دراسة أستخدام الطاقات البديلة في الابنية المستدامة في الحد من تاثير انبعاثات نواتج الاحتراق على البيئة

ايــة حامـد الباهلــي شفيـق جورجيس سيـــد
الهيئة الوطنية للرقابة النووية والاشعاعية والكيميائية والبايولوجية ، بغداد/ العراق
الجامعة الامريكية للعلوم والتكنولوجيا / لبنان

الخلاصة

ان التزايد السكاني كان له الدور الاساس في استخدام الطاقة لديمومة الحياة المدنية الجديدة وهذا ادى الى ارتفاع معدلات التلوث البيئي من خلال انبعاث غاز ثاني اوكسيد الكاربون ونواتج الاحتراق وتأثيره على التغير المناخي . تعد الطاقة النظيفة اليوم واحدة من الحلول التي تسعى لها البلدان النامية في تقليل انبعاث غاز ثاني اوكسيد الكاربون ونواتج الاحتراق للعمليات التصنعية وتشمل الطاقة الشمسية ,طاقة الرياح ,طاقة الكهرومائية, والطاقة النووية.

خلال هذه الدراسة نستعرض اهم الاستخدامات للطاقة البديلة وتطبيقاتها من اجل الحفاظ على بيئة نظيفة خالية من الملوثات ,بالإضافة الى توفير استدامة للطاقة وذلك للحد من المخاطر المتراكمة من نواتج الاحتراق من اجل الحفاظ على الصحة والبيئة للإنسان .

الكلمات المفتاحية: الطاقة البديلة , الابنية المستدامة , الطاقة النووية , الطاقة الشمسية والوقود الاحفوري.

Studying the Use of Alternative Energies in Sustainable Buildings to Reduce the Impact of Combustion Emissions on the Environment

Aya Hamed Al-Bahili Shafiq Georges Sayed
The National Regulatory Nuclear,Radiological, Chemical and Biological Commission, Baghdad/ Iraq
American University of Science and Technology/ Lebanon

Abstract

The population increases played a fundamental role in the use of energy to sustain the new civil life, and this led to high rates of environmental pollution through the emission of carbon dioxide and combustion products and its impact on the climate change. Today, clean energy is one of the solutions that developing countries seek to reduce the emission of carbon dioxide and combustion products for industrial processes, which includes solar energy, wind energy, hydroelectric energy, and nuclear energy. During this study, we review the most important uses of alternative energy and their applications for maintaining a clean environment free of pollutants, in addition to providing energy sustainability to reduce the accumulated risks from combustion products and preserve health and environment human.

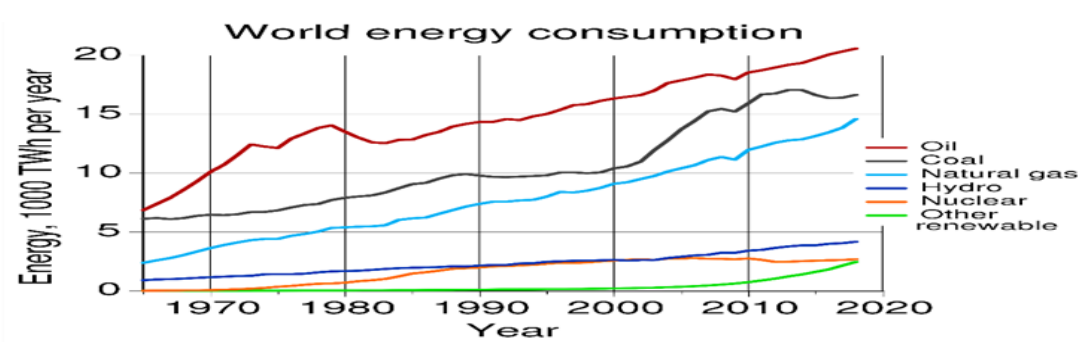
Keywords: Alternative Energy, Sustainable Buildings, Nuclear Energy, Solar Energy and Fossil Fuels.

المقدمة

ازدادت تحديات الانسان مع التقدم الحضاري مما أدى الى وزيادة اعتماده على الطاقة التي كان أساسها الوقود الاحفوري، فالفحم الذي كان اول من استخدمه الصينيون منذ الاف السنين استمر يشكل العنصر الأول في الحصول على الطاقة الكهربائية، يليه النفط ثم الغاز ويبدو ان هذه العناصر ستستمر لتشكل المصدر الأساس في الحصول على الطاقة الكهربائية، كما موضح في الشكل (١) الذي يبين انه يتجاوز اكثر من ٨٠٪ في سنة ٢٠٢٠ كما ان اعتماد الانسان عليه سيستمر وفي عام ٢٠٤٥ ستنخفض نسبة الاعتماد عليه الى ٦٩.٩٦٪. (Ouldahmadon واخرون، ٢٠٢١).وكما يبدو من الجدول رقم (١) ان البيانات لا تمثل مؤشراً على انخفاض كميته في الاستخدام، لأن كمية الطاقة الكهربائية المتولدة سنة ٢٠١٩ التي كانت تساوي ٢٦.٦٠٠ تيراواط ساعة، يتوقع ان تصل الى ٤١.٥٠٠ تيراواط.ساعة عام ٢٠٤٥ (Ouldahmadon واخرون، ٢٠٢١) أي انها ستزداد بنسبة ٥٦٪ في حين ان الوقود الاحفوري انخفضت نسبة استخدامه بمقدار ١٧.٦٪ ، ويتضح من البيانات الشكل (١) والجدول (١) ان كمية الاستهلاك السنوي للفحم يمكن ان تصل الى ٨ جيجا طن، بذلك فان الاحتياطي العالمي من هذه المادة يتوقع لها في القرن الماضي ان تسد الحاجة لمدة زمنية لا تتجاوز (١٠٠-٨٠) سنة، الا ان الاكتشافات الجديدة ضاعفت هذه المدة الى قرن ونصف او قرنين (كوثر واخرون،٢٠٢٣) واذا كان المتوقع للنفط الذي يستهلك منه سنوياً (٤٠-٣٧) مليار برميل فان احتياطه هو الاخر لن يتمكن تزويد سكان الكرة الأرضية بالطاقة لأكثر من ٥٠-٦٠ سنة ولن يكون الحال بالنسبة للغاز افضل من ذلك. لذا هنالك دعوات للبحث عن كميات إضافية للوقود الاحفوري.

