نشرة الوقاية الإشعاعية وأمان المصادر المشعة

العدد الثالث ـ الربع الرابع 2012

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

في هذا العدد:

★ إرشادات وقائية خاصة بالمرضى المعالجين باليود المشع I-131 ★ برنامج نظام معلومات التعرض المهني الإشعاعي الداخلي في سورية (سوريس) ★ وقاية العاملين في الصناعة النفطية من المواد المشعة الطبيعية NORM ★ الفوائد البيئية للطاقة النووية – حقائق ★ ماهي كارثة فوكوشيما؟ أهي هزة أرضية؟ أم تسونامي؟ أم كارثة قوانين وتنظيم نووي ★ الآثار الحيوية للحقول الكهرطيسية ومفهوم معدل الطاقة النوعية المتصة (SAR) ★

إرشادات وقائية خاصة بالمرضى المعالجين باليود المشع I-131

تسمح جرعة المعالجة باليود 131 بالكشف عن أية خلايا ورمية أو أنسجة متبقية من الغدة الدرقية ومعالجتها. تجرى المعالجة باليود عادة ضمن غرفة مستقلة في المشفى ولإجراء المعالجة الإشعاعية باليود المشع بشكل يحد من التعرضات غير المبررة، لابد من اتباع الارشادات الوقائية التالية:

قبل المعالجة:

- الامتناع ولمدة شهر على الأقل قبل إجراء المعالجة عن تناول أية مستحضرات قد تحتوي على اليود (كبعض أقراص الفيتامينات، مضادات السعال،...) أو القيام بتصوير شعاعي يتطلب مادة ظليلة تحتوي على اليود كتلك المستخدمة أثناء تصوير الشرايين أو التصوير المقطعي المحوسب.
- التوقف عن تناول أدوية هرمون الغدة الدرقية قبل ستة أسابيع من القيام بالمعالجة باليود (وذلك بالتنسيق مع الطبيب المعالج).
- إجراء عدد من التحاليل المخبرية للدم في صباح اليوم المحدد للمعالجة باليود للتأكد من أن الأنسجة الغدية المتبقية يتم تحريضها بشكل ملائم، وكذلك القيام باختبار للحمل فيما إذا كانت المريضة بسن الإنجاب.
- بالنسبة للسيدات وحرصاً على سلامتهم يجب ابلاغ الكادر الطبي وقبل تناول الجرعة فيما إذا كنَّ يرضعن أطفالهن أو حوامل أو لديهن أدنى شك بذلك.

أثناء المعالجة وإقامة المريض في المشفى:

يخصص المريض بغرفة منفردة (إن أمكن) ويتم إعطاؤه بعض الأدوية المخففة لأية أعراض محتملة للغثيان وذلك قبل تقديم الجرعة. ويتوجب على المريض البقاء في الغرفة المعزولة في المشفى لمدة أربعة أيام وسطياً للحد من تعريض الآخرين للإشعاع حيث يتم خلالها تقديم كافة الإرشادات الضرورية له من قبل الكادر التمريضي في المشفى مع قيام مختص من المشفى بمراقبة النشاط الإشعاعي الصادر عن المريض وبالتالي تقرير موعد عودته إلى المنزل.

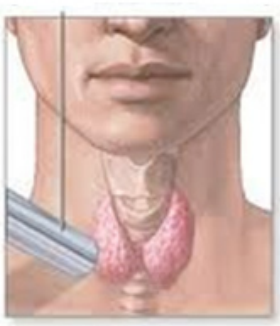
بعد المعالجة والخروج من المشفى:

يجب على المريض التقيد بالتعليمات الوقائية التالية ولمدة سبعة أيام على الأقل:

- تجنب الاحتكاك القريب أو لفترات طويلة مع النساء الحوامل أو الأطفال الصغار وبحيث أن تكون المسافة الفاصلة بين المريض والمحيطون به مقدار طول ذراع واحد على الأقل.
- تجنب التنقلات غير الضرورية في وسائل النقل العام أو الذهاب إلى الأماكن المكتظة بالناس والتي من الممكن أن تقترب من امرأة حامل فيها.
- بعد استعمال المراحض من قبل المريض يجب القيام بتنظيفه جيداً ولمرتين متتاليتين والتأكد من غسل اليدين جيداً في كل مرة.
- عدم الذهاب إلى العمل إذا كان يتطلب عمله الاتصال مع الناس لفترات طويلة.
- عدم السماح لأحد بالنوم في المريض وخاصة إذا كان عمره أقل من 50 عاماً.
- يجب غسل اليدين جيدا قبل تحضير الطعام ويجب عدم السماح لأفراد أسرة المريض بمشاركته الأواني الخاصة به وتجنب الأنشطة التي قد تنطوي على تبادل اللعاب كالتقبيل مثلاً.
- يجب إخطار قسم الطب النووي المعالج عند القيام بمراجعة أية مشفى خلال الأسابيع الأربعة التالية لتناول المريض الجرعة.
- بالنسبة للسيدات يجب الحرص على عدم الحمل لمدة ستة أشهر من تاريخ المعالجة باليود.

