{ طرق توليد الكهرباء و المشاكل المصاحبة لها }

بحث تخرج

إعداد

إبراهيم سر الختم حسن

مقدم الى الأكاديمية العربية الدولية كلية الهندسة

لإستكمال متطلبات التخرج و نيل درجة البكالوريوس

تخصص هندسة كهربائية

ربيع ٢٠٢٣-٢٠٢٤

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على اشرف المرسلين
نبينا محمد عليه افضل الصلاة واتم التسليم وعلى اله وصحبه
ومن تبعه باحسان الى يوم الدين اما بعد ،،،،
قال تعالى بعد بسم الله الرحمن الرحيم

(وقل اعملوا فسيرا الله عملكم ورسوله و المؤمنين)

ارجو من الله ان يكون قد وفقني في طريقة تقديم المشروع
وعرضه بأسلوب علمي منسق بما يتناسب مع قدراتي الاولية .

AIACADEMY.INFO

اما بعد

أتوجه بالشكر و التقدير
الي

الأستاذ / محمد الصانع المؤسس و المدير التنفيذي

الدكتور / طه محمد العبود المدير العام

لإتاحة لي الفرصة لي الفرصة لكي اكمل تعليمي لدرجة البكالوريوس

كما أتوجه بالشكر الى كل أعضاء فريق عمل الاكاديمية العربية الدولية بما فيهم
الأستاذة / امل
و الأستاذ الفاضل / ياسر صادقة
بمساعدتي الوقوف معي حتى تمكنت من اكمال هذا المشروع فلهم منا جزيل الشكر والتقدير

فصول البحث :

الفصل الأول : الطاقة الكهرمائية

الفصل الثاني : محطات التوليد البخارية

الفصل الثالث : محطات التوليد عن طريق الاحتراق الداخلي

الفصل الرابع : محطات التوليد النووية

الفصل الخامس : محطات التوليد بالطاقة الشمسية

الفصل السادس :محطات التوليد بواسطة الرياح

الفصل السابع :محطات التوليد من المد والجزر

الفصل الثامن :امثلة لمشاريع الطاقة المتجددة في الشرق الاوسط

مقدمة

تعرّف الطاقة غير المتجددة بأنّها الطاقة المنتَجة من مصادر قابلة للنفاذ أو تلك التي تحتاج لفترات زمنية طويلة جداً من أجل تجديدها، مثل الوقود الأحفوري الذي يحتاج إلى ملايين السنين لإعادة تجديده مرّةً أخرى؛ نظراً إلى أنّه يتكوّن بشكل أساسي من مادة الكربون التي تمتد فترة تكوّنها من ٣٠٠-٣٦٠ مليون سنة، كما يُعدّ الوقود الأحفوري مصدراً قيّماً للطاقة، فكلفة إنتاجه واستخراجه منخفضة نسبياً، كما أنّه يتميّز بسهولة التخزين والنقل من مكان لآخر، لكنّه في الوقت ذاته له تأثيرات سلبية على البيئة؛ فاحتراق جزئيات الوقود الأحفوري تُسبّب تلوّث الهواء والماء والتربة، وزيادة نسبة ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي تُسبّب ما يُسمّى بالاحتباس الحراري وهو زيادة نسبة غازات الدفئية فوق معدّلاتها الطبيعية الضرورية للحياة.

اما الطّاقة المتجددة هي الطّاقة المُستَمّدة من الموارد الطبيعية التي لا تنفذ وتتجدد باستمرار مثل الرياح والمياه والشمس المتوفرة في معظم دول العالم، كما يمكن إنتاجها من حركة الأمواج والمد والجزر أو من طاقة حرارية أرضية وابتكارات أخرى، وهي تختلف أساسا عن الوقود الأحفوري من بترول وفحم وغاز الطبيعي، فلا تنشأ عن الطّاقة المتجددة عادةً مخلّفات الوقود الأحفوري الضارّة للبيئة مثل تلك المؤدية لزيادة

الاحتباس الحراري كثنائي أكسيد الكربون باستثناء استخدام الوقود الحيوي لتوليد الطاقة من مواد نباتية، حيث أنه بالرغم من أن مخلفاتها تزيد الاحتباس الحراري إلا أنها يمكن أن تكون مستدامة، فيعتبرها الاتحاد الأوروبي والأمم المتحدة كطاقة متجددة .

كما أن الطاقة المتجددة لا تشمل استخدام الوقود النووي متجنبة المخلفات الذرية الضّارة النّاتجة عن المفاعلات النوويّة .

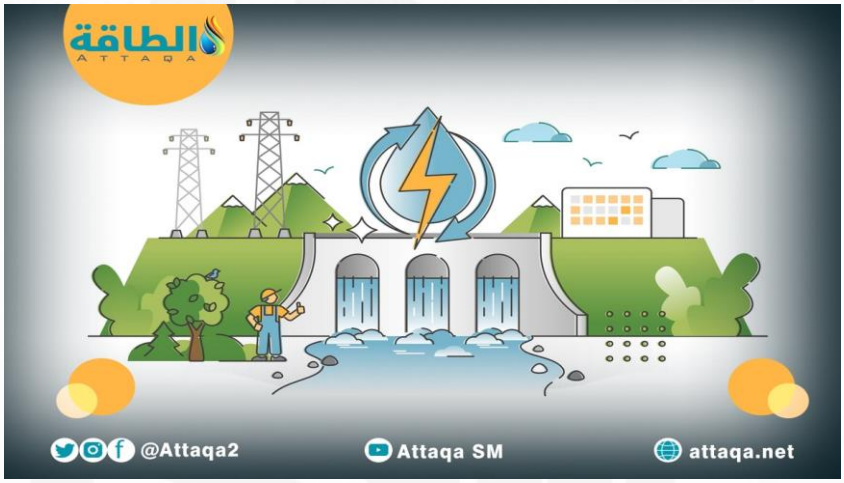
حالياً أكثر إنتاج للطّاقة المتجددة يُنتج في محطات القوى الكهرمائية بواسطة السّدود العظيمة أينما وجدت الأماكن المناسبة لبنائها على الأنهار ومساقط المياه، وتستخدم تقنيات توليد الطاقة التي تعتمد على الرياح والطّاقة الشمسيّة على نطاق واسع في البلدان المتقدّمة وبعض البلدان النّامية؛ فمؤخرا اضحت وسائل إنتاج الكهرباء باستخدام مصادر الطّاقة المتجددة أمرا مألوفاً، وهناك بلدان عديدة وضعت خططاً لزيادة نسبة .

وفي هذا البحث سناخذ بالتفصيل جميع مصادر انتاج الكهرباء (المتجددة و غير المتتجدة) ومشاكلها وتاثيراتها على البيئة آملين من الله عز وجل التوفيق والسداد .

الفصل الأول

الطاقة الكهرومائية

الطاقة الكهرومائية



دعت العديد من التقارير المعنية بالطاقة إلى ضرورة التوسع في مشروعات من الماء، باعتبارها أحد مصادر الطاقة المتجددة والنظيفة التي تعوّل عليها العديد من دول العالم في تأدية دور رئيس نحو خفض الانبعاثات وتحقيق الحياد الكربوني.

وعلى الرغم من التحديات التي تواجهها أو ما يُعرب بتوليد الكهرباء من الماء، جراء التغيرات المناخية، التي تدفع إلى تنامي الجفاف حول العالم، استحوذت الطاقة الكهرومائية على ٣٧٪ (١,٢ تيرا واط) من سعة المركبة عالميًا (٣,٣٧ تيرا واط)، بنهاية ٢٠٢٢، وفق تقديرات الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (آيرينا) وعلى الرغم من الدور المهم لتوليد الكهرباء من الماء في تلبية الطلب المتزايد على الكهرباء، وتأديتها دورًا مهمًا في تأمين احتياجات العديد من دول العالم، خاصة النامية منها، فإن آليات توليد الكهرباء من الماء تثير حيرة العديد من غير المتخصصين .

تاريخ الطاقة الكهرومائية

يُعد توليد الكهرباء من الماء واحدة من أقدم مصادر الطاقة لإنتاج الطاقة الميكانيكية والكهربائية، كما أنها أكبر مصدر لإجمالي توليد الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة في العالم حتى الآن وظلت كذلك في أميركا حتى عام ٢٠١٩.

ومنذ آلاف السنين، استعمل الناس الطاقة الكهرومائية لقلب عجلات المجذاف على الأنهار لطحن الحبوب، وقبل توفر الطاقة البخارية والكهرباء في الولايات المتحدة، كانت مصانع الحبوب والأخشاب تعمل بالطاقة الكهرومائية مباشرة.

وكان أول استعمال صناعي للطاقة الكهرومائية لتوليد الكهرباء من الماء في الولايات المتحدة خلال عام ١٨٨٠ لتشغيل ١٦ مصباحًا من مصابيح قوس الفرشاة في مصنع ولفيرين للكراسي في غراند رابيدز بولاية ميشيغان.

وافتتحت أول محطة للطاقة الكهرومائية في الولايات المتحدة لبيع الكهرباء على نهر فوكس بالقرب من أبليتون، ويسكونسن، في ٣٠ سبتمبر/أيلول ١٨٨٢.

إنتاج الطاقة الكهرومائية

عادةً، تقع محطات توليد الكهرباء من الماء على مصدر المياه أو بالقرب منه، ويحدد حجم تدفق الماء والتغير في الارتفاع -أو الانخفاض، وغالبًا

ما يُشار إليه بالرأس- من نقطة إلى أخرى كمية الطاقة المتاحة في نقل المياه.

وعمومًا كلما زاد تدفق المياه وارتفاع الرأس، زادت الكهرباء التي يمكن أن تنتجها محطة الطاقة الكهرومائية، وفق إدارة معلومات الطاقة الأميركية.

وفي محطات الطاقة الكهرومائية، يتدفق الماء عبر أنبوب، أو فتحات السدود، ثم يندفع باتجاه التوربين ويدفعها لتدوير مولد لإنتاج الكهرباء.

كيفية توليد الكهرباء من الماء؟

يحتاج أي نظام لتوليد الكهرباء من الماء إلى توربين أو مضخة أو عجلة مائية لتحويل طاقة المياه المتدفقة إلى طاقة دورانية، التي تُحوّل إلى كهرباء.

وعادة ما تتكوّن أنظمة الطاقة الكهرومائية من هذه المكونات :

١- قناة أو خط أنابيب أو خط أنابيب مضغوط لنقل المياه.
٢- التوربينات أو المضخة أو العجلة المائية؛ لتحويل طاقة المياه المتدفقة إلى طاقة دورانية.
٣- المولد لتحويل الطاقة الدورانية إلى كهرباء.

٤- منظم من أجل التحكم في المولد.
٥- الأسلاك لتوصيل الكهرباء ونقلها.

الطاقة الكهرومائية لا تتطلب بالضرورة سدًا كبيرًا، إذ يمكن أن تستعمل بعض محطات الطاقة الكهرومائية قناة صغيرة لتوجيه مياه النهر عبر التوربينات وفي حالة السد الكهرومائي، تُستعمل المياه المتدفقة مصدرًا للطاقة لتشغيل التوربين، والسدود بها ممرات خاصة للمياه، وتنحدر هذه الممرات إلى أسفل لتكوين تدفق للمياه المتساقطة .

وعندما يسقط الماء أسفل الممر، يُوجّه عبر مراوح التوربين، وتعمل قوة المياه المتدفقة على تشغيل التوربين، ويدوّر التوربين العمود المعدني في المولد الكهربائي، الذي يولّد الكهرباء من الماء .

AIACADEMY.INFO

جريان مياه النهر

يؤدي جريان المياه في الأنهار دورًا رئيسًا في توليد الكهرباء من الماء، إذ تمارس قوة تيار النهر ضغطًا على التوربينات، وقد يكون للمنشآت كالسدود التي يجرى تنفيذها على مجاري الأنهار دور لتحويل تدفق المياه إلى التوربينات المائية .

كما تؤدي أنظمة التخزين دورًا مهمًا، إذ تُجمع المياه في الخزانات التي أنشأتها السدود على الجداول والأنهار، ويجري إطلاقها من خلال التوربينات المائية حسب الحاجة لتوليد الكهرباء.

وغالبًا ما تمتلك معظم منشآت توليد الكهرباء من الماء -محطات الطاقة الكهرومائية- سدودًا وخزانات لتخزين المياه يجري من خلالها التحكم في تدفق المياه على التوربينات.

ويمكن لنوع آخر من محطات الطاقة الكهرومائية -يُسمى محطة التخزين بالضخ- تخزين الكهرباء، إذ تُرسل الطاقة من شبكتها إلى المولدات الكهربائية، وتدوّر المولدات بعد ذلك التوربينات للخلف، ما يجعل التوربينات تضخ المياه من نهر أو خزان سفلي إلى خزان علوي، إذ تُخزن الكهرباء، وتُطلق المياه من الخزان العلوي مرة أخرى إلى أسفل النهر أو الخزان السفلي، ويؤدي هذا إلى تدوير التوربينات للأمام، وتنشيط المولدات لإنتاج الكهرباء.

أحيانًا يجري توفير الكهرباء اللازمة للضخ عن طريق التوربينات المائية أو أنواع أخرى من محطات الطاقة، بما في ذلك الوقود الأحفوري أو محطات الطاقة النووية، وعادةً ما تُضخ المياه للتخزين عندما يكون الطلب على الكهرباء وتكاليف التوليد، أو عندما تكون أسعار الكهرباء بالجملة منخفضة نسبيًا وتطلق المياه المخزنة لتوليد الكهرباء خلال أوقات ذروة الطلب على الكهرباء عندما تكون أسعار الكهرباء بالجملة مرتفعة نسبيًا.

وبحسب إدارة معلومات الطاقة الأميركية، تستعمل الأنظمة الكهرومائية التي تُخزن بالضخ عمومًا قدرًا أكبر من الكهرباء لضخ المياه إلى خزانات تخزين المياه العلوية مقارنةً بالمياه المخزنة، ومن ثم مرافق الضخ والتخزين لديها صافي أرصدة سالبة لتوليد الكهرباء.

دورة المياه

تعتمد الطاقة الكهرومائية على دورة المياه، إذ يُعد فهم دورة المياه أمرًا مهمًا لفهم كيفية توليد الكهرباء من الماء، وتتكون دورة الماء حسب إدارة معلومات الطاقة الأميركية من خطوتين :

١- تعمل طاقة الشمس على تسخين المياه على سطح الأنهار والبحيرات والمحيطات، ما يؤدي إلى تبخر المياه.
يتكثّف بخار الماء في شكل غيوم ويسقط كتساقط المطر والثلج .

٢- يتجمع هطول الأمطار في الجداول والأنهار، التي تصب في المحيطات والبحيرات، إذ تتبخر وتبدأ الدورة مرة أخرى.

وأشارت إدارة معلومات الطاقة إلى أن كمية الأمطار التي تصب في الأنهار والجداول في منطقة جغرافية تحدد كمية المياه المتاحة لتوليد الكهرباء من الماء والمعروفة بـ"الطاقة الكهرومائية"، إذ يمكن أن تكون للتغيرات الموسمية في هطول الأمطار والتغيرات طويلة الأجل في أنماط

هطول الأمطار، مثل حالات الجفاف، تأثيرات كبيرة على توافر إنتاج الطاقة الكهرومائية.

محطات الطاقة الكهرومائية في أميركا

هناك نحو ١٤٥٠ محطة طاقة مائية تقليدية و٤٠ محطة طاقة مائية للتخزين بالضخ تعمل في الولايات المتحدة، وتُعد أقدم منشأة طاقة مائية عاملة في الولايات المتحدة هي محطة وايتينج في وايتينج بولاية ويسكونسن، التي بدأت العمل في عام ١٨٩١ ويبلغ إجمالي طاقتها نحو ٤ ميغاواط.

ويُنتج معظم الطاقة الكهرومائية في الولايات المتحدة في السدود الكبيرة على الأنهار الرئيسة، وقد بُني معظم السدود الكهرومائية قبل منتصف السبعينيات من قبل الوكالات الحكومية الفيدرالية .

وتُعد أكبر منشأة للطاقة الكهرومائية في الولايات المتحدة، وأكبر محطة للطاقة الكهربائية في الولايات المتحدة من ناحية القدرة على التوليد، هي سد جراند كولي المائي على نهر كولومبيا في واشنطن بقدرة توليد إجمالية تبلغ ٦ آلاف و٧٦٥ ميغاواط.

وتقول إدارة معلومات الطاقة الأميركية إن للناس تاريخًا طويلًا في استعمال قوة المياه المتدفقة في الجداول والأنهار لإنتاج الطاقة الميكانيكية.

وكانت الطاقة الكهرومائية أحد المصادر الأولى للطاقة المستعملة لتوليد الكهرباء، وحتى عام ٢٠١٩، كان توليد الكهرباء من الماء أكبر مصدر لإجمالي توليد الكهرباء السنوية المتجددة في الولايات المتحدة.

وفي عام ٢٠٢٢، شكّلت الطاقة الكهرومائية نحو ٦,٢٪ من إجمالي توليد الكهرباء في الولايات المتحدة، ونحو ٢٨,٧٪ من إجمالي توليد الكهرباء المتجددة .

إيجابيات الطاقة الكهرومائية

١- تعتبر مورد مجاني للطاقة:

تستخدم هذه الطريقة في توليد الطاقة من الماء ، وهي مصدر طاقة مجاني. على عكس الوقود الأحفوري ، و سيبقى سعر الماء ثابتًا ولن يتقلب على أساس العوامل الاقتصادية والسياسية.

٢- إنه فعال:

يقال إن الطاقة الكهرومائية تتمتع بالكفاءة العالية في تحويل الطاقة ، حيث سيتم تحويل حوالي ٩٠٪ من الطاقة التي تم التقاطها إلى طاقة كهربائية. في أقل بكثير ، حيث الواقع ، فإن كفاءة تحويل الطاقة للرياح و الطاقة الشمسية يبلغ متوسطها حوالي ٥٩ ٪ و ١٥ ٪ على التوالي

٣- محطات توليد الطاقة غير ملوثة للبيئة:

في حين أن الطاقة الكهرومائية تمثل ٩٦ ٪ من الطاقة المتجددة في العالم ، فإن محطات توليد الطاقة فيها لا تلوث المياه والأرض والهواء ، على عكس محطات توليد الطاقة الأخرى التي تسهم بشكل كبير في التلوث الذي يسرع الاحترار العالمي

٤- إنه قابل للتجديد:

في حين أن عملية تحويل المياه إلى طاقة تأتي مع تكلفتها الخاصة ، فإن مصدرها نفسه متجدد ومجاني. تتجدد مصادر المياه للطاقة الكهرومائية بشكل أساسي من خلال التبخر والمطر بطريقة منتظمة بشكل طبيعي:

٥- الطاقة الكهرومائية تساهم فعليًا في جودة البيئة بمياه أفضل جودة وإمدادات مياه أفضل لري المزارع وموئل أكبر للحياة المائية

٦- وفرت السدود الكثيرة التي تم إنشاؤها للطاقة الكهرومائية فرصًا ترفيهية لقضاء العطلات ، مثل صيد الأسماك والتخييم وصيد الاسماك والرياضات المائية

٧- إنها فعالة من حيث التكلفة:

في الأساس ، تتمتع الطاقة الكهرومائية بمستوى منخفض من تكلفة الطاقة مقارنة بمصادر الطاقة التقليدية الأخرى ، مثل الفحم والغاز الطبيعي. يجب الاعتبار أن تكلفة الطاقة الكهرمائية هذه في الولايات المتحدة لا تتجاوز الأخرى ٠,٠٨ دولار لكل كيلووات في الساعة ، مما يجعلها بديلاً تنافسيًا للفحم وأنواع الوقود الاحرى التي تكلف ٠,٠٧ إلى ٠,١٤ دولار لكل كيلووات في الساعة .

عيوب الطاقة الكهرومائية

هناك بعض الاعتقادات المخالفة للطاقة الكهرومائية ، والتي اوضحت ان الطاقة الكهرومائية لها سلبيات عديدة مثل:

١- مدمرة للبيئة: الاعتقاد بأن سدود الطاقة الكهرومائية مفيدة للبيئة هو مجرد خرافة ، لأن تعدي المياه على الأرض حول السد يؤدي إلى تدمير الموائل والأنواع.

٢- تكلفة الإعداد: لا شك في أن إنتاج الطاقة الكهرومائية فعال من حيث التكلفة ، ولكن النفقات الأولية ، أي تكلفة بناء السد ، تجعله مكلفًا للغاية

٣- الحوادث الطبيعية: إنها مرة أخرى أسطورة أن توليد الطاقة الكهرومائية لا يتأثر بالأحداث الطبيعية. حتى الجفاف يمكن أن يؤثر على قدرة محطة الطاقة المائية إلى حد كبير.

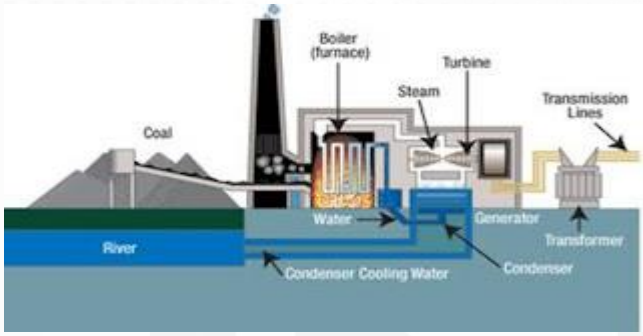
٤- تهديد للحياة البحرية: بناء سد على النهر يعوق تدفق المياه ، والذي بدوره يؤثر سلبا على أشكال الحياة التي تعيش فيها. الأهم من ذلك ، تموت أنواع الأسماك في النهر أيضًا عن طريق الوقوع في التوربينات.

٥- تهديد للبشر: لقد وقعت حوادث انهيار السدود وتسببت في حدوث كوارث مثل الفيضانات المفاجئة في الماضي. مثل هذه الحوادث لا يمكن استبعادها حتى اليوم. على الرغم من أننا أحرزنا تقدماً كبيراً خلال السنوات القليلة الماضية ، فإن أي كارثة الآن يمكن أن تسبب دمارًا أكبر بكثير مما حدث في الماضي .

ولذلك فإنه من الصعب التوصل إلى نتيجة ملموسة حول جدوى توليد الطاقة الكهرومائية بعد موازنة هذه الإيجابيات والسلبيات ضد بعضها البعض. في حين أن إيجابيات تبدو واعدة للغاية ، لا يمكن تجاهل عواقبها – تهديد النظام الإيكولوجي والمستوطنات البشرية خاصة. في هذه المرحلة الزمنية ، ولذلك فانه من الحكمة إعطاء هذا المفهوم مزيدًا من الوقت للتطوير ، بحيث يمكن وضع خطط جديدة للتخلص من سلبياتها وجعلها أكثر فاعلية .

الفصل الثاني

محطات التوليد البخارية



محطات التوليد البخارية

محطات التوليد البخارية Steam Power Station

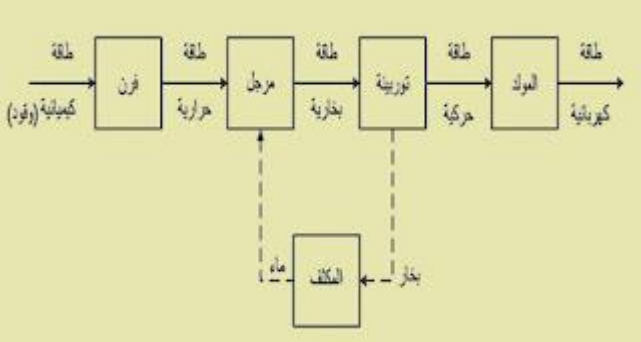
تعرف محطات توليد الكهرباء البخارية (توربينات البخار) وذلك لأنها تعتمد علي ضغط البخار في تحريك التوربينات محطة توليد الكهرباء البخارية ،هي محطة طاقة يتم فيها تشغيل المولد الكهربائي بالبخار. حيث يتم تسخين المياه ، وتحويلها إلى بخار وتدور التوربينات البخارية التي تشغل المولد الكهربائي. بعد أن يمر عبر التوربين ، يتكثف البخار في مكثف.

يرجع أكبر اختلاف في تصميم محطات توليد الطاقة البخارية والكهربائية إلى مصادر الوقود المختلفة حيث تستعمل هذه المحطات

الأنواع المتوفرة من الوقود مثل (الفحم أو الغاز الطبيعي أو البترول).
ويتم إنتاج معظم الطاقة الكهربائية في جميع أنحاء العالم بواسطة محطات توليد الكهرباء البخارية نظرًا لوفرة الوقود (الفحم) .

