وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة القادسية
كلية العلوم /الكيمياء

الطاقة البديلة

بحث مقدم الى مجلس كلية العلوم قيسم الكيمياء كاحد متطلبات نيل درجة البكولوريوس من

علوم الكيمياء من قبل الطالبان انور جاسم حسين و ايسر حافظ ريسان

بإشراف

الاستاذ المساعد :

احمد كاظم الحسناوي

١٤٣٨ هـ

٢٠١٧ م

المقدمة

خلق الله الشمس والقمر كآيات دالة على كمال قدرته وعظم سلطانه وجعل شعاع الشمس مصدراً للضياء على الأرض وجعل الشعاع المعكوس من سطح القمر نوراً فالشمس تجري في الفضاء الخارجي بحساب دقيق أي أن مدار الأرض حول الشمس محدد وبشكل دقيق ، وأي اختلاف في مسار الأرض سيؤدي إلى تغيرات مفاجئة في درجة حرارتها وبنيتها وغلافها الجوي ، وقد تحدث كوارث إلى حد لا يكون عندها بقاء للحياة فقدرة الله تعالى وحدها جعلت الشمس الحارقة رحمة ودفئاً ومصدراً للطاقة حيث تبلغ درجة حرارة مركزها حوالي (40 x10 ْ8- درجة مطلقة (كلفن)ثم تتدرج درجة حرارتها في الانخفاض حتى تصل عند السطح إلى ْ 5762 مطلقة (كلفن)إن طاقة الشمس تعتبر المصدر الرئيسي للطاقة في كوكب الأرض ومنها توزعت وتحولت إلى مصادر الطاقة الأخرى سواء ما كان منها مخزون في طاقة الرياح والطاقة الحرارية في جوف الأرض والطاقة المولدة من مساقط المياه والطاقة الشمسية وغيرها من مصادر الطاقة كالفحم الحجري والأخشاب ، وبما أن الطاقة الشمسية هي أهم مصادر الطاقة المتجددة خلال القرن القادم فإن جهود كثير من الدول تتوجه لها بمختلف صورها وترصد لها المبالغ اللازمة لتطوير المنتجات والبحوث الخاصة باستغلال الطاقة الشمسية كإحدى أهم مصادر الطاقة البديلة للنفط يسو الغاز ، وقد أعطى النصيب الأوفر في البحوث والتطبيقات لمجال تحويل الطاقة الشمسية إلى كهرباء وهو ما يعرف باسم Photovoltaics وهذا المصدر من الطاقة هو أمل الدول النامية في التطور حيث أصبح توفر الطاقة الكهربائي من أهم العوامل الرئيسية لإيجاد البنى الأساسية فيها ولا يتطلب إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية إلى مركزية التوليد بل تنتج الطاقة وتستخدم بنفس المنطقة أو المكان وهذا ما سوف يوفر كثيراً من تكلفة النقل والمواصلات وتعتمد هذه الطريقة بصورة أساسية على تحويل أشعة الشمس إلى طاقة كهربائية ، وتوجد في الطبيعة مواد كثيرة تستخدم في صناعة الخلايا الشمسية والتي تجمع بنظام كهربائي وهندسي محدد لتكوين ما يسمى باللوح الشمسي والذي يعرض لأشعة الشمس بزاوية معينة لينتج أكبر قدر من الكهرباء .وقد أثبتت التجارب والتطبيقات العلمية والعملية إمكانية استخدام الطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء على نطاق تجاري ، وقد من الله سبحانه وتعالى على اليمن بقسط وافر من كمية الطاقة الشمسية حيث تعتبر الطاقة الشمسية الساقطة على المتر المربع الواحد في اليمن من أعلى معدلاتها في العالم مستندين بذلك على القياسات لبعض مناطق الجمهورية ، لذا

فقد بادرت رئاسة جامعة العلوم والتكنولوجيا إلى تبني وإنشاء أول كيان علمي للطاقة الشمسية في الجمهورية ممثلاً بمركز الطاقة الشمسية وتم تزويده بأحدث الأجهزة والمعدات .

مقدمة

نبذة تاريخية عن مراحل تطور تكنولوجيا توليد الطاقة الكهربائية

من الشمس : استفاد الإنسان منذ القدم من طاقة الإشعاع الشمسي مباشرة في تطبيقات عديدة كتجفيف المحاصيل الزراعية وتدفئة المنازل كما استخدمها في مجالات أخرى وردت في كتب العلوم التاريخية فقد أحرق أرخميدس الأسطول الحربي الروماني في حرب عام 212 ق.م عن طريق تركيز الإشعاع الشمسي على سفن الأعداء بواسطة المئات من الدروع المعدنية وفي العصر البابلي كانت نساء الكهنة يستعملن آنية ذهبية مصقولة كالمرايا لتركيز الإشعاع الشمسي للحصول على النار .كما قام علماء أمثال تشرنهوس وسويز ولافوازييه وموتشوت وأريكسون وهاردنج وغيرهم باستخدام الطاقة الشمسية في صهر المواد وطهي الطعام وتوليد بخار الماء وتقطير الماء وتسخين الهواء .كما أنشئت في مطلع القرن الميلادي الحالي أول محطة عالمية للري بوساطة الطاقة الشمسية كانت تعمل لمدة خمس ساعات في اليوم وذلك في المعادي قرب القاهرة .لقد حاول الإنسان منذ فترة بعيدة الاستفادة من الطاقة الشمسية واستغلالها ولكن بقدر قليل ومحدود ومع التطور الكبير في التقنية والتقدم العلمي الذي وصل إليه الإنسان فتحت آفاقا علمية جديدة في ميدان استغلال الطاقة الشمسية .بالإضافة لما ذكر تمتاز الطاقة الشمسية بالمقارنة مع مصادر الطاقة الأخرى بما يلي:

- إن التقنية المستعملة فيها تبقى بسيطة نسبياً وغير معقدة بالمقارنة مع التقنية المستخدمة في مصادر الطاقة الأخرى .توفير عامل الأمان البيئي حيث أن الطاقة الشمسية هي طاقة نظيفة لا تلوث الجو وتترك فضلات مما يكسبها وضعاً خاصا في هذا المجال وخاصة في القرن القادم .تحويل الطاقة الشمسية عبر التاريخ: يمكن تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية وطاقة حرارية من خلال آليتي التحويل الكهروضوئية والتحويل الحراري للطاقة الشمسية ويقصد بالتحويل الكهروضوئية تحويل الإشعاع الشمسي أو الضوئي مباشرة إلى طاقة كهربائية بوساطة الخلايا الشمسية الكهروضوئية)، وكما هو معلوم هناك بعض المواد التي تقوم بعملية التحويل الكهروضوئية تدعى اشتباه الموصلات كالسيليسيون والجرمانيوم وغيرها .وقد تم اكتشاف هذه الظاهرة من قبل بعض علماء الفيزياء في أواخر القرن التاسع عشر الميلادي حيث وجدوا أن الضوء يستطيع تحرير الإلكترونات من بعض المعادن كما عرفوا أن الضوء الأزرق له قدرة أكبر من الضوء الأصفر على تحرير الإلكترونات وهكذا .وقد نال العالم اينشتاين جائزة نوبل في عام 1921م لاستطاعته تفسير هذه الظاهرة .وقد تم تصنيع نماذج كثيرة من الخلايا الشمسية تستطيع إنتاج الكهرباء بصورة علمية وتتميز الخلايا الشمسية بأنها لا تشمل أجزاء أو قطع متحركة، وهي لا تستهلك وقوداً ولا تلوث الجو وحياتها طويلة ولا تتطلب إلا القليل من الصيانة .ويتحقق أفضل استخدام لهذه التقنية تحت تطبيقات وحدة الإشعاع الشمسي (وحدة شمسية)أي بدون مركزات أو عدسات ضوئية ولذا يمكن تثبيتها على أسطح المباني ليستفاد منه في إنتاج الكهرباء وتقدر عادة كفاءتها بحوالي 20%أما الباقي فيمكن الاستفادة منه في توفير الحرارة للتدفئة وتسخين المياه .كما تستخدم الخلايا الشمسية في تشغيل نظام الاتصالات المختلفة وفي نارة الطرق والمنشآت وفي ضخ المياه وغيرها .أما التحويل الحراري للطاقة الشمسية فيعتمد على تحويل الإشعاع الشمسي إلى طاقة حرارية عن طريق المجمعات (الأطباق) الشمسية والمواد الحرارية.فإذا تعرض جسم داكن اللون ومعزول إلى الإشعاع الشمسي فإنه يمتص الإشعاع وترتفع درجة حرارته .يستفاد من هذه الحرارة في التدفئة والتبريد وتسخين المياه وتوليد الكهرباء وغيرها .وتعد تطبيقات السخانات الشمسية هي الأكثر انتشاراً في مجال التحويل الحراري للطاقة الشمسية يلي ذلك من حيث الأهمية المجففات الشمسية التي يكثر استخدامها في تجفيف بعض المحاصيل الزراعية مثل التمور وغيرها كذلك يمكن الاستفادة من الطاقة الحرارية في طبخ الطعام ، حيث أن هناك أبحاث تجري في هذا المجال لإنتاج معدات للطهي

تعمل داخل المنزل بدلا من تكبد مشقة الجلوس تحت أشعة الشمس أثناء الطهي .
ورغم أن الطاقة الشمسية قد أخذت تتبوأ مكانة هامة ضمن البدائل المتعلقة بالطاقة المتجددة إلا أن مدى الاستفادة منها يرتبط بوجود أشعة الشمس طيلة وقت الاستخدام أسوة بالطاقة التقليدية .وعليه يبدو أن المطلوب من تقنيات بعد تقنية وتطوير التحويل الكهربائي والحراري للطاقة الشمسية هو تقنية تخزين تلك الطاقة للاستفادة منها أثناء فترة احتجاب الإشعاع الشمسي .وهناك عدة طرق تقنية لتخزين الطاقة الشمسية تشمل التخزين الحراري الكهربائي والميكانيكي والكيميائي والمغناطيسي .وتعد بحوث تخزين الطاقة الشمسية من أهم مجالات التطوير اللازمة في تطبيقات الطاقة الشمسية وانتشارها على مدى واسع، حيث أن الطاقة الشمسية رغم أنها متوفرة إلا أنها ليست في متناول اليد وليست مجانية بالمعني المفهوم .فسعرها الحقيقي عبارة عن المعدات المستخدمة لتحويلها من طاقة كهرومغناطيسية إلى طاقة كهربائية أو حرارية .وكذلك تخزينها إذا دعت الضرورة .ورغم أن هذه التكاليف حالياً تفوق تكلفة إنتاج الطاقة التقليدية إلا أنها لا تعطي صورة كافية عن مستقبلها بسبب أنها أخذة في الانخفاض المتواصل بفضل البحوث الجارية والمستقبلية .بما أن الطاقة الشمسية تعتبر من المجالات والتخصصات العلمية الحديثة حيث يعود تاريخ الاهتمام بالطاقة الشمسية كمصدر للطاقة في بداية الثلاثينات حيث تركز التفكير حين ذاك علي إيجاد مواد وأجهزة قادرة على تحويل طاقة الشمس إلى طاقة كهربائية وقد تم اكتشاف مادة تسمى السيليسيوم التي تتأثر مقاومتها الكهربائية بمجرد تعرضها للضوء وقد كان هذا الاكتشاف بمحض الصدفة حيث أن أساس البحث كان لإيجاد مادة مقاومتها الكهربائية عالية لغرض تمديد كابلات للاتصالات في قاع المحيط الأطلسي .واخذ الاهتمام بهذه الظاهرة يتطور حتى بداية الخمسينات حين تم تطوير شرائح عالية القوة عن مادة السليكون تم وضعها بأشكال وأبعاد هندسية معينة وقادرة على تحويل أشعة الشمس إلى طاقة كهربائية بكفاءة تحويل (ولكن كانت التكلفة عالية جداً ، هذا وقد كان أول استخدام للألواح الشمسية المصنعة من مادة السليكون في مجال الاتصالات في المناطق 7النائية ثم استخدامها لتزويد الأقمار الصناعية بالطاقة الكهربائية حيث تقوم الشمس بتزويد الأقمار الصناعية بالطاقة الكهربائية حيث تكون الشمس ساطعة لمدة 24ساعة في اليوم ولازالت تستخدم حتى يومنا هذا ولكن بكفاءة تحويل تصل إلى 16وعمر افتراضي يتجاوز العشرين عاماً .ثم تلت فترة الخمسينات والستينات فترة مهمة أخرى في مجال الاهتمام بالطاقة الشمسية كمصدر بديل للطاقة وفي النصف الثاني للسبعينات حينما أعلن العرب حظر تصدير النفط إلى الغرب بدأت دول عديدة تعطي اهتمام بالغ بالطاقة الشمسية واستخدامها وقد أثمرت هذه الفترة في نشر وتطور

