الفصل الثامن

الوقاية من الإشعاع من المواد المشعة بيعيا (NORM) في الصناعة النفطية

obeikandl.com

٨ – ١ المقدمة :

الوقاية من الإشعاع من المواد المشعة الطبيعية الناتجة عن صناعة النفط والغاز لا تختلف في الأساس عن أساليب الوقاية الإشعاعية من المصادر المشعة ذات النشاط الإشعاعي الواطئ، بحيث تكون الجرعة للعاملين والجمهور اقل ما يمكن التوصل إليها عملياً (ALARA) . يتعرض العاملون في صناعة النفط لخطر الإشعاع الصادر عن المواد المشعة الطبيعية أثناء العمل بالقرب من فوهة الابار ومعدات الانتاج مثل شبكة أنابيب نقل النفط، خزانات فصل النفط ، أماكن معالجة وإزالة الأجهزة الملوثة، ومخزن المواد المشعة الطبيعية والتي تحوي الرواسب الصلبة التي تم ازالتها من المعدات الملوثة و الوحل و الأجهزة. و لا بد من اتباع الإجراءات الوقائية اللازمة، التي تحكمها قوانين الاشعاع الصادرة عن السلطات الرقابية في البلد المعني. و تختلف طبيعة الإجراءات تبعاً لنوع التعرض الإشعاعي.

التعرض لخطر الإشعاع الصادر عن المواد المشعة الطبيعية نوعان وهما الاول التعرض الخارجي الناتج عن المواد المشعة الباعثة لإشعاعه جاما.والثاني التعرض الداخلي والذي ينج عن ثلاث معابر اساسية هي استنشاق الغبار الناشئ عن أعمال التنظيف و غيرها بطريق التنفس، او عن طريق الابتلاع للطعام الملوث، او دخول الملوثات المشعة عن طريق الجروح. و للوقاية من هذا التعرض يجب العمل ضمن إجراءات الوقاية من الاشعاع حسب توصيات الوكالة الدولية للطاقة الذرية. ولكن في غياب نظام مراقبة إشعاعية جيد في عمليات استخراج النفط والغاز فان المواد المشعة الطبيعية (NORM) قد يؤدي إلى تعرض خارجي خلال الإنتاج وذلك لتراكم النويدات المشعة الباعثة لأشعة جاما أو من التعرض الداخلي للعاملين والجمهور وخاصة خلال عملية الصيانة، ونقل الملوثات والأجهزة الملوثة، وإزالة التلوث عن الأجهزة والمعدات.

٨ – ٢ انواع التعرض الاشعاعي هي:

١- التعرض الخارجي:

التعرض الناتج من المصدر عندما يكون خارج الجسم الحي . ومثل هذه التعرضات تحدث من المصادر المغلفة والمفتوحة وكذلك المواد المشعة طبيعيا(NORM) والأجهزة الإشعاعية.وقد يولد ترسب المواد الصلبة والأوحال في الأنابيب والأوعية معدل جرعة داخل وخارج هذه المعدات تؤثر على العاملين والجمهور. فان وليدات نظائر الراديوم وفي الأخص Ra^{226} يبعث أشعة جاما التي لها القدرة على النفوذ من خلال جدران هذه المعدات وكذلك فان أحد وليدات Th^{228} وهو Tl^{208} يبعث بأشعة جاما ذات طاقة عالية والتي تساهم بشكل كبير إلى معدل الجرعة خارج سطوح هذه المعدات. أن معدل الجرعة يعتمد على كمية والنشاط الإشعاعي للنويدات المشعة الموجودة داخل المعدات.

معدل الجرعة العظمى يصل إلى بضع من µSv/h. وفي بعض الحالات غير الاعتيادية قد يصل معدل الجرعة خارج سطوح هذه المعدات إلى بضع مئات من µSv/h وهي اكبر من 1000 مرة من الخلفية الإشعاعية الاعتيادية. ويوضح الجدول(٨ – 1) هذه الجرع.

أما الترسبات الحاوية على Pb^{210} فلا يمكن تقييمها من خلال القياس خارج المعدات لان طاقة أشعة جاما المنبعثة منها منخفضة وكذلك جسيمات بيتا وكلاهما لا يخترق المعدات،لذلك فان الجرعة الخارجية الناتجة عن Pb^{210} لا تساهم في الجرعة الناتجة عن التعرض الخارجي ولكن التعرض منها يكون مؤثرا عند فتح هذه المعدات.

الجدول(٨ – 1) معدل الجرعة الخارجة لبعض آبار إنتاج النفط:

الموقع	معدل الجرعة µ«Sv/h
الأنابيب داخل البئر وصمامات الأمان	أكثر من 300
سطح البئر	22.5 – 0.1
خطوط الإنتاج	5– 3.5
أجهزة الفصل «القياس من الداخل»	أكثر من 200
أجهزة الفصل «القياس من الخارج»	أكثر من 15
الماء الخارج	0.5 – 0.2

يمكن الكشف بالأجهزة المحمولة عن تراكم ترسبات الراديوم بدون فتح هذه المعدات شكل(٨– ١) وعند فتح المعدات لغرض الصيانة فسوف تزداد الجرعة.

