المصدر: World-nuclearm. Employment in the Nuclear and Wind Electricity Generating Sectors

https://www.world-nuclear.org/getmedia/690859bf-ebe6-43a2-bedd-57ddf47ee3ac/Employment-in-Nuclear-Report-Final.pdf.aspx

يتضح من الشكل البياني السابق أن عدد الوظائف في قطاع الطاقة النووية في بداية المشروع أقل من طاقة الرياح وبعد فترة ترتفع لتصبح أكبر من طاقة الرياح، وفي نهاية المشروع تصبح الرياح أقل في حجم العمالة من المشروع النووي. كما يتضح تذبذب العمالة في مجال طاقة الرياح وارتفاعها مجدد في فترات ولكن النمط العام للطاقة النووية تتسم بالثبات والارتفاع عنها في أغلب الفترة الزمنية لعمر المشروعين.

ومن ثم يمكن القول إن القطاع النووي يوفر المزيد من فرص العمل بأجر أفضل وأكثر تدريبًا ويسكنون قرب الموقع العمل مما يحقق الاستدامة للوظائف المحلية والمساهمة في تطوير الاقتصاد المحلي مقارنة بقطاع الرياح.

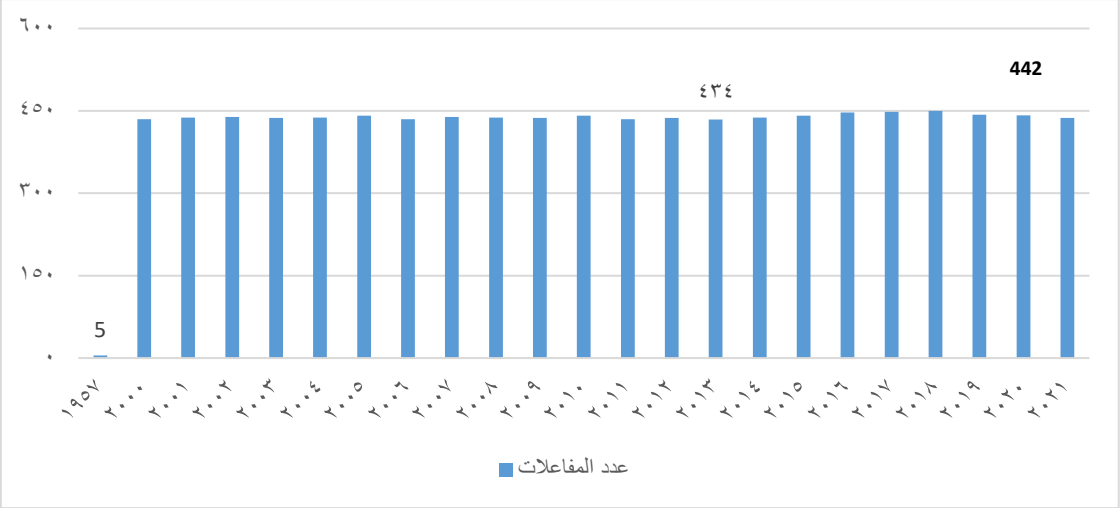
جدول رقم (22) مقارنة توزيع القوى العاملة المباشرة وغير المباشرة لمحطة نووية ومحطة طاقة رياح

مراحل	عدد الوظائف (الطاقة النووية)	النسبة	عدد الوظائف (طاقة الرياح)	النسبة
عمليات التشغيل والصيانة(Operations and maintenance)	50000	%15	5100	%5
سلسلة التوريد الجارية(Ongoing supply chain)	274000	%80	80000	%25
البناء(Construction)	20000	5	21000	%20
الإجمالي(Total)	344000	100	106100	%100

Source: World nuclear association, Employment in the Nuclear and Wind Electricity Generating Sectors,2020.

يوضح الجدول أن حجم العمالة في محطة الطاقة النووية أكبر من محطة الرياح في مراحل التشغيل والصيانة والتوريد وفي المجمل وإن كان في مرحلة البناء يرتفع العدد قليلاً في محطة الرياح عن المحطة النووية.

شكل بياني رقم (26) تطور عدد المفاعلات النووية العاملة في جميع أنحاء العالم خلال الفترة(2021 – 1954)



الموقع الإلكتروني للإحصائيات: https://www.statista.com/statistics/263945/number-of-nuclear-power-plants-worldwide/ :

يتضح من الشكل البياني السابق ارتفاع عدد المفاعلات النووية ففي عام 1957 كان عددهم 5 مفاعلات ووصل في عام 2020 عددهم 442، ولكن تراجع عددهم في عام 2021 ل437 مفاعل نتيجة إغلاق محطات بدول مثل ألمانيا.

أما عن وضع قطاع الطاقة المتجددة في مصر ففي قطاع الطاقة الشمسية الكهروضوئية 56 %من إجمالي الوظائف تقع في مرحلة التشغيل والصيانة، و22% من الوظائف سوف تستحدث في التصنيع، و17% في التركيبات والصيانة، ومع استحدث وظائف إدارية ومالية وقانونية وهندسية جديدة يمكن أن يساعد ذلك على التخفيف من حدة البطالة بمصر. وتُقدر حجم العمالة في مشروع طاقة كهروضوئية شمسية (50 ميجاوات) بنحو (55-229) عامل وموظف/يوم، أما بالنسبة لمشروع رياح (50 ميجاوات) يوفر فرص عمال تقدر بنحو(144-420) عامل/يوم .

وفي قطاع الطاقة النووية في مصر صرحت مؤسسة روس أتوم الروسية بالتعاون مع وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة أن مشروع الضبعة سيوفر 3 ألاف فرصة عمل بالمحطة وعشر ألاف وظيفة في الصناعات النووية. كما تشير التوقعات إلى توفير 300 ألف فرصة عمل جديدة في مجال تقنيات الطاقة المتجددة في مصر بحلول عام 2030، حيث ستوفر فرص عمل مباشرة وغير مباشرة للصناعات المرتبطة بالطاقة المتجددة.

وفي مصر اثبتت العديد من الدراسات أن الجدوى الاقتصادية للطاقة النووية (مفاعل الماء الخفيف) تحقق كلا من الحد الأعلى (الأقصى) والأدنى القيم الحرجة المقيدة (الدنيا) للمعلمات المختلفة.

ومن ثم فإن العوامل الحاسمة لاستخدام الطاقة النووية تشمل الجدوى القيم الحرجة القصوى التالية: تكلفة رأس المال البالغة 2.682 مليار دولار أمريكي (2008 دولار أمريكي)، معدل خصم 13.2٪ ، تكلفة تشغيل الوحدة النووية 6.03 سنتات لكل كيلوواط ساعة، الحد الأقصى لسعر اليورانيوم 0.74 سنت لكل كيلوواط كهربائي .

وتتحقق القيم الحرجة الدنيا للجدوى النووية وهي: إنتاج 4.4 مليار كيلوواط ساعة سنويًا، والحد الأدنى لعمر المحطة النووية 33 سنة، الحد الأدنى لكفاءة تشغيل نووي بنسبة 28٪، والحد الأدنى لحصة المساهمة النووية في إمدادات الكهرباء هو 4 %، 905 ميجاوات طاقة نووية لكل محطة .

وبذلك نخلص بأن الجدوى الاقتصادية للطاقة النووية في مصر ليست عالمية، ومشروطة بعوامل مثل التخطيط والتنفيذ والتشغيل مدى الحياة. كما تجدر الإشارة إلى أن وجود عيب طويل الأجل مقارنة بالتقنيات النووية المتقدمة وهي وجود تكلفة إغلاق تُقدر بنحو 350 مليون دولار لمحطة 1000 ميجاوات في عمرها النهائي البالغ 40 عامًا .

ويرى الباحث من تحليل ومقارنة الاقتصاديات لكل من الطاقة المتجددة والنووية فهم متنافسين ومهم تكاملهم لتحقيق التنويع بين مصادر الطاقة واستخدامهم لتقليل استخدام الطاقة الأحفورية غير المستدامة، كما يرى الباحث إن إعلان الكثير من الحكومات عن تكاليف الانشائية والتشغيلية للمحطة النووية غالبا تكون مقدرة بأقل من الفعلي نظرًا لاختلاف العديد من العوامل من محطة لأخرى مثل التبريد بالماء المالح أم البارد وقربة وبعدة عن المحطة، وتغير التصاميم في حالة عدم الالتزام بالقواعد الأمان، وغير من الأسباب لدوافع الأمن القومي ونظرًا لأهمية الطاقة لتحقيق التنمية المستدامة.

8.3 أبرز الصعوبات التي تواجه إسهام الطاقة النووية والمتجددة في تحقيق التنمية المستدامة في مصر

يواجه قطاع الطاقة في مصر العديد من التحديات التي تعيقه وتؤخر مسيرته نحو تحقيق التنمية المستدامة. وتتمثل التحديات الاقتصادية والمالية، والتحديات المؤسسية، والتحديات التكنولوجية في النقاط التالية.

التمويل الكبير المطلوب لبدء المشروع في ظل العديد من التحديات السياسية والأزمات العالمية ومؤخرًا جائحة كوفيد-19، وحرب روسيا على أوكرانيا وهو ما أثر على المواعيد والخطط ولو ببعض التأخير.

التسعير والتكلفة، حيث أن التكلفة الرأسمالية لمشاريع الطاقة النووية والمتجددة مرتفعة أي تزايد النفقات الاستثمارية أمام المستثمرين .

محدودية الإمكانيات المؤسسية التي يتم توجيهها إلى تطوير نظم الطاقة المستدامة وضعف التنسيق بينهما، ونقص الإمكانيات البشرية والمالية اللازمة.

انخفاض مستوى الوعي العام بالإمكانيات المتاحة والنظم التي يمكن استخدامها بشكل مناسب فنيًا واقتصاديًا لترشيد استهلاك الطاقة، واستخدام الطاقة النووية والمتجددة.

تأخر وتأجيل البرنامج النووي عبر السنوات حيث تأخر برنامج نقل تقنيات الطاقة النووية المستدامة وقد يرجع ذلك لأسباب سياسية، أو لعدم توفر التمويل الكافي، أو لنقص المعلومات الفنية عن هذه التقنيات.

قصور برنامج البحث والتطوير المتعلقة بنظم الطاقة المستدامة، وعدم الاهتمام الكافي بالبحث العلمي وهو ما يتضح بانخفاض ميزانية الانفاق على البحث والتطوير كنسبة من الناتج المحلي الإجمالي، وعجز القدرات والإمكانيات الصناعية المتوفرة عن استيعاب وإنتاج المعدات، فضلاً عن غياب خدمات ما بعد البيع والتسويق والترويج لهذه المعدات .

المبحث الثاني

مؤشرات الطاقة في ظل التنمية المستدامة في مصر

يتناول المبحث المؤشرات التي تعكس مدى الارتباط بين الطاقة والتنمية المستدامة ومن تحليل " المؤشرات الاقتصادية "نلاحظ تحسن الناتج المحلي الإجمالي حيث تحسن معدل نمو الناتج المحلي الإجمالي بسعر السوق من 2.2% عام 2012/2011 إلى 5.5% عام 2019/2018، ولكن تراجع في ظل جائحة كوفيد19 إلى 3.3%عام 2021/2020، وقد وصلت نسبة مساهمة قطاع البترول والغاز في الناتج المحلي الإجمالي نحو (5.3%) عام 2021/2020، مقارنة بنحو (10.6%) عام 2019/2018 "، وتحسن ترتيب مصر في مؤشر التنافسية العالمي فتقدمت مصر 44 مركزًا في مؤشر جودة إمدادات الكهرباء بتقرير التنافسية العالمية في عام 2019، كما تقدمت مصر5 مراكز في مؤشر التحول في الطاقة الصادر عن المنتدى الاقتصادي العالمي حيث كانت مصر في المركز 81 عام 2018 وأصبحت في المركز 76 عام 2021. ، "والمؤشرات الاجتماعية" تحسن مؤشر التنمية البشرية لمصر من (0.668) عام 2010 إلى (0.707) عام 2020، كما تحسن ترتيب مصر في المؤشر بين دول العالم وبذلك أصبحت مصر من ضمن مجموعة الدول ذات التنمية البشرية المرتفعة منذ عام 2019 ، وتغير نمط الإنتاج والاستهلاك وهو ما يعكسه مؤشري معدل الإنتاج والاستهلاك فلاحظ ارتفاع معدل الإنتاج وارتفاع متوسط استهلاك الفرد من الكهرباء ووصوله إلى2020 ك.و.س عام2020/2019 مقارنة بنحو1950 عام 2014/2013 وارتفاع عدد المشتركين بالشبكة من 30.6 مليون مشترك عام 2014/2013إلى 36.4 مليون مشترك عام2019/2018وهو ما يعني توصيل خدمة الكهرباء لمزيد من السكان، "والمؤشرات البيئية" ومن تحليل العلاقة بين انتاج الطاقة المتجددة وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون بمصر خلال الفترة(2000-2020) يوجد تذبذب ولا يمكن الجزم أن انخفاض ثاني أكسيد الكربون نتيجة ارتفاع انتاج الطاقة المتجددة وإن كانت مصر تتخذ العديد من الإجراءات للتحول نحو الاقتصاد الأخضر "كما استضافتCOP27 في نوفمبر2022"وتبذل جهود أخرى عديدة منها تقليل التلوث الناتج عن المصانع وحرق قش الأرز واستخدامه بدل حرقة ويمكن القول أنه لا يمكن الجزم باستمرار الانخفاض إلا إذا تم استبدال الطاقة الأحفورية بالطاقة المتجددة والنووية بشكل أكبر من الوضع الحالي، "والمؤشرات المؤسسية " تعكس الجهود التشريعية والسياسات والإجراءات، والبحث والتطوير، ثم يتناول المبحث سيناريوهات وضع قطاع الطاقة في مصر والتوقعات المستقبلية للطاقة النووية في العالم ومصر، والدروس المستفادة من التجارب الدولية، و سياسات وآليات التنفيذ لنجاح استراتيجية الطاقة، وختامًا تتناول الدراسة الخاتمة أهم النتائج والتوصيات.

1.3 مؤشرات تعكس العلاقة بين الطاقة والتنمية المستدامة

بعد تناول العلاقة بين الطاقة الجديدة والمتجددة والتنمية المستدامة في المبحث السابق يمكن التدليل بالبيانات والمؤشرات الخاصة بالطاقة وانعكاسها على الاقتصاد والتنمية المستدامة ويمكن تقسيم المؤشرات التي توضح العلاقة لعدة مجموعات مؤشرات (اقتصادية، اجتماعية، بيئية، مؤسسية).

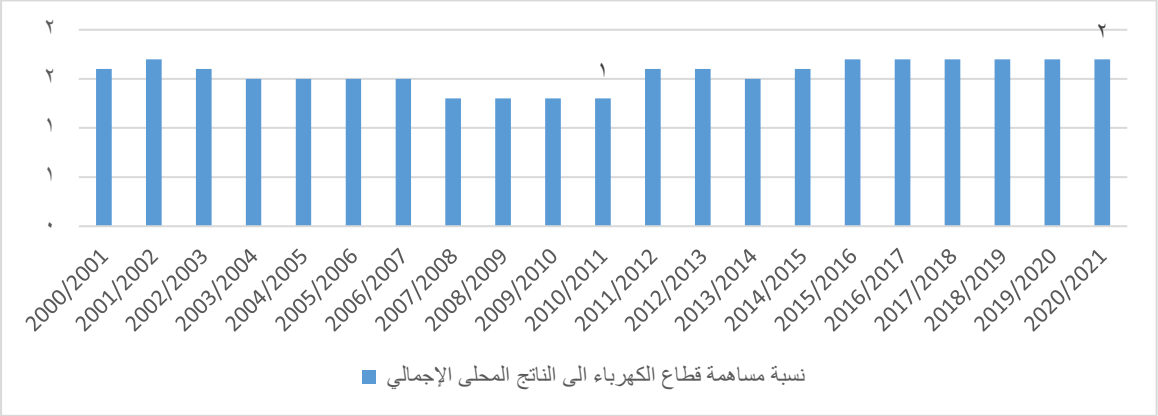
1- المؤشرات الاقتصادية

تعكس العلاقة بين الطاقة والاقتصاد بصورة مباشرة وغير مباشرة من خلال العديد من المؤشرات كمتوسط دخل الفرد، معدل البطالة، والناتج المحلي الإجمالي، ومساهمة قطاع الطاقة في الناتج المحلي الإجمالي والميزان التجاري من الطاقة، نصيب الفرد من استهلاك الطاقة، وتتناول الدراسة في هذا المبحث المؤشرات التالية نسبة مساهمة قطاع الطاقة بالناتج المحلي الإجمالي، والنمو الاقتصادي، ومؤشرات التنمية الريفية، ومؤشرات التنافسية "وهي مؤشرات تعكس درجة التنافسية في الدول النامية ومقارنتها مع عدد من الدول المتقدمة."

الناتج المحلي الإجمالي

ارتفع الناتج المحلي الإجمالي بتكلفة عوامل الإنتاج بالأسعار الثابتة من 710 مليار جنيه عام 2007/2006إلى 3879.4 مليار جنيه عام 2020/2019، كما ارتفع معدل نمو الناتج المحلي الإجمالي من خلال توفير الطاقة للقطاعات المختلفة كالصناعة، والزراعة وهو ما انعكس بالإيجاب على الأفراد فارتفعت فرص العمل والدخل لكل فرد، ويمكن القول إنه توجد علاقة طردية بين نمو الناتج المحلي الإجمالي وانتاج الطاقة. ويرى البحث أن زيادة انتاج الطاقة ستؤدي لزيادة الإنتاج وتوفير فرص عمل، وزيادة الدخل، ومن ثم زيادة استهلاك الكهرباء نتيجة الرفاهية.

شكل بياني رقم (27) نسبة مساهمة قطاع الكهرباء الى الناتج المحلى الإجمالي في مصر خلال الفترة (2000/2001-2020/2021)



المصدر: وزارة التخطيط والتنمية الاقتصادية، بيانات الحسابات القومية، أعداد متفرقة.