AIACADEMY.INFO

مبدأ عمل محطات التوليد البخارية



مخطط تحويل الطاقة داخل محطات التوليد البخارية

تتكون محطة توليد الطاقة البخارية من غلاية وتوربينات بخارية ومولد وغيرها من الملحقات. تقوم الغلاية بتوليد البخار عند ضغط مرتفع ودرجة حرارة عالية. تعمل التوربينات البخارية على تحويل الطاقة الحرارية للبخار إلى طاقة ميكانيكية. يقوم المولد بعد ذلك بتحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية .

عوامل تحديد موقع محطة الطاقة البخارية

يتم اختيار موقع محطة الطاقة البخارية في المواقع التي تتوفر فيها الشروط التالية:

١- يجب وضع محطة الطاقة البخارية بالقرب من مناجم الفحم لتقليل تكلفة نقل الوقود. حيث ان محطة توليد الطاقة البخارية التي تستخدم الفحم كوقود تحتاج إلى كمية كبيرة جدًا من الوقود سنويًا. لذا يجب وضع محطة توليد الطاقة البخارية بالقرب من مناجم الفحم بحيث تكون تكلفة نقل الوقود في أدنى مستوياتها .

٢- توفر المياه المبردة الباردة لتبريد البخار داخل المكثف وتأمين دورة البخار، لذلك تبنى المحطات الحرارية بالقرب من البحار والأنهار حيث تستخدم محطة توليد الطاقة البخارية الماء كحل عملي على مدار العام ، والذي يتم تبخيره وتكثيفه بانتظام .

٣- طبيعة الأرض حيث يجب أن يتمتع الموقع المختار بقدرة تحمل عالية لا تقل عن ١٠ نيوتن / مم مربع لتحمل الوزن الساكن .للمصنع، سيقلل من تكلفة قاعدة المصنع .

٤- تسهيلات النقل: يجب أن تكون المحطة متصلة جيدًا بمسارات النقل المهمة مثل السكك الحديدية أو الطرق. غالبًا ما تحتاج محطة

توليد الطاقة البخارية الجديدة إلى نقل المواد والآلات. لذلك ، يجب أن توجد مرافق نقل كافية ، أي يجب أن يكون المصنع مرتبطًا جيدًا بأجزاء أخرى من الأرض عن طريق السكك الحديدية والطرق. إلخ.

٥- تكلفة ونوع الأرض: يجب أن تتمتع الأرض بقدرة تحمل كبيرة للآلات الثقيلة ومع ذلك تكون ميسورة التكلفة بما يكفي للشراء. يجب أن تكون محطة توليد الطاقة البخارية موجودة في نقطة يكون فيها العقار رخيصًا ويمكن إجراء المزيد من التوسعات ، إذا لزم الأمر. علاوة على ذلك ، يجب أن تكون سعة النقل في المنطقة كافية بحيث يمكن تركيب الآلات الثقيلة.

٦- يجب إنشاء المحطة بعيدًا عن المناطق المأهولة بالسكان قدر الإمكان بسبب تلوث الهواء .

٧- لتقليل تكلفة النقل ، يجب وضع المصنع بالقرب من مراكز التحميل. موقع المصنع في مركز الأحمال يقلل من تكلفة قنوات النقل والخسائر التي تحدث فيها .

مكونات محطات التوليد البخارية

تتكون محطات التوليد البخارية من عده مكونات رئيسية

(Main Component on Steam Power Plant) :

Furnace فرن الاحتراق

الفرن عبارة عن نظام لحرق الوقود المستخدم داخل وعاء كبير يتصل بخزان الوقود ويختلف هذا الفرن باختلاف نوع الوقود المستخدم وطريقة الاشتعال ، وتلحق بهذا النظام وسائل إمداد ونقل الوقود والتخلص من المواد الناتجة من الاحتراق .

Boiler المرجل

عبارة عن وعاء كبير يحتوي على ماء نقي يتم تسخينه ورفع درجة حرارته لتحويله إلى بخار ويتصل المرجل بفرن الاحتراق وخزانات الماء مباشرة ويختلف المرجل باختلاف نوع الوقود وكمية البخار المنتج في وحدة الزمن وقدرة المحطة المطلوبة، وفي كثير من الأحيان

يكون الفرن والمرجل في حيز واحد تحقيقا للاتصال المباشر بين الوقود المحترق والماء المراد تسخينه .

تتميز الغلاية بالقدرة على تحويل الماء إلى بخار. حيث تتم عملية تحويل الماء إلى بخار عن طريق تسخين الماء في الأنابيب بالطاقة الناتجة من حرق الوقود .

و تتم عملية الاحتراق بشكل مستمر في غرفة الاحتراق بالوقود وتدفق الهواء من السطح. والبخار الناتج هو أبخرة شديدة الحرارة ذات درجة حرارة عالية وضغط مرتفع. يعتمد حجم إنتاج البخار على مساحة سطح نقل الحرارة ، ومعدل التدفق. و نظام الغلايات المكون من أنابيب مملوءة بالماء يسمى غلاية أنبوب الماء (water tube boiler).

التوربين Turbine

تصنع التوربينة من الصلب على شكل أسطواني مثبت به لوحات مقعرة يصطدم بها البخار فيعمل على دوران المحور حيث تعمل التوربينات البخارية على تغيير الطاقة الحرارية المنقولة في البخار إلى حركة

AIACADEMY.INFO

دورانية و ينتقل هذا البخار بعد ذلك إلى المكثف ، بينما يتم استخدام قوة الدوران لتشغيل المولد. اليوم تقريبًا كل التوربينات البخارية هي نوع وتختلف التوربينة .(condensing turbine)من توربينات التكثيف باختلاف حجم وضغط ودرجة حرارة البخار .

(Condensers) المكثف

وهو وعاء كبير يدخل إليه البخار الآتي من التوربينة من أعلى بعد أن يكون قد قام بتدويرها وفقد الكثير من ضغطه ودرجة حرارته. ويدخل له من أسفل تيار من ماء التبريد داخل أنابيب حلزونية وذلك لتحويل البخار إلى ماء حيث يعود إلى المرجل مرة أخرى بواسطة المضخات.
فالمكثفات هي أدوات لتحويل البخار إلى ماء .

Power Plant Chimney مدخنة المحطة

وهي من الطوب الحراري أسطوانية الشكل مرتفعة جدا تعمل على طرد البواعث الناتجة عن حرق الوقود، مخلفات الاحتراق الغازية إلى الجو على ارتفاع شاهق للإسراع في طرد غازات الاحتراق والتقليل من تلوث البيئة المحيطة بالمحطة .

Alternatorالمولد

ويتكون من عضو ثابت وعضو دوار، يحمل العضو الدوار أقطابا مغناطيسية (لتوليد المجال المغناطيسي). بينما يحمل العضو الثابت والعضو الدوار .(EMF) الملفات التي يتولد فيها القوة الدافعة الكهربائية مربوط مباشرة بمحور التوربينة.

و عندما يدير التوربين المولد ، يتم إنتاج طاقة كهربائية. يتم بعد ذلك السير على هذا الجهد الكهربائي المتولد بمساعدة محول ثم يتم نقله إلى حيث سيتم استخدامه .

الآلات والمعدات المساعدة

وهي عبارة عن عدد كبير من المضخات والمعدات الميكانيكية والكهربائية منظمات السرعة ومعدات تحميص البخار التي تساعد على إتمام العمل في محطات التوليد .

تشغيل محطات التوليد البخارية

دورة مائع العمل لمحطة توليد الطاقة البخارية هي دورة نهائية تستخدم نفس السائل بانتظام. أولاً ، يتم تحميل الماء في الغلاية لملء مساحة السطح بالكامل لنقل الحرارة. في الغلاية ، يتم تسخين الماء بواسطة الغازات الساخنة لوقود الاحتراق بالهواء بحيث يتحول إلى مرحلة

.البخار

يتم توجيه البخار المتولد عن الغلاية مع الضغط ودرجة الحرارة للقيام بالعمل على التوربين لتوفير الطاقة الميكانيكية بترتيب الدوران. يخرج البخار السابق من التوربين ثم ينتقل إلى المكثف ليتم تجميده بماء تبريد .يتحول إلى ماء .

ثم يتم استخدام الماء المتكثف مرة أخرى كمياه تغذية للغلايات. وهكذا تستمر الدورة وتتكرر. يتم استخدام دوران التوربين لتشغيل المولد المرتبط مباشرة بالتوربين. لذلك عندما يدور التوربين ، تنتج محطات خرج المولد الكهرباء. وعلى الرغم من أن سلسلة سائل العمل عبارة عن .دورة مغلقة فإن كمية الماء في الدورة ستنخفض

كفاءة محطات الطاقة البخارية

الكفاءة الكلية لمحطة الطاقة البخارية متوسطة جدًا (حوالي ٢٩٪) .ويرجع ذلك أساسًا إلى سببين

أولاً ، يتم فقد قدر كبير من الحرارة في المكثف وثانيًا ، تحدث خسائر لا يمكن سحب فقد الحرارة في .الحرارة في مراحل مختلفة من النبات ذلك لأن الطاقة الحرارية لا يمكن تحويلها إلى طاقة ميكانيكية .المكثف كلما زاد التباين في درجة الحرارة ، .بدون اختلاف في درجة الحرارة

هذا يتطلب .زادت الطاقة الحرارية التي تتحول إلى طاقة ميكانيكية لكننا نعلم أنه كلما زاد .البخار في المكثف عند درجة حرارة معتدلة هذا يوضح متوسط .اختلاف درجة الحرارة ، زادت قيمة فقد الحرارة كفاءة هذه المحطة .

مميزات وعيوب المحطات البخارية

تستخدم محطات التوليد البخارية علي نطاق واسع في اغلب بلدان العالم وذلك لأنها تعتمد علي الوقود الارخص مثل الفحم أو الغاز الطبيعي أو البترول مقارنه بمحطات التوليد الأخرى، وفيما يلي توضيح لمميزاتها وعيوبها .

Advantages of Steam Power Station مميزات المحطات البخارية

١- إمكانية الحصول على طاقة كهربائية عالية لكميات وقود أقل من تلك المطلوبة للحصول على نفس الطاقة بواسطة المحطات الغازية. .أي أن تكاليف إنتاج الكيلوات ساعة اقل .

٢- رخص الوقود المستخدم مقارنة بالوقود المستخدم في المحطات .النووية والغازية .

.٣- التكاليف الأولية أقل وأيضا تحتاج لوقت قليل لتشغيل المحطة .

٤- تكاليف الصيانة والتشغيل ليست مرتفعة .

٥- المساحة المطلوبة للمحطة أقل من تلك المطلوبة للمحطات المائية .

٦- الوحدات البخارية تكون عادة ذات قدرات عالية لذلك تستخدم كوحدات لتشغيل الأحمال المستمرة .

٧- إمكانية استعمالها لتحلية المياه المالحة ، الأمر الذي يجعلها ثنائية الإنتاج خاصة في البلاد التي تقل فيها مصادر المياه العذبة .

٨- تكلفة محطة الطاقة البخارية أقل من العديد من محطات الطاقة.

عيوب المحطات البخارية Disadvantages of Steam Power Plant

١- التلوث البيئي الناشئ من تلك المحطات .

٢- ارتفاع تكاليف التشغيل الدورية .

٣- انخفاض الكفاءة وذلك نتيجة المفاقيد المتعددة في المراحل المختلفة .

٤- يجب بناء تلك المحطات بعيدا عن التجمعات السكنية (مسافة واحد كم على الأقل) .

٥- تحتاج إلى كميات كبيرة من مياه التبريد .

٦- يعتبر نقل الوقود مشكلة كبيرة .

٧- تكلفة توليد الطاقة أعلى من الطاقة الكهرومائية .

٨- قد يتم استنفاد الفحم عن طريق الاستخدام التدريجي .

الفصل الثالث

محطات التوليد عن طريق الاحتراق الداخلي

محطات التوليد دات الاحتراق الداخلي
Internal Combustion
Engines: محطات توليد الكهرباء الغازية

محطات التوليد ذات الاحتراق الداخلي Internal Combustion Engines:

محطات التوليد ذات الاحتراق الداخلي هي عبارة عن آلات تستخدم حيث يحرق داخل غرف احتراق بعد مزجه Fuel Oil الوقود السائل بالهواء بنسب معينة ، فتتولد نواتج الاحتراق وهي عبارة عن غازات على ضغط مرتفع تستطيع تحريك المكبس كما في حالة ماكينات

الديزل ، أو تستطيع تدوير التوربينات فى حركة دورانية كما في حالة التوربينات الغازية .

وهى نوعان :

- النوع الأول: محطات التوليد الغازية(البسيطة والمركبة).
- النوع الثانى : مولدات الديزل.

١-محطات توليد الكهرباء الغازية :

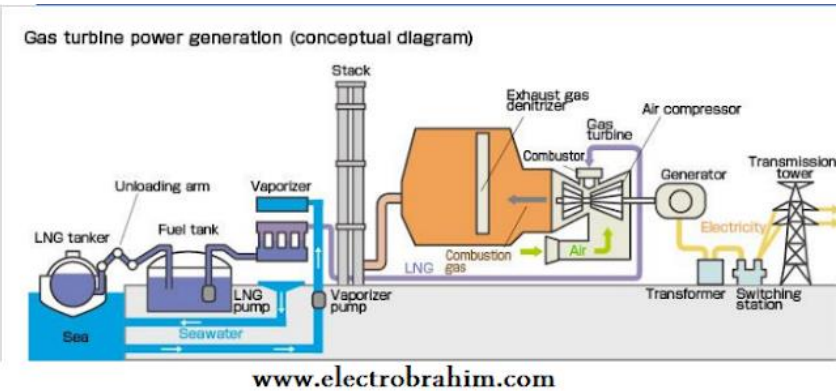
تعتبر محطات توليد الكهرباء الغازية حديثة العهد نسبيا ، ويعتبر الشرق الأوسط من أكثر البلدان استعمالا لها ، وهي ذات سعات مختلفة من ١ ميجاوات إلى ٢٥٠ ميجاوات (وحدات سيمنس الجديدة تصل إلى ٤٠٠ ميجاوات) ، و تستعمل عادة عند زيادة الحمل .

و يعمل التوربين الغازي على أنواع كثيرة من الوقود ، فهو يعمل على الغاز الطبيعي وعلى الديزل والجازولين وحتى على النفط الخام ، و من مزاياه سرعة التشغيل (عدة دقائق) بعكس التوربين البخاري الذي يحتاج إلى تجهيز وإعداد لعدة ساعات. ومن مزاياها أيضا أنها لا تحتاج لعمالة كثيرة ، وتشغل حيزا أصغر من المحطات البخارية.

ولكن يعيب هذه المحطات احتياجها لكميات كبيرة من الوقود وانخفاض كفاءتها مالم تكن جزءا من محطة دورة مركبة. إضـــافة إلى أن عمرها الافتراضى (١٥ : ٢٥) سنة ويعتبر صـغيرا نسـبيا مقارنة بالبخارية.

١-مكونات محطات التوليد الغازية :

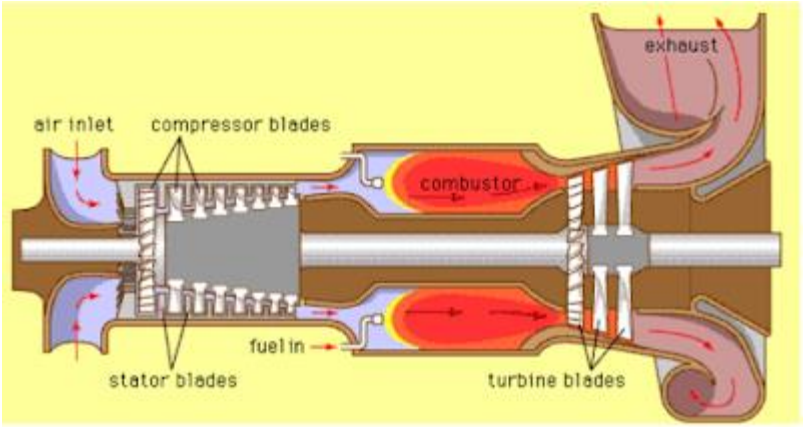
الأجزاء الرئيسية التي تتكون منها محطة التوليد الغازية تظهر فى الشكل أسفله. و فيما يلى شرح أجزائها بصورة تفصيلية:



www.electrobrahim.com

الكباس الرئيسي للوحدة :

يعتبر كباس الهواء الرئيسي هو المحطة الأولى لدخول الهواء اللازم لإتمام عملية الاحتراق ، حيث يدخل إليه الهواء بضغط ١ بار ويقوم هو بضغط الهواء في مراحل متعددة تصل إلى ١٦ مرحلة فى بعض الأنواع حتى يصل الضغط إلى ٥,١٠ بار تقريبا ، ثم يدخل الهواء إلى غرف الاحتراق فى المرحلة الأخيرة ليختلط مع الوقود وتتم عملية الاحتراق كما في الشكل



ملحوظة: يدخل الهواء أولا إلى الوحدة عن طريق الكباس الرئيسي من خلال مجموعة من الفلاتر التي تعمل على تنقية الهواء الداخل إلى الكباس لان دخول الأتربة على ريش الكباس ستتسبب فى تدمير الريش ، ويوجد أيضا نظام للتنظيف الذاتي يقوم بتنظيف فلاتر الهواء من

الأتربة المتراكمة فيها .

. غرفة الاحتراق:

وفيها يختلط الهواء المضغوط الآتي من مكبس الهواء مع الوقود و يحترقان معا بواسطة وسائل خاصة بالاشتعال. وتكون نواتج الاحتراق من الغازات المختلفة على درجات حرارة عالية جدا و ضغط مرتفع.

يدخل الهواء إلى غرف الاحتراق الداخلي الموضوعة بشكل حلقى ب حيث يقوم الهواء بعمل وظيفتين :Annular

- الاختلاط مع الوقود لإتمام عملية الاحتراق .
- تبريد الجدران المحيطة بالغرفة.

و الغرفة لها جدار داخلي يتكون من بلاطات مقاومة حراريا ثم مدخل الهواء الخارج من الكباس ثم نظام الوقود ويوجد على الغرفة نظام بادئ الإشعالIgnition system كما يوجد نظامين للحريق وهما Diffusion و الــPremi.

يقوم محول بادئ الإشعال بإعطاء إشارة الإشعال على المواقد في نفس الوقت التي تقوم فيه المواسير الخاصة بالإشعال Burners "Flame Mainبإخراج الغاز إلى أن يتكون الحريق الأساسي

وهو عبارة Diffusion وفي بداية تشغيل الوحدة يكون نظام الحريق عن لهب طويل ومركز يمر من أعلى نقطة في غرفة الحريق بعد الموقد إلى قرب نهاية الغرفة ليضمن وجود حريق في جميع أنحاء الغرفة .

RPM 3000 وبعد أن تدخل الوحدة على الشبكة عند تردد ٥٠ هرتز وترتفع الميجاوات للوحدة تزداد درجة الحرارة إلى أن تصل إلى ٤٧٠ إلى نظام Diffusionدرجة وعندها يتم التحويل من نظام الحريق premixالحريق .

نظام الحريق : Premix:

هو لهب قصير وموزع بانتظام على الغرفة و يقوم بعملية الاحتراق وهو يدخل من بعد Diffusionدون أن يؤثر على الغرفة كنظام الـــ درجة حرارة ٤٧٠ درجة إلى أن تصل الحرارة إلى ٥٠٠ درجة وهي أقصى درجة حرارة تتحملها الوحدة.

بعد أن تتم عملية الاحتراق داخل غرفة الاحتراق الداخلي نتيجة خلط الهواء المضغوط بضغط عالي مع الوقود ســـواء كان هذا الوقود وقوداً غازيا او وقودا ســائلًا تكون نواتج الاحتراق

غازات بدرجة حرارة تصـــل إلى ١٠٥٠ درجة مئوية ومضـغوطة بضغط عالي قد يصـــل إلى ١٠,٥ بار عندها تدخل هذه الغازات إلى التربينة حيث يحدث تمدد لها داخل التربينة وتبدأ التربينة في الدوران .

Gas Turbine التربينة الغازية

و هي عبارة عن تربينة محورها أفقى (الشكل اسفله) مربوط من ناحية مباشرة و من ناحي ة Air compressorمع محور مكبس الهواء أخرى مع المولد الكهربي فتدخل الغازات الناتج ة عن االحتراق في التوربين فتصطدم بريشها الكثير ة العدد من ناحي ة الضغط المنخفض وتخرج إلى الهواء عن طريق المدخن .

AIACADEMY.INFO

المولد الكهربائي:

يتصـــل المولد الكهربائي مع التوربين بواســطة صـــندوق تروس لتخفيف السرعة لأن ســرعة التوربين عالية جدا بالنســبة لســرعة المولد.

و المولد الكهربائي يســتخدم لتحويل الطاقة الميكانيكية الناتجة عن دوران بين التوربين و المولد الكهربائي إلى الطاقة الكهربائية

الآلات والمعدات المساعدة للتربينة الغازية:

تحتاج محطات التوليد الغازية إلى بعض المعدات و الآلات المساعدة مثل:

١ -مساعد التشغيل الأولى ، وهو إما محرك ديزل أو محرك كهربائي

٢ -وسائل مساعد ة على الاحتراق

٣ -آلات تبريد مياه لتبريد المحطة

٤ -معدات قياس الحرارة والضغط في كل مرحلة من مراحل المحطة

٥ -معدات القياس الكهربائية المختلفة مثل: الأميتر - الفولتميتر – الواتميتر.

طريقة البدء فى المحطات الغازية :

للغاز الداخل على Fire فى المحطات الغازية لا يتم عمل إشعال المولد من الثبات (بمعنى لا يبدأ الاحتراق إذا كانت التربينة لم تبدأ الدوران بعدStarting Motor) ، ولكن يتم تشغيل المولد باستخدام منفصل ، ويبدأ المولد يبدأ العمل كـــموتور ثم بعد الوصول لسرعة ودخول الغاز على التربينة.Fire٥٥٠ لفة فى الدقيقة تقريبا يتم عمل

ملحوظة:

البلاد التى تعتمد على استيراد الغاز لتشغيل محطات الكهرباء بها يجب أن تتوافر لديها البنية التحتية الخاصة بإعادة تحويل الغاز المسال Regasificationالى حالته الغازية ، و هذه البنية الأساسية تشمل إنشاء ميناء ومحطات تخزين (هناك أنواع من السفن تعمل كمصنع متحرك لإسالة الغاز المستورد وتستأجرها بعض الدول لحل أزمة الغاز فى

محطات الكهرباء لديها).

صمامات طرد الهواء BLOW OFF VALVES:

في التربينة الغازية Compressorلإيقاف الحمل على ضـاغط الهواء أو لإيقاف التربينة يتم فتح صـمامات تسـمى صـمامات طرد (نزف) الهواء والتي بدورها تقوم بطرد الهواء إلى خارج الضـاغط ليكون حمل الضـاغط أقل من ٣٠% .

في الضاغط بسـبب اختلاف surge والهدف من ذلك تفادى حدوث عزم الضاغط وعزم التربينة ، ويتم تمرير الهواء المطرود إلى مجرى العادم. مع ملاحظة أنه إذا حدث زيادة فى فرق الضغط ما بين فلاتر الكباس و مدخل الكباس فسيؤدى ذلك إلى وجود ضغط عكسي يمكن أن يعمل على تدمير ريش الكباس الرئيسي.pressure Back

فكرة عمل المحطات ذات الدورة المركبة CYCLE لتوليد الكهرباء COMBINED

محطات ذات الدورة المركبة Cycle Combined لتوليد الكهرباء

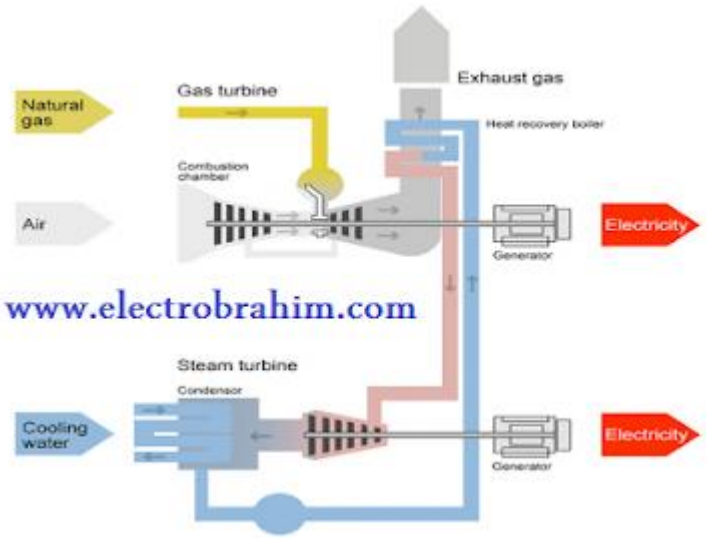
تتكون المحطات ذات الدورة المركبة Cycle Combined من وحدة غاز ية ووحدة بخارية ، حيث ينتج عن الوحدة الغازية نواتج احتراق تصل درجة حرارتها إلى ٥٠٠ درجة مئوية ، وهذه النواتج تهدر فى الجو دون الاستفادة منها.

