اقتصاد الطاقة النووية وإمكانية التطبيق لتحقيق مستقبل طاقوي مستدام
دراسة حالة الدول العربية التابعة لمنظمة الاسكوا

د. رملي حمـــزة، المركز الجامعي عبد الحفيظ بوالصوف –ميلة–

أ. أوصالح عبد الحليم، المركز الجامعي عبد الحفيظ بوالصوف –ميلة–

ملخص:

تأتي أهمية هذه الدراسة من كونها تتناول قضية تأثير تقنية الطاقة النووية على الأمن الطاقوي. وبشكل تحليلي منهجي، نسعى من خلاله إلى إعطاء صورة واضحة لأبعاد هذه التقنية، وتسليط الضوء على الفرص والتحديات التي تمثلها موجة الاستثمار في الطاقة النووية على تحقيق الأمن الطاقوي المستدام في الدول العربية التابعة لمنظمة الاسكوا، في ظل تحديات التنمية المستدامة.

الكلمات المفتاحية: الطاقة المستدامة، اقتصاد الطاقة النووية، الدول العربية التابعة لمنظمة الاسكوا.

Résumé:

L'importance de cette étude réside dans le fait qu'elle tente d'éclaircir l'impact de la Technique de L'énergie nucléaire sur la sécurité énergétique. Avec une façon Analytique et méthodique, Par laquelle nous cherchons à donner une image claire sur les dimensions de cette technique, de mettre en évidence sur les mécanismes et les procédures qui ont été appliquées dans le cadre d'investissements dans de L'énergie nucléaire afin d'atteindre la sécurité La sécurité énergétique durable dans les pays arabes de l'Organisation de la CESAO. dans le cadre des défis du développement durable.

Mots clés: l'énergie durable, l'économie de l'énergie nucléaire, les Etats arabes de l'Organisation de la CESAO.

مقدمة:

مع تزايد الحاجة للكهرباء وشحة المياه في المنطقة العربية والنقص المتزايد في احتياطيات النفط والغاز يصبح اللجوء إلى خيار الطاقة النووية كمصدر لتوليد الكهرباء وإزالة ملوحة المياه خيارا استراتيجيا بالنسبة للدول العربية التابعة لمنظمة الاسكوا، ويجب الإعداد له على المدى البعيد والمتوسط. وقد أعلنت معظم الدول العربية أخيرا رغبتها في إدراج خيار توليد الكهرباء، ضمن استراتيجياتها لتنويع مصادر الطاقة. وهناك العديد من الأسباب التي تدعو الدول العربية إلى بناء محطات نووية سلمية، لعل من بينها الزيادة في الطلب على الطاقة وشحة المياه، والنقص المتزايد في احتياطيات النفط والغاز، وتذبذب أسعارها وعلاقة الطاقة بالتنمية المستدامة، والرغبة في تأمين التزود بالطاقة والاكتفاء الذاتي، كما أن الطاقة النووية أثبتت وثوقيتها، رغم حادثة فوكوشيما، من حيث الأمان والأمن العاليين الذي تمتع بها سجلها في الربع قرن الأخير، ناهيك عن أنه لا ينبعث منها غازات مسببة للاحتباس الحراري وكونها كذلك ذات تكلفة منافسة مقارنة بمصادر الطاقة الأخرى. وفي خضم التطورات والانجازات العلمية المتسارعة وعلى كافة الأصعدة في العالم، منها الصعيد الطاقوي والذي يشكل الرافد الحيوي للحياة الإنسانية، أصبح لزاما على الدول العربية متابعة ورصد انجازات التقنية النووية للتعرف على آلياتها ومتطلبات استغلالها، والاستفادة منها لخدمة شعوبها، بما يتماشى مع التحديات البيئية الاقتصادية والاجتماعية.

أهمية الدراسة: تنبع أهمية هذه الدراسة من كون أن استخدام التقنية النووية في الدول المتقدمة والنامية على حد سواء تثبت الإمكانيات الكبيرة لهذه التقنية في المجال الاقتصادي الذي يعد صمام الأمان لمشكلة الأمن الطاقوي مما يعطي أملا كبيرا لعدد كبير من الدول التي تعاني من مشكلة الأمن الطاقوي المستدام.

إشكالية الدراسة: بناء على ما سبق يمكن طرح وصياغة **الإشكالية** التالية الرئيسية لهذه الدراسة على النحو التالي:

ما هو مستقبل الطاقة النووية؟ وهل سيساهم هذا الأخير في تحقيق مستقبل مستدام للطاقة في الدول العربية التابعة لمنظمة الاسكوا؟

أهداف الدراسة: نسعى من خلال هذا البحث الوصول إلى **الأهداف** التالية:

- التعرف على اقتصاديات الطاقة النووية.

- إبراز أبعاد مشكلة الطاقة في الدول العربية.
- بيان ضرورة الطاقة النووية في خدمة إستراتيجية التنويع الاقتصادي للطاقات المتجددة.
- إبراز أهمية الطاقة النووية في توفير الطاقة بما يخدم استراتيجيات حل مشكلة الأمن الطاقوي المستدام، في الدول العربية.

منهج الدراسة: طبيعة الدراسة تجعلنا نستخدم مزيجا من المناهج المعتمدة في البحوث العلمية، وأبرزها المنهج الوصفي التحليلي والمنهج الاستقرائي والاستنباطي. أما بخصوص أدوات البحث فسوف نعتمد على العديد من المراجع العامة والدراسات والإحصاءات سواء تلك الصادرة عن الهيئات الوطنية الرسمية للدول العربية، أو الهيئات الدولية الموثوق في احصائاتها.

هيكل الدراسة: نحاول ضمن هذه الورقة البحثية الإجابة على الإشكالية المطروحة من خلال التطرق **للعناصر** التالية:

أولا. الإطار العام لاقتصاد الطاقة النووية.

ثانيا. كفاءة الطاقة في الدول العربية.

ثالثا. نحو مستقبل مستدام للطاقة النووية في الدول العربية.

أولا. الإطار العام لاقتصاد الطاقة النووية:

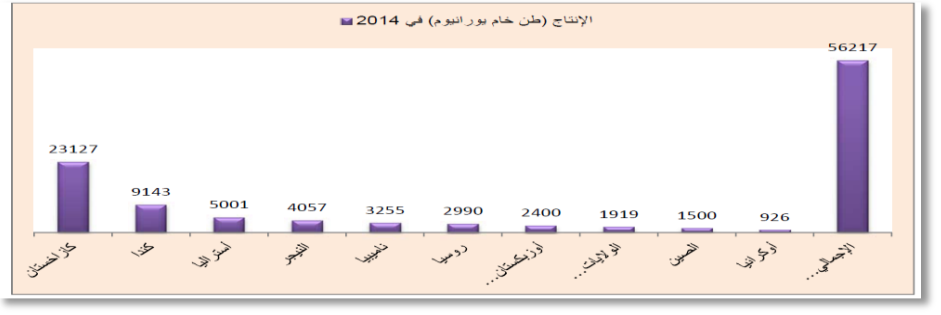
قبل وقت طويل من الحماس الحالي بشأن تكنولوجيا الطاقة الشمسية الكهروضوئية والطاقة المتجددة الأخرى، كانت هناك تكنولوجيا تبدو سحرية حولت الغبار الأصفر إلى كهرباء. ففي عام 1942 ، أثبت الفيزيائي الإيطالي إنريكو فيرمي، على ملعب اسكواش مهجور في جامعة شيكاغو، أن الكهرباء يمكن أن تتولد باستخدام تفاعل نووي قادر على الاستمرار ذاتيا. وفي العقود الأولى، كان من المتوقع أن تكون الطاقة النووية رخيصة لدرجة لا يمكن قياسها بديل أنظف وعصري للوقود الأحفوري المستخدم اليوم. ومرت السنوات، وأصبح للطاقة النووية بالفعل دور محوري في إمدادات الكهرباء في العالم. وقد وفرت الطاقة النووية في العام الماضي قدرا هائلا من الكهرباء بلغ 2.4 بيتا واط في الساعة، أي ما يكفي لتلبية 10% من مجموع الطلب العالمي. وعلى عكس محطات الوقود الأحفوري، لا ينبعث من محطات الطاقة النووية ثاني أكسيد الكربون، وهو المسبب الرئيسي لتغير المناخ.

