وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة بابل /كلية التربية للعلوم الصرفة
قسم الفيزياء

الطاقة النووية

مشروع بحث مقدم الى مجلس قسم الفيزياء كلية التربية للعلوم الصرفة جامعة بابل
وهو جزء من متطلبات نيل شهادة البكلوريوس في علوم الفيزياء

من قبل الطالب

عباس علي حسين

بأشراف

أ.د. حمد رحمن جبر

1443 هـ

2022 م

بِسْمِ اللَّـهِ الرَّحْمَـٰنِ الرَّحِيمِ

(‘‘وَقُلْ رَبِّ زِدْنِي عِلْمًا’’)

صدق اللَّهُ العلي العظيم

«سورة طه: الآية 114»

اهداء

إلى من يسعد قلبي بلقياها

إلى روضة الحب التي تنبت أزكى الأزهار....أمي

إلى رمز الرجولة والتضحية

إلى من دفعني إلى العلم وبه ازداد افتخار....أبي

إلى من هم اقرب ألي من روحي

إلى من شاركني حضن ألم وبهم استمد عزتي وإصراري....اخوتي

إلى من آنسني في دراستي وشاركني همومي

تذكاراً وتقديراً....أصدقائي

إلى هذه الصرح العلمي الجبار....جامعة بابل

اهدي هذا البحث

شكر وتقدير

لابد لنا ونحن نخطو خطوتنا الأخيرة فَي الحّياه الجامعّية من وقفه نعود الى اعوام قضّيناها فَي رحاب الجامعة مع أساتذتنا الكرام الذّين قدمو لنا الكثير باذلين بذالك جهود كبّيره فَي بناء جّيل المستقبل لتبعث الامه من جديّد .

تحدّيدآ الى دكتوري الذي اشرف على انجاز هذا البحث الدكتور أ.د. "حمد رحمن جبر".

وقبل أن نمضَ أتقدم بأسمى آيات الشكر والامتنان والتقدير والمحبة الى الذّين حملو اقدس رسالة فَي الحياه إلى الذين مهدوا لنا طرّق العلم والمعرفة ..... إلى جميع اساتذتنا الافاضل.

الفهرست

الرقم	العنوان	الصفحة
	الآية القرءانية	ll
	الاهداء	lll
	الشكر والتقدير	lv
	الفهرست	vll
	خلاصة البحث	xll
	الفصل لأول	
1-1	الطاقة	1
2-1	اشكال الطاقة	1
1-2-1	الطاقة الحركية	1
1-1-2-1	الطاقة لإشعاعية	1
2-1-2-1	الطاقة الحرارية	2
3-1-2-1	طاقة الحركة	2
4-1-2-1	طاقة الصوت	2
5-1-2-1	الطاقة الكهربائية	2
2-2-1	الطاقة الكامنة	2
1-2-2-1	الطاقة الكيميائية	3
2-2-2-1	الطاقة الميكانيكية	3
3-2-2-1	الطاقة النووية	3
4-2-2-1	طاقة وضع الجاذبية	3

3-1	مصادر الطاقة	3
1-3-1	مصادر متجددة	3
1-1-3-1	طاقة الرياح	4
2-1-3-1	الطاقة الشمسية	4
3-1-3-1	الطاقة الحرارية الارضية	4
4-1-3-1	طاقة الكتلة الحيوية	4
5-1-3-1	الطاقة الكهرومائية	5
2-3-1	مصادر غير متجددة	5
1-2-3-1	الفحم	5
2-2-3-1	الغاز الطبيعي	5
3-2-3-1	البترول	5
4-2-3-1	اليورانيوم	6
4-1	حفظ الطاقة وتحولاتها	6
1-4-1	مصادر الطاقة لأولية	6
2-4-1	مصادر الطاقة الثانوية	6
5-1	اهميه الطاقة	7
1-5-1	القطاع الصناعي	7
2-5-1	القطاع الكهربائي	7
3-5-1	قطاع النقل	7
4-5-1	القطاع السكني والتجاري	7
	الفصل الثاني	
1-2	استخدامات ومساوئ مصادر الطاقة	8
2-2	لأنشطة والحالات	9

1-2-2	استخدامات الطاقة	9
3-2	مشاكل الاستدامة	9
1-3-2	استنفاد الموارد غير المتجددة	9
2-3-2	التلوث	9
4-2	الحلول العلمية والتقنية	9
1-4-2	تكنولوجيات لإنتاج البديل	9
2-4-2	لاستخدام الفعال	9
3-4-2	مكافحة التلوث	10
4-4-2	الموارد المتجددة غير الملوثة	10
5-2	الحلول لاجتماعية، لاقتصادية، السياسية،والتنظيمية	10
1-5-2	سياسات السوق	10
2-5-2	التحكم التنظيمي المباشر	10
3-5-2	الحكومة ولأبحاث والتطوير	10
6-2	الطاقة المتجددة	11
1-6-2	ابرز استخدامات الطاقة المتجددة	11
2-6-2	سلبيات الطاقة المتجددة	11
7-2	الطاقة غير المتجددة	14
1-7-2	استخدامات الطاقة غير المتجددة	15
2-7-2	سلبيات الطاقة الغير متجددة	16
8-2	وحدات الطاقة	16
	الفصل الثالث	
1-3	الطاقة النووية	18
2-3	مكونات المفاعلات النووية	19

1-2-3	الوقود النووي	19
2-2-3	السائل الذي يتحكم في سرعة المفاعل	19
3-2-3	ذراع التحكم	19
4-2-3	بناء لاحتواء	19
5-2-3	المحولات الحرارية	20
6-2-3	مولد كهربائي	20
7-2-3	برج تبريد	20
8-2-3	الطاقة النووية وتغير المناخ	20
9-2-3	مستقبل الطاقة النووية	21
3-3	استخدامات الطاقة النووية	21
1-3-3	توليد الكهرباء	21
2-3-3	تصنيع لأسلحة النووية	22
3-3-3	الطب النووي	22
1-3-3-3	الفحوصات التي تستخدم للأشعة النووية	23
4-3-3	تعقيم لآفات الزراعية	23
5-3-3	المفاعلات النووية	24
4-3	انواع المفاعلات النووية	24
5-3	مدئ امان الطاقة النووية علئ البيئة	27
6-3	تأثير لإشعاع علئ الكائنات	28
1-6-3	يقول خبراء الصناعة النووية	29
2-6-3	السلامة والحوادث	29
3-6-3	تعويض الحوادث	30
7-3	ايجابيات وسلبيات الطاقة النووية	31

8-3	محطات الطاقة النووية	32
9-3	تخصيب اليورانيوم	34
10-3	انهاء الطاقة النووية	37
11-3	مفاعل نووي	38
12-3	توربينات البخار	39
13-3	نظام التبريد ومولد الكهرباء	39
14-3	مفاعل سيزر	39
15-3	لانشطار النووي	40
16-3	اندماج نووي	42
17-3	نواتج لانشطار	43
18-3	مشروعات نووية مستقبلية	45
	الاستنتاج	46
	المصادر	47

خلاصه البحث

سنشرع في هذه الصفحات بالبحث عن الطاقه النووية حيث تعّد الطاقة النوويّة من المصادر المهمة للطاقة، فإلى جانب استخدامها في الجانب العسكري والتسلّح العالمي باعتبارها من أقوى الأسلحة في العالم، واستطاع الإنسان استغلال الطاقة النوويّة في تسخيرها لخدمته السلمية، فعمل على إنتاج الكهرباء ومصادر الطاقة الأخرى التي تلزم الإنسان في أعماله اليومية والحياتية، فعملت الطاقة النوويّة على توفير ما نسبته 13-14 %من الطاقة الكهربائية في العالم بحلول عام 2011 م. وكذلك تستخدم في المجال الطبي: حيث تستخدم النظائر النوويّة الناتجة عن عمليّة الانشطار النووي في تشخيص الأمراض الكثيرة مثل السرطان والتهابات الغدد الدرقيّة. مجال الصناعات: حيث تستخدم في تطوير الزراعة وإيجاد نظائر مشعّة تستخدم في إنتاج الأدوية، والعقاقير، والمبيدات. تستخدم في تسيير السفن والغّواصات والمحركات الكهربائية لتوليد الكهرباء. المجال العلمي: حيث انشأت مفاعلات بحثية خاصة تستخدم للدراسة العلمية والمقارنة بين العناصر النوويّة وأثرها على البيئة بالإضافة إلى دراسة خصائص النواة وكميّة الطاقة الناتجة عن تكسير الروابط أو دمجها مع بعض، مما يفتح آفاقاً كبيرة في مستقبل الطاقة التي تحتاجها البشرية.

الفصل الأول « الطاقة »

1-1الطاقة.

تُعرَّف الطّاقة (بالإنجليزية: Energy) بأنّها إحدى خصائص المادّة، والتي يُمكن تحويلها إلى أحد الأشكال الآتية: العمل، أو الإشعاع، أو الحرارة، وهي بهذا التعريف تتعدّى التعريف الشائع للطّاقة بأنّها القدرة على إنجاز عمل ما، إذ بدأ مفهوم الطّاقة بالتوسّع أثناء الثورة الصناعية في أواخر القرن الثامن عشر، فقد لُوحظ أنّ الحرارة، والإشعاع هما شكلان مهمّان للطّاقة تماماً كالعمل، ويتمّ الاستفادة من الحرارة بعدّة أشكال كمصدر للتبريد صيفاً، وللدفء شتاءً، كما يُمكن الشعور بالإشعاع كطاقة من حولنا.**[1]**

2-1-أشكال الطّاقة [2]

1-2-1-الطّاقة الحركية (بالإنجليزية: Kinetic Energy) بأنّها الطّاقة الناتجة عن حركة الأجسام المختلفة، إذ تمتلك الأجسام المُتحرّكة القدرة على إنجاز عمل ما، أو إحداث تغيير معين، على عكس الأجسام الساكنة، التي لا تمتلك أيّ طاقة حركية، فمثلاً: في حالة قذف كرة باتجاه حائط، فإنّها تكون قادرة على إحداث تأثير معين فيه، بينما لا تستطيع الكرة الساكنة إحداث أيّ تأثير يذكر. **للطاقة الحركية عدة أشكال، منها ما يلي:[3][4]**

1-1-2-1-الطّاقة الإشعاعية: (بالإنجليزية: Radiant)، هي طاقة كهرومغناطيسية تنتقل، وتتحرّك عبر الموجات المستعرّضة، وتشمل كلّ من: الضوء المرئي، والأشعة السينية، وموجات الراديو، وأشعة غاما، ويُعدّ ضوء، وأشعة الشّمس من الأمثلة على الطاقة الإشعاعية.

1-2-1-2-الطّاقة الحرارية: (بالإنجليزية: Thermal)، هي الطّاقة الناتجة عن حركة الذرات، والجزيئات في المادة، إذ تزداد كمية الطّاقة الحرارية الناتجة كلّما زادت سرعة حركة هذه الجسيمات، وتُعدّ الطّاقة الحرارية الأرضية مثالاً على هذا الشكل من الطاقة.

1-2-1-3- طاقة الحركة: (بالإنجليزية: Motion)، هي الطّاقة المختزنة في الأجسام المتحرّكة، إذ يزداد تخزينها كلّما زادت سرعة حركة الأجسام، بينما تنبعث، وتتحرر هذه الطاقة عند توقف الأجسام، أو بُطء حركتها، وتُعدّ طاقة الرياح من الأمثلة على هذا الشكل من الطاقة.

1-2-1-4-طاقة الصوت: (بالإنجليزية: Sound)، ينتج الصوت بسبب تأثير قوة على مادة معينة، ممّا يُسبّب اهتزاز هذه المادة، إذ تنتقل الطاقة نتيجة لذلك عبر المواد، وعلى شكل موجات طولية، ويجدر بالذكر أنّ مقدار الطّاقة الناتجة عن الصوت يكون قليلاً عادة مقارنة مع أشكال الطّاقة الأخرى.

1-2-1-5- الطّاقة الكهربائية: (بالإنجليزية: Electrical)، يتمّ توصيل الطاقة الكهربائية عبر الأسلاك، وذلك عن طريق حركة الإلكترونات التي تُعدّ جسيمات صغيرة مشحونة، ومن الأمثلة على هذه الطاقة: البرق الذي يُعدّ طاقة كهربائية طبيعية.

1-2-1-2 الطّاقة الكامنة (بالإنجليزية: Potential Energy) بأنّها الطّاقة الناتجة عن وجود الأجسام في نظام بترتيب معين، إذ يُؤثّر كلّ جسم في النظام على الجسم الآخر بقوة محددّة، فمثلاً: يُمثّل الكون الذي نعيش فيه مجموعة كبيرة من الأنظمة المختلفة، والمتباينة في أحجام الأجسام المكوّنة لها، وذلك ابتداءً بالذرات، ووصولاً إلى الكواكب العملاقة، ويتمّ تخزين الطّاقة الكامنة في الأجسام، أو تحريرها منها وفقاً لتغيير ترتيبها، أو تغيير نوع القوة التي تؤثّر بها على بعضها البعض، فمثلاً: عند وجود كتاب على الأرض، فإنّ هذا الكتاب يمتلك طاقة كامنة، وذلك بسبب وجوده مع الأرض ضمن نفس النظام، إذ يُؤثّر كلّ منهما على الآخر بقوة الجاذبية، ولكن لو كان

الكتاب موجوداً في الفراغ، فإنّه عندها لن يملك أيّ طاقة كامنة، وذلك بسبب عدم وجود جسم آخر يؤثّر عليه. **وللطّاقة الكامنة عدة أشكال، منها:[3][5]**

1-2-2-1الطّاقة الكيميائية: (بالإنجليزية: Chemical)، هي الطّاقة المختزنة في روابط الجزيئات، والذرات، والتي من الممكن تحويلها إلى طاقة حرارية، كاحتراق الخشب في الموقد، ومن الأمثلة على الطّاقة الكيميائية: البطاريات، والفحم، والكتلة الحيوية، والغاز الطبيعي.

1-2-2-2-الطّاقة الميكانيكية: (بالإنجليزية: Mechanical)، هي الطّاقة المختزنة في الأجسام نتيجة الضغط، والشدّ، ومن الأمثلة عليها: الطاقة المتكوّنة في الزُنْبُرُك المضغوط، والطّاقة المختزنة في الأشرطة المطاطية.

1-2-2-3الطّاقة النووية: (بالإنجليزية: Nuclear)، هي الطّاقة المختزنة في نواة الذرة، والتي تجمع النواة معاً، إذ يُؤدّي دمج هذه المكونات، أو فصلها عن بعضها البعض إلى انبعاث كميات كبيرة من المواد الإشعاعية مشكّلة الطّاقة النووية.

1-2-2-4طاقة وضع الجاذبية: (بالإنجليزية: Gravitational)، هي الطّاقة المختزنة، والكامنة في الأجسام نتيجة التأثّر بقوة الجاذبية، إذ تزداد هذه الطاقة بزيادة وزن الجسم، وارتفاعه عن الأرض، وتُعدّ الطّاقة الكهرومائية مثالاً على هذا الشكل من الطّاقة.