و السؤال هنا كيف نستفيد من هذه الطاقة الضائعة ؟

فكرة عمل الدورة المركبة CYCLE COMBINED:

تقوم فكرة عمل الوحدات المركبة (شـــكل أسفله)على الاستفادة من الطاقة المهدرة فى الغازات الساخنة الخارجة من التربينة الغازية من خلال إنتاج كمية البخار اللازمة لتشـــغيل تربينة البخارية تضـاف إلى الوحدةSteam ، وتتم هذه العملية من خلال وحدات استعاد ة الطاقة Generator Heat Recovery ، وهذه الوحدات تقوم مقام HRSG، الغلاية والفرن فى الوحدات التقليدية ، مما يحقق توليد طاقة إضافية وتوفر ثلث كمية الوقود المستخدمة بالمقارنة بالوحدات البخارية .

لاحظ أن الوحدة البخارية فى محطات الدورة المركبة لا تستخدم أى وقود ، وإنما فقط تستخلص الطاقة من غازات الوحدة الغازية.



يبدأ العمل من الوحدة الغازية بأخذ الهواء الجوي بعد مروره على الفلاتر لتنقيته ، ثم يدخل على الضاغط الذى يقوم بضغط الهواء ، ثم يمر على غرف الاحتراق وتخرج الغازات المحترقة من غرفة الاحتراق للدخول على التربينة الغازية وبعد ذلك يدور المولد وتتولد الكهرباء(من الوحدةالغازية كما فى المحطة الغازية البسيطة).

أثناء ذلك تمر الغازات الساخنة الخارجة من التربينة الغازية إلى لتحويل المياه إلى بخار كما سبق شرحه فى المحطات HRSGوحدة الـ البخارية.

وحدة الـــ HRSG:

، Steam Generator Heat Recovery وحدات استعادة الطاقة والتى تظهر فى الشكل أسفله تقوم مقام الغلاية والفرن فى HRSG الوحدات التقليدية فى آن واحد وهو بالفعل كذلك حيث يتكون داخليا من :

- Economizer
- Super heater and Water preheater
- Evaporator

هى استخلاص الحرارة من الغازات القادمة من HRSG وظيفة الـ الوحدة الغازية فى توليد البخار اللازم للوحدة البخارية.

الأخرى أنه يتم من خلالها التحكم في الانبعاثات HRSG ومن مهام الـ الناتجة من العوادم التي تخرج للهواء عن طريق نوعين من المحفزات Steam Generator متواجدين في الـ Catalysts

، أولهم يتحكم في مقدار أول أكسيد Heat Recovery) HRSG(الكربون الموجود في العوادم ، و الآخر يتحكم في أكاسيد النيتروجين .

من أجل duct firing تكون مزودة بـ HRSG وبعض أنواع من الـ إعطاء مزيد من الطاقة أكثر من التى حصل عليها من خرج الوحدة الغازية من أجل الحصول على كمية أكبر من البخار.

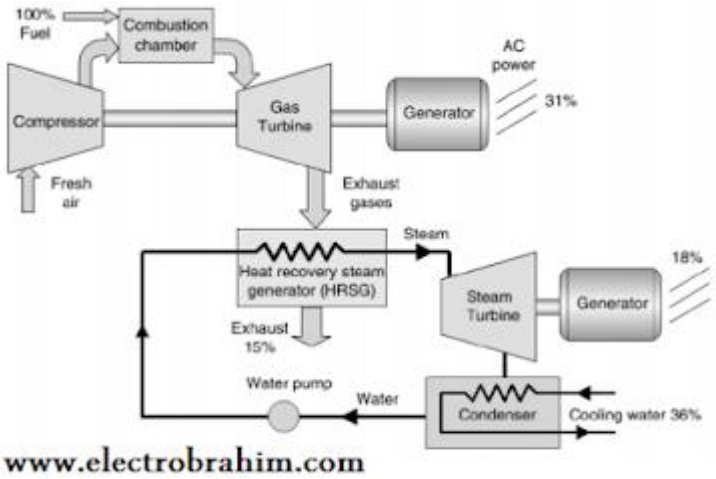
AIACADEMY.INFO

كفاءة محطات الدورة المركبة:

كفاءة المحطات الغازية بمفردها لا تتعدي ٣٠ % كما في الشكل التالي ، لكن عند تركيب وحدة بخارية معها تزيد الكفاءة لاثنين معا إلى ما يقرب ٥٢ % .

وحدات الجيل الجديد تصل إلى ٦١ % حيث يساهم هذا الأسلوب في رفع كفاءة المحطة ، علما بأن ثلث القدرة تنتج من البخار ١٨ % و الثلثين ٣١ % من الغاز أو الوقود الحفري المستخدم.

و يمكن الاستفادة أيضا من درجة حرارة هواء العادم الذى ي خرج من HRSG و التي تصل إلى ١٤٠ درجة في الاستخدامات الصناعية الـــ الأخرى .



مزايا محطات الدورة المركبة :

- تكلفة محطات الدورة المركبة أقل بكثير من نظيرتها(من لنفس Steam power plants المحطات التي تعتمد على البخار) القدرة الكهربائية .
- لا تحتاج الكثير من الوقت للصيانة .
- المخلفات الصلبة تعتبر أقل بكثير من المحطات الأخرى .

• المحطة لا تحتاج إلى مصدر طاقة خارجي لبدء التشغيل في حالة خروجها عن العمل للصيانة .

• سرعة الدخول على الشبكة حين الحاجة إليها.

والشكل أسفله يمثل صورة لإحدى محطات الدورة المركبة فى فرنسا.

توليد الكهرباء بواسطة الديزال

توليد الكهرباء بواسطة الديزال

تستعمل ماكينات الديزل في توليد الكهرباء في أماكن كثيرة وخاصة في المدن الصغيرة والقرى .

وهي تمتاز بسرعة التشغيل وسرعة الإيقاف ولا تحتاج إلى مساحة كبيرة من الأرض لقلة المساعدات فيها ، ولا تحتاج لأعمال مدنية كثيرة عند الإنشاء.

ولكنها تحتاج إلى كمية مرتفعة من الوقود نسبيا وبالتالي فإن كلفة الطاقة المنتجة منها تتوقف على أسعار الوقود . ومن ناحية أخرى لا يوجد منها وحدات ذات قدرات كبيرة . أما فى محطات القوى فتستخدم ماكينات الديزل ذات القدرات الكبيرة والتى تتراوح من ٣ إلى ٥ ميجاوات .

وهذ ه المولدات سهلة التركيب و تستعمل كثير ا في حالات الطوارئ أو أثناء فترة ذروة الحمل . في هذه الحالة يعمل عادة عدد كبير من هذه المولدات بالتوازي لسد احتياجات مراكز الاستهلاك .

كما أن منها نوع يحمل على سيارات كما فى الشكل أسفله . ويمكن نقله إلى الأماكن التى تحدث بها مشكلة كبيرة فى التغذية الرئيسية ، وتحتاج لتوليد مؤقت ، فيمكن بسهولة نقل هذه المولدات إليها (سعر الميجاوات من هذه الوحدات يصل إلى حوالى مئة ألف دولار).

ومن عيوب هذه المحطات احتياجها لصيانة متكررة بسبب كثرة الأجزاء المتحركة فيها . وكعادة المحطات الحرارية لا تتجاوز كفاءتها ٣٥ %.

توليد الكهرباء بواسطة MICRO CHP

نفس الفكرة السابقة فى محطات التوليد الغازية المركبة تستعمل الآن على نطاق واسع ولكن بأحجام توليد صغيرة ضمن تكنولوجيا تسمى:

) Micro Combined Heat and Power (Micro CHP.

والفكرة فيها هى استخدام مولد صغير للكهرباء يعمل بالغاز فى منزل أو مؤسسة صغيرة لتوليد الكهرباء (متاح بالسوق من ١ وحتى 50 kW) ثم يتم الاستفادة من الفواقد الحرارية له فى تسخين المياه بالمنزل ، وبالتالى تصبح كفاءة المنظومة أعلى من مجرد توليد الكهرباء فقط وتصل إلى ٨٥ .%

والشكل أسفله يشرح ببساطة فكرة هذه المنظومة:

مزايا محركات الاحتراق الداخلي :

١- قدرة عالية:
توفر محركات الاحتراق الداخلي قدرة عالية بفضل احتراق الوقود داخل الأسطوانة لتحريك المكابس
٢- سرعة وكفاءة:
تعمل محركات الاحتراق الداخلي بسرعة عالية مما يجعلها قادرة على توليد طاقة كبيرة مع كفاءة جيدة
٣- سهولة الصيانة:
محركات الاحتراق الداخلي عادة ما تكون أسهل في الصيانة مقارنة بالمحركات الكهربائية، وهي أيضًا تسمح بتغيير الزيت والوقود بسهولة.

عيوب محركات الاحتراق الداخلي

١- انبعاثات ضارة:

تصدر العادات انبعاثات غازات وجسيمات ضارة بالبيئة، مثل ثاني أكسيد الكربون والأكسيدات النيترية والجسيمات الدقيقة

٢- استهلاك الوقود:

يمكن أن تزيد محركات الاحتراق الداخلي من استهلاك الوقود، وتمثل تلك الزيادة تكلفة مالية وتلوث بيئي

٣- صوت المعدات:

تتردد أصوات المعدات عالية الصوت عبر الهواء، مما يوثر على الأشخاص الذين يعيشون بالقرب من المحركات

الفصل الرابع

محطات التوليد النووية

1 ـ مقدمة

لقد استخدمت التقنية النووية الطاقة المنطلقة من إنشطار نوى بعض العناصر الثقيلة في أربعينيات القرن الماضي في الأغراض العسكرية أثناء الحرب العالمية الثانية. ولكن في بداية الخمسينيات وبعد إنتهاء الحرب انتبه العالم إلى الإستخدام السلمي للإنشطار النووي وبالتحديد في توليد الطاقة الكهربائية حيث أنشئت مفاعلات القوى لأغراض توليد الكهرباء فكانت أول محطة نووية لتوليد الكهرباء في أوبننسك في روسيا وبعد ذلك 1956 ثم تلتها بريطانيا في محطة كالدرهول سنة 1954سنة ثم استمرت هذه 1957كان مفاعل شبنجبورت لتوليد الكهرباء في نهاية الدول ولحقت بها أخرى في تطوير المفاعلات النووية في توليد الكهرباء واستخدامها بصورة متزايدة . والآن أصبح العالم ينتج كهرباء من الطاقة النووية بما يعادل مجموع الطاقة الكهربائية التي تم إنتاجها 1960من جميع المصادر مجتمعة في سنة .

والطاقة النووية الآن تولد أكثر من سدس الكهرباء في العالم بواسطة 17 بلدًا تعتمد على الطاقة بلدًا. وهناك حوالي 31 مفاعل قوى في 440 النووية في توليد أكثر من ربع حاجتها من الكهرباء ، ولعله من المفيد 78% من إحتياجاتها من الطاقة الكهربائية الإشارة إلى أن فرنسا تولد بالطاقة النووية. والطاقة النووية كمصدر للكهرباء تعتبر الأسرع نموًا مفاعل قوى 30بين مصادر الطاقة الرئيسية الأخرى حيث يوجد حوالي مفاعلًا آخرًا. وتزداد 35تحت الإنشاء كما أن هناك خططًا لإنشاء كفاءة هذه المفاعلات وأمانها يومًا بعد يوم. ومن خلال النقاش المحتدم بين مؤيدي توليد الكهرباء من الطاقة النووية ومعارضيها الذين يتحفظون على قضايا خاصة بإدارة النفايات النووية وإقتصاديات الكهرباء النووية وأمانها بالمقارنة مع غيرها من المصادر وعلاقتها المحتملة بالأسلحة النووية وموقف الجمهور منها أصبح من غير الممكن تجاهل الطاقة النووية كمصدر أكبر وضروري لتأمين التوازن بين الطلب المتزايد على الطاقة وبين المتاح منها .

إن تنامي الحاجة للطاقة لاسيما في دول تتمتع بخزان بشري كبير وبنمو إقتصادي كبير كالصين والهند مث ًلا، يتطلب التفتيش عن مصادر مختلفة للطاقة لمواجهة الحاجة المتزايدة ولعدم الاعتماد على مصدر واحد قد يتأثر مستقب ًلا بعوامل داخلية أو خارجية، اقتصادية أو سياسية أو أمنية . ولقد وعت الصين والهند هذا الواقع واتجهت فيما إنشاء أربع محطات 2002اتجهت إلى الطاقة النووية حيث تم في العام نووية في الصين (من أصل ستة على صعيد العالم كله) كما أن الهند بدأت ببناء ست محطات نووية جديدة لتوليد الكهرباء .

ومن الجدير ذكره أن الحديث عن توليد الكهرباء قد يصدق أيض ًا، في عدد من دول العالم ولا سيما في الدول العربية، في موضوع إزالة ملوحة مياه البحر حيث تستخدم الطاقة الحرارية في تبخير كميات كبيرة من مياه البحر، وتقطيرها لاحق ًا عوض ًا عن استعمال البخار في تشغيل توربينات لتوليد الكهرباء .

لقد شكلت الطاقة النووية موضوع تجاذب في الدول الأوروبية من مجموعات ناشطة في حقل البيئة أو في السياسة بشعارات بيئية ممالألزم بعض الحكومات، كألمانيا مثلا، للإعلان عن التخلي عن الخيار النووي في توليد الكهرباء ولكن السنوات القليلة الماضية أعادت الاهتمام بالطاقة النووية من الباب العريض لاسيما في أمريكا ، إنجلترا وفرنسا ودول أوروبية وآسيوية أخرى .

سيتم في هذه البحث إيجاز الخيارات المتاحة لتوليد الطاقة للإنطلاق بعد ذلك في دراسة خيار استغلال الطاقة النووية في توليد الكهرباء (أو تحلية مياه البحر) مستعرض العقبات الموضوعية المتعلقة بتأمين الوقود النووي .

لن يتم التطرق إلى موضوع الأمن والأمان النوويين اللذين يطرحان جوانب الإجراءات الضرورية للأمن (المادي : حراسة، تخزين آمن ... إلخ) وإجراءات الأمان النووي أي القيام بكل ما هو ضروري لعدم حصول حوادث نووية. ولكن يمكن الإشارة إلى أن جهود ًا كبيرة بذلت

وتبذل أثناء عمليات تصميم المفاعلات وبنائها من أجل الوصول إلى أعلى درجات الأمان. ومن المعروف أن كل دولة تستخدم الطاقة النووية في كافة الأغراض السلمية، تنشئ هيئة رقابية حكومية ومستقلة لمراقبة استيراد وتركيب وتشغيل وتخزين كل الأجهزة والمواد التي يصدر عنها إشعاعات مؤينة. ويصبح وجود هذه الهيئة أكثر ضرورة عند البدء ببناء مفاعلات بحثية أو مفاعلات طاقة.

2 ـ خيارات تأمين مصادر الطاقة

ـ وإذا 2050سوف يتضاعف استخدام الطاقة في العالم بحلول عام اعتبرنا أنه من الممكن إدخال تحسينات جوهرية في استخدامات الوقود الأحفوري بالإضافة إلى تحول مستمر من الفحم إلى الغازالطبيعي فسيبقى من الضروري جعل مساهمة الوقود الأحفوري فيإنتاج الطاقة لا حتى يصبح من 2050% من إجمالي الطاقة في العام 30تزيد عن الممكن بلوغ ما هو مطلوب من الحد من انبعاثات الغازات التي تسبب ظاهرة الإنحباس الحراري.

لذلك يصبح من الضروري أن يعمد متخذو القرار لاستعراض كل المقاربات الممكنة لإنتاج الطاقة من أجل التأكد من أن الطلب العالمي والمتزايد على الطاقة سيتم تلبيته رغم ما تفرضه الاتفاقات الدولية من تقييدات على انبعاث الغازات المسببة للإنحباس الحراري.

ويرى بعض الدارسين أن هناك أربعة خيارات أساسية لبلوغ هذا الحدث :

أ ـ وضع معايير واضحة وصارمة للطلب على الطاقة بحيث يتم تقليصه أو على الأقل إبقاؤه على المستوى ذاته.

ب ـ اللجوء إلى استخدام المحطات النووية لتوليد الكهرباء و/أو إزالة ملوحة مياه البحر.

ج ـ تطوير استخدام الطاقات المتجددة لا سيما في المنازل والزراعة وبعض الصناعات، التي لا تتطلب كمًا كبيرًا من الطاقة، وإضاءة الشوارع والأماكن العامة.

د ـ فصل غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج عن استخدام الوقود الأحفوري.

وبالرغم من ظهور هذه الخيارات كأنها مستقلة عن بعضها أو متعارضة أحيانًا فإن المطلوب مستقبلًا هو الاستعانة بها كلها من أجل الوصول إلى ما يهدف إليه العالم اليوم من تأمين لمصادر الطاقة دونالمس بكوكب الأرض .

إن صنع القرار في مجال الطاقة هو أمر معقد بسبب وجود عوامل عديدة تتراوح بين المصادر المتاحة للطاقة، سياسات ومصالح الدول والشركات، الكوارث الطبيعية والاضطرابات السياسية أو الأمنية...إلخ. ويمكن الإشارة إلى ظاهرة تضاعف سعر النفط ثلاث مرات خلال عام واحد للدلالة على عدم التمكن من استقراء كل التطورات المقبلة على صعيد إنتاج الطاقة أو الطلب عليها. ولكن ورغم ذلك يبقى من الضروري وضع آلية واضحة لمصادر الطاقة في العام 2050 وفقًا للخيارات التي ستكون متاحة في ذلك الوقت .

إن اتخاذ قرار باعتماد خيار محدد لإنتاج الطاقة لن يصبح متاحًا، من حيث الاستثمار، قبل مضي بعض الوقت الذي قد يصل إلى عدد من السنوات (كبناء مفاعلات القدرة النووية). وهذا ما سيتعارض مع رغبة المستثمرين بالمردود السريع وعدم المخاطرة الاقتصادية. م ما يؤكد أن المقياس الزمني هو مسألة جوهرية وخاصة في ميدان الطاقة النووية سنة، مما 40وذلك بسبب كون العمر المتوسطي لمفاعلات القدرة هو سيؤدي إلى اعتبار أن أكبر من نصف القدرة النووية الحالية سيختفي بحلول العام 2020 .

AIACADEMY.INFO

وإذا ما اعتبرنا أن جميع المشاريع الحالية ستستكمل فإنها لن تعطي في 2030العام 20 أكثر من % من القدرة النووية المستغلة حاليًا .

إن تعويض هذا النقص في القدرة النووية الإجمالية لن يعوض كله بالطاقة النووية بل بتطوير استغلال الطاقات المتجددة وبتطوير أساليب استخدام الوقود الأحفوري (مع تطمينات بشأن انبعاث الغازات المسببة لظاهرة الانحباس الحراري الزجاجي) بالإضافة إلى اتخاذإجراءات لتخفيض الطلب على الطاقة .

في كل هذه الوقائع، إن المقاربة المعقولة الوحيدة هي المحافظة قدر الإمكان على أكبر عدد من الخيارات المفتوحة، وأمام عدم التأكد من المستقبل يصبح من الضروري أن يضع العالم له خططًا متنوعة تأخذ بعين الاعتبار كل الخيارات المتاحة وتطوير التقنيات في كل ميادين إنتاج الطاقة بحيث لا تضيع الفرص ولا تهدر المصادر بشكل غير مدروس .

وبناء على ذلك يبدو من الصعوبة الوقوف ضد المقترح الذي يبقي خيار بناء عدد أكبر من المحطات النووية خيارًا مفتوحًا. وهذا ما اعتمدته الصين للسنوات العشر القادمة لتأمين الطلب المتزايد على الطاقة فيها حيث ستبني أكثر من مفاعلا من أجل تأمين٤٪ فقط من 80%حاجتها المتنامية للطاقة .

3 ـ خيار الطاقة النووية

إن اعتماد خيار الطاقة النووية في المستقبل سيعتمد أساسًا على عاملين مهمين : البيئة داخل الدولة والبيئة خارجها .

أ ـ البيئة داخل الدولة وستتضمن عناصر عديدة نورد بعضها:

ـ توفر المصادر الأخرى للطاقة (نفط، فحم ، غاز طبيعي، طاقات متجددة) ـ الوعي البيئي

ـ الجهة المستثمرة (دولة، قطاع خاص)

ـ المستوى التقني ومدى امتلاك التقنيات النووية في ميدانالمفاعلات النووية

ـ **البيئة الخارجية** والتي ستتضمن عناصر إضافية نورد بعضها :

ـ مدى نمو الطلب على الطاقة في العالم والذي يرتبط بالنمو الكافي والنشاط الاقتصادي العالمي .

ـ وضع مقاربات طويلة الأجل لأنظمة إنتاج الطاقة .

ـ مدى توافر الوقود الأحفوري على ضوء حجم الاحتياطيات العالمية وتطور أسعارها .

ـ استمرارية إمداد الوقود الأحفوري على ضوء التوتر الدولي والأحداث الأمنية .

ـ التأثيرات البيئية للوقود الأحفوري على ضوء المخطط له في الوقت الحالي بواسطة هيئة العمل بين الحكومات حول التغير المناخيIPCC .

ـ مدى سرعة تطور تقانات الطاقة المتجددة ومردودها الاقتصادي .

ـ مدى اتساع نطاق عملية فصل غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج عن استخدام الوقود الأحفوري .

ـ تطور تقانات تخزين الكهرباء وهو أمر مهم جدًا في ميدان الطاقات المتجددة .

ـ العوامل الاقتصادية لا سيما في الدول الأقل نموًا والتي تفتقر إلى رساميل قابلة للتوظيف على فترة زمنية طويلة. وهذا ما يستدعي تطوير مفاعلات بتكلفة تقل عن التكلفة الحالية .

ـ توف ـر الوق ـود الن ـووي الذي يعتم ـد عل ـى م ـا هو متوف ـر من اليوراني ـوم أو م ـا يمك ـن توفيره عبر

اكتشافات جديدة أو عبر استخلاصه من مياه البحر بتقنيات جديدة .

ـ إدارة النفاي ـات المشع ـة لاسيما على ضوء تناقص المساحات المعدة للتخزين وعلى ضوء الكلفة العالية لإيجاد أماكن تدفن فيها هذه النفايات (عميقًا) أو تخزن على سطح الأرض .

ـ الامان النووي وهو ذو سجل مثير للإعجاب رغم الحوادث القليلة والمأساوية التي حصلت. ولكن توسعًا أكبر في القدرة النووية قد يزيد احتمالات حصول بعض الحوادث العارضة مما يستدعي جهدًا إضافيًا لمنع حصول هذه الحوادث .

ـ إنتشار الأسلحة : إن المخاوف من انتشار السلاح النووي تساهم في عدم التمكن من اعتماد الخيار النووي في بعض الدول لا سيما تلك التي يتوجب عليها شراء المفاعلات والمواد النووية من الخارج .

ـ موقف الرأي العام من الطاقة النووية والذي يختلف من دولة إلى أخرى : إن درجة القبول لدى الجمهور تحدد مدى قيام متخذي القرار باعتماد الخيار النووي كمصدر، ضمن مصادر أخرى، للطاقة ونورد في ما يلي جدو ًلا بالمواقف من القدرة النووية .

) : المواقف من القدرة النووية 1جدول رقم (

	مع الخيارالنووي(%)	ضد الخيار النووي(%)	متعادلون / لا يعلمون(%)
الرأي العام	28	25	47
جميع متخذي القرار	43	44	13

AIACADEMY.INFO

إدراك متخذي القرارللرأي العام	2	84	14

ـ توفر المهارات في الميدان النووي : ويعتبر هذا الأمر مهمًا في ظل وجود قرار باعتماد الخيار النووي أو في غيابه. إن الوصول بالمهارات الوطنية في أي ميدان، لاسيما ميدان الطاقة النووية، يتطلب جهدًا ووقتًا كبيرين. ورغم توفر هذه المهارات في الدول الكبرى فإنها بدأت تقلق أمام تناقص عدد الصفوف في الجامعات، ووضعت مشاريع دولية ووطنية (بالتعاون مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية) للحفاظ على المعرفة. وهذا ما يستدعي أن تتحول الدول الأخرى بمجهودات إضافية لتوفير حد معقول من المهارات النووية السلمية .

