

# الذرة والتنمية

== نشرة علمية إعلامية فصلية ==  
المجلد الثلاثون - العدد الأول 2018



الهيئة  
العربية  
للطاقة  
الذرية

- دور مفاعلات الوحدات الصغيرة في تعزيز أمن الطاقة في الدول النامية
- التقانات النووية في مجالي الطب والصيدلة
- منظمة العمل الدولية : نموذج التعاون بين المنظمات الدولية في مجال الوقاية من الإشعاع
- القدرات النووية العربية لتوليد الكهرباء وإزالة ملوحة مياه البحر : الإمكانيات والمخاوف

الذرة في  
خدمة الإنسان



**نشرة الذرة والتنمية : نشرة علمية إعلامية فصلية تهتم بمختلف مجالات العلوم النووية  
تصدر عن الهيئة العربية للطاقة الذرية**

إن الآراء والأفكار والمعلومات التي تنشر بأسماء كتّابها تكون على مسؤوليتهم.  
يسمح باستعمال ما ورد في هذه النشرة من مواد علمية أو فنية،  
بشرط الإشارة إلى مصدرها .

★ المقالات والمراسلات توجه إلى أمانة التحرير، نشرة الذرة والتنمية على عنوان الهيئة  
أدناه .

★ الإشتراكات والتوزيع : ترسل الطلبات إلى قسم التوثيق العلمي – إدارة الشؤون العلمية  
بالهيئة على العنوان أدناه مع إرفاق شيك باسم الهيئة العربية للطاقة الذرية بالمبلغ  
المطلوب أو إجراء تحويل بنكي إلى حساب الهيئة لدى الشركة التونسية للبنك  
رقم: 100-90-4173/3-840.

الإشتراكات السنوية : 10 دولارات أمريكية للأفراد

20 دولار أمريكي للمؤسسات

يضاف إليها 15 دولاراً أمريكياً قيمة مصاريف البريد

★ الإعلانات بالنشرة يتم الإتفاق عليها بمخاطبة إدارة الإعلام والتوثيق العلمي في الهيئة  
العنوان البريدي : الهيئة العربية للطاقة الذرية، 7، نهج المؤازرة، حي الخضراء 1003، تونس

الهاتف : 71.808.400 - الفاكس : 71.808.450

العنوان الإلكتروني: [aaea@aaea.org.tn](mailto:aaea@aaea.org.tn)

الموقع الإلكتروني: [www.aaea.org.tn](http://www.aaea.org.tn)

# الذرة والتنمية

نشرة فصلية ربع سنوية

تصدرها الهيئة العربية للطاقة الذرية - تونس

المجلد الثلاثون - العدد الأول 2018

## لجنة التحرير

أ. د. سالم حامدي (رئيس التحرير)

أ. د. ضو سعد مصباح م. نهلة نصر (أمانة التحرير)

أ. د. عماد الدين برعي د. فاخر جبر العكور

## اللجنة الاستشارية

أ. د. محمد العسيري - البحرين

د. خليفة أبو سليم - الأردن

د. عبد الرحمن العرفج - السعودية

أ. د. مختار حامدي - تونس

أ. د. إبراهيم عثمان - سوريا

البروفسور عبد الإله موسى علي - السودان

السفير هائل الفاهوم - فلسطين

أ. د. حامد الباهلي - العراق

أ. د. بلال نصولي - لبنان

م. بخيت شبيب بخيت الرشيد - الكويت

أ. د. عاطف عبد الحميد عبد الفتاح - مصر

أ. د. رمضان مفتاح كريدان - ليبيا

أ. د. عبد الله أحمد الشامي - اليمن

أ. د. صالح ولد مولاي أحمد - موريتانيا

أ. د. عبد المجيد المحجوب - المدير العام السابق

أ. د. محمود نصر الدين - المدير العام الأسبق

## جدول المحتويات

الصفحة	الموضوع
3	★ دور مفاعلات الوحدات الصغيرة في تعزيز أمن الطاقة في الدول النامية – د. م. سعد الظواهره .....
19	★ التقانات النووية في مجالي الطب والصيدلة – د. محمد منصور .....
29	★ منظمة العمل الدولية : نموذج التعاون بين المنظمات الدولية في مجال الوقاية من الإشعاع – عز الدين احميدة .....
41	★ القدرات النووية العربية لتوليد الكهرباء وإزالة ملوحة مياه البحر : الإمكانيات والمخاوف – أ. د. ضو مصباح ..
55	★ أخبار عربية وعالمية – م. نهلة نصر .....
61	★ أخبار الهيئة .....

## دور مفاعلات الوحدات الصغيرة في تعزيز أمن الطاقة في الدول النامية<sup>(\*)</sup>

### Abstract

In recent years, small modular reactors (SMRs) have been attracting considerable attention around the world. SMR designs incorporate innovative approaches to achieve simplicity, modularity and speed of build, passive safety features, proliferation resistance, and reduced financial risk. The incremental capacity expansion associated with SMR deployment could provide a better match (than the large-scale reactors) to the limited grid capacity of many developing countries. Because of their lower capital requirements, SMRs could also effectively address the energy needs of small developing countries with limited financial resources. Although SMRs can have substantially higher specific capital costs as compared to large-scale reactors, they may nevertheless enjoy significant economic benefits due to shorter build times, accelerated learning effects and co-siting economies, temporal and sizing flexibility of deployment, and design simplification.

### مقدمة

تُؤد المخاوف المتزايدة المتعلقة بأمن إمدادات الطاقة والتصورات واسعة النطاق حول الحاجة الملحة للتخفيف من آثار تغير المناخ ضغوطاً كبيرة في إطار السياسة العالمية للطاقة. ويبرز التوافق في الحاجة إلى ما يلي :

(\*) مقالة مترجمة بتصرف عن الورقة المنشورة في مجلة "Sustainability" العدد 2012/4، بعنوان "Small Modular Reactors for Enhancing Energy Security in Developing Countries" للمؤلفين Vladimir Kuznetsov و Ioannis N. Kessides .

- 1 - نظرة طويلة الأمد للسياسة أكثر من تلك المتوخاة في النقاش التقليدي حول إعادة هيكلة الكهرباء، والخصخصة، وإلغاء الرقابة .
- 2 - زيادة الاعتماد على تكنولوجيات توليد الطاقة منخفضة الانبعاثات الكربونية .
- 3 - التنوع التكنولوجي .

ومن المتوقع وفقاً لوكالة الطاقة الدولية (International Energy Agency, IEA)، زيادة الطلب العالمي على الطاقة الأولية في السيناريو المرجعي (الذي يفترض فيه أن تبقى السياسات الحكومية دون تغيير) من 12150 مليون طن من المكافئ النفطي في عام 2009 إلى 18300 مليون طن في عام 2035، بزيادة قدرها أكثر من 50%. ومن المتوقع أن يتضاعف الطلب العالمي على الكهرباء من 20000 تيراواط ساعة في عام 2009 إلى 39400 تيراواط ساعة في عام 2035. وسيأتي أكثر من 80% من زيادة الطلب على الطاقة من البلدان النامية بقيادة الصين والهند. ولتلبية هذه الاحتياجات، فإن قدرة توليد الكهرباء في العالم سوف تتضاعف من حوالي 4950 غيغاواط في عام 2009 إلى 9150 غيغاواط في عام 2035. وقد بلغت نسبة توليد الكهرباء العالمية في عام 2016 من المحطات العاملة بالفحم 40%، ومن المتوقع أن ترتفع حصتها في عام 2035 لتصل إلى 43%. ويعد الفحم أكثر أنواع الوقود الأحفوري المنتجة للكربون، فلاإصدار 1 غيغاواط كهربائي من هذه المحطات ينتج حوالي 10 ملايين طن من ثاني أكسيد الكربون سنوياً. وبدون سياسات محددة للحد من انبعاثات غازات الدفيئة، سترتفع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المتعلقة بإنتاج الطاقة من 36 مليار طن في عام 2015 إلى 43.2 مليار طن في عام 2035. ومن المتوقع خلال نفس الفترة أن ترتفع حصة الفحم من انبعاثات CO<sub>2</sub> من 43% إلى 45% - وهو السيناريو الذي يمكن اعتباره تأثيره غير مستدام بيئياً في مواجهة مخاوف تغير المناخ المتزايدة .

وتشير الأبحاث الحديثة إلى أنه لا توجد رؤية واضحة لمعالجة تحديات الطاقة العالمية. ويمكن أن يكون الحل في الاعتماد على مجموعة متنوعة من تكنولوجيات

العرض والطلب على نظام الطاقة. ولمواجهة المخاطر التكنولوجية الهامة ومخاطر السوق والشكوك، ندعو الحكمة إلى التنوع التكنولوجي. ويجب النظر في تنوع التقنيات ومصادر الطاقة وتطويرها كجزء من استراتيجية عامة لمواجهة مشاكل الطاقة المتزايدة في البلدان المتطورة والنامية على حد سواء .

هناك فوائد وعيوب لجميع مصادر الطاقة وتكنولوجيات توليد الكهرباء. وسيظل الوقود الأحفوري مهماً، لا سيما الفحم والغاز الطبيعي. وبموجب سيناريو السياسات الجديدة (NPS)، من المتوقع أن يمثل الوقود الأحفوري أكثر من 55% من الكهرباء المولدة بحلول عام 2035 (يتضمن سيناريو السياسات الجديدة التزامات السياسة العامة والخطط التي أعلنتها البلدان حول العالم للتصدي لانعدام الأمن في مجال الطاقة، وتغير المناخ والتلوث المحلي، وغيرها من التحديات الملحة المتعلقة بالطاقة، حتى وإن لم يعلن بعد عن التدابير المحددة لتنفيذ هذه الالتزامات). ومع ذلك، لا بد من إعادة التقييم المستمر لمساهماتها في تلبية النمو الهائل في الطلب على الكهرباء في عالم يتزايد فيه تقييد الكربون. على النقيض من ذلك، تنتج المصادر المتجددة المتوفرة غازات دفيئة قليلة أو معدومة. ولكن عادة ما توفر التكنولوجيات المتجددة إمدادات كهرباء منقطعة، وهي متاحة حالياً فقط على نطاق صغير. تطرح التطورات التكنولوجية تصوراً من أجل زيادة فعالية مصادر الطاقة المتجددة من حيث التكلفة. ومع ذلك، فإنه من غير الواضح كيف ستصبح الطاقة المتجددة غير الكهرومائية سريعة التنافس على نطاق واسع - من المتوقع في إطار سيناريو السياسات الجديدة أن تشكل 15% من إجمالي الكهرباء المولدة عام 2035. وعلى الجانب الآخر، يمكن أن يخلق كل من انقطاع التيار الكهربائي على نطاق واسع، وذوبان الأنهار الجليدية، والأعاصير القوية، وارتفاع درجات الحرارة، حاجة ملحة للاستجابات السريعة للسياسات المعتمدة للطاقة. وفي ظل هذه الظروف، قد يضيق إلى حد كبير نطاق الاعتماد على وعود مصادر الطاقة الحالية .

وعلى الرغم من أن الانشطار النووي يمثل تكنولوجيا راسخة لتوليد حمل الكهرباء الأساسية مع انبعاثات منخفضة جداً لغاز ثاني أكسيد الكربون، ينظر إليه منذ فترة طويلة على أنه خيار غير مناسب بالنسبة لعموم الجمهور نتيجة التخوف من المخاطر المحتملة لانصهار المفاعل وما يتبعه من كوارث بيئية وعواقب إنسانية،

ومسائل التخلص من النفايات النووية، وإمكانات تحويل المواد الانشطارية وانتشارها. وقد تفاقمت هذه المخاوف بسبب الأحداث الكارثية التي وقعت في اليابان في آذار/مارس عام 2011 .

تلعب الطاقة النووية دوراً رئيسياً في تلبية احتياجات الطاقة العالمية في المستقبل وتخفيف خطر تغير المناخ، لذلك يجب تخفيف المخاطر من حدوث فوكوشيما أخرى وتأخر البناء وزيادة التكاليف التي عانت منها الصناعة النووية خلال العقود الثلاثة الماضية. وقد تضاعف إلى حد كبير التعقيد التقني والتحديات الإدارية ومخاطر الفشل المتأصلة الناجمة عن تشييد محطات نووية جديدة مع زيادة حجمها إلى نطاق الغيغاواط وما بعده، بالإضافة إلى تحديات التمويل .

ويمكن أن يتمثل أحد الحلول المحتملة بتقليص حجم المحطات النووية من نطاق الغيغاواط إلى وحدات أصغر حجماً وأقل تعقيداً. والأجيال الجديدة من المفاعلات النووية هي الآن في مراحل مختلفة من التخطيط والتطوير الواعدة بتعزيز الأمان، وتحسين الاقتصاد، وتبسيط التصاميم. وكذلك تعد مفاعلات الوحدات الصغيرة (SMRs)، والتي هي تصاميم نموذجية لمحطات طاقة نووية قابلة للتطوير، بتخفيض مخاطر الاستثمار الناتجة عن التوسع في القدرات، وتخفيض التكاليف، ومعالجة المخاوف المتعلقة بالحوادث الكارثية بسبب احتوائها على مخزون إشعاعي صغير .

في العديد من البلدان النامية لا تكون شبكات الكهرباء كبيرة بما يكفي لدعم نشر وحدات نووية كبيرة جداً. وعلاوة على ذلك، تتطوي المحطات النووية الكبيرة على تكاليف ثابتة كبيرة (تكاليف البناء) التي غالباً ما تكون محبطة. وفي أسواق الكهرباء المحررة المتزايدة، سيكون الأجدى اللجوء إلى استثمارات رأس المال الصغيرة وزمن البناء الأقصر .

وهناك أيضاً بعض العلامات المبكرة عن نقلة نوعية محتملة في أسواق الكهرباء كالاتبعاد عن محطات الطاقة المركزية الكبيرة ونحو المزيد من نظم التوزيع اللامركزية التي تقلل من الحاجة إلى شبكات الكهرباء عالية التكلفة الإقليمية أو الوطنية. وقد تكون التصاميم النووية الجديدة ضرورية للتكيف مع هذه التغيرات



والمطلبات التجارية والاجتماعية. وفي السنوات القليلة الماضية، شهدت الوكالة الدولية للطاقة الذرية زيادة كبيرة في مشاركة الدول الأعضاء في برنامجها لتطوير تكنولوجيا المفاعلات الصغيرة ومتوسطة الحجم أو الوحدات النموذجية الصغيرة (SMRs). وبذلك، قد يكون هناك مجال كبير لمفاعلات الوحدات الصغيرة (SMRs) التي تسمح باستثمارات إضافية أكثر من الوحدات الكبيرة الماضية وتوفر توافقاً أفضل مع قدرة الشبكة المحدودة في العديد من البلدان النامية .

**الجدول (1) القدرة الناتجة عن مفاعلات SMR مقابل القدرة الكلية الناتجة في بلد ما (حسب IEA لعام 2035) [المرجع رقم 5]**

النسبة المئوية لمشاركة مفاعلات SMR في القدرة الكلية الناتجة %	القدرة الكهربائية من مفاعلات SMR (ميغا واط)	القدرة الكهربائية الكلية (ميغا واط)	البلد
0.47	15,000	3,205,366	الصين
1.15	15,000	1,299,854	أمريكا
2.6	10,000	375,097	روسيا
5.7	7,000	122,845	بريطانيا
2.73	6,200	226,771	البرازيل
0.6	4,800	793,567	الهند
4.53	2,900	63,982	الأرجنتين
2.57	2,000	77,730	استراليا
0.92	1,650	179,963	كندا
1.37	1,500	109,467	المكسيك
6.02	1,320	21,927	فنلندا
1.91	1,000	52,451	اندونيسيا
0.6	700	115,917	السعودية
2.02	150	7,416	الأردن

ويمكن أن توفر مفاعلات الوحدات الصغيرة خياراً جذاباً وبأسعار معقولة للطاقة النووية لكثير من البلدان النامية مع أسواق الكهرباء الصغيرة، نتيجة عدم كفاية قدرة الشبكة، والموارد المالية المحدودة، والتي قد تكون أيضاً مناسبة خاصة للتطبيقات غير الكهربائية مثل إزالة ملوحة المياه، والمعالجة الحرارية للاستخدامات الصناعية والتدفئة المركزية، وإنتاج الهيدروجين .

### تصاميم مفاعلات SMR

يمكن تصنيف مفاعلات الوحدات الصغيرة، وفقاً لتكنولوجيا المفاعل وسائل التبريد، إلى :

— **مفاعلات الماء المضغوط (PWRs) :** وهي تصاميم قائمة على تكنولوجيا مفاعلات الماء الخفيف على غرار معظم مفاعلات المياه المضغوطة الكبيرة الموجودة حالياً مع أدنى المخاطر التقنية. ويعتبر العديد منها قريباً جداً من الاستخدام التجاري. وما تزال هذه التصاميم تشتمل على التقنيات المبتكرة والمكونات الجديدة لتحقيق البساطة، وتحسين الأداء التشغيلي، وتعزيز الأمان. وتكون قدرتها عادة أقل من 300 ميغاواط كهربائي، ويمكن استخدامها بديلاً عن محطات الطاقة القديمة العاملة بالوقود الأحفوري ذات الحجم المماثل .

— **المفاعلات المبردة بالغاز (ومعظمها مفاعلات مبردة بالغاز ذات درجة حرارة عالية HTGRs) :** توفر هذه التصاميم مرونة كبيرة لاستثمار الوقود النووي. ويعتبر ارتفاع درجة حرارة المبرد الخارج واحداً من المزايا الرئيسية لهذه المفاعلات مقارنة بالمفاعلات التقليدية. يمكن أن تتراوح درجات حرارة مخرج قلب المفاعلات المتقدمة جداً بين 650 درجة مئوية إلى 1000 درجة مئوية - تسمح درجات حرارة التشغيل العالية بالعمل بكفاءة حرارية أكبر. ويمكن استخدام HTGR مع دورة البخار أو مع معدات التوليد ذات التوربينات الغازية، كمصدر للمعالجة الحرارية، وإنتاج الهيدروجين. وتشمل خيارات دورة الوقود :

(1) التخصيب المنخفض، حيث يحترق وقود اليورانيوم المخصب ويعاد تدوير البلوتونيوم .

(2) الثوريوم-233، حيث يحترق اليورانيوم المخصب والثوريوم بينما يعاد تدوير U-233 (و U-235) .

(3) استخدام البلوتونيوم في وقود الثوريوم- يورانيوم-233، حيث يحترق البلوتونيوم والثوريوم بينما يعاد تدوير البلوتونيوم واليورانيوم-233 .

— **المفاعلات السريعة المبردة بالصوديوم (SFRs)** : يتميز هذا التصميم بالطيف النتروني السريع، واستخدام الصوديوم كمبرد للمفاعل ودورة الوقود المغلقة. وصممت هذه المفاعلات للإدارة الفعالة للنفايات المشعة عالية المستوى، ولا سيما إدارة البلوتونيوم والأكتينيدات الأخرى. وتشمل ميزات أمان المفاعل الرئيسية : الاستجابة الحرارية الطويلة، وزيادة الهامش لغيلان المبرد، وعمل النظام الأولي قريباً من الضغط الجوي، ووجود نظام الصوديوم الفاصل بين صوديوم النظام الأولي المشع والماء والبخار الموجود في محطة الطاقة.

— **المفاعلات السريعة المبردة بالرصاص والرصاص- بزموت (LFRs)** : يتميز هذا التصميم بالطيف النتروني السريع واستخدام الرصاص أو الرصاص/البزموت المصهور كمبرد للمفاعل ودورة الوقود المغلقة. وكون هذه المفاعلات تعمل في الطيف النتروني السريع، فإن لديها قدرات ممتازة لإدارة المواد النووية. ويمكن أيضاً استعمالها لحرق أكتينيدات الوقود المستخرج من مفاعلات الماء الخفيف ولحرق/توليد مصفوفات الثوريوم. ومن السمات الهامة لهذا التصميم تعزيز الأمان نتيجة اختيار الرصاص المنصهر كمبرد باعتباره سائل خامل نسبياً، ولا يتفاعل مع الماء أو الهواء مطلقاً حرارة، وبالتالي لا يحتاج المفاعل إلى نظام وسيط لنقل الحرارة. ومن حيث الاستدامة، يسمح توفر الرصاص بنشر عدد كبير من هذه المفاعلات. الأهم من ذلك، كما هو الحال مع الأنظمة السريعة الأخرى، تُعزز استدامة الوقود إلى حد كبير من خلال قدرات التحويل لدورة الوقود المستخدمة في مفاعلات LFR .