1-3-مصادر الطّاقة

1-3-1-مصادر متجددة

تتميّز مصادر الطّاقة المتجددة (بالإنجليزية: Renewable energy resources) بكَونها مصادر مستدامة لا تنفذ مع الاستهلاك، إذ يتمّ تجديدها باستمرار، وهي طاقة نظيفة لا ينتج عنها الكثير من الانبعاثات الملوّثة، والغازات الدفيئة، وبالرغم من كلّ هذه الإيجابيات للمصادر المتجددّة، إلّا أنّ الاعتماد الكبير يكون على استخدام مصادر الطّاقة غير المتجددة، وذلك بسبب ما تتميّز به من إمكانية تخزين، إضافة إلى توفّرها، واستخدامها غير المكلف. **ومن الأمثلة على مصادر الطّاقة المتجددة:[6]**

1-3-1-1-طاقة الرياح: (بالإنجليزية: Wind)، يتمّ الاستفادة من الرياح بتوليد الكهرباء، وذلك عن طريق استخدام التوربينات، والتي يُمكن إنشاؤها في أماكن مختلفة، كالأراضي الزراعية، أو الحرجية، وعلى الرغم من اعتبار الرياح مصدراً نظيفاً كباقي المصادر المتجددة، إلّا أنّها قد تسبّب تلوّثاً بصرياً، وضوضاءً، ممّا قد يزعج السكّان الذين يتواجدون بالقرب منها.

1-3-1-2-الطّاقة الشمسية: (بالإنجليزية: Solar)، تُعدّ أشعة الشمس مصدراً مهمّاً لجعل الحياة على كوكب الأرض ممكنة، إذ يتمّ استخدامها لأغراض مختلفة، كتسخين المياه، أو تدفئة البيوت شتاءً، كما يُمكن الاستفادة منها في توليد الكهرباء، إمّا مباشرة باستخدام الألواح الضوئية، وتحويل الأشعة الشمسية الساقطة عليها إلى كهرباء، أو باستخدام المحطّات الخاصّة من أجل إنتاج البخار الذي يُستخدم لتشغيل المولدات الكهربائية لتوليد الكهرباء، ومن الأمور التي يجب مراعاتها في استخدام الطّاقة الشمسية كمصدر للطاقة، هو تأثرّها بالظروف المناخية للمنطقة، إضافة إلى صعوبة تخزينها.[3][6]

1-3-1-3-الطّاقة الحرارية الأرضية: (بالإنجليزية: Geothermal)، تعدّ الحرارة الكبيرة الموجودة في باطن الأرض مصدراً لهذه الطّاقة، وخاصّة في المناطق النشطة تكتونياً، وإذ يُمكن الاستفادة منها في توليد الكهرباء، وتدفئة المباني شتاءً، وتبريدها صيفاً، وتتميّز بكونها مصدراً نظيفاً كباقي مصادر الطّاقة المتجددة، إلّا أنّها قد تؤدّي إلى انبعاث القليل من المركبات التي تساهم في تشكّل الأمطار الحمضية.

1-3-1-4-طاقة الكتلة الحيوية: (بالإنجليزية: Biomass)، تشمل الكتلة الحيوية أنواعاً مختلفة من المواد: كالخشب، وبقايا الطّعام، والنفايات، والسّماد، والمواد النباتية، والتي يُمكن إعادة استخدامها، والاستفادة منها، فقد تُستخدم كوقود للمدفئة، أو في توليد الكهرباء، ويجدر بالذكر وجوب مراعاة التأثيرات البيئية الناتجة عن كلّ مادّة من هذه المواد.

1-3-1-5- الطّاقة الكهرومائية: (بالإنجليزية: Hydropower)، يُمكن الاستفادة من طاقة المياه الكامنة في توليد الكهرباء، وذلك عن طريق تشغيل التوربينات الكهرومائية التي يتمّ إنشاؤها بالقرب من الأنظمة المائية، كالأنهار، علماً بأنّ هذه الطاقة تنتج بسبب تخزين المياه في السدود، أو الخزانات، ممّا يؤثّر على المنظومة البيئية، كأن يُحدث إعاقة في حركة الأسماك، أو تغيّر في درجات الحرارة.

1-3-2-مصادر غير متجددة

تُستخدم مصادر الطّاقة غير المتجددة (بالإنجليزية: Non-renewable energy resources) بشكل كبير جداً لتلبية الاحتياجات المختلفة، وذلك عن طريق تحويلها إلى أشكال متنوعة من الطّاقة، وقد تشكّلت هذه المصادر نتيجة تعرّضها لعمليات جيولوجية مختلفة عبر فترات زمنية طويلة، ويُعدّ الوقود الأحفوري من أهمّ أمثلة المصادر غير المتجددّة، فيما يلي تفصيل لهذه الصادر:[6]

1-3-2-1- **الفحم**: (بالإنجليزية: Coal)، يعدّ أحد أنواع الصخور الرسوبية، ويتكوّن بشكل رئيسيّ من الكربون، والهيدروكربون، وهو أكثر أشكال الوقود الأحفوري استخداماً في جميع أنحاء العالم، إذ يُستخدم في الصناعات المختلفة، كإنتاج الورق، والخرسانة، إضافة إلى استخدامه في توليد الكهرباء، وينتج عن استخدام الفحم انبعاث كميات كبيرة من غاز ثاني أكسيد الكربون.

1-3-2-2-الغاز الطبيعي: (بالإنجليزية: Natural Gas)، يتكوّن بشكل رئيسيّ من غاز الميثان، وقد يتشكّل في المستنقعات، وأماكن النفايات، ويُعدّ مصدراً شائع الاستخدام لكونه أقلّ تلويثاً من الفحم، ويجدر بالذكر وجوب معالجة الغاز الطبيعي بداية حتى يصبح مناسباً للاستخدام، إذ يتمّ ذلك بإزالة المركبات الأخرى منه، للحصول على الميثان النقي.

1-3-2-3-البترول: (بالإنجليزية: Petroleum)، يتكوّن في أعماق الأرض نتيجة للعمليات الجيولوجية، ويُعرَف بالنفط الخام، وهو سائل سامّ قابل للاشتعال، ويُستخدم لعدة أغراض، منها:

تحويله للكاز، والبنزين، والوقود اللازم لوسائل النقل، بالإضافة إلى استخدامه في صناعة المواد البلاستيكية، والأدوية، والأسفلت، والمطّاط الاصطناعي، ويجر بالذكر احتواء البترول على العديد من المركبات الهيدروكربونية، ممّا يتطلب معالجته حتى يصبح مناسباً للاستخدامات المختلفة.

1-3-2-4- اليورانيوم:

هو معدن ثقيل قابل للانشطار، ويمكن استخدامه في توليد الكهرباء، وذلك بالاستفادة من كمية الحرارة الهائلة الناتجة عن انقسامه أثناء سلسلة التفاعلات الانشطارية النووية، علماً بوجوب معالجته قبل بدء عملية الانشطار، وعلى الرغم من أنّ اليورانيوم لا يُنتج أيّ نوع من الغازات الدفيئة أثناء استخدامه، إلّا أنّ إمكانية فشل عمليات الانشطار النووي قد يُشكّل عائقاً في استخدامه على نطاقٍ واسع.

1-4- حفظ الطّاقة وتحولّاتها.

ينصّ قانون حفظ الطّاقة على أنّ الطّاقة لا تُفنى، ولا تُستحدث، وإنّما تتحوّل من شكلٍ إلى آخر، إذ إنّ حفظ الطّاقة لا يعني توفيرها، وإنّما يدُلّ على أنّ استهلاكها لا يُؤدّي إلى اختفائها، ويجدر بالذكر أنّ إجمالي الطّاقة في الكون يبقى ثابتاً على الرغم من تحولّات الطّاقة المختلفة.[2]

1-4-1-مصادر الطّاقة الأولية.

يتم الحصول عليها من الطبيعة، ويُمكن الاستفادة منها إمّا بشكلٍ مباشر، أو من خلال تحويلها إلى شكلٍ آخرٍ للطّاقة.

1-4-2- مصادر الطّاقة الثانوية.

فتنتج من تحويل مصادر الطّاقة الأولية داخل المصانع، والمحطّات المخصّصة لذلك، ليتمّ فيما بعد استخدامها في أغراض معينة، ومثال ذلك: تحويل كلّ من النفط، والغاز، والطّاقة الميكانيكية، والكيميائية، والنووية إلى طاقة كهربائية، وتحويل الطّاقة الكيميائية للبنزين داخل محرّك السيارة

إلى طاقة ميكانيكية، كما يُمكن استخدام مصادر الطّاقة الأولية لأغراض أخرى مختلفة، كاستخدام الفحم، والغاز الطبيعي في مصانع الأسمدة.[2][7][8]

1-5- أهمية الطّاقة.

تُعدّ الطّاقة عنصراً أساسياً في الممارسات اليومية في مجالات الحياة المختلفة. وفيما يلي كيفية استخدام، واستهلاك الطّاقة في قطاعات الاقتصاد الرئيسية:[9]

1-5-1-القطاع الصناعي : يشمل استخدام الطّاقة في عدّة مجالات، وهي: الإنشاءات، والتعدين، والصناعة، وزراعة الغابات، والصيد.

1-5-2- قطاع الكهرباء: يشمل استخدام الطّاقة في المحطّات، والمُنشآت الخاصّة بذلك لتوليد الكهرباء، إذ تُستخدم الكهرباء المُولّدة في عمل العديد من القطاعات المختلفة.

1-5-3- قطاع النقل: يشمل استخدام الطّاقة في وسائل النقل المختلفة، وهي: السيارات، والطائرات، والحافلات، والشاحنات، والسفن، والقطارات، إذ تُستخدم منتجات النفط، كالبنزين، والديزل كوقود لتشغيل هذه الوسائل.

1-5-4-القطاع السكني والتجاري: يشمل المنازل، والمكاتب، والمستشفيات، والمخازن التجارية، والمطاعم، والمدارس، وقد جُمع القطاعين السكني، والتجاري معاً نظراً للتشابه في مجالات استخدام الطّاقة بينهما، إذ تُستخدم لعدة أغراض، منها: الإضاءة، وتشغيل الأجهزة المختلفة، والتسخين، والتدفئة شتاءً، والتبريد صيفاً.

الفصل الثاني « استخدامات ومساوئ مصادر الطاقة »

2-1-استخدامات ومساوئ مصادر الطّاقة.

ترتبط مشاكل الطاقة والمشاكل البيئية ببعضها ارتباطا وثيقا لأنه يكاد يكون من المستحيل إنتاج أو نقل أو استهلاك الطاقة بدون حدوث آثار بيئية ملحوظة. وتتضمن الآثار البيئية المرتبطة ارتباطا مباشرا بإنتاج الطاقة واستهلاكها تلوث الهواء وتلوث الماء والتلوث الحراري والتخلص من المخلفات الصلبة. ويعتبر انبعاث ملوثات الهواء من احتراق الوقود الاحفوري هو السبب الرئيسي لتلوث الهواء في المناطق العمرانية. كما توجد العديد من مشاكل تلوث المياه التي ترتبط باستخدام الطاقة؛ حيث يعد تكون البقع النفطية من المشاكل الرئيسية، ففي جميع عمليات التعامل مع البترول هناك احتمال مؤكد في حدوث انسكاب للنفط إما على الأرض وإما في جسم مائي ما. كما يمكن أن يؤدي تعدين الفحم أيضا إلى تلويث المياه، إذ إن التغير في تدفق المياه الجوفية الناجم عن عمليات التعدين كثيرا ما يؤدي إلى اختلاط مياه ملوثة بموارد معدنية معينة تسربت من التربة مكونة مياه صرف معدنية حمضية، وهو ما كان ليحدث لولا عمليات التعدين. كما تعد المخلفات الصلبة نتاجا ثانويا لبعض صور استخدام الطاقة، حيث يتطلب تعدين الفحم إزالة كميات كبيرة من التراب والفحم معا. وبصفة عامة، تتزايد المشاكل البيئية مع استخدام الطاقة ويمثل ذلك مقترنا بمحدودية قاعدة موارد الطاقة جوهر أزمة الطاقة. ولذلك فعند تقييم آثار الطاقة يجب مقارنة هذه التكاليف بالمنافع المنتظر أن نجنيها من استخدام الطاقة. [10]

2-2- الأنشطة والحالات[10]

2-2-1-استخدامات الطاقة.

1.(استخدام مباشر)حطب الوقود والحرارة المباشرة والبخار وما يتعلق بذلك.

2.إنتاج الكهرباء. 3. الاحتراق الداخلي. 4.توزيع وسائل النقل.

2-3- مشاكل الاستدامة. [10]

2-3 -1-استنفادا لموارد غير المتجددة

1. الاحتياطيات العالمية المثبتة والمقدرة

2-3-2-التلوث.

1. الهواء. 2. النفايات . 3. علم البيئة/ نظام البيئية.

2-4- الحلول العلمية والتقنية[10]

2-4-1-تكنولوجيات الإنتاج البديل.

1. الانتاج المشترك ، وتحسين الكفاءة في الإنتاج. 2. تحسين موقع وعملية استخراج الموارد.

3. اختيار الانتا ج- الغاز الطبيعي، تكنولوجيا الفحم النظيف. 4. الكتلة الحيوية.

5. بدائل لوقود السيارات، تهجين كهربائي.

2-4-2- الاستخدام الفعال .

1. فعالية الطاقة. ٢. إدارة جانب الطلب (DSM).

2-4-3-مكافحة التلوث.

1. قبل عملية الإحتراق. 2. بعد عملية الإحتراق

2-4-4- الموارد المتجددة غير الملوثة.

1. الطاقة الشمسية. 2.طاقة الرياح. 3. الحرارة الجوفية. 4. الطاقة المائية

5. المد والجزر. 6. خلايا الوقود. 7. الهيدروجين

2-5-الحلول الاجتماعية، الاقتصادية، السياسية والتنظيمية. [10]

2-5-1-سياسات السوق.

1. تغيرات الاستخدام النهائي التي يحركها السوق.

2. تغيرات الاستخدام النهائي التي تحركها الثقافة.

2-5-2- التحكم التنظيمي المباشر.

1. القيادة والمراقبةCAA, CAAA, EPACT
2. البرامج الحكومية DSM,LIHEAP,Effstandards,CAFE

2-5-3-الحكومة والأبحاث والتطوير.

1. التخفيضات الضريبية لمصادر الطاقة المتجددة PURPA. 2. نقل التكنولوجيا.

2-6- الطاقة المتجددة.

الطاقة المتجددة ويطلق عليها اسم الطاقة النظيفة أو الطاقة الخضراء (بالإنجليزية: clean energy) والمقصود بها الطاقة التي لا تنضب، في البداية لا بد من التعرف على أنواع الطاقة المتجددة، وهي طاقة الشمس وطاقة الرياح وطاقة المد والجزر، وتتميز بالإمدادات غير المحدودة، وأهم أهداف الطاقة المتجددة الحصول على مستقبل نظيف وأخضر، والحصول على الطاقة بأقل التك اليف، وإزاحة الطاقة التي تعمل على تلويث البيئة مثل الفحم والنفط[11]

2-6-1-أبرز استخدامات الطاقة المتجددة.

وقد تم استخدام الطاقة المتجددة منذ القدم، في توفير الإضاءة والنقل والتدفئة، مثل طاقة الرياح التي استخدمت هذه الطاقة لتحريك القوارب في المحيطات، كما استخدمت طواحين الهواء لطحن الحبوب، أما عن الطاقة الشمسية، فقد استخدمت في إشعال النار والطهي في بعض الأحيان، فما هي مميزات وعيوب الطاقة الشمسية، من مميزات هذه الطاقة أنها صديقة للبيئة، ومن عيوبها أنها تحتاج إلى تكلفة عالية لإنشائها[12]

2-6-2- سلبيات الطاقة المتجددة.