وجود المواد المشعة الطبيعية NORM في المنشآت لا يسبب تعرضاً إشعاعيا خارجياً كبيراً يتعدى حدود الجرعة السنوية للعاملين.حيث ان التعرض من هذه المواد يكون قليل بحيث لا يتطلب اخذ إجراءات وقائية صارمة. ولكن توجد بعض الحالات التي تكون فيها الجرعة الناتجة عن هذه المواد كبيرة ويمكن إتباع الخطوات التالية لتقليل جرع التعرض وذلك بزيادة المساقة عن المعدة وتقليل زمن التعرض وقد وجد أن وضع محددات الدخول وتقليل زمن التواجد قرب هذه الأنابيب يقلل من معدل الجرعة السنوية المستلمة و خاصة أشعة جاما، ينبغي إتباع

شكل(٨- ١) الكشف الإشعاعي عن الملوثات المشعة الطبيعية(NORM) بالأجهزة المحمولة

أساسيات الوقاية الإشعاعية و الذي يعتمد على كلاً من المسافة و الزمن والتدريع

١. **الزمن:**

يجب خفض زمن المكوث بالقرب من مصدر الأشعة المؤينة إلى أقصى ما يمكن و لهذا من المفضل تدوير العاملين و تغيير مهامهم حيناً بعد حين، و خاصة الأماكن التي يحصل فيها تعرض لجرعات إشعاعية مرتفعة. لأنة من الأفضل أن توزع الجرعة على عدة عاملين بَدَلَ من عامل واحد.

٢. **المسافة:**

على العامل البقاء أبعد ما يمكن عن أي مصدر للأشعة المؤينة إذ ينخفض التعرض الإشعاعي بسرعة عند الابتعاد عن المصدر كون العلاقة بين التعرض الإشعاعي مع مربع المسافة عن المصدر علاقة عكسية .

٣. الدرع الواقي:

يفضل زيادة التدريع ما أمكن بين العامل و المادة المشعة حيث يقوم الدرع بامتصاص وتوهين بعض الأشعة الصادرة عن المادة و تعتمد ذلك نوع مادة الدرع. لا يمكن عادة استخدام هذا الأسلوب لحماية الأشخاص من الأشعة الصادرة عن المواد المشعة الطبيعية في الحقول النفطية. لان الحديد الذي تصنع منه المعدات النفطية يعد درعاً ملائماً من التعرض المنخفض نسبياً، الناتج من المواد المشعة الطبيعية. أن البراميل التي تحوي الرواسب الصلبة التي تم إزالتها هي سبب أكثر التعرضات الناشئة عن المواد المشعة الطبيعية الموجودة في الحقول لهذا يجب أثناء تخزين عدد كبير من البراميل في المستودع إحاطة البراميل، التي تولد جرع أعلى من سواها، ببراميل تظهر قراءات أخفض.او استخدام براميل سميكة.

تتطلب الخطوتين الأولى والثانية تصميم منطقة إشراف وسيطرة والتي يكون الدخول إليها محكوم بضوابط. أما الخطوة الثانية فان الأنابيب التي في داخلها المادة المشعة يمكن اعتبارها درعاً وقائيا. أما إذا وجدت كمية كبيرة من المواد المشعة طبيعيا (NORM) ذات نشاط إشعاعي عالي فيجب خزنها في أوعية خاصة لكي تقلل من أشعة جاما النافذة منها إلى مستويات مقبولة.

٢-التعرض الداخلي:

هو عملية دخول المصادر المشعة إلى داخل جسم الإنسان . أن التقرب مع المصادر المغلقة أو المصادر المفتوحة أو انتشار المواد المشعة طبيعيا يمكن أن تسبب تعرض داخلي عن طريق التنفس . الابتدلاع أو الجروح في جسم الإنسان ، وفي حالة المصادر المشعة طبيعيا فيجب الاهتمام بغاز الرادون المشع الذي يتجمع قرب مصادر المواد المشعة طبعاً.

عند غياب أي سيطرة على المواد المشعة طبيعيا فان التلـوث الـداخلي يمكـن أن يحصل نتيجة للاستنشاق أو الابتلاع للنويدات المشعة. وهذا يحصل عنـد تنظيـف المعدات الملوثة أو نقلها أو فتحها لغرض الصيانة عند عدم اخذ الحيطة قبل الأكـل والشرب والتدخين، وكذلك يأخذ الحذر بعدم انتشار هذه الملوثات إلى خارج منطقـة العمل وكذلك عدم جعل الهواء ملوثاً بالمواد المشعة نتيجة لتعلق هذه الـدقائق فـي الهواء. لان استنشاق هذه الدقائق يؤدي إلى تأثيرات ضـارة وخاصـة عنـد عـدم استخدام المعدات الوقائية. «أجهزة التنفس والملابس الوقائية».

إن مخاطر الجرعة الناتجة عن الاستنشاق تعتمد على الخواص الفيزيائية والكيماوية والنشاط الإشعاعي (NORM) وعلى معدل القطر الايروداميكي لجزئيـات المـادة المشعة. و لتفادي مثل هذا الانتقال لا بد من تحديد المناطق الملوثة، و نشر الـوعي بين العاملين حول وجود مثل هذه التلوث. و تعد إشارات التحذير و وضع الأشرطة أو الأسلاك حول المنطقة الملوثة .

توجد قواعد عامة للوقاية من التعرض الداخلي أثناء العمل في مناطق ملوثة بالمواد المشعة الطبيعية و هي:

١. يمنـع الأكـل و الشـراب و التـدخين و العَلْـك واسـتخدام مـواد التجميـل للنساء(Cosmetics)في المناطق الملوثة أو المحظورة.
٢. استخدام أجهزة التنفس الاصطناعي و الألبسة الملائمة.
٣. إجراء كشف إشعاعي للتحري عن تلوث العاملين عند خروجهم مـن المنطقـة الملوثة.
٤. يجب غسل اليدين و الوجه قبل تناول الطعام و الشراب أو التدخين. و الحفـاظ على ما تحت الأظافر نظيفاً. و غسل ملابس العمال على الدوام.
٥ – يفضل استخدام الطرق الرطبة لازالة المواد المشعة طبيعيا لغرض تقليل انتشار العوالق الملوثة في الهواء.ووضع المواد في حاويات تمنع انتشارها.