ويوجد حالياً ما لا يقل عن 50 تصميماً لمفاعلات SMR قيد التطوير لاستخدامها في التطبيقات المختلفة. هناك ثلاث مظاهر صناعية من SMR في مرحلة متقدمة من البناء: في الأرجنتين (CAREM, an integral PWR)، وفي الصين

(HTR-PM، مفاعل درجة الحرارة العالية المبرد بالغاز) وفي الاتحاد الروسي (KLT40s، وحدة طاقة عائمة). ومن المقرر أن يبدأ تشغيلها بين عامي 2017 و2020. ويجري أيضاً إعداد العشرات من التصاميم الصغيرة لنشرها على المدى القريب. وبالنظر إلى القضايا والتحديات المذكورة أعلاه التي يتعين حلها، من المتوقع أن يبدأ أول أسطول تجاري من SMR على أرض الواقع في الإطار الزمني للفترة ما بين 2025 - 2030. وعلى الرغم من ذلك، لن يتم نشر الأسطول الكبير لـ SMR إلا بعد عام 2030 .

بالإضافة إلى SMR، هناك العديد من تصاميم المفاعلات صغيرة ومتوسطة الحجم. وتمثل هذه التصاميم تكنولوجيات مفاعلات المياه المضغوطة (PWR) التقليدية أو مفاعلات الماء الثقيل (HWR). وجرى بالفعل نشر البعض منها، على سبيل المثال، مفاعلات الماء الثقيل المضغوطة الهندية (PHWR)، والكندية (CANDU6 أو EC6)، والصينية (QP300). وأخيراً، هناك بعض المفاهيم التصميمية لمفاعلات الوحدات الصغيرة المعتمدة على تقنية مفاعل المياه المغلي (BWR)، مثل المفاعلات اليابانية (CCR و IMR)، والروسية (VK-300). ولكن لمجموعة متنوعة من الأسباب أهمها حادثة فوكوشيما داييتشي، جرى إيقاف الجهود المبذولة لتطوير تصاميم مفاعلات الماء المغلي الصغيرة في البلدان المعنية .

وأحد أهم المزايا لمفاعلات SMRs بساطة التصاميم إلى حد كبير (أنظمة أقل)، مما يؤدي إلى تخفيض وتيرة الحوادث والأحداث التي يمكن أن تسبب الضرر للمفاعل بالمقارنة مع محطات توليد الطاقة المعقدة الحالية .

كما تتميز مفاعلات الوحدات الصغيرة بالتصاميم المدمجة - على سبيل المثال، يمكن وضع أوعية الاحتواء لـ 25 من مفاعلات الوحدات الصغيرة المقدمة من شركة ويستغهاوس (قدرة كل منها 225 ميغاواط كهربائي) في وعاء احتواء واحد للمفاعل الكبير AP-1000. ويمكن أن تكون مصنعة في المصانع أو المرافق المركزية الأخرى ومن ثم نقلها (إلى جانب جدران الاحتواء الضرورية، وتوربينات توليد الكهرباء، وأنظمة التحكم) إلى موقع المحطة المستقبلية بواسطة الطرق أو السكك الحديدية.

ويمكن أن يُخفف بشكل كبير بناء المفاعلات في المصنع من زمن بناء المحطة وتحقيق وفورات في تكاليف البناء والتمويل .

### **اقتصاديات مفاعلات SMRs**

سنتكون الجدوى الاقتصادية في سوق الكهرباء العالمية المحررة، هي الاعتبار الرئيسي في القرارات المستقبلية لبناء محطات نووية جديدة. ومن ثم فإن تقييم عناصر التكلفة الأولية للطاقة النووية والشكوك الكامنة في تقدير هذه التكاليف، أمر أساسي لتقييم دورها المحتمل في تحقيق التوازن بين العرض والطلب على الكهرباء خلال العقود القليلة القادمة والتخفيف من خطر تغير المناخ. وحتى إذا قررت البلدان أن التحدي المتمثل في نزع الكربون الناتج عن توليد الكهرباء يتطلب مزيداً من سيطرة الدولة، فإن الاقتصاد سيظل مهماً على الرغم من انخفاض تكاليف المخاطر المحسوسة إلى حد ما. وتتعلق إحدى المشاكل الأساسية الكامنة في الدور المحتمل الذي ستؤدي به SMRs في تلبية الاحتياجات العالمية من الطاقة المستقبلية، بعدم استمرار توافق الآراء بشأن تكاليفها المستقبلية في إطار نشرها الموسع. وتعتبر تقديرات التكاليف الرأسمالية لتلك المفاعلات أولية جداً نظراً لأنها في مراحلها التصميمية الأولى، وهناك نقص في البيانات المتعلقة بتكاليف البناء. وبالتالي، من الصعب جداً إجراء تقييم مقارن موثوق به لقدرة مفاعلات SMRs التنافسية. ومن المرجح أن يتم حل هذه المشكلة مع تراكم المعلومات حول التكاليف الكاملة لبناء SMR .

### **اقتصاديات الحجم**

بفضل استخدام التكنولوجيات المثبتة، معظم المفاعلات النووية العاملة حالياً هي محطات متوسطة إلى كبيرة الحجم بقدرات من 500 - 1500 ميغاواط. بينما بلغت قدرة محطات توليد الطاقة النووية من الجيل الأول حوالي 300 - 500 ميغاواط. وبسبب الاعتقاد السائد بأن الطاقة النووية العاملة تتميز باقتصاديات كبيرة مع زيادة الحجم على مستوى المحطة، كان هناك اتجاه واضح نحو بناء وحدات أكبر.

وبحلول منتصف ستينيات القرن العشرين، ارتفعت الصناعة النووية إلى حوالي 800 ميغاواط، وقبل أن يتم الانتهاء من هذه الوحدات، جرى تخطيط وبناء وحدات جديدة بقدرات تزيد على 1300 ميغاواط .

إن الأدلة على اقتصاديات الحجم في الطاقة النووية قليلة ومختلطة إلى حد ما. وتعرقل عوامل عديدة من تحديد تأثير زيادة الحجم على تكاليف الوحدة، منها: الشك في المنهجية (على سبيل المثال، إذا حسبت التكاليف العاجلة كما تحسب عادة اقتصاديات الحجم)، وعدم وجود تعريف متفق عليه دولياً للمتغيرات الأساسية ومعايير تقدير تكاليف محطات الطاقة النووية (تؤدي التقديرات المختلفة للتكاليف إلى افتراضات مختلفة وجعل المقارنات المباشرة فيما بينها صعبة للغاية)، والاختلاف المتنامي بين الأداء الجيد أو السيئ لبناء المحطة النووية، وندرة الطلبات الجديدة في السنوات الأخيرة (خاصة في الولايات المتحدة). وعلى الرغم من الصعوبات المذكورة أعلاه، فهناك العديد من الدراسات العالمية في تقدير وفورات التكاليف العاجلة الناتجة عن اقتصاديات الحجم عند زيادة حجم محطات الطاقة النووية من 300 إلى 1300 ميغاواط كهربائي .

تقدم SMRs عدداً من المزايا التي يمكن أن تُعوض مشكلة التكاليف العاجلة التي تعاني منها مقارنة بالمفاعلات الكبيرة. وفي الواقع يمكن أن يعمل العديد من خصائصها التصميمية المقترحة على التغلب على بعض الحواجز الرئيسية التي حالت دون نمو الطاقة النووية. وتشمل هذه الخصائص :

**— مدة البناء المنخفضة :** يسمح الحجم الأصغر، والطاقة المنخفضة، والتصميم المبسط لـ SMR بمزيد من النمطية، وتوحيد القياس، والتحضير مسبق الصنع للمكونات والوحدات. ويؤدي استخدام الوحدات مسبقة الصنع إلى تبسيط أنشطة البناء في الموقع وتقليل كمية العمل الميداني المطلوبة لتجميع المكونات في المحطة العاملة. ونتيجة لذلك، يمكن أن تكون مدة تشييد SMR أقصر بكثير مقارنةً مع المفاعلات الكبيرة مما يقود إلى اقتصاديات مهمة في تكاليف التمويل .

**— توسيع الاستثمار ومرونته :** على النقيض من المحطات النووية التقليدية، يمكن تجميع SMR في وقت واحد في مجموعة من الوحدات أو في المواقع المنتشرة

والبعيدة نظراً لصغر حجمها وقصر مدة بنائها. وبالتالي يمكن توسيع القدرات بشكل مرن، مما يزيد قابلية التكيف مع ظروف السوق المتغيرة. إن المرونة الزمنية والمكانية والحجمية لنشر SMR لها آثار هامة على مخاطر الاستثمار المحسوسة (التكاليف الرأسمالية) وعلى تكاليف التمويل لبناء محطة جديدة. تتطلب المفاعلات الحالية الكبيرة تكاليف استثمارية تزيد على 4 مليارات دولار أمريكي. ومن ناحية أخرى، فإن إجمالي تكاليف رأس المال المستثمر في SMR، أقل بكثير - مئات الملايين من الدولارات مقابل مليارات الدولارات في المفاعلات الكبيرة. يمكن تمويل هذه الاستثمارات الصغيرة بسهولة أكبر، ولا سيما في البلدان الصغيرة ذات الموارد المالية المحدودة .

**— قدرة أفضل لمحطة الطاقة والتوافق مع الشبكة :** يمكن أن تؤدي إضافة محطة طاقة نووية كبيرة (1000 ميغاواط كهربائي أو أكثر) في البلدان ذات الشبكات الصغيرة والضعيفة، إلى مشاكل في استقرار الشبكة - وعموماً يجب أن لا يتجاوز حجم وحدة محطة الطاقة 10% من القدرة الكلية للنظام الكهربائي. من ناحية أخرى، يمكن أن تساعد زيادة القدرة الإضافية الناتجة عن نشر SMR، على تلبية الطلب المتزايد على الطاقة مع تجنب مشاكل عدم استقرار الشبكة .

**— البناء مسبق الصنع واقتصاديات الإنتاج الضخم :** وضعت تصاميم SMR لتكون مسبقة الصنع وإنتاجها بشكل كمي في المصانع، بدلاً من بنائها في الموقع. وعموماً يكون التصنيع المسبق للمكونات والوحدات لشحنها وتركيبها في الموقع أرخص بكثير من تصنيعها في الموقع. علاوة على ذلك، يمكن أن تستفيد SMRs من "اقتصاديات المضاعفة" التي تتولد عن الإنتاج الضخم للمكونات في المصنع مع إدارة سلسلة التوريد .

**— تأثيرات التعلم واقتصاديات الموقع المشترك :** يؤدي البناء الكمي للمفاعلات إلى تخفيض كبير في تكلفة الوحدة. وذلك لأن تصنيع العديد من وحدات SMR على خطوط تصنيع المحطة يسهل من نمذجة عمليات التصنيع والتجميع. ويمكن أن تبرز الدروس المستفادة من بناء كل وحدة على شكل مكاسب إنتاجية أو وفورات أخرى في

تكاليف الوحدات المتعاقبة (على سبيل المثال، انخفاض الاحتياجات من القوى العاملة، وقصر خطوط التجميع المنظمة وزيادة كفاءتها). وعلاوة على ذلك، يمكن أن تتحقق خبرة التعلم الإضافية من بناء وحدات متتالية في نفس الموقع. وهكذا يؤدي التكتل متعدد الوحدات إلى تسريع وتيرة التعلم. أيضاً، قد تتطلب المواقع ذات الوحدات المتعددة عدداً قليلاً من المشغلين وموظفي الأمن .

– **تبسيط التصميم** : تقدم العديد من SMRs تصاميم مبسطة مقارنة مع المفاعلات الكبيرة المعتمدة على التكنولوجيا ذاتها. ويتم إنجاز ذلك من خلال تبني سمات تصميم معينة خاصة بالمفاعلات الأصغر حجماً. على سبيل المثال، تكون أنظمة الأمان قليلة ومبسطة في SMR مع تصميم تكاملي للدائرة الأولية (أي وضع الوعاء مع مولدات البخار والاستغناء عن الأنابيب ذات الأقطار الكبيرة) الذي من شأنه إلغاء بشكل فعال حادثة فقدان سائل التبريد (Loss-of-coolant accident, LOCA) .

### **الفرص والتحديات المتعلقة بنشر تكنولوجيا SMR في البلدان النامية**

يعرض أدناه الفرص والتحديات التي تواجه نشر مفاعلات الوحدات الصغيرة في البلدان النامية، ويسلط الضوء أيضاً على مسارات حل التحديات والقضايا المحددة .

#### **فرص نشر SMRs**

يمكن بحلول عام 2020 نشر حوالي 11 مفاعل SMR متطور كمنشآت فريدة من نوعها في الأرجنتين والصين وجمهورية كوريا وروسيا الاتحادية والولايات المتحدة. وفي حال النجاح، يمكن فيما بعد النظر في هذه المفاعلات لتصديرها إلى البلدان النامية بدءاً من منتصف العام 2020 .

ومن الطبيعي أن تترك المرونة المكانية والزمنية لنشر SMR مزيداً من الوقت لتطوير وتبسيط الموارد البشرية والخبرات التقنية اللازمة. وعلاوة على ذلك، فإن صغر الحجم والتبسيط الكبير لمكونات SMR ولتصميم المحطة قد يسهل في نهاية المطاف زيادة مشاركة الصناعة الوطنية في البلدان النامية المتلقية. وفيما يتعلق بالتمويل،



يمكن أن توفر SMR مزايا كبيرة نظراً لصغر إنفاقها الرأسمالي الكلي، وزيادة قابليتها للتوسع، وفترات البناء الأقصر وما يترتب على ذلك من توفير الحد الأدنى من مخاطر التمويل. وتجدر الإشارة إلى أن التكلفة الرأسمالية الكلية لـ SMR دائماً تكون أقل بكثير مقارنة بالمفاعلات الكبيرة. وعلى وجه التحديد، تقل تكاليف رأس المال العاجلة بالنسبة للمحطات في نطاق أقل من 300 ميغاواط كهربائي عن مليار دولار أمريكي. وهو اعتبار هام، لا سيما بالنسبة للبلدان النامية الصغيرة .

### **الحد من مخاطر الأمان والانتشار النووي**

بالمقارنة مع المفاعلات التقليدية الكبيرة، فإن SMR أكثر قدرة على الاستفادة من الدروس المستفادة من حادثة فوكوشيما. ويمكن القيام بذلك عن طريق إحاطة وعاء المفاعلات أو الحاويات الصغيرة بالماء، وكذلك عن طريق استخدام النظام السلبي لإزالة حرارة التفكك لفترات سماح تصل إلى 72 ساعة دون الحاجة إلى إمدادات كهربائية مستمرة في الموقع .

ومن أهم الشواغل الرئيسية المتعلقة بنشر الطاقة النووية في البلدان النامية وجود نظام رقابي أقل نضجاً مقارنة بالبلدان الصناعية المتقدمة. تضع هذه الاعتبارات متطلبات صارمة جداً على وثوقية محطة الطاقة وأدائها الآمن. ويمكن أن تلبى SMR مستويات معززة من الأمان مع خيارات تصميمية تسمح بالاستفادة من ميزات الأمان الذاتية والسلبية. يمكن تنفيذ ميزات الأمان هذه بسهولة وفعالية في SMR بسبب كبر نسبة سطحها إلى حجمها، وانخفاض كثافة الطاقة في قلب المفاعل، وتواتر منخفض للتزود بالوقود (متعدد السنوات). وعلى سبيل المثال، تسهل النسبة الكبيرة بين السطح والحجم (مع عدم وجود مصدر خارجي للطاقة الكهربائية أو الطاقة المخزنة) من الإزالة السلبيه لحرارة التفكك .

### **التحديات والقضايا التي تواجهها SMRs**

يكمن التحدي المعترف به عموماً في مفاعلات SMRs في تأمين كلفة إنتاج كهرباء منافسة لمصادر توليد الكهرباء الأساسية في بلد الإنشاء. ومع ذلك، وبغض

النظر عن هذا التحدي الاقتصادي الهام، قد تواجه SMRs تحديات أخرى لنشرها في الدول النامية. وتشمل هذه القضايا المحتملة ما يلي :

- تقترح البلدان النامية متطلبات تكنولوجية مثبتة، بأن تملك الوحدات المتعددة للمحطة تجربة تشغيل مثبتة من 3 - 5 سنوات. ومن المتوقع أن يتم نشر جميع التصاميم الحالية لمفاعلات SMRs أولاً في بلدانها الأصلية أو في البلدان المتقدمة المالكة لتكنولوجيا هذه المفاعلات. وستحتاج هذه المحطات إلى العمل لعدة سنوات قبل عرضها للتصدير إلى البلدان النامية .

- تقترح متطلبات تصميم المحطة، السماح بتوريد بديل للمعدات والمكونات خلال حياة المحطة من قبل المصنعين غير الأصليين. وقد يمثل هذا مشكلة، ولا سيما على المدى القريب، في نشر تصاميم SMRs المتنوعة والميزات التقنية الفريدة المنفذة في البعض منها .

- يمكن أن تشكل الحماية المادية تحدياً بالنسبة لمحطات القوى النووية الصغيرة الموجودة في المناطق النائية والمعزولة. ويمكن توفير حل جزئي لهذه المشكلة بزيادة درجة أمن المفاعل .

- يمكن للمفاعلات التي تعمل بالوقود المستورد وإعادة التزود بالوقود، أن تقلل إلى حد كبير من جهود البنية التحتية المطلوبة لإدارة دورة الوقود النووي والنفايات المشعة في البلد المتلقي. ومع ذلك، يتطلب نقل وتصدير مثل هذه المفاعلات حل العديد من القضايا التشريعية والمؤسسية الهامة .

## الخلاصة

تقدم مفاعلات الوحدات الصغيرة عدداً من المزايا الهامة التي قد تجعلها مناسبة للعمل في البلدان النامية. وتشمل هذه المزايا :

- الحجم الصغير وتوحيد البناء، مما يسمح بتصنيع هذه المفاعلات بالكامل في المصنع وتسليمها وتركيبها، وتحسين إنتاجية تصنيع المكونات من خلال خبرة التعلم مع تقليل وقت البناء وتكاليف التمويل ومخاطر الاستثمار .

- توفر مجموعة متنوعة من التطبيقات المفيدة، مثل توليد كهرباء منخفضة الكربون في المواقع النائية التي يقل أو يندم وصول الشبكة إليها، والمعالجة الحرارية الصناعية، وإزالة ملوحة أو تنقية المياه، وتطبيقات التوليد المشتركة .

- مجموعة واسعة من خيارات تحديد المواقع المحتملة، حيث أن صغر حجمها يجعلها مناسبة للشبكات الكهربائية الصغيرة أو المواقع التي لا يمكن أن تستوعب محطات الطاقة الكبيرة .

- الحد من مخاطر الأمان والانتشار النووي، حيث تتميز SMRs بالمقارنة مع المفاعلات الكبيرة بكون نسبة السطح إلى الحجم (مما يسهل إزالة حرارة التفكك)، وانخفاض كثافة طاقة قلب المفاعل (استخدام أكثر فعالية لمزايا الأمان السلبية)، ومصدر مشع صغير بالنسبة إلى المفاعلات التقليدية الكبيرة، وتزود بالوقود طويل الأمد مما يقلل من تواتر تحميل الوقود الجديد .

بشكل عام، بسبب الحجم الأصغر والتصميم الأبسط، يتطلب تشغيل SMR مشاركة صغيرة من المشغل في إدارة عمليات التشغيل الاعتيادية والاستجابة للحالات العابرة والفرضية أثناء الحوادث. وبسبب توافر شرط المصدر الأصغر (المحتوى الإشعاعي الصغير ناتج عن الحجم الصغير)، تكون العواقب الإشعاعية المحتملة لأي حادثة أصغر بكثير من تلك الموجودة في المحطات القائمة الكبيرة. وعلاوة على ذلك، يساهم التخطيط الفيزيائي والحجم المنخفض لمحطة SMR في تبسيط إدارة الطوارئ (يحتاج أصغر SMR لأقل من فدان واحد وثلاثة فدادين تقريباً من الأراضي اللازمة للأنشطة الداعمة للمحطة) .

وسيتطلب التغلب على العقبات السياسية التي تحول دون إضفاء الطابع الإقليمي على الطاقة النووية، تحديد واعتماد تدابير مؤسسية مبتكرة. وسيكون من المهم تقييم إمكانية ما يلي : إنشاء مجموعات الطاقة الإقليمية التي تملكها اتحادات البلدان النامية التي لديها قدر معقول من النجاح في التعاون الإقليمي والتكامل الاقتصادي؛ وتزويد البلدان المتلقية بضمان مكفول (ملزم قانونياً) للخدمات من مجمع

الطاقة الإقليمية؛ وخلق سلطات إقليمية تنظيمية وأنظمة لإدارة البنية التحتية الإقليمية للطاقة النووية .