قدرة توليد الكهرباء لا تزال غير كافية: لا تزال هناك تحديات أمام توليد كميات كبيرة من الطاقة في تكنولوجيا الطاقة المتجددة مقارنة بالأشكال التقليدية لتوليد الطاقة مثل الوقود الأحفوري، لا يزال الوقود الأحفوري ينتج كميات كبيرة من الكهرباء اليوم إلى حد بعيد، هذا في الأساس يعني أنه لا يمكن الاعتماد عليها فقط لقوة الأمة بأكملها، هذا يعني أننا إما بحاجة إلى إنشاء المزيد من هذه المرافق لمواكبة الطلب المتزايد أو البحث عن طرق لتقليل استهلاكنا للطاقة، تشير هذه الظاهرة إلى أن توازن مصادر الطاقة المختلفة سيظل سائداً لبعض السنوات القادمة .

يمكن أن تكون الطاقة المتجددة غير موثوقة: تعتمد تقنيات الطاقة المتجددة كليًا على الطقس مثل الشمس والرياح لتتمكن من تسخير أي طاقة، في حال لم تكن الظروف الجوية جيدة بما فيه الكفاية ستفتقر تقنيات الطاقة المتجددة إلى القدرة على توليد أي كهرباء، وفيما يلي بعض متطلبات الطاقة المتجددة:

1. تتطلب المولدات المائية أمطارًا كافية لملئ السدود لتزويدها بالمياه المتدفقة .

2. تتطلب توربينات الرياح هبوب الرياح على الأقل بأقل سرعة رياح لتحريك ريشها.

3. تحتاج الألواح الشمسية إلى سماء صافية وأشعة الشمس للحصول على الحرارة اللازمة لتوليد الكهرباء وفي الليل لا يتم تجميعها.

مستويات منخفضة الكفاءة: لا تزال تقنيات الطاقة المتجددة جديدة بشكل كبير في السوق مما يعنيأنها لا تزال تفتقر إلى الكفاءة التي تشتد الحاجة إليها، إن الافتقار إلى المعرفة الكافية حول كيفية تسخير هذه الأشكال من الطاقة بشكل فعال يجعل تكلفة التركيب والصيانة لهذه المرافق عالية جدًا، وهذا يطرح مشاكل متوقعة وقد يخجل المستثمرون أيضاً من استثمار أموالهم خوفًا من عدم الحصول على عوائد بسرعة كبيرة.

لا يزال يولد التلوث: قد تكون الطاقة المتجددة خيارًا أفضل للانبعاثات من الوقود الأحفوري، لكنها ليست خالية تمامًا من التلوث، العديد من أشكال الطاقة المتجددة أو عمليات التصنيع الخاصة بها تنبعث منها غازات الدفيئة مثل الجسيمات في الهواء وثاني أكسيد الكربون أو ما هو أسوأ الميثان، ويرجع ذلك جزئيًا إلى أن الموارد اللازمة للطاقة المتجددة تُبنى باستخدام الوقود الأحفوري .

يتطلب رأس مال ضخم: يتطلب إنشاء مرافق توليد الطاقة المتجددة نفقات مالية ضخمة، فمثلا تركيب توربينات الرياح والألواح الشمسية ومحطات الطاقة الكهرومائية غير مكلفة نسبيا، ولكن تتطلب هذه المصانع استثمارات مسبقة للبناء ولها نفقات صيانة عالية وتتطلب تخطيطًا وتنفيذاً دقيقين، أيضًا يجب توصيل الكهرباء المولدة إلى البلدان والمدن مما يعني تكلفة إضافية لتركيب خطوط الكهرباء.

يأخذ مساحة كبيرة للتثبيت: يتطلب الأمر أكثر من 40 هكتارًا من الألواح لتوليد حوالي 20 ميجاوات من الطاقة باستخدام تقنيات توليد الطاقة الشمسية الحالية، تولد محطة الطاقة النووية ذات الحجم المتوسط حوالي 1000 ميغاواط من الطاقة على 259 هكتارًا في حين أن منشأة الطاقة الشمسية ستنتج أقل من 200 ميغاواط إذا أعطيت نفس المساحة، في تكنولوجيا طاقة الرياح الأرضية يتطلب التوربين 2 ميغاواط مساحة 5.1 فدان وفي نفس القدر من المساحة ستولد المنشأة النووية 850 ميغاواط كحد أقصى.

تكاليف التخزين باهظة الثمن: غالبًا ما نتغاضى عن تكلفة تخزين الطاقة المتجددة، في حالة الطاقة المتجددة يجب على الفرد تخزين الطاقة المجمعة مع تثبيت بطارية وإلا سيفقدها، تبلغ التكلفة الإجمالية لتخزين الطاقة حوالي 9 سنتات للكيلوواط في الساعة، ومع ذلك فإن تكلفة البطارية مقدما وهذا يعني 10000 دولار إلى 25000 دولار عند التثبيت فقط للبطارية، بعض أنواع البطاريات أيضا تبلى بسرعة كبيرة خاصةً إذا تم استخدامها بكامل طاقتها بشكل منتظم .

seconds of 0 seconds 0 قدرتها على إنتاج الطاقة لا تزال غير كافية إنّ قدرة الطاقة المتجددة لا تزال غير كافية لإنتاج الطاقة الكهربائية اللازمة، فعلى الرغم من أنهّا مصادر مستدامة للطاقة، إلّا أنّ كميات الطاقة التي تولدّها غير كافية مقارنةً بمصادر الطاقة غير المتجددة، وهذا يعني أنّه تأثرها بالطقس نظرًا لاعتماد الطاقة المتجددّة على ظروف مناخية معينة، فإنّ إنتاجها للطاقة يرتبط ارتباطًا وثيقًا بحالة الطقس، وقد تؤثر الحالة الجوية تأثيرًا سلبيًا على توليد الطاقة المتجددة، فمثلًا تؤثر كمية الأمطار وشدتها على فعالية وإنتاج المولدات المائية للطاقة الكهربائية.

كما تحتاج توربينات الرياح إلى رياح قوية لتحريك شفراتها، وتحتاج الألواح الشمسية إلى طقس غير غائم، وأشعة شمس جيدة للحصول على الحرارة اللازمة لإنتاج طاقة كهربائية.

من الصعب توليد كميات كافية من الطاقة الكهربائية في بعض المناطق، بسبب انعدام إمكانية الاعتماد على مناخ هذه المناطق في توفير شروط إنتاج الطاقة، وبالتالي لا يمكن لتلك المناطق الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة كليًا في توليد الكهرباء، ولكن قد يساعد إنشاء المزيد من محطات إنتاج الطاقة في زيادة إنتاج الطاقة الكهربائية، لسد أكبر حاجة ممكنة منها.

تحتاج تكلفة أولية عالية يمكن أن يكون استهلاك الطاقة المتجددة أقل تكلفة من استهلاك الطاقة غير المتجددة، إلّا أنّ التكلفة الأولية لإنتاج الطاقة المستدامة عالية إلى حد كبير، ويرجع السبب في ذلك إلى ارتفاع تكاليف التقنيات المستخدمة في إنتاجها مقارنةً بالتكاليف المستخدمة في إنتاج الطاقة التقليدية غير المستدامة، ممّا يجعل هذا السبب عائقاً أمام الاعتماد الكلي على الطاقة المستدامة. تحتاج إلى معدات تخزين باهظة الثمن تحتاج الطاقة المتجددة للتخزين كونها تتأثر بعوامل كثيرة ويتطلب تخزينها معدات تخزين باهظة الثمن، مقارنةً بمعدات تخزين الطاقة غير المتجددة مثل الغاز الطبيعي، الذي يمكن تخزينه ونقله بسهولة أكبر، وعلى الرغم من وجود بعض تقنيات التخزين للطاقة المستدامة، إلّا أنّ استخدامها لا يزال في إطار محدود، إمّا لعدم فاعليتها، أو لارتفاع تكاليفها .

تحتاج إلى مساحات واسعة تحتاج محطات الطاقة المتجددة إلى مساحات واسعة، إذ يتطلّب استخدام أكثر من 000,400 متر مربع لإنتاج نحو 20 ميغا واط من الطاقة باستخدام تقنيات توليد الطاقة الشمسية الراهنة، بينما تحتاج محطة توليد الطاقة النووية نحو 000,590,2 متر مربع لإنتاج 1000ميغا واط من الطاقة.

تكون خيار غير مجدي اقتصاديًا أحيانًا لا يعد استخدام الطاقة المستدامة مُجدٍ اقتصاديًا دائمًا، نظرًا لعدم وجود شبكة توزيع واسعة النطاق لنقلها إلى الأماكن المطلوب استخدامها فيها، بالإضافة إلى عدم إمكانية توليد كميات كافية من الطاقة الكهربائية لتعويض تكاليف إنشاء شبكات توزيع الطاقة المتجددة، كما يرتبط الجانب الاقتصادي أيضًا بالتكاليف العالية لتخزين الطاقة المستدامة .

تلُوّث البيئة لا شكّ أنّ الطاقة المتجددة هي خيار أفضل من ناحية التلوث البيئي مقارنةً بالطاقة غير المتجددة، ولكنها ليست خالية تمامًا من المخلفات الملوثة، فالعديد من أشكال الطاقة المتجددة، أو عمليات التصنيع الخاصة بها تنُتج غازات دفيئة، مثل غاز ثاني أكسيد الكربون، وغاز الميثان الذي يعد الأكثر سوءًا وتلويثاً للبيئة، يرجع جزء من السبب في تلويث الطاقة المتجددة للبيئة إلى استخدام الطاقة غير متجدده.

يمكن معالجة هذه المشكلة من خلال إنشاء المزيد من محطات إنتاج الطاقة المتجددة، لمواكبة الحاجة العالمية المتزايدة إلى الطاقة الكهربائية، أو من خلال إيجاد طرق جديدة للحد من استهلاك الطاقة، مع ضرورة استخدام الطرق التقليدية لترشيد استهلاك الطاقة الكهربائية، ولكن لن يعُتمد على استخدام الطاقة المتجددة تمامًا في الوقت الحالي، وحتى في المستقبل القريب[12]

2-7-الطاقة غير المتجددة.

هي الطاقة المُستخرجة من مصادر قابلة للنفاد، حيث يعتمد البشر اعتماداً كبيرًا على هذه المصادر في تلبية احتياجاتهم اليومية من الطاقة، وتتمتع هذه الطاقة بميزات أهمها انخفاض تكلفتها وعدم تأثرها بالطقس، إ لا أن لها سلبيا ت كمحدوديتها وتلويثها للبيئة من حولنا وتواجدها بكميات محدودة قد تنفد في أي وقت، وتختلف الطاقة غير المتجددة عن تلك المتجددة من حيث نوع المصادر وقابليتها للتجدد، إذ أن مخزون الطاقة غير المتجددة في تناقص كلما تم استخدامها على عكس مصادر الطاقة المتجددة[13]

2-7-1-استخدامات الطاقة غير المتجددة.

للطاقة غير المتجددة مزايا عدة، فهي متوفرة ومتاحة للاستخدام، كما أن عمليات استخراجها من مصادرها واستخدامها ليست باهظة التكاليف، ومنصات استخراجها لا تشغل حيزًا كبيرًا على عكس مصادر الطاقة المتجددة، وهي طاقة تتواجد بشكل دائم في الطبيعة ويتم توليدها طبيعيًا

كما تمنحنا المصادر غير المتجددة كميات وفيرة من الطاقة، والتي تستخدم في إمدادنا بالكهرباء وتشغيل المركبات وتزويد العديد من الصناعات بالمواد الأولية. ويعتمد البشر في الوقت الراهن على الموارد غير المتجددة كمصدر رئيسي للطاقة، إذ أن 80% من الطاقة المستخدمة سنويًا على مستوى العالم تستخرج من مصادر الطاقة غير المتجددة. وفيما يلي سنأتي على ذكر مميزا ت الطاقة غير المتجددة.

توفر طاقة مستمرة وغير متقطّعة يعيش إنسان العصر الحديث في عالمٍ لا يهدأ فيه هدير الآلات ، مجتمع يعتمد على الكثير من البضائع التي تنقلها الطائرات والباخرات والمركبات المختلفة، والتي تعتمد على الطاقة الأحفورية ومشتقات الوقود الأحفوري في تشغيلها.

إذ ان الوقود الأحفوري يعد المصدر الأول للطاقة عالمياً. ونظرًا لتوفر إمدادات الطاقة غير المتجددة ولقدرتها على منحنا معدلات وفيرة من الطاقة، يسهل الحفاظ على متطلبات الحيا ة الصناعية والإبقاء على فعاليتها دون انقطاع، وهي ذات كفاءة اقتصادية عالية إذ لا تتطلب وقتاً طويلًا في إنتاج حاجتنا من الطاقة. منخفضة التكاليف يعد إنشاء منصات لتوليد الطاقة المتجددة كمنصات طواحين الهواء والسدود باهظ التكاليف للغاية ويتطلب ضخًا كبيرًا لرأس المال، على عكس منصات الطاقة غير المتجددة التي نستخدمها منذ بزوغ الثورة الصناعية والتي لا يتطلب إنشائها تكاليف مماثلة.

كما أن تنافس العديد من الشركات العالمية في بنائها واستثمار حقول النفط والغاز المستخرجة منها، يسهم في خف ض تكاليف الاستخدام الكلية مقارن ةً بمصادر الطاقة المتجددة. كما يتطلب الأمر 30 ضعفًا من الطاقة المتجددة لتوليد الطاقة التي نحصل عليه ا من الوقود الأحفوري. وتعد أسعارها في متناول الغالبية العظمى من سكان الأرض كما يسهل تخزينها ونقلها توفر الطاقة غير المتجدد ة ناتج طاقة أقوى عندما نقوم بتنقية وتكرير النفط الخام وتحويله إل ى مشتقات قابلة للاستخدام، فإننا نحصل على طاق ة تفوق معدل الطاقة المستخرجة من المادة الخام بـ12 ضعفًا. كما يزودنا الوقود الأحفوري بالهيدروكربونات التي تتدخل في صناعة

الأجهزة والآلات من حولنا. وتتضاعف كميات الطاقة المستخرجة من الفحم إلى ثمانية أضعاف عقب تنقيته.

وكذلك عند تحويل الغاز إلى سائل في المعامل المختصة فإننا نحصل على وقود صالح لاستخدام المركبات. تتواجد بكميات محدودة وغير متجددة يعُد الوقود الأحفوريّ أحد مصادر الطاقة غير المتجددة، وق د تباينت توقعات الخبراء بشأن مستقبل الطاقة غير المتجددة خلال الثلاثين عامًا الماضية، في الوقت الذي تشيرفيه معظم التكهنات إلى نفاد مصادر الطاقة غير المتجددة في غضون 40 إلى 80 عامًا وتلقي مخاوف تراجع الطاقة الأحفورية بظلالها على جوانب حياتنا فهي تتذر بتغير بطبيعة الإقتصاد كما عهدناها، واستخدامًا، إ لّا أنّ كمي ة الطاقة الكهربائية المتولّدة من الطاقة الشمسية قد تختلف على حسب الوقت من اليوم والموسم، وعلى حسب الموقع الجغرافي أيضًا[14]

2-7-2-سلبيات الطاقة غير المتجددة.

تعد أضرار الطاقة غير المتجددة على البيئة أحد الموضوعات الشائكة في عالمنا المعاصر، فهي المسئولة عن الانبعاثات الكربونية التي أحدثت تآكلًا في طبقة الأوزون والذي انتهى إلى احتباسٍ للحرارة في محيط الغلاف الجوي للأرض فيما يسمى بظاهرة الإحتباس الحراري التي تتسبب في ارتفا عٍ متزايد لدرجات حرارة الأرض، كما أنها تلوث التربة والهواء والماء، كما تسببت في إحداث ظاهرة الأمطار الحمضية، ناهيك عن الأضرار الجسيمة المنعكسة على صحه[14]

2-8-وحدات الطاقه.

