



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

في هذا العدد:

* مبادرة الجرعات المنخفضة الأوروبية متعددة التخصصات (MELODI)

* دليل الأمان رقم 60 للعام 2021 حول إدارة البقايا الحاوية على المواد المشعة الطبيعية من إنتاج اليورانيوم والأنشطة الأخرى
* دور ومسؤولية الفيزيائي الطبي السريري في التعرضات الطبية * معايرة كواشف النيوترونات باستعمال مطيافية كرات بونر

مبادرة الجرعات المنخفضة الأوروبية متعددة التخصصات

من الإشعاع تركز على البحث في المخاطر الصحية بعد التعرض للإشعاع المؤين بجرعات منخفضة. تأسست عام 2010 وتضم حالياً 44 عضواً من 18 دولة. تساهم ميلودي في تحديد الأهداف ذات الأولوية في البحوث حول مخاطر الجرعات المنخفضة، وإنشاء برامج البحث وتحديد الموارد التي سيتم تنفيذها من أجل تحقيق هذه الأهداف. علاوة على ذلك، تدعم ميلودي تقييم النتائج التي تم الحصول عليها، والتعليم وتعزيز الاتصال بشأن هذه القضايا بين مختلف الأطراف المعنية، وكذلك استدامة أنشطة البحث الرئيسية. تشمل الإجراءات الرئيسية لميلودي تنظيم ورش العمل لأصحاب المصلحة العلمية، وتعزيز وضوح مجال البحث، وترشيح مجموعات العمل حول مواضيع محددة، وتسهيل البحث التعاوني. وبناءً على ذلك، أنشأت ميلودي ثلاث مجموعات عمل:

1. مجموعة عمل حول جدول أعمال البحوث الاستراتيجية،
2. مجموعة عمل حول التعليم والتدريب،
3. مجموعة عمل حول البنى التحتية.

يحدد جدول أعمال الأبحاث الاستراتيجية لميلودي ثلاث موضوعات بحثية رئيسية في أبحاث مخاطر الإشعاع ذات الجرعات المنخفضة أو معدلات الجرعات المنخفضة:

1. اعتماد الجرعة ومعدل الجرعة لمخاطر الإصابة بالسرطان،
2. الحساسية الفردية للإشعاع.
3. التأثيرات غير السرطانية الناتجة عن الإشعاع

جدول أعمال الأبحاث الاستراتيجية لميلودي



مبادرة الجرعات المنخفضة الأوروبية متعددة التخصصات (MELODI)، أجندة بحث استراتيجية لبحوث مخاطر الجرعات الإشعاعية المنخفضة

Multidisciplinary European Low Dose Initiative (MELODI):
research agenda for low dose radiation risk research strategic

من المعروف، أن الإشعاع يمكن أن يسبب السرطان للبشر بعد التعرض الحاد في نطاق جرعة قليلة من سيفرت نزولاً إلى حوالي 100 mSv. في الآونة الأخيرة، تراكمت الأدلة على أن هذه التعرضات المتوسطة قد تساهم أيضاً في حالات أخرى مثل أمراض الدورة الدموية، وعتامة العدسة والتأثيرات على الأجيال القادمة (التأثيرات الوراثية). تكون المخاطر على صحة الإنسان أقل تأكيداً عند التعرض لمستويات أقل من هذه، خاصة عندما يكون التعرض ممتداً على فترات طويلة أو من أجل التعرضات غير المتجانسة.

يهدف النظام الحالي للوقاية من الإشعاع الذي طورته اللجنة الدولية للوقاية من الإشعاع (ICRP) إلى تجنب إصابة الأنسجة وتقليل احتمالية الإصابة بالسرطان والأمراض الوراثية.

يتم تقييم مخاطر الإصابة بالسرطان والتأثيرات الوراثية عند التعرض لجرعات أقل من 100 mSv بافتراض وجود علاقة خطية غير حدية (LNT) بين الجرعة والأثر؛ ومع ذلك، بالنسبة لأولئك الذين يتعرضون لجرعات منخفضة، هناك قدر كبير من عدم اليقين بشأن

الاستجابة الدقيقة للجرعة، وتأثير التعرض الممتد لفترات طويلة مثل التوظيف من حوالي 18 عاماً إلى سن التقاعد. تتمثل أوجه عدم اليقين الرئيسية في تقييم المخاطر الصحية للإشعاع في حجم مخاطر الإصابة بالسرطان عند الجرعات المنخفضة الحادة والممتدة التي

تقل عن 100 mSv، وحجم الآثار غير السرطانية التي تقل عن 500 mSv والتباين في مخاطر الإصابة بالأمراض بين الأفراد في السكان. هذه هي المجالات الرئيسية التي حددتها

مبادرة الجرعات المنخفضة الأوروبية متعددة التخصصات (ميلودي) (MELODI) التي تتطلب مزيداً من البحث لتقديم أدلة أفضل وأكثر وثوقية لاتخاذ القرار المناسب في جميع

مجالات الوقاية من الإشعاع. يعد تقدير المخاطر الصحية الدقيق والموثوق عند تعرض البشر للجرعات المنخفضة ومعدل الجرعات المنخفضة أساسياً لنظام قوي ومقبول للوقاية

من الإشعاع.