ومقابل هذه الدعوات يدعوا خبراء البيئة الى إيقاف استخدام هذا الوقود والبحث عن بدائل لتخفيض تركيزه في الغلاف الجوي الذي بلغ عام ٢٠٢١ نسبة تجاوزت ٤٢٠ جزء في المليون مما أدى الى ارتفاع معدل درجة الحرارة الأرض (١.٥-١.٢) درجة مئوية ويتوقع ان تخطيها عام ٢٠٢٧ (Solomon ،٢٠٢٣).

اذا تم حرق الوقود الاحفوري فان كمية ثنائي أوكسيد الكاربون في الجو ستتجاوز ٣ ترليون طن، أي ان نسبة تركيز ثنائي أوكسيد الكاربون في الجو ستتجاوز ٨٠٠٪ وسترتفع درجات الحرارة الى اكثر من (٥-٤) درجة سليزية وستصبح الحياة على الكرة الأرضية شبه مستحيلة (Solomon ،٢٠٢٣).



الشكل(١) : يوضح معدل انتاج الطاقة

جدول (١) مســـاهمة أنواع وكميات الوقود الاحفوري (جيجا طن) من سنة ٢٠١٩ ولغاية ٢٠٤٥

نوع الوقود الاحفوري	سنة ٢٠١٩	عام ٢٠٤٥
النفط	٣١,٥	٢٨,١٠
الغاز	٣٣,١	٢٤,٢٥
الفحم	٢٦,٧	١٧,٤
المجموع	٩١,٣	٦٩,٧٥

الطاقات البديلة

يمكن تقسيم الطاقات البديلة الى طاقات متجددة وطاقات غير متجددة ويقصد بالطاقات المتجددة الطاقات التي لا تنضب، أي كلما نفذت عادت من جديد، وفي مقدمة هذه النوع من الطاقة:

- الطاقة الشمسية
- طاقة الرياح
- طاقة المياه الساخنة – الطاقة الجوفية
- طاقة المد والجزر
- طاقة الأمواج

ويمكن إضافة الطاقة البايولوجية، او طاقة الفضلات الحيوية (نوار،٢٠٢٠). وتقتصر الطاقة غير المتجددة على الطاقة النووية، فمصدر هذه الطاقة هو اليورانيوم فهو سينفذ لان كميته محدودة، وحتى مصدر الثوريوم الذي يمكن الحصول منه على وقود نووي فان كميته محدودة ايضاً.

الطاقات المتجددة

الطاقة الشمسية

تعد الطاقة الشمسية مصدر لجميع أنواع الطاقة باستثناء الطاقة النووية، فوجودها ضرورياً لديمومة الحياة على الكرة الأرضـــية، وتكاد ان تكون الطاقة التي تبعثها مستقرة، باستثناء فترات قصيرة متقطعة عند وقوع حوادث فيها، وتقدر كمية الطاقة التي يستلمها كوكب الأرض ١٧٤ بيتا واط يعكس ٣٠٪ منها الى الفضـــاء(ســـلمان،٢٠١٦) وتوزع الطاقة الشـمسـية بين الكميات التي تمتصـها مياه البحار والمحيطات وبين ما يســـتعمله الزرع في التمثيل الضوئي وغيرها. ومن الممكن استغلال ما يسقط من الاشعة الشمسية على سطح الأرض لتوليد الطاقة الكهربائية. ويتم ذلك بمســارين مباشــر باســتخدام الالواح الضوئية الجهدية، او عن طريق تركيز اشعة الشمس باستخدام المرايا او العدسات لتركيز مساحة كبيرة من ضـــوء الشـــمس على مســـاحة صـــغيرة (الطويل،٢٠١٠) ومن الممكن استغلال اقل من ١٪ من الطاقة التي تســـقط على الأرض للتزود بالطاقة الكهربائية لجميع الاحتياجات الحياتية. وعلى الرغم من إيجابيات المصدر الشمسي الا ان وجود عوامل سلبية تحول دون انشاء محطات بقدرات كبيرة، فهي تحتاج الى مساحات شاسعة وصيانة دائمة فضلاً عن كونها متغيرة حســـب الوقت والمكان مما يدفع الى اســـتخدام بطاريات لخزن الطاقة، ويفضـــل استخدامها في المنازل والحقول والأراضي الزراعية، النقل كالباخرة او الطائرة، الشـــكل (٢) والتي تعتمد على بطاريات لخزن الطاقة.

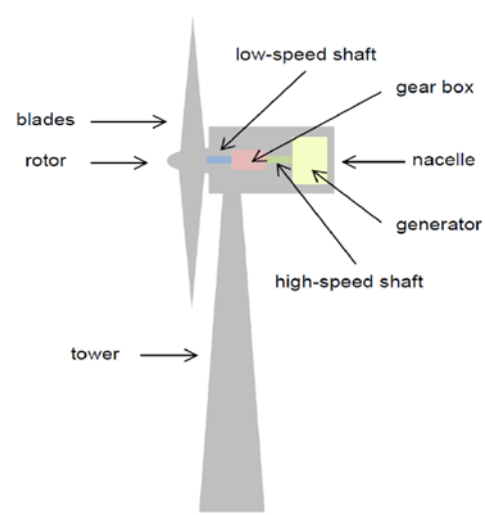
وتعتبر الصـــين وألمانيا واليابان في مقدمة الدول التي تســـتخدم الطاقة الشـــمســـية في توليد الكهرباء والتي بلغت نســـبتها في التوليد العالمي ٤٥٪ او ما يعادل ١٢٨٨ تيراواط.ساعة (الطويل،٢٠١٠).