في عام 1843، اكتشف جيمس بريسكوت جول بشكل مستقل المعادل الميكانيكي في سلسلة من التجارب. أشهرها استخدم "جهاز جول": يسبب وزن تنازلي، مرتبط بخيط، في دوران مجداف مغمور في الماء، معزول عمليا عن انتقال الحرارة. وأظهر أن طاقة وضع الجاذبية التي فقدها الوزن في النزول كانت مساوية للطاقة الداخلية التي يكتسبها الماء من خلال الاحتكاك بالمجداف. في النظام الدولي للوحدات (SI)، وحدة الطاقة هي الجول، التي سميت باسم جول. على أنها وحدة مشتقة. إنها تساوي الطاقة المستهلكة (أو الشغل المبذول) في تطبيق قوة مقدارها نيوتن واحد خلال مسافة متر واحد. ومع ذلك، يتم التعبيرعن الطاقة أيضا في العديد من الوحدات

الأخرى التي ليست جزء SI)، مثل الإلرج والسعرات الحرارية والوحدات ا من (الحرارية البريطانية والكيلوواط ساعة والسعرات الحرارية، والتي تتطلب عامل تحويل عند التعبير عنها بوحدات SI وحدة معدل الطاقة في النظام الدولي للوحدات (الطاقة لكل وحدة زمنية) هي الواط، وهو جول في الثانية. إذن، الجول الواحد يساوي واط في الثانية، و3600 جول يساوي واحد واط في الساعة. وحدة الطاقة CGS هي الإلرج والوحدة الإمبراطورية والأمريكية المعتادة هي وحدة رطل قدم. تستخدم وحدات الطاقة الأخرى مثل إلكترون فولت أو السعرات الحرارية الغذائية أو السعرات الحرارية الديناميكية الحرارية على تغير درجة حرارة الماء في عملية التسخين)، والوحدات الحرارية البريطانية في مجالات (علمية وتجارة محددة)**[15]**

الفصل الثالث « الطاقة النووية »

3-1-الطاقة النووية

يُطلـق علـى الطاقـة النوويـة بالإنجليزيـة: (Nuclear Energy) اسـم الطاقـة الذريَّـة، وذلـك لارتباطها بعلاقة مباشرة بالنوى الذريَّة للعناصر، وإعادة تشكيلها للروابط بين الذرات، من خلال عمليتي الانشطار النووي والاندماج النووي، والذي يتم من خلالهما فك أو تكوين الروابط الذريَّة، مما ينتج عنه إطلاق كمية هائلة من الطاقة. كما يحدث الانشطار النووي نتيجة تقسيم نـواة الـذرة أو الذرات إلى ذرات أصغر في أجهزة خاصة تسُمى بالمفاعلات النوويـة، والتـي تسـتخدم بشـكل أساسي في محطات توليد الكهرباء. أمَّ ا الاندماج النووي فهي عملية دمج الذرات معًا لتكوين ذرَّة أكبر، وهي العملية الأساسية المسؤولة عن إمداد الشمس بالطاقة، إذ تبدأ العملية مـن البروتونـات التي تتكون من نواة هيدروجين واحدة في داخل لب الشـمس. ومـن خـلال المـرور بعـدة مراحـل تنتهي باندماج البروتونات معًا وتحويلها إلى هيليوم، ونتيجـة لحـدوث هـذا التحـول يطُلـق طاقـة هائلة تشع من اللب إلى باقي أجزاء الشمس. ينظر العلماء إلى الطاقة النووية كمصـدر حقيقـي لا ينضب للطاقة. ومما يثيـر المعارضـة حـول مسـتقبل الطاقـة النوويـة هـو التكـاليف العاليـة لبنـاء المفاعلات، ومخاوف العامة المتعلقة بالسلامة، وصـعوبة الـتخلص الآمـن مـن المخلفـات عاليـة الإشعاع. بالنسبة إلى التكلفة فهي عالية نسبيا من حيث بناء المفاعل ولكـن تلـك التكـاليف تعـوض بمرور الوقت حيث أن الوقود النووي رخيص نسبيا. وقد تقدمت الصناعات النووية كثيراً بحيث أن لديها الاستعدادات لحل مسائل سلامة تشغيل المفاعلات والتخلص السليم من النفايـات المشـعة الضارة. [16]

2-3- مكونـات المفـاعلات النوويـة يتكـون المفاعـل النـووي مـن عـدة مكونـات منها[17]

3-2-1-الوقود النووي.

الوقود النووي المستخدم في المفاعل النووي يتكون من فلزات مشعة تحافظ على تفاعل نووي متسلسل من خلال عملية الانشطار النووي لإنتاج الطاقة، ومن أكثر أنواع الوقود النووي شيوعًا اليورانيوم 235 والبلوتونيوم 239.

3-2-2-السائل الذي يتحكم في سرعة المفاعل.

تحتاج النيترونات المنبعثة من عملية الانشطار النووي في داخل قلب المفاعل إلى عامل يساعد في إبطاء سرعة انطلاقها، وذلك لضمان حدوث عمليات متسلسلة من الانشطار النووي لإنتاج الطاقة، وعادة ما يتم استخدام الماء كسائل يتحكم في سرعة المفاعل والذي يعمل أيضًا كواقي من الإشعاعات المنبعثة خلال عملية الانشطار النووي.

3-2-3-ذراع التحكم.

تتكون ذراع التحكم من قضبان مصنوعة من مواد لها القدرة على امتصاص النيترونات مثل؛ الهافنيوم أو الكادميوم أو البورون، لغاية إيقاف التفاعل أو التحكم في معدل حدوثه من خلال إخراجها أو إدخالها إلى قلب المفاعل.

3-2-4-بناء الاحتواء.

يتم تصميم هياكل خرسانية فولاذية تحيط بالمولدات البخارية والمفاعل النووي لمنع تسرب الإشعاعات الناتجة من الانشطار النووي في حال حدوث أي عطل بالداخل، بالإضافة إلى حماية المحطة من أي نوع من الاقتحامات الخارجية.

3-2-5- المحولات الحرارية.

المحول الحراري هو جزء من نظام تبريد المفاعل للماء المضغوط، حيث يعمل على فصل الدائرة الأولية للماء المتواجدة حول الوقود النووي عن الدائرة الثانوية للماء المضغوط، الذي بدوره يعمل على نقل الحرارة وتسخين الماء في الدائرة الثانوية لتكوين بخار عالي الحرارة والضغط ونقله من خلال أنابيب عالية التحمل باتجاه التوربين لإتمام عملية توليد الكهرباء.

3-2-6-مولد كهربائي.

ضخم يرتبط المولد الكهربائي بأحد الأجهزة الميكانيكية وهي التوربينات البخارية التي يتسبب البخار في دورانها، فعند دوران التوربينات يتسبب ذلك في دوران مغناطيس الدوار في المولد الكهربائي الذي يقع داخل ملف من الأسلاك ثابتة الموقع، مما يؤدي إلى تدفق الإلكترونات في الأسلاك وتوليد الكهرباء.

3-2-7-برج تبريد.

يلعب دور نظام التبريد دورًا أساسيًا في عملية إنتاج الطاقة، حيث يدخل سائل التبريد إلى داخل اللب بدرجة حرارة منخفضة، ليخرج بعد ذلك بدرجة حرارة مرتفعة نتيجة تجميعه للطاقة الناتجة عن عملية الانشطار النووي، ومن ثم يتم توجيهه إلى المحركات الديناميكية المسؤولة عن تحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة الكهربائية.

3-2-8-الطاقة النووية وتغير المناخ.

تعد محطات الطاقة النووية من المصادر المنخفضة في إنتاج ثاني أكسيد الكربون في أثناء تشغيلها؛ لذلك بينَّ الخبراء أن استخدام الطاقة النووية بدلاً من محطات الوقود الأحفوري يقلل بشكل ملحوظ من إنتاج الكربون في الجو، مما يحافظ على مستوى ارتفاع درجات الحرارة أقل من 5.1 درجة مئوية عالميًا. وذلك يُسهل عملية مقاومة التغير في المناخ، فعند استخدام محطات الطاقة النووية بدلاً من محطات الوقود الأحفوري سوف تقل الانبعاثات الكربونية بما يعادل إزالة ثلث عدد السيارات الكلي في العالم.

3-2-9-مستقبل الطاقة النووية.

ستساهم الطاقة النووية في المستقبل بشكل كبير في تحقيق التنمية المستدامة مع ازدياد عدد سكان العالم وزيادة الطلب والحاجة إلى الطاقة، ويتحقق ذلك بالحصول على إنتاج نوع من الطاقة تتميز بأنها صديقة للبيئة واقتصادية في تكلفتها وتوفر كمية كافية من الطاقة لتغطية ح اجات الابتكارات والصناعات المستقبلية، وتساهم في مقاومة تغير المناخ.عند النظر إلى نسب الانبعاثات من ثاني أكسيد الكربون خلال سنوات توليد الكهرباء السابقة بواسطة الوقود الأحفوري يلاحظ أن استخدام الطاقة النووية مع وسائل الطاقة المتجددة مثل الرياح والماء والطاقة الشمسية يمنع ويقلل من الانبعاثات الكربونية، بالإضافة إلى استدامة وإنتاجية أكبر أثناء إنتاج الكهرباء. يعمل التطور الآن على إيجاد تصاميم مبتكرة أكثر لإنشاء وصنع مفاعلات نووية تتميز بوسائل أمان وكفاءة وإنتاجية أعلى وبناتج نفايات وأضرار بيئية أقل، مما يجعل الطاقة النووية الخيار الأفضل لتحقيق الاستدامة في إنتاج الطاقة. بالإضافة إلى ذلك يتم في الوقت الحالي المساهمة في الخطط الابتكارية المستقبلية في تخصيص تمويل بين القطاع الخاص والحكومات لزيادة وتيرة التطورات التكنولوجية والتعامل بشكل احترافي أكثر مع التكلفة الاستثمارية المرتفعة المخصصة لبناء محطات الطاقة النووية والبنية التحتية.

3-3-استخدامات الطاقة النووية.

دائمًا ما يرتبط مصطلح الطاقة النووية بالحروب والأسلحة وأنه مصدر للقوة والتدمير، إلا أنَّ هناك الكثير من الاستخدامات للطاقة النووية التي تعكس النفع والفائدة على البشرية، بالإضافة إلى دورها في تحسين وتطوير مجالات عدة، مثل: التكنولوجيا، والطب، والطاقة، واستكشاف الفضاء، ومن أبرز استخدامات الطاقة النووي[18]

3-3-1 - توليد الكهرباء.

يعد توليد الكهرباء المستمر من أولويات الحياة التي لا يمكن الاستغناء عنها في الوقت الحالي، مما أدى إلى ضرورة البحث عن مصادر طاقة مستدامة لإنتاج الكهرباء مثل؛ الطاقة النووية، إذ إنَّ استخدام الطاقة النووية في توليد الكهرباء يحدث نتيجة عملية الانشطار النووي لذرات

اليورانيوم داخل المفاعلات النووية. مما ينتج عنها حرارة عالية تعمل بدورها على تسخين المياه إلى درجة الغليان، وتصاعد بخار الماء وصولاً إلى التوربينات الموجودة في محطة الطاقة النووية، التي تشبه إلى حد كبير طواحين الهواء، ويقوم بخار الماء بتحريك التوربينات ودوراناهما يؤُلد الكهرباء .

وتقوم المحطات النووية بتبريد بخار المياه المتصاعد مرة أخرى في جزء منفصل موجود في المحطة النووية يُسمى ببرج التبريد، أو يمكن الاستغناء عنه في حال توفر محيط أو برك أو نهر، ليتم بعد ذلك إعادة استخدام المياه المبردة في دورة توليد الكهرباء مرة أخرى واستمرار التزود بها. وبالرغم من أن الطاقة النووية طريقة غير مكلفة وموثوقة في الاستخدام إلا أن منتجاتها الثانوية قد أثارت الجدل في الكثير من القضايا التي تتعلق بتلوث البيئة والمياه.

3-3-2 - تصنيع الأسلحة النووية.

تعد الأسلحة النووية مثل القنابل الهيدروجينية أو الذرية هي أول ما يفكر فيه المرء عند ذكر الطاقة النووية، إذ تعمل هذه القنابل على مبدأ الاندماج والانشطار النووي، مما ينتج عنها طاقة هائلة تولد انفجارًا ضخمًا يغطي مساحات شاسعة من الأراضي، مما يسبب دمارًا وخسائر وخيمة للدول. ومن الجدير بالذكر أن الانفجارات النووية يمكن أن تخلق مستويات سامة من الإشعاع تتسبب في إلحاق الضرر بالأشخاص الذين نجوا من الانفجار، مما أجبر العديد من الدول من منع استخدام الأسلحة النووية في الحروب ضمن معاهدة دولية عام2017.

3-3-3-الطب النووي

يعد الطب النووي أحد فروع الطب الذي يعتمد بشكل أساسي على التقنيات النووية، ومن أبرز هذه التقنيات تقنية كوبالت 60 التي تستخدم أشعة جاما لتعقيم العديد من المنتجات والأدوات الطبية، مثل؛ القفازات، والمحاقن، والملابس، والأدوات، التي يؤدي التعقيم الحراري إلى إتلافها، فهي تعتبر من التقنيات الاقتصادية وذات الفاعلية الأفضل من تقنيات التعقيم الحراري باستخدام البخار.

وخاصة في حالة العناصر الحساسة للحرارة، مثل؛ المراهم، والمحاليل، والمستحضرات البيولوجية، مثل؛ الأعصاب، والجلد، والعظام، التي تستخدم في زراعة الأنسجة، ففي هذه الحالة يُفضل استخدام الإشعاع النووي في تعقيمها بدلاً من التعقيم الحراري .

بالإضافة إلى ذلك، تستخدم الطاقة النووية في الطب النووي في مجال الأشعة، وذلك بتقدير كميات صغيرة ومناسبة من هذه المواد المشعة أو الأدوية الإشعاعية لإظهار الأعضاء وبنيتها وفحص وظيفتها، مما يساعد الأطباء بشكل كبير في تشخيص وعلاج التشوهات، قبل وصول المرض إلى مراحل متأخرة، مثل؛ أمراض الغدة الدرقية والأمراض السرطانية.

3-3-1-3-ومن الفحوصات التي تستخدم الأشعة النووية ما يأتي:

أ-فحوصات القلب قياس وظائف القلب وتعيين العضلات التالفة نتيجة النوبات القلبية.

ب-مسح الغدة الدرقية قياس وظائف الغدة الدرقية والتأكد من عدم وجود كتل أو أورام.

ج- فحوصات الكلى تشخيص إعاقة التدفق الكلوي وبيان التشوهات الكلوية.

د- مسح العظام تحديد أسباب آلام العظام أو تحديد وجود الأورام والالتهابات.

ذ-مسح الغاليوم تشخيص الأمراض والأورام والالتهابات المعدية.

ر-مسح الدماغ بيان التدفق الدموي في الدماغ وتشخيص المشاكل الدماغية.

ز- فحوصات الثدي لتشخيص أورام وسرطانات الثدي باستخدام الأشعة السينية.

3-3-4-تعقيم الآفات الزراعية.

تستخدم الطاقة النووية بشكل فعّال في مجال الغذاء والزراعة، إذ تستخدم التكنولوجيا النووية في رفع مستوى الفعاليَّة والأمان في عملية تعقيم الآفات الزراعية بدلاً من استخدام المبيدات، فهي تعمل على القضاء بشكل نهائي على تكاثر الحشرات.

وليس ذلك فقط بل إنها تعمل على اختبار الأطعمة لضمان زوال المواد الضارة والملوثات عنها، وذلك لمنع انتقال ضررها إلى المواشي أو للإنسان، فهذه التقنية من التقنيات الجيدة لتحسين جودة المنتجات الزراعية وسلامة استهلاكها.