ميلودي (MELODI) Multidisciplinary European Low Dose Initiative (مبادرة الجرعات المنخفضة الأوروبية متعددة التخصصات) هي منصة بحثية لأوروبية للوقاية

مبادرة الجرعات المنخفضة الأوروبية متعددة التخصصات

تتعلق الأبحاث المطلوبة لتحسين قاعدة الأدلة لكل موضوع من الموضوعات الرئيسية الثلاث السابقة بثلاثة خطوط بحثية:

1. بحوث لتحسين فهم الآليات المساهمة في أمراض الأشعة،
2. بحوث وبائية لتحسين تقييم المخاطر الصحية للتعرض للإشعاع
3. بحوث لمعالجة الآثار والمخاطر المرتبطة بالتعرضات الداخلية، واختلاف الأنواع الإشعاعية والتعرضات غير المتجانسة.

يتم تحديث جدول أعمال الأبحاث الاستراتيجية لميلودي سنوياً منذ العام 2010، مع مراعاة نتائج الأبحاث الجارية والمكتملة والمنشورة، والقضايا البحثية الرئيسية الجديدة في مجال الوقاية من الإشعاع، والتي قد تكون نشأت بعد التحديث السابق. يتضمن إجراء تطوير جدول أعمال الأبحاث الاستراتيجية أن يتم نشر مسودة محدثة وبيان مختصر لميلودي (فقط في السنوات التي سيتم فيها إطلاق الدعوات)، والذي يعرض الأولويات على موقع ميلودي قبل 6-8 أسابيع من انعقاد ورشة عمل ميلودي السنوية. يمكن للمهتمين (العلماء وأصحاب المصلحة) الانضمام إلى عملية التشاور المفتوحة على موقع ميلودي الإلكتروني و/أو المشاركة في ورشة عمل ميلودي التالية لتقديم مداخلات قبل مراجعة جدول أعمال الأبحاث الاستراتيجية والبيان.

جرى تطوير جدول أعمال الأبحاث الاستراتيجية لميلودي وفقاً لأهداف السياسة الرئيسية، لمعالجة متانة نظام الوقاية من الإشعاع الحالي، على النحو المحدد من قبل فريق الخبراء رفيع المستوى المعني بأبحاث الجرعات المنخفضة المخاطر (High HLEG) (High HLEG Level Expert Group on European Low Dose Risk Research). تشمل

هذه الأهداف البحث عن:

1. شكل جرعة-استجابة للسرطان.
2. حساسية الأنسجة لتحريض السرطان.
3. التباين الفردي في مخاطر الإصابة بالسرطان.
4. تأثيرات نوع الإشعاع.
5. المخاطر من التعرض الداخلي.
6. مخاطر وعلاقات الاستجابة للجرعة للأمراض غير السرطانية والآثار الوراثية.

جرى إعادة هيكلة هذه القضايا في ثلاثة موضوعات بحثية رئيسة المخاطر الصحية للإشعاع الجرعات المنخفضة ومعدل الجرعة ضمن جدول أعمال الأبحاث الاستراتيجية لميلودي كالتالي:

1. علاقة الجرعات / معدلات الجرعات المنخفضة بالسرطان.
2. الآثار غير السرطانية.
3. حساسية الفرد للإشعاع.

إن البحث في الجرعات / معدلات الجرعات المنخفضة يتضمن تحديات كبيرة في استقصاء كل من الآثار الصحية المرتبطة بالإشعاع والآليات البيولوجية الأساسية، لأنه من المتوقع أن يكون حجم المخاطر الصحية والآثار البيولوجية منخفضاً. لذلك فإن اتباع نهج متعدد التخصصات ضروري. لهذا السبب، جرى تقسيم كل موضوع رئيسي

إلى ثلاثة خطوط بحثية وهي:

1. الأبحاث لتحسين فهم الآليات التي تساهم في مخاطر الإشعاع بعد التعرض لجرعات / معدلات جرعات منخفضة.
2. الأبحاث الوبائية التي تدمج، حيثما أمكن ذلك، النهج البيولوجي لتحسين تقييم المخاطر الصحية للتعرض للإشعاع.
3. الأبحاث التي تهدف بالتحديد إلى معالجة الآثار والمخاطر المرتبطة بالتعرض الداخلي وأنواع الإشعاع المختلفة والتعرضات غير المتجانسة.

فيما يلي توصيف موضوعات البحوث الرئيسية الثلاث.

● موضوع البحث الرئيسي 1: "اعتماد الجرعة ومعدل الجرعة لمخاطر الإصابة بالسرطان بجرعات / معدلات جرعات منخفضة"

1. الآليات الأساسية:
 - تحديد طبيعة الخلايا المستهدفة من الإشعاع المسرطن.
 - تحديد مساهمة عمليات التلف / الطفرات في الحمض النووي.
 - تحديد مساهمة التعديلات اللاجينية.
 - تحديد تأثير العمليات البيئية الدقيقة للخلية وغير المستهدفة والنظامية.
 - فحص مدى اختلاف أي مما سبق في الجرعات / معدل الجرعات العالية مقارنة مع الجرعات / معدل الجرعات المنخفضة.