ـ البحث والتطوير : إن وجود مهارات نووية يؤمن اندفاعًا في مجالات البحث والتطوير لاستغلال أمثل للطاقة النووية كمصدر من المصادر المستقبلية للطاقة .

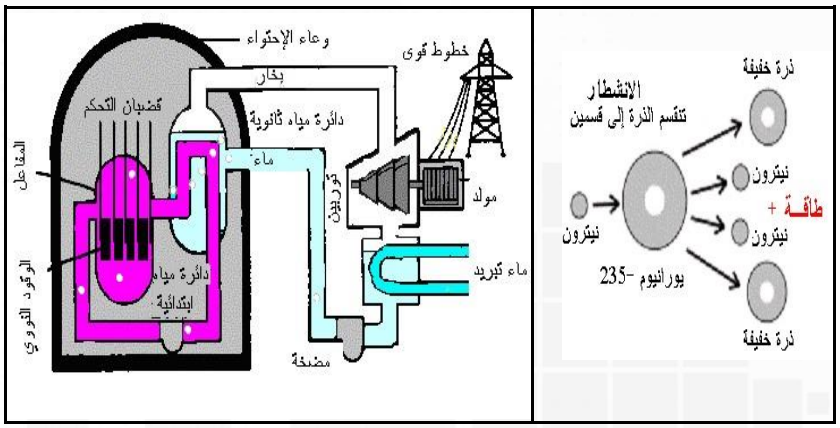
ـ إن حجم التحديات المصاحبة لمسألة مصادر الطاقة وتأثيرها على البيئة والصحة العامة ستبقى في العقود القادمة كبيرة ومثيرة للجدل. ويبقى على الدول التي تملك قدرات نووية مميزة أن تساهم في تطوير مفاعلات أكثر أمانًا، أقل كلفة وأكثر جذبًا للإستثمار التجاري لا سيما في القطاع الخاص الذي يتردد طويًلا في تجميد استثمارات كبيرة لفترة طويلة قبل الشروع بحصد الأرباح .

4 ـ المحطات النووية لتوليد الطاقة

تشتغل المحطة النووية لتوليد الطاقة الكهربائية بشكل أساسي بنفس طريقة المحطات المشتغلة بالوقود الأحفوري ولكن بفارق وحيد هو

AIACADEMY.INFO

مصدر الحرارة حيث أن عملية إنتاج الحرارة في المحطات النووية تكون عن طريق إنشطار ذرة اليورانيوم إلى ذرتين أخف بواسطة النيترونات وتنطلق من هذه العملية طاقة حرارية هائلة ونيترونات (شكل١) .



مفاعل الانشطار النووي :

تهدئة النيترونات الخارجة من هذا التفاعل وتقوم بشطر ذرة يورانيوم أخرى وهكذا تتكرر العملية وهذا مايسمى بالتفاعل المتسلسل.

والمفاعل النووي هو ذلك الوعاء الذي يحوي ويتحكم في التفاعل المتسلسل .

والحرارة التي تنطلق من قلب المفاعل تقوم بغلي الماء ثم يتولد عنه ور بدوره توربين وبالتالي تتولد الكهرباء (شكل٢) كما بخار الذي يد في محطات الوقود الأحفوري وهذا النوع من المفاعلات يسمى مفاعلات القوى في حين أن مفاعلات الأبحاث توظف النيترونات بدل الطاقة الحرارية.

هناك عدة مكونات أساسية في معظم أنواع المفاعلات وهي:

AIACADEMY.INFO

- **الوقود :** وهو عبارة عن كريات من ثاني أكسيد اليورانيوم مصفوفة داخل أنابيب لتك□ون قضبان الوقود وهذه القضبان مرتبة في مجاميع وقود داخل قلب المفاعل.

- **المهدئ :** وهو المادة التي تبطئ النيترونات المنطلقة من الإنشطار من أجل المزيد من الإنشطار وقد يكون المهدئ ما□ء خفيف□ا أو ثقي□لا أو غرافيت.

- **قضبان التحكم :** وتتكون من عناصر ممتصة للنيترونات مثل الكادميوم ، الهافنيوم أو البورون وتغمر أو تسحب من قلب المفاعل من أجل التحكم في معدل التفاعل أو وقفه.

- **المبرد :** وهو سائل أو غاز يدور خلال قلب المفاعل من أجل تبريده ونقل الحرارة منه.

- **وعاء الضغط أو أنابيب الضغط** : عبارة عن وعاء حديدي صلب يحتوي قلب المفاعل والمهدئ أو سلسلة من الأنابيب تحمل الوقود وتقوم بتوصيل المبرد خلال المهدئ.

- **مولد البخار :** وهو جزء من نظام التبريد حيث يتم استعمال الحرارة الخارجة من قلب المفاعل في صنع البخار اللازم لإدارة التوربينات.

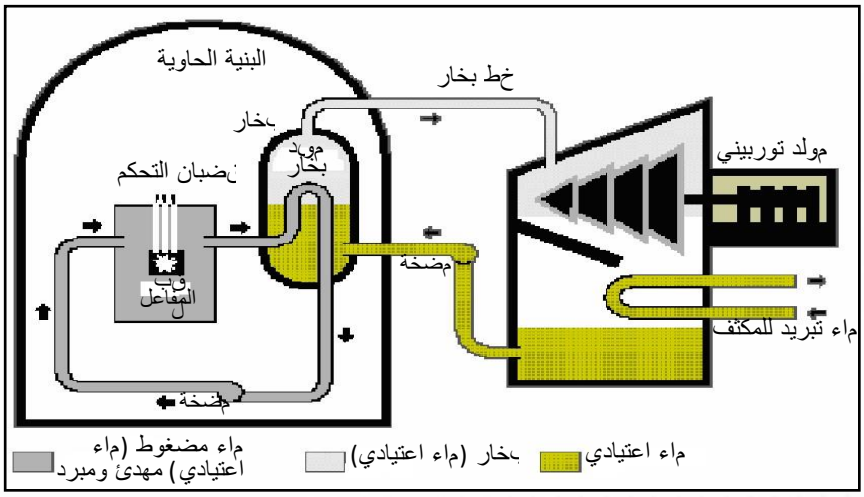
- **وعاء الإحتواء :** وهو البناء الذي يحتوي مكونات المفاعل ويحميه من المؤثرات الخارجية ويحمي الذين خارجه من تأثي ـرات الإشع ـاع ومن أي حادث قد يطرأ ، وهو في الغالب بسماكة متر واحد ومصنوع من الخرسانة والحديد الصلب.

هناك غرضان أساسيان من إنش ـاء المفاع ـلات النوويـة هما الإستفادة منها كمصدر للنيترونات لأغراض التشعيع والبحث وإنتاج النظائر

المشعة وما لها من تطبيقات مختلفة أما الغرض الآخر ـ موضوع هذا البحث ـ فهو إستخدامها كمصدر للحرارة التي تتولد في قلب المفاع ـل نتيجة للإنشطار النووي حيث يستخدم المبرد بعد تسخينه وضغطه في توليد بخار في دائرة تبريد ثانوية من خلال مبادل حراري مشترك ليستخدم ذلك البخار في إدارة التوربينات في محطات توليد الكهرباء أو لإنتاج بخار يجري تكثيفه فيما بعد ليعاد ضخه إلى دوائر التبريد أو إستخدامه في عمليات إزالة ملوحة مياه البحر.

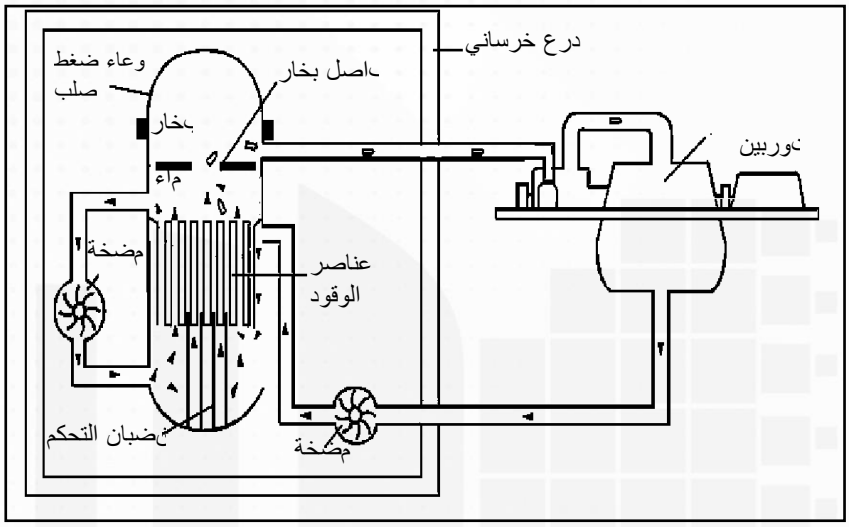
وللمفاعلات النووية أنواع ويتميز كل نوع بتصميمه الهندسي ونوع الوقود والمهدئ والمبرد الخاص به ويختلف أيضًا في الغرض من تصميمه والأنواع الرئيسية الأكثر إستخدامًا في مفاعلات القوى هي:

أ ـ مفاعلات الماء الخفيف: وتنقسم هذه المفاعلات إلى نوعين هما مفاعلات الماء المضغوط (شكل٣) ومفاعلات الماء المغلي (شكل٤) وتستخدم الماء الاعتيادي في التبريد والتهدئة ومعظم محطات القدرة النووية في العالم هي من هذا النوع. وتستخدم هذه المفاعلات الوقود المخصب بنسبة ٣ـ٥ %من اليورانيوم والنيترونات الحرارية في الإنشطار.



AIACADEMY.INFO

شكل (3) مفاعل الماء المضغوط

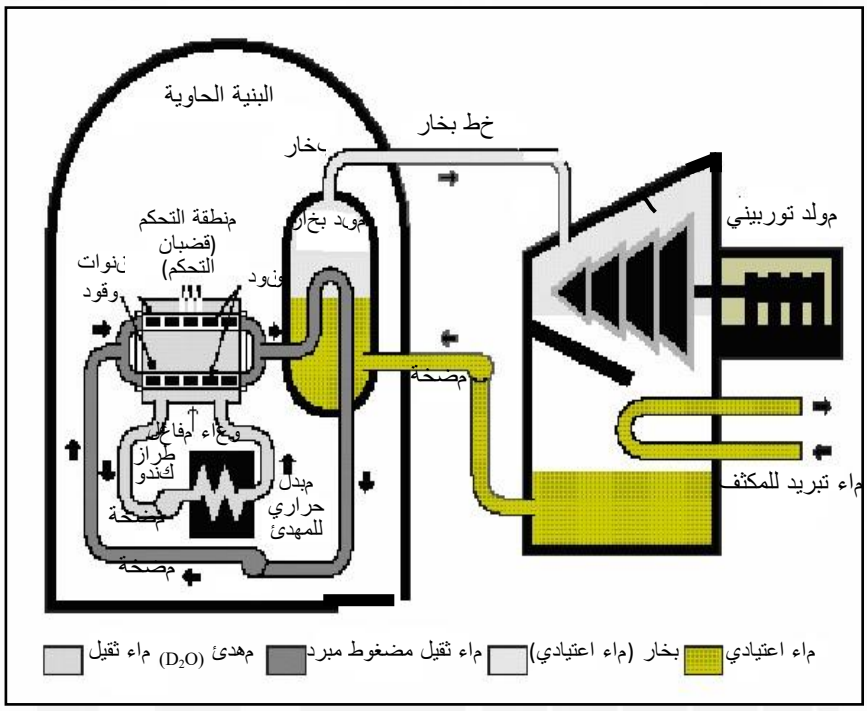


شكل (4) مفاعل الماء المغلي

ب ـ مفاعلات الماء الثقيل

تستخدم هذه المفاع ـلات الم ـاء الثقي ـل للتهدئة والتبريد أو لأي منهما حيث يمتاز الماء الثقيل بأنه قليل الامتصاص للنيترونات واستخدامه كمهدئ يساعد على تصميم المفاعل لاستخدام وقود اليورانيوم الطبيعي (٢٣٧و٢٣٨٪يورانيوم–) وكانت كندا أول من قام بتطوير هذا النوع من المفاعلات ولذلك سمي ب CANDU .

AIACADEMY.INFO

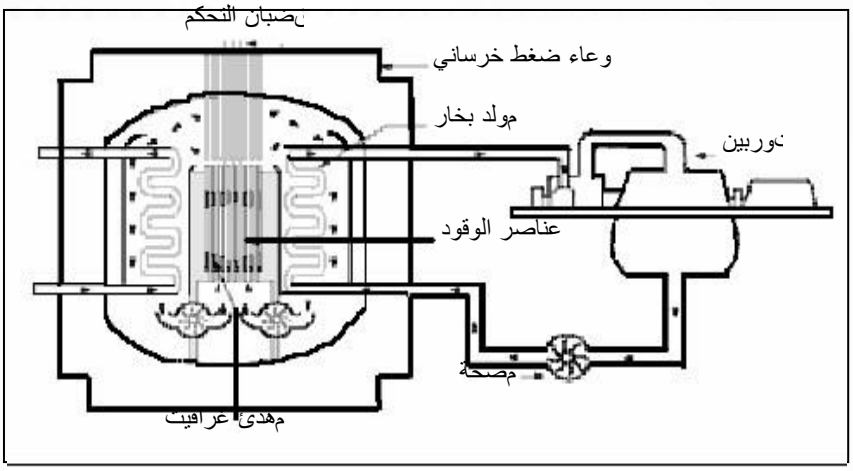


شكل (5) مفاعل الماء الثقيل المضغوط

AGRج ـ المفاعلات المتقدمة المبردة بالغاز

وتستخدم الغرافيت كمهدئ وفي الغالب غاز ثاني أكسيد الكربون كمبرد.

AIACADEMY.INFO

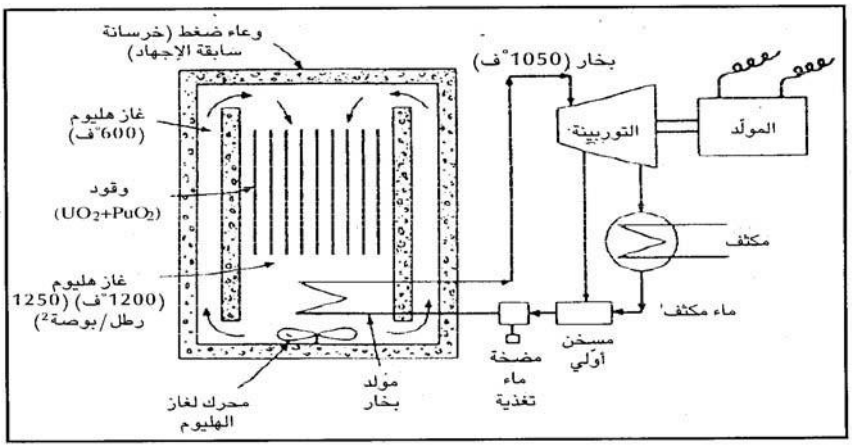


شكل (6) المفاعل المتقدم المبرد بالغاز

د ـ المفاعلات المولدة السريعة:

لقد تم تطوير هذا النوع من المفاعلات التي بإمكانها أن تولد موادًا انشطارية أكثر مما تستهلك وتأخذ تصاميمها أشكا ًلا مختلفة، كما أن وقودها وموائع تبريدها هي الأخرى متعددة. وتستخدم هذه المفاعلات النيترونات السريعة في الإنشطار واليورانيوم الطبيعي كوقود ولا تحتاج إلى مهدئ

AIACADEMY.INFO



شكل (7) المفاعل المولد السريع المبرد بالغاز

جدول: أنواع مفاعلات القوى النووية التجارية العاملة الآن في العالم

نوع المفاعل	المبرد	المهدئ	الوقود	ج وك *	العدد	الدول الرئيسية
مفاعل الماء المضغوط (PWR)	ماء	ماء	UO_2 مخصب	242	264	الولايات المتحدة، فرنسا، روسيا، اليابان
مفاعل الماء المغلي (BWR)	ماء	ماء	UO_2 مخصب	81	92	الولايات المتحدة، السويد، اليابان
المفاعل المبرد بالغاز (AGR)	CO_2	غرافيت	طبيعي U (معدن) UO_2 مخصب	11	26	بريطانيا
مفاعل الماء الثقيل المضغوط 'CANDU'	ماء ثقيل	ماء ثقيل	UO_2 طبيعي	19	38	كندا

(PHWR)						
مفاع ـل الم ـاءالخفيف الغرافيتي (RBMK)	ماء	غرافيت	UO_2 مخ ?صب	13	17	روسيا
المف ـ ـ ـاعلاتالمولدة الس ـريعة (FBR)	صوديوم سائل	لا شيء	UO_2 و PuO_2	1	3	فرنسا، اليابان، روسيا

* جيغا واط كهربائي السعة بألف مليون واط

5 ـ التطور في صناعة المفاعلات

هناك عدة أجيال من المفاعلات؛ الجيل الأول وهو الذي طور في والقليل منها ما زال يشتغل حتى الآن وهي في 1960 – 1950الفترة العموم تستخدم اليورانيوم الطبيعي كوقود و الغرافيت كمهدئ.

الجيل الثاني هو الذي يستخدم اليورانيوم المخصب كوقود والماء كمبرد ومهدئ ومعظم مفاعلات القوى العاملة في الولايات المتحدة من هذا النوع. أما الجيل الثالث فهو ما يطلق عليه المفاعلات المتقدمة ولقد تم تشغيل أول ثلاثة منها في اليابان وهناك أخريات تحت الإنشاء أو التجهيز للشغل، وهي تطوير للجيل الثاني مع زيادة في إجراءات السلامة .

أما الجيل الرابع فلازال تحت التصميم ومن المقدر له أن يشتغل بعد ويفترض أن تكون له دورة وقود مغلقة ويحرق معظم المواد 2020عام المشعة ذات عمر النصف الطويل من ضمن الوقود وهذا الجيل سيكون في الغالب من المفاعلات السريعة .

والتي كانت بسبب تصدعات في التصميم 1986بعد حادثة تشرنوبيل بالإضافة إلى أخطاء جدية ارتكبها المشغلون حدثت ثورة في مجال تصميم المفاعلات وتكاتف خبراء العالم من أجل ابتكار واستنباط تقانات

AIACADEMY.INFO

مفاعلات جديدة متطورة ودورة وقودها وكان للوكالة الدولية للطاقة الذرية دور الريادة في هذا المضمار عن طريق مشروعها الرائد (المشروع الدولي للتصاميم المبتكرة للمفاعلات ودورة الوقود) الذي (الندوة GIFيضم ٢٠دولة ويعتبر مكملا للمشروع العالمي الآخر العالمية لمفاعلات الجيل الرابع). هذه المشاريع تركز على معالجة المشاكل المتعلقة بالأمن والأمان النوويين والسلامة والإنتشار وتوليد النفايات مع مراعاة أن يكون توليد الكهرباء بأسعار منافسة وتصميم مرافق يتيح تخفيض أزمنة البناء وتقليل تكاليف التشغيل. وتولي الوكالة الدولية للطاقة الذرية أيضًا اهتمامًا متزايدًا بالمفاعلات الصغيرة والمتوسطة التي توفر انسجامًا أفضل مع قدرة الشبكة الكهربائية العامة في البلدان النامية، بالإضافة إلى تكيفهامع تطبيقات عديدة مثل تدفئة المناطق أو إزالة ملوحة مياه البحر أو تصنيع وقود كيميائي .

6 - الوقود

من أكثر النظائر القابلة للإنشطار شيوعًا 235يعتبر نظير اليورانيوم - وهو الوقود المستخدم في معظم المفاعلات الحالية وعلى الرغم من مرة أكثر من الفضة ومساوي 100وفرة اليورانيوم في الطبيعة (للقصدير والزنك) إلاّ أن نظيره القابل للإنشطار نادر جدًا. ولذلك فإن اليورانيوم -الذي نسبته في اليورانيوم الطبيعي تساوي ٠,٧٪ يحتاج إلى تثرية (أو تخصيب) أي زيادة ٢٣٥نسبته إلى أكثر من ذلك حتى يصلح كوقود لمعظم مفاعلات القوى. وتصل الطاقة المنتجة من كيلو غرام من اليورانيوم إلى أكثر من ثلاث ملايين مرة من مثيلها من الفحم أوالنفط. والحقيقة أن إنشطار ذرة واحدة من اليورانيوم تنطلق منه طاقة تقدر ب ١٠مليون مرة الطاقة الناتجة من إحتراق ذرة كربون من الفحم .

ومثل باقي أنواع الوقود التقليدية فإن اليورانيوم كمصدر للطاقة يجب أن يمر بسلسلة من المراحل حتى يكون وقودًا قاب ًلا لإنتاج الطاقة

الكهربائية وهذه المراحل تسمى ب"دورة الوقود النووي". ويمكن وتفصيلها في المراحل الآتية: 7تلخيص دورة الوقود النووي في شكل

أ ـ التنقيب عن خام اليورانيوم : يوجد اليورانيوم في الصخور والتربة على سطح الأرض وفي باطنها وكذلك في مياه البحار والأنهار وتعتبر أستراليا وكندا وكازاخستان من أكثر الدول إنتاجًا لليورانيوم الخام، ويتم التنقيب إما سطحيًا أو في أعماق مختلفة حسبتواجد الخام في الأرض حيث تتم تصفيته في الموقع بواسطة ماء مؤكسد وأحماض خفيفة أو قلويات للاحتفاظ باليورانيوم في محلول ليسهل بعد ذلك استخلاصه بطرق الطحن العادية. ويبين جدول رقم

(مصادر اليورانيوم المعروفة اليوم. 3)

جدول رقم (3) : مصادر اليورانيوم في العالم

الدولة	طن من اليورانيوم	النسبة المئوية من العالم
أستراليا	863,000	%28
كازاخستان	472,000	%15
كندا	437,000	%14
جنوب أفريقيا	298,000	%10
ناميبيا	235,000	%8
البرازيل	197,000	%6
روسيا	131,000	%4
الولاياتالمتحدة	104,000	%3
أزبكستان	103,000	%3

AIACADEMY.INFO

الإجمالي	**3,107,000**	

ـ الطحن إلى أكسيد اليورانيوم : وغالبًا ما تكون معدات الطحن على قرب من المناجم وفي هذه العملية يتم طحن الخام وتفتيته إلى قطع صغيرة ثم إضافة حمض الكبريتيك القوي ليسمح بفصل اليورانيوم ثم ترسيبه كأكسيد يورانيوم وهذا ما يسمى بالكعكة الصفراء % من اليورانيوم ونسبة الإشعاع هنا أقل منها في 80وتحتوي أكثر من المرحلة السابقة ويجب أن تعزل عن ما حولها.

التحويل إلى غاز سادس فلوريد اليورانيوم : يجب أن يكون اليورانيوم في حالة غازية قبل أن يصل إلى عملية التخصيب. في محطات التحويل في أوروبا وروسيا وأمريكا الشمالية يتم تحويل) ثم إلى UO_2) إلى ثاني أكسيد اليورانيوم (U_3O_8أكسيد اليورانيوم ( ). ويتم تصنيع الوقود للمفاعلات التي UF_6سادس فلوريد اليورانيوم (تشتغل باليورانيوم الطبيعي ولا تحتاج إلى تخصيب مباشرة من ثاني أكسيد اليورانيوم. والخطر الأساسي من هذه العملية يأتي من إستخدام فلوريد الهيدروجين.

التخصيب : إن الأغلبية العظمى من المفاعلات العاملة في مجال توليد الطاقة الكهربائية الآن والتي هي تحت الإنشاء تتطلب وقودًا مخصبًا % . وفي هذه 5 ـ 2% إلى 0.7 من 235أي زيادة نسبة اليورانيوم- وبالتالي فإن غاز 238% من اليورانيوم -85العملية يتم فصل حوالي سادس فلوريد اليورانيوم ينقسم إلى قسمين رئيسيين أحدهما مخصب إلى المستوى المطلوب وينتقل إلى المرحلة التالية والآخر مستنفد من ويسمى اليورانيوم المستنف ـد أو المنضب ومعظمه 235اليورانيوم - . 238يورانيوم -

وأول محطة تخصيب تجارية في العالم بنيت في الولايات المتحدة واستخدمت طريقة الإنتشار الغازي في حين أن هناك الآن محطات أكثر حداثة في أوروبا وروسيا تستخدم طريقة القوة الطاردةالمركزية وهاتان

AIACADEMY.INFO

الطريقتان توظفان الخواص الفيزيائية للجزيئات خاصة الفرق في الكتلة لفصل النظائر.