ويتضح من الشكل البياني السابق تراوح نسبة مساهمة قطاع الكهرباء في الناتج المحلي بين (1.3%-1.7%) خلال الفترة من (2021/2020-2001/2000) ونلاحظ منذ وضع الاستراتيجية وقد ارتفعت النسبة بشيء بسيط ففي عام204/2013 كانت النسبة 1.5% ووصلت في عام 2021/2020 نحو 1.7% وهي مازالت نسبة بسيطة ومستهدف زيادتها بالتوسع في الطاقة المتجددة وبدء تشغيل مشروع الضبعة.

بينما تراجعت نسبة مساهمة قطاع البترول والغاز في الناتج المحلي الإجمالي حيث بلغت (5.3%) عام 2021/2020، مقارنة بنحو (10.6%) عام 2019/2018 وهو ما يؤكد محاولة الدولة لقياس الكربون والتوجه نحو الاقتصاد الأخضر.

النمو الاقتصادي: تُعد الطاقة المستدامة الخيط الذهبي الذي يربط النمو الاقتصادي بتنامي تحقيق العدالة الاجتماعية فبدون طاقة مستدامة لن يكون هناك قوة دافعة لعجلة التنمية المستدامة، أي أن الطاقة تؤثر على النمو والتنمية الاقتصادية المستدامة كما ترتبط بالأمن القومي للدول. ونلاحظ تطور معدل نمو الناتج المحلي الإجمالي بسعر السوق من 2.2% عام 2012/2011 إلى 5.5% عام 2019/2018، ولكن تراجع في ظل جائحة كوفيد19 إلى 3.3%عام 2021/2020.

وجاء التحسن في النمو الاقتصادي في ظل تحسن إنتاج الطاقة نتيجة للجهود التي أدت لتحويل العجز في الكهرباء من 6000 ميجاوات في عام 2013 / 2014 إلى فائض وصل الى 13000 ميجاوات في عام 2019 / 2020 .

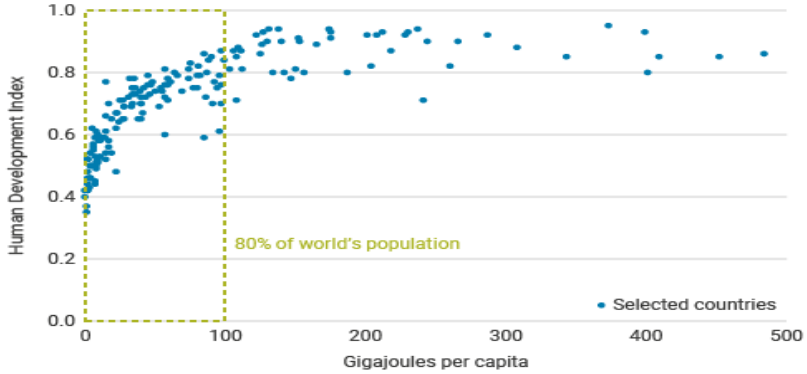
كما ظهرت نتيجة جهود الدولة في القطاع في العديد من المؤشرات فقد تحسن ترتيب مصر في مؤشر التنافسية العالمي فتقدمت مصر 44 مركزًا في مؤشر جودة إمدادات الكهرباء بتقرير التنافسية العالمية في عام 2019، كما تقدمت مصر5 مراكز في مؤشر التحول في الطاقة الصادر عن المنتدى الاقتصادي العالمي حيث كانت مصر في المركز 81 عام 2018 وأصبحت في المركز 76 عام 2021. وهو ما يعكس جهود الدولة لتحسن وضمان استقرار واستمرار التغذية الكهربائية .

2- المؤشرات الاجتماعية

تعكس وجود علاقة وطيدة بين الطاقة والتنمية المستدامة بصورة مباشرة أو غير مباشرة وهو ما يوضحه العديد من المؤشرات مثل مؤشر التنمية البشرية الذي يعكس الفقر والمساواة الاجتماعية ومعدل البطالة، الدخل القومي، ودرجة التعليم والوعي العام والتدريب، والمشاركة السياسية، ويشمل مؤشرات الصحة: مثل متوسط العمر المتوقع عند الولادة، عدد السكان الذين يحصلون على الخدمات الصحية (ويقاس بمدى توفر المرافق الصحية والإنفاق على الصحة..). ويعكس البحث أحد أبرز المؤشرات وهو مؤشر التنمية البشرية.HDI

مؤشر التنمية البشرية: يوجد ارتباط واضح بين استهلاك الطاقة وقيمة مؤشر التنمية البشرية (HDI) وفق الوكالة الدولية للطاقة، ويعكس المؤشر مستوى الصحة والتعليم والمعيشة للدول وهو ما يعرف مستوى التنمية في الدولة.

شكل بياني رقم (28) العلاقة بين استهلاك الطاقة وقيمة مؤشر التنمية البشرية



المصدر: الوكالة الدولية للطاقة، التقرير السنوي،2020.

يتضح من الشكل البياني السابق وجود علاقة طردية بين استهلاك الطاقة وقيمة مؤشر التنمية البشرية والذي يتطلب تحقيق التقدم في الهدف السابع من أهداف التنمية المستدامة خاصة في ظل تزايد عدد السكان الذي يحتاج توفير المزيد من الطاقة، ومن ثم ضرورة التوجه للتوسع في انتاج الطاقة النووية والطاقة المتجددة.

وقد تحسن مؤشر التنمية البشرية لمصر من (0.668) عام 2010 إلى (0.707) عام 2020، كما تحسن ترتيب مصر في المؤشر بين دول العالم وبذلك أصبحت مصر من ضمن مجموعة الدول ذات التنمية البشرية المرتفعة منذ عام 2019 .

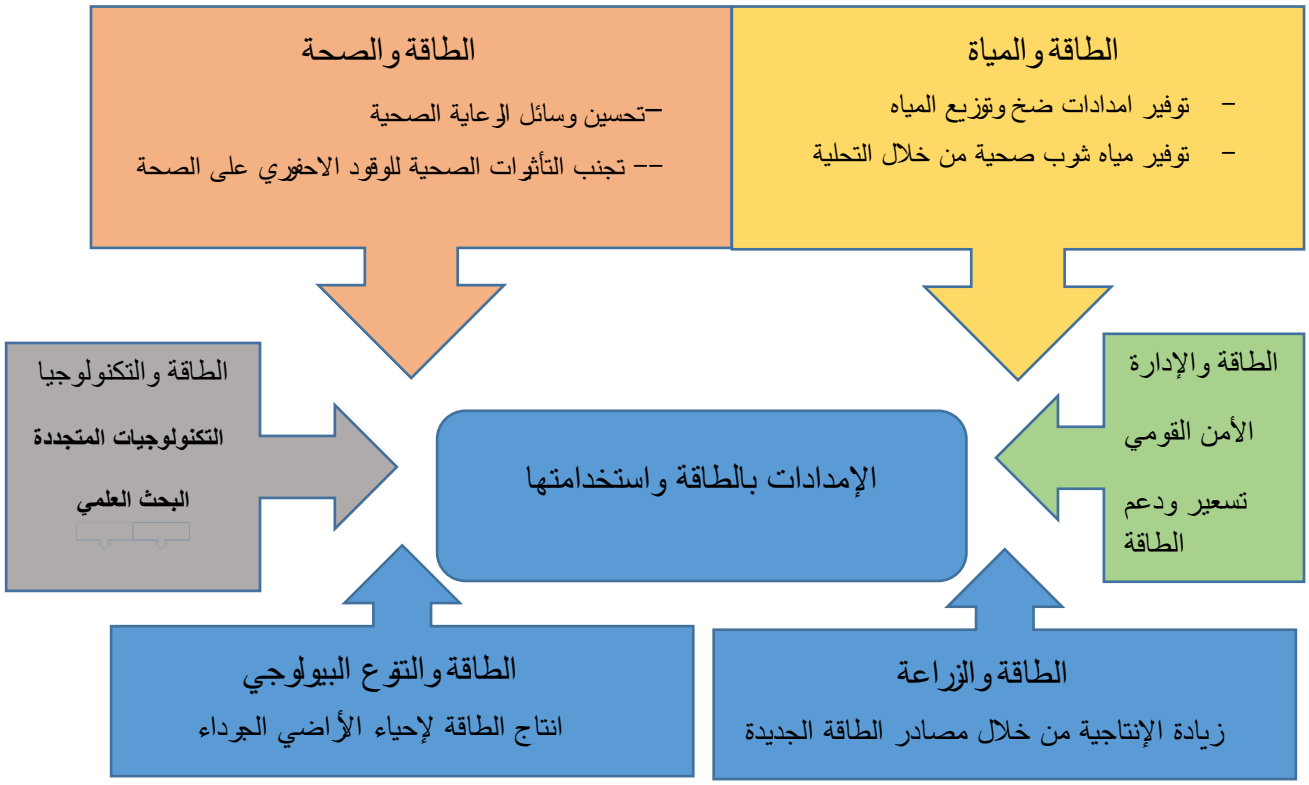
تغير نمط الإنتاج والاستهلاك:

وهو ما يعكسه معدل الإنتاج والاستهلاك فلاحظ ارتفاع معدل الإنتاج وارتفاع متوسط استهلاك الفرد من الكهرباء ووصوله إلى2020 ك.و.س عام2020/2019 مقارنة بنحو1950 عام 2014/2013 وارتفاع عدد المشتركين بالشبكة من 30.6 مليون مشترك عام 2014/2013إلى 36.4 مليون مشترك عام2019/2018وهو ما يعني توفير خدمة الكهرباء لمزيد من السكان .

المساواة الاجتماعية "التنمية الريفية وتحسين مستوى المعيشة وتقليص الفقر :"

تلعب تكنولوجيات الطاقة النووية والمتجددة، دوراً مهماً في تعزيز التنمية الريفية من خلال توفير الطاقة للأماكن الريفية والبعيدة .

شكل بياني رقم (29) ارتباط الطاقة مع بعض مجالات التنمية المستدامة



المصدر: برنامج الأمم المتحدة للبيئة، الطاقة لأغراض التنمية المستدامة في المنطقة العربية،2013.

ويتضح من الشكل البياني السابق وجود العديد من التشابكات والارتباطات بين الطاقة النووية والمتجددة والقطاعات المختلفة، فترتبط الطاقة بتوفير المياه وتستخدم الطاقة في تحلية المياه المالحة كما هو الحال في مصر وتُعد أحد حلول معالجة أزمة المياه وسد النهضة، كما تستخدم الطاقة النووية في القطاع الطبي، وترتبط بقطاع الزراعة فتستخدم لتشغيل الآلات اللازمة لزيادة الإنتاجية الزراعية، وترتبط بالبيئة فتقلل استخدام الطاقة التقليدية الملوثة للبيئة، وترتبط بالبعد التكنولوجي فكلما ارتفع تحسن البحث العلمي وتقدم في مجال الطاقة النووية أصبحت أكثر منافسة نتيجة انخفاض تكاليف التكنولوجيا.

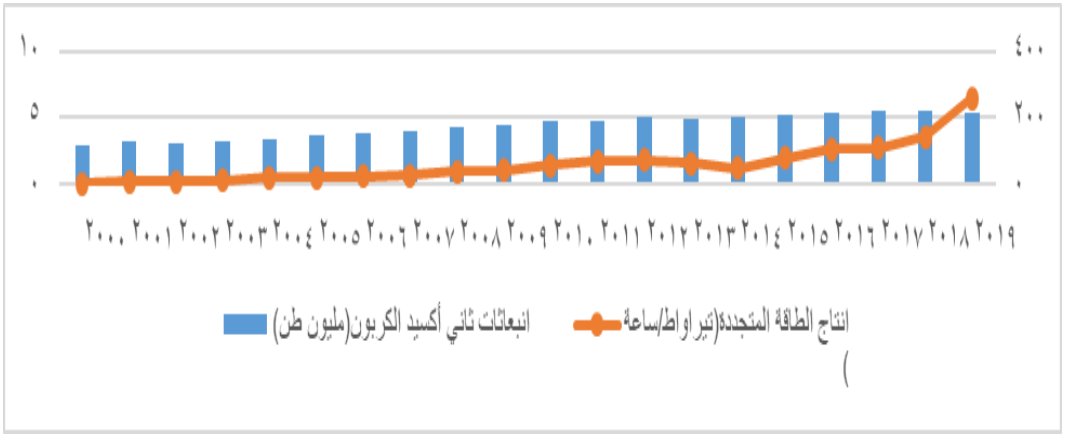
3- المؤشرات البيئية

مؤشرات الاستدامة البيئية وعلاقتها بالطاقة تعتبر المؤشرات البيئية جزءًا لا يتجزأ من مؤشرات التنمية المستدامة ويمكن قياس العلاقة بينهم من خلال العلاقة بين أحد أهم مسببات التغير المناخي "ثاني أكسيد الكربون" وانتاج الطاقة.

التغير المناخي

أما بالنسبة للتغير المناخي فأثبتت الدراسات وجود علاقة بين الطاقة غير المستدامة والتغير المناخي في ظل توسع استخدام الطاقة الأحفورية ومن هنا بدء استخدام الطاقة النووية والمتجددة، خاصة أن قطاع الطاقة مسؤول عن حوالي ثلاثة أرباع انبعاثات غازات الاحتباس الحراري. وذلك لا يجعلنا نغفل أهمية توفير التكنولوجيا وتطوير البحث في مجال الطاقة النووية والمتجددة للحفاظ على البيئة ودفع عجلة التنمية المستدامة.

شكل بياني رقم (30) تطور انتاج الطاقة المتجددة وانبعاثات الكربون انبعاثات الكربون في مصر خلال الفترة (2000-2019)



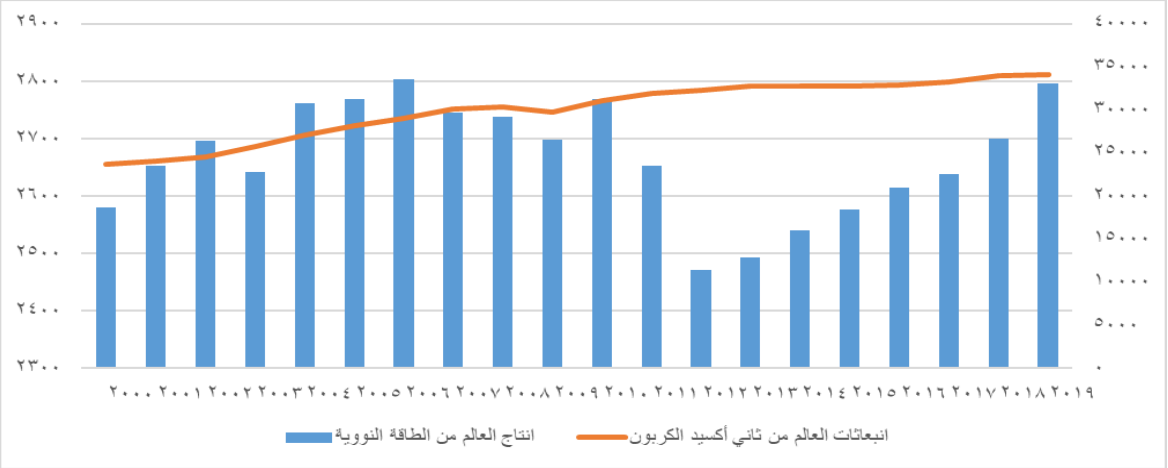
المصدر: الموقع الإلكتروني BP BP review of world energy 2020.

https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy conomics/statistical-review-2020/bp-page 16,17. statistical-review-of-world-energy-2020-full-report.pdf

يتضح من الشكل البياني السابق وجود ارتفاع في انتاج الطاقة المتجددة في مصر باستثناء عامي (2013،2014) وقد يرجع ذلك للأوضاع السياسية والاقتصادية، بينما انبعاثات ثاني اكسيد الكربون تراجعت في عام 2013 وعام 2019.ومع وضع استراتيجية الطاقة والعمل على قدم وساق لتحفيز الاستثمارات في قطاع الطاقة المتجددة ، ومع جهود أخرى عديدة

منها تقليل التلوث الناتج عن حق قش الأرز واستخدامه بدل حرقة انعكس أثر ذلك بتراجع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون عام 2019ولكن لا نقدر الجزم باستمرار الانخفاض الا إذا تم استبدال الطاقة الأحفورية بالطاقة المتجددة بشكل أكبر من الوضع الحالي مع بدأ تشغيل مشروع الضبعة .

شكل رقم (31) تطور انتاج العالم من الطاقة النووية وانبعاثات ثاني اكسيد الكربون خلال الفترة(2000-2019)



المصدر: الموقع الإلكتروني.BP review of world energy 2020

https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy conomics/statistical-review-2020/bp-statistical-review-of-world-energy-2020-full-report.pdf page 16,17.

الشكل البياني السابق يوضح تذبذب انتاج العالم من الطاقة النووية فاتسم بالارتفاع من عام 2000 إلى 2022 إلا أنه تراجع في 2003 ثم اتسم بالتذبذب بعد ذلك وصولا لعام 2012 والذي اتسم بالارتفاع من بعدها، بينما الانبعاثات اتسمت بالارتفاع باستثناء عام 2009، وعام 2015، ومن البيانات يتضح عدم وجود علاقة ارتباط سالبة قوية من خلال حساب معامل الارتباط بين انتاج الطاقة النووية وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون حيث بلغت قيمته (-0.16) أي العلاقة سلبية ضعيفة أي بارتفاع انتاج الطاقة النووية يتراجع انبعاثات ثاني اكسيد الكربون.

