مجلة جامعة تشرين – سلسلة العلوم الاقتصادية والقانونية

اسم المقال: الطاقة النووية وأثرها على اقتصاديات الدول
اسم الكاتب: د. اسماعيل شعبان، د. محمد معن ديوب، لؤي بهجت ديب.
رابط ثابت: https://political-encyclopedia.org/index.php/library/4149
تاريخ الاسترداد: 2026/11/03 08:03 +03

الموسوعة السياسيّة هي مبادرة أكاديمية غير هادفة للربح، تساعد الباحثين والطلاب على الوصول واستخدام وبناء مجموعات أوسع من المحتوى العلمي العربي في مجال علم السياسة واستخدامها في الأرشيف الرقمي الموثوق به لإغناء المحتوى العربي على الإنترنت.
لمزيد من المعلومات حول الموسوعة السياسيّة – Encyclopedia Political، يرجى التواصل على info@political-encyclopedia.org

استخدامكم لأرشيف مكتبة الموسوعة السياسيّة – Encyclopedia Political يعني موافقتك على شروط وأحكام الاستخدام المتاحة على الموقع https://political-encyclopedia.org/terms-of-use

تم الحصول على هذا المقال من موقع مجلة جامعة تشرين – سلسلة العلوم الاقتصادية والقانونية – ورفده في مكتبة الموسوعة السياسيّة مستوفياً شروط حقوق الملكية الفكريّة ومتطلبات رخصة المشاع الإبداعي التي ينضوي المقال تحتها.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الاقتصادية والقانونية المجلد (31) العدد (1)2009
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies -Economic and Legal Sciences Series Vol. (31) No. (1) 2009

الطاقة النووية وأثرها على اقتصاديات الدول

الدكتور إسماعيل شعبان*
الدكتور محمد معن ديوب **
لؤي بهجت ديب ***

(تاريخ الإيداع 3 / 7 / 2008. قُبِل للنشر في 2009/1/25)

□ الملخّص □

إن الطاقة النووية هديةٌ للبشرية أما ما خلق الخوف والشك في أوساط الرأي العام ضدها فهي فقط دعاية الحكام المتطرفين وأعوانهم المالتوسيين الذينُ يسخرون جهودهم لخفض عدد سكان العالم، والهيمنة على الشعوب الأخرى ووقف تقدمها، ومنعها من التطور والحصول على طاقة نظيفة ورخيصة ومتجددة .

اليوم؛ وبعد مضي ثلاثة وستين عاماً على أول تفاعل تسلسلي من صنع الإنسان أصبح إنتاج الطاقة على نطاق واسع من التفاعلات النووية الانشطارية حقيقةً واقعةً في خمس وثلاثين دولةً في العالم، وأصبح معروفاً لدينا نحو ثلاثة آلاف نظير مختلف وأكثرها منتجةٌ اصطناعياً، ويستخدم أكثر من مائتي نظير منها استخداماً تجارياً واسعاً.

إن الرعاية الطبية الحديثة ، والكثير من النشاطات الأخرى ذات الأهمية البالغة للمجتمع الحديث ما كانت لتصبح أمراً ممكناً لولا استخدام حوالي المئة من النظائر المشعة المنتجة في المفاعلات النووية وُمسرعات الجزيئات.

تهدف هذه الدراسة إلى استعراض دور الطاقة النووية في تطوير مختلف المجالات الاقتصادية، وكذلك استعراض المزايا الكثيرة التي تتمتع بها مقارنةً بغيرها من مصادر الطاقة.

الكلمات المفتاحية :الطاقة النووية – الطاقة – مفاعل نووي – نظائر – اقتصاد .

* أستاذ – قسم الاقتصاد والتخطيط – كلية الاقتصاد – جامعة حلب – حلب – سورية .
** أستاذ مساعد – قسم الاقتصاد والتخطيط – كلية الاقتصاد – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية .
*** طالب دراسات عليا (ماجستير) – قسم الاقتصاد والتخطيط – كلية الاقتصاد – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية .

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الاقتصادية والقانونية المجلد (31) العدد (1)2009
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies -Economic and Legal Sciences Series Vol. (31) No. (1) 2009

Nuclear Power and its Effects on The Economies of States

Dr. Ismael Shaaban*
Dr. Muhammad Maen Dayoub **
Luay Bahjat Dib ***

(Received 3 / 7 / 2008. Accepted 25/1/2009)

□ ABSTRACT □

Nuclear power is a gift to humanity, and only the propaganda of extremist rulers and their Malthusian supporters, dedicated to reducing the world's population, and hegemony on other nations, and stopping their progress, and preventing them of development and having a clean cheap and renewed energy, had created public fear and skepticism.

Today, 63-odd years after the first man- made nuclear chain-reaction, large-scale production of power from nuclear fission reactions has become a reality in 35 countries.

Approximately 3,000 different isotopes are known, most of them artificially generated, and more than 200 are presently in commercial use.

This study tries to illustrate the role of nuclear power in the development of different economic fields .It also illustrates a lot of merits that distinguish nuclear power in comparasion with other power sources .

Key Words: Nuclear power**,** Energy**,** Nuclear reactors**,** Isotopes, Economy**.**

.

***Professor, Department of Economics and Planning, Faculty of Economics, Aleppo University, Aleppo, Syria.**
**** Associate Professor, Department of Economics and Planning, Faculty of Economics, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
***** Postgraduate Student, Department of Economics and Planning, Faculty of Economics, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

مقدمة:

بدأت البشرية بداية سيئة مع استخدام الطاقة النووية ، حيث اكتسبت شهرتها الأولى عقب إلقاء الولايات المتحدة الأمريكية قنبلتي هيروشيما وناغازاكي على اليابان في عام 1945 مما أعطى انطباعاً سلبياً سيئاً ومخيفاً لدى الكثيرين عن الطاقة النووية في استخداماتها العسكرية والسلمية ، ولكن بعد مرور أقل من 10 سنوات من تلك البداية السيئة للطاقة النووية بدأ الاستخدام السلمي الفعال في توليد الكهرباء من المحطات النووية على نطاق واسع، وعلى مدى ما يقرب من نصف قرن تم بناء وتشغيل أكثر من 500 مفاعل نووي لتوليد الطاقة.

وقد وصلت نسبة مشاركة الطاقة النووية إلى الطاقة الكلية المنتجة من مصادر أخر إلى أكثر من 78% في بعض الدول مثل فرنسا، وقد استطاعت بعض الدول النامية (كالهند والباكستان) تطوير برامجها النووية وبناء مفاعلاتها الذاتية دون معونة خارجية ، كما استطاعت كوريا الشمالية– وهي دولة محدودة الإمكانيات – أن تبني وتشغل مفاعلاً نووياً لأغراض توليد الكهرباء وإنتاج البلوتونيوم وتصنيع الأسلحة النووية باستخدام وقودها الذاتي كما شرعت ببناء مفاعلين آخرين دون معونة خارجية[1] .

وباستثناء عدد محدود من مفاعلات الماء الثقيل the heavy water Reactors (في كندا والهند والأرجنتين ورومانيا) والمفاعلات الغازية الغرافيتية (في بريطانيا وكوريا الشمالية) والمفاعلات المائية الغرافيتية(تشير نوبل في أوكرانيا وبعض مفاعلات روسيا وليتوانيا) فإن 75% من المفاعلات النووية في العالم هي من النوع المائي المضغوط.

مشكلة البحث :

إن المزايا الاقتصادية الكبيرة التي تتمتع بها الطاقة النووية مقارنةً بغيرها من مصادر الطاقة الأخرى تقف وراء السعي الدولي المحموم – الذي يصل إلى درجة الاستعداد لخوض الحروب في بعض الحالات – في سبيل بناء المفاعلات النووية، والاستفادة من الطاقة النووية في شتى المجالات الاقتصادية والتنموية، كما أن تنوع المشكلات التي تعاني منها معظم الدول النامية – ومنها الدول العربية – والتي تأتي في مقدمتها الحاجة إلى تنمية المناطق الصحراوية نظراً للمساحات الصحراوية الواسعة التي تضمها تلك الدول، هي مشكلة البحث التي يحاول الباحث التصدي لمعالجتها ، من خلال استخدام أدوات البحث العلمي المتاحة لديه، معتمداً على البيانات والمعطيات التي أمكنه الحصول عليها، من مكتبات عامة وخاصة، ومن شبكة المعلومات الدولية(الإنترنت) بشكل رئيس وكبير.

أهمية البحث وأهدافه:

تكمن أهمية هذا البحث في دراسة المزايا التي تتمتع بها الطاقة النووية بوصفها أهم مصادر الطاقة المتجددة في العالم، كما تكمن في مقارنة الطاقة النووية بمصادر الطاقة الأخرى ، وشرح أهم استخداماتها وتطبيقاتها العملية في مختلف المجالات الصناعية والزراعية والطبية ، وكذلك شرح دورة الوقود النووي من لحظة استخراج مادة اليورانيوم الخام وحتى تخزينه، ودفنه، أو إعادة تصنيعه ومعالجته، إضافةً إلى التصدي للحجج التي تقوم الدوائر الغربية بتسويقها لمنع المحطات النووية من إكمال دورة الوقود النووي ، ومنع الدول النامية من الحصول على هذه الطاقة لاستخدامها في مشروعات التنمية الاقتصادية الخاصة بها .