تتطلب عمليات إزالة تلوث الرواسب الملوثة في الموقع الإجراءات الوقائية التالية:

١ – تعامل المعدات على انها ملوثة بالمواد المشعة الطبيعية عندما يزيد مستوى تعرّضها الإشعاعي الخارجي عن حدٍ تحدده السلطة الرقابية البلد المعني.

٢ – إزالة التلوث في موقع العمل تنجم عنة مخاطر إشعاعية للعاملين والجمهور لذلك ولغرض وقاية العاملين والجمهور والبيئة يتم رصف أرض مناطق التنظيف الدائمة بالخرسانة وتغطية أرض مناطق التنظيف بالبلاستيك قبل البدء بعمليات إزالة المواد المشعة الطبيعية عن المعدات لتلافي التلوث الإشعاعي. و تستعمل عادة الأغطية البلاستيكية لأرض منطقة العمل لاحتواء التلوث و تسهيل إجراءات التنظيف بعد إتمام العمل.وتجري أعمال الإزالة في مناطق جيدة التهوية لغرض عدم تراكم غاز الرادون المشع.

٣– الأجهزة أو الموقع يحتاج إلى إزالة التلوث لغرض رفع الرقابة (Clearance) من متطلبات السلطة الرقابية لغرض تدوير هذه الملوثات أو طرحها إلى البيئة كملوثات اعتيادية.

٤–العاملون لإزالة التلوث يجب أن يعلموا بالمخاطر الإشعاعية واتخاذ الإجراءات الضرورية للوقاية وان يتقن جميع العاملين استخدام أجهزة الوقاية الفردية التي يجب ارتداؤها أثناء أعمال الإزالة إضافة إلى معرفتهم للإجراءات الصحيحة لدخول منطقة وجود المواد الملوثة صبيعيا.

٥–استخدام معدات احتواء للمواد المشعة تشكل غرفة بلاستيكية لعدم انتشار المواد المشعة إلى خارج موقع العمل شكل (٨ –٢) أو أن المعدات تأخذ إلى خارج المواقع لغرض إزالة تلوثها شكل (٨ – ٣)

٨ - ٣ الإجراءات الوقائية عند ازالة التلوث من التجهيزات الملوثة وخزانات النفط،

obeikandi.com

١. التقليل من التعرض الداخلي وذلك يتم عن طريق منع تناول الطعام و الشراب و التدخين و المواد التجميلية في مناطق العمل الذي يجري فيه تداول المعدات.

شكل(٨ -٢) المعدات الوقائية عند إزالة التلوث الإشعاعي

شكل(٨ -٣) معدات ملوثة إشعاعيا مخزونة خارج موقع الإزالة

٢. عدم انتقال الملوثات الى البيئة المجاورة من مواقع العمل من خلال احتواء المادة الملوثة داخل التجهيزات الملوثة بالمواد المشعة وتغطية الأرض باستخدام أغطية من البلاستيك للتقليل من تولد أي غبار أو انتقال للرواسب أو الاوحال فتلوث التربة المحيطة بالمنطقة .

٣. قياس جرع التعرض الشخصي في مواقع وجود التجهيزات الملوثة.

٤. عند التعامل مع المعدات الملوثة يجب استخدام معدات الوقاية من ملابس و أجهزة تنفس اصطناعية مناسبة إذا تطلب العمل على تجهيزات يمكن أن يتولد منها معلقات هوائية ملوثة لتقليل التماس المباشر مع المواد المشعة.

٥. يتم التعامل مع الاوحال و الرواسب الصلبة الملوثة بالمواد المشعة بعد ترطيبها لتقليل إثارة الغبار إلى أقل حد ممكن.

٦ –عند تنظيف خزانات النفط يتم تهوية الخزان وذلك للتخلص من غاز الرادون، الذي يمكن أن يتولد ويتراكم نتيجة لتحلل (الراديوم٢٢٦) إضافةً إلى التخلص من معظم الابخرة السامة وأبخرة الهدروكاربونّات. يوصى باستخدام أجهزة تنفس صناعية خلال الدخول الأول إلى خزان التجميع من أجل التنظيف أو التفتيش.

٧– المعدات المستخدمة في أعمال التنظيف، يجب إزالة تلوثها ، بغسلها بالماء والصابون، اما المواد والمعدات الملوثة، التي لا يمكن إزالة التلوث عنها، فتوضع في اكياس بلاستيكية يحكم إغلاقها وتخزن لفترة ثم تطمر باعتبارها نفايات مشعة.

٨ – عدم طرح المياه الناتجة عن الازالة إلى المجاري العامة او البيئة الا بعد التاكد من انها تحوي تراكيز منخفضة من المواد المشعة، تعادل الحدود المسموح بها او اقل ضمن المعايير الموضوعة من السلطة الرقابية.

٩ – يحظر دخول الأشخاص غير المرخص لهم إلى مناطق تنظيف التجهيزات، و يجب أن يكون عدد الأشخاص في مناطق التنظيف أقل ما يمكن.

١٠ – يجب إجراء مسح إشعاعي للمعدات المطلوب ازالة تلوثها قبل عمليات الإزالة و بعد انتهائها لمقارنة القراءات وحساب عامل الازالة والذي يساوي النسبة بين القراءات قبل الازالة الى القراءات بعد الازالة والذي يجب ان يكون اقل من الواحد بكثير ثم يقارن العامل مع القيم العالمية.

