# اليورانيوم والصخر الزيتي المصادر المستقبلية لإنتاج الطاقة البديلة في الوطن العربي: المغرب والأردن انموذجاً

**الاستاذ المساعد الدكتور هيثم عبدالله سلمان***

**المدرس المساعد سكنه جهية فرج****

المقدمة:

تمثل الطاقة بلا ادنى ريب اللبنه الاساسية لتطوير وتحريك عجلة التنمية الاقتصادية، حتى اصبح مقدار كمية انتاجها واحتياطياتها من مؤشرات التنمية المستدامة، ودليلاً على تقدم وتحضر الدول عالمياً، اذ كلما تنوعت مصادر الطاقة وتوافرت بشكل يلبي الاحتياجات المتزايدة، كلما ارتفعت معها مؤشراتها التنموية المستدامة في رتب التسلسل الدولي، ومن هنا اصبح دور الطاقة في التنمية المستدامة بمثابة المعيار الذي يصنف الدول بيئياً ما بين مدافعة عن البيئية او ضارة بها.

لذلك احتلت مصادر الطاقة البديلة سواءً أكانت المتجددة منها ام غير المتجددة المكانة المتميزة في ميزان الطاقة العالمية، لاسيما مصادر الطاقة المتجددة التي تفي بالحفاظ على حماية البيئة من التلوث الناجم عن استهلاك الطاقة الاحفورية، فضلاً عن تنويع مصادر انتاجها لاسيما من مصادرها غير التقليدية.

وهكذا الحال في دراسة الطاقة الذرية التي تعتمد كثيراً على طريقة انتاجها، من خلال عمليات الانشطار النووي باستخدام مادة اليورانيوم بوصفه وقوداً اساسياً، وتُعد الطاقة الناتجة عنها من مصادر الطاقة غير المتجددة، بينما اذا استخدمت مادة التريتيوم في انتاج طاقة الاندماج النووي، فان الطاقة الناتجة منه تُعد من مصادر الطاقة المتجددة.

في حين يُعد الصخر الزيتي من مصادر الطاقة الجديدة غير التقليدية التي تعتمد كثيراً على التكنولوجيا المستخدمه، فضلاً عن اسعار الطاقة المنافسة.

**فرضية البحث:** استند البحث على فرضية مفادها " ان ارتفاع اسعار النفط والغاز ادى الى استخدام تقنيات اكثر تطوراً لإنتاج مصادر الطاقة غير التقليدية (الصخر الزيتي)، فضلاً عن الطاقة الذرية، ومن ثم فان عدم استخدامها سيسهم في الضغط على مصادر الطاقة الاحفورية، وبالتالي ارتفاع اسعارها الى مستويات قياسية في المستقبل.

* رئيس قسم الدراسات الاقتصادية/ مركز دراسات البصرة والخليج العربي/ جامعة البصرة، العراق.
E-mail: heaitham20052006@yahoo.com

** قسم الدراسات الاقتصادية/ مركز دراسات البصرة والخليج العربي/ جامعة البصرة، العراق.

**مشكلة البحث:** تنبع مشكلة البحث من ان عدم استثمار موارد الطاقة الممكن الحصول عليها بتوافر التكنولوجيا المتاحة سيسبب هدراً او ضياعاً للثروة الوطنية التي يمكن الافادة منها لسد جزء من الطلب المتزايد على الطاقة.

**خطة البحث:** وتتضمن المحاور الآتية:

المحور الاول

الاطار النظري للموارد المعدنية: اليورانيوم والصخر الزيتي

1- تعريف اليورانيوم والصخر الزيتي وأهميتهما الاقتصادية واستخداماتهما.
2- صفات اليورانيوم والصخر الزيتي ومميزاتهما.
3- اسعار اليورانيوم والصخر الزيتي في الاسواق العالمية واحتياطياتهما.
4- تكنولوجيا انتاج الطاقة من اليورانيوم والصخر الزيتي.

المحور الثاني

واقع الطاقة الكهربائية واقتصاديات اليورانيوم والصخر الزيتي في الوطن العربي

1- واقع انتاج الطاقة الكهربائية في المغرب والأردن.
2- واقع اقتصاديات اليورانيوم والصخر الزيتي في المغرب والأردن.
   - احتياطيات اليورانيوم والصخر الزيتي في المغرب والأردن
   - انتاج اليورانيوم والصخر الزيتي في المغرب والأردن

المحور الثالث

العوامل المحددة للاتجاهات المستقبلية لإنتاج الطاقة الكهربائية من اليورانيوم والصخر الزيتي في الوطن العربي

1- العوامل المحددة لإنتاج الطاقة الكهربائية من اليورانيوم والصخر الزيتي في الوطن العربي.
   - اسعار الطاقة في الاسواق العالمية
   - ازمة الطاقة العالمية
   - سياسة الطاقة العالمية
   - المستوى التكنولوجي لإنتاج الطاقة من اليورانيوم والصخر الزيتي في الوطن العربي.
   - حماية البيئة في الوطن العربي.
2- الاتجاهات المستقبلية لإنتاج الطاقة الكهربائية من اليورانيوم والصخر الزيتي في الوطن العربي
   - افاق انتاج الطاقة الكهربائية من اليورانيوم والصخر الزيتي في المغرب
   - افاق انتاج الطاقة الكهربائية من اليورانيوم والصخر الزيتي في الاردن

# المحور الأول

## الاطار النظري للموارد المعدنية: اليورانيوم والصخر الزيتي

### 1- تعريف اليورانيوم والصخر الزيتي وأهميتهما الاقتصادية واستخداماتهما

مما لا ريب فيه ان تهتم جميع منظمات ووكالات الطاقة العالمية بمصادر الطاقة كافة وبغض النظر عن جدواها الاقتصادية، وذلك لحصر جميع مصادر الطاقة التي من الممكن استهلاكها في المستقبل، ولعله يمكن الاستثمار فيها اذا ما توفرت لها الجدوى الاقتصادية لإنتاجها، اذ ان كثيراً من مصادر الطاقة كانت غير ذي جدوى اقتصادية في الثلاثة القرون السابقة، لا لأسباب ذاتية فقط ولكن لأسباب موضوعية متعلقة بمصادر الطاقة الاخرى مثل الاسعار وحجم الطلب وغيرها، بيد انها اصبحت بعد ذلك ذات جدوى اقتصادية، نتيجة توافر العوامل التي جعلتها ذات جدوى اقتصادية.

- **تعريف اليورانيوم**

اكتشف اليورانيوم أول مرة في حالة أكسيد على يد كلابروث عام 1789 وأعطي هذا الاسم تيمناً بأسم الكوكب أورانوس Uranus الذي اكتشفه هرشل قبل ذلك عام 1781[1]، واليورانيوم من المعادن الثقيلة المشعة التي تنشأ طبيعياً في التربة حيث يمثل اليورانيوم النسبة الأكثر وجوداً في قشرة الأرض ويميل أيضا إلى الانتشار خلال التربة لأن الصخور الموجودة في القشرة الخارجية عانت من عمليات التجوية وعوامل التعرية (المياه، والهواء، والنباتات، والحيوانات)[2]، الامر الذي يدل على ان تواجده امر طبيعي، لا يمكن للقوى البشرية التدخل فيه، بيد انه يمكن التقصي عن اكتشافه باستخدام التقنيات الحديثة من عمليات المسح الزلزالي.

- **تعريف الصخر الزيتي**

الصخر الزيتي هو من مصادر الطاقة غير التقليدية (الجديدة) أي بمعنى اخر هو من مصادر الطاقة الانتاجية الصناعية التي امكن التوصل اليها بفعل انشطة انسانية مركزة بعضها لا تسبب تلوثاً وبعضها الاخر يتسبب في حدوث مشكلات بيئية بحتة[3]، ويمكن تعريف الصخر

---

[1] د. مصطفى حمو ليلا، اليورانيوم وتخصيبه، مجلة عالم الذرّة، العدد (106)، تشرين الثاني/ كانون ألأول، الكويت، 2006، ص 54.
http://www.arp-asso.org/blog/wp-content/uploads/uranium%20enrichment1.pdf

[2] يوري سوكولوف، وراندي بيتي، الطاقة النووية المستدامة، مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرّية، العدد (1)، جنيف، تشرين الاول 2009، ص 35.
http://www.iaea.org/Publications/Magazines/Bulletin/Bull511/Arabic/51104023942_ar.pdf

[3] د. سنية محمد عبد الرحمن، الطاقة الجديدة والمتجددة، مكتب التربية العربي لدول الخليج، الرياض، 1993، ص 33.

الزيتي بانه صخر رسوبي من حبيبات ناعمة بنية داكنة مائلة الى السواد لامتصاصه المواد النفطية، ويحتوي على كمية كبيرة من المواد العضوية الصلبة (كيروجين) وينتج عنه سائل او غاز هيدروكاربوني بفضل التسخين والتقطير[1]، او هو عبارة عن صخور رسوبية تحتوي على مواد عضوية صلبة قابلة للاحتراق والتقطير وتحتوي على نسبة من المواد العضوية الثقيلة التي يدخل في تركيبها النيتروجين والأوكسجين تسمى الكيروجين متخللة بين حبيباتها، ويحتوي الصخر الزيتي على نسبة تزيد عن 10 % من الوزن على شكل نفط، و 5 % على شكل غاز[2].

- **الاهمية الاقتصادية لليورانيوم والصخر الزيتي**

ان الاهتمام بالاستثمار في مصادر الطاقة الذرية من خلال اليورانيوم لإنتاج الطاقة الكهربائية يعتمد على مجموعة من العوامل منها، تزايد الطلب على الطاقة، وشحة مصادرها او ارتفاع اسعارها، وتامين امداداتها، وحماية البيئة من التلوث، وتوافر التمويل اللازم، وانخفاض المخاطر المالية بفضل امكانية التنبؤ اكثر بالطلب على الكهرباء وبأسعارها، فضلاً عن وجود هياكل سوق مستقرة، وتوفر دعم سياسي محايد[3]. في حين جاء الاهتمام بمصادر الطاقة الجديدة ومنها الصخر الزيتي نتيجة توافر الاحتياطيات الكبيرة في مناطق معينة في ظل توافر تكنولوجيا متقدمة تجعل من انتاجه ذا جدوى اقتصادية في ظل اسعار الطاقة العالمية، ومن ثم ستزداد اهمية الطاقة على المستوى العالمي، وذلك لأنها تشكل عنصراً مهماً من مدخلات الانتاج الرئيسة في الصناعة، مما يعني ان تذبذب اسعار الطاقة ينعكس بصورة كبيرة على تكاليف الانتاج، فضلاً عن الاسعار النهائية للمنتجات الصناعية[4]، ولاسيما للدول الاكثر تنوعاً من الناحية الاقتصادية ومنها الاردن ومصر والمغرب وغيرها.

---

[1] الطاقة في الاردن (ارقام ومؤشرات)، دائرة الاحصاءات العامة، عمان، بدون سنة، ص 15.
http://www.dos.gov.jo/dos_home_a/Energy%20in%20Jordan.pdf

[2] بهجت عليمات، الصخر الزيتي كأحد الخيارات المستقبلية للتوسع في توليد الطاقة الكهربائية في الاردن، ندوة واقع ومستقبل قطاع الكهرباء في الوطن العربي للمدة (14-17) كانون الاول 2009، تونس، ص 2.
http://www.steg.com.tn/dwl/Bahjet_Alimet_Jordanie.pdf

[3] هيأة التحرير، القوى النووية واقتصاديات الطاقة وامن الطاقة، مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، العدد (1)، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، فيينا، اذار 2013، ص 3.
http://www.iaea.org/Publications/Magazines/Bulletin/Bull541/Arabic/54104710303_ar.pdf

[4] http://www.zci.org.jo/DesktopModules/ZCI_V2/uploadFolder/14/01092010/Power%20Consumption.pdf, P 10.

- **استخدامات اليورانيوم والصخر الزيتي**

يمكن استخدام اليورانيوم في انشطة كثيرة تتوزع ما بين الانشطة الصناعية والطبية والبحثية، فيمكن استخدام اليورانيوم المخصب في توليد الطاقة الكهربائية عن طريق الانشطار عندما يكون نسبة التخصيب من (3–5) %، فضلاً عن استخدامه في تصنيع الدروع المنيعة للدبابات وناقلات الجنود، ويستخدم في السلاح النووي عندما يكون التخصيب من (20–90) %[1]، في حين يمكن استخدامه بأنشطة اقتصادية واجتماعية وبيئية اخرى من اهمها[2]:

أ- الاغذية والزراعة من خلال تحسين السلالات النباتية وتشعيع الاغذية، فضلاً عن الصحة الحيوانية ومكافحة الافات الحشرية.

ب- الصحة البشرية من خلال الاستخدام المأمون والفعال للإشعاعات في الطب.

ت- الموارد المائية من خلال استخدام النظائر المشعة لتقييم الموارد المائية وإدارتها.

ث- البيئة من خلال استخدام الكالسيوم 45 وغيره من النظائر لتقصي اثار تحمض المحيطات على الكائنات المهمة من الناحية التجارية كالأسماك والرخويات وغيرها.

فضلاً عن الاستخدامات غير السلمية لليورانيوم، اذ ينتج عن (5–10) كيلو غرامات من اليورانيوم القابل للانشطار (نظير اليورانيوم 238) كيلو غرام واحد من اليورانيوم المخضب، بينما النفايات النووية المتبقية تدعى باليورانيوم المنضب (المستنفد)[3]، فمثلاً يتطلب انتاج كيلو غرام واحد من اليورانيوم المخصب لدرجة 5 % فقط ما مقداره 11.8 كغم من اليورانيوم الطبيعي ويخلّف 10.8 كغم من اليورانيوم المستنفد او المنضب الى درجة 0.3 %[4]، الذي يستخدم بالأسلحة النووية كتحصيل حاصل، وبذلك تتحقق غايتين، اولهما: انتاج الاسلحة النووية التي تجعل من منتجها صاحب قوة ردع عسكرية، وثانيهما التخلص من النفايات النووية من خلال جعل الاسلحة النووية اماكن خزن يمكن في وقت ما ان تدر اموال كبيرة في حالة دخولها النشاط التجاري وفق الشروط والمعايير الدولية لكونها اسلحة دمار غير شامل.

