



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

في هذا العدد:

* الأحكام العامة للوقاية الإشعاعية في التعرض الطبي
* توضع النكليات المشعة في جسم الإنسان

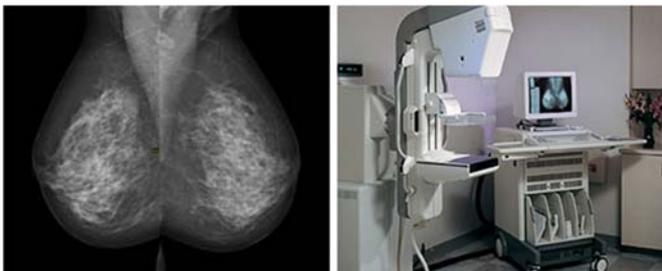
* التشخيص الطبي بالتصوير الهجين
* البطاريات النووية

* التصوير الإشعاعي للثدي
* إزالة التلوث الإشعاعي البيئي

التصوير الإشعاعي للثدي

3. الضاغط Compress: وظيفته تثبيت الثدي وضغطه بين صفيحتين، وذلك للحصول على صورة واضحة خالية من تأثير حركة الثدي، وتخفيض مقدار التعرض الإشعاعي للثدي بتقليل سُمكه.
4. شبكة حجب الأشعة المتبعثرة Anti Scatter Grid: تمتص الفوتونات المتبعثرة عن الثدي والتي تزيد من ضجيج الصورة الناتجة.
5. مستقبل الصورة: وظيفته تحويل التباين الناشئ عن عبور حزمة الأشعة السينية خلال بنية الثدي إلى تباين مرئي في الصورة المظهرة؛ أي إنتاج الصورة بالشكل النهائي. ويتألف مستقبل الصورة في الأنظمة التقليدية من الفلم الحساس للضوء مع شاشة التعزيز ومن الكاشف الرقمي في الأجهزة الرقمية.
6. جهاز التحكم الآلي بالتعرض Automatic Exposure Control (AEC): يوضع كاشف خاص تحت كاشف الأشعة الرقمي. وظيفته الاختيار الأمثل لمعاملات التصوير الإشعاعي (mAs-kV) للحصول على أفضل صورة إشعاعية ممكنة وذلك من خلال تعرض أولي بمستوى منخفض تحسب منه قيم kV المناسبة للتعرض.

وتقدر الجرعة الإشعاعية الوسطية الإرشادية لعدة الثدي الناتجة بـ 3 مللي غراي عند استخدام الشبكة المانعة التبعثر بـ 1 مللي غراي بدون استخدامها من أجل ثدي ذي بنية شحمية وغدية متماثلة.



يعطي التصوير الإشعاعي للثدي صورة ذات تباين عالٍ لأنسجة الثدي تسهم في الكشف المبكر عن سرطان الثدي. وتخضع جميع النساء بعد سن معين إلى البرامج الوطنية للكشف المبكر عن سرطان الثدي. ففي أمريكا مثلاً، توصي الجمعية الأمريكية لسرطان بإجراء تصوير إشعاعي للثدي للنساء ذوات الأعمار بين 35 و40 سنة كصورة مرجعية أو دورياً مرة كل سنة أو سنتين للنساء بين سن 40 و50 سنة ثم إجراء تصوير واحد سنوياً بعد سن الخمسين. تساعد هذه البرامج في الكشف المبكر عن إصابة الثدي بأفات سرطانية وبالتالي تقدم المعالجة المناسبة للمريض والتخفيف من آثارها السيئة. وتتميز أجهزة تصوير الثدي الإشعاعية بتكيفها مع شكل نسيج العضو المصور (الثدي) وكثافته من حيث استخدام أشعة سينية ذات طاقات منخفضة والحاجة إلى صورة ذات تباين جيد، وتمتاز أجهزة الماموغرافي الرقمية عن مثيلاتها التقليدية بقدرتها على إمكانية تحسين مظهر الصورة الإشعاعية الناتجة بالإضافة إلى إمكانية نقل الصورة وحفظها إلكترونياً. كما يستخدم التصوير الإشعاعي للثدي للتوضيح الصحيح للإبر أثناء أخذ الخزعات منه من أجل تحليلها نسيجياً.