١١– وضع الرواسب الصلبة والأوحال وجميع الملوثات الاخرى في حاويات مناسبة للتخزين و أن تمرر المياه الناتجة عن عملية إزالة التلوث عبر مرشحات لامتصاص الملوثات منها و إعادة استخدامها أو طَرْحها.

٨–٤ إدارة النفايات المشعة للمواد الشمعة طبيعياً (NORM):

تتولد في منشآت النفط والغاز نفايات صلبة وسائلة خلال العمر التشغيلي لهذه المنشآت. وبالإضافة إلى ذلك تتولد نفايات صلبة إضافية نتيجة لإزالة التلوث أو تصفية تلك المنشآت. هذه النفايات تحتوي على مواد مشعة طبيعياً تؤدي إلى تأثيرات إشعاعية على العاملين والجمهور المتعرضين لهذه النفايات وبالإضافة إلى التأثيرات الإشعاعية توجد تأثيرات كيميائية لهذه المواد.من أهم نفايات المواد المشعة طبيعياً والمتولدة نتيجة للصناعات النفطية والغاز هي:

١–الماء المنتج

٢– الرواسب والأوحال .

٣– المعدات الملوثة

٤–النفايات الناتجة عن نشاطات معاملة النفايات.

٥–النفايات الناتجة عن تصفية المنشآت.

إن النشاط الإشعاعي للمواد المشعة في الماء المنتج تكون قليلة ولكن حجم الماء كبير، أما الملوثات الصلبة فان النشاط الإشعاعي فيها يتراوح بين النشاط المنخفض والعالي، ولكن حجمها في الغالب يكون قليل. إن عمر النصف الطويل لبعض هذه النفايات يتطلب إدارة جيدة لها.

openkanal.com

إزالة التلوث عن المنشأة أو الأجهزة يولد نفايات مشعة يعتمد نوعها على نوع المواد المزالة وتركيزها وطريقة الإزالة.حيث ان إزالة التلوث ميكانيكياً بالطريقة الجافة تولد نفايات صلبة بالإضافة الى النفايات الجافة المتولدة من منظومة المرشحات المستخدمة لإزالة المواد المشعة العالقة في الهواء.وكذلك فان إزالة التلوث في الموقع يولد كميات من الماء تحتوي على مواد مشعة. اهم النفايات المشعة المتولدة نتيجة لإزالة التلوث هي:

١- الأوحال المزالة من الأنابيب والأوعية والخزانات.

٢- الترسبات الصلبة المعلقة في الماء.

٣-السوائل الحاوية على ترسبات مشعة ذاتية في المواد الكيميائية المستخدمة لإزالة التلوث.

٤-نفايات صلبة ناتجة عن إزالة التلوث الجافة أو الصلبة.

٥- نفايات ماء ناتجة عن إزالة الترسبات بعملية الترسيب أو الترشيح للماء المستخدم في المعاملة الرطبة لإزالة التلوث وخاصة استخدام الماء المضغوط.

٦- الخبث المتولد نتيجة لصهر المعادن الملوثة.

٧- الغبار المتطاير أو الغازات الخارجة من المداخن والتي تحتوي على مواد مشعة متطايرة.

إن هذه النفايات لا تحتوي على مواد مشعة حسب وإنما تحتوي على مركبات كيميائية مستخدمة في الإزالة، بقايا عضوية صلبة أو سائلة تنتج من تصفية النفط والغاز، والعناصر الثقيلة مثل الزئبق، الرصاص، الزنك والتي تكون مرافقة للمواد المشعة طبيعياً الناتجة عن إنتاج النفط والغاز. هذه العناصر تتطلب وقاية إضافية.

يتكون برنامج إدارة النفايات المشعة من الإدارة، التنظيم والخطوات التقنية للتعامل بأمان مع النفايات المشعة والسامة. حيث أن الخطر السمي لبعض المواد المشعة يكون اكبر من خطرها الإشعاعي.

ونتيجة للأنواع المختلفة للمواد المشعة الطبيعية المتولدة عن الصناعات النفطية والغاز واحتمال تغير تولدها. لذلك يجب وضع خطط الوقاية الإشعاعية وبسبب طبيعة الصناعات النفطية وحقيقة كون حجم وتركيز هذه النفايات قليل فان المعلومات عن مخاطر هذه الملوثات لدى العاملين تكون محدودة بالرغم من أن الأمان الإشعاعي لا يختلف عن اي مواد مشعة أخرى بغض النظر عن منشأها.

ولغرض تقييم الإضرار الناتجة عن إدارة النفايات المشعة والناتجة عن المصادر المشعة وغير المشعة بهدف التأكد من أن وقاية الإنسان والبيئة تكون عند مستوى مقبول بموجب المعايير الدولية.

ولغرض تقييم الإضرار بشكل امن يجب إتباع ما يلي:

أ-تحديد وتشخيص مداخل المصادر (Source terms) المشعة.

ب-تحديد التعرض المهني وتعرض الجمهور الناتج عن إدارة النفايات المشعة المختلفة من لحظة تولدها حتى التخلص منها.

ج- التأثيرات الإشعاعية طويلة الأجل الناتجة عن التخلص من النفايات على الإنسان والبيئة.

د-التصميم الأمثل لمعدات معاملة النفايات.

هـ-وضع جميع السيناريوهات والمسارات لتعرض العاملين والجمهور والبيئة للمواد المشعة وغير المشعة والإضرار المتوقعة.