ويهدف البحث إلى الأمور التالية:

1- بيان ضرورة الاستغناء عن الوقود الأحفوري المتناقص (نفط ، فحم حجري ، غاز طبيعي) في إنتاج الطاقة الكهربائية ، واللجوء إلى بناء مفاعلات الطاقة النووية كونها الأرخص كلفةً، والأنظف، والأكثر جدوى .

2- استعراض أهم مجالات استفادة الوطن العربي من الطاقة النووية في تنمية المناطق الصحراوية الواسعة من خلال خطين متوازيين أساسيين ، الأول: يتعلق بالتطوير في مجالات الزراعة الصحراوية، وتهيئة البيئة المناسبة للتنمية الاقتصادية ، والثاني : يتعلق بتوفير الطاقة والمياه النقية لصالح التنمية البشرية والصناعية في المناطق القاحلة من خلال استخدام طرق هيدرولوجيا النظائر لتحديد خرائط المياه الجوفية، وأماكنها، وأساليب شحنها من جديد وتحديد أنجع أساليب استخدامها، وكذلك استخدام الطاقة النووية لإزالة ملوحة الماء.

3- بيان ضرورة التزام جميع الدول-وخاصةً دولة الكيان الصهيوني-بمعاهدة حظر الانتشار النووي، وملاحقها، وبنظام الضمانات الشاملة الذي يتيح للوكالة الدولية للطاقة الذرية التفتيش المفاجئ على المنشآت النووية للدول الموقعة على المعاهدة للتأكد من سلمية برامجها النووية، ومن عدم وجود أنشطة سرية لإنتاج الأسلحة النووية.

منهجية البحث:

من أجل تحقيق أهداف البحث تم اعتماد منهج الإحصاء الرياضي و المنهج الوصفي التحليلي ، ومنهج المقارنة حيث تمت دراسة المراجع والمصادر العلمية المتخصصة في مجال الطاقة النووية، كما تمت دراسة آثار امتلاك الدول النووية لتلك الطاقة، وانعكاسها على اقتصادياتها بشكل مختصر، كما تم استعراض دور الطاقة النووية في تحقيق التنمية المتوازنة الشاملة لمختلف البلدان وخاصةً النامية منها ، إضافةً إلى شرح أهم التطبيقات العملية للطاقة النووية التي يمكن الاستفادة منها في المنطقة العربية .

النتائج والمناقشة:

أولاً- تعاريف:

- **الطاقة النووية:**هي الطاقة التي تربط بين مكونات النواة (البروتونات والنيترونات) وهي الطاقة التي تنطلق أثناء انشطار أو اندماج نويات الذرات، وهي تشكل (20%) من مجموع الطاقة المولدة بالعالم ، وينظر العلماء إلى الطاقة النووية بوصفها مصدراً حقيقياً لا ينضب للطاقة[2] .

- **اليورانيوم** :هو أثقل معدن بين العناصر الطبيعية في جدول مندلييف الدوري وهو عنصر مشع ومن أبرز صفاته: ثقيل، أبيض فضي، سام، فلزي وقطعة من معدن اليورانيوم الصافي تبدو قريبة من معدن الفولاذ أو الفضة، ولكنها ثقيلة جداً بالنسبة إلى حجمها . حيث إن /0.3/ متر مكعب من اليورانيوم يزن أكثر من نصف طن ، وأهم خاماته : خام الكارنوتيت ، وخام اليورانيت ، وخام البيتش بليند وتحتوي ذرة اليورانيوم داخل نواتها على/92/ بروتوناً بينما يختلف عدد النيترونات من نظير لآخر - المقصود بالنظائر : هي الذرات التي تملك نفس الرقم الذري ولكن بعدد مختلف من النيوترونات - على النحو المبين في الجدول رقم (1) .

تحتوي القشرة الأرضية على كمية كبيرة من اليورانيوم (تساوي تقريباً كمية الرصاص) حيث تقدر ب (3.5) مليون طن، ويكون مبعثراً في جميع الدول، ولكن يتوافر في بعض الدول بنسب أكبر مثل : كندا - جنوب إفريقيا استراليا، حيث تحتوي الدول الثلاث السابقة على 50% من الاحتياطيات العالمية إضافة إلى أن

عدة دول أخر(الكونغو– النيجر –التشيك– الهند–إسبانيا–البرتغال –سلوفاكيا–موريتانيا) تمتلك معظم الاحتياط المتبقي، وهناك ثماني شركاتٍ عالميةٍ تتحكم ب / 82% / من الإنتاج العالمي من اليورانيوم [3] .

– **الانشطار النووي:** هو الانقسام الحاصل في ذرة اليورانيوم عند قذفها بنيترون حيث تنتج طاقةً كبيرةً وفقاً للمعادلةِ الآتية: $235U + 1n \longrightarrow 92\,Kr + 141Ba$

في حال استخدام اليورانيوم في الأغراض السلمية، يجب أن لا تتعدى نسبة اليورانيوم المخصب (4%) وعامل التحفيز النيوتروني يجب أن يكون أقل من الواحد أما عند استخدامه في الحالات التفجيرية فيجب أن تصل نسبة اليورانيوم المخصب إلى/% 90/ وعامل التحفيز النيتروني يجب أن يكون أكبر من الواحد .

حيث إن عامل التحفيز النيتروني هوعدد النيترونات المستخدمة في إنشاء سلسلة التفاعلات (chain reaction) في المفاعل النووي [4].

الجدول رقم (1) يبين أنواع نظائر اليورانيوم وصفاتها واستخداماتها الأساسية

نوع نظير اليورانيوم	نسبته	عدد البروتونات	الاستخدام
U238	99.29%	146	يستخدم في الدراسات والتشخيص وفي تحسين الزراعة والعلاج الكيماوي وفي تتبع وصول الدواء إلى الأماكن المستهدفة داخل الجسم الحي.
U235	0.7%	143	يستخدم في المفاعلات النووية وتصنع منه القنابل الذرية والهيدروجينية الاندماجية والانشطارية .
U234	0.01%	142	له عدة استخدامات طبية ، وهو يتوافر كشوائب داخل اليورانيوم الخام
U233	0.001%	141	يستخدم في المفاعلات المولدة للوقود النووي

– **البلوتونيوم Plutonium** : عنصر مشع رمزه الذري Pu عدده الذري /94/ درجة انصهاره /323.5/ درجة مئوية، ودرجة غليانه /639.5/ درجة مئوية ، عدد النيترونات /150/ بنيته البلورية: أحادي الميل وقد تم التوليد الاصطناعي في المفاعلات الذرية لأول كغ البلوتونيوم /239/ وهو جنس من الذرات لم يكن موجوداً في بيئة الأرض الطبيعية قبل ذلك الوقت حيث يَنتجُ البلوتونيوم عن معالجة وقود اليورانيوم في المفاعلات الذرية أثناء عملها فتقوم بعض ذرات اليورانيوم (حوالي 1% من كمية اليورانيوم) بامتصاص نيترون a neutron لإنتاج عنصر جديد هو البلوتونيوم الذي يستخلص بطرق كيميائية .

– **جدول مندلييف الدوري** : نشر جدول / ديمتري مندلييف / الدوري عام /1869/ م ، ومعنى كلمة دوري :

أن أنماطاً من خواص العناصر الكيميائية تتكرر في كل صف. فالجدول الدوري إذاً : هو جدول لترتيب العناصر المعروفة وغير المعروفة(غير المكتشفة بعد) 0وقد برهن العلماء اختبارياً على أن العناصر الكيميائية المرتبة في جدول مندلييف ليست أجساماً متجانسة بل خلائط لأنواع مميزة من الذرات (نظائر) ذات سلوك كيميائي متطابق تقريباً ولكن بخاصيات فيزيائية مختلفة تماماً .

واليوم وبعد مضي أكثر من / 63 / عاماً على إجراء أول تفاعل تسلسلي من صنع الإنسان أصبح إنتاج الطاقة على نطاق واسع من التفاعلات النووية الانشطارية حقيقة في /35/ دولة في العالم أغلبها دول متقدمة عسكرياً وصناعياً، مع قلة محدودة من الدول النامية. وأصبح معروفاً لدينا حوالي /3000/ نظيرٍ مختلف، وأكثرها منتجةٌ اصطناعياً ، و حالياً يستخدم أكثر من /200/ نظير منها استخداما تجارياً واسعاً [5]0

– **المفاعلات النووية** :عبارةٌ عن منشآتٍ ضخمةٍ تتم فيها السيطرةُ على عملية الانشطار النووي، حيث يتم الاحتفاظ بالأجواء المناسبة لاستمرارِ عملية الانشطار النووي دون وقوع انفجاراتٍ أثناء الانشطاراتِ المتسلسلة.