ويتكون نظام تصوير الثدي من مجموعة من الأجزاء الأساسية التالية:

1. أنبوب الأشعة السينية: وهو العنصر الرئيسي في المنظومة والمسؤول عن توليد حزمة الأشعة السينية المستخدمة في عملية التصوير، ويستخدم مصعد من مادة الموليبدوم وذلك لأسباب تتعلق بطاقة فوتونات الأشعة السينية المطلوبة، حيث إن طاقة الأشعة المميزة الصادرة عن هذا العنصر هي حوالي 20 keV.
2. محددات الساحة الإشعاعية Collimator: وهي صفائح أسطوانية الشكل أو مخروطية مبطنة بالرصاص، تستخدم في توهين الأشعة السينية غير المتجهة نحو منطقة الهدف، أي أنّ وظيفتها توجيه الحزمة الإشعاعية وتحديد حجمها وشكلها.

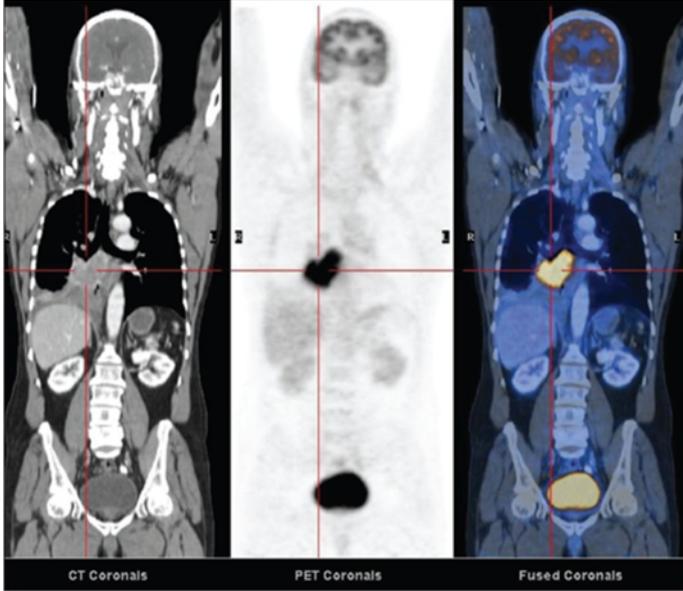
التشخيص الطبي بالتصوير الهجين

في المنطقة المصوّرة، ولكنها لا تعطي تفاصيل تشريحية دقيقة عن تموضع هذا النشاط الوظيفي؛ فمثلاً: ظهور بقعة مضيئة ضمن عضلة لا يعطي معلومات أكيدة فيما إذا كان هناك انتقال خبيث إلى العضلة أم إلى العظم القريب من العضلة! بالنتيجة، يحتاج الطبيب في بعض الحالات الحرجة إلى كلا المعلومتين، التشريحية والوظيفية، لكي يقرر التشخيص النهائي والدقيق للمريض.

تقليدياً، يحصل الطبيب على صورة واحدة نتيجة دمج صورتين (Image fusion)، حيث تقدّم كل طريقة تصوير صورة خاصة بما للمريض نفسه وبزمنين مختلفين، ويقوم طبيب الأشعة بمقارنة الصورتين بصرياً جنباً إلى جنب. إن هذه الطريقة اليدوية هي مصدر لكثير من الأخطاء بسبب صعوبة إجراء المطابقة بين صورتين من نظامين مختلفين وخاصة عندما تكون الحالة معقدة. من جهة أخرى،

إن اختلاف تموضع المريض على السرير لكل صورة و/أو تغير أماكن الأعضاء الداخلية أثناء التصوير يجعلان عملية المطابقة صعبةً حتى من أجل صورتين متتاليتين من نظام تصوير واحد!

وقد ساهمت أنظمة التصوير الهجين الحديثة في استبعاد المشاكل الناجمة عن تصوير المريض في زمنين مختلفين وخففت من التشوهات الناجمة عن تموضع المريض على السرير في كل جهاز تصوير بشكل مختلف عن جهاز التصوير الآخر. ومعاًن هذه الأجهزة غالبية الثمن ومكلفة للمريض، إلا أنها



سمحت بالحصول على المعلومات التشخيصية المطلوبة بإجراء اختبار واحد حيث يكون المريض مستقياً بدون حراك على السرير الذي ينتقل به من تقنية تصوير لأخرى. وتقوم برمجيات وخوارزميات خاصة بمعالجة الصور الناتجة وتسجيلها وإجراء عملية دمج الصور الناتجة من كلا التقنيتين، ويجري ذلك بشكل آلي أو بشكل نصف آلي حيث يكون تدخل طبيب الأشعة مطلوباً في بعض الحالات لإجراء المطابقة بشكل أفضل.

