نشرة إعلامية فصلية تصدر عن قسم الوقاية والأمان في هيئة الطاقة الذرية السورية

إرشادات الوقاية الإشعاعية عند استخدام التنظير الإشعاعي للأطفال

في هذا العدد:

- إرشادات الوقاية الإشعاعية عند استخدام التنظير الإشعاعي للأطفال
- الجرع الإشعاعية التي يتلقاها المرضى نتيجة التصوير المقطعي
- الاستعداد والاستجابة لحالات الطوارئ الإشعاعية والنووية
- استخدام النماذج البشرية (فانتومات) في حساب الجرعة الإشعاعية الداخلية
- التلوث الكهرطيسي، ضريبة رفاهية عامة
- الآثار البيئية الآثار البيئية الناجمة عن النفايات المشعة
- القواعد العشرة الذهبية في الوقاية الإشعاعية

أصدرت الوكالة الدولية للطاقة الذرية مؤخراً دليلاً يتضمن أهم النصائح الواجب إتباعها لتحقيق أفضل سبل الوقاية الإشعاعية عند استخدام التنظير الإشعاعي للأطفال والتي يمكن تلخيصها بالنقاط الآتية:

1- تكون حساسية بعض الأنسجة للإشعاع عند الأطفال الناشئين أكبر منها عند البالغين حيث تسمح الفترة الزمنية الطويلة نسبياً لدى الأطفال بعد التعرض إلى ظهور بعض الآثار السيئة للإشعاع بشكلٍ جلي.

2- يفضل قبل اتخاذ القرار النهائي باستخدام التنظير الإشعاعي عند الأطفال إطلاع الأهل والمناقشة معهم وخاصة الاستفسار عن التعرضات الإشعاعية السابقة للطفل مهما كان نوعها وكذلك تقديم الإجابات الكافية لهم عن أية استفسارات متعلقة بآليات السلامة الإشعاعية المتبعة.

3- من المفيد زيادة مقدار الوعي الإشعاعي لفريق التمريض المساعد عند استعمال قواعد الأمان أثناء التنظير الإشعاعي.

4- يجب القيام بوضع خطة للتنظير ذات خطوات تفصيلية بما يسمح بتجنب الأخطاء أو القرارات المتسرعة أو أية تعرضات إشعاعية أخرى.

5- يجب حماية الغدة الدرقية والصدر والعيون والغدد التناسلية عند الطفل إذا استدعى الأمر ذلك.

6- يجب استخدام الإجراء الأمثل بما في ذلك:

- تخفيض معدل حركية الصورة قد الإمكان من 7.5 إلى 3 صورة في الثانية، و إزالة الشبكة المانعة للتبعثر عندما يكون وزن الطفل أقل من 20 كغ واستخدام تقنية الفجوة الهوائية نيابة عن ذلك.
- استخدام الحد الأدنى من وقت التصوير، استخدام الحد الأدنى من التكبير، والاستخدام الدقيق لمحددات الساحة
- التخفيض من حدوث تراكب في الحقل الإشعاعي المستخدم عند تكرار التعريض.

7- من المفيد استعمال الصورة الأخيرة المخزنة في الجهاز عند اللزوم بدلاً من التعريض الإضافي إن أمكن.

8- يجب زيادة المسافة بين المريض وأنبوب الأشعة وتخفيض المسافة بينه وبين مستقبل الصورة.

9- يجب استعمال جهاز تسجيل الجرعة الإشعاعية وكذلك تقنيات تخفيض الجرعة المتوفرة في الجهاز

10- من المفيد مراجعة سجل الجرعة الإشعاعية وتسجيل قيمتها بعد القيام بالتنظير الإشعاعي