ترجمة : د. م. سعدو الظواهره  
هيئة الطاقة الذرية السورية

### References

- (1) IAEA Advanced Reactors Information System (ARIS). Advances in small modular reactor technology developments, 2016 edition, Booklet printed by the IAEA in Austria, August 2016.
- (2) IAEA. Design safety considerations for water cooled small modular reactors incorporating lessons learned from the Fukushima Daiichi accident, IAEA tecdoc-1785, Vienna, 2016.
- (3) Ioannis N. Kessides. Small Modular Reactors for Enhancing Energy Security in Developing Countries. Article. Sustainability 2012, 4, 1806-1832.
- (4) Giorgio Locatelli . Small modular reactors: A comprehensive overview of their economics and strategic aspects Annals of Nuclear Energy 85 (2015) 220–227.
- (5) Small Modular Reactors (SMR) Feasibility Study. UK government, National nuclear laboratory, December 2014.

## التقانات النووية في مجالي الطب والصيدلة(\*)

### Abstract

Most of us are aware today of the contributions of nuclear technology to the production of electricity from nuclear power plants. Many of us, however, are not aware of the fact that the impact of non-power applications of this technology is even greater. The harnessing of radioisotopes in medicine, pharmacology, agriculture, engineering and industry has made substantial improvements in these fields, and new applications continue to make major contributions to our quality of life. This article deals with the applications of nuclear technology in the area of medicine and pharmacology. In particular, it concentrates on the use of nuclear technology in sterilizing medial equipments, testing new drugs, diagnostic techniques and treating certain diseases.

### مقدمة

يدرك الكثير منا اليوم الدور الذي تؤديه التقانات النووية في مجال إنتاج الكهرباء من مفاعلات الطاقة النووية، ولكن معظمنا لا يدرك بأن دور التقانات النووية في قضايا غير إنتاج الطاقة الكهربائية أكثر أهمية بكثير. فقد ساهمت الأشعة والنظائر المشعة بشكل جوهري في مجالات الحياة المتعددة كالطب والصيدلة والهندسة والصناعة والزراعة، وما تزال التطبيقات الجديدة للتقانات النووية، في مختلف مجالات الحياة، تقدم مساهمات كبيرة جداً تحسن من نوعية حياتنا اليومية .

(\*) مقالة مترجمة بتصرف عن الورقة المنشورة في " Global 2003, New Orleans, LA, November, 2003, بعنوان "The Medical, Agricultural, and Industrial Applications of Nuclear Technology" للمؤلف Walter, A. E.

وما يثير الدهشة حقاً أن مساهمة التقانات النووية في الاقتصاد وسوق العمل في قطاعات أخرى غير قطاع الطاقة الكهربائية أكبر منه بكثير في قطاع إنتاج الطاقة، الذي هو بحد ذاته مثير للإعجاب من حيث العائد الاقتصادي وتأمين الوظائف وإدخال أناس جدد إلى سوق العمل .

ولكي ندرك كيف يمكن لهذا التأثير الاقتصادي أن يبلغ هذا الحد، من المفيد أن نلخص كيف استخدمت التقانات النووية، على مستوى العالم، في الاستعمالات اليومية غير الكهربائية، وخاصة في مجالي الطب والصيدلة .

### **استعمال التقانات النووية في الطب والصيدلة**

ربما كان الاستخدام الأكثر نجاحاً وأهمية للتقانات النووية في نصف القرن الماضي هو استعمالها لخدمة الحياة البشرية في مجالي الطب والصيدلة. فقد تحسنت، بشكل ملموس، نوعية الحياة وزادت معدلات طول العمر عند الإنسان، خاصة في البلدان المتقدمة، وذلك نتيجة للتقدم الهائل الذي تحقق في مجال الطب، وقد ساهم استعمال التقانات النووية في مجالي الطب والصيدلة، وخاصة في مجال تعقيم التجهيزات الطبية والمواد الصيدلانية واختبار الأدوية الجديدة وتشخيص الأمراض وعلاجها في تقدم هذين المجالين مما انعكس إيجاباً على نوعية الحياة التي نعيشها، وأهم هذه الاستعمالات هي :

#### **1 - تعقيم التجهيزات الطبية**

اعتبر التعقيم، بالنسبة للفرق الطبية، منذ اكتشاف النظرية الجرثومية للأمراض، جزءاً هاماً جداً من الأعمال الجراحية. وأدرك العاملون في حقل الطب بسرعة، بعد معرفتهم بأن الأشعة يمكن أن تقتل الكائنات الحية ومنها الأحياء الدقيقة، إمكانية استعمال بعض أنواع الأشعة (أشعة غاما خاصة) لتعقيم الكثير من التجهيزات الطبية مثل الملابس الجراحية والضمادات والقفازات والحقن الطبية والألواح البلاستيكية والمطاطية والقساطر وخيوط العمليات الجراحية وصمامات القلب والعديد من الأدوات الأخرى المستعملة في العمليات الجراحية. وعلى اعتبار أن الأشعة تعقم دون نشر حرارة (تعقيم على البارد)، فمن المفيد جداً استعمالها لتعقيم مجال واسع من المواد

الطبية الحساسة للحرارة مثل المساحيق الطبية (البودرة) والمراهم والمحاليل والمستحضرات البيولوجية المستعملة في علاج الأنسجة كالعظام والأعصاب والجلد والتي قد يترك تعقيمها بالمواد الكيميائية رواسب غير مرغوبة .

والحقيقة أن أكثر من نصف المواد والتجهيزات الطبية المعقمة المستعملة في المستشفيات الحديثة اليوم يتم تعقيمها بالأشعة، وهذه الطريقة أكثر أماناً وأقل كلفة من معظم الطرق الأخرى (كالبخار) لأنه من الممكن إجراء التعقيم بعد التغليف، وبذلك يكون التعقيم دائماً شريطة بقاء الغلاف سليماً .

## 2 – اختبار الأدوية الجديدة

يصعب على الطبيب اليوم التعامل، بشكل فعال، مع أي حالة مرضية دون اللجوء إلى الأدوية الحديثة. فقد ازدهرت الصناعات الطبية في معظم البلدان المتقدمة وأنتجت أدوية جديدة لمعالجة الأمراض والتشوهات التي كان يصعب معالجتها في الماضي. ولكن قبل اعتماد مثل هذه الأدوية ووضعها في أيدي الأطباء لخدمة المرضى، لابد من خضوعها لعدد كبير جداً من الاختبارات من قبل شركات الأدوية واجتياز عدد هائل من الصعوبات، لمعرفة كيفية مهاجمة المنتج الجديد للمرض المستهدف والتأكد من عدم وجود تأثيرات جانبية ضارة له. والنظائر المشعة، نظراً لخصائصها المتميزة (خصائصها التصويرية الفريدة) تؤمن وسيلة مثالية لإجراء العديد من الدراسات والاختبارات ومن ضمنها امتصاص المواد الغذائية والأدوية وتوزعها في الجسم وطرح بقاياها غير المرغوبة مع الفضلات .

ويقدر أن نحو 80% من الأدوية الجديدة التي تُعتمد للاستعمال الطبي اليوم تستخدم التقانات النووية كمكون أساسي في اختباراتهما. ولذلك، فليس من المفاجئ أن التقانات النووية أدت دوراً أساسياً في فوز 12 بحثاً بجائزة نوبل في الطب والفسولوجيا من أصل 15 جائزة مُنحت في أواخر القرن الماضي وبداية هذا القرن. وقد قدرت الوكالة الدولية للطاقة الذرية (IAEA) بأن هنالك ما بين 100 - 300 مستحضر صيدلاني مشع يستعمل في العالم اليوم، بشكل روتيني، ومعظمها متوفر تجارياً .

### 3 - تشخيص الحالات المرضية

يعد تشخيص الحالات المرضية جزءاً أساسياً من العمل الطبي، حيث يمكن للتشخيص المبكر والدقيق أن يمنع نتائج مأساوية، وهناك عدد لا حصر له من الأمثلة، في كل زاوية من العالم على ذلك. وتؤدي التقانات النووية، في هذا المجال، دورها المهم في دعم النظام الصحي. ويعود الاستعمال الأقدم للأشعة في حقل الطب إلى الحرب العالمية الأولى حيث استعملت مصادر متنقلة للأشعة السينية، وقد ساعدت هذه الوسيلة الأطباء في إنقاذ حياة الكثيرين. وتستعمل الأشعة السينية اليوم، بشكل روتيني، في طب الأسنان والطب البشري، وخاصة في مجال التصوير الإشعاعي للصدر والثدي وأعضاء الجسم المختلفة والعديد من الاختبارات الأخرى .

ومع ذلك، تؤمن الأشعة السينية، مهما بلغت الفائدة منها، صورة فوتوغرافية لحظية واحدة لجزء محدد من الجسم، في حين تسمح المزايا التصويرية للنظائر المشعة لأخصائي الطب النووي الحديث بقياس نشاط بعض الوظائف الفسيولوجية أو البيوكيميائية في الجسم لحظة بلحظة. ولهذا تطبيقات كثيرة جداً، بدءاً من تحديد نقص التغذية إلى إيجاد وتحديد مكان وأنواع مختلفة من السرطانات .

وتعد تقانة التصوير الإشعاعي الطبقي المحوسب بالإصدار الفوتوني الوحيد (SPECT) وتقانة التصوير الإشعاعي الطبقي بإصدار البوزيترون (PET) من أكثر الطرق استعمالاً في الطب النووي التشخيصي الحديث. تستعمل التقانة الأولى (SPECT) بشكل واسع في الفحوص السريرية الروتينية لأنها رخيصة نسبياً وتستعمل نظائر مشعة توفرها المفاعلات النووية. ويعد التكنشيوم-99 (TC-99)، كمصدر معروف جداً لأشعة غاما، بطاقة 140 كيلو إلكترون فولط، وبعمر نصف 6 ساعات، أكثر النظائر المستعملة في هذه التقنية. ينتج هذا النظير في المفاعل النووي من الموليبدنوم-99 الذي يبلغ عمر النصف له 66 ساعة، ويتفكك إلى تكنشيوم-99. يتألف مولد التكنشيوم-99 من وعاء من الرصاص يحيط بأنبوب زجاجي يحتوي على الموليبدنوم-99. وعندما يطلب التكنشيوم-99، يتم غسله من وعاء الرصاص بواسطة محلول ملحي ويحضر للحقن في المريض. ويعاد المولد بعد نحو أسبوعين من الاستعمال، لشحنه بدفعة جديدة من الموليبدنوم-99 .



تعمل تقانة التصوير الإشعاعي الطبقي المحوسب بالإصدار الفوتوني الوحيد (أو نظام SPECT) عن طريق حقن المريض بمحلول يحتوي على نظير مشع قصير العمر مثل التكنشيوم-99، وإبقاء المريض في وضع ثابت في حين تدور حوله كاميرات (أنظمة كشف)، ملتقطة أشعة غاما التي يطلقها التكنشيوم-99 وهو يدور في جسم المريض. وبلاستعمال الذكي لحاسوب دقيق، يمكن تحليل البيانات التي تجمعها الكاميرات وتتبع تغير مكان التكنشيوم-99 مع الزمن. ففي حال وجود سرطان عظام مثلاً، يتجمع الحامل الكيميائي الذي يرتبط بالتكنشيوم-99 في مكان وجود الورم وتظهر صورة العضو المصاب بشكل واضح جداً. وإن كان الطبيب يبحث عن أشكال أخرى من الأورام، فيمكنه استعمال حامل كيميائي آخر (الحامل الذي له ولع خاص للتراكم أو التركيز في الأماكن المشكوك فيها). يستعمل هذا الإجراء اليوم على نطاق واسع داخل المراكز الطبية في بلدان العالم المتقدمة للاستفادة بشكل مباشر من التقانات النووية .

ومع أن التكنشيوم-99 هو النظير الأكثر استعمالاً لهذا الغرض، فإن بعض أنظمة التصوير الإشعاعي الطبقي المحوسب بالإصدار الفوتوني الوحيد (SPECT) مزودة بالغلوكوز منقوص الأكسجين المرقوم بالفلور-18 (18FDG). يصدر الفلور-18 أشعة غاما بطاقة أعلى بكثير من الطاقة التي ينتجها التكنشيوم-99 (511 كيلو إلكترون فولط)، مما يستدعي استعمال نظام كشف مختلف. ومن النظائر الأخرى التي تنتج في المفاعلات النووية لهذا الغرض اليود-131 (I-131) والغالسيوم-67 (Ga-67) والثاليوم (TI-210) .

تعتمد تقانة التصوير الإشعاعي الطبقي بإصدار البوزيترون (PET) على اكتشاف زوج من الفوتونات الناتجة عن فناء البوزيترون (Positron annihilation)، فبعد زمن قصير جداً (أقل من الثانية الواحدة) من إصدار بوزيترون من مادة مشعة مثل الفلور-18، يصطدم البوزيترون بالإلكترون مؤدياً إلى فناء الجسيمين، وتحول كتليتهما، بشكل كامل، إلى طاقة (فوتون) وينطلق شعاعين من أشعة غاما بطاقة لا تقل عن 511 كيلو إلكترون فولط يتحركان بسرعة الضوء باتجاهين متعاكسين تماماً. إن إحاطة المريض الذي حقن بالنظير المشع بكاشف من نوع خاص، يمكن من

تحديد مكان النظير المشع بدقة، وذلك عن طريق تحديد عدد الومضات المسجلة في نفس الوقت (العَد المتطابق) على جانبيين متعاكسين من جسم المريض. وبسبب الدقة الهائلة في نظام العد هذا، يميل التصوير الإشعاعي الطبقي بإصدار البوزيترون (PET) إلى كونه أكثر كلفة من نظام التصوير الإشعاعي الطبقي المحوسب بالإصدار الفوتوني الوحيد (SPECT). كما أن النظائر التي تطلق البوزيترون لها، بشكل عام، عمر نصف قصير جداً. ولذلك، لا بد من إنتاجها في المسرعات (عادة السيكلوترون) في نفس المكان وتقدم للمريض بسرعة في الحامل الكيميائي المناسب. يتزايد استعمال تقانة التصوير الإشعاعي الطبقي بإصدار البوزيترون (PET) بشكل مستمر وذلك لكونها أكثر دقة من معظم أجهزة التصوير الإشعاعي الطبقي المحوسب بالإصدار الفوتوني الوحيد (SPECT). كما أن أنظمة التصوير الإشعاعي الطبقي بإصدار البوزيترون (PET) ثلاثية الأبعاد مثيرة للإعجاب ويمكنها تزويد المشخص بصور رائعة. تستعمل النظائر دائماً في مثل هذه الأجهزة، وإضافة إلى الفلور-18 (F-18) فإنها يمكن أن تستعمل الكريون-11 والنثروجين-13 والأكسجين-15 والغالسيوم-67 والروبيديوم-82.

يُستعمل التشخيص الذي يعتمد على النظائر المشعة بشكل روتيني اليوم في العديد من دول العالم لتحديد الحالات المرضية في القلب والدماغ والكلى والرئتين والكبد والصدر والغدة الدرقية. وتُستعمل النظائر المشعة، إضافة إلى ذلك، بشكل روتيني، لتشخيص الاعتلال (الشذوذ) في العظام والمفاصل والنخاع الشوكي .

وتمتاز النظائر المشعة كوسيلة في التشخيص الطبي، إضافة لمساعدتها الطبيب في تحديد المشاكل الطبية بدقة عالية، بمزايا كثيرة، فالتشخيص يمكن أن يتم دون إزعاج يذكر للمريض، وآثاره تختفي خلال زمن قصير يصعب بعدها إيجاد أي دليل على أن التشخيص قد أجري فعلاً، والنظائر المشعة المستعملة لهذا الغرض تضمحل وتتلاشى بشكل كامل خلال زمن قصير. فالتطبيعة التخصصية لهذه التقنية، والقدرة على مراقبة العضو من خارج الجسم، وهو يعمل، تجعل من التشخيص بالنظائر المشعة وسيلة طبية لا تضاهى .

#### 4 – معالجة الأمراض

بقي استعمال التقانات النووية في معالجة الأمراض محدوداً، لسنوات خلت، وكان استعمال اليود-131 لمعالجة سرطان الغدة الدرقية واحداً من أولى الاستعمالات العلاجية للنظائر المشعة. وعلى اعتبار أن الغدة الدرقية تمتلك قدرة خاصة على تركيز اليود فيها فإن المسألة بسيطة وسهلة نسبياً، فإعطاء المريض كمية محسوبة بدقة من اليود-131 على شكل محلول كيميائي قابل للبلع، يتركز النظير المشع (I-131) عندئذ في الغدة الدرقية وتعمل أشعة بيتا الصادرة عن هذا النظير على تدمير الخلايا السرطانية فيها. وعلى اعتبار أن عمر النصف لليود-131 هو ثمانية أيام فقط، يقوم النظير بعمله ويتلاشى خلال أسابيع قليلة .

تستعمل الأشعة بشكل واسع أيضاً في علاج أنواع مختلفة أخرى من السرطانات وفي العمليات الجراحية والمعالجة الكيميائية وتشكل، بالاشتراك مع وسائل أخرى، الطريق الرئيسي لعلاج السرطانات اليوم. وتعتمد معظم الإجراءات الحالية لاستعمال الأشعة في معالجة السرطانات في جسم الإنسان على مصادر خارجية للأشعة وهو ما يدعى بالعلاج عن بعد (Teletherapy) فتستعمل المسرعات الإلكترونية لإيصال البروتونات للجزء المستهدف (كما هو الحال في النظام المستعمل لمعالجة البروستاتا) أو جسيمات بيتا، التي توجه عادة إلى هدف ينتج بدوره (بشكل ثانوي) الأشعة السينية .

وبرغم الفائدة الكبيرة التي يمكن أن يحصل عليها المريض من هذا العلاج، فإنه من المستحيل إيصال الأشعة إلى المكان المستهدف دون إلحاق بعض الأذى بالأنسجة السليمة المجاورة للمكان المصاب، وخاصة إذا كان لا بد للأشعة من المرور من خلال الأنسجة السليمة للوصول إلى الأنسجة المريضة. وتوجد طريقتان رئيسيتان لحماية الأنسجة السليمة من الأذى الناتج عن المعالجة الإشعاعية، وهما : إما وضع النظير المشع في مكان وجود الورم مباشرة أو تطوير طريقة لإيصال النظير المناسب إلى الأنسجة المريضة .

كمثال على الاتجاه الأول الذي يدعى المعالجة بانتزاع النيوترون-بروتون (BNCT)، يوضع البورون في هذه الطريقة في جسم المريض كجزء من حامل

كيميائي لديه وبع خاص للتراكم في مكان الورم. يوجه بعدها شعاع من النيوترونات على البورون، مؤدياً إلى إنتاج جسيمات ألفا التي يمكن أن تدمر الخلايا السرطانية المجاورة لمكان تراكم البورون فقط. وعلى اعتبار أن جسيمات ألفا تنتقل لمسافة قصيرة جداً من نقطة إصدارها (على بعد خلية واحدة فقط في معظم الحالات)، فإن الأذى الناتج عن هذه الأشعة يكون محدوداً جداً. ومع أنه يمكن أن يحدث بعض الأذى للأنسجة السليمة التي تمر النيوترونات من خلالها للوصول للخلايا المريضة، فمن الممكن توجيه الشعاع بشكل معين لتقليل الأذى إلى حدوده الدنيا .

وكمثال على الاتجاه الثاني نذكر المعالجة الإشعاعية الموجهة للخلايا. ولكي نحصل على التأثير الموضعي المرغوب نحتاج إلى مصادر لأشعة ألفا أو بيتا. ففي حالة الأورام الجامدة، يستعمل الحقن، كأحد الطرق، لإيصال النظير المشع إلى هدفه، إذا سمح مكان الورم بذلك. وهذا الاتجاه هو ما نسميه بالمعالجة عن قرب (Brachytherapy)، وتُعتمد هذه التقنية على نطاق واسع في معالجة سرطان البروستاتا. يتم ذلك عن طريق تغليف كمية محددة من نظير مشع كالبيود- 125 مثلاً أو البلاديوم-103 (Pd-103) في كبسولة من التيتانيوم بحجم حبة الأرز وتزرع هذه الكبسولات في غدة البروستاتا، حيث تبقى هنالك مدى الحياة .

