



نشرة الوقاية الإشعاعية وأمان المصادر المشعة

العدد العاشر - الربيع الثالث 2014

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

أهمية المسح الوطني لتركيز الرادون في المنازل



أثبت مؤخراً - من خلال العديد من الدراسات الوبائية - أن التعرض لفترات طويلة ولعدة سنوات لغاز الرادون ونواتج تفككه في المنازل يزيد خطر الإصابة بسرطان الرئة. يهدف الحدّ من تعرض الناس لغاز الرادون في الأماكن المغلقة والمخاطر المقابلة له، فقد أوصت اللوائح الدولية بتنفيذ برامج وطنية شاملة لقياس غاز الرادون في المنازل والمقارنة مع المستويات المرجعية (استبدال حديثاً مفهوم مستوى العمل (التدخل) بمفهوم المستوى المرجعي، وهو مستوى من الجرعة أو الخطر حيث يكون من غير المناسب السماح بحدوث التعرض فوقه، وأدناه يجب تطبيق الوقاية المثلى. في حين أنه من أجل المفهوم السابق من مستوى العمل، تطبق الإجراءات فقط في حالة مستويات أعلى من مستوى العمل) بحيث يوصى بتطبيق الإجراءات المناسبة للحدّ من تركيز الرادون.

ومن أجل الاختيار الأمثل للمستوى المرجعي الوطني، من المهم معرفة تأثير القيم المختلفة الممكنة لهذا المستوى، على سبيل المثال العدد التقديري للمنازل التي تحوي تركيزاً للرادون أعلى من هذا المستوى. وبالتالي، يُعدّ المسح الوطني الممثل للسكان، إحدى الخطوات الأولى لبرنامج رادون وطني شامل يهدف إلى الحدّ من مخاطر التعرض للرادون.

وعلى الرغم من أن جرعة الرتين الناتجة عن التعرض للرادون في المنازل تعود بشكل رئيسي إلى منتجات تفكك الرادون أكثر من غاز الرادون نفسه، فإن تركيز الرادون هو الأكثر صلة بالجرعة من تركيز منتجات تفككه، وبالتالي فإن قياسات تركيز الرادون تكون مناسبة لتقييم خطر الإصابة بسرطان الرئة. وبما أن التقنيات البسيطة وغير المكلفة للقياس طويل الأمد لتركيز الرادون أصبحت متاحة منذ سنوات عديدة،

لمحة حول كتاب معايير الأمان الأساسية الدولية في الوقاية الإشعاعية



هذا الكتاب من منشورات الوكالة الدولية للطاقة الذرية وهو طبعة جديدة من معايير الأمان الأساسية الدولية (2014). منذ نشر الطبعة السابقة في عام 1996، جرى تنقيح محتويات الطبعة الأولى بشكل واسع. ويتضمن هذا الكتاب متطلبات لحماية الناس والبيئة من الآثار الضارة للإشعاع المؤين وسلامة مصادر الإشعاع. الكتاب المطبوع متاح باللغة الإنجليزية فقط، ويتضمن القرص المضغوط المرفق مع الكتاب الأساسي ترجمات النص إلى اللغات العربية والصينية والفرنسية والروسية والإسبانية. محتويات الكتاب: (1) مقدمة؛ (2) المتطلبات العامة للحماية والسلامة؛ (3) حالات التعرض المخططة؛ (4) حالات التعرض لحالات الطوارئ؛ (5) حالات التعرض الموجودة؛ الجدول الأول: الإعفاء والتخليص؛ الجدول الثاني: فئات المصادر المختومة لاستخدامها في الممارسات الشائعة؛ الجدول الثالث: حدود الجرعة لحالات التعرض المخططة؛ الجدول الرابع: معايير لاستخدامها في الاستعداد (التأهب) لحالات الطوارئ والاستجابة لها؛ ضم: المعايير العامة لاتخاذ إجراءات وقائية وإجراءات المواجهة الأخرى في حالات التعرض لحالات الطوارئ للحدّ من خطر الآثار العشوائية.

