أ . د . ابوالقاسم احموده الفويرس/ إعداد
مستشار علمي
مؤسسة الطاقة الذرية الليبية

الهيئة العربية للطاقة الذرية
بالتعاون مع سديم للطاقة
Online Training on

المواد المشعة الطبيعية المحفزة تقنيا بالحقول النفطية في ليبيا، المشاكل والحلول لضمان سلامة العاملين و البيئة المحيطة

سديم SADEEM

الهيئة العربية للطاقة الذرية

المحتويات

- تعريف بالمواد المشعة الطبيعية.
- الإشعاعات المؤينة الناتجة عن المواد المشعة الطبيعية.
- مصادر الإشعاعات الطبيعية المؤينة في صناعة النفط.
- أماكن تراكم المواد المشعة الطبيعية في معدات إنتاج النفط.
- كيفية تعامل الشركات النفطية مع ظاهرة التلوث الإشعاعي الطبيعي بالحقول.
- الحلول الجذرية لمشكلة التلوث الإشعاعي الطبيعي بالحقول.
- التوصيات والخلاصة

سديم SADEEM
الهيئة العربية للطاقة الذرية

أهداف المحاضرة

- التعريف بالمخلفات المشعة الطبيعية ذات العلاقة بإنتاج النفط و الغاز في ليبيا.
- التأكيد على التعاون بين السلطات المحلية ذات العلاقة في تعزيز البرنامج الوطني للأمان والأمن الإشعاعي.
- نشر ثقافة الأمان والأمن الإشعاعي بين العاملين في مجال إنتاج النفط و الغاز بليبيا.
- التعريف بأسس الأمان الإشعاعي والوقاية من مخاطر الإشعاع بالحقول .
- التعريف بالإطار التشريعي القانوني والرقابي المحلي في مجال التعرض الإشعاعي.
- التأكيد على مساهمة المالك NOC في حل المشاكل الناتجة عن التلوث الإشعاعي الطبيعي للحقول من اجل حماية العاملين و البيئة المحيطة.
- حث الجهات المالكة على تبني سياسة إعادة تأهيل الحقول الملوثة و تنظيفها.

سديم SADEEM

الهيئة العربية للطاقة الذرية

تعريف (NORM / TE-NORM)

المواد المشعة ذات المنشأ الطبيعي Naturally Occurring Radioactive ′ Materials

(NORM)

المواد المشعة الطبيعية المحفزة تقنياً Technical Enhanced Naturally Occurring Radioactive Materials

(TENORM)

مصادر الإشعاعات المؤينة بالحقول

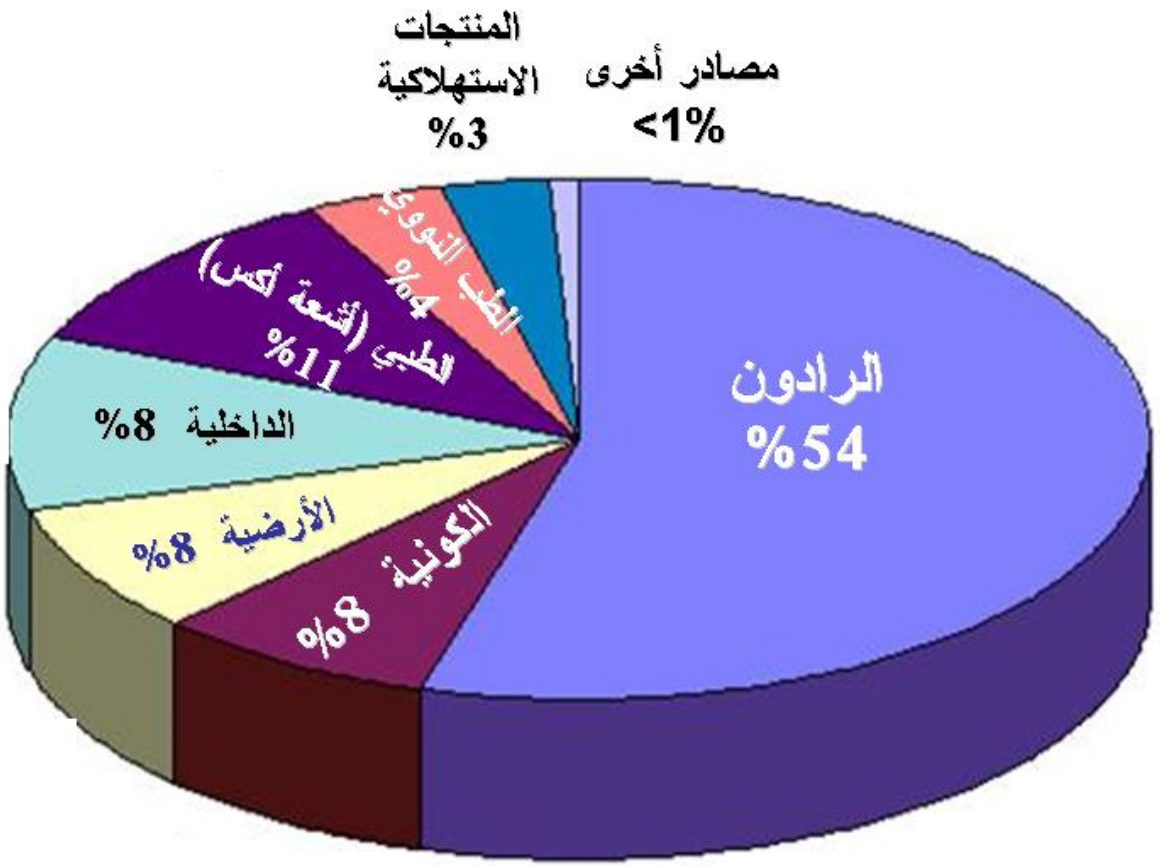
مصادر الإشعاع الطبيعية

الأشعة الكونية، مكونات الصخوريباطن الأرض، المياه المصاحبة لإنتاج النفط و الغاز ، وجسم الإنسان