1- تعريف الطاقة النووية: تعرف الطاقة النووية على أنها الطاقة التي تربط بين مكونات النواة (البروتونات والنيترونات) وهي الطاقة التي تنطلق أثناء انشـــطار أو اندماج نويات الذرات، وهي تشـكل 20% من مجموع الطاقة المولدة بالعالم، وينظر العلماء إلى الطاقة النووية بوصـفها مصـدرا حقيقا لا ينضب[1].

2- اليورانيوم المعدن الأســاســي في الطاقة النووية: تعتمد الطاقة النووية أســاســا على خام اليورانيوم كمعدن نشط إشعاعيا، ويتواجد بنسب متفاوتة في الصخور وفي مياه البحر، ولهذا المعدن ثلاثة نظائر، اليورانيوم 238، وهو الأثقل في الذرات الموجودة في الغلاف الأرضي، والأكثر استقرارا وثباتا ونســبة تواجده هي الأعلى 99,28%، اليورانيوم 235، وهو الذرة الطبيعية الوحيدة القابلة للانشــطار، والأكثر شــيوعا كوقود للمفاعلات النووية ونســبة تواجده 0,71% داخل اليورانيوم الطبيعي، اليورانيوم 234 ونسبة تواجده ضئيلة جدا 0,006%. وتعتمد الجدوى الاقتصـادية من اســتخراج اليورانيوم على كلفة الاســتخراج الممكنة، آخذا في الاعتبار الطبيعة الجغرافية لموقع الاســتخراج والكمية المتوفرة والتقنيات الفنية اللازمة. ويمكن اعتبار كلفة اســتخراج كيلوغرام بين 130 و 260 دولار أمريكي مقبولة اقتصــاديا لاســتخدام هذا المعدن. ويمر خام اليورانيوم بمراحل تصنيع معقدة حتى يصبح وقودا يستخدم في المفاعل النووي[2].

ويوجد خام اليورانيوم في عدة دول، من أهمها كازخســتان وكندا واســتراليان حيث تســهم هذه الدول الثلاثة بحوالي ثلثي الإنتاج العالمي. ويوضـح الشـكل التالي أهم عشـر دول في العالم في إنتاج اليورانيوم[3].

الشكل رقم 01: الدول الأهم إنتاجا لخام اليورانيوم في العالم في 2014



المصدر: اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الاسكوا)، التعاون الإقليمي وأمن الطاقة في المنطقة العربية، مرجع سبق ذكره، ص:22.

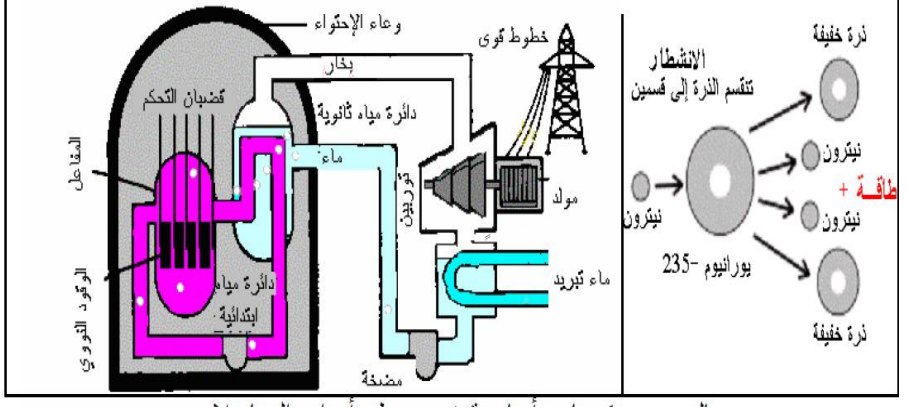
3 – المفاعلات النووية: عبارة عن منشأة ضخمة تتم فيها السيطرة على عملية الانشطار النووي، حيث يتم الاحتفاظ بالأجواء المناسبة لاستمرار عملية الانشطار النووي دون وقوع انفجارات أثناء الانشطارات المتسلسلة. تستخدم المفاعلات النووية لأغراض:إنتاج الطاقة الكهربائية، وتصنيع الأسلحة النووية، وإزالة الأملاح والمعادن الأخرى من الماء للحصول على الماء النقي، وتحويل عناصر كيميائية معينة إلى عناصر أخرى، وخلق نظائر عناصر كيميائية ذات فعالية إشعاعية، وأغراض أخرى[4].

4– محطات الطاقة النووية: تعد محطات التوليد النووية نوعا من محطات التوليد الحرارية البخارية، حيث تقوم بتوليد البخار من الحرارة التي تتولد في فرن المفاعل. الفرق بين محطات الطاقة النووية والمفاعلات النووية انه بدل الفرن الذي يحترق فيه الوقود يوجد في محطات الطاقة النووية "الفرن الذري" الذي يحتاج على جدار عازل، وواق من الإشعاع وهو يتكون من طبقة الآجر الناري، وطبقة من المياه، وطبقة من الحديد الصلب، ثم طبقة من الاسمنت تصل إلى سماكة مترين، وذلك لحماية العاملين في المحطة والبيئة المحيطة من التلوث بالإشعاعات الذرية[5].

5– إنتاج الطاقة الكهربائية من الوقود النووي: تعمل المحطة النووية لتوليد الطاقة الكهربائية بشكل أساسي بنفس طريقة المحطات المشتغلة بالوقود الأحفوري ولكن بفارق وحيد يتركز فى مصدر الحرارة حيث أن عملية إنتاج الحرارة في المحطات النووية تكون عن طريق إنشطار ذرات اليورانيوم إلى ذرتين أخف بواسطة النيترونات التى تنطلق بسرعة كبير ة من هذه العملية التى يصحبها طاقة حرارية هائلة وعدد 2 – 3 من النيترونات، تتم تهدئة أو تقليل سرعة النيترونات الخارجة من هذا التفاعل بواسطة الماء أو الجرافيت الموجود داخل المفاعل خصيصا لهذا الغرض . وتقوم النيترونات المهدء ة بشطر ذرة يورانيوم جديدة وهكذا تتكرر العملية وهذا مايسمى بالتفاعل المتسلسل .والمفاعل النووي هو ذلك الوعاء الذي يحوي ويتحكم في هذا التفاعل المتسلسل. والحرارة التي تنطلق من قلب المفاعل تقوم بغلي الماء حيث يتولد عنه بخار يقوم بدورها بتشغيل توربين بخارى وبالتالي تتولد الكهرباء، والشكل التالي يوضح ذلك[6]:

الشكل رقم 02: الانشطار النووي ومفاعلات القوى

الانشطار النووي	مفاعلات القوى



المصدر: درويش محمد خميس فريح القبيسي وآخرون، طاقة المستقبل للعالم العربي: مقارنة الطاقة الشمسية بالطاقة الذرية، مرجع سبق ذكره، ص:48.