كما يمكن الاطلاع على العديد من الإرشادات المتعلقة بالتصوير الإشعاعي التشخيصي من موقع الوكالة الدولية للطاقة الذرية على العنوان:

https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/

الجرع الإشعاعية التي يتلقاها المرضى نتيجة التصوير المقطعي

من الملاحظ تزايد استخدام التقنيات الإشعاعية في التشخيص الطبي وخاصة إجراء التصوير المقطعي المحوسب (CT Scanning) وتكرار هذا العمل خلال فترات متقاربة مما قد يؤدي إلى تعرض المرضى إلى جرعات إشعاعية إضافية غير مبررة، على سبيل المثال، فقد لوحظ في دراسة شاملة أجريت في الولايات المتحدة الأمريكية زيادة في الجرع الإشعاعية التي يتلقاها المرضى في إحدى مستشفياتها مما دعى هيئة إدارة الغذاء والدواء (FDA) إلى إصدار تحذير عام لخفض الجرع العالية المستخدمة في تصوير الدماغ (تصوير الرأس). أشارت الدراسة أن أكثر من 200 مريض تعرضوا إلى جرع زائدة نتيجة سوء تنفيذ التصوير المقطعي المحوسب للرأس. وقد كشفت التحقيقات أن هذه الحوادث ناتجة عن سوء فهم للبارمترات المستخدمة في التصوير وخاصة تلك المتعلقة بالاختيار الآلي للجرعة الإشعاعية (automated dose selection features) على جهاز التصوير المقطعي مما أدى إلى زيادة في الجرع الإشعاعية التي تلقاها المرضى بمقدار ثمانية أضعاف عن الجرعة الأصلية. وقد اكتشفت هذه الأخطاء عندما شوهد فقدان مؤقت للشعر واحمرار الجلد (حمامي) لعدد من المرضى. وقد كشف التحقيق أن تلك الحوادث نتجت عن عدم وجود تدريب كافٍ لفني الأشعة العاملين على جهاز التصوير المقطعي المحوسب والاعتماد المفرط على استخدام بروتوكولات CT وآلية اختيارها. لا يمكن تبرير تلك التعرضات الزائدة للإشعاع (overexposures) ولهذا يجب تدريب الفنيين واختبار التجهيزات بصورة دورية من خلال تطبيق برامج ضبط الجودة وقياس الجرع الإشعاعية بالإضافة إلى زيادة الوعي عند الكوادر الطبية في مجال الوقاية الإشعاعية والتأثيرات التي يمكن أن تقع نتيجة الاستخدام المفرط للإشعاع المؤين. ومن جهة أخرى، لا بد من تظافر الجهود بين إدارة المستشفيات وأطباء الأشعة والعاملون على تجهيزات التصوير الإشعاعية من أجل اختيار أفضل التقنيات والتحقق من البروتوكولات المستخدمة في التصوير المقطعي ولا سيما عند تصوير الأطفال واليافعين. لا يوجد أي مبرر للاستخدام المفرط للإشعاع في التصوير المقطعي للشرايين، والذي يؤدي إلى وفقدان الشعر واحمرار الجلد، إذ يمكن تنفيذه بمستويات مناسبة من الإشعاع عندما يتكرر الإجراء أو عندما تكون مجتمعة مع غيرها من الفحوصات بالأشعة السينية التداخلية مثل القسطرة. على أية حال، يمكن الحد من الجرعة الإشعاعية التي يتلقاها المريض خلال التصوير الإشعاعي بما يلي: (1) تحديد المنطقة المصورة من الجسم بشكل دقيق حيث يوجد اشتباه في الإصابة المرضية (2) تعديل العوامل التقنية للتصوير المقطعي CT وفقا لحجم جسم المريض و(3) تجنب تكرار إجراء الأشعة المقطعية عندما يكون ذلك ممكنا.

يستخدم التصوير المقطعي المحوسب في التشخيص الطبي كأداة هامة جدا لتشخيص وتقييم الاستجابة للعلاج في الممارسة السريرية. ولابد من أن يكون التعرض للإشعاع في الحد الأدنى وضمن الحدود المقبولة من وجهة النظر الطبية والوقاية الإشعاعية كما أنه يجب على الفيزيائيين الطبيين العمل بشكل مكثف مع المهندسين والتكنولوجيين والمصنعين لضمان استخدام التصوير المقطعي المحوسب.

الاستعداد والاستجابة لحالات الطوارئ الإشعاعية والنووية

يتطلب بناء المقدرة للاستجابة لحالات الطوارئ الإشعاعية والنووية عدة عناصر تقسم إلى مجموعتين، هما عناصر البنية التحتية وعناصر وظيفية.