2. تقييم المخاطر الصحية:

- تحديد شكل علاقة الاستجابة للجرعة ومعدل الجرعة للسرطان الكلي بناءً على الدراسات الوبائية المفتاحية
- تحديد مخاطر مواقع السرطان المختلفة بناءً على المجموعات المفتاحية (حساسية الأنسجة).
- تحديد والتحقق من صحة المؤشرات الحيوية للتعرض والآثار الصحية المتعلقة بالسرطان.
- تقييم مخاطر السرطان من خلال التحليلات البيولوجية للأنظمة ونماذج السرطنة بناءً على الدراسات الآلية والبيانات الوبائية، وتكامل كليهما.
- تجميع أنسجة الورم من أجل التوصيف الجزيئي للأورام ودراسة الجرعة والاستجابة فيما يتعلق بنوع الورم.
- التحقق في المراحل السابقة للسرطان في الأنسجة أو الدم من أجل السماح بنمذجة التسرطن.
- التعرف على الدراسات السكانية حيث يمكن ملاحظة آثار وراثية، إن وجدت.

3. تأثير خصائص التعرض للإشعاع:

- تحديد مخاطر الإصابة بالسرطان المتعلقة بالمصادر الداخلية في الدراسات الوبائية، بما في ذلك تقييم قياس الجرعات التفصيلي وتقييم حالات الارتباك في قياس الجرعات، و- عند الاقتضاء- اعتبارات القياس الدقيق.
- إجراء دراسات تجريبية في الجسم الحي أو في الزجاج لاختبار سيناريوهات التعرض حيث يلعب تعديل الجرعة دوراً.

مبادرة الجرعات المنخفضة الأوروبية متعددة التخصصات

- **موضوع البحث الرئيسي 3: "الحساسية الفردية للإشعاع"**
 1. الآليات الأساسية:
 - تطوير فهم المسارات التي تتأثر بالاستجابات الحادة وطويلة الأمد لجرعات منخفضة من الإشعاع (العمليات الالتهابية والحالات المناعية).
 - استخدام بيولوجيا النظم والنمذجة للتنبؤ بالاختلافات في النتائج على المستويين الفردي (التغيرات النوعية التي تؤثر على المسارات ذات الصلة بالصحة) والسكان (التغيرات الكمية في النتائج الصحية).
 - التعرف على المؤشرات الحيوية الجينية وغير الجينية للتأثر بالأمراض المرتبطة بالإشعاع والتي يمكن تطبيقها في علم الأوبئة الجزيئي.
 - التحقيق في الآليات التي يمكن أن يؤثر بها العمر عند التعرض، والعمر المكتسب للمتعرض وجنسه ونمط حياته وعوامل أخرى، بما في ذلك التعرض المشترك لعوامل أخرى، على خطر الإشعاع.
 2. تقييم المخاطر الصحية:
 - التحقق من صحة المؤشرات الحيوية المرشحة للحساسية الفردية المحددة من الدراسات الآلية في مجموعات من الأشخاص المعرضين وغير المعرضين الذين أصيبوا بأمراض سرطانية أو غير سرطانية.
 - تحسين أو إنشاء مجموعات رئيسية وإجراء دراسات وبائية جزيئية لتحديد العوامل (المضيفة والبيئية) المتضمنة في الحساسية الفردية للسرطان الناجم عن الإشعاع والآثار غير السرطانية ولتحديد آتارها.
 - تقدير التباين في المخاطر بين المجموعات السكانية المختلفة وتأثير العوامل المختلفة (العمر عند التعرض، والعمر المكتسب، والتعرض المشترك، والعوامل المضيفة).
 - تطوير نماذج بيولوجيا النظم للإمراض المستحثة بالإشعاع بالاعتماد على عوامل الخطر الفردية.
 3. تأثير خصائص التعرض للإشعاع:
 - تطوير نماذج مناسبة من الخلايا والأنسجة وداخل الجسم الحي لتقدير تأثير عدم تجانس الجرعة وجودة الإشعاع على الحساسية الإشعاعية الفردية.
 - إجراء دراسات وبائية لتقدير تأثير عدم تجانس الجرعة ونوعية الإشعاع على الحساسية الإشعاعية الفردية.
 - توصيف كيفية تأثير التعرض الداخلي وعدم تجانس الجرعة وجودة الإشعاع على تكوين المؤشرات الحيوية المرشحة التي تم تحديدها استجابةً للتعرض الخارجي ذو نقل الطاقة الخطي المنخفض.
 - دراسة كيف يمكن أن تختلف توزيعات الجرعات والآثار البيولوجية ذات الصلة بين الأفراد في نفس ظروف التعرض بسبب الاختلافات التشريحية والبيولوجية.