كاشف إشعة غاما لقياس النشاطية الإشعاعية للغدة الدرقية

تناول جرعة اليود المشع

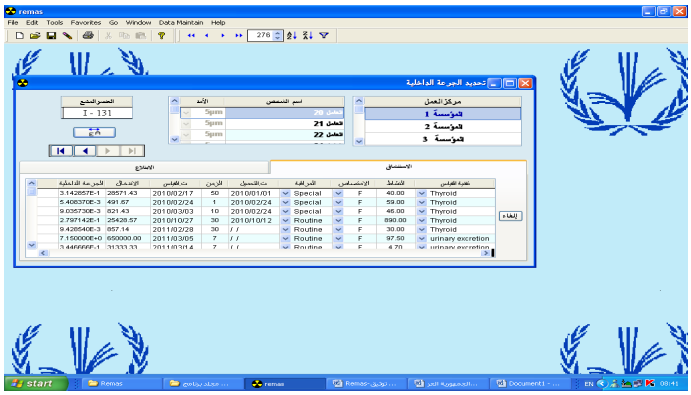


برنامج نظام معلومات التعرض المهني الإشعاعي الداخلي في سورية (سوريس)

يقوم مخبر الجرعة الداخلية في قسم الوقاية والأمان في هيئة الطاقة الذرية بمراقبة التعرضات الإشعاعية الداخلية للعاملين المعرضين مهنياً للإشعاع الداخلي بهدف مراقبة التلوث الداخلي الناجم عن اندخال النظائر المشعة المختلفة في المجالات التطبيقية وذلك للتأكد من تطبيق قواعد الوقاية الإشعاعية. وتجرى المراقبة الداخلية عادة بجمع عينات بيولوجية مختلفة مثل الدم والبول وتحلل إشعاعياً لتحديد تراكيز النكليدات المشعة فيها ومن ثم تحديد الجرعة التي يتلقاها العامل نتيجة الاندخال.

تم مؤخرا إنشاء برنامج حاسوبي يمكّن المستخدمين من تقدير الاندخال والجرعة الإشعاعية الداخلية للعاملين المعرضين مهنياً للإشعاع وذلك بالنسبة لجميع النكليدات المشعة الموجودة في نشرة ICRP /78 وبعض النكليدات المشعة الهامة المستخدمة طبياً مثل اليود 131. تم تسمية هذا البرنامج بـ "سوريس-SOREIS» وهو اختصار لـ Syria occupational radiation exposure information system. ويتضمن البرنامج أنظمة أساسية لأرشفة وتوثيق البيانات وهذا بدوره يسهل عملية تنظيم البيانات لمراقبة الأشخاص المعرضين مهنياً للمواد المشعة المفتوحة وتقييم نتائج المراقبة.

إن برنامج سوريس مناسب للمخابر التي تعمل في مجال تقدير الاندخال المهني وأيضاً لمستخدمي المواد المشعة الذين تجرى لهم مراقبة روتينية وبحاجة لوقاية إشعاعية. يقدم برنامج سوريس إمكانية الحصول على أنواع مختلفة من التقارير، وهو برنامج واضح وسهل الاستخدام. أما البيئة البرمجية المنفذ بها البرنامج فهي مايكروسوفت فيجوال فوكس برو (Microsoft Visual Foxpro). ويتم تشغيل هذا البرنامج ضمن نظام ويندوز مايكروسوفت XP وهو نظام ثنائي اللغة (العربية والإنكليزية) من حيث واجهات التخاطب والتقارير ويوزع من قبل هيئة الطاقة الذرية السورية.