يتعرض العاملين بالحقول النفطية للإشعاعات الطبيعية المؤينة كأي فرد آخر من أفراد الجمهور.

يمكن أن يكون التعرض للإشعاع الطبيعي في بعض بيئات العمل أكثر منه في غيرها – مثال: المناجم المستخدمة في التعدين والطيران المدني و مصانع الأسمدة الفوسفاتية ومصافي تكرير النفط..

مصادر التعرض الإشعاعي لعموم الناس



الهيئة العربية للطاقة الذرية

مصادر الإشعاعات الطبيعية المؤينة

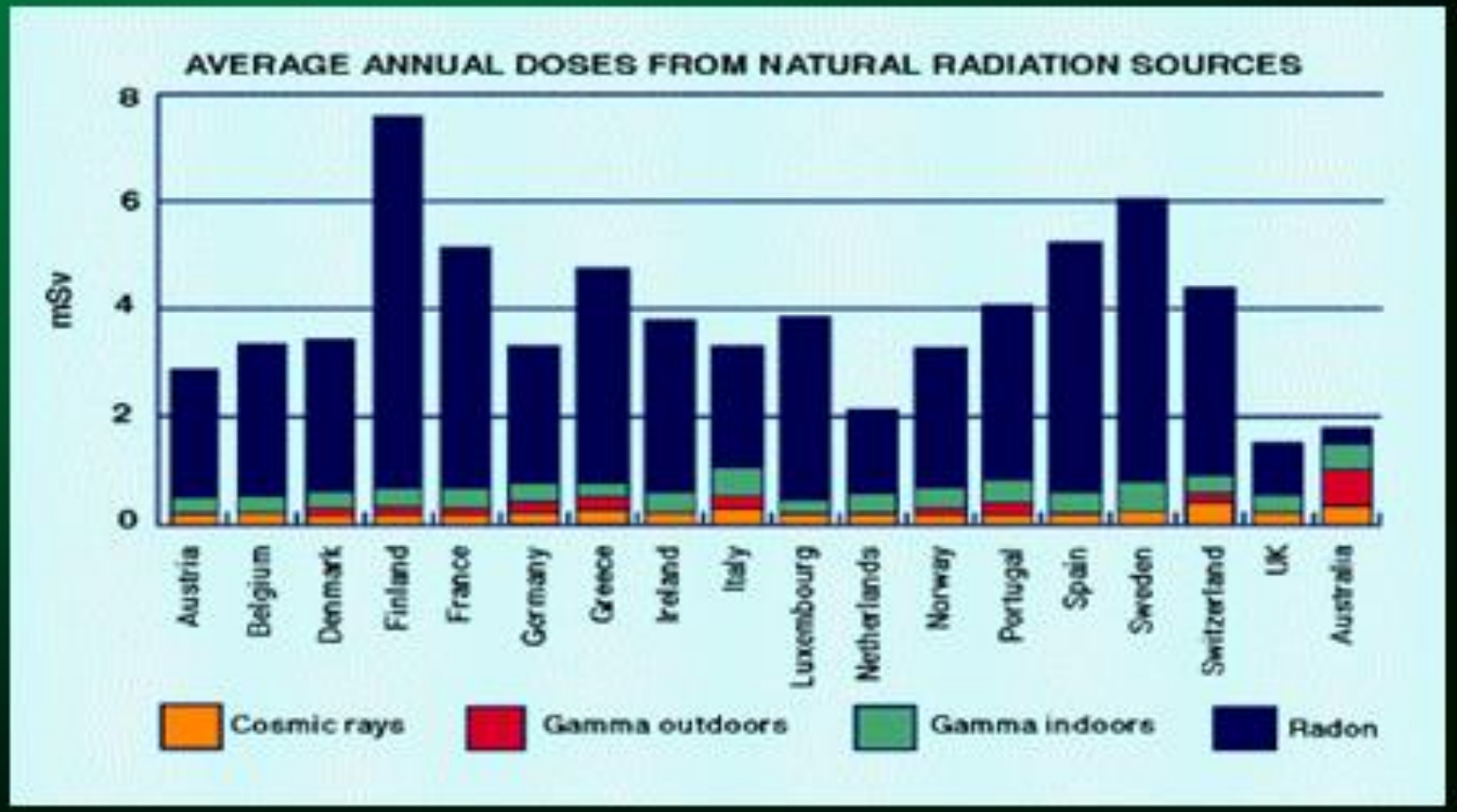
المواد المشعة الطبيعية:

مواد وعناصر ابتدائية نشأت مع نشوء الكون وهي ذات عمر نصفي طويل جداً (1000 سنة – 1000000 سنة).