4- المؤشرات المؤسسية

المؤشرات المؤسسية هي مؤشرات توضح مدى التطور في الجانب المؤسسي في تطبيق وتطوير الإدارة في قطاع الطاقة لتحقيق التنمية المستدامة، وتتضمن هذه المؤشرات "القوانين، والتشريعات، والأطر المؤسسية، والبحث والتطوير" التي تحفز عملية التنمية المستدامة، وتتمثل أهم المؤشرات المؤسسية فيما يلي:

التخطيط ووضع الاستراتيجيات: تم وضع استراتيجية الطاقة 2035 وقد واكبت مبادى التنمية المستدامة ال 17 خاصة ما يتعلق ببعد توفير الطاقة والحفاظ على البيئة وهو ما أكدته رؤية مصر 2030، وتم البدء بالفعل بوضع سياسات وإجراءات تنفيذية لتحقيق ذلك وأبرزها (توسع مشروع الربط الكهربائي، إنشاء صندوق دعم الطاقة المتجددة، إصدار قرار في عام 2015 لتخصيص أراضي لصالح مشاريع الطاقة المتجددة، إعفاء مكونات وقطع غيار نظم الطاقة المتجددة من الجمارك..).

البحث والتطوير: توضح درجة الاهتمام بالبحث والتطوير في مجال الطاقة النووية والمتجددة، ويتم قياسها من خلال معرفة نسبة الإنفاق على البحث والتطوير من الناتج المحلي الإجمالي وهي نسبة منخفضة، ولكن لا نغفل أن الحكومة تحاول جاهدة تطوير منظومة التعليم والاهتمام بالبحث العلمي حيث تحاول جاهدة تعظيم الاستفادة من اتفاقيات التعاون الثنائي مع بعض الدول المتقدمة في المجال النووي مثل كوريا الجنوبية واليابان وروسيا الاتحادية وبالفعل حصل العديد من المصرين علي درجة الماجستير والدكتوراه في المفاعلات النووية، وآخرون علي دورات تدريبية في إدارة الوقود النووي والوقود المستنفذ ووضع المواصفات للمحطة النووية واختيار وتأهيل المواقع ، كما تحاول تحسين وزيادة عدد مراكز البحوث وبراءات الاختراع ولكن مازلنا نحتاج الكثير لتطوير المنظومة وتحسين البنية الأساسية في تكنولوجيا الاتصالات

2.3 الدروس المستفادة من التجارب الدولية في الطاقة النووية

تجربة كوريا الجنوبية

إن كوريا الجنوبية بدءت برنامجها للطاقة النووية في ظروف اقتصادية مشابهة للبلدان النامية (وهو ما كان الدافع لاختيار التجربة) أي في ظل" الزيادة السكانية، عدم وجود فائض للكهرباء، ضعف قطاع الصناعة، ضعف الاستثمار الخاص " مثل الفلبين، وباكستان، ويوغوسلافيا السابقة، ومصر، والبرازيل، ومنغوليا، ولكن بدأت كوريا الجنوبية بتطوير البنية التحتية الكهربائية بشكل سريع وناجح محققة زيادة في توليد الطاقة الكهربائية ومن خلال دراسة التجربة تم التوصل لعوامل نجاح التجربة وهي كالتالي.

إن أهم الدروس المستفادة من تجربة كوريا الجنوبية تتمثل في النقاط التالية:

- التدرج ونقل التكنولوجيا وإشراك العمالة وتحفيز الاستثمار المحلي، قامت كوريا بشراء أول 3 منشآت نووية تجارية عن طريق عقود تسليم (على المفتاح) ثم بدأت بإخال العمالة المحلية فجرى بناء المنشآت الستة الأخرى بالاشتراك مع خبراء ومصنّعين محليين. وبدءً من المنشأة العاشرة حققت كوريا الاكتفاء الذاتي التقني لبناء المفاعل بشكل كامل وبخبرات محلية، وبدأت في التطوير وصولاً لتصدير التقنيات النووية.

- وُضعت كوريا الجنوبية خطةٌ طويلة الأمد في عام 1968 لتطوير الطاقة النووية للعشرين سنة بالاعتماد على دراسة مستفيضة خلال 8 سنوات .

- وجود قيادة تعمل على إيجاد تعاون دولي ودعم دولي لإنجاح المشروع حيث اعتمدت في البداية على التعاون والتشارك لتعظيم الاستفادة من كافة الخبرات في المجال النووي بجميع المجالات.

- عملت على التوسع في الاستثمار في البنية التحتية على مدار نحو أربعين عام بعد الحرب.

- وضع القوانين التي تحدد مسؤوليات كل طرف.

- التزام الحكومة الكورية بضمان الدين ووضعت الأولوية في الاستثمار في المشروع. وبالتالي أصبحت الحكومة ومؤسسة الكهرباء الكورية الوطنية الحق الحصري في إدارة محطات الطاقة النووية وتطويرها، ولم تتوقف الحكومة عن دعمها للمشروع مثل دول آخرى بعد حدوث حادثة ثري مايل وحادثة تشيرنوبل.

- عملت كوريا الجنوبية على تحسين مستوى الحياة في الريف بتوفير الكهرباء.

- وضعت الحكومة الكورية برامج لتعليم وتدريب وتأهيل الموارد الوطنية البشرية في مجال الطاقة النووية بإشراف الوكالة الدولية للطاقة الذرية والولايات المتحدة الأمريكية.

- أولت الحكومة الكورية الأولوية للمبادرات والمشاريع الصناعية، وتحسين جودة المنتجات.

- استخدام عملية المراجعة الناقدة والتغذية الاسترجاعية، والتقييم المستمر للخطط والقرارات المشتقة من المراجعات الأساسية من أجل التقليل من إمكانية حدوث تناقضات ومشاكل غير متوقعة.

- الاعتماد على بناء نوعين مختلفين من المفاعلات النووية، الأول هو مفاعل الماء الخفيف (LWR)والثاني مفاعل الماء الثقيل المضغوط (PHWR) وقد جاء استخدام النوع الثاني نتيجة للظروف المتعلقة بعدم ضمان تأمين توريد اليورانيوم المخصب نتيجة الاعتماد على مصدر واحد للتزود بالوقود النووي.

- استخدام الأنشطة الدعائية الإيجابية واسعة النطاق لدعم البرنامج النووي ولإقناع الرأي العام بموقع المشروع ومكان دفن النفايات النووية منذ السنوات الأولى للمشروع .

تجربة الإمارات العربية المتحدة

تم اختيار تجربة الإمارات لكونها دولة عربية في منطقة الشرق الأوسط ونجحت في تجربتها ومن ثم تُعد تجربة ملهمة حيث توجهت للطاقة النووية والمتجددة على الرغم من أنها خامس أكبر دولة في العالم لديها احتياطيات نفطية، وذلك بهدف تحقيق تنوع مصادر الطاقة، إلى جانب النفط والغاز. وقد بدأت الأعمال الإنشائية بالمحطة النووية عام 2012، وتُعد محطة براكة الواقعة في منطقة الظفرة في إمارة أبوظبي واحدة من أكبر محطات الطاقة النووية في العالم وتضم أربع محطات متطابقة تضم كل منها تصميم المفاعل المتقدم من طراز(APR-1400) ، ويدير المحطة كفاءات إماراتية مؤهلة وفق أعلى مستويات التحصيل العلمي والتدريب العملي في أرقى المؤسسات الأكاديمية ومحطات الطاقة النووية في العالم، ويضم فريق العمل خبرات من أكثر من 50 جنسية .

أهم الدروس المستفادة من تجربة الإمارات العربية المتحدة النووية تتمثل في النقاط التالية:

- وقعت الإمارات عام 2016 اتفاقية "الائتلاف المشترك" مع الشركة الكورية للطاقة الكهربائية (كيبكو) لتكون المقاول الرئيسي للمشروع، وهي اتفاقية تُعنى بالشراكة طويلة الأمد" وهي شراكة من أجل الاستدامة" لشراكة في تطوير محطات الطاقة النووية، وبموجب ذلك تم تأسيس شركتين متخصصتين أولاهما هي شركة نواة للطاقة التي تتولى تشغيل

وصيانة محطات براكة الأربع، والشركة الأخرى هي شركة براكة التي تتولى إدارة الجوانب المالية والتجارية والتمويلية للمحطات، والتي تطورها مؤسسة الإمارات للطاقة النووية في منطقة الظفرة بإمارة أبوظبي.

- ربط المحطة الأولى بالشبكة الكهربائية مع بدء ربط المرحلة الثانية عام2021، وهو ما يعكس الرفع التدريجي لمستويات طاقة المفاعل والتي تعرف بـ"اختبار الطاقة التصاعدي"، كما تلتزم أنظمة المحطة بالعمل وفق أفضل الممارسات العالمية لضمان التقدم بأمان نحو الإنتاج الكامل للكهرباء.

- تحقيق توافق ودعم شعبي "من خلال رفع التوعية بالحملات التوعوية والندوات" يمنحها الضوء الأخضر لبناء مرافق ضخمة للتخلص من هذه النفايات ويستمر عملها على مدى طويل.

- العمل الدائم للتطوير في مجال البحث حيث وقعت مؤسسة الإمارات للطاقة النووية مذكرة تفاهم مع جامعة آجو" المؤسسة البحثية الرائدة في كوريا الجنوبية"، وذلك للتعاون في مجال البحث والتطوير والابتكار عام 2021. كما تعاونت جامعة خليفة مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية لإعداد وتأهيل الكوادر للعمل في مجال الطاقة النووية في الإمارات .

- استخدام محطات براكة تقنيات أثبتت فعاليتها في خفض الانبعاثات الكربونية بكميات كبيرة حيث ستحد من انبعاث 21 مليون طن من الانبعاثات الكربونية، وهذا يعادل إزالة 3.2 مليون سيارة من الطرقات سنوياً، وذلك لمواجهة ظاهرة التغير المناخي التي تعد من أكبر التحديات التي يوجهها العالم .

- التزام المشروع بالتحسين المستمر والشفافية للسكان.

3.3 سيناريوهات مستقبل الطاقة /مستقبليات الطاقة في مصر

تتناول الدراسة السيناريوهات المستقبلية في قطاع الطاقة وتتبني الدراسة السيناريو الأساسي وهو ما يتوافق مع الاستراتيجية التي تهدف لتنويع مصادر الطاقة وتقليل الدعم. وتنقسم السيناريوهات إلى أربع سيناريوهات سيناريو أساسي وثلاث سيناريوهات وكل سيناريو يتناول هذه المحاور: الطاقة النووية والمتجددة، والدعم، والفحم والنفط والغاز الطبيعي، وكفاءة القطاع وهم كالتالي.

في السيناريو الأساسي دائمًا ما يُستعمل التوقع الأرجح، الذي تستخدمه الهيئة العامة للبترول وإيجاس، بالنسبة لإنتاج النفط والغاز الطبيعي المحليين، كما يجرى اختبار تحليل الحساسية مع خصائص الإنتاج العالمي. في السيناريو الأساسي يُخفض الدعم بنسبة ٥٠ ٪ عبر فترة ٥ سنوات ويُلغى في خلال ١٠ سنوات بحلول عام ٢٠٢٥. وفي قطاع الكهرباء ستتوافر محطات توليد الكهرباء التي تعمل بالفحم بعد عام ٢٠١٩، كما يُطبق البرنامج الوطني الحالي للطاقة النووية، ويرتفع انتاج الطاقة المتجددة. ولكن الدراسة ترى في محور الطاقة النووية سوف يتأخر افتتاح أول مرحلة نظرًا لطول وقت الإنشاءات ولن تبدء2023/2022 .

في السيناريو الأول، وطبقًا لهيئة محطات الطاقة النووية، تتضمن الخطة الحالية إنشاء وحدة أولى لمحطة طاقة نووية تعمل بالماء المضغوط بطاقة ١٢٠٠ ميجاواط ويبدء تشغيلها في عام 2023/2022، ووحدة ثانية في 2026/2025، ووحدة ثالثة في 2028/2027، أما الرابعة فستدخل حيز التشغيل في 2030/2029، وبذلك ستصل القدرة الكلية المستخدمة إلى4800 ميجاواط بنهاية عام ٢٠٣٠. وفي السيناريو الثاني من المفترض تأخير إدخال الطاقة النووية لمدة خمس سنوات لدراسة تأثير ذلك على نظام الكهرباء. أما في السيناريو الثالث تكون الطاقة النووية جاهزة ليتم إدخالها على أساس تحقيق التكلفة المثلى. وترى الدراسة مع وجود إرادة سياسية تهدف لإدخال الطاقة النووية فإن التكلفة لن تكون عائق وسيتم استخدام الطاقة النووية.

سيناريوهات مستقبل قطاع الطاقة في مصر

في ضوء الاستراتيجية وضعت الدراسة أربعة سيناريوهات تنبؤيه لوضع قطاع الطاقة في المستقبل وفق عدة محاور رئيسية وهي وضع المصادر التقليدية والجديدة والمتجددة، ووضع الدعم، وكفاءة قطاع الطاقة .

السيناريو الأساسي تتبناه الدراسة وهو يرى أن مخطط الحكومة في الاستراتيجية للطاقة الجديدة والمتجددة سيتحقق، مع ثبات معدل الكفاءة، وإلغاء الدعم تدريجيًا، وتوافر الفحم لتوليد الكهرباء، وفي محور المصادر التقليدية النفط والغاز الطبيعي يتم استخدام "التوقع الأرجح" الذي تقدمت به إيجاس بالنسبة لإنتاج الغاز الطبيعي والهيئة العامة للبترول بالنسبة للنفط، كما يجرى اختبار تحليل حساسية النموذج مع خصائص الإنتاج "المرتفع" "والمنخفض" مع وجود احتمال تأخر بدء أول مرحلة للمشروع النووي في ظل جائحة كوفيد 19 والحرب الروسية الأوكرانية، أما الثلاث سيناريوهات فهم كالتالي السيناريو الأول وهو سيناريو ثلاث بدائل للطاقة المتجددة وهذا السيناريو يرى أن مراحل تنفيذ المشروع النووي وفق المخطط ستتم وتكون البداية لأول مرحلة 2023/2202، ويتفق مع السيناريو الأساسي في محور النفط والغاز الطبيعي، وتوافر الفحم لتوليد الكهرباء، ودعم الطاقة، والكفاءة مع اختلاف في البعد الثاني وهو الطاقة المتجددة حيث يرى ثلاثة احتمالات الاحتمال الأول مثل السيناريو الأساسي وهو توليد 20% من الطاقة من مصادر متجددة، والاحتمال الثاني تأجيل الخطة القومية فيما يخص الطاقة المتجددة، والاحتمال الثالث استخدام الحد الأدنى من الوقود من الخطة القومية للطاقة المتجددة. والسيناريو الثاني وهو سيناريو تأجيل استخدام الطاقة النووية خمس سنوات على أن تبدء أول مرحلة 2028/2027،وكذلك تأجيل استخدام والتوسع في الطاقة المتجددة ويتفق مع السيناريو الأساسي في المحاور التالية محور النفط والغاز الطبيعي، ودعم الطاقة، وتوافر الفحم لتوليد الكهرباء، ويختلف في محور الكفاءة حيث يرى الوصول لمعدلات أعلى في الكفاءة بخلاف السيناريو الأساسي الذي يرى ثبات معدلات الكفاءة الحالية، ثم السيناريو الثالث وهو سيناريو تنافس كافة البدائل استنادًا على التكاليف ويختلف عن السيناريو الأساسي في محور الطاقة النووية ويضع بديلين الأول يرى إن استخدام أي مصدر من مصادر الطاقة يعتمد على التكاليف وهو ما قد يعرقل بدء المشروع، والبديل الثاني يرى تشغيل أول وحدة نووية سيتم عام 2025/2024 (وترى الدراسة إن هذا السيناريو جيد حيث أن التكاليف أساسية في اختيار البدائل لكن مع وجود إرادة سياسية ودعم شعبي لمشروع الطاقة النووية سيدفع لبدء المشروع بسرعة)، أما في محور الطاقة المتجددة فيرى استخدام الحد الأدنى من الوقود للوصول للحد الأعلى من الطاقة المتجددة مع مراعاة التكاليف،

ويتفق مع السيناريو الأساسي في محور النفط والغاز الطبيعي حيث يتم استخدام "التوقع الأرجح" الذي تقدمت به إيجاس بالنسبة لإنتاج الغاز الطبيعي والهيئة العامة للبترول بالنسبة للنفط، كما يجرى اختبار تحليل حساسية النموذج مع خصائص الإنتاج "المرتفع" "والمنخفض". أما محور الدعم فيرى تخفض الدعم بدءًا من يوليو٢٠١٤ ويلغى كلية بحلول عام 2025، أما محور توافر الفحم لتوليد الكهرباء ويعتمد على أساس التكلفة، ومحور الكفاءة فيختلف عن السيناريو الأساسي حيث يرى تحسن الكفاءة.

4.3 التوقعات المستقبلية لقطاع الطاقة في مصر والعالم

توجد العديد من المؤسسات التي ترى أن مصر سيرتفع بها الإنتاج من مصادر الطاقة النووية والمتجددة كما سيرتفع الطلب، وأنها سوف تكون مركز مهم لإنتاج الطاقة المتجددة ومنها على سبيل المثال مؤسسة إرنست آنديونج التي أصدرت تقرير في عام 2013 توقعت ارتفاع حجم إنتاج الطاقة من المصادر المتجددة في مصر، ووضعت مصر في الترتيب 29 من بين 40 دولة في مؤشر الدول الأكثر جاذبية في قطاع الطاقة المتجددة، وبذلك تصبح في الترتيب الثاني بين الدول العربية بعد المغرب، وكانت أعلى درجات الجاذبية في قطاع الطاقة الشمسية والرياح. كما تتوقع الدراسات توجه مصر لتنمية التصنيع المحلي لمكونات المحطات الشمسية، لخفض سعرها وتحسين جودتها وتشجيع الإنتاج المحلي، وتتوقع أن تكون مصر رائدة في الشرق الأوسط في صناعة مرايا المحطات الشمسية المركزية .