الإضرار الناتجة عن إدارة النفايات المشعة يقارن مع السياقات الموضوعة من قبل السلطات الرقابية او الدولية. هذه السياقات تتضمن حدود الجرعة السنوية للعاملين نتيجة لتعرضهم اثناء العمل وللجمهور المتعرضين نتيجة لطرح النفايات المشعة خلال عمل المنشأة وبعد إغلاقها. كذلك تضع السلطات الرقابية مستويات التدخل وحدود النشاط الإشعاعي والتلوث السطحي.

٨ –٥ قياس النشاط الإشعاعي:

لمعرفة النشاط الاشعاعي للمواد المشعة الطبيعية الصلبة في صناعة النفط والغاز يتطلب استخدام منظومة قياس طيف أشعة جاما ذات التحليل العالي وذلك بأخذ نماذج من الأوحال وتجفيفها ومزجها ووضعها في وعاء مارتيللي لغرض التحليل. ويوضح الجدول(٨ –٢) طريقة تعين بعض النويدات المشعة في NORM.

ولان نفوذ (emanation) وليدات Ra^{226} مثل Rn^{222} من الأوحال والترسبات الصلبة قليل جداً. فان Ra^{226} يمكن قياسه مباشرة من خلال الطاقة 186 keV لفوتونات أشعة جاما في النماذج ذات التركيز المنخفض لليورانيوم. وفي حالة وجود تداخل من U^{235} ذات الطاقة 186 keV فان Ra^{226} يمكن قياسه من خلال وليدته Pb^{214} أو Bi^{226} عندما يكونان في حالة توازن إشعاعي يتم التوصل إليه نتيجة لمعدل نفوذ قليل أو احتواء Rn^{222} داخل وعاء لا ينفذ الغازات.

إن قياس تركيز Pb^{210} يتطلب تصحيح القراءات نتيجة للامتصاص الداخلي لفوتونات أشعة جما ذات الطاقة المنخفضة في نسيج النموذج، التصحيح للامتصاص الداخلي يستند إلى قياسات النفوذ الناتجة عن مصدر Pb^{210} استخدام حاويات اسطوانية لقياس النماذج يهيئ مثل هذه القياسات.

جدول ٨ –٢ ملخص لقياسات طيف أشعة جاما للمواد الصلبة الحاوية NORM والناتجة عن صناعة النفط أو الغاز

النويده المراد قياسها	النويده المستخدمة للتحليل	الملاحظات
Ra-226	Ra-226 ذات الطاقة (186 keV)	إذا لم يكن هناك تداخل من U-235
Ra-226	Ra -214 ذات الطاقة (352 keV)	إذا لم يكن هناك تداخل من U-235
Pb-210	Pb-210 ذات الطاقة (46.5	تحتاج إلى تصميم للامتصاص

	keV)	الداخلي للإشعاع
R-228	Ac-225 ذات الطاقة (911 keV)	
Th-228	Th208 ذات الطاقة (583 keV)	تحتاج إلى تصميم للانحلال وتقرع السلسلة chain branching

يجب تعير المنظومة لغرض قياس كفاءة العد باستخدام نفس الشكل الهندسي للعد واستخدام مصادر عياريه من الوكالة الدولية للطاقة الذرية الموسومة IAEA-RGU-1) و IAEA-RGTH-1).

قياس النشاط الإشعاعي لـ Po^{210} يتطلب إجراءات أخرى للقياس تحتاج إلى زمن أطول،هذه الإجراءات تتضمن إذابة تامة لنسيج النموذج ثم فصل كيميائي والقياس باستخدام منظومة طيف جسيمات الفا وفي حالة التوازن الإشعاعي بين Pb^{210} وPo^{210} في الإدخال والترسبات العملية يمكن قياس Po^{216} من خلال تحليل طيف جاما للنظير Pb^{216} مثل هذه التوازن لا يحصل للغاز الطبيعي المتكاثف.

ولقياس النظائر الطبيعية المشعة في الماء المنتج فان التوازن الإشعاعي بين Pb^{210} وPo^{210} لا يكون ضرورياً.وعند نشاط إشعاعي اكبر من 10 بيكرل/لتر فان النموذج السائل والحاوي على Ra^{226} و Ra^{228} يمكن قياسه بدون تركيز النموذج على افتراض أن منظومة القياس معبرة جيداً وتأخذ بنظر الاعتبار ما يلي:

أ- تعين Ra^{226} على أساس معدل العدات لفوتونات جاما لوليدتها Pb^{214} وBi^{214} عملية غير دقيقة وذلك لنفوذ غاز الرادون Ra^{222} من الماء أو من وعاء نموذج القياس.

ب- إن عدم الدقة في قياس Pb^{214} أو Bi^{214} يمكن تجنبه باستخدام مصدر عياري من احد مصادر الوكالة الدولية للطاقة الذرية (IAEA-RGU-1) أو مصدر عياري سائل من Ra^{226} في وعاء محكم غير منفذ للغاز.

ت –نتيجة للفرق الكبير لاحتمال انبعاث الفوتونات عند الطاقة 186 keV من Ra^{226} «3.5%» وتلك عند الطاقة 352 keV و 609 keV للفوتونات من Pb^{214} «35%» و Bi^{214}«45%» على التوالي فان قياس Ra^{226} من خلال قياس Ra^{228} سوف يتحسن بمقدار 10 مرات.

ث–قياس Pb^{216} يكون غير دقيق وذلك للامتصاص الذاتي طاقته المنخفضة من قبل نسيج النموذج.

حـ–عند قياس الماء المنتج فهناك احتمال أن تترسب المواد الصلبة في السائل إلى قاع الوعاء وقريبة من الكاشف فتعطي قراءات لا تمثل السائل أجمعه ويمكن تجنب ذلك بجعل الماء يشكل جلاتيني بإضافة بعض أنواع الصمغ (glue) ولكن نماذج الماء المالحة لا يمكن جعلها جلاتينية.