3-3-5-المفاعلات النووية.

تعد المفاعلات النووية قلب محطات الطاقة النووية، وذلك لأنها المصدر الرئيسي الذي يتحكم ويحتوي على التفاعلات النووية المتسلسلة التي تُنتج الطاقة والحرارة من خلال عملية الانشطار النووي الفيزيائي لبدء دورة توليد الكهرباء، كما أنها أكثر المنشآت والمصادر الموثوقة لإنتاج الكهرباء في العالم، إذ إنها لا تؤدي إلى انبعاث الكربون، وذلك ضمن أنظمة وإجراءات آمنة.

تعتمد المفاعلات النووية على مجموعة من التفاعلات المتسلسلة لعنصر اليورانيوم 235، فعند ضرب النيترون بنواة ذرة اليورانيوم 235 تتجزأ إلى نواة الكريبتون، ونواة الباريوم وعدد من النيترونات التي يتراوح عددها من اثنين إلى ثلاث تقريبًا؛ إذ تقوم النيترونات الناتجة بضرب ذرات اليورانيوم 235 المحيطة الأخرى لتحدث عملية الانقسام مرة أخرى.

وفي كل انقسام ينتج طاقة حرارية وإشعاعية تعمل على تسخين عامل تبريد المفاعل؛ وهو الماء، ليتصاعد البخار ومن ثم توجيهه باتجاه التوربينات والعمل على تحريكها؛ لتنشيط مولد الكهرباء، ومن ثم توليد كهرباء منخفضة الكربون.

3-4-أنواع المفاعلات النووية.

تتضمن المفاعلات النووية ستة أنواع مختلفة تستُخدم في مختلف أنحاء العالم، إذ يصُنف كل نوع اعتمادًا على نسبة تركيز اليورانيوم في الوقود النووي ونوع المبردات التي تنقل الحرارة والسائل المتحكم في سرعة عملية الانشطار النووي، وهذه الأنواع هي:[19]

1-مفاعل الماء المضغوط بالإنجليزية: (Pressurised water reactor)

2-مفاعلات الماء المغلي بالإنجليزية: .(Boiling water reactor)

3-مفاعلات الماء الثقيل المضغوط بالإنجليزية: (Pressurised heavy water reactor.)

4-مفاعلات تبريد الغاز المتقدمة)بالإنجليزية: .(Advanced gas-cooled reactor)

5-مفاعلات جرافيت الماء الخفيف)بالإنجليزية: Light water graphite-moderated reactor)

6-مولدات النيوترون السريع)بالإنجليزية.: (Fast neutron reactor)

يطلق على مفاعلات الانشطار النووي (The nuclear fission reactorsفي الولايات المتحدة الأمريكية مفاعلات الماء الخفيف""light water reactorsومنها مفاعل الماء المغلي ومفاعل الماء المضغوط وهي منتشرة كثيرا في العالم الغربي وفي اليابان وكوريا، وهي تختلف عن مفاعلات الماء الثقيل " "heavy water reactorsالتي تستخدم في كندا. والماء الخفيف هو الماء العادي الذي يستخدم في قلب المفاعل مع وحدات الوقود النووي كوسيط لتهدئة moderator سرعة النيوترونات، حيث يحتاج انشطار نواة ذرة اليورانيوم-235 أن تصدمها نيوترونات بطيئة وليست سريعة. كما يعمل الماء في نفس الوقت كمبرد وناقل للحرارة حيث يتحول في المفاعل إلى بخار ذو ضغط عالي. ويحدث ذلك في غلاية أو خزان كبير يسمى خزان الضغط للمفاعل وهو في شكل أسطواني رأسي، يبلغ قطرها 5 مترات بارتفاع 8 متر ذات جدار من الحديد الصلب بسمك 25 سنتيمتر.ويحتوي خزان الضغط وحدات الوقود النووي المخصب غاطسة في الماء وكذلك قضبان من مادة تمتص النيوترونات مثل سبيكة الصلب والبور أو الكادميوم، يمكن بواسطتها ضبط سير التفاعل النووي أو إيقافه. يُنتج التفاعل النووي طاقة حرارية كبيرة فيسخن الماء في خزان الضغط ويتحول إلى بخار ذو ضغط عالي. يرتفع ضغط البخار في خزان الضغط إلى نحو 350 ضغط جوي ويكون في درجة حرارة نحو 450 درجة مئوية. يوجه هذا البخار عن طريق أنابيب ضخمة ليدير زعانف التوربينات التي تدير بدورها مولدات القوي الكهربائية. بذلك تتحول **الطاقة النووية** إلى طاقة حرارية ثم إلى طاقة حركة التوربين إلى طاقة كهربائية لإدارة المصانع وإنارة البيوت. واستعمال الماء العادي يتطلب تخصيب وقود اليورانيوم لدرجة بين 5و2% إلى 5و3% باليورانيوم-235، وكلا النوعين من

المفاعلات اللذان يعملان بالماء الخفيف هما مفاعل الماء المضغوط (Pressurized water reactor (PWR

وتتم فيه دورتين)دورة أولية ودورة ثانوية(للماء والبخار من خزان الضغط إلى التوربينات ويفصلهما مبادلات للحرارة فيكون بخار تشغيل التوربينات معزولا عن دورة الخزان. والنوع الثاني من مفاعلات الماء العادي تسمى مفاعل الماء المغلي (Boiling water reactor BWR.) يستخدم مفاعل الماء المغلي دورة واحدة للماء والبخار من خزان الضغط إلى التوربينات ثم إلى خزان الضغط.. ويطلق علي مفاعلات الانشطار النووي في كندا مفاعلات الماء الثقيل حيث يعمل الماء الثقيل كوسيط بالمفاعل ويقوم الديوتيريوم، deuterium وهو الهيدروجين الثقيل الموجود في الماء الثقيل بتقليل سرعة النيترونات في التفاعل الانشطاري المتسلسل. وهذا النوع من المفاعلات لا يتطلب وقود يورانيوم مخصب بل طبيعي ويطلق علي هذه المفاعلات الكندية مفاعلات. CANDUكاندو.كما هناك نوع من المفاعلات النووية تعمل بدون ماء التبريد، ويستخدم فيها غاز الهيليوم كوسط لخفض سرعة النيوترونات وكناقل للحرارة في نفس الوقت. من مميزات هذا النوع من المفاعلات الذرية أنها يمكن أن تعمل باليورانيوم الطبيعي أو الثوريوم وهو عنصر نووي توجد خاماته الأولية في كثير من البلاد. علاوة على ذلك فإن مفاعل الثوريوم يعمل في درجات حرارة عالية تصل إلى 900 درجة مئوية، ولهذا يتمتع بكفاءة حرارية عالية. كما يمكن استغلال تلك الحرارة العالية مباشرة في بعض الإنتاجات الصناعية التي تتطلب درجات حرارة عالية. وقد طور هذا النوع من المفاعلات التي تسمى مفاعلات الثوريوم عالية الحرارة بنجاح في ألمانيا.

- مفاعل سريع بتبريد الرصاص ويستخدم في بعض الغواصات الروسية.
- مفاعل ملح منصهر تعمل بالثوريوم
- مفاعل بتبريد غازي تقدمي ويعمل باليورانيوم الطبيعي او لا يورانيوم المخصب
- مفاعل الماء الثقيل المضغوط وهو يعمل باليورانيوم الطبيعي.

3-5-ما مدى أمان الطاقة النووية على البيئة

إن الطاقة النووية هي ثاني مصدر للطاقة منخفضة الكربون لإنتاج الكهرباء بعد الطاقة الكهرومائية، إذ إن أغلب المشاكل البيئية هي من الانبعاثات الكربونية الناتجة عن الصناعات التي تعتمد على الوقود الأحفوري في تشغيلها، والتي تؤثر بشكل سلبي على المناخ؛ كحدوث ارتفاع في درجات الحرارة وظهور الضباب الدخاني والأمطار الحمضية، بالإضافة إلى تأثيرها على نقاء الهواء، مما أدى إلى زيادة ظهور الأمراض التنفسية والسرطانات وأمراض الأوعية والقلب.

انتشرت الطاقة النووية في الكثير من الدول، وذلك لإمكانية دمجها مع الطاقات المتجددة مثل الرياح وإنتاجها كمية كبيرة من الطاقة وتحقيقها مبدأ الطاقة المستدامة الصديقة للبيئة، وليس ذلك فقط وإنما إشغالها لمساحات أقل بكثير من المنشآت الأخرى المنتجة للطاقة مثل مزارع الرياح ومحطات تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية، إذ تزيد مساحة محطات الطاقة الشمسية ب 75 مرة عن المساحة التي تحتاجها المحطات النووية. كما تحتاج محطات الطاقة الشمسية إلى ما يعادل 3 ملايين لوح شمسي لإنتاج طاقة تعادل قيمة الطاقة التي تنتجها المحطات النووية، ففي هذه الحالة تعد محطات الطاقة النووية استثمارًا لا يُقارن مع مصادر الطاقة الأخرى.[20]

1-صمامات الأمان.

في حالة الطوارئ يمكن استخدام صماما ت الأمان لمنع انفجار الأنابيب أو انفجار المفاعل. صممت الصمامات بحيث يمكن استخلاص جميع معدلات التدفق مع زيادة ضئيلة في الضغط. في حالة القوة يتم توجيه البخار إلى غرفة قمع ويتكثف هناك. ترتبط الغرف على مبادل حراري بدائرة التبريد المتوسطة.

2-مضخة تغذية المياه.

يتم التحكم في مستوى المياه في مولد البخار والمفاعل النووي باستخدام نظام تغذية المياه. وتستخدم ايضاً مضخة تغذية المياه بمهمة أخذ المياه من نظام المكثفات، مما يزيد الضغط ويجبرها على مولدات البخار في حالة مفاعل الماء المضغوط أ و مباشرة في المفاعل لمفاعلات الماء المغلي .

3-امدادات الطاقة في حالات الطوارئ.

تتطلب معظم المحطات النووية مصدرين منفصلين لمحولات خدمة محطة تغذية القدرة خار ج الموقع التي تفصل بما فيه الكفاية في وحدة تخزين المحطة ويمكنها الحصول على الطاقة من خطو ط نق ل متعددة. بالإضافة إلى ذلك فيبعض المحطات النووية يمكن لمولد التوربينات أن يقوم بتشغيل المحطة عن طريق محولات خدمة المحطة التي تستخرج الطاقة من قضبان خروج المولد قبل أن تصل إلى المحول الأعلى تحتوي هذه المحطات أيضا على محولات خدمة المحطة خار ج الموقع مباشرة من ساحة التبديل. حتى مع التكرار من اثنين من مصادر الطاقة لا يزال من الممكن فقدان كامل للطاقة خارج الموقع. وقد تم تجهيز محطات الطاقة النووية بالطاقة الطارئة.

3-6-تأثير الإشعاع على الكائنات.

يتسبب الإشعاع النووي عند الجرعات الإشعاعية الكبيرة في تشوهات وإعاقات تصعب معالجتها وقد يصل تأثيرها إلى حد موت من يصاب بها. ويؤثر الإشعاع النووي مباشرة على مكونات الخلايا الحية نتيجة تفاعلات لا علاقة لها بالتفاعلات الطبيعية في الخلية. وحجم الجرعة المؤثرة يختلف حسب نوعية الكائن الحي فهناك حشرات تموت عندما تمتص أجسامها طاقة نووية تصل فقط 20 جراي)وحدة(ْ)1 جراي == جول لكل كيلو جرام من الجسم المعرض للإشعاع النووي ،(Gray == J/kgوحشرات لا تموت إلا عندما تصل الجرعة إلى حوالي 3000 جرأيْ)ضعف الجرعة السابقة 150 مرة(. تأثر الثدييات يبدأ عند جرعة لا تزيد عن 2 جْراي، والفيروسات تتحمل جرعة تصل 200 جراي أي ضعف الجرعة المؤثرة على الثدييات 100 مرة.

وكمية النفايات المشعة نتيجة الانشطار النووي بمحطات إنتاج الكهرباء بالمفاعلات النووية محدودة مقارنة بكمية النفايات بالمحطات الحرارية التي تعمل بالطاقة الأحفورية كالنفط أو الفحم. فالنفايات النووية تصل 3 ميليجرام لكل كيلو واط ساعة) 3 (mg/kWhمقابل حوالي 700 جرام ثاني أكسيد الكربون لكل كيلو واط ساعة بالمحطات الحرارية العادية لكن هذه الكمية الصغيرة جد

أ من الإشعاع النووي قد تكون قاتلة أو قد تتسبب في عاهات وتشوهات لا علاج لها. لهذا فإن جميع الدول التي تستخدم الطاقة النووية لإنتاج الطاقة الكهربائية تعمل على التخلص من تلك النفايات المشعة بدفنها في الطبقات الجيولوجية العميقة تحت سطح الأرض بعيداً عن الناس، وقد تستمر فاعلية الإشعاعات لقرون بل لآلاف السنين حتى يخمد هذا الإشعاع أو يصل إلى مستوى يعادل الإشعاع الطبيعي. لهذا يحاول العلماء حالياً توليد الطاقة النووية عن طريق الاندماج النووي بدلا من الانشطار النووي الذي تنشطر فيه ذرات اليورانيوم وتعطي بروتونات ونيوترونات وجسيمات دقيقة، تـحُول حركتها إلى حرارة في ماء التبريد ومن بخاره المرتفع الضغط تـؤُلد الطاقة الكهربائية. ومشكلة توليد الكهرباء من المفاعلات النووية تتمثل في النفايات المشعة التي تسفر عن العملية. وهذه النفايات ضارة بالبشر وهذا ما جعل العلماء يسعون للحصول على الطاقة عن طريق تقنية الاندماج النووي التي تجري حالياً في الشمس والتي تسفر عن نفايات مشعة قليلة [20].

3-6-1-يقول خبراء الصناعة النووية.

إن التقنية والإشراف الجديدين جعلا من المحطة النووية أكثر أمانا، ولكن وقعت الحوادث فامنذو وقوع كارثة تشيرنوبيل في عام 1986 حتى اليوم وقعت حوادث كثيرة ووقع ثلثا هذه الحواد ث في الولايات المتحدة. ووفقا لفريق متعدد التخصصات من معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا في عام 2003 قدر أنه نظرا للنمو المتوقع للطاقة النووية من عام 2005 إلى عام 2055، فمن المتوقع حدوث أربعة حوادث نووية خطيرة على الأقل في تل ك الفترة. ومع ذلك فإن دراسة معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا لا تأخذ في الاعتبار التحسينات في مجال السلامة منذ عام 1970.

3-6-2-السلامة والحوادث.

شهدت تصاميم المفاعلات النووية الحديثة العديد من التحسينات في مجال السلامة منذ الجيل الأول من المفاعلات النووية. لا يمكن لمحطات الطاقة النووية أن تنفجر مثل القنبلة النووية لأن الوقود لمفاعلات اليورانيوم ليس اليورانيوم المخصب بما فيه الكفاية والأسلحة

النووية تتطلب متفجرات دقيقة لإجبار الوقود على حجم صغير بما يكفي للذهاب فوق المرحلة الحرجة. وتتطلب معظم المفاعلات التحكم المستمر في درجة الحرارة لمنع الانهيار النووي الذي يحدث في مناسبات قليلة من خلال حادث أو كارثة طبيعية والإفراج عن الإشعاع وجعل المنطقة المحيطة غير صالحة للسكن. يجب الدفاع عن المحطات ضد سرقة المواد النووية)على سبيل المثال القنبلة القذرة(.

3-6-3-تعويض الحوادث .