صناعة الوقود : ينقل سادس فلوريد اليورانيوم المخصب إلى محطات صناعة الوقود حيث يحول إلى مسحوق ثاني أكسيد اليورانيوم (UO_2) ثم يضغط إلى كريات صغيرة، هذه الكريات يتم إدخالها في أنابيب مصنوعة من سبائك الزركونيوم أو الفولاذ لتكون قضبان الوقود. تغلف هذه القضبان بعد ذلك وتجمع في ما يعرف بمجاميع الوقود التي تكون جاهزة لاستخدامها في قلب المفاعل.

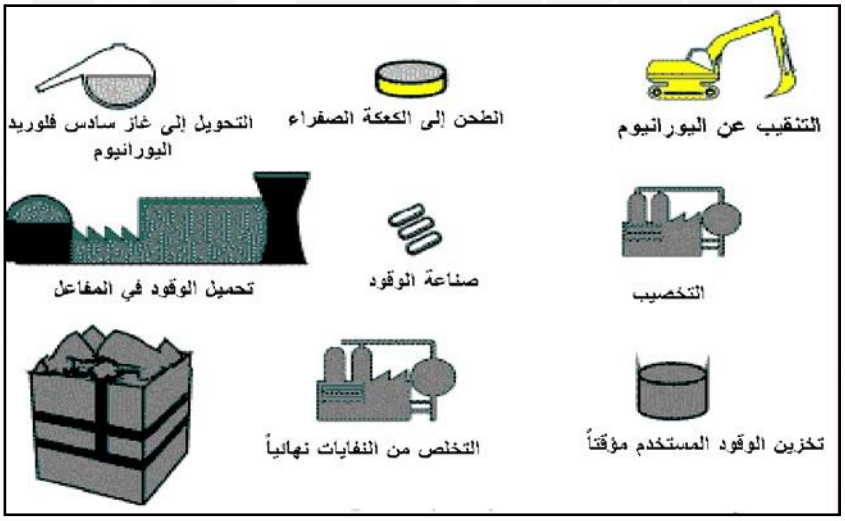
تحميل الوقود في المفاعل : يتكون قلب المفاعل من عدة مئات من مجاميع الوقود مرتبة بطريقة معينة. وبالنسبة لمفاعل بقدرة 75 طنًا ميغا واط كهربائي، يحتوي قلب المفاعل على ما يقارب 1000 من اليورانيوم منخفض التخصيب. ويتم في قلب المفاعل الإنشطار النووي بالطريقة التي أشرنا إليها في السابق منتجًا كمية هائلة من الحرارة تولد بخارًا يستخدم في تشغيل التوربينات التي تنتج الكهرباء.

يتم تحويله في قلب المفاعل إلى البلوتونيوم 238بعض اليورانيوم - القابل للإنشطار الذي من الممكن أن يساهم في إنتاج الطاقة الكهربائية أو يستخدم للأغراض العسكرية. وللحفاظ على كفاءة أداء المفاعل لابد شهرًا. 18من تغيير الوقود المستهلك كل عام أو كل

تخزين الوقود المستعمل : إن مجاميع الوقود المستخدم التي تستخرج من قلب المفاعل تكون عالية الإشعاع وتعطي درجة حرارة عالية، لذلك فهي تخزن في برك خاصة قرب موقع المفاعل من أجل تخفيض درجة حرارتها وامتصاص إشعاعها. ويمكن للوقود المستخدم أن يخزن بأمان لفترات طويلة في هذه البرك كما يمكن أيضًاتخزينه بشكل جاف بطرق هندسية مع التبريد. وهاتان الطريقتان انتقاليتان إلى حين إعادة الإستعمال أو إرسالها إلى مواقع للتخلص منها نهائيًا. وكلما خزنت لفترات أطول كلما سهل التعامل معها وذلك لتحلل إشعاعها .

AIACADEMY.INFO

التخلص النهائي من النفايات : بعد عملية إعادة الإستخدام فإن النفايات العالية الإشعاع يتم تسخينها حتى الكلسنة وتحويلها إلى مسحوق جاف يتم إدماجه في زجاج البيريكس وبعد ذلك يتم وضعه في علب من الفولاذ. وبذلك تكون النفايات قابلة للنقل والتخزين بدروع مناسبة. والنفايات بهذا الشكل أو الوقود المستعمل وغير المعاد للاستخدام يتم وضعه في حاويات غير قابلة للصدأ. والخطة الأكثر قبو ًلا للتخلص من النفايات هي دفنها في صخور ثابتة البنية في أعماق الأرض. وأول مقبرة دائمة للنفايات المشعة ستكون في سنة 2010. ومعظم الدول المنتجة للكهرباء بالطاقة النووية تفكر في إنشاء مواقع دائمة للتخلص من النفايات بعد 2010. ولكن بعد توفر كميات تكون مبررة إقتصاديً ا



(مخطط توضيحي لدورة الوقود النووي 8شكل)

7 ـ اليورانيوم في العالم

أص ـدرت الوكال ـة الدولي ـة للطاق ـة الذرية كتاب ًا تحت عنوان "يورانيوم 2001 يعتمد على معلومات : موارده وإنتاجه والطلب عليه

دولة. وسيعرض الكتاب إحصائيات حول الموارد المتاحة، 45من الاستكشافات، الإنتاج والطلب العالمي على اليورانيوم حتى العام ٢٠٢٢

موارد اليورانيوم : تصنف الموارد إلى موارد تقليدية وموارد غير تقليدية. وتعتبر الموارد غير تقليدية عند وجود اليورانيوم فيها بنسبة قليلة ويسترجع اليورانيوم في هذه الحالة كمنتج ثانوي.

مليون طن موجودة في توضعات 22وتقدر هذه الموارد بحوالي مليارات طن في مياه المحيطات والبحار. وتعتبر 4الفوسفات وبحوالي هذه الموارد غير مجدية اقتصاديًا نظرًا لكلفة استخراجها العالية. أما مليون طن من اليورانيوم 16الموارد التقليدية فتقدر بمجملها بحوالي دل الاستخدام الحالي سنة من الإمداد لنفس مع250(وهو ما يعادل

ألف طن سنويًا" أما الموارد غير المكتشفة فقد قدرت في 64"حوالي مليون طن. وتتركز الاستثمارات الكبيرة في 16 بحوالي 2001العام الاستكشافات في ستة دول هي استراليا، كندا، الهند، الاتحاد الروسي، الولايات المتحدة الأمريكية وأزبكستان. كما يذكر أيضا أن إيران 1998وأوكرانيا زادتا نسبة إنفاقهما على أعمال الاستكشاف بين عامي 2000و .

الإنتاج : بلغ إنتاج اليورانيوم في العام 2000 حوالي 36 ألف طن بزيادة 12% عن إنتاج العام 1990 (حوالي 32 ألف طن).

% من الإنتاج يتم الحصول عليه 14وتجدر الإشارة إلى أن حوالي كمنتج ثانوي من عمليات النحاس والذهب .

الطلب : في نهاية العام 2000 استمرت نسبة نمو الطاقة النووية وفقًا للنسبة نفسها خلال السنوات العشر المنصرمة، كان عدد المفاعلات النووية التجارية 438 مفاعلًا تنتج 360 جيغا واط كهربائي ـ أمن الإنتاج العالمي حوالي 36 ألف طن من اليورانيوم أي حوالي

ألف طن) وتمت 64% من الاحتياجات الفعلية للمفاعلات (حوالي 56 تلبية باقي الاحتياجات من المخزونات العادية والعسكرية وإعادة معالجة اليورانيوم وإعادة تخصيب اليورانيوم المستنفد .

الوضع في العام 2020 : إن التقديرات المتعلقة بنهاية خدمة بعض المفاعلات التي تعمل حاليًا وتلك التي هي تحت الإنشاء يجعلن ـا نقدر السع ـة النووي ـة العالمي ـة في العام 2020 بأنها مساوية للسعة الحالية مضاف ًا إليها سعة المفاعلات المخطط إنشاؤها حالي ًا رغم زيادة خطط الإنشاء في آسيا وأوروبا والولايات المتحدة الأمريكية.

إن التحسينات التي طرأت على تقانة المفاعلات تؤثر حتم ًا على الاحتياجات من اليورانيوم فستنخفض كمية اليورانيوم الضرورية لإنتاج كمية معينة من الكهرباء .

ولكن الاتجاه العام لرفع قدرة المفاعلات وإطالة أعمار المفاعلات العاملة حاليا سيؤدي إلى احتياجات أعلى من اليورانيوم. إن تحويل مواد رؤوس حربية إلى الاستخدام السلمي في السنوات الماضية أدى إلى وجود وفرة متزايدة من اليورانيوم مما خفض سعره وأدى بالتالي إلى تقليص عمليات الاستكشاف. وحتى يعود الإنتاج الرئيسي إلى مست ـواه المطلوب، يمكن أن يحصل مع الزمن، عدم ت ـوازن بي ـن العرض والطلب خاصة بعد بروز احتياجات جديدة. ويمكن التأكيد أن إنتاج جميع الدول المنتجة لليورانيوم والمعروفة حالي ًا لا يمكن أن يلبي احتياجات العالم المستقبلية مما يعني ضرورة استمرار المصادر الثانوية فستنخفض 2020في رفع الإنتاج العالمي لليورانيوم. أما ابتداء من العام إمدادات الإنتاج الثانوي مما يعني ضرورة تطوير مشروعات جديدة لإنتاج اليورانيوم لتلبية احتياجات المفاعلات التي ستكون قيد العمل في ذلك الوقت.

من 2050وقد قدر فري ـق من الخب ـراء احتياجات العالم في العام اليورانيوم وفق ًا لتوقعات منخفضة، متوسطة وعالية وفق ًا للجدول رقم التالي :

جدول رقم (4) : الاحتياجات المتوقعة من اليورانيوم

	منخفضة (طنيورنيوم)	متوسطة (طن يورانيوم)	عالية (طن يورانيوم)
2000	62,000	62,000	62,000
2020	60,233	83,300	106,500
2050	52,000	177,000	283,000

إن عوامل غير تقنية وغير مرتبطة بتوافر مناجم لليورانيوم قد تطرأ وتؤثر على الإنتاج الرئيسي والإنتاج الثانوي. ومن هذه العوامل المعارضات البيئية أو السياسية لاستغلال المناجم أو لتخصيب اليورانيوم في ظل الخوف الدائم والمبرر أحيانًا من انتشار الأسلحة النووية .

8 ـ الوضع الحالي لتوليد الكهرباء بالطاقة النووية

إنه من المحتمل جدًا أن يكون العالم بين خيارين، إما قرار التوسع في استخدام الطاقة النووية وإما تقليل مستوى المعيشة. ولاشك أن العالم سيذهب بقوة عاجلًا أم آجلًا إلى الطاقة النووية. ولمعرفة الوضع الحالي المفصل لتوليد الكهرباء بالطاقة النووية يمكننا الرجوع إلى الجدول رقم 5) الذي يبين حالة الدول التي لها القدرة على إنتاج الطاقة الكهربائية من الطاقة النووية؛ الوضع سنة 2004) مقدرًا بالتيرا (10^{12} واط ساعة والنسبة المئوية لمساهمة الطاقة النووية بين مصادر الطاقة الأخرى، والوضع في أغسطس 2005) من حيث عدد المفاعلات العاملة والتي تحت الإنشاء والمخطط لها وقدرة كل منها بالميغا واط كهربائي وحاجتها من اليورانيوم .

AIACADEMY.INFO

جدول رقم (٥) : بيان لإنتاج الكهرباء بالطاقة النووية والمفاعلات العاملة والتي تحت الإنشاء والمخطط لها في العالم

الدولة	توليد الكهرباء النووية 2004			المفاعلات العاملة أغسطس 2005		مفاعلات تحت الإنشاء أغسطس 2005		مفاعلات مخطط لها أغسطس 2005		مفاعلات مقترحة أغسطس 2005		اليورانيوم المطلوب 2005
	ت و س	%ك	عدد	م و ك	عدد	م و ك	عدد	م و ك	عدد	م و ك	عدد	طن من اليورانيوم
الأرجنتين	7.3	8.2	2	935	1	692	0	0	0	0	0	140
أرمينيا	2.2	39	1	376	0	0	0	0	0	0	0	55
بلجيكا	44.9	55	7	5728	0	0	0	0	0	0	0	1163
البرازيل	11.5	3	2	1901	0	0	1	1245	0	0	0	311
بلغاريا	15.6	42	4	2722	0	0	0	0	1	1000	0	345
كندا	85.3	15	17	12080	1	515	4	2570	0	0	0	1796
الصين	47.8	2.2	9	6587	2	1900	8	8000	19	15000	0	1352
تشيكا	26.3	31	6	3472	0	0	0	0	2	1900	0	474
مصر	0	0	0	0	0	0	0	0	1	600	0	0
فنلندا	21.8	27	4	2656	0	0	1	1600	0	0	0	540
فرنسا	426.8	78	59	63473	0	0	0	0	1	1600	0	10431

المانيا	158.4	32	34	17	20303	0	0	0	0	0	3708

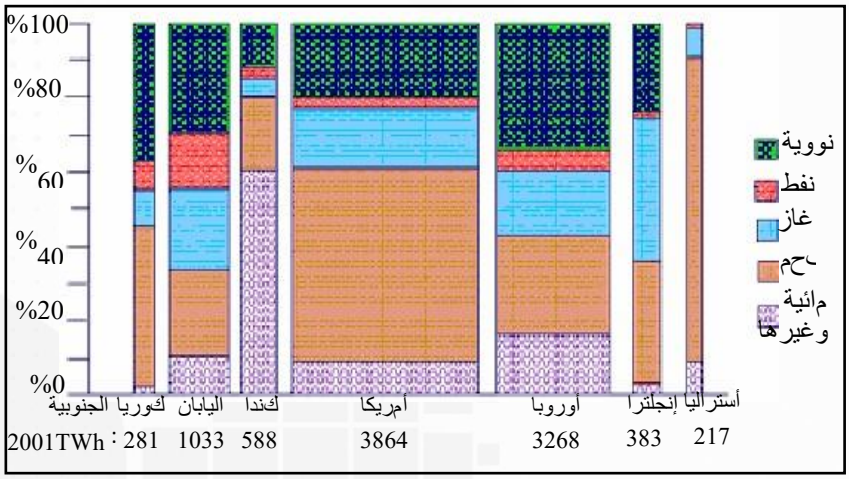
الدولة	توليد الكهرباء النووية 2004		المفاعلات العاملة أغسطس 2005		مفاعلات تحت الإنشاء أغسطس 2005		مفاعلات مخطط لها أغسطس 2005		مفاعلات مقترحة أغسطس 2005		اليورانيوم المطلوب 2005
المجر	11.2	34	1755	4	0	0	0	0	0	0	274
الهند	15	2.8	2993	15	3638	8	0	0	13160	24	351
اندونيسيا	0	0	0	0	0	0	0	0	2000	2	0
ايران	0	0	0	0	950	1	950	1	2850	3	125
اسرائيل	0	0	0	0	0	0	0	0	1200	1	0
اليابان	273.8	29	47700	55	866	1	14782	12	0	0	8184
كوريا الشمالية	0	0	0	0	950	1	950	1	0	0	0
كوريا الجنوبية	124	38	16840	20	0	0	9200	8	0	0	3011
ليثوانيا	13.9	72	1185	1	0	0	0	0	0	0	290
المكسيك	10.6	5.2	1310	2	0	0	0	0	0	0	237
هولندا	3.6	3.8	452	1	0	0	0	0	0	0	112

باكستان	1.9	2.4	10	425	2	0	0	300	1	0	0	57
رومانيا	5.1	10	1	655	1	655	1	0	0	1995	3	90
روسيا	133	16	31	21743	4	3600	1	925	1	9375	8	3409
سلوفاكيا	15.6	55	6	2472	0	0	0	0	0	840	2	373
الدولة	**توليد الكهرباء النووية 2004**			**المفاعلات العاملة أغسطس 2005**		**مفاعلات تحت الإنشاء أغسطس 2005**		**مفاعلات مخطط لها أغسطس 2005**		**مفاعلات مقترحة أغسطس 2005**		**اليورانيوم المطلوب 2005**
سلوفينيا	5.2	38	1	676	0	0	0	0	0	0	0	128
جنوب افريقيا	14.3	6.6	2	1842	0	0	0	0	0	125	1	356
أسبانيا	60.9	23	9	7584	0	0	0	0	0	0	0	1622
السويد	75	52	10	8857	0	0	0	0	0	0	0	1536
سويسرا	25.4	40	5	3220	0	0	0	0	0	0	0	595
تركيا	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4500	3	0
اوكرانيا	81.1	51	15	13168	0	0	0	950	1	0	0	1531
بريطانيا	73.7	19	23	11852	0	0	0	0	0	0	0	2409
الولاياتالمتحدة	788.6	20	103	97838	1	1065	0	0	0	0	0	22397
فيتنام	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2000	2	0

العالم	2618.6	16	440	367,684	23	17,431	39	41,472	73	58,145	68,357

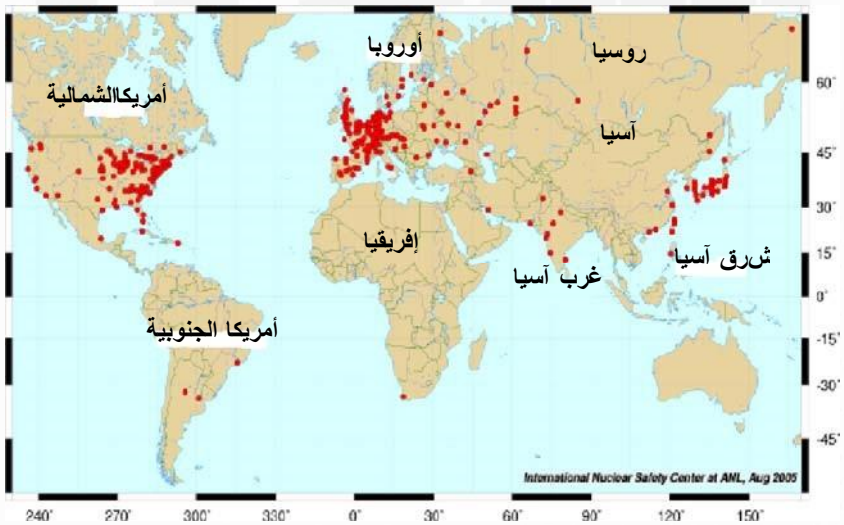
توليد الطاقة الكهربائية في العالم

حجم مساهمات مصادر الطاقة 10 مصادر الطاقة الكهربية في العالم ونسبة مساهمتها في إنتاجها ويوضح شكل 9ويبين شكل 2001المختلفة في بعض الدول حيث يعبر عرض العمود عن إجمالي إنتاج الطاقة الكهربية بالتيرا واط ساعة في عام .

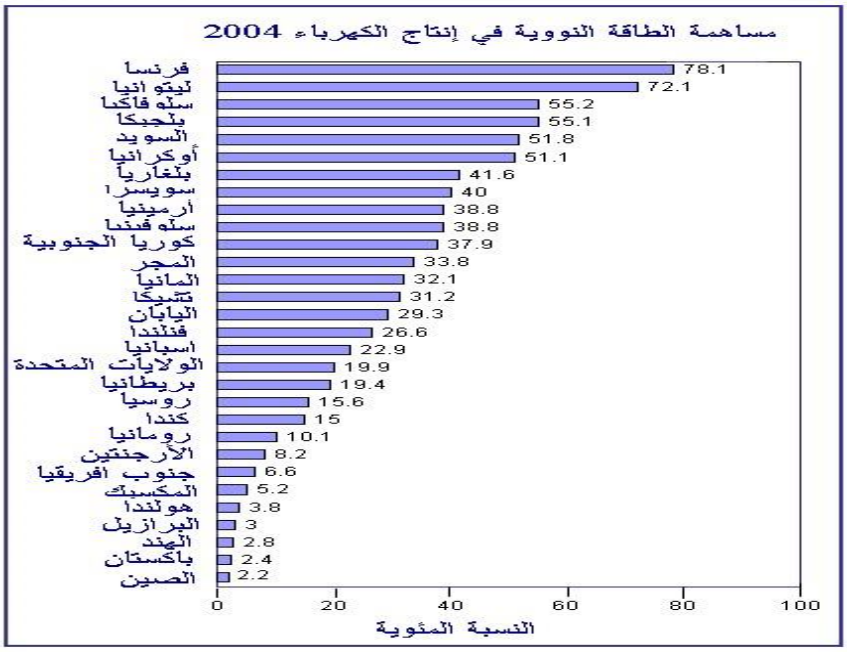


شكل (10) النسبة المئوية للوقود المستخدم في إنتاج الكهرباء

نسب مساهمة الطاقة النووية من إجمالي الطاقة الكهربية في 12 مفاعلات القوى العاملة في العالم الآن، وشكل 11كما يبين شكل دول العالم ذات المقدرة النووية .



شكل ١١توزيع مفاعلات القوى على خريطة العالم.



شكل (١٢)
نسب مساهمة الطاقة النووية من إجمالي إنتاج الكهرباء

9 ـ إقتصاديات الطاقة النووية

تعتبر الطاقة النووية كمصدر للكهرباء منافسة جدًا لباقي المصادر. في التسعينات من القرن الماضي انخفضت أسعار الوقود الأحفوري إلى درجات قياسية مما كاد أن يسلب الطاقة النووية بعض مميزاتها، ولكن ارتفاع أسعار النفط الحالية ـ الذي بلغ السبعون دولارًا للبرميل ومن المتوقع تأرجح وزيادة أسعاره في المستقبل ـ قد قلب الميزان لصالح الطاقة النووية. وهناك جملة من الأسباب تدعوإلى التفاؤل باستخدام الطاقة النووية في توليد الكهرباء منها :

- إن الطاقة المنتجة بالنسبة للمادة المستهلكة كوقود هي الأعلى بين المصادر الأخرى .
- التكلفة منافسة للفحم ، أحد المصادر التقليدية الرئيسية لتوليد الكهرباء في العالم.
- الوفرة المحتملة لليورانيوم كمادة لوقود المفاعلات وللبلوتونيوم كناتج ثانوي من إستخدام اليورانيوم.
- كمية النفايات المنتجة نوويًا هي الأقل من أي عملية أخرى لتوليد الكهرباء.
- الطاقة النووية لها منافع أخرى غير توليد الكهرباء.

وتعتمد التكلفة النسبية لمحطات توليد الطاقة الكهربائية على موقع هذه المحطة وقربها من مصادر الوقود، فمث َلا سيظل الفحم ذا أفضلية اقتصادية بالنسبة لدول مثل الصين والولايات المتحدة وأستراليا حيث وفرة الفحم محليًا وسهولة الحصول عليه وعدم وجود قيود على انبعاث الكربون. وكذلك يعتبر الغاز منافسًا في بعض الأماكن خاصة إذا أقيمت المحطة على مصدر الغاز نفسه، ولكن يمكن أن يؤدي ارتفاع أسعار الغاز إلى إزالة هذه الميزة. و تعتبر الطاقة النووية في أماكن عديدة منافسة لمحطات الوقود الأحفوري على الرغم من ارتفاع الكلفة الكلية لإنشاء المحطات النووية لتوليد الكهرباء خاصة إذا أضيفت إليها تكاليف التخلص من النفايات وتفكيك المحطة بعد انتهاء عمرها. وبنفس القدر إذا أضيفت التكاليف الصحية والبيئية إلى محطات الوقود الأحفوري فإن خيار استخدام الطاقة النووية يصبح أمرًا تجدر دراسته واعتماده .

ولإجراء مقارنة دقيقة بين تكلفة الطاقة النووية مع غيرها من مصادر الطاقة يجب أخذ التكاليف الآتية في الحسبان :

- **تكاليف الوقود :**

وهي التكاليف المتعلقة بالوقود المستخدم لإنتاج الطاقة الكهربية من مرحلة التنقيب إلى تصنيع مجاميع الوقود ثم التحميل في المفاعل بالإضافة إلى تكاليف النقل.