تستخدم المفاعلات النووية لأغراض:إنتاج الطاقة الكهربائية، وتصنيع الأسلحة النووية، وإزالة الأملاح والمعادن الأخرى من الماء للحصول على الماء النقي، وتحويل عناصر كيميائية معينة إلى عناصر أخر، وخلق نظائر عناصر كيميائية ذات فعالية إشعاعية، وأغراض أخر .

– **محطات الطاقة النووية** : تعدُّ محطاتُ التوليد النوويةِ نوعاً من محطاتِ التوليدِ الحراريةِ البخارية، حيث تقوم بتوليد البخارِ من الحرارة التي تتولد في فرن المفاعل. الفرق بين محطات الطاقة النووية والمفاعلات النووية أنه بدل الفرن الذي يحترق فيه الوقود يوجد في محطات الطاقة النووية: " الفرن الذري " الذي يحتاج إلى جدارٍ عازلٍ، وواقٍ من الإشعاع ، وهو يتكون من طبقةٍ من الآجر الناري، وطبقةٍ من المياه، وطبقةٍ من الحديد الصلب، ثم طبقةٍ من الإسمنت تصل إلى سماكة مترين، وذلك لحماية العاملين في المحطة والبيئة المحيطة من التلوث بالإشعاعات الذرية .

ثانياً– أنواعُ الطاقةِ :

يوجد نوعان رئيسان للطاقة، وهما: الطاقة المتجددة، والطاقة غير المتجددة. تعد الطاقة الحيوانية أول طاقةٍ متجددة استخدمها الإنسان منذ فجر الحضارة عندما استخدم الحيوانات الأليفة في أعماله، وهذه الطاقة الحيوانية التي تعطي القوة للحيوانات مستمدةٌ من الطاقة الكيميائية الموجودة في الطعام بعد هضمه ، كما استغل الإنسان الطاقة الكيميائية الموجودة في الخشب في أعمال الطبخ، وتأمين الدفء... ثم شرع الإنسان واستغل طاقةَ قوة الرياح في تسيير قواربه لآفاقٍ بعيدة . ثم استغلها مع نمو حضارته طاقةً ميكانيكية في إدارة طواحين الهواء، ومناشير الخشب، ومضخات رفع الماء من الآبار، وغيرها كما استغلت قوة الرياح في هولندا عندما نزح الهولنديون مساحات مائية شاسعة من البحر لتوسيع الرقعة الزراعية لبلادهم [6].

وفي بداية الثورة الصناعية استخدمت القوة المائية كطاقة تشغيلية من خلال حركية نظم أساور، وبكرات، وتروس لإدارة العديد من الماكينات . ثم استغل الإنسان الطاقة الحرارية من خلال الآلات البخارية التي تحول الطاقة الكيميائية للوقود إلى طاقةٍ ميكانيكية، فالآلة البخارية يُطلق عليها " آلة احتراق خارجي " لأن الوقود يُحرق بالخارج لتوليد البخار الذي يدير الآلات من الداخل0 وفي القرن التاسع عشر اخترعت آلة الاحتراق الداخلي ، مستخدمةً وقوداً يحترق داخل الآلة حسب نظام غرف الاحتراق الداخلي، لتصبح مصدراً للطاقة الميكانيكية التي استغلت في عدة أغراضٍ كتسيير السفن والعربات والقطارات . كما ظهر في القرن التاسع عشر مصدر آخر للطاقة، لا يحتاج لاحتراق الوقود ، وهو الطاقة الكهربائية المتولدة من الدينامو (المولد) الذي يقوم بتحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقةٍ كهربائية، وهذا ساعد في نقلها إلى أماكن بعيدة عبر الأسلاك ، وجعلها تنتشر حتى أصبحت طاقة العصر الحديث ، لاسيما بعد أن أضحت متعددة الأغراض، بعدما أمكن تحويلها لضوءٍ وحرارةٍ وطاقةٍ ميكانيكية، بتشغيلها لمحركات الآلات والأجهزة الكهربائية، وهي تعد طاقةً نظيفةً نسبياً .

ثم جرت عدة محاولات لتوليد الطاقة الكهربائية اعتماداً على طاقة قوة الرياح، فاستخدمت شفرات(ألواح) كبيرة موصولة بمولدات كهرباء تدور في الهواء فوق أبراجٍ ضخمةٍ ، لكن تلك المحاولات بقيت ضمن نطاقٍ ضيق، ولم يتم اعتمادها على نطاق واسع في العالم وترجع أسباب عدم انتشار هذه الطريقة إلى أصواتها المزعجة ، وقتلها للطيور التي ترتطم بشفراتها السريعة، وعدم توافر الرياح في معظم المناطق بشكل كاف ومناسب، ولأن إنتاج الطاقة الكهربائية بهذه الطريقة هو أمر مُكلف، حيث يتم بوساطة خلايا الطاقة (خلايا وقود الهيدروجين) التي تنتج الكهرباء من خلال تفاعل كهربائي كيميائي باستخدام الهيدروجين والأوكسجين.

ثم ظهرت الطاقة النووية التي تعتمد على الانشطار النووي الذي يجري في المفاعلات الذرية ، و يُولد حرارةً هائلةً تُولد البخارَ الذي يُديرُ المولدات الكهربائية، أو محركات السفن والغواصات.

أما الطاقة غير المتجددة فنحصل عليها من باطن الأرض كسائلٍ كما في النفط ، أوغازٍ كما في الغاز الطبيعي، أو مادةٍ صلبةٍ كما في الفحم الحجري . وهي غيرُ متجددةٍ لأنه لايمكنُ صنعها ثانيةً، أو استعواضها مجدداً في زمنٍ قصير، وذلك على عكس الطاقة المتجددة التي نجدها بشكل رئيس في طاقة الكتلة الحيوية التي تستمد من المواد العضوية كإحراق النباتات، وعظام الحيوانات، وروث البهائم، والمخلفات الزراعية، فعندما نستخدم أياً من المواد السابقة في إشعال المواقد أو الأفران ، هذا يعني أننا نستعمل وقود الكتلة الحيوية الذي تنتج عنه طاقة هائلة في بعض الدول– ونذكر الولايات المتحدة على سبيل المثال والتي تعد أكبر مستهلك للطاقة في العالم– حيث تستغل طاقة الكتلة الحيوية في توليد 3% من مجمل الطاقة المولدة لديها(توليد أكثر من 10آلاف ميجاوات من القدرة الكهربائية) وتستخدم لتوليد الكهرباء والتسخين.حالياً تأتي نصف الطاقة المتجددة في الولايات المتحدة الأمريكية من قوة دفع المياه التي تُدير التوربينات، لتوليد الكهرباء ، حيث تُمثل كهرباء الطاقة المائية (% 12) من مجموع الكهرباء المُنتجَة، ويمكن زيادتها إلى / 72 / ألف ميجاوات سنوياً.

ومن الملاحظ بأنه قد تم استخدام عدة مصادر أخر للطاقة المتجددة كالطاقة الشمسية، وطاقة الأمواج البحرية والمد والجزر، والطاقة الجيوحرارية ، وطاقة الغرانيت الحراري ، والطاقة المعتمدة على اختلاف حرارة طبقات الماء، والطاقة الحيوية، والطاقة الجوفية ، وغيرها من البدائل إلا أن نسبة إسهام هذه البدائل بالنسبة لإجمالي استهلاك الطاقة بقي ضعيفاً جداً لأسباب متعددة أهمها:العوائق التكنولوجية، والعوائق المرتبطة بصعوبة الاعتماد – أو الحصول– على مواد وتجهيزات معينة ، والعوائق المرتبطة بالجدوى الاقتصادية، والأصعب من ذلك كله هو إعادة بناء هيكل الصناعة، والممارسات التطبيقية الواسعة المبنية على نطاق شامل على استخدام البترول ومشتقاته نظراً لما يتمتع به البترول من الانتشار الواسع وشمولية الاستخدام وسهولة التعامل، ومن هنا صعوبات الترميم وإعادة البناء الهيكلي للمحركات، ووسائط النقل، والآلات والصناعة، و منتجات الحياة المدنية الحديثة إجمالاً هذا عدا عن ابتكار مبادئ أخر لتجديد ذلك كله وتبديله[7] .

