



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

في هذا العدد:

* تقييم التلوث الإشعاعي في المناطق الحضرية

* دور وواجبات مسؤول الوقاية الإشعاعية

* المخاطر الصحية الناجمة عن التلوث الإشعاعي

* قياس جرعة الأشعة UVA الشمسية بواسطة الأفلام المتلونة بالإشعاع EBT2

* المؤتمر الدولي للأمان الإشعاعي: تحسين الوقاية من الإشعاع عملياً

تقييم التلوث الإشعاعي في المناطق الحضرية

في حالة الإطلاق العرضي أو المتعمد ضمن هذا الموضوع. كان الهدف من WG9 هو اختبار وتحسين القدرة التنبؤية للنماذج المستعملة في تقييم التلوث الإشعاعي في المناطق الحضرية، بما في ذلك تشتت الغمامة المشعة والترسيب، وإعادة توزيع الملوثات على المدى القصير والطويل عقب عمليات الترسيب، وفعالية الإجراءات المضادة (الإجراءات الوقائية، بما في ذلك الإجراءات العلاجية) أو لتقليل التعرض البشري والجرعات الخارجية والداخلية المقابلة. يصف التقرير التفني عمل مجموعة العمل المعنية بالمناطق الحضرية (مجموعة العمل 9)، التي تم إنشاؤها لمناقشة وتوثيق أدوات النمذجة الدولية للاستعمال في البيئات الحضرية في حالة الإطلاق العرضي أو المتعمد.

اعتمد فريق العمل 9 على العمل الذي أنجزته مجموعة عمل الإصلاح الحضري لبرنامج EMRAS I السابق، والذي استمر من 2003 إلى 2007. طوّر فريق العمل 9 ثلاثة تمارين، والتي تم تصميمها لتسهيل المقارنة بين تنبؤات النماذج المستعملة في تقييم التأثيرات الإشعاعية في المناطق الحضرية. تمت مناقشة أسباب التشابه والاختلاف بين تنبؤات النماذج من حيث منهجية النمذجة والعمليات المتضمنة في النماذج والافتراضات وقيم البارامترات المستعملة في النماذج من قبل مختلف المشاركين.

كان تمرين النمذجة الأول عبارة عن تمرين قصير المدى للتشتت في الغلاف الجوي (يُشار إليه فيما يلي باسم "التمرين قصير المدى")، استناداً إلى بيانات من عدة اختبارات ميدانية أجراها المعهد الوطني للوقاية من الإشعاع (SÚRO) في منطقة اختبار تابعة للمعهد الوطني للطاقة النووية، الوقاية الكيميائية والبيولوجية (SÚJCHBO) في كامينا، بالقرب من براغ في جمهورية التشيك. أثناء التمرين، تمت مقارنة تنبؤات النموذج بقياسات تلوث السطح، وتركيزات النشاط المتكامل بالزمن في الهواء، ومعدلات الجرعات، حتى 50 متراً في اتجاه الرياح. تم

تُستعمل نماذج تقييم الأثر البيئي الإشعاعي لتقييم الآثار الإشعاعية المتوقعة للمرافق والأنشطة النووية والإشعاعية على البيئة لأغراض حماية الجمهور والبيئة من مخاطر الإشعاع. ويشمل هذا تقدير الإطلاق الفعلي والمحتمل للنكيدات المشعة في البيئة. تعد هذه النماذج أدوات أساسية لاستعمالها في الرقابة التنظيمية لتصريفات المخطط لها في البيئة؛ تقييم الجرعات في حالات التعرض القائمة، بما في ذلك التنبؤ بفعالية التدابير المضادة (الإجراءات الوقائية، بما في ذلك الإجراءات العلاجية)؛ وتخطيط التدابير الواجب اتخاذها في حالة الإطلاق العرضي أو المتعمد. كما أنها تُستعمل للتنبؤ بتأثير الإطلاقات التي قد تحدث في المستقبل البعيد، على سبيل المثال من مرافق التخلص من النفايات المشعة تحت الأرض. من المهم التحقق، إلى أقصى حد ممكن، من موثوقية تنبؤات مثل هذه النماذج من خلال المقارنة مع القيم المقاسة في البيئة أو مع تنبؤات النماذج الأخرى. ولتلبية هذه الاحتياجات، أنشأت الوكالة الدولية للطاقة الذرية عدداً من برامج التحقق من النماذج الدولية وتجميع البيانات، والتي تعمل منذ الثمانينيات. وقد ساهمت هذه البرامج في التحسين العام للنماذج وتبادل البيانات وقدرات واضعي النماذج في الدول الأعضاء. على سبيل المثال، تم تفعيل برنامج الوكالة الدولية للطاقة الذرية الثاني للنمذجة البيئية للأمان الإشعاعي (EMRAS II) من عام 2009 إلى عام 2011. وقد ركز هذا البرنامج على تحسين نماذج النقل البيئي وتطوير أساليب مرجعية لتقدير الآثار الإشعاعية على البشر، وكذلك على النباتات والحيوانات، الناجمة عن النكيدات المشعة في البيئة. تناولت تسعة فرق عمل جوانب مختلفة تغطي ثلاثة مواضيع: الأساليب المرجعية لتقييم الجرعة البشرية، والأساليب المرجعية لتقييم جرعات الكائنات الحية، والأساليب لتقييم حالات الطوارئ.

تم إنشاء مجموعة عمل المناطق الحضرية (المشار إليها فيما يلي باسم "WG9") فيما بعد لمناقشة أدوات النمذجة الدولية وتوثيقها لاستعمالها في المناطق الحضرية

تقييم التلوث الإشعاعي في المناطق الحضرية

استعمال المقارنات بين تنبؤات النماذج لمسافات تصل إلى 2000 متر في اتجاه الريح واختبارات ميدانية. في هذه الاختبارات الميدانية، تم إطلاق النكليدات المشعة قصيرة العمر (التكنيشيوم-99m) في صورة سائلة عن طريق تفجير كمية صغيرة من المتفجرات في حقل مفتوح (أرض مستوية) وفي حقل مفتوح مع بعض هياكل للمحاكاة، والتي شكلت "عقبات" أمام تدفق الهواء.

شملت القياسات التي تم إجراؤها معدلات الجرعات، وتلوث السطح، وتركيزات النشاط في الهواء، وتوزيعات حجم الجسيمات، والتوزيعات مع الزمن لجزيئات الغبار في الهواء، ولقطات الكاميرا الحرارية. تم اختيار منطقة الاختبار بسبب اتجاه الرياح المستقر في ظل شروط الأرصاد الجوية النموذجية.