والجدير بالذكر أن تكاليف نقل الوقود الأحفوري أعلى بالنظر إلى أن كمية المادة المنقولة كبيرة حيث أنه من المعلوم أن الوقود المطلوب لإنتاج نفس الطاقة أكثر بكثير في حالة الوقود الأحفوري. والجاذبية الأساسية للطاقة النووية هي قلة تكلفة الوقود مقارنة بالمصادر الأخرى ويذهب ثلثا التكلفة في التخصيب وتصنيع الوقود. فكلفة الوقود بالنسبة للكلفة الإجمالية للمحطة صغيرة نسبيًا ولذلك فإن زيادة أسعار الوقود تكون ذات تأثير قليل، فمثلا عندما يتضاعف سعر الكعكة الصفراء (U_3O_8) قد يزداد سعر الوقود في مفاعلات الماء الخفيف بنسبة 30 % فقط، في حين 7% وسعر الكهرباء المنتجة بنسبة ٦% . 31% ومضاعفة سعر الفحم يزيد من سعر الكهرباء بنسبة 70أن مضاعفة سعر الغاز يزيد من سعر الكهرباء بنسبة

في UO_2والجدول الآتي (جدول رقم٦) يبين السعر التقريبي بالدولار الأمريكي للحصول على كيلوغرام من وقود المفاعل سنة2004 :

جدول رقم (6)

U_3O_8	8كلغ x 45$	360
التحويل	7 كلغ U x 9 $	60
التخصيب	4.3 SWU x 105 $	450
تصنيع الوقود	لكل كلغ	240
الإجمالي التقريبي1110US$		

سنت لكل ك.و.س.0.35 كيلو واط ساعة أي بكلفة 315,000والكيلو غرام الواحد من الوقود يولد

- **تكاليف الإنشاء :** وهو رأس المال المخصص للإنشاءات الابتدائية والتعديلات اللازمة وتحتسب في تكاليف الطاقة الكهربائية المنتجة إلى أن تسدد على مراحل. وقد تكون هذه التكاليف أعلى منها في الطاقة النووية من باقي المصادر نظرًا لأن المباني المحتوية لمفاعلات القوى والأجهزة المتعلقة بالسلامة لها متطلبات قياسية عالية تختلف عنها في المباني الاعتيادية. وهذه الاعتبارات غير ذات أهمية في المصادر الأخرى. ومن ناحية أخرى فإن محطات الوقود الأحفوري يجب أن تضمن تكاليفها تكلفة إزالة الملوثات الهوائية وآثارها الصحية والبيئية فإذا ما ضمنت فإن سعر الكهرباء من هذه المصادر سيتضاعف .

- **تكاليف التشغيل و الصيانة :** وهي التكاليف اليومية المتعلقة بتشغيل المحطة النووية لتوليد الكهرباء وتشمل :

١ ـ العمالة بتخصصاتها المختلفة والمصاريف العامة مثل الطبابة والتقاعد .

٢ ـ المواد المستهلكة والصيانة .

٣ ـ مصاريف التراخيص (تكلفة الترخيص لمفاعل قوى تبلغ 3 مليون دولار والترخيص لمصنع وقود نووي 3.1 مليون دولار) والتفتيش والرسوم التي تدفع للدولة مقابل الصحة وخطط الطوارئ وغيرها .

٤ ـ ضرائب الممتلكات المحلية التي قد تصل إلى 15 مليون دولار في السنة للمحطة .

- **تكاليف متعلقة بالنفايات :** وهي التكاليف المرتبطة بالتعامل مع المنتجات الثانوية لإحتراق الوقود. فعندما يكون الوقود فحمًا تكون النفايات رمادًا. أما في المحطات النووية فتؤلف من الوقود المستخدم ومن بعض النفايات المشعة. وفي اقتصاديات المحطات النووية فإن تكاليف تخزين الوقود المستخدم والتخلص النهائي من النفايات المشعة تكون تكاليف داخلية أي متضمنة

- في رأس مال المحطة على خلاف غيرها من المحطات وتساهم بحوالي 10% من التكلفة الإجمالية للمحطة لكل كيلو واط ساعة وتقل في حالة التخلص المباشر وعدم إعادة معالجة الوقود.

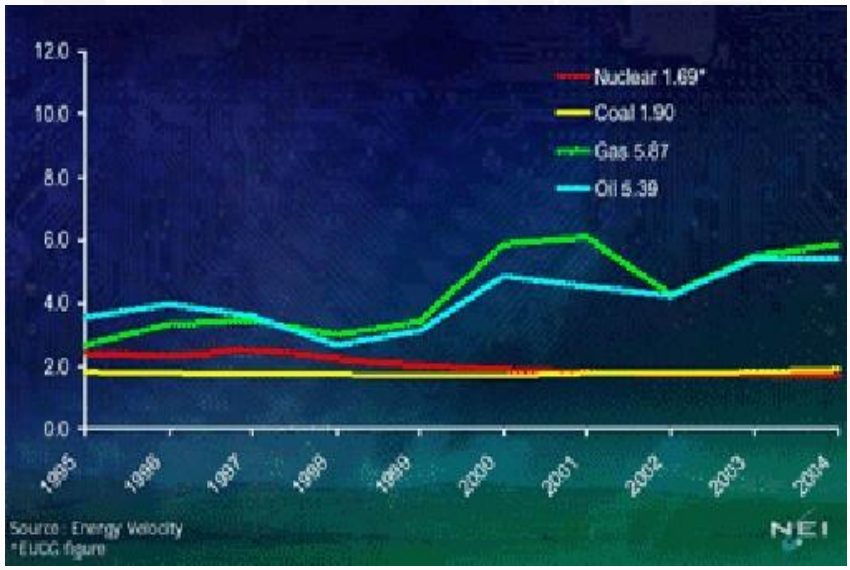
- **تكاليف التفكيك :** وهي التكاليف المتعلقة بإعادة موقع المحطة إلى حقل نظيف بيئيًا بعد تفكيك معدات المحطة المنتهية صلاحيتها وتتم العملية في فترة زمنية طويلة وقد يعاد استخدام بعض أجزائها في محطات أخرى. أما الأجزاء الأخرى فقد تمر بعمليات إزالة تلوثها أو التخزين الآمن لهاأو دفنها وتقدر كلفة التفكيك بنسبة 9 إلى 15% من الكلفة

الإجمالية لإنشاء المحطة وحتى عند إسقاط هذه الكلفة من الحسبان فإن أسعار الكهرباء لا تتأثر كثيراً.

ومفاعلات القوى بشكل عام باهظة تكاليف الإنشاء ولكن تكاليف التشغيل قليلة نسبيًا وتعتمد المنافسة الاقتصادية على عدة عوامل منها بناء المحطة في الوقت المحدد والسرعة المطلوبة وتشغيلها بسعات عالية على فترات طويلة من الزمن، وبالمقابل فإن محطات الغاز والنفط رخيصة وسريعة البناء ولكن تشغيلها مكلف نتيجة كلفة وقودها. و من العوامل التي تؤثر أيض ـًا على التكلفة وبالتالي على أسعار الكهرباء المنتجة بالطاقة النووية هي أوقات التوقف للصيانة وهي شهر في السنة أو السنتين تقريبـًا وكذلك عمر المحطة (٤٠-٣٠سنة) وفي بداية إنشاء المحطة تكون أسعار الكهرباء المنتجة مرتفعة نسبيًا ولكن بعد تسديد كل الديون المستحقة عليها يبدأ السعر في الانخفاض وتعتبر معظم محطات الطاقة النووية العاملة الآن مستوفية الديون ولذلك فإن أسعار الكهرباء بالنسبة لها هي الأقل على الإطلاق. فمث ـًلا، وبمقارنة بسيطة ، فإننا نجد سعرها في المحطات النووية مستوفية 2002لسعر الكيلو واط ساعة بالسنت في دول الإتحاد الأوروبي سنة سنت ومحطات 2.7 سنت وفي محطات الغاز منخفضة سعر الوقود 2.4 سنت وفي المحطات النووية الجديدة 1.2الديون سنت . 4.8طاقة الرياح

بالسنت لكل كيلو واط ساعة (الشكل١٣) هي2004وفي الولايات المتحدة فإن متوسط تكلفة توليد الكهرباء بالطاقة النووية سنة

سنت/ك.و.س. 5.39، وبالنفط 5.87، الغاز الطبيعي 1.9، بالفحم 1.69



شكل 13 : أسعار الطاقة في الولايات المتحدة

وسيظل المصدر النووي للطاقة الكهربية منافسًا اقتصاديا قوي ـًا لمصادر الوقود الأحفوري على مدى العقود المقبلة إلا في حالة قرب المحطات من مصادر الوقود منخفضة السعر مث ـ ل أس ـ ترالي ا حي ـ ث المحطات قريبة من مناجم الفحم والتجمعات البشرية، كما توجد كميات كبيرة من الغاز متوفرة بسعر منخفض.

الطاقة النووية وإزالة ملوحة المياه

معظم محطات إزالة ملوحة مياه البحر العاملة اليوم في العالم تستعمل الوقود الأحفوري مما يساهم في زيادة انبعاث الغازات الدفيئة. وتقدر كمية المياه المنتجة بإزالة ملوحة مياه البحر على مستوى العالم ب٣٠ مليون متر مكعب كل يوم من المياه الصالحة للشرب .

والتقنيات الرئيسية المعروفة لإزالة الملوحة هي تقنية التبخير الوميضي متعدد المراحة(والتناضح العكسي) والطريقة الأولى تعطي مياه أنقى ولكن الثانية تتفوق في الكمية.

طريقة التناضح العكسي تحتاج إلى ٦ ك.و.س. من الكهرباء لكل متر مكعب بينما تقنية التبخير الوميضي متعدد المراحل تحتاج إلى حرارة عند ٧٠-٣٠درجة مئوية و ٢٠٠-٢٠ك.و.س.

وتختلف مصادر الحرارة والكهرباء حسب نوع المحطات المستخدمة ووقودها.

وقد تكون المفاعلات النووية صغيرة و متوسطة الحجم مناسبة لإزالة الملوحة بالكهرباء المولدة بواسطة البخار منخفض الضغط من التوربين وماء البحر الساخن الداخل عبر دوائر التبريد النهائية.

10 - الطاقة النووية و البيئة

لقد أعطت الطاقة الذرية كمصدر لتوليد الطاقة الكهربائية فوائد جمة للبيئة، وبالتحديد فإن الطاقة النووية لا تساهم في رفع درجة حرارة الأرض عن طريق انبعاث الغازات الدفيئة مثل ثانيأكسيد الكربون. وكذلك فإنها لا تنتج أي من أكاسيد الكبريت أو النيتروجين أو الجسيمات الملوثة للبيئة.

فعندما تنتج الكهرباء بالطاقة النووية فلا شيء يحترق بالطريقة التقليدية فالحرارة تنتج بطريقة الإنشطار لا الأكسدة ، في حين نجد في حالة محطات الوقود الأحفوري إنبعاث كميات هائلة من الغازات الملوثة للبيئة نتيجة احتراق الوقود كما يبقى أطنان من الرماد.

ويمكننا تصور أن ال ١٦٪ من كهرباء العالم المنتجة بالطاقة النووية توفر على العالم إنتاج مليار طن من ثاني أكسيد الكربون المتسبب في دفيئة العالم ويمكن تجنب المزيد منه ببناء محطات نووية جديدة أو ترقية المحطات القائمة وإطالة عمرها.

وفي أوروبا وحدها يتم توفير نصف مليار طن من ثاني أكسيد الكربون أي ما يكافئ إنبعاثه من ٧٥٪ من كل سيارات أوروبا.

ونفايات المحطات الكهرونووية مشعة صلبة لكنها صغيرة الحجم والكتلة مقارنة بكمية الكهرباء المنتجة. وهذه النفايات متحكم فيها منذ البداية إلى حين التخلص منها نهائيا، على خلاف محطات الوقود الأحفوري التي لا يتحكم في نفاياتها التي تنطلق مباشرة إلى الجو.

وإذا ما زودت المحطات الأحفورية بأجهزة أو إجراءات تتحكم في التلوث فإن كلفة بنائها وإدارتها ستزيد ولا شك على المالك والمستفيد على حد سواء.

ويعتبر الهم الأساسي في توليد الكهرباء هو إنبعاث ثاني أكسيد الكربون، العنصر الأساسي في ظاهرة الانحباس الحراري وثاني أكسيد الكبريت المسبب لنزول الأمطار الحمضية وأكاسيد النيتروجين ذات التأثير السلبي على طبقة الأوزون .

إن قضية ما إذا كانت الطاقة النووية تمثل مكسبا إيجابيا للبيئة بالمقارنة بغيرها تعتمد على القيمة الموضوعة للتصرف في النفايات التي ينتجها كل نوع من الوقود وكمية الملوثات المنبعثة منها.

تمثل الطاقة النووية فائدة عظيمة للبيئة من حيث أنها تقلص بشكل نهائي الملوثات الجوية كما قدرت وكالة حماية البيئة متوسط مستوى انبعاث بعض الغازات لكل ميغا واط ساعة وفقًا للجدول (رقم٧) التالي .

جدول رقم (٧) :

انبعاث بعض الغازات لكل ميغا واط ساعة بالرطل

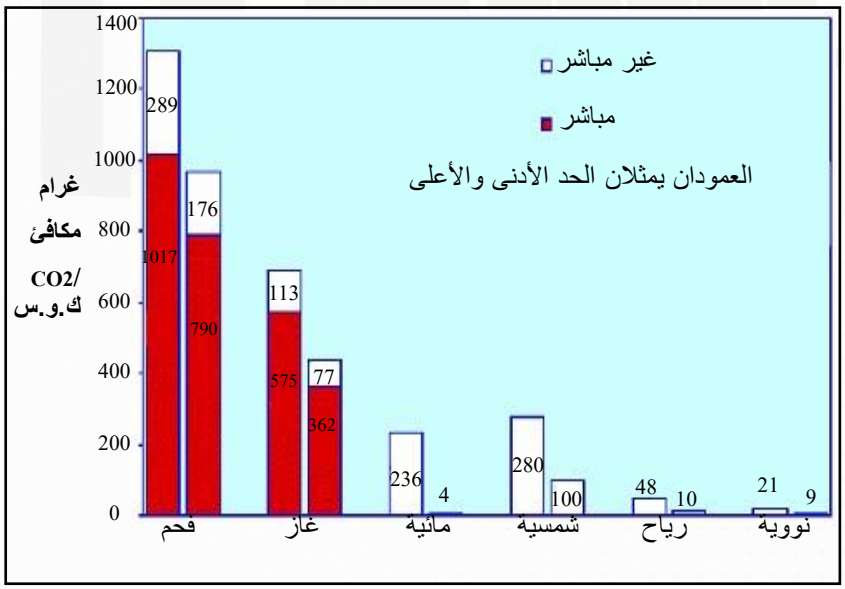
	غاز طبيعي	نفط	فحم	نووية
ثاني أكسيد الكربون	1135	1672	2249	0
ثاني أكسيد الكبريت	0.1	12	13	0
أكاسيد النيتروجين	1.7	4	6	0

ومما لاشك فيه أن إحلال الطاقة النووية شيئًا فشيئاً محل باقي المصادر وخاصة الفحم سيخفض بشكل جوهري انبعاث الغازات الدفيئة والحمضية والعناصر الجسيمية الملوثة للبيئة.

ولكن الصرف على تقنية التحكم في الملوثات البيئية في محطات الوقود الأحفوري قد يكون خيارًا آخرًا أيضا .

ويقدر إنبعاث ثاني أكسيد الكربون من محطات الوقود الأحفوري مليار ٤٠ طن في السنة

حوالي ٤٠٪ منها تنبعث من الفحم وحده من النفط والغاز والباقي من مصادر الطاقة الأخرى



شكل١٤ :

إنبعاث ثاني أكسيد الكربون من مصادر الكهرباء المختلفة

والنسب المبينة في الشكل توضح مدى حاجة العالم الماسة لاستخدام الطاقة النووية.

كما يمكن أن نذهب إلى أبعد من ذلك لنقول أن العالم قد يبقى أمام خيار وحيد من أجل تجنب الأثر الكارثي على الحياة جراء انبعاث غازات الدفيئة فكل ٢٢طن من اليورانيوم تستخدم كوقود توفر على العالم ٤مليون طن من ثاني أكسيد الكربون.

11 ـ الطاقة النووية في الوطن العربي

لن تشكل الدول العربية واقعا مناقضا لواقع الدول الأخرى المتقدمة منها أو التي هي في طور النمو.

إن التزايد السكاني بدرجة عالية (نسبة إلى الدول الغربية) وتزايد الحاجة للطاقة بسبب التغير في أسلوب الحياة والاستثمارات السياحية والخدماتية والصناعية تحتم زيادة ملحوظة في الطلب على الطاقة.

، كما يظهر أن هذا 2002 والعام 1997 ويظهر الجدول رقم (٨) تطور الطلب على الطاقة الكهربائية في الدول العربية بين العام الطلب ينمو بشكل كبير تخطى نسبته ما يمكن ملاحظته في الدول الغربية. وتبذل الدول العربية جهودًا كبيرًة من أجل تأمين هذا الطلب الملح على الطاقة ودخلت في مشاريع للربط الكهربائي لتلافي أي نقص في الإمداد بسبب زيادة الطلب موسميًا أو نتيجة توقف مجموعات توليد كهربائية للصيانة أو بسبب أعطال طارئة.

جدول رقم (8) : إستهلاك الدول العربية من الطاقة الكهربائية جيجاواط ـ ساعة

الدولة	1997	1998	1999	2000	2001	2002
الإمارات	25500	30800	32900	35200	36200	37500
البحرين	4780	5200	5469	5515	5900	6254
تونس	6563	7015	7415	7637	7866	10363
الجزائر	16561	18165	19073	19836	20629	21454
السعودية	92228	97050	10093 2	10800 0	11491 2	12065 7
سورية	12931	14485	15397	16453	17425	18383
العراق	29160	29160	29160	29160	30035	30100
قطر	8400	8600	8600	8765	9116	9480
الدولة	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**
الكويت	22860	25753	26962	27463	29273	30737
ليبيا	9144	9684	9989	9977	10454	10977
مصر	52779	57106	60532	64500	67080	72446
الأردن	5281	5634	5946	6124	6308	6497
جيبوتي	161	155	150	160	168	175
السودان	2021	1991	2108	2164	2251	2433
عمان ?	6900	7800	8000	8700	9040	9400
الصومال	230	230	240	250	250	260
لبنان	7325	7917	8630	8932	9245	9522
المغرب	11770	12453	13265	13942	14793	15580
موريتانيا	333	340	350	355	360	370

اليمن	2296	2501	2718	2968	3216	3408
الدول العربية الأخرى	36317	39021	41407	43595	45631	47645

ويظهر الجدول رقم (٩) تطور إنتاج الكهرباء في الدول العربية حيث تظهر بعض الدول، لاسيما النفطية منها، استعدادًا واضحا لزيادة الإنتاج بنسبة تفوق نسبة تطور الطلب.

كما تظهر دول أخرى ترددًا واضحًا في زيادة الاستثمارات في ميدان الإنتاج ونوعًا بثقل الكلفة الباهظة للإنتاج. وإن لم يكن متوفرًا الآن إحصاءات عن الطلب على الطاقة الكهربائية وإنتاجها في العام الحالي إلا أننا نتوقع، ونظرًا للزيادة الكبيرة التي طرأت على سعر برميل النفط، أن تزداد الضغوط الاقتصادية على الدول غير النفطية .

جدول رقم (٩) : الطاقة الكهربائية المولّدة في الدول العربية جيجاواط ـ ساعة

الدولة	1988	1999	2000	2001	2002	2003
الإمارات	33392	37126	39944	43172	46856	49450
البحرين	5773	5955	6297	6779	7278	7715
تونس	7609	7990	8256	8528	8955	9224
الجزائر	23379	25600	26368	27159	28517	29515
لسعودية	114624	119015	126191	133674	144702	149767
سورية	21159	22819	25217	26712	28013	29543
العراق	30945	31563	31900	32251	33863	34000
قطر	8427	9271	9735	10222	10733	11160
الكويت	28175	29725	30617	31536	33112	34105
ليبيا	11915	12250	12678	13122	13778	14329
مصر	62336	67981	73311	75759	83003	88855
الأردن	6742	7081	7375	7544	8127	7988
جيبوتي	120	150	180	190	200	200
السودان	1375	1388	1450	1515	1591	1620
عمان ?	8182	8410	8915	9450	9912	10320
الصومال	238	240	250	261	274	280
لبنان	8885	9152	9510	9881	10375	10680
المغرب	13745	14150	14570	15007	15757	16388
موريتانيا	442	455	451	476	499	538
اليمن	2904	3136	3414	3644	3769	4096
الدول العربية الأخرى	42633	44162	46115	47968	50504	52110

تملك دول عربية، والحمد الله، ثروة نفطية ومخزونًا كبيرًا يجعلها تنأى حاليًا عن التفتيش عن مصادر للطاقة بديلة للنفط. وهي وإن بدأت تشجع على استخدام طاقات متجددة كالشمس والرياح إلا أنها لم تضع إمكانات استثمارية كبيرة في هذه الميادين. إن وجود هذه الثروة النفطية عامل أساسي في عدم النظر في المستقبل القريب بأية خطط لبناء مفاعلات طاقة نووية، وهذا الأمر مبرر اقتصاديا .

إلاّ أن عام ًلا آخر ًا يضغط على المنطقة العربية باتجاه عدم بناء منشآت نووية متطورة وهو العامل السياسي الذي فرض ما يشبه الحظر على منطقتنا من حيث الوصول إلى امتلاك بعض التكنولوجيا النووية للأغراض السلمية لا سيما محطات الطاقة النووية.

إن اتجاه أسعار الطاقة النووية نحو الانخفاض واتجاه أسعار النفط إلى الارتفاع (بسبب زيادة الطلب عليه) قد يؤدي إلى جعل أسعار حول دو ًلا عربي ًة الكهرباء المول ّدة بالطاقة النووية مزاحمة لأسعار الكهرباء المول ّدة بالوقود الأحفوري. وهذا الأمر قد ي نحو استيراد الطاقة الكهربائية من الغرب، عبر تركيا أو عبر إسبانيا. وقد يكون هذا الأمر قد حصل فع ًلا.

لقد وقعت كافة الدول العربية على كل الاتفاقيات التي تتعلق بعدم انتشار الأسلحة النووية. ويتوجب أن يكون ذلك كافي ًا لإقناع الآخرين بأن الدول العربية ترغب وتستحق أن ترغب في امتلاك التكنولوجيا النووية للأغراض السلمية.

وكما أسلفنا، يمكن أن نستخدم مفاعلات الطاقة النووية لإزالة ملوحة مياه البحر (بالإضافة إلى توليد الكهرباء) من أجل تأمين الطلب المتزايد على المياه العذبة للشرب، للمنازل وللزراعة. ومن دواعي التفاؤل أن عدد ًا من الدول العربية بدأت وبالتعاون مع دول أخرى أو مع مؤسسات دولية، دراسة جدوى لإزالة ملوحة مياه البحر بالطاقة النووية. ويؤمل أن تكون هذه الدراسات إيجابية بحيث توضع أمام متخذي القرار .. لاتخاذ القرار.

إلاّ أن القرار يبقى غير كاف إذ يجب أن يسبقه قرار بإعداد العلميين والمهندسين والفنيين القادرين على مواكبة بناء المحطات النووية وتشغيلها بكفاءة وأمان. ويمكن القول أن هذا القرار واجب اتخاذه بصرف النظر عما إذا كانت هناك خطط لبناء مثل هذه المحطات أم لا. فبد ًلا من أن نوجه طلابنا نحو دراسات لا ولن تجدي، يتوجب أن يكون هناك توجيه نحو الدراسات النووية للأغراض السلمية. إن الحاجة لوجود علماء ومهندسين وفنيين في ميدان الاستخدامات السلمية للطاقة الذرية هي حاجة جلية وواضحة وكبيرة.

وتقوم الهيئة العربية للطاقة الذرية، بإمكاناتها الضئيلة بجهود واضحة، وبالتعاون مع هيئات الطاقة الذرية في بعض الدول العربية، بتدريب العشرات سنوي ًا من الشباب العربي مساهمة منها في إيجاد هذه النخبة من الباحثين العرب القادرين على مواكبة أي قرار بالولوج في عصر مفاعلات الطاقة النووية.

الطبية والزراعية والصناعية وإنتاج الكهرباء وعلى تطوير هذه التكنولوجيا خدمة للاقتصاد الوطني وللمواطن العربي.

الفصل الخامس

محطات التوليد بالطاقة الشمسية

الطاقة الكهروضوئية

تعريف الطاقة الشمسية :

تُعرف الطاقة الشمسية بأنّها الطاقة الناتجة عن تحويل أشعة الشمس إلى كهرباء عن طريق استخدام الخلايا الشمسية الكهروضوئية، وتُعدّ إحدى أهم مصادر الطاقة المتجددة، والأسرع نمواً من بينها؛ حيث تَعِد بمستقبل واعد في توفير الطاقة للاستعمالات المختلفة. يتلقّى كل موقع على الأرض كمية من ضوء الشمس على مدار العام، إلّا أنّ كمية الإشعاع الشمسي التي تتلقاها بقعة واحدة تختلف من مكان إلى آخر على سطح الأرض، وتُسمى تلك الكمية الإشعاع الشمسي الذي يُعرف أيضاً بالإشعاع الكهروضوئي؛ حيث ينبعث من الشمس على شكل ضوء تلتقطه تقنيات الطاقة الشمسية، وتحوله إلى أشكال مفيدة من الطاقة.