تكنولوجيا الطاقة الشمسية حيث انتشر استخدامها في مجالات عديدة مثل :الاتصالات -والنقل -والإنارة ...وغيرها ، وقد أصبحت الطاقة الكهربائية المولدة من الشمس في المناطق التي تكون فيها الطاقة الشمسية عالية مثل اليمن تنافس المصادر التقليدية للطاقة من ناحية التكلفة الاقتصادية ويتطلب ذلك تصميم أنظمة الطاقة الشمسية المتكاملة لتوليد وخزن الكهرباء ومن ثم تحويلها من تيار مستمر إلى تيار متردد مثل الكهرباء التي نستخدمها في منازلنا جميعاً ، ويبقى الدور المهم في كيفية نشر المعارف العلمية والتطبيقية بأهمية الطاقة الشمسية بين أوساط الطلاب في المرحلة الجامعية فما فوق وكيفية تطوير ونقل التكنولوجيا بأساليب سهلة وتكلفة اقتصادية ممكنة بحيث تساهم في حل بعض المشكلات الناجمة عن نقص الطاقة .هدر الطاقة يسرب أكثر من نصف الطاقة المستخدمة في المنازل عبر البلاد من النوافذ والأبواب والعليات والفجوات وثغرات أخرى .تتسرب التدفئة والتبريد على طريقتها من المنازل كل يوم .هذا الهدر اليومي للطاقة يكلف بيئتنا الكثير، لأنه يستهلك الثروات ويبعث الغازات الخطيرة والسامة .هناك العديد من المؤسسات الحكومية التي تعتبر البيئة من أهم أولوياتها، وتقدم حسومات خاصة على تحسين الفعالية القصوى للطاقة في البيوت .

محطات التوليد المائية Hydraulic Power Stations

حيث توجد المياه في أماكن مرتفعة كالبحيرات ومجاري الأنهار يمكن التفكير بتوليد الطاقة، خاصة إذا كانت طبيعة الأرض التي تهطل فيها الأمطار أو تجري فيها الأنهار جبلية ومرتفعة .ففي هذه الحالات يمكن توليد الكهرباء من مساقط المياه .أما إذا كانت مجاري الأنهار ذات انحدار خفيف فيقتضي عمل سدود في الأماكن المناسبة من مجرى النهر لتخزين المياه .تنشا محطات التوليد عادة بالقرب من هذه السدود كما هو الحال في مجرى نهر النيل .وقد بني السد العالي وبنيت معه محطة توليد كهرباء بلغت قدرتها المركبة 1800ميغاواط .وعلى نهر الفرات في شمال سوريا بني سد ومحطة توليد كهرباء بلغت قدرتها المركبة 800 ميغاواط ،.

إذا كان مجرى النهر منحدرا انحدار كبيرا فيمكن عمل تحويلة في مجرى النهر باتجاه أحد الوديان المجاورة وعمل شلال اصطناعي .هذا بالإضافة إلى الشلالات الطبيعية التي تستخدم مباشرة لتوليد الكهرباء كما هو حاصل في شلالات نياغرا بين كندا والولايات المتحدة .وبصورة عامة أن أية كمية من المياه موجودة على ارتفاع معين تحتوي على طاقة كامنة في موقعها .فإذا هبطت كمية المياه إلى ارتفاع أدنى تحولت

الطاقة الكامنة إلى طاقة حركية .وإذا سلطت كمية المياه على توربينة مائية دارت بسرعة كبيرة وتكونت على محور التوربينة طاقة ميكانيكية .وإذا ربطت التوربينة مع محور المولد الكهربائي تولد على أطراف العضو الثابت من المولد طاقة كهربائية . 16

5-محطات التوليد البخارية- **Nuclear Power Station :**محطات التوليد النووية **6**محطات التوليد النووية نوعا من محطات التوليد الحرارية لأنها تعمل بنفس المبدأ وهو توليد البخار بالحرارة وبالتالي يعمل البخار على تدوير التوربينات التي بدورها تدور الجزء الدوار من المولد الكهربائي وتتولد الطاقة الكهربائية على أطراف الجزء الثابت من هذا المولد .والفرق في محطات التوليد النووية أنه بدل الفرن الذي يحترق فيه الوقود يوجد هنا مفاعل ذري تتولد في الحرارة نتيجة انشطار ذرات اليورانيوم بضربات الإلكترونات المتحركة في الطبقة الخارجية للذرة وتستغل هذه الطاقة الحرارية الهائلة في غليان المياه في المراجل وتحويلها إلى بخار ذي ضغط عال ودرجة مرتفعة جدا .تحتوي محطة التوليد النووية على الفرن الذري الذي يحتاج إلى جدار عازل وواق من الإشعاع الذري وهو يتكون من طبقة من الآجر الناري وطبقة من المياه وطبقة من الحديد الصلب ثم طبقة من الأسمنت تصل إلى سمك مترين وذلك لحماية العاملين في المحطة والبيئة المحيطة من التلوث بالإشعاعات الذرية.

أن أول محطة توليد حرارية نووية في العالم نفذت في عام 1954وكانت في الاتحاد السوفيتي بطاقة 5ميغاواط ومحطات التوليد النووية غير مستعملة في البلاد العربية حتى الآن .ولكن محطات التوليد الحرارية البخارية مستعملة بصورة كثيفة على البحر الأحمر والبحر الأبيض المتوسط والخليج العربي في توليد الكهرباء ولتحلية المياه المالحة

الطاقة الشمسية:

لماذا الطاقة الشمسية **:**يبحث الإنسان دوماً عن مصادر جديدة للطاقة لتغطية احتياجاته المتزايدة في تطبيقات الحياة المتطورة التي نعيش، ويعيب الكثير من مصادر الطاقة نضوبها وتكلفة استغلالها المرتفعة والتأثير السلبي لاستخدامها على البيئة، وقد تنبه الإنسان في العصر الحديث إلى إمكانية الاستفادة من حرارة أشعة الشمس والتي تتصف بأنها طاقة متجددة ودائمة لا تنضب، وأدرك جلياً الخطر الكبير الذي يسببه

استخدام مصادر الطاقة الأخرى والشائعة (وخاصةً النفط والغاز الطبيعي)في تلوث البيئة وتدميرها، مما .يجعل الطاقة الشمسية الخيار الأفضل على الإطلاق .ولهذا أضحت الطاقة الشمسية في عصرنا الحالي دخلاً قومياً لبعض البلدان حتى أنه في دول الخليج العربي والتي تعتبر من أكثر بلاد العالم غنى بالنفط، تستخدم الطاقة الشمسية بشكل رئيسي وفعال وقد استخدمت الطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء في تطبيقات عديدة منها محطات توليد الكهرباء وتحلية المياه، وتشغيل إشارات المرور وإنارة الشوارع، وتشغيل بعض الأجهزة الكهربائية مثل الساعات .والآلات الحاسبة، وتشغيل الأقمار الاصطناعية والمركبات والمحطات الفضائية، ومؤخراً رأينا على التلفاز سيارة تسير بالطاقة الشمسية تصل سرعتها إلى 60ميل 96 (كم)في الساعة . وظهرت أهمية الطاقة الشمسية مجدداً كعامل مهم في الاقتصاد العالمي وفي الحفاظ على البيئة مع استخدام السخانات الشمسية في معظم دول العالم وحتى الغنية منها لتسخين المياه لمختلف الأغراض، وقد زاد في أهميتها نجاحها في التطبيقات العملية وسهولة تركيبها وتشغيلها وتعد المملكة الأردنية الهاشمية الدولة الأولى في منطقة الشرق الأوسط في تفعيل استخدام الطاقة الشمسية وتصنيع وإنتاج وتطوير السخانات الشمسية، والتي تصل نسبة استخدامها إلى 40%من مجموع البيوت السكنية، ويركب فيها سنوياً ما يقارب من15.000جهاز طبقاً للإحصاءات الرسمية، هذا بالإضافة إلى استخدامها في المستشفيات والمدارس والفنادق وتدفئة برك السباحة، وفي العديد من التطبيقات الصناعية والخدمية والزراعية، حيث يتم تركيب السخان الشمسي والذي يتناسب مع جميع التطبيقات على اختلاف أحجامها كنظام مستقل ودائم أو كنظام مساعد لأنظمة التدفئة المركزية وأنظمة تسخين المياه .إن النجاح في استخدام الطاقة الشمسية يعتمد على العديد من العوامل المتكاملة، نذكر منها:

1- الموقع الجغرافي (قوة الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة وسرعة الرياح.)

2- ملائمة النظام الشمسي مع حجم التطبيق.

3- نوعية المنتج (النظام الشمسي.)

4- التقنية المستخدمة في تصنيع المنتج (النظام الشمسي.)

5- جودة وكفاءة المكونات المستخدم(19).

١- منشأ الشمس:

لقد تكونت الشمس من جراء تكاثف سحاب بين النجوم وذلك تحت تأثير الجاذبية . ويتكون هذا السحاب أساسا من الهيدروجين H2والهليوم Heوالكربون Cو الآزوت N وعناصر أخرى تقل كثافته عن 10/10000 وتتحول طاقة الجاذبية في هذا السحاب إلى طاقة حرارية وعندما تصبح كثافة السحاب هامة ترتفع درجة الحرارة في مركز هذا الكوكب البدائي (الكوكب الذي هو في طور الإنشاء)حيث تصل إلى عشرة ملايين درجة خلال 10000000 وتتحول طاقة الجاذبية في هذا السحاب إلى طاقة حرارية وعندما تصبح كثافة السحاب هامة ترتفع درجة الحرارة في مركز هذا الكوكب البدائي (الكوكب الذي هو في طور الإنشاء)حيث تصل إلى عشرة ملايين درجة خلال 10000000سنة .وتبدأ تفاعلات الاندماج النووي التي تحول الهيدروجين H2إلى هليوم He.ويعاد الضغط حينئذ قوة الجاذبية فيبرز الكوكب للوجود و تحصل حالة توازن يمكن أن تستمر 10000مليون سنة وهذا هو الوضع الحالي للشمس التي هي في منتصف العمر.