لمزيد من التفصيل يمكن العودة إلى:
Multidisciplinary European Low Dose Initiative (MELODI):
strategic research agenda for low dose radiation risk research
Radiation and Environmental Biophysics (2018) 57:5-15

إعداد: د. محمد حسن عبيد، د. محمد سعيد المصري،

- توصيف دور عدم التجانس المكاني للتعرض للإشعاع في مستويات الخلايا والأنسجة والأعضاء في حالة التعرض الداخلي لإشعاع ذو نقل طاقة خطي LET مرتفع، وذلك من خلال بيولوجيا النظم المعقدة، والرياضيات الحيوية.
- تحديد الفعالية البيولوجية النسبية (RBE) لنقاط نهاية مختارة في الدراسات التجريبية والوبائية لمواقع السرطان المحددة من خلال مقارنة المخاطر المتعلقة بالإشعاع ذو نقل الطاقة الخطي المنخفض والمرتفع.
- **موضوع البحث الرئيسي 2: "التأثيرات غير السرطانية للجرعات / معدلات الجرعات المنخفضة"**
 1. الآليات الأساسية:
 - تطوير نماذج في الحيوان وفي الزجاج للأمراض غير السرطانية ذات الصلة بالإشعاع من أجل توضيح المسارات التنظيمية المعنية.
 - تطبيق مجموعة كاملة من الأساليب التحليلية بما في ذلك "تقانات الأوميكس" والنظر في الخلايا المستهدفة والبيئة الدقيقة المحيطة بها.
 - تحديد مساهمة التغيرات المرتبطة بالإشعاع في وظائف المناعة والعمليات الالتهابية في التسبب في التأثيرات غير السرطانية.
 2. تقييم المخاطر الصحية:
 - تحديد شكل معدل الجرعة والعلاقة بين الجرعة والاستجابة عند البشر للنتائج غير السرطانية بجرعات منخفضة أو متوسطة بناءً على الدراسات الوبائية.
 - تحديد وتطوير والتحقق من المؤشرات الحيوية للتعرض والآثار المبكرة والمتأخرة.
 - تقييم المخاطر غير السرطانية من خلال تحليل بيولوجيا النظم والنماذج الرياضية التي تجمع بين الدراسات الآلية والبيانات الوبائية، وتكاملهما.
 - التحقيق في المراحل المبكرة من تطور الآثار غير السرطانية في الأنسجة أو المراحل النهائية المتعلقة بالمرض في العينات البيولوجية من أجل فهم الآلية المرضية التلقائية.
 3. تأثير خصائص التعرض للإشعاع:
 - التحقيق في الآليات البيولوجية التي تتحكم بالآثار غير السرطانية التي لوحظت في الأنسجة المعنية بعد التعرض لجرعة منخفضة فيما يتعلق بطرق التعرض المحددة ونوع الإشعاع.
 - تحديد المسارات ذات الصلة سريرياً المشاركة في الآثار غير السرطانية الناتجة عن الإشعاع بجرعات منخفضة من خلال بيولوجيا النظم (المرتبطة بقياس الجرعات المايكروية أو النانوية)
 - إجراء الدراسات الوبائية لخطر المصادر الداخلية
 - تطوير طرق جديدة ومبتكرة في الدراسات التجريبية لتحديد الفعالية البيولوجية النسبية (RBE) باستخدام تقنيات حديثة وتحديد / مقارنة تأثيرات التعرض الحاد مقابل التعرض المزمن.

دليل الأمان رقم 60 لعام 2021 إدارة البقايا الحاوية على المواد المشعة الطبيعية

(النورم) من إنتاج اليورانيوم والفعاليات الأخرى

Specific Safety Guide SSG -60 2021

Management of Residues Containing Naturally Occurring Radioactive Material from Uranium Production and Other Activities

بشكل عام، تخضع أنشطة إنتاج اليورانيوم عادة للرقابة التنظيمية كجزء من دورة الوقود النووي. وعلى عكس من أنشطة إنتاج اليورانيوم، لم تخضع المخلفات الناشئة عن أنشطة النورم الأخرى (التي ربما أعيد تدويرها أو استعمالها في تطبيقات أخرى أو التخلص منها كنفائات) دائماً للرقابة التنظيمية المناسبة في الماضي، على الرغم من أنها ربما احتوت على نكليدات مشعة بمستويات من شأنها أن تزيد الآن مخاوف تتعلق بالوقاية من الإشعاع. تختلف بقايا النورم، لا سيما تلك المتولدة عن التعدين ومعالجة المعادن، عن المخلفات المشعة المتولدة، على سبيل المثال، في محطات الطاقة النووية أو المرافق الطبية. يمكن توليد بقايا النورم بأحجام كبيرة جداً ولكنها تميل إلى احتواء النكليدات المشعة بتركيز نشاط منخفضة نسبياً. وفي بعض الحالات، تحتوي بقايا النورم على النكليدات المشعة بتركيز أعلى من النشاط، ولكن عادةً بكميات أصغر.

ولهذا قامت الوكالة بإصدار دليل خاص حول إدارة البقايا الحاوية على المواد المشعة الطبيعية الناجمة عن عمليات إنتاج اليورانيوم والأنشطة الأخرى. هدف دليل الأمان إلى تقديم توصيات للهيئات التنظيمية والمنظمات العاملة ومنظمات الدعم الفني والأطراف المهتمة الأخرى بشأن نُهج الإدارة الآمنة للبقايا الحاوية على النورم والناجمة عن إنتاج اليورانيوم وأنشطة النورم الأخرى، وفقاً للنهج المتدرج. تهدف هذه التوصيات إلى تلبية المتطلبات ذات الصلة والمنصوص عليها في الجزء 3 لوقاية الناس والبيئة، الآن وفي المستقبل.