---

[1] محمد أحمد الدوري، محاضرات في الاقتصاد البترولي، جامعة عنابة، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 1983، ص 65 .

[2] الوكالة الدولية للطاقة الذرية، التقرير السنوي لعام 2009، فيينا، 2010، ص. ص 6–9.
http://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC54/GC54Documents/Arabic/gc54-4_ar.pdf

[3] د. صبحي صالح محمد، د. زينب ليث عباس، دور وسائل الاعلام في معالجة اثار اليورانيوم، المجلة الدولية للبيئة والتغيرات المناخية العالمية، العدد (1)، المنظمة الأورو عربية لأبحاث البيئة والمياه والصحراء، عمان، 2013، ص 72.

[4] د. مصطفى حمو ليلا، مصدر سابق، ص 60.

بيد ان ما يهمنا في هذا المضمار الاستخدامات السلمية للطاقة الذرية، اذ ذكرت التقارير الدولية ان عدد المفاعلات العاملة على المستوى العالمي قد ارتفعت من 177 مفاعلاً عام 1976 بلغت قدرتها الكهربائية 86000 ميكاواط الى 441 مفاعلاً عام 2010 بلغت قدرتها 374682 ميكاواط ثم انخفضت الى 437 مفاعلاً في اذار عام 2013 بلغت قدرتها الاجمالية حوالي 372613 ميكاواط[1]، وذلك بسبب حادثة فوكوشيما دايتشي في اليابان في اذار 2011 التي ارجعت هاجس الخوف والرعب للمجتمع الدولي، وكما اكد تقرير المنتدى العربي للبيئة والتنمية عام 2013 عن وضع الصناعة النووية في العالم " فان ثلاثة من الاقتصادات الاربع الاكبر في العالم وهي الصين والمانيا واليابان التي تشكل معاً ربع الناتج المحلي الاجمالي العالمي، تعتمد الان في اقتصاداتها على انواع الطاقة المتجددة اكثر من اعتمادها على الطاقة الذرية[2]، ومن ثم فان مستقبلها يعتمد كثيراً على ما يروجه الاعلام الغربي للحوادث للنووية التي قد تحدث في مخازن الوقود النووي وبالمفاعلات النووية.

في حين يمكن استخدام الصخر الزيتي في مجالات عدة من اهمها: توليد الطاقة الكهربائية من خلال الحرق المباشر له، واستخراج النفط والغاز منه عن طريق عمليات التقطير، وفي بعض الصناعات البتروكيمياوية وفي انتاج الاسمنت، فضلاً عن انتاج الاسفلت لتعبيد الطرق[3].

**2- صفات اليورانيوم والصخر الزيتي ومميزاتهما**

- **صفات اليورانيوم ومميزاته**

يتمتع اليورانيوم بمجوعة كبيرة من الصفات الذاتية التي تضعه في مصاف المعادن النادرة في الطبيعة ومن اهمها: كثافته التي تبلغ 19.01 غرام لكل سنتمتر مكعب وهو أثقل من الرصاص بنحو 65 % وعندما يُقسم يمكن أن يتفاعل مع الماء البارد أو مع الهواء ليصبح مغطى بطبقة من الأكسيد، يُستخرج المعدن من فلزاته ويحول كيميائياً إلى أكاسيد أو إلى أية أشكال كيميائية أخرى تستخدم في الصناعة، وهو كمعدن له تأثير سمِّي ويعد من العناصر الطبيعية الضعيفة النشاط الإشعاعي، ويفوق الفولاذ ليونة بقليل كما يقبل الطرق والسحب، فضلاً

---

[1] هيأة التحرير، احصاءات رئيسية، مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، العدد (1)، جنيف، اذار 2013، ص 16.
http://www.iaea.org/Publications/Magazines/Bulletin/Bull541/Arabic/54104711616_ar.pdf

[2] تقرير المنتدى العربي للبيئة والتنمية 2013: البيئة العربية 6 الطاقة المستدامة التوقعات، التحديات، الخيارات، تحرير: ابراهيم عبد الجليل، وآخرون، المنتدى العربي للبيئة والتنمية، بيروت، 2013، ص 11.
http://www.afedonline.org/report2013/ARABIC/Sustainable%20Energy-Arabic.pdf

[3] بهجت عليمات، مصدر سابق، ص. ص 2-3.

عن ضعف قابليته للمغنطة (مغناطيسيته مسايرة)[1]، ويعد اليورانيوم (−235) من أهم النظائر التى يعتمد عليها في الحصول على الطاقة عن طريق الانشطار النووى، وتتسم القوى النووية التي يتمتع بها اليورانيوم بميزتين من شانهما زيادة المرونة بوجه عام، اولهما: ان تكاليف توليد الكهرباء النووية اقل تأثراً بكثير بالتغييرات في اسعار الوقود من تأثر تكاليف توليد الكهرباء بالوقود الاحفوري، وثانيهما: ان اليورانيوم متاح في دول منتجة متنوعة في ظل الحاجة الى كميات قليلة منه، ما يسهل تكوين ارصدة استراتيجية[2]. الامر الذي سيلقي بضلالة لتوفير احتياطي كبيرة من الطاقة الاولية يمكن معها دعم مصادر الطاقة الاحفورية التي انخفضت معدلات نمو انتاجها في السنوات الاخيرة، ومن ثم امكانية ايجاد محفظة متنوعة في ميزان الطاقة العالمية.

- **صفات الصخر الزيتي ومميزاته**

يتسم الصخر الزيتي بأنه غني بالمواد العضوية، وعند تسخينه إلى 500 درجة مئوية ينتج الزيت، تكوّن عندما تجمعت رواسب الطحالب في المستنقعات والبحيرات، ثم أصبحت صلبة، ومع مرور الوقت تحوّلت المادة العضوية في الرواسب إلى كروجين، وهي مادة شمعية، تتبخر عند تسخينه، ويمكن تبريده وتقطيره لإنتاج مجموعة من المنتجات النفطية السائلة[3]، ومن اهم مميزاته هي القيمة الحرارية الكبيرة له التي تصل الى حوالي 1500 كيلو كالوري/ كغم، مما يجعله مصدراً مهماً للطاقة[4]، اذ تستخدم استونيا على سبيل المثال ما يقارب 80 % من الانتاج السنوي لتوليد الطاقة الكهربائية، و 18 % لإنتاج النفط، و 2 % في تصنيع الاسمنت، ويسهم ايرادات الصخر الزيتي بنسبة 4 % من الناتج المحلي الاجمالي عام 2010، ويعمل في حقول الصخر الزيتي حوالي 7500 عامل[5]، وبذلك احتلت استونيا المرتبة الاولى عالمياً باستثمار مورد الصخر الزيتي من الناحية الفعلية.

---

[1] د. مصطفى حمو ليلا، مصدر سابق، ص 54.

[2] هيأة التحرير، القوى النووية واقتصاديات الطاقة وامن الطاقة، مصدر سابق، ص 3.

[3] الهيأة العامة للبيئة، الصخور الزيتية، مجلة بيئتنا، العدد (157)، الكويت، 2010، ص 12.

[4] الهيأة العامة للبيئة، الصخور الزيتية، مجلة بيئتنا، العدد (132)، الكويت، 2013، ص 23.

[5] هيأة التحرير، الحصول على الطاقة من الارض: معدات شركة كاتربلر تساعد في دعم استونيا، مجلة كاتربلر، العدد (2)، جنيف– سويسرا، 2011، ص 14.
http://middleeast-africa.cat.com/cda/files/3804921/20/1104-Bergerat_Monnoyeur_Algerie-SA_ISSUE%202-2011.pdf

**3– اسعار اليورانيوم والصخر الزيتي في الاسواق العالمية واحتياطياتهما**

بالرغم من ان اليورانيوم والصخر الزيتي هما مصدرا طاقة تنافس مصادر الطاقة التقليدية والمتجددة، إلا انهما يعتمدان في انتاجهما على مصادر الطاقة التقليدية في معظمها، اذ تحتاج عمليات تعدينهما الى مصادر طاقة كبيرة متمثلة بالمشتقات النفطية لتحريك عجلة الالات والمعدات الضخمة، فضلاً عن حاجتهما لكميات كبيرة من الكهرباء لتشغيل مضخات المياه التي تحتاج لها عمليات الاستخراج والتعدين، وبالتالي فان ارتفاع اسعار الطاقة الاحفورية سيسهم بلا ريب على ارتفاع تكاليف انتاجهما.

ومن ملاحظة بيانات الجدول (1) يتبين ان سعر اليورانيوم قد ارتفع من 100 دولار / كغم عام 2009[1] الى 130 دولار/ كغم عام 2012، وذلك لأسباب عدة من اهمها: تأثر اسعار اليورانيوم بأسعار وقود الطاقة الاحفورية، وزيادة الطلب على مادة اليورانيوم لتشغيل مفاعلات في بعض الدول او تخزينه لحين اكتمال بناء مفاعلاتها النووية، وبالرغم من ذلك الارتفاع تظل اسعار اليورانيوم دون مستوياتها الحقيقية التي تعكس اهميتها الاقتصادية لكونها اهم مصادر طاقة المستقبل، وقد ترجع اسبابه الى محدودية عدد المفاعلات عالمياً، في ظل التوزيع الجغرافي الكبير لاحتياطيات اليورانيوم.

ومن الملاحظ ايضاً ان مصادر اليورانيوم التقليدية المعروفة حالياً قد ارتفع عمرها الافتراضي من 80 سنة وفق تقديرات الرابطة النووية الدولية الى 160 سنة عام 2012 وفق تقديرات وكالة الطاقة العالمية ووكالة الطاقة الذرية العالمية، وذلك بحسب الاسعار ومعدلات الاستهلاك الحالية[2]، بعد ان كان عمره الافتراضي 53 سنة عام 2007[3]، وهي بذلك جاوزت العمر الافتراضي لأعلى عمر افتراضي لمصادر الطاقة الاحفورية إلا وهو الفحم الذي بلغ 109 سنة عام 2012، اذ يُعد العمر الافتراضي للاحتياطيات من المعايير والمؤشرات المهمة من الناحيتين الاقتصادية والسياسية– لاسيما وأنها تؤمن مصدر النقد الاجنبي لأطول فترة ممكنة

---

[1] د. ايوب ابو دية، الطاقة النووية ما بعد فوكوشيما، المكتبة الوطنية، عمان، 2011، ص 32.
http://www.google.iq/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=17&ved=0CEgQFjAGOAo&url=http%3A%2F%2Fwww.resourcecrisis.com%2Ffiles%2Fbooks%2Fnuclear-energy-1.doc&ei=MGcyU8zHBaaJ0AXCzoCIDQ&usg=AFQjCNFO1gXK8m9RXcD-LWn8gBDfIONAGg

[2] هيأة التحرير، القوى النووية واقتصاديات الطاقة وامن الطاقة، مصدر سابق، ص 3.

[3] د. ايوب ابو دية، مصدر سابق، ص 28.

للدول المصدرة له، وتوفر الامان السياسي في ظل الامكانات المتناقصة[1]، فكيفما الحال بالنسبة للدول التي تعاني من احتياطيات قليلة– الامر الذي يدل على ان هناك احتياطيات كبيرة غير مؤكدة يمكن معها انتاج الطاقة الذرية وغيرها من الاستخدامات الاخرى.

الجدول (1)

اسعار الطاقة التقليدية وغير التقليدية واحتياطياتهما عالمياً وعمرهما الافتراضي لعام 2012

| المصدر | السعر (دولار) | الانتاج | الاحتياطي | العمر الافتراضي (سـنة) |
|---|---|---|---|---|
| اليورانيوم | 130 كغم | *43.8 الف طن | *12.4 مليون طن | 160 |
| الصخر الزيتي | ... | ... | ** 950.4 مليار طن | ... |
| النفط | 111 لكل برميل | 86152000 برميل / يوم | 1669000 مليون برميل | 52.9 |
| الغاز | 2.5 لكل مليون وحدة حرارية بريطانية | 3364 مليار م3 | 187.3 تريليون م3 | 55.7 |
| الفحم | 119 لكل طن | 7864.5 مليون طن | 860938 مليون طن | 109 |

المصدر:

– هيأة التحرير، الحصول على الطاقة من الارض: معدات شركة كاتربلر تساعد في دعم استونيا، مجلة كاتربلر، العدد (2)، جنيف– سويسرا، 2011، ص 14.
http://middleeast-africa.cat.com/cda/files/3804921/20/1104-Bergerat_Monnoyeur_Algerie-SA_ISSUE%202-2011.pdf

– BP Statistical Review of World Energy June 2013.
http://www.bp.com/statisticalreview

* لعام 2011
** لعام 2008

[1] د. هيثم عبدالله سلمان، احمد صدام عبد الصاحب، امكانات اوبك الخليجية في سوق النفط العالمية مع اشارة خاصة الى النفط العراقي، مجلة المستقبل العربي، العدد (358)، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، 2008، ص 43.

**4– تكنولوجيا انتاج الطاقة من اليورانيوم والصخر الزيتي**

توفر التكنولوجيا امكانات هائلة لحماية البيئة والحفاظ على الطاقة، فضلاً عما تنتجه من اضافات لزيادة التحسينات التكنولوجية عن طريق نفقات البحث والتطوير وما تؤول اليه، لا لإيجاد البدائل الهيكلية داخل مصادر الطاقة فقط، ولكن لاستخدام مصادر الطاقة المتجددة التي تستخدم التكنولوجيا المتقدمة[1]، فضلاً عن مصادر الطاقة الجديدة وغير التقليدية. لذا تختلف التكنولوجيا المستخدمة لإنتاج مصادر الطاقة بشكل عام، من مصدر الى اخر وذلك تبعاً لنوع مصدر الطاقة: الطاقة الاحفورية، الطاقة المتجددة، الطاقة غير التقليدية، وغيرها، وذلك نتيجة لخصوصية كل مصادر من مصادرها، وفيما يلي اهم انواع التكنولوجيا المستخدمة:

- **تكنولوجيا انتاج الطاقة الذرية من اليورانيوم**

لقد تنوعت تكنولوجيا انتاج الطاقة الكهربائية من مصادرها النووية وذلك تبعاً لنوع المفاعل المستخدم لإنتاجها، فالمفاعل يولد طاقة على هيئة حرارة يمكن الافادة منها في توليد بخار يستعمل في دوران التوربينات وتوليد الطاقة الكهربائية، ويمكن تقسيم المفاعلات الى[2]:

أ– مفاعلات الماء العادي وهي المفاعلات التي تستخدم الماء العادي مهدئاً ومبرداً وناقلاً للحرارة، وتنقسم هذه الى نوعين حسب دورة الماء في نقل الحرارة الى التوربينات وهي، مفاعلات الماء المغلي BWR ومفاعلات الماء المضغوط PWR التي تُعد من اكثر المفاعلات شيوعاً في العالم لتوليد الكهرباء، كما يستخدم في السفن والغواصات التي تدار بالطاقة النووية.