2- معلومات حول الشمس :

الشمس هي كرة غازية يبلغ قطرها (.391.000 km) وتفصلها عن الأرض مسافة يبلغ معدلها 149.598.00 km] [و بما أن المدار الأرضي شبه دائري (انحرافه المركزي ضئيل لا يتجاوز 0,0.1675) لذا فإن المسافة بين الشمس والأرض لا تتغير إلا قليلا خلال السنة ±1,.65 %وتبلغ حدها الأدنى في أوائل شباط وحدها الأقصى و في أوائل تموز مما يؤدي إلى تغير القطر الزاوي مما يودي إلى تغير يسير في شدة الإضاءة المرسلة من الشمس و هذا التغير لا يتجاوز 4 %وبشكل عام يمكن اعتبار الشمس كجسم أسود مشع درجة حرارته 5800K الشمس باعتبارها جسم أسود

:عندما يرسل جزء من سطح مضى dsتدفقا d ¢في وحدة الزمن فإن النسبة Mتسمى الانبعاث الطاقي M=d) و يمثل الشكل وضعية الأرض بالنسبة للشمس

الطاقة النووية المستدامة

أدوات التقييم التي طورتها الوكالة الدولية للطاقة الذرية تساعد الدول الأعضاء في التخطيط الاستراتيجي واتخاذ القرارات بشأن تطوير الطاقة النووية المستدامة ونشرها .إن التخطيط الاستراتيجي على المدى الطويل من أجل تطوير نظم الطاقة ودور الطاقة النووية المحتمل في هذا المجال يتطلّب فهما التخطيط الاستراتيجي على المدى الطويل من أجل تطوير نظم سليما للعوامل المحركة للتغيير والابتكار التكنولوجيين. ومن ثم فإن التدبر الدقيق لكل ما يتصل بالطاقة، من بنى تحتية وأفضليات اجتماعية وتوجهات في التنمية الاقتصادية والقيود البيئية، يجب أن يكون جزءا من مخطط نشر الطاقة النووية على الصعيد الوطني. ولذا فإن تقييم نظم الطاقة النووية هو جزء لا يتجزأ من تطوير القوى الوطنية على الصعيد الوطني، إلى جانب التخطيط المعني بالطاقة وتطوير مرافق البنى التحتية النووية، من خلال اتباع نهج ،المعالم المعيارية ،الذي استحدثته الوكالة بشأن إقامة أولى محطات القوى النووية (المحطات النووية لتوليد الكهرباء وينبغي الإشارة على وجه الخصوص إلى أن اعتماد برنامج للقوى النووية ينطوي على تبعات والتزامات خاصة بالمراحل بن الأجيال تمتد بنطاقها إلى ما بعد 100عام. إن التخطيط للطاقة يهدف إلى ضمان جعل القرارات المتخذة بشأن البنى التحتية اللازمة للطلب والعرض الخاص بالطاقة تشمل مشاركة جميع أصحاب المصلحة، وتعنى بالنظر في كل الخيارات الممكنة بشأن جانبي العرض والطلب، وتتسق مع الأهداف العامة للتنمية المستدامة على الصعيد الوطني. والقرار الذي يتخذ بأن تكون الطاقة النووية جزءا ّ من تشكيلة متنوعة من مصادر الطاقة ينبغي له أن يتضمن مسائل انتقاء تكنولوجيا المفاعلات، وتطوير البنى التحتية اللازمة للمحطات الأولى، وفهما ّ لمجموع المؤثرات والاعتبارات المتنوعة ذات الصلة بنشر نظام للطاقة النووية المستدامة. ويجب أن يشمل هذا أيضا ابتكارات في التكنولوجيا النووية وترتيبات مؤسسية تسهم كلها في التطور العالمي النطاق وتكون ناتجة عنه في آن معا. وإن أي نظام للطاقة النووية يشتمل على كامل طيف مراحل دورة الوقود النووي، أي من وإلى الحالات النهائية الأخيرة لجميع أنواع النفايات، وما يرتبط بذلك كله من ترتيبات مؤسسية لازمة. وتتميز نظم الطاقة النووية ببنى ّ تحتية متنوعة معقدة وبطول عمرها الوظيفي،

تقييم نظم الطاقة النووية باتباع منهجية المشروع الدولي المعني بالمفاعلات النووية ودورات الوقود الابتكارية.

بغية تقديم المساعدة إلى الدول الأعضاء في تقييم تخطيطها الاستراتيجي الطويل المدى بشأن نظم الطاقة النووية القائمة حاليا والمرتقبة في المستقبل، وضعت، في إطار المشروع الدولي المعني بالمفاعلات النووية ودورات الوقود الابتكارية (INPRO) التابع للوكالة الدولية للطاقة الذرية، ،المنهجية ،الصادرة عن هذا المشروع (إنبرو،) التي قدمت فيها إسهامات من 300خبير دولي، وبعضها قدم من المحفل الدولي للجيل الرابع من المفاعلات(GIF) كما أن تقييم نظم الطاقة النووية، المشار إليه من قبلّ ، هو نهج كلي تستخدم فيه هذه الأداة التي أثبتت صحتها دوليا أي منهجية المشروع (إنبرو)لدعم التخطيط الطويل الأمد واتخاذ القرارات الاستراتيجية في هذا الصدد بشأن تطوير نظم الطاقة النووية ونشرها في الدول الأعضاء .والشرط الأساسي اللازم لإجراء تقييم لنظم الطاقة النووية هو إعداد دراسة لخطط الطاقة بالنسبة إلى المستجدين الداخلين إلى هذا المضمار أو وضع استراتيجية وطنية خاصة بالطاقة بالنسبة إلى البلدان التي لديها برنامج قوى نووية في طور النضج يبنن فيهما دور الطاقة النووية المحتمل في تشكيلة مصادر الإمداد بالطاقة على المستوى الوطني، ولكن على أن يولى الاعتبار الواجب للاتجاهات الإقليمية والعالمية. وتساعد نماذج التخطيط للطاقة، التي أعدتها الوكالة، المخطط المعنين بالطاقة على الاضطلاع بدراسات من هذا النوع. وتستطيع السلطات الوطنية المكلّفة بوضع السياسة العامة بشأن الطاقة أو بنظم الطاقة النووية في البلدان أن تباشر إجراء تقييم تام أو ضمن نطاق نسق التقييم الخاص بنظم الطاقة النووية . ويساعد تقييم نظم الطاقة النووية مع اتباع منهجية المشروع «إنبرو«
على تقييم جميع المرافق النووية في نظام طاقة نووية مع ان بداء من التعدين ومرورا بكل المراحل وحتى الحالات النهائية الأخيرة لجميع أنواع النفايات، بما في ذلك التخلص الدائم من النفايات العالمية المستوى، وكل ما يتصل بذلك من التدابير المؤسسية اللازمة. وهو أسلوب في التقييم ينظر إلى كامل الدورة العمرية للمرافق

النووية من المهد إلى اللحد أي تصميم نظام نووي وإنشائه وتشغيله ثم إنهاء تشغيله وكذلك تقييمه في السبعة مجالات التي حددها

المشروع الدولي المعني بالمفاعلات النووية ودورات الوقود الابتكارية (إنبرو): شراكة من أجل الحوار والابتكار

مشروع الوقود الابتكارية (إنبرو) يؤدي دورا هاما في الوكالة الدولي المعني بالمفاعلات النووية ودورات فهم تطوير نظم الطاقة النووية في المستقبل، من المنظور الوطني والإقليمي والعالمي، والابتكارات في التكنولوجيات والترتيبات المؤسسية دعما لهذا التطوير وهذا المشروع «إنبرو» الذي أنشئ باعتباره تعهدا من جانب الدول الأعضاء في الوكالة الدولية للطاقة الذرية بالمساعدة على ضمان إتاحة الطاقة النووية بغية الإسهام في تلبية الاحتياجات إلى الطاقة في القرن الحادي والعشرين على نحو مستدام، يجمع حائزي التكنولوجيا ومستعمليها معا لكي ينظروا على نحو مشترك في إجراءات العمل الدولية والوطنية التي من شأنه أن تؤدي إلى استحداث الابتكارات اللازمة في مجال المفاعلات النووية ودورات الوقود النووي. كما إن هذا المشروع الدولي المعني بالمفاعلات النووية ودورات الوقود الابتكارية يتيح منتدى للتنافس والتعاون بين ّ الخبراء ومقرري السياسات العامة من البلدان الصناعية والبلدان النامية بشأن جميع جوانب التخطيط للطاقة النووية المستدامة وتطويرها ونشرها. ويعزز إجراء حوار حول المنافع المتبادلة بن البلدان التي تمتلك ناصية التكنولوجيا النووية والبلدان التي تنظر في موضوع الأخذ بهذه التكنولوجيات من أجل تنمية قدراتها المستحدثة الخاصة بالطاقة النووية. وهو يتيح أيضا للدول الأعضاء الدعم اللازم لوضع خططها الاستراتيجية واتخاذ قراراتها بشأن استحداث الطاقة النووية ونشرها، ويعزز الوعي بخيارات الابتكار التكنولوجي في المستقبل. وبمستطاع الدول الأعضاء في الوكالة والمنظمات الدولية ذات الصلةّ مفيدة فيه. ويمكن أن تكون تلك الإسهامات على شكل تبرع بأموال من خارج إطار الميزانية، وتقديم خدمات الخبراء المجانية، وتنفيذ الدراسات التقييمية باستخدام منهجية هذا المشروع، أو بالمشاركة في المشاريع التعاونية في إطار هذا المشروع .ومنذ إنشاء هذا المشروع الدولي في عام 2001، ازداد حجم العضوية فيه إلى ٣١دولةً عضوا ّ . وهذه البلدان تمثل ما نسبته 75في المائة من الناتج المحلي الإجمالي و ٦٥ في المائة من مجموع سكان العالم .وهنالك

عشرة بلدان أخرى لديها صفة مراقب ريثما تنظر في الحصول على صفة العضوية أو تشارك على مستوى العمل في المشروع الدولي .ويتعاون المشروع الدولي في العمل مع مبادرات دولية أخرى، ومنها المحفل الدولي للجيل الرابع من المفاعلات، ومنهاج العمل الأوروبي بشأن تكنولوجيا الطاقة النووية المستدامة (SNETP) من أجل ضمان التآزر الجيد واجتناب الجهود في هذا المضمار. وهذا المشروع الدولي ممول بصفة رئيسية من مساهمات من خارج إطار الميزانية، ولكنه يستفيد الآن من تعهد صدر مؤخرا عن الاتحاد الروسي بتقديم موارد لمدة خمسة أعوام؛ وقد أضاف هذا إلى استقرار
المشروع، وهو يتيح المجال للتخطيط لأمد أطول. وفي الآونة الأخيرة، دمجت أنشطة المشروع الدولي في خمسة مجالات رئيسية، تشكل أيضا الأساس لخطة عمل المشروع الدولي لعامي ٢٠١٠و٢٠١١. وهنالك اثنا عشر مشروعاً تعاونياً فرعيا ترمي إلى دعم الأنشطة المضطلع بها بمشاركة أعضاء في المشروع الدولي المعني بالمفاعلات النووية ودورات الوقود الابتكارية . واضعو المنهجية، والتي تشتمل معا على أبعاد التطوير المستدام في هذا المضمار، وهي: الاقتصاديات، والبنية التحتية (الترتيبات المؤسسية،) وإدارة النفايات، ومقاومة الانتشار، والحماية المادية، والبيئة (تأثير عوامل الإجهاد، واستنفاد الموارد،) وأمان المفاعلات ومرافق دورة الوقود النووي والبلدان التي لديها برامج نووية راسخة، وكذلك البلدان المستجدة ‹في المضمار النووي التي تنظر في الانطلاق ببرامج نووية جديدة، يمكنها أن تجري تقييما لنظم الطاقة النووية لاستبانة الثغرات المحتمل وجودها في برنامجها النووي وما يقترن بذلك من إجراءات عمل لسد تلك الثغرات. وهذا التقييم يستهدف الفئات التالية:

١- مطورو التكنولوجيا النووية، للعناية بتقييم استراتيجيتهم الطويلة الأمد الخاصة بالتطوير والنشر، حرصاً على التأكد من أنها استراتيجية ملائمة وتقيم توازناً صحيحا بن المرافق النووية؛

٢- مستعملو التكنولوجيا النووية من ذوي الخبرة، للعمل على زيادة الوعي بأصحاب المصلحة الرئيسين، ولمساعدتهم في التخطيط الاستراتيجي واتخاذ القرارات بخصوص توسيع نظام الطاقة النووية القائم لديهم؛

٣- مستعملو التكنولوجيا لأول مرة المتوقعون، للعناية بتحديد المسائل التي تحتاج إلى التدبر فيها لدى اتخاذ القرار بشأن الانطلاق خطوة فخطوة في استحداث نظام طاقة

نووية، أي استحداث البنية التحتية النووية اللازمة وبناء أول محطة لتوليد الكهرباء بالطاقة النووية.