حددت اتفاقية فيينا بشأن المسؤولية المدنية عن الأضرار النووية إطارا دوليا للمسؤولية النووية.

بيد ان الدول التي لديها محطات الطاقة النووية في العالم بما فيها الولايا ت المتحدة وروسيا والصين واليابان ليست طرفا في اتفاقيات المسؤولية النووية الدولية. في الولايات المتحدة يتم تغطية التأمين على حادث نووي أو الحوادث الإشعاعية)بالنسبة للمرافق المرخص لها حتى عام 2025(من قبل تعوي ض السعر والنداء للصناعات النووية. والحال ماثل في إنجلترا حيث تكون بموجب سياسة الطاقة في المملكة المتحدة من خلال قانون المنشآت النووية لعام 1965، تخضع المسؤولية للأضرار النووية التي يكون المرخ ص لها نوويا في المملكة المتحدة مسؤولا عنها. ويقضي القانون بدفع تعويض عن الضرر الذي يصل إلى 150 مليون جنيه استرليني من قبل المشغل المسؤول لمدة عشر سنوات بعد وقوع الحادث. وبعد عشر سنوات تفي الحكومة بهذا الالتزام. وتتحمل الحكومة أيضا مسؤولية إضافية محدودة عبر الحدود)حوالي 300 مليون جنيه استرليني(بموجب الاتفاقيات الدولية)اتفاقية باريس بشأن المسؤولية الثالثة للطرفين في مجال الطاقة النووية واتفاقية بروكسلال مكملة لاتفاقية باريس

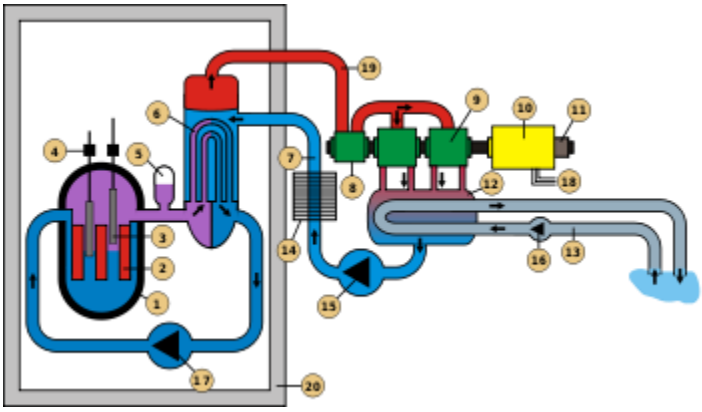
3-7-إيجابيات وسلبيات الطاقة النووية

إن الطاقة النووية سلاح ذو حدين، لديها جوانب إيجابية وجوانب سلبية، والتي تم ذكر أهمها في الجدول الاتي. **[الجدول(3-1)يوضح مقارنه بين إيجابيات وسلبيات الطاقه][21]**

	إيجابيات الطاقة النووية	سلبيات الطاقة النووية
1-	التكلفة التشغيلية لإنتاج الكهرباء منخفضة مقارنة بتكلفة إنتاج الطاقة من الوقود الأحفوري.	التكلفة الإنشائية الأولية لمحطات الطاقة النووية مرتفعة جدا.
2-	مصدر ثابت للطاقة لا تتأثر بأي عوامل خارجية مثل المناخ	احتمالية حدوث الحوادث والإنفجارات النووية، وتأثيرها يكون طويل المدى في حال حدوثها.
3-	الإنتاج المستقر والدائم للطاقة وإمكانية دمجها مع مصادر الطاقة المتجددة مثل: الرياح والطاقة الشمسية.	خطورة النفايات المشعة الناتجة من إنتاج الطاقة النووية في حال عدم تخزينها بشكل آمن؛ مما يؤدي إلى تلوث البيئة.
4-	صديقة للبيئة، إذ لا تنتج أي انبعاثات كربونية أثناء تشغيلها.	التأثير على البيئة بشكل سلبي من خلال عملية تخصيب اليورانيوم في حال بقاء كمية من الجزيئات المشعة وراءه؛ مما يؤدي إلى تسريبها للمصادر المائية القريبة وتلوثها.
5-	توفر الوقود بكميات وفيرة وكافية.	محدودية إمدادات الوقود النووي لمخزون اليورانيوم والثوريوم والذي لا بد ان ينفذ بالنهاية؛ بسبب اعتمادهم على عملية الانشطار النووي لتوليد الطاقة، وعدم إيجاد طريقة لحد الآن لإنشاء مفاعل نووي من الاندماج النووي.
6-	تحقق كثافة عالية بكثافة الطاقة من الطاقة مقارنة التي تنتج من الوقود الأحفوري مثل الغاز والنفط بما يعادل 8000 مرة.	الحاجة إلى الكثير من الماء مما يجعل استخدامها عائقا في الدول التي تعاني من ندرة المياه والأمطار.

3-8-محطات الطاقة النووية.

تعتبر محطات التوليد الطاقة النووية نوعاً من محطات التوليد الحرارية البخارية، حيث تقوم بتوليد البخار بالحرارة التي تتولد في فرن المفاعل. الفرق في محطات الطاقة النووية أنه بدل الفرن الذي يحترق فيه الوقود يوجد الفرن الذري الذي يحتاج إلى جدار عازل وواق من الإشعاع الذري وهو يتكون من طبقة من الآجر الناري وطبقة من المياه وطبقة من الحديد الصلب ثم طبقة من الأسمن ت تصل إلى سمك مترين وذلك لحماية العاملين في المحطة والبيئة المحيطة من التلوث بالإشعاعات الذرية.



[الشكل(3-1)مفاعل نووي يعمل بالماء المضغوط] [20]

والمفاعل النووي تتولد فيه الحرارة نتيجة انشطار ذرات اليورانيوم بضربات النيوترونات.

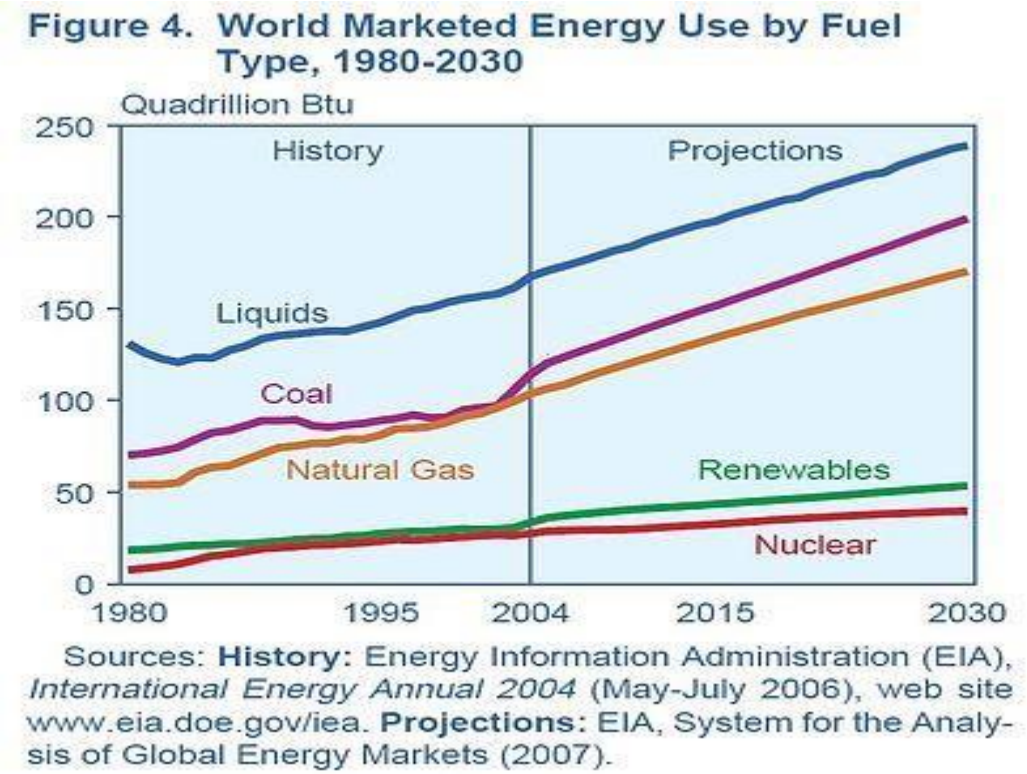
وتستغل هذه الطاقة الحرارية الهائلة في غليان المياه في المراجل وتحويلها إلى بخار ذات ضغط عال ودرجة حرارة نحو 480 درجة مئويـة. ثم يسلط هذا البخار ذو الضغط المرتفع)نحو 380 ضغط جوي(على زعانف توربينات بخارية صممت ليقوم البخار السريع بتدوير محور التوربينات وبذلك تتحول الطاقة البخارية إلى طاقة ميكانيكية على محور هذه التوربينات. ويرُبط محور التوربين مع محور المولد الكهربائي فيدور محور المولد الكهربائي (ALTERNATORبنفس السرعة فتتولد على طرفي الجزء الثابت من المولد الطاقة الكهربائية.

نفذت أول محطة توليد نووية في العالم في عام 1954 وكانت في الاتحاد السوفيتي بطاقة 5 ميجا واط. عندما توصل العلماء إلى تحرير الطاقة النووية من بعض العناصر كاليورانيوم والبلوتونيوم.

فوقود المفاعلات النووية اليورانيوم المخصب بكمية تكفي لحدوث تفاعل انشطاري تسلسلي يستمر من تلقاء ذاته. ويوضع الوقود في شكل حزم من قضبان اليورانيوم طويلة داخل قلب المفاعل الذي هو عبارة عن غلاية كبيرة مضغوطة شديدة العزل ذات جدار سميك)نحو 25 سنتيمتر من الفولاذ.(ويتم الانشطار النووي بها لتوليد حرارة لتسخين المياه وتكوين البخار عال الضغط، الذي يدير زعانف التوربينات التي تتصل بمولدات كهربائية. ويتم ضبط معدل تشغيل المفاعل عن طريق إدخال قضبان تحكم في قلب المفاعل من مادة الكادميوم التي تمتص النيوترونات الزائدة. فكلما تم تقليل عدد النيوترونات في المفاعل كلما بطء معدل انشطار أنوية اليورانيوم.

وكان أول مفاعل نووي قد أقيم عام 1944 في هانفورد بأمريكا لإنتاج مواد الأسلحة النووية وكان وقوده اليورانيوم الطبيعي. وكانت المادة المهدئة لسرعة النيوترونات ليست الماء وإنما الجرافيت فكان ينتج البلوتونيوم لاستخدامة في صناعة القنابل الذرية. ولم تكن الطاقة المتولدة من المفاعل تسُتغل. ثم بُنيت أنواع مختلفة من المفاعلات في كل أنحاء العالم لتوليد الطاقة الكهربائية. وتختلف في نوع الوقود والمبردات والمهدئات. وفي أمريكا يستعمل الوقود النووي في شكل أكسيد اليورانيوم المخصب حتى 3% باليورانيو م- 235 والمهدئ والمبرد من الماء النقي. وهذا النوع من المفاعلات يطلق عليها مفاعلات الماء الخفيف)أي الماء العادي[20]

3-9-تخصيب اليورانيوم.



[الشكل(3-2)مخطط توضيحي التخصيب اليورانيوم] [20]

اليورانيوم : هو المادة الخام الأساسية للمشروعات النووية المدنية والعسكرية. ويستخلص من طبقات قريبة من سطح الأر ض أو عن طريق التعدين من باطن الأرض. ورغم أن مادة اليورانيوم توجد بشكل طبيعي في أنحاء العالم ، لكن القليل منه فقط يوجد بشكل مركز كخام. وحينما تنشطر ذرات معينة من اليورانيوم في تسلسل تفاعلي يسمى بالانشطار النووي.، ويحدث ببط ء في المنشآت النووية، وبسرعة هائلة في حالة تفجير سلاح نووي. وينجم عن ذلك انطلاق الطاقة وفي الحالتين يتعين التحكم في الانشطار تحكما بالغا. ويكون الانشطار النووي في أفضل حالاته حينما يتم استخدام النظائر من اليورانيوم-235)أو البلوتونيوم 239 (، والمقصود بالنظائر هي الذرات ذات نفس الرقم الذري ولكن بعدد مختلف من

النيوترونات. ويعرف اليورانيوم-235 **بالنظير الانشطاري** لميله للانشطار محدثا تفاعلا تسلسليا، يطلق الطاقة في صورة حرارية.

وحينما تنشطر نواة ذرة من اليورانيوم-235 فإنها تطلق نيترونين أو ثلاث نيوترونات. وحينما تتواجد إلى جانبها ذرات أخرى من اليورانيوم-235 تصطدم بها تلك النيوترونات مما يؤدي لانشطار الذرا ت الأخرى، وبالتالي تنطلق نيوترونات أخرى. و لا يحدث التفاعل النووي إلا إذا توافر ما يكفي من ذرات اليورانيوم-235 بما يسمح بأن تستمر هذه العملية كتفاعل متسلسل يتواصل من تلقاء نفسه. أو ما يعرف بالكتلة الحرجة . غير أن كل ألف ذرة من اليورانيوم الطبيعي تضم سبع ذرات فقط من اليورانيوم-235القادرة على الانقسام. بينما تكون الذرات الأخرى الـ993 من اليورانيوم الأكثر كثافة ورقمه الذري يورانيوم-238 فلا تتميز بخاصية الانقسام عند امتصاصها للنيوترون. ومفاعلات الماء الخفيف Light Water Reactorsهي نوع من المفاعلات الانشطارية النووية The Nuclear Fission Reactors التي تستعمل في الولايات المتحدة لأمريكية وإنجلترا واليابان وفرنسا والمانيا والصين وكندا بلجيكا لتوليد القوي الكهربائية وتستخدم الماء العادي كوسيط في التسخي ن الماء وتحويله إلى بخار عالي الضغط لتشغيل التوربينات لتوليد الكهرباء من المولدات. وهذا يتطلب تخصيب وقود اليورانيوم الخام ويحتوي اليورانيوم الطبيعي على نسبة 0,7% من يورانيوم-235 وهو نظير ينشطر، وأما 99,3% الباقية فهي يورانيوم-238 لا ينشطر. واليورانيوم الطبيعي يخصب بحيث يصبح به من

2,5 - 0 و4% يورانيوم- 235 القابل للانشطار فيكون صالحا للاستخدام في مفاعلات الماء الخفيف التي تعمل ب الولايات المتحدة الامريكية وبلاد عديدة أخرى مثل اليابان وفرنسا وإنجلترا والمانيا وغيرهم، بينما مفاعلات الماء الثقيل Water The Heavyالتي تعمل في كندا تستخدم اليورانيوم الطبيعي.

وفي حالة التخصيب يتطلب تزويد المفاعل النووي ب 30 طن من اليورانيوم المخصب إلى درجة 5 و3% لإمداد مفاعل واحد بالوقود النووي لمدة عام إذا كان يعمل بقدرة 1000 ميجاوات. وعملية تخصيب اليورانيوم Uranium Enrichment تتم بتخلل مادة هكسافلوريد اليورانيومUranium Hexaflouride الغازية وراء حاجز من مادة مسامية فتزيد نسبة اليورانيوم-235في اليورانيوم من 7و0% إلى نحو 5و3%. وذلك لأن نفاذية اليورانيوم-235 في الحاجز المسامي تكون أعلى من نفاذية النظير يورانيوم-238 الأثقل منه، وبتكرار عملية النفاذية خلا ل حواجز متتالية مرات كثيرة ترتفع نسبة اليورانيوم-235 من 7و

0% إلى 5 و3 % ويصبح بذلك صالحا للإستخدام في المفاعلات النووية التي تعمل بالماء العادي، مثل مفاعل الماء المغلي .