6- محددات الاقتصاد النووي:

هناك محددات عدة مهمة تؤثر على تكلفة الكهرباء التي تولدها محطة الطاقة النووية، وبعض تلك المحددات واضح وضوح الشمس بينما غيرها أقل وضوحا وترى شركة أريفان.ب .الفرنسية التي تبيع محطات الطاقة النووية أن 70% من تكلفة كيلوميغاواط من الكهرباء النووية يتم حسابه باحتساب التكاليف الثابتة من عملية البناء، و 20 % من التكاليف التشغيلية الثابتة، و 10% أخرى من التكلفة التشغيلية المتغيرة .والتكاليف الثابتة الوحيدة في البناء هي دفع الفائدة على القروض وتسديد رأس المال، ويدخل في الحساب أيضا تكاليف التفكيك والتنظيف من الملوثات الإشعاعية . ويتم تحديد تكلفة كل كيلوواط/ساعة حسب القدرة على الاعتماد على المحطة :كلما كانت إمكانية الاعتماد على المحطة أعلى، زاد إنتاجها للمخرجات، التي يمكن توزيع التكاليف الثابتة عليها . وتكون التكاليف الجارية الأساسية هي تكاليف التشغيل والصيانة والتصليح وليس الوقود. قبل النظر في تلك التكاليف بالتفصيل، تجدر ملاحظة غياب الانسجام بين المصالح التجارية والمجتمع عموما فالتكاليف الضخمة التي سيظهر عبؤها في مرحلة لاحقة متأخرة في المستقبل لا تؤثر تأثيرا كبيرا على القرارات التجارية، لأن هذه التكاليف غير محسوبة وهذا يعني أن تكاليف التخلص من النفايات

والتفكيك بغرض التنظيف من التلوث الإشعاعي، التي لا تظهر الآن سوى على هيئة تخمينات ضعيفة بلا داعم، لا تشكل مصدر أهمية بالنسبة للشركات التجارية .ومن وجهة النظر الأخلاقية، فإنه يجب على الجيل الحالي التنبيه تجاه ترك هذا الإرث المجهول والمكلف، الذي يمكن أن يشكل مصدر خطر داهم على جيل المستقبل ليتعامل معه في وقت لا يوجد لدينا أي يقين بأنها ستتوفر خلاله الطرق الكفيلة بأن تجعل الجيل الحالي يرصد أموالا للتعامل معها ناهيك عن تحمل المخاطر المادية .وكذلك الأمر بالنسبة لخطر الحوادث الذي لا يشكل جزءا من عملية صنع القرار، لأن الشركات تتنصل من هذه المخاطرة بفعل المعاهدات الدولية التي تلقي بتلك المخاطر على كاهل المكلفين دافعي الضرائب. والجدول الموالي يوضح تكلفة استغلال الطاقة النووية[7]:

الجدول رقم 01: الاقتصاد النووي:العناصر المؤثرة على التكلفة

الحصة	الوصف
70٪	التكلفة الثابتة للبناء والفواضد على القروض/ تسديد رأس المال
20٪	العمليات الثابتة (تكلفة/ كيلوواط بالساعة):
	تعتمد على مدى إمكانية الاعتماد على المحط (مثال عامل الحمل)
10٪	عمليات مختلفة: التشغيل، الصيانة، التصليح، الوقود
غير مدرج	تفكيك المفاعل أو المحطة، التخلص من النفايات وإدارتها، خطر الانصهارات، الأذى البيئة والضرر على صحة الإنسان

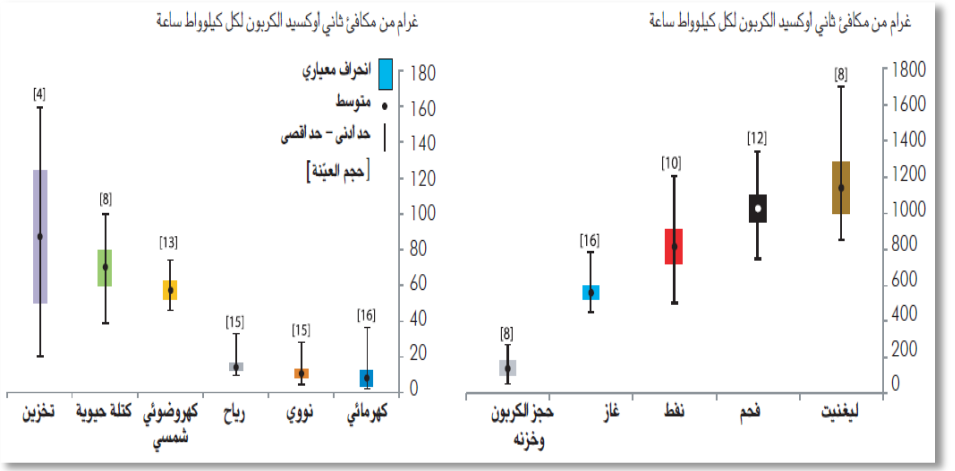
المصدر: ستيف توماس، اقتصاد الطاقة النووية:آخر المستجدات، سلسلة منشورات عن علوم البيئة، تم تحميله من الموقع الالكتروني:www.boell.de/English ، تاريخ الاطلاع:2016/02/10.

7- مساهمة الطاقة النووية في الحد من التغيرات المناخية:

في الشكل الموالي نوضح موجز لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري لمدى دورة حياة عدد من تقنيات التوليد وأنواع الوقود، بالإضافة إلى المساهمة في الحد من التغيرات المناخية، يمكن كذلك عن طريق اعتماد محطات الطاقة النووية تجنب إصدار انبعاثات ملوثات الهواء من غير الغازات المسببة للاحتباس الحراري، وهي ذات تأثيرات سلبية على الصحة والبيئة على المستويين المحلي والإقليمي، وعلى العكس من توليد الكهرباء في المحطات العاملة بالوقود الاحفوري، فإن محطات الطاقة النووية

لا تطلق عمليا أثناء التشغيل أي ملوثات للهواء مثل أوكسيدات النتروجين أو ثاني أوكسيد الكبريت أو انبعاث الجسيمات:

الشكل رقم 03:انبعاثات غازات الاحتباس الحراري لمدى دورة حياة مختلف خيارات توليد الكهرباء



المصدر: المنتدى العربي للبيئة والتنمية، التقرير السنوي للمنتدى العربي للبيئة والتنمية، الطاقة المستدامة، بيروت، لبنان، 2013، ص:86.

ثانيا. كفاءة الطاقة في الدول العربية:

يتصف العالم العربي عموما بمستوى استهلاك مرتفع نسبيا، وبرغم أن ذلك يقابله إنتاج غزير للطاقة، فهو يمثل اتجاها غير مستدام على المدى البعيد، إذ أن المنطقة تكاد تعتمد اعتمادا كليا على الوقود الاحفوري لتأمين احتياجاتها للطاقة كما أن معظم بلدانها تدعم أسعار الطاقة بشكل كبير. وبالرغم من سرعة تنامي الطلب على الطاقة وتناقص احتياطات الوقود الاحفوري، لا تزال المنطقة من أكثف الاقتصادات الإقليمية استخداما للطاقة في العالم، مع ما يرافق ذلك من زيادة انبعاثات الغازات المسببة للاحتباس الحراري، ومع التوسع السكاني والنمو الاقتصادي فإن الوضع آيل إلى زيادة كثافة استهلاك الطاقة.