دراسات التقييم الوطنية

في الآونة الأخيرة، نفذت عدة بلدان سلسلة من عمليات تقييم نظم الطاقة النووية على الصعيد الوطني، وهي: أوكرانيا والأرجنتين وأرمينيا والبرازيل وجمهورية كوريا والهند. إضافة إلى ذلك، اشتركت ثمانية بلدان، هي الاتحاد الروسي وأوكرانيا وجمهورية كوريا والصين وفرنسا وكندا والهند واليابان، في دراسة تحقيقية لنظام طاقة نووية يتكون من مفاعلات سريعة مجالات برنامجيه خاصة بالمشروع الدولي المعني بالمفاعلات النووية ودورات الوقود الابتكارية عمليات تقييم نظم الطاقة النووية باستخدام منهجية (انبرو) أرسى المشروع الدولي في الآونة الأخيرة معلماً بارزا بوضع وتطبيق منهجية المسماة منهجية المشروع الدولي «إنبرو»، التي يمكن أن تساعد البلدان على تقييم نظم الطاقة النووية القائمة حاليا والمرتقبة في المستقبل، بطريقة كلّية شاملة، وأن تدعم التخطيط الاستراتيجي وعملية اتخاذ القرارات على الأمد الطويل. وبعد الاضطلاع بسلسلة أولى من الدراسات الناجحة، أعربت ثمانية بلدان إضافية عن اهتمامها بتقييم نظم الطاقة النووية القائمة حاليا والمرتقبة في المستقبل من أجل تحديد ما إذا كانت تستوفي معايير التنمية الوطنية المستدامة.رؤية عالمية بشأن الطاقة النووية المستدامة من خلال إعداد مشاهد افتراضية للأحداث المحتملة وإضفاء الانسجام على الرؤى فيما يخص تنمية الطاقة النووية ونشرها، يساعد المشروع الدولي البلدان المستجدة وكذلك البلدان النووية «الناضجة» على حد سواء على فهم الابتكارات التقنية المحتملة للنهوج المؤسسية والقانونية الجديدة بشأن تطوير تصميم معماري للطاقة النووية المستدامة وبنائه خلال القرن الحادي والعشرين، بما في ذلك المشاهد الافتراضية لأحداث المراحل الانتقالية المحتملة . الترويج للابتكارات في التكنولوجيا النووية تعزيز التعاون بن أعضاء مشروع (إنبرو) بشأن تكنولوجيات نووية ابتكارية مختارة وأنشطة البحث والتطوير ذات الصلة من أجل طاقة نووية مستدامة أساسية في هذا المجال.الترويج للابتكارات في

الترتيبات المؤسسية إضافة إلى دورة الوقود النووي بكامل طيف مراحلها، فإن الترتيبات المؤسسية هي أيضا جزء من نظام الطاقة النووية. وتشمل تلك الترتيبات معاهدات وأطرا أو أنظمة قانونية وطنية ودولية، واتفاقيات .كما إن نشر مفاعلات بتصاميم جديدة قد يتطلّب نهوجا ابتكارية بشأن التدابير المؤسسية، وخصوصا فيما يتعلق بالمفاعلات غير الثابتة القاع والمفاعلات الصغيرة والمتوسطة. ويعنى المشروع الدولي «إنبرو« بالتعاون في العمل في هذا المجال، وبدعم البلدان في استحداث وتنفيذ ترتيبات ابتكارية .منتدى الحوار التابع للمشروع الدولي المعني بالمفاعلات النووية ودورات الوقود الابتكارية هذا المجال الشامل لقطاعات متعددة يهدف إلى تشجيع تبادل المعلومات بين حائزي التكنولوجيا ومستعملي التكنولوجيا وذلك لضمان تلبية الابتكارات التقنية والمؤسسية في المستقبل توقعات هاتن الفئتين معا. الأعضاء في المشروع الدولي المعني بالمفاعلات النووية ودورات الوقود الابتكارية هم: الاتحاد الروسي والأرجنتن وأرمينيا وإسبانيا وألمانيا وإندونيسيا وأوكرانيا وإيطاليا وباكستان والبرازيل وبلجيكا وبلغاريا وبيلاروس وتركيا والجزائر والجمهورية التشيكية وجمهورية كوريا وجنوب أفريقيا وسلوفاكيا وسويسرا وشيلي والصن وفرنسا وكازاخستان وكندا والمغرب والهند وهولندا والولايات المتحدة الأمريكية واليابان والمفوضية الأوروبية وأوكرانيا القابلية للاستدامة المتوقعة وقيّمت البرازيل وجمهورية كوريا والهند تصاميم مفاعلات معينة وما يقترن بها من دورات وقود في مجالات مختارة من منهجية المشروع الدولي «إنبرو» فاختار فريق البرازيل التصميم «آيريس« للمفاعلات (الدولي الابتكاري المؤمن من الجيل الرابع ، (IRIS)وقيمه في مجالي الأمان والاقتصاديات. إضافة إلى ذلك، جرى تقييم تصميم المفاعل النووي الثابت القاع(EBNR) من حيث مدى قابليته للاستدامة في مجالي الأمان ومقاومة الانتشار. وعنيت الهند بالتحقيق في إمكانية الاستعاضة عن الوقود الأحفوري بالهيدروجين في قطاع النقل. وكان الهدف الرئيسي في الدراسة الكورية استحداث تحليل نوعي لتحديد مستوى مقاومة الانتشار في دورة الوقود بالاستعمال المباشر للوقود المستنفد في مفاعلات الماء المضغوط من طراز كاندوّ CANDU ونفذت أرمينيا دراسة بشأن تقييم لنظم الطاقة النووية وذلك في المقام الأول للاطلاع على القرار على الصعيد الوطني على كل المسائل المتعلقة ببرنامج القوى النووية المخطط له فيما يخصّ الاستعاضة عن المفاعل الموجود حاليا بوحدة مفاعل أكبر بحلول عام .٢٠٢٥ وأما الدراسة المشتركة فقد استكشفت سيناريوهات (مشاهد افتراضية) ممكن حدوثها، وذلك من خلال عرض نماذج لكيفية إسهام التكنولوجيات النووية المختلفة في أداء الدور الخاص بتوسيع مجال الطاقة النووية، وما هي أنواع

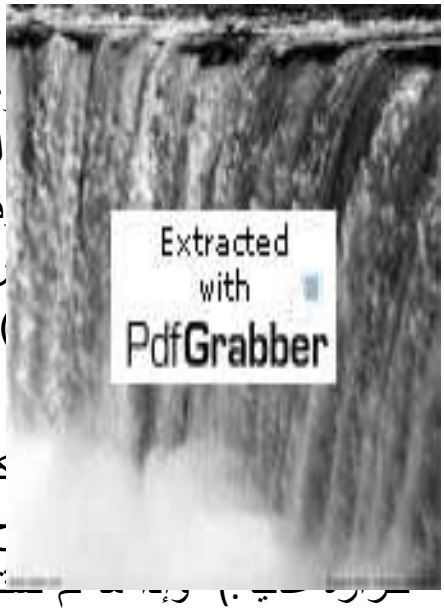
المشاكل والنهوج التي يتسنى النظر فيها بغية إتاحة المجال لانتقال سهل إلى دورة الوقود النووي المغلقة باستعمال المفاعلات السريعة .منهجية المشروع الدولي إنبرو منهجية المشروع الدولي المعني بالمفاعلات النووية ودورات الوقود الابتكارية «إنبرو» منظمة في بنية هرمية ثلاثية المستويات تشمل :المبادئ الأساسية والمقتضيات الخاصة بالمستعملين والمعايير، وتتكون من مؤشرات وحدود القبول. وتستخدم هذه العناصر في مجالات التقييم السبعة التي تشتمل عليها منهجية المشروع الدولي «إنبرو.» ويمثل نظام الطاقة النووية المقيم مصدر طاقة يتسق مع معايير التنمية المستدامة الخاصة بالبلد المعني، إذا ما استوفيت المبادئ والمقتضيات والمعايير كلها. وأما إذا ما ب ّن التقييم وجود ثغرة، فينبغي ذلك الاضطلاع بمزيد من دراسات البحث والتطوير

دورة الوقود المغلقة باستخدام مفاعلات سريعة طيلة

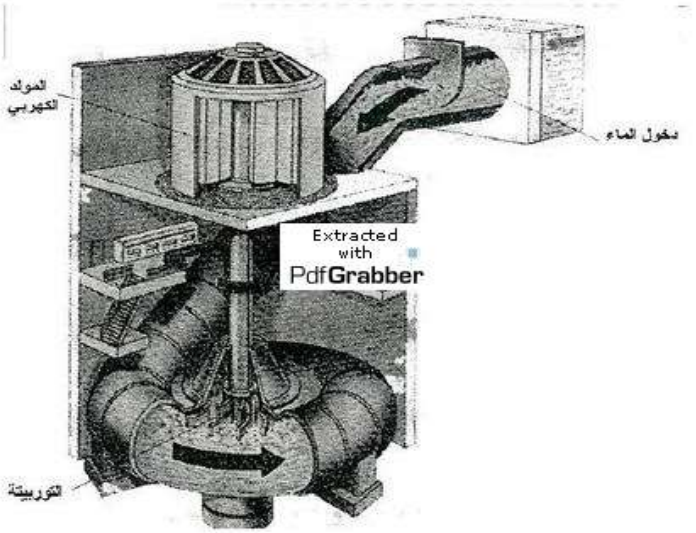
فترة عامين ّ ، ضمت عدة تقييم لنظم الطاقة النووية بناء بلدان جهودها معا على دورة وقود مغلقة باستخدام من أجل إجراء مفاعلات سريعة (CNFC-FR،)باتباع منهجية المشروع الدولي المذكور (إنبرو). وكان الهدف المنشود من هذه الدراسة المشتركة تقرير ما إذا كانت دورة الوقود النووي المغلقة التي يستخدم فيها مفاعل سريع تستوفي معايير التنمية المستدامة، وتحديد معالم بارزة بشأن نشر الطاقة النووية، وتعين المجالات التي من شأنها أن تتطلّب المزيد من التعاون في العمل في مضمار البحث والتطوير. وكانت تلك البلدان الاتحاد الروسي وأوكرانيا وجمهورية كوريا والصين ُ وكندا وفرنسا والهند واليابان. وقد استخدم فيها نظام قريب الأجل يقوم على دورة وقود نووي مغلقة يستخدم فيها مفاعل سريع بناء ً على تكنولوجيا مثبتة فعاليتها، مثل تكنولوجيا المبرد بالصوديوم وأقراص الوقود موكس MOXوإعادة المعالجة المائية، باعتبارها نظاما ً مرجعيا .وقد استخلصت ملاحظة عامة بأن نشر الطاقة النووية الأمثل في المستقبل قد لا يكون مت ً سقا ً تماما مع التخطيط الراهن على الصعيد الوطني. وحيث إن الهدف الذي رمت الدراسة المشتركة إلى تحقيقه كان يتعلق بجعل دورة الوقود النووي المغلقة التي تستخدم فيها مفاعلات سريعة بديلا ً مجديا لمصادر القدرة الكهربائية التقليدية، فقد عنيت باستبانة بعض مواطن الضعف في النهوج الوطنية الحالية، والتي يجب تداركها. وهذا يشير تحديدا إلى جانبي الاقتصاديات والأمان، حيث من الضروري مواصلة الأبحاث فيهما سعيا إلى خفض مستوى مخاطر وقوع حوادث شديدة الخطورة .وقد لا يكون تصميم نظم الطاقة النووية العاملة حاليا، بالاعتماد على دورة وقود نووية تستخدم فيها مفاعلات سريعة، مستوفيا