ووفق توقعات وكالة فيتش " في تقرير فيتش عن وضع الطاقة في مصر2021" سيستمر فائض الإنتاج يفوق الاستهلاك حتى عام 2024 مع استمرار تحسن القدرة الاستيعابية للشبكات، واستمرار الاعتماد على الغاز الطبيعي كمصدر رئيس لتوليد الكهرباء بشكل كبير حتى عام 2029؛ وذلك لانخفاض التكلفة، وزيادة المعروض نتيجة الاكتشافات الكبيرة في البحر المتوسط.

كما توقعت وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة في مصر ارتفاع استهلاك الكهرباء بمتوسط معدل سنوي يبلغ 4.1 ٪، وستبلغ ذروة الطلب 4.3 ٪ للفترة من عام 2020 إلى2040.

وكذلك توقع الاتحاد الأوروبي) ضمن نموذج" "TIMES-Egyptالذي قدم كجزء من المساعدة الفنية المقدمة لمصر لدعم إصلاح قطاع الطاقة (أن ذروة الاستهلاك سترتفع من 35 جيجاواط في عام 2018 إلى 62 جيجاواط في عام 2030 ، و 76 جيجاواط في عام 2035 . وأن يصل متوسط معدل النمو السنوي لإنتاج الزيت الخام خلال الفترة (2010/2009-2035/2034) إلى 1.7% ومعنى ذلك أنه من المتوقع أن يصل إنتاج الزيت الخام إلى ٠,٨٥ مليون برميل مكافئ بترول/اليوم وفقًا لأعلى نسبة نمو متوقعة و٠,٨ مليون برميل مكافئ بترول /اليوم بناء على أقل نسبة نمو متوقعة في عام ٢٠٣٥. كما توقع أن يصل معدل النمو السنوي لإنتاج الغاز الطبيعي خلال ذات الفترة إلى ١,٨ %، ليسجل بذلك إنتاج الغاز الطبيعي ١,٧ مليون برميل مكافئ بترول /اليوم و ١,٤ مليون برميل مكافئ بترول / اليوم وفقًا لنسب النمو على التوالي وذلك عام ٢٠٣٥. أما فيما يتعلق بالتوقعات المستقبلية للطلب على الزيت الخام والغاز الطبيعي فمن المتوقع أن يتراوح استهلاك المنتجات البترولية عام٢٠٣٥ بين0.95مليون برميل مكافئ بترول /اليوم إلى ١,٤ مليون برميل مكافئ بترول /اليوم محققًا بذلك معدل نمو سنوي ٢,٦ % كأعلى تقدير و ٠,٨. كأقل تقدير. كما توقع أن يبلغ استهلاك الغاز الطبيعي ٢,٤ مليون برميل

مكافئ بترول/اليوم وفقًا لأعلى معدل نمو سنوي متوقع والذي يقدر ب ٥% خلال ذات الفترة، ويسجل استهلاك الغاز الطبيعي ١,٨ مليون برميل مكافئ بترول /اليوم بناء على أقل معدل نمو سنوي للفترة ذاتها والذي يقدر ب ٣,٢%. وبناء على ذلك متوقع أن يكون هناك عجز في عرض الزيت الخام يقدر بنحو ٠,٥٨ مليون برميل مكافئ بترول /اليوم وفقًا لأعلى نسبة نمو متوقعة، ويقدر بحوالي٠,١٤ مليون برميل مكافئ بترول /اليوم بناء على أقل نسبة نمو متوقعة، وكذلك تقدر الفجوة بين إنتاج الغاز الطبيعي والطلب عليه بنحو0.42-0.65 مليون برميل مكافئ بترول /اليوم على أساس أعلى واقل نسبة نمو متوقعة على التوالي وعليه سيتأرجح مستوى إنتاج الطاقة التقليدية في عام ٢٠٣٥ ما بين2.20 إلى2.55مليون برميل مكافئ بترول / اليوم . وتتوقع الجمعية النووية العالمية استمرار ارتفاع انتاج الطاقة النووية بالعالم ومنها مصر.

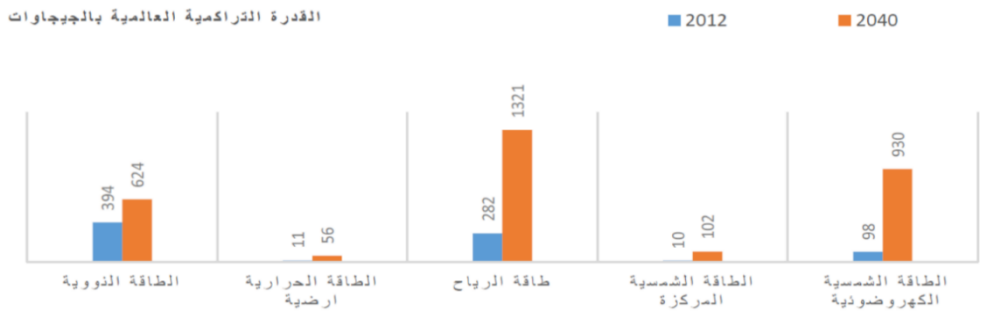
جدول رقم (23) السيناريوهات المستقبلية للقدرات النووية المولدة حتى عام 2030 (جيجاوات) طبقًا للجمعية النووية العالمية(2011-2030)

	2011	2015	2020	2025	2030
المرجعي	364	411	471	554	614
الأدنى	364	387	411	378	308
الأعلى	364	417	518	661	790

المصدر: WWW.world-nuclear.org

يتضح من الجدول السابق استمرار ارتفاع القدرات النووية خلال الفترة 2011 إلى 2020 وتوقع استمرار الارتفاع حيث متوقع وصولها إلى 554 جيجاوات وفق للسيناربو المرجع ووفق الحد الأعلى 661 جيجاوات، ووفق الحد الأدنى 378 جيجاوات عام 2025، وتوقع الوصول إلى 614 جيجاوات وفق السيناريو المرجح عام 2030.وتتوقع منظمة أوبك في تقرير آفاق النفط 2021 نمو حصة الطاقة النووية في مزيج الطاقة العالمي إلى 6.2% بحلول عام 2045، مقابل 5.2% عام 2020.

شكل (32) التوقعات العالمية حول زيادة قدرة الطاقة الجديدة والمتجددة بحلول عام 2040



المصدر: عبير ، محمد ، أزمات الكهرباء في مصر ودور الطاقة النووية في استدامة قطاع الكهرباء، المجلة الدولية للدراسات الاقتصادية، المركز الديمقراطي العربي،2019.

يتضح من الشكل البياني السابق زيادة انتاج العالم من مصادر الطاقة النووية والطاقة الجديدة للعالم في 2040 مقارنة بعام 2012 وهو ما تتبناه مصر ويتواكب مع خطة التنمية المستدامة.

5.3 السياسات وآليات التنفيذ المقترحة لنجاح استراتيجية الطاقة

وضعت الدراسة مجموعة من السياسات وآليات التنفيذ بهدف نجاح استراتيجية الطاقة وتحقيق أهدافها من تنويع مصادر الطاقة والتوجه للاقتصاد الأخضر وتشجيع انتاج الطاقة المتجددة، وانجاح البرنامج النووي، توفير الطاقة ومواكبة الزيادة في الطلب، وتوفير الطاقة لعملية التنمية، مع الحفاظ على البيئة، والتغلب على التحديات الحالية وتتمثل في الجدول التالي:

السياسة	الألية
تحفيز قطاع الطاقة النووية والمتجددة[1]	▪ توجيه الصناعة التحويلة لاستخدم الطاقة النووية والمتجددة مثل صناعة الحديد والصلب، والكيماويات، والأسمدة، وصناعات تكرير البترول، والتعدين واليورانيوم. من خلال وضع قيود فنية صارمة لزيادة الاستخدام المباشر وغير المباشر للطاقة المتجددة في الصناعة كوضع قيود على الأراضي والحيز المساحي أو مطالب زيادة الموثوقية والتدابير الرئيسية للحد من انبعاثات الغازات الدفيئة بالنسبة للصناعات المسببة لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون. ▪ فرض ضرائب على الفحم وتحويل إيرادها لتشجيع إنتاج الطاقة المتجددة، وتسعير الكربون لكي تعكس أسعار الطاقة الأحفورية تكلفة التلوث الناتجة عنها. ▪ مراجعة الشروط والأحكام الحالية لاتفاقات شراء الطاقة المتجددة بغية معالجة المخاوف التي أثارها المستثمرون، بما في ذلك وضع نماذج موحدة لوثائق مشاريع الطاقة المتجددة. ▪ رفع الوعي المجتمعي بأهمية مصادر الطاقة النووية والمتجددة وضرورة التوسع بها، من خلال قنوات التلفاز والراديو، وإضافة معلومات في المقررات الدراسية للطلبة بالمدارس والجامعات عن مفهوم وأهمية الطاقة المتجددة والنووية، وإقامة دورات وندوات ومؤتمرات للطلاب ولهيئة التدريس لتطلعهم على مجالات الطاقة المتجددة والنووية وعلاقتها بالقضايا البيئية، والحصول على تأييد عام للمشاريع الطاقة النووية. ▪ تشجيع البحث العلمي والتطوير التكنولوجي في مجال الطاقة النووية والمتجددة، وتطوير وسائل التخزين. ▪ إطلاق مبادرات للمواطنين بتقديم تسهيلات تمويلية لشراء الوحدات الشمسية السيارات الكهربائية، والأجهزة والآلات الجديدة الموفرة للطاقة والمعتمدة على الطاقة المتجددة وتوفير معارض لبيع الوحدات الشمسية بتسهيلات الصيانة الدائمة بعد البيع لتشجيع المواطنين. ▪ مراقبة تطبيق تعريفة التغذية feed-in tariff[2] ، وتطبيق نظام السندات الخضراء، وإنشاء مؤسسات تمويلية جديدة. وتحرير أسواق الطاقة المحلية لكي يسمح بحرية الدخول والخروج للمتعاملين في الطاقة المتجددة ويسهل المنافسة بينهم. واستخدام المزادات الحكومية لتنشيط الاستثمار في بعض منتجات الطاقة المتجددة مثل الكتلة الحيوية وطاقة الرياح والطاقة الشمسية. ▪ تشجيع الاستثمار المحلى في مشروعات توليد الكهرباء والطاقة من الشمس والرياح من خلال توفر حوافز اقتصادية مثل ما يرتبط بالجمارك، الضرائب، والأراضي وغيرها.

[1] الموقع الإلكتروني لهيئة الطاقة الجديدة والمتجددة. (2021)، الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (أيرينا) ، تمت مراجعتها في 15 أبريل 2021 من http://nrea.gov.eg/test/en/Home .

[2] تعريفة التغذية الكهربائية Feed in Tariff وقد أقرها مجلس الوزراء عام ٢٠١٤ ، ووفقًا لهذه الآلية تقوم شركات الكهرباء (النقل أو شركات التوزيع) بشراء الطاقة المنتجة من منتجها بسعر معلن مسبقًا يحقق عائد جاذب للاستثمار من خلال اتفاقيات شراء الطاقة طويلة الأجل حتى نهاية العمر الافتراضي للمشروع (٢٠ سنة لمشروعات الرياح، و٢٥ سنة لمشروعات الطاقة الشمسية)، وهي تختلف باختلاف التكنولوجيا المستخدمة وسعة المحطة وموقعها.

	▪ رفع الكفاءات والمهارات الفنية والتجارية للعاملين في قطاع الطاقة المتجددة من خلال الدورات التدريبية. 3 ▪ دمج متطلبات المكون المحلي ضمن عمليات تطوير الطاقة المتجددة والنووية.
الطاقة النووية ونجاح مشروع الضبعة4	▪ التفتيش المستمر من فرق مختلفة مستقلة على المحطات النووية كي لا يفقد القائمين على المحطات النووية التركيز والشغف لأن إغفالهم وإهمالهم وتعودهم على روتين العمل دون حرص قد يسبب خطأ وخطر. ▪ رفع الميزانية المخصصة للبحث والتطوير في الطاقة النووية. ▪ تحقيق وعود الحكومة بإنجاز عملية التنمية لمناطق أهل الضبعة المرحلين (إنشاء مدينة سياحية جديدة في المنطقة إلى جانب مدينة سياحية أخرى قصيرة المدى)، وتقديم الخدمات في قطاع الصحة والتعليم والبنية التحتية، ضمان عدم التعدي على ممتلكاتهم، وتوفير مكان بديل لتوطينهم. ▪ تحقيق الشفافية والشمول في محطة الطاقة النووية. ▪ مشاركة الشعب في اختيار موقع المدافن للنفايات النووية في مشروع الضبعة على غرار تجربة كوريا الجنوبية التي وضعت قانون وتم الاستفتاء لاختيار بين أربع مواقع والأعلى تصويتًا من قبل السكان تم اختياره. وإجراء مناقشات مجتمعية حول أهمية المشروع واحتياجاتها وجدواه الاقتصادية، مع دمج عدد أكبر من أصحاب المصلحة من المجتمع المصري، بما في ذلك المنتقدين. كما يجب مناقشة احتماليات المخاطر وقيود التكنولوجيا بشكل أكثر انفتاحًا ونقدًا. ▪ حماية المعلومات الحساسة والسرية عن البرنامج النووي. ▪ وضع عقوبات راعدة لمن يخل بأمن المعلومات السرية مما يشكل خطورة على التأمين الجيد لحماية المواد النووية من خطر التخريب أو السرقة. ▪ استعانة السلطة المختصة بجهات مستقلة لديها الخبرة لتقييم أداء البرنامج النووي بصورة مستمرة. ▪ ضمان استقلال فعال بين وظائف السلطة المختصة في الدولة عن تنفيذ الإطار التشريعي والرقابي للبرنامج النووي والأجهزة المسؤولة عن ترويج الطاقة النووية واستخدامها. ▪ تحقيق استدامة المشروع النووي من خلال إعداد خطط للطوارئ لأي أحداث محتملة من عنف أو أخطاء من خلال خطط طوارئ Contingency plans وخطط طوارئ عامة " emergency plans ". ▪ تقليل زمن بناء المحطة النووية بتحسين إدارة المشروع، وتطوير تقنيات البناء عن طريق تطوير أنظمة اللحام والاختبار الأتوماتيكية والتصنيع السابق في الورش لحزم متكاملة من المعدات. ▪ تقليل تكلفة الاستثمار والتشغيل والصيانة عن طريق زيادة العمر الاقتصادي للمحطة حتى 60 عامًا، استخدام معدات للفحص يمكن التحكم فيها تلقائيًا عن بعد لتقليل فترات خروج المحطة من الخدمة، تبسيط التصميم وإجراءات التشغيل. ▪ تحسين أداء المحطة باستخدام مواد مقاومة للتآكل وللإشعاع وتقليل عدد اللحامات باستخدام تكنولوجيات جديدة من اللحامات، وتقليل تعرض العاملين للإشعاع عن طريق استخدام الروبورت.

[3] الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، آفاق الطاقة المتجددة –مصر، الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، أبو ظبي،2018، ص76.

[4] عبير محمد، أزمات الكهرباء في مصر ودور الطاقة النووية في استدامة قطاع الكهرباء، المجلة الدولية للدراسات الاقتصادية، المركز الديمقراطي العربي، العدد (7)،2019.

	▪ استخدام مفاعلات صغيرة (أقل من 300 ميجاوات) ومتوسطة (أقل من 600 ميجاوات) وهي ما يمكن تصنيع أجزاء كثيرة منها محليًا، ولا تتطلب تحديثات كبيرة للبنية الأساسية، والسهولة النسبية للترتيبات المالية، ولتقليل المخاطر. ▪ العمل على تحقيق الاستقلالية للإمدادات عن طريق استغلال المواد الوطنية المتاحة وتطوير الإمكانيات الصناعية والهندسية المحلية، وتحسين المنتجات الوطنية التي يمكن أن تدخل في إنشاء المحطة النووية ومراعاتها لمعايير الجودة العالمية لتحقيق متطلبات الأمان النووي. ▪ تطوير المولدFast breeder reactor وهو مفاعل يرفع كفاءة الوقود المستخدم بنحو 60-70 مرة مثل الجيل الحالي من المفاعلات الحرارية، تستخدمه بعض الدول الصناعية المتقدمة تحسبًا لنضوب اليورانيوم.
ترشيد الاستهلاك 5	▪ التوسع في ترشيد استهلاك الطاقة في قطاع النقل والمواصلات خاصة أنه من أكبر القطاعات المستهلكة للطاقة من خلال توفير المزيد من المواصلات العامة لتقليل استخدام المركبات الخاصة. ▪ التوسع في تشغيل مشروع الانارة بواسطة نظم الخلايا الفوتوفولطية بالقري البعيدة (محافظات الحدود)، أعمدة انارة الشوارع، انارة المدارس ودور العبادة وبعض المنشآت الحكومية. ▪ تغليظ العقوبة على سرقة التيار الكهربائي. ▪ التوسع في تركيب العداد الذكي.
زيادة الإنتاج	▪ إنشاء شبكات ذكية لتحقيق إدارة أفضل لكل من شبكات نقل وتوزيع الكهرباء وتلبية احتياجات التغيرات المتوقعة في تكنولوجيا المعلومات والاتصالات والتكنولوجيات الأخرى. ▪ تطوير المزيد من شبكات الربط الكهربائي (مثل مشروع الربط الكهربائي بين مصر والسعودية) وتعزيز قدرات شبكات الربط القائمة لتحسن قوة شبكات النقل والتوزيع. ▪ تفعيل قرارات المجلس الأعلى للطاقة بشأن توفير استثمارات مبدئية بقيمة٢ مليار جنيه لإنشاء شبكات النقل والتوزيع6 ▪ التعاون مع الصندوق العربي للإنماء الاقتصادي والاجتماعي وإنشاء سوق الكهرباء الإقليمية المشتركة.
تحسين الكفاءة7	▪ تحديث استراتيجية الطاقة المستدامة المتكاملة حتى عام 2035 والسياسات المتصلة بها بصورة دورية لدمج التطورات في: جوانب التقدم التقنية، ولاسيما في الطاقة المتجددة. ▪ إعادة النظر في استراتيجية تصدير الغاز الطبيعي مع الأخذ في الاعتبار الارتفاع المتوقع عالمياً في سعر الغاز الطبيعي جراء توظيفه كمادة أولية لتوليد الطاقة باستخدام خلايا الوقود الهيدروجينية. ▪ ادخار الاحتياطيات النفط لاستخدامها في أغراض تصنيع منتجات صناعية عالية القيمة المضافة من البتروكيماويات بدلاً من استخدامها كوقود. ▪ حوكمة قطاع الكهرباء أو قطاع الطاقة المتجددة والطاقة النووية.