تم النظر في أربعة اختبارات ميدانية فردية في تمرين النمذجة. طُلب من المشاركين تقديم تنبؤات عن تلوث السطح ومعدلات الجرعات كدالة للمسافة وتركيزات النشاط في الهواء كدالة للارتفاع والبعد عن موقع التفجير. تم تزويد المشاركين بجميع القياسات المتاحة لأول اختبارين، للسماح بمعايرة النماذج، إذا رغبت في ذلك. بالنسبة

للاختبارين الثالث والرابع، طُلب من المشاركين تقديم تنبؤات نموذجية قبل الوصول إلى قياسات نقاط نهاية النمذجة.

قدم ثمانية مشاركين حسابات للتمرين قصير المدى. تمثل النماذج ثلاثة أنواع رئيسية من المناهج الحسابية لنمذجة تشتت الغلاف الجوي وقد تم تطويرها لمجموعة متنوعة من الأغراض. كانت النتائج بشكل عام أقرب إلى بعضها البعض والقيم المقاسة في ظل شروط الرياح المستقرة وعندما لا توجد عوائق في اتجاه الريح.

كان تمرين النمذجة الثاني عبارة عن تمرين مقارنة لتشتت جوي متوسط المدى (يُشار إليه فيما يلي باسم "تمرين متوسط المدى")، استنادًا إلى حادث افتراضي في محطة طاقة نووية أدى إلى ترسب في المناطق الحضرية لمسافة تصل إلى 70 كيلومترًا في اتجاه الريح. افترض السيناريو إطلاقًا لمدة ساعة واحدة من تمزق أنبوب مولد البخار، بناءً على سيناريو حادث تم تطويره بواسطة معهد الوقاية الإشعاعية والأمان النووي (IRSN)، واستعمل المعلومات الجغرافية والأرصاد الجوية الفعلية لمحطة طاقة نووية في وسط إسبانيا. أخذ التمرين في الحسبان مجموعتين من ظروف الاستقرار الجوي، مستقرة (الفئة E) ومحايدة (الفئة D)، واستعمل حقول الرياح على ارتفاع 10 أمتار فوق سطح الأرض. كان من المفترض أن يتم إطلاق النويدات المشعة في صورة غازية عند ارتفاع إطلاق يبلغ 50 مترًا. تم اعتبار الترسب الجاف فقط. وعلى الرغم من أنه سيتم إطلاق مجموعة متنوعة من

النكليدات المشعة في ظل هذه الشروط، لأغراض النمذجة، تم النظر فقط في السيزيوم-137 واليود-131. تم توفير معدلات الاطلاق المعتمدة على الوقت للمشاركين. طُلب من المشاركين إجراء محاكاة لمدة 10 ساعات وتقديم تقديرات للنشاط المترسب في نهاية الفترة، وتركيزات النشاط المتكامل للوقت في الهواء، وتركيزات النشاط المعتمدة على الوقت في الهواء في مواقع مختارة. كان هذا تمرينًا نموذجيًا للمقارنة البيئية لجميع

نقاط النهاية. قدم خمسة مشاركين حسابات لتمرين متوسط المدى. تمثل النماذج نوعين رئيسيين من المناهج الحسابية لنمذجة التشتت الجوي؛ استعمل أحد الأنواع معلومات الإدخال المعتمدة على الوقت، في حين استعمل النوع الآخر إجمالي الإصدارات كمدخلات. استعملت النماذج مجموعة متنوعة من القيم لبعض البارامترات. كانت ظروف الأرصاد الجوية التي تم افتراضها مهمة في تحديد ما إذا كانت الغمامة المتوقعة تتقاطع أو تتخطى المدينة الرئيسية في منطقة الاختبار.

على الرغم من اختلاف المسارات المتوقعة للغمامات المشعة بين تنبؤات النموذج، إلا أن الأوقات المتوقعة للوصول للغمامة في مواقع محددة (أي الوقت المتاح لتنفيذ

الإخلاء في حالة وجود موقف حقيقي) كانت أكثر اتساقًا.

ركز تمرين النمذجة الثالث (المشار إليه فيما يلي باسم "تمرين الإجراءات المضادة") على التنبؤ بنقل الملوثات داخل منطقة حضرية وتأثيرات تنفيذ مختلف الإجراءات المضادة. بدأ هذا التمرين بتركيز مفترض من الكوبالت-60 أو البلوتونيوم-239 في الهواء، في أجزاء من مدينة (سيول، جمهورية كوريا) التي توفرت عنها معلومات جغرافية ومباني مفصلة.

طُلب من المشاركين توقع الترسب لعدة أنواع من الظروف الجوية الأولية (جاف، أمطار خفيفة، أمطار غزيرة)، لفصول مختلفة (الصيف والشتاء)، ولكل من منطقة الأعمال (منطقة فعاليات اقتصادية مع المباني والمناطق المرصوفة) ومنطقة المنتزه. تضمنت نقاط النهاية الإضافية للمقارنة بين النماذج كثافات التلوث كدالة للوقت، ومعدلات الجرعة، والجرعات لأفراد محددين (محددة لهذا التمرين من حيث الموقع وخصائص التعرض)، وفعالية الإجراءات المضادة المختارة، من حيث خفض الجرعة.

قدم خمسة مشاركين حسابات لتمرين الإجراءات المضادة. استعملت ثلاثة نماذج تركيز النشاط في الهواء كنقطة انطلاق، والتي تم توفيرها في وصف سيناريو التمرين. استعمل النموذجان الأخران الترسب على العشب، كما تنبأ نموذج METRO-K- مجموعة معينة من الشروط.

IAEA TECDOC SERIES

Assessment of Radioactive Contamination in Urban Areas

Report of Working Group 9
Urban Areas
of EMRAS II Topical Heading
Approaches for Assessing Emergency Situations
Environmental Modelling for
Radiation Safety (EMRAS II) Programme



تقييم التلوث الإشعاعي في المناطق الحضرية

قامت به المجموعة التاسعة لاختبار وتحسين القدرة التنبؤية للنماذج المستعملة في تقييم التلوث الإشعاعي في المناطق الحضرية والمأهولة. تضمن ذلك تقييم أحداث التشتت والترسيب، وإعادة توزيع الملوثات على المدى القصير والطويل بعد أحداث الترسيب، وفعالية الإجراءات المضادة المحتملة (الإجراءات الوقائية، بما في ذلك الإجراءات العلاجية) لتقليل التعرض البشري والجرعات الخارجية والداخلية المقابلة.