شكل (٢) نموذج لطائرة تحصل على الطاقة الكهربائية من الشمس

طاقة الرياح

تتولد طاقة الرياح نتيجة حدوث فرق في ضـــغط الغلاف الجوي النـاجم عن الاختلاف في التـأثيرات الحرارية للشـمس على سـطح الأرض ويعد هذا النوع من الطاقة من اقدم الأنواع التي اســـتخدمها الفراعنة قبـل ٣٠٠٠ عـام قبـل الميلاد لتســـيير المراكـب الشـراعية، وانتشـرت الطواحين الهوائية في أوروبا في القرن ١٢، كما ان اول طـاحونـة كهربـائيـة بقدرة ١٢ كيلو واط كـانـت في الولايـات المتحـدة الامريكيـة. تتولد الكهرباء من الرياح بآلية بسيطة تبدأ ببرج طويل يصـــل الى ٦٧ متر يوضـــع في قمته هيكل معين يوصـل شـفرات المروحة بالبرج بمحور افقي ويحتوي البنـاء على مولـد ومقبض. وعنـدمـا تحرك الريـاح الشـفرات المروحية يتحرك المقبض المتصـل بالمولد فتتولد الكهرباء (الوائلي،٢٠٠٥).

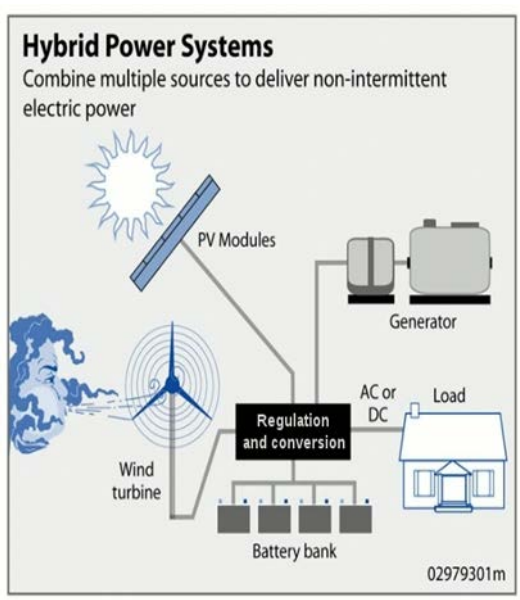
تتكون مزرعة الريـاح من مجموعة من التوربينـات فوق مساحة كبيرة. ويمكن للمزرعة ان تضم اكثر من ٢٠٠ توربين، ويســـتطيع التوربين الواحد توليد ١٠٠ كيلو واط او اكثر. وتحتاج المزرعة الى رياح بسـرعة ٥.٥ متر/ ثانية على الأقل.



شكل (٣) مكونات الطاحونة الهوائية

يتجاوز طول التوربينات الهوائية في الوقت الحاضر ٢٠٠ متر ويســـتطيع التوربين الهوائي ان يولد (١٦) ميغـاواط، وتشـــكل طـاقـة الريـاح في توليد الطـاقـة العالمي بنســبة مقدارها ٦٦ % عام ٢٠٢٢ (إميلي جرينفيلد،٢٠٢٣).

وعلى الرغم من إيجابيات هذه النوع من الطـاقـة لكونها بديل عن غازات الدفيئة، ورخص ثمنها الا انها تسبب ازعاج للسكان كالضوضاء والمظهر فضلاً تأثيرها على الحياة البرية للطيور. ومن الممكن انشاء منظومة مركبة من الطاقة الشـمســـية وطاقة الرياح. ويمكن الاستفادة من هذه المنظومة لتزويد دور السكن والمزارع او المصـــــانع والمعامل بالطاقة الكهربائية (شكل ٣ و٤).

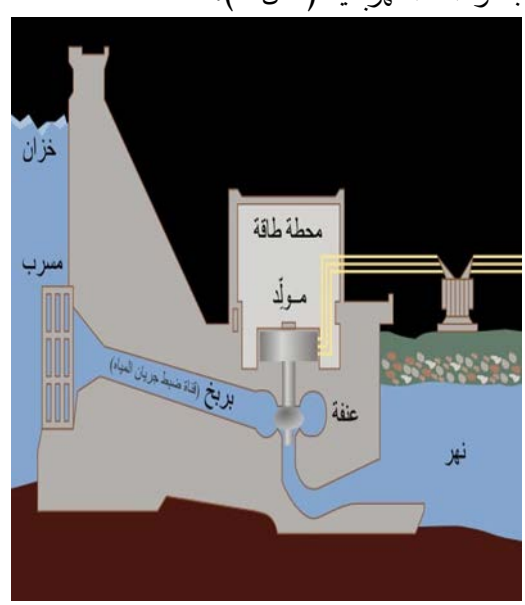


شكل (٤) منظومة هجينة للحصول على الطاقة الكهربائية

الطاقة الكهرومائية

وهي من الطاقات البديلة الأساسية وتعد المصدر الأول من الطاقة المتجددة التي تستخدم للحصول على الطاقة الكهربائية. ويساهم بذلك ١٥٠ دولة تتقدمها الصين التي يتجاوز انتاجها من الطاقة الف تيراواط. ساعة سنوياً بكلفة اقل من الكلفة في محطات الوقود الاحفوري (راضي،٢٠٢٣)

يتم الحصول على الطاقة الكهربائية بتحويل الطاقة الحركية التي تحدث عند سقوط الماء من ارتفاعات معينة وتدوير التوربينات التي تربط بالمولدات الكهربائية (شكل ٥).



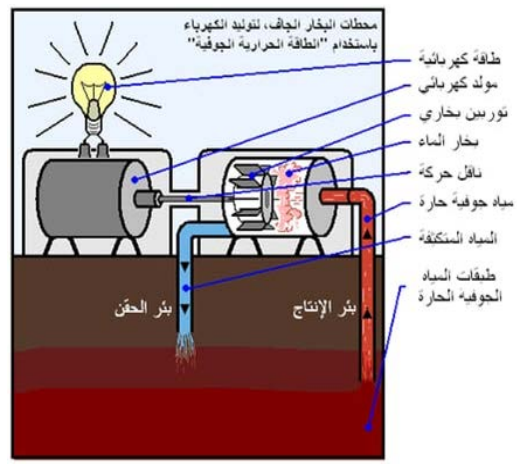
شكل (٥) مخطط لمحطة كهرومائية

وتعتمد قدرة محطة التوليد (P) على كمية تدفق المياه (Q) بالمتر المكعب في الثانية وكما في المعادلة الآتية: $P = Q. h. 8.5 \quad KN/m^3$