وعندما يكون النشاط الإشعاعي اقل من 1Bq/L فان القياس المباشر إلى Ra^{226} وRa^{228} في الماء المنتج يكون غير كافياً. لذلك فتحتاج هذه النماذج إلى التركيز بواسطة التبخير لغرض تركيز العناصر المشعة وزيادة الدقة إلى مستويات مقبولة. ويمكن الحصول على دقة قياس عالية بفصل الراديوم عن طريق إضافة عنصر الباريوم الحامل (carrier) والذي يؤدي إلى ترسب الراديوم والباريوم بشكل كبريتات غير ذائبة، النشاط الإشعاعي لنماذج حجمها بضعة التار يمكن تركيزها إلى كمية قليلة من المواد الصلبة والتي يمكن قياسها بوعاء صغير يكون قريب من الكاشف. وكذلك فان هذه الطريقة تخلف K^{40} في نموذج الماء وبذلك فان الخلفية الإشعاعية للمادة الصلبة المراد قياسها تكون قليلة. هذه الطريقة تستطيع قياس Pb^{216} عند مستوى تلوث اقل من 1Bq/L وذلك بإضافة الرصاص المستقر كحامل ثم يضاف الباريوم الحامل لفصل Pb^{210} ويترسب الرصاص بشكل كبريتات الرصاص غير الذائبة. وتصحيح الامتصاص الذاتي باستخدام مصدر عياري Pb^{210} في قياس الأوحال والمواد الصلبة وكذلك استخدام وعاء اسطواني مسطح لغرض القياس

ويكون غير منفذ للغازات، ويمكن استخدام نافذة رقيقة لعداد الجرمانيوم النقي من النوع N والمستخدم لقياس الطاقات المنخفضة لأشعة جاما المنبعثة من Pb^{210} في النموذج أو المنبعثة من Pb^{210} المنبعثة من مصدر التغير.

٨- ٦ المسح الإشعاعي :

تستخدم في الوقت الحاضر أجهزة كثيرة لغرض المسح الإشعاعي وقياس التلوث الإشعاعي ، ولا توجد مقاييس معينة مخصصة لقياس الإشعاع المؤين في صناعة إنتاج النفط والغاز ، ولا يوجد جهاز منفرد باستطاعته قياس جميع الإشعاعات وبجميع الطاقات . لذلك يجب اختيار الجهاز المناسب من قبل كثير من الأجهزة ويكون كفوء لعدد من التطبيقات وخاصة في محيط قابل للاشتعال مثل المنشآت النفطية. من اهم الخطوات الواجب اتخاذها عن استخدام اجهزة المسح الاشعاعي هي:

١ – في المناطق التي يحتمل ان تكون ملوثة يجب وضع العداد داخل غطاء بلاستيكي لحمايتة من التلوث.

٢ – قبل وصل المجس بالعداد يجب اطفاء العداد ،لان المجسات تعمل بفولطيات مختلفة وعندما بسري التيار في العداد فقد يؤدي الى تلف المجس.

٣ –يجب ان يكون العداد معيرا في مختبرات التعيير الثانوي المؤهلة سنويا اوبعد كل صيانة ويثبت تاريخ انتهاء الصلاحية على ملصق مثب على العداد ولايجوز استخدام العداد بعد انتهاء الصلاحية ستة اشهر.

٤ –التاكد من عمل البطارية عندما يكون مؤشر البطارية ضمن المى الاخضر .ويجب نزع البطاريات من العداد بعد اجراء الفحص.

٥ –التاكد من عمل التحذير الصوتي وذلك باستخدام اقل تدريج وتشغيل الجهازوسماع الصوت .واذا لم يغمل التحذير فيمكن استخدام العداد والملاحظة المستمرة للمؤشر لمراقبة التعرض الاشعاعي .

٦ – قياس الخلفية الاشعاعية اولا حيث يفتح الجهازفي منطقة لايحتمل احتواءها على مصادر و ملوثات مشعة ونستخدم اقل تدريج فاذا تغير عدات العدات بين ١٠ –مئات العدات فيعني ان العداد يتحسس بقالخلفية الاشعاعية. ناخذ عدة قتاسات عندما يكون العداد على ارتفاع متر واحد عن سطح الارض

أهم الأجهزة المستخدمة لقياس الإشعاع هي :

١ - قياس معدل الجرع:

يتم اختيار هذه الأجهزة بحيث تكون ملائمة وكفوءة لقياس التعرض الخارجي بشكل مباشر بحيث أن قراءته تشير إلى معدل مكافئ الجرعة مقاسا بالمايكرورسيفرت\ ساعة µSV\h وتستخدم هذه الأجهزة لقياس معدل مكافئ الجرعة المتجمعة في المواد المشعة طبيعيا أو حول مخازن المواد المشعة أو أي مادة مشعة . من الضروري ان يستطيع الجهاز قياس جرع تتراوح بين بضع مئات من السيفرت / ساعة الى ملي سيفرت / ساعة . وفي بعض الحالات وخاصة في حالة الطوارئ الإشعاعية تكون الحاجة إلى جهاز لقراءة معدل الجرع العالية ويجب أن لا يتعدى مؤشر الجهاز أقص مدى له .