[5] Jonathan , Lesser.(2019), IS there a future for Nuclear power in the United States?, Manhattan institute,p85.

[6] مرفت عبد الوهاب، الطاقة المتجددة وإمكانية مواجهة تحديات الطاقة التقليدية وتعزيز دور مصـــر كســـوق جاذبة لتجارة الكربون، المجلة العلمية لقطاع كليات التجارة، كلية التجارة، جامعة الأزهر، مصر، 2017، ص37.

[7] أسماء مليجي، متطلبات تحقيق أمن الطاقة في مصر: دراسة تطبيقية، رسالة دكتوراه، كلية الاقتصاد والعلوم السياسية، جامعة القاهرة، مصر، 2017، ص49

ملخص الفصل الثالث

يتناول الفصل الثالث بعنوان دور الطاقة النووية في تحقيق التنمية المستدامة في مصر وفي المبحث الأول بعنوان " اقتصاديات الطاقة النووية ودورها في تحقيق التنمية المستدامة" تطور مفهوم التنمية وصولاً لمفهوم التنمية المستدامة وخصائص، وأبعاد وأهداف التنمية المستدامة ، مع توضيح متطلبات تحقيق التنمية المستدامة، وشرح العلاقة بين الطاقة النووية والمتجددة والتنمية المستدامة في مصر في ظل رؤية مصر 2030 واستراتيجية الطاقة 2035 ، ثم دراسة الجدوى الاقتصادية للطاقة النووية ومقارنتها بالطاقة المتجددة من خلال الأبعاد التالية(تكاليف البناء والتشغيل والإغلاق والحوادث والضرائب، وتكلفة الفرصة البديلة، كفاءة انتاج المواد، البحث العلمي والتطوير التكنولوجي، فرص العمل)، ثم تناول المبحث أبرز الصعوبات التي تواجه إسهام الطاقة النووية في تحقيق التنمية المستدامة بمصر. كما تناولت الدراسة في المبحث الثاني بعنوان "مؤشرات الطاقة في ظل التنمية المستدامة في مصر" المؤشرات "الاقتصادية والاجتماعية والبيئية والمؤسسية" التي تعكس مدى الارتباط بين الطاقة والتنمية المستدامة، والدروس المستفادة من تجربة كوريا الجنوبية والإمارات العربية المتحدة، واستبيان دور الطاقة النووية والمتجددة في تحقيق التنمية المستدامة ، وسيناريوهات مستقبل قطاع الطاقة في مصر مع التوقعات للمؤسسات المختلفة لمستقبل الطاقة في مصر والعالم، وبعد الفصل الثالث تأتي الخاتمة والنتائج والتوصيات والسياسات المقترحة.

وقد توصل المبحث الأول في الفصل الثالث إلى التالي:

توجد علاقة قوية بين توفر الطاقة المستدامة ونجاح عملية التنمية المستدامة وهو ما تؤكده المؤشرات الاقتصادية والاجتماعية والبيئة والمؤسسية مثل مؤشر التنمية البشرية لمصر الذي تحسن من (0.668) عام 2010 إلى (0.707) عام 2020، كما تحسن ترتيب مصر في المؤشر بين دول العالم وبذلك أصبحت مصر من ضمن مجموعة الدول ذات التنمية البشرية المرتفعة منذ عام 2019 بوصول قيمة المؤشر إلى (0.707). ويوجد تحسن في مستوى الإنتاج والاستهلاك في الطاقة والتوسع في توفير الخدمات الكهربائية للريف المصري بزيادة عدد المشتركين.

توجد علاقة طردية بين نمو الناتج المحلي الإجمالي وانتاج الطاقة أي أن زيادة انتاج الطاقة ستؤدي لزيادة الإنتاج وتوفير فرص عمل، وزيادة الدخل، ومن ثم زيادة استهلاك الكهرباء نتيجة الرفاهية.

يوجد ارتفاع في انتاج الطاقة المتجددة في مصر ويوجد تراجع في انبعاثات ثاني اكسيد الكربون مع وضع استراتيجية الطاقة والعمل على قدم وساق لتحفيز الاستثمارات في قطاع الطاقة المتجددة بالإضافة لجهود أخرى عديدة مثل تقليل التلوث الناتج عن المصانع والسيارات وحرق قش الأرز واستخدامه بدل حرقة وقد انعكس أثر ذلك بتراجع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون عام 2019ولكن لا نقدر الجزم باستمرار الانخفاض الا إذا تم استبدال الطاقة الأحفورية بالطاقة المتجددة بشكل أكبر من الوضع الحالي وبدأ مشروع الضبعة.

إن نسبة الإنفاق على البحث والتطوير من الناتج المحلي الإجمالي منخفضة، ولكن الحكومة تحاول جاهدة تطوير منظومة التعليم والاهتمام بالبحث العلمي حيث تحاول جاهدة تعظيم الاستفادة من اتفاقيات التعاون الثنائي مع بعض الدول المتقدمة في المجال النووي مثل كوريا الجنوبية واليابان وروسيا الاتحادية.

يوجد أربعة سيناريوهات تنبؤيه لوضع قطاع الطاقة في المستقبل وفق عدة محاور رئيسية وهي وضع المصادر التقليدية والنووية والمتجددة، ووضع الدعم، وكفاءة قطاع الطاقة. وتتبنى الدراسة السيناريو الأساسي ويرى أن مخطط الحكومة في الاستراتيجية للطاقة النووية والمتجددة سيتحقق، مع ثبات معدل الكفاءة، وإلغاء الدعم تدريجيًا، وتوافر الفحم لتوليد الكهرباء.

وقد توصل المبحث الثاني في الفصل الثالث إلى التالي:

تتوقع الدراسة توسع مصر في انتاج الطاقة المتجددة، وبدء المشروع النووي ونجاح مصر في أن تكون مصدرة للطاقة.

الدراسات المستقبلية تشجع بقوة التوسع في الطاقة النووية والطاقة المتجددة والتحول للاقتصاد الأخضر في ظل التغيرات المناخية وهو ما تؤكده أهداف التنمية المستدامة.

الاستفادة من تجربة كوريا الجنوبية بوضع خطةٌ طويلة الأمد، والاستثمار في البنية التحتية لمدة 40سنة التزام الحكومة الكورية بضمان الدين ووضعت الأولوية في الاستثمار في المشروع، استخدام عملية المراجعة الناقدة والتغذية الاسترجاعية، والتقييم المستمر للخطط.

الاستفادة من تجربة الامارات بتحقيق التوافق والدعم الشعبي، واستمرار التطوير والاهتمام بالبحث العلمي في المجال النووي، والتعاون الدولي في مجال الطاقة النووية لنقل الخبرات، مع الاستعانة بخبرات عالمية عديدة.

الخاتمة

تناولت الدراسة واحدة من أهم الموضوعات المطروحة على الساحة وهي قطاع الطاقة ومصادر الطاقة ومستقبلها "وتحديدًا النووية والمتجددة" في ظل التغيرات المناخية، حيث أن تقدم المجتمعات، ونجاح عملية التنمية المستدامة تتوقف بشكل أساسي على ما يتم توفيره من طاقة باعتبارها المحرك الرئيسي لاستدامة عملية التنمية. ومع ارتفاع معدلات التلوث العالمية وخاصة بالمدن الحضرية الكبرى باعتبارها الأكثر استخدامًا للطاقة، ومع اعتبار قطاع الطاقة أكبر مشارك في التغييرات المناخية، ومع بدء نضوب المصادر التقليدية للطاقة خلال السنوات القليلة القادمة تتجلى أهمية الطاقة النووية، والطاقة المتجددة. كما تتجلى هذه الأهمية بارتباط توفير الطاقة (أمن الطاقة) تاريخياً بالأمن القومي للدول.

تناولت الدراسة في الفصل الأول الإطار النظري لاقتصاديات الطاقة النووية من عرض المفاهيم الاقتصادية مثل أمن الطاقة، اقتصاديات الطاقة التنمية المستدامة، وتم تناول مصادر الطاقة في مصر مع التركيز على الطاقة النووية، والطاقة المتجددة ، ومراحل تطور الطاقة النووية في مصر، والنظام الدولي الحاكم للاستخدام الطاقة النووية ، وفي الفصل الثاني تم دراسة وضع قطاع الطاقة في مصر باستخدام التحليل الرباعي (SWOT analysis) ، وتطور مؤشرات الإنتاج والاستهلاك والميزان التجاري لقطاع الطاقة والاستثمارات، وتناول الفصل الجهود التي تبذلها الحكومة في ظل الاستراتيجية وسبل تيسير الاستثمار وآليات الاستثمار، ومشروع الربط الكهربائي، ومشروع الضبعة من حيث خصائص المشروع ومراحل إنشاؤه، والنتائج المتوقعة لتشغيل المشروع، واستبيان دور الطاقة النووية والمتجددة في تحقيق التنمية المستدامة، ويأتي الفصل الثالث ليتناول علاقة اقتصاديات الطاقة وبالتحديد اقتصاديات الطاقة النووية بالتنمية المستدامة ومقارنتها باقتصاديات الطاقة المتجددة. ومؤشرات قياس اقتصاديات الطاقة النووية ومقارنتها بالطاقة المتجددة للتعرف على الجدوى الاقتصادية لهذه المصادر، والتجارب الناجحة مثل تجربة كوريا الجنوبية والإمارات العربية المتحدة، وسيناريوهات الطاقة في مصر، ومستقبل إنتاج الطاقة النووية في مصر والعالم.

تُؤكد الدراسة على أهمية مشروع الضبعة النووي للحفاظ على البيئة والمخزون الاستراتيجي للنفط والغاز، ولمواكبة جهود التنمية المستدامة في ظل زيادة الطلب على الطاقة لمواكب الزيادة السكانية والمشاريع التنموية ولتحقيق التنويع والاستدامة للطاقة والاستفادة من المخزون المصري من اليورانيوم والخبرات المصرية، ولضالة النفايات الناتجة عنها، وإمكانية إعادة استخدامها، ولتعدد استخداماتها مثل تحلية مياه البحر وهو ما نحتاجه في ظل أزمة سد النهضة، كما أن ذلك التوجه يساعد بطريقة مباشرة أو غير مباشرة في تعزز ريادة مصر في أفريقيا والشرق الأوسط من خلال تقوية الاقتصاد المصري وذلك في ظل تشجيع القطاع الخاص للاستثمار في الطاقة النووية والمتجددة .

كما تؤكد الدراسة على أن مصر تمتلك العديد من موارد الطاقة المتجددة غير المستغلة بشكل كامل؛ مثل طاقة الرياح، والطاقة الشمسية حيث تعتبر مصر إحدى دول منطقة الحزام الشمسي وهو ما يعني أن موقعها مناسب لإقامة تطبيقات الطاقة الشمسية، وتظهر إحصاءات الأطلس الشمسي الصادر عام 1991 أن متوسط الإشعاع الشمسي المباشر العمودي تتراوح شدته بين 2000-3200كيلووات. ساعة/م2/السنة من شمال مصر إلى جنوبها، ويتراوح معدل سطوع الشمس بين 9-11ساعة/اليوم، وهو ما يعني توافر فرص لاستثمار في مجالات الطاقة الشمسية المختلفة، وقدرت الإمكانات الحالية لتوليد الطاقة الكهربائية بالاستفادة من تكنولوجيا الطاقة الشمسية بحوالي 73.656تريلليون وات.ساعة/السنة، ووفقًا لدراسة أعدها المركز الألماني للفضاء، ورغم تلك الإمكانات الهائلة يبقى إنتاج الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية أقل

من الممكن إنتاجه. كما تُعد طاقة الرياح أيضًا مصدراً واعدًا للطاقة في مصر في ظل كثرة المواقع الملائمة لإنتاجها مثل منطقة خليج السويس، وساحل البحر الأحمر بين منطقة رأس غارب وسفاجا، ومنطقة شرق العوينات، حيث تتميز هذه المناطق بنشاط رياح ثابت نسبًيا، ومعدل سرعة يصل الي 10 أمتار في الثانية وقد حدد أطلس الرياح لمنطقة خليج السويس عام 1996أربع مناطق يتواجد بها متوسطات مرتفعة لسرعة الرياح وهي: أبو الدرج، والزعفرانة، وخليج السويس، والغردقة، وكان من نتائج تحديد تلك المواقع أن شجعت الهيئات الدولية، والدول المانحة لتنفيذ مشروعات مزارع الرياح . وقد تم إصدار أطلس آخر مفصل عام 2003عن منطقة خليج السويس والذي يشمل المساحة من رأس غالب شمالاً حتى خليج الزيت، وتشمل المساحة 30موقعاوقد وجد أن سرعة الرياح بها مرتفعة وتتعدي 10م/الثانية. ومن الممكن أن تنتج منطقة غرب خليج السويس طاقة تقدر بحوالي 20ألف كيلووات/الساعة من مزارع الرياح، وهناك مناطق أخرى غير مستغلة مثل: شمال وجنوب سيناء، وبورسعيد، والوادي الجديد جاري تحديد قوة وسرعة الرياح بها لبيان مدى إمكانية الاستفادة منها .

وتؤكد الدراسة على وجود توافق بين رؤية مصر2030 والتي تهدف إلى بناء اقتصاد تنافسي، ومتوازن، ومتنوع في إطار التنمية المستدامة، وبين استراتيجية الطاقة المتكاملة والمستدامة 2035 التي أطلقتها وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة عام 2015 والتي تتجه نحو التوسع في استخدام الطاقة النووية، والطاقة المتجددة بجانب الطاقة التقليدية مما يخلق التنوع في مصادر الطاقة(وهو ما يتماشى مع الاعتراف الدولي في مؤتمر القمة العالمي للتنمية المستدامة لعام 2002 بأهمية وضع استراتيجيات ناجحة في مجال التنمية المستدامة، والطاقة المتجددة)، ويضمن أمن الطاقة، ويساهم في تخطي العجز في موارد الطاقة الذي ظهر في عام 2007، وبلغ ذروته في 2014 والذي أدى لانقطاع التيار الكهربائي، وتقليل صادرات الطاقة، ونقص العملات الأجنبية، علاوة على ذلك تعكس الاستراتيجية طموح مصر بأن تصبح نقطة مركزية على خارطة الطاقة تصل بين أوروبا، وآسيا، وأفريقيا.

وفي ضوء هذه الاستراتيجية اتخذت الحكومة العديد من الخطوات في مجال الطاقة منها تحفيز الاستثمارات، وإصدار قانون الاستثمارات 72 لعام2017، وزيادة حجم الاستثمارات الموجهة للقطاع من 40.7 مليار جنية في عام 2020/2019 (بنسبة 4.3 %) إلى 45.3 مليار جنية في 2021/2020 (بنسبة 6.1% من إجمالي الاستثمارات) .كما كانت هناك إجراءات سابقة منها على سبيل المثال لا الحصر: الانضمام إلى الوكالة الدولية للطاقة الذرية التي تقدم الدعم للدول وقد اتخذت الوكالة العديد من الاجراءات منها إنشاء مشروع إنبرو في عام 2001 لتطوير، ونشر الطاقة النووية المستدامة، كما أنها تدعم الدول التي تسعى لتنمية قدرتها المستحدثة الخاصة بالطاقة النووية ؛ لتوفير احتياجاتها من الطاقة على نحو مستدام مثل مصر من خلال المساعدة في وضع الخطط الاستراتيجية، والانضمام للوكالة الدولية للطاقة المتجددة عام 2012ومشاركة الوكالة في العديد من الأنشطة والمبادرات مثل تقرير جاهزية الطاقة، وآفاق الطاقة المتجددة في مصر والذي عكس قدرة مصر في مجال الطاقة المتجددة، وإنشاء هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة عام 1986؛ لتحسين انتشار الطاقة المتجددة، كما بدء تنفيذ خطوات جادة في مشروع الضبعة النووي بعد تأجيل دام طويلاً، فبدء إنهاء التراخيص وبدء الإنشاءات في النصف الثاني من عام2022. وتنفيذ 8 مشروعات في مجال الطاقة المتجددة في الفترة من 2014 إلى 2019، أبرزها مشروع "بنبان" لإنتاج الطاقة الكهربائية، بتكلفة 2 مليار دولار، وبقدرة إنتاجية 1465 ميجاوات، ويضم 32 محطة توليد كهرباء. وقد ظهرت نتائج هذه الجهود والإجراءات في بعض المؤشرات ومنها: ارتفاع إجمالي القدرة الإسمية

المرتبطة بالشبكة القومية إلى 58353م.وات، ومواجهة الحمل الاقصى الذي بلغ 31400م.وات، مع استقرار التغذية الكهربائية للمشتركين والبالغ عددهم 36.4مليون مشترك، وارتفاع ما توفره محطات التوليد إلى 89.7 %وهو ما يعادل المعدلات العالمية، وتحسن ترتيب مصر في مؤشر تغير المناخ لتحتل المرتبة 24 في عام 2019 مقارنة بالمرتبة 28 في عام 2018، فضلاً عن احتلال مصر المركز الثالث في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا في مؤشر تنظيم كفاءة الطاقة المتجددة، وتحسن ترتيب مصر في مؤشر الابتكار العالمي من الرتبة (108) عام 2013 إلى (94) عام 2021" وفق المنظمة العالمية للملكية الفكرية ويعكس المؤشر ما يزيد عن 80 مؤشر أي رؤية واسعة للابتكار، بما في ذلك البيئة السياسية والتعليم والبنية التحتية وتطوير بيئة الأعمال، كما تقدم ترتيب مصر في مؤشر التحول في مجال الطاقة" يقيس المؤشر مدى قدرة الدول على التحول إلى نظام للطاقة أكثر استدامة وأمنًا واحتواء " من الرتبة 86 عام 2019 إلى الرتبة 84 عام 2020. وتحسن ترتيب مصر في مؤشر الحصول على الكهرباء من المركز (145) في عام 2015 إلي المركز (96) عام 2019 ثم إلي المركز (77) عام 2020 طبقاً لتقارير البنك الدولي عن ممارسة الأعمال .