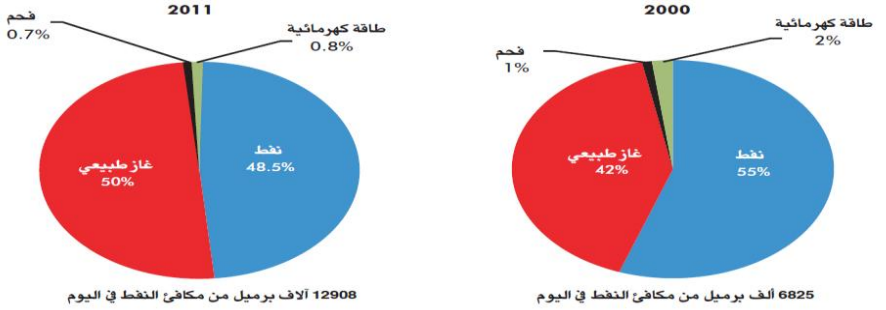
1- البنية التحتية لقطاع الطاقة في الدول العربية: يتطلب تأمين خدمات الطاقة الحديثة في الدول العربية توافر مصادر الطاقة الأولية محليا و / أو وسائل استيرادها من الخارج، وكذلك وجود

بنية تحتية، ملائمة قادرة على تلبية الاستهلاك المحلي من الطاقة، والتصدير إلى الخارج في حالة وجود فائض بهدف تأمين موارد مالية تحتاجها موازنات الدول المصـــدرة لتنفيذ خطط التنمية، وأهم ما تتضمنه هذه البنية التحتية[8]:

- تجهيزات اســتكشــاف واســتخراج النفط والغاز، ومعالجتهما ليصــبحا جاهزين للعرض في أسواق الطاقة.
- تجهيزات مصافي التكرير وإنتاج المشتقات النفطية ووسائل نقلها، بما في ذلك أنابيب النفط الخام والغاز الطبيعي المضغوط ومحطات تسييل الغاز الطبيعي وتصديره.
- محطات توليد الطاقة الكهربائية من مصـــادر مختلفة (وقود أحفوري، طاقة متجددة، طاقة نووية) وما يلزم من تجهيزات لانجاز عمليات النقل والتحويل والتوزيع والتوزيع، والتصـدير إذا كان هناك فائض.

2- استهلاك الطاقة الأولية والطاقة النهائية: لا يزال استهلاك في المنطقة يعتمد على أنواع الوقود الاحفوري ففي العام 2011، هيمنت على مزيج اســـتهلاك الطاقة الأولية منتجات النفط 48,5% والغاز الطبيعي 50% فيما كانت حصة الفحم ضئيلة جدا، أما الطاقة الكهرومائية فهي الشـكل الوحيد من أشـكال الطاقة المتجددة التي كان لها تأثير قابل للقياس 0,8%، وكما يتضـح من الشـكل الموالي فإن الوضـع لم يتغير منذ العام 2000، لكن يبدو بشـكل عام ارتفاع استخدام الغاز الطبيعي مقابل انخفاضات نسبية في حصص باقي المصادر[9].

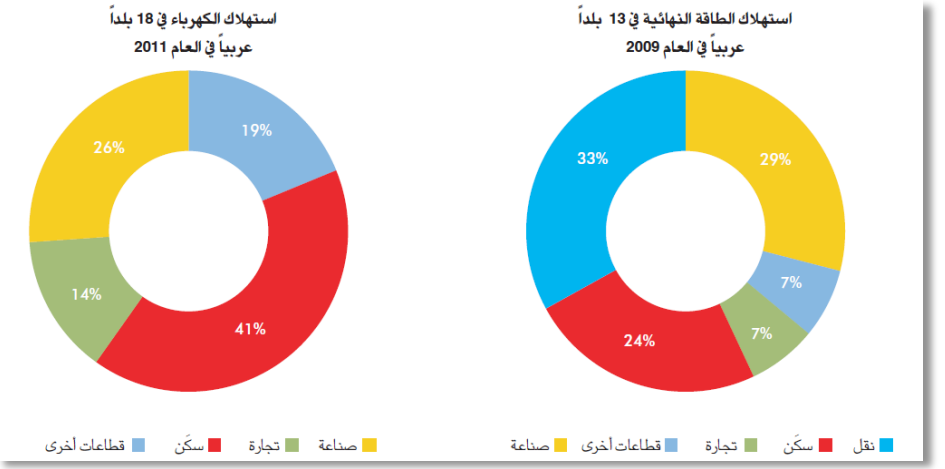
الشكل رقم 04: مصادر استهلاك الطاقة الأولية في البلدان العربية عامي 2000 و 2011



المصدر: المنتدى العربي للبيئة والتنمية، التقرير السنوي للمنتدى العربي للبيئة والتنمية، الطاقة المستدامة، مرجع سبق ذكره، ص:106.

ويوضح الشكل رقم 04 استهلاك الطاقة النهائية بحسب القطاعات، في العام 2009، في 13 بلدا عربيا مختارا وكما يبدو في هذا الشكل، فقد سجل قطاع النقل أعلى نسبة ضمن إجمالي استهلاك الطاقة النهائية على أنواع الوقود بلغت 33%، وإذا وزعنا استهلاك الطاقة النهائية على أنواع الوقود، فإن السيطرة هي لمنتجات النفط 67%، يليها الغاز الطبيعي 15%، والكهرباء 17%، والفحم 1%. ومن ضمن استهلاك الكهرباء يمثل القطاع السكني الحصة الأكبر من الاستهلاك 41%، يليه القطاع الصناعي 26%.

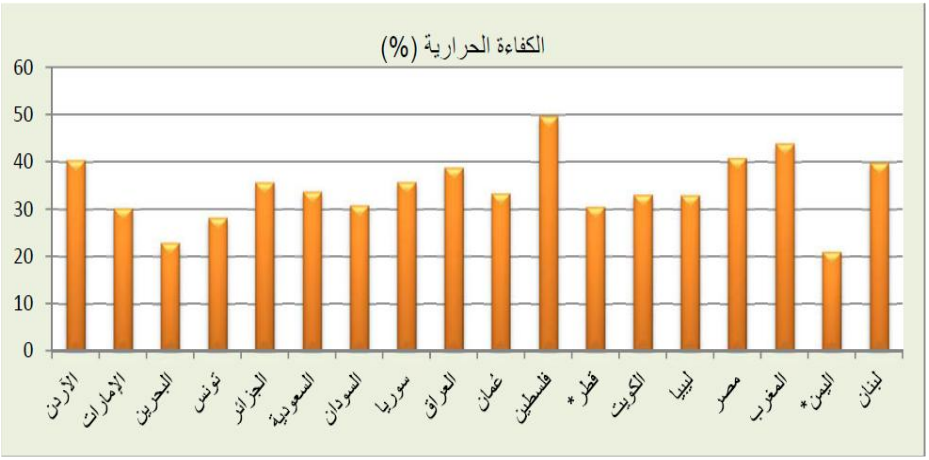
الشكل رقم 05:استهلاك الطاقة النهائية في البلدان العربية عامي 2000 و 2011



المصدر: المنتدى العربي للبيئة والتنمية، التقرير السنوي للمنتدى العربي للبيئة والتنمية، الطاقة المستدامة، مرجع سبق ذكره، ص:107.