ب– مفاعلات الماء الثقيل وهي المفاعلات التي تستخدم الماء الثقيل الذي يحتوي على الديوتيريوم بدلا من الهيدروجين، وقد تم تطويرها في كندا وتعرف باسم كاندوا CANDU.

ج– مفاعلات التبريد الغازي وهي المفاعلات التي تستخدم الجرافيت مهدئاً وثاني اكسيد الكربون مبرداً في دورة اولية، لينقل الحرارة الى دورة ثانوية لتوليد البخار.

د– مفاعلات الماء والجرافيت وهي المفاعلات التي تستخدم الجرافيت مهدئاً والماء العادي مبرداً وناقلاً للحرارة، وكان مفاعل تشرنوبيل من هذا الطراز.

---

[1] د. هيثم عبدالله سلمان، مؤشرات الطاقة المستدامة في دول الخليج العربي، مجلة التنمية الصناعية العربية، العدد (63)، المنظمة العربية للصناعة والتعدين، الرباط، 2007، ص 138.

[2] http://www.keu92.org/uploads/Search%20engineering/Tawled%20Karaba%20min%20Taqa%20Nawawea.pdf. P.P 5-6.

ان تطبيقات التكنولوجيا النووية في غير مجالات انتاج الطاقة في الدول الصناعية – مثل الولايات المتحدة الامريكية واليابان وبعض دول غرب اوربا – تتجاوز تطبيقاتها في مجال انتاج الطاقة، الامر الذي يدل على ان استخدام التكنولوجيا النووية في الطب والزراعة والمجالات الاخرى له اثر كبير في اقتصاديات الصناعة[1]، ومن ثم تتيح التكنولوجيا النووية للدول في التوسع في استخدام مجالاتها المتنوعة والكثيرة وذلك تبعاً لتطورها الاقتصادي والتكنولوجي.

- **تكنولوجيا انتاج الطاقة من الصخر الزيتي**

امتلكت الولايات المتحدة الامريكية ارقى تقنيات إنتاج النفط من الصخر الزيتي على يد شركة شل من خلال مشروع "شل للطاقة من الموارد غير التقليدية" او ما يسمى باختصار مشروع شور SURE، اذ يقوم باختبار تكنولوجيا لإنتاج النفط من الصخور الزيتية من خلال انزال اجهزة تسخين داخل الارض لترفع الحرارة تحتها الى اكثر من 300 درجة مئوية لتحويل تلك الصخور الى نفط خفيف فائق الجودة، وتقدر حكومة الولايات المتحدة الامريكية ان صخورها الزيتية تحتوي على واحد تريليون برميل نفط – أي ما يقارب اربعة اضعاف الاحتياطي المثبت لدى المملكة العربية السعودية[2]، فيما يتم انتاج الغاز الصخري عن طريق الجمع بين تقنيتي الحفر الافقي والتصديع المائي (التكسير الهيدروليكي)[3]، فيما يرى بعض المختصين ان هذه التقنية يمكن ان تنتج النفط والغاز الصخري معاً.

---

[1] فيكتور ام. موروجوف، نهضة نووية غائمة، مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، العدد (2)، جنيف، اذار 2007، ص 22.
http://www.iaea.org/Publications/Magazines/Bulletin/Bull482/Arabic/48204792124_ar.pdf

[2] تقرير شل حول التنمية المستدامة لعام 2006: مواجهة تحديات الطاقة، ص 9.
http://reports.shell.com/sustainability-report/2012/servicepages/previous/files/ssr06_arabic.pdf

[3] دراسة موارد الطاقة: نظرة مركزة على الغاز الصخري، مجلس الطاقة العالمي 2010، لندن، 2010، ص 10
http://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2011/12/Shale_Gas_Ar.pdf

## المحور الثاني

## واقع انتاج الطاقة الكهربائية واقتصاديات اليورانيوم والصخر الزيتي في الوطن العربي

تُعد الطاقة الكهربائية من المهام الرئيسة التي تضطلع بها الدول لتعزيز امنها الاقتصادي والاجتماعي والسياسي، كونها خدمة ستراتيجية يمكن معها تحريك انشطة الاقتصاد الوطني في كل محاوره الصناعية والزراعية والتجارية والخدمية وغيرها، حتى صارت كمية الامداد بها معياراً دولياً لمستوى تقدم وتحضّر الدول ثقافياً، فضلاً عن انها معيار مهم في تحقيق مؤشرات الطاقة المستدامة.

ونظراً لتوافر كميات كبيرة من الطاقة الهيدروكربونية في الدول العربية، سواءً لامتلاكها للاحتياطيات ام لقربها من الدول المنتجة لها، أصبح من البديهي ان يتركز معظم انتاج الطاقة الكهربائية من المحطات الحرارية وخصوصاً من المحطات الغازية والبخارية، اذ بلغت نسبة مساهمة انتاج الطاقة الكهربائية من محطاتها الغازية في اجمالي انتاج الطاقة الكهربائية في الدول العربية حوالي 35 %، والمحطات البخارية حوالي 34 % عام 2012، ومحطات الدورة المزدوجة حوالي 23 %، ومحطات الديزل 2 %، فيما بلغت محطات الطاقة الكهرومائية حوالي 5 %، ومحطات طاقة الرياح والشمسية 0.5 % عام 2012[1].

### 1- واقع انتاج الطاقة الكهربائية في المغرب والاردن

- **المغرب:**

لقد شكل هاجس توفير الطاقة الكهربائية لعموم سكان المغرب قلق السلطات الحكومية، اذ ارتفع عجز الطاقة من 14320 مليار طن مكافئ نفط عام 2009 الى 16495 مليار طن مكافئ نفط عام 2011، أي ان نسبة الاعتماد على الطاقة (العجز في الطاقة / استهلاك الطاقة) ارتفعت من 94.6 % عام 2009 الى 95.6 % عام 2011[2]، الامر الذي يدل على الحاجة الماسة لتجهيز عمليات التنمية الاقتصادية من الطاقة الكهربائية.

من خلال ملاحظة بيانات الجدول (2) يتبين ارتفاع الاستطاعة الفعلية لمحطات الطاقة الكهربائية من 6320 ميكاواط عام 2009 الى 6677 ميكاواط عام 2011 ثم انخفضت بعد ذلك الى 6369 ميكاواط عام 2012، وذلك بسبب تدني النفقات التشغيلية المخصصة لقطاع الطاقة الكهربائية في الميزانية العامة لعام 2012.

---

[1] التقرير الاحصائي السنوي 2013، منظمة اوابك، الكويت، 2014، ص 138.

[2] http://www.finances.gov.ma/ArMa/Pages/Statistiques.aspx?m=%D9%85%D9%87%D9%86%D9%86%D8%A7&m2=%D8%A7%D9%84%D8%AF%D8%B1%D8%A7%D8%B3%D8%A7%D8%AA%20%D9%88%D8%A7%D9%84%D8%A5%D8%AD%D8%B5%D8%A7%D8%A6%D9%8A%D8%A7%D8%AA

اما فيما يخص توليد الطاقة الكهربائية حسب مصادرها، فقد احتلت المحطات البخارية التي تستخدم النفط الخام والفحم الحجري المرتبة الاولى، فيما احتلت محطات الطاقة الكهرومائية المرتبة الثانية، الامر الذي يدل على ان قطاع الطاقة الكهربائية متجه نحو الاستدامة من خلال الموائمة ما بين المحطات الباعثة لثاني اكسيد الكربون وبين المحطات الصديقة للبيئة.

الجدول (2)

تطور الاستطاعة الفعلية لمحطات توليد الطاقة الكهربائية

في المغرب للمدة (2009–2012) (ميكاواط)

| نوع المحطة | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|---|---|---|---|---|
| البخارية | 2385 | 2385 | 2385 | 2385 |
| الديزل | 179 | 195 | 202 | 195 |
| الغازية | 915 | 915 | 1215 | 915 |
| الدورة المركبة | 850 | 850 | 850 | 850 |
| المائية | 1770 | 1770 | 1770 | 1770 |
| الرياح | 221 | 254 | 255 | 254 |
| المجموع | 6320 | 6369 | 6677 | 6369 |

المصدر:


- النشرة الاحصائية 2010، العدد (19)، الاتحاد العربي للكهرباء، تونس، 2010، ص 1. http://auptde.org/Article_Files/4.pdf
- النشرة الاحصائية 2011، العدد (20)، الاتحاد العربي للكهرباء، تونس، 2011، ص 4. http://auptde.org/Article_Files/2011.pdf
- النشرة الاحصائية 2012، العدد (21)، الاتحاد العربي للكهرباء، تونس، 2012، ص 1. http://auptde.org/Article_Files/main2012.pdf
- التقرير الاحصائي السنوي 2013، منظمة اوابك، الكويت، 2014، ص 138.

**• الاردن:**

لقد تبنت سياسة الطاقة في الحكومة الاردنية ستراتيجية سد احتياجاتها من الطاقة الكهربائية من مصادرها المختلفة، اذ استمرت المملكة وخلال السنوات الماضية بتجهيز معظم وقود محطاتها الكهربائية من الخارج، فهي تستورد اكثر من 97 % من احتياجاتها النفطية. ومن ملاحظة بيانات الجدول (3) يتبين ان انتاج معظم محطات الطاقة الكهربائية ومن بينها البخارية والمائية والرياح والغاز الحيوي ظلت ثابتة خلال المدة (2009–2012)، وذلك لأسباب مختلفة، فثبات انتاج الطاقة الكهربائية في المحطات البخارية يعزى الى عدم التوسع في انتاج الطاقة الكهربائية في اكثر محطات الطاقة تلوثاً للبيئة، فيما ترجع اسباب ثبات محطات الطاقة الكهربائية من مصادرها المتجددة الى صغر كمية الطاقة المنتجة منها، فضلاً عن عدم توفر الفرص الاستثمارية للمساهمين الاجانب او المؤسسات الدولية التي تعنى بتشجيع انتاج الطاقة من مصادرها المتجددة، فيما انخفض انتاج الطاقة الكهربائية في المحطات الغازية من 600 ميكاواط عام 2010 الى 499 ميكاواط عام 2012، وذلك نتيجة انخفاض كمية الغاز الطبيعي المزود من مصر اليها البالغ 80 % من الغاز الطبيعي المتورد قبل احداث ثورة يناير 2011.

الجدول (3)

تطور الاستطاعة الفعلية حسب مصادرها في الاردن

للمدة (2009–2012) (ميكاواط)

| نوع المحطة | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|---|---|---|---|---|
| البخارية | 925 | 925 | 925 | 925 |
| الديزل | 149 | 149 | 134 | 134 |
| الغازية | 389 | 600 | 499 | 499 |
| الدورة المركبة | 965 | 1317 | 1737 | 1737 |
| المائية | 12 | 12 | 12 | 12 |
| الرياح | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 1.4 |
| الغاز الحيوي | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 |
| المجموع | 2445 | 3008 | 3312 | 3312 |

المصدر:

– التقرير السنوي 2012، شركة الكهرباء الوطنية المساهمة العامة، عمان، 2013، ص 19. http://www.nepco.com.jo/store/docs/web/2012_ar.pdf

**2– واقع اقتصاديات اليورانيوم والصخر الزيتي في المغرب والأردن**

يقصد باقتصاديات اليورانيوم والصخر الزيتي جميع العمليات التي تجرى على المواد الخام بشكل عام من: اكتشاف الاحتياطيات وعمليات الانتاج وأنشطة الاستهلاك، فضلاً عن التبادل التجاري، ولبعض الدول العربية ولاسيما المغرب والأردن، خطط طموحة لإنتاج اليورانيوم والصخر الزيتي لامتلاكهما كميات كبيرة منه مقارنةً ببقية الدول العربية.

**أ– احتياطيات اليورانيوم والصخر الزيتي في المغرب والأردن**

لقد تفاوتت تقديرات وكالات ومنظمات الطاقة الدولية لاحتياطيات اليورانيوم، وذلك لصعوبة تحديد كمياتها كمواد خام قابلة للاستخراج، او كمواد مخالطة لمعادن اخرى، اذ قدرت وكالة الطاقة النووية NEA ووكالة الطاقة الذرية العالمية IAEA احتياطيات اليورانيوم بـ 12.227 مليون طن، فيما قدرت الرابطة النووية الدولية WNA الاحتياطيات بـ 5.327 مليون طن عام 2011، وذلك نتيجة اختلاف تقديرات احتياطيات المغرب من اليورانيوم، اذ قدرت الاولى بـ 6.9 مليون طن عام 2011، أي ما يزيد عن موارد اليورانيوم التقليدية العالمية المعروفة حالياً[1]، فيما قدرت الثانية نسبة احتياطيات اليورانيوم في المغرب بأقل من 1 % في اجمالي الاحتياطيات العالمية[2]، ومن بين اهم الاسباب التي دعت الى تصدر المغرب المرتبة الاولى عالمياً باحتياطيات اليورانيوم، كونها تتمتع باحتياطيات كبيرة من المعادن ومن اهمها الفوسفات الذي يضم في بعض انواعه اكسيد اليورانيوم.