وقاية العاملين في الصناعة النفطية من المواد المشعة الطبيعية NORM

تصنف تراكيز المواد المشعة الطبيعية الناتجة إثر عمليات صناعة النفط والغاز ضمن الفعاليات ذات النشاط الإشعاعي المنخفض (Low Specific Activity)، وهذه المواد المشعة كغيرها من مصادر الإشعاعات تحمل في طياتها واقع مخاطرها، فهي تؤدي إلى تعرضات إشعاعية خارجية تنشأ في المقام الأول عن أشعة غاما في حال تعرض الأفراد لها من خارج الجسم أو تسبب تعرضات إشعاعية داخلية تؤثر في أعضاء وأنسجة الجسم من الداخل إذا وجدت طريقها إلى داخل الجسم عبر المنافذ المفتوحة كاستنشاق الغبار الناشئ عن أعمال التنظيف وغيرها عن طريق التنفس أو دخول المواد المشعة عن طريق الطعام أو الشراب الملوث أو عبر الجروح المفتوحة أو مسامات تعرق الجلد، وتنتج هذه التعرضات عن جسيمات ألفا وبيتا.

ولتقليل احتمال حدوث هذه التأثيرات فإنه يتطلب عند كل إجراء تنفيذ كافة التعليمات الناظمة للتعامل مع الإشعاع والأخذ بالتوصيات والقوانين الدولية والقواعد المحلية الناظمة، ومراعاة تحقيق المبادئ الأساسية للوقاية الإشعاعية بما فيها تبرير الممارسات Justification، الاستمثال Optimization والحد من التعرضات Dose Limit، وعليه يجب حماية الأفراد من التعرضات الخارجية الناتجة عن أشعة غاما وذلك بالتقيد بحدود الجرعة المعتمدة لعموم الناس وهي 1 ميلي سيفرت/سنة وذلك بمراعاة أسس الوقاية الإشعاعية وهي المسافة والتدريع والزمن. ويعد تطبيق أسس الوقاية الإشعاعية من أجل حماية الأشخاص العاملين في مجال الصناعات النفطية غير ممكناً عملياً إلا عن طريق التحكم بالزمن اللازم لتنفيذ أي عمل يرافقه التعرض الإشعاعي، حيث من الصعب عملياً التحكم بالمسافة (حيث يصعب تنفيذ العمل باستخدام أدوات غير اعتيادية)، وكذلك لا يمكن ارتداء لباس مدرع ثقيل الوزن أو وضع حاجز مناسب بين المعدات الملوثة ومكان الوقوف لتنفيذ العمل المطلوب. أما فيما يخص الوقاية من تأثيرات الجرعة الداخلية (التعرضات الداخلية) فيجب أخذ الحيطة والحذر الكافيين لإيقاف أو منع تلوث سطح الجلد الخارجي ومنع دخول النكليدات المشعة إلى داخل الجسم عبر المنافذ المفتوحة حيث ينبغي:

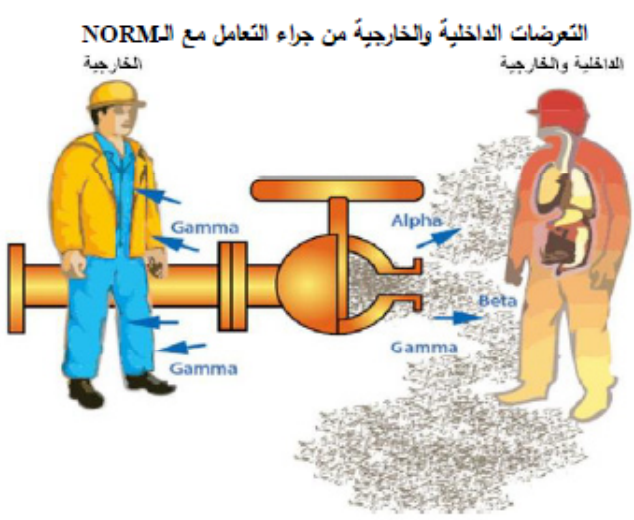
ارتداء اللباس الشخصي الواقي PPE Personal Protective Equipment (أفرول – كمامة ورقية FFP3 – نظارات واقية – كفوف مطاطية) المصمم لمنع دخول الجزيئات إلى داخل الجسم (انظر الشكل). إضافة إلى استخدام معدات أخرى تؤمن وقاية الجسم من بعض الجوانب للحيلولة دون التعرض الزائد تبعاً لظروف العمل RPE Respiratory Protective Equipment (وفيها قناع الوجه الكامل أو قناع نصف الوجه – جهاز مزود بالأوكسجين).