يزود هذا التقرير الدول الأعضاء بالمعلومات التقنية التي يمكن أن تُستعمل من قبل سلطاتها الوطنية لتطوير وتحسين قدرتها على النمذجة أثناء تنفيذ دراسات تقييم الأثر الإشعاعي البيئي للمرافق والأنشطة، من أجل دعمها في تلبية المتطلبات الخاصة بسلسلة معايير الأمان التابعة للوكالة رقم GSR الجزء 3، الوقاية من الإشعاع وأمان المصادر الإشعاعية: معايير الأمان الأساسية الدولية. وعلاوة على ذلك، تدعم التقارير التقنية تطبيق سلسلة منشورات سلسلة معايير الأمان التابعة للوكالة الدولية للطاقة الذرية، والتي تقدم توصيات حول كيفية تلبية متطلبات GSR الجزء 3 فيما يتعلق بـ REIA. استعمال لتقييم الجرعات في حالات التعرض الحالية والتنبؤ بفاعلية التدابير المضادة (الإجراءات الوقائية، بما في ذلك الإجراءات العلاجية رقم GSG-10، تقييم الأثر البيئي الإشعاعي المحتمل للمرافق والأنشطة؛ رقم GSG-8، الوقاية من الإشعاع للجمهور والبيئة؛ رقم GSG-15، استراتيجية وعملية المعالجة للمناطق المتأثرة بالأنشطة أو الأحداث السابقة.

يقدم القسم 1 من التقرير وصفاً موجزاً لخلفية مجموعة العمل 9 وأهدافها ونطاق أنشطتها. تصف الأقسام من 2 إلى 4 تمارين النمذجة الثلاثة التي تم إجراؤها، بما في ذلك وصف السيناريوهات والنماذج المستعملة في كل تمرين ونتائج النمذجة ومناقشة الاختلافات بين النماذج بين القيم النموذجية والقيم المقاسة.

على وجه التحديد، يغطي القسم 2 تمرين التشتت الجوي قصير المدى، والقسم 3 تمرين التشتت الجوي متوسط المدى، ويصف القسم 4 عملية نقل الملوثات والتدابير المضادة.

يقدم الملحق الأول وصف السيناريو والتوثيق لتمرين التشتت الجوي قصير المدى، ويصف الملحق الثاني كل من النماذج التي يتم تشغيلها لهذا السيناريو. يقدم الملحق الثالث وصف السيناريو والتوثيق لتمرين التشتت الجوي متوسط المدى، ويصف الملحق الرابع كل من النماذج التي يتم تشغيلها لهذا السيناريو.

يقدم الملحق الخامس وصف السيناريو والتوثيق لنقل الملوثات وتمارين الإجراءات الوقائية، في حين يصف الملحق السادس كل من النماذج التي يتم تشغيلها لهذا السيناريو.

يقدم الملحق السابع جداول لتنبؤات النموذج من أجل نقل الملوثات وتمارين الإجراءات الوقائية لكل نموذج من النماذج التي تم اختبارها. جرى استعمال هذه النتائج المجدولة في إنتاج النتائج الموضحة في القسم 4 ويمكن استعمالها لمزيد من التقييم لنتائج النموذج في المستقبل.

كانت كثافة التلوث الأولية المتوقعة بين النماذج متشابهة بشكل عام ولكن معدلات الانخفاض المتوقعة في كثافات التلوث اختلفت بين النماذج. كانت كثافة التلوث المتوقعة ونقاط النهاية اللاحقة تعتمد بشكل كبير على الظروف الجوية في وقت الترسيب (خاصة الظروف الرطبة مقابل الظروف الجافة) ولكنها لم تكن تعتمد بشكل كبير على الموسمية.

لوحظت اختلافات مهمة في الأسطح التي تساهم في معدلات الجرعات الخارجية بين منطقة الأعمال ومنطقة المتزه. بشكل عام، تعتمد الفعالية المتوقعة لتعديل سطح معين، من حيث تقليل الجرعة الخارجية، على المساهمة المتوقعة لذلك السطح في معدل الجرعة الخارجية والجرعة.

تعتمد الفعالية المتوقعة في تقليل الجرعات الداخلية على ما إذا كان النموذج ينظر فقط إلى جرعات الاستنشاق من الغيمة الأولية أو جرعات الاستنشاق فقط من إعادة تعليق المادة الملوثة. كانت كثافة التلوث المتوقعة ونقاط نهاية النمذجة اللاحقة في هذا التمرين تعتمد بشكل كبير على الظروف الجوية في وقت الترسيب (خاصة الظروف الرطبة مقابل الظروف الجافة) ولكنها لم تكن تعتمد بشكل كبير على الموسمية (الصيف مقابل الشتاء). كما هو متوقع، تم التنبؤ بالاختلافات في الأسطح التي تساهم في معدلات الجرعة الخارجية بين منطقة الأعمال (المنطقة 1) ومنطقة المتزه (المنطقة 2) بين النماذج الخمسة المستعملة في التمرين، والتي أثرت لاحقاً على الجرعات الخارجية وجرعات الاستنشاق التي تم توقعها.

بشكل عام، تعتمد الفعالية المتوقعة للتدابير المضادة، من حيث تخفيض الجرعة الخارجية التراكمية، على المساهمة المتوقعة لسطح معين في معدلات الجرعة الخارجية والجرعة الخارجية التراكمية. أظهر التمرين أن الإجراءات المضادة يمكن أن تكون مفيدة في تقليل جرعات الاستنشاق، خاصةً للنكليات المشعة، مثل البلوتونيوم 239، التي يمكن أن تؤدي إلى جرعات استنشاق عالية.

لكل من تمارين الاختبار، أوضح فريق العمل 9 أوجه التشابه والاختلاف بين تنبؤات النموذج، وبين تنبؤات النموذج والقياسات. تعكس الاختلافات في نتائج النموذج الاختلافات في غرض النموذج، ومصالح المقيمين، وأنواع نمذجة التشتت المستعملة، والمكونات المدرجة في النماذج، وتفسير معلومات الإدخال، والافتراضات، واختيار قيم البارامترات.

لفهم أوجه التشابه والاختلاف في النتائج، من الضروري فهم منهجية النمذجة الفردية وتأثيرات الافتراضات المختلفة وقيم البارامترات المستعملة في نتائج النموذج. توفر مقارنة ومناقشة التنبؤات من عدة نماذج فرصة لفهم النماذج ونتائجها بشكل أفضل ولتوفير تحسين شامل في النماذج المستعملة في تقييم التعرض في المناطق الحضرية. يشير مجال النتائج لكل من التمارين إلى مستوى الارتياح في تنبؤات النموذج التي يمكن توقعها.