تُظهر الصورة المرفقة مقطعاً جبهياً لمريض جرى تصويره على جهاز PET/CT وتبدو البنية التشريحية واضحة في الصورة على اليسار وهي صورة المقطعي المحوسب، ويظهر ومضان قريب من الرئة اليمنى في صورة التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني (الصورة في الوسط)؛ وبعد معالجة الصور ودمجها تبين الصورة على اليمين مكان وجود الآفة بشكل واضح.

انتشرت حديثاً طرائق تصوير طبية تعتمد في عملها على دمج نوعين من الطرائق التشخيصية وذلك بهدف الحصول على معلومات متكاملة من صورتين وسميت التقنية الجديدة بالتصوير الهجين (Hybrid Imaging). بالطبع، إن الدمج سيكون بين طريقتين مختلفتين، فمثلاً يمكن دمج طريقة تُظهر التوصيف التشريحي لجسم المريض بطريقة أخرى تظهر الحالة الوظيفية للأعضاء مثل: التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني مع المقطعي المحوسب (PET/CT)، والتصوير المقطعي أحادي الفوتون مع المقطعي المحوسب (SPECT/CT)، والتصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني مع الرنين المغنطيسي (MR/PET)، والتصوير المقطعي أحادي الفوتون مع الرنين المغنطيسي (MR/SPECT)....إلخ.

ومن فوائد التصوير الهجين أنه يزيد الدقة في تشخيص الأمراض، وهو خطوة مهمة باتجاه الطب الإفرادي (Individualized Medicine) حيث تكون المعلومات والإجراءات مناسبة لحالة كل مريض على حدة، وهو يفيد أيضاً في إحكام المراقبة خلال الإجراءات التدخلية، ويقلل في بعض الحالات من كمية التعرض الإشعاعي، وذلك باستعمال طريقة تصوير إشعاعية بقدرٍ بسيط ومن ثم تُستعمل طريقة تصوير لا إشعاعية كالتصوير بالأصوات فوق الصوتية مثلاً. إن أبلغ قيمة تشخيصية يمكن أن تحتويها الصور الطبية هي الإجابة عن التساؤلين التاليين: ماذا يحدث بالضبط؟ وأين يحدث في الجسم بدقة؟.

من جهة أولى، تقدّم تقنيات التصوير التشريحي (Anatomic imaging technologies)، مثل التصوير بالرنين المغنطيسي والتصوير المقطعي المحوسب، وصفاً واضحاً للخصائص المورفولوجية للمريض مثل حجم الأعضاء وشكلها أو وجود كتل مشكوك بأمرها موجودة في مكان ما، ولكن دون إعطاء معلومات عن الخصائص الوظيفية لهذه الأنسجة؛ فمثلاً: ظهور كتلة مريبة في صورة تشريحية للثدي الأيسر لمريضة، ولكن لا يوجد معلومات أكيدة فيما إذا كانت هذه الكتلة ورماً خبيثاً أم مجرد تليف! ومن جهة ثانية، تُستعمل بعض تقنيات التصوير الوظيفي (Functional imaging technologies) مواداً صيدلانية موسومة بنظائر مشعة، مثل التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني والتصوير المقطعي أحادي الفوتون، وذلك بهدف الحصول على معلومات وظيفية عن نشاط الخلايا

الأحكام العامة للوقاية الإشعاعية في التعرض الطبي

المادة 49: الأحكام العامة

ب. تعد التعرضات التالية غير مبررة:

1. أي فحص إشعاعي يجري لأغراض غير مهنية أو قانونية أو لأغراض التأمين الصحي دون وجود علاقة أو حاجة له بتشخيص سريري، ما لم يتوقع منه توفير معلومات مفيدة عن صحة الفرد المتعرض، أو ما لم يبرر ذلك الذين يطلبون هذا النوع بالذات من الفحص وبالتشاور مع الجهات المعنية.

2. الفحص الإشعاعي للمجموعات السكانية الذي ينطوي على تعرض طبي، ما لم تكن الفوائد المتوقعة للأفراد الذين يتم فحصهم أو للسكان ككل كافية لتعويض الضرر الإشعاعي الذي يمكن حدوثه، بما فيها التكاليف الاقتصادية والاجتماعية.

3. يعد تعريض الأشخاص للإشعاع في البحوث الطبية غير مبرر ما لم يتفق مع الأحكام الواردة في إعلان هلسنكي 1964 وتعديلاته، ويتبع المبادئ التوجيهية الخاصة بتطبيق هذا الإعلان والتي أعدها مجلس المنظمات الدولية للعلوم الطبية ومنظمة الصحة العالمية، وبما يتفق مع القوانين والأنظمة النافذة.