وفي حالة الجرع العالية ويكون المؤشر خارج المدى فأن الجهاز لا يتحمل هذه القياسات ويقرأ صفرا وهذا يعطي مؤشرا بعدم وجود إشعاع بالرغم من أن مستويات

الإشعاع كبيرة توجد أجهزة تعمل بمديات مختلفة تبدأ من المايكروسيفرات إلى السيفرت . توجد بعض الأجهزة الحساسة جدا ولها قابليه على قياس مديات واطئة جدا من معدل جرع جاما وخاصة في حالة الخلفية الإشعاعية والتي تتراوح في بعض المواقع عند مستوى سطح البحر بين 40 – 60 نانوسيقرت / ساعة ، وكذلك بمقدور هذه الأجهزة قياس النشاط الإشعاعي للطبقات الخارجية من البئر والتي قد تكون ملوثه من المصادر الإشعاعية المستخدمة في سبر الآبار. هذه الأجهزة تستخدم لقياس الجرع الإشعاعية الناتجة عن الترسبات الصلبة للمواد المشعة الطبيعية داخل الأنابيب عند وضع الأجهزة فوق الأنبوب من الخارج .

التلوث الداخلي الناتج عن ^{210}pb ووليداته لا يمكن لأجهزة قياس معدل الجرعة التحسس بها لان طاقة أشعة جاما و جسيمات والفا وبيتا ذات طاقة واطئة بالاضافة الى ان المعدن الذي تترسب عليه هذه النظائر يعتبر درع داقي .

تتوفر في الوقت الحاضر كواشف حساسة لقياس معدل الجرع وقياس طيف أشعة جاما المنبعثة من المصدر المشع استنادا إلى الطاقة المنبعثة من المصدر وبذلك يمكننا معرفة نوع النظير المشع .

استجابة الكاشف المشع تعتمد على كفاءة الجهاز للكشف عن الإشعاع عند طاقة معينة .بعض الأجهزة لها كفاءة عند مدى من الطاقات وتتناقص بشكل حاد عند طاقات معينة أو صفراً بالرغم من وجود جرعة من هذه النظائر فمثلا الأجهزة التي تكون دقيقة لقياس طاقة ^{137}Cs قد لاتكون دقيقة لقياس معدل جرعة أشعة جاما المنبعثة من ^{24}Am .

المصدر النيوتروني Am-Be ^{241} ببعث أشعة جاما والنيوترونات ولا يمكن قياس الاشعاعين بجهاز واحد فقط لذلك تحتاج إلى جهازين أحدهما لقياس أشعة جاما وعداد نيوتروني لقياس النيوترونات وبجمع القرائنين نحصل على معدل الجرعة الكلية .ولكن في بعض الحالات وعند وجود كاشف لأشعة جاما فقط يمكن قياس الجرعة الكلية عن جاما والنيوترونات باستخدام النسبة بين كاما والنيوترون (gamma-neutron ratios) للحصول على معدل الجرعة الكلية عند تعرض معلوم .

٢ - قياس الجرع الشخصية :

قياس التعرض المهني يحتاج إلى قياس الجرعة المتجمعة لفترة من الزمن لذلك تستخدم أجهزة قياس جرع التعرض الشخصي والتي تعلق فوق الملابس لغرض تسجيل الجرعة الكلية المتجمعة خلال فترة التعرض ، هذه المقاييس تسجل جرع أشعة جاما أو جرع النيوترونات أو كليهما من هذه المقاييس الفلم باج ، العداد ألجيبي ، وعداد اقراص الوميض الحراري TLD .

٣ - أجهزة قياس التلوث السطحي :

تتوفر بعض الكواشف التي تقيس التلوث الحاصل من نوع معين من الإشعاع ولها كفاءة قياس عظمى عند مدى من الطاقات ، فمثلا أن الكاشف يستجيب لجسيمات إلفا فقط أو لأشعة جاما أو لجسيمات بيتا وجاما معاً . وهذه المعدات تقاس بوحدات العد / ثانية ولكن يفضل نعيرها وتحويل القراءة إلى وحدات معروفة مثل Bq/cm^2 او Bq/ gm .

توجد بعض الصعوبات في قياس التلوث الناتج عن المواد المشعة طبيعيا على سطح الترسبات الصلبة والأوحال الملوثة لعدم توزعها بشكل منتظم . من الصعوبات الأخرى فأن كثير من المواد التي تبعث الإشعاع تختلف في قدرتها على اختراق المادة. أن المواد المشعة طبيعيا NOTM عادة ما تبعث جسيمات إلفا ولكن هذه الجسيمات لا يمكنها الوصول إلى الكاشف بسبب حالة السطح المعرض للفحص .المواد المشعة الطبيعية التي تحتوي على الراديوم فأنها تبعث جسيمات بيتا وأشعة جاما . وبالرغم من أن جسيمات بيتا توهن من قبل المعدات الحاوية لها ولكن بعض الأحيان يمكن الكشف عنها باستخدام كواشف حساسة مناسبة . أما أشعة جاما فأنها ذات مدى أكبر داخل المادة ولكن الخليفة الإشعاعية التي تسجلها الأجهزة كبيرة وتقلل من دقة القياس. أجهزة التلوث السطحي والتي تحتوي على كواشف لجسيمات بيتا أو إلفا يمكنها قياس طبقة رقيقة من المواد المشعة طبيعيا على السطح ، ولكن المشكلة هو أن معظم عدادات بيتا تكون حساسة لأشعة جاما لذلك فإن وجود هذه الإشعاع وانبعاثها من داخل الأوعية يفسر خطا على أنه تلوث سطحي. يجب تعيير كواشف بيتا بحيث يمكنها أن تميز جسيمات إلفا والموجودة في المواد المشعة طبيعيا الذي يحتوي على الراديوم أو وليداته .