وأخيراً، هدف التقرير التقني إلى تزويد الدول الأعضاء بوصف تقني للعمل الذي

المخاطر الصحية الناجمة عن التلوث الإشعاعي الداخلي

عتبية محددة وموثقة لكل عضو في جسم الإنسان تظهر فوقها الآفات، مثل العقم، وتأثيرات الجلد، وما إلى ذلك والتي تزداد شدتها مع زيادة الجرعة. ويمكن للإشعاع إذا تعدى حدوداً معينة أن يُضعف وظائف الأنسجة و/أو الأعضاء وأن يؤدي إلى آثار حادة مثل احمرار الجلد وفقدان الشعر والحروق الإشعاعية ومتلازمة الإشعاع الحادة. وكلما زادت كمية الجرعات وارتفع معدل الجرعات زادت حدة الآثار. على سبيل المثال فإن الجرعة الحدية لمتلازمة الإشعاع الحادة هي حوالي 1 سيفرت (1000 ميلي سيفرت)، وتكون الجرعات الجزئية بمعدل جرعات منخفضة أقل ضرراً من الجرعات الحادة.

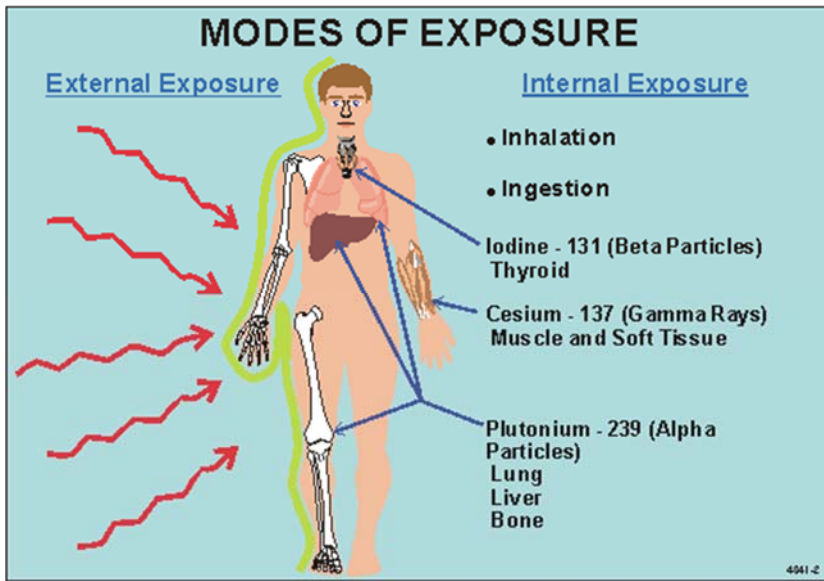
يُطلب من الخبراء المختصين في قياس الجرعات الإشعاعية الداخلية تقديم تقييمات للجرعات بغرض تقييم المخاطر الصحية في ثلاث ظروف رئيسة مختلفة:

1. عند إصابة عامل بسوية جرعة داخلية قد ينتج عنها آثار ضارة بالصحة.
2. عندما يُصاب عامل بمرض قد يكون سببه التعرض المهني للإشعاع ويُطلب بالتعويض.
3. للتقدير الكمي في الدراسات الوبائية.

يحدث التعرض الإشعاعي الداخلي عند استنشاق أو ابتلاع النكليدات المشعة أو دخولها إلى مجرى الدم (عن طريق الحقن أو الامتصاص من خلال الجروح أو الجلد السليم)، يتخلص الجسم من النكليدات المشعة التي تعمل كمصادر للإشعاع إما عن طريق تفككها الفيزيائي أو اطراحها من الجسم أو نتيجة تلقي نوع من العلاج. إن الهدف الأساسي من تقييم الجرعات الإشعاعية الداخلية هو التحقق من عدم تلقي العمال لجزء كبير من حد الجرعة سواءً عن طريق العمل الروتيني، أو عن طريق حادث وذلك للوقاية من الإشعاع. يتطلب تقدير الجرعة لتقييم المخاطر الصحية اعتبارات مختلفة. تعتمد الآثار الصحية الناجمة عن التعرض الداخلي للإشعاع المؤين على الجرعة التي تلقاها الجسم ويعتمد نوع الضرر الذي يحدث أن ينتج عن الجرعة الممتصة على نوع الإشعاع وعلى درجة حساسية الأنسجة أو الأعضاء المختلفة. يمكن أن نميز بين نوعين من التأثيرات، حيث تختلف شدتهما أو احتمال حدوثهما باختلاف جرعة الإشعاع:

التأثيرات العشوائية: قد تحدث عند أي تعرضات إشعاعية، حتى من الممكن حدوثها عند التعرض لجرعات إشعاعية منخفضة. وتشمل التأثيرات السرطانية والجينية، والتأثيرات غير السرطانية مثل أمراض القلب والأوعية الدموية، والذي

يزيد من احتمال حدوثها مع الجرعة، ولكن شدتها لا تعتمد على الجرعة. ويزداد احتمال أن تنجح الخلايا الناقلة في إصلاح نفسها في حالة انخفاض الجرعة التي تلقاها الإنسان أو تعرضه لها على مدى فترة زمنية طويلة (انخفاض معدل الجرعة). ولكن هناك احتمال أن تحدث آثار طويلة الأجل أيضاً إذا كانت هناك أخطاء في عملية إصلاح الخلايا



قياس الجرعات الداخلية بعد اندخال إشعاعي ناجم عن حادث: تقدير الجرعة الداخلية هو الخطوة الأولى في تقييم المخاطر الصحية مباشرة بعد حدوث اندخال ناجم عن حادث كبير. إن الأهداف الرئيسية لتقييم الجرعة وتقييم المخاطر الصحية في هذه الحالة هي: - توفير البيانات اللازمة لدعم الأحكام المتعلقة بالحاجة إلى

إجراء علاجي، ومن الممكن في بعض الحالات إعطاء العلاج قبل إجراء أي تقييم للجرعة (نذكر على سبيل المثال، إعطاء أقراص اليود المستقرة في حالة الاشتباه في وجود تلوث كبير باليود المشع، أو DTPA في حال تلوث الجرح بالبلوتونيوم و/أو الأومريسيوم)، كما يجب إجراء تقييم سريع للجرعة من أجل تبرير استمرار العلاج.