مجالات استخدام الطاقة الشمسية أنظمة الطاقة الكهروضوئية

تُعتبر أنظمة الطاقة الكهروضوئية من أكثر طرق استخدام الطاقة الشمسية شيوعاً، وتُعرف أيضاً بأنظمة الخلايا الشمسية وهي تُنتج الكهرباء مباشرةً من ضوء الشمس ،عندما تتعرض الألواح الشمسية لأشعة الشمس، تقوم هذه الخلايا بامتصاص الطاقة من ضوء الشمس، وتولد هذه الطاقة شحنات كهربائية تتحرك استجابة لمجال كهربائي داخلي في الخلايا مما يؤدي إلى تدفق الكهرباء. يتكون هذا النظام من خلايا شمسية مصنوعة من مواد شبه موصلة، وعندما تتعرض هذه المواد إلى أشعة الشمس، فإنّ الطاقة الشمسية تُحفّز الإلكترونات الموجودة في ذرات هذه المواد للابتعاد عن الأنوية؛ مما يتسبب في حركتها خلال المادة شبه الموصلة، وبالتالي توليد الكهرباء التي يُمكن استخدامها مباشرةً أو تخزينها في بطاريات، وتُسمى عملية تحويل أشعة الشمس (الفوتونات) إلى كهرباء (فولتية) بعملية التأثير الكهروضوئي.

Concentrated Solar power أنظمة الطاقة الشمسية المركزة:

تعتمد أنظمة الطاقة الشمسية المركزة على استخدام المرايا والعدسات لتركيز كمية كبيرة من ضوء الشمس على منطقة صغيرة، ثمّ تُحوّل الطاقة الشمسية إلى حرارة .

ويتكون نظام الطاقة الشمسية المركزة من ٣ وحدات رئيسية وهي كما يأتي:

المجال الشمسي:

يحوّل المجال الشمسي الطاقة الشمسية إلى طاقة حرارية.

خزان الحرارة :

يعمل على تخزين الطاقة الحرارية باستخدام الملح المصهور كوسيط لتخزين الحرارة.

وحدة إنتاج الطاقة:

تُولّد الطاقة الكهربائية في هذه الوحدة باستخدام توربينات بخارية تعمل على البخار الناتج من الطاقة الشمسية.

أنظمة الطاقة الشمسية للتسخين : Heating Solar Power Systems for

الطاقة الحرارية من الشمس لتوفير الماء الساخن والتدفئة للمنشآت السكنية والتجارية تستخدم تقنيات أنظمة الطاقة الشمسية للتسخين والصناعية، وتُوفر هذه الأنظمة البديل عن استخدام الكهرباء أو الغاز الطبيعي، وتتكون هذه الأنظمة من ثلاث عناصر رئيسية، وهي:

١- المجمع الرئيسي ٢- والأنابيب المعزولة ٣- وخزان الماء الساخن

ويُمكن أن تتضمن هذه الأنظمة أدوات اختيارية، مثل:

وحدات تحكم إلكترونية، ونظام حماية من التجمد عند الحاجة خاصة في المناطق ذات المناخ البارد حيث تُوفّر هذه الأنظمة حرارة داخلية مناسبة، وذلك بطريقتين كما يأتي:

طريقة التدفئة الشمسية النشطة:

تُوفَّر الحرارة المناسبة بهذه الطريقة عن طريق تدوير الماء أو الغاز الساخن بواسطة مضخة أو مروحة.

طريقة التسخين الشمسي السلبي:

تسمح هذه الطريقة بانتقال الحرارة داخل المباني بطريقة طبيعية دون استخدام طاقة خارجية.

فوائد الطاقة الشمسية فوائد الطاقة الشمسية على الفرد :

يعود استخدام الطاقة الشمسية على المستوى الفردي بالعديد من الفوائد، ومنها ما ياتي:

مصدر للطاقة المتجددة:

تُعتبر الطاقة الشمسية من مصادر الطاقة المتجددة؛ حيث تتوفّر كل يوم في مختلف أنحاء العالم، ولا تنفد الطاقة الشمسية بعكس بعض مصادر الطاقة الأخرى، ويستطيع الإنسان الاستفادة من الطاقة الشمسية لمدة ٥ مليارات سنة على الأقل؛ أيّ حتّى انتهاء عمر الشمس المتبقي حسب ما حدده العلماء.

وسيلة لتقليل فواتير الطاقة:

يستطيع الإنسان استبدال مصادر الطاقة التي يستعملها بالطاقة الشمسية التي يُولدها النظام الشمسي الذي يستخدمه، بالتالي ستعتمد قيمة التوفير في فواتير الطاقة على كمية استخدام الكهرباء والتدفئة، بالإضافة إلى حجم النظام الشمسي الموجود، فكلما زاد حجمه قلّت الحاجة إلى استخدام مصادر طاقة أخرى وقلّ سعر الفواتير المترتبة.

تطبيقات متنوعة:

تُستخدم الطاقة الشمسية في الكثير من التطبيقات بالإضافة لتوليد الكهرباء والحرارة؛ حيث يُمكن استخدامها أيضاً في تقطير المياه في المناطق التي تفتقر إلى المياه النظيفة، وكذلك في تشغيل الأقمار الصناعية في الفضاء.

انخفاض تكاليف الصيانة:

تُعتبر أنظمة الطاقة الشمسية من الأنظمة التي لا تحتاج إلى كثير من الصيانة، ويكفي تنظيفها عدّة مرات في السنة عن طريق الشخص نفسه أو شركات التنظيف المتخصصة.

فوائد الطاقة الشمسية على البيئة :

يعود استخدام الطاقة الشمسية بفوائد عديدة على البيئة نذكر منها ما يأتي :

١- حفظ المياه.
٢- تقليل تلوث الهواء.
٣- إبطاء تغير المناخ.
٤- تقليل أثر انبعاث الكربون.
٥- تقليل الاعتماد على الوقود العضوي التقليدي.

معيقات استخدام الطاقة الشمسية :

يُوجد هناك الكثير من الأسباب للتحول إلى خيار استخدام مصادر الطاقة المتجددة كبديل عن المصادر التقليدية، ولكن هناك بعض المعيقات التي لا تُمكّن العالم من الاعتماد عليها بشكل رئيسي، ومنها ما يأتي:

١- تكلفة الإنشاء الأولية:

تعتمد تكلفة إنشاء نظام للطاقة الشمسية على الموقع، وعدد الألواح المطلوبة، ومتطلبات التركيب، ورسوم العمالة، وغيرها، وتكون هذه التكلفة عالية؛ بالتالي لا تستطيع بعض الأسر تحملها دون اللجوء للقروض.

٢- الاستخدام الليلي:

تحتاج أنظمة الطاقة الشمسية إلى الشمس لكي تعمل، لذلك في الليل لا تستطيع هذه الأنظمة توليد الكهرباء، ويحتاج الشخص إلى الاعتماد على مصادر أخرى للحصول على الطاقة، ومن الجدير بالذكر أنّ بعض أنظمة الألواح الشمسية تحتوي على بطاريات احتياطية إلا أنّها اختيارية، ولا تأتي مع جميع الأنظمة.

٣- الحاجة إلى مساحة:

تحتاج الألواح الشمسية إلى مساحةٍ لتركيبها، وكلما زاد حجم الاستهلاك المطلوب زادت المساحة اللازمة لتركيب نظام الطاقة الشمسية.

٤- الموقع:

تختلف شدة وتُوفر الشمس من مكان لآخر، ففي بعض أجزاء العالم لا تظهر الشمس لعدة أيام في فصل الشتاء؛ الأمر الذي يُؤدّي إلى التعرّض لمشكلة عدم القدرة على التزوّد بالكهرباء لمن يعتمد على الطاقة الشمسية، كما يُؤثّر كسوف الشمس أيضاً على مولدات الطاقة الشمسية.

الفصل السادس

محطات التوليد بواسطة الرياح

طاقة الرياح

في ظلِّ الظروف البيئية السيئة التي يعيشها العالم اليوم، يتم التوجُّه إلى البحث عن طرائق لتوليد الطاقة وبأقل الخسائر، وطاقة الرياح ليست إلَّا واحدة من هذه الطرائق الهامة جداً؛ وذلك نظراً لكثرة فوائدها وقلَّة خطرها على البيئة؛ لذا سنتعرَّف إلى طاقة الرياح وفوائدها وآلية عملها .

ما هي طاقة الرياح:

طاقة الرياح من أنواع الطاقة المتجددة التي استُخدِمَت كبديل عن الوقود الأحفوري، وهي أحد أنواع الطاقة الكهروميكانيكية، وتتميز بأنَّها طاقة وفيرة ومتجددة، وتوجد في أغلب المناطق في العالم وهذا يعني أنَّه يمكن استثمارها في كل الدول، وطاقة الرياح طاقة نظيفة ولا تؤذي البيئة ولا ينتج عنها أيَّة انبعاثات كالغازات الدفينة أو غازات الاحتباس الحراري.

تُستخرَج طاقة الرياح من الطاقة الحركية للرياح، ويتم لذلك استخدام عنفات أو توربينات الرياح لإنتاج الطاقة الكهربائية .

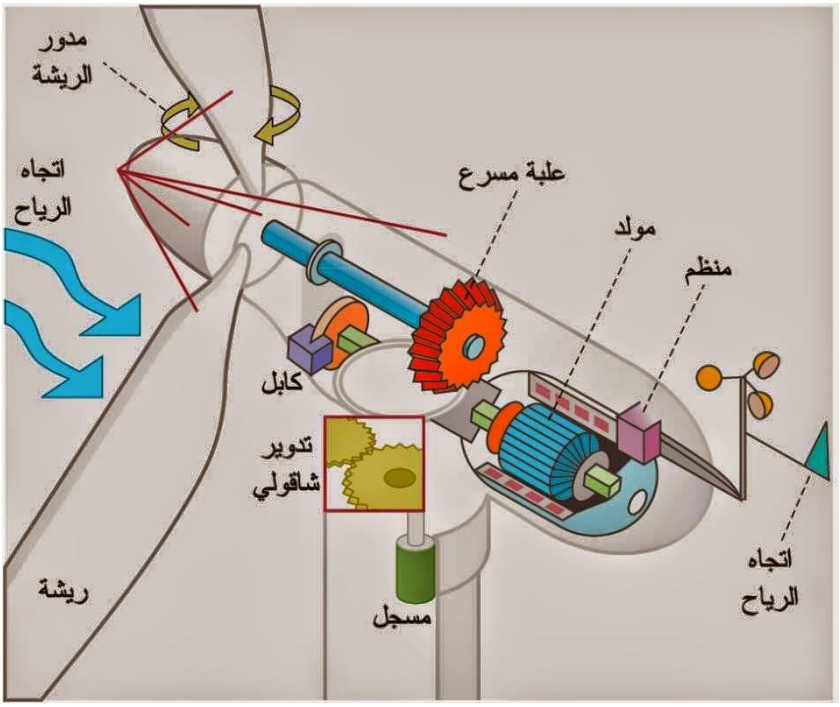
تختلف المساحات التي نحتاج إليها في توليد الطاقة على حسب حجم المحطة ونوع الأبراج المستخدمة، واستُخدِمَت طاقة الرياح منذ القدم وتقريباً منذ ٢٠٠٠ قبل الميلاد، وفي بلاد فارس والصين طوّرَت لأوَّل مرة، واستُخدِمَت لطحن الحبوب وضخ المياه، وقد استخدمها البحارة للإبحار.

أمَّا اليوم فالاستخدام الأساسي لها هو تحويل الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية، وقد بُنِيَت أوَّل توربينات حديثة في ولاية فيرمونت في الولايات المتحدة الأمريكية في الأربعينيات، واليوم توجد أكبر توربينات رياح العالم في هاواي في الولايات المتحدة الأمريكية أيضاً؛ إذ يبلغ ارتفاعها ما يعادل ٢٠ طابقاً والشفرات الموجودة فيها بحجم ملعب لكرة القدم.

يواجه استخدام هذه الطاقة بعض التحديات ومنها تحديد الموقع المناسب الذي تتوافر فيه هذه الرياح، إضافة إلى ضرورة أخذ الناحية الجمالية والبيئية في الحسبان، ومدى توافر الأراضي المناسبة من التحديات أيضاً .

تبقى المناطق ذات الرياح القوية والدائمة المناطق الأفضل، لكن تظهر هنا مشكلة جديدة؛ إذ إنَّ أغلب المناطق المناسبة تكون بعيدة عن المناطق السكنية ومن ثم يجب وجود القدرة المادية على نقل الكهرباء للمستهلكين، إضافة إلى كل ذلك يجب البحث عن طرائق لتخزين هذه الطاقة؛ وذلك لأنَّ مصدر الرياح غير دائم ومتقطع.

آلية عمل طاقة الرياح :



تُستَخدَم عدَّة طرائق لتحويل طاقة الرياح إلى طاقة كهربائية، ومنها طواحين الرياح التقليدية التي تتكوَّن من شفرات معدنية أو أشرعة قماشية أو مراوح خشبية، ولكنَّ هذه الطواحين تُعَدُّ غير عمليَّة؛ وذلك لأنَّها غير قادرة على التقاط الرياح بكمية كافية لإنتاج الكهرباء.

أمَّا توربين الرياح، فيُعَدُّ الطريقة الأفضل فهو أكثر طولاً لالتقاط الرياح الأقوى الموجودة في غلاف الجو الأعلى، وتُجمَّع أعداد كبيرة من توربينات الرياح فيما يسمَّى مزارع الرياح، وتُستَخدَم هذه التوربينات لتوليد الكهرباء، وليس بالضرورة تجميع هذه التوربينات في مكان واحد؛ بل يمكن توزيعها على مساحات كبيرة واستغلال الأراضي الموجودة بين هذه التوربينات للزراعة.

كما يمكن إنشاء مزارع الرياح هذه في المسطحات المائية وتُسمى في هذه الحالة مزارع الرياح البحرية، وتُعَدُّ هذه المزارع أكفأ لأنَّ الرياح في البحار أكثر قوة وأكثر توتراً، وتبقى مشكلة التكاليف المالية المرتفعة لإنشائها وصيانتها هي العائق وراء الاعتماد الكبير عليها.

تُصمَّم التوربينات بنفس الشكل؛ فهي مؤلفة من محور أفقي دوَّار بثلاث شفرات ويكون موجهاً بعكس اتجاه الرياح، وتعلَّق على هيكل متحرك على قمة برج أنبوبي طويل، ويتم توليد الكهرباء باستخدام هذه التوربينات بشكل بسيط جداً؛ فكما ذكرنا يتألف التوربين من برج طويل قد يصل طوله إلى ما يعادل ٢١ طابقاً، وفي قمة البرج هيكل يصل شفرات المروحة بالبرج إضافة إلى وجود مقبض ومولد، وعندما تحرِّك الرياح الشفرات المروحية يتحرَّك المقبض الذي يتصل بالمولد، ومن هنا تُولَّد الكهرباء.

تختلف أحجام مزارع الرياح على حسب الحاجة إلى الطاقة الكهربائية؛ إذ تمتلك مزارع الرياح على المستوى الإقليمي حوالي ٢٠٠ توربين، وتصل قدرة كل توربين إلى توليد ميجاواط من الكهرباء، وفي بعض الأحيان تتجاوز ذلك، أمَّا المزارع الأصغر، فتعتمد على عدد أقل من التوربينات، ويُولِّد كل توربين تقريباً ١٠٠ كيلو واط من الكهرباء للاستخدامات الأخف، كالطاقة المُستَخدمة في المنازل وفي مضخات المياه .

.

مواصفات مزارع الرياح

لا يمكن اختيار الأرض بشكل عشوائي لتصبح مزرعة للرياح فتوجد العديد من المواصفات التي يجب أخذها في الحسبان ومنها:

١- يجب أن تكون سرعة الرياح ما يقارب ٥,٥ متر/ ثانية، لضمان الحصول على الطاقة بشكل منتظم.

٢-يجب أن تكون الأرض خالية من الأشجار والأبنية حتى لا تعوق حركة الرياح، ويجب أن تكون الأرض مسطحة.

٣- المساحة مناسبة وكافية لوضع التوربينات.

٤- على المزارع أن تكون أعلى؛ وذلك لأنَّ الرياح تكون أقوى في أغلفة الجو الأعلى.

٥-ان تكون بعيدة عن المناطق السكنية

فوائد الرياح :

تُستَخدم طاقة الرياح عند تحويلها إلى طاقة ميكانيكية؛ وذلك لتحريك الطواحين والتوربينات بغرض الاستفادة منها في عدة تطبيقات، وتوجد الكثير من الدول التي اهتمت بطاقة الرياح وأولها الولايات المتحدة الأمريكية .

سنذكر فيما يأتي أهم استخدامات طاقة الرياح :

١-توليد الطاقة الكهرئية

إذ تُعَدُّ طاقة الرياح مصدراً من مصادر الطاقة البديلة التي لا تحتاج إلى وقود وهي تُعَدُّ أيضاً طاقة متجددة، ومن أجل توليد الكهرباء من طاقة الرياح نحتاج فقط إلى نظام مولِّد كهربائي يثبت على محور توربين الرياح، وإلى مدَّخرات لتخزين الطاقة الكهربائية المولَّدة وتقديمها بشدة وجهد كهربائي منتظم، وقد شاع استخدام طاقة الرياح لتوليد الكهرباء؛ إذ أُنشِئَت مزارع للرياح تضم مجموعات من التوربينات ذات أحجام كبيرة صُمِّمت بطريقة خاصة من أجل توليد الطاقة الكهربائية، وهذه المزارع يلزمها للعمل تصاميم وشروط خاصة كعدد وحجم التوربينات المُستخدمة، وأيضاً مساحة الأرض، وقوة الرياح في المنطقة التي تُنشأ هذه المزارع عليها، وسنتحدَّث لاحقاً بالتفصيل عن آلية عملها .

٢-المساعدة في ابحار السفن

إذ استخدمت بعض شركات النقل البحري حديثاً طاقة الرياح في مجال النقل عن طريق تثبيت طائرات ورقية كبيرة على سفن النقل وسفن الصيد أيضاً، وقد وفَّرت هذه الطريقة من استخدام الوقود بنسبة وصلت إلى ٣٠٪ وقلَّلت من تلوث البيئة؛ إذ حدَّت من انبعاث الكربون الناتج عن احتراق الوقود .

٣-في ممارسة النشاط الرياضي
إذ اعتمدت بعض النشاطات الرياضية على طاقة الرياح مثل الإبحار الأرضي، وهذا النشاط يشبه إلى حد ما الإبحار العادي لكن يُنفَّذ على الأرض بعد استخدام مركبة صغيرة عليها عجلات وشراع. ركوب الأمواج: إذ يركب الرياضي على لوح الأمواج ويمسك بشراع في أثناء ذلك ليُمكِّنه من الحركة والوصول إلى ارتفاعات عالية.

٤-ضخ الماء
تعتمد هذه الطريقة على طواحين الرياح لتوليد طاقة تُستَخدم لضخ المياه من الآبار من أجل عمليات ري المزروعات وتوصيل مياه الشرب وخصوصاً في المناطق النائية التي لا تصلها طرائق الضخ المعروفة والحديثة.

بناءً على ما سبق فإنَّ طاقة الرياح هي طريقة استثمار منتشرة جداً في العالم، وقد تشجَّعت الكثير من الدول إلى التوجُّه نحوها نظراً لمزاياها العديدة، وسنعدد فيما يأتي أكثر ما يميِّز طاقة الرياح عن غيرها :

١- اقتصادية وذات تكاليف منخفضة لعدم اعتمادها على الوقود .

٢- استخدام وظائف جديدة في محطات توليد طاقة الرياح مثل عمليات الصيانة والتشغيل والتركيب .

٣-تُعَدُّ استثماراً ناجحاً لدعم اقتصاد الدول .

٤- نتج محليا من أي دولة وتعد طاقة دائمة لا ينضب .

٥- صديقة للبيئة اذ لا تنتج عنها أي انبعاثات كيمائية

عيوب طاقة الرياح:

رغم الفوائد والمزايا الكثيرة التي تتمتع بها طاقة الرياح إلَّا أنَّه يوجد القليل من العيوب التي يجب التطرُّق إليها :

١- قد تؤثِّر مولدات الرياح في الحياة البريَّة من خلال قتلها للطيور المهاجرة بسبب شفراتها؛ ولذلك يجب أن تكون مزارع الرياح في مواقع مناسبة للتقليل من هذا التأثير.

٢-التأثير في المنظر الجمالي للطبيعة فهي تشغل مساحات واسعة من الأراضي على خلاف محطات التوليد الأخرى.

٣-اعطاء الريف طابعا صناعيا كونها تبنى في الأرياف .

٤-التلوُّث السمعي بسبب الضجيج الذي تصدره توربينات الرياح، والذي يسبب العديد من الأمراض مثل متلازمة توربين الرياح، ولتفادي هذا الخطر يجب وضع التوربينات على مسافة مناسبة وبعيدة عن مساكن البشر، مثلاً إذا بُنِيَت مزرعة رياح على بُعد ٣٠٠ متراً عن منطقة سكنية، ستسبب ضجيجاً بدرجة ٤٥ ديسيبل، أمَّا إذا بُنِيَت مزارع الرياح على بُعد ١,٥ كيلو متر ووُضعت بشكل مناسب، فلن تكون التوربينات مسموعة وسيكون تأثيرها معدوماً.

٥-يمكن في بعض الأحيان تكون الطاقة الناتجة عنها غير كافية .

٦- تحتاج إلى إقامة خطوط مُخصصة لنقلِ هذه الطاقة في حال أردنا الاستفادة منها في المدن، فكما بات واضحاً تُبنى محطات هذه الطاقة في الريف وبعيداً عن المدن.

٧- تشغل مساحات كبيرة من الأراضي التي يمكن زراعتها أو الاستفادة منها وتحقيق أرباح أكثر وأفضل من بناء محطات فيها

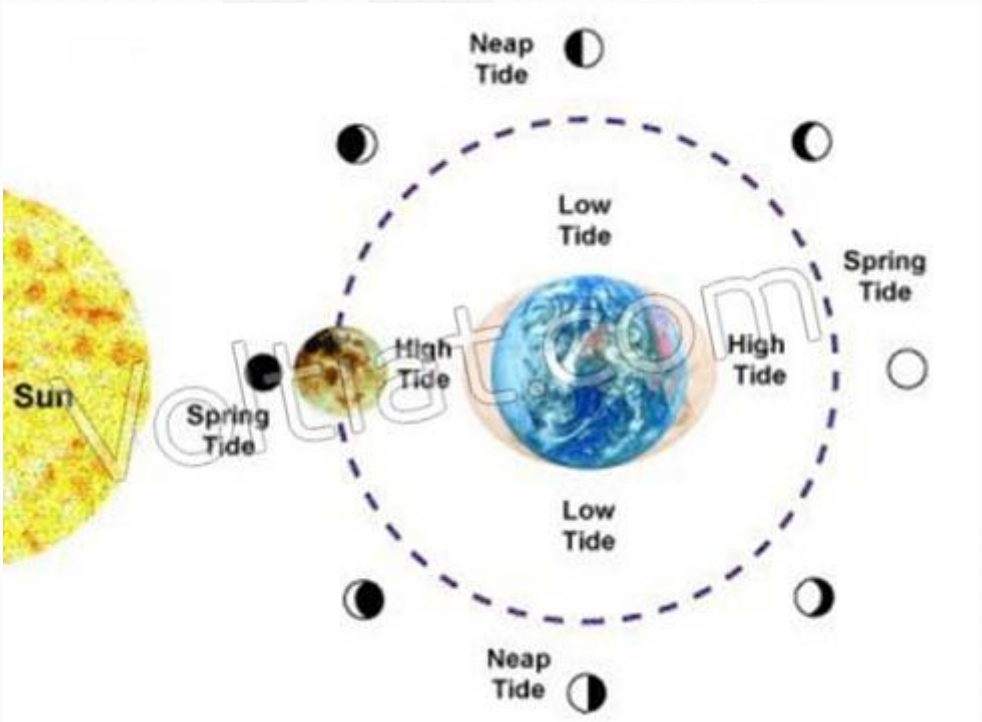
الفصل السابع

محطات التوليد من المد والجرز

أساسيات عملية المد والجزر:

ينجم المد والجزر عن الجاذبية التي يمارسها القمر على الأرض، التي بدورها تؤدي إلى اندفاع مياه المحيطات نحو القمر، ما ينتج عن ذلك ارتفاع المياه بدرجة أكبر على جهة الأرض المواجهة للقمر .