تسمى عناصر البنية التحتية الاستعداد للطوارئ، في حين تشكل العناصر الوظيفية الاستجابة للطوارئ. ولا بد من استيفاء عناصر الاستعداد لضمان القيام بالاستجابة على الوجه الصحيح عند الحاجة.

عناصر البنية التحتية هي: 1- السلطة والتحكم؛ 2- الموارد البشرية: المسؤوليات والبنية التنظيمية؛ 3- تنسيق الاستجابة؛ 4- الخطط والإجراءات؛ 5- الموارد: الدعم اللوجستي والمعدات والاتصالات والتجهيزات؛ 6- التدريب والبيانات والتمارين.

أما العناصر الوظيفية للاستجابة فهي: 1- التقييم الأولي للحادث وتصنيفه؛ 2- الإبلاغ وتفعيل الاستجابة؛ 3- تخفيف حالة الطوارئ؛ 4- إجراءات الوقاية العاجلة؛ 5- توعية الجمهور وتزويده بالتعليمات؛ 6- وقاية عاملي الطوارئ؛ 7- المساعدة الطبية والدعم الإطفائي والشرطي؛ 8- التواصل مع وسائل الإعلام؛ 9- إجراءات الوقاية طويلة الأمد والتدخل المتعلق بالغذاء؛ 10- تخفيف الآثار النفسية.

تقع مسؤولية الاستعداد لحالات الطوارئ والاستجابة لها في حال حدوثها على الجهة التي تحدث مصدر الضرر من حيث المبدأ، أي على عاتق المستثمر. غير أنه قد تتفاقم حالة الطوارئ إلى مستويات يعجز المستثمر عن التصدي لها، كأن تكون في مناطق خارجة عن نطاق سيطرته، كما أنه من الممكن حدوث حالات طوارئ لا يمكن عزوها إلى أي مستثمر مباشرة كما هي الحال في طوارئ الفئة الخامسة (تلوث قادم من خارج الحدود) أو عند العثور على منابع يتيمة أو في حالات الطوارئ المرتبطة بحوادث نقل مواد مشعة. في مثل هذه الحالات تكون مسؤولية الاستعداد والاستجابة على عاتق الدولة ممثلة بمؤسساتها المختلفة. لذلك نجد أن الاستعداد والاستجابة تتم عادة على عدة مستويات: 1- المستوى الوطني: 2- مستوى الجهات المشاركة (السلطات المحلية في مواقع المنشآت، الوزارات المشاركة، ...)؛ 3- مستوى المستثمر.

يكون التخطيط على المستوى الوطني ومستوى الجهات المشاركة خارج الموقع فقط، في حين ينحصر التخطيط على مستوى المستثمر ضمن الموقع. ومن الطبيعي أن يتم تخطيط الطوارئ الكلي بحيث يضمن التنسيق الكامل بين جميع هذه الخطط.

استخدام النماذج البشرية (فانتومات) في حساب الجرعة الإشعاعية الداخلية

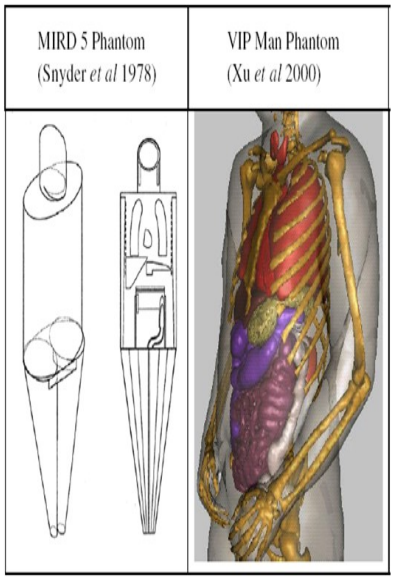
أياً كانت طرق دخول المواد المشعة إلى جسم الإنسان فإن تأثيرها السُمّي لا يمكن إهماله سواء أكانت الكمية الداخلة إلى الجسم صغيرة أم كبيرة. أما الهدف المنشود للقواعد المتبعة في التعرض المهني هو تخفيف الجرعة الإشعاعية التي يتلقاها العامل إلى أدنى مستوى ممكن. أما في الطب النووي فالأمر مختلف، إذ يقوم العاملون على التشخيص أو المعالجة الإشعاعية بإعطاء المريض كمية محددة من المواد المشعة تكون مناسبة مع الحالة التشخيصية أو العلاجية المطلوبة.