كواشف التلوث لجسيمات إلفا تكون جيدة لقياس النشاط الإشعاعي للمواد المشعة طبيعيا لأنها لا تستجيب لأشعة جاما لذلك يكون معدل العد للخلفية الإشعاعية قليل جدا ، ولكن هذه الكواشف عرضة للتلف الميكانيكي ولا يمكن الاعتماد عليها لقياس

التلوث والتي تمتص الإشعاع وكذل فأن المواد الرطبة تحتوي على البخار الذي يمتص بعض الإشعاع .

إما كواشف التلوث لجسيمات بيتا فيمكنها الكشف عن الترسبات المشعة الصلبة عند أمكانية وصول الكاشف إلى السطح الداخلي للأوعية . وذلك لأن هذه الجسيمات ليس لديها القدرة على اختراق جدران الأنابيب والأوعية الحديدية ، فإذا تم الكشف عن التلوث خارج الوعاء فهذا يعني أن التلوث موجود على السطح الخارجي للجسم الذي يفحص ، هذه القياسات غير دقيقة لقياس التلوث السطحي وذلك لامتصاص جسيمات إلفا في نسيج المادة التي تحتوي المواد المشعة ، ولكن في أفضل الحالات فإن قياس جسيمات إلفا يعطي مؤشر جيد للحاجة إلى اتخاذ تدابير لوقاية العاملين من الإشعاع في تلك المناطق. توجد كواشف خاصة لجسيمات بيتا في المواد المشعة طبيعيا عن طريق إدخال الكاشف (Probe) إلى داخل الأنبوب أو الأوعية ويوضع العداد في الخارج. إما كواشف معدل الجرعة لأشعة جاما أو كواشف التلوث يمكن استخدامها للكشف عن تجميع للمواد المشعة طبيعيا NORM في المنشأة والمعدات

٤ - كشف التلوث الإشعاعي للمواد العالقة في الهواء :

تستخدم أجهزة لقياس التلوث في الهواء نتيجة لانتشاره في الجو أو نتيجة لإعادة تعلقه في الهواء من السطوح الملوثة ،تقوم هذة الاجهزة بسحب المواد بمعدل ثابت من خلال مرشح لغرض الكشف عن عوالق الهواء الباعثة لجسيمات إلفا ، بعض الكواشف لها القدرة على الكشف عن المواد المشعة على المرشح وإعطاء تحذير صوتي في حالة تعدي التلوث قيمة معينة.

٨ - ٧ انواع الكشف الإشعاعي :

توجد أنواع كثيرة من كواشف الإشعاع والتي تستخدم في عمليات الإنتاج، نقل المواد وحركتها وخزن المواد المشعة أو التخلص منها. وتوجد ثلاث أنواع من المسح الإشعاعي هي :

أ - مسح المهمات (Task monitoring) :

العاملون اللذين يستخدمون المصادر المشعة بشكل يومي أو اللذين يعملون مع مصادر المواد المشعة الطبيعية NORM يحتاجون إلى هذا النوع من المسح الإشعاعي . لذلك من الضروري وجود عاملين مدربين جيدا لاستخدام كواشف الإشعاع وتفسير القياسات التي يحصلون عليها وخاصة في العمليات التي يحتمل وجود مخاطر فيها ومن الأمثلة على ذلك :

١ –فحص العاملين مع المواد المشعة طبيعيا (NORM) لاحتمال تلوث ملابسهم قبل مغادرتهم المنطقة التي يتم فيها إزالة التلوث الإشعاعي .

٢ –قياس مستوى غاز الرادون في نقاط خروج السوائل أو الغازات .

(ب) المسح الإشعاعي / روتيني (Routine monitoring) :

يقوم ضابط الوقاية الإشعاعية في الموقع بالمسح الإشعاعي لمواقع العمل التي يحتمل أن تصدر إشعاعات بشكل منتظم ، هذه القياسات تكون مهمة لتحديد منطقتي السيطرة والإشراف من خلال قياس معدل الجرع الخارجية والداخلية هذه القياسات تحفظ في سجلات فترة من الزمن .

لتوضح حالة العمل من الناحية الإشعاعية ومن الأمثلة على هذه المسح :

١– ضابط الوقاية الإشعاعية (RPO) المسؤول في المنشآت التي تتراكم فيها المواد المشعة الطبيعية (NORM) يقوم بقياس معدل جرع التعرض الخارجي عند المناطق التي تتجمع فيها هذه المواد ، ويحدد مناطق العمل والأشخاص المخولين بالدخول إلى هذه المناطق .

٢- في حالة إزالة التلوث الإشعاعي يقوم ضابط الوقاية بقياس تلوث السطوح وتلوث عوالق الهواء في منطقة محددة .

(ج) المسح الخاص (Special monitoring) :

المسح الخاص يقوم به خبير مؤهل له القدرة على استخدام أجهزة متطورة للقياس وتحليل القياسات المعقدة وإمكانية حساب هذه النتائج للوصول إلى قرار صائب. يحفظ تقرير عن القياس توضح فيها القياسات ، التوصيات ، والقرار ، المسح الخاص يمكن أن يقوم به المفتشين المنتدبين من السلطة الرقابية أثناء تفتيشهم عن أساليب الوقاية الإشعاعية .

المصادر

محمد سعيد المصري المواد المشعة الطبيعية في صناعة النفط والغاز

Al-Masri, M. S., Ali, A. F., Kito, M. and Kawash, A., ***Determination of Naturally Occurring Radionuclides in Scales Produced in Oil Industry,*** AECS-PR\RSS 186, April, 1997.

Atomic Energy Commission of Syria (AECS), **Evaluation of Radiation Levels at Various Oil Fields Locations in Der Ezzor Area,** Technical Reports, July 1997.

obeikandl.com