ويمثل h ارتفاع الماء الساقط ، وتوجد اكبر محطة لتوليد الكهرباء في الصين بقدرة ١٨٠٠ ميجاواط، تتميز محطات القدرة المائية بكفاءتها العالية والتي تقدر ب٨٥٪ وقد تصل الى ٩٠٪ وصلت الطاقة الكهرومائية المركبة في العالم سنة ٢٠١٩ حوالي ١٣٠٨ جيجاواط تولد ٤٣٠٦ تيراواط.ساعة في السنة، أي ما يقارب ١٧٪ من الطاقة العالمية للكهرباء ويتوقع ان تصل الطاقة الكهرومائية ٢٤٠٠ جيجاواط بحلول عام ٢٠٥٠. وتعد الطاقة الكهرومائية من الطاقات المتجددة لا تبعث أي ملوثات للبيئة باستثناء غاز الميثان في بعض السدود نتيجة تحلل الغطاء النباتي، فضلاً عن كلفة الإنتاج الواطئة، الا ان ما يأخذ عليها من تأثيرات هو عرقلة هجرة بعض الأسماك كالسلمون لوضع البيوض وازاحة او اغراق المجتمعات البيئية نتيجة امتلأ الخزنات والسدود(راضي،٢٠٢٣).

طاقة المياه الجوفية

تتجاوز درجة حرارة باطن الأرض عند عمق معين ١٠٠٠ درجة مئوية، لذلك فان المياه الساخنة تحت الضغط العالي يمكن استخدامها في توليد الطاقة الكهربائية بصورة مستمرة لفترة تتجاوز مئة الف سنة، الا ان ذلك يتطلب مالا وجهداً كبيرين. إذ لابد من الحفر الى عمق يتجاوز ١٠ كيلو مترات، فالمياه القريبة من سطح الأرض، والتي لا تتجاوز عمق كيلو متر واحد فأن درجة حرارتها لا تتجاوز ١٠٠ درجة مئوية(الباهلي،١٩٩٢) وتتم طريقة الحصول على الطاقة الكهربائية من المياه الجوفية باستخراج المياه الجوفية الموجودة تحت ضغط ودرجة حرارة عاليين بحفر آبار عميقة فتتحول الى بخار جاف نتيجة فرق الضغط ودرجة حرارة عالية ويوجه عبر انابيب خاصة الى التوربينات التي تقوم بدورها بتدوير المولد الكهربائي اما المياه المكثفة التي أعطت حرارتها الى الأرض عبر بئر اخر يطلق عليه (بئر الحقن) كما مبين في الشكل(٦) .



شكل(٦) شكل توضيحي لمحطة البخار الجاف لتوليد الكهرباء

وبلغت قدرة المحطات الأرضـــية عام ٢٠٢١ ما يقارب ١٦ جيجاواط أي بزيادة تجاوزت نسبتها ٤٥٪ للفترة ٢٠١٠-٢٠٢١ وتعتبر الولايـات المتحـدة الامريكية وإندونيســـيا والفلبين في مقدمة الدول التي تولد هذا النوع من الطاقة، ورغم ان للطاقة الحرارية الجوفية سـمات إيجابية كونها مصـدر متجدد للطاقة الذي لا ينضب ومتوفر دائماً ويمكن استخدامه للتدفئة الا ان له بعض السلبيات منها :

إمكانية تحرر بعض الغازات الدفيئة الموجودة تحت ســـطح الأرض الى البيئة، وذلك لابد من التقييد في اختيار مواقع استخراجها فضـلاً عن احتمالية حدوث الزلازل وغيرها (Ojovan، ٢٠١٩).

طاقة المد والجزر وطاقة الأمواج

ويطلق على الأولى(طـاقـة المـد والجزر) الطـاقـة القمرية لحدوثها بتأثير جاذبية القمر والأرض ودوران الأرض حول محورها وتســـتغلها الـدول التي لهـا شواطئ ساحلية، وتشتغل هذه الطاقة عن طريق بناء السدود للتحكم في تيارات المد والجزر وتوجيهها نحو فتحـات التوربينـات او المراوح التي ترتبط بـالمولـد الكهربـائي، او عن طريق المراوح التي تثبـت على أبراج متينة وتكون تحت ســـطح الماء، وترتبط هذه المراوح بالمولد الكهربائي.

تعتمد الطاقة الكهربائية على ارتفاع المد والجزر والذي يمكن ان يصل الى علو (١٢-١٦) متر وطول الســـد الذي يبلغ ٧٥٠ متر ونتجت عن بحيرة في فرنسا بمساحة ٢٢كم^{٢} و ٢٤ فتحة وضعت كل منها عند محطة بقدره ١٠ ميجاواط لتصـــل قدرة المحطة الى ٢٤٠ ميجاواط. وتعتبر محطة نسـكايا الروسـية من اكبر المحطات بالعالم بالاسـتفادة من طاقة المد والجزر التي تبلغ قـدرتهـا ٨٧٢٠٠ ميجـاواط لتوليـد الطاقة الكهربائية بارتفاع وســـطي للمد والجزر الذي يبلغ طولـه ٦.٠ متر ومســـاحتـه ٢٠.٥٠٠ كم^{٢} ، حيث تولد محطات المد والجزر طاقة مقدارها ١.٦ تيراواط.ساعة في السنة (Wu واخرون،٢٠٢٣).

الطاقة النووية

هي الطاقة الناتجة عن انشـطار نواة اليورانيوم ٢٣٣ ويورانيوم ٢٣٥ والبلوتونيوم ٢٣٩، وبذلك فهي تختلف عن الطاقة الناتجة عن احتراق الوقود الاحفوري، التي تحدث كتفاعلات كيميائية خارج النواة. ولما كانت الطاقة داخل النواة تتجاوز ملايين المرات كمية الطاقة خارجها (أي في الذرة)، لذلك فان الانشطار (الاحتراق الفيزيـاوي) لكيلو غرام واحـد من اليورانيوم يعـادل احتراق اكثر من مليوني كيلو غرام من الفحم. وتســتطيع الطاقة النووية ان تســاهم بصـــورة جادة وفعالة بمعالجة الاحتباس الحراري لأنها لا تولد أي من الغازات الدفيئة.