ثالثاً – أهمية الطاقة الذرية :

للطاقة الذرية دور مهم في اقتصاديات الدول في مختلف جوانب التنمية للمجتمعات العصرية الحديثة خصوصاً إذا ما استخدمت تطبيقاتها المختلفة بطريقة سلمية في المجالات الصناعية ، أو الزراعية، أو الطبية – حيث إن الرعاية الطبية الحديثة، ونشاطات أخر لا حصر لها، ما كانت لتصبح أمراً واقعاً ممكناً لولا استخدام حوالي

/100/ من النظائر المشعة المنتجة في المفاعلات النووية، ومسرعات الجزيئات (Particle accelerators) – كما أن دراسة علوم المياه، تُعد من التطبيقات المهمة جداً ، لما للمياه من دور مهم في حياه الإنسان ، خاصةً خلال السنوات القادمة، التي ربما نعاني فيها من شح المياه كمشكلة أساسية لمعظم دول العالم ، وبالتالي تبرز الحاجة إلى الطاقة النووية لإنتاج كميات كبيرة من الماء العذب عبر تحليه مياه البحر، ومعالجة جميع المشكلات الناجمة عن ندرة المياه الجوفية، ويبقى تطبيقها الأكثر أهميةً على الإطلاق هو أنها أهم وأفضل مصادر إنتاج الطاقة، وذلك نظراً لأنه منذ بداية القرن العشرين يلاحظ أن هناك تسارعاً في استهلاك الطاقة سواء على المستوى الشخصي، أو على المستوى الجماعي، ولأغراض متعددة صناعية وخدمية ومعيشية وغيرها ، كما يلاحظ أيضاً أن تسارع استهلاك الطاقة تلازم معه تسارعٌ في الأبحاث، والاكتشافات، والتكنولوجيا العلمية، التي باتت تقدم للبشرية أكثر من مصدر في توليد الطاقة، حيث تختلف الطاقة ومصادرها من مكان لآخر ومن دولةٍ لأخرى. فالطاقة تتباين بين العالم المتقدم والعالم النامي ، ففي العالم المتقدم تزداد بدائل الطاقة ومصادرها المتجددة، ويتزايد الاعتماد على الطاقة الذرية لتلبية الاحتياجات الاستهلاكية، بعكس العالم النامي الذي تغلب عليه طاقة مرتكزة على المحروقات، والحفريات، والأشكال النمطية ، والتقليدية غير المتجددة. وإذا ما قارنا بين استهلاك الطاقة في العالم المتقدم، والعالم النامي نجد أنهُ في العالم المتقدم –ونضرب على سبيل المثال الولايات المتحدة الأمريكية – نجد أنها وصلت لمرحلة تقترب من ترشيد الاستهلاك،ونجد أن البنية التطورية الاستهلاكية فيها مستقرة نسبياً، أو تتراجع سرعة نموها، أو بعبارة أخر فإن الاستهلاك حتى وإن زاد فإن سرعة الزيادة تميل إلى التناقص ، وهذا بعكس ما يجري في العالم النامي الذي يطمح إلى التصنيع السريع والتنمية السريعة والشاملة، وإلى اللحاق بقافلة التقدم، ويحتاج بصورة طبيعية إلى عصب الصناعة، ووقودها ، إلا أن السرعة في استهلاكه للطاقة تزداد بصورة جنونية في بعض الحالات مما يجعل التقدم الذي يسعى إليه يأخذ مجرىً غير المجرى المراد. لقد أدى اكتشافُ الطاقةِ النوويةِ إلى وضع قوةٍ هائلةٍ في يد الإنسان لتوليد نارٍ أكثرُ تركيزاً بملايين المرات من النار الناتجة عن عملية الاحتراق الكيميائية المعروفة،والتي كانت الأساس الرئيس لوجود الإنسان الحضاري، منذ أن أهداه إياها "بروميثيوس"(حسب أساطير اليونان) ، هذه القوة الجديدة كافيةٌ لإرسال سفينةٍ لتبحرَ عشرينَ مرة حول الأرض، بما وزنه /55/ كغ فقط من الوقود، وكافية مبدئياً لإعالة مجتمعٍ إنساني متنامٍ أكبرُ عدداً مما هو موجودٌ اليوم بعدة أضعاف، كما أدى لخلق ظروف فيزيائية على الأرض توجد فقط في النجوم، وفي وسط المجرات، وهذه القوة الجديدة ستفتح الطريق في المستقبل غير البعيد لتوسيع نشاط الإنسان في أرجاء المناطق الداخلية للمنظومة الشمسية، ولاحقاً في ما وراء المجموعة الشمسية[8] 0

رابعاً – أهم استخدامات الطاقة النووية :

1– توليد الطاقة الكهربائية: تزود الطاقة النووية العالم بأكثر من 20% من الطاقة الكهربائية ، فهي تلبي ما يقارب 35% من احتياجات الاتحاد الأوربي(أنظر الجدول رقم (2)) ، حيث تحصل فرنسا وحدها على 78% من طاقتها الكهربائية من المفاعلات النووية، كما تحصل كل من بلجيكا، والمجر، واليابان، وسلوفاكيا، وكوريا الجنوبية، وسلوفينيا، وسويسرا، على أكثر من 33% من احتياجها من الكهرباء من الطاقة النووية ، وفي هذا الصدد تجدر الإشارة إلى أن الكثير من الخبراء يتوقعون نقصاً كبيراً في إنتاج الكهرباء في المستقبل البعيد نتيجةً لظاهرة الاحتباس الحراري التي سببتها الأنشطة البشرية، حيث يرى أولئك الخبراء أن الطاقة النووية هي السبيل الأمثل لسد هذا النقص في المستقبل [9] .

2- الاستخدام الصناعي : ويتمثل بشكل أساس في تحليه مياه البحر، وصناعة المجوهرات،والصناعات الدوائية والغذائية، والصناعات الثقيلة، وإنتاج النظائر المشعة ذات الاستخدامات الطبية والزراعية والكيميائية، وكذلك أبحاث الحال الصلبة في الفيزياء، ومتابعه العمليات الحيوية في النبات والحيوان والإنسان، كما يستفاد من النظائر المشعة في التحكم بالعمليات الصناعية، والتركيب الداخلي للمواد المعدنية والخزفية، وحفظ الأغذية والبسترة.

3- الاستخدام العسكري : تسيير السفن والغواصات الحربية وكاسحات الجليد ، حيث إن المحركات التي تعمل بالطاقة النووية تساعد الغواصة على البقاء تحت سطح الماء لمدة طويلة قد تصل إلى عدة شهور، والقيام برحلاتٍ طويلة حول العالم، دون حاجةٍ إلى اللجوء إلى الموانئ للتزود بالوقود، كما يدخل ضمن الاستخدام العسكري صناعة القنابل النووية والهيدروجينية المدمرة ، والتي تمثل أشد الأسلحة فتكاً وتدميراً.

وتجدر الإشارة إلى أن الدول التي تستخدم الطاقة النووية استخداماً عسكرياً ، تلجأ إلى استخدامها أيضاً أداةً للإجبار السياسي بغرض الحصول على مكاسب اقتصاديةٍ وسياسيةٍ من الدول الأخرى، عن طريق التهديد باستخدام الأسلحة النووية " والهيدروجينية " التي تملكها ضد تلك الدول،علماًُ بأن القنابل النووية تفقد عند انفجارها وتحتاج إلى تفجير قنبلة نووية 0.007 من كتلتها بتحولها إلى طاقة، في حين تفقد القنابل الهيدروجينية 0.001 توضع صاعقاً في داخلها ، وهذا ما يفسر حجم الدمار الهائل الذي تخلفه القنابل الهيدروجينية مقارنةً بالنووية.

4- الاستخدام الطبي:ويظهر أساساً في معالجة الأورام السرطانية بتسليط الإشعاع المناسب نحو الخلايا المريضة واكتشاف الأمراض بشكلٍ مبكر، وخاصةً أمراض تصلب الشرايين، أو ترقق جدرانها، وذلك عن طريق تمرير المواد المشعة فيها .

5- الاستخدام الزراعي : يمكن استخدام الإشعاعات النووية بتراكيز معينة، لتحسين مستوى جودة وكمية الغذاء والمحاصيل الزراعية، عبر المعالجة الإشعاعية لجينات النباتات الوراثية،كما تستخدم آلية الإشعاع المعكوس لحفظ مخزون الطعام ومنعه من الاهتراء والتآكل(انظر الجدول رقم (3))، ولإبادة الطفيليات والآفات الزراعية، والكشف عن بقايا الأسمدة والمبيدات في المنتجات الزراعية والتربة، ودراسة الظواهر الطبيعية في الأرض والماء والجو0كما تستخدم الإشعاعات النووية في تحديد أعمار التكوينات الجيولوجية والأملاح المعدنية وآثار الحضارات القديمة والنيازك القادمة من الفضاء. ولجميع الاستخدامات السابقة فوائد اقتصادية ممتازة مباشرة وغير مباشرة [10].

الجدول رقم (2) يبين حجم الطاقة المولدة نووياً في الدول الأوروبية [11]

الترتيب	الدولة الأوروبية	عدد المفاعلات النووية	نسبة الكهرباء المولدة نووياً
1	فرنسا	59	78%
2	ليتوانيا	1	72%
3	السويد	10	52%
4	أوكرانيا	15	51%
5	بلغاريا	4	42%

6	ألمانيا	17	32%
7	جمهورية التشيك	6	31%
8	إسبانيا	9	23%
9	فنلندة	4	27%
10	بريطانيا	22	20%

خامساً – دورة الوقود النووي:

تتألف الدورة الكاملة للوقود النووي من سبع خطوات وهذه الخطوات هي:

الخطوة الأولى التعدين : يتم استخراج اليورانيوم الطبيعي من الأرض مختلطاً ببعض الشوائب .

الخطوة الثانية : يتم تصنيع اليورانيوم، وطحنه، وتحويله إلى أكسيد اليورانيوم (الكعكة الصفراء) وهوالمادة الخام التي يُصنع منها الوقود الانشطاري، وقد أصبح اسم الكعكة الصفراء سيء الصيت بعد التلفيقات السياسية التي نسبت للعراق تهمة استيراد الكعكة الصفراء من النيجر، بغرض استخدامها في صناعة القنابل النووية .

الخطوة الثالثة : تحويل اليورانيوم المركز إلى سادس فلوريد اليورانيوم uranium hexaflouride ويُرمز له بالرمز (UF6) حيث يتم تسخينه لتحويله إلى غاز مناسب لعملية التخصيب .

الجدول رقم (3)) يبين مقدار الجرعة الإشعاعية وعمر حفظ بعض المواد الغذائية [12]

المادة الغذائية	الجرعة الإشعاعية اللازمة	عمر (مدة الحفظ)	ملاحظات
البطاطا	80-140 جراي*	عام كامل	
البصل	60-80 جراي	عام كامل	
الموالح	1-3 كيلو جراي	4 أسابيع	
المشمش	1 كيلو جراي	4 أسابيع	
الفريز	0.25 كيلو جراي	4 أسابيع	
الجزر	0.75 كيلو جراي	4 أسابيع	
الدجاج	15 كيلو جراي	4 أسابيع	
لحم الضأن	2-5 كيلو جراي	45 يوم مع التبريد عند 1 درجة مئوية	يفسد اللحم بدون معالجة بعد 15 يوم فقط
الأسماك	150-230 جراي	11 يوم	يفسد السمك بدون معالجة بعد 4 أيام فقط

(*) الجراي : وحدة لقياس كمية الجرعة الممتصة ، وتساوي جول واحد لكل كيلو غرام .

الخطوة الرابعة تخصيب اليورانيوم (Enrichment of the uranium fuel): أي زيادة نسبة نظير اليورانيوم 235 الذي تبلغ نسبته(0.7%)، عبر مجموعة من التقنيات أبرزها تقنية الطرد المركزي، وتقنية النشر الغازي the gaseous diffusion method أو ما يعرف بتقنية (التنافذ الغازي)،وتقنية الفصل الكهرومغناطيسي وتقنية التدفق النفاث المتبعة في جنوب أفريقيا ، وتقنية الفصل بطرق بيولوجية، وهناك أيضاً تقنية التخصيب بأشعة الليزر [13] وتهدف هذه التقنيات إلى فصل النظائر 235 ، وزيادة نسبتها من خلال عمليات التركيز على طرد النظائر الأخرى، وذلك حتى الوصول إلى درجة التخصيب المطلوبة (% 4 لإنتاج الطاقة الكهربائية ، وأكثر من% 90 للقنابل الذرية)، انظر الجدول رقم (4)) [14] .

ومن المهم الإشارة إلى أن امتلاك دورة الوقود النووي – بما فيها تخصيب اليورانيوم– حقٌ لجميع الدول شريطة الالتزام بمعاهدة حظر الانتشار النووي، وملاحقها، وبنظام الضمانات الشاملة، الذي يتيح للوكالة الدولية للطاقة الذرية أن تقوم بالتفتيش المفاجئ على المنشآت النووية للدول الموقعة على المعاهدة للتأكد من سلمية برامجها النووية، ومن عدم وجود أنشطة سرية لإنتاج الأسلحة النووية .

الخطوة الخامسة (تصنيع اليورانيوم إلى قضبان وقود) : حالما يتم فصل اليورانيوم المخصب عن اليورانيوم المستنفذ ، يتم تحويله من سادس فلوريد اليورانيوم إلى ثاني أكسيد اليورانيوم، وتصنع منه كرات متساوية الحجم، يتم تعبئة الكرات في أنابيب طويلة مصنوعة من مزيج معدن الزركونيوم الذي يحبس عدداً قليلاً من النيترونات.

الخطوة السادسة: يتم استخدام قضبان الوقود لمدة أربع سنوات ونصف تقريباً قبل استبدالها؛وعادةً يغير المفاعل ثلث وقوده كل مرة حيث تُرزم أنابيب الوقود ثم يتم إنزالها إلى قلب المفاعل .يعدُّ الوقود مستنفذاً حين تنخفض نسبه اليورانيوم /235/ الانشطاري إلى أقل من(1%) ، حينما ينقل الوقود المستنفذ من المفاعل يتم وضعه في أحواض تبريد تشغل دور الدرع العازل له بينما تضمحل نويداته [15] .

الجدول رقم (4) يبين درجة تخصيب اليورانيوم اللازمة لإنتاج الطاقة الكهربائية و صناعة الأسلحة النووية، ومدة الاستخدام

	إنتاج الطاقة الكهربائية	صناعة الأسلحة النووية	وقود مستنفذ
نسبة اليورانيوم 235 الانشطاري "المخصب"	3.5-4 %	90-95 %	1 %
مدة الاستخدام	4.5 سنة حيث يغير المفاعل ثلث وقوده كل 18 شهراً	مختلفة باختلاف النماذج حيث تخضع للصيانات والاختبارات الدورية لتحديد مدة الصلاحية	لا يمكن الاستفادة منه إلا بعد معالجته من جديد

في غضون عام واحد، يهبط مستوى النشاط الإشعاعي الإجمالي إلى% 12 فقط ، مقارنةً بما كان عليه حينما خرجت القضبان من المفاعل0 ثم يتم تخزين الوقود المستنفذ في حاويات جافة بانتظار دفنه أو إعادة تصنيعه.

لكن الأمر الجدير بالملاحظة أن الوقود المستنفذ ليس " نفايات " فهو يحتوي على ما بين (% 95-90) من اليورانيوم القابل للاستعمال والذي يمكن فصله وتكريره وتحويله إلى وقود جديد [16] ، كما أنه يحتوي على نسبة أصغر (حوالي 1%) من البلوتونيوم (انظر الجدول رقم (5)) 0

الجدول رقم (5) يبين كمية الوقود المستنفذ الناتج عن عمل المفاعلات النووية في العالم حتى عام 1997 م حسب تقديرات الوكالة الدولية للطاقة الذرية [17]

	اليورانيوم 235	البلوتونيوم	المنتجات الانشطارية عالية الإشعاع "النفايات"
النسبة	90-95 %	1 %تقريباً	3-4 %
الاستخدام	يمكن معالجته واستخدامه مجدداً	يمكن استخدامه وقوداً للمفاعلات الاستيلادية أو في صناعة الأسلحة النووية	تستخرج منها نظائر ثمينة (طبية وغيرها)
الكمية	130 ألف طن	1000 طن	4500 طن

الخطوة السابعة (إعادة معالجة الوقود المستنفذ): لقد قرر بعض صانعي السياسات، في السبعينيات من القرن الماضي وبدون أي سبب وجيه منع الاستخدام الكلي لهذه القدرة الكامنة ، وذلك بدفن الوقود المستنفذ في دورة باتجاه واحد ؛ علماً بأن الوقود المستنفذ من منشأة نووية بطاقة 1000 ميغاواط مشتغلة لمدة 40 عاماً يختزن طاقة تزيد عن الطاقة الكامنة في 130 مليون برميل نفط فلماذا دفنه إذن ؟ ولماذا لا يستخرج ويُحول إلى وقود جديد، حتى ولو احتاج ذلك إلى بعض المصاريف المادية الإضافية ؟ [18] .

سادساً – مقارنة بين الطاقة النووية والبدائل الأخرى

الطاقة النووية هي أفضل وسيلة موجودة اليوم لتزويد الطاقة لاقتصاد صناعي حديث، ومحطاتها هي الأعلى كفاءةً مقارنةً بجميع مصادر توليد الطاقة الأخرى ، كما أن أسعار وقودها مستقرةٌ عالمياً ومنخفضةٌ نسبياً، وقد بدئ باستعمالها لإنتاج الكهرباء منذ خمسينيات القرن الماضي، وهي تعتبر أفضل مصادر الطاقة في العالم، لأن كلفه الإنتاج هي الأقل؛ (انظر الجدول رقم (6)) وبطبيعة الحال تتبدل هذه الأسعار بتبدل أسعار النفط الخام، فمع ارتفاع أسعار النفط الخام من مستوى يتراوح بين (45-40) دولاراً للبرميل وفقاً لأرقام عام 2005 م وبلوغها مستوياتٍ قياسية قاربت عتبة150 دولاراً للبرميل في شهر تموز من عام 2008 ازدادت أهمية الاعتماد على الطاقة النووية نظراً للثبات النسبي لتكاليفها،كما أنه يمكن إقامة مفاعلاتها بجوار مواقع الاستهلاك بسهولة ، دون الحاجة إلى إجراءات نقلٍ وإمدادٍ معقدة، فضلاً عن كونها مصدراً منتظماً للطاقة يتناسب مع احتياجات القطاعات العالمية الاقتصادية المتزايدة ، ولا يرتبط بظروفٍ مناخيةٍ معينةٍ، كما هو الحال مع الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وطاقة المياه ، كما أن الطاقة النووية هي طاقة نظيفة، ولا تسهم في ظاهرة الاحتباس الحراري ، وفي هذا الصدد صرح المفتش السابق في الوكالة الدولية للطاقة الذرية هانز بليكس (إن خطر ارتفاع درجة حرارة الأرض أكبر من خطر أسلحة الدمار الشامل على البيئة في العالم) ، كما أكد ضرورة خفض انبعاث الغازات والاعتماد على الطاقة النووية السلمية للحصول على كميات مهمة من الكهرباء دون تلويث الغلاف الجوي بالغازات [19] .

الجدول رقم (6) مقارنة بين المميزات الأساسية للطاقة النووية والنفط والفحم الحجري والغاز الطبيعي

	طاقة نووية	نفط	فحم	غاز
كمية الوقود اللازمة لإنتاج طاقة تعادل الطاقة المختزنة في 1 غرام من وقود اليورانيوم	1غرام	2 مليون غرام	3 مليون غرام	–
إعادة تكرير واستخدام الوقود	ممكنة	غير ممكنة		
تكلفة إنتاج 1 كيلو واط ساعي من الكهرباء (سنت أمريكي)	1.72	8.09	2.21	7.51
العمر الافتراضي للمحطة	40-60 عام	15-20 عام		
كمية الوقود المستهلكة عند تشغيل مصباح 100 واط لمدة عام واحد	0.11 غرام بدرجة تخصيب4%	231 كغ	83 كغ	147 كغ
نسبة التشغيل	90 %	50 %	70 %	50 %
الاستثمارات الأولية اللازمة لكل 1كيلو واط مركب كهرباء	1000-1200 دولار	أقل من800 دولار		
المصاريف التشغيلية للمحطات والحاجة	منخفضة وثابتة نسبياً وكلما ازداد حجم	مرتفعة وهي تزداد كلما ازداد حجم		

الداخلية للطاقة	الطاقة المركبة انخفضت تكاليف وحدة الإنتاج بعكس مصادر الطاقة الأخرى	الطاقة المركبة، و ارتفاع أسعار الوقود الأحفوري يزيد تكاليف وحدة الإنتاج
انبعاث الغازات إلى الجو المحيط (ثاني أكسيد الكربون الآزوت – الكبريت)	معدوم ، لذلك فهي ليست مسؤولة عن تلوث البيئة	كبير، وهي تسهم في تلوث البيئة، وفي زيادة ظاهرة الاحتباس الحراري
الكفاءة في استخدام الموارد الطبيعية لإنتاج الطاقة	كبيرة ولذلك فإن الطاقة النووية تبدو من البدائل المثالية للوقود الأحفوري	قليلة
كمية النفايات الناجمة عن إنتاج 1كيلو واط ساعي من الكهرباء	3 ملغ	700 غ (ثاني أكسيد الكربون)

كما أن محطات الطاقة النووية هي الأكثر أماناً مقارنةً بجميع المنشآت الصناعية الكبرى المماثلة، ورغم الذعر الذي سببته حادثة محطة (تشيرنوبل) الأوكرانية (السوفييتية سابقاً) عام1986 م التي حدث فيها تسربٌ مرتفعٌ للإشعاعات قبل أن تتم السيطرة عليه بعد مدةٍ قصيرة، وقبلها الخلل الذي أصاب محطة (ثري مايل أيلاند) في الولايات المتحدة الأمريكية عام1979م والذي لم يحدث فيه سوى تسرب بسيط للإشعاعات، فإن العالم لم يسجل أي خلل غيرهما بل إن نسبة الحوادث الصناعية في المحطات النووية هي الأقل على الإطلاق ، علماً بأن النوعين السابقين من المفاعلات قد أوشكا على الانقراض ، بسبب مخالفتهما لمتطلبات الأمان المرتفعة.

أما الخوف من الإشعاع فهو خوف فيه مبالغة مقصودة من جانب الغرب– الذي يحرص على حرمان الشعوب الأخرى من أي تقنيات متطورة مهما كان شكلها – وذلك الخوف مرتبط بشكل رئيس بأهوال القنابل النووية كما خبرها العالم في اليابان في نهاية الحرب العالمية الثانية ، وتعززها أفلام هوليوود ، فالإنسان يتعرض خلال حياته العادية للإشعاع من مصادر أخر مختلفة أكثر بكثير مما تسببه المحطات النووية، فنسبة الإشعاعات التي تصدر عن المفاعل خلال عمله الروتيني منخفضة جداً ، ولا تشكل في الدول المتقدمة أكثر من 0.001 من الإشعاعات الكلية التي يتعرض لها الإنسان ، لأن المفاعل النووي يعمل وهو مغلف بالعديد من حاويات الأمان التي تجعل تسرب الإشعاعات أو المواد المشعة أمراً في غاية الصعوبة، بل إن مقدار الجرعة الإشعاعية التي يتعرض لها الإنسان خلال الكشف بأشعة " إكس " لمرةٍ واحدةٍ يعادل ما قد يتعرض له من العيش بالقرب من محطةٍ نوويةٍ لمدة 2000 سنة ، فضلاً عن أن تصميم وتشغيل المحطات النووية يخضع لأشد أنواع التدقيق والمراجعة والاحتياطات الأمنية ، وتزداد مواصفات الأمان حزماً مع كل تصميم لمحطة جديدة[20].

سابعاً– الطاقة النووية وتلوث البيئة:

تعد مشكلة التخلص من فضلات الوقود النووي المستهلك هي المشكلة الرئيسة للمفاعلات نظراً لتأثيرها في البيئة وهناك عدة طرق للتخلص من الفضلات النووية ، أهمها : معالجة الوقود لفصل البلوتونيوم و اليورانيوم ، وما يتبقى من الفضلات عالية الإشعاع لا تشكل حجماً أكثر من مترين مكعبين بالنسبة لمحطة 1000 ميغاواط ويتم وضع هذه الفضلات في غلاف زجاجي لمنع التحلل ثم تدفن في أعماق الأرض (عادةً في مناجم قديمة على عمق يصل إلى 1000 م تحت سطح الأرض) . هذه الطريقة لا تبدو مفضلةً خاصةً للدول غير النووية لأن البلوتونيوم المستخرج يمكن أحياناً استخدامه في أغراض عسكرية كما أن هناك حلولاً مرحليةً –في حدود /100/ سنة – بحفظ الوقود المستهلك في حاويات سميكة الجدار في مواقع على سطح الأرض أو تحتها.

وتوجد حالياً أفكارٌ عديدةٌ، وأبحاثٌ متنوعة للوصول إلى أفضل الطرق والوسائل للتخلص من الوقود المستهلك و"الفضلات النووية، علماً بأن إعادة معالجة وتكرير وتصنيع ذلك الوقود المستنفذ أكثر فائدةً من دفنه؛ ولذلك نجد بأن بريطانيا وفرنسا وروسيا والهند تقوم بإعادة تصنيع الوقود المستنفذ من المفاعلات المدنية باستخدام طريقة "بيوريكس" التي تعني خلاصة البلوتونيوم اليورانيوم ، وتقوم الدول النووية الأخرى بإرسال وقودها المستنفذ إلى بريطانيا أو فرنسا للمعالجة والتكرير ، أو تقوم بتخزينه نهائياً، كما أن لدى اليابان مصنع تكرير تجاري في مراحله الأخيرة، وتقوم الصين بتكرير وإعادة معالجة الوقود العسكري المستنفذ . حيث إنه يمكن في الحقيقة الاستفادة من كل الوقود المستنفذ تقريباً استفادةً كاملة في إنتاج وقودٍ جديد ، أو إنتاج نظائر طبية .

ويلاحظ حالياً أن العلماء يحاولون توليد الطاقة النووية عن طريق الاندماج النووي –الذي يجري في الشمس– بدلاً من طريق الانشطار النووي حيث إن الاندماج النووي ينتج عنه " نفايات " مشعة قليلة جداً[21] .

ثامناً– الطاقة النووية ومستقبل التنمية في الوطن العربي :

للطاقة النووية استخدامات سلمية لا حصر لها ، وجميعها تحقق المنفعة الاقتصادية الكبيرة للدول التي تستخدمها، والدول العربية– كغيرها من الدول– يمكن أن تحقق مكاسب اقتصادية عظيمة في حال استخدامها تلك الطاقة على نطاقٍ واسعٍ ، وبأسلوب علمي مدروس ، و نظراً لوجود مساحات شاسعة من الأراضي الصحراوية في الوطن العربي ، فإن اقتحام الصحراء بهدف التطوير والتنمية، يعد من المقاصد الأساسية التي يجب مراعاتها في أي توجه للتطوير الاقتصادي والاجتماعي في الوطن العربي ، وفي هذا الصدد يمكن أن تشغل الطاقة النووية والعلوم الإشعاعية دوراً مهماً جداً في تنميه المناطق الصحراوية، من خلال التصدي لمشاكل البيئة الصحراوية والقاحلة وعلى رأسها الطاقة ، الزراعة ، والمياه . وتستخدم الطاقة النووية للتنمية الصحراوية من خلال خطين متوازيين أساسيين ، الأول : يتعلق بالتطوير في مجالات الزراعة الصحراوية، وتهيئة البيئة المناسبة للتنمية الاقتصادية، والثاني : يتعلق بتوفير الطاقة والمياه النقية، لصالح التنمية البشرية والصناعية في تلك المناطق القاحلة .

أولاً– تطوير الزراعة الصحراوية : يعتمد التطوير الزراعي في الأراضي الصحراوية على دراسة العلاقة بين الأرض، والنبات، والمياه، والأسمدة حيث يلزم تحديد مدى حاجة الأرض والنبات للماء، والأسمدة سواء من ناحية الكميات أو أسلوب الري.وتدخل النظائر المشعة في تلك الدراسات لتحديد أنماط الري المناسبة والتوقيت المناسب لكل منها، وكذلك تحديد أنماط الأسمدة المناسبة لكل نوع من النباتات وذلك يساعد في توفير الظروف المناسبة لنمو النباتات، وهو ما يرفع الجدوى الاقتصادية للمشاريع الزراعية ، وفي هذا الإطار نلاحظ ضرورة اختيار نباتات مقاومة للحرارة الشديدة، وتقبل الري بمياه قليلة الملوحة، كما ينبغي أن تكون قادرةً على مقاومة تأثير الرياح القوية وفي هذا الإطار اتجهت الأبحاث العلمية في الدول العربية إلى مجالات تحسين السلالات النباتية من خلال تعريض البذور للإشعاع الذري بهدف مقاومة الانحناء في محاصيل الحبوب عن طريق إنتاج سلالات قصيرة وغليظة الساق لمقاومة تأثير الرياح ، كما يستخدم "التشعيع الذري للبذور" في التحكم في موعد النضج ليختلف عن موعد هجوم الحشرات والآفات، كما قد يساعد في التقليل من مدة شغل النباتات للأرض.

ومن الاتجاهات البحثية في مجال تحسين السلالات النباتية استنباط سلالات يمكن أن تقبل الري بمياه مالحة أو منخفضة الملوحة، وهذا يساعد في دعم الزراعات في الصحراء والمناطق القاحلة . من جهة أخرى يساعد الإشعاع الذري في تحقيق الأمن الغذائي بالحفاظ على المحاصيل الزراعية بعد الجني ضد هجوم الحشرات أو التلف بسبب النقل أو سوء التخزين. ويمكن الحفاظ على الثمار والمحاصيل الزراعية نقيةً ونضرةً (طازجة) بإزالة البكتريا الضارة باستخدام

الإشعاع الذري ، وقد اكتسبت هذه التقنية أهميةً كبيرةً بعد حظر التقنية التي كانت تُستخدم سابقاً (تقنية التبخير بالكيماويات) نظراً لتأثيرها السلبي على طبقة الأوزون. ونتيجةً لارتفاع مستوى جراثيم السالمونيلا في الغذاء في الآونة الأخيرة فقد أصبحت المعالجة بالإشعاعات المؤينة أمراً حيوياً وقابلاً للتطبيق المضمون ، وذلك تأكيداً للسلامة الصحية للأغذية، ولتأمين استمرار تبادل المنتجات الزراعية بين الدول المختلفة، وقد أقيمت في الوقت الحاضر محطات لتشعيع المواد الغذائية في العديد من الدول العربية.

كما يشغل الإشعاع الذري دوراً مهماً في مكافحة الحشرات الضارة من خلال تقنية الحشرة العقيمة، وقد نجحت هذه التقنية في القضاء شبه التام على ذبابة الفاكهة في منطقة البحر الأبيض المتوسط، والدودة الحلزونية في أمريكا ، مما أدى إلى الحفاظ على الثروتين الزراعية و الحيوانية في تلك المناطق .

وتعتمد تلك التقنية على فصل الذكور عن الإناث وتعريضهم إلى إشعاعات بسيطة تسبب إصابتهم بالعقم فتنخفض أعداد الحشرات تدريجياً حتى تنقرض خلال عدد قليل من الأجيال [22] .

ثانياً – تأمين المياه والطاقة في المناطق الصحراوية : يعاني أكثر من مليار شخص في العالم (حوالي 20% من البشر) من عدم الحصول على المياه النقية، ومن المتوقع أن يواجه أكثر من ثلثي البشر نقصاً حاداً في المياه في عام 2025م، وهنا تأتي أهمية التقنيات النووية التي تُستخدم باتجاهين متكاملين أولهما :استخدام طرق هيدرولوجيا النظائر لتحديد خرائط المياه الجوفية ، وأماكنها ، وأساليب شحنها من جديد ، وتحديد أنجع أساليب استخدامها ، وثانيهما : استخدام مصادر الطاقة المختلفة – وخاصةً النووية – لإزالة ملوحة الماء.

*** استخدام طرق هيدرولوجيا النظائر :** تعتمد الحياة في المناطق الصحراوية على المياه الجوفية بشكل رئيسي وعلى الأمطار بوصفها مصدراً مكملاً للمياه، وتوجد المياه الجوفية على أعماق متفاوتة ضمن خزانات متفاوتة الأحجام والتكوين، ومنها ما هو متصل مباشرةً بسطح الأرض (كالواحات) ومنها ما هو محبوس في التكوينات الجيولوجية تحت الأرض بشكل خزانات مائية قد تكون هائلة .

ويستفاد من التقنيات الإشعاعية في عمليات السبر البئري لتحديد مناطق ومواصفات الخزانات المائية، والتمييز بين حدود المياه العذبة والمياه الشديدة الملوحة ومناطق تجمع المياه المالحة في الخزان الجوفي ، كما يستفاد من تقنيات النظائر في فهم ديناميكية البحيرات والخزانات المائية، وحساب كمية التبخر ، وفي تحديد آلية ومواقع التسرب في الخزانات المائية، وفي حساب معدلات الترسيب، وكذلك في قياس نسبة التصريف والهدر في الأنهار والمجاري المائية بشكل عام، وكذلك يستفاد من تلك التقنيات في تحديد مصادر المياه وأعمارها ونسب توزعها ونوعيتها (مياه قديمة أو جديدة) وفي توفير تقديرات صحيحة تبنى على أساسها خطط الاستثمار .

**** استخدام مصادر الطاقة المختلفة– وخاصةً النووية – لإزالة ملوحة الماء :** يمكن تنمية الصحراء والمناطق القاحلة، وخاصةً القريبة من البحار، باستخدام الطاقة النووية حيث يمكن الاستفادة من تلك الطاقة في استصلاح مساحات شاسعة من الأراضي الصحراوية ، ودعم قيام مجتمعات عمرانية مكتملة الخدمات فيها، وتوفير الكهرباء والاحتياجات الأخرى اللازمة لتلك المجتمعات بما فيها المياه العذبة، وذلك بتسخين المياه المالحة وتقطيرها بهدف الحصول على المياه العذبة منها0 وهناك نماذج لمفاعلات ذرية تعطي خمسين ألف متر مكعب من المياه العذبة يومياً مما يساعد على تحويل المناطق الصحراوية والقاحلة إلى مراكز مهمة للتنمية الاقتصادية والاجتماعية وهذا يؤدي في النهاية إلى نشر الازدهار والرفاهية في مختلف أرجاء الوطن العربي في حال تمكن العرب من الحصول على تلك التقنيات واستغلالها بشكل علمي مدروس[23] .

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات :

نستنتج مما تم تناوله في البحث مايلي :

1- إن الطاقة النووية مهمة جداً في اقتصاديات الدول ولمختلف جوانب التنمية للمجتمعات العصرية الحديثة وخصوصاً إذا ما استخدمت تطبيقاتها المختلفة، بطريقة سلمية في المجالات الزراعية والصناعية والطبية.

2- إن المشكلات البيئية المرتبطة باستخدام الوقود الأحفوري ، ومحدودية كميات ذلك الوقود، والغلاء المستمر في أسعاره، وعدم التوصل حتى الآن إلى طاقة متجددة رخيصة ونظيفة ومجدية اقتصادياً، كل ذلك أدى إلى تزايد الاهتمام بالطاقة النووية نظراً للمزايا العديدة التي تتمتع بها، وتميزها عن غيرها من مصادر الطاقة.

3- إن المخاطر الناتجة عن محطات الطاقة النووية مبالغٌ فيها بشكل مقصود بغية الإبقاء على الشعوب في حال التخلف والتبعية للقوى الرأسمالية المهيمنة على العالم .

4- إن الطاقة النووية هي طاقة نظيفة، ورخيصة نسبياً، وأكثر كفاءة من مصادر الطاقة الأخرى، ولا ينتج عنها غازات ضارة، وبالتالي فإنها لا تؤدي إلى رفع درجة حرارة الأرض ، كما أن كمية وحجم النفايات الناتجة عن المفاعلات خلال استخدامها العادي صغير جداً إذا ما قُورنت بمصادر الطاقة الأخرى.

5- إن محطات الطاقة النووية هي الأكثر أماناً مقارنةً بجميع المنشآت الصناعية الأخرى ، إضافةً إلى سهولة إقامة المفاعلات النووية بجوار مواقع الاستهلاك دون الحاجة إلى إجراءات نقل وإمداد معقدة فضلاً عن كونها مصدراً منتظماً يتناسب واحتياجات القطاعات الاقتصادية العالمية المتزايدة ، ولا يرتبط بظروف مناخية معينة كما هو الحال مع الطاقة الشمسية وطاقة الرياح وطاقة المياه.

6- إن الاستخدام الصحيح للطاقة النووية ولتقنيات النظائر المشعة يمكن أن يساعد في التغلب على مشكلات التصحر، ونقص المياه، وعدم كفاية المساحات الصالحة للزراعة لتأمين الاحتياجات المتزايدة للسكان .

7- إن إنتاج الطاقة على نطاق واسع من التفاعلات النووية الانشطارية أصبح حقيقةً في /35/ دولة في العالم وأغلبها دول متقدمة عسكرياً وصناعياً، مع قلة محدودة من الدول النامية. وأصبح معروفاً لدينا حوالي /3000/ نظير مختلف وأكثرها منتجة اصطناعياً ، و حالياً يستخدم أكثر من /200/ نظير منها استخداما تجارياً واسعاً.

8- إن الطاقة النووية هي طاقة متجددة حيث يمكن معالجة الوقود المستنفذ، واستخدامه من جديد كوقود، كما أن الكميات المتبقية من منتجات الانشطار ذات الإشعاع العالي (التي يسميها بعضهم "نفايات")، يمكن أن نستخرج منها نظائر ثمينة (طبية وغيرها)، وهي لا تشكل في جميع الأحوال سوى جزء ضئيل من مجمل الوقود المستنفذ / 3 - 4% / .

9- إن امتلاك دورة الوقود النووي – بما فيها تخصيب اليورانيوم – هو حقٌ لجميع الدول والشعوب ، شريطة الالتزام بمعاهدة حظر الانتشار النووي وملاحقها، وبنظام الضمانات الشاملة الذي يتيح للوكالة الدولية للطاقة الذرية التفتيش المفاجئ على المنشآت النووية للدول الموقعة على المعاهدة للتأكد من سلمية برامجها النووية، ومن عدم وجود أنشطة سرية لإنتاج الأسلحة النووية .

10- إن الوطن العربي – رغم امتلاكه لاحتياطيات نفطية وغازية كبيرة – يحتاج إلى بناء العديد من محطات الطاقة النووية بما فيها مفاعلات البحوث العلمية بغية الاستفادة من الإمكانيات التنموية التي توفرها المفاعلات، والتصدي للمشكلات الكثيرة التي تعاني منها الشعوب العربية بهدف رفع مستوى معيشة تلك الشعوب .

التوصيات:

1- إيلاء الطاقة النووية الاهتمام الذي تستحقه، وبناء المفاعلات النووية في مختلف أقطار الوطن العربي لإنتاج الطاقة الكهربائية بدلاً من استمرار الاعتماد على النفط والغاز المتناقصين.

2- السعي إلى الاستفادة من الإمكانيات التنموية الكبيرة التي توفرها محطات الطاقة النووية، وكذلك الاستفادة من الفورة النفطية الحالية في تنمية القطاعات الاقتصادية المختلفة،وفي تنويع مصادر الدخل بالقيام باستثمارات مدروسة في المجالات الصناعية والزراعية بما يحقق التنمية المستدامة في الأقطار العربية .

3- بما أن الوطن العربي يضم مساحات شاسعة من الأراضي الصحراوية والقاحلة فإنه من الضروري جداً الاستفادة القصوى من الطاقة النووية في تنمية المناطق الصحراوية من خلال خطين متوازيين أساسيين ، الأول: يتعلق بالتطوير في مجالات الزراعة الصحراوية، وتهيئة البيئة المناسبة للتنمية الاقتصادية ، والثاني : يتعلق بتوفير الطاقة والمياه النقية لصالح التنمية البشرية والصناعية في تلك المناطق القاحلة من خلال استخدام طرق هيدرولوجيا النظائر لتحديد خرائط المياه الجوفية وأماكنها، وأساليب شحنها من جديد، وتحديد أنجع أساليب استخدامها ، وكذلك استخدام الطاقة النووية، لإزالة ملوحة الماء .

4-السعي إلى الاستفادة القصوى من النظائر المشعة وتطبيقاتها في مختلف الميادين الزراعية والطبية والصناعية

5- إكمال دورة الوقود النووي في جميع الدول النووية والتوقف عن دفن الوقود المستنفذ نظراً للمكاسب العظيمة التي يمكن الحصول عليها من ذلك الوقود إذا ما تمت معالجته، وتصنيعه من جديد .

6- استمرار الدول العربية في مساعيها ، وبذل قصارى جهدها لإلزام إسرائيل بالانضمام إلى معاهدة حظر انتشار الأسلحة النووية، وإخضاع منشآتها النووية لرقابة الوكالة الدولية للطاقة الذرية وصولاً إلى جعل منطقة الشرق الأوسط منطقةً خاليةً من أسلحة الدمار الشامل بكل أنواعها .

المراجع:

[1] أبو شادي ، يسرى (كبير مفتشي الوكالة الدولية للطاقة الذرية) –*حتمية خيار الطاقة النووية*– مجلة السياسة الدولية .دار الأهرام في مصر، العدد/168/ –المجلد/42/– أبريل2007،/224/.

[2] *اليورانيوم*. ويكيبيديا، الموسوعة الحرة . <http:// ar .wikipedia.org/wiki/column-one>

[3] د.عشتار، يوسف. *الخيار النووي المغربي بين الدوافع المحفزة والأسباب المانعة* < www.tpin.on.ma>.

[4] *اليورانيوم*. ويكيبيديا، الموسوعة الحرة . <http:// ar .wikipedia.org/wiki/column-one>

[5] Dr . TENNENBAUM, J .*Isotope Economy* EIR.6.10.2006. www.larouchepub.com

[6] *طاقة قوة الرياح*. ويكيبيديا، الموسوعة الحرة . <http:// ar .wikipedia.org/wiki/column-one>

[7] د. النقري، معن . *بحث الواقع والآفاق*

</book05-sd008.html http://www.awu-dam.org/book/05/study05/322>

[8] *اليورانيوم*. ويكيبيديا، الموسوعة الحرة . <http:// ar .wikipedia.org/wiki/column-one>

[9]د.اللحيدان ،حمد، عبد الله . *أين نحن من الاستخدام السلمي للطاقة النووية* .

< http:www.alriyadh.com/2005/12/30/article119155-s.html >

[10] د.عشتار، يوسف. *الخيار النووي المغربي بين الدوافع المحفزة والأسباب المانعة* <www.tpin.on.ma>.

[11] الشرقاوي ، يسرا . الطاقة *النووية والسياسات الخضراء* ، مجلة السياسة الدولية – العدد/168/ –المجلد/42/ – أبريل2007، 234 .

[12] الراوي ، رياض.*البرنامج النووي الإيراني وأثره على منطقة الشرق الأوسط* 0 دار الأوائل في دمشق، 2006 ،330 .

[13]عبد القادر، نزار. *الدوافع النووية الإيرانية والجهود الدولية للاحتواء*.مجلة الدفاع الوطني اللبناني،العدد الرابع والخمسون، تشرين الأول2005 ، 128-127.

[14] HECHT,M,M.. *The Beauty of completing the Nuclear Fuel Cycle* .EIR-Arabic. May 5, 2006. <www .nysol .se/Arabic>

[15] العوضي،عائشة.*المفاعلات النووية ...آلات حرب تنتج طاقة* < www.islamonline.com >

[16] HECHT,M,M.. *The Beauty of completing the Nuclear Fuel Cycle* .EIR-Arabic. May 5, 2006. <www .nysol .se/Arabic>

[17] د.عشتار، يوسف. *الخيار النووي المغربي بين الدوافع المحفزة والأسباب المانعة* <www.tpin.on.ma>.

[18] العوضي،عائشة. *المفاعلات النووية ...آلات حرب تنتج طاقة* < www.islamonline.com >

[19] www.TerraNetplus.com

[20] العلوي ، خالد ، محمد . التجاذب *السياسي والتقني للملف النووي الإيراني* ، حركة التوافق الوطني الإسلامية، الكويت ، 2007 ، 34 <www.incm.net >

[21] HECHT,M,M.. *The Beauty of completing the Nuclear Fuel Cycle* .EIR-Arabic. May 5, 2006. <www .nysol .se/Arabic >

[22] د.بركات، محمود. *آفاق استخدام الطاقة النووية في المنطقة العربية*. مجلة السياسة الدولية – العدد/168/ – المجلد/42/ أبريل2007– 230.

[23] د. بركات، محمود. *آفاق استخدام الطاقة النووية في المنطقة العربية*. مجلة السياسة الدولية – العدد/168/ –المجلد/42/– أبريل2007، 231.