أمثلة لتلك العناصر ^{238}U, ^{232}Th, ^{226}Ra

أشعة كونية: أولية أو ثانوية تنشأ من تفاعل الأشعة الكونية مع الغلاف الجوي المحيط بالكرة الأرضية أمثلة: ^{3}H, ^{14}C

معدل التعرض إلى مصادر الأشعة الطبيعية حول العالم



سديم SADEEM

الهيئة العربية للطاقة الذرية

مصادر الإشعاعات الطبيعية المؤينة من صناعة النفط والغاز

يوجد في الطبقات الصخرية المحتوية على النفط في أعماق الأرض مواد مشعة طبيعية مثل ^{226}Ra, ^{232}Th, ^{238}U

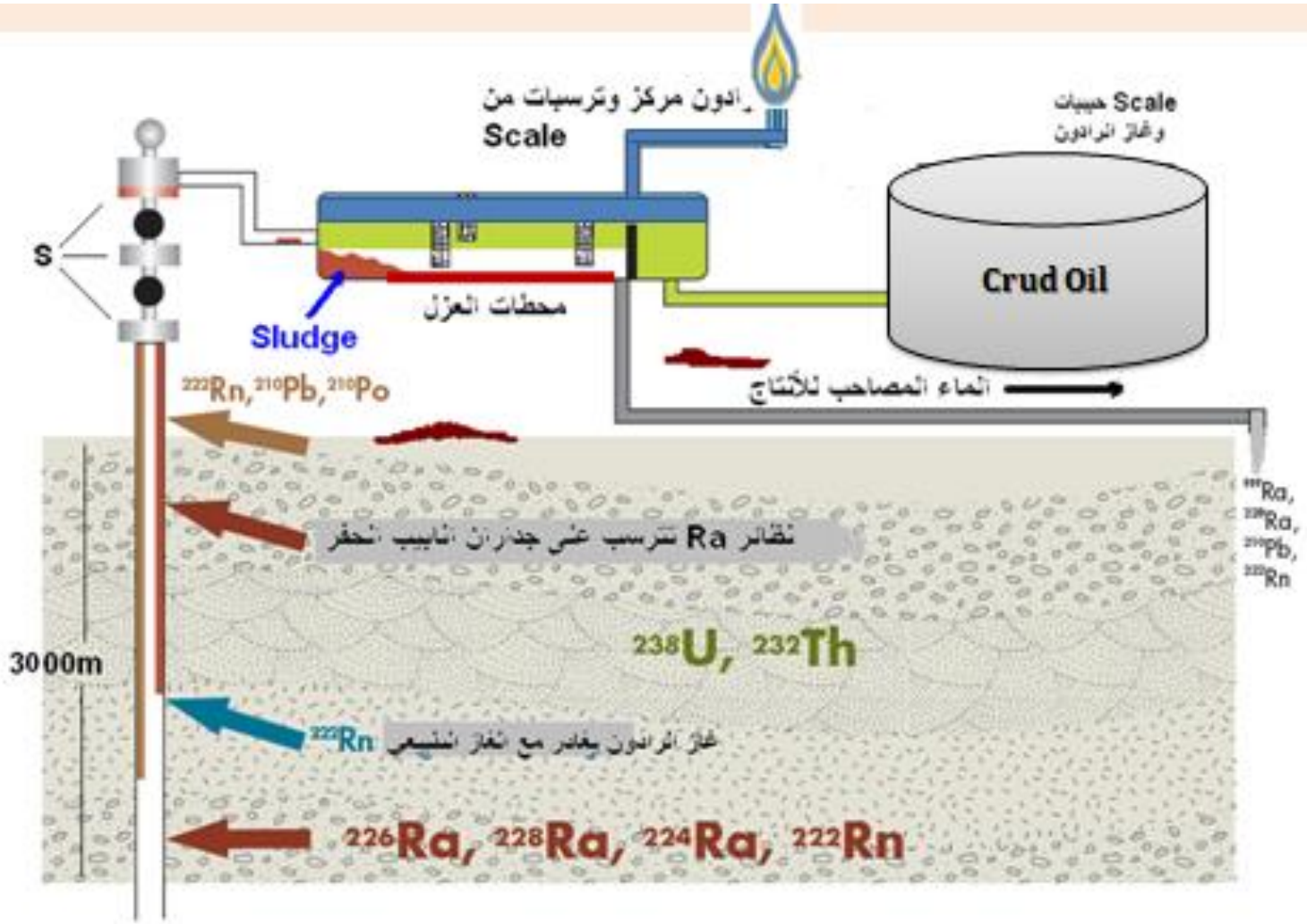
تُحمل هذه المواد المشعة عند استخراج النفط إلى سطح الأرض مع المياه المصاحبة.

تترسب هذه المواد المحمولة ضمن المياه المرافقة للنفط الخام في أنابيب النفط وأجهزة فصل النفط على شكل رواسب حرشفية صلبة أو على هيئة كدارة

يؤدي رمي تلك المخلفات في البيئة المحيطة إلى تغير مستوى الخلفية الإشعاعية الطبيعية بها تدريجيا مما يساهم في تلوثها إشعاعياً.