طريقة أخرى للمعالجة الإشعاعية الموجهة للخلايا تعتمد على إيجاد مادة كيميائية (حامل) لها وبع خاص للتراكم في مكان الورم، وربط النظير بهذا الحامل وهذا ما نسميه بطريقة مضادات الأجسام وحيدة النسيلة (Monoclonal antibody) أو الرصاصة الذكية (Smart bullet). وتدعى أحياناً بالمعالجة بجسيمات ألفا الموجهة (TAT) على اعتبار أن هذا الإجراء يركز على استعمال جسيمات ألفا. وهذه الطريقة مناسبة، بشكل خاص، لمعالجة الأورام الخبيثة غير المحصورة ببقعة محددة. مثال ذلك مرض سرطان الدم (Leukemia) والورم اللمفاوي اللأهدكن (Non-Hodgkin disease). وقد جاءت الأبحاث الحديثة على استعمال طريقة مضادات الأجسام وحيدة النسيلة (أو الرصاصة الذكية) بنتائج مثيرة للإعجاب. وتمت معاملة المصابين بالورم اللمفاوي اللأهدكن في المراحل الأخيرة من المرض باليتريوم-90 (Yttrium-90) الذي يصدر أشعة بيتا وحصلوا على استجابة ايجابية تزيد على 80% (وذلك للمرضى

الذين لم يستجيبوا لجميع المعالجات الأخرى المعروفة). وأدت معالجة المرضى في المراحل المتقدمة من سرطان الخلايا للمفاوية من النوع B باليود-131 إلى نسبة نجاح تزيد على 90% وأعطت محاولات حديثة باستعمال مصادر لأشعة ألفا (Bismuth-213) نتائج باهرة في معالجة اللوكيميا .

تتطور معالجة المشاكل الطبية بشكل مستمر في مجالات عدة. فمعظم الناس على اطلاع بالإجراء المسمى بالتصنيع (أو الرأب) الوعائي (Angioplasty) وهو الإجراء الذي يتم فيه إدخال بالون في الشرايين المسدودة وتمريضه بطريقة الـ Roto-Rooter لفتح الشرايين المغلقة. ومع أن لهذا الإجراء نسبة نجاح عالية، ومنع حدوث الكثير من حالات احتشاء العضلة القلبية، فهناك حالات تعود فيها الشرايين، بشكل بطيء، إلى الانسداد. وقد اكتشف العلماء، بأن تبطين البالون المستعمل في فتح الشريان بالريهنوم-86 (Rehenium-86) منع، إلى حد بعيد، إعادة انسداد الشرايين .

مثال آخر في مجال متخصص هو معالجة الحالة الطبية المتعلقة بالتشوه المتمثل بوجود تشعب زائد في بعض شرايين الدماغ أو الحالة المسماة "AVM". تنتج هذه الحالة عن تشوه خلقي متمثل بوجود عدد كبير من الأوعية الدموية الزائدة في الدماغ. تمت معالجة هذه الحالة بحقن الشريان بمزيج خاص مكون من بودرة تحتوي على نظير مشع مؤدية إلى إغلاق الشرايين غير الضرورية ووقف تدفق الدم إلى الأوعية غير المرغوبة. وهذا مثال واحد من أمثلة عديدة جداً من تطبيقات النظائر المشعة لحالات مرضية خاصة جداً .

وبرغم أن بعضاً من النتائج المذكورة أعلاه ما زالت في المراحل التجريبية أو الاستعمال المبكر نسبياً، فإن إمكانية نجاحها عالية جداً. وعلى اعتبار أن السرطان ما زال الخطر الرئيسي في معظم بلدان العالم، وأنه المرض الأكثر شيوعاً بين الأطفال في العالم المتقدم، فإن الحوافز التي يمكن أن تنتج عن تسخير التقانات النووية في مجال الطب، وخاصة في معالجة السرطانات، كبيرة جداً .

خلاصة يمكن القول بأن استعمال التقانات النووية في مجالي الطب والصيدلة قد أدى، دون أي شك، إلى نتائج مذهلة جداً كان لها أثرها الكبير في خدمة

الإنسانية، وعلى الأغلب أن القادم أكثر إثارة وأهمية. وهذه التطبيقات غير الطاقية تبقى مجالاً فيه الكثير من التحدي والعطاء لأجيال البشرية القادمة .

ترجمة : د. محمد منصور

هيئة الطاقة الذرية السورية

## References

- (1) De Lima, J. J. P. (1998). Radioisotopes in medicine. European J. of Physics. 19: 475-485.
- (2) Greaves, C. D. and W. B. Tindale. (2001). Radioiodine therapy: care of the helpless patient and handling of the radioactive corpse. J. of radiobiological Protection. 21: 381-392.
- (3) Qian, Jihui and Alexander Rogov. (2003). “Atoms for peace: extending the benefits of nuclear technologies,” <http://www.iaea.or.at/worldatom/Periodicals/Bull371/qian.html>.
- (4) Walter, A. E. (2003). The medical, agricultural, and industrial applications of nuclear technology. Pacific Northwest National Laboratory, November, 16-20.
- (5) Yanagisawa, Kazauki, et al., (2002). An economic endex regarding market creation of products obtained from utilization of radiation and nuclear energy. Journal of Nuclear Science and Technology. 39: 1120-1124.

## منظمة العمل الدولية نموذج التعاون بين المنظمات الدولية في مجال الوقاية من الإشعاع

### **Abstract**

Protection of workers from occupational diseases and injuries is one of the tasks assigned to the International Labor Organization (ILO). Since its inception, the ILO has been concerned with developing ways to protect the worker to cover wider coverage of the fundamental objectives enshrined in its Constitution and the Declaration of Philadelphia. The decisions of the 1984 International Labor Conference on improving working conditions and the environment were formulated .

The development of international standards in the form of conventions and recommendations is one of the main tasks of the ILO. These standards, adopted by the Organization, cover labor and social issues. As an integrated group, they constitute the International Labor Code, which sets minimum standards in the areas of employment and the social sphere. Between 1919 and 2008, 188 conventions and 199 recommendations were adopted. Approximately 50% of them are related to occupational safety and health. These include the protection against occupational radiation .

### **مقدمة**

تعتبر حماية العامل من الأمراض والإصابات الناشئة عن العمل إحدى المهام المسندة إلى منظمة العمل الدولية كما ورد في ديباجة دستورها. ومنذ

تأسيسها، تهتم منظمة العمل الدولية بتطوير سبل حماية العامل لتشمل تغطية أوسع للأهداف الأساسية المجسدة في دستورها وإعلان فيلادلفيا. ووضعت قرارات مؤتمر العمل الدولي لعام 1984 بشأن تحسين ظروف العمل والبيئة، على أساس المبادئ التالية :

يجب أن يكون العمل في بيئة آمنة وصحية؛ ينبغي أن تكون ظروف العمل متسقة مع رفاهية العاملين وكرامة الإنسان؛ يجب أن يوفر العمل إمكانيات حقيقية لتحقيق الهدف الشخصي، الرضا النفسي وخدمة المجتمع .

وبشكل وضع المعايير الدولية في شكل اتفاقيات وتوصيات إحدى المهام الرئيسية لمنظمة العمل الدولية. وتغطي هذه المعايير، التي اعتمدها المنظمة، قضايا العمل والمسائل الاجتماعية. ويوصفها مجموعة متكاملة، فإنها تشكل قانون العمل الدولي الذي يحدد المعايير الدنيا في مجالي العمل والمجال الاجتماعي. وفي الفترة ما بين عامي 1919 و2008، اعتمدت 188 اتفاقية و199 توصية. ويتصل ما يقرب من 50% منها بصورة مباشرة أو غير مباشرة بالسلامة والصحة المهنيين. وترد من ضمن هذه الاتفاقيات والتوصيات بنود الحماية من الإشعاع المهني، ومن بينها الاتفاقية رقم 115 والتوصية رقم 114 التي تتناول تحديداً حماية العمال من الإشعاع المؤين .

### **تاريخ المنظمة في العمل المشترك في مجال الحماية من الإشعاع**

تقع حماية العامل من الإشعاع المؤين داخل نطاق برنامج عمل ILO بشأن السلامة والصحة المهنيين الذي يستخدم بطريقة منسقة مختلف وسائل العمل المتاحة للمنظمة لإعطاء الحكومات ومنظمات أصحاب العمل ومنظمات العمال المساعدة اللازمة في وضع وتنفيذ برامج لتحسين ظروف العمل والبيئة، وتتراوح أنشطة المنظمة في مجال التعاون التقني الرامية إلى حماية حياة وصحة العمال، بين الدعم التقني للمكاتب الإقليمية والمكاتب القطرية والإدارات التقنية وتوفير الخبراء لدراسة مشاكل معينة أو منح للدراسة ومواصلة التدريب، وإنشاء معاهد أو مراكز أو مختبرات السلامة والصحة المهنيين، وتوفير المعدات وتدريب الموظفين .



كانت بداية ILO في العمل في مجال حماية العمال من الإشعاع في عام 1934، باعتماد ونشر وثيقة دولية تنص على أن الأشخاص الذين يعانون من الإصابات المهنية الناجمة عن الإشعاعات المؤينة سيتلقون تعويضاً. وفي عام 1949، نشرت ILO ما هو، على الأرجح، إحدى المجموعات الأولى من المعايير الدولية العملية بشأن الحماية من الإشعاع التي أدرجت في "المدونة النموذجية للوائح السلامة الخاصة بالمؤسسة الصناعية".

في نوفمبر 1958 عقدت منظمة العمل الدولية اتفاقية تعاون مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية (IAEA) كانت بمثابة القاعدة الأساسية التي بنى عليها كل برامج التعاون والتكامل الذي جاء بعد هذا التاريخ .

وفي حزيران/ يونيه 1960، اعتمد مؤتمر العمل الدولي التوصية رقم 114 والاتفاقية رقم 115 بشأن حماية العمال من الإشعاع المؤين. وتطبق الاتفاقية على جميع الأنشطة التي تنطوي على تعرض العمال للإشعاعات المؤينة أثناء عملهم، وتحدد التوصية والاتفاقية المبادئ الأساسية، كما تضع إطاراً أساسياً لحماية العمال من الإشعاع .

وفي عام 1987، نشرت ILO مدونة ممارسات بشأن الحماية من الإشعاع. وفي وقت لاحق، وبغية تحديد المتطلبات الأساسية للحماية من المخاطر المرتبطة بالتعرض للإشعاعات المؤينة وأمان مصادر الإشعاع، شاركت 6 منظمات دولية (منظمة الأغذية و الزراعة FAO، IAEA، ILO، منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي OECD/NEA، منظمة الصحة للدول الأمريكية PAHO ومنظمة الصحة العالمية WHO) معاً في رعاية المعايير الدولية للسلامة الأساسية BSS للحماية من الإشعاع وأمان المصادر الإشعاعية. وقد نشرت IAEA هذه المعايير في عام 1994 وتمثل متطلبات وتوجيهات موحدة مشتركة بين المنظمات الست الراحية .

قامت ILO بنشر العديد من المنشورات المتعلقة بمجال حماية العمال من الإشعاع على شكل كتب، تقارير، نشرات وغيرها من وسائل النشر. وكان معظم هذه المنشورات عبارة عن تعاون مشترك مع المنظمات الدولية ذات العلاقة .

وشاركت ILO في رعاية عدد من الندوات والاجتماعات، كان آخرها في 2014، حيث نظمت بالتعاون مع IAEA واللجنة الدولية للوقاية من الإشعاع (ICRP) و 11 منظمة دولية أخرى تعنى بمجال الحماية من الإشعاع، المؤتمر الدولي "حول الوقاية من الإشعاع المهني وتعزيز حماية العمال" وكان هدف المؤتمر تركيز الجهود في هذا المجال وتعظيم الأثر الإيجابي للعمل الدولي المشترك في المستقبل، وقد أتاح الفرصة لأصحاب المصلحة المشاركين في تنفيذ وإدارة و/أو تطوير سياسات الحماية من الإشعاع المهني للمشاركة بتجاربههم ومناقشتها .

وقد خرج هذا المؤتمر بعدد النتائج والتوصيات التي تحوّل البعض منها في السنوات القليلة اللاحقة إلى إتفاقيات وبروتوكولات دولية .

### **إسهامات ILO في بعض الدراسات الدولية في مجال الحماية من الإشعاع**

تعتبر ILO عضواً في الأمانة المشتركة لتتقيح معايير السلامة الأساسية الدولية للحماية من الإشعاع المؤين وأمان المصادر الإشعاعية منذ 1996، وقد تولت قيادة العمل المتعلق بتتقيح الفصل الخاص "بالتعرض المهني" في الدراسة الضخمة التي قامت بها ما بين 2000 - 2002 لجنة الأمم المتحدة العلمية المعنية بآثار الإشعاع الذري (UNSCEAR) بعنوان "مصادر وتأثيرات الإشعاع المؤين" وشملت أكثر من 22 مليون عامل متأثرين بالإشعاع. حيث كان من ضمن هذه الدراسة فصل خاص بتعرض العمال للإشعاع في القطاعات المختلفة. نشرت UNSCEAR نتائج هذه الدراسة في شكلها النهائي سنة 2008، ويبين الجدول (1) بعض ملامح هذه الدراسة .

من نتائج هذه الدراسة أنه وباستثناء التعدين، فإن متوسط الجرعات الناجمة عن معظم أنواع التعرض المهني من مصادر مصنّعة، بما في ذلك الصناعة النووية، يقل عن 2 ملي سيفرت في السنة، حيث أن الجرعة في بعض المناجم يمكن أن تكون أعلى بكثير من الجرعات المتوسطة المبينة في الجدول (1)، فمثلاً في مناجم الذهب تحت الأرض في جنوب أفريقيا كان متوسط الجرعة السنوية في عام 2000، 7 ملي

سيفرت، ومن بين 123,333 عاملاً في مناجم الذهب، تلقى 3,700 عامل جرعات فوق 20 ملي سيفرت / سنة .

### الجدول رقم (1)

بعض البيانات الخاصة بدراسة دولية بعنوان "مصادر وتأثيرات الإشعاع المؤين"

متوسط مستوى التعرض (ملي سيفرت/سنة)	عدد العمال الخاضعين للمسح	الصناعة
1	660,000	دورة الوقود النووي
2.9	13,050,000	الإشعاع الطبيعي
2.4	6,900,000	تعددين الفحم
3.0	4,600,000	صناعات التعدين الأخرى
4.8	1,250,000	أماكن العمل في غير التعدين
3.0	300,000	النقل الجوي
0.5	7,440,000	الاستخدامات الطبية
0.3	869,000	الأنشطة الصناعية
0.1	331,000	الأنشطة العسكرية
0.1	565,000	مهن أخرى
<b>0.8</b>	<b>22,915,000</b>	<b>المجموع</b>

كما سجلت تقارير هذه الدراسة الجرعات الفعالة السنوية التي يتكبدها العاملون في التصوير المقطعي البوزيتروني (PET) حيث بلغت 8 ملي سيفرت، وأكدت هذه الدراسة أن بعض المهام الطبية التي تتطوي على الأشعة التشخيصية والتي تتطلب إجراءاتها السريرية أن يكون فيها المعالج قريباً من المريض فإنه يواجه خطراً ملموساً. في حين كانت الجرعات في مهن صحية أخرى مثل طب الأسنان والطب البيطري منخفضة جداً .

كما بينت هذه الدراسة تعرض نحو خمس الأشخاص الذين يعملون في مناطق الإشعاع الطبيعي المعزز تقنياً (TENORM) للرادون، حيث يكون متوسط الجرعة في هذه المناطق ملحوظاً، ويبلغ متوسط الجرعة لهؤلاء العمال 5 ملي سيفرت في السنة تقريباً، وهو أعلى مما هو عليه بالنسبة للمجموعات الأخرى من العمال المعرضين

مهنيًا. وبينت هذه الدراسة كذلك أن جرعات الأطقم الجوية من الأشعة الكونية تعتمد على طرق الطيران ووقت الطيران. في المتوسط، الجرعة السنوية حوالي 3 ملّي سفرت، ويمكن أن يكون ضعف هذه الجرعة للرحلات المستمرة الطويلة وعلى الارتفاعات العالية .

### **بعض معايير ILO المعتمدة و المتبعة في مجال حماية العمال من الإشعاع**

#### **البرنامج العام لحماية العمال من الإشعاع**

إن المعايير واللوائح المعتمدة والمتبعة في ILO الخاصة بحماية العمال من الإشعاع هي نتاج العمل المشترك بين مختلف المنظمات المعنية بهذا المجال وهي بالتالي تقريباً نفس المعايير واللوائح المعتمدة في باقي المنظمات مع تركيز شبه كلي على كل ما يتعلق بحماية العامل مع الإشعاع، وفيما يلي بعض أهم بنود البرنامج العام المعتمد لدى ILO لحماية العمال من الإشعاع :

- ينبغي أن يتضمن برنامج الحماية من الإشعاع مراقبة ورصد العاملين المشتغلين بالأعمال الإشعاعية، رصد منطقة العمل، دراسة أحكام الحماية من الإشعاع، تقييم أساليب العمل فيما يتعلق بالصحة والسلامة، إنشاء حدود المناطق الملوثة، التقييم المستمر للتدابير الوقائية، تصنيف العمال المشاركين في العمل الإشعاعي وفقاً لظروف العمل، تقديم المشورة بشأن إجراءات إزالة التلوث وأي تدابير مناسبة أخرى .

- يجب مراجعة برنامج الحماية من الإشعاع دورياً في ضوء التجربة، وأيضاً في حالة وجود أية منشآت أو ممارسات جديدة أو أي تعديلات رئيسية تم إجراؤها على منظومات العمل أو الممارسات، لضمان استمراره في تحقيق أهدافه .

- يجب أن يكون برنامج ضمان الجودة جزء لا يتجزأ من أي برنامج حماية من الإشعاع، وهو يهدف إلى ضمان أن المعدات والأدوات تعمل بشكل صحيح، وأن الإجراءات يتم وضعها وتنفيذها بشكل صحيح، وأن يتم إجراء التحليلات بشكل دقيق، وأن تكون الأخطاء محدودة .

- يجب توفير المراقبة الإشعاعية والمراقبة الصحية من قبل العاملين أو الخدمات المناسبة لمراقبة الإشعاع ومراقبة الصحة، ويجب أن تتطابق مهام ونظم وظروف تشغيل الخدمات المكلفة بمراقبة المنشآت أو الممارسات التي تستخدم فيها المصادر الإشعاعية أو المواد المشعة النشطة مع المبادئ المنصوص عليها في اتفاقية خدمات الصحة المهنية رقم 161 لسنة 1985 والتوصية 171 لسنة 1985 .

- تعتمد الترتيبات التنظيمية التفصيلية اللازمة لضمان الحماية الكافية من الإشعاع في منشأة معينة على العديد من العوامل، بما في ذلك حجم المنشأة أو الممارسة التي يجري تنفيذها وحجم خطر الإشعاع المتضمن .

- ينبغي أن تكون منظومة العمل ملائمة ومناسبة للمخاطر المهنية للمنشأة .

- في أماكن العمل التي يتم فيها التعامل مع الإشعاعات المؤينة والتي تعمل فيها النساء الحوامل، يجب على صاحب العمل ضمان الامتثال لأحكام الفقرات الخاصة بهن .

- ينبغي أن تكون خدمات الإشراف الإشعاعي والإشراف الصحي، حسب الاقتضاء، موجودة داخل أو بالقرب من مكان العمل .

- ينبغي أن يكون لدى خدمات الإشراف الإشعاعي والإشراف الصحي ما يكفي من الموظفين ذوي التدريب والخبرة المتخصصة في مجال الحماية من الإشعاع.

- ينبغي أن يكون لرؤساء خدمات مراقبة الإشعاع والمراقبة الصحية إمكانية الوصول المباشر إلى صاحب العمل .

- يجب أن تتعاون خدمات المراقبة الإشعاعية والمراقبة الصحية من خلال قنوات محددة مسبقاً مع : تلك الخدمات التي تتعلق بسلامة العمال في المنشأة؛ مختلف وحدات وإدارات المؤسسة لمساعدتها في صياغة وتنفيذ برامج الحماية من الإشعاع المناسبة؛ ممثلي العمال وممثلي السلامة العمالية ولجنة السلامة والصحة، في حال وجودها .

### **المبادئ العامة لإعلام العمال وتعليمهم وتدريبهم**

إن التواصل وتبادل المعلومة بين صاحب العمل أو الهيئات المسؤولة عن المنشآت التي تتضمن التعامل مع الإشعاع والعمال بهذه المنشآت ضرورة ملحة، بالإضافة لتوفير برامج التعليم والتدريب للعمال وهو من الأركان المهمة والرئيسية في معايير ILO الخاصة بحماية العمال من الإشعاع، لذلك وحسب هذه المعايير يجب إعلام العمال بما يلي :

– طبيعة ومصادر المخاطر الصحية المحتملة التي قد تنتج عن مناولة أو استخدام مصادر الإشعاع .

– معايير ومبادئ الحماية من الإشعاع وتدابير الرقابة والوقاية الواجب اتخاذها في العمل. وينبغي أن يشمل ذلك معلومات عن أساليب العمل الآمنة والتقنيات التي ينبغي أن تلتزم بها، والاستخدام السليم، وتشغيل ورعاية أجهزة المراقبة والحماية الشخصية، وإتباع إجراءات النظافة الشخصية للحد من تأثير المواد المشعة، والقواعد المحلية للحماية من الإشعاع، بما في ذلك تدابير الإسعافات الأولية .