منع تناول الأطعمة وتجرع السوائل والتدخين أو مضغ العلكة في أية منطقة عمل يجري فيها التعامل مع الإشعاع.

ينصح بعدم تكليف الأشخاص المصابين بجروح مفتوحة بالتَّدخل بأي عمل على تماس مع مصدرات الإشعاع في المعدات المفتوحة في محيط العمل، ويجب تضميد الجروح جيداً في حال ضرورة التكليف بهذه الأعمال.

إجراء كشف إشعاعي للتحري عن تلوث العاملين عند خروجهم من المنطقة الملوثة وغسل اليدين والوجه بعد الانتهاء من العمل.

ونظراً لزيادة استخدام والتعامل مع المواد المشعة في العديد من فعاليات الشركات العاملة في قطاع الصناعة النفطية فقد أصبح من الضرورة على كل دولة أن تضع نظاماً يستهدف التدابير والإجراءات الواجبة للوقاية والقواعد والتشريعات وفرض المتطلبات المعنية على الأفراد الذين يمارسون هذه الأعمال ويترتب على المتطلبات تقليل التعرضات الواقعة أو المحتملة وتعاملاً آمناً ونشر ثقافة الأمان والوقاية الإشعاعية لزيادة وعي الفرد والمجتمع وإدراك المخاطر المصاحبة للعمل.



الفوائد البيئية للطاقة النووية - حقائق

تتميز محطات الطاقة النووية بتأثير منخفض على البيئة. فهي لا تتطلب حرق وقود أحفوري مثل الفحم الحجري والفيول، وبالتالي فهي صناعة أنظف من الوقود الأحفوري ولا تسهم في التلوث البيئي. فهي تعتمد على آليات مختلفة في توليد الحرارة، والطاقة الكهربائية عن العمليات الكيميائية المرافقة لاحتراق الوقود الأحفوري، وبالتالي، تنتج المفاعلات النووية كميات كبيرة من الكهرباء دون أن تؤثر على المناخ العالمي، من جهة الاحتباس الحراري والذي تسببه انبعاثات الغازات الدفيئة. يؤدي تزايد استخدام المفاعلات النووية في توليد الطاقة الكهربائية إلى خفض نسبة انبعاثات الغازات الدفيئة عن طريق خفض عدد محطات توليد الطاقة الكهربائية التي تستخدم الوقود الأحفوري. ولدراسة تأثير المحطات النووية على انبعاثات الكربون، يمكن مقارنة تطور قطاع الكهرباء في فرنسا بين العامين 1970 – 1997، حيث ازداد عدد سكان فرنسا بمقدار 13% وازداد الاقتصاد بحوالي 71% وازدادت كمية الكهرباء المنتجة بحوالي 214% في حين تناقصت انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون بحوالي 16% ويعود سبب هذا الانخفاض إلى زيادة نسبة توليد الطاقة الكهربائية باستخدام الطاقة النووية من 6% إلى 77% حيث تمثل الطاقة النووية حوالي 80% من مجمل الطاقة الكهربائية في فرنسا، وعلى الرغم من الاهتمام العالمي بخفض انبعاثات الغازات الدفيئة فإن فرنسا هي الدولة الوحيدة التي استطاعت خفض انبعاثاتها بشكل كبير بسبب خفض اعتمادها على الوقود الأحفوري في توليد الكهرباء. لا تؤثر الطاقة النووية على أحواض الماء المحيطة بها والاعتقاد السائد من قبل الكثير من الناس بأن محطات الطاقة النووية تطرح مياهها في البحيرات أو الأنهار المجاورة والتي يمكن أن تكون ملوثة بالمواد المشعة أو ذات حرارة مرتفعة غير صحيح، فالمياه التي تطرح من المحطة النووية، لا تمزج مع المواد المشعة داخل المحطة ولا يطرح الماء مباشرة في البيئة المائية إلا بعد تبريده في بحيرات التبريد أو أبراج التبريد.