أ. لا يجوز إجراء تعرض إشعاعي طبي لأي مريض سواء بغرض التشخيص أو العلاج إلا بناء على طلب من طبيب ممارس.

ب. لا يجوز تحديد شروط التعرض الطبي إلا من قبل طبيب مختص في مجال الأشعة أو المعالجة الإشعاعية أو الطب النووي أو من قبل الذين تجيز لهم القوانين والأنظمة النافذة ذلك.

ج. لا يجوز إجراء التعرض الطبي إلا من قبل الأطباء والفنيين الإشعاعيين المحاز لهم بذلك وفق القوانين والأنظمة النافذة وطبقاً لما يحدده طبيب مختص وفق الفقرة (ب) أعلاه.

د. على الأطباء والفنيين الإشعاعيين الالتزام بمتطلبات الوقاية الإشعاعية وأمان المصادر وأمنها، سواء عند تحديد شروط التعرض الطبي المطلوب أو في أثناء إجرائه.

هـ. بالنسبة للمعالجة الإشعاعية عن بعد أو بالتماس يجب أن يكون تطبيق أحكام القواعد المتعلقة بالمعايرة وقياس الجرعات

و ضمان الجودة من قبل فيزيائي ذي تأهيل مناسب، أو تحت إشرافه.

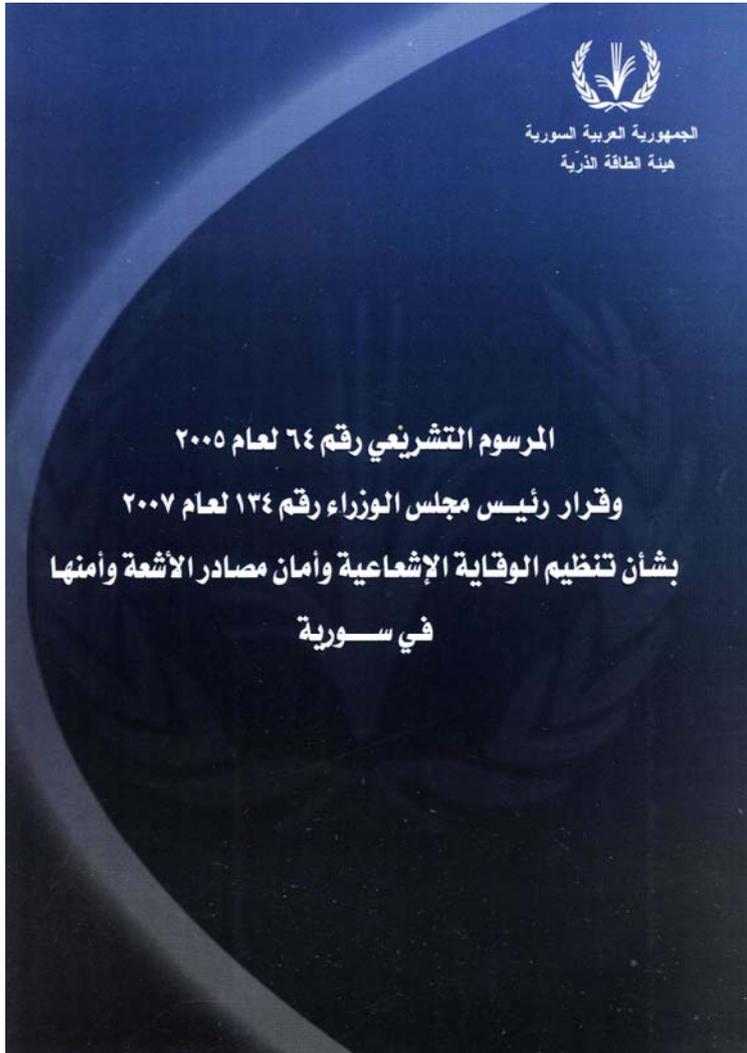
المادة 50: تبرير التعرض الطبي

أ. على الأطباء الذين يطلبون تعرضاً طبياً وفق الفقرة (أ) من المادة 49 أو الذين يقومون بتحديد شروط تعرض طبي وفق الفقرة (ب) منها ضمان أن يكون هذا التعرض الطبي مبرراً عن طريق مقارنة الفوائد التشخيصية أو العلاجية التي يحققها بالضرر الإشعاعي الذي قد يحدثه، على أن تؤخذ بعين الاعتبار فوائد ومخاطر التقنيات البديلة المتاحة التي لا تنطوي على تعرض طبي.