- تحديد وتنفيذ أنسب مراقبة طبية بعد التعرض الإشعاعي

- التواصل مع العامل بشأن المخاطر الصحية الناجمة عن التعرض.

النالفة فتحوّلت تلك الخلايا إلى خلايا مشعة لا تزال قادرة على الانقسام، وقد يؤدي هذا التحول إلى إصابة الإنسان بالسرطان بعد مرور سنوات أو عقود. وليس بالضرورة أن تحدث مثل هذه التأثيرات على الرغم من أن حدوثها يتناسب طردياً مع الجرعة الإشعاعية. ويشكل الأطفال والمراهقون الفئة الأكثر عرضة للخطر لأنهم أكثر حساسية للتعرض الإشعاعي بكثير من البالغين.

التأثيرات الحتمية: تحدث عند التعرضات الإشعاعية العالية جداً، وبعد جرعة

المخاطر الصحية الناجمة عن التلوث الإشعاعي الداخلي-تتمه

قياس الجرعات الإشعاعية الداخلية لحالات التعويض:

Internal Dosimetry for Compensation Cases

قد يكون تقييم الجرعة مطلوباً عندما يُصاب العامل بمرض معين يمكن اعتباره ناتجاً عن التعرض المهني للإشعاع المؤين (مثل السرطان). جرى التأكد من زيادة مخاطر الإصابة بالسرطان المرتبطة بالتعرض للإشعاع على أساس الملاحظات الوبائية في المجموعات المعرضة. ومع ذلك لا يمكن ولا بأي حال من الأحوال إثبات أن سرطاناً معيناً كان ناتجاً عن التعرض المبكر للإشعاع، كما لا يمكن تمييز السرطان المستحث عن السرطان الناجم عن عوامل أخرى. إن أنظمة تعويضات الأمراض المهنية أنظمة خاصة بكل بلد. حيث يكون التعويض مباشرة في الحالات التي يكون فيها السرطان مدرجاً في قوائم الأمراض المهنية ويكون التعرض مستوفياً للمعايير المقررة في الدولة المعنية. يجب في حالة عدم إتباع مثل هذه الأساليب القائمة على القوائم تحديد الأصل المهني لسرطان معين على أساس فردي. يلزم في هذه الحالة تقييم الجرعة من أجل حساب احتمالية السبب (PC) of probability، والتي تستعمل بعد ذلك لتحديد العلاقة بين مستوى التعرض الملحوظ وتطور المرض. جرى تطوير مفهوم احتمالية السبب لتقدير احتمال نشوء سرطان ما من جرعة معينة مع الأخذ في الحسبان مقدار الجرعة والعمر عند التعرض وعوامل أخرى.

قياس الجرعات الداخلية للدراسات الوبائية:

Internal Dosimetry for Epidemiological Studies

يُطلب تقدير الجرعة أيضاً للدراسات الوبائية التي تُقيم تأثير التلوث الإشعاعي الداخلي على الصحة. قد تكون هذه الدراسات متعلقة بالتعرض المهني (بشكل أساسي النكليديات المشعة المصدر لألفا)، والتعرض الطبي (على سبيل المثال بعد العلاج بالطب النووي)، والتعرض لغاز الرادون في المنزل، أو التعرض الناجم عن حادث نتيجة تلوث البيئة (على سبيل المثال، المناطق المحيطة بتشرنوبل أو فوكوشيما). يُعد تقييم الجرعة الداخلية الموثوق به إلزامياً وذلك لتقدير العلاقة بين الجرعة والاستجابة بشكل صحيح في هذه الدراسات. تُستعمل الجرعة الفعالة للتقدير الأولي للمخاطر الصحية الناجمة عن التأثيرات العشوائية للتعرض الإشعاعي الداخلي. عرفت ICRP (اللجنة الدولية للوقاية من الإشعاع) كمية الجرعة الفعالة بأنها مجموع الجرعات المكافئة في النسيج والأعضاء الرئيسة، وكل منها مُثقل بمعامل تثقيل النسيج المناسب WT. على الرغم من أن الجرعة الفعالة ليست كافية لتقييم المخاطر الصحية بدقة، ولا سيما خطر الإصابة بالسرطان، ولكن يمكن استعمالها لتقديم تقدير أولي لمدى حجم هذا الخطر. تؤكد ICRP على أن الجرعات الفعالة توفر مقياساً للضرر الإشعاعي لأغراض الوقاية فقط، وهي لا توفر جرعة نوعية للفرد كما لا يمكن

استعمالها في التقييمات الوبائية. يقدر منشور ICRP 60 خطر الوفاة بالسرطان على مدى الحياة بنسبة 4% لكل سيفرت بالنسبة للعمال البالغين المعرضين لتعرض منخفض أو متوسط و/أو معدل جرعة منخفض (في حالة التعرض المزمن). يُقدر تقرير UNSCEAR لعام 2006 خطر الوفاة على مدى الحياة بسبب السرطان الصلب بنسبة 7.2%-4.3% لكل سيفرت ومعدل وفاة بسرطان الدم بنسبة 0.6%-1% لكل سيفرت UNSCEAR 2008. يُقدر تقرير BEIR VII العدد الزائد للوفيات بسبب السرطان الصلب بعد التعرض 0.1GY ليكون 4.1 لكل 1000 للرجال و6.3 لكل 1000 للنساء، والعدد الزائد للوفيات بسبب سرطان الدم هو 0.7 لكل 1000 للرجال و0.5 لكل 1000 امرأة (NRC 2006). يمكن على أساس هذه البيانات، كتقدير أولي استعمال زيادة الوفيات الناجمة عن السرطان بنسبة 5% لكل سيفرت بعد التعرض الناجم عن حادث لتقييم مخاطر الإصابة بالسرطان على مستوى العالم عندما تتجاوز الجرعة حدود الجرعة بشكل كبير. ومع ذلك ينبغي توخي الحذر عند اتخاذ قرار بإبلاغ نتيجة التقييم الأولي للعامل باعتبار أن إجراء تقيماً أكثر دقة قد يختلف اختلافاً جوهرياً.

لتقييم المخاطر العشوائية في أعضاء مختلفة بشكل أكثر دقة، يجب أن تُستعمل الجرعات الممتصة للأعضاء أو الأنسجة جنباً إلى جنب مع البارامترات الحركية الحيوية الأكثر ملائمة، وبيانات عن الفعالية البيولوجية للإشعاع المؤين ومعاملات الخطورة لتقييم الحالات الفردية والحكم عليها.