كما يمكن فصل مادة اليورانيوم-235 الخفيفة نسبيا بطريقة أخرى عن يورانيوم-238 بواسطة آلات الطرد المركزي، وهو ما تتبعه إيران في الوق ت الحاضر. ووقود اليورانيوم اللازم للمفاعلات الانشطارية لا يصنع قنبلة ذرية لأن القنبلة تحتاج تخصيب أكثر يصل إلى 90% يورانيوم-235 لكي يتم **تفاعل متسلسل** سريع وقت الانفجار.

واليورانيوم والبلوتونيوم المخصبان بنسبة مرتفعة جد اً يستخدمان في صنع القنابل النووية. لأن اليورانيوم المرتفع الخصوبة به نسبة عالية من اليورانيوم-235 غير المستقر والمركز صناعيا المخصب (والبلوتونيوم Plutoniumيصنع نتيجة معالجة وقود اليورانيوم في المفاعلات الذرية أثناء عملها حيث تقوم بع ض ذرات اليورانيوم)حوالي 1% من كمية اليورانيوم(بامتصاص نيترون neutron لإنتاج عنصر جديد هو البلوتونيوم الذي يستخلص بطرق كيميائية. ولصنع التفجير النووي يدمج اليورانيوم أو البلوتونيوم المخصبان بطريقة معينة بمتفجرات تقليدية تعمل على تكون كتلة الحرجة. وهذا الدمج يعمل على تكثيف المادة النووية آني ا فينتج التفاعل المتسلسل وينتج الانفجار النووي المدمر.

ويمكن تخصيب اليورانيوم بعدة طرق. ففي برنامج تصنيع الأسلحة النووية بأمريكا يتبع طريقة الانتشار الغازي باستغلال النفاذية المختلفة لكل من يورانيوم-235 ويورانيوم-238 في المواد. يتم ذلك بتحويل اليورانيوم الطبيعي)نسبة يورانيوم-235 فيه 7و0% فقط(إلي غاز هكسافلوريد اليورانيوم Uranium Hexafluoride ثم يضخ خلال حاجز مسامي يسمح لذرات يورانيوم-235بالمرور خلاله بسرعة أكبر من سرعة نفاذية بقية ذرات اليورانيوم ، وبتكرار هذه العملية في عدة دورات يرتفع تركيز اليورانيوم-235 إلى نحو 90% فيصلح لصنع الأسلحة النووية، وهذا ما اتبعته الولايات المتحدة الأمريكية خلال الحرب العالمية الثانية[لصنع قنبلة هيروشيما. إما الصين وفرنسا وبريطانيا والاتحاد السوفيتي فقد لجؤا إلي طريقة تخصيب اليورانيوم بطريقة الطرد المركزي لغاز هكسافلوريد اليورانيوم بسرعة عالية بدلا من طريقة الانتشار الغازي، وهذا ما تتبعته إيران حاليا لتخصيب اليورانيوم. وطبقا لهذه الطريقة يحول اليورانيوم الطبيعي إلى غاز هكسافلوريد اليورانيوم بالتسخين ثم يدخل في آلة طرد مركزي تدور بسرعة كبيرة. وبتأثير قوة الطرد المركزي تتجه ذرات اليورانيوم الأثقل يورانيوم - 238 إلى حافة أسطوانة الطرد المركزي ،بينما تبقى ذرات اليورانيوم- 235)الأخف(في وسط الأسطوانة، ويتركز اليورانيوم- 235 في وسط الأسطوانة فيسُحب ويُفصل.

وتستخدم هذه الطريقة لتخصيب اليورانيوم أيضا في الهند وباكستان وإيران وكوريا الشمالية، وهي تختصر الطاقة المستخدمة للتخصيب عن طريقة النفاذية الغازية. وهناك طريقة التدفق النفاث المتبعة في جنوب أفريقيا وطريقة الفصل للنظير بالكهرومغناطيسية التي كان العراق يتبعها قبل حرب الخليج عام 1991. ويمكن استعمال طريقة التخصيب بالليزر لفصل اليورانيوم بتحويل المعدن إلى بخار وبتسليط أشعة الليزر عليه فتثير ذرات اليورانيوم- 235 والتي تتجمع وتتركز بالتأثير الإلكتروستاتيك، وهذه التجربة تمت في كوريا الجنوبية عام 2000 سرا. [20]

3-10-انهاء الطاقة النووية.

[الشكل.(3-3)انهاء الطاقة] [20]

انهاء الطاقة النووية مصطلح يتم إطلاقه على عملية إغلاق محطات الطاقة

النووية تدريجياً بشكل منظم من قبل بعض الدول التي تملك هذه المفاعلات. السبب في رغبة هذه الدول في انهاء الطاقة النووية على أراضيها هي النفايات النووية الضارة التي لا يمكن إعادة تصنيعها. وحاليا فقد بدأ العديد من الدول مثل السويد وألمانيا في إعادة نظرتها بالنسبة إلى قرارها السابق بشأن إنهاء الطاقة النووية، خصوصا بعد تفاقم مشكلة الانحباس الحراري على الأرض، بسبب تركيز إنتاج الطاقة الكهربائية بوساطة محطات التي تعمل بالفحم والبترول، والتي تنتج قدرا هائلا من ثاني أكسيد الكربون ، الذي يرفع بشكل مستمر درجة الحرارة على الأرض. [20]

3-11-مفاعل نووي.

المفاعل النووي وهو قلب المحطة حيث يتم توليد الحرارة الأساسية للمفاعل من خلال الانشطار النووي الخاضع للرقابة ومع هذا فالحرارة يتم تسخينها بواسطة المبرد الذي يقوم بعملية الضخ من خلال المفاعل وبالتالي تتلاشى الطاقة من المفاعل. أيضا يتم استخدام الحرارة من الانشطار النووي لرفع البخار الذي يمر عبر توربينات البخار. حيث تقوم التوربينات بعمل قوى للمولدات الكهربائية . عادة ما تعتمد المفاعلات النووية على اليورانيوم لتغذية تفاعل السلسلة ويعرف اليورانيوم بمعد ن ثقيل جدا ومتوفر بوفرة على الأر ض ومياه البحر وكذلك متوفر في معظم الصخور . يوجد اليورانيوم الطبيعي في نظيرين مختلفين :

اليورانيوم 238)U-238(وهو ما يمثل 3.99٪ .

اليورانيوم 235)U-235(وهو ما يمثل حوالي 7.0٪.

النظائر هي ذرات من نفس العنصر مع عدد مختلف من النيوترونات وللمعلومية اليورانيوم 238 لديه 146 من النيوترونات واليورانيوم 235 لديه 143 النيوترونات . النظائر المختلفة لها سلوكيات مختلف ة على سبيل المثال اليورانيوم 235 هو الانشطار مما يعني من السهل تقسيمه ويعطي الكثير من الطاقة مما يجعله مثالي للطاقة النووية. من ناحية أخرى اليورانيوم 238 ليس لديه هذه الميزة على الرغم من أنه نفس العنصر. وتتميز النظائر المختلفة بنصف عمر مختلف وللمعلومية نصف العمر هو مقدار الوقت الذي يستغرقه نصف عينة من عنصر إشعاعي إلى الاضمحلال على سبيل المثال اليورانيوم 238 لديه نصف عمر أطول من اليورانيوم 235 لذلك يستغرق وقتا أطول إلى الاضمحلال مع مرور الوقت. وهذا يعني أن اليورانيوم 238 أقل إشعاعية من اليورانيوم 235 . إن الانشطار النووي يخلق النشاط الإشعاعي ويحيط بالمفاعل درع واقي حيث يقوم هذا الاحتواء بامتصاص الإشعاع ويمنع

المواد المشعة من الانتشار في البيئة. بالإضافة إلى ذلك تم تجهيز العديد من المفاعلات بقبة من الخرسانة لحماية المفاعل ضد الحوادث الداخلية والآثار الخارجية.[20]

12-3- توربينات البخار.

الغر ض من التوربينات البخارية هو تحويل الحرارة الموجودة في البخار إلى طاقة ميكانيكية. وعادة ما يكون بيت المحرك المزود بالتوربينات البخارية مفصول هيكليا عن مبنى المفاعل الرئيسي. ويتم محاذاة ذلك لمنع الحطا م من تدمير التوربينات في العملية من التحليق نحو المفاعل. في حالة مفاعل الماء المضغوط يتم فصل التوربينات البخارية عن النظام النووي للكشف عن تسرب في مولد البخار وبالتالي مرور المياه المشعة في مرحلة مبكرة، يتم تركيب متر النشاط لتتبع البخار من مولد البخار. وعلى النقيض من ذلك تمر مفاعلات الماء المغلي بالماء المشع عبر التوربينات البخارية لذلك يتم الاحتفاظ بالتوربين كجزء من المنطقة التي تسيطر عليها إشعاعي ا لمحطة الطاقة النووية. [20]

13-3- نظام التبريد ومولد الكهرباء.

يعتبر نظام التبريد أهم عملية حيث يتم إزالة الحرارة من قلب المفاعل ونقلها إلى منطقة أخرى من المحطة لتسخير الطاقة الحرارية لإنتاج الكهرباء أو للقيام بعمل لغر ض آخر. المولد وهو الذي يقوم بتحويل الطاقة الميكانيكية الموردة من التوربين إلى طاقة كهربائية وتستخدم مولدات منخفضة القطب ذات قدرة عالية. [20]

14-3-مفاعل سيزر.

تمكن كلوديو فيلبون العالم النووي ومدير مركز الطاقة المتطورة في جامعة ميريلاند الأمريكية من ابتكار وتصميم مفاعل سيزر CAESARالمتطور لإنتاج الكهرباء دون التسبب في أي تلوث نووي، أو انتشار الإشعاعات النووية. عكس المفاعلات النووية التقليدية التي تدار بأذرع وقود اليورانيوم 238 المزود بحوالي 4% من اليورانيوم 235. وعند اصطدام النيوترون بذرة اليورانيوم 235، تنشطر إلى نويات وتنطلق كمية من الطاقة في شكل حرارة ومزيد من النيوترينات التي تصطدم بالذرات الأخرى. ويتحكم «الوسيط» بإدخاله بين قضبان الوقود ليبطا

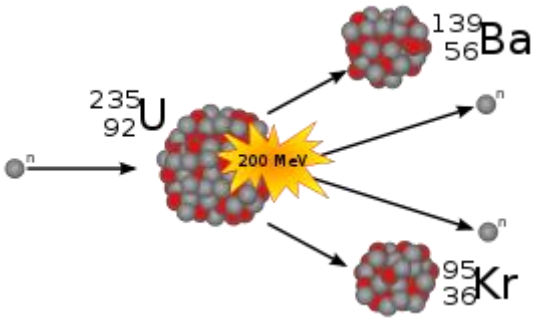
بعض النيوترينات لتتحرك ببطء بدرجة كافية بحيث تعمل على انشطار أنوية الذرات. لكن بعد عامين أو ثلاثة من تشغيل المفاعل، تصبح ذرات اليورانيوم 235 الباقية غير كافية فتظهر الحاجة إلى قضبان وقود جديدة. لكن مفاعل سيزر يعتمد على انشطار ذرات اليورانيوم 238 داخل قضبان الوقود بواسطة نيوترونات تتحرك بسرعة مناسبة نتيجة وجود البخار كوسيط في المفاعل، بالتحكم في كثافته بدقة، لإبطاء مرور النيوترينات للحصول على الانشطار المطلوب من ذرة اليورانيوم 238. وحدوث تفاعل نووي مصحوبا بانطلاق الطاقة وانطلاق مزيد من النيوترينات، التي تصطدم بدورها بذرة أخرى من اليورانيوم وهكذا. والمفاعل سيزر يمكن تشغيله لعقود دون الحاجة إلى إعادة تزويده بالوقود[20]

3-15-الانشطار نووي.

الانشطار النووي هو عملية انقسام نواة ذرة ثقيلة إلى قسمين أو أكثر، وبهذه العملية يتحول عنصر معين إلى عنصر أخر وينتج عن عملية الانشطار نيوترونات وفوتونات عالية الطاقة بالأخص اشعة غاما وجسيمات نووية مثل جسيمات ألفا واشعة بيتا. يؤدي انشطار العناصر الثقيلة إلى تولد كميات ضخمة من الطاقة الحرارية والإشعاعية. تستخدم عملية الانشطار النووي في إنتاج الطاقة الكهربائية في المفاعلات النووية ، كما تستعمل لإنتاج الأسلحة النووية. ومن العناصر النووية الانشطارية الهامة والتي تستخدم كثيراً في المفاعلات الذرية

مادتي اليورانيوم -235 وبلوتونيوم -239، والتي هي عماد الوقود النووي. وفي الوقود النووي يتم ما يسمى بالتفاعل المتسلسل حيث يصطدم نيوتروناً مع نواة ذرة اليورانيوم-235 فتنقسم إلى قسمين؛ ويصاحب هذا الانقسام انطلاق عدد من النيوترونات يقدر عادة من 2-3 نيوترونات وفي المتوسط 5.2 نيوترون. ويمكن لتلك النيوترونات الناتجة أن تصطدم بأنوية أخرى من اليورانيوم-235 وتتفاعل معها وتعمل على انشطارها. بذلك يزيد معدل التفاعل زيادة تسلسلية قد يؤدي إلى الانفجار إذا لم ننجح في ترويضه والتحكم فيه. وفي المفاعلات النووية التي تستخدم لإنتاج الطاقة الكهربائية يُستعمل اليورانيوم -235 أو البلوتونيوم -239 بنسبة 3.5 % في مخلوط أكسيد اليورانيوم لإنتاج الطاقة. ويحتاج مفاعل نووي كبير يعمل بقدرة 1000 ميجاوات إلى نحو 100 طن من أكسيد اليورانيوم تكفيه لمدة ثلاثة سنوات. إلا أن الطريقة الاقتصادية لتشغيل المفاعل النووي تتطلب إيقاف تشغيل المفاعل كل سنة لمدة عدة أسابيع، يجري خلالها استبدال

ثلث كمية الوقود النووي المستهلك بوقود جديد، وكذلك لإجراء أعمال الصيانة والتفتيش عن أي خلل قد يحدث ومعالجة الخلل.



[الشكل(3-4)توضيحي للانشطار ذره اليورانيوم اوالبلتونيوم الحصول على الطاقة]

[20]

انشطار نواة اليورانيوم -235 عند اصطدامه بنيوترون. ينتج عن الانشطار طاقة قدرها 200 مليون إلكترون فولت .اليورانيوم والبلوتونيوم هما العنصران المستخدمان في إنتاج الطاقة بواسطة الانشطار النووي.

كل ذرة من ذرات اليورانيوم أو البلوتونيوم) أ و أ ي عنصر آخر (لها "نواة " عند مركزها تتكون من " بروتونات " و " نيوترونات ".الانشطار النووي: عندما يتصادم نيوترون سائب مع ذرة يورانيوم أو بلوتونيوم فان نواة الذرة " تأسر " النيوترون.عندئذ تنفلق النواة إلى جزئين، مطلقه كميه هائلة من الطاقة كما أنها تحرر نيوترونين أو ثلاثة تتصادم هذه النيوترونات مع ذرات اخرى ويحدث نفس الانشطار في كل مره، وهو ما يسمى بالتفاعل المتسلسل ملايين الملايين من الانشطارات يمكن ان تحد ث في جزء من المليون من الثانية. وهذا هو ما يحدث عندم ا تنفجر قنبلة ذرية وعندما تنتج الطاقة النووية للأغراض السلمية العادية فانه يلزم إبطاء التفاعل المتسلسل.