يتناول دليل الأمان هذا إدارة المخاطر الإشعاعية والمخاطر المرتبطة بأنواع مختلفة من بقايا النورم وهو يعالج البقايا المشعة الناجمة عن إنتاج اليورانيوم وأنشطة النورم الأخرى التي تولد كميات كبيرة جداً من بقايا النورم، مثل البقايا الناجمة من التعدين ومعالجة المعادن، وكذلك الأنشطة التي تولد كميات صغيرة نسبياً من بقايا النورم مثل الحمأة والرواسب الحرفشفية.

على الرغم من أن اللبائ الأساسية لإدارة هذه المخاطر الإشعاعية والمخاطر الأخرى متشابهة، إلا أن خيارات إدارة هذه المجموعة الواسعة من المواد مختلفة تماماً بالضرورة.

يغطي دليل الأمان هذا دورة حياة منشأة إدارة بقايا النورم، بما في ذلك تحديد الموقع والبناء والتشغيل وإيقاف التشغيل والإغلاق وما بعد الإغلاق وفترة التحكم المؤسسي، حسب الاقتضاء للمنشأة. يمكن أن يكون مرفق إدارة بقايا النورم مرفقاً للمعالجة والتخزين و/أو الإدارة طويلة الأجل لبقايا النورم، بما في ذلك التخلص الدائم من بقايا النورم.

يحدد دليل الأمان هذا المتطلبات التنظيمية والتشريعية بما في ذلك الإعفاء ورفع الرقابة وإعادة الاستعمال وإعادة التدوير. وهي تشمل توصيات بشأن إجراء تقييمات الفرز، وعند الضرورة، تقييمات الأمان للمرافق والأنشطة التي تنطوي على بقايا النورم، بما في ذلك تلك المرافق والأنشطة التي تكون حقلية الأمان الرسمية مناسبة لها (مثل إدارة بقايا إنتاج اليورانيوم).

يوفر دليل الأمان هذا توصيات للهيئات التنظيمية لتحديد أي المنشآت أو الأنشطة التي تقوم بإدارة بقايا النورم والتي يجب مراعاتها للرقابة التنظيمية.

يجري توجيه دليل الأمان هذا بشكل أساسي نحو إدارة بقايا النورم كحالة تعرض مخطط لها، أي بما في ذلك التوليد وإعادة الاستعمال وإعادة التدوير والإدارة طويلة الأمد والتخلص من البقايا وكما ينطبق أيضاً على البقايا الناجمة عن إيقاف تشغيل مرافق النورم.

لا يتناول دليل الأمان هذا معالجة المناطق الملوثة بالمواد المشعة المتبقية الناجمة عن الممارسات السابقة.

النكليدات المشعة الموجودة في بقايا النورم ليست هي الخطر المحتمل الوحيد، وإنما يمكن أن تكون المكونات الكيميائية الموجودة في العديد من بقايا النورم قادرة أيضاً على التسبب في ضرر للأشخاص والبيئة، وقد يكون من الضروري تطبيق الضوابط من خلال اللوائح البيئية أو لوائح الصحة والسلامة المهنية. تشمل هذه المكونات الكيميائية المعادن الثقيلة والعناصر غير العضوية (مثل الزرنيخ) والأمحاض والمركبات العضوية المختلفة. يجب مراعاة احتمالية أن تسبب هذه المواد أضراراً عند التخطيط لإدارة بقايا النورم. على الرغم من أنه خارج نطاق دليل الأمان هذا، إلا أن هناك حاجة خاصة للهيئات

التنظيمية لمراعاة المخاطر غير الإشعاعية، والتي تمثل في كثير من الحالات الخطر الأساسي على الأشخاص والبيئة. يمثل تحقيق نهج تنظيمي ومتكامل متنسق للوقاية من هذه المخاطر المختلفة تحدياً للهيئات التنظيمية.

يقدم القسم 2 من دليل الأمان نظرة عامة على أنشطة النورم وبقاياها. ترد التوصيات بشأن الإطار الحكومي والقانوني والتنظيمي للإدارة الآمنة لبقايا النورم في القسم 3، ويتم توفير توصيات بشأن وقاية الأشخاص والبيئة في القسم 4. وتقدم التوصيات بشأن عملية الرقابة التنظيمية في القسم 5، في حين يقدم القسم 6 توصيات بشأن استراتيجيات إدارة بقايا النورم. يقدم القسم 7 توصيات بشأن تطوير حقلية الأمان ودعم تقييم الأمان. يتناول القسم 8 دورة حياة مرافق الإدارة طويلة الأمد لبقايا النورم، بدءاً من تحديد الموقع وحتى الضوابط المؤسسية طويلة الأمد.

احتوى دليل الأمان ثلاثة ملاحق رئيسة وأربعة ملاحق داعمة. يقدم الملحق الأول معلومات عن الاعتبارات الخاصة

إدارة البقايا من إنتاج اليورانيوم، ويوصي الملحق الثاني بخطة لإدارة البقايا من إنتاج اليورانيوم. وورد في الملحق الثالث توصيات بشأن خطة الإغلاق لمرفق إدارة البقايا في موقع إنتاج اليورانيوم.