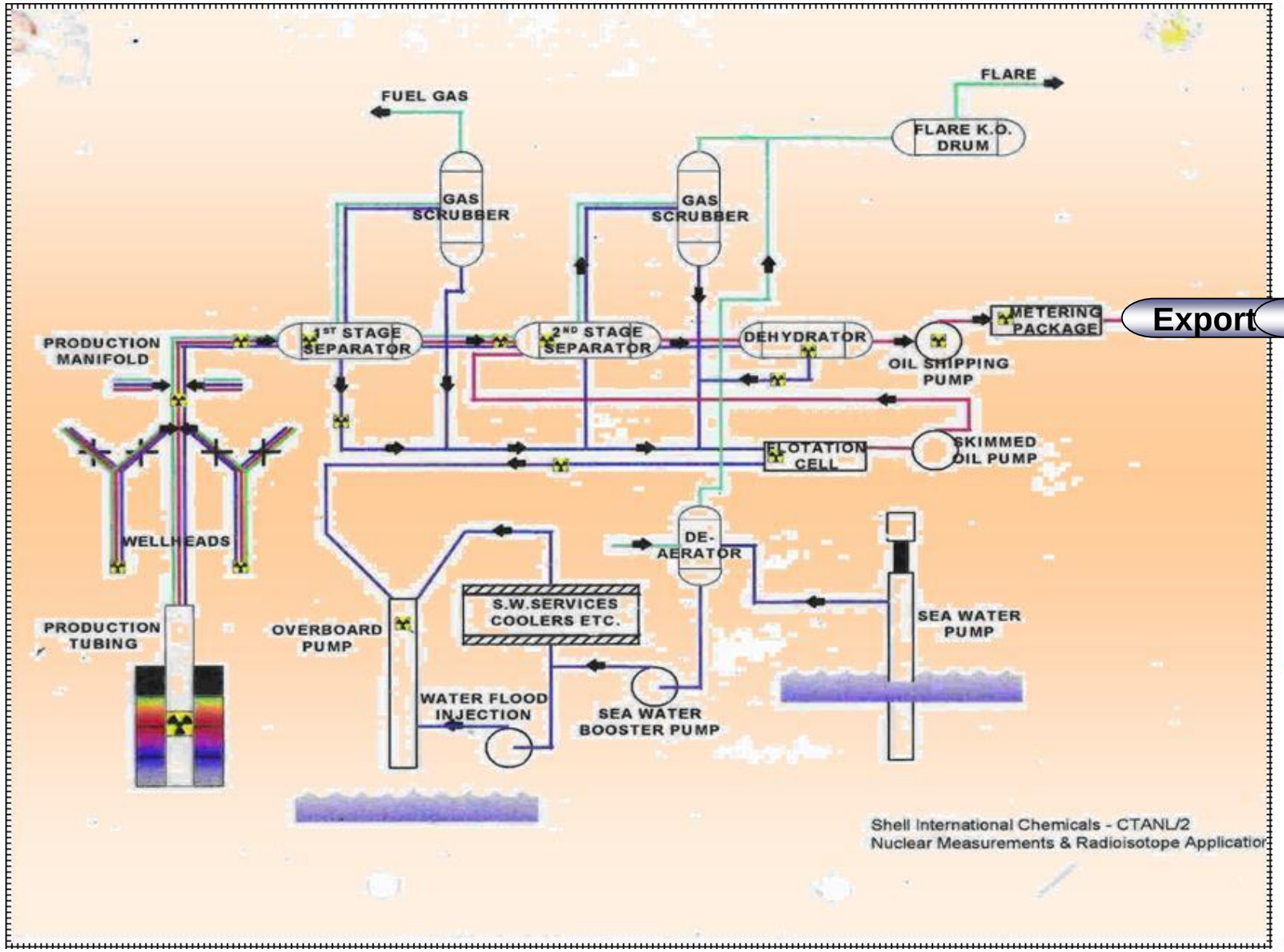
تحوي المياه المستخرجة مع النفط أيضاً على تراكيز متفاوته من النظائر المشعة الطبيعية مثل وليدات ^{226}Ra, ^{232}Th, ^{238}U.

تتكون ترسبات صلبة رمادية أو طابشيرية اللون تكون مشعة في كثير من الاحيان منها: كبريتات الراديوم و البور ون و كربونات الراديوم و البور ون