– أسماء الممارسين الطبيين المعتمدين وموظفي الحماية من الإشعاع، وأسماء وعناوين ممثلي السلطة المختصة .

– يجب تقديم هذه المعلومات وإتاحتها، حسب الاقتضاء، للعمال قبل تولي مهامهم، وفي فترات مناسبة بعد ذلك .

– يجب على كل عامل، قبل البدء في مهمة جديدة، أن يتم توجيهه بشكل شامل لواجباته ومسؤولياته، ومصادر التعرض للإشعاع والمواد المشعة المرتبطة بمهامه، وتدابير الحماية وطرق المكافحة التي يجب إتباعها .

– ينبغي أن تتضمن التعليمات الحاجة إلى الإبلاغ عن أي مشاكل صحية، ومعلومات عن تدابير الإسعافات الأولية المناسبة .

– عند الضرورة، بالإضافة إلى القواعد المتعلقة بحماية الإشعاع، ينبغي تقديم تعليمات مفصلة تتعلق بالعمل الإشعاعي المحدد الذي يتعين القيام به كتابةً .

- ينبغي أن تتاح التعليمات المشار إليها سلفاً، في شكل مناسب، لجميع العمال المعنيين. ويجب على المشرفين التأكد من أن العمال على دراية بمحتوياتها .

- يجب نشر تعليمات الحماية من الإشعاع وتعليمات التشغيل المتعلقة بالضوابط المعتمدة لمنطقة العمل أو الوظيفة في موضع بارز ويمكن الوصول إليه بسهولة .

- ينبغي أن يضمن التدريب والتوضيحات الملائمة، بما في ذلك موضوعات السلامة والصحة المهنية، حصول العمال على مستوى من الكفاءة المطلوبة لأداء واجباتهم والمساهمة في إبقاء تعرضهم والآخرين للإشعاع منخفضاً إلى الحد المسموح .

- ينبغي توفير برامج تدريبية، بما في ذلك إعادة التدريب الدوري، للعمال حسب الاقتضاء لواجباتهم ومسؤولياتهم، من أجل ضمان الكفاءة المستمرة .

- ينبغي توفير التدريب الكافي على إجراءات الطوارئ لجميع الأشخاص الذين لديهم مهام لأداء مهامهم في حالات الطوارئ ويجب إجراء التدريبات اللازمة لاختبار خطة الطوارئ بشكل دوري، بما في ذلك جميع موظفي الموقع .

### **المستويات المرجعية للجرعات الأولية للعاملين في مجال الإشعاع المعتمدة في ILO**

- يجب أن يتم التحكم في التعرض المهني لأي عامل في الحدود التالية التي لا يمكن تجاوزها :

(أ) تبلغ الجرعة الفعالة للعامل 20 ملّي سيفرت في السنة في المتوسط لكل خمس سنوات متتالية؛

(ب) جرعة فعالة لا تتجاوز 50 ملّي سيفرت في أي سنة واحدة؛

(ج) جرعة مكافئة لعدسة العين 150 ملّي سيفرت في السنة؛

(د) جرعة مكافئة للأطراف (اليدين والقدمين) أو الجلد 500 ملي سيفرت في السنة .

– للمتدربين من 16 إلى 18 سنة من العمر الذين يتدربون للأعمال التي تنطوي على التعرض للإشعاع والمطلوب منهم استخدام المصادر في مسار دراستهم، يجب السيطرة على تعرضهم المهني بحيث لا يتم تجاوز الحدود التالية :

(أ) جرعة فعالة قدرها 6 ملي سيفرت في السنة ؛

(ب) جرعة مكافئة لعدسة العين 50 ملي سيفرت في سنة؛

(ج) جرعة مكافئة للأطراف أو للجلد 150 ملي سيفرت في السنة.

كما توجد العديد من المستويات المرجعية التي تشمل الحالات الخاصة والاستثنائية وحالات الطوارئ وحسب الوظيفة ونوع المنشأة .

### **الأنشطة الحالية والمستقبلية للمنظمة**

تركز الأنشطة الحالية لمنظمة العمل الدولية على تعزيز المشاركة النشطة لمنظمات أصحاب العمل ومنظمات العمال في الحماية من الإشعاع المهني وتنفيذ معايير السلامة الأساسية وأساسيات السلامة على الصعيدين الدولي والوطني، فمنذ سنة 2012 تصدر المنظمة سنوياً تقريراً أو اثنين من تقارير لجنة الخبراء المعنية بتطبيق الاتفاقيات والتوصيات (آخر إصدار في نوفمبر 2017)، هذه اللجنة هي هيئة مستقلة تتألف من خبراء قانونيين مكلفين بدراسة تطبيق منظمة العمل الدولية واتفاقيات وتوصيات الدول الأعضاء في منظمة العمل الدولية. تقدم هذه الوثيقة بشكل أساسي لمحة عامة عن التطورات الأخيرة المتعلقة بمعايير العمل الدولية المتجددة في كل فترة زمنية، وتنفيذ إجراءات الإشراف الخاصة والتعاون التقني فيما يتعلق بهذه المعايير. كما تحتوي هذه الوثيقة على أحدث المعلومات عن التصديقات الدولية والمحلية للاتفاقيات والتوصيات والبروتوكولات في شكل جداول وبيانات موثقة ودقيقة. ما يهم هنا هو الإشارة إلى احتواء هذه الوثيقة على أقسام وفصول خاصة بكل ما له صلة بحماية العمال من الإشعاع، وآخر ما صدر في هذا المجال سواء من الناحية



الإجرائية أو القانونية، وكذلك التكامل التقني والقانوني بين منظمات أصحاب العمل ومنظمات العمال .

وباعتبار معايير منظمة العمل الدولية إسهام في عولمة القانون وتعزيز للقانون الدولي، مع فهم واضح للمتطلبات المحلية، فقد أصدرت المنظمة في فبراير 2018 بالتعاون مع مركز التدريب الدولي (ITC/LO International Training Center/ILO) التابع لها نسخة مطورة و منقحة من دليل التدريب "قانون العمل الدولي والمحلي : دليل تدريبي للقضاة والمحامين والخبراء القانونيين، المتعلق بالصحة والسلامة المهنية"، والذي نشر لأول مرة في 2010. وهذا الدليل القيم أحد أحدث إصدارات إدارة معايير العمل الدولية التابعة للمنظمة، ويوفر هذا الدليل للقضاة والمحامين وخبراء القانون مراجع فحص متعمقة لمعايير العمل الدولية المتعلقة بالصحة والسلامة المهنية، وتوضيحات ملموسة لكيفية استخدام الصيغ القانونية لتسوية نزاعات العمل التي تنطوي على كل ما يتعلق بهما، وقد احتوى هذا الدليل في الفصل الخامس على كل المراجع والوثائق القانونية والاتفاقيات والتوصيات والبروتوكولات الدولية التي يمكن الرجوع إليها عند المنازعات القانونية حول أثر الإشعاع على الصحة والسلامة مهنيًا .

## الخلاصة

منذ تأسيسها، أي منذ ما يقارب 100 سنة، ومنظمة العمل الدولية تسعى لترسيخ مبدأ "العمل الآمن" الخاص بالصحة والسلامة في العمل والبيئة، والذي يسعى إلى زيادة قدرة الدول الأعضاء على منع الحوادث المهنية والأمراض المتصلة بالعمل وتحسين ظروف العمل. ولتحقيق هذا الهدف، يسعى هذا المبدأ لتطبيق معايير العمل الدولية في شكلها الأمثل وصياغة التوجيهات وتقديم خدمات استشارية وتقنية، ونشر الوعي المهني والمعلومات من خلال المنشورات المختلفة، كما يعمل هذا المبدأ على تشجيع العمالة المنتجة والمربحة في بيئة صحية .

كل هذه الشعارات التي ترفعها منظمة العمل الدولية هي بمثابة أهداف تسعى المنظمة لتحقيقها، والتعاون والمشاركة الفعالة مع كل المنظمات المعنية هو أهم عامل

من عوامل الوصول لهذه الأهداف السامية، فمنظمة العمل الدولية لها إيمان راسخ بأن الصناعات والتقنيات النووية هي رافد اقتصادي مهم سواء للدول المتقدمة أو للدول التي في طور النمو، لذلك سعت منذ ثلاثينيات القرن الماضي للتعاون وعقد الاتفاقيات مع المنظمات والهيئات المعنية بالوقاية من الإشعاع، وهو ما تعتبره المنظمة جزءاً لا يتجزأ من أساسيات عملها، فالعاملون في مجال الإشعاع بكل أنواعه وفروعه واستخداماته هم أولاً وأخيراً عمال يشتغلون بشكل أو بآخر تحت بنود القانون الأساسي للمنظمة وواجب توعيتهم وحمايتهم من أي أخطار مهنية يقع في صميم عمل المنظمة .

شكر وتقدير : لموظفي مكتب المساعدة للأعمال المتعلقة بالمعايير الدولية التابع ILO على مساعدتهم القيمة في إنجاز هذه المقالة .

إعداد : عز الدين أحميدة

باحث في مجال حماية البيئة من الإشعاع  
معهد النفط للتأهيل والتدريب – دولة ليبيا

## References

- (1) International Labour Law and Domestic Law, A training manual for judges, lawyers and legal educators, Occupational safety and health, (2018).
- (2) Radiation protection of workers (ionising radiations), International Labour Office Geneva, , ISBN 92-2-105996-0, First published (1987).
- (3) Safework Information Note Series , Radiation protection of workers, Dr.Shengli Niu, International Labour Office ,(2011).
- (4) The role and activities of the ILO concerning the radiation protection of workers (Ionizing radiation), Dr. Sheng liNiu,Senior Specialist on Occupational Health, International Labour Office, (2011).

## القدرات النووية العربية لتوليد الكهرباء وإزالة ملوحة مياه البحر : الإمكانيات والمخاوف

### **Abstract**

The option of electricity generation and water desalination with nuclear energy has become a strategic option for Arab countries to respond to water resources scarcity and industrial and socio-economic development. Recently many Arab countries have expressed their interest in adopting nuclear energy for electricity generation and sea water desalination. Nuclear power is expected to have a vital role to play in helping to solve these problems and will offer insurance to highly uncertain supplies and escalating costs of fossil fuels. The Arab desire to the peaceful use of nuclear energy, especially for electricity generation and water desalination, has been expressed clearly by the Arab Summit resolution (Doha 2009) which approved “The Arab Strategy for Peaceful Uses of Atomic Energy up to 2020’. This Article overviews the development of nuclear power technologies and safety worldwide with special emphasis on the capabilities and concerns of Arab countries to introduce nuclear power in their energy mix strategies. One country in the Arab region will be soon operating a nuclear power plant, while two others are at contractual stage and few countries are actively involved in planning to build nuclear power plants.

### **تقديم**

لقد استخدمت التقنية النووية الطاقة المنطلقة من إنشطار أنوية بعض العناصر بعد اكتشافها مباشرة في أربعينيات القرن الماضي في الأغراض العسكرية أثناء الحرب

العالمية الثانية. ولكن في بداية الخمسينيات وبعد انتهاء الحرب انتبه العالم إلى الاستخدام السلمي للانشطار النووي وبالتحديد في توليد الطاقة الكهربائية حيث أنشئت مفاعلات القوى لأغراض توليد الكهرباء. وتولد الطاقة النووية الآن حوالي 11% من كهرباء العالم بواسطة 449 مفاعل قوى في 30 دولة بقدرة كهربائية إجمالية 394.137 ميغا واط كهربائي. وهناك حوالي 17 دولة تعتمد على الطاقة النووية في توليد أكثر من ربع حاجتها من الكهرباء، ولعله من المفيد الإشارة إلى أن فرنسا تولد 72% من احتياجاتها من الطاقة الكهربائية بالطاقة النووية. والطاقة النووية كمصدر للكهرباء تعتبر الأسرع نمواً بين مصادر الطاقة الرئيسية الأخرى حيث يوجد حوالي 56 مفاعل قوى تحت الإنشاء ومخطط لإنشاء 158 مفاعلاً آخر وتزداد كفاءتها وأمانها يوماً بعد يوم. وربما تكون العلامة الفارقة هي النمو السريع في استخدام الطاقة النووية لتوليد الكهرباء في كل من الصين والهند. ومن خلال النقاش المحتدم بين مؤيدي توليد الكهرباء من الطاقة النووية ومعارضها الذين يتحفظون على قضايا خاصة بإدارة النفايات النووية واقتصاديات الكهرباء النووية وأمانها بالمقارنة مع غيرها من المصادر وعلاقتها المحتملة بالأسلحة النووية وموقف الجمهور منها، أصبحت الكفة تميل بشكل واضح لصالح المؤيدين نتيجة للجهود الجبارة والحلول المبتكرة لحل هذه التساؤلات. ويمكن القول أن الطاقة النووية هي المصدر المستقبلي الأكثر ضماناً.

ومع تزايد الحاجة للكهرباء وشحة المياه في المنطقة العربية والنقص المتزايد في احتياطات النفط والغاز، يصبح خيار اللجوء إلى الطاقة النووية كمصدر لتوليد الكهرباء وإزالة ملوحة مياه البحر خياراً استراتيجياً يجب الوقوف عنده والإعداد له على المدى البعيد والمتوسط .

### **التطور في صناعة المفاعلات**

هناك عدة أجيال من المفاعلات؛ الجيل الأول وهو الذي طوّر في الفترة 1950 - 1960 والقليل منها ما زال يعمل حتى الآن، وهي في العموم تستخدم

اليورانيوم الطبيعي كوقود والغرافيت كمهدئ؛ الجيل الثاني هو الذي يستخدم اليورانيوم المخصب كوقود والماء كمبرد ومهدئ، ومعظم مفاعلات القوى العاملة في الولايات المتحدة من هذا النوع؛ أما الجيل الثالث فهو ما يطلق عليه المفاعلات المتقدمة ولقد تم تشغيل أول ثلاثة منها في اليابان وهناك أخريات تحت الإنشاء أو التجهيز للشغل، وهي تطوير للجيل الثاني مع زيادة في إجراءات السلامة؛ أما الجيل الرابع فلا زال تحت التصميم، ومن المقدر له أن يشتغل بعد عام 2020، ويفترض أن تكون له دورة وقود مغلقة ويحرق معظم المواد المشعة ذات عمر النصف الطويل ضمن دورة الوقود. وهذا الجيل سيكون في الغالب من المفاعلات السريعة .

بعد حادث تشيرنوبيل 1986، والذي كان بسبب تصدعات في التصميم بالإضافة إلى أخطاء جديّة ارتكبها المشغلون، حدثت ثورة في مجال تصميم المفاعلات وتكاتف خبراء العالم من أجل ابتكار واستنباط تقانات مفاعلات جديدة متطورة ودورة وقودها. وكان للوكالة الدولية للطاقة الذرية (IAEA) دور الريادة في هذا المضمار عن طريق مشروعها الرائد INPRO (المشروع الدولي للتصاميم المبتكرة للمفاعلات ودورة الوقود) الذي يضم 20 دولة ويعتبر مكملاً للمشروع العالمي الآخر GIF (الندوة العالمية لمفاعلات الجيل الرابع). تركز هذه المشاريع على معالجة المشاكل المتعلقة بالأمن والأمان النووي والسلامة وتوليد النفايات، مع مراعاة أن يكون توليد الكهرباء بأسعار منافسة، وتصميم مرافق تتيح تخفيض أزمّة البناء وتقليل تكاليف التشغيل. وتولي الوكالة الدولية للطاقة الذرية أيضاً اهتماماً متزايداً بالمفاعلات الصغيرة والمتوسطة التي توفر انسجاماً أفضل مع قدرة الشبكة الكهربائية العامة في البلدان النامية، بالإضافة إلى تكيفها مع تطبيقات عديدة مثل تدفئة المناطق أو إزالة ملوحة مياه البحر أو تصنيع وقود كيميائي إضافة إلى صغر المساحات التي تحتاجها وسرعة البناء .

### الوقود النووي

يعتبر نظير اليورانيوم-235 من أكثر النظائر القابلة للانحطاط شيوياً وهو الوقود المستخدم في معظم المفاعلات الحالية. وعلى الرغم من وفرة اليورانيوم في الطبيعة (100 مرة أكثر من الفضة ومساوي للقصدير والزنك) إلا أن نظيره القابل

للانشطار نادر جداً. ولذلك فإن اليورانيوم-235 الذي نسبته في اليورانيوم الطبيعي تساوي 0.7% يحتاج إلى تخصيب، أي زيادة نسبته إلى أكثر من ذلك حتى يصلح كوقود لمعظم مفاعلات القوى. وتصل الطاقة المتحصل عليها من كيلو غرام من اليورانيوم إلى أكثر من ثلاث ملايين مرة من نفس الكمية من الفحم والنفط. والحقيقة أن انشطار ذرة واحدة من اليورانيوم ينطلق منه طاقة تقدر بـ 10 مليون مرة أكبر من الطاقة الناتجة عن احتراق ذرة كربون من الفحم .

ومثل باقي أنواع الوقود التقليدية، فإن اليورانيوم كمصدر للطاقة يجب أن يمر بسلسلة من المراحل حتى يكون وقوداً قابلاً لإنتاج الطاقة الكهربائية وهذه المراحل تسمى بـ "دورة الوقود النووي". ويمكن تلخيص دورة الوقود النووي في الشكل التالي وبيين جدول رقم (1) مصادر اليورانيوم المعروفة اليوم .



مخطط توضيحي لدورة الوقود النووي

### جدول رقم (1) : مصادر خام اليورانيوم في العالم

الدولة	طن من اليورانيوم	النسبة المئوية من العالم
استراليا	863,000	28%
كازاكستان	472,000	15%
كندا	437,000	14%
جنوب أفريقيا	298,000	10%
ناميبيا	235,000	8%
البرازيل	197,000	6%
روسيا	131,000	4%
الولايات المتحدة	104,000	3%
ازبكستان	103,000	3%
المجموع	3,107,000	

### اقتصاديات الطاقة النووية

تعتبر الطاقة النووية كمصدر للكهرباء منافسة جداً لباقي المصادر. في التسعينيات من القرن الماضي انخفضت أسعار الوقود الأحفوري إلى درجات قياسية مما كاد يسلب الطاقة النووية بعض مميزاتها، ولكن ارتفاع أسعار النفط قلب الميزان لصالح التكلفة الاقتصادية للطاقة النووية. وهناك جملة من الأسباب تدعو إلى التفاؤل باستخدام الطاقة النووية في توليد الكهرباء منها :

- الطاقة الناتجة بالنسبة للمادة المستهلكة كوقود هي الأعلى بين المصادر .
- التكلفة المنخفضة منافسة للفحم وهو المصدر التقليدي الرئيسي لتوليد الكهرباء في العالم .
- وفرة اليورانيوم كوقود للمفاعلات والبلوتونيوم كنتاج ثانوي من استخدام اليورانيوم .
- كمية النفايات المنتجة نووياً هي الأقل من أي عملية أخرى لتوليد الكهرباء .
- الطاقة النووية لها منافع أخرى غير توليد الكهرباء .

وتعتمد التكلفة النسبية لمحطات توليد الطاقة الكهربائية على موقع هذه المحطة وقربها من مصادر الوقود، فمثلاً سيظل الفحم ذو أفضلية اقتصادية بالنسبة لدول مثل الصين والولايات المتحدة وأستراليا، حيث وفرة الفحم محلياً وسهولة الحصول عليه وعدم وجود قيود على انبعاث الكربون. وكذلك يعتبر الغاز منافساً في بعض الأماكن، خاصة إذا أقيمت المحطة على مصدر الغاز نفسه، ولكن ارتفاع أسعار الغاز أزال هذه الميزة. وتعتبر الطاقة النووية في أماكن عديدة منافسة لمحطات الوقود الأحفوري على الرغم من ارتفاع الكلفة الكلية لإنشاء المحطات النووية لتوليد الكهرباء، خاصة إذا أضيفت تكاليف التخلص من النفايات والتكاليف الصحية والبيئية إلى محطات الوقود الأحفوري فإن خيار استخدام الطاقة النووية يكون هو الأفضل .