يقدم الملحق الداعم الأول أمثلة على بقايا النورم التي سيتم تقييمها من أجل التحكم التنظيمي المحتمل. يقدم الملحق الثاني معلومات عن أخذ عينات من بقايا النورم وتحديد تركيز نشاط النكليدات المشعة. يقدم الملحق الثالث مثالاً لتطبيق النهج المتدرج في إدارة بقايا النورم، في حين يقدم الملحق الرابع معلومات عن إعادة استعمال وإعادة تدوير بقايا النورم. بالإضافة إلى ذلك، توفر المراجع قائمة بالمنشورات ذات الصلة بإدارة بقايا النورم.

إعداد: د. محمد سعيد المصري

IAEA Safety Standards

for protecting people and the environment

Management of Residues Containing Naturally Occurring Radioactive Material from Uranium Production and Other Activities

Specific Safety Guide
No. SSG-60



IAEA
International Atomic Energy Agency

دور ومسؤولية الفيزيائي الطبي السريري في التعرضات الطبية

وتاريخ السابع من تشرين الثاني في كل عام يحتفل العالم باليوم العالمي للفيزياء الطبية نظراً لأهمية هذا

تاريخ السابع من تشرين الثاني في كل عام يحتفل العالم باليوم العالمي للفيزياء الطبية نظراً لأهمية هذا التخصص ضمن سلسلة الرعاية الصحية في يومنا هذا، حيث لا تكاد تخلو مؤسسة صحية من أجهزة وأدوات تشخيصية شعاعية أو غير شعاعية على درجة عالية من الدقة والتعقيد والتي يتطلب استعمالها الصحيح وجود مختصين قادرين على الجمع بين الخلفية الطبية المناسبة والمعلومات التقنية والمفاهيم الفيزيائية. وبالرغم من أن مهنة الفيزياء الطبية ولدت من الحاجة إليها في مراكز المعالجة الإشعاعية إلا أنها توسعت حالياً لتشمل أجهزة التصوير التشخيصي المختلفة وكذلك الطب النووي ومن هذا المنطلق أصبح الفيزيائي الطبي السريري المؤهل Clinically Qualified Medical Physicist (CQMP) عنصراً فاعلاً في المنظومة الصحية ككل.

ويقع على عاتق الفيزيائيين الطبيين السريريين المؤهلين مسؤوليات في ضمان امتثال مرافق التصوير التشخيصي والمعالجة الإشعاعية للقواعد واللوائح الوطنية، واتباع توصيات الهيئات الدولية المختصة وذلك وفقاً لخطط إدارة الجودة حيث يدعمون إدارة المستشفى في تحديد مواصفات شراء المعدات، ويقدمون المشورة الفنية والعلمية والإدارية.

تستند الأدوار والمسؤوليات المقناة على عاتق الفيزيائيين الطبيين السريريين المؤهلين في بيئة المشافي إلى التطور المهني في واحد أو أكثر من تخصصات الفيزياء الطبية وعلى المعرفة السريرية بالمبادئ والأسس التشريحية والفيزيولوجية للدراسات السريرية ذات الصلة، وكذلك على التقنيات والإجراءات السريرية فيها. ويمكن تقسيم هذه الأدوار والمسؤوليات إلى مجموعتين رئيسيتين: الأولى تنظر في الجوانب المشتركة في جميع تخصصات الفيزياء الطبية والأخرى تتعلق بمجالات محددة من التخصصات (تشخيص، طب نووي، معالجة شعاعية) وفيما يلي والتي الأدوار والمسؤوليات المشتركة بين جميع التخصصات:

المعايرة والتحقق من أدوات القياس:

يعد الفيزيائي الطبي السريري المؤهل مسؤولاً عن معايرة الأدوات التي يستخدمها وكذلك مسؤولاً عن اتباع المعايير أو قواعد الممارسة الموصى بها والاحتفاظ بسجلات المعايرة المناسبة. كما أنه مسؤولاً عن تطوير الإجراءات لتحديد مدى استقرار الأدوات للاستخدام السريري.

الإشراف الفني على تشغيل المعدات وصيانتها:

يشرف الفيزيائي الطبي السريري المؤهل على الصيانة الوقائية والتصحيحية، وإصلاح ومعايرة معدات التشخيص والعلاج والقياس، ويكون مسؤولاً عن توثيق المعلومات ذات الصلة. حيث يتعاون مع المهندسين المختصين في تطوير وصيانة برنامج إدارة الجودة لجميع المعدات، وذلك لتمكين المعدات من العمل على النحو الأمثل. يعد الفيزيائي الطبي السريري المؤهل مسؤولاً أيضاً عن السماح بالاستخدام السريري

لمعدات الإشعاع بعد إجراء الصيانة. ولهذا الغرض، يقوم بإجراء قياسات ضبط الجودة بدرجة معينة بعد الصيانة الوقائية أو التصحيحية للتأكد من أن وظيفة الجهاز لم تتأثر بأي تغيير قد تم إجراؤه أثناء عملية الصيانة أو الإصلاح. ومن خلال عملية التحقق من الوظيفة المناسبة للمعدات، يهدف الفيزيائيين الطبيين السريريين المؤهلين إلى ضمان الأداء الأمثل بالإضافة إلى سلامة المرضى والموظفين.