من المناسب جداً للمهتمين في الوقاية الإشعاعية الاطلاع على هذا الكتيب وقراءة كل ما هو جديد من توصيات خاصة بالوقاية الإشعاعية، ويمكن تحميله مجاناً من موقع الوكالة الدولية للطاقة الذرية على العنوان التالي:

http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1578_web-57265295.pdf

في هذا العدد:

- أهمية المسح الوطني لتركيز الرادون في المنازل
- لمحة حول كتاب معايير الأمان الأساسية الدولية في الوقاية الإشعاعية وأمان المصادر المشعة
- التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني PET
- الهاتف الخليوي، صحة الإنسان تحت اختبار طويل الأمد
- أنواع مقاييس الجرعة الإشعاعية المستخدمة في المراقبة الفردية
- قياس الجرعة الإشعاعية داخل جسم الإنسان In Vivo Dosimetry
- التكليدات المشعة الطبيعية الناتجة عن توليد الكهرباء بالفحم

التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني PET



بالاعتماد على أماكن ورود الفوتونات. تكون الدقة المكانية للصورة من 4 إلى 7 ملم. ويمكن تحسين جودة الصورة الناتجة عبر تطبيق مفهوم تصحيح التخميدات (بسبب مرور الفوتونات لأنسجة مختلفة قبل وصولها إلى الكاميرا). يدمج حالياً ال PET مع ال CT لإعطاء

صورة ذات دقة أكبر. يتطلب هذا التصوير قبل إجرائه التأكد من عدم وجود حمل بالنسبة للنساء وعدم القيام بأي جهد عضلي قبل الفحص (لعدم تحفيز خلايا العضلات على الاستهلاك الزائد للسكر) وكذلك إعلام الطبيب في حال الإصابة بداء السكري إضافة إلى ترك فترة زمنية مناسبة بعد العمليات الجراحية (شهرين) والمعالجة الإشعاعية (4 أشهر) والمعالجة الكيميائية (3 أسابيع). ويجري الفحص على مرحلتين:

المرحلة الأولى: يمدد المريض على سرير ويحقن ويريداً بالمادة المشعة الممددة بمحلول ملحي ويجب أن يبقى مرتاحاً وبدون حركة لمدة ساعة تقريباً.

المرحلة الثانية: يقوم المريض بإفراغ المثانة قبل أن يمدد على طاولة الجهاز ليتم تصويره خلال 20-40 دقيقة وبحيث يكون جزء بسيط من الجسم فقط ضمن حلقة الكواشف التي لا تصدر أي ضجيج.

تقدر جرعة المريض الإشعاعية الناتجة عن التصوير بالإصدار البوزيتروني بحوالي 10 mSv، حيث يحقن المريض بما يعادل 3-5 MBq/Kg من مادة FDG والتي تختلف قيمتها بحسب عمر المريض ووزنه. وبعد حوالي 12 ساعة تكون المادة المشعة قد طرحت عن طريق البول نظراً لعمر النصف القصير للمادة والذي يبلغ 110 دقيقة.

يعد التصوير البوزيتروني (PET أو Positron Emission Tomography) تقنية تصوير تشخيصية تهدف إلى إظهار صور ثلاثية الأبعاد لبعض أعضاء الجسم لاستقصاء وجود ورم سرطاني أو نقيلات سرطانية فيها وذلك عن طريق القياس الثلاثي الأبعاد للفعالية الحيوية للعضو المراد فحصه بواسطة الإصدارات البوزيترونية الناتجة عن تفكك مادة مشعة محقونة بالمريض سلفاً والمتركة في العضو المدروس. يتم حقن المريض بمادة معروفة الخواص والفعالية البيولوجية ضمن الجسم على أن تكون موسومة بذرة مشعة مثل الفلور-18 مصدرية للبوزيترونات والذي يفنى كل منها على شكل فوتونين متعاكسين في الاتجاه بطاقة 511 keV يسمح للكشف عن مسار هذين الفوتونين بواسطة مجمع كاميرا PET بتحديد مكان صدورهما وبالتالي نسبة تركيز المادة ضمن العضو الصادرة عنه. تُعرض هذه المعلومات الكمية على شكل صورة تعكس مستويات ألوأما نسبة تركيز المادة في منطقة العضو. تمكن هذه التقنية من مشاهدة الفعالية الحيوية للخلايا وبالتالي الكشف عن بعض الأمراض التي تحدث خللاً في العمل الوظيفي للخلايا وإمكانية الكشف المبكر عنها حتى قبل حدوث التغيرات التشريحية للأعضاء المصابة بها.