3- الحالة العامة لمحطات إنتاج الكهرباء: يؤمن قطاع الكهرباء خدمات الطاقة الحديثة في الدول العربية، وبالتالي يشـــكل العمود الفقري للبنية التحتية الضـــرورية لأمن الطاقة. وتفتقر البنية التحتية لهذا القطاع إلى الكفاءة، حيث يصـل متوسـط الفقد في الطاقة الكهربائية بشـكل عام على مسـتويات الإنتاج والنقل والتوزيع في الدول العربية إلى حوالي 19% بينما يبلغ المعدل العالمي 8% .ويعتمد قطاع الكهرباء في المنطقة العربية على الوقود الاحفوري بنســـبة حوالي 95% من خلال اسـتخدام المحطات الحرارية من بخارية وغازية ودورة مركبة ومجموعات الديزل، والشـكل التالي يوضـح كفاءة الإنتاج في معظم الدول العربية[10]:

الشكل رقم 06: الكفاءة في محطات إنتاج الطاقة الكهربائية في الدول العربية 2013

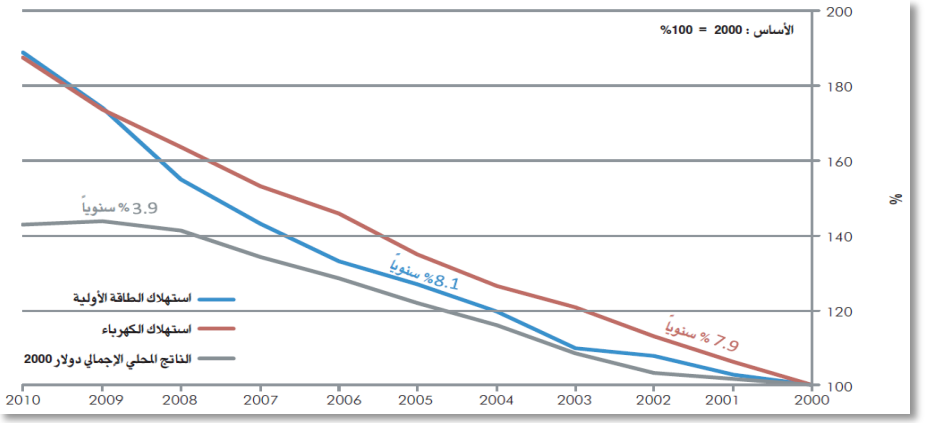


المصدر: اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الاسكوا)، مجموع الإحصاءات البيئية في المنطقة العربية 2014- 2015، مرجع سبق ذكره، ص:93.

ويلاحظ من الشكل أعلاه التفاوت في الكفاءة الحرارية لمحطات الإنتاج بين الدول العربية بدرجة كبيرة. وتبلغ الكفاءة في أفضل الأحوال: حوالي 40% في الأردن ومصر والمغرب، وذلك لعدة أسباب منها مساهمة محطات الدورة المركبة التي تتسم عادة في الظروف المحلية بكفاءة حرارية لا تقل عن 55%، في قدرات التوليد بنسب 39% في مصر، 41% في الأردن، 16% في المغرب، إلى جانب تطبيق برامج تحسين كفاءة الطاقة. في حين تتدنى الكفاءة إلى أقل من 25% في البحرين واليمن، وتتراوح في باقي الدول بين 30 و40 %، وهو ما يتطلب النظر في التوسع في إجراءات كفاءة الطاقة وسياسات الدعم. وتعاني عدة دول عربية من ضعف في البنية التحتية لقطاع الكهرباء، وعجز في قدرات التوليد.

4- كثافة استهلاك الطاقة وفك الارتباط الاقتصادي: لم يكن ثمة فك ارتباط بين النمو الاقتصادي والطلب على الطاقة في المنطقة العربية، خلال العقد المنصرم. والواقع أن نمو استهلاك الطاقة كان أسرع من النمو الاقتصادي في السنوات العشر الماضية، إذ بلغ متوسط نمو الناتج المحلي الإجمالي السنوي حوالي 4 % في حين أن الزيادة في الطلب على الطاقة الأولية والكهرباء وصلت حوالي 8% ، والشكل التالي يوضح أن الطاقة لا تستخدم بشكل فعال في اقتصادات المنطقة لإنتاج القيمة المطلوبة[11]:

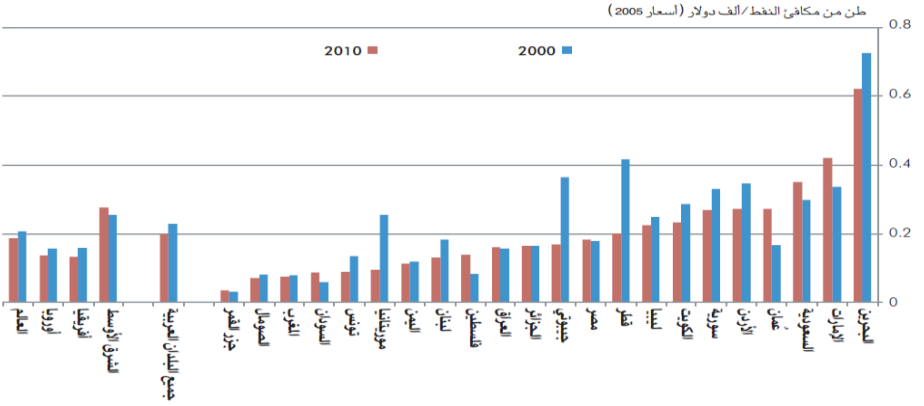
الشكل رقم 07: اتجاهات استهلاك الطاقة الأولية والكهرباء والناتج المحلي الإجمالي 2000 – 2010



المصدر: المنتدى العربي للبيئة والتنمية، التقرير السنوي للمنتدى العربي للبيئة و التنمية، **الطاقة المستدامة**، مرجع سبق ذكره، ص:108.

يبين الشكل رقم 07 كثافة استهلاك الطاقة الأولية في البلدان العربية على المستوى العام، علما بأن كثافة استهلاك الطاقة الأولية وناتجه المحلي الإجمالي. وهي تحسب كمية دخل الطاقة اللازمة لتوليد وحدة الناتج المحلي الإجمالي. وللتعبير عن مستوى تعادل القوة الشرائية يعدل الناتج المحلي الإجمالي ليعكس الفروقات في تكلفة المعيشة بين مختلف البلدان. وشكل متوسط كثافة استهلاك الطاقة الأولية في المنطقة، خلال العام 2010، حوالي 0,2 طن مكافئ النفط/ ألف دولار أمريكي بأسعار 2005 وفي هذا زيادة طفيفة عن المعدل العالمي البالغ وحوالي 31% زيادة عن المعدل الأوروبي البالغ 0,14 طن من مكافئ النفط/ ألف دولار أمريكي بأسعار 2005، ويلاحظ أن النتائج هذه المجموعة، متباينة جدا حيث إن الفارق بين البحرين في قمة اللائحة وجزر القمر في أدنى اللائحة هو 17 ضعفا. وبالرغم أن الاتجاه السائد في معظم البلدان العربية هو تراجع كثافة استهلاك الطاقة الأولية، فقد شهدت منطقة الشرق الأوسط زيادة في الاستهلاك خلال العقد الماضي. ويمكن أن يعزى ذلك في إلى الصناعات الشديدة الاستهلاك للطاقة في البلدان الغنية بالموارد البترولية. لكن حتى لو أخذنا ذلك بعين الاعتبار، فإن البيانات تشير إلى أن كفاءة الطاقة في هذه النشاطات لا تشهد أي تحسن من حيث مساهمتها في الناتج المحلي الإجمالي:

الشكل رقم 08:كثافة استهلاك الطاقة الأولية طن من مكافئ النفط/ ألف دولار أمريكي بأسعار 2005 في البلدان العربية 2000 و2010



المصدر: المنتدى العربي للبيئة والتنمية، التقرير السنوي للمنتدى العربي للبيئة و التنمية، **الطاقة المستدامة**، مرجع سبق ذكره، ص:108.