ينص منشور ICRP 103 على أن الجرعة الفعالة غير مناسبة لتقييم تفاعلات الأنسجة، وبعبارة أخرى، لتقييم التأثيرات الحتمية. قد تؤدي حالات التعرض لجرعة عالية إلى تأثيرات حتمية بالإضافة إلى التأثيرات العشوائية، ويعتمد تقييم مخاطر هذه التأثيرات الحتمية على الجرعات الممتصة، كل منها مرجح بالفعالية البيولوجية النسبية المناسبة (Biological Relative Effectiveness (RBE) على النحو المحدد من قبل منشور ICRP 103: لهذه الأغراض يجب تقييم الجرعات بمصطلح الجرعة الممتصة بالغراي (GY)، وفي حال وجود إشعاعات ذات الانتقال الخطي المرتفع للطاقة LET (على سبيل المثال، النيوترونات أو جسيمات ألفا)، يجب على الخبراء تقييم خطورة التأثيرات الحتمية على أساس الجرعة الممتصة في العضو/الأنسجة، مع مراعاة انتشار الجرعات التي تلقاها الجسم والناجمة عن التلوث الإشعاعي الداخلي.

دور وواجبات مسؤول الوقاية الإشعاعية

المسؤوليات عن الوقاية والأمان

يتحمل الشخص أو المؤسسة المسؤولة عن المنشأة والنشاط الإشعاعي أو النووي والتي يمكن أن تؤدي إلى مخاطر إشعاعية المسؤولية الرئيسية عن الوقاية والأمان. وتتحمل أطراف أخرى مسؤوليات محددة عن الوقاية والأمان. من هؤلاء:

- موردي المصادر ومزودي المعدات/البرامج/المنتجات الاستهلاكية
- مسؤولي الوقاية الإشعاعية
- إحالة الممارسين الطبيين
- الفيزيائيين الطبيين
- فنيو الأشعة الطبيين
- الخبراء المؤهلون
- العاملون
- لجان الأخلاقيات

فمسؤول الوقاية الإشعاعية هو شخص مؤهل تقنياً في مسائل الوقاية الإشعاعية ذات الصلة بنوع معين من الممارسة، معين من قبل المسجل أو المرخص له أو صاحب العمل، للإشراف على تطبيق المتطلبات الرقابية.

تسمية مسؤول الوقاية الإشعاعية

يتحمل الشخص أو المنظمة المسؤولة عن أي منشأة أو نشاط يؤدي إلى مخاطر إشعاعية، المسؤولية الرئيسية عن الوقاية والأمان، ولا يمكن تفويض ذلك، حيث يقوم أرباب العمل والمسجلون والمرخصون بتعيين، حسب الاقتضاء، مسؤولاً عن الوقاية الإشعاعية وفقاً للمعايير التي تحددها السلطة الرقابية.

ولذلك، يلعب مسؤول الوقاية الإشعاعية دوراً حيوياً في مساعدة صاحب العمل أو صاحب الترخيص من خلال:

- الإشراف على التطبيق العملي لمتطلبات الأمان الأساسية
- الإشراف على برنامج المراقبة الإشعاعية المهنية

ويُعد **النهج المتدرج** عند اختيار مسؤول الوقاية الإشعاعية حيث يعتمد اختيار الشخص المناسب ليكون مسؤول الوقاية الإشعاعية على مدى تعقيد استعمالات الأشعة في المنشأة، على سبيل المثال: في المنشآت الطبية التي تستخدم الأشعة، من المحتمل أن يكون هناك مجموعة من الأشخاص الذين لديهم خلفية عامة في الوقاية الإشعاعية والذين قد يكونوا مناسبين لتعيينهم كمسؤولي وقاية إشعاعية على سبيل المثال، الفيزيائيون الطبيون، وستعتمد واجبات مسؤول الوقاية الإشعاعية بشكل كبير على نوع العمل في المنشأة، وتوافر خبرة الأمان الإشعاعي ضمن الممارسة. كما سيعتمد المستوى التعليمي لمسؤول الوقاية الإشعاعية على المهارات والمتطلبات الفنية للوظيفة وكذلك على احتياجات الوقاية الإشعاعية: كحد أدنى، مستوى التعليم الثانوي الذي يتضمن خلفية علمية أو تقنية.

دور مسؤول الوقاية الإشعاعية

يدعم المرخص له في الإشراف على:

- التطبيق العملي للمتطلبات الأمان الأساسية
- برنامج المراقبة المهنية

له الدور الرئيسي في الهيكل التنظيمي:

- الربط بين المنشأة والمرخص له والخبير المؤهل والسلطة الرقابية
- دور محدد في التطبيقات الطبية
- يساعد في التعامل مع المنظمات الرسمية الأخرى

يعتبر مسؤول الوقاية الإشعاعية الشخص الأساسي في الهيكل التنظيمي للمنشأة، ولكي يكون فعالاً على الإدارة أن تتأكد من أن لدى مسؤول الوقاية الإشعاعية:

- السلطة الكافية
- الوقت
- الموارد اللازمة لتنفيذ المهام الضرورية

يجب تحديد دور مسؤول الوقاية الإشعاعية بوضوح ضمن الهيكل التنظيمي للمؤسسة والواجبات المرتبطة به موصفة كتابياً بوضوح. لذلك سيحتاج مسؤول الوقاية الإشعاعية إلى الإلمام بالعمليات التي تتم في المنشأة، والبنية التحتية التنظيمية وإجراءات العمل.

الخبير المؤهل ومسؤول الوقاية الإشعاعية

يجب هنا التمييز بين الخبير المؤهل ومسؤول الوقاية الإشعاعية: فالخبير المؤهل هو الفرد الذي يتم الاعتراف به، بموجب الشهادات الصادرة عن السلطات المناسبة، على أن لديه خبرة في مجال تخصص معين، على سبيل المثال: الفيزياء الطبية، الوقاية الإشعاعية، الصحة المهنية، أمان الحرائق، إدارة الجودة أو أي تخصص معين في الهندسة أو الأمان.

فبحسب تعليمات الوكالة الدولية للطاقة الذرية: "يجب تحديد واستشارة الأفراد ذوي الخبرة في مجال الوقاية الإشعاعية والأمان من قبل أرباب العمل والمسجلين والمرخص لهم بشأن التقيد السليم بالتشريعات واللوائح الوطنية.