يجري هذا التصوير عادة في مراكز الطب النووي، حيث يحقن المريض بمادة ذات فعالية إشعاعية منخفضة عبر الدم التي غالباً ما تكون الفلور المشع (F-18) المحمل على جزيء من السكر ليعطي 18F-fluorodéoxyglucose أو اختصاراً F18-FDG والتي تثبتت على الأعضاء المستهلكة للسكر في الجسم كالدماغ - عضلة القلب والأنسجة السرطانية. يمكن التقاط الأشعة الصادرة عن هذه المادة على شكل بوزترون يتفاني مع إلكترون من الوسط بعد مسافة حوالي 1 ملم على شكل فوتونين غاما بطاقة (511 KeV) متعاكسين في الاتجاه بواسطة كاميرا PET. تستقبل الكواشف الموضوعية ضمن الحلقة المحيطة بالمريض الفوتونات الساقطة بنفس الوقت مما يسمح بمعرفة المستقيم لكل إصدار من الفوتونات المتعاكسة الاتجاه. ومن ثم تقوم خوارزمية حاسوبية ببناء صورة ثنائية أو ثلاثية الأبعاد للجسم المصور وذلك

الهاتف الخليوي، صحة الإنسان تحت اختبار طويل الأمد



التعرض؛ وأنه قد ظهر الورم لدى الأشخاص المصابين في أغلب الأحيان في الجانب الموافق لجهة الاستخدام الأكثر شيوعاً للهاتف الخليوي.

قرر المركز الدولي لأبحاث السرطان

(CIRC) وضع الأمواج الكهرومغناطيسية

المستخدمة في مجال الهاتف الخليوي ضمن

تصنيف الفئة (2B) وهي تشمل كافة

المعاملات التي من الممكن أن تكون

مسرطنة للإنسان. وبانتظار تعديلات

جديدة، فقد وضع الإنسان وبشكل خاص الأطفال تحت اختبار مهمّ وطويل الأمد يحاول معرفة الأثر الصحي للأمواج الكهرومغناطيسية المستخدمة في تقنيات الهاتف الخليوي. وإلى أن تظهر نتائج هذا الاختبار، سيكون من الأفضل تجنب الاستخدام المفرط للهواتف الخليوية وبشكل خاص من قبل الأطفال، واستعمال سماعة الأذن السلوكية التي تسمح باستخدام الهاتف الخليوي دون وضعه بمحاذاة الرأس، وأيضاً، تجنب استخدام الهاتف الخليوي في السيارة أو في مناطق التغطية الضعيفة.

بضعة عقود مرت على وضع تقنيات الهاتف الخليوي في خدمة عموم الناس؛ ومنذ ذلك الحين والإنسان يتعرض بشكل متزايد للأمواج الكهرومغناطيسية التي تبثها أجهزة وشبكات الهاتف الخليوي. فعلى الأقل، أكثر من خمسة مليارات هاتف خليوي والملايين من محطات الإرسال الخاصة بشبكات الهاتف الخليوي تنتشر حول العالم وتضيف إلى بيئة الإنسان نوعاً جديداً من التلوث الكهرومغناطيسي.

أقيمت حول العالم مؤتمرات عديدة ناقش خلالها الباحثون والمهتمون الآثار الحيوية والصحية للهاتف الخليوي، وصدرت عن هذه الاجتماعات العديد من التوصيات التي أكدت على ضرورة القيام باختبارات شاملة تشرف عليها جهات بحثية مستقلة من أجل دراسة احتمال حدوث الأورام نتيجة استخدام الهاتف الخليوي. لقد بينت بعض النشرات العلمية والرسمية، استناداً إلى عدد من الدراسات الإحصائية، وجود زيادة تصل إلى حوالي 50% في حالات أورام الرأس والمخ، وبشكل خاص لدى الأطفال، وذلك خلال الفترة بين العامين 1999 و2009. ولقد ربط العلماء ذلك بانتشار أجهزة الهاتف الخليوي بين الأطفال تحت سن البلوغ. من جهة أخرى، لم تستطع الدراسات العلمية إثبات وجود رابط سببي بين استخدام الهاتف الخليوي والخطر المتزايد للإصابة بأورام الرأس. ولكن بينت النتائج الإحصائية أن الأشخاص الأكثر تعرضاً للأمواج الهاتف الخليوي هم أكثر عرضة للإصابة بأورام الرأس والدماغ من الأشخاص قليلي