ثالثا. نحو مستقبل مستدام للطاقة النووية في الدول العربية:

تظم الاسكوا 17 بلدا عربيا في منطقة غربي آسيا هي: المملكة الأردنية الهاشمية، الإمارات العربية المتحدة، مملكة البحرين، الجمهورية التونسية، الجمهورية العربية السورية، جمهورية السودان، جمهورية العراق، سلطنة عمان، فلسطين، دولة قطر، دولة الكويت، الجمهورية اللبنانية، ليبيا، جمهورية مصر العربية، المملكة العربية السعودية، المملكة المغربية، الجمهورية اليمنية[12].

وبينما بدأ الوعي والاهتمام بقضية الاقتصاد النووي، يصل إلى أعلى درجاته عند شعوب وحكومات العالم المتقدم في السنوات الأخيرة، لا زالت بعض الدول العربية ومن وراءها الدول النامية تفتقر لأبسط المعلومات المتعلقة بطبيعة التقنية النووية. ومن الأهمية بمكان وضع إستراتجية وطنية عربية تهتم بتفعيل هذه التقنية وتطبيقاتها المختلفة تحت ظروفها المحلية لحل مشكلة الأمن الطاقوي المستدام العربي في ظل التحديات البيئية والصحية والاقتصادية لهذه الدول.

1-لماذا تحتاج الدول العربية الغنية بالنفط والغاز إلى الطاقة النووية؟: من المعروف أن منطقة الشرق الأوسط وبالأخص الدول العربية، تضم أكبر احتياطات النفط والغاز التقليدي في العالم. ولا تزال كلفة إنتاجها بشكل عام دون مستوى 10 دولارات لكل برميل مكافئ. وهذا ما يثير السؤال: ما الذي يدفع المنطقة العربية التي تنعم بثروة من الموارد الهيدروكربونية المنخفضة الكلفة إلى

التفكير في الخيار النووي ؟ هناك عدة **أسباب** يمكن أن تكون قد دفعت بعض الدول العربية للسعي إلى دراسة الخيار النووي، ومنها مايلي[13]:

أ – سرعة نمو الطلب على الكهرباء وأنواع الوقود السائل والتحلية، في جميع بلدان الاسكوا، وذلك عائد للأسعار والتعريفات المحلية المنخفضة والمدعومة، والنمو السكاني، والتوسع الاقتصادي.

ب – ليست كل بلدان المنطقة غنية بالموارد الهيدروكربونية التقليدية، على سبيل المثال: اليمن، الأردن، المغرب، اليمن.

ج – المتوفر من الموارد الهيدروكربونية التقليدية المنخفضة الكلفة لن يدوم إلى الأبد. كما أن بعض البلدان استنفدت الجزء الأسهل والأسرع منالا من مواردها.

د – النمو المتسارع في الطلب المحلي على الطاقة يخفض من الكميات المتاحة للتصدير على المدى الطويل.

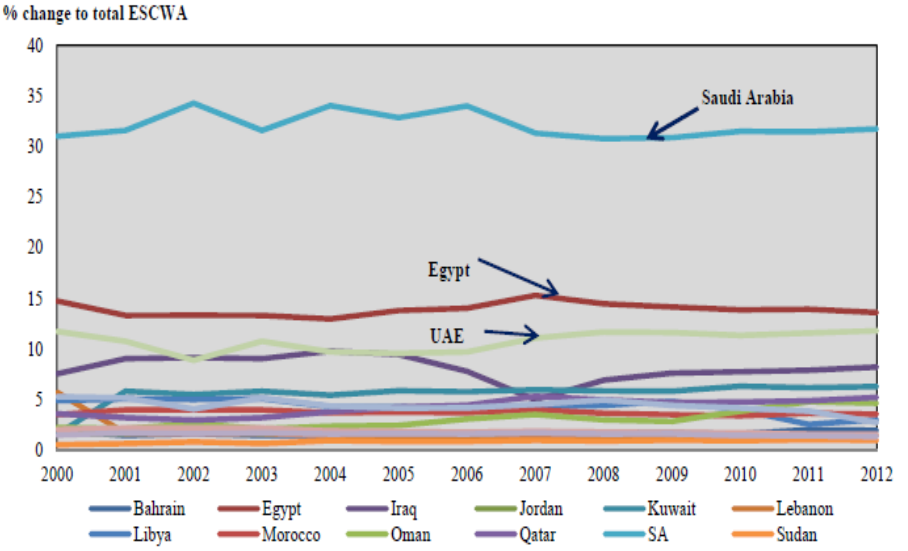
هـ – حصة الغاز المرافق في إنتاج النفط آخذة في التناقص في أغلب الأحيان، علما بان الغاز المرافق المنخفض الكلفة هو أكثر أنواع الوقود استخداما في توليد الطاقة والتحلية في معظم بلدان المنطقة.

و – تنويع الاقتصادات وتغيراتها البنيوية.

ي – تزايد القلق والمخاوف بشأن تغير المناخ:

وفي هذا الشأن تراجع استهلاك المواد المستنفدة لطبقة الأوزون في البلدان الأعضاء في الإسكوا بنسبة 49 في المائة من عام 2007إلى عام 2013 ليبلغ 3,582 طن قدرة على استنفاد الأوزون. واتبعت البلدان الأعضاء في الإسكوا الاتجاه العالمي في مجموع استهلاك المواد المستنفدة لطبقة الأوزون من عام 2007 إلى عام 2012 ،والشكل الموالي يبين اتجاهات االنبعاثات ثاني أوكسيد الكربون في بلدان الاسكوا :

الشكل رقم 09:اتجاهات انبعاثات ثاني أوكسيد الكربون في بلدان الاسكوا، 2000– 2012



المصدر: اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الاسكوا)، مجموع الإحصاءات البيئية في المنطقة العربية 2014– **2015**، مرجع سبق ذكره، ص:74.

وسجل أعلى معدل استهلاك ثاني أوكسيد الكربون في المملكة العربية السعودية، بلغ 1,440 طن قدرة على استنفاد الأوزون في عام 2013 ، وأدناه في الجمهورية العربية السورية بلغ 28 طن قدرة على استنفاد الأوزون. وفي ما يتعلق بالكلوروفلوروكربون، خفضت جميع البلدان الأعضاء معدلات استهلاكها حتى الصفر بحلول عام 2011 ، باستثناء مصر التي بلغ استهلاكها طن قدرة على استنفاد الأوزون، لكنها سارعت في العام التالي إلى تخفيضه حتى الصفر، بما تناسب مع انخفاض بنسبة 100% في استهلاك هذه المادة في جميع البلدان الأعضاء في الإسكوا من عام 2011إلى عام2012 .