وقد وضعت الدراسة مجموعة من السياسات والإجراءات المقترحة التي من شأنها تعظيم الاستفادة من مصادر الطاقة المتاحة في مصر منها سياسات خاصة بإدارة برامج تمويل الطاقة النووية، والطاقة المتجددة، وسياسات ترتبط بتشجيع الاستثمار المحلى في مشروعات توليد ومشروعات تخزين الكهرباء من الطاقة النووية، والطاقة المتجددة؛ لتحسين كفاءة أداء منظومة الطاقة المتجددة ويكون ذلك من خلال عدة أنظمة (الخزن الحراري-الخزن الميكانيكي- والخزن الكيميائي- الخزن المغناطيسي... وغيرها). والتوسع في الطاقة المائية ففي مصر ست محطات مائية لإنتاج الكهرباء من نهر النيل بإجمالي قدرات تصل إلى 2800 ميجا وات . كما تؤكد الدراسة على أهمية تفعيل دور الجهة الحكومية المسؤولة عن برنامج الطاقة النووية مثل هيئة المحطات النووية لتوليد الكهرباء ومنحها المزيد من الصلاحيات، والسلطات التي تمكنها من تحقيق "التعاون الداخلي والدولي الفعال في مجال الطاقة النووية" لتكون من مهامها الاستفادة من كل الهيئات المحلية، والكيانات الدولية، والدول الرائدة في مجال الطاقة النووية؛ لتطوير ولإنجاح مشروع الضبعة، وللمساعدة في تحقيق استراتيجية الطاقة في مصر لاستشراف قطاع الطاقة المستدام.حيث أن مستقبل الطاقة في مصر مع تشغيل المشروع النووي، والتطور المستقبلي المستهدف للتوسع في مشروعات الطاقة المتجددة .

نتائج الدراسة

يُعد قطاع الكهرباء من أهم القطاعات فيوفر الطاقة لكافة القطاعات ولنحو 90% من السكان.

تُعد مصر من أوائل الدول في الوطن العربي التي أدركت أهمية الطاقة النووية، واستخداماتها السلمية منذ الخمسينات.

وتتميز مصر بتوفر اليورانيوم ومصادر الطاقة المتجددة كالشمس والرياح.

بدء مشروع الضبعة وتنمية مصادر الطاقة المتجددة سيجعل مصر دولة رائدة في مجال الطاقة، ويساعدها في تحقيق عوائد مالية ضخمة من تصدير الكهرباء لأوروبا وأفريقيا.

تعمل الحكومة على رفع الدعم حيث كان يوجد دعم وكانت الإعانات في مجال الطاقة تبلغ نحو 72 ٪ من إجمالي مخصصات الإعانات، أي ما يعادل حوالي 7 ٪ من الناتج المحلي الإجمالي للدولة ثم أعلنت الحكومة المصرية عن إصلاحات شاملة لأسعار الوقود والكهرباء. وقد كانت الخطة الأصلية تتمثل في مواءمة الأسعار مع تكاليف الخدمة بحلول عام 2019. ومع انخفاض

قيمة الجنيه المصري في عام 2017 أدى ذلك إلى زيادة كبيرة في تكلفة الخدمة نتيجة لارتفاع أسعار الوقود المقيمة بالعملات الدولية؛ ولذلك تم مد برنامج الإصلاح لمدة ثلاث سنوات لاستيعاب هذا التأثير الإضافي.

تنقسم الآراء بين داعم ومعارض لاستخدام الطاقة النووية، وتتبني الدراسة الرأي المؤيد وترى أنها سوف توفر احتياجات مصر الكهربائية مع وجود فائض للتصدير، حيث أنها تنتج طاقة هائلة فاحتراق طن واحد من الوقود النووي يعادل احتراق 20 مليون طن من الفحم، كما أن استهلاك المحطة من الوقود النووي واليورانيوم لن يكون كثيراً ومن ثم فإنه يسهل نقله وحفظه كمخزون استراتيجي وبكميات تكفي لتشغيل المحطات للعديد من السنوات. كما أن عمر المحطات النووية يصل 60 عامًا بينما لا يزيد العمر الافتراضي للمحطة التقليدية عن30 عامًا، كما ان تكاليف انشاء المحطات تسترد من الإنتاج. وسوف تساعد الطاقة النووية في تجنب التعرض لارتفاعات أسعار البترول المستمرة.

التكنولوجيا والتقدم في المجال النووي يتم بسرعة، فتم اكتشاف المفاعلات الصغيرة وهي نموذج هجين من تكنولوجيا الاندماج، والانشطار معاً، ومتوقع أن تكون أكثر كفاءة من مفاعلات الانشطار النووي الحالية، ومع تقدم العلم تقل تكلفة المحطة.

وضع قطاع الطاقة قبل 2015 مختلف كثيرًا عن الفترة بعد وضع استراتيجية الطاقة المتكاملة والمستدامة 2035 التي أطلقتها وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة عام 2015 والتي اتجهت نحو التوسع في استخدام الطاقة المتجددة وبدء مشروع الطاقة النووية بجانب الطاقة التقليدية مما يخلق التنوع في مصادر الطاقة، ويضمن أمن الطاقة، ويساهم في تخطي العجز في موارد الطاقة الذي ظهر في عام 2007 وبلغ ذروته في 2014 والذي أدى لانقطاع التيار الكهربائي.

بلغت الأهمية النسبية لإجمالي قيمة صادرات الوقود لمصر نحو 29.99% عن متوسط الفترة (1965-2019)، بينما وصلت أقصى قيمة لها أي 49.69عن متوسط الفترة (1990-1991). ارتفعت قيمة صادرات الوقود خلال الفترة (2016-2019)، بينما تراجع معدل النمو والأهمية النسبية خلال الفترة (2011-2019) مقارنة بالفترة (2001-2010). تراجعت قيمة واردات الوقود في عام2019 بعد تطور خلال الفترة السابقة، ولكن تراجع معدل النمو وتحسن الأهمية النسبية خلال الفترة (2011-2019) مقارنة. (2001-2010)

شهد عام 2020 ارتفاع في الطلب على الاستثمار في الطاقة المتجددة سواء مشروعات طاقة الرياح أو الطاقة الشمسية وهو ما انعكس في زيادة الإنتاج من مشروعات الطاقة المتجددة بمختلف أنواعها بمصر خاصة الهيدروجين الأخضر.

تحسين ترتيب مصر في مؤشر التحول في مجال الطاقة من الرتبة 86 عام 2019 إلى الرتبة 84 عام 2020.

أثبتت مشروعات الربط الكهربائي فوائد اقتصادية، وبيئية، واجتماعية، وسياسية، من خلال تحقيق وفر في التكلفة الاستثمارية لوحدات الإنتاج الجديدة من خلال الاستعانة بقدرات توليد من دولة أخرى، كما تقوم بتخفيض الاحتياطي الدوار والثابت مما تؤدي لوفر في تكاليف التشغيل والصيانة. ومن ثم يحقق الربط الكهربائي وفر للدول المستوردة من خلال شراء طاقة أرخص من إنتاجها وللدولة المصدرة من خلال بيع طاقة زائدة بسعر أعلى من إنتاجها، كما تحقق دول العبور رسوم عبور الطاقة الكهربائية عبر شبكاتها. ويمكن لمصر تعزيز هذا الربط بارتفاع انتاجها من خلال زيادة مساهمة الطاقة المتجددة وبدء تشغيل محطة الضبعة.

من المتوقع ألا يزيد إنتاج الفحم في مصر في المستقبل نظرًا لمحدودية الموارد المحلية، كما متوقع أن انتاج الطاقة المتجددة بخلاف الطاقة الكهرومائية سيرتفع بشكل كبير بينما الطاقة الكهرومائية سيرتفع انتاجها ولكن بمعدلات أقل نموًا، مع

زيادة في إجمالي استهلاك الغاز الطبيعي في عام 2035 عما كان عليه في عام 2020، كما إنه من المتوقع ارتفاع سعر البترول وهو ما يتواكب مع تراجع المخزون، وتراجع تكاليف الطاقة النووية في عام 2035 بحيث تكون أقل من تكلفة الفحم وأقل بشكل عام مما كانت علية عام 2020، ومتقاربة أكثر مع تكلفة الرياح عما كانت علية عام2020. ومن هنا ترى الدراسة أهمية عمل نظام هجين متعدد المصادر تشكل فيه الطاقة النووية والطاقة المتجددة النسبة الأكبر.

توقعت وكالة فيتش " في تقرير فيتش عن وضع الطاقة في مصر2021" استمرار فائض الإنتاج يفوق الاستهلاك حتى عام 2024. كما توقعت وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة في مصر ارتفاع استهلاك الكهرباء بمتوسط معدل سنوي يبلغ 4.1 ٪، وستبلغ ذروة الطلب 3.4 ٪ للفترة من عام 2020 إلى2040. وتوقعت منظمة أوبك في تقرير آفاق النفط 2021 نمو حصة الطاقة النووية في مزيج الطاقة العالمي إلى 6.2% بحلول عام 2045، مقابل 5.2% عام 2020.

التوصيات

- وضعت الدراسة مجموعة من التوصيات قصيرة ومتوسطة المدى تتمثل في النقاط التالية:
- تعزيز التعاون مع المنظمات الدولية المتخصصة في تطبيق أعلى معايير الجودة والسلامة في جميع المنشآت النووية مثل الوكالة الدولية للطاقة الذرية، والرابطة العالمية للمشغلين النوويين، ومعهد مشغلي الطاقة النووية. وتعزيز التعاون مع بنوك التنمية العالمية بشكل أكبر للحصول على تمويل لمشاريع الطاقة المستدامة مثل بنك التنمية الأسيوي والبنك الدولي. تعزيز التعاون مع الدول النووية مع التركيز على نقل التكنولوجيا وتعلمها وتطويرها (تحقيق الاستقلال في مجال تكنولوجيا التصميم) ليكون لنا نموذج ومفاعل مطور بأيادي مبدعين مصريين على غرار كوريا الجنوبية، مع الاهتمام بالإلزام بالمعايير الدولية. وتنشيط التبادل العلمي في مجال الطاقة النووية والمتجددة إقليميا وعالميًا من خلال حوافز وجوائز، والمشاركة في المؤتمرات الدولية في مجال الطاقة النووية والطاقة المتجددة لتبادل الخبرات، واستضافة مؤتمرات ومعارض دولية في مصر لتشجيع هذه الصناعة ورفع الوعي بأهميتها.
- إعطاء هيئة المحطات النووية لتوليد الكهرباء وهيئة الطاقة الذرية المزيد من الحيوية والصلاحية في التعامل مع الجهات الحكومية والدولية.
- تعزيز جهود الهيئة العربية للطاقة الذرية لتنفيذ برنامج عربي مشترك لبناء محطات قدرة نووية "خاصة أن الوطن العربي به 40% من مخزون اليورانيوم" وكذلك برنامج عربي مشترك لإدارة النفايات المشعة والتخّلص منها.
- التوسع في إنشاء أقسام للهندسة النووية في الجامعات الوطنية المرموقة.
- العمل لنجاح واستدامة مشروع الضبعة من خلال تخصيب اليورانيوم حيث لا يغني وجود اليورانيوم عن عملية تخصيب اليورانيوم خاصة أن امتلاك دورة الوقود النووي بما فيها تخصيب اليورانيوم حق لجميع الدول شريطة الالتزام بمعاهدة حظر الانتشار النووي، وعدم وجود أنشطة سرية لإنتاج السلاح النووي.
- أهمية إعادة تدوير الوقود المتبقي في المحطة النووية لتجنب التكلفة المرتفعة من الدفن دون الاستفادة، وتقليل المخاطر.
- إيجاد نظام فعال لإزالة الهيدروجين، تعزيز الحماية ضد انقطاع التيار الكهربائي في المحطات النووية وتعزيز آلية تبريد الوقود المستنفذ.

- تقييم استقلالية البنية التحتية التنظيمية، والعمل على تعزيز تبادل المعلومات خاصة في حالة الطوارئ بين الدول النووية.
- تشجيع القطاع الخاص على بناء المفاعلات الصغيرة :(SMRs)وهي تصميمات جديدة من المفاعلات الصغيرة الاقتصادية يتم تطوير هذه التقنيات بصورة أسهل وأرخص في البناء، وتفرض عليها ضرائب أقل. تعزيز وتشجيع التصنيع المحلي في البطاريات والمحولات لتخزين الطاقة في ضوء الميزة التنافسية التكنولوجية، وتطوير قطاع الخدمات المرتبط بها، والعمل لتحسين مرونة وكفاءة شبكة الكهرباء. وتشجيع الاستثمار الخاص من خلال التحفيزات المختلفة كتأجير أو منح بحق الانتفاع الأراضي الصحراوية غير الزراعية للمشروعات الطاقة المتجددة، وإعفاء مشروع الطاقة النووية ومشروعات الطاقة المتجددة من كافة الرسوم والضرائب والجمارك.
- تعزيز وعي المستهلِكين بكفاءة الطاقة وأهمية استهلاك الطاقة المستدامة من خلال المناهج الدراسية والحملات الإعلامية.
- التوسع في ترشيد صناعة الحديد والأسمنت والأسمدة للطاقة باستخدام التقنيات الحديثة عالميًا.
- تعين الكفاءات في المجال النووي والأمن النووي وفق دراستهم وخبراتهم.
- تبني براءات الاختراع في المجال النووي وزيادة الانفاق على البحث العلمي. وعمل جائزة كبرى لتشجيع الشباب على الابتكار في مجال الطاقة النووية والمتجددة.
- تشجيع شركات خدمات الطاقة والبنوك على تقديم التمويل الميسر للمشروعات الصغيرة للطاقة الشمسية.
- الاسترشاد بالخطط الأوروبية في مجال الطاقة المتجددة والنووية.
- التوسع في خطط الربط العربي الشامل في الكهرباء وتقوية ما هو قائم، والربط مع أوروبا.
- تحديث الاستراتيجية الخاصة بالطاقة بصفة دورة لكي تعكس المستجدات والتطورات بالقطاع في ضوء التغيرات الاقتصادية والتكنولوجية المتسارعة ويقترح أن يتم كل 3-5 سنوات.
- التعويض الكافي لأهالي الضبعة وقياس مدى رضاهم ومحاولة إشراكهم لإنجاح مشروع الضبعة لكونه مشروع قومي.
- ضرورة احتواء التشريعات النووية المصرية على نصوص بشأن نظام مسئولية المرخص له عن نشاطه النووي، حيث تم الاكتفاء بكون مصر طرفاً في اتفاقية فيينا بشأن المسئولية المدنية عن الأضرار النووية 1963 والتي تعتبر جزء من القانون الداخلي طبقاً للمادة 151 من الدستور، ووضع الأساس التشريعي لحالات الطوارئ الإشعاعية في ضوء الاتفاقيات التي أصبحت مصر طرفاً فيها(وهي اتفاقية الإبلاغ المبكر عن أي حادث نووي 1986، واتفاقية طلب المساعدة في حالة أي حادث نووي أو طارئ إشعاعي عام 1986)، كما يجب تخويل الجهة الرقابية إمكانات وضع خطة طوارئ إشعاعية على المستوى القومي تكون لها إمكانات تطبيقها، وضرورة إعطاء السلطة الرقابية الإستقلالية عن السلطة التنفيذية.

قائمة المراجع

المراجع باللغة العربية

أولاً: الكتب

1. توماس، ستيف، اقتصاد الطاقة النووية: آخر المستجدات، مؤسسة هينرش بل الألمانية، مكتب الشرق الأوسط العربي، فلسطين،2011، ص26.
2. جون، فانشي، الطاقة (التقنية والتوجهات للمستقبل)، سلسلة كتب التقنيات الاستراتيجية والمتقدمة، المنظمة العربية للترجمة، لبنان، 2011، ص 29 – 31.
3. ساندرا، بيته، التنمية المستدامة لمصادر الطاقة المتجددة: الشمس - الرياح - المياه - حرارة باطن الأرض، مجموعة النيل العربية، مصر، ص 89.
4. ضياء النارو، أهم قضايا الموارد الاقتصادية والتنويع الاقتصادي، جامعة الأزهر، مصر،2015، ص54.
5. مصطفى محمد، آفاق الطاقة النووية، مصر، هيئة الطاقة الذرية،2008، ص35-36.

ثانياً: الدراسات والرسائل العلمية

1. إبراهيم أحمد، دراسة تحليلية لعدة بدائل من الطاقات المتجددة لاستخدامها كبديل لتوفير الطاقة في المباني الأكثر استهلاكا للطاقة في مصر، رسالة دكتوراه، كلية الهندسة، جامعة القاهرة ،2017، ص102 .
2. أحلام زواوية، دور اقتصاديات الطاقات في تحقيق التنمية الاقتصادية المستدامة في الدول المغاربية دارسة مقارنة بين الجزائر، المغرب وتونس، رسالة ماجستير، كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير، جامعة فرحات عباس، الجزائر ،2012، ص5-12، ص22، ص54.
3. أحمد الشحات، نحو تعزيز استخدام الوقود الحيوي كأحد مصادر الطاقة المتجددة للتخفيف من أزمة الطاقة في مصر رسالة ماجستير، كلية الاقتصاد والعلوم السياسية، جامعة القاهرة ،2016، ص 59.
4. أحمد عادل، السيناريوهات المستقبلية المحتملة لتطور سياسات انتشار الطاقة النووية: رؤية استراتيجية في منطقة الشرق الأوسط، مركز البحرين للدراسات الاستراتيجية والدولية والطاقة،2018، ص88.
5. أسماء مليجي، متطلبات تحقيق أمن الطاقة في مصر: دراسة تطبيقية، رسالة دكتوراه، كلية الاقتصاد والعلوم السياسية، جامعة القاهرة، مصر،2017، ص49.
6. أنور السيوي، نقل تكنولوجيا الطاقة النووية: دراسة تحليلية لعقود إنشاء محطات القوى النووية، وفقاً لمتطلبات الجهة الرقابية، في إطار قانون تنظيم الأنشطة النووية والإشعاعية، رسالة دكتوراه، كلية الاقتصاد والعلوم السياسية، جامعة القاهرة، 2017، ص29.
7. إيمان على، الآفاق المستقبلية لدور الطاقة الجديدة والمتجددة في تلبية الاحتياجات من الطاقة (بالتطبيق على قطاع الكهرباء بجمهورية مصر العربية)، رسالة دكتوراه، كلية الاقتصاد والعلوم السياسية، جامعة القاهرة،2005، ص66.