سديم SADEEM

الهيئة العربية للطاقة الذرية



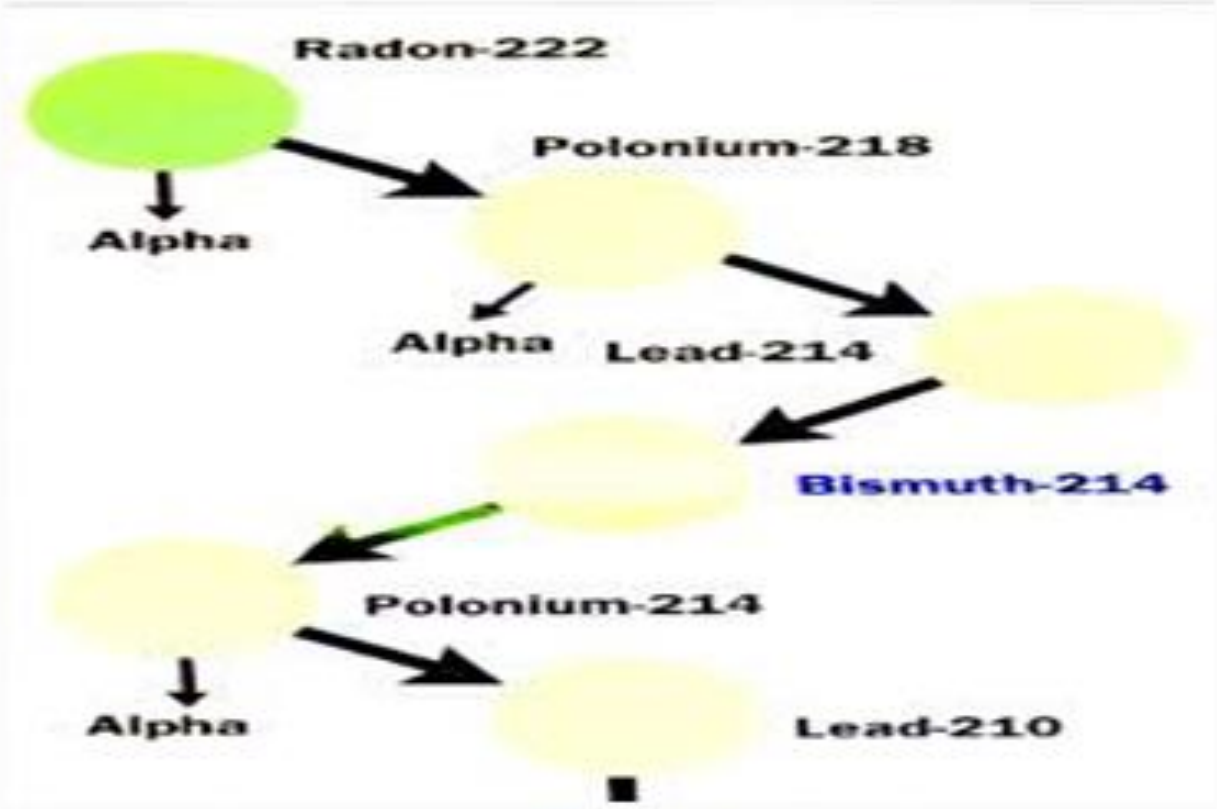
سديم SADEEM

الهيئة العربية للطاقة الذرية

النظير	عمر نصفه	الإشعاع الصادر عنه	طاقته (ميغا إلكترون فولت)
اليورانيوم238	4.5×10^9 سنة	ألفا	4.20،4.15
الثوريوم234	24 يوم	بيتا غاما	0.192،0.100 0.09
البروتكتينيوم234	1.2 دقيقة	بيتا	2.27،1.53،1.25
اليورانيوم234	2.5×10^5 سنة	ألفا	4.77،4.72
الثوريوم230	8×10^4 سنة	ألفا	4.68، 4.61، 4.51
الراديوم226	1622 سنة	ألفا غاما	4.78، 4.61، 4.51 0.186