اما الاردن فقد ارتفعت احتياطياتها من اليورانيوم من 122 الف طن عام 2007[3]، الى 185 الف طن عام 2011 (لاحظ الجدول 4)، وكما في المغرب فان احتياطيات اليورانيوم في الاردن لا يتواجد بشكل خام، وإنما يتوزع في معظمة في الفوسفات التي تقدر كميتها بـ 100 الف طن، بينما بلغ الخام منه 85 الف طن تتوزع ما بين 65 الف طن من اوكسيد اليورانيوم في وسط الاردن، و 20 الف طن من اكسيد اليورانيوم في منطقة الحسا[4].

---

[1] هانز هولغز روغنز، عدنان شهاب الدين، خيار الطاقة النووية، في تقرير المنتدى العربي للبيئة والتنمية 2013: البيئة العربية 6 الطاقة المستدامة التوقعات، التحديات، الخيارات، تحرير: ابراهيم عبد الجليل، وآخرون، المنتدى العربي للبيئة والتنمية، بيروت، 2013، ص 94.
http://www.afedonline.org/report2013/ARABIC/Sustainable%20Energy-Arabic.pdf

[2] http://www.world-nuclear.org/info/Nuclear-Fuel-Cycle/Uranium-Resources/Supply-of-Uranium/

[3] د. ايوب ابو دية، مصدر سابق، ص 28،

[4] الكتاب الابيض للطاقة النووية في الاردن: التقرير النهائي، هيئة الطاقة الذرية الاردنية، عمان، حزيران 2011، ص 32.
http://www.jaec.gov.jo/CMS/UploadedFiles/1a7e22db-98a1-4f66-93ee-7f393dda7e80.pdf

الجدول (4)

التوزيع الكمي والنسبي لاحتياطيات الصخر الزيتي واليورانيوم في الدول العربية

مقارنة ببعض دول العالم

| الدولة | الصخر الزيتي (مليار طن) عام 2008 | | الدولة | اليورانيوم (مليون طن) عام 2011 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | الكمية | % | | الكمية | % |
| الولايات المتحدة | 685.7 | 72 | المغرب | 6.900 | 55 |
| البرازيل | 49.5 | 5.4 | استراليا | 1.661 | 13 |
| الاردن | 40.0 | 4.2 | كازاخستان | 0.629 | 5 |
| المغرب | 33.3 | 3.5 | روسيا | 0.487 | 4 |
| استراليا | 20.0 | 2.1 | كندا | 0.469 | 4 |
| الصين | 14.3 | 1.5 | النيجر | 0.421 | 3.4 |
| استونيا | 10.5 | 1.1 | الاردن | 0.185 | 1.5 |
| الاخرى | 97.1 | 10.2 | الاخرى | 0.164 | 1.3 |
| الاجمالي | 950.4 | 100 | الاجمالي | 12.378 | 100 |

المصدر:1- الصخر الزيتي:

- بهجت عليمات، الصخر الزيتي كأحد الخيارات المستقبلية للتوسع في توليد الطاقة الكهربائية في الاردن، ندوة واقع ومستقبل قطاع الكهرباء في الوطن العربي للمدة (14-17) كانون الاول 2009، تونس، ص 4.

http://www.steg.com.tn/dwl/Bahjet_Alimet_Jordanie.pdf

2- اليورانيوم:

-http://www.world-nuclear.org/info/Nuclear-Fuel-Cycle/Uranium-Resources/Supply-of-Uranium/

- الكتاب الابيض للطاقة النووية في الاردن: التقرير النهائي، هيئة الطاقة الذرية الاردنية، عمان، حزيران 2011، ص 32.

http://www.jaec.gov.jo/CMS/UploadedFiles/1a7e22db-98a1-4f66-93ee-7f393dda7e80.pdf

- هانز هولغز روغنز، عدنان شهاب الدين، خيار الطاقة النووية، في تقرير المنتدى العربي للبيئة والتنمية 2013: البيئة العربية 6 الطاقة المستدامة التوقعات، التحديات، الخيارات، تحرير: ابراهيم عبد الجليل، وآخرون، المنتدى العربي للبيئة والتنمية، بيروت، 2013، ص 94.

http://www.afedonline.org/report2013/ARABIC/Sustainable%20Energy-Arabic.pdf

اما في مجال الصخر الزيتي فان الدول العربية لا تملك اية ميزة بموارد الصخر الزيتي سوى بعض الدول ومن اهمها الاردن والمغرب، فمن ملاحظة بيانات الجدول (4) يتبين ان الاردن تحتل المرتبة الثالثة عالمياً في احتياطياتها من الصخر الزيتي بكمية بلغت 40 مليار طن عام 2008 وبنسبة 4.2 % في اجمالي الاحتياطيات العالمية، ثم ارتفعت الى 70 مليار طن عام 2011[1]، بينما احتلت المغرب المرتبة الرابعة بكمية بلغت 33.3 مليار طن عام 2008 وبنسبة 3.5 % في اجمالي الاحتياطيات العالمية، الامر الذي جعل كل من الاردن والمغرب يتصدران بقية الدول العربية من هذا المورد الطبيعي الذي اذا استثمر بشكل امثل سيوفر طاقة اولية يمكن من خلالها الاستعاضة عن مصادر الطاقة الاحفورية الاكثر تلوثاً للبيئة ومن بينها النفط الخام والفحم.

**ب– انتاج اليورانيوم والصخر الزيتي في المغرب والأردن**

تنفرد مادة اليورانيوم بوصفها المولد الرئيس لإنتاج الطاقة الذرية عن بقية مصادر الطاقة الاحفورية والمتجددة وغير التقليدية بمميزات عدة يمكن معها ان تجعله اهم مصادر الطاقة العالمية، وذلك للاعتبارات والمميزات الاتية: اذ لا تعتمد مشاريع انتاج اليورانيوم على مقدار احتياطيات المادة الخام من اليورانيوم فقط، ولكن تعتمد على محتواها من اكسيد اليورانيوم ايضاً، اذ تحدد الجهات المتخصصة في ابحاث اليورانيوم انه اذا كان المحتوى اقل من 100 جزء بالمليون، فأنها تُعد من الكميات التي لا يستحق التعدين عنها Cut– off Grade، أي انها غير مجدية من الناحية الاقتصادية، فضلاً عن ان استثمار مادة اليورانيوم لإنتاج الطاقة الذرية لا تعتمد على كميات انتاجه او احتياطياته، وإنما تعتمد على سياسة الطاقة المتبعة في الدولة، ومدى تبنيها لإنشاء مفاعلات نووية تحظى بكسب وتأييد شعبي ووطني.

ويلاحظ من بيانات الجدول (5) ان فرنسا لم تنتج غير 5 طن فقط من اليورانيوم عام 2008، لكنها تنتج اكبر نسبة طاقة نووية في اجمالي الطاقة الكهربائية في العالم، اذ بلغت نسبتها 79.4 % عام 2011، فيما بلغ انتاجها من الطاقة النووية 442 تيرا واط ساعة محتلةً المرتبة الثانية عالمياً بعد الولايات المتحدة الامريكية التي بلغت قدرتها من الطاقة النووية 821 تيرا واط ساعة[2].

ففي المغرب تتم دراسة الجدوى الاقتصادية والفنية لاستخلاص اليورانيوم كمنتج ثانوي من حامض الفوسفوريك وبدعم فرنسي عام 2013[3]، في حين اتخذت هيئة الطاقة الذرية الاردنية

---

[1] التقرير السنوي 2012، وزارة الطاقة والثروة المعدنية، عمان، 2013، ص 21.
http://www.memr.gov.jo/LinkClick.aspx?fileticket=4b99mUCxv1M%3D&tabid=111

[2] (IEA), Key World Energy Statistics 2013, OECD/IEA, Paris,2013, p 17.

[3] هانز هولغز روغنز، عدنان شهاب الدين، مصدر سابق، ص 94.

خطوات عملية لبدء استخراج مخزون اليورانيوم من خلال انشاء الشركة الاردنية لمصادر الطاقة JERI وهي شركة مخولة بالتنقيب عن اليورانيوم والثوريوم والمعادن الثقيلة الاخرى، وتعدين اليورانيوم الخام واستخراجه من الفوسفات[1]، ولم تقتصر الحكومة لإنتاج اليورانيوم على قدراتها الذاتية، ولكنها تعاقدت مع بعض الشركات المتخصصة، اذ تم توقيع اتفاقية للتنقيب عن اليورانيوم مع شركة اريفا AREVA الفرنسية لبدء استخراج اليورانيوم في وسط الاردن، وقد تطور ذلك الى اتفاقية للتعدين بين اريفا والشركة الاردنية لمصادر الطاقة JERI وقد حصلت على حقوق التعدين في شباط 2010، فضلاً عن توقيع مذكرة تفاهم مع شركة التعدين ريو تينتو Rio Tinto الانجليزية– الاسترالية عام 2009 لوضع اطار عام لاستكشاف اليورانيوم والثوريوم وغيرها من المعادن[2]، وقد اشارت بعض الدراسات بعدما اخذت 304 عينه من خام اليورانيوم في الاردن الى ان محتوى اليورانيوم من اكسيد اليورانيوم تراوح ما بين (998–7.4) جزء بالمليون، وكان الوسط الحسابي لها 84.1 جزء بالمليون[3]، ومن ثم فان انتاج اليورانيوم في الاردن قد يكلف الشركات المنتجة له ارتفاع في التكاليف المتغيرة، وبالتالي ستتأثر الشركات المنتجة بانخفاض هامش الربح لديها، الامر الذي يجعل من الشركة الاردنية لمصادر الطاقة اما ان تتحمل لوحدها جزء من تلك التكاليف على حساب هامش ربحها، بهدف استمرار الشراكة بينها وبين شركة اريفا الفرنسية، او ان تبحث عن اليورانيوم ذي محتوى 100 جزء بالمليون من اكسيد اليورانيوم.

وتأسيساً على ما سبق يتبين ان المردود الاقتصادي لليورانيوم يكمن في تخصيبه واستخدامه في المفاعلات النووية لإنتاج الطاقة الذرية او لاستخداماته الضرورية الاخرى في الطب النووي والبحث العلمي والزراعة والصناعة وغيرها، وليس في انتاجه فقط، اذ تتضاعف تكلفة معالجة النفايات النووية المستنفذة التي تتراوح ما بين (2000–1000) دولار/ كغم، اي ان الربحية الحقيقيه لليورانيوم تكمن في التخصيب وليس في التعدين[4]، أي بمعنى الاستهلاك الذي هو الغاية الحتمية لامتلاك أي مورد طبيعي متوافر، سواءً اكان ذلك الاستهلاك مباشراً ام غير مباشر، ولكي يكون أي من الموارد الطبيعية اقتصادياً، فينبغي ان يكون في دائرة الاستغلال الاقتصادي، من خلال توفر شرطين رئيسين اولهما: المعرفة والمهارة الفنية التي تسمح باستخراج المورد او استخدامه، وثانيهما: وجود طلب على المورد ذاته او على الخدمات التي ينتجها[5].

---

[1] الكتاب الابيض للطاقة النووية في الاردن: التقرير النهائي، مصدر سابق، ص 27،

[2] المصدر نفسه، ص 32.

[3] د. ايوب ابو دية، مصدر سابق، ص 29.

[4] المصدر نفسه، ص 32.

[5] http://www.arab-api.org/images/publication/pdfs/112/112_develop_bridge5.pdf, P 3.

اما في مجال انتاج الصخر الزيتي، فلم تتوفر بيانات عن المغرب والأردن، سوى ان اهم ما يتميز به الصخر الزيتي في الاردن بمزايا عدة من اهمها[1]:

1- غناه بالكيروجين والبيروتون والحجر الجيري اللامع، واحتوائه على زينكريسات الفوسفات.

2- كتل بيتومينية طبيعية تحتوي على ظلال متنوعة من البني او الرمادي او الاسود مع اللون النمطي المائل للزرقة ولون رمادي باهت عند التعرض لعوامل الطقس.

3- كفاءة في تدني الاشتعال، وحجم انبعاث صغير.

الجدول (5)

التوزيع الكمي والنسبي لإنتاج اليورانيوم في الدول العربية

مقارنة مع بعض دول العالم لعام 2008

| اليورانيوم (الف طن) | | |
|---|---|---|
| الدولة | الكمية | % |
| كندا | 9 | 20.5 |
| كازاخستان | 8.5 | 19.4 |
| استراليا | 8.4 | 19.2 |
| روسيا | 3.5 | 8.0 |
| فرنسا | 0.005 | 0.01 |
| المغرب | غير متوفر | ... |
| الاردن | غير متوفر | ... |
| الاخرى | 14.4 | 32.9 |
| الاجمالي | 43.8 | 100 |

المصدر:

– ويكيبيديا، الموسوعة الحرة، ملحق قائمة الدول حسب إنتاج اليورانيوم.

http://www.hindustantimes.com/News-Feed/newdelhi/India-s-uranium-reserves-at-115-000-tonnes/Article1-346691.aspx

[1] امل الدبابسة، الزيت الحجري في الاردن قابلية الحياة الاقتصادية والمخاوف البيئية، في الرواسب النفطية: ما الذي يدفع بشركات النفط الى البحث عن مصادر اقذر وأعمق، الاتحاد الاوربي، فرنسا، 2009، ص 10.
http://ps.boell.org/sites/default/files/marginal_oil_publication-_arabic1.pdf

## المحور الثالث

## العوامل المحددة للاتجاهات المستقبلية لإنتاج الطاقة الكهربائية من اليورانيوم والصخر الزيتي في الوطن العربي

### 1- العوامل المحددة لإنتاج الطاقة الكهربائية من اليورانيوم والصخر الزيتي في الوطن العربي

مما لا ريب فيه ان تختلف العوامل المحددة لإنتاج الطاقة من اليورانيوم عنها من الصخر الزيتي، وذلك نتيجة لاختلاف العوامل الذاتية والموضوعية لكل منهما، بيد انهما يشتركان في بعض تلك العوامل ومنها:

- **اسعار الطاقة في الاسواق العالمية**

تُعد اسعار الطاقة التي يدفعها المستهلك او الاسعار التي يُكلفها انتاج الطاقة او التي يفرضها السوق او التبادل التجاري العالمي[1]، من العوامل المحددة الرئيسة على الطلب بشكل عام، بيد انه تختلف مرونتها من مصدر الى اخر، إذ أن تضاعف الأسعار الدولية يترجم إلى زيادات في تكلفة التوليد، اذ تتراوح ما بين (45–30) % بالنسبة إلى الكهرباء التي تستخدم الفحم وقوداً، وتتراوح ما بين (80–70) % بالنسبة الى الكهرباء التي تستخدم الغاز الطبيعي وقوداً، وعلى نحو مغاير نجد أن تضاعف أسعار اليورانيوم يرفع تكاليف توليد الكهرباء نووياً بـ 5 % فقط[2]، وهذا ينطبق على اسعار الصخر الزيتي على نحو مشابه بشكل عام، وفيما تبلغ تكاليف أنتاج الطاقة الكهربائية من النفط الخام وقوداً بين تكاليف إنتاجها من الفحم وقوداً والغاز الطبيعي أي تتراوح ما بين (70–45) %.