8. بركات فرج، تقييم استدامة الطاقة في مصر في ظل توليد الكهرباء نوويًا، معهد الدراسات والبحوث البيئية، جامعة عين شمس، رسالة دكتوراة،2015، ص22.
9. توفيق قوميدي، الضمانات القانونية لاستخدام الطاقة النووية لأغراض سلمية، رسالة ماجستير، كلية الحقوق، جامعة قسنطينة، 2012، ص22.
10. غانية نذير، استراتيجية التسيير الأمثل للطاقة لأجل التنمية المستدامة -دراسة حالة بعض الاقتصاديات، رسالة دكتوراه، كلية تجارة، جامعة قاصدي مرباح، الجزائر،2016، ص21-25.
11. ليلى هناوي، الاستخدام السلمي للطاقة النووية في ظل القانون الدولي، رسالة ماجستير، كلية العلوم القانونية والإدارية، جامعة حسيبة بن بوعلي، تونس،2008، ص60.
12. محمد موسى، استراتيجية مقترحة لإمكانية استخدام الطاقة الشمسية في توليد الكهرباء في مصر، رسالة دكتوراه، معهد الدراسات والبحوث البيئية، جامعة عين شمس، 2014، ص14-20.
13. محمود فواز، اقتصاديات الطاقة الشمسية كطاقة متجددة والآثار الاقتصادية لاستثمارها في مصر، رسالة دكتوراه، كلية الاقتصاد والعلوم السياسية، جامعة القاهرة ،2014، ص134 .
14. معتز الشيمي، دور الطاقة المتجددة في الحد من البصمة الكربونية: دراسة قياسية، رسالة دكتوراه، كلية الاقتصاد والعلوم السياسية، جامعة القاهرة،2020، ص110.
15. نجلاء علام، الابتكار وتنافسية تكنولوجيا الطاقة المتجددة في مصر في إطار التنمية المستدامة من التجارب الدولية، كلية التجارة، جامعة عين شمس،2019، ص46.
16. نعمات محمد، فعالية الحماية الدولية من أضرار الاستخدامات السلمية للطاقة النووية، رسالة دكتوراه، كلية الحقوق، جامعة عين شمس،2009، ص6-7.

ثالثًا: الأوراق العلمية

1. إبراهيم الغيطاني. وعبد الغني، أماني، آفاق الطاقة المتجددة في مصر: فرص الخروج من شبح نضوب الطاقة، المركز المصري للدراسات والعلوم،2012، ص12.
2. أحمد على، برنامج الطاقة النووية السلمية في الشرق الأوسط: تحليل وتقييم، مركز الخليج للأبحاث،2015.
3. الوكالة الدولية للطاقة الذرية، مفاعلات البحوث النووية 2019، فينا، 2019، ص25.
4. إنجي عماد، خبراء: مشروع محطة الضبعة النووية: ماهي آثاره على الاقتصاد المصري؟،2018، روساتوم،2018، ص8.
5. أنهار حجازي، البرنامج التدريبي على التغيرات المناخية حلقه تدريبيه لرفع الوعي بقضايا التغيرات المناخية للساده الإعلاميين والصحفيين، وزارة البيئة،2017، ص5.
6. أيوب إبراهيم، هل الطاقة النووية مستدامة ونظيفة؟، الأردن، 2011، ص4.
7. أيوب، أبودية ، تمكين مؤسسات المجتمع المدني حول المخاطر الاجتماعية والاقتصادية والبيئية للطاقة النووية مقابل الطاقة المتجددة بوصفها طاقة السلام، مؤسسة فريدريش إيبرت، الأردن، 2015، ص11.
8. بسمة محمد، مفاهيم الطاقة المتجددة، كلية التربية، جامعه القاهرة،2012، ص6.

9. ثابت صبيح، دور مصادر الطاقة المتجددة في استراتيجية تكامل التخطيط للطاقة، منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول،2019، ص110.
10. جامعة الدول العربية، دليل الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة في الدول العربية، مصر،2013، ص67.
11. راجية الجرزاوي، دراسة حول الطاقة النووية ومشروع الضبعة، المبادرة المصرية للحقوق الشخصية، مصر،2019، ص24.
12. سكونا، يوبا، مصادر الطاقة المتجددة والتخفيف من آثار تغير المناخ (ملخص لصانعي السياسات وملخص فني)، الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، الأمم المتحدة، 2011، ص20.
13. شاهد حسن، وتركي العقيل، وحافظ السلماوي، تحرير قطاع الكهرباء في جمهورية مصر العربية: الملامح والتحديات والفرص المتاحة لتحقيق تكامل الأسواق، مركز الملك عبدالله للدراسات والبحوث البترولية، 2020، ص 69.
14. عادل محمد، التنظيم القانوني والرقابي للاستخدامات السلمية للطاقة النووية، الملتقي العلمي لاستخدام السلمي للطاقة النووية وأثرة على الأمن البيئي، كلية العلوم الاستراتيجية، البحرين، 2014، ص2.
15. عبدالله الشمالي، الطاقة والتغير المناخي في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا منظور الشباب نحو مستقبل مستدام، مؤسسة فريدريش ايبرت –عمان،2019، ص13.
16. عبد العزيزعمر. ومحمد أحمد، الموازنة بين حق الدولة في الاستخدام السلمي للطاقة النووية والحق في بيئة سليمة (مفاعل الضبعة النووي) نموذجًا ومثلاً، المؤتمر العلمي الخامس لكلية الحقوق، كلية الحقوق، جامعة طنطا،2018، ص11.
17. عفت كمال، الطاقة النووية والمفاعلات النووية لتوليد الطاقة، معهد الإنماء العربي، ليبيا،1980، ص14.
18. محمد يونس، خريطة الطاقة المتجددة في مصر 2016، مؤسسة فريدريش إيبرت، مصر،2016، ص82.
19. محمود ماجد، رياح التغيير في أنظمة الطاقة العالمية والعربية (الكهرباء من الرياح)، المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة، القاهرة، 2012، ص 8.
20. مرفت محمد، الطاقة المتجددة وإمكانية مواجهة تحديات الطاقة التقليدية وتعزيز دور مصر كسوق جاذبة لتجارة الكربون، كلية التجارة، جامعة الأزهر،2017، ص37.
21. مصطفى منير، آليات تفعيل تطبيقات استخدام الطاقة الشمسية في ايجاد تنمية حضرية مستدامة، كلية التخطيط الإقليمي والعمراني، جامعة القاهرة،2006، ص24.
22. مؤسسة فريدريتش ايبرت، الطاقة والتغير المناخي في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا منظور الشباب نحو مستقبل مستدام، عمان،2019.
23. نجلاء علاء، الابتكار وتنافسية تكنولوجيات الطاقة المتجددة في مصر في إطار التنمية المستدامة من التجارب الدولية، كلية التجارة، جامعة عين شمس،2019، ص96.
24. نهى سعد. محمد أبوكرش. وكوست كريستوف، تكلفة الكهرباء من تكنولوجيات الطاقة المتجددة في مصر، معهد فراونهوفر لأنظمة الطاقة الشمسية ،2016، ص11.

25. نهاد بارودي، المصادر الجديدة والمتجددة للطاقة في العالم العربي البرامج والتطلعات، جامعة الدول العربية، 2000، ص55.
26. وافية فروخي، استراتيجيات الطاقات المتجددة ودورها في تحقيق التنمية المستدامة: تجربة مدينة مصدر الإماراتية برهان الطاقة المتجددة لتحقيق التنمية المستدامة، الملتقى العلمي الدولي، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية علوم التسيير، جامعة البليدة،2018، ص43.
27. وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، برنامج الدعم الفني لإصلاح قطاع الطاقة، الملخص التنفيذي لاستراتيجية الطاقة المتكاملة والمستدامة حتى عام2035، مصر،2015، ص22.
28. هيثم سلمان، اقتصاديات الطاقة المتجددة في ألمانيا ومصر والعراق، المركز العربي للأبحاث ودراسات السياسة، قطر، 2016، ص 17.

رابعاً: الدوريات والنشرات

1. إبراهيم عثمان، الدروس المستفادة من برنامج الطاقة النووية الناجح لجمهورية كوريا الجنوبية، مجلة هيئة الطاقة الذرية السورية "علم الذرة"، العدد (134)، هيئة الطاقة الذرية السورية،2011، ص50-60.
2. أحمد صلاح ، اسامة حسين ، الطاقة المتجددة ودورها في تحقيق التنمية المستدامة في ضوء التجارب الدولية دراسة حالة "مصر"، المركز الديمقراطي العربي،2018، ص69.
3. الاسكوا، الطاقة المتجددة التشريعات والسياسات في المنطقة العربية، الأمم المتحدة، لبنان،2019، ص20.
4. الأمم المتحدة، الجمعية العامة للأمم المتحدة، الدورة السابعة والستين، الولايات المتحدة الأمريكية،2012، ص25 .
5. الجهاز المركزي للتعبئة العامة والإحصاء، الدليل الاحصائي اتجاهات الصادرات والواردات المصرية 1964-2019،2019، ص24.
6. المنتدى الاقتصادي العالمي، تقرير المنتدى الاقتصادي العالمي في مجال الطاقة 2021، جنيف، 2021، ص85.
7. الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، آفاق الطاقة المتجددة في مصر، الوكالة الدولية للطاقة المتجددة،2018، ص 98، ص28.
8. الوكالة الدولية للطاقة الذرية، الذرة من أجل السلم اتجاهات جديدة، مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية،2007، ص66.
9. الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، التقرير الخاص بشأن مصادر الطاقة المتجددة والتخفيف من آثار تغير المناخ، الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ،2011، ص10.
10. الهيئة العربية للطاقة الذرية، الذرة والتنمية، المؤتمر العربي الثالث عشر للاستخدامات السلمية للطاقة الذرية، نشرة علمية، مجلد الثامن والعشرين، العدد الرابع، تونس،2016، ص16.
11. آمال الشايب. وسماح محمد، إحصاءات البيئة والطاقة في مصر، مصر، الجهاز المركزي للتعبئة العامة والاحصاء،2012، ص15.

12. آمال صويلح، تغير مسار العالم من استخدام الطاقة النووية إلى توظيف الطاقة المتجددة، مجلة العلوم الإنسانية، الجزائر، العدد 48، 2017، ص89.
13. تشاتزيس، إيرينا، القوى النووية من أجل مستقبل قائم على الطاقة النظيفة (تجربة الصين، فلندا، الإمارات)، مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية،2017، ص3-5.
14. جعفر محمد. العذاري عدنان، دراسة مقارنة بين الطاقة المتجددة والطاقة غير التقليدية العالمية، مجلة الغري للعلوم الاقتصادية والإدارية، المجلد الثالث عشر، العدد 39، 2016، ص 45.
15. جهاز تخطيط الطاقة، الطاقة في مصر، وزارة البترول والثروة المعدنية، مصر ،2000، ص20.
16. حسان عمر، الدروس الأربعة عشر المستفادة من برنامج الطاقة النووية الناجح لجمهورية كوريا الجنوبية، مجلة هيئة الطاقة الذرية السورية،2009.
17. حمزة رملي، اقتصاد الطاقة النووية وإمكانية التطبيق لتحقيق مستقبل طاقوي مستدام دراسة حالة الدول العربية التابعة لمنظمة الاسكوا، مجلة الاقتصاد الصناعي، العدد 13، 2017، ص93.
18. ديفيز، لوكس، الطاقة الذرية، كلية فورد للتجارة العامة، جامعة ميتشغان،2015.
19. روزنكرانتس، جيرد، أساطير الطاقة النووية كيف يخدعنا لوبي الطاقة: ذر الرماد في العيون، مؤسسة هينرش بل الألمانية، الشرق الأوسط العربي، فلسطين،2011، ص12-15.
20. رهبان عبد الرؤوف، الأهمية النسبية النوعية لموارد الطاقة (دراسة في جغرافية الطاقة)، مجلة جامعة دمشق، المجلد 27، العدد الأول والثاني، سوريا، 2011، ص 36 – 39.
21. سوكولوف، يوري، وبيتي، روندي، الطاقة النووية المستدامة، مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، عدد51، سبتمبر،2009، ص55.
22. شعبان إسماعيل. محمد ديوب. بهجت لؤي، الطاقة النووية وأثرها على اقتصاديات الدول، سلسلة العلوم الاقتصادية والقانونية، مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية، سوريا، المجلد 31، العدد 1، 2009، ص55، ص10.
23. عبد العاطي سلمان. ومحمد مصطفى، أهمية الطاقة النووية للتنمية المستدامة والحفاظ على البيئة، مجلة البترول والعلوم البيئية،2018، ص2.
24. عبير محمد. يوسف عبد الرزاق، أزمات الكهرباء في مصر ودور الطاقة النووية في استدامة قطاع الكهرباء، العدد (7)، المجلة الدولية للدراسات الاقتصادية، مصر،2019، ص98.
25. فتحي ممدوح، الطاقة النووية ... وإنتاج الطاقة، مجلة أسيوط للد راسات البيئية - العدد الثاني والعشرون،2002، ص16.
26. فرشر، دانيل، الاستثمارات في قطاع الكهرباء في المكسيك: دراسة حالة للطاقة المتجددة، برنامج المساعدة على إدارة الطاقة، العدد التاسع من سلسلة تبادل المعارف ،2007، ص14.
27. محمد، مجاهد، مصادر الطاقة في مصر وآفاق تنميتها، منتدى العالم الثالث، مشروع مصر2020، المكتبة الأكاديمية،2002، ص34.

28. مركز معلومات ودعم اتخاذ القرار بمجلس الوزراء المصري، آفاق مستقبلية، العدد الأول، مركز معلومات ودعم اتخاذ القرار، مجلس الوزراء المصري،2021، ص111.

29. مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار، انفوجراف آفاق استثمارات الطاقة في الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، مجلس الوزراء المصري،2020.

30. مركز بروكنجز، تقرير منتدى مركز بروكنجز الدوحة للطاقة، الدوحة،2014، ص54.

31. منى عبد القادر، آفاق الطاقة في مصر، تقارير قطاعية، العدد السابع، المجلد الثاني، بنك الاستثمار القومي،2017، ص42، ص23.

32. نيفين كمال، إطار لرؤية مستقبلية لاستخدام مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة، سلسلة قضايا رقم (261)، معهد التخطيط القومي، مصر ،2015، ص18، ص13.

33. وزارة التخطيط والتنمية الاقتصادية، الحسابات القومية 2021/2020، وزارة التخطيط والتنمية الاقتصادية، 2021/2020.

34. وزارة التخطيط والتنمية الاقتصادية، موجز تقرير التنمية البشرية 2021، ص41.

35. وزارة التخطيط والتنمية الاقتصادية ، الخطة متوسطة المدى للتنمية المستدامة2019/2018-2022/2021، وزارة التخطيط والمتابعة والإصلاح الإداري، مصر،2018.

36. وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، التقرير السنوي للشركة القابضة لكهرباء مصر 2019/2018، وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، ص25.

37. وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، برنامج الدعم الفني لإصلاح قطاع الطاقة، الملخص التنفيذي لاستراتيجية الطاقة المتكاملة والمستدامة حتى عام2035، مصر،2015، ص22.

38. ويدكايند، لأثر، فلوريدا النووية، مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، عدد49 ،2007.

39. يونس محمد، خريطة الطاقة المتجددة في مصر2016، مؤسسة فريدريش، مصر،2016.

40. هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، التقرير السنوي عام 2018، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، مصر ،2018، ص55.

41. هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، التقرير السنوي2019، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، مصر،2019.

42. هيئة المحطات النووية لتوليد الكهرباء، أهداف الأمان في المحطات النووية، مصر، وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، 2017، ص33.

43. هيئة المحطات النووية لتوليد الكهرباء، الطاقة من الذرة، وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة ،2018، ص32.

44. هيئة المحطات النووية لتوليد الكهرباء، الطاقة النووية، وزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، العدد الأول يناير2021، ص23.