2– تجارب بعض الدول العربية في مجال الطاقة النووية: ويمكن أن تصنف الدول العربية من حيث برامجها النووية على النحو التالي :بدأت الإمارات العربية المتحدة ببناء أول مفاعلاتها النووية، ووضع الأردن خططا ملتزم بها وطور التشريعات ذات العلاقة والبنية التحتية التنظيمية اللازمة ووضعت كل من المملكة العربية السعودية وجمهورية مصر العربية خططا متطورة غير ملتزم بها بعد،

ولا زال المغرب بصدد تطوير خططه، وتقوم كل من ليبيا والجزائر وتونس وسوريا واليمن والسودان بمناقشات جادة للدخول في هذا المضمار وأعلنت كل من قطر وعُمان عدم جدوى الدخول في مضمار الطاقة النووية، وتبحثا إمكانية الاستثمار في مفاعل نووي في إحدى الدول المجاورة، وأعلنت دولة الكويت رسميا تخليها عن برنامجها النووي[14].

الجدول رقم 02:خطط ومشاريع الطاقة النووية في الدول العربية

الدولة	الهدف	الوضع الحالي
الجزائر	إنشاء المحطة الأولى خلال الفترة 2030 – 2040.	- يوجد مفاعلان بحثيان، وقدرات وطنية متخصصة. - إنشاء لجنة الطاقة الذرية، وإعداد الدراسات الفنية الخاصة بإنشاء أول مفاعل نووي قدرة 1000 م.و. - وقعت الجزائر وروسيا، في 3 أيلول/سبتمبر 2014، اتفاقية تعاون في مجال استخدام الطاقة النووية للأغراض السلمية، تتعلق ببناء محطة نووية لإنتاج الكهرباء(P.(57F39)P - لم يتم بعد تحديد موقع المشروع، ومن المخطط تمويله باستثمارات حكومية.
الأردن	إنشاء محطة نووية بقدرة 2000 م.و.، على مرحلتين، على أن يبدأ تشغيلهما تباعاً في الفترة بين 2023 – 2025.	- صدر قانون خاص بالأنشطة النووية عام 2007. - تم تحديد موقع المشروع (العمرة)، وتوقيع مذكرة تفاهم مع شركة روسية لبناء المفاعل الأول في 28 كانون الثاني/ يناير 2013. - سيتم تمويل المشروع بنظام بناء – تملك – تشغيل (BOO). - جاري بناء وتطوير القدرات والكوادر البشرية ذات الصلة.
الإمارات العربية المتحدة	مساهمة الطاقة النووية بنسبة 25٪ من إجمالي الطاقة المنتجة عام 2020، بإجمالي قدرات مركبة 5600 م.و.	- تم إنشاء هيئة الطاقة النووية، وإصدار التشريعات ذات الصلة في 2009. - التعاقد في تموز/يوليو 2012 مع تجمع شركات القوى الكهربائية بكوريا الجنوبية لإنشاء المفاعل الأول بقدرة حوالي 1400 م.و. في موقع البركة، على أن يتم التشغيل عام 2017، ويليه تجهيز 3 مفاعلات مشابهة.
المملكة العربية السعودية	تنفيذ محطات نووية بقدرات مركبة 18 ألف ميغاواط حتى 2032.	- أعلنت الحكومة عن اهتمامها بإنشاء محطات نووية عام 2009. - إنشاء مدينة الملك عبد الله للطاقة الذرية والمتجددة، واعتماد الاستراتيجية الوطنية ذات الصلة عام 2010. - توقيع مذكرات تفاهم للتعاون مع فرنسا وكوريا الجنوبية والصين وروسيا. - التعاقد مع استشاري لإجراء مسح حول التقنيات وإعداد المواصفات الفنية في 2011، ووضع قائمة لثلاث مواقع للمفاضلة بينها. - أُنشئت الشركة النووية القابضة عام 2013، وجاري بناء الكوادر الوطنية. - من المخطط تمويل المشروع باستثمارات حكومية.
مصر	إنشاء محطة بقدرة إجمالية 4800-5000 م.و. (على مراحل) لإنتاج الكهرباء وتحلية مياه البحر، بموقع الضبعة، في الفترة 2022 – 2026.	- يوجد مفاعلان بحثيان. - أُنشئت هيئة المحطات النووية عام 1976، وصدر القانون الخاص بالمنشآت والأنشطة النووية عام 2010. - تم تحديث الدراسات الخاصة بموقع الضبعة على ساحل المتوسط شمال مصر ، ووضع المواصفات الفنية، وإعداد مستندات المناقصة. - وُقعت مذكرة تفاهم مع روسيا في شباط/فبراير 2015، للتعاون في هذا الشأن. - سيتم تمويل المشروع من مصادر داخلية وخارجية مع ضمانات حكومية. - من المخطط تشغيل المفاعل الأول عام 2022.

المصدر: اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الاسكوا)، التعاون الإقليمي وأمن الطاقة في المنطقة العربية، مرجع سبق ذكره، ص:38.

3- دور الهيئة العربية للطاقة الذرية: أعلنت أخيرا عدة دول عربية رغبتها في إدراج خيار توليد الكهرباء وتحلية مياه البحر ضمن استراتيجياتها لتنويع مصادر الطاقة وهي مقبلة على الشروع في بناء أول محطاتها النووية وستشهد المنطقة العربية في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا إنشاء العديد من المحطات النووية. وتدرك الهيئة العربية للطاقة الذرية ضرورة دراسة واستكشاف القدرة النووية كخيار عربي استراتيجي لأمن الإمداد بالطاقة. وتأمل في إبراز فهم أفضل للمظاهر الرئيسية اللازمة لتخطيط برنامج قدرة نووية عربية، يشمل تقييم شامل للطاقة مع التأكيد على تأسيس البنية التحتية الأساسية لإنشاء محطات نووية، وعلى الخصوص من حيث الهيكلية التشريعية والرقابية والموارد البشرية وشروط اختيار الموقع الأمثل والأمان والهيئة العربية للطاقة الذرية وضمن خطتها لتنفيذ الإستراتيجية العربية للاستخدامات السلمية حتى العام 2020 تسعى لتعزيز البنية التحية لبرامج القدرة النووية في الدول العربية وبناء قدراتها من أجل الشروع في برنامج ناجح وآمن وسليم لإنشاء محطات قدرة نووية لتوليد الكهرباء وتحلية مياه البحر .والهيئة على تعاون وثيق مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية والمنظمات الإقليمية ذات العلاقة من أجل تحقيق هذه الأهداف. و قد شرعت الهيئة العربية للطاقة الذرية في تنفيذ هذه الإستراتيجية منذ بداية 2010 ، حيث باشرت بالفعل في تنفيذ ما تيسر لها من الأنشطة المنبثقة عنها والتي ساهمت بإحداث حراكا ملموسا في الأربع سنوات الأخيرة أنعكس على تعزيز البنى التحتية لبرامج الدول العربية النووية. وتلعب الهيئة العربية للطاقة الذرية دورا محوريا في الاستعداد والجهوزية العربية من أجل بناء القدرات وإعداد الكوادر البشرية اللازمة تحت مشاريعها الإستراتيجية الآتية[15]:

- تعزيز البنية الأساسية للدول العربية من أجل إنشاء محطات نووية لتوليد الكهرباء،
- تعزيز الأطر التشريعية والرقابية للأنشطة النووية والإشعاعية في الدول العربية،
- تعزيز القدرات الوطنية والعربية للاستجابة للطوارئ النووية والإشعاعية وإدارة النفايات المشعّة،
- إدخال العلوم النووية في المؤسسات التعليمية.