لمقتضيات المنافسة الاقتصادية. ولذلك فإن تبسيط التصميم، بزيادة احتراق الوقود والتقليل من التكاليف من خلال أنشطة بحث وتطوير محددة الأهداف في هذا الصدد، إلى جانب الاضطلاع بسلسلة من عمليات التشييد الصغيرة الحجم، يمكن أن يجعل تكاليف محطات القوى النووية التي تستخدم فيها مفاعلات سريعة قابلة للمقارنة بتكاليف محطات القوى النووية التي تستخدم فيها المفاعلات الحرارية والوقود الأحفوري .وفي بعض البلدان، قد يسهم إدخال المفاعلات السريعة في تحقيق الكفاءة في استخدام موارد الوقود النووي، بزيادة استخدام أوقده البلوتونيوم وكذلك اليورانيوم المغيرة خواصه الطبيعية، لكي يتسنى توليدها في اندثار أنابيب التوليد، عند الحاجة . وباستحداث وإدخال تكنولوجيات مبتكرة من أجل اتباع أمثل أسلوب في إدارة مناولة نواتج الاندماج النووي والأكتينات الثانوية، سوف تتاح لنظام طاقة نووية بدورة وقود نووي مغلقة باستخدام مفاعلات سريعة الإمكانات لتحقيق «اختراق تكنولوجي» في تلبية كل المقتضيات اللازمة اليوم بشأن إدارة تصريف النفايات .وبفضل السمات التكنولوجية التي يتميز بها النظام القائم على دورة وقود نووي مغلقة باستخدام مفاعلات سريعة، فإن مقاومته للانتشار يمكن أن تكون قابلة للمقارنة بدورة الوقود المستخدم لمرة واحدة (المفتوحة) أو أعلى مستوى منها. ومن ثم فإن نظام دورة الوقود النووي المغلقة باستخدام المفاعلات السريعة هو عبارة عن تكنولوجيا أساسية لفتح السبيل إلى تحقيق التوازن في استخدام المواد الانشطارية .غير أن نظام دورة الوقود النووي المغلقة باستخدام المفاعلات السريعة يتطلّ ب اتّ باع نهج إقليمي أو متعدد الأطراف بشأن خدمات دورة الوقود النووي من مقدّ متها إلى مؤخرتها، والانتقال إلى نسق معماري نووي عالمي .ولأن استنتاجات الدراسة المشتركة المشار إليها قد تضمّ نت المطالبة باتباع نهج متعدد التخصصات وبأعمال تعاونية دولية حيثما كان ذلك ممكنا، على سبيل المتابعة، فقد استهلّت عدة مشاريع تعاونية، في إطار المشروع الدولي المعني بالمفاعلات النووية ودورات الوقود الابتكارية «إنبرو»، تعنى بمعالجة المسائل المحددة التالية:- نسق هندسي عالمي لنظم الطاقة النووية على أساس المفاعلات الحرارية والسريعة، بما في ذلك دورة الوقود النووي المغلقة(ما يسمى مشروع GAINS؛)

- نهج متكامل بشأن تصميم نظم إزالة حرارة الاضمحلال من أجل المفاعلات المبردة بالفلز السائل(DHR)



ويوضح الشكل ١ -٦ محطة توليد مائية.



شكل ١ -٦ محطة توليد مائية (هيدروليكية)

يكون نظاماً يقدً م مع ذلك إسهاما مهما مؤقتا في تلبيه احتياجات الطاقه في بلد ما أو في منطقة ما، ولكنه سوف يحتاج إلى تغيير وتطوير لكي يصبح نظاماً مستداما على الأمد الطويل. ويمكن أن تستخدم نتائج أي تقييم لنظم الطاقة النووية للاسترشاد بها في هذا التطوير.

محطات التوليد المائية :- Hydraulic Power Stations

حيث توجد المياه في أماكن مرتفعة كالبحيرات ومجاري الأنهار يمكن التفكير بتوليد الطاقة، خاصة إذا كانت طبيعة الأرض التي تهطل فيها الأمطار أو تجري فيها الأنهار جبلية ومرتفعة .ففي هذه الحالات يمكن توليد الكهرباء من مساقط المياه .أما إذا كانت مجاري الأنهار ذات انحدار خفيف فيقتضي عمل سدود في الأماكن المناسبة من مجرى النهر لتخزين المياه .تنشا محطات التوليد عادة بالقرب من هذه السدود كما هو الحال في مجرى نهر النيل .وقد بني السد العالي وبنيت معه محطة توليد كهرباء بلغت قدرتها المركبة 1800ميغاواط وعلى نهر الفرات في شمال سوريا بني سد ومحطة توليد كهرباء بلغت قدرتها المركبة 800 ميغاواط ، .إذا كان مجرى النهر منحدرا انحدار كبيرا فيمكن عمل تحويلة في مجرى النهر باتجاه أحد الوديان المجاورة وعمل شلال اصطناعي .هذا بالإضافة إلى الشلالات الطبيعية التي تستخدم مباشرة لتوليد الكهرباء كما هو حاصل في شلالات نياغرا بين كندا والولايات المتحدة .وبصورة عامة أن أية كمية من المياه موجودة على ارتفاع معين تحتوي على طاقة كامنة في موقعها .فإذا هبطت كمية المياه إلى ارتفاع أدنى تحولت الطاقة الكامنة إلى طاقة حركية .وإذا سلطت كمية المياه على توربينة مائية دارت بسرعة كبيرة وتكونت على محور التوربينة طاقة ميكانيكية .وإذا ربطت التوربينة مع محور المولد الكهربائي تولد على أطراف العضو الثابتمن المولد طاقة كهربائية .

محطات التوليد البخارية:

تعتبر محطات التوليد البخارية محولاً للطاقة البخارية (energy converter)

وتستعمل هذا المحطات انواع مختلفة من الوقود حسب الانواع المتوفرة مثل الفحم الحجري او البترول السائل او الغاز الطبيعي او الصناعي تمتاز المحطات البخارية بكبر حجمها ورخص تكاليفها بالنسبة لامكانيتها الضخمة كما تمتاز بإمكانية استعمالها لتحلية المياه المالحة الامر الذي يجعلها ثنائية الانتاج خاصة في البلاد التي تقل فيها مصادر المياه العذبة Selection of Steam Power Station اختيار مواقع المحطات البخارية تتحكم في اختيار المواقع المناسبة لمحطات التوليد الحرارية عدة عوامل مؤثرة نذكر منها ما يلي

- الوقود وسهولة نقلة الى هذا المواقع وتوفر وسائل النقل اقتصادية القرب من مصادر القرب من مصادر مياه التبريد لان المكثف يحتاج الى كميات كبيرة من مياه التبريد لذلك تبنى هذه المحطات عادة على شواطيء البحار او بالقرب من مجاري الانهار
- القرب من مراكز استهلاك الطاقة الكهربائية

لتوفر تكاليف انشاء خطوط النقل .مراكز الاستهلاك هيه عادة المدن والمناطق السكنية والمجمعات التجارية والصناعية Nuclear Power Station- محطات التوليد النووية 6 محطات التوليد النووية نوعا من محطات التوليد الحرارية لأنها تعمل بنفس المبدأ وهو توليد البخار بالحرارة وبالتالي يعمل البخار على تدوير التوربينات التي بدورها تدور الجزء الدوار من المولد الكهربائي وتتولد الطاقة الكهربائية على أطراف الجزء الثابت من هذا المولد .والفرق في محطات التوليد النووية أنه بدل الفرن الذي يحترق فيه الوقود يوجد هنا مفاعل ذري تتولد في الحرارة نتيجة انشطار ذرات اليورانيوم بضربات الإلكترونات المتحركة في الطبقة الخارجية للذرة وتستغل هذه الطاقة الحرارية الهائلة في غليان المياه في المراجل وتحويلها إلى بخار ذي ضغط عال ودرجة مرتفعة جدا .تحتوي محطة التوليد النووية على الفرن الذري الذي يحتاج إلى جدار عازل وواق من الإشعاع الذري وهو يتكون من طبقة من الآجر الناري وطبقة من المياه وطبقة من الحديد الصلب ثم طبقة من الأسمنت تصل إلى سمك مترين وذلك لحماية العاملين في المحطة والبيئة المحيطة من التلوث بالإشعاعات الذرية .أن أول محطة توليد حرارية نووية في العالم نفذت في عام 1954وكانت في الاتحاد السوفيتي بطاقة 5ميغاواط ومحطات التوليد النووية غير مستعملة في البلاد العربية حتى الآن .ولكن محطات التوليد الحرارية البخارية مستعملة بصورة كثيفة على البحر الأحمر والبحر الأبيض المتوسط والخليج العربي في توليد الكهرباء ولتحلية المياه المالحة

الطاقة الشمسية

لماذا الطاقة الشمسية :