خامسًا: المو اقع الإلكترونية

1. الموقع الإلكتروني لإدارة معلومات الطاقة الأمريكية، الصناعة النووية الأمريكية، تمت مراجعتها في 22 ديسمبر 2020 من:.https://www.eia.gov/energyexplained/nuclear/us-nuclear-industry.php
2. الموقع الإلكتروني للأمم المتحدة. (2018)، اتفاق باريس، تمت مراجعتها في 15 ديسمبر 2020 من: https://www.un.org/ar/climatechange/paris-agreement
3. الموقع الإلكتروني للبنك الدولي (2020)، قاعدة بيانات مصر في الطاقة، تمت مراجعتها في 30نوفمبر 2020 من https://www.worldbank.org/.
4. الموقع الإلكتروني للرابطة النووية العالمية (2020)، الطاقة النووية والتنمية المستدامة، تمت مراجعتها في 15 إبريل 2021 من: https://2u.pw/Lm2IczHV
5. الموقع الإلكتروني للرابطة النووية العالمية ،الطاقة النووية في الصين، تمت مراجعتها في 1 نوفمبر 2020 من: https://2u.pw/0hVl9KsC
6. الموقع الإلكتروني للشركة العالميةPB ، بيانات الطاقة، تمت مراجعتها في 1 نوفمبر 2020 من:

   BP review of world energy 2020. https://2u.pw/9GX43rwV , p 16,17.
7. الموقع الإلكتروني للوكالة الدولية للطاقة الذرية،الملامح القطرية للطاقة النووية- الاتحاد الروسي، تمت مراجعتها في 21 ديسمبر 2020 من: https://2u.pw/SgcY6pgj
8. الموقع الإلكتروني للهيئة العامة للاستعلامات، الطاقة، تمت مراجعتها في 2022/3/15: https://2u.pw/WTfqKAB
9. الموقع الإلكتروني لبوابة الأهرام (2021)، تحويل المخلفات لطاقة. مشروع طموح لدعم منظومة الطاقة المصرية ببدائل متجددة لا تضر البيئة، تم المراجعة 2021/8/15 https://gate.ahram.org.eg/News/2499610.aspx
10. الموقع الإلكتروني لشبكة قوانين الشرق، إصدار اللائحة التنفيذية للقانون رقم 59 لسنة 1960 في شأن تنظيم العمل بالإشعاعات المؤينة والوقاية من أخطارها، تم المراجعة 2021/4/12، https://2u.pw/VtwrA2ZW
11. الموقع الإلكتروني لمجلس معلومات مجلس الوزراء (2020)، انفو جراف في الطاقة، تمت مراجعتها في 15 ديسمبر 2021 من.https://www.idsc.gov.eg/IDSC/Infomedia/List.aspx?id=1
12. الموقع الإلكتروني لمجلس معلومات مجلس الوزراء. (2020)، توقعات الطاقة الشمسية، تمت مراجعتها في 15 ديسمبر 2020 من.https://www.idsc.gov.eg/IDSC/Infomedia/List.aspx?id=1
13. الموقع الإلكتروني لمجلة ناشونال جيوجرفك العربية، ربط ثاني محطات براكة النووية بشبكة الكهرباء الرئيسية في الإمارات، تمت مراجعتها في2022/3/15: https://2u.pw/ulN2LNtK
14. الموقع الإلكتروني لمعهد الطاقة النووية. (2020)، الطاقة النووية، تمت مراجعتها في 15 أبريل 2021 من https://www.nei.org/resources/statistics.
15. الموقع الإلكتروني لمنظمة الصحة العالمي، خمسة أعوام مرت على حادث فوكوشيما، تمت مراجعتها في 15 فبراير 2021 من.https://www.who.int/ionizing_radiation/a_e/fukushima/faqs-fukushima/ar/

16. الموقع الإلكتروني لمؤسسة الإمارات للطاقة النووية، الطاقة النووية في دولة الإمارات العربية المتحدة، تمت مراجعتها في 15 مارس 2022 من، https://www.enec.gov.ae/ar/discover/nuclear-energy-in-the-uae/.

17. / الموقع الإلكتروني لمؤسسة الإمارات للطاقة النووية (2020)، استخدامات أخرى للطاقة النووية، تمت مراجعتها في 15 يناير 2021 من: https://2u.pw/R2oc2v5l

18. الموقع الإلكتروني لوزارة البترول والثروة المعدنية. (2021)، البترول والغاز، تمت مراجعتها في 15 أغسطس 2021 https://www.petroleum.gov.eg/ar-eg/gas-and-petrol/Pages/info-indicators.aspx.

19. الموقع الإلكتروني لوزارة التجارة والصناعة. (2019)، وزير التجارة والصناعة يصدر قراراً بالسماح باستيراد سيارات الركوب الكهربائية المستعملة ، تمت مراجعتها في 15 أبريل 2021 من: https://2u.pw/4RL1YDr0

20. الموقع الإلكتروني لوزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، (2020)، الإحصائيات الفنية، تمت مراجعتها في 15 أكتوبر 2020 من.http://www.moee.gov.eg/test_new/ST_main.aspx

21. الموقع الإلكتروني لوزارة الكهرباء والطاقة المتجددة. (2020)، تشريعات الطاقة، تمت مراجعتها في 15 أبريل 2021 من http://www.nrea.gov.eg/Investors/Legislation.

22. الموقع الإلكتروني لوزارة الكهرباء والطاقة المتجددة. (2020)، دليل العدادات الذكية والشبكة الذكية، تمت مراجعتها في 15 أبريل 2021 من.http://www.moee.gov.eg/test_new/DOC/sm.pdf

23. الموقع الإلكتروني لوزارة الكهرباء والطاقة المتجددة(2020)،أهداف الطاقة المتجددة، تمت مراجعتها في 14 نوفمبر 2020 من.http://www.nrea.gov.eg/About/Strategy

24. الموقع الإلكتروني لوزارة الكهرباء والطاقة المتجددة (2020)، إحصائيات الطاقة، تمت مراجعتها في 2 نوفمبر 2020 من.http://www.nrea.gov.eg/Technology/SolarThermal

25. الموقع الإلكتروني لوزارة الكهرباء والطاقة المتجددة(2020)،التعاون الإقليمي الدولي، تمت مراجعتها في 24 نوفمبر 2020 من.http://www.nrea.gov.eg/Cooperation

26. الموقع الإلكتروني لوزارة الكهرباء والطاقة المتجددة (2021)، بداية عصر الكهرباء، تمت مراجعتها في 14 أكتوبر 2021 من.http://www.moee.gov.eg/test_new/history1.aspx

27. الموقع الإلكتروني لوكالة الطاقة النووية، التنمية المستدامة والطاقة النووية، تمت مراجعتها في 25 ديسمبر 2021 من Nuclear Energy Agency (NEA) - Sustainable development and nuclear energy (oecd-nea.org).

28. الموقع الإلكتروني لهيئة الطاقة الجديدة والمتجددة. (2021)، الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (أيرينا) ، تمت مراجعتها في 15 أبريل 2021 من.http://nrea.gov.eg/test/en/Home

29. الموقع الإلكتروني لهيئة الطاقة الذرية الأردنية. (2016)، كيف يعمل المفاعل النووي، تمت مراجعتها في 14 مارس 2021 من.http://www.jaec.gov.jo/Pages/viewpage?pageID=52

30. الموقع الإلكتروني لهيئة المحطات النووية لتوليد الكهرباء (2020)،الطاقة النووية، تمت مراجعتها في 14 ديسمبر 2020 من.https://nppa.gov.eg/nuclear-energy/#About-Nuclear-Energy

31. الموقع الإلكتروني لهيئة المحطات النووية لتوليد الكهرباء. (2020)، مشروع محطة الضبعة النووية، تمت مراجعتها في 14 ديسمبر 2021 من: https://2u.pw/yqd0063e

32. الموقع الإلكتروني لهيئة المحطات النووية لتوليد الكهرباء (2020)، نظرة عامة، تمت مراجعتها في 24 يناير2022من https://nppa.gov.eg/el-dabaa-npp-project-ar/.

33. الموقع الإلكتروني لهيئة المحطات النووية لتوليد الكهرباء (2017)، الكهرباء من الطاقة النووية ، تمت مراجعتها في 2 ديسمبر 2020 من.https://nppa.gov.eg/nuclear-energy/#About-Nuclear-Energy

34. الموقع الإلكتروني لهيئة المحطات النووية لتوليد الكهرباء. (2021)، عن الطاقة النووية، تمت مراجعتها في 15 أبريل 2021 من.https://nppa.gov.eg/nuclear-energy/#Nuclear-Energy-Usage

35. الموقع الإلكتروني لهيئة المحطات النووية لتوليد الكهرباء (2017)، الطاقة النووية بيئة نظيفة ومنافع قومية ، تمت مراجعتها في 2 أكتوبر 2021 من.https://nppa.gov.eg/nuclear-energy/#About-Nuclear-Energy

36. الموقع الإلكتروني للقمة العالمية للحكومات، القمة العالمية للحكومات: يمكن للطاقة النووية أن تسهم في خفض انبعاثات الغازات الدفيئة، تمت مراجعتها في 25 يناير 2022 من: https://2u.pw/mV2a8khM

37. الموقع الإلكتروني للوكالة الدولية للطاقة الذرية، الطاقة النووية في الولايات المتحدة الأمريكية، تمت مراجعتها في 22 ديسمبر 2020 من: https://2u.pw/w8YUR8dP

38. الموقع الإلكتروني للهيئة العامة للاستعلامات (2018)، مشروع الضبعة النووي .. الحلم المصري يتحقق، تمت مراجعتها في 1 نوفمبر 2020 من: https://www.sis.gov.eg/Story/161707?lang=a

39. الموقع الإلكتروني للهيئة العامة للاستعلامات. (2019)، مشروعات عملاقة للكهرباء في مصر، تمت مراجعتها في 15 أبريل 2021 من: https://2u.pw/p4ztb4OJ

40. الموقع الإلكتروني للهيئة العامة للاستعلامات، مصر وافريقيا .. مشروعات تنموية واعدة، 2019، تمت المراجعة: https://2u.pw/rGf2C

ثانياً: المراجع باللغة الانجليزية

BOOks:

1. Abdulaziz, Alanazi, (2019), Capturing transmission and distribution connected wind energy variability, Faculty of the Daniel Felix Ritchie School of Engineering and Computer Science, Phd, University of Denver, USA.
2. Cornelie, Marinas.Dinu, Marin. (2018) Renewable energy consumption and economic growth. Causality relationship in Central and Eastern European countries, The Bucharest University of Economic Studies, Romania, p6.
3. Elliott, David (2017), Nuclear Power past, present and future, Open University, UK, p21,pp73-75.
4. Huat Tan, Seng. (2018), Carbon emissions, energy consumption and economic growth in ASEAN: a dynamic heterogeneous panel approach, Faculty of Business, Multimedia University, Malaysia, p64.

5. Ramadan, Ghada.(2016),Current status of nuclear power project in Egypt, Nuclear Power Plants Authority,p16.
6. Yue, Qian. He ,Jingke.(2017), Nuclear Power in China: An Analysis of the Current and Near-Future Uranium Flows, Wiley online library, Weinheim, p18.

Periodicals, Conferences &working Papers:

1. AL Ajlouni, Sameh.(2015), Energy consumption and economic growth in Jordan : an aril bounds testing approach to cointegration, Jordan Journal of Economic Sciences, Volume 2, No. 2.
2. Amged ,Elwakel, (2019), Current Status Of Nuclear Power Project In Egypt Human chairman of the Nuclear Power Plants Authority, Nuclear Power Plants Authority, Sochi,Russia,p6.
3. Anzhelika Karaeva, Elena Magaril.(2022), Public Attitude towards Nuclear and Renewable Energy as a Factor of Their Development in a Circular Economy Frame: Two Case Studies, MDPI, Basel, Switzerland,p10.
4. International Energy Agency (2019) Key world energy statistics, IEA, Brazil, Pp(42-44).
5. Aoife Foley.(2022), Renewable and Sustainable Energy Reviews,170, Elsevier.
6. Beach, Calif.(2022), The U.S. is divided over whether nuclear power is part of the green energy future, NPR,p51.
7. Birol, Fatih (2019), Key world energy statistics, International Energy Agency.
8. Cauich, Lopez (2019), Egypt and nuclear energy: aspects, reasons and future, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 337, Congress Center of Peter the Great, St. Petersburg Polytechnic University, p35.
9. China Nuclear Energy Association (2017), China's nuclear energy guide, CNEA, pp8-12.
10. Deloitte(2011),Alternative thinking 2011 alook at10 of the top issues and trends in renewable energy , UK
11. Energy Information Administration (2018), Annual energy outlook 2018 with projections to 2050, EIA, US.
12. Energy Information Administration (2012), Annual energy outlook 2012 with projections to 2035, EIA, US.
13. Energy Information Administration (2011), Annual energy outlook 2011 with projections to 2035, EIA, US.
14. Energy Information Administration (2010), Annual Energy Outlook 2010 with projections to 2035, EIA, US.
15. Ferguson, Charles and Settle, Frank. (2012), The future of nuclear power in the world, Washington and lee university, p35.
16. Fitch Solution. (2020), Egypt renewables report includes 10-year forecasts to 2029, Fitch Solutions Group.
17. Heba ,Taha, (2020), Nuclear Energy and Techno-Nationalism in Egypt, Policy Briefing (208), South African institute of international affairs, South Africa.p71.
18. International Atomic Energy Agency. (2017), Nuclear Power for Sustainable Development, Department of Nuclear Energy, IAEA, Austria, p30.

19. International Atomic Energy Agency. (2016), Nuclear Power and Sustainable Development, Department of Nuclear Energy, IAEA, Austria, P19.
20. International Energy agency (2020), Energy efficiency2020, IEA,p30.
21. International energy agency, NEA, projected costs of generating electricity, 2015, p 38.
22. International Renewable Energy Agency (2018), Renewable Energy Outlook: Egypt, IRENA, Abu Dhabi, P22.
23. International Renewable Energy Agency. (2020), Renew able power generation renewable power generation costs in 2020, p25.
24. International Renewable Energy Agency. (2020), World energy transitions outlook, p45.
25. International Atomic Energy Agency.(2022), Climate Change and Nuclear Power 2022 Securing Clean Energy for Climate Resilience .p114.
26. International Atomic Energy Agency.(2022), Nuclear Energy for a Net Zero World. P66.
27. Lee, Moan,(2004). Korea Nuclear Power Behind Story: Retrospective of Nuclear Power Program in Early Period, 2nd ed. KyungRim Publication, Seoulm ,p14.
28. Lesser, Jonathan. (2019), Is there a future for nuclear power in the United States?, Manhattan institute ,p85.
29. Massachusetts Institute of Technology.(2018)The Future of Nuclear Energy in a Carbon-Constrained World, p 155.
30. Mark, Hibbs.(2022)Why Europe Is Looking to Nuclear Power to Fuel a Green Future, Carnegie Endowment for International Peace,p89.
31. Muhammad Usman, Atif Jahanger .(2022), Do Nuclear Energy, Renewable Energy, and Environmental-Related Technologies Asymmetrically Reduce Ecological Footprint? Evidence from Pakistan, MDPI, Basel, Switzerland, p26.
32. Nakhooda, Smita (2010), Investing in sustainable energy futures multilateral development banks 'investments in energy policy, World Resources Institute,p85.
33. Ngaa, Oskar. (2018),Russian Nuclear power, Norway, Bellona Foundation.
34. Nuclear Energy Agency .(2015),Nuclear Energy: Combating Climate Change, NEA, France, p33.
35. Nuclear Energy Agency. (2009), Sustainable Development and Nuclear Energy, NEA.
36. Organization for economic co-operation and development .(2015), Energy: Combating Climate Change, Nuclear Energy Agency, France.
37. Organization for economic co-operation and development. (2012), The Role of Nuclear Energy in a Low-carbon Energy Future, OECD, p17.
38. Organization for economic co-operation and development. (2007), Risks and Benefits of Nuclear Energy, OECD.
39. Schepers .Nevinem.(2019), Russia's nuclear energy exports :status, prospects and implications , EU Non-Proliferation and Disarmament Consortium , p11-13.
40. Stein, Devin and Reed, Michael. (2017), U.S. nuclear power: regulatory barriers and energy potential. Strata, p26.
41. Tarek, Selim, (2009), On the economic feasibility of nuclear power generation in Egypt, the Egyptian center for economic studies, p26,p53.
42. The British Petroleum Company plc. (2020), The statistical review of world energy, 69th, UK, BP.

43. The Egyptian Center for Economic & Social Rights (2016), Egypt's future electricity pathway, ECESR, Egypt.
44. The Centre for International Governance Innovation. (2009), The Russian Nuclear Industry: Status and Prospects, CIGA.
45. The Nuclear Energy Agency and the International Atomic Energy Agency.(2019). Measuring Employment Generated by the Nuclear Power Sector, p22.
46. Toshihiro Yamamoto, Hiroki Sakamoto.(2022), Progress in Nuclear Energy,145, Elsevier.
47. United Nation (2020), Advancing SDG7 in the Arab region, ESCWA p88.
48. United Nation (2017), Arab region progress in sustainable energy global tracking framework regional report, ESCWA.
49. World Energy Council (2007), Survey of energy resources 2007, WEC, United Kingdom.
50. Website of World economic form.(2022), Small reactors could make nuclear energy big again. How do they work, and are they safe?, Revised Oct 5, 2022, Available at: *https://www.weforum.org/agenda/2022/10/nuclear-power-power-plant-smrs-clean-energy/*
51. Website of International Atomic Energy Agency.(2022), Climate Change and Nuclear Power 2022?, Revised Oct 5, 2022, Available at: *https://www.iaea.org/topics/nuclear-power-and-climate-change/climate-change-and-nuclear-power-2022*
52. Website of International Energy Agency.(2022),Nuclear Power and Secure Energy Transitions From today's challenges to tomorrow's clean energy systems ,Revised Oct 10, 2022, Available at: *https://iea.blob.core.windows.net/assets/016228e1-42bd-4ca7-bad9-a227c4a40b04/NuclearPowerandSecureEnergyTransitions.pdf*
53. Website of Elsevier .(2018),Benefits of nuclear flexibility in power system operations with renewable energy, Revised Oct 10, 2022, Available at*:* *https://www.journals.elsevier.com/applied-energy/article-digests/benefits-of-nuclear-flexibility-in-power-system-operations-w*
54. World nuclear association. (2019), World nuclear performance report 2019.
55. World nuclear association. (2020), Nuclear Energy and Sustainable Development, WNA,p31.
56. Yanxin, Chen. Guillaume, Martin. Christine, Chabert. (2018)Prospects in China for nuclear development up to 2050. Progress in Nuclear Energy, pp.81 -90.
57. Zhou, Ping. (1987), Nuclear power development in China The country is seeking to develop a diversified energy base, IAEA, pp8-12.