وتعد مفاعلات القوى، بشكل عام، باهظة تكاليف الإنشاء ولكن تكاليف التشغيل قليلة نسبياً. وتعتمد المنافسة الاقتصادية على عدة عوامل منها بناء المحطة في الوقت المحدد والسرعة المطلوبة وتشغيلها بساعات عالية على فترات طويلة من الزمن، وبالمقابل فإن محطات الغاز والنفط رخيصة وسريعة البناء ولكن تشغيلها مكلف نتيجة كلفة وقودها. وأيضاً من العوامل التي تؤثر على التكلفة، وبالتالي على أسعار الكهرباء المنتجة بالطاقة النووية، أوقات التوقف للصيانة وهي شهر في السنة أو السنتين تقريباً وكذلك عمر المحطة (حوالي 60 سنة). وفي بداية إنشاء المحطة تكون أسعار الكهرباء المنتجة مرتفعة نسبياً، ولكن بعد تسديد كل الديون المستحقة عليها يبدأ السعر في الانخفاض. وتعتبر معظم محطات الطاقة النووية العاملة الآن مستوفية الديون، ولذلك فإن أسعار الكهرباء بالنسبة لها هي الأقل على الإطلاق. فمثلاً بمقارنة بسيطة لسعر الكيلو واط ساعة بالسنت في الولايات المتحدة، فإن متوسط تكلفة توليد الكهرباء بالطاقة النووية سنة 2012 بالسنت لكل كيلو واط ساعة هي 2.4 ، بالفحم 3.27 ، بالغاز الطبيعي 3.4 ، وبالنفط فاق الـ 20 سنت/ك.و.س.

وسيظل المصدر النووي للطاقة الكهربائية منافساً اقتصادياً قوياً لمصادر الوقود الأحفوري على مدى العقود المقبلة، إلا في حالة قرب المحطات من مصادر الوقود منخفضة السعر مثل أستراليا حيث محطات الفحم قريبة من المناجم والتجمعات البشرية وكذلك توجد كميات كبيرة من الغاز متوفرة بسعر منخفض .



## الطاقة النووية وإزالة ملوحة المياه

معظم محطات إزالة ملوحة مياه البحر العاملة اليوم في العالم تستعمل الوقود الأحفوري مما يؤدي إلى زيادة انبعاث غازات الدفيئة. وتقدر كمية المياه المنتجة بإزالة ملوحة مياه البحر على مستوى العالم بـ 30 مليون متر مكعب كل يوم من المياه الصالحة للشرب في 12500 محطة، ما يقارب من نصفها في الدول العربية .

والتقنيات الرئيسية المعروفة لإزالة الملوحة هي تقنية التبخير الوميضي متعدد المراحل (MSF) والتناضح العكسي (RO)، وتعطي الطريقة الأولى مياه أنقى ولكن الثانية تتفوق في الكمية. وتحتاج طريقة التناضح العكسي إلى 6 ك.و.س. من الكهرباء لكل متر مكعب بينما تحتاج تقنية التبخير الوميضي متعدد المراحل إلى حرارة عند 70 – 130 درجة مئوية و 25 – 200 ك.و.س. وتختلف مصادر الحرارة والكهرباء حسب نوع المحطات المستخدمة ووقودها .

ومن الجدير بالذكر أن المفاعلات النووية صغيرة ومتوسطة الحجم قد تكون مناسبة لإزالة الملوحة بالكهرباء المولدة بواسطة البخار منخفض الضغط من التوربين وماء البحر الساخن الداخل عبر دوائر التبريد النهائية .

## الطاقة النووية والبيئة

لقد حققت الطاقة الذرية كمصدر لتوليد الكهرباء فوائد جمّة للبيئة، وبالتحديد فإن الطاقة النووية لا تساهم في رفع درجة حرارة الأرض عن طريق انبعاث غازات الدفيئة مثل ثاني أكسيد الكربون. وكذلك فإنها لا تنتج أي من أكاسيد الكبريت أو النتروجين أو الجسيمات الملوثة للبيئة. فعندما تنتج الكهرباء بالطاقة النووية، لا شيء يحترق بالطريقة التقليدية فالحرارة تنتج بطريقة الانشطار لا الأكسدة. في حين نجد في حالة محطات الوقود الأحفوري انبعاث كميات هائلة من الغازات الملوثة للبيئة نتيجة احتراق الوقود، كما يتبقى أطنان من الرماد. ويمكن تجنب المزيد منها ببناء محطات نووية جديدة أو ترقية المحطات القائمة وإطالة عمرها. وفي أوروبا وحدها يتم توفير نصف مليار طن من ثاني أكسيد الكربون أي ما يكافئ انبعاثه من 75% من كل

سيارات أوروبا. وتكون نفايات المحطات الكهرونيوية متحكم فيها منذ البداية إلى حين التخلص منها نهائياً على خلاف محطات الوقود الأحفوري التي لا يمكن التحكم في نفاياتها وتتطلق مباشرة إلى الجو. وتعتبر المشكلة الأساسية في توليد الكهرباء هي انبعاث ثاني أكسيد الكربون الذي يساهم في ازدياد درجة حرارة الكون وثاني أكسيد الكبريت المتسبب في نزول الأمطار الحمضية وأكاسيد النتروجين ذات التأثير السلبي على طبقة الأوزون .

إن قضية ما إذا كانت الطاقة النووية تمثل مكسباً إيجابياً للبيئة بالمقارنة مع غيرها تعتمد على القيمة الموضوعية للتصرف في النفايات التي ينتجها كل نوع من الوقود وكمية الملوثات المنبعثة منه. وتمثل الطاقة النووية فائدة عظيمة للبيئة من حيث أنها تقلص بشكل نهائي الملوثات الجوية، كما قدرت وكالة حماية البيئة متوسط مستوى انبعاث بعض الغازات لكل ميغا واط ساعة (جدول رقم 2) .

## جدول رقم (2)

### انبعاث بعض الغازات لكل ميغا واط ساعة بالرطل

غاز طبيعي	نפט	فحم	نووية	
0	2249	1672	1135	ثاني أكسيد الكربون
0	13	12	0.1	ثاني أكسيد الكبريت
0	6	4	1.7	أكاسيد النتروجين

ومما لاشك فيه أن إحلال الطاقة النووية شيئاً فشيئاً محل باقي المصادر، وخاصة الفحم، سيخفض بشكل جوهري انبعاث غازات الدفيئة والغازات الحمضية والعناصر الجسيمية الملوثة للبيئة. ويقدر انبعاث ثاني أكسيد الكربون من محطات الوقود الأحفوري ب 25 مليار طن في السنة، حوالي 40% منها تنبعث من الفحم وحده و43% من النفط والغاز والباقي من مصادر الطاقة الأخرى. وتوضح هذه النسب مدى حاجة العالم الماسة لاستخدام الطاقة النووية، فكل 22 طن من اليورانيوم تستخدم كوقود توفر على العالم مليون طن من ثاني أكسيد الكربون .

## الطاقة النووية في الوطن العربي

إذا ما توقعنا زيادة في النمو الاقتصادي و الاجتماعي في الدول العربية في العقود المقبلة، وكذلك تضاعف عدد السكان بحلول عام 2030 لا بد أن نتوقع أيضاً زيادة الحاجة إلى الطاقة، وبزيادة الحاجة للطاقة يصبح التفكير في تنويع مصادرها أمراً ضرورياً. وباستعراض الطاقة النووية كمصدر من مصادر الطاقة، يتبين الدور الذي يمكن أن تلعبه الطاقة النووية في المستقبل لمساعدة العالم للحصول على طاقة نظيفة دون الإضرار بالبيئة. وبالنظر أيضاً إلى الوضع الحالي للطاقة الكهربائية واستهلاكها في العالم، تتضح الفجوة بيننا وبين العالم المتقدم فأجمالي استهلاك جميع الدول العربية من الكهرباء يقارن باستهلاك دولة واحدة هي كوريا الجنوبية .

تقع المنطقة العربية في حزام صحراوي يمتد شرقاً من العراق والشام والجزيرة العربية مروراً بمصر والسودان والمغرب العربي، وفي هذه المساحة الشاسعة تندر مصادر المياه فبعض الدول العربية يوجد بها أنهار لا تكفي احتياجات الدول التي تمر بها، أما الدول الأخرى فتعتمد على المياه الجوفية و الأمطار التي لا تغطي إلا الجزء القليل من احتياجاتها .

ويمكننا في هذا الصدد أن نتوقع أن تتضاعف الاحتياجات المائية من مياه الشرب والزراعة والصناعة والاستخدام المنزلي، وبالتالي لابد من تطوير المصادر الحالية وإيجاد مصادر أخرى للمياه، لاسيما إزالة ملوحة مياه البحر بالطاقة النووية وإلا أصبح الأمن المائي العربي مهدداً. والاعتماد على النفط والغاز وحدهما لتوليد الكهرباء في ظل الزيادة المضطربة للحاجة للكهرباء قد يعتبر خلافاً استراتيجياً على مستوى العالم العربي. ومن المعلوم أن دولاً عربية عديدة تنتج مياه البحر منزلة الملوحة بكميات كبيرة مستخدمة النفط و الغاز كمصدر للكهرباء .

ولزيادة تغطية احتياجات الدول العربية من الكهرباء والماء في السنوات المقبلة من هذا القرن، لا بد من التفكير جدياً في بناء محطات نووية مزدوجة الغرض لتوليد الكهرباء و إزالة ملوحة المياه معاً. وقد أعلنت أخيراً العديد من الدول العربية رغبتها في إدراج خيار توليد الكهرباء وإزالة ملوحة مياه البحر ضمن استراتيجياتها لتنويع

مصادر الطاقة، وهي مقبلة على الشروع في بناء أول محطاتها النووية. وطلبت بعض الدول العربية دعم الوكالة الدولية للطاقة الذرية في تنمية وتطوير البنية التحتية لبرامجها في الشروع في بناء محطات نووية لتوليد الكهرباء. كما أن للهيئة العربية للطاقة الذرية مشروعاً استراتيجياً مستمراً حتى العام 2020 عنوانه "تعزيز البنية الأساسية للدول العربية من أجل إنشاء محطات نووية لتوليد الكهرباء".

إن الدول العربية في حاجة ماسة إلى تأسيس بنية تحتية قوية تمكّنها من الشروع في بناء أول محطة نووية لتوليد الكهرباء وإزالة ملوحة مياه البحر، ويعتبر تقييم عناصر البنية التحتية أساسياً لمشاريع محطات القوى النووية لضمان توفير أسباب النجاح واكتشاف نقاط الضعف في البرنامج النووي وترتيب الأولويات والتحسين المستمر. وقد أجرت بعض الدول العربية، خلال العقود السابقة، دراسات جدوى من أجل تأسيس برنامج للقدرة النووية. ومع ذلك ففي أغلب الحالات لم تستمر الأنشطة ولم يتم الحفاظ على المعرفة التي تم اكتسابها من خلال تلك الأنشطة، بما في ذلك القدرة البشرية التي تم بناؤها.

وتدرك الهيئة العربية للطاقة الذرية ضرورة دراسة واستكشاف القدرة النووية كخيار عربي استراتيجي لأمن الإمداد بالطاقة. كما تأمل في إبراز فهم أفضل للمظاهر الرئيسية اللازمة لتخطيط برنامج قدرة نووية عربية، بما يشمل التقييم الكامل. وتقوم الهيئة العربية للطاقة الذرية بدور محوري في زيادة الاستعداد العربي لبناء المحطات النووية لتوليد الكهرباء وإزالة ملوحة مياه البحر، وذلك بالمساعدة في تأسيس البنية التحتية الأساسية لإنشاء محطات نووية، وبالأخص من حيث الهيكلية التشريعية والرقابية والموارد البشرية وشروط اختيار الموقع الأمثل والأمان والقبول الجماهيري. وقد باشرت الهيئة بالفعل منذ اعتماد الاستراتيجية بتحقيق أهداف هذا المشروع التي أصبحت ملموسة لدى معظم الدول العربية.

### **أنشطة الدول العربية في إنتاج الكهرباء وإزالة ملوحة مياه البحر بالطاقة النووية**

يتبين من الجدول رقم (3) أن هناك أربع دول عربية لديها مشاريع واضحة للشروع في بناء محطات نووية لإنتاج الكهرباء وإزالة ملوحة مياه البحر وهي :

الإمارات العربية المتحدة وجمهورية مصر العربية والمملكة الأردنية الهاشمية والمملكة العربية السعودية. ويبيّن الجدول أدناه أن الإمارات شرعت في بناء 4 مفاعلات قوى بسعة 1400 ميغا واط لكل منها، وتخطط لإنشاء 10 محطات نووية أخرى. في حين أن مصر قد استكملت التخطيط لبناء مفاعلين نوويين وتقترح إنشاء مفاعلين آخرين. الأردن استكملت التخطيط لمفاعلي قوى بسعة 1000 ميغا واط كهربائي لكل منهما، والسعودية تقترح إنشاء 16 مفاعل قوى بسعة إجمالية 17000 ميغا واط كهربائي .

### جدول رقم (3)

الدولة	مفاعلات تحت الإنشاء		مفاعلات مخطط لها		مفاعلات مقترحة	
	عدد	م و ك	عدد	م و ك	عدد	م و ك
الإمارات	4	5600	0	0	10	14400
مصر	0	0	2	2400	2	2400
الأردن	0	0	2	2000		
السعودية	0	0	0	0	16	17000

### مستقبل البرامج العربية النووية

إن شروع أي بلد في برنامج بناء محطات نووية ونجاح تنفيذه على المدى القريب والبعيد يعتمد اعتماداً جوهرياً على منظومة البنية التحتية الوطنية التي تشمل نطاق واسع من الأنشطة والقدرات. وتتضمن مجالات البنية التحتية الأطر التشريعية والرقابية والأمان والأمن النوويين والاتفاقيات والمواثيق الدولية والمرافق المادية والتمويل وتنمية الموارد البشرية بالتعليم والتدريب، بالإضافة إلى إعلام الجمهور والقبول الشعبي واختيار المواقع. وتشمل أنشطة البنية التحتية تخطيط وإدارة وتنظيم برنامج القوى النووي؛ تشغيل نظام توليد ونقل وتوزيع كهربائي بكفاءة وموثوقية؛ تجهيز المؤسسات الحكومية، وخاصة الهيئة الرقابية، بما يلزم من العمالة الماهرة في كل المراحل .

يتطلب هذا الطيف الواسع من البنية التحتية جهود وأموال كبيرة قد تنوء بحملها الدولة الواحدة. وقد ترفض بعض الدول الدخول إلى البرنامج النووي نتيجة هذا الاستثمار باهظ التكاليف الذي يرهق الاقتصاد الوطني في الدولة الواحدة. ويمكن تخفيض عبء تأسيس البنية التحتية لأية دولة بشكل كبير إذا تقاسمت مجموعة من البلدان الأعباء والتكاليف وكوّنت شراكة على المستوى الإقليمي. وتشمل الشراكة المرافق المادية والبرامج المشتركة والمعرفة، مما ينعكس كفوائد اقتصادية مباشرة. وتساهم الشراكة في المعلومات والبنى التحتية أيضاً في مواءمة وتوحيد المعايير والأطر الرقابية والتشريعية والتغلب على معظم المشاكل التي قد تطرأ أثناء التخطيط والتنفيذ والتشغيل للمحطة النووية. ومن المعلوم أن بناء المحطات النووية يستغرق وقتاً طويلاً قد يصل من بداية اتخاذ القرار إلى التشغيل إلى حوالي 15 سنة، ولكن هذه المدة تُضغظ في حال المشاركة التي توفر بشكل معتبر الجهد والوقت والموارد .

لقد أكد القادة العرب على الحق الأصيل للدول العربية الموقعة على اتفاقية عدم انتشار الأسلحة النووية في امتلاك التكنولوجيا النووية للأغراض السلمية دون تقييد لهذه الحقوق تحت أي مبرر. ونظراً إلى أن معظم الدول العربية في الوقت الحاضر تطمح لإدخال الخيار النووي ضمن استراتيجياتها الوطنية لتنويع مصادر الطاقة، فإن العمل على وضع معالم لتصور عربي حول التزود بالوقود النووي والتخلص من الوقود المستخدم من الأهمية بمكان لضمان استمرار التزود بالطاقة الكهربائية باستخدام الطاقة النووية كمصدر يمكن الاعتماد عليه والوثوق به. ولقد فرضت الطبيعة الحساسة لتقنيات تخصيب اليورانيوم ومعالجة الوقود المستخدم صعوبة تداولهما، من حيث إمكانية استخدامهما في الحصول على مادتين نوويتين تصلحان في صنع أسلحة نووية وهما اليورانيوم عالي التخصيب والبلوتونيوم. ورغم أن معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية تنص في مادتها الرابعة على حق جميع الدول الأطراف في المعاهدة بتطوير البحث لإنتاج القدرة النووية واستخدامها في الأغراض السلمية بدون أن تستثنى التوصل إلى تقنيات التخصيب ومعالجة الوقود المستخدم بالغة الحساسية، ولكن المجتمع الدولي بدأ بوضع إجراءات صارمة لضبط إنتشار التقانات النووية الحساسة .

لقد تأسست مجموعة الدول المزودة للطاقة النووية "NSG" في سنة 1975 وتلتها أفكار ومناقشات عديدة ومقاربات متعددة الأطراف حول دورة الوقود النووي. وفي هذا الإطار تسعى الدول العربية إلى تبني نظام منصف يتيح لها التزود بالوقود النووي لتشغيل مفاعلاتها المخطط لها لإنتاج الكهرباء وكذلك اقتناء تقانات دورة الوقود النووي المختلفة مع مراعاة معايير متفق عليها حيال عدم الانتشار النووي .

### **الخلاصة**

لا بد من التأكيد على أنه لا مناص من التعاون والتآزر العربي في ميدان الطاقة الذرية. هذا ما تم إدراكه عربياً على المستوى الشعبي والرسمي وهذا ما توصي به الوكالة الدولية للطاقة الذرية التي أصّلت للتعاون الإقليمي والدولي وهذا ما تفرضه المصلحة العربية العليا. فكل القوانين والأعراف الدولية تتيح للعرب امتلاك واستخدام التقنيات النووية في التنمية والتطوير بما يضمن خير شعوبها. والسؤال الجدير بالطرح في هذا المقام هو هل يمكن للعرب فرادى أو مجتمعين امتلاك برامج نووية ناجحة وبناء محطات قوى لتوليد الكهرباء وإزالة ملوحة مياه البحر خدمة لأمنها القومي ؟

وبانطلاق البرنامج العربي النووي لإنتاج الكهرباء في الإمارات ومصر والأردن والذي يشهد تدشين أول مفاعل قوى خلال هذه السنة، فإنه لا بد من التأكيد من جديد على حق العرب في امتلاك هذه التقنية من أجل تنمية شعوبهم والتأكيد أيضاً على مؤازرة ومساندة الدول التي سلكت هذا الطريق بموقف عربي موحد في أي تفاوض دولي أو إقليمي يضمن حقها في استدامة برامجها النووية وسبل تزودها بالوقود بما في ذلك حقها في امتلاك تقانات التخصيب .

أ. د. ضو سعد مصباح  
الهيئة العربية للطاقة الذرية

## References

- (1) <http://www.world-nuclear.org/information-library/facts-and-figures/world-nuclear-power-reactors-and-uranium-requireme.aspx>.
- (2) <http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/others/emerging-nuclear-energy-countries.aspx>.
- (3) ضو مصباح، مستقبل توليد الكهرباء بالطاقة النووية، منشورات الهيئة العربية للطاقة الذرية، 2006 .
- (4) الاستراتيجية العربية للطاقة الذرية حتى العام 2020، منشورات الهيئة العربية للطاقة الذرية، 2009 .



## أخبار عربية وعالمية

### الصين تعلن زعامتها في مجال تصنيع الساعة الذرية الفضائية\*

أعلن العلماء الصينيون زعامة الصين في مجال تصنيع الساعة الذرية الفضائية التي تستخدم أحدث نماذجها في نظام "Beidou" الصيني للملاحة الفضائية. وقالت وكالة "شينخوا" الصينية أن الساعة الفضائية الصينية الجديدة أصغر وزناً مقارنة بمثيلاتها الأجنبية، ولديها إنتاجية أكبر.

يذكر أن قمرين اصطناعيين تابعين لنظام "Beidou" للملاحة الفضائية أطلقا إلى المدار حول الأرض وهما مزودان بالساعات الفضائية الهيدروجينية الذرية من الجيل الأخير. ويقوم مبدأ عمل تلك الساعة على حساب تذبذبات الذرات، ما يجعلها تمتلك دقة فائقة.

وقال المهندسون الصينيون أن نظام الملاحة الفضائية "Beidou" سينافس قريباً أنظمة "جي بي أس" الأمريكي و"غلوناس" الروسي و"هاليو" الأوروبي للملاحة الفضائية .

ويتوقع أن يشمل نظام الملاحة الصيني في نهاية العام الجاري منطقة الحرير الاقتصادية كلها ومنطقة آسيا والمحيط الهادئ، وبحلول عام 2020 سيشمل أراضي العالم كله. وسيتضمن نظام الملاحة الصيني 35 قمراً اصطناعياً .