تمكن الاتحـاد الســـوفيتي من تحويـل الطـاقـة النووية، التي اسـتخدمت لتدمير هيروشـيما ونجازاكي في ٣و٦ آب ســـنة ١٩٤٥ ، الى طاقة تغير الحياة البشـرية في ٢٧ حزيران سـنة ١٩٥٤ وذلك بافتتاح اول محطـة كهرونوويـة في العالم وتعد هذه المحطـة تجريبية حيث لم تتجاوز قدرتها ستة الاف كيلو واط.

المحطات الكهرونووية في العالم

تعد إنجلترا ثاني دولة في العالم بإنشاء المحطات الكهرونووية ففي سنة ١٩٥٦ افتتحت محطتها الأولى، ثم تلتها الدول الأخرى، ويبين الجدول (٢) الدول العشرة الأولى في العالم من حيث كمية انتاجها الطاقة النووية في منظومتها الكهربائية لعام ٢٠٢٠.

جدول(2) الدول العشرة الأولى في العالم التي تولد اكبر كمية من الطاقة النووية في منظومتها الكهربائية

ت	الدولة	عدد محطات الطاقة النووية	القدرة ميغاواط	المساهمة في الكهرباء كيلوواط.ساعة	نسبة المساهمة الوطنية في انتاج الكهرباء
١	الولايات المتحدة الامريكية	٩٦	٩٨,١٥٢	٧٨٩٩١٩	٧,١٩٪
٢	فرنسا	٥٨	٦٣,١٣٠	٣٣٨٦٧١	٦, ٧٪
٣	الصين	٥٠	٤٧,٥٢٨	٣٤٤,٧٤٨	٩,٤٪
٤	روسيا	٣٩	٢٩,٥٠٣	٢٠١,٨٢١	٦,٢٠٪
٥	اليابان	٣٣	٣١,٦٧٩	٤٣,٠٩٩	١,٥٪
٦	كوريا الجنوبية	٢٤	٢٣,١٥٠	١٥٢,٥٨٣	٦,٢٩٪
٧	الهند	٢٣	٧,٤٨٠	٤٣,٠٢٩	٣,١٪
٨	كندا	١٩	١٣,٦٢٤	٩٢١٦٦	١٤,٦٪
٩	المملكة المتحدة	١٥	٨,٩٢٣	٤٥,٦٦٨	١٤,٥٪
١٠	اوكرانيا	١٥	١٣,١٠٧	٧١,٥٥٠	٥١,٢٪
١١	العالم	٤٤٨	٣٩٧,٧٧٧	٢٥٥٣,٢٠٠	١٠,٩٪

وشغلت الامارات العربية المتحدة الأولى في آب ٢٠٢٠ في المحطة الكهرونووية التي تضم (٤) وحدات تستطيع ان توفر ٢٥٪ من حاجة الدولة من الكهرباء، كما ان مصر هي الأخرى بدأت بتشييد محطة كهرونووية بأربع وحدات ويتوقع اكتمالها عام ٢٠٣٠ وتسعى السعودية الى بناء محطات كهرونووية، والأردن يخطط لبناء مفاعلين لإنتاج الطاقة الكهربائية، وتخطط المغرب لا دخال الطاقة النووية في منظومة الطاقة الكهربائية.

اما العراق فقد وقع مع الاتحاد السوفيتي عقداً سنة ١٩٨٦ لإنشاء اول محطة كهرونووية، الا ان حرب الخليج سنة ١٩٩١ أوقفت العمل ثم فرض الحظر النووي وبعد رفع الحظر بقرار مجلس الامن ١٩٥٧ لسنة ٢٠١٠ عاد العراق للتفكير بإنشاء عدد من المحطات النووية.

المفاعل النووي

يعتبر المفاعل النووي العنصر الأساس في المحطة الكهرونووية، وهو يشبه المرجل في المحطة التقليدية ويقوم بنفس دوره بتسخين الماء وتحويله الى بخار وارساله الى التوربينة، التي ترتبط بمولد الكهرباء، وبذلك فان الآلية في الحصول على الطاقة الكهربائية. وهي ذاتها في الوقود الاحفوري (عبد الرزاق،٢٠١٨).

تقسم المفاعلات النووية الى الأقسام الاتية:

١. مفاعلات الماء الخفيف(LWR)، وبدورها تقسم الى قسمين:

- مفاعلات الماء المضغوط وتحمل الرمز PWR
- مفاعلات الماء المغلي BWR

٢. مفاعلات الماء الثقيل ويطلق عليها CANDOW
٣. المفاعلات الغازية GR
٤. المفاعلات السريعة FBR وهو القسم الذي يأخذ بعين الاعتبار مادة التبريد. وتتميز مفاعلات LWR بان الماء الخفيف يقوم بثلاث عمليات هي التبريد وتهدئة النترونات وعاكساً للنترونات وفضلاً عن دوره بامتصاص اشعة جاما.

وتقام المفاعلات السريعة لإنتاج الوقود النووي يورانيوم ٢٣٣ والبلوتونيوم ٢٣٩ من الثوريوم ٢٣٢ واليورانيوم ٢٣٨ فضلاً عن انتاج الطاقة الكهربائية، وتستخدم هذه المفاعلات الفلزات او سبائك الفلزات كمادة للتبريد ومنها مثلاً سبيكة البوتاسيوم–الصوديوم بنسبة (٧.٨–٢٢ %).

وتميز مفاعلات الماء الخفيف(LWR)، بكون الماء الخفيف يقوم بثلاث وظائف في آن واحد هي التبريد ، ومهدئ للنترونات ومعاكساً لها، فضلاً عن كونه يمتص جزءاً من اشعاعات كاما. وهنالك نوع اخر من المفاعلات يطلق عليه المفاعلات السريعة FBR وهي تنتج وقوداً نووياً بنسبة اكبر بكثير مما يتولد في الانواع الأخرى للمفاعلات (عبدالرزاق،٢٠١٨).