أنواع مقاييس الجرعة الإشعاعية المستخدمة في المراقبة الفردية



ب. احتزان الطاقة: أي يجب أن يحدث امتصاص للطاقة في مادة التألق أثناء التعرض للأشعة.
ج. القدح الحراري للتألق: لا يمكن حدوث التألق الحراري إلا بتسخين مادة التألق.
يجب أن يتم اختيار مادة التألق الحراري المناسبة لقياس الجرعة بناءً على معرفة دقيقة بالتطبيق المطلوب، كأن يكون مناسباً لقياس الجرعة الفردية أو للمراقبة البيئية أو من أجل التطبيقات الطبية الأخرى. وبشكل عام، يتم تقييم أداء مقياس الجرعة عن طريق اختبار مجموعة من الخصائص مثل الخطية ومجال قياس الجرعة والاستجابة الطاقية وثبات المعلومات المختزنة إضافة إلى تجانس المجموعة وغيرها. تقوم المراقبة الفردية على تقدير وتحديد الجرعات الإشعاعية التي يتعرض لها الأفراد، والهدف هو الالتزام بمحدّ الجرعة الموصى به في ICRP و IAEA للعمال المعرضين مهنيًا أما حدّ الجرعة الموصى به فهو القيمة العظمى للجرعة المكافئة والتي لا يتوقع أن تسبب ضرراً للعامل طيلة فترة عمله.

تستخلص بيانات الجرعة من مقاييس التألق الحراري حرارياً بالتسخين بعد تعرضها للأشعة لفترة زمنية معينة وباستخدام أجهزة قراءة خاصة. ويعتمد مبدأ قراءة الكاشف على إخضاع الكواشف لعملية معالجة حرارية معقدة لإفراغ سويات الأسر المختلفة من حوامل الشحن الحرة. تأخذ الفوتونات الضوئية بالصدور نتيجة حوادث إعادة الالتحام. يتم التقاط الفوتونات الضوئية بمضاعفات فوتونية ضوئية محولة الإشارة الضوئية إلى إشارة كهربائية يتم تمثيلها على شكل منحنيات كثافة تسمى منحنيات التألق.

يظهر الشكل التالي الفلم بادج (ذا اللون الأزرق) بوضعه المغلق بحالة الاستخدام وبوضعه المفتوح لإظهار المرشحات التي بداخله. ويظهر أيضاً الفيلم، صنع شركة Foma التشيكية، والذي يوضع بداخل الحامل الأزرق بعد طباعة الرقم الخاص بالعامل على الفلم. وعلى اليسار مقياس التألق الحراري من شركة Harshaw الأمريكية والبطاقة المعدنية التي توضع بداخل الحامل الأسود ويوجد بداخل البطاقة رقاقة تألق حراري من مادة LiF.

تهدف المراقبة الإشعاعية الفردية إلى تقدير الجرعة الإشعاعية التي يتعرّض لها العاملون في مجال الأشعة، لضمان عدم تجاوزها حدود الجرعة الموصى بها دولياً. كما تهدف إلى التأكد من سلامة نظام ومكان العمل وإنذار الأشخاص والجهات المعنية. في حالات حدوث خلل ما. تستخدم عدة أنواع من مقاييس الجرعة الفردية ولكن أشهرها المراقبة بالأفلام (Film badge) ومقاييس التألق الحراري (TLD) ومقاييس التألق بالحث الضوئي (OSL). تستخدم هيئة الطاقة الذرية السورية الأفلام ومقاييس التألق الحراري لمراقبة العاملين في مجال الأشعة.
أولاً: كواشف المستحلبات التصويرية (الفلم بادج).

يمكن تقدير الجرعة الفردية باستخدام أفلام المستحلبات التصويرية نظراً لخاصيتها المتمثلة في إمكانية احتفاظها بإشارة متناسبة خطياً مع الجرعة الإشعاعية المسجلة على الكاشف، واستخراج تلك الإشارة باستخدام الأجهزة المناسبة وتتضمن معالجة الأفلام كيميائياً لتحويل الجرعة المسجلة على الفلم إلى أحيلة). وتمر عملية استخراج المعلومة من الفلم بادج بمرحلتين هما:

أ. التحميض: وتتضمن معالجة الأفلام كيميائياً لتحويل الجرعة المسجلة على الفلم إلى أحيلة مرئية.

ب. قراءة الكثافات الضوئية: يتم في هذه المرحلة تقدير درجة اسوداد الفلم، والمتناسبة مع قيمة الجرعة التي عرّض لها، باستخدام مقياس خاص (مقياس الكثافة الضوئية). والمقياس من حيث المبدأ يعتمد على إظهار نسبة الشدة الضوئية العيارية رقمياً عند المرشحات المختلفة دون وجود الفلم إلى الشدة الضوئية بوجوده. تحفظ الأرقام الناتجة عن هذه المرحلة ضمن سجل قراءة الكثافات الضوئية لاستخدامها فيما بعد في حساب الجرعة.