السجلات والوثائق:

يحافظ الفيزيائيون الطبيون السريريون المؤهلون على الوثائق المطلوبة ضمن مجال عملهم ويحتفظون بكافة السجلات كدليل على امتثال عمل المعدات والإجراءات للقواعد والتوصيات المناسبة من السلطات التنظيمية والاعتمادية. ويقومون كذلك بمراجعة السجلات المتعلقة بالقصة السريرية للمريض وبخاصة فيما يتعلق بالتفسير الصحيح لوصفة الجرعة الإشعاعية أو طلب إجراء التصوير الإشعاعي وتحسين معاملات خطة العلاج الإشعاعي، ومعاملات حزمة الإشعاع العلاجية أو التصويرية، وقياس جرعات المريض و/ أو قياس الجرعات الصيدلانية المشعة. بالإضافة إلى ذلك، فإن الفيزيائيين الطبيين السريريين المؤهلين مسؤولون عن توثيق ضمان الجودة ومعايرة المعدات وعمليات تدقيق قياس الجرعات المستقلة

وعن أي سياسات وإجراءات فيزيائية طبية أخرى.

الحوسبة السريرية والاتصالات:

تمتلك الفيزيائيون الطبيون السريريون المؤهلون المعرفة والمهارات اللازمة للمساعدة في الاستخدام السريري للشبكات الحاسوبية الداخلية، على سبيل المثال: مراجعة / معالجة محطات العمل الحاسوبية أو تسجيل الأنظمة والتحقق منها، وإدارة نظام الحاسوب الأساسي والمهام الإدارية، وتطبيق تقنيات معالجة بيانات الصور كإعادة بناء الصورة والحفظ والدمج وتنفيذ استكشاف أخطاء النظام للتخلص من مشاكل الحواسيب الشائعة. وكذلك فهم على دراية بالمفاهيم الأساسية واستخدام أنظمة الحفظ والتحقق وأرشفة الصور وأنظمة الاتصالات وأنظمة معلومات الأشعة وأنظمة معلومات المستشفيات. كما أنهم على دراية بكيفية تخزين صور وبيانات المرضى أو التعامل معها أو توزيعها بين محطات العمل المختلفة. يتعاون الفيزيائيون الطبيون السريريون المؤهلون مع مهندسي الحواسيب للتحقق من تكامل الشبكة المعلوماتية في المشفى ونقل البيانات لضمان عمل جميع الأنظمة، وحماية بيانات المريض من الوصول غير المصرح به وخرق الخصوصية.

البحث والتطوير:

يقوم الفيزيائيون الطبيون السريريون المؤهلون بتقويم التقنيات الجديدة والتحقق في اعتماد الإجراءات الجديدة، والمساعدة في تدريب الطاقم السريري على تنفيذها. حيث يدعمون الجوانب المادية والتقنية للبحث السريري وغالباً ما يكون لهم دور رائد في فريق البحث الطبي، لا سيما في المراكز ذات التعقيد التكنولوجي العالي. ويلعب الفيزيائيون الطبيون السريريون المؤهلون دوراً مهماً في البروتوكولات السريرية المستخدمة في البحث التطبيقي. كما يقومون بإجراء البحث والتطوير في الفيزياء والأجهزة الطبية، ومتابعة التطورات الجارية في مجالات محددة باستعمال المنهجيات التجريبية ضمن الأطر الزمنية اللازمة.

التعليم والتدريب:

يتمتع الفيزيائيون الطبيون السريريون المؤهلون بدور رئيسي في التعليم الأكاديمي والتدريب السريري للفيزيائيين الطبيين حيث يقومون بإلقاء المحاضرات وتطوير المواد التعليمية للممارسين الطبيين والممرضات، وكذلك للطلاب والمقيمين وموظفي الصيانة الفنية والتقنيين. بالإضافة إلى ذلك، يمكنهم أيضاً توفير التوجيه المستمر أو الإشراف السريري للمهنيين، بناءً على متطلبات التعليم والتطوير المهني المستمر.

أما فيما يتعلق بالأدوار والمسؤوليات المتعلقة بتخصصات العلاج الإشعاعي والطب النووي والتشخيص الإشعاعي فيمكن إنجازها بما يلي:

1. تصميم التركيب والمواصفات الفنية وقبول المعدات وتشغيلها، بما في ذلك وضع معايير الأداء المقبول؛
2. الوقاية من الإشعاع وحماية المرضى والموظفين وعموم الناس؛
3. قياس الجرعات الإشعاعية لمصادر الإشعاع والمرضى؛
4. تعظيم الاستفادة من الجوانب المادية للإجراءات التشخيصية والعلاجية؛
5. إدارة الجودة للجوانب الفيزيائية والتقنية للطب الإشعاعي، مثل:

- وضع سياسات وإجراءات مؤسسية للاستخدام الآمن والفعال للإشعاع؛
 - الإشراف على إجراءات ضمان وضبط الجودة؛
 - تقييم المخاطر وإدارتها.
1. التعاون مع المهنيين السريريين الآخرين في رعاية المرضى، مثل:
 - التشاور مع الممارسين الطبيين وأعضاء الفريق السريري الآخرين أثناء الإجراءات التشخيصية أو العلاجية.
 - التكليف والإشراف على تنفيذ إجراءات سريرية جديدة أو معقدة، والمساعدة في تدريب الطاقم السريري.