لا تؤثر الطاقة النووية بالحياة البرية بل يمكن أن تؤثر إيجابياً في الحياة البرية وكمثال على ذلك، عندما يبرد الماء ويطلق إلى البيئة فإنه يشكل بعض المناطق المائية حول المحطة مما يسهم في توطيد الحياة البرية وكثرة الأسماك والطيور والحيوانات الأخرى. يقوم بعض مشغلو المحطات النووية، بتطوير محميات حياة برية ومنتزهات في المناطق المحيطة بالمفاعلات النووية حيث تنمو النباتات في التربة الرطبة. و من جهة أخرى، يمكن أن تكون الطاقة النووية أفضل الوسائل لتوفير كميات كبيرة من الطاقة لعدد أكبر من السكان مهما ازداد النمو السكاني العالمي فمحطة نووية واحدة تنتج حوالي 1,000 ميغا واط من الكهرباء وبالمقارنة مع الطاقة المتجددة الريحية، فأكبر مزرعة طاقة ريحية تحوي 545 عنفة ريحية تنتج كل منها 660 كيلو واط .

لا تحتاج المفاعلات النووية مساحات كبيرة من الأراضي لبنائها وتشغيلها كما هو الحال في بعض محطات الطاقات المتجددة كالطاقة الشمسية أو الريحية والتي يمكن أن تؤثر في الحياة البرية، فمثلاً تؤدي عنفات المحطات الريحية إلى قتل الطيور وتغيير عادات الحياة البرية في مواقع تواجدها، وكمقارنة بين المساحات المطلوبة لمحطة نووية وغيرها مثلاً الطاقة الشمسية أو الطاقة الريحية، نفرض أن محطة طاقة نووية تنتج 1,000 ميغا واط، فمن أجل أن تنتج نفس الكمية من الطاقة الكهربائية بواسطة الطاقة الشمسية فإننا نحتاج إلى 35,000 هكتار وحوالي 135,000 هكتار من أجل الطاقة الريحية، في حين تحتاج محطة طاقة نووية فقط 500 هكتار. وعلاوة على ذلك، تستخدم محطات الطاقة النووية مادة اليورانيوم والذي تعد مادة كثيفة جداً بالطاقة، وهذا يعني أن طن متري واحد من اليورانيوم (حوالي 998 كيلو غرام) سيشغل محطة نووية بطاقة 1,000 ميغا واط لمدة أسبوعين، ويأتي هذا الوقود من حوالي 9 $م^3$ طن من أكسيد اليورانيوم المستخرج في حين يتطلب إنتاج نفس الكمية من الطاقة بواسطة الفحم الحجري استخراج حوالي 100,000 طن متري من الفحم ولهذا فإن تأثير استخراج اليورانيوم على البيئة أقل من استخراج الفحم الحجري.

تعد الصناعة النووية أكثر أماناً على الرغم من حادثة تشرنوبيل التي أدت إلى وفيات و تلوث بيئي كبير، فإن هذه الحادثة تعود إلى قدم تصاميم محطة تشرنوبيل وسوء الإنشاء والبناء، ولا يمكن أن تحدث مثل هذه الحوادث في المفاعلات الحديثة والمحطات التي تبنى حالياً بشكلٍ أفضل، و بأمان أعلى.

Byron Nuclear Power Plant

ما هي كارثة فوكوشيما؟ أهي هزة أرضية؟ أم تسونامي؟ أم كارثة قوانين وتنظيم نووي

بدأت كارثة فوكوشيما في الساعة 14:45 من يوم الجمعة 11 آذار 2011 عندما ضربت هزة أرضية عنيفة السواحل الشرقية لليابان قُدّرت شدتها 8.9 وفقاً لمقياس ريختر عند مركزها الذي يقع على عمق يزيد عن 10 كيلو مترات تحت سطح البحر وعلى مسافة 373 كم من العاصمة طوكيو. وأعلنت وكالة الطاقة النووية اليابانية أن حادث فوكوشيما يقع عند المرتبة الرابعة من أصل سبع وفقاً لسلم تصنيف المقياس الدولي للحوادث النووية. أدى الزلزال العنيف إلى تسارع في حركة القشرة الأرضية تحت مباني المفاعلات نحو 5.48 متر/ثا^2، ولم يؤثر ذلك في مباني المفاعلات على الرغم من أنها مصممة لتحمّل تسارع متوسطه 4.40 متر/ثا^2 فقط. ومع ذلك توقفت المفاعلات عن العمل آلياً بسلام. كما أدى هذا الزلزال إلى تشكيل تسونامي ليرتفع منسوب مياه البحر بارتفاع يزيد عن 14 متراً وتضرب المياه السواحل الشرقية لليابان مدمرةً ما يصادفها وغمرت المياه مفاعلات فوكوشيما، حيث تخطت المياه الجدار البحري المصمم لصد تسونامي حتى ارتفاع 5.7 متر ولكنها لم تدمر موجة الفيضان مباني المفاعلات التي صمدت أمام تسونامي.