لذا يمكن التوسع في استخدام مصادر الطاقة غير التقليدية ومن بينها الصخر الزيتي في ظل ارتفاع أسعار أنتاج الطاقة التقليدية– ولاسيما النفط الخام الذي عُد في الوقت الحاضر سلعةً مالية ليس لإغراض المضاربات فقط، ولكن لأغراض الاستثمارات طويلة الاجل من قبل صناديق استثمارية متنوعة[3]– فضلاً عن استخدام الطاقة المتجددة في آن واحد، مع مراعاة الاثر البيئي المصاحب لإنتاج واستهلاك الصخر الزيتي بحيث يتلائم مع متطلبات حماية البيئة من التلوث، فضلاً عن بلوغ المستوى التكنولوجي المناسب لإنتاجه، وبذلك تصبح ذو جدوى

---

[1] د. جعفر عبد الرحمن صباغ، الطاقة مصادرها وتحويلها، الطبعة الاولى، جامعة الملك عبد العزيز، مركز النشر العلمي، جدة، 1990، ص 7.

[2] هانس هولغر روغنر، وايه ماكدونالد، مستقبل الطاقة النووية: نظرة عالمية وإقليمية، وقائع المؤتمر السنوي الثالث عشر تحت عنوان "المصادر المستقبلية للطاقة في الخليج العربي: هيدروكربونية أم نووية أم متجددة " للمدة (21–19) تشرين الثاني 2007، الطبعة الأولى، مركز الأمارات للدراسات والبحوث الإستراتيجية، أبو ظبي، 2007، ص 40.

[3] تقرير الامين العام السنوي السابع والثلاثون لعام 2010، منظمة اوابك، الكويت، 2011، ص 56.

اقتصادية لاستهلاكه، وهذا لا يعني بالضرورة ان انتعاش انتاج الصخر الزيتي لا يؤثر على اسعار الطاقة العالمية، وان اسعار الطاقة العالمية هي التي تحدد انتاجه، ولكن ان تنامى انتاج الغاز الصخري مثلاً يؤثر بشكل كبير على اسعار الغاز الطبيعي عالمياً، اذ ادى ارتفاع انتاجه الى خفض اسعار الغاز الطبيعي من 10.8 دولار/ مليون وحدة حرارية بريطانية عام 2008 الى 1.9 دولار عام 2012[1]، فضلاً عن استفادة الغاز الطبيعي على المدى الطويل من البنية الاساسية المتطور التي شيدت لاستغلال الغاز الصخري في المناطق التي تم استنزاف الغاز الصخري فيها[2].

- **ازمة الطاقة العالمية**

ان انخفاض معدل نمو احتياطيات الطاقة الهيدروكربونية في ظل ارتفاع معدل استهلاكه وظهور الدلائل لقرب بلوغ انتاجها العالمي لذروته خلال العقود الثلاثة الاخيرة، فضلاً عن المرور بحقبة تاريخية لا تتكرر تميزت برخص اسعار جميع مصادر الطاقة العالمية وتوافرها بكميات هائلة، كل ذلك مهد لبزوغ نوع من القلق الذي يهدد مستقبل الاقتصاد العالمي، فحسب سيناريوهات تقرير وكالة الطاقة الدولية، ان نمو الطلب العالمي على الطاقة الاولية حتى عام 2035 سينخفض بمقدار النصف، وسيصل الطلب على النفط الى ذروته قبل عام 2020 بقليل وسيقل بنحو 13 مليون في اليوم بحلول عام 2035، ومن ثم ستصل انبعاثات ثاني اكسيد الكربون المتصلة بالطاقة الى ذروتها قبل عام 2020 ثم ستنخفض بعد ذلك، في حين سيكون الغاز غير التقليدي مسؤولاً عن ما يقارب من نصف الزيادة في الانتاج العالمي حتى عام 2035[3]، وهذا لا يعني بالضرورة ان مصادر الطاقة الاخرى ومن بينها مصادر الطاقة المتجددة الاقل تلوثاً للبيئة سينحسر انتاجها عالمياً، بل ويتوقع ان يرتفع معدل نمو انتاجها لكي يرافق معدل نمو انتاج مصادر الطاقة غير التقليدية الاكثر تلوثاً للبيئة.

لذا فان جزءً من ازمة الطاقة العالمية يعود الى زيادة الطلب على النفط في الوطن العربي الذي يُعد من المناطق الاكثر اسرافاً للطاقة سواءً من حيث انخفاض كفاءة قطاع الطاقة فيها، ام لارتفاع كمية الهدر او الفاقد فيها، حيث عُد الطلب العربي على النفط اليوم مستهلكاً غير هامشياً، اذ ارتفع طلبه على النفط من 2 مليون برميل نفط/ يوم عام 1980 الى 6.97 مليون

---

[1] هيأة التحرير، مستقبل انتاج النفط والغاز من المصادر غير التقليدية بالتركيز على انتاج النفط الحجري والغاز الصخري وتأثيره على المملكة العربية السعودية، شركة جدوى للاستثمار، الرياض، كانون الاول 2013، ص 22.

http://content.argaam.com.s3-external-3.amazonaws.com/cdc56476-6d54-4ba5-b7f1-7ddd4e8916dd.pdf

[2] دراسة موارد الطاقة: نظرة مركزة على الغاز الصخري، مصدر سابق، ص 5.

[3] (I E A), World Energy Outlook 2012, Online bookshop, France, 2012, p.p 2-5.

برميل نفط/ يوم عام 2010[1]، محققا معدل نمو مركب بلغ 4.2 %، الامر الذي سيلقي بضلاله على الطلب على الطاقة استهلاكاً وإنتاجاً، وإذا ما اضفنا الى الطلب العربي للنفط ما تستهلكه الصين والهند خلال العقدين الماضيين، فان ما يطرح من ظهور ازمة طاقة عالمية تلوح في الافق، لا يمكن التخلي عن التفكير بها، بيد ان ما يؤخر ظهورها، هو امكانية الاستثمار في مصادر طاقة غير تقليدية يمكن معها سد جزء من الفجوة ما بين الطلب والعرض، ومن ثم تأمين مصادر طاقة يمكن البحث والاستكشاف فيها في مناطق وأقاليم لم يتم مسحها زلزالياً وجغرافياً.

- **سياسة الطاقة العالمية**

ان سياسة الطاقة ينبغي ان تكون نقطة الانطلاق نحو تحقيق الرفاه الاقتصادي والاجتماعي القادم، بيد ان ما ينقص سياسات الطاقة غالباً هو هذا الترابط ما بين الانشغالات السياسية قصيرة الاجل جداً والحلول التكنولوجية طويلة الاجل، وبالتالي فان عملية الانتقال ستكون طويلة[2]، الامر الذي جعل من سياسات الطاقة المطبقة في الدول تتفاوت فيما بينها، اذ طبقت بعض دول العالم لغاية تسعينيات القرن الماضي تقريباً سياسة ادارة العرض، فيما تحولت بعض الدول ومن بينها الولايات المتحدة الامريكية ولأول مرة في العالم الى سياسة ادارة الطلب وذلك في عام 1993[3]، تلتها الصين والهند والبرازيل وغيرها، بغية التأثير على طلب الطاقة او استهلاكها الذي يمكن ادارته بشكل اكثر فاعلية من خلال ترشيد استهلاك الطاقة ورفع كفاءتها، بيد ان معظم دول العالم لم تغير من سياساتها، وذلك لعدم مقدرتها على تحمل اعباء ذلك التحول الذي يتطلب تعديل بعض التدابير الفنية والإجراءات القانونية والتنظيمية، فضلاً عن البرامج التوعوية والثقافية.

وبما ان الدول العربية تمر حالياً بما يسمى بثورة الربيع العربي، وما افرزته من ارهاصات سياسية واقتصادية واجتماعية اثرت سلباً على مجمل السياسات الاقتصادية العربية، ولاسيما سياسات الطاقة فيها، ولطالما ان تطبيق سياسة ادارة طلب الطاقة تتطلب وقتاً طويلاً لتؤتي

---

[1] بسام فتوح، لورا الكتيري، النفط العربي في السياق العالمي والمحلي، في تقرير المنتدى العربي للبيئة والتنمية 2013: البيئة العربية 6 الطاقة المستدامة: التوقعات والتحديات والخيارات، تحرير: ابراهيم عبد الجليل، وآخرون، المنتدى العربي للبيئة والتنمية، بيروت، 2013، ص 21.
http://www.afedonline.org/report2013/ARABIC/Sustainable%20Energy-Arabic.pdf

[2] جان ماري شوفالييه، معارك الطاقة الكبرى، ترجمة: لميس عزب، كتاب العربية الترجمة 4، الطبعة الاولى، الرياض، 2009، ص 18.

[3] دوارد س. كاسيدي، بيتر ز. غروسمان، مدخل إلى الطاقة: المصادر والتكنولوجيا والمجتمع، ترجمة صباح صّديق الدملوجي، الطبعة الأولى، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، المنظمة العربية للترجمة، بيروت، 2011، ص 350.

ثمارها، فما دام الامر كذلك فان سياسات ادارة طلب الطاقة المعتمدة في ثلاث دول عربية هي مصر والأردن والمغرب ستأتي بثمارها للأخيرتين في وقت قريب، وذلك نتيجة للاستقرار السياسي المصاحب لانظتمها الملكية الحاكمة، في حين سيتأخر نضوج جني ثمار سياسة ادارة الطلب على الطاقة في مصر نتيجة الاحداث السياسة فيها، وما افرزته من تخلي بعض الدول الغربية ومن بينها الولايات المتحدة الامريكية وبعض الدول الاوربية عن الدعم الذي يسهم بجزء كبيرة في قطاع الطاقة فيها.

- **المستوى التكنولوجي لإنتاج الطاقة من اليورانيوم الصخر الزيتي في الوطن العربي**

تعتمد مصادر الطاقة المتجددة والجديدة كثيراً على التطورات التكنولوجية المستخدمة سواءً أكانت للاكتشاف ام للإنتاج، وذلك اسوةً بمصادر الطاقة الاحفورية، فقد اوضح الاقتصادي " سولو" الحائز على جائزة نوبل للسلام، ان الزيادة في القيمة المضافة في الاقتصاد الامريكي في النصف الاول من القرن الماضي يرجع الى 87.5 % منه للتطور التكنولوجي، في حين شكل الاستخدام الرأسمالي والعمالة نسبة 12.5 %[1]، الامر الذي يدل على ان المستوى التكنولوجي هو المحدد الرئيس لتطور انتاج الطاقة بشكل عام، فكلما ارتفعت أسعار المورد، كلما شجع المستثمرين على تطوير التكنولوجيا، بهدف تحقيق اقصى الارباح، لاسيما مصادر الطاقة النووية التي ترتفع فيها مخاطر الاشعاع النووي، فضلاً عن مصادر الطاقة غير التقليدية التي تحتاج الى مستويات مرتفعة من التقنيات لكي تصبح ذات جدوى اقتصادية، فضلاً عن بلوغها للإنتاج التجاري على المستوى العالمي، وهي على النحو التالي:

**أ- تكنولوجيا انتاج الطاقة من اليورانيوم في المغرب والأردن**

تختلف التكنولوجيا المستخدمة لإنتاج الطاقة الكهربائية الذرية في مفاعلات الطاقة النووية، باختلاف قناعات ووجهات متخذي القرار السياسي للدولة بمزايا وعيوب ومميزات المفاعلات النووية المنفذة او المزمع انشائها.

فقد اهتمت المغرب بقضايا انتاج الطاقة الكهربائية من مصادرها النووية، وذلك بهدف سد جزء من الطلب المتزايد للاستطاعة التوليدية لمنظومة الشبكة الكهربائية، فضلاً عن تنويع مصادر انتاجها المعتمد على الطاقة الاحفورية (الهيدروكربونية) والطاقة المتجددة، اذ انضم المغرب وهو الدولة العربية الوحيدة الى مبادرة المشروع الدولي للمفاعلات النووية الابتكارية ودورة

[1] د. هيثم عبدالله سلمان، تقييم ستراتيجيات التصنيع في دولة الامارات العربية المتحدة للمدة (1990-2007)، مجلة الاقتصادي الخليجي، العدد (18)، جامعة البصرة، مركز دراسات الخليج العربي، البصرة، 2010، ص 101.

الوقود النووي (انبرو)* INPRO التي قامت بها الوكالة الدولية للطاقة الذرية استجابة لدعوة الرئيس الروسي بوتين للتعاون الدولي في مجال الطاقة النووية في قمة الالفية عام 2000[1]،

فيما درس الاردن صفات ومميزات التكنولوجيا المستخدمة لتوليد الطاقة الكهربائية للمحطة النووية المزمع بدء العمل فيها عام 2023 للاختيار والمفاضلة بين التكنولوجيا التي تطرحها الشركات المقدمة للعروض، اذ اعلنت هيئة الطاقة الذرية الاردنية في ايار 2012 عن اختيار عرضين للتنافس على بنائها، وهما: مجموعة اتوم ستوي اكسبورت الروسية (مفاعل AES-92VVER) بقدرة 1000 ميكاواط، واتحاد شركتي اريفا الفرنسية وميتسوبيشي اليابانية (مفاعل Atmea-1) بقدرة 1100 ميكاواط[2]، وانحسرت تكنولوجياتهما بنوعين هما[3]:

- مفاعل الماء المضغوط (PWR) هو النوع الاكثر شيوعاً لمحطات المفاعل النووي المستخدم حالياً، وهو النوع الاكثر انتشاراً في الولايات المتحدة الامريكية التي تُعد اكبر منتجي العالم للكهرباء النووية، والمستخدم حصرياً في فرنسا ثاني اكبر منتج عالمياً، فضلاً عن المستخدم في اكثر من نصف المفاعلات النووية في العالم البالغ عددها 440 مفاعلاً عام 2006[4].
- مفاعل الماء الثقيل المضغوط وهو المفاعل الذي لا يتطلب وقود اليورانيوم المخصب بل اليورانيوم الطبيعي، ويطلق على هذا المفاعل بمفاعل كاندو.