اقسام المفاعل النووي

يتكون المفاعل النووي من العناصر الاتية:

a) قلب المفاعل
b) منظومة السيطرة والقياسات
c) المبرد(االنافل الحراري)
d) أسطوانة المفاعل
e) الدرع البيولوجي

يتكون قلب المفاعل من خلايا الوقود النووي، وخلايا المهدئ، وهذا يحقق اشتغال المفاعل بصورة مستمرة للمدة المقررة (سنة او اكثر)، لذلك يجب ان تكون كمية اليورانيوم كافية لاشتغاله تلك المدة من الزمن، وتستخدم منظومة السيطرة للسماح بكمية معينة من الوقود النووي بالقيام بالانشطارات النووية وتكون ثابتة طيلة مدة اشتغاله ويطلق عليها (الكتلة الحرجة). لذلك يحمل المفاعل النووي بكمية تتجاوز الكتلة الحرجة. الذي يحقق اشتعال المفاعل الى الفترة المقررة(لا تقل عن سنة واحدة) ويتم السيطرة على هذه الكمية بأعمدة السيطرة والتحكم:

تصنع أعمدة السيطرة والتحكم من قضبان او خلايا توضع فيها مادة ماصة للنترونات كالكاديوم مثلاً. ومن الممكن بواسطة هذه القضبان زيادة القدرة او تخفيضها او إطفاء المفاعل.

تصنع أسطوانة المفاعل من الفولاذ غير القابل للصدأ لتحمل حرارة المبرد التي قد تتجاوز ٣٠٠ درجة مئوية وضغط يتجاوز ١٠ ميغاباسكال، ويقوم الدرع الواقي الذي عادة ما يصنع من مزيج من الحديد والسمنت والرمل وغيرها لمنع تسرب الاشعة خارج المفاعل, تشييد فوق المفاعل قبة خاصة لبناية تحمي المفاعل النووي (عبدالرزاق،٢٠١٨).

أنواع المحطات الكهرونووية

توجد ٣ أنواع من المحطات الكهرونووية:

a) محطة بدورة واحدة
b) دورتين
c) ثلاث دورات

ويكون الاختلاف بين هذه المحطات في كيفية الحصول على الطاقة الكهربائية، ففي النوع الاول يتكون البخار الذي يدور التوربينة في داخل المفاعل نفسه، وفي النوع الثاني بمساعدة مولد البخار، حيث يعطي الماء الساخن المضغوط من خارج أسطوانة المفاعل حرارته الى سائل اخر(عادةً ما يكون ماء ايضاً) عبر جهاز مولد البخار الذي يربط بين الدورتين متحولاً الى بخار لتدوير التوربينة. ويخصص النوع الثالث الى المفاعلات

السريعة، حيث تتم عملية التبادل الحراري بين مبرد الدورة الأولى(سبيكة الفلزات) وماء الدورة الثالثة الى بخار ماء عبر المولد البخار الثانوي لتدوير التوربينة. تعمل مفاعلات BWR والمفاعلات الغازية بدورة تبريد واحدة و مفاعلات PWR بدورتي تبريد، ومفاعلات FBRبثلاث دورات لجوانب امنية.(احتمال حدوث انفجار مشع عند تماس الماء بالسبيكة الفلزية). ونتيجة الاحداث التي مرت بها المفاعلات النووية وخاصة حادثة الأجيال الثلاثة في الولايات المتحدة الامريكية التي تعرضت فيها المحطة النووية لانصهار نصف الوقود النووي لمفاعلها١٩٧٩وحادثة تشرنوبيل. تتكون المحطة الكهرونووية من المفاعل النووي ومنظومات عديدة نشمل منظومات المياه والضغط وغيرها ثم مولد البخار الكهربائي والتوربينة التي ترتبط بالمولد النيتروني والمكثفة وفيها تجري عملية تحويل ماء التبريد الى بخار مضغوط ويرسل الى التوربينة لتحويل الطاقة الحرارية الى طاقة حركية لتدوير المولد النيترونين والحصول على الطاقة الكهربائية. اما البخار الذي فقد حرارته وضغطه فيمر بالمكثف لتحويله الى ماء وارساله عبر المضخة الى المفاعل مجدداً وبذلك تكتمل دورة التبريد الأولى.

وتعمل مفاعلات BWR والمفاعلات الغازية بموجب هذه الدورة ومن الممكن لمفاعلات الماء الثقيل ان تعمل بدورة واحدة، وتعمل مفاعلات الماء المضغوط بدورتين. حيث تضم الدورة الثانية: مولد البخار، أي ان الماء المضغوط الخارج من المفاعل يعطي حرارته الى الماء الدورة الثانية ويعود الى المفاعل، في حين يتوجه البخار(ماء الدورة الثانية) الى التوربينة وتتم العملية كما في الدورة الواحدة. وتعمل المفاعلات السريعة بمحطة الدورات الثلاثة حين يكون ماء الدورة الثالثة هو المبرد، الذي يتحول الى بخار يوجه نحو التوربينة، اما ماء الدورة الثانية فيبقى في حالة السيولة وتتغير درجة حرارته وضغطه عند تماسه مع الناقل الحراري لدورة التبريد الأولى وهو سبيكة معدنية مصهورة.

تطوير المفاعلات النووية

ونتيجة الاحداث التي مرت بها المفاعلات النووية وخاصة حادثة الأجيال الثلاث في الولايات المتحدة التي تعرضت فيها المحطة النووية لانصهار نصف الوقود النووي لمفاعلها (١٩٧٩) وحادثة تشرنوبيل التي تعرض مفاعل الوحدة الرابعة للانفجار(١٩٨٦) تم تطوير منظومات السلامة، ويستخدم الان الجيل الرابع من تلك المفاعلات وقد أجريت تحسينات على الجيل الثالث، الذي بقي يستخدم الماء الخفيف وأصبحت:

a. اكثر اماناً، حيث انخفضت كمية الاشعاعات المؤينة التي تنطلق الى الخارج عند وقوع الحدث.
b. زيادة كفاءته.
c. تقليص الفضلات النووية عنده انتهاء عمره التشغيلي.
d. استبدال الماء بالملح المنصهر.

ومع اتخاذ هذه الإجراءات الا ان دعوات عدد من الدول للاستغناء عن النفايات النووية والاشعاعية.