ثانياً: كواشف التألق الحراري (TLD):

التألق الحراري هو الإصدار الضوئي المنبثق عن العازل أو نصف الناقل نتيجة تسخينه أو هو الإصدار المنبثق حرارياً والذي يتبع امتصاص كمية من طاقة نتيجة التعرض للأشعة. ويمكن من التعريف السابق استنتاج الشروط الثلاثة الأساسية لقدح التألق الحراري وهي:

أ. أن تكون المادة عازلة أو نصف ناقلة: إذ إن المواد الناقلة لا تبدي خواص تألقية.

قياس الجرعة الإشعاعية داخل جسم الإنسان In Vivo Dosimetry



يُعرف قياس الجرعة الإشعاعية داخل جسم الإنسان بأنه إجراء قياسات للجرعة الإشعاعية على المريض أثناء المعالجة باستخدام كواشف إشعاعية موضوعة في أماكن يسهل الوصول إليها مثل الجلد (الحالة المثلى أن يتم قياس الجرعة في العضو المعالج). يهدف قياس الجرعة الإشعاعية داخل الجسم إلى كشف مصادر الأخطاء وعدم الوثوقية وتصحيحها، وتقييم النوعية العامة لتقنية العلاج المستخدمة في مراكز المعالجة، وقياس الجرعة الإشعاعية من أجل الحالات التي يكون فيها حساب الجرعة غير دقيق أو في حال كانت شروط المعالجة مختلفة عن تلك أثناء التخطيط والحساب، وقياس الجرعة الإشعاعية في بعض النقاط الحساسة: مثل الأعضاء الحساسة.

يشكل قياس الجرعة الإشعاعية داخل الجسم مرحلة مهمة وأساسية من مراحل ضبط جودة المعالجة؛ ويتم هذا القياس حالياً عن طريق قياس الجرعة عند نقطة دخول الأشعة إلى الجسم وعند نقطة خروجها منه مما يسمح بتخمين الجرعة الممتصة داخل الجسم. وهنا لا بد من الحديث عن مفهوم جرعة منتصف العمق التي تعبر عن الجرعة المقيسة على عمق يساوي نصف سماكة جسم الإنسان المعالج وفقاً للمحور المار من مركز الورم. ويتم تحديد قيمة جرعة منتصف العمق من خلال علاقة رياضية بسيطة تتمثل بجداء القيمة الوسطى لجرعة الدخول والخروج مضروبة بمعامل تصحيح يأخذ في الحسبان مختلف معاملات المعالجة والتي تشمل طاقة حزمة الأشعة وأبعاد الحقل

الحرارة والمسافة ومعدل الجرعة واللاتجانس في النسيج الحية. من خلال التقنيات المستخدمة في قياس الجرعة الإشعاعية داخل الجسم، يمكننا تمييز صنفين أساسيين من هذه الكواشف:
الكواشف الكهربائية: يعتمد مبدأ عمل هذه الكواشف على ظاهرة تولد تيار كهربائي ناتج عن تفاعل الإشعاع مع مادة الكاشف، كما هو الحال على سبيل المثال في الدبورات التي يحدث فيها تغير في شدة التيار الكهربائي، والترانزستورات (MOSFET) التي يحصل فيها تغيرات في فرق الكمون نتيجة تعرضها للإشعاع.
2) كواشف التألق: تعمل هذه الكواشف من خلال تفاعلها مع الإشعاع الذي يولد فوتونات ضوئية ذات طول موجة مميز لمادة الكشف المستخدمة فيها. من أهم الكواشف التي تعمل على ظاهرة التألق على سبيل المثال كواشف التألق الحراري TLD وكواشف التألق المستحث بالضوء OSL والألياف البصرية.