اما فيما يتعلق بتصاميم المفاعلات الحديثة التي يجري النظر اليها، فهي مفاعلات الجيل الثالث والجيل الثالث +، الذي يتميز بتحقيق قدر أكبر من الأمان، فعادت الثقة تدريجياً بإمكانية التعايش السلمي مع طاقتها، وقد صمّمت مُفاعلات الجيل الثالث بحيث يدفن المُفاعل نفسه تلقائياً في بئرٍ عميقة يتراوح ما بين (200-250) متر اذا ما ارتفعت حرارته بشدة، نتيجة خلل

---

* يهدف الى تشكيل نظام دولي جديد لاستخدام الطاقة النووية، ويلتزم هذا النظام بشكل خاص بعقد اتفاقية دولية جديدة للاستخدام السلمي للطاقة النووية ولتعظيم دور الوكالة الدولية للطاقة الذرية كضامن اساسي.

[1] لمزيد من المعلومات راجع: فيكتور ام. موروجوف، نهضة نووية غائمة، مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، العدد (2)، جنيف، اذار 2007.
http://www.iaea.org/Publications/Magazines/Bulletin/Bull482/Arabic/48204792124_ar.pdf

[2] هانز هولغز روغنز، عدنان شهاب الدين، مصدر سابق، ص 95.

[3] التقرير السنوي 2012، شركة الكهرباء الوطنية المساهمة العامة، عمان، 2013، ص 26.
http://www.nepco.com.jo/store/docs/web/2012_ar.pdf

[4] روبرت ل. ايفانز، شحن مستقبلنا بالطاقة: مدخل الى الطاقة المستدامة، ترجمة: د. فيصل حردان، ط 1، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، المنظمة العربية للترجمة، بيروت، كانون الثاني 2011، ص 188.

أو حادث عرضي خارجي، ولتحقيق الاهداف المخطط لها وفق التكنولوجيا المختارة، ينبغي على الطاقة الذرية ان تعالج اربعة تحديات رئيسة هي[1]:

1- يجب ان تظل الطاقة الذرية قادرة على التنافس اقتصادياً في اسواق الطاقة العالمية.

2- يجب ان تستمر المفاعلات النووية في عملها الآمن.

3- يجب ان تحسن مفاعلاتها التي ستبنى في المستقبل الامان النووي بشكل متواصل في الاسواق العالمية.

4- يجب ان ينظر المجتمع والقادة ومتخذي القرار الى الطاقة الذرية ودورة وقودها على انها تنمية مستدامة.

5- يجب حماية المواد النووية الناجمة عن دورة الوقود النووي والحيلولة دون اساءة استخدامها في اغراض غير سلمية، ودون انتشارها الى دول تهدف صنع الاسلحة النووية، بمعني الحيلولة دون الارهاب النووي العالمي.

**ب- تكنولوجيا انتاج الطاقة من الصخر الزيتي في المغرب والأردن**

تُعد التكنولوجيا التي تتمثل بالمعدات والمواد والأنظمة والإجراءات التي تتيح اكتشاف واستخراج النفط والغاز من التكوينات الصخرية من العوامل المؤثرة في اتساع انتاجها[2]، كالمستوى التقني الذي اخترعته بعض الشركات العالمية ومن اهمها: شركة شل Shell التي تقوم حالياً بتطوير تقنية جديدة لاستخراج النفط من الصخر الزيتي في الاردن، معتمداً على تسخين الصخر الزيتي في موقعه تحت سطح الارض وذلك باستخدام قضبان عملاقة يتم غرزها في مواقع الصخر الزيتي وتسخينها باستخدام الطاقة الكهربائية لمدة تصل الى ثلاث سنوات لتتم اسالة النفط المتواجد فيه واستخراجه بوساطة ابار خاصة[3]، اما في المغرب فلا تختلف عن التكنولوجيا المستخدمة في الاردن، وذلك نتيجة تشابه الظروف الطبيعة والمناخية لاماكن تركز المعادن فيهما.

---

[1] http://www.google.iq/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=3&ved=0CDIQFjAC&url=http%3A%2F%2Fwww.drmohammedsalehalansari.com%2Fv2%2FArticles%2FNuclearEnergy%2FFourthGenerationofNuclearReactors_July2010.doc&ei=XfMzU5-4EdSBhAfU9oC4CQ&usg=AFQjCNHZLQX4-aFzVKrOLyYrBqEKD63w2w

[2] هيأة التحرير، مستقبل انتاج النفط والغاز من المصادر غير التقليدية بالتركيز على انتاج النفط الحجري والغاز الصخري وتأثيره على المملكة العربية السعودية، مصدر سابق، ص 3.

[3] بهجت عليمات، مصدر سابق، ص 6.

- **حماية البيئة في الوطن العربي**

لقد شكل هاجس التلوث البيئي عبئاً كبيراً على متخذي القرار السياسي وواضعي خطط الاقتصاد، وذلك نتيجة ارتباط مستوى النمو الاقتصادي باستهلاك الطاقة، فعلى مدى العقد الماضي لم يحدث في المنطقة العربية أي فك للارتباط بين النمو الاقتصادي والطلب على الطاقة، وقد كان نمو استهلاك الطاقة اسرع من النمو الاقتصادي، اذ بلغ متوسط نمو الناتج المحلي الاجمالي 4 % سنوياً، في حين بلغت الزيادة في الطلب على الطاقة الاولية والكهرباء الى 8 %[1]، مما يدل على مزيد من التلوث البيئي الناجم عن الاستخدام الكثيف للطاقة، في حين تم فصل الارتباط فيما بينهما في بعض الدول الغربية ومن بينها الولايات المتحدة الامريكية وألمانيا والصين وغيرها، وهذا لا يعني بالضرورة ان التلوث البيئي ناجم عن مصادر الطاقة الهيدروكربونية المتمثلة بالنفط والفحم بشكل خاص فقط، بل عن مصادر الطاقة الذرية ايضاً، اذ تتلقى الوكالة الدولية للطاقة الذرية معلومات بشان الحوادث والطوارئ المتصلة بالمجال النووي والإشعاعي من جميع انحاء العالم، وبالرغم من ابلاغ الوكالة على مدى العام 2008 بوقوع 211 حادثاً ينطوي على اشعاعات مؤكدة او مشتبه بها، إلا ان الوكالة لم تتخذ اية اجراءات ألا على 22 حادثاً[2]، ونظراً للإشعاعات النووية الكبيرة الناجمة عن عملية الاندماج النووي باستخدام اليورانيوم في المفاعلات النووية لإنتاج الطاقة الكهربائية ودورة الوقود النووي وتصنيع الاسلحة النووية وغيرها، فان النفايات المشعة الناجمة عن تلك الانشطة تعرفها الوكالة الدولية للطاقة الذرية على انها أي مادة تحتوي على نظائر مشعة او ملوثة بهذه النظائر ولها مستويات اشعاعية تفوق المستويات الاشعاعية المقبولة من الجهات التنظيمية[3]، ويمكن درئها من خلال ابدال عملية الانشطار النووي باستخدام اليورانيوم بعملية الاندماج النووي باستخدام مادة التريتيوم كوقود الذي يمكن تصنيعه داخل مفاعلات من نوع خاص[4]، وبذلك نتجنب معظم اشكال الخوف والرعب من استخدام المفاعلات النووية لإنتاج الطاقة الذرية لتوليد الطاقة الكهربائية.

---

[1] هيأة التحرير، تقرير المنتدى العربي للبيئة والتنمية 2013، مصدر سابق، ص 11.

[2] الوكالة الدولية للطاقة الذرية، التقرير السنوي لعام 2009، مصدر سابق، ص 12.

[3] د. محمد سعيد المصري، وآخرون، ادارة النفايات المشعة في سوريا، نشرة الوقاية الاشعاعية وأمان المصادر المشعة، العدد (6)، قسم الوقاية والأمان في هيئة الطاقة الذرية السورية، دمشق، الربع الثالث 2013، ص 3. http://www.aec.org.sy/rp_newsletter/RPNL6.pdf

[4] د. مفتاح محمود الزعيليك، الاندماج النووي، نشرة الذرة والتنمية، العدد (4)، الهيئة العربية للطاقة الذرية، تونس، 2013، ص 21. http://www.aaea.org.tn/ar/atomd.pdf

**2– الاتجاهات المستقبلية لإنتاج الطاقة الكهربائية من اليورانيوم والصخر الزيتي في الوطن العربي**

من البديهي ان تتوسع الخيارات المستقبلية بأهم القضايا الاستراتيجية وهي الطاقة التي تمثل المحرك الرئيس لمعظم اوجه النشاط الاقتصادي، سواءً لمصادر الطاقة الاولية ام لإنتاج الطاقة الكهربائية، لاسيما في الدول التي تعاني من نقص شديد في مواردها الطبيعية، اذ تتفاوت الدول العربية في انتاج الطاقة سواءً من مصادرها النووية ام من مصادرها غير التقليدية، وذلك لأسباب تتعلق بخطط التوسع بالطاقة الذرية في بعضها، فيما اتجه عدد قليل من الدول العربية الاخرى الى التوجه نحو استغلال مصادر الطاقة غير التقليدية المتوافرة، ويمكن ان تتوسع ببقية الدول العربية في المستقبل اذا ما ارتفعت اسعار الطاقة التقليدية الى اكثر مما عليه اليوم[1].

لذ فقد قررت الدول الاعضاء في جامعة الدول العربية منذ عام 2007 توسيع نطاق الاستخدام السلمي للتكنولوجيا النووية من اجل تلبية احتياجاتها المتنوعة من الطاقة بصورة دائمة[2]، بيد ان معظم المشاريع المزمع انشاؤها مازالت تحت التقدير والدراسة والتقييم بشكل عام

اما بشان انتاج الطاقة غير التقليدية فان الدول العربية تتطلع الى الشركاء الدوليين لتطوير مواردها، فقد عقدت شركة بترول ابو ظبي الوطنية شراكة مع عدد من شركات النفط العالمية، بما في ذلك شركة بريتيش بتروليوم، واكسون موبيل، وشل، وتوتال في مجال اختبارات الابار لتحديد مدى فعالية التكسير الهيدروليكي في دولة الامارات، اما الشركة العمانية الوطنية للنفط / شركة تنمية نفط عمان، فقد وقعت عقد شراكة مع شركة بريتيش بتروليوم واوكسينتال لتطوير موارد النفط والصخر الزيتي، فيما انشأت عدد من شركات الخدمات النفطية مراكز بحثية لتطوير التقنيات اللازمة لتطوير موارد الغاز الصخري في السعودية[3]، فيما قدرت وزارة النفط والثروة المعدنية حجم كميات الصخر الزيتي في منطقة خناصر بحلب بنحو 37 مليار طن، ومن المؤمل طرحه للاستثمار منتصف العام 2012 بعد استكمال تقييم المشروع وإعداد الجدوى

---

[1] روبرت ل. ايفانز، مصدر سابق، ص 113.

[2] مهران كامروا، المسالة النووية في الشرق الاوسط: السياق والمعضلات والتناقضات، تقرير الموجز لمجموعة العمل المسالة النووية في الشرق الاوسط، مركز الدراسات الدولية والإقليمية، كلية الشؤون الدولية بجامعة جورجتاون في قطر، الدوحة، 2012، ص 1.
http://www12.georgetown.edu/sfs/qatar/cirs/ArabicNuclearQuestionSummaryReport.pdf

[3] تقرير مركز بروكنجز الدوحة ومبادرة امن الطاقة، موجز سياسات منتدى مركز بروكنجز الدوحة للطاقة 2013، 1–2 ابريل 2013، الدوحة، ص 8.
http://www.brookings.edu/~/media/research/files/reports/2013/08/06%20energy%20forum%20report/energy%20forum%20report_arabic.pdf

الاقتصادية[1]. ولتسليط الضوء على الاتجاهات المستقبلية لإنتاج الطاقة من اليورانيوم والصخر الزيتي في الوطن العربي، يمكن اختيار دولتين لهما افاق مستقبلية بإنتاجهما هما المغرب والأردن:

- **افاق انتاج الطاقة الكهربائية من اليورانيوم والصخر الزيتي في المغرب**

مما لا ريب فيه ان تواجه الدول غير النفطية المحتاجة الى سد احتياجاتها من الطاقة الاولية من الخارج بعض المشكلات والتحديات التي تقف امام القدرة على تسديد فاتورة استيراداتها من الطاقة، فالمغرب يحصل على اكثر من 95 % من الطاقة لسد احتياجاته من الخارج عام 2011، فيما توفر بقية احتياجاته من خلال انتاج الطاقة المتجددة، اذ بلغت تكاليف تجهيز الطاقة حوالي 90 مليار درهم، خصص منها 73.3 مليار درهم لاستيراد المنتجات النفطية وبنسبة بلغت 81.4 % في اجمالي تكاليف الطاقة[2].

وفي اطار البرنامج النووي المغربي، تم انشاء مفاعل معمورة التابع للمركز الوطني المغربي للأبحاث النووية عام 2007، من نوع ترايك مارك 2 والمتخصص للأغراض السلمية، مثل توليد الطاقة الكهربائية بقدرة 2 ميكاواط، وإجراء الاختبارات الطبية والتعدينية والزراعية وغيرها[3]، وذلك بدعم فرنسي امريكي، وبلغت تكاليف بنائه 700 مليون درهم، وبذلك اتجهت المغرب نحو الطاقة الذرية، من خلال التخطيط لبناء اول محطة طاقة نووية في موقع سيدي بولبرة على الساحل الاطلسي، وهي تنوي البدء بالمفاوضات مع موردين في عام 2014، ويتوقع ان يبدأ الانتاج الفعلي ما بين عامي 2022 و 2024[4].