### ندوة علمية لتوسيع تعاون IRSN مع اليابان\*\*

يقوم معهد الوقاية من الإشعاع والأمان النووي الفرنسي (IRSN) واثان من شركائه في اليابان، هيئة الرقابة النووية اليابانية (JNRA) والوكالة اليابانية للطاقة

\* موقع أخبار 24، بتاريخ 2018/1/20 .  
\*\* مترجم من "IRSN UPDATES"، العدد 50 الصادر في يناير 2018 .

الذرية (JAEA)، كل سنتين بعقد ندوة علمية لمناقشة أبحاثهم التنسيقية في مجال السلامة النووية. وكان آخرها الندوة التي عقدت في العاصمة اليابانية طوكيو في نوفمبر 2017 .

وتتمثل الأهداف الرئيسية للتعاون بين IRSN و JNRA و JAEA في مشاركة الآراء وتعريف البرامج المشتركة وتوحيد الجهود لتعزيز برامج الأبحاث على المستوى الدولي، بما يتضمن برامج منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية التابعة لوكالة الطاقة النووية (OECD-NEA) .

وخلال تلك الندوة الأخيرة، ركّز الشركاء الثلاثة بشكل أساسي على المواضيع البحثية في مجال السلامة النووية التي شملت الحوادث الخطيرة (خاصة الضرر الأساسي للمفاعل) وتقييم مصطلح المصدر والهيدروجين. كما ناقشوا موضوعاً رئيسياً آخر وهو الاستعدادات لتفكيك المفاعلات المتضررة في فوكوشيما – دايتشي. أما فيما يتعلق بمبادرات ما بعد فوكوشيما، فقد ركزت المناقشات حول السلامة الحرجة، إلى حد كبير، على إعادة تشغيل مفاعل الأبحاث الياباني "ستاسي" (Stacy) المصمم للبحث في هذا المجال. كما تم استعراض الأبحاث المتعلقة بالوقود ومخاطر الحرائق وتمديد عمر تشغيل المفاعل وتصميم المفاعل المتقدم .

إن هذه الندوات لا توفر الفرصة لمناقشة الاحتياجات البحثية فحسب، بل تؤدي أيضاً إلى التعاون بين البلدين في مختلف برامج البحث وتبادل الموظفين .

### **"روز أتوم" تزود مصر بأحدث الأنظمة لحماية مفاعل الضبعة النووي\***

تعترم شركة "روز أتوم" الروسية، تزويد مصر بأحدث أنظمة حماية المفاعلات النووية، لدرء أي ذوبان محتمل لقلب المفاعل في محطة الضبعة النووية التي ستبنى بحلول العام 2020. وسيحمي النظام الجديد الذي يحمل اسم "فخ ذوبان الوقود"، المفاعلات النووية التي ستقام في الضبعة في حال وقوع كارثة كبرى .

\* موقع جريدة بوابة فيتو "Vetogate" المصرية، بتاريخ 2018/2/2 .

وكانت مصر وروسيا قد وقّعتا منذ 19 نوفمبر 2015، اتفاقية لبناء وتشغيل أول محطة نووية بتكنولوجيا روسية في منطقة الضبعة على ساحل البحر الأبيض المتوسط، غرب مصر. ومن المقرر أن تتكون المحطة من أربع وحدات بقوة 1200 ميغاواط لكل منها .

وستكون الوحدات من نوعية VVER 1200، تابعة للجيل الثالث من المحطات النووية الروسية "+3" التي تبنى وفقاً لمعايير المفاعلات النووية الروسية لعام 2006، بهدف زيادة السلامة وتحسين المؤشرات الفنية والاقتصادية .

### **"روز أتوم" تتقدم بطلب لبناء أول مفاعل نووي في السعودية\***

تقدمت شركة "روز أتوم" للطاقة النووية بطلب للمشاركة في مناقصة بناء أول مفاعل كهرونووي في السعودية، لإنتاج الطاقة الكهربائية، وذلك بحسب ما أعلنه وزير الطاقة الروسي، ألكسندر نوافك. وقال الوزير الروسي من الرياض في ختام اجتماع مجموعة العمل الروسية - السعودية للتعاون في مجال الطاقة، أن الشركة الروسية تقدمت بطلب للمشاركة في بناء مفاعلين كهرونوويين في المملكة .

وكانت روسيا والسعودية قد وقّعتا في منتصف ديسمبر 2017 على خارطة طريق للتعاون في مجال "الطاقة النووية السلمية". وترافق توقيع خارطة الطريق مع إعلان الرياض عن عزمها بناء 16 مفاعلاً للطاقة الكهرونووية على مدى فترة تمتد ما بين 20 و 25 عاماً، بتكلفة تزيد على 80 مليار دولار، إضافة إلى مفاعلات أخرى صغيرة لإزالة ملوحة مياه البحر .

وسيزود هذا المشروع المملكة بـ 17 غيغاواط من الطاقة النووية بحلول عام 2040، يضاف لهذا الرقم أكثر من 40 غيغاواط من الكهرباء المنتجة بواسطة الطاقة الشمسية .

\* موقع جريدة الوطن السعودية، بتاريخ 2018/2/14 .

### **مفاعل نووي يعمل بـ "طاقة النجوم"\***

يستعد علماء أمريكيون لبناء مفاعل نووي حديث، يعمل على الاندماج الحراري النووي، كما يحدث عادة في نوى النجوم. وسيبدأ المشروع، خلال السنوات الـ 15 المقبلة، علماء من جامعة ماساتشوستس للتكنولوجيا بالتعاون مع خبراء شركة "Commonwealth Fusion Systems" .

وأطلق على هذا المشروع التجريبي اسم "Sparc" (سبارك)، وجرّبت له حجرة حلقية مزودة بسبائك مغناطيسية خاصة تتحمل البلازما فوق الحرارية. وسيولّد هذا المفاعل 100 ميغاواط من الطاقة الحرارية .

ويخطط العلماء، في حال نجاح هذا المشروع التجريبي، لإنشاء مفاعل أكبر، تبلغ طاقته التوليدية ضعفي طاقة المشروع التجريبي الأول .

### **إطلاق تشييد أول محطة كهرونيوية في تركيا هذا العام\*\***

أعلن الرئيس التركي رجب طيب أردوغان أنه ستبدأ خلال العام الجاري أعمال بناء محطة "أكويو" الكهرونيوية التركية، بأحدث التقنيات الروسية. وأضاف الرئيس التركي في حديث نقلته وكالة "رويترز" للأنباء أن حجر أساس مشروع المحطة سيتم وضعه قريباً، وبحضور الرئيس الروسي فلاديمير بوتين .

وكانت موسكو وأنقرة قد وقعتا نهاية عام 2017 اتفاقاً حكومياً للتعاون في بناء وتشغيل محطة "أكويو" للطاقة الكهرونيوية، المزمع بناؤها قرب مدينة مرسين جنوبي تركيا .

ويعتبر هذا المشروع الأول من نوعه في تركيا، ويتضمن بناء 4 مفاعلات تبلغ الطاقة الإنتاجية لكل واحد منها 1200 ميغاواط وبكلفة إجمالية قدرها حوالي 20

\* الموقع الاخباري الرسمي للهيئة الوطنية للإعلام في مصر "أخبار مصر"، بتاريخ 2018/3/15 .  
\*\* موقع روسيا اليوم بالعربية "RT Arabic"، بتاريخ 2018/3/20 .

مليار دولار. وستوفر محطة "أكويو" الكهرونيوية على تركيا استيراد الغاز الطبيعي خلال السنوات العشر الأولى من تشغيلها بقيمة 14 مليار دولار .

### لماذا تسعى السعودية لامتلاك طاقة نووية\*

سلطت وكالة "بلومبرغ" الاقتصادية في مقال لها، الضوء على الدوافع التي تقود السعودية لدخول نادي الطاقة النووية، حيث تعتزم بناء 16 مفاعلاً نووياً بتكلفة تزيد على 80 مليار دولار. وقالت الوكالة أن المملكة تخطط لاستخدام الطاقة النووية كوسيلة لتخفيف اعتمادها على الوقود الأحفوري، رغم امتلاكها ثاني أكبر احتياطي نفطي في العالم، لكنها مدفوعة أيضاً بالمنافسة مع إيران، التي تمتلك منشآت نووية متعددة .

وشددت "بلومبرغ" في المقال على أن تحوّل الدول في منطقة الشرق الأوسط نحو استخدام الطاقة النووية، يزيد من خطر سباق التسلح النووي في جزء يعد الأكثر زعزعة في العالم .

ويعد التحول للطاقة النووية لتوليد الكهرباء جزءاً مهماً من خطة التحول الاقتصادي "رؤية 2030"، التي أطلقتها المملكة في 2016، والتي تهدف لتنويع الاقتصاد وتحضيره لليوم الذي ستجف فيه آبار النفط والغاز الطبيعي، لاسيما أن المملكة تشهد نمواً في الطلب على الطاقة الكهربائية بمعدل 9% سنوياً منذ عام 2009 .

وتؤكد السعودية أن الاقتصاد هو دافعها الرئيسي لإقامة مشروع للطاقة النووية. وتعاني المملكة منذ سنوات من انخفاض أسعار النفط الخام، وتواجه صعوبات في التأقلم مع الطلب المتزايد على الطاقة .

وكانت المملكة قد سرّعت خططها لبناء 16 مفاعلاً نووياً خلال العقدَيْن المقبلين، وفقاً لمسؤولين ومحللين، بكلفة تقارب 80 مليار دولار. ومن المتوقع أن تنتج

\* موقع جريدة "اقتصاد - أخبار لبنان والشرق الأوسط"، بتاريخ 2018/3/20 .

هذه المفاعلات نحو 17.6 غيغاواط من الكهرباء، أي حوالى 10% من حاجة المملكة، بحلول عام 2040 .

### **السعودية تمتلك 5% من إحتياطيات اليورانيوم العالمية\***

قال ولي العهد السعودي الأمير محمد بن سلمان، أن لدى المملكة 5 - 6% من احتياطيات اليورانيوم في العالم، وإذا لم يتم استخدامها فالأمر يشابه عدم استخدام النفط. وأضاف الأمير السعودي في مقابلة مع صحيفة "واشنطن بوست" الأمريكية أن الولايات المتحدة مدعوة لوضع قوانين وقواعد للتأكد من عدم إساءة استخدام اليورانيوم المخصب .

وأشار إلى أن الهدف الرئيس من زيارته إلى الولايات المتحدة هو جذب المستثمرين الأمريكيين إلى السعودية. وأضاف "أنه يهدف من الزيارة أيضاً إلى جذب التكنولوجيا وتقنيات التعليم إلى المملكة، ودعم مسيرتها في هذا الإطار" .

وتقول السعودية أنها تحتاج إلى الطاقة النووية لاجتياز مرحلة حرق النفط الخام لتوليد الكهرباء، ولتنويع مصادرها الاقتصادية، وتخطط للبدء بإنشاء مفاعلات نووية نهاية العام الجاري وجذب مستثمرين إليها .

وباشرت هيئة المساحة الجيولوجية السعودية نهاية العام الماضي العمل على تقييم موارد اليورانيوم في منطقة "أصفر ثوليل" في محافظة الحائط، وقالت مدينة الملك عبد الله للطاقة الذرية والمتجددة، أن خامات اليورانيوم تتركز في 9 مناطق بمختلف أنحاء المملكة وهذه المناطق قيد الدراسة .

إعداد وترجمة : م. نهلة نصر

\* موقع البوابة الإلكترونية "مصرأوي" عن صحيفة الواشنطن بوست الأمريكية، بتاريخ 2018/3/23 .

## أخبار الهيئة

### المؤتمرات

#### 1 - المؤتمر الإعلامي الأول للترويج لإنجازات وأنشطة منظمات ومؤسسات العمل العربي المشترك (القاهرة : 21 - 23/1/2018)

بدعوة من الأمانة العامة لجامعة الدول العربية (إدارة المنظمات والاتحادات العربية) شاركت الهيئة العربية للطاقة الذرية في المؤتمر الإعلامي الأول للترويج لإنجازات وأنشطة مؤسسات العمل العربي المشترك والمعرض المصاحب له، والذي انعقد بمدينة القاهرة - جمهورية مصر العربية خلال الفترة 21 - 23/1/2018 .

تكوّن الوفد الممثل للهيئة العربية للطاقة الذرية من أ. د. سالم حامدي المدير العام و م. نهلة نصر رئيس قسم التوثيق العلمي. علماً بأن الهيئة قد شاركت بورقة عمل بعنوان "الاستراتيجية العربية للاستخدامات السلمية للطاقة الذرية : نظرة على مجالي البحث العلمي والتطوير" ضمن جلسة التعليم والبحث العلمي والتحديات الثقافية في المنطقة العربية. كما شاركت الهيئة في المعرض المصاحب بعدد من مطبوعاتها العلمية ونشراتها التعريفية والأقراص المدمجة (CDs) التي تضم وقائع المؤتمرات العربية للاستخدامات السلمية للطاقة الذرية في السنوات الأخيرة، بالإضافة إلى عدد من السلع المكتبية التي طبع عليها شعار واسم الهيئة العربية للطاقة الذرية وشعار واسم الجامعة العربية. كما توفرت شاشة عرض في المساحة المخصصة للهيئة، عرض فيها فيلم (DVD) وثائقي باللغة العربية يلخص عمل الهيئة وأنشطتها وأهدافها واستراتيجيتها. وعلاوة على ذلك اصطحب وفد الهيئة ملصقات (أفيشات) تم تركيبها في المساحة المخصصة للهيئة بالمعرض مبين فيها مشاريع الاستراتيجية العربية للاستخدامات السلمية للطاقة الذرية ومحاورها الرئيسية .

افتتح المؤتمر سعادة المستشار أول / محمد خير عبد القادر مدير إدارة المنظمات والاتحادات العربية والمنسق العام للمؤتمر. كما تحدث معالي السيد أحمد أبو الغيط الأمين العام لجامعة الدول العربية (راعي المؤتمر) عن أهمية عقد المؤتمر الإعلامي الأول للترويج لإنجازات وأنشطة مؤسسات العمل العربي المشترك. بعد ذلك قام معالي الأمين العام لجامعة الدول العربية بتكريم شخصيات عربية لها دور فعّال وبصمات واضحة في العمل العربي المشترك. وبعد الجلسة الافتتاحية، تفضل معالي الأمين العام لجامعة الدول العربية بافتتاح المعرض المصاحب للمؤتمر، والذي شاركت فيه الأمانة العامة لجامعة الدول العربية وأكثر من 26 من منظمات ومؤسسات العمل العربي المشترك لعرض إنجازاتها وبرامج عملها ومشاريعها .

عقد في إطار المؤتمر ثماني جلسات عمل، وفي ضوء أوراق العمل والدراسات التي قدمت إلى أعمال المؤتمر والمناقشات التي جرت حولها، فقد ارتأى المؤتمر، الذي عقد تنفيذاً لقرار لجنة التنسيق العليا للعمل العربي المشترك، أن يرفع عدداً من التوصيات التي نذكر منها تلك الصادرة عن جلسة التعليم والبحث العلمي التي شاركت فيها الهيئة العربية للطاقة الذرية :

- 1 - التأكيد على الهوية العربية من خلال الحفاظ على اللغة والثقافة العربية وتنمية روح الانتماء العربي .
- 2 - تعزيز القدرات الوطنية والعربية في مجال التدريب على الطاقة الذرية وإدخال علومها في التعليم العام والبحث العلمي العربي، مع ضمان وضع الأطر التشريعية والرقابية التي تضمن الأمن والأمان لاستخدام الطاقة الذرية في جميع مجالات الحياة والإنتاج .
- 3 - حث الدول العربية على المشاركة في قاعدة بيانات الطاقة المتجددة .
- 4 - تشجيع حرية انتقال العلماء العرب مع نقل خبرات علماء من الدول الصديقة، وتدعيم التنسيق والتعاون العربي البيني في مجال البحث العلمي.
- 5 - دعم الاستراتيجية العربية للبحث العلمي للوصول بمنظومة البحث العلمي والتطوير والابتكار في الوطن العربي قبل حلول 2030 إلى المستوى الذي تساهم به في التنمية الاقتصادية والاجتماعية بوضوح .



- 6 - تشكيل فريق استشاري من العلماء العرب لرصد أوليات الأمة العربية في الفترة الراهنة لوضعها ضمن استراتيجية البحث العلمي العربي .
- 7 - تميم تجربة الأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا والنقل البحري في التعليم والتدريب .

وفي ختام المؤتمر تم توجيه الشكر إلى راعي المؤتمر معالي السيد أحمد أبو الغيط الأمين العام لجامعة الدول العربية، والسادة القائمين على تنظيم المؤتمر .

## الاجتماعات العلمية

### 1 - الاجتماع التاسع للهيئات الرقابية العربية (الحمات : 26 - 29/3/2018)

حضر فعاليات هذا الاجتماع ممثلو الهيئات الرقابية في الدول العربية وكل من الأستاذ الدكتور سالم حامدي المدير العام والسيد ضو مصباح مدير الشؤون العلمية من الهيئة العربية للطاقة الذرية وممثلون عن الوكالة الدولية للطاقة الذرية والدكتور حسين الحازمي من جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية وممثل عن هيئة الرقابة النووية الأمريكية وممثلون عن وزارة الطاقة الأمريكية والدكتور عبد الرحمن العرفج ممثل المملكة العربية السعودية الرئيس الحالي للشبكة وكذلك مشاركون من العراق وتونس ومصر والسعودية وليبيا والأردن وفلسطين ولبنان والكويت والمغرب وموريتانيا والسودان والبحرين .

افتتح الاجتماع سعادة الأستاذ الدكتور سالم حامدي المدير العام للهيئة العربية للطاقة الذرية، وقد استمر هذا الاجتماع أربعة أيام متواصلة وناقش المجتمعون في جلسات منفصلة المواضيع الآتية :

### 1 - مستجدات تأسيس وتطوير الهيئات الرقابية في الدول العربية والشبكة العربية للهيئات الرقابية

قام ممثلو الهيئات الرقابية العربية بتقديم عرض بين التطورات الحاصلة في تطوير وتأسيس الهيئة الرقابية في دولهم واحتياجاتها وأفق استفادتها من الشبكة

العربية للمراقبين النوويين والإشعاعيين العرب والمشاركة في مجموعات العمل المتمخضة عن الشبكة. وطُلب من ممثلي الهيئات الرقابية موافاة الهيئة العربية للطاقة الذرية بأولويات هيئاتهم الرقابية في التدريب المحلي والاستشارات الفنية والاحتياجات الآتية والمستقبلية، حتى يتم إدماجها في أنشطة الشبكة لعام 2019 وتوفير تمويلها من الوكالة الدولية والشركاء الداعمين لشبكة النور .

## 2 - الأمن النووي

خصصت هذه الجلسة لاستعراض خطة القطاع لمساعدة الدول الأعضاء في الوكالة في تعزيز أنظمتها للحماية والكشف والاستجابة للتهديدات المتعلقة بالمنشآت النووية والإشعاعية وتطوير أدلة ومتطلبات الأمن النووي والمساعدة التقنية والإستشارية وبناء القدرات البشرية والمؤسسية في هذا الميدان للدول الأعضاء وعلى وجه الخصوص دول الشبكة العربية للهيئات الرقابية "النور". كما تم استعراض معاهدة الحماية المادية للمواد النووية وملحقاتها .

## 3 - الاتفاقيات الدولية حول الأمان النووي

تم عرض إتفاقية الأمان النووي والإتفاقية المشتركة لأمان إدارة الوقود المستخدم وأمان إدارة النفايات المشعة ؛ الأهداف والتعاريف ونطاق التطبيق والإلتزامات وتدابير التنفيذ والإطار الرقابي والتشريعي ومهام الهيئات الرقابية تجاه هذه الإتفاقيات. كما تم التطرق إلى خدمات المراجعة الرقابية المتكاملة IRRS وخدمات المراجعة الرقابية المتكاملة للنفايات المشعة والوقود المستخدم وتفكيك المنشآت النووية وإعادة تأهيلها . ARTEMIS

## 4 - إجتماع اللجان الوطنية العربية المعنية بالطوارئ النووية والإشعاعية

تم تبادل التجارب والدروس المستفادة في مجال الإستعداد والإستجابة للطوارئ النووية والإشعاعية وتمت مناقشة النموذج العام لخطط الطوارئ النووية والإشعاعية الوطنية الذي أعدته الهيئة من أجل مواومة هذه الخطط وتيسير التعاون والتنسيق بين الدول العربية في الإستعداد والإستجابة للطوارئ. وقد تم عرض لخطط طوارئ نووية وإشعاعية وطنية لكل من الدول الآتية: الكويت، الأردن، المغرب، مصر، السودان،

ليبيا. وفي نفس السياق قام خبير الوكالة الدولية للطاقة الذرية في مجال الطوارئ النووية والإشعاعية بإلقاء محاضرات حول مواضيع الطوارئ. وقد تسلمت جمهورية السودان رئاسة الشبكة للدورة 2018 - 2019 .