تتوزع المادة المشعة، بعد دخولها إلى جسم الإنسان، في أعضاء مختلفة ولتقدير الجرعة الإشعاعية والاحتياطات الواجب اتخاذها، يتوجب علينا الإجابة على ما يلي:

- ماهية المادة المشعة ونوع الأشعة الصادرة.
- الأعضاء التي توزعت فيها المادة المشعة.
- المدة الزمنية اللازمة لاستبعادها (فيزيائيا و/أو بيولوجيا).
- الجرعة الإشعاعية الممتصة داخل مختلف الأعضاء وتأثيرها المحتمل على الشخص.
- التأثير على الوسط المحيط (العائلة، الأصدقاء،...).

إن حساب الجرعة الإشعاعية الممتصة في جسم الإنسان يتطلب توفر معلومات تشريحية وفيزيولوجية عن الشخص المتعرض للإشعاع ويعد هذا الأمر ضرورياً في حال الحاجة إلى حساب الجرعة الإشعاعية في أعضاء وأنسجة الجسم الناجمة عن مصادر مشعة مختلفة المصدر. ولهذا الغرض، أصدرت الهيئة الدولية للوقاية الإشعاعية ICRP النشرة رقم 23 عام 1975 والتي تضمنت معلومات تفصيلية عن الإنسان المرجعي (Reference Man). ومن جهة ثانية، تم إنشاء أول فانتوم تجسيمي (Anthropomorphic phantom) في العام 1969 على يد Fisher &Snyder وهو عبارة عن محاكاة تقريبية لأعضاء الإنسان من خلال تمثيلها بأشكال كروية أو أسطوانات أو مخاريط ... إلخ. ومع تطور طرائق التصوير الطبي، وبخاصة التصوير الطبقي المحوسب (Computed Tomography) والرنين المغناطيسي (Magnetic Resonance Imaging)، أصبح بالإمكان الحصول على صور تفصيلية ثلاثية الأبعاد عن البنية التشريحية للإنسان. ويمكن أيضاً الحصول على توزع ثلاثي الأبعاد للمادة المشعة داخل جسم الإنسان باستخدام أجهزة حديثة من أنواع التصوير بالإصدار البوزيتروني PET أو بالإصدار الفوتوني الوحيد SPECT.

ظهرت الفانتومات الرقمية نتيجة للتقدم في التصوير المقطعي ويجري إعادة بناء (Reconstruction) هذه الفانتومات من صور مقطعية وفق تقنية الفوكسل (Voxelized phantom) والفوكسل هو عبارة عن بيكسل ثلاثي الأبعاد. استُخدمت الفانتومات الرقمية في حسابات مونت-كارلو (Monte Carlo method) لمحاكاة تفاعل الأشعة مع المادة من أجل حسابات الجرعة الإشعاعية لكل عضو أو نسيج. ومن فوائد الفانتومات الرقمية قدرتها على وصف البنية التشريحية للإنسان بدقة كبيرة مقارنة بالطرائق التقريبية السابقة. هذا وقد قامت العديد من مراكز البحث في العالم بإنشاء فانتومات رقمية قياسية وفانتومات خاصة بمنطقة جغرافية معينة وحديثاً يجري العمل على إنشاء فانتوم رقمي لكل شخص.



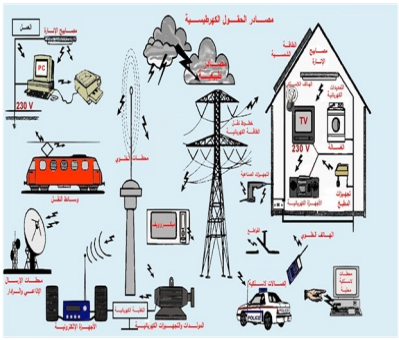
الفانتوم الذي تم إنشاؤه في عام 1969 بأشكال تقريبية لأعضاء الإنسان (على اليسار)، نموذج رقمي جرى إعادة بنائه من صور فوتوغرافية لإنسان تم تقطيعه إلى شرائح رقيقة (على اليمين).