4- المخاوف والتحديات: إذا كان لخيار اعتماد الطاقة النووية أساس منطقي اقتصادي واضح وفوائد أخرى واعدة، فهناك أيضا العديد من التحديات الصعبة والشروط الصارمة التي ينبغي التصدي لها. لا تزال معظم البلدان العربية المهتمة بالطاقة النووية في مرحلة التخطيط بالنسبة لاستخدامها لتوليد الكهرباء والتحلية. والاستثناء الوحيد هو الإمارات العربية المتحدة حيث تم

التعاقد في مارس 2010 على إنشـــاء أربعة مفاعلات نووية كورية، ولا يتوقع أن تقدم دول عربية أخرى على بناء محطة نووية قبل العام 2020 باســـتثناء المملكة العربية الســـعودية، وربما مصـــر والأردن. فمعظم الدول في الوقت الحاضـــر منشـــغلة بمعالجة الصـــعوبات الجمة في إعداد المتطلبات المسـبقة للبنى التحتية النووية، مثل تطوير الموارد البشـرية، والتعليم في المجال النووي، والتثقيف بشـان الأمن النووي، والقانون النووي الوطني والتنظيم النووي[16].

الخاتمة:

هل ثمة مبررات لاعتماد الدول العربية الطاقة النووية؟ بالرغم من وجود العديد من الفوائد المأمولة، هناك أيضا تحديات صعبة وعقبات شاقة ينبغي تذليلها في سبيل اعتماد الطاقة النووية. ولا يمكن الإجابة على هذا السـؤال بشـكل دقيق من دون المقارنة بالبدائل الأخرى عن الطاقة النووية. فلا طائل من صـرف النظر عن احد خيارات الطاقة من دون تحديد بديل له شـكل متوازن. وينبغي الإشـــارة إلى أنه لا وجود لأي تقنية مثالية من دون مخاطر ومن دون تفاعلات مع البيئة. وإذا نظرنا من منظار اليوم، فإن فوائد الطاقة النووية تشمل على اقتصاديات تنافسية وانخفاض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، وأمن الطاقة، خصوصـا أثناء فترات تقلبات الأسـعار، وتكاليف التوليد المسـتقرة وغير المتقلبة، والتأقلم مع معظم المؤثرات الخارجية، وأحجام النفايات الصـغيرة الممكن التعامل معها والاســـتخدام المنتج لمورد ليس له اســـتخدام منافس والإمدادات الثابتة لطلب الحمل الأســـاســـي الكهربائي، ومؤازرة مصـــادر الطاقة المتقطعة. ويبدو أن خيار الطاقة النووية بالنســـبة للدول العربية التابعة لمنظمة الاسكوا، هو خيار تنافسي اقتصادي. وأخيرا ليس هناك خيار واحد للتحول لاقتصاد الطاقة النووية في المنطقة العربية، فبين بلد وآخر اختلافات في الاحتياجات للطاقة، والبنى التحتية لأنظمة الطاقة والبدائل التكنولوجيا، واحتمالات التمويل، والاختيارات المفضـلة وتصـورات المخاطر النوويـة. وينبغي النظر كيف توازن الـدول العربيـة بين مختلف الاعتبـارات البيئيـة الاقتصـــاديـة والاجتماعية، فكل ما سبق هو جزء منه على الأقل، مسألة اختيار وطني، مما يعني انه مجال مشروع للخلاف حتى ولو اتفق الجميع على كل الوقائع بحذافيرها. ليس من حل واحد مناسب لكل الدول الأعضـاء، وبالتالي فإن الطاقة النووية ليسـت لجميع بلدان المنطقة، لكنها تظل أو يمكن أن تصـبح جزءا من مزيج الطاقة في الكثير منها، وما هو مناســـب لهذه الدول يتوقف كذلك إلى حد ما على الخيرات والأولويات الوطنية في المنطقة كما تعبر عنها السياسات الوطنية. ولا شك في الوقت الراهن

بأن التطورات التي تشـهدها المنطقة تشـير إلى التأخير في تخطيط وتنفيذ برامج الطاقة النووية في عدد كبير من دول الاسكوا.

قائمة المراجع:

[1] إسماعيل شعبان وآخرون، **الطاقة النووية وآثارها على اقتصاديات الدول**، مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية، سلسلة العلوم الاقتصادية والقانونية، المجلد 31، العدد 1، جامعة تشرين، سوريا، 2009، ص:206.

[2] رأفت إسماعيل رمضان، علي جمعان الشكيل، **الطاقة المتجددة**، دار الشروق للنشر، القاهرة، مصر، الطبعة الأولى، 990، ص:157.

[3] اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الاسكوا)، **التعاون الإقليمي وأمن الطاقة في المنطقة العربية**، منشورات الأمم المتحدة، نيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية، 2015، ص:22.

[4] ممدوح فتحي عبد الصبور، **الطاقة النووية...وإنتاج الطاقة**، مجلة أسيوط للدراسات البيئية، العدد الثاني والعشرون، جامعة أسيوط، مصر، جانفي 2002، ص:61.

[5] المرجع نفسه، ص:62.

[6] درويش محمد خميس فريح القبيسي وآخرون، **طاقة المستقبل للعالم العربي: مقارنة الطاقة الشمسية بالطاقة الذرية، المركز الدولي لأنظمة المياه والطاقة**، أبوظبي، دولة الإمارات العربية المتحدة، 2010، ص:46.

[7] ستيف توماس، **اقتصاد الطاقة النووية:آخر المستجدات**، سلسلة منشورات عن علوم البيئة، تم تحميله من الموقع الالكتروني:www.boell.de/English ، تاريخ الاطلاع:2016/02/10.

[8] اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الاسكوا)، **التعاون الإقليمي وأمن الطاقة في المنطقة العربية**، مرجع سبق ذكره، ص:25.

[9] المنتدى العربي للبيئة والتنمية، التقرير السنوي للمنتدى العربي للبيئة و التنمية، **الطاقة المستدامة**، بيروت، لبنان، 2013، ص:106.

[10] اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الاسكوا)، **مجموع الإحصاءات البيئية في المنطقة العربية 2014 –2015**، منشورات الأمم المتحدة، نيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية، 2015، ص:93.

[11] المنتدى العربي للبيئة والتنمية، التقرير السنوي للمنتدى العربي للبيئة و التنمية، **الطاقة المستدامة**، مرجع سبق ذكره، ص:108.

[12] اللجنة الاقتصادية و الاجتماعية لغربي آسيا (الاسكوا) ، الاسكوا في سطور، تم تحميله من الموقع الالكتروني: http://www.escwa.un.org/arabic/about/main.asp، تاريخ الاطلاع: 2016/02/15.

[13] اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الاسكوا)، **أجندة من أجل عقد الطاقة المستدامة للجميع في المنطقة العربية**، منشورات الأمم المتحدة، نيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية، 2015، ص:3.

[14] اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الاسكوا)، **التعاون الإقليمي وأمن الطاقة في المنطقة العربية**، مرجع سبق ذكره، ص:38.

[15] عبد المجيد محبوب، ضو مصباح، **مستقبل الطاقة النووية في الدول العربية**، مؤتمر الطاقة العربي العاشر، الإمارات العربية المتحدة، الإمارات العربية المتحدة ، يومي23/21 ديسمبر 2014، ص:7.

[16] محمد أحمد زيدان، **الأبعاد الاقتصادية لبرنامج الطاقة النووية في دولة الإمارات العربية المتحدة**، المؤتمر الطاقة العربي الحادي والعشرون، الطاقة بين القانون والاقتصاد، كلية القانون جامعة الإمارات العربية المتحدة، الإمارات العربية المتحدة ، يومي21/20 ماي 2013، ص:25.