- **افاق انتاج الطاقة الكهربائية من اليورانيوم والصخر الزيتي في الاردن**

بالرغم من التطورات التي شهدتها الاردن في قضايا التنمية الاقتصادية بشقيها التنمية البشرية والتنمية المستدامة، إلا انها ما زالت في بعض الانشطة الاقتصادية تواجه بعض الصعوبات التنظيمية والفنية، لا لأسباب تتعلق بالصعوبات الموضوعية وإنما بالصعوبات الذاتية خاصة في مجال قطاع الطاقة، اذ لا زالت المملكة ومنذ تسعينيات القرن الماضي ولحد الان تعتمد على ما تستورده من طاقة، اذ تستورد اكثر من 97 % من احتياجاتها من الطاقة الاولية، الامر الذي يجعل موازنتها العامة مثقلة بما تخصصه من موارد مالية لسد احتياجاتها من الطاقة، الامر الذي يستدعي ضرورة تنويع مصادر الطاقة المحلية ومن بينها الوقود النووي ومصادر

---

[1] تقرير الامين العام السنوي السابع والثلاثون لعام 2010، منظمة اوابك، الكويت، 2011، ص 153.

[2] المكتب الوطني للكهرباء والماء الصالح للشرب، استراتيجية المغرب في مجال الطاقات المتجددة، المؤتمر العام الرابع للاتحاد العربي، الدوحة، كانون الثاني 2013، ص 4.

[3] http://www.hespress.com/permalink/884.html

[4] هانز هولغز روغنز، عدنان شهاب الدين، مصدر سابق، ص. ص 93-94.

الطاقة الجديدة ومن بينها مورد الصخر الزيتي، اذ يُعد هذين المصدرين من بين اهم الخيارات المطروحة امام متخذي القرار السياسي والخبراء بتطبيق سياسات الطاقة.

ففي اطار البرنامج النووي الاردني تواصلت اعمال بناء المفاعل النووي البحثي في جامعة العلوم والتكنولوجيا فبلغت 42 % من اعماله مع نهاية عام 2012، ويأمل ان يتم تشغيله عام 2015، فيما تم انشاء هيئة تنظيم العمل الاشعاعي والنووي عام 2007 كوريث شرعي لهيئة الطاقة النووية الاردنية التي انشأت عام 2001، فضلا عن انشاء هيئة الطاقة الذرية الاردنية عام 2008، وذلك بهدف نقل الاستخدامات السلمية للطاقة النووية وتكنولوجيا الاشعاع، وتطوير استخدامها لتوليد الطاقة الكهربائية وغيرها من المجالات الزراعية والطبية والصناعية[1].

وفي ذات الاطار فقد تسلمت هيئة الطاقة الذرية الاردنية في عام 2012 العروض الفنية لثلاث شركات عالمية هي: اريفا – ميتسوبيشي الفرنسية اليابانية، اتام ستوري اكسبرت الروسية، لافلان الكندية الخاصة لغرض إنشاء اول محطة لتوليد الطاقة الكهربائية النووية باستطاعة مولدة تبلغ 1000 ميكاواط قابلة للارتفاع الى 2000 ميكاواط، ومن المتوقع البدء بعمل المحطة الكهربائية النووية عام 2023[2]، مما يدل على ان لدى الاردن خطة طموحة لتنويع مصادر الطاقة لتلبية احتياجاتها الضرورية من الطاقة الكهربائية، بيد ان طموحها تبدد عندما غادرت شركة ريو تنتو وشركة اريفا عام 2012 المكلفتين باستخراج اليورانيوم، اذ اقرت شركة اريفا خلال فترة تواجدها التي استمرت اربع سنوات بوجود بعض التحديات لاستخراج مجدٍ لرواسب اليورانيوم، ومن بينها انها متقطعة التواجد وذات نوعية ادنى من النوعية القياسية القابلة للنجاح تجارياً[3]، الامر الذي يجعل من الاستمرار في دراسات الجدوى الاقتصادية والفنية لمشروع انشاء مفاعل نووي في الاردن تواجهه صعوبات جمة ويكتنفه الغموض في ظل تخلي الشركات العالمية المنتجة لليورانيوم عن اعمالها، في ظل تصويت مجلس النواب الاردني لوقف العمل ببرنامج الطاقة النووية واستخراج اليورانيوم بانتظار التوسع في بحث الجدوى الاقتصادية والفنية وإجراء الدراسات البيئية[4].

---

[1] التقرير السنوي 2012، وزارة الطاقة والثروة المعدنية، مصدر سابق، ص 20.

[2] التقرير السنوي 2012، شركة الكهرباء الوطنية المساهمة العامة، مصدر سابق، ص 26.

[3] سائد دبابنة، الخيار النووي السلمي في العالم العربي– النموذج الاردني، في تقرير المنتدى العربي للبيئة والتنمية 2013: البيئة العربية 6 الطاقة المستدامة التوقعات، التحديات، الخيارات، تحرير: ابراهيم عبد الجليل، وآخرون، المنتدى العربي للبيئة والتنمية، بيروت، 2013، ص 80.

[4] هانز هولغز روغنز، عدنان شهاب الدين، مصدر سابق، ص 95.

اما بشان الصخر الزيتي، فقد خطط له ان يحتل نسبة كبيرة في اجمالي الطاقة الاولية، اذ يتوقع ان تبلغ نسبته 5 % في اجمالي الطاقة الاولية عام 2020[1]، فضلاً عما نسبته 17 % في اجمالي الطاقة الكهربائية المولدة في عام 2018 ولتصل الى 24 % عام 2020[2]، ولتنفيذ خطط النهوض بواقع انتاج الصخر الزيتي لإنتاج الطاقة الكهربائية، فقد تم اعداد دراسات الجدوى الاقتصادية والفنية من اهمها[3]:

أ- تم اعداد دراسة الجدوى الاقتصادية والفنية لمشروع انتاج النفط من الصخر الزيتي عام 2012، ومن المتوقع البدء بإنتاج النفط بالحرق العميق للصخر الزيتي في عام 2015 باستطاعة انتاجية حوالي 15 الف برميل يومياً لتصل الى حوالي 50 الف برميل نفط يومياً في عام 2020.

ب- باشرت الشركة الصينية HTG العمل على اعداد دراسات الجدوى الاقتصادية والفنية لإنشاء مشروع محطة لتوليد الطاقة الكهربائية باستخدام الصخر الزيتي باستطاعة توليدية تتراوح ما بين (600-900) ميكاواط قابل للتوسيع، ومن المتوقع ان يبدأ الانتاج خلال العامين (2017-2018).

ت- باشرت شركة استا انيرجيا ESTI ENERGIA الاستونية العمل على استقطاب عروض من مقاولين عالميين، لإنشاء محطة لتوليد الطاقة الكهربائية باستخدام تكنولوجيا الحرق المباشر للصخر الزيتي في منطقة العطارات، ويتكون المشروع من وحدتين بخاريتين متساويتين تعملان بتكنولوجيا FCB وبقدرة اجمالية تبلغ 430 ميكاواط، ويتوقع ان يتم تشغيل المشروع تجارياً والبدء بالإنتاج الفعلي في نهاية عام 2017.

---

[1] الطاقة في الاردن (ارقام ومؤشرات)، مصدر سابق، ص 41.

[2] التقرير السنوي 2012، شركة الكهرباء الوطنية المساهمة العامة، مصدر سابق، ص 12.

[3] المصدر نفسه، ص 12.

## الاستنتاجات والتوصيات

- **الاستنتاجات**

ان الاستنتاج الرئيس الذي تم التوصل اليه هو تطابق فرضية البحث من شطرها الاول مع الواقع الاقتصادي، اذ ان ارتفاع اسعار النفط والغاز ادى الى تطوير واستخدام تقنيات اكثر تطوراً لإنتاج مصادر الطاقة غير التقليدية والطاقة النووية، في حين لم تتطابق فرضية البحث من شطرها الثاني مع الواقع الاقتصادي، اذ ان عدم استخدامها سيسهم في الضغط على مصادر الطاقة الاحفورية، وبالتالي ارتفاع اسعارها الى مستويات قياسية في المستقبل، وذلك نتيجة اهمال الجانب التكنولوجي في اكتشاف وإنتاج الطاقة الاحفورية، فضلاً عن الوسائل الاخرى التي تفرضها التكنولوجيا في رفع كفاءة الطاقة ووسائل الترشيد، وفيما يلي ايجاز الاستنتاجات الفرعية:

1. بالرغم من تشابه صفات اليورانيوم والنفط، من حيث ان كلا المصدرين يحددهما المحتوى الذاتي الذي يتكون لكل منهما، إلا ان اليورانيوم يكون مجدي اقتصادياً في حالة احتوائه على 100 جزء بالمليون او اكثر من اكسيد اليورانيوم، بينما يكون النفط الخام مجدي اقتصادياً في مختلف نسب احتوائه على الكربون، وان الاختلاف بينهما يقتصر فقط على تأثر الاخير بأسعاره تبعاً لنسبة احتوائه على الكربون، فالنفط الخفيف (الحلو ذو المحتوى الكربوني القليل) يكون اعلى سعراً من النفط الثقيل (الحامض ذو المحتوى الكربوني الكثير).
2. ان تذبذب اسعار اليورانيوم لا تعتمد كثيراً على الطلب، وذلك نتيجة لمحدودية الدول التي تملك مفاعلات نووية، وإنما تعتمد على اسعار الطاقة الاحفورية الاخرى التي تمثل وقوداً لآلات ومعدات انتاج اليورانيوم.
3. ان انتاج اليورانيوم والصخر الزيتي لا يخضعان لأسواق الاحتكار، بينما يخضع استهلاكهما لأسواق الاحتكار، ومن ثم فيكون الطلب عليهما طلباً غير مرناً.
4. تتشابه اسعار اليورانيوم والصخر الزيتي مع اسعار النفط الخام، في كونها ذات اسعار منخفضة في حالة تسويقها كمواد خام، بينما ترتفع اسعارها كلما ارتفعت قيمتها المضافة.
5. ان الاحتياطيات الكبيرة لليورانيوم تحدد كميتها فقط دون محتواها من اكسيد اليورانيوم، الامر الذي يدل على ان هناك كميات غير مجدية اقتصادياً قد تم احتسابها عند تقدير احتياطيات اليورانيوم عالمياً، ومن ثم عربياً.
6. ان التوجه نحو التخطيط لإدخال انتاج الطاقة الذرية في معظم الدول العربية، يمكن ارجاع تفسيره الاقتصادي الى مجموعة من الاسباب وهي: استقرار اسعار وقود مفاعلات الطاقة الذرية، وانخفاض نفقاتها التشغيلية، وقلة الانبعاثات الملوثة للبيئة مقارنةً بمصادر الطاقة الاحفورية، فضلاً عما توفره من استقلالية اقتصادية وسياسية كونها تنتج محلياً.

- **التوصيات**

1. ان فتح الباب على مصراعيه لكافة الخيارات الممكنة لمصادر الطاقة سواءً لليورانيوم ام للصخر الزيتي ام لغيره من المصادر هو الحل الامثل الوحيد الذي يمكّن الدول العربية من جعل اقتصادياتها تنمو بوتيرة طبيعية لا تخضع كثيراً لتقلبات اسواق النفط العالمية، لاسيما المغرب والأردن اللتين تعتمدان على اكثر من 95 % من احتياجاتهما الطاقية على الخارج.
2. لغرض تحقيق اقصى المنافع الاقتصادية لكلا الدولتين المغربية والأردنية، ينبغي ان تترافق عملية استخراج وإنتاج اليورانيوم والصخر الزيتي مع استهلاكه محلياً عن طريق انشاء مفاعل نووي ومحطات انتاج طاقة كهربائية على التوالي.
3. ينبغي السعي الجاد والحثيث لكلا الدولتين المغربية والأردنية لاستغلال مصادر الطاقة الممكنة بغض النظر عن كونها طاقة متجددة ام غير متجددة، فضلاً عن وضع اعتبارات مؤسسية وتشريعية للحد من استهلاك الطاقة الكهربائية، ايجاد نظام تسعير وحدة الطاقة يساوي للتكاليف الحدية.
4. ضرورة تفعيل الاتفاقات العربية في المنطقة العربية الكبرى من خلال تشجيع دخول الاستثمار الاجنبي العربي المباشر لإنشاء محطات طاقة كهربائية من الصخر الزيتي في المغرب والأردن، والإفادة من الفرص الاستثمارية المتاحة.
5. فتح قنوات اتصال عربي عربي للارتقاء بواقع اقتصاديات اليورانيوم والصخر الزيتي في ظل الامكانات العربية الهائلة، من خلال تبادل الخبرات والمهارات والأفكار الخلاقة، لاسيما وان هناك مشاريع بحثية ترتقي لان تكون برامج استراتيجية يمكن تبنيها بالتعاون العربي المشترك.
6. بهدف تحقيق استدامة قي قطاع الطاقة في المغرب والاردن، يجب التوسع في استخدام الطاقة المتجددة الاقل تلوثاً للبيئة، وذلك لتحقيق التوازن في النظام البيئي في حالة انتاج الطاقة الكهربائية من الصخر الزيتي الذي لم يتحدد بعد عن مقدار التلوث الناجم عنه.
7. ضرورة التواصل مع المؤسسات والمنظمات الدولية الراعية لإنتاج الطاقة الكهربائية من مصادرها غير التقليدية والنووية،وذلك بهدف تنويع مصادر الطاقة في المغرب والأردن من جهة، وتلبية الطلب المتزايد على الطاقة الكهربائية من جهة اخرى.
8. ضرورة تشريع قانون انتاج الطاقة غير التقليدية اسوة بقانون الطاقة المتجددة في المغرب والأردن، وذلك لفتح المجال امام الاستثمار المحلي بشكل خاص والأجنبي للولوج في انشاء محطات طاقة كهربائية، فضلاً عن المشاريع الصناعية الاخرى.