التلوث الكهرطيسي، ضريبة رفاهية عامة

تعددت مصادر الحقول الكهرطيسية في المجالات الترددية العالية والمتوسطة والمنخفضة حتى أصبحت جزء لا يتجزء في حياتنا المعاصرة. لقد دخلت الطاقة الكهربائية وتطبيقاتها الخاصة والعامة حياة الإنسان من أوسع الأبواب؛ وسيطرت أمواج عالم الاتصالات اللاسلكية والخلوية ونقل المعلومات بالطرق الإذاعية الأرضية والفضائية غلافنا الجوي حتى أصبح الإنسان شاء أم أبى يعيش في بحر من أمواج الحقول الكهرطيسية.

إن الأدوات الكهربائية المنزلية (كمصابيح الإنارة، أجهزة التلفاز، الحاسوب، معدات التسخين والتدفئة الكهربائية، البراد، المكنسة الكهربائية وغيرها) جميعها تعد من مصادر تعرض الإنسان للحقول الكهربائية والمغنطيسية.عملياً، تكون سوية الحقل الكهربائي في أدنى مستوى لها (0.9-0.3-1 [فولت/م]) وتكون شدة حقل التحريض المغنطيسي أقل من 0.1 [ميلي غوص] عند انقطاع التيار الكهربائي عن المنزل. وعند عودة التيار الكهربائي، ترتفع سوية الحقل الكهربائي والمغنطيسي داخل المنزل بحسب استهلاك الطاقة الكهربائية؛ فوفقاً للقياسات العملية، تتغير قيم الحقل الكهربائي بين 10 و50 [فولت/م] وقيم حقل التحريض المغنطيسي بين0.4 و4 [غوص]. تجدر الإشارة هنا إلى أن هذه القيم العملية قد أخذت في نقاط تبعد أكثر من متر واحد عن مصادر الحقل. وبالتالي، فإن سوية الحقل قابلة للزيادة كلما اقتربنا أكثر من المصدر؛ فعلى سبيل المثال تقترب شدة الحقل الكهربائي من 60 [فولت/م] وشدة حقل التحريض المغنطيسي من 10 [غوص]عند مسافة 25 سم من المكنسة الكهربائية أثناء عملها.هذا بالنسبة للحقول الكهربائية والمغنطيسية الناتجة عن التيار الكهربائي والأدوات الكهربائية (50هرتز)، غير أنه، مع زيادة انتشار وسائط الاتصال المتعددة، أضيفت داخل المنزل مصادر جديدة هامة مثل الهواتف الخلوية وتجهيزات التواصل الخاصة بالانترنت (Wi-Fi emitters) التي تسبب تعرضاً إضافياً في مجال الأمواج المكروية.

إن هذا الواقع الجديد، ونتيجةً لوجود الآثار الضارة المحتملة للحقول الكهرطيسية على الصحة العامة، يفرض على الإنسان دفع ضريبة رفاهية من نوع خاص. ولهذا يعد الترشيد في استخدام التيار الكهربائي ومختلف تطبيقاته وفي استعمال الهواتف الخلوية وأجهزة الاتصال اللاسلكية ذو أهمية عظيمة في حماية الإنسان ووقايته من المخاطر المحتملة للتلوث الكهرطيسي.