الرادون222	3.8 يوم	ألفا	5.48
البولونيوم218	3.05 دقيقة	ألفا	6.0
الرصاص214	26.8 دقيقة	بيتا غاما	0.72 0.353 ،0.295
البزموث214	19.7 دقيقة	بيتا	3.26، 1.5، 1.00
البولونيوم214	1.6×10^{-4} ثانية	ألفا	7.68
الرصاص210	22 سنة	بيتا غاما	0.061 ،0.015 0.065
البزموث210	5.0 يوم	بيتا	1.17
البولونيوم210	138 يوم	ألفا	5.3
الرصاص206	مستقر	-	-

سلسلة تفكك اليورانيوم238

Decay Scheme of Rn-222



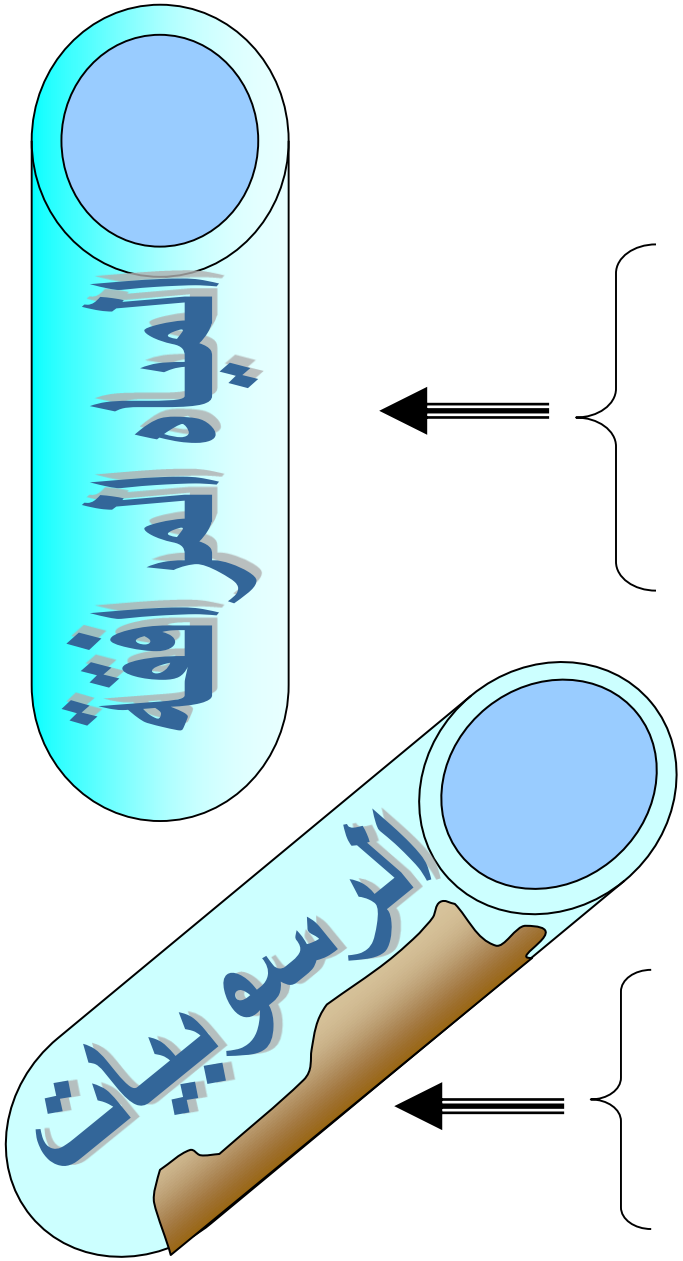
سديم SADEEM
الهيئة العربية للطاقة الذرية