النكليدات المشعة الطبيعية الناتجة عن توليد الكهرباء بالفحم

على الرغم من وجود الكثير من وسائل توليد الطاقة، فإن حرق الفحم ما يزال مستخدماً في العديد من دول العالم العظمى. يصل إنتاج العالم من الفحم الحجري القاسي إلى حوالي 3.7-3.5 غيغا طن مع احتمال تزايد استهلاك الفحم الحجري في المستقبل. وتنتج كل من الصين والولايات المتحدة الأمريكية وهند أكثر من ثلثي إنتاج العالم من الفحم الحجري في حين يبلغ عدد المحطات التي تحرق الفحم الحجري لتوليد الطاقة الكهربائية ما قدره 705 محطة. يُعدُّ توليد الطاقة الكهربائية بواسطة الفحم الحجري أكثر صناعات الطاقة تلويثاً للبيئة. وتشاهد آثار هذه الصناعة من الاستكشاف واستخراج الفحم الحجري إلى معالجته ونقله لتوليد الطاقة الكهربائية إلى التخلص من نواتج الفحم المحترق. تطلق هذه الأنشطة كميات هائلة من الملوثات السامة في الهواء وفي المياه وفي التربة.

يحتوي الوقود الأحفوري كالفحم الحجري على النكليدات المشعة الطبيعية من سلسلتي اليورانيوم 238 والثوريوم 232 والبوتاسيوم 40. يعتمد تركيز النكليدات المشعة الطبيعية في الفحم الحجري والنفايات الصلبة والسائلة الناجمة عن عمليات الاستخراج على محتوى توضعات الفحم الحجري الجيولوجية من النكليدات المشعة الطبيعية، وكما يعتمد تركيز النكليدات المشعة الطبيعية في الرماد والمتبقيات نتيجة حرق الفحم الحجري على تراكيز هذه النكليدات في الخام المستخدم كوقود وللتحري عن حركة النكليدات المشعة الطبيعية أثناء دورة حياة الفحم الحجري (من المنجم إلى الاستهلاك)، من المهم معرفة تركيز هذه المواد وتوزعها وكيفية تركز النكليدات المشعة الطبيعية في الفحم الحجري والنفايات الصلبة والمائية والرماد والخبث والمتبقيات الأخرى. يصل تركيز اليورانيوم 238 في الفحم الحجري إلى قرابة 400 بكريل/كغ.

يجري استخراج الفحم الحجري من مناجم مفتوحة أو من مناجم تحت سطحية كما هو الحال في الصين وأوروبا والبرازيل، وينجم عن عمليات الاستخراج كميات كبيرة من النفايات الصلبة وحجم كبير من مياه التصريف والتي تحوي تراكيز مركزة من المواد المشعة الطبيعية وعلى وجه الخصوص الراديوم 226 الذي يكون منحلأ في المياه ذات الملوحة المرتفعة، إذ يمكن أن يصل تركيزه إلى 390 بكريل/ل وتراكيز الراديوم 228 إلى 20 بكريل/ل.

يحترق الفحم الحجري فتتراكم النكليدات المشعة الطيارة مثل الرصاص 210 والبولونيوم 210 في الرماد المتطاير وفي العوالق الهوائية المنطلقة عبر مداخن محطات توليد الطاقة الكهربائية. ومن أجل مقارنة انبعاثات محطات توليد الطاقة الكهربائية التي تعمل على الوقود الأحفوري للبيئة المجاورة أثناء التشغيل الروتيني مع المفاعلات النووية، نورد في الجدول أدناه مقارنة بين جرعة عموم الناس الناجمة عن استخدام محطة نووية وأخرى تعمل على الفحم الحجري، إذ يلاحظ ارتفاع قيمة الجرعة الإشعاعية الناجمة عن إصدارات محطات الطاقة العاملة على الفحم الحجري، ويعود هذا الفرق إلى التحكم الدقيق بإصدارات المفاعلات النووية للبيئة المحيطة. تعود الجرعة الإشعاعية الناجمة عن محطات الطاقة الكهربائية العاملة على الفحم الحجري إلى وجود تراكيز مرتفعة نسبياً من النكليدات المشعة الطبيعية التابعة لسلسلة اليورانيوم 238.

مقارنة الجرعة الإشعاعية لعموم الناس من محطة تعمل على الفحم الحجري (طاقة 1000 ميغا واط) ومحطة نووية بطاقة 1000 ميغا واط

العضو	جرعة عموم الناس (ريم/رجل/سنة)	
	محطة نووية PWR	محطة تعمل على الفحم
كامل الجسم	13	21
العظام	20	225
الرئتان	9	29
الغدة	12	21
الكلية	9	50
الكبد	10	29



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. رياض شويكاني

د.م. يحيى لحفي د. عبد القادر بيطار

د. عصام أبو قاسم أ. أسامة أنحق

د. أنس إسماعيل

تم التدقيق اللغوي في مكتب الترجمة بالهيئة.