الآثار البيئية الناجمة عن النفايات المشعة

تخزين النفايات المشعة في التوضعات الجيولوجية

القواعد العشرة الذهبية في الوقاية الإشعاعية

1. تفهم طبيعة العمل (تفهم العمل القائم هو جزء من السلامة والحفاظ على الصحة – يجب على الفرد أن يعي ويدرك لما يدور حوله) .
2. وضع خطوات العمل بشكل يجعل زمن التعامل مع الإشعاع أصغرياً، مع ضرورة الحفاظ على حدود الجرعة المسموحة .
3. إبعاد الجسم قدر الإمكان عن المصدر الإشعاعي .
4. استخدم التدريع المناسب للإشعاع الصادر عن المنبع المشع .
5. ترك المواد المشعة في منطقة محصورة .
6. ارتداء أجهزة الوقاية الفردية.
7. تنفيذ القياسات والمسوحات الإشعاعية في مكان العمل بكل دقة دورياً وبعددٍ كافٍ.
8. إتباع القواعد المحلية وطرق الوقاية أثناء تنفيذ العمل (بغية تجنب أية تأثيرات بيولوجية وحماية الأشخاص وإبعاد الضرر عن البيئة) .
9. عدم ترك النفايات المشعة في منطقة العمل وحفظها في المكان المخصص والتخلص منها بالطرق المناسبة.
10. بعد انتهاء العمل – إجراء مسح إشعاعي للألبسة الوقائية ولأجسام الأشخاص منفذي العمل– ثم يغسل الجسم واليدين والأدوات المستخدمة في العمل بالطرق المناسبة.

يمكن أن تكون العقبة الكبيرة التي تواجهها النهضة النووية هي مشكلة إدارة النفايات المشعة، ويعد التخلص من النفايات المشعة في البيئة أمر في غاية الأهمية لعموم الناس وخاصة في المستقبل القريب عندما يجري إغلاق المفاعلات المستهلكة وبالتالي توجد هناك حاجة للتخلص من النفايات المشعة المرافقة لعمليات إغلاق هذه المفاعلات ولهذا هناك حاجة لإدارة النفايات المشعة بطريقة تحمي صحة الإنسان والبيئة في وقتنا الحالي وفي المستقبل دون وجود حاجة لوضع أية قيود على مثل هذه الصناعة في المستقبل.

يعد التخلص من النفايات المشعة المرحلة الأخيرة في نظام إدارة النفايات المشعة وتتمثل بشكل رئيس بوضع النفاية المشعة في منشأة تخلص مخصصة لهذا الغرض على الرغم من أنه يمكن طرح النفايات المشعة في البيئة إذا كانت ضمن السويات المسموح بها وهو خيار آخر للتخلص. ولقد نفذت أول منشأة للتخلص من النفايات المشعة في Oak Ridge في الولايات المتحدة الأمريكية في العام 1944 بسعة 6700 م3 للتخلص من مواد ملوثة. أما المنشأة فكانت عبارة عن حفرة سطحية أنشأت بالقرب من Oak Ridgeملبئة بنفايات غير مهيأة. استخدمت هذه الطريقة من قبل العديد من المنشآت النووية في العالم. ولقد طورت أساليب التخلص من النفايات المشعة منذ ذلك الوقت بشكلٍ كبير حيث أخذ في الحسبان فترة خزن النفاية وسعة المخزن وملائمة المخزن لأنواع مختلفة من النفايات وفي منشآت ومحاجر متطورة.

تتطلب نفايات الوقود النووي المستهلك ونواتج الانشطار المركزة الناجمة عن منشآت إعادة معالجة الوقود المستهلك إلى درجة عالية من العزل، إذ تستخدم مواقع جيولوجية للتخلص على أعماق تصل إلى مئات الأمتار تحت الأرض. يمكن أيضاً استخدام التوضعات الجيولوجية العميقة للتخلص من النفايات المشعة ذات التراكيز المنخفضة من النكليدات المشعة. تعتمد طرائق التخلص من النفايات المشعة ذات النشاطية المرتفعة على مبدأ الحواجز المتعددة ولابد من اعتبار كل من تشكل النفاية، الحاويات، طبيعية منشأة التخلص (الطبقات) التوضعات الجيولوجية، تثبيط النكليدات المشعة من النفاية إلى المحيط الحيوي. وبالتالي إذا فشل أحد الحواجز لما هو مصمم له، ستؤمن الحواجز الأخرى الأمان. ومن الأمور الهامة الواجب أخذها في الحسبان لدى تطوير إستراتيجية للتعامل مع النفايات المشعة الصلبة، الجرعة الإشعاعية المستقبلية الناجمة عن طرائق التخلص من النفايات المشعة وخاصة النفايات ذات الأعمار النصف الطويلة. ولابد أيضاً بعد دفن النفايات، التأكد من أن النفايات تتفكك وتغسل وتنتقل بعد فترة من الزمن إلى المحيط الجوي للإنسان. وهذا يعني أن للأجيال القادمة حق الحماية من الأفعال الحالية.