معايرة كواشف النوترونات باستعمال مطيافية كرات بونر

عام، هناك العديد من تقنيات الكشف الإشعاعي وأنواع كثيرة من أجهزة الكشف. لكن تجب الإشارة إلى أن الكشف عن النيوترونات السريعة هو مجال معقد للغاية، لأن المقطع العرضي للنيوترونات السريعة أصغر بكثير من المجال الطاقوي للنيوترونات البطيئة. غالبًا ما يتم الكشف عن النيوترونات السريعة عن طريق إبطائها أولاً للطاقات الحرارية. ومع ذلك، خلال هذه العملية، يتم فقدان المعلومات حول الطاقة الأصلية للنيوترون واتجاه انتقاله وزمن إصداره.

هناك عدة طرق للكشف عن النيوترونات البطيئة وطرق قليلة للكشف عن النيوترونات السريعة. لذلك، تتمثل إحدى تقنيات قياس النيوترونات السريعة في تحويلها إلى نيوترونات بطيئة ثم قياس النيوترونات البطيئة. تعتمد إحدى الطرق الممكنة على مطيافية كرات بونر. تم وصف الطريقة لأول مرة في عام 1960 من قبل إوينج وتوم بونر (Ewing and Tom W. Bonner) وتستخدم كواشف نيوترونات حرارية (عادةً ما تكون إما أن تكون كواشف

غازية أو كواشف ومضانية غير عضوية مثل LiI) موضوعة ضمن كرات مصنوعة من مواد مهندسة للنيوترونات ذات أحجام مختلفة. تم استعمال كرات بونر على نطاق واسع لقياس أطياف النيوترونات مع طاقات نيوترونية تتراوح من الحرارية وحتى عدة مئات من ميغا إلكترون فولت على الأقل. تتكون مطيافية كرات بونر (Bonner Sphers spectrometry BSS) من كاشف نيوتروني حراري، ومجموعة من الكرات المصنوعة من البولي إيثيلين. من أجل الكشف عن النيوترونات الحرارية، يمكن استعمال كاشف He-3 وماض غير عضوي مثل LiI.



إعداد: د. أنس إسماعيل

يعد القياس الموثوق للإشعاع النيوتروني مهمة صعبة بسبب نطاق الطاقة الكبير للنيوترونات، وآليات تفاعلها المعقدة والمعتمدة على الطاقة مع المادة، مما قد يؤدي إلى انحرافات كبيرة في استجابة معظم أجهزة القياس. هذا هو السبب في أن مرافق المعايرة بالإضافة إلى إجراءاتها تلعبان دورًا مهمًا. يجب أن تغطي إمكانات المعايرة كامل المجال الطاقوي المرتبط بتقنيات القياس، أي من النيوترونات الحرارية حتى عدة مئات من MeV. تم تطوير أنواع مختلفة من المعايرة والتي يتم تطبيقها في العديد من مخابر المعايرة المعتمدة:

1. قياس أطياف الطاقة الواسعة التي تنتجها المصادر المشعة
2. استعمال حقول نيوترونية أحادية الطاقة تقريبًا المنتجة باستخدام مسرعات الجسيمات و
3. استعمال برامج المحاكاة لتمثيل توزيعات طاقة واسعة ماثلة لتلك التي لوحظت في أماكن العمل.

وهي تشمل حقولاً مرجعية للإشعاع النيوتروني ماثلة لما هو متوفر في مخابر المعايرة الوطنية.

الكمية المرجعية الأولية المستخدمة لمعايرة أجهزة مسح النيوترونات، ومقاييس الجرعات الشخصية، والمطيافيات، وما إلى ذلك هي التدفق النيوتروني. يتم تحديد هذه الكمية من خلال طرق تجريبية مناسبة بينما يتم اشتقاق كميات قياس الجرعات من خلال تطبيق معاملات تحويل تدفق -جرعة (fluence-to-dose) الموصى بها.

النيوترونات السريعة هي نيوترونات ذات طاقة حركية أكبر من 1 ميغا إلكترون فولت (حوالي 15000 كم / ثانية). في المفاعلات النووية، تسمى هذه النيوترونات عمومًا بالنيوترونات الانشطارية. تتبع نيوترونات الانشطار على توزيع طاقة ماكسويل بولتزمان بمتوسط طاقة يبلغ حوالي 2 MeV. يتم إبطاء

النيوترونات السريعة إلى طاقات حرارية من خلال عملية تسمى تهدئة النيوترونات. بشكل

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. محمد حسن عبيد
د. أنس إسماعيل، د. يحيى لحي
الإخراج الفني: زهير شعيب