# المصادر والمراجع

## اولاً: المصادر العربية

### • الكتب

1- امل الدبابسة، الزيت الحجري في الاردن قابلية الحياة الاقتصادية والمخاوف البيئية، في الرواسب النفطية: ما الذي يدفع بشركات النفط الى البحث عن مصادر اقذر وأعمق، الاتحاد الاوربي، فرنسا، 2009.
http://ps.boell.org/sites/default/files/marginal_oil_publication-_arabic1.pdf

2- ايوب ابو دية، الطاقة النووية ما بعد فوكوشيما، المكتبة الوطنية، عمان، 2011.
http://www.google.iq/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=17&ved=0CEgQFjAGOAo&url=http%3A%2F%2Fwww.resourcecrisis.com%2Ffiles%2Fbooks%2Fnuclear-energy-1.doc&ei=MGcyU8zHBaaJ0AXCzoCIDQ&usg=AFQjCNFO1gXK8m9RXcD-LWn8gBDfIONAGg

3- جان ماري شوفالييه، معارك الطاقة الكبرى، ترجمة: لميس عزب، كتاب العربية الترجمة 4، الطبعة الاولى، الرياض، 2009.

4- جعفر عبد الرحمن صباغ، الطاقة مصادرها وتحويلها، الطبعة الاولى، جامعة الملك عبد العزيز، مركز النشر العلمي، جدة، 1990.

5- دوارد س. كاسيدي، بيتر ز. غروسمان، مدخل إلى الطاقة: المصادر والتكنولوجيا والمجتمع، ترجمة صباح صّديق الدملوجي، الطبعة الأولى، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، المنظمة العربية للترجمة، بيروت، 2011.

6- روبرت ل. ايفانز، شحن مستقبلنا بالطاقة: مدخل الى الطاقة المستدامة، ترجمة: د. فيصل حردان، الطبعة الاولى، مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، المنظمة العربية للترجمة، بيروت، كانون الثاني 2011.

7- سنية محمد عبد الرحمن، الطاقة الجديدة والمتجددة، مكتب التربية العربي لدول الخليج، الرياض، 1993.

8- محمد أحمد الدوري، محاضرات في الاقتصاد البترولي، جامعة عنابة، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 1983.

### • الدوريات والدراسات

1- دراسة موارد الطاقة: نظرة مركزة على الغاز الصخري، مجلس الطاقة العالمي 2010، لندن، 2010.
http://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2011/12/Shale_Gas_Ar.pdf

2- صبحي صالح محمد، د. زينب ليث عباس، دور وسائل الاعلام في معالجة اثار اليورانيوم، المجلة الدولية للبيئة والتغيرات المناخية العالمية، العدد (1)، المنظمة الأورو عربية لأبحاث البيئة والمياه والصحراء، عمان، 2013.

3- فيكتور ام. موروجوف، نهضة نووية غائمة، مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، العدد (2)، جنيف، اذار 2007.
http://www.iaea.org/Publications/Magazines/Bulletin/Bull48212047921 24_ar.pdf

4- محمد سعيد المصري، وآخرون، ادارة النفايات المشعة في سوريا، نشرة الوقاية الاشعاعية وأمان المصادر المشعة، العدد (6)، قسم الوقاية والأمان في هيئة الطاقة الذرية السورية، دمشق، الربع الثالث 2013.
http://www.aec.org.sy/rp_newsletter/RPNL6.pdf

5- مصطفى حمو ليلا، اليورانيوم وتخصيبه، مجلة عالم الذرّة، العدد (106)، تشرين الثاني/ كانون ألأول، الكويت، 2006.
http://www.arp-asso.org/blog/wp-content/uploads/uranium%20enrichment1.pdf
6- مفتاح محمود الزعيليك، الاندماج النووي، نشرة الذرة والتنمية، العدد (4)، الهيئة العربية للطاقة الذرية، تونس، 2013. http://www.aaea.org.tn/ar/atomd.pdf
7- الهيأة العامة للبيئة، الصخور الزيتية، مجلة بيئتنا، العدد (157)، الكويت، 2010.
8- الهيأة العامة للبيئة، الصخور الزيتية، مجلة بيئتنا، العدد (132)، الكويت، 2013.
9- هيأة التحرير، القوى النووية واقتصاديات الطاقة وامن الطاقة، مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، العدد (1)، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، فيينا، اذار 2013.
http://www.iaea.org/Publications/Magazines/Bulletin/Bull541/Arabic/54104710303_ar.pdf
10- هيأة التحرير، احصاءات رئيسية، مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، العدد (1)، جنيف، اذار 2013.
11- هيأة التحرير، الحصول على الطاقة من الارض: معدات شركة كاتربلر تساعد في دعم استونيا، مجلة كاتربلر، العدد (2)، جنيف- سويسرا، 2011.
http://middleeast-africa.cat.com/cda/files/3804921/20/1104-Bergerat_Monnoyeur_Algerie-SA_ISSUE%202-2011.pdf
12- هيثم عبدالله سلمان، احمد صدام عبد الصاحب، امكانات اوبك الخليجية في سوق النفط العالمية مع اشارة خاصة الى النفط العراقي، مجلة المستقبل العربي، العدد (358)، مركز دراسات الوحدة العربية، 2008، بيروت.
13- ـــــــــــ ، مؤشرات الطاقة المستدامة في دول الخليج العربي، مجلة التنمية الصناعية العربية، العدد (63)، المنظمة العربية للتنمية الصناعية والتعدين، الرباط، 2007.
14- ـــــــــــ ، تقييم ستراتيجيات التصنيع في دولة الامارات العربية المتحدة للمدة (1990-2007)، مجلة الاقتصادي الخليجي، العدد (18)، جامعة البصرة، مركز دراسات الخليج العربي، البصرة، 2010.
15- يوري سوكولوف، وراندي بيتي، الطاقة النووية المستدامة، مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرّية، العدد (1)، جنيف، تشرين الاول 2009.
http://www.iaea.org/Publications/Magazines/Bulletin/Bull511/Arabic/51104023942_ar.pdf

- **المؤتمرات والندوات والحلقات النقاشية**

1- المكتب الوطني للكهرباء والماء الصالح للشرب، استراتيجية المغرب في مجال الطاقات المتجددة، المؤتمر العام الرابع للاتحاد العربي، الدوحة، كانون الثاني 2013.
2- بهجت عليمات، الصخر الزيتي كأحد الخيارات المستقبلية للتوسع في توليد الطاقة الكهربائية في الاردن، ندوة واقع ومستقبل قطاع الكهرباء في الوطن العربي للمدة (17-14) كانون الاول 2009، تونس.
http://www.steg.com.tn/dwl/Bahjet_Alimet_Jordanie.pdf
3- هانس هولغر روغنر، وايه ماكدونالد، مستقبل الطاقة النووية: نظرة عالمية وإقليمية، وقائع المؤتمر السنوي الثالث عشر تحت عنوان "المصادر المستقبلية للطاقة في الخليج العربي: هيدروكربونية أم نووية أم متجددة " للمدة (21-19) تشرين الثاني 2007، الطبعة الأولى، مركز الأمارات للدراسات والبحوث الإستراتيجية، أبو ظبي، 2007.

● **التقارير والإحصاءات الرسمية**

1- التقرير السنوي 2012، وزارة الطاقة والثروة المعدنية، عمان، 2013.
http://www.memr.gov.jo/LinkClick.aspx?fileticket=4b99mUCxv1M%3D&tabid=111
2- التقرير الاحصائي السنوي 2013، منظمة اوابك، الكويت، 2014، ص 138.
3- التقرير السنوي 2012، شركة الكهرباء الوطنية المساهمة العامة، عمان، 2013.
http://www.nepco.com.jo/store/docs/web/2012_ar.pdf
4- النشرة الاحصائية 2010، العدد (19)، الاتحاد العربي للكهرباء، تونس، 2010.
http://auptde.org/Article_Files/4.pdf
5- النشرة الاحصائية 2011، العدد (20)، الاتحاد العربي للكهرباء، تونس، 2011.
http://auptde.org/Article_Files/2011.pdf
6- النشرة الاحصائية 2012، العدد (21)، الاتحاد العربي للكهرباء، تونس، 2012.
http://auptde.org/Article_Files/main2012.pdf
7- بسام فتوح، لورا الكتيري، النفط العربي في السياق العالمي والمحلي، في تقرير المنتدى العربي للبيئة والتنمية 2013: البيئة العربية 6 الطاقة المستدامة: التوقعات والتحديات والخيارات، تحرير: ابراهيم عبد الجليل، وآخرون، المنتدى العربي للبيئة والتنمية، بيروت، 2013.
http://www.afedonline.org/report2013/ARABIC/Sustainable%20Energy-Arabic.pdf
8- الوكالة الدولية للطاقة الذرية، التقرير السنوي لعام 2009، فيينا، 2010.
http://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC54/GC54Documents/Arabic/gc54-4_ar.pdf
9- الكتاب الابيض للطاقة النووية في الاردن: التقرير النهائي، هيئة الطاقة الذرية الاردنية، عمان، حزيران 2011.
http://www.jaec.gov.jo/CMS/UploadedFiles/1a7e22db-98a1-4f66-93ee-7f393dda7e80.pdf
10- تقرير المنتدى العربي للبيئة والتنمية 2013: البيئة العربية 6 الطاقة المستدامة التوقعات، التحديات، الخيارات، تحرير: ابراهيم عبد الجليل، وآخرون، المنتدى العربي للبيئة والتنمية، بيروت، 2013.
http://www.afedonline.org/report2013/ARABIC/Sustainable%20Energy-Arabic.pdf
11- تقرير شل حول التنمية المستدامة لعام 2006: مواجهة تحديات الطاقة.
http://reports.shell.com/sustainability-report/2012/servicepages/previous/files/ssr06_arabic.pdf
12- تقرير الامين العام السنوي السابع والثلاثون لعام 2010، منظمة اوابك، الكويت، 2011.
13- تقرير مركز بروكنجز الدوحة ومبادرة امن الطاقة، موجز سياسات منتدى مركز بروكنجز الدوحة للطاقة 2013، الدوحة، 1-2 ابريل 2013.
http://www.brookings.edu/~/media/research/files/reports/2013/08/06%20energy%20forum%20report/energy%20forum%20report_arabic.pdf
14- سائد دبابنة، الخيار النووي السلمي في العالم العربي- النموذج الاردني، في تقرير المنتدى العربي للبيئة والتنمية 2013: البيئة العربية 6 الطاقة المستدامة التوقعات، التحديات، الخيارات، تحرير: ابراهيم عبد الجليل، وآخرون، المنتدى العربي للبيئة والتنمية، بيروت، 2013.
http://www.afedonline.org/report2013/ARABIC/Sustainable%20Energy-Arabic.pdf

15- مهران كامروا، المسالة النووية في الشرق الاوسط: السياق والمعضلات والتناقضات، تقرير الموجز لمجموعة العمل المسالة النووية في الشرق الاوسط، مركز الدراسات الدولية والإقليمية، كلية الشؤون الدولية بجامعة جورجتاون في قطر، الدوحة، 2012.
http://www12.georgetown.edu/sfs/qatar/cirs/ArabicNuclearQuestionSummaryReport.pdf
16- هانز هولغز روغنز، عدنان شهاب الدين، خيار الطاقة النووية، في تقرير المنتدى العربي للبيئة والتنمية 2013: البيئة العربية 6 الطاقة المستدامة التوقعات، التحديات، الخيارات، تحرير: ابراهيم عبد الجليل، وآخرون، المنتدى العربي للبيئة والتنمية، بيروت، 2013.
http://www.afedonline.org/report2013/ARABIC/Sustainable%20Energy-Arabic.pdf
17-http://www.world-nuclear.org/info/Nuclear-Fuel-Cycle/Uranium-Resources/Supply-of-Uranium/
18- BP Statistical Review of World Energy June 2013.
19- http://www.bp.com/statisticalreview
20http://www.iaea.org/Publications/Magazines/Bulletin/Bull541/Arabic/54104711616_ar.pdf

### • المواقع الالكترونية (الانترنت)

1- الطاقة في الاردن (ارقام ومؤشرات)، دائرة الاحصاءات العامة، عمان، بدون سنة.
http://www.dos.gov.jo/dos_home_a/Energy%20in%20Jordan.pdf
2- http://www.zci.org.jo/DesktopModules/ZCI_V2/uploadFolder/14/01092010/Power%20Consumption.pdf.
3- http://www.arab-api.org/images/publication/pdfs/112/112_develop_bridge5.pdf.
4- هيأة التحرير، مستقبل انتاج النفط والغاز من المصادر غير التقليدية بالتركيز على انتاج النفط الحجري والغاز الصخري وتأثيره على المملكة العربية السعودية، شركة جدوى للاستثمار، الرياض، كانون الاول 2013.
http://content.argaam.com.s3-external-3.amazonaws.com/cdc56476-6d54-4ba5-b7f1-7ddd4e8916dd.pdf
5- http://www.keu92.org/uploads/Search%20engineering/Tawled%20Karaba%20min%20Taqa%20Nawawea.pdf.
6http://www.google.iq/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=3&ved=0CDIQFjAC&url=http%3A%2F%2Fwww.drmohammedsalehalansari.com%2Fv2%2FArticles%2FNuclearEnergy%2FFourthGenerationofNuclearReactors_July2010.doc&ei=XfMzU5-4EdSBhAfU9oC4CQ&usg=AFQjCNHZLQX4-aFzVKrOLyYrBqEKD63w2w
7- ويكيبيديا، الموسوعة الحرة، ملحق قائمة الدول حسب إنتاج اليورانيوم.
http://www.hindustantimes.com/News-Feed/newdelhi/India-s-uranium-reserves-at-115-000-tonnes/Article1-346691.aspx
8- http://www.hespress.com/permalink/884.html

### ثانياً: المصادر الاجنبية

1- http://www.world-nuclear.org/info/Nuclear-Fuel-Cycle/Uranium-Resources/Supply-of-Uranium/
2- (IEA), World Energy Outlook 2012, Online bookshop, France, 2012.
3- http://www.nepco.com.jo/store/docs/web/2012_ar.pdf
4- (IEA), Key World Energy Statistics 2013, OECD/IEA, Paris,2013.