لم يكن هذا هو الزلزال الأول في اليابان ولن يكون الأخير، وطالما تساءل معارضو الطاقة النووية عن صلاحية بناء مفاعلات نووية في مناطق معرضة لخطر الزلازل مثل اليابان، حيث سبق أن تسبب زلزال ضرب شمال غربي اليابان عام 2007 في اندلاع حريق وقليل من التسربات الإشعاعية في أكبر محطة نووية في العالم والتي تقع في مدينة كاشيوازاكي. و تبين وقتئذٍ أن الشركة المسؤولة عن تشغيل المحطة قد شيدت المنشأة سراً فوق منطقة زلازل نشطة. لكن في فوكوشيما يمكن القول أن الخطأ في التصميم كان بوجود مولدات الكهرباء الاحتياطية ولوحات التحكم الرئيسة في أقبية البناء؛ فالتغذية الكهربائية الأساسية انقطعت عن منظومات تبريد المفاعلات بسبب التسونامي، ولم تنجح مولدات الكهرباء الاحتياطية التي تعمل على الديزل أو بطاريات الطوارئ من استمرارها بالعمل رغم أنها بدأت عملها بشكل جيد لأنها غُمرت بماء الفيضان. أدى ازدياد ضغط البخار داخل المفاعل إلى انحسار مياه التبريد عن قضبان الوقود النووي وحصل انفجار هيدروجيني وليس نووي في اثنين من مفاعلات فوكوشيما نتج عنهما بعض التخريب في مبنى المفاعلين وإصابة عدد من العمال، كما سبب اطلاقات للنظائر المشعة إلى البيئة، إذ بلغ معدل الجرعة قرب المفاعل الأول نحو 10 ميلي سيفرت/سا، ونحو 11.9 ميلي سيفرت/سا قرب المفاعل الثاني. وفي محاولة لتدارك الموقف ومنع الانفجار النووي قامت وحدات الإطفاء بضخ مياه البحر مع مركبات البورون مما أدى إلى تجمّع ما يزيد على 100 ألف طن من المياه الملوثة إشعاعياً، هذا إضافة إلى آلاف الأطنان من الحطام الملوث إشعاعياً في المنطقة المحيطة.

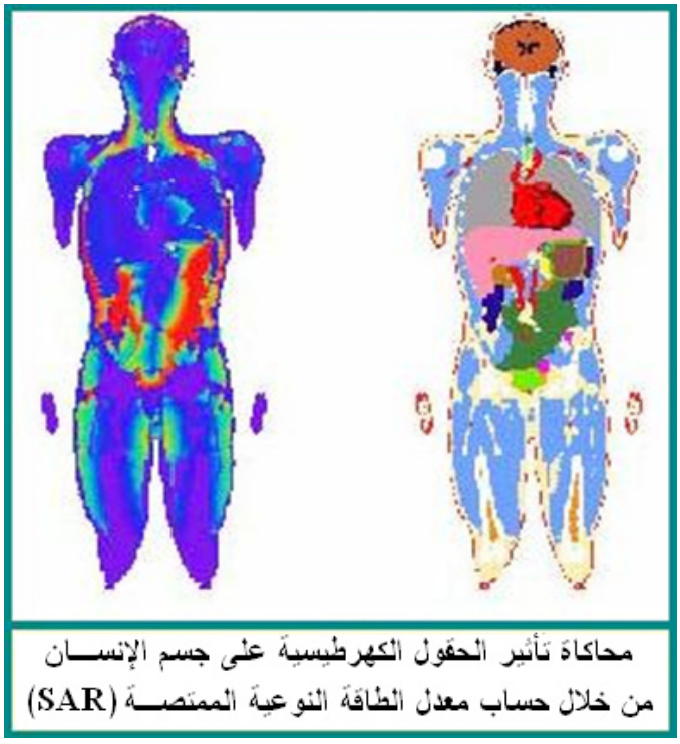
كما شارك في الكارثة القوانين الإدارية للتنظيم النووي، وخشية المشغلين من حيثياتها، إذ يرى نيلز دياز - مهندس نووي - أن اليابان تباطأت في منع زيادة حرارة المفاعل، مثل اتخاذ إجراءات خاصة بإطلاق كمية محدودة من البخار والإشعاع بدلاً من التعرض لخطر الانصهار الكامل وتجمع الهيدروجين الذي سبب الانفجارين. ولعل هذا يرجع إلى ثقافة الضوابط التنظيمية النووية الكثيرة في اليابان. وأضاف «ربما أرادوا الانتظار حتى يتمكنوا من إدارة الأزمة بشكل مثالي عوضاً عن التحرك سريعاً على أفضل نحو ممكن».