يبحث الإنسان دوماً عن مصادر جديدة للطاقة لتغطية احتياجاته المتزايدة في تطبيقات الحياة المتطورة التي نعيش، ويعيب الكثير من مصادر الطاقة نضوبها وتكلفة استغلالها المرتفعة والتأثير السلبي لاستخدامها على البيئة، وقد تنب ه الإنسان في العصر الحديث إلى إمكانية الاستفادة من حرارة أشعة أم نا الشمس والتي تتصف بأنها طاقة متجددة ودائمة لا تنضب، وأدرك جلياً الخطر الكبير الذي يسببه استخدام مصادر الطاقة الأخرى والشائعة (وخاصةً النفط والغاز الطبيعي)في تلوث البيئة وتدميرها، مما .يجعل الطاقة الشمسية الخيار الأفضل على الإطلاق .ولهذا أضحت الطاقة الشمسية في عصرنا الحالي دخلاً قومياً لبعض البلدان حتى أنه في دول الخليج العربي والتي تعتبر من أكثر بلاد العالم غنى بالنفط، تستخدم الطاقة الشمسية بشكل رئيسي وفعال وقد استخدمت الطاقة الشمسية لتوليد الكهرباء في تطبيقات عديدة منها محطات توليد الكهرباء وتحلية المياه، وتشغيل إشارات المرور وإنارة الشوارع، وتشغيل بعض الأجهزة الكهربائية مثل الساعات .والآلات الحاسبة، وتشغيل الأقمار الاصطناعية والمركبات والمحطات الفضائية، ومؤخراً رأينا على التلفاز سيارة تسير بالطاقة الشمسية تصل سرعتها إلى 60 ميل 96 (كم) في الساعة .وظهرت أهمية الطاقة الشمسية مجدداً كعامل مهم في الاقتصاد العالمي وفي الحفاظ على البيئة مع استخدام السخانات الشمسية في معظم دول العالم وحتى الغنية منها لتسخين المياه لمختلف الأغراض، وقد زاد في أهميتها نجاحها في التطبيقات العملية وسهولة تركيبها وتشغيلها وتعد المملكة الأردنية الهاشمية الدولة الأولى في منطقة الشرق الأوسط في تفعيل استخدام الطاقة الشمسية وتصنيع وإنتاج وتطوير السخانات الشمسية، والتي تصل نسبة استخدامها إلى 40%من مجموع البيوت السكنية، ويركب فيها سنوياً ما يقارب من 15.000جهاز طبقاً للإحصاءات الرسمية، هذا بالإضافة إلى استخدامها في المستشفيات والمدارس والفنادق وتدفئة برك السباحة، وفي العديد من التطبيقات الصناعية والخدمية والزراعية، حيث يتم تركيب السخان الشمسي والذي يتناسب مع جميع التطبيقات على اختلاف أحجامها كنظام مستقل ودائم أو كنظام مساعد لأنظمة التدفئة المركزية وأنظمة تسخين المياه .إن النجاح في استخدام الطاقة الشمسية يعتمد على العديد من العوامل المتكاملة، نذكر منها:

١- الموقع الجغرافي (قوة الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة وسرعة الرياح.)

٢- ملائمة النظام الشمسي مع حجم التطبيق.

٣- نوعية المنتج (النظام الشمسي.)

٤- التقنية المستخدمة في تصنيع المنتج (النظام الشمسي.)

٥- جودة وكفاءة المكونات المستخدمة .

1-منشأ الشمس:

لقد تكونت الشمس من جراء تكاثف سحاب بين النجوم وذلك تحت تأثير الجاذبية . ويتكون هذا السحاب أساسا من الهيدروجين H2والهليوم Heوالكربون Cو الآزوت N وعناصر أخرى تقل كثافته عن 10/10000 0وتتحول طاقة الجاذبية في هذا السحاب إلى طاقة حرارية وعندما تصبح كثافة السحاب هامة ترتفع درجة الحرارة في مركز هذا الكوكب البدائي (الكوكب الذي هو في طور الإنشاء)حيث تصل إلى عشرة ملايين درجة خلال 10000000سنة .وتبدأ تفاعلات الاندماج النووي التي تحول الهيدروجين H2إلى هليوم He.ويعاد الضغط حينئذ قوة الجاذبية فيبرز الكوكب للوجود و تحصل حالة توازن يمكن أن تستمر 10000مليون سنة وهذا هو الوضع الحالي للشمس التي هي في منتصف العمر.

2-معلومات حول الشمس :

الشمس هي كرة غازية يبلغ قطرها (1.391.000 km)

وتفصلها عن الأرض مسافة يبلغ معدلها (149.598.00 km)

و بما أن المدار الأرضي شبه دائري

(انحرافه المركزي ضئيل لا يتجاوز 0,0.1675)لذا فإن المسافة بين الشمس والأرض لا تتغير إلا قليلا خلال السنة ±1,.65 % وتبلغ حدها الأدنى في أوائل

شباط وحدها الأقصى و في أوائل تموز مما يؤدي إلى تغير القطر الزاوي مما يودي إلى تغير يسير في شدة الإضاءة المرسلة من الشمس و هذا التغير لا يتجاوز 4 %وبشكل عام يمكن اعتبار الشمس كجسم أسود مشع درجة حرارته (5800K)الشمس باعتبارها جسم أسود :عندما يرسل جزء من سطح مضى dsتدفقا d ¢في وحدة الزمن فإن النسبة M تسمى الانبعاث الطاقي M=d¢/ds((watt/m

تكنــولوجيــا طـاقة الريــاح

مدخــل

استخدمت طاقة الرياح منذ آلاف السنيين في دفع المراكب علي سطح الماء وطحن الحبوب والري وفي ضخ المياه إلي جانب بعض التطبيقات الميكانيكية الأخرى. وتشير المراجع العلمية والمخطوطات التاريخية إلي أن الفُرس هم أول من استخدم طاقة الرياح في طحن الحبوب وضخ المياه. أما في أوربا فقد انتشرت طواحين الرياح "Wind Mills" منذ القرن الثاني عشر حتى وصل عددها في عام ١٧٥٠ ميلادية إلي أكثر من ٨٠٠٠ طاحونة في هولندا وأكثر من ١٠,٠٠٠ طاحونة في إنجلترا، كان الغرض الرئيسي لعملها هو ضخ المياه "Water Pumping" من المناطق المنخفضة إلي مناطق الزراعات العالية أو إدارة أحجار "الرحى" لطحن حبوب القمح والذُرة وغيرها.

تتولد الرياح نتيجة لامتصاص أسطح الأرض والبحار والمحيطات لأشعة الشمس "Solar Radiation" بنسب متفاوتة، فعند سقوط أشعة الشمس يتأثر الغلاف الجوي ويسخن الهواء مما يؤدي إلي انخفاض كثافته، وتبعا لذلك ينتقل الهواء من منطقة الضغط المرتفع (حيث يقل الإشعاع الشمسي) إلي منطقة الضغط المنخفض (حيث الإشعاع الشمسي الأعلى) مما يؤدي إلي نشوء الرياح، وهو عكس ما يحدث في المناطق التي ينخفض فيها مقدار الإشعاع الشمسي.

تراجع الاعتماد علي طواحين الرياح بعد اختراع "جيمس وات James Watt"[١] للآلة البخارية في نهاية القرن الثامن عشر، ثم عاد الاهتمام بها كأحد مصادر الطاقة النظيفة

بعد ارتفاع أسعار النفط عام ١٩٧٣ وظهور مشاكل بيئية ناتجة عن حرق الوقود الأحفوري، مما دفع بتكنولوجيا تصنيع توربينات الرياح في العشرين عاما الأخيرة إلي مستوي عال من النضج تجلي في ارتفاع جودة وكفاءة التوربينات إلي جانب انخفاض تكلفة الإنتاج، وبالتالي تزايد الاعتماد عليها.

واليوم تستخدم طاقة الرياح في توليد الكهرباء عن طريق تحويل طاقة الحركة الموجودة في الرياح إلي طاقة كهربية، كما ينظر لها كتكنولوجيا ناضجة، ففي المواقع ذات سرعات الرياح المرتفعة تكون تكلفة الإنتاج اقتصادية ومنافسة لتكنولوجيات الطاقة التقليدية، وبخاصة عند أخذ التأثيرات البيئية في الاعتبار وحساب أسعار الوقود الأحفوري المستخدم في المحطات الحرارية بسعر السوق (بدون دعم حكومي)، وتُسمي الماكينات التي تعمل في توليد الكهرباء توربينات الرياح "Wind Turbines" بخلاف نظيرتها المستخدمة في طحن الحبوب والتي يطلق عليها طواحين الرياح، وتشير الإحصاءات إلي بلوغ القدرات المركبة عالميا من طاقة الرياح ٧٤٣٢٨ ميجاوات بنهاية العام ٢٠٠٦، ولبيان كيفية إنتاج الكهرباء بواسطة توربينات الرياح نقدم بعض المفاهيم الأساسية.

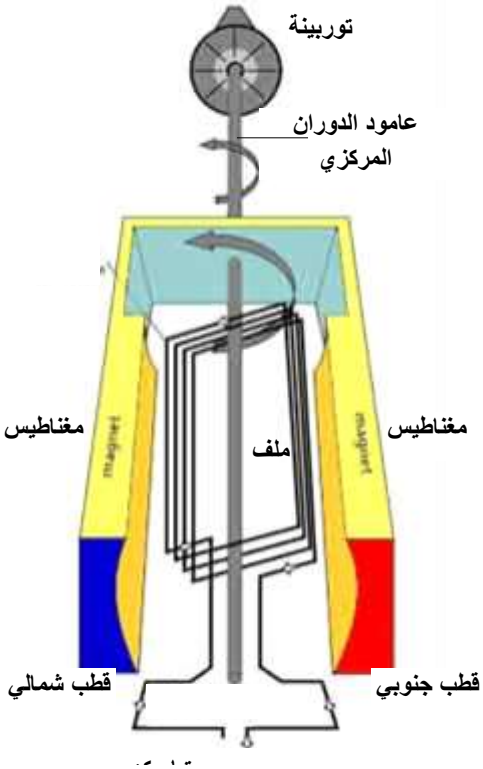
مفاهيم أساسية

المولد التزامنى "Synchronous Generator"، ينقسم المولد إلي جزئين أحدهما ثابت "Stator" يتكون من عدد من الأقطاب المغناطيسية والآخر دوار "Rotor"، ويطلق علي المولد لفظة تزامني بسبب أن الجزء الدوار في

المولد يدور بسرعة ثابتة تتزامن مع سرعة دوران المجال المغناطيسي، علما بأن سرعة الدوران تتحدد بعدد الأقطاب في المولد.

المولد اللاتزامنى "Asynchronous Generator"، يعتبر المولد اللاتزامنى أو المولد الحثي "Induction Generator" من المولدات الأكثر استخداما في توربينات الرياح ويكاد يكون استخدامه في الحياة العملية قاصرا عليها، ولعل الشيء الهام أن هذا المولد قد صمم في الأصل كموتور لذا فهو يستخدم ملفات "Coils" ينشأ عنها مجال مغناطيسي عند تزويدها بالكهرباء في بداية عمل المولد وذلك بدلا من الأقطاب المغناطيسية المستخدمة في المولد التزامني، كما يتميز برخص سعره مقارنة بالمولد التزامنى.

وعادة ما تستخدم التوربينات مولدات تعتمد علي أربع أو ست ملفات، ويرجع هذا إلي أن السرعة العالية في الدوران تقلل حجم المولد وتكلفته، حيث أن عدد الأقطاب يتناسب تناسبا عكسيا مع سرعة الدوران التي يبدأ عندها توليد الطاقة الكهربية.



شـكل (١): رسم توضيحي للتوربينة والمولد

كيفية عمل المولد: توصل التوربينة من خلال عامود الدوران المركزي مع مولد يحتوي علي مجال مغناطيسي كبير وبدوران التوربينة يدور العامود المركزي فيقطع الملف المجال المغناطيسي فنحصل علي كهرباء، أي أن المولد

يحول الطاقة الميكانيكية إلي طاقة كهربية من خلال إدارة ملف في وجود مجال مغناطيسي، كما في شكل (١).

وللحصول علي طاقة حركة لإدارة الملف يمكننا استخدام الرياح أو المياه الساقطة من الشلالات أو بخار ينتج من تسخين المياه بالفحم أو البترول أو الغاز الطبيعي، فكل هذه المصادر تقوم بتوليد الطاقة اللازمة لإدارة الملف بين قطبي مغناطيس لتتولد الكهرباء.