يقدم الخبير المؤهل استشارات وخدمات في الوقاية الإشعاعية وأمن وأمان المصادر المشعة لمن يطلبها من الجهات التي تتعامل بالأشعة المؤينة، ولكنه لا يتحمل مسؤولية تنفيذها والعمل بما إلا فيما ينص عليه الاتفاق بينه وبين الجهة طالبة الاستشارة أو الخدمة. ويكون دور الخبير المؤهل تقديم المشورة أو الخدمة وخاصة في المجالات التالية، حسب الحال:

- تصميم المنشأة.
- وضع برنامج الوقاية الإشعاعية للمنشأة أو النشاط والمراجعة الدورية للبرنامج.
- تصنيف المناطق.
- إعداد القواعد الخاصة بالمنشأة أو النشاط.
- تحديد معدات الوقاية الشخصية.
- حسابات التدريب الإشعاعية.
- آليات تقدير الجرعة الإشعاعية من مصادر الأشعة.
- إجراء تقييم مسبق لآثار التعديل على التصميم الأصلي للمنشأة.
- اختيار واختبار وصيانة مقاييس المسح الإشعاعي.
- وضع خطط الطوارئ الإشعاعية للمنشأة أو النشاط.

على الجهات التي تتعامل بالأشعة المؤينة والتي تسمى خبيراً مؤهلاً في الوقاية الإشعاعية لديها، الفصل الواضح في المسؤوليات والصلاحيات بينه وبين مسؤول الوقاية الإشعاعية.

دور وواجبات مسؤول الوقاية الإشعاعية—تتمة

ملاحظة: يمكن تنفيذ هذه الوظائف من قبل موظف داخل المنشأة، أو بواسطة خبير خارجي - في بعض الممارسات، كما هو الحال في المجال الطبي، حيث يتم تنفيذ المهام من قبل فيزيائي طبي، طالما لديه / لديها الاختصاص المناسب في الأمور المتعلقة بالتعرض المهني وتعرض الجمهور.

عادة ما يكون الفرد الذي له دور خبير مؤهل مختلفاً عن مسؤول الوقاية الإشعاعية، حتى ولو تطابق الأمر مع الشخصين في بعض الحالات.

واجبات مسؤول الوقاية الإشعاعية (في جميع الممارسات)

هناك مجموعة من "الواجبات الأساسية" التي يمكن أن يقوم بها مسؤول الوقاية الإشعاعية، بغض النظر عن الممارسة التي يعمل بها، مثل:

- الإشراف على العمل لضمان الامتثال للقواعد المحلية واللوائح الوطنية
- تزويد العمال الجدد بمقدمة مناسبة عن القواعد والإجراءات المحلية
- تنفيذ أو الإشراف على مراقبة مكان العمل
- الإشراف على الترتيبات الخاصة بالمراقبة الفردية
- الاحتفاظ بسجلات المصدر
- التأكد من المحافظة على المعدات وأنظمة الأمان
- التأكد من أن المعدات / التركيبات الجديدة قد اختبرت بشكل صحيح وجرى التحقق من صحتها قبل الاستعمال
- التأكد من أن إجراءات العمل وقد وضعت ويتم إتباعها وتحديثها باستمرار
- المعلومات وتدريب العمال المعرضين
- مراجعة خطط الطوارئ وضمان تنفيذ التدريبات
- الإشراف على تنفيذ برنامج المراقبة الصحية

- التواصل مع الخبير المؤهل

الفيزيائي الطبي مقابل مسؤول الوقاية الإشعاعية

يمكن للفيزياء الطبي أن يقوم بدور مسؤول الوقاية الإشعاعية، الذي تقع مسؤولياته بشكل رئيسي في الوقاية الإشعاعية المهنية ووقاية الجمهور. إلا أنه ليس لدى مسؤول الوقاية الإشعاعية أي مسؤوليات أو أدوار مباشرة فيما يتعلق بوقاية المريض من الإشعاع. فلا يمكن لمسؤول الوقاية الإشعاعية أداء دور فيزيائي طبي، ما لم يكن لديه أو لديها خبرة معترف بها في الفيزياء الطبية، فيما يتعلق بالتعرض الطبي.

احتياجات التدريب لمسؤول الوقاية الإشعاعية

- أيًا كان الشخص الذي يتم اختياره من قبل الإدارة ليكون مسؤول عن الوقاية الإشعاعية، فإنه سيحتاج إلى التدريب المناسب، ما لم يكن لديه بالفعل المستوى المناسب من الكفاءة للقيام بواجبات RPO.
- يختلف التدريب الخاص بـ RPO اختلافاً كبيراً تبعاً للتطبيق الإشعاعي
- يعتمد العمق الذي يتناوله كل موضوع على الممارسة المحددة التي يتم فيها تدريب الشخص، وحجم المخاطر الكامنة المرتبطة بالتطبيق.
- يحتاج مسؤولي الوقاية الإشعاعية أن يكون لديهم خصائص شخصية محددة، مثل مهارات التواصل ومهارات القيادة ومهارات تحليلية ومهارات التواصل بين الإنسان والآلة ومهارات إدارة المهام المتعددة، والتي يمكن تحفيزها أثناء التدريب من خلال التمارين العملية.
- يجب أن يحتوي كل تدريب على قدر معين من المعلومات الأساسية المشتركة حول الوقاية والأمان.

قياس جرعة الأشعة UVA الشمسية بواسطة الأفلام المتلونة بالإشعاع EBT2

الدراسات المخبرية والقياسات الميدانية وجود علاقة بين جرعة الأشعة UVA الصناعية أو الشمسية وتغير امتصاص الضوء المرئي للأفلام تتبع معادلة من الدرجة الثانية وبدقة كافية لاستعمال هذه الأفلام كقياس لجرعة الأشعة فوق البنفسجية UVA. كما أثبتت التجارب أن الأفلام المتلونة بالإشعاع EBT2 تمتلك ثباتية زمنية جيدة حتى تحت تأثير تعرض شديد للأشعة UVA، وأن استجابتها الطيفية ذات خطية جيدة، كم تبين بالعمل التجريبي أن لهذه الأفلام معدل منخفض في التفاعل المتحرض في الظلام بسبب بنيتها الخاصة حيث تكون المادة الفعالة جافة ومعزولة عن الهواء بطبقات حماية ذات شفافية عالية للضوء. فكل ما ذكر من ميزات قياسية إضافة إلى سهولة الاستعمال وانخفاض التكلفة يرفع من مستوى أهمية هذه الكواشف وتطبيقاتها والعمل على تطويرها.