المادة 51: استمثال التعرضات الطبية التشخيصية

أ. على المستثمر استمثال التعرضات الطبية التشخيصية للمرضى بحيث تكون عند أدنى حد يمكن التوصل إليه بشكل معقول وتكفي للحصول على المعلومات التشخيصية المطلوبة.

ب. على المستثمر ضمان تزويد المرضى خلال إجراء تعرض طبي لهم بمعدات الوقاية اللازمة واتخاذ الإجراءات الضرورية لتقليل تعرض الأعضاء وأماكن الجسم غير المستهدفة بالتعرض الطبي مباشرة.



إزالة التلوث الإشعاعي البيئي

أو مراقبته. وتطبق المعالجة في حالتي الملوثات الإشعاعية وغير الإشعاعية والتي من المحتمل أن يكون لها تأثير مؤذ على الصحة والبيئة. وليس من الضروري أن تكون المعالجة إزالة كاملة للتلوث أي إعادة الموقع إلى حالته الطبيعية. وتعرف الحالة النهائية (End State) للموقع بأنه المعيار المحدد مسبقاً قبل إجراء المعالجة، للحالة التي ستكون بها عملية المعالجة منتهية وكافية لخفض الخطورة إلى درجة مقبولة.

تتضمن المعالجة الكاملة أربعة نشاطات رئيسة وهي:

- تحديد مميزات وخصائص الموقع الأولية واختيار معايير المعالجة.
- تحديد خيارات المعالجة وأمثلتها والموافقة على خطة المعالجة من الجهات التنظيمية.
- تنفيذ خطة المعالجة.
- إدارة الموقع بعد المعالجة.

قامت هيئة الطاقة الذرية السورية في الفترة ما بين 1996 و2012 بالإشراف على عمليات معالجة التربة الملوثة بالمواد المشعة الطبيعية في حقول النفط السورية. وشملت الأعمال تحديد التربة الملوثة بالمواد المشعة الطبيعية وإزالة التلوث الإشعاعي بناءً على نتائج المسح الإشعاعي الغماوي الأولي وحجم التربة الملوثة بالمواد المشعة الطبيعية حسب المعيار السوري للتخلص والإزالة، حيث جرى إعداد خطة للإزالة وسلمت إلى مكتب التنظيم النووي والإشعاعي في الهيئة. تحوي هذه الخطة نتائج المسح الغماوي ووصفاً مختصراً لحالة المنطقة الملوثة ومقترح التخلص والإزالة إضافة إلى إجراءات أعمال الإزالة وبرامج المراقبة بعد الانتهاء من أعمال الإزالة وإعادة التأهيل. أما المعيار المستخدم لاختيار طريقة الإزالة والمعالجة والتخلص من التربة الملوثة ذات النشاط المرتفع (أعلى من 5.2 بكرل/غ) فيعتمد على عدة عوامل منها حجم التربة الملوثة المراد التخلص منها وحجم موقع الخزن أو التخلص وتوافره، تكلفة المتر المكعب من التربة الملوثة فيما لو احتاج الأمر إلى مخزن إضافي أو سعة تخلص إضافية والأعمال المدنية لنقل النفاية من موقع لآخر وموافقة الهيئة التنظيمية وغيرها من العوامل، وبعد أن تمت دراسة العوامل السابقة، جرى اعتماد الاختيار التالي من قبل المختصين بتجريف التربة الملوثة الموجودة في البحيرات والقنوات حتى وصلت حد التلوث إلى حد الإزالة المسموح به ونقل التربة الملوثة (تراكيز الراديوم 226 فيها أعلى من 5.2 بكرل/غ) إلى حفر تجميع لهذه النفاية. أنشئت حفر التجميع بتوسيع بحيرة تبخير أو اثنتين في كل حقل. فرشت الحفر أسفل المادة المشعة وفوقها بطبقة كثيفة من الطفلية نفوذيتها من مرتبة 910 مم/ ثانية، ومن ثم طمرت بتربة نظيفة جرى رصها بعد ذلك. جرى تشكيل الطبقة الكثيفة بمزج الوحل من بحيرات تجميع الوحل مع طفل (Clay) طبيعي بنسبة وزنية 4 طفل/1 وحل بالإضافة إلى كميات محددة من كربونات الكالسيوم (Lime). جرى نشر المزيج وكبسه. استعمل الوحل كمادة مثبتة للتربة الملوثة. جرى وضع برنامج مراقبة غاز الرادون في الهواء والتربة وتراكيز الراديوم 226 في المياه الجوفية كجزء من خطة إزالة التلوث.