مساحة سطح الدوران "Swept Area": تعبر مساحة سطح الدوران عن المساحة الناشئة عن دوران الريش والتي تتحدد بطول الريشة- فكلما زادت أطوال الريش كلما زادت مساحة سطح الدوران، وبالتالي حجم الهواء الذي يضرب مستوي الدوران، ويطلق أيضا علي مساحة سطح الدوران قطر التوربينة.

نسبة سرعـة سن الريشة "Tip-Speed Ratio":هي النسبة بين السرعة عند نهاية الريشة "سن الريشة Tip Blade" وسرعة الريح، والتي تزيد كلما زاد طول الريشة، وتتحدد حدودها المثلي بين ٦٠ – ٨٠.

توربينات السرعة الثابتة "Constant Speed Wind Turbines":تعتمد هذه التوربينات علي ثبات سرعة دوران ريش التوربينة وبالتالي الجزء الدوار في المولد (أي عدد اللفات في الدقيقة)، وتستخدم هذه التوربينات المولد الحثي –السابق الإشارة إليه- لذا يكون خرج التيار من المولد ذو تردد ثابت.

توربينات السرعة المتغيرة "Variable Speed Wind Turbines": تعتمد هذه التوربينات علي تغير سرعة دوران ريش التوربينة وبالتالي الجزء الدوار

في المولد، مما يؤدي إلي اختلاف خرج المولد، وتستخدم هذه التوربينات المولد التزامنى ولا تحتاج إلي صندوق سرعات مما يؤدي إلي زيادة حجم المولدات التزامنية مقارنة بالمولدات اللاتزامنية، ويتطلب ربط هذه التوربينات علي الشبكة الكهربية ضبط تردد التيار الناتج منها، وذلك باستخدام إليكترونات القوي "Power Electronics" وهي مجموعة من الوحدات الإليكترونية التي تتحكم في التيار الكهربي ليخرج بالتردد المطلوب، كما يمكنها العمل بشكل جيد عن توربينات السرعة الثابتة كوحدات منفصلة "Standalone Units" أي تعمل كما لو كانت محطة كهرباء مستقلة.

مزارع الرياح "Wind Farms/Parks": هي مجموعة من توربينات الرياح المتواجدة في مكان واحد يتم توصيلها سويا لتوليد الطاقة الكهربية التي تنقل عبر خطوط النقل والتوزيع للمستهلكين.

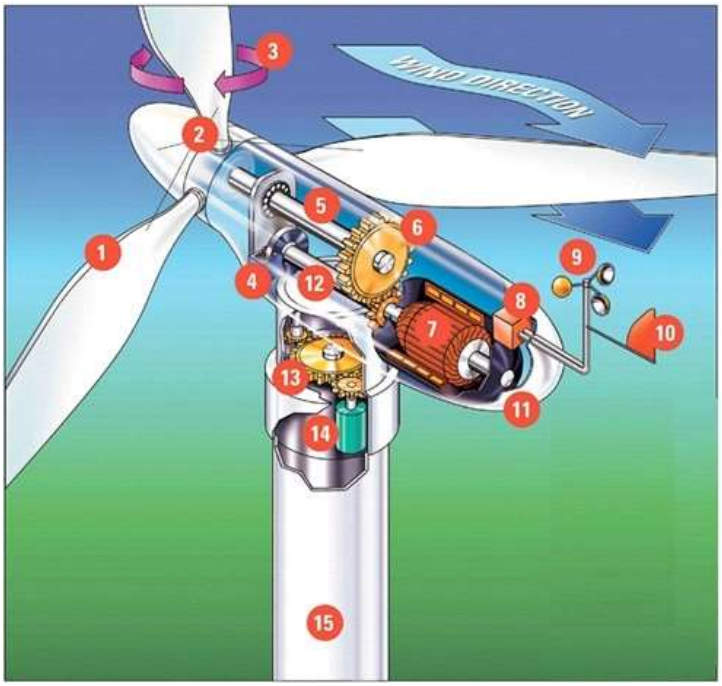
ونظرا للتأثير المهم لسرعة الرياح علي الطاقة المولدة فإن بعضا من مزارع الرياح تقام داخل المياه ويطلق عليها المزارع البحرية "Off-

شكل (٢): جانب من مزرعة الرياح بالزعفرانة

شكل(٣): مزرعة رياح ميدلجرندن البحرية الواقعة خارج ميناء كوبنهاجن

Shore Wind Farms" حيث ترتفع سرعات الرياح عنها في اليابسة وتوجد بعض المشروعات الريادية علي مستوي العالم، أما تلك التي تقام علي اليابسة فتسمي المزارع الشاطئية "On-Shore Wind Farms" مثل

تلك الموجودة بمنطقة الزعفرانة بالبحر الأحمر والتي تضم العديد من مزارع الرياح، وعلي الرغم من ارتفاع تكلفة المزارع البحرية وصعوبة تركيبها وصيانتها مقارنة بالمزارع الشاطئية، إلا أن هذه المشروعات ضرورية من أجل زيادة المنافسة واكتساب الخبرة والعمل في بيئة مشروعات المزارع البحرية.



١- الريش

٢- الدَّوار

٣- اتجاه دوران الريشة خطويا

٤- الفـرامـل

٥- العامود المنخفض السرعة

٦- صندوق السرعـات

٧- المـولد

٨- وحدة التحكم (المتحكم)

شكل (٤): مكـونــات تـوربيــنة الريــاح

إنتاج الطاقة الكهربية من طـاقة الرياح

تحول التوربينات الطاقة الحركية "Kinetic Energy" في الرياح إلي كهرباء، ومعظم توربينات الرياح التجارية هي ماكينات ذات محور أفقي دوار يثبت عليه ثلاثة ريش "Blades" كما في شكل رقم (٤)، في بدء التشغيل يعتمد المولد الحثي " Induction" Generator علي سحب تيار كهربي من الشبكة الكهربية والذي يكون ذو تردد ثابت (٥٠ هيرتز في مصر) مع نسبة تغير طفيفة (±٠,٥%)، وهو ما يعني أن التوربينة تعمل في البداية كموتور حتى تصل سرعة دوران الريش إلي قيمة تختلف بحسب تصميم التوربينة (مثلا ٢٧ لفه/دقيقة) يدور معها عامود الدوران المركزي والذي ينقسم

إلي قسمين، الأول قبل صندوق السرعات "Gear Box" ويسمي العامود المنخفض السرعة "Low-Speed Shaft" ويطلق عليه بعد رفع سرعته بواسطة صندوق السرعات العامود العالي السرعة "High -Speed Shaft" ليدور معه الملف بداخل المولد في مجال مغناطيسي "Magnetic Field" بسرعة أعلي من سرعة التوليد والتي غالبا ما تكون ١٥٠٠ لفه/دقيقة، ومن الجدير بالذكر أنه عند تساوي سرعتي التوليد وسرعة الملف (١٥٠٠ لفه/دقيقة) لا نحصل علي كهرباء، فالتوليد يبدأ من (١٥٠١ لفه/دقيقة) حتى (١٥٠٠ + ٢% لفه/دقيقة)، فإذا زاد عدد اللفات عن هذه القيمة تفصل التوربينة أتوماتيكيا وذلك للحفاظ علي قيمة التردد عند ٥٠ هيرتز.

ولضمان الاستفادة بأقصي قدر من طاقة الريح، يستخدم نظام لتوجيه "Yawing" التوربينة في اتجاه الرياح، فإذا ما ارتفعت سرعة الرياح عن ٢٥ متر/ثانية فإن الفرامل "Brakes" تمنع الريش من الدوران مخافة أن تؤدي سرعة الرياح العالية إلي تحطمها وتكسير الأجزاء الدّوارة في الحاوية "Nacelle".

تُثبت الحاوية علي برج "Tower" يُصنع من الحديد المعالج حراريا ليتحمل مكونات الحاوية والتي يصل وزنها إلي قرابة الثلاثين طن، ويمكن أن تختلف ارتفاعات الأبراج لنفس طراز التوربينة مما يؤدي للحصول علي طاقة أكبر من التوربينات ذات الأبراج العالية (نظرا لزيادة سرعة الريح مع ارتفاع التوربينة)، وإلي جانب احتواء الحاوية والبرج علي مكونات القوي الكهربية ومعدات التحكم المستخدمة في تشغيل ومراقبة أداء التوربينات، فإن الحاوية تحول الأحمال الهيكلية "Structural Loads" إلي البرج.

تصميمات توربينات الرياح

يمكن للأعمدة العالية السرعة أن تدور عند سرعات ثابتة أو متغيرة استنادا إلي تصميمها، وتعتمد بعض التوربينات الحديثة علي نظرية السرعة المتغيرة والتي تسمح للتوربينات الكبيرة أن تعمل كما لو كانت عجلة حرة "Flywheel". ويستدعي تصميم توربينات كبيرة زيادة مساحة سطح الدوران والتي تتناسب عكسيا مع سرعة الدوران، أي أنه كلما زاد طول الريشة كلما زادت مساحة سطح الدوران ولتنخفض السرعة

بغرض الحفاظ علي سرعة سن الريشة "Blade Tip" في الحدود القصوى، وفي الوقت

في توربينات التحكم الخطوي "Pitch Control Wind Turbines" تدور ريش التوربينة خطويا (حول محورها الطولي "Longitudinal Axis")، ولضمان الحصول علي أقصي عزم عند أقل سرعة تعمل برامج التشغيل ومراقبة الأداء علي إدارة ريش التوربينة بحيث تستخلص أقصي طاقة حركة من الريح.

في توربينات التحكم الثابت "Stall Control Wind Turbines" تثبت الريش في الدُّوار "Rotor" عند زاوية ثابتة، مما يؤدي إلي انخفاض الطاقة المنتجة عند السرعات العالية وذلك نتيجة وجود تيارات فصل "Separation Flows" بين ريش التوربينة والريح تقلل من استخلاص طاقة الحركة وبالتالي تنخفض الطاقة المنتجة.

- المولد اللاتزامني المزدوج السرعة، أو نقل الحركة بدون صندوق سرعات إلي مولد تزامني متعدد الأقطاب مع استخدام إليكترونات قوي " Power" Electronics تتحكم في تردد التيار الناتج من توربينات السرعة المتغيرة (كما سبق شرحه في مفاهيم أساسية/التوربينات المتغيرة السرعة).

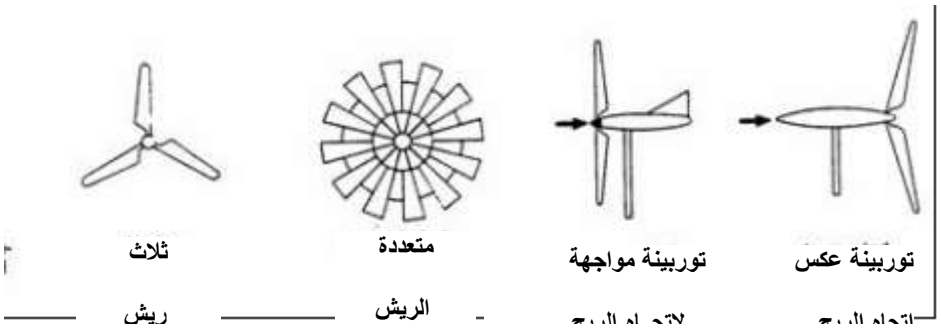
تتراوح قدرات توربينات الرياح (أو حجمها) بداية بكسر الكيلووات "Kilowatt" إلي بعض الميجاوات "Megawatts"، ويعتبر طول الريشة هو العامل الحاسم في تحديد قدرة التوربينة – فكلما زاد طول الريشة كلما زادت مساحة سطح الدوران، في نفس الوقت فإن الأبراج العالية تجعل مستوي الريش أعلي من سطح الأرض حيث ترتفع سرعة الريح فتزيد كثافة الطاقة. وبصفة عامة، أثبتت توربينات الرياح الكبيرة أن تكلفتها أفضل نتيجة للتحسينات التي أدخلت في تصميمها وانخفاض قيمة الأعمال الكهربية والمدنية اللازمة لتلك التوربينات وبالتالي تحسنت اقتصادياتها وبخاصة في حال إنشاء مزارع رياح.