تتكون الملوثات الاشعاعية عند تدوير الوقود النووي بعد استخراجه من المناجم كيورانيوم طبيعي U_3O_8 وتحويله الى وقود يصلح للاستخدام في المفاعلات النووية، اما الفضلات النووية فتتكون عند معالجة الوقود (المحترق) بعد إيقاف المفاعل لإجراء عمليات التحميل، والتي تشمل استبدال عدد من الخلايا المحترقة بخلايا جديدة. تضم الخلايا المحترقة كمية من اليورانيوم غير المحترق، والذي يمكن ان تتجاوز نسبته ٥٠٪ من وقود الخلية

فضـــلاً عن البلوتونيوم ٢٣٩ الذي يتكون خلال عمليـة الاحتراق. وتحرص عمليـة المعـالجـة على اسـتخراجهما لإعادة اسـتخدامهما كوقود نووي في تلك المفاعلات او غيرها وتنجم عن تلك العمليات فضـلات نووية بدرجات حرارية عالية جداً، وتضـم نظائر عديدة يبقى قسـماً منها الى الاف السـنين لتشـكل خطراً على الحياة وعلى البيئة وتقسـم هذه المخلفات الى قسمين: [15,9]

اولا: نفايات نووية متوسطة المستوى

يتم حفظ هذه النفايات في حاويات خاصـــة في معايير خاصـــة تقام تحت ســـطح الأرض لفترة قد تتجاوز ٢٠ عاماً، وتخضـع لرقابة مشددة فهي تشكل خطورة وخلال هذه الفترة يمكن التخلص من النظائر المشعة قصيرة ومتوسطة الأمد، او تقلص كمياتها.

ثانيا: نفايات نووية عالية المستوى

وتقسم هذه النفايات الى عدة فئات أهمها ما يعرف بنفايات ما بعد اليورانيوم، الذي يعتبر اشد النفايات خطورة لأنها تضم مواد مشعة ذات تركيز عالي. توضع هذه المخلفات في حاويات مبطنة بالرصاص والعناصر العازلة مثل الاسمنت الخرساني تحت رقابة مشددة وتدفن تحت باطن الأرض بعمق يتجاوز ٣٠٠ متر، وفي مواقع تحدد بدقة بعيدة عن المناطق التي يتواجد فيها الانسان، وهي تحتاج الى فترة عشرات الاف السنين لتخفض نشاطها الاشعاعي. كما انها يمكن ان توضع في قاع البحار والمحيطات او تطلق الى الفضاء الخارجي. وهناك تخوف من حدوث الزلازل والبراكين وغيرها وانتشار هذه المواد.

الاحتياطي العالمي للوقود النووي

يطلق مصطلح الوقود النووي على اليورانيوم ٢٣٣ و٢٣٥ والبلوتونيوم ٢٣٩ ويمكن الحصول عليه من اليورانيوم الطبيعي والثوريوم.

١. اليورانيوم الطبيعي(العزاوي،٢٠٢٠)

يتواجد اليورانيوم الطبيعي في الصـخور والتربة والمياه بتركيز ضـئيل، ففي الصـخور تتراوح نسـبة وجوده (٠.٣−٣٠) جزء من المليون (ppm) وفي المياه اقل بمئة مرة (٣−٣٠٠٠) جزء بالمليون، بشـــكل مركب (U_3O_8)، ويضـــم نظيرين هما U^{238} والذي يشـــكل نسـبة ٩٢٪ وعمر نصـف (٤.٤٦٨ مليون سـنة) اما اليورانيوم ٢٣٥ وهو النظير الذي يقل عمره النصـف عن اليورانيوم ٢٣٨ ويساوي نسبته ٠.٧١٤٪، وهناك نظائر أخرى بتراكيز نسـب ضـئيلة جداً. يسـتخدم اليورانيوم ٢٣٨ للحصـــول على البلتونيوم ٢٣٩ في المفاعلات السريعة كما في المعادلة الاتية:

$$_{92}U^{238} + {}_{0}n^{1} \rightarrow {}_{92}Np^{239} \rightarrow {}_{94}Pu^{239}$$

٢. الثوريوم

يتواجد الثوريوم Th−232 في عدة معادن وأكثرها شـهرة المونازايت الذي يحتوي على ١٢٪ من أكسـيد الثوريوم. ويســـاوي نصـــف عمره (٣) مرات عمر الأرض. وتضـــم الطبقـة العلويـة للأرض الثوريوم بتركيز يصـل الى ١٠.٨ جزء من المليون. يسـتخدم ثوريوم ٢٣٢ للحصـــول على اليورانيوم ٢٣٣ في المفـاعلات النوويـة السـريعـة بنفس الطريقـة التي يحصـــل فيها على البلوتونيوم ٢٣٩. تســـاوي كمية اليورانيوم الطبيعي ٦.٦ مليون طن معظمهـا في اســـتراليا التي تتجاوز كميته مليون طن، اما كمية اليورانيوم ٢٣٥ فهي لا تتجاوز (٥٠) الف طن، وهي الكمية التي تستخدم لتوليد الطاقة الكهربائية, بالإمكان الافتراض ان الطاقة النووية سـتشـكل ٥٠٪ في توليد الطـاقـة الكهربـائيـة في العـالم عـام (٢٠٥٠−٢٠٦٠) فان كمية اليورانيوم ٢٣٥ يمكن ان تسد احتياجات

جميع المفاعلات التي تولد تلك الطاقة لفترة زمنية لا تتجاوز (٤) عقود من الزمن. تقدر كمية الثوريوم ٢٣٢ في القشرة الأرضية حوالي ٢٠مليون طن لذلك فان استخدامه كوقود نووي يمكن ان يسد احتياج المفاعلات النووية من الوقود لألاف السنين.