ولإنتاج الطاق ة للأغراض العادية تحدث الانشطارات في اله تسمى المفاعل النووي أو الفرن الذري. يتم التحكم في سرعة الانشطارات بطرق مختلفة في إحدى الطرق تستخدم قضبان التحكم التي تقصى بعض النيوترونات بعيدا عن التفاعل. لاندماج النووي: هذا

أيضا يسمى التفاعل النووي الحراري لأنه يحدث فقط عند درجات حرارة عالية جد اً. وهو عكس الانشطار النووي. حيث تنصهر تتحد معا نواتان خفيفتان لتكونا نواة أثقل.تأتي الطاقة الشمسية الهائلة من الاندماج النووي، اذا تنصهر أنوية ذرات الهيدروجين الخفيفة لتكون ذرات الهيليوم الأثقل. تنطلق أثناء ذلك كميات هائلة من الطاقة في صوره حرارة. لاندماج النووي هو الذي ينتج الطاقة المدمرة للقنبلة الهيدروجينية. ومع ذلك، يمكن للاندماج النووي في المستقبل ان يكون احد أعظم المصادر الثمين ة للطاقة السليمة لأنه يمكنه استخدام مياه البحار البحيرات والنهار في إنتاج القوى النووية. الطاقة النووية هي الطاقة التي تنطلق أثناء انشطار أو اندماج الأنوية الذرية. تشكل الطاقة النووي ة 20% من الطاقة المولدة بالعالم. العلماء ينظرون إلى الطاقة النووية كمصدر حقيقي لا ينضب للطاقة. وما يثير الشكوك حول مستقبل الطاقة النووية هو التكاليف النسبية، والمخاوف العامة المتعلقة بالسلامة، وصعوبة التخلص الآمن من المخلفات عالية الإشعاع.[20]

3-16- الاندماج نووي.

الاشعاع النووي إن لم يكن قاتلا فهو يتسبب في عاهات وتشوهات وإعاقات تصعب معالجتها. وتنتج من تأثير الإشعاع النووي على مكونات الخلايا الحية نتيجة تفاعلات لا علاقة لها بالتفاعلات الطبيعية في الخلية. وحجم الجرعة المؤثرة يختلف حسب نوعية الكائنات فهناك حشرات تموت عندما تمتص أجسامها طاقة نووية تصل فقط 20 وحدة جْرايْ)جول لكل كيلو جرام من الجسم المعرض للإشعاع النووي Gray = J/kg)، وحشرات لا تموت إ لا عندما تصل الجرعة الئ حوالي 3000 جرايْ) ضعف الجرعة السابقة 150 مرة(. تأثر الثدييات يبدأ عند جرعة لا تزيد عن 2 جْراي، والفيروسات تتحمل جرعة تصل 200 جراي أي ضعف الجرعة المؤثرة على الثدييات 100 مرة.

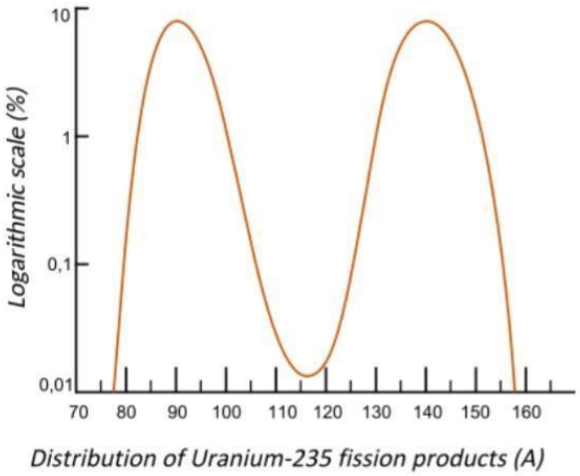
وكمية النفايات المشعة نتيجة الانشطار النووي بمحطات إنتاج الكهرباء بالمفاعلات النووية محدود ة مقارنة بكمية النفايات بالمحطات الحرارية التي تعمل بالطاقة الأحفورية كالنفط أو الفحم . فالنفايات النووية تصل 3 ميليجرام لكل كيلو واط ساعة)3 mg/kWh(مقابل حوالي 700 جرام ثاني أكسيد الكربون لكل كيلو واط ساعة بالمحطات الحرارية العادية لكن هذه الكمية الصغيرة جد ا من الإشعاع النووي قد تكون قاتلة أو قد تتسبب في عاهات وتشوهات لا علاج

لها. وقد تستمر فاعلية الإشعاعات لقرون بل لآلاف السنين حتي يخمد هذا الإشعاع أو يصل إلى مستوى يعادل الإشعاع الطبيعي. لهذ ا يحاول العلماء توليد الطاقة النووي ة عن طريق الاندماج النووي بد لا من الانشطار النووي الذي فيه ذرات اليورانيوم تنشطر وتعطي بروتونات ونيوترونات وجسيمات دقيقة من الطاقة التي تولد الكهرباء. ومشكلة توليد الكهرباء من المفاعلات النووية تتمثل في النفايات المشعة التي تسفر عن العملية. وهذه النفايات ضارة بالبشر وهذا ما جعل العلماء يسعون للحصول علي الطاقة عن طريق تقنيه الاندماج النووي التي تجري حاليا في الشمس والتي تسفر عن نفايات مشعة قليلة [20]

17-3- نواتج الانشطار.

ينتج عن انشطار نواة اليورانيوم نواتين صغيرتين في أغلب التفاعلات، كما من الممكن أن ينتج عن الانشطار أكثر من نواتين. وقد تكون "أنصاف" نواة اليورانيوم الناتجة زوجا من نوكليدات مختلفة. وغالبا ما تنتج نواة لها كتلة ذرية خفيفة نسبيا)نحو 90(مصحوبة بنواة ثقيلة)كتلة ذرية 140(. ولذلك يبين منحنى توزيع الأنوية الناتجة عن الانشطار قمتين)توزيع كتلة الأنوية الناتجة(. ويبقى مجموع البروتونات والنيوترونات قبل التفاعل وبعده ثابتا. وعل سبيل المثال نذكر هنا حالتين ممكنتان للانشطار النووي للبلوتونيوم- 239 بواسطة امتصاصه لأحد النيوترونات:

$$\Gamma c + 3\,{}^{1}_{0}n \quad {}^{239}_{94}Pu + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{144}_{56}Ba + {}^{94}_{38}Sr + 2\,{}^{1}_{0}n$$



توزيع الأنوية الناتجة عن الانشطار بحسب كتلهم الذرية A

[الشكل(3-5)توزيع الأنوية] [20]

نواتج الانشطار تكون أنوية ذرية متوسطة الكتلة، وفي نفس الوقت غنية بالنيوترونات. وهي لذلك عناصر غير مستقرة ويصدرون في العادة نيوترونات زائدة عن مقدرتهم الاحتفاظ بها خلال عدة ثوان من بعد تكونهم، وتكون لهم أهمية في ضبط معدل التفاعل الجاري في مفاعل نووي. وتتحلل بعض تلك الأنوية الناتجة عن الانشطار عن طريق تحلل بيتا إلى عناصر أخرى. وتحلل بيتا لا يغير من الكتلة الذرية وينتهي تحلل بيتا المتتابع عند نواة مستقرة، وقد تستغرق تحللات بيتا الأخيرة قرب الوصول إلى العنصر المستقر أعمار النصف طويلة على مدي مئات السنين أو آلاف السنين.

ولمعرفة سلاسل نواتج تحلل بيتا التالية للانشطار يمكن الرجوع إلى المصادر العلمية مثل . ينتج عن كل انشطار لنواة يورانيوم واحدة قدر هائل من الطاقة يبلغ نحو 200 مليون إلكترون فولت تظهر في صورة حرارة وإشعاع، ويمكن استغلال الحرارة لتوليد بخار ماء، ومن بخار الماء توليد كهرباء عن طريق توربين و مولد كهربائي ، وهذا ما يجري في مفاعل نووي . [20]

18-3- مشروعات نووية مستقبلية .

على الرغم من معارضات كثيرة للطاقة النووية فالعالم ينظر إلى الطاقة النووية للتقليل من الاعتماد على النفط والفحم والغاز لإنتاج الطاقة الكهربائية.

الصين : يعمل بها 11 مفاعل نووي، وتقوم حاليا بإنشاء 14 مفاعل، وتخطط لإنشاء 115 مفاعل جديد.

فرنسا: يعمل بها 59 مفاعل نووي، وتقوم حاليا بإنشاء 1 مفاعل، وتخطط لإنشاء 2 مفاعلين.

الهند: يعمل بها 17 مفاعل نووي، وتقوم حاليا بإنشاء 6 مفاعل، وتخطط لإنشاء 38 مفاعل.

اليابان: يعمل بها 53 مفاعل نووي، وتقوم حاليا بإنشاء 2 مفاعل، وتخطط لإنشاء 14 مفاعل.

روسيا: يعمل بها 31 مفاعل نووي، وتقوم حاليا بإنشاء 8 مفاعل، وتخطط لإنشاء 36 مفاعل

اوكرانيا: يعمل بها 15 مفاعل نووي، وتخطط لإنشاء 22 مفاعل.

الولايات المتحدة لأمريكية : يعمل بها 104 مفاعل نووي، وتقوم حاليا بإنشاء 1 مفاعل، وتخطط لإنشاء 31 مفاعل.

المملكة العربية السعودية : قامت بإنشاء هيئة تعنى بالطاقة النووية باسم مدينة الملك عبد الله للطاقة الذرية والمتجددة، وأعلنت انها ستمتلك 16 مفاعل نووي عام 2030.

الإمارات العربية المتحدة: تخطط لإنشاء أول محطة نووية عام 2017.

جمهورية مصر العربية: يعمل بها مفاعلين نووين بأنشاص وسيدي كرير وتقوم حالياً بإنشاء محطة نووية في مدينة الضبعة وسيبدأ العمل عام 2019

الكويت: تم تشكيل اللجنة الوطنية لاستخدامات الطاقة النووية للأغراض السلمية في مارس 2009 ويرأسها سمو الشيخ ناصر المحمد الأحمد الجابر الصباح رئيس مجلس الوزراء. ومن المتوقع أن يتم إنشاء أول مفاعل نووي كويتي عام 2025.

كما تخطط الدول لأنشاء نحو 200 مفاعل نووي بالإضافة إلى ما سبق حتى عام 2050[٧] **[22][23]**

الاستنتاج

على مدار عقود عديدة، أثبتت الطاقة النووية كفاءتها وأصبحت جزءا الا يتجزأ من توازن الطاقة العالمية. وخلال الخمسين عاما القادمة، سوف تستهلك البشرية طاقة أكثر مما تم استهلاكه طوال التاريخ الماضي بأكمله. ولم تصدق التنبؤات السابقة عاما بشأن نمو استهلاك الطاقة وتطوير تقنيات جديدة لتوليد الطاقة: فمستوى الاستهلاك ينمو بشكل أسرع بكثير؛ وبينما سوف تصبح مصادر الطاقة الجديدة في المتناول على نطاق واسع وبأسعار معقولة بحلول عام 2030 ،يتجلى الآن عجز الوقود الأحفوري أكثر من أي وقت سابق، كما تصبح فرص تشييد محطات توليد طاقة كهرومائية محدودة إلى حد كبير ال ينبغي أن ننسى الأنشطة التي تهدف إلى مكافحة الاحتباس الحراري والتي تفرض قيوداً على إحراق البترول والغاز والفحم في محطات توليد الطاقة الحرارية. قد يكون حل المشكلة في الاتجاه النشط للطاقة النووية وهو ما يعد أحد المجالات الأحدث والأسرع نمواً في الاقتصاد العالمي. ويتزايد اليوم عدد الدول التي أدركت الحاجة إلى بدء الاعتماد على الطاقة النووية السلمية. حيث أن للطاقه النوويه:

1 -قدرة انتاجيه كبيره في توليد الطاقه :

يمكن ان يولد 1كغ من اليورانيوم طاقة تزيد بمقدار 90 ألف مرة عما يولده 1 كغ من الفحم.

2 -قابلية اعادة الاستخدام :

توفر التقنيات الحديثة امكانية الانتقال إلى دورة الوقود المغلقة حيث يتم استخدام منتجات الوقود عدة مرات بينما يتم الاحتفاظ بالنفايات عند الحد الأدنى.

3 -تقليل الانبعاث:

تسهم محطات الطاقة النووية في أوروبا كل عام بتجنب انبعاث 700 من غاز ثاني أكسيد الكربون كما تجنب محطات الطاقة النووية العاملة في روسيا انبعاث 210 مليون طناً من غاز ثاني أكسيد الكربون سنويا إلى الغلاف الجوي.

4 -التطور الاقتصادي :

تسهم كل وظيفة واحدة في تشييد محطة الطاقة النووية في خلق 10 وظائف في القطاعات ذات صلة. ويساهم تطور الطاقة النووية في نمو البحث العلمي والقدرات الفكرية.

• المصادر

1- Mort Walker (1996), CONCEPT OF ENERGY, United States: Centre Daily Times, Page 8,

2-Scientific Forms of Energy", .ei.lehigh.edu,10-2008 ،Pages 1,3,

3-What is energy?", .eia.gov,11-12-2018، Retrieved 19-1-2020.

4- "Types of energy", .khanacademy.org, Retrieved 21-1-2020. Edited.

5-"What is Energy", .uwsp.edu, Retrieved 21-1-2020. Edited^ .

6-EnergyResourceTypes",webcache.googleusercontent.com, 21-1-2020..

7- ENERGY SCENARIO", beeindia.gov.in, Page ،15-12-2019. "Energy sources ",.eniscuola.net,

8-Introduction to Energy",.need.org,2018، Page 9,

9."Benefits and Disadvantages of Nuclear Energy", large.stanford, Retrieved 25/8/2021.

10. https://.eionet.europa.eu/gemet/.

11. ↑What is renewable energy? Definition, types, and challenges", .power and beyond, 28/8/2021.

12.Advantages and disadvantages of renewable energy", news.energysage,

13. What Are Fossil Fuels?", nationalgeographic.Retrieved 8-8-2018. E" Is renewable energy too weather-dependent?", buffalonews, Retrieved 22/82021".Fossil Fuels", ourworldindata.org.Retrieved 8-8-2018. "Renewable vs Non-renewable", solarfunda.Retrieved 8-8-2018.

14."Advantages and Disadvantages of Non-Renewable.Energy", greengarage.8-8-2018.

15. NIST Guide for the Use of the International System of Units (SI): Appendix B8—Factors for Units Listed Alphabetically

16.Nuclearenergy",britanca, Retrieved 3/10/2021 ^ .

17.↑_Office of Nuclear Energy (29/3/2021), "NUCLEAR 101: How Does a Nuclear Reactor Work?", energy.gov,

18. Jennifer Betts, "Nuclear Energy Examples and Uses", yourdictionary, 3/10/2021 .

19. Kate Green (30/2/2019), "Nuclear power and its water consumption secrets", monarchpartnership, 3/10/2021 .

20.Bethel Afework, Ethan Boechler, Jordan Hanania, Ellen Lloyd, Kailyn Stenhouse, Luisa Suarez, Jason DonevToor, JJason Donev

(27/9/2021), "Nuclear fuel", energyeducation, Retrieved 4/10/2021.

21."Benefits and Disadvantages of Nuclear Energy", large.stanford, 25/8/2021.

22.Mikhail Chudakov (1/9/2016), "Nuclear Energy for the Future", IAEA International Atomic Energy Agency.

23.World Nuclear Association. Another drop in nuclear generation *World Nuclear News*, 05 May 2010. نسخة محفوظة 07 أكتوبر 2017 على موقع واي باك مشين.صحيفة الشرق الأوسط[وصلة مكسورة] نسخة محفوظة واي باك مشين على موقع 2020 مارس 25.