أنواع توربينات الرياح

تُصنف توربينات الرياح بالنسبة لمحور الدوران إلي نوعين هما توربينات أفقية المحور "Horizontal Axis Wind Turbines" وتوربينات رأسية المحور "Vertical Axis Wind Turbines"، والتوربينات الأفقية المحور هي التي يكون محور دورانها موازيا لسطح الأرض ويمكن وضعها إما في مواجهة أو عكس اتجاه الريح، وتتميز التوربينات التي توضع في مواجهة الريح "Up Wind" بتأثرها بالريح بشكل مباشر وهذا النوع من التوربينات هو الشائع الاستخدام، أما التوربينات رأسية المحور فهي التي يكون محور دورانها عمودي علي سطح الأرض، ويمكن استخدام كلا النوعين في توليد الكهرباء وإن كانت التوربينات الرأسية المحور غالبا ما تستخدم في الأغراض الميكانيكية مثل ضخ المياه.

توربينات الرياح الأفقية المحور

حاليا، تستخدم توربينات الرياح الأفقية المحور ثلاث ريش علما بأن بدايات هذا النوع ترجع إلي التوربينة ذات الريشة الواحدة ثم تطورت إلي ريشتين، ويرجع سبب انتشار استخدام الثلاث ريش إلي أن توزيع وتوازن الأحمال علي محور الدوران يكون أفضل



شكل (٥): رسم توضيحي لتوربينات الرياح الأفقية المحور

من استخدام ريشة واحدة أو ريشتين، ويعد حساب الأحمال الواقعة علي محور الدوران أمرا بالغ الأهمية حيث يبلغ وزن الريشة الواحدة المُصنعة من مادة الفيبرجلاس قرابة الـ ٢٠٠٠ كيلوجرام (٢ طن)، وتوجد توربينات متعددة الريش "Multi-Blades Wind Turbines" إلا أنها غالبا ما تستخدم في ضخ المياه. وقد تطورت قدرات التوربينات الأفقية المحور مع مرور الوقت، ففي مصر استخدمت توربينات ذات قدرات ١٠٠ و ٣٠٠ كيلوات في المزارع التجريبية التي أنشأت بالغردقة في التسعينات، ثم تطور الأمر لتستخدم توربينات ذات قدرات أكبر بمزارع الزعفرانة، وتستخدم التوربينات الأفقية المحور في توليد الكهرباء كما في شكل (٥).

توربينات الرياح الرأسية المحور

تتميز هذه التوربينات بمحور رأسي للدوران وغالبا ما يزيد عدد الريش عن ثلاثة، ويوضح شكل رقم (٦) بعض أشكال التوربينات الرأسية المحور والتي عادة ما تستخدم في التطبيقات الميكانيكية مثل ضخ المياه، ومن هذه التوربينات توربينة داريوس والتي تأخذ شكل مضرب البيض، وتنسب هذه التوربينة إلي المهندس الفرنسي "جورج داريوس George Darrieus" الذي ابتكرها عام ١٩٣١، مع العلم بوجود أشكال أخرى للتوربينات الرأسية منها ما هو علي شكل حرف "V" ومنها ما هو علي شكل حرف "H"، وأيضا توربينة سافونيوس التي ابتكرها المهندس الفنلندي "سيجوارد

توربينة سافونيوس
طـراز – ١

توربينة سافونيوس
طـراز – ٢

توربينة داريوس
حرف H

سافونيوس Siguard J. Savonius"، ويتميز هذا النوع من التوربينات بسهولة عمليات التشغيل والصيانة مقارنة بالتوربينات الأفقية المحور، كما أنها لا تحتاج إلي نظام توجيه.

العوامل المؤثرة في إنتاج الطاقة

يتأثر إنتاج توربينات الرياح تأثرا مباشرا بسرعة الرياح حيث تتناسب الطاقة المنتجة مع مكعب السرعة، ولبيان هذه العلاقة نضرب المثال التالي، إذا كانت سرعة الريح ٥ متر/ثانية فإن الطاقة الناتجة تعادل –تقريبا- ١٢٥ وحدة طاقة، فإذا ارتفعت السرعة وأصبحت ٦ متر/ثانية فإن الطاقة الناتجة تزيد إلي ٢١٦ وحدة طاقة. ويبين هذا المثال البسيط كيف أن ارتفاع سرعة الريح بمقدار ١ متر/ثانية أدي إلي زيادة كبيرة في الطاقة المنتجة، أيضا تتأثر الطاقة المنتجة من التوربينات بعوامل أخري منها كثافة

الهواء وارتفاع البرج ومساحة سطح الدوران وتأثير التوربينات علي بعضها البعض"Wake Effect"، إلا أن التأثر المباشر يكون مع سرعة الرياح.

طـــاقة الرياح في مصـــر

تتميز مصر بالعديد من المناطق ذات سرعات الرياح العالية، ومن أهم هذه المناطق تلك الواقعة علي ساحل البحر الأحمر وخليج السويس مثل الزعفرانة وخليج الزيت، وبصفة عامة تكون سرعات الرياح في شهور الصيف أعلي منها في شهور الشتاء في تلك المناطق، ويصل المتوسط السنوي لسرعة الرياح بالزعفرانة حوالي ٩ متر/ثانية علي ارتفاع ٢٥ متر، في حين أنها تصل إلي ١٠,٥ متر/ثانية في خليج الزيت عند نفس الارتفاع.

في مارس ٢٠٠٣ صدر أطلس رياح تفصيلي لخليج السويس بالتعاون مع معامل ريزو الدنمركية، وفي فبراير ٢٠٠٦ صدر أطلس رياح جمهورية مصر العربية، ونظرا لتمتع مصر بالعديد من المناطق ذات سرعات الرياح العالية ساهمت العديد من الجهات الدولية مع مصر في إنشاء مشروعات رياح لتوليد الكهرباء وربطها علي الشبكة، وقد بلغت القدرة المركبة الإجمالية ٢٣٠ ميجاوات في حين توجد ثلاث مشروعات أخري قيد التنفيذ تبلغ قدرتها الإجمالية ٣٢٠ ميجاوات، وتمثل نسبة مشاركة الرياح من إجمالي القدرات المركبة ١,١% في يوليو ٢٠٠٧، ومن المتوقع الوصول بإجمالي طاقة الرياح إلي ٨٥٠ ميجاوات بحلول عام ٢٠١٠ لتمثل مشاركتها حوالي ٣% من إجمالي القدرات المركبة في ذلك الوقت، ولتبلغ نحو ١٢% من الطاقة الكهربية المولدة عام ٢٠٢٠.

المصادر

١- اولاً التقاريـــر

١- معهد التخطيط القومي ، سياسات إدارة الطاقة في مصر في ظل المتغيرات المحلية والإقليمية والعالمية ،سلسلة قضايا التخطيط والتنمية رقم (٢٠٢)، القاهرة ، أغسطس ٢٠٠٧ .

٢- هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، استراتيجية وخطط تنفيذ مشروعات توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية "الخطة الشمسية المصرية"، ابريل 2012.

٣- وزارة الكهرباء، الشركة القابضة لكهرباء مصر، التقرير السنوي ٢٠١٢/٢٠١٣ .

٤- وزارة الكهرباء ، جهاز تنظيم مرفق الكهرباء وحماية المستهلك، تعريفة التغذية للطاقة المتجددة فى مصر ، اكتوبر ٢٠١٤ .

٥- وزارة الكهرباء ،هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة ، التقرير السنوي، أعداد مختلفة

٦- وزارة الكهرباء، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، مجلس الطاقة والثروة المعدنية، مقترح :خريطة الطريق للطاقة الشمسية، ابريل ٢٠١١.

ثانياً - الدراسات والبحاث

٧- خالد عبد الحميد محمد عمر اقتصاديات الطاقة الشمسية فى مصر "دراسة مقارنة ودراسة قياسية، رسالة دكتورا،، كلية التجارة جامعة عين شمس، مايو ٢٠١٢ -.

Study on the Financing of Renewable Energy Investment in the Southern and Eastern Mediterranean Region.

B.L.theraga and a.

ثالثاً - الكتب:

- ٨ محمد محمود إبراهيم الديب، الطاقة في مصر ، مكتبة الأنجلو المصرية ، ١٩٩٣

http://uqu.edu.sa/page/ar/12486.-

9- Beach, P.David, Bridges, G.Roy. Industrial Control Electronics , Prentice Hall, Englewood Cliil's. NJ. 1990

10- Boldea, 1., Nasar, S.A., Electric Drives. CRC Press, 1999.

11-Boldea, 1., Nasar, S.A., Vector Control of AC Drives, CRC Press, 1999.

12- Bose, B.K., Power Electronics and AC Drives, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ. 1986.

13-Dewan, S.B., Slemon, G.R., Straughen, A., Power Semiconductor Drives,

14. John Wiley, New York, 1984.

15-Finney, David, Variable Frequency AC Motor Drive Systems, Short Run Press, Excter, England, 1988. 8Floyd, Thomas, Digital Fundamentals, 5th ed., Macmillan, New York, 1994.

16-Kosow, Irving L., Control of Electric Machines, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ. 1989.

17- Kovaes, P.K., Transient Phenomena in Electrical Machines, Elsevier, 1994.

18-Krause, P.C., Wasynezuk, 0., Sudhoff, 8.0., Analysis of Electric Machinery, IEEE Press, 1995.

19- 11-Leonhard, W., Control of Electrical Drives, SpringerVerlag, 1985.

20- Mohan, N., Advanced Electric Drives, MNPERE, 2001.

14Murphy, J.D.M., Turnhull, F.G., Power Electronics Control of AC Motors, Pergamon Press Oxford, 1988.

21- Novotny, D.W., Lipo, T.A., and Vector Control of AC drives, Clarendron Press, 1997.

22- Say, M.G., Alternating Current Machines, 5. Ed. Pitmman, London, 1983.

23-Say, M.G., Taylor, E.0., Direct Current Machines, Halsted Press, 1980.

24-17-Sen, P.C., Thyristor DC Drives, Wiley, New York, 1981.

25-18-Simpson, Colin, Programmable Logic Controllers, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ. 1994.

26-19-Vas, P., Electric Machines and Drives, Clarendron Press, 1992.

27-Webb, John w., Ronald, Reis A., Programmable Logic Controllers, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ. 1995

28-IBL. Thoma and AK. Theraja Atcxt Book Of Electrical technology. 1988.

29- 4. Invoke. lonkm. Nemshil. Strakoov.Analysis and Synthesis of Electra: Cm. Moscow. MIR Publishers. 1979. 5Milan: H Hoyt. Jock B. Kcmmerly. Engineer'ng ercuil AMY“! Mcan-Hnll. Auctiond. 1978. 6Beuouo‘ L Apphed Electricity 0f Engineers. Moscow MIR Publishers. I973