من العوامل الرئيسة التي تساعد على انتشار المواد المشعة من مواقع التخلص للبيئة المحيطة الرياح والأمطار والفيضانات والزلازل أو المياه الجوفية المغذية للآبار والأنهار في منطقة الخزن أو عن طريق امتصاص في النباتات ذات الجذور العميقة أو بنتيجة التحليل بعض مكوناتها بفعل البكتيريا مما يساعد على تصاعد بعض الغازات المحملة بالمواد المشعة. ولهذا يجب أن تحقق مواقع التخلص من النفايات المشعة متطلبات نذكر منها أن تكون من المناطق الثابتة جيولوجيا وخالية من التشققات وأن تكون معزولة برواسب جيولوجية تكفي لمنع تسرب أي مادة مشعة كما يجب أن تكون خالية من المياه السطحية ولا يحتمل أن تتعرض للفيضانات ويفضل خلوها من المياه الجوفية وإن وجدت يبعد أعلى منسوب للمياه عدة أمتار عن قاع منطقة التخزين مع ضرورة أن تكون حركة المياه الجوفية محددة ولا تؤدي إلى أي من الاتجاهات المغذية لمجاري المياه أو المستنقعات أو إلى مناطق مساوية أو تشققات جيولوجية. وتشمل دراسات اختيار موقع التخلص من النفايات المشعة بجمع البيانات المتاحة للأماكن المقترحة واستبعاد المناطق التي لا تتوافر فيها متطلبات الأمان الكافي، ثم التعرف على المناطق المفضلة ميدانياً ثم إجراء دراسات معمقة للمواقع التي يتوافر فيها العوامل الكفيلة بعدم انتشار المواد المشعة إلى الإنسان والبيئة على المدى الطويل. ومن الأمور المؤثرة في مجال المفاضلة بين المواقع الخواص الهيدرولوجية المتعلقة بالموقع الجيولوجي ومصادر المياه والعوامل البيولوجية والكثافة السكانية وسبل استغلال المنطقة في مشروعات مستقبلية مثل التعمير والإسكان والزراعة أو التنقيب عن الثروات المعدنية أو البترولية أو مصادر.

ومن حلول التخلص النهائي للنفايات المشعة منخفضة ومتوسطة ومرتفعة النشاط الإشعاعي والتي أصبحت متوفرة و مدروسة بيئيا بشكل معمق ومستخدمة في العديد من بلدان العالم، استخدام تقانات جديدة لإدارة النفايات المشعة والتخلص منها وهي قابلة للتطبيق والتطوير. و من هذه التقانات، إعادة معالجة النفايات المشعة عالية النشاط الإشعاعي لاستخلاص البلوتونيوم واليورانيوم والمواد الانشطارية غير المرغوب بها والأكتينيدات إذ يمكن استخدام البلوتونيوم كوقود في مفاعلات الماء الخفيف أو مفاعلات الكاندو الكندية. يمكن إعادة تدوير اليورانيوم الناجم عن مفاعلات الماء الخفيف كوقود أو يمكن استخدامه في تطبيقات أخرى، على أية حال، إن اتخاذ القرار في إعادة تدوير الوقود النووي محدد باعتبارات عديدة مثل تكلفة خيارات إدارة ودورة الوقود، توفر الموارد والرغبة في استخلاص الطاقة من اليورانيوم والقدرة على خزن الوقود المستهلك وقيمة الطاقة المستردة من اليورانيوم والبلوتونيوم من أجل صناعة وقود جديد.

شارك في هذا العدد:
د. محمد سعيد المصري *د. رياض شويكاني*
د.م. يحيى لحفي *د.عبد القادر بيطار*
د. عصام أبو قاسم *أ. أسامة أنجق*
أ. ابراهيم عواد

للمراسلة: هيئة الطاقة الذرية السورية—قسم الوقاية والأمان
دمشق - سوريا - ص.ب 6091
هاتف: 00963112132580- فاكس: 00963116112289 -
بريد إلكتروني: protection@aec.org.sy
الموقع الالكتروني: www.aec.org.sy