حصل ما حصل.. وبات السؤال كيف تعالج الوقاية الإشعاعية المشكلة؛ فقد انتشر التلوث الإشعاعي، وقامت السلطات اليابانية بإخلاء نحو 160 ألف نسمة كانوا يشغلون المنطقة المحيطة بالمحطة النووية وبقطر 20 كيلو متر وما زالوا مهجّرين من بيوتهم. ولابد ... وبرعاية الوكالة الدولية للطاقة الذرية، من مساع دولية على كافة الصعد العلمية والتنظيمية والهندسية والوقائية والعلاجية لمساعدة اليابان في إزالة التلوث الإشعاعي وإعادة تأهيل المناطق المنكوبة، وإجراء ما يلزم لعدم تكرار ما حصل في أي بقعة من بقاع العالم.

الآثار الحيوية للحقول الكهرطيسية ومفهوم معدل الطاقة النوعية الممتصة (SAR)

للحقول الكهرطيسية بشكل عام تأثير مباشر على الأيونات الموجبة والسالبة وعلى حركتها ودورها في الأجسام الحية التي تحتوي بشكل طبيعي كمية كبيرة من المواد القابلة للتأين. تُمتَص الإشعاعات الكهرطيسية على شكل فوتونات تتعلق طاقتها بالتردد، وهي غير قادرة على إحداث التأين في الوسط، ولذلك يمكن تفسير آلية التأثير وفق نموذجين عامين هما الحراري وغير الحراري، فالأثر الحراري يظهر بامتصاص الأيونات الموجودة في الجسم الحي للحقول الكهرطيسية وهذا يؤدي بدوره إلى زيادة اهتزازها وحركتها وتصادماتها في الوسط الحيوي المحيط بها مما يؤدي إلى ارتفاع حرارة الجسم. أما الأثر غير الحراري فيكمن في ظاهرة الاستقطاب المتحرض في الجزيئات والخلايا الذي يؤثر على عملية التبادل الخلوي وانتقال الشحن الكهربائية التي تلعب دوراً هاماً في فتح قنوات العبور في الجدار الخلوي أو إغلاقها كالأيونات المعدنية مثل الكالسيوم والبوتاسيوم. تكون سرعة النمو أعظمية في مرحلة الطفولة وهذا يعني وجود نسبة أكبر من الشوارد في أجسام الأطفال مقارنةً بالبالغين، وبالتالي، تكون تأثيرات الحقول الكهرطيسية على الأطفال أعلى منها على البالغين.

أثبتت الدراسات أن عمق مسار الحقول الكهرطيسية داخل الجسم يتناقص بازدياد تردد الأمواج الكهرطيسية. وبسبب التمييز بين مختلف أجزاء الجسم وبنيتها وخواصها الكهربائية فقد اعتمد مفهوم معدل الطاقة النوعية الممتصة «Specific Energy Absorption Rate» والذي رمزه «SAR» ويقدر بالواط على الكيلوغرام [W/Kg]. يختلف معدل الطاقة النوعية الممتصة (SAR) من نقطة إلى أخرى داخل الجسم الحي حيث يرتبط مباشرةً بالحقل الكهربائي المتولد داخل المادة الحية.



محاكاة تأثير الحقول الكهرطيسية على جسم الإنسان من خلال حساب معدل الطاقة النوعية الممتصة (SAR)

للمراسلة :

هيئة الطاقة الذرية السورية، قسم الوقاية والأمان

دمشق – سوريا – ص.ب 6091

هاتف: 00963112132580

فاكس: 00963116112289

بريد إلكتروني: atomic@aec.org.sy

الموقع الالكتروني: www.aec.org.sy

شارك في هذا العدد:

د. محمد سعيد المصري — د.م. يحيى لحفي

د. عصام أبو قاسم — د. عبد القادر بيطار

أ. ابراهيم عواد — أ. موفق تقي الدين