للأشعة فوق البنفسجية فوائد كثيرة، ولكنها معظم مجالاتها الطيفية تعد ضارة للكائنات الحية حيث أن لها القدرة على تحريض تفاعلات كيميائية حيوية. إن الأشعة UVA (315-400 نانومتر) تشكل حوالي 97% من الأشعة فوق البنفسجية الشمسية وفق قياسات أجريت على مستوى سطح البحر عند خط العرض 52 درجة شمالاً. وبسبب وجود نسبة عالية من الأشعة فوق البنفسجية UVA في الأشعة فوق البنفسجية الشمسية، إضافة إلى قدرتها على اختراق النسيج الحثوث لجلد الإنسان بالمقارنة مع الأطياف فوق البنفسجية الأخرى، فقد بينت المراجع العلمية أن للأشعة UVA دوراً هاماً في نقصان المناعة وفي إحداث تجاعيد الجلد وتقرنه وشيخوخته المبكرة وأيضاً في تحريب الـ DNA وزيادة احتمال تسرطن خلايا الجلد.

إن للأفلام المتلونة بالإشعاع EBT تطبيقات واسعة في قياس جرعة الأشعة المؤينة (السينية وأشعة غاما) وقياس الجرعة ثنائية البعد؛ غير أن التجارب أثبتت أن لهذا النوع من الكواشف أيضاً تطبيقات هام في قياس جرعة الأشعة فوق البنفسجية UVA من حيث تظهر سلوكاً خاصاً عند تعرضها لهذه الأشعة. لقد أثبتت



المؤتمر الدولي للأمان الإشعاعي: تحسين الوقاية من الإشعاع عملياً

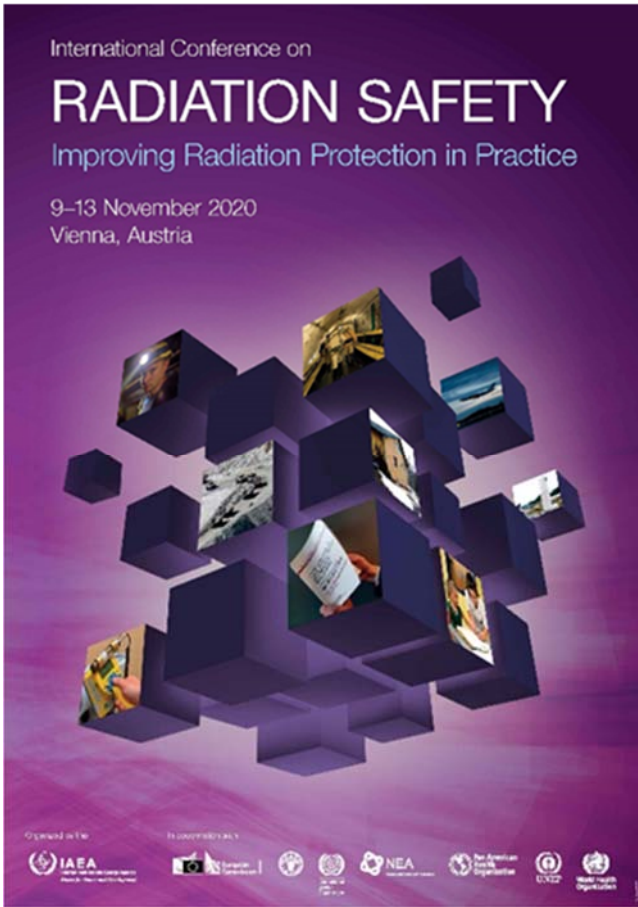
TOWARDS ESTABLISHING NATIONAL DIAGNOSTIC REFERENCE LEVEL FROM COMPUTED TOMOGRAPHY IN SYRIA- A PILOT STUDY

للدكتور المهندس يحيى لحفي

ويمكن الاطلاع على معلومات مفصلة حول أعمال المؤتمر والمحاضرات التي أقيمت

خلاله على الشابكة من الرابط: [https://www.iaea.org/events/](https://www.iaea.org/events/international-conference-on-radiation-safety-2020)

[international-conference-on-radiation-safety-2020](https://www.iaea.org/events/international-conference-on-radiation-safety-2020)



نظمت الوكالة الدولية للطاقة الذرية المؤتمر الدولي للأمان الإشعاعي بعنوان: تحسين الوقاية من الإشعاع عملياً في الفترة من 9 إلى 20 تشرين الثاني / نوفمبر 2020. وتم تنظيم المؤتمر بشكل افتراضي بالتعاون مع المفوضية الأوروبية ومنظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة ومنظمة العمل الدولية ووكالة الطاقة النووية التابعة لمنظمة التعاون الاقتصادي والتنمية ومنظمة الصحة للبلدان الأمريكية وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة ومنظمة الصحة العالمية.

وتركزت أهداف هذا المؤتمر حول تقييم حالة الأمان الإشعاعي في جميع أنحاء العالم على مستوى تبادل المعلومات حول تجارب الدول الأعضاء في تطبيق نظام الوقاية الإشعاعية، على النحو المنصوص عليه في معايير الأمان للوكالة الدولية للطاقة الذرية من أجل حماية العاملين والمرضى والجمهور والبيئة من مختلف التعرضات الإشعاعية الناتجة عن مصادر الإشعاع الطبيعية والصناعية.

وتضمن المؤتمر المحاور التالية:

1. التبرير والتحسين في التعرضات الإشعاعية.
2. قيود الجرعة والمستويات المرجعية
3. تطبيق النهج المتدرج وخاصة في إدارة الأخطار والمخاطر.
- 4 - التحفظ في الوقاية من الإشعاع
- 5- حالات التعرض المخطط لها
- 6- حالات التعرض في حالات الطوارئ
7. حالات التعرض القائمة
8. التصوير البشري غير الطبي
9. الإعفاء والتخليص
10. بناء القدرات عبر التعليم والتدريب وثقافة السلامة.

شاركت هيئة الطاقة الذرية السورية في أعمال هذا المؤتمر من خلال تقديم الورقتين

البحثيتين التاليتين:

INFLUENCES OF CRISIS IN SYRIA ON OCCUPATIONAL EXPOSURE MONITORING

للسادة: الأستاذ الدكتور إبراهيم عثمان- الدكتور محمد سعيد المصري - الدكتور

عبد القادر بيطار

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. عصام أبو قاسم د. م. يحيى لحفي

ك. ميسون المغربي

الإخراج الفني: زهير شعيب