تخصيب اليورانيوم

هي عملية زيادة نسبة اليورانيوم٢٣٥ في اليورانيوم الطبيعي عن النسبة التي يوجد فيها وهي ٠.٧١٤٪ لكي يمكن ان تتم عملية الانشطار النووي المتسلسل، فالنسبة الطبيعية لا تؤهله لذلك الا في ظروف ومعينة وفي انوع معينة من الفاعلات النووية، وهي المفاعلات الغازية، أي التي يستخدم فيها الغاز كمادة مبردة، او في مفاعلات الكاندو حيث يستخدم فيها الماء الثقيل. لكي تتم عملية التخصيب يحول معدن اليورانيوم الى غاز(Ojovan،٢٠١٩) و (Wu، 2023) فيكون هنالك غاز مركب اليورانيوم٢٣٥ وهو الغاز الخفيف، وغاز اليورانيوم٢٣٨ وهو الغاز الثقيل. ويستغل الفرق بين الكتلتين لإجراء عملية فصل الغازين، وهي عملية شاقة ومعقدة، فعلى سبيل المثال مبلوغ نسبة تخصيب اليورانيوم ٢٪، فان ذلك يحتاج الى الاف المراحل لزيادة نسبة تركيزه من ٠.٧١٤ الى ٠.٧١٦ ثم الى ٠.٧١٨.....ثم الى التخصيب الذي يمكن استخدامه للحصول على الطاقة الكهربائية، وهنالك طرق عديدة لهذا الفصل منها: طريقة الطرد المركزي، وطريقة التنافذ، وطريقة الليزر وغيرها. تحتاج مفاعلات الماء الخيف ليورانيوم مخصب بنسبة تتراوح(٢-٣.٥)%، بينما تحتاج المفاعلات السريعة الى يورانيوم مخصب بنسبة تتجاوز ٢٠٪.

الاستنتاجات:

١. يشكل الوقود الاحفوري نسبة تتجاوز ٦٠٪ في مصادر الطاقة للحصول على الكهرباء، وان هذه المصادر ستنفذ في مدة (١.٥-٢.٥) قرن.
٢. اذا تم حرق جميع الوقود الاحفوري فان نسبة ثنائي أوكسيد الكاربون ستتجاوز ١٠٠٠جزء بالمليون بعد قرن ونصف من الزمن مما يعني بقاء حياه الكائنات تحت الخطر الشديد.
٣. ان مصادر الطاقة المتجددة غير قادرة في المستقبل المنظور ان تساهم في توفير الطاقة الكهربائية بنسبة تتجاوز ٣٠٪.
٤. ان الطاقة النووية هي الطاقة البديلة التي يمكن ان توفر الكهرباء والخدمات الأخرى للإنسان وتحافظ على بيئته، وخاصة عند استخدام الثوريوم واليورانيوم٢٣٨ فأنها قادرة على سد حاجة البشرية الى عشرات الاف من السنين.

التوصيات:

١. تكثيف الدراسات والبحوث للاستخدام الأمثل للطاقات المتجددة، والعمل على انشاء منظومات تجمع اكثر من مصدر لتوليد الطاقة الكهربائية.
٢. التركيز على الأبحاث المتعلمة بكيفية الاستفادة من غاز Co_2 .
٣. تعميق الدراسات في سلامة المحطات الكهرونووية.
٤. البحث عن وسائل للتخلص من الفضلات النووية.

المصادر:

Solomon, B. D. (2023). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).In *Dictionary of Ecological Economics* (pp. 302-302). Edward Elgar Publishing.

Ojovan, M. I., Lee, W. E., & Kalmykov, S. N. (2019). *An Introduction to Nuclear Waste Immobilisation*. Elsevier.

Wu, Y., Xie, Y., Liu, X., Li, Y., Wang, J., Chen, Z., & Wang, X. (2023). Functional Nanomaterials for Selective Uranium Recovery from Seawater: Material Design, Extraction Properties and Mechanisms. *Coordination Chemistry Reviews*, *483*, 215097.

الباهلي، حامد معيدي،(١٩٩٢) تكنولوجيا الحرارة–الجزء الثاني–المنشأت النووية، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي–بغداد.

الطويل، محمد حيدر محمد،(٢٠١٠). حسابات ثوابت الخلية ومعاملاتها عند الطاقات الحرارية لخلايا مفاعلات الماء المضغوط Thermos- & Leopard OTA باستخدام البرنامجين. *Journal of Kufa-Physics*, ٢ (١).

العزاوي, س. ن. (٢٠٢٠). تقدير مخاطر استخدام أسلحة اليورانيوم المنضّب في العراق–الجزء الأول. Arabian Journal of Scientific Research, ٢٠٢٠(١), ٣.

الوائلي، علي عبد الزهرة كاظم ، (٢٠٠٥). أسس ومبادئ في عم الطقس والمناخ ، جامعة بغداد.

جرينفيلد، إميلي (٢٠٢٣) ايجابيات وسلبيات الأنواع المختلفة لمصادر الطاقة المتجددة . الطاقات المتجددة ٢٠٢٣.

راضي، إسماعيل عبد الحسين(٢٠٢٣). الحسابات الهيدروليكية للمفاعلات VVER-100 رسالة دكتوراه، جامعة بغداد.

سالم، سماح محمد،(٢٠١٩). برامجُ الطاقةِ النوويَّة السلمية في الخليج العربي. مجلة كلية الآداب–جامعة الزقازيق.

سلمان، هيثم عبد الله،(٢٠١٦). اقتصاديات الطاقة المتجددة في ألمانيا ومصر والعراق. المركز العربي للأبحاث ودراسة السياسات.

عبدالرزاق، إبراهيم، (٢٠١٨). المفاعلات النووية البحثية أنواعها واستخداماتها. منشورات الهيئة العربية للطاقة الذرية

كوثر, بده سعداني, ذكرى, نسيب, عائدة, ونيسي, ... & لمقدم. (٢٠٢٣). إنبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون دراسة كرونولوجية.احمد صابر علي سلمان النمو العالمي المتسارع لمصادر الطاقة البديلة مجلة العلوم التجارية٢٠٢٢

نوار, ه. ع. ا., هاجر عبد الحكيم, يوسف, جمال محمود, النحاس, محمود محمد, ... & محمد غريب. (٢٠٢٠). تصنيع وتحسين خواص الخلية الشمسية السليكونية باستخدام طبقات السليكون المسامي على الجانبين الأمامي والخلفي للخلية. مجلة علوم البيئة, ٤٩(٩), ١–٣٠.