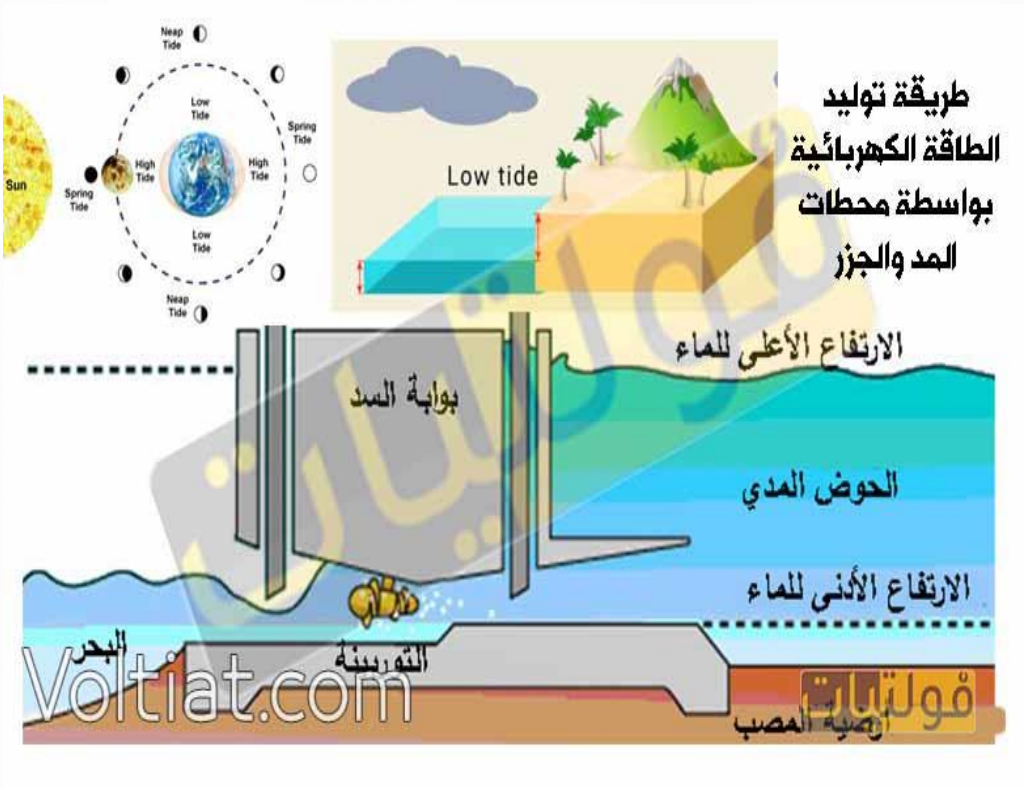
ويحدث أيضاً على الجانب الآخر من الأرض بنفس الطريقة، وبين منطقتي المد هاتين، تجد منطقة من الجزر، لأن ارتفاع الماء في منطقة يعني بالضرورة انخفاضه في منطقة أخرى.



وهناك ما يقرب ١٢ محطة متواجدة بالعالم تعمل على المد والجزر، ولكن هذه المحطات تحتاج إلى وجود ظاهرة ضخمة للمد والجزر، بمعنى أن المستوى بين المد والجزر يجب أن يتعدى ١٠ متر على الأقل.

إضافة إلى أنه يجب بناء المحطة في خليج أو عند مصب نهر، وتكون محطة الطاقة فوق الحاجز أو السد.

ومن أكثر البلاد شعورا بالمد والجزر هو الطرف الشمالي الغربي من فرنسا، بالتالي تم بناء محطة لتوليد الطاقة الكهربائية بقدرة ٤٠٠ ميجا وات .



فكرة توليد الكهرباء من المد والجزر

فكرة توليد الكهرباء من المد والجزر، المد والجزر من الظواهر الطبيعية، بالتالي تصنف من مصادر الطاقة المتجددة، حيث يتم استغلالها في إنتاج كميات هائلة من الطاقة دون أن تلوث البيئة .

سنتعرف إلى الفكرة المبدئية لتوليد الكهرباء من المد والجزر، وما الأساسيات المتبعة في عملية المد والجزر

فكرة توليد الكهرباء من المد والجزر

تعتمد كمية الطاقة التي يتم توليدها على فرق ارتفاع المد والجزر، كذلك على كمية المياه التي يتم تخزينها في المستوعبات .

بالتالي لا بد من بناء هذه المحطات في الأماكن التي يكون فيها فرق كبير بين المد والجزر خلال الشهر، كما يجب أن يكون هناك مكان ضيق على خليج مثلاً لبناء سد بين البحر والخليج الصغير الذي يمثل خزان للمياه .

ودورة توليد الطاقة الكهربائية تبدأ من أيام المد العالية، حيث تفيض المياه إلى الخزان من خلال السد، ويمكن في هذه اللحظة .توليد الكهرباء.

وعندما تبدأ أيام الجزر، يكون الماء في الخزان أعلى منه في المحيط، فترجع المياه بفضل فرق الارتفاع، بالتالي يتم توليد الكهرباء مرة أخرى .

ايجابيات طاقة المد والجزر

طاقة متجددة

تعد طاقة المد والجزر مصدر للطاقة المتجددة ، ومصدر الطاقة هذا ناتج عن حقول الجاذبية من كل من الشمس والقمر ، بالإضافة . إلى دوران الأرض حول محورها ، مما يؤدي إلى ارتفاع المد والجزر.

طاقة نظيفة

قوة المد والجزر هي مصدر للطاقة الصديقة للبيئة ، فبالإضافة إلى كونها طاقة متجددة ، فإنها لا تنبعث منها أي غازات مناخية ولا . تشغل مساحة كبيرة .

يمكن التنبؤ بها

أثبتت الدراسات أن تيارات المد والجزر يمكن التنبؤ بها للغاية ، ويتطور المد العالي والمنخفض مع دورات معروفة ، مما يسهل عملية إنشاء النظام بأبعاد مناسبة ، نظرًا لأننا نعرف بالفعل نوع القوى التي ستتعرض لها المعدات ، ولهذا السبب ، على الرغم من ، فإن الحجم الفعلي والقدرة المثبتة لهما أن التوربينات المستخدمة (مولدات تيار المد والجزر) تشبه إلى حد بعيد توربينات الرياح قيود أخرى تمامًا.

فعالة في السرعات المنخفضة

الماء يحتوي على ١٠٠٠ مرة كثافة أعلى من الهواء ، مما يجعل من الممكن توليد الكهرباء بسرعات منخفضة ، وتشير الحسابات إلى أنه يمكن توليد الطاقة حتى عند ١ متر / ثانية (أي ما يزيد قليلاً عن ٣ أقدام في الثانية) .

تقلل من الاستيراد الاجنبي للوقود

من خلال تسخير طاقة المد والجزر على نطاق واسع ، يمكن المساعدة في تقليل استيراد الوقود الأجنبي وتعزيز أمن الطاقة ، حيث لن يضطر الناس إلى الاعتماد كثيرًا على استيراد الوقود من دول أخرى لتلبية الطلب المتزايد على الطاقة .

حماية الموانئ الساحلية

السدود والصناديق الصغيرة ، التي تستخدم لتسخير طاقة المد والجزر ، يمكن أن تحمي موانئ السفن والمناطق الساحلية من عوامل المد والجزر الخطرة أثناء العواصف والظروف الجوية السيئة.

سلبيات طاقة المد والجزر

الاثار البيئية

كما ذكرنا سابقًا ، فإن تأثيرات محطات توليد طاقة المد والجزر على البيئة لم تتحدد بالكامل بعد ، ونحن نعلم أن محطات توليد الطاقة هذه تولد كهرباء بسيطة ، وتعتمد قنابل المد والجزر على التلاعب في مستويات المحيط وبالتالي يمكن أن يكون لها تأثيرات بيئية على البيئة مماثلة لتلك الخاصة بالسدود الكهرومائية ، ويجري حاليا تطوير الحلول التكنولوجية التي من شأنها حل بعض هذه القضايا .

قريبة من الأرض

يجب بناء محطات طاقة المد والجزر بالقرب من الأرض ، وهذا أيضًا مجال يتم فيه العمل على الحلول التكنولوجية ، ونأمل في غضون بضع سنوات أن نستغل تيارات المد والجزر الأضعف ، في أماكن بعيدة في البحر.

عالية التكلفة

من المهم أن ندرك أن طرق توليد الكهرباء من طاقة المد والجزر هي تقنيات حديثة نسبيًا ، ومن المتوقع أن تكون قوة المد والجزر مربحة تجاريا خلال عام ٢٠٢٠ مع وجود تكنولوجيا أفضل ومقاييس أكبر.

محدودية توليد الطاقة

تعتبر طاقة المد والجزر مصدرًا متقطعًا للطاقة ، حيث لا يمكنها توفير الكهرباء إلا عندما يرتفع المد ، والذي يحدث حوالي ١٠ ساعات يوميًا في المتوسط ، هوذا يعني أن طاقة المد والجزر يمكن اعتبارها موثوقة فقط عندما تكون مصحوبة بحلول فعالة لتخزين الطاقة .

لا تزال تعتبر تكنولوجيا جديدة

لا تزال طاقة المد والجزر مصدرًا نظريًا أكبر للطاقة ، حيث تقتصر طاقة المد والجزر في الحياة الواقعية على عدد قليل فقط من المشاريع النموذجية ؛ لأن التكنولوجيا قد بدأت قريبا في التطور ، وتحتاج إلى الكثير من البحوث والأموال الضخمة قبل أن تصل إلى الوضع التجاري .

كيف تعمل طاقة المد والجزر

هناك العديد من الطرق المقترحة للاستفادة من طاقة المد والجزر ، حيث يتم استخدام جميعها ماعدا واحدة فقط وهذه الطرق كالتالي

سد المد والجزر

هو نوع من السدود التي يتم السيطرة عليها ويتم توليد الطاقة عن طريق السماح للمياه بالتدفق إلى منطقة مغلقة أثناء المد العالي ، ثم التحكم في عودة المياه عبر بوابات السد ، ويمكن وضع التوربينات في البوابات ، مما يسمح بتوليد الكهرباء مع عودة المد والجزر .

بحيرات المد والجزر الشبيهة بالقناطر

إن المنطقة المقترحة التي تحيط بالمياه عند المد العالي هي مناطق اصطناعية ، ومن خلال الاستخدام الذكي والتباعد ، يعد الحل المقترح هو حقيقة أن معظم مناطق المد والجزر ستسمح فقط بحوالي عشر ساعات من إنتاج الطاقة يوميًا .

الفصل الثامن

امثلة لمشاريع الطاقة المتجددة في الشرق الاوسط

مقدمة

كثيرًا ما اعتمد الشرق الأوسط على النفط والغاز، ليس فقط لتعظيم الإيرادات، ولكن لتوليد الكهرباء، غير أنه في السنوات الأخيرة رسّخت المنطقة نفسها رائدًا إقليميًا في قطاع الطاقة المتجددة عبر العديد من المشروعات الجاري تنفيذها في هذا الخصوص، وفق متابعات مستمرة من جانب منصة الطاقة المتخصصة ومقرها الولايات المتحدة.

و توقعة شركة موردور المتخصصة في أبحاث السوق والخدمات الاستشارية أن تنمو سوق الطاقة المتجددة في الشرق الأوسط بنسبة ١٣,٤٣٪ سنويًا خلال المدة من ٢٠٢٣ إلى ٢٠٢٨.

ويأتي هذا النمو مدعومًا –أساسًا- بالخطط الحكومية المختلفة التي تستهدف تعزيز المصادر المتجددة في مزيج الطاقة الوطني للدول ..

أكبر مشروعات الطاقة المتجددة

١- محطة براكة للطاقة النووية

تتصدّر محطة براكة للطاقة النووية قائمة أكبر ١٠ مشروعات طاقة متجددة في الشرق الأوسط، وهي ليست أول مشروع رائد من نوعه في الإمارات فحسب، ولكنها أول محطة تجارية من نوعها في العالم العربي أيضًا .

تقع المحطة التي تبلغ تكلفتها الاستثمارية ٢٤ مليار دولار، في منطقة الظفرة بأبوظبي، وكان قد بدأ العمل عليها في عام ٢٠١٢، ودخلت الوحدتان ١ و٣ من المحطة حيز التشغيل بالفعل .

تؤدي المحطة، التي تبلغ سعتها ٥٦٠٠ ميغاواط، دورًا حاسمًا في تنويع مزيج الطاقة في الإمارات؛ إذ تزود ٢٥٪ من إجمالي استعمال الكهرباء في البلد الخليجي، ومن المتوقع أن تخفض ٢٢ مليون طن من الانبعاثات الكربونية سنويًا (ما يعادل انبعاثات ٨٤ مليون سيارة) ما إن تدخل حيز التشغيل .

محطة براكة للطاقة النووية - الصورة من الموقع الرسمي لمؤسسة الإمارات للطاقة النووية

٢- مجمع محمد بن راشد آل مكتوم

يحتل مجمّع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية المرتبة الثانية في قائمة أكبر ١٠ مشروعات طاقة متجددة في الشرق الأوسط، وتبلغ مساحته ٧٧ كيلومترًا، كما أنه يُصنَّف أكبر مجمع من نوعه في العالم، بتكلفة استثمارية قدرها ١٣,٦ مليار دولار .

تبلغ سعة المجمع الكائن في دبي ٥ آلاف ميغاواط، ومن الممكن أن يدخل حيز التشغيل في عام ٢٠٣٠.

ويمتلك المجمع القدرة على خفض انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون بما يزيد على ٦,٥ مليون طن سنويًا، ليسهم في أهداف الحياد الكربوني في دبي بحلول ٢٠٥٠.

كما تحوي المرحلة الرابعة من المشروع أطول برج للطاقة الشمسية في العالم (أكثر من ٢٦٣ مترًا) وأكبر سعة تخزين للطاقة الحرارية (نحو ٦٠٠٠ ميغاواط في الساعة).

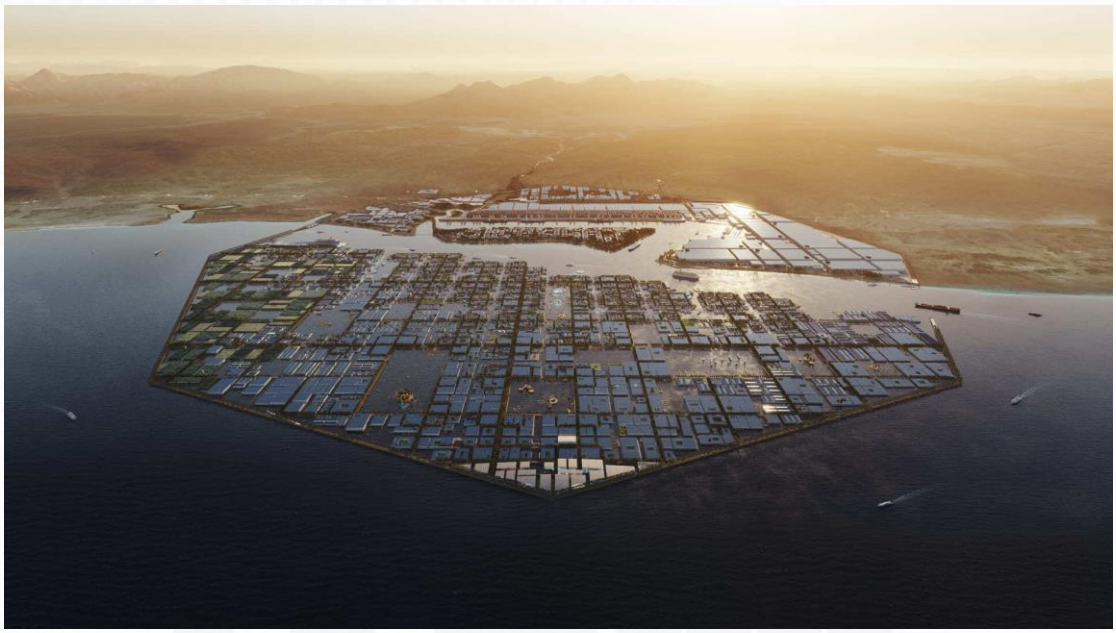
مجمع محمد بن راشد آل مكتوم - الصورة من الموقع الرسمي للمكتب الإعلامي لحكومة دبي

٣- مشروع نيوم للهيدروجين الأخضر

يحل مشروع نيوم للهيدروجين الأخضر في المرتبة الثالثة بقائمة أكبر ١٠ مشروعات متجددة في الشرق الأوسط، بقيمة استثمارية قدرها ٨,٤ مليار دولار .

يقع المشروع في السعودية وهو ناتج عن تعاون شركة نيوم واكواباور ويضم محطة طاقة شمسية بحرية، ومنشآت لتخزين طاقة الرياح والكهرباء .

ويستهدف المشروع إنتاج ٦٠٠ طن من الهيدروجين الأخضر يوميًا بحلول عام ٢٠٢٦، وهو يخدم رؤية السعودية ٢٠٣٠، كما يستهدف تقليص انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون بواقع ٥ ملايين طن سنويًا .



مشروع نيوم للهيدروجين الأخضر - الصورة من الموقع الرسمي للشركة

٤- محطة بنبان للطاقة الشمسية

تأتي محطة بنبان للطاقة الشمسية في المرتبة الرابعة بقائمة أكبر ١٠ مشروعات طاقة متجددة في الشرق الأوسط، بسعة إجمالية تلامس ١٨٠٠ ميغاواط .

يقع المشروع في أسوان، ويحوي ٤١ محطة طاقة شمسية، ويُعد من أكبر محطات الطاقة الشمسية في العالم؛ إذ تبلغ مساحته ٤٧ كيلومترًا، ويتألّف من ٢٠٠ ألف لوحة شمسية.

يأتي المشروع -الذي تبلغ تكلفته الاستثمارية ٤ مليارات دولار- في إطار البرنامج المصري لتعرفة تغذية الطاقة المتجددة إف آي تي (FiT)، الذي أُعلن في سبتمبر/أيلول (2014).

محطة بنبان للطاقة الشمسية - الصورة من الموقع الرسمي لرئاسة جمهورية مصر العربية

٥- محطة الشعيبة

يتألّف مشروع الشعيبة للطاقة الشمسية الذي يموّله صندوق الاستثمارات العامة السعودي من محطتي الشعيبة بي في ١ و الشعيبة بي في ٢، واللتين تُنتجان ٦٠٠ ميغاواط و٢,٠٣١ ميغاواط على الترتيب.

ويحل هذا المشروع وقيمته الرأسمالية ٢,٤ مليار دولار، خامسًا في قائمة أكبر ١٠ مشروعات طاقة متجددة في الشرق الأوسط، ولديه القدرة على تشغيل ٤٥٠ ألف منزل.

وإلى جانب شركة المياه والكهرباء القابضة (بديل) المملوكة لصندوق الاستثمارات العامة، تبرز أكوا باور وعملاقة الطاقة المطورين الرئيسين للمشروع (Aramco) الحكومية أرامكو.

محطة الشعيبة - الصورة من الموقع الرسمي لشركة أكوا باور

٦- مشروع طاقة الرياح بمجمع خليج السويس

تضم قائمة أكبر ١٠ مشروعات طاقة متجددة في الشرق الأوسط، مشروع طاقة الرياح بمجمع خليج السويس، وهو نتاج تعاون بين شركة أكوا باور السعودية وصندوق الثروة السيادي المصري، وتلامس تكلفته الاستثمارية ١,٥ مليار دولار.

تصل سعة المشروع إلى ١١٠٠ ميغاواط، ويقع تحديدًا بمنطقة جبل الزيت على الضفة الغربية لخليج السويس، وهو أحد أكبر مشروعات طاقة الرياح في العالم، ويستهدف تشغيل أكثر من مليون منزل، وخفض ثاني أكسيد الكربون بواقع ٢,٤ مليون طن سنويًا.

مزرعة رياح خليج السويس - الصورة من الموقع الرسمي لشركة أكوا باور

٧- محطة سدير للطاقة الشمسية

تأتي محطة سدير للطاقة الشمسية في السعودية بالمرتبة السابعة ضمن قائمة أكبر ١٠ مشروعات طاقة متجددة في الشرق الأوسط، بسعة إجمالي ١٥٠٠ ميغاواط، وتكلفة استثمارية قدرها ٩٢٤ مليون دولار.

تُعَد المحطة الكائنة في العاصمة الرياض، ثاني أقل محطة بالعالم في تكلفة توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية، بواقع ١,٢٣٩ دولارًا لكل كيلوواط/ساعة.

وتستهدف محطة سدير إزالة ٢,٩ مليون طن من الانبعاثات الكربونية سنويًا، وتشغيل ١٨٥ ألف منزل، وفق تقرير اطلعت عليه منصة الطاقة المتخصصة.

محطة سدير للطاقة الشمسية - الصورة من الموقع الرسمي لشركة أكوا باور

٨- محطة نور للطاقة الشمسية

تحل محطة نور للطاقة الشمسية في الإمارات ثامنًا بقائمة أكبر ١٠ مشروعات طاقة متجددة في الشرق الأوسط، بسعة إجمالية تلامس ١,١٧٧ ميغاواط، وقيمة رأسمالية ٨٧٠ مليون دولار.

تُسهم المحطة في إزالة مليون طن متري من غاز ثاني أكسيد الكربون، وهي تقع في مدينة سويحان بإمارة أبوظبي، وتحوي ٣,٢ مليون لوحة شمسية موزّعة على مساحة ٨ كيلومترات مربعة.

(2019). كان بناء المحطة قد انطلق في مايو/أيار (٢٠١٧)، لكنها لم تدخل حيز التشغيل حتى أبريل/نيسان.

" نور" هي مشروع مشترك بين شركة أبوظبي الوطنية للطاقة، وماروبيني كورب اليابانية، وجينكو سولار القابضة، وتمتلك القدرة على تزويد ٩٠ ألف شخص بالكهرباء.

محطة سدير للطاقة الشمسية - الصورة من الموقع الرسمي لشركة ماروبيني كورب

٩- محطة رياح دومة الجندل

في المركز قبل الأخير بقائمة أكبر المشروعات النظيفة، تأتي مزرعة رياح دومة الجندل الواقعة في منطقة الجوف غرب السعودية، بسعة قدرها ٤٠٠ ميغاواط، وتكلفة استثمارية بلغت ٥٠٠ مليون دولار.

وبمقدور المحطة التي تُعد الأولى في السعودية والأكبر من نوعها في الشرق الأوسط، تشغيل ٧٠ ألف منزل، كما تستطيع خفض الانبعاثات الكربونية بنحو ١ مليون طن سنويًا.

محطة رياح دومة الجندل - الصورة من الموقع الرسمي لشركة مصدر

١٠- محطة الخرسعة للطاقة الشمسية

.تتذيل محطة الخرسعة للطاقة الشمسية القطرية قائمة أكبر ١٠ مشروعات طاقة متجددة في الشرق الأوسط، بسعة ٨٠٠ ميغاواط.

وتستطيع المحطة توفير ١٠٪ من الكهرباء في قطر؛ ما يُسهم في إزالة ٢٦ مليون طن من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون خلال عمرها التشغيلي.

، وماروبيني كورب، وسراج باور(TotalEnergies) وتلامس التكلفة الاستثمارية للمحطة التي تطورها شركات توتال إنرجي .مليون دولار. ، ٤٦٢(Siraj Energy)

الخاتمة:

وهنا اصل بكم إلى نهاية البحث العلمي الذي ناقشنا فيه (طرق توليد الكهرباء و المشاكل المصاحبة لها) ليكون العون والصاحب لي ولكم في رحلة التخرّج الجامعي، فنحمد الباري ونشكره على فضله ونعمه ورحمته، أن أنعم علينا بنعمة العقل والعلم، فها نحن نخط بأقلامنا الخطوط الأخيرة لهذا البحث بعد رحلة كبيرة من الجهد والتعب والسهر، وقد عرضنا بهذا البحث بعد بحث وجهد عميق فقراته التي استهلكت الكثير والكثير.

هذا وقد كانت رحلة ممتعة تستحق التعب والعناء، لنصل لكم بتلك النتائج الدقيقة والمحدّدة، بالاستناد على أهم المراجع والكتب العالمية، حيث كانت رحلة علم ارتقت بالفكر والعقل، وقد عرجت بالأفكار المهمة لهذا الموضوع، وما هذا الجهد إلَّا نقطة في بحر العلم وجهد العلماء الذين سبقونا في العلم والبحث.

وأخيرًا ومع نفحات التخرّج نحمد الله أن أنعم علينا وأكرمنا، ونشكره على فضله ورحمته بنا، ونرجوه ان يكرمنا بتوفيقه ورضاه، والصلاة والسلام على سيد الخلق محمد _____.

جزاء الله تعالى جميع أعضاء الاكاديمية العربية الدولية الموقرين خير الجزاء

تم بحمد الله