تؤدي النشاطات النووية والحوادث الإشعاعية المختلفة إلى ارتفاع مستويات النكليدات الطبيعية والصناعية في الأوساط البيئية المختلفة (التربة، المياه،...). إذ يختلف التوزيع الكمي والجغرافي للمناطق في دول العالم تبعاً لمصدر التلوث والسقوط الجوي الناجم إما عن اختبارات الأسلحة النووية أو حوادث محطات الطاقة النووية كحادثة تشيرنوبل وفوكوشيما والتي تعدت الحدود الإقليمية، كما وتنتج عن بعض الصناعات مثل صناعة النفط والغاز والصناعة الفسفورية واستخراج المعادن لتلوثات بالمواد المشعة الطبيعية والتي تعد أقل خطورة. بالإضافة إلى ذلك، تستخدم مواد كيميائية خطيرة في دورة الوقود النووي وكميات كبيرة من نفايات مشعة أثناء عمليات الاستخراج في المناجم بأكثر من 30 بلداً في العالم. حديثاً، يوجد ملايين من الأطنان المترسبة من النفايات الخطرة المترافقة مع هذه النشاطات.

في الماضي، جرى التخلص من النفايات المشعة ذات النشاطية العالية في حنادق غير مخطط لها، أو في حفر أو في أنابيب نظام المياه الجوفية، ومناجم اليورانيوم المنشأة والأحجار والجداول، سببت هذه الأنشطة أذى لا بأس به في البيئة. يعود انتشار التلوث إلى غياب وجود القوانين البيئية الفعالة في فترة إنشاء هذه المشاريع. ويؤدي وجود مستويات مركزة من المواد النشطة إشعاعياً إلى مخاوف تتعلق بالآثار السلبية المحتملة على البيئة والصحة، والأوضاع الاجتماعية والاقتصادية للبشر وخاصة في المجتمعات المحلية القريبة من مناطق هذه النشاطات بدءاً من استخراج اليورانيوم الخام وحتى تصنيع المكونات النووية والوقود النووي والتخلص النهائي من النفايات.

تعد المعالجة البيئية مهمة شاملة، ولكن بشكل أو بآخر تنطوي تحت مسؤولية السلطات الحكومية، وهذا يشمل البلدان المتطورة والنامية على حد سواء. مثلاً، تشمل المناطق الملوثة في الولايات الأمريكية 4000 منجم لإنتاج اليورانيوم ولكن لعواقب في الميزانية هناك أولوية فقط لمعالجة القليل منها. وغالباً ما توجد المواقع الملوثة، مثل المناجم المهجورة، في البلدان النامية والتي لا يمكن معالجتها بسبب عوائق اقتصادية كبيرة تمنع القيام بالمعالجة أو التحكم بالنشاطات أولاً بالإضافة إلى عدم وجود خبرة محلية ومصادر تنظيمية وبشرية كافية لتنفيذ هذه المشاريع. ومن جهة أخرى، يجب ألا تكون معايير المعالجة محصورة فقط في تحقيق سلامة الإنسان والبيئة من المخاطر الإشعاعية وغير الإشعاعية إنما الحصول على أفضل الفوائد من مشروع المعالجة ضمن الموارد المتوفرة.

لا تعني المعالجة إعادة الموقع إلى وضعه قبل التلوث فمقاييس السلامة الأساسية في تنفيذ أعمال المعالجة لا تعني تخفيض مستويات التلوث إلى حدها الطبيعي، ولكن تقوم الحالة المثلى لعملية المعالجة على معالجة مركزة لخفض الآثار إلى حدها الأدنى والمقبول وليس بالضرورة إحياء كامل الشروط السابقة.

ولهذا تعرّف "المعالجة" بأنها الإجراءات التي تتبع لتخفيف التعرض الإشعاعي الناجم عن التلوث. وتتضمن المعالجة إدارة التلوث سواء بإزالته أو تثبيته أو معالجته

المعالجة من قبل مشرف الوقاية الإشعاعية. وبعد الانتهاء من أعمال الإزالة ، جرى غسل المعدات والعربات باستعمال وحدات نفث مائية كهربائية ميكانيكية وفحصت من أجل التلوث للتأكد من خلوها من التربة الملوثة. جمعت كافة الأجهزة الفردية الملوثة والنفايات الأخرى في أكياس بلاستيكية للتخلص منها.