سديم SADEEM

الهيئة العربية للطاقة الذرية

Uranium-238

Thorium-234
Protactinium-234m
Protactinium-234
Uranium-234
Thorium-230
Radium-226
Radon-222
Polonium-218
Lead-214
Bismuth-214
Polonium-214

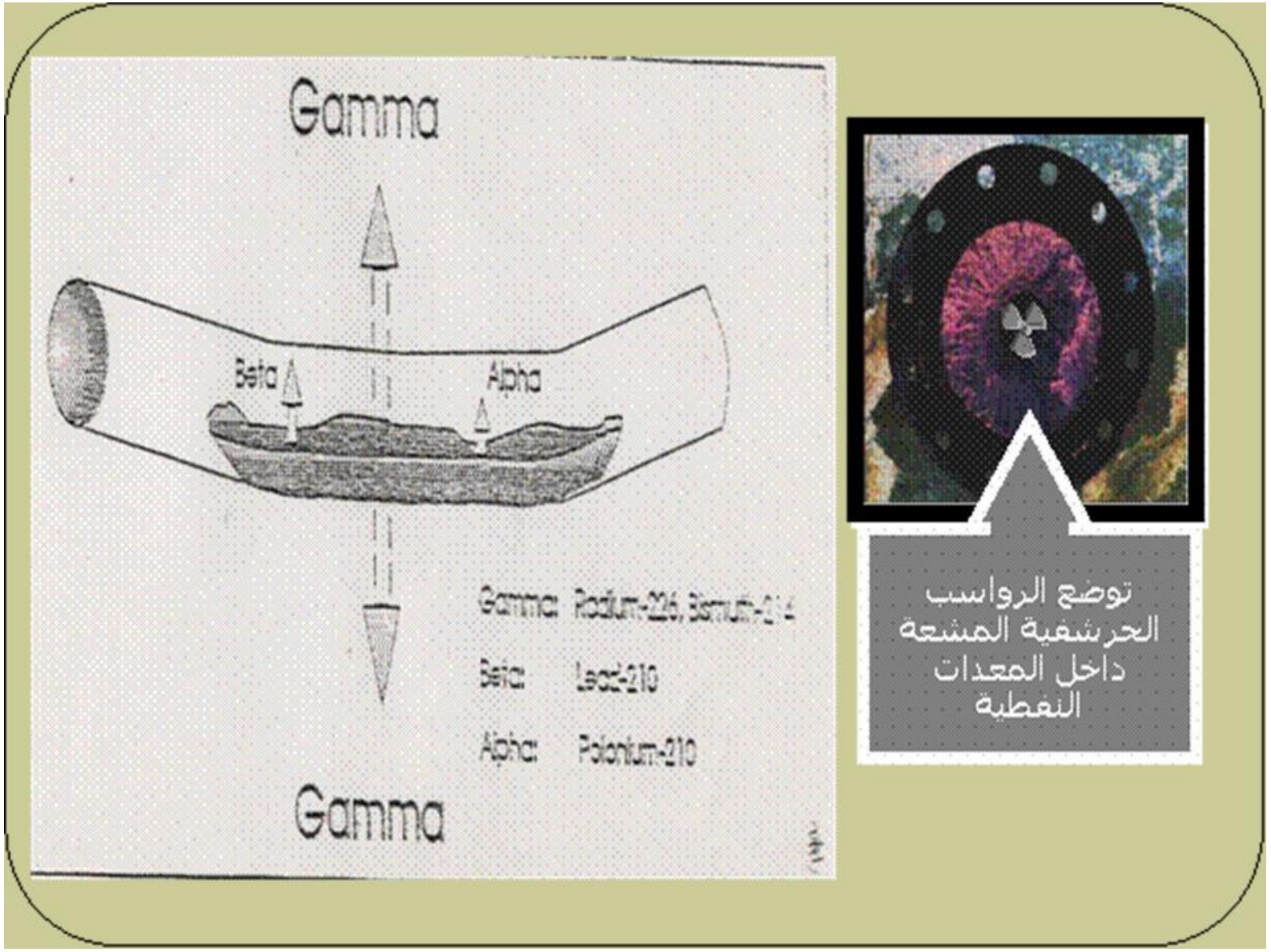


226الراديوم
224الراديوم
228الراديوم

اليورانيوم
الثوريوم

Lead-210
Bismuth-210
Polonium-210
Lead-206

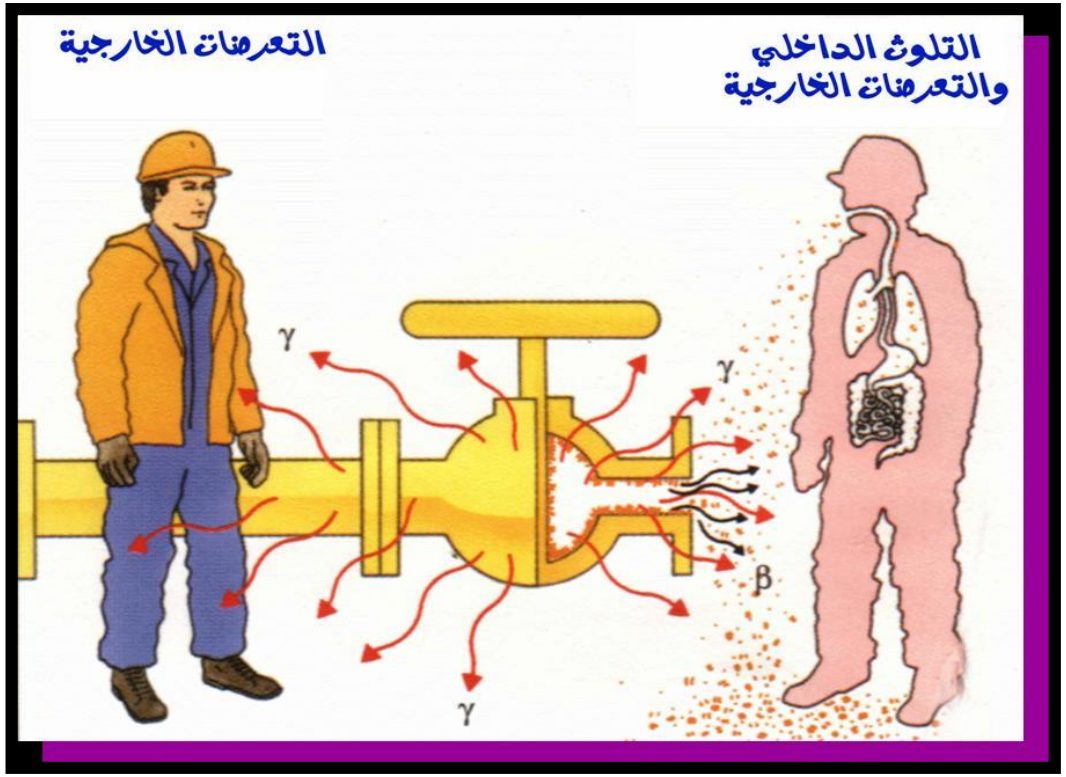
سديم SADEEM
الهيئة العربية للطاقة الذرية



توضح الرواسب الحرشفية المشعة داخل المعدات النفطية

سديم SADEEM

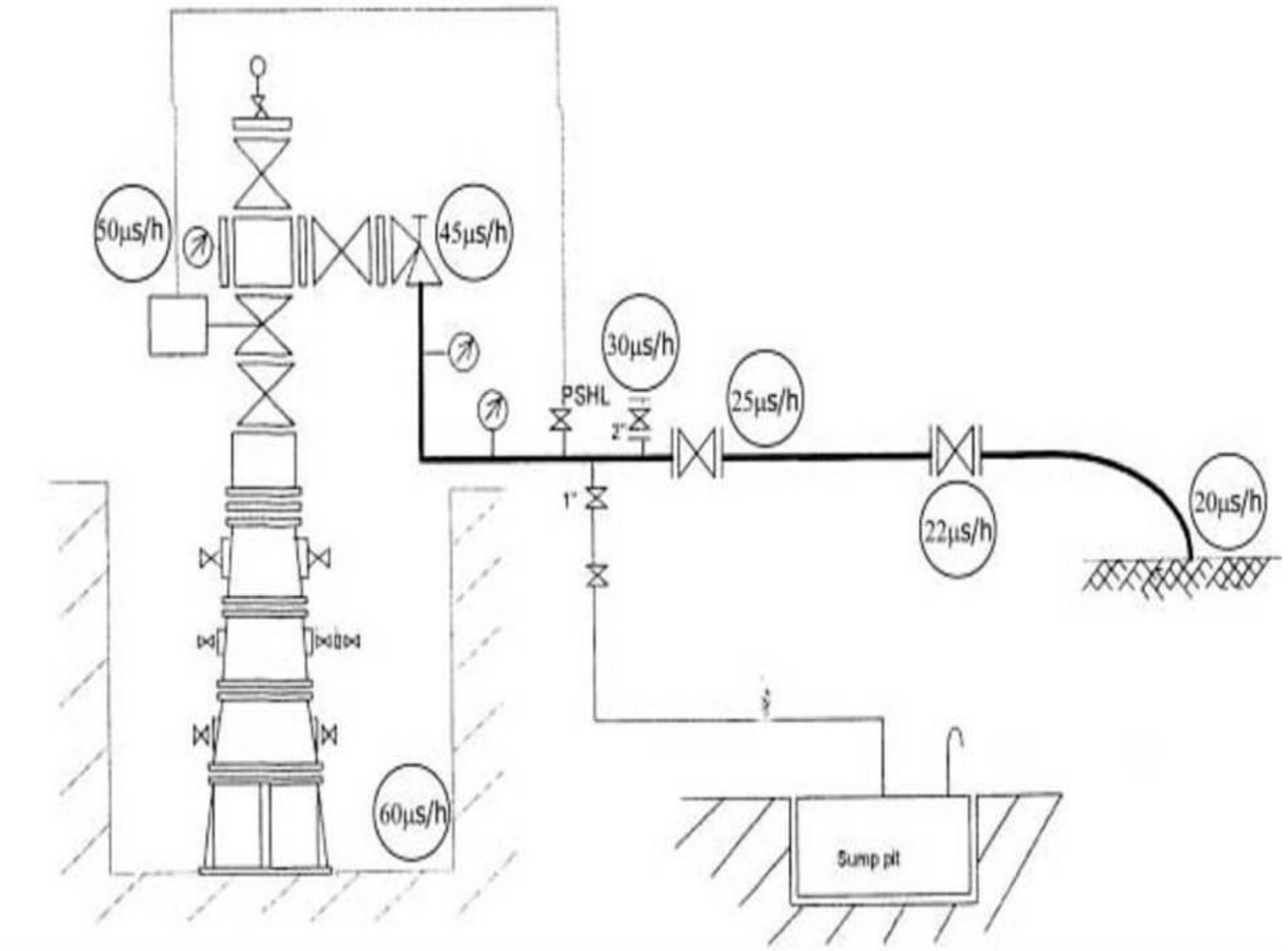
الهيئة العربية للطاقة الذرية



معدات نفطية ملوثة (متروكة بشكل عشوائي)

اماكن تراكم المواد المشعة الطبيعية في خطوط إنتاج ومعالجة النفط والغاز

- منطقة تجميع الآبار (Manifold)
- منطقة الفصل و المعالجة (Separators)
- مناطق الانتقال من منطقة الفصل الى خزانات التخزين (الأنابيب الناقلة)
- منطقة التخزين (خزانات، صهاريج التخزين)



SADEEM
الهيئة العربية للطاقة الذرية

ماذا ينتج عن أو يرافق استخراج النفط

- مياه مصاحبة أو مرافقة
- رواسب حرشفية مشعة صلبة على اسطح الانابيب من الداخل.
- وحل من مواد عضوية قد تكون محتوية على مواد مشعة

مياه مصاحبة (مرافقة)

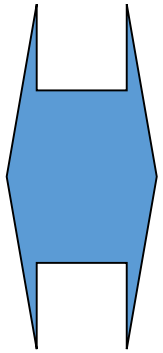
وحل عضوي غليظ القوام

ما الذي يجب ان تقوم به شركات النفط للتعامل مع التلوث بالمواد المشعة الطبيعية بالحقول

- كشف وتحديد كمَية ونوع وحجم المواد المشعة باستخدام الأجهزة الحديثة والمتطورة.
- وضع منهجية عمل موحدة للتعامل مع النورم.
- تدريب أفراد من عناصر السلامة الصناعية بالحقول على أساليب القياسات و الوقاية الإشعاعية.
- الاهتمام بنظافة البيئة المحيطة بالحقول من المخلفات النفطية الملوثة بالمواد المشعة الطبيعية.

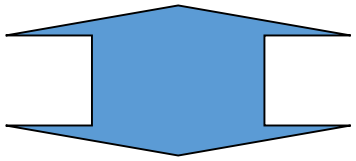
نواتج الصناعات النفطية

معدات ملوثة التلوث



إزالة

مناطق ملوثة



تحتاج إلى إعادة تأهيل

الهيئة العربية للطاقة الذرية

SADEEM

كيف يحدث التلوث في الحقول النفطية

- رمي المياه المنتجة (في مسطحات عمداً) للتبخير.
- تسرب المياه المنتجة الى المياه الجوفية القريبة من سطح الأرض.
- تخزين المعدات الملوثة بشكل غير نظامي.
- رمي النفايات الناجمة عن أعمال التنظيف بشكل عشوائي حول مواقع الحقول النفطية مع عدم حمايتها.

رمي المياه المصاحبة للتبخير

تسرب المياه المنتجة

رواسب حرشفية

تأثير ملوثات صناعة النفط والغاز

تبلغ تراكيز النشاط الإشعاعي من الراديوم :
في الرواسب الحرشفية 50-150 بكريل / غ

قد يؤدي ذلك إلى تعرض العاملين إلى معدلات جرعة إشعاعية قد تصل إلى 20 ميكرو سيفرت في الساعة (للمقارنة: معدل التعرض الطبيعي اقل من 0.1 ميكرو سيفرت / ساعة).

مقارنة مع العاملين في مجال الطيران

يتعرض الطاقم العامل في مجال الطيران إلى الأشعة الكونية بدرجة أعلى منها على سطح الأرض.

مثال: معدل الجرعة