## نشاط الإدارة العامة

### 1 - الاجتماع التنسيق الثاني للتعاون بين منظومتي الجامعة العربية والأمم المتحدة (القاهرة : 24 - 2018/1/25)

بدعوة من الأمانة العامة لجامعة الدول العربية (قطاع الشؤون الاقتصادية - إدارة التنسيق والمتابعة الاقتصادية) شارك أ. د. سالم حامدي المدير العام للهيئة العربية للطاقة الذرية في الاجتماع التنسيق الثاني للتعاون بين المنظومتين . وقد شاركت الهيئة العربية للطاقة الذرية في مجموعة مقترحات مشاريع الأنشطة المشتركة للتعاون بين المنظومتين في المجالات التالية :

- 1 - تعزيز البنية الأساسية للدول العربية من أجل إنشاء محطات نووية لتوليد الكهرباء : تخطيط الطاقة واقتصادياتها ودراسات الجدوى كمرحلة أولى .
- 2 - تحسين الإنتاج الحيواني وإنتاج طفرات زراعية محسنة وإدارة الموارد المائية باستخدام النظائر .
- 3 - إنتاج النظائر المشعة وتحضير الطواقم الطبية .
- 4 - تقوية وتعزيز القدرات العربية في مجال الاختبارات اللاإتلافية .
- 5 - إستخدام تقنيات التشعيع لدراسة المواد ومعالجتها وتطبيقاتها .
- 6 - تقوية البنية التحتية للدول العربية في مجال الأطر التشريعية والرقابية للأنشطة النووية والإشعاعية .
- 7 - إدخال العلوم والتقانات النووية في المؤسسات التعليمية .
- 8 - المشاركة في تنظيم اجتماع تشاوري سنوي وحلقات عمل وحلقات دراسية متخصصة في مختلف مجالات الملكية الفكرية .

- 9 - القيام بأنشطة تدريبية مشتركة في المجالات ذات الصلة بالزراعة والتجارة والاستثمار في سياق خطة العمل المشتركة بشأن التنمية الزراعية والأمن الغذائي في أفريقيا والمنطقة العربية (JAP) .
- 10 - التعاون في تشجيع الاستثمار المسؤول الزراعي المستدام في الدول العربية .
- 11 - التعاون في إعداد خطة عمل للحد من فقد الأغذية وهدرها في المنطقة العربية كطريقة لتحسين الأمن الغذائي .
- 12 - المشاركة في الاجتماع السنوي المشترك حول الأمن الغذائي في إطار برنامج الطوارئ العربي للأمن الغذائي .
- 13 - الأمن الغذائي في المنطقة العربية في ضوء أهداف التنمية المستدامة .
- 14 - التعاون في مجال الإدارة المتكاملة للموارد المائية والحصول على خدمات المياه والصرف الصحي وإدارتها .
- 15 - بناء منصة مشتركة لإدارة المعرفة المائية والمبادرة الإقليمية لتغير المناخ.
- 16 - تقييم تأثير تغير المناخ على الموارد المائية في المنطقة العربية .
- 17 - تطوير قدرات الدول العربية للتكيف مع تغير المناخ بتطبيق أدوات الإدارة المتكاملة للموارد المائية .
- 18 - تقييم تأثير تغير المناخ على إنتاجية بعض المحاصيل الزراعية في المنطقة العربية .
- 19 - دراسة تأثير الأحداث المناخية على الموارد المائية في المنطقة العربية .
- 20 - تعزيز الأمن الغذائي والمائي من خلال بناء القدرات العربية .
- 21 - تخطيط وتنفيذ ورشات عمل لتطوير القدرات العربية .
- 22 - التعاون في مجال استراتيجية وخطة عمل الأمن المائي العربي .
- 23 - دعم تنفيذ الاستراتيجية العربية للحد من الكوارث .
- 24 - الإشراف على تطبيق الخطة الاستراتيجية العربية للحد من المخاطر لتنفيذ إطار عمل سنديا-15 وتحقيق أهدافه في المنطقة العربية قبل عام 2030 .

- 25 - تسهيل تنفيذ خطة العمل الخاصة بتغيير المناخ في الدول العربية كإطار عام للعمل المتعلق بتغيير المناخ في المنطقة .
- 26 - دعم مداولات إنشاء المنتدى الإقليمي لتوقعات المناخ في المنطقة العربية.
- 27 - الإشراف على إدارة الحد من مخاطر الجفاف ومتابعة إتفاقية الأمم المتحدة للحد من التصحر (UNCCD) .
- 28 - تعزيز التعاون في مجالات تكنولوجيا الاقتصاد الأخضر والاهتمام بالسياسات الوطنية لدعم الاقتصاد الأزرق .
- 29 - في ضوء اعتماد أهداف التنمية المستدامة لعام 2030، من المهم تنسيق وتبادل الخبرات العربية والمجموعات الإقليمية فيما يتعلق بالاستراتيجيات وخطط العمل لتحقيق هذه الأهداف .
- 30 - تنفيذ المبادرة العربية لتطويع علوم النانو والتقنيات المتقاربة .
- وقد صدرت عن الاجتماع وثيقة تقرير وتوصيات لرفعها إلى المجلس الاقتصادي والاجتماعي في دورته العادية 101 (القاهرة : 5 - 2018/2/8) .

## **2 - الدورة 101 للمجلس الاقتصادي والاجتماعي (القاهرة : 5 - 2018/2/8)**

بناء على دعوة الأمانة العامة لجامعة الدول العربية (أمانة المجلس الاقتصادي والاجتماعي)، شاركت الهيئة العربية للطاقة الذرية في أعمال الدورة (101) للمجلس الاقتصادي والاجتماعي المنعقدة في القاهرة بمقر الأمانة العامة لجامعة الدول العربية بتاريخ : 5 - 2018/2/8، وذلك بوفد ترأسه الأستاذ الدكتور سالم حامدي المدير العام ويضم مدير الشؤون الإدارية والمالية في الهيئة. وقد شارك في الاجتماعات ممثلون عن الدول العربية الأعضاء، والمؤسسات المالية العربية والمنظمات العربية المتخصصة والاتحادات العربية، والأمانة العامة .

اجتمعت اللجنة الاقتصادية يوم 2018/2/5، حيث تمت مناقشة بنود جدول الأعمال الخاصة بالدورة لعرضها على المجلس المنعقد يوم 2018/2/7 على مستوى

كبار المسؤولين، كما انعقد المجلس في اليوم الأخير 2018/2/8 على المستوى الوزاري لمناقشة التوصيات وإصدار القرارات بشأنها .

وقد استعرض المجلس بنود مشروع جدول أعماله وأقرها واتخذ بشأنها القرارات المناسبة، ونعرض فيما يلي القرارات التي تقع في دائرة اهتمام الهيئة العربية للطاقة الذرية :

1 - الإحاطة علماً بالموضوعات المقترحة تضمينها في الملف الاقتصادي والاجتماعي لمجلس جامعة الدول العربية على مستوى القمة في دورته العادية (29) والطلب من الأمانة العامة إرسال الملف الاقتصادي والاجتماعي إلى الدول الأعضاء قبل موعد بدء الاجتماعات التحضيرية للقمة بأسبوعين، وذلك وفق المعايير المقررة لعرض المواضيع على القمة .

2 - متابعة تنفيذ قرارات القمة العربية للتنمية : الاقتصادية والاجتماعية في دورتها الثالثة (الرياض : يناير/كانون ثان 2013) .

3 - الإعداد والتحضير للقمة العربية للتنمية : الاقتصادية والاجتماعية في دورتها الرابعة (الجمهورية اللبنانية : 2019) .

4 - إستمرار الأمانة العامة بالتنسيق مع مفوضية الاتحاد الإفريقي لاستكمال الجوانب الاقتصادية في مشروع خطة العمل العربية الإفريقية 2018 - 2021/2019 وفقاً لتوجيهات المجلس الاقتصادي والاجتماعي، وتعميم النتائج التي يتم التوصل إليها على الدول الأعضاء أولاً بأول، وتكليف الأمانة العامة بالتنسيق مع المنظمة العربية للتنمية الزراعية لإجراء الاتصالات اللازمة مع الدول الأعضاء لتحديد الدولة الراغبة في استضافة المؤتمر الوزاري الإفريقي العربي المشترك الرابع حول التنمية الزراعية والأمن الغذائي المقرر عقده خلال عام 2018، وعقد المعرض الزراعي العربي الإفريقي على هامش المؤتمر الوزاري المشترك .

5 - الإحاطة علماً بـ :

(أ) تقارير المتابعة لكل من : المنظمة العربية للتنمية الزراعية، الهيئة العربية للطاقة الذرية، المنظمة العربية للسياحة، بشأن متابعة تنفيذ نتائج الاجتماع (13) للتعاون بين منظومتي جامعة الدول العربية والأمم المتحدة (جنيف : 2016) .

(ب) البرامج والأنشطة المقترحة مناقشتها في الاجتماع (14) للتعاون بين منظومتي جامعة الدول العربية والأمم المتحدة (جنيف : 2018) ضمن فريق العمل الثالث المعني بالقضايا الاقتصادية والبيئية، والمقدمة من :

- الدول الأعضاء التالية : الجمهورية التونسية، جمهورية العراق، جمهورية مصر العربية .

- المنظمات العربية المتخصصة التالية : المنظمة العربية للتنمية الزراعية، الهيئة العربية للطاقة الذرية، المنظمة العربية لتكنولوجيات الاتصال والمعلومات، المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، المنظمة العربية للسياحة .

- الأمانات الفنية لكل من : مجلس الوزراء العرب للاتصالات والمعلومات، المجلس الوزاري العربي للكهرباء، المجلس الوزاري العربي للمياه .

6 - أهمية التنسيق المتواصل بين المنظمات العربية المتخصصة والأمانات الفنية للمجالس الوزارية المتخصصة واللجان فيما يخص البرامج والأنشطة المقترحة منعاً للازدواجية ولضمان التحضير الجيد والفاعل للاجتماع (14) للتعاون العام .

### **3 - الاجتماع التنسيقي لفرق العمل المنبثقة عن لجنة التسيير المعنية ببوابة الشبكة العربية للمعلومات (القاهرة : 2018/3/1)**

بدعوة من الأمانة العامة لجامعة الدول العربية (قطاع الإعلام والاتصال - إدارة المعلومات والتوثيق والترجمة) شاركت م. نهلة عبد الحميد نصر، رئيس قسم التوثيق العلمي وممثل الهيئة في فريق العمل المختص بتحليل جودة معلومات العمل، في الاجتماع التنسيقي لفرق العمل المنبثقة عن لجنة التسيير المعنية ببوابة الشبكة العربية للمعلومات، بمقر الأمانة العامة لجامعة الدول العربية يوم 2018/3/1 .

هدف الاجتماع إلى عرض المحاور والخطوط العريضة لخطة العمل بمختلف جوانبها الفنية واللوجستية والمالية، من أجل تفعيل دور البوابة وخدماتها بشكل كامل، خاصة في ضوء التوسع المرتقب في عضوية البوابة في المرحلة الثالثة من المشروع.

وكانت أهم التوصيات الصادرة عن فرق العمل الفنية ما يلي :

1 - التأكيد على التوصية الصادرة عن المؤتمر الإعلامي الأول لمؤسسات العمل العربي المشترك بشأن أهمية دعم هذا المشروع باعتباره قناة معلوماتية عربية معتمدة تضم مؤسسات العمل العربي المشترك .

2 - التأكيد على حرص كافة منظمات ومؤسسات العمل العربي المشترك الشريكة في بوابة الشبكة العربية للمعلومات على الارتقاء بهذا المشروع المتكامل كأحد المشروعات القومية العربية التي تخدم المواطن العربي بصفة مباشرة وبصورة تواكب روح العصر الرقمي الحديثة .

3 - الترحيب بإعلان ممثل المنظمة العربية للهلال الأحمر والصليب الأحمر في الاجتماع عن استعداد المنظمة التام لتسخير كافة إمكانياتها لدعم مشروع بوابة الشبكة للمعلومات، والمساهمة بمبلغ مالي لدعم البنية الشبكية المعلوماتية للارتقاء بهذا المشروع .

4 - تعديل مسمى الورقة التي أعدتها إدارة المشروع بالأمانة العامة (إدارة المعلومات والتوثيق والترجمة) المتضمنة الإطار العام للخطة الفنية للمشروع، ليصبح "مشروع الإطار العام للخطة التنفيذية لمشروع بوابة الشبكة العربية للمعلومات في مراحله المستقبلية" .

5 - التأكيد على ضرورة وضع إطار زمني لكل مرحلة من مراحل المشروع .

6 - الطلب من إدارة المشروع بالأمانة العامة إعادة تعميم مشروع الإطار العام للخطة التنفيذية لمشروع بوابة الشبكة العربية للمعلومات في مراحله المستقبلية بعد إدراج المقترحات والتعديلات التي تمت مناقشتها في اجتماع فرق العمل الفنية للاطلاع على المشروع وإبداء الملاحظات النهائية بشأنه، تمهيداً للتعميم على أعضاء اللجنة الفنية، ومن ثم إحالته بشكله النهائي إلى أعضاء لجنة تسيير المشروع، وصولاً إلى عرضه على الدورة المقبلة (47) للجنة التنسيق العليا للعمل العربي المشترك .

7 - التأكيد على أن كافة الخدمات المقترحة أن تقدمها بوابة الشبكة العربية للمعلومات مدرجة في الأصل ضمن أهداف المشروع منذ بدايته في عام 2014،



والتي من بينها خلق نظام اتصال بين الأمانة العامة ومؤسسات العمل العربي المشترك وتفعيل الحلقة النقاشية (forum) على البوابة، وإعداد مصفوفة لمشروعات هذه المؤسسات للترويج لمختلف أنشطتها وأعمالها، واستحداث التصاميم الذكية للبوابة.

8 - ضرورة الاستثمار في إثراء المحتوى المعلوماتي لبوابة الشبكة العربية للمعلومات من خلال مساهمة المنظمات والمؤسسات الشريكة بفاعلية في تزويد إدارة المشروع بالأمانة العامة بمختلف أوعية المعلومات المتخصصة .

9 - تطوير التنسيق بين إدارة المشروع بالأمانة العامة والمنظمات والمؤسسات الشريكة في بوابة الشبكة العربية للمعلومات من خلال مختلف وسائل الاتصال التي حددتها الإدارة .

10 - التأكيد على دورية اجتماعات فرق العمل الفنية المنبثقة عن لجنة تسيير المشروع، وأن يستمر الاجتماع الواحد لمدة يومين نظراً لاتساع المواضيع على جدول أعمال اجتماعات هذه الفرق، حتى يتسنى تحقيق الأهداف المرجوة من هذه الاجتماعات .

#### **4 - الجلسة الافتتاحية للدورة العادية 149 لمجلس جامعة الدول العربية على المستوى الوزاري (القاهرة : 2018/3/7)**

بدعوة من سعادة السفير حسام زكي الأمين العام المساعد رئيس مكتب الأمين العام لجامعة الدول العربية حضرت المستشارة نهلة عبد الحميد نصر رئيس قسم التوثيق العلمي بالهيئة الجلسة الافتتاحية للدورة (149) لمجلس جامعة الدول العربية على المستوى الوزاري، ممثلة للهيئة العربية للطاقة الذرية، وذلك يوم 2018/3/7 بالقاعة الكبرى بمقر الأمانة العامة للجامعة برئاسة المملكة العربية السعودية .

وقد صدرت عن المجلس مجموعة من القرارات، ونعرض فيما يلي القرارات التي تقع في دائرة اهتمام الهيئة العربية للطاقة الذرية :

1 - التأكيد على أهمية المشاركة العربية الفعالة في الدورة الثامنة للاجتماع الوزاري لمنتدى التعاون العربي الصيني المزمع عقدها في بكين - الصين يوم

2018/7/10، يسبقها عقد الدورة الخامسة عشرة لاجتماع كبار المسؤولين والدورة الرابعة للحوار السياسي الاستراتيجي على مستوى كبار المسؤولين يوم 2018/7/9، وتكليف الأمانة العامة بمتابعة التنسيق مع الجهات العربية والصينية المعنية للإعداد الجيد لهذه الدورة .

2 - الترحيب برغبة جمهورية مصر العربية استضافة الدورة السادسة لمؤتمر التعاون العربي الصيني في مجال الطاقة خلال الفترة 5 - 2018/11/8 بالقاهرة، والترحيب باستضافة (الجمهورية التونسية أو الجمهورية اللبنانية) للدورة الثامنة لمؤتمر رجال الأعمال العرب والصينيين والدورة السادسة لندوة الاستثمارات خلال عام 2019، والترحيب برغبة دولة الكويت في استضافة الدورة الثالثة لاجتماع الخبراء العرب والصينيين في مجال المكتبات والمعلومات خلال الربع الثاني من عام 2019 .

3 - توجيه الشكر لـ "لجنة كبار المسؤولين العرب المعنية بقضايا الأسلحة النووية وغيرها من أسلحة الدمار الشامل" على جهودها في إعداد "خطة التحرك لتنفيذ قرار 1995 لإخلاء الشرق الأوسط من الأسلحة النووية وغيرها من أسلحة الدمار الشامل حتى عام 2020" خلال أعمال اجتماعها الخامس والأربعين 20 - 2017/11/21 .

4 - تكليف المجموعة العربية في فيينا بإدراج بند "القدرات النووية الإسرائيلية" على جدول أعمال الدورة العادية 62 للمؤتمر العام للوكالة الدولية للطاقة الذرية .

5 - مواصلة "لجنة كبار المسؤولين العرب المعنية بقضايا الأسلحة النووية وغيرها من أسلحة الدمار الشامل" النظر في مشروع القرار المعنون "القدرات النووية الإسرائيلية"، وتكليف المجموعة العربية في فيينا بإعداد تقرير يتضمن تقييماً شاملاً عن مدى إمكانية حصول مشروع القرار على أصوات داعمة حال تقديمه خلال الدورة العادية 62 للمؤتمر العام للوكالة الدولية للطاقة الذرية، وعرضه على لجنة كبار المسؤولين للنظر فيه وتحديد الموقف بشأنه .

إعداد : م. نهلة نصر

## إلى العلماء والإختصاصيين والفنيين العرب

ندعوكم للمساهمة في تحرير نشرة الذرة والتنمية وذلك بتقديم مقالات علمية مبسطة مؤلفة أو مترجمة في مجالات الاستخدامات السلمية للطاقة الذرية حسب القواعد التالية :

- 1 - تقدم المقالات المؤلفة بحيث تكون موجهة لزيادة تعريف أبناء الوطن العربي بأساسيات العلوم والتقنيات النووية واستخداماتها في مختلف المجالات التطبيقية وأهميتها في التقدم الاقتصادي والاجتماعي .
- 2 - يكتب ملخص باللغة الإنجليزية في بداية المقالة على ألا يتجاوز عدد كلماته 200 كلمة وتضاف قائمة بالمراجع في نهاية المقالة على ألا تزيد على 5 مراجع .
- 3 - يجب أن تكون المقالات مطبوعة باللغة العربية الفصحى وتكون المصطلحات العلمية المتضمنة مطابقة لما ورد في المعاجم الموحدة لمصطلحات الفيزياء العامة والنووية والكيمياء والبيولوجيا الصادرة عن مكتب تنسيق التعريب بالمنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم .
- 4 - مراعاة تجنب الإستنتاجات الرياضية المعقدة أو التفاصيل العلمية الدقيقة التي تفوق مستوى القارئ غير المتخصص باعتباره القارئ المفضل لنشرة الذرة والتنمية .
- 5 - يجب أن تكون الموضوعات المطروحة ملائمة لأغراض النشرة ومتوافقة مع سياسة النشر بها ولم تسبق معالجتها بشكل مشابه في الأعداد السابقة .
- 6 - يشترط في المقالات المترجمة أن تكون مرفقة بالأصل الذي ترجمت منه في مجالات العلوم النووية، علماً بأنه عند نشر المقالات المترجمة في نشرتنا يشار إلى إسم صاحب المؤلف الأصلي بالإضافة إلى ذكر اسم المجلة المنشور فيها سابقاً مع تحديد العدد وتاريخ النشر .
- 7 - يمكن للسادة المؤلفين إرسال استفساراتهم بشأن الموضوعات التي يرغبون في تقديمها للنشرة وعناصرها للحصول على رأي لجنة التحرير قبل إرسالها للنشر . أما بالنسبة للمقالات المترجمة فإن الموافقة المبدئية من لجنة التحرير أساسية قبل الشروع في الترجمة .