حفظت كافة التقارير لأهداف التفتيش في حين أرسل مكتب التنظيم النووي فريق التفتيش من مرة لأخرى لمراقبة شروط تطبيق الرخصة وبعد ذلك نفذ مسح إشعاعي نهائي للمناطق التي جرت معالجتها ومن ثم التحقق من الأعمال التي أجريت حسب متطلبات الرخصة. بالإضافة إلى ذلك، جمعت عينات



مياه بهدف التحليل وذلك من عدة آبار مراقبة حفرته حول مناطق الحفر بالإضافة إلى آبار زراعية موجودة في المنطقة. وبشكل عام، احتوت معظم العينات المحللة على تراكيز منخفضة نسبياً من نظائر الراديوم (^{224}Ra , ^{226}Ra , ^{228}Ra) وأقل من الحد الأدنى لكشف أنظمة التعداد.

كما شملت إجراءات الوقاية الإشعاعية أثناء عملية المعالجة التحكم بغبار التربة الملوثة المحمولة بالرياح برش المياه خلال أعمال كشط وتحميل ورمي التربة الملوثة. كما جرى غسل المعدات خلال أعمال الإزالة لتقليل تجمع التلوث عليها آخذين

في الحسبان موقع وقوف العاملين في الاتجاه المعاكس لاتجاه الرياح، أما إجراءات مراقبة دخول العمال إلى الموقع وخروجهم فكانت بإشراف مسؤول الوقاية الإشعاعية في حين كانت إجراءات الأعمال المدنية بإدارة مهندس مدني. وقد جرى إبقاء العمال والمشرفين في الجهة المخالفة للرياح مع ارتداء ألبسة الوقاية الفردية والمؤلفة من أفرول وحذاء سلامة وقبعة وقفازات إضافة إلى أقنعة من نوع FFP3 وارتداء كافة السائقين أجهزة الوقاية الفردية مع إبقاء أبواب

عرباتهم موصدة على تشغيل مكيف هواء العربة. كما كان من الضروري إجراء قياسات التلوث الإشعاعي بشكل دوري ولهذا تطلب وجود فني بشكل دائم لإجراء هذه القياسات. كما جمعت عينات تربة سطحية وحُللت لتعيين نشاط الراديوم 226. وبالإضافة إلى ذلك، أجريت المسوحات الإشعاعية لكافة المناطق

البطاريات النووية

تمتاز البطارية النووية عن باقي أنظمة توليد الكهرباء بأنها قديرة ومدجة وموثوقة، ويمكن إنتاجها واستعمالها ضمن حد أدنى من المخاطر على المشغل والبيئة. يُعد اختيار النظير المشع المناسب (الوقود) أساسياً للبطاريات النووية الفضائية، إذ يجب أن يمتاز بعمر نصف طويل وإشعاع نفوذ ضعيف وكثافة طاقة ونوعية عالية وصيغة ثابتة مع درجة انصهار عالية، ويجب أن يكون إنتاج الوقود ممكناً وبكلفة معقولة، وأن يكون استعماله آمناً في الظروف العادية والطارئة.

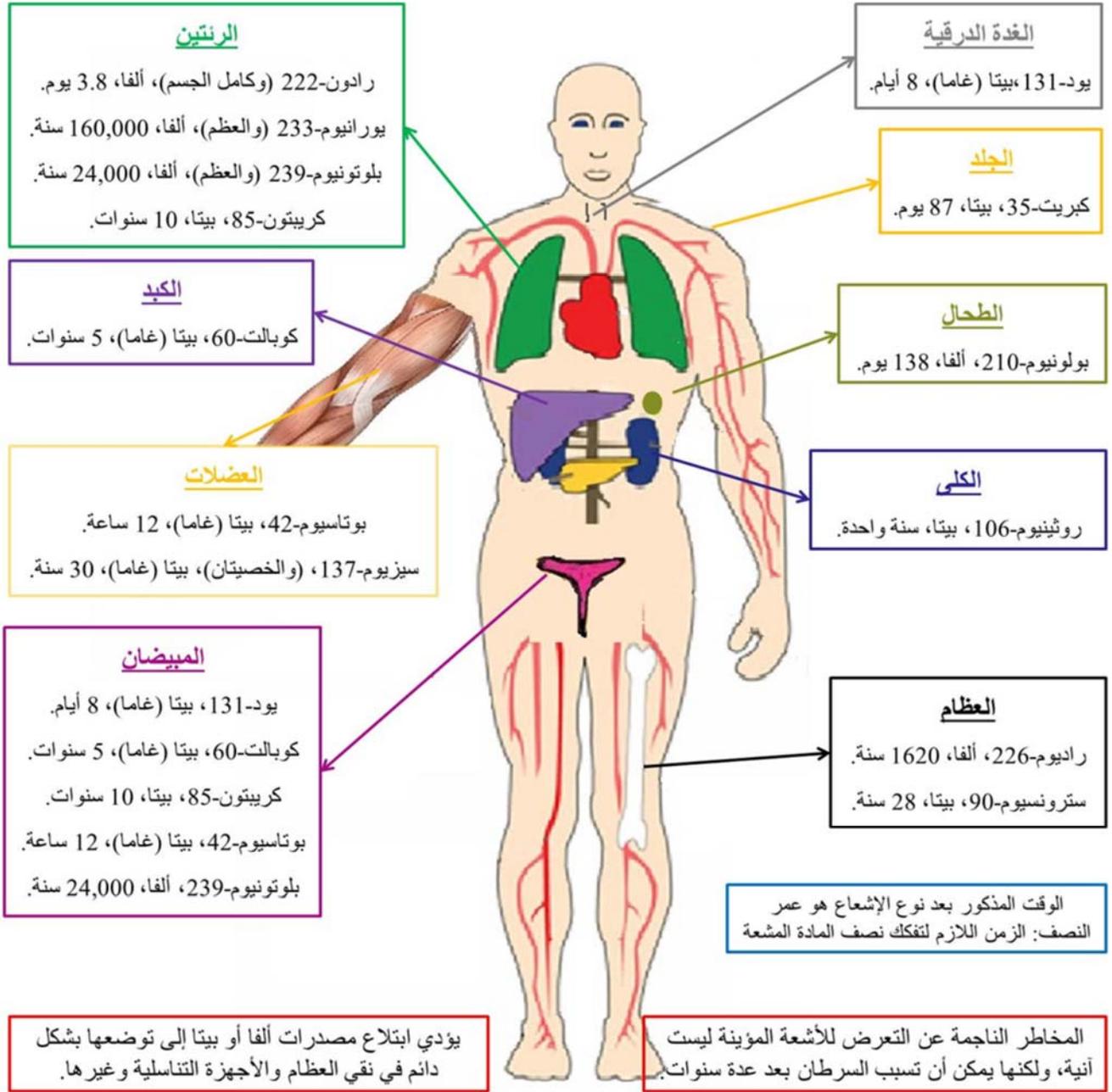
بطارية نووية تُحوّل طاقة إشعاع بيتا إلى كهرباء باستخدام أنصاف النواقل.



البطارية النووية (nuclear battery) هي نظام توليد طاقة كهربائية يستمد طاقته من تفكك النوى المشعة. تتفوق البطارية النووية كثيراً على غيرها في الاستخدامات المديدة والجديدة في الفضاء والمناطق النائية، حيث يولد 1 ملغ من المادة الفعالة في بطارية الليثيوم الكيميائية 0.3 mW.hr، في حين يولد 1 ملغ من المادة الفعالة في بطارية تحتوي على البولونيوم 210 النووية 3000 mW.hr. تُبين هذه المقارنة أن استطاعة البطارية النووية أعلى بأربع مراتب منها من الكيميائية. تتألف البطارية النووية من قسمين رئيسيين هما: كتلة نظير مشع ونظام لتحويل طاقة الإشعاع إلى كهرباء، وتُسمى كتلة النظير المشع اصطلاحاً بالوقود. يُبين الجدول التالي أهم النظائر المشعة المستخدمة في البطاريات النووية وأهم مزاياها، إذ يلاحظ أن لل ^{210}Po أعلى استطاعة نوعية وكثافة استطاعة مقارنة ببقية النظائر.

النظير	الإشعاع	طاقته KeV	عمر النصف γ	النشاطية النوعية Ci/a	الاستطاعة النوعية W/a	كثافة الاستطاعة W/cm ³
^{63}Ni		17	100	57	0.0067	0.056
^3H	β	5.7	12	9700	0.33	-
^{90}Sr		930	29	140	0.98	2.5
^{210}Po		5300	0.38	4500	140	1300
^{238}Pu	α	5500	88	17	0.56	11
^{244}Cm		5810	18	81	2.8	38

توضع النكليدات المشعة في جسم الانسان



للمراسلة:

هيئة الطاقة الذرية السورية - قسم الوقاية والأمان

دمشق - سوريا - ص.ب 6091

هاتف: 00963112132580 - فاكس: 00963116112289

بريد إلكتروني: protection@aec.org.sy

الموقع الإلكتروني: www.aec.org.sy

شارك في هذا العدد:

د. محمد سعيد المصري د. م. يحيى لحفي

د. عبد القادر بيطار د. خالد حداد

د. جمال عبد الله

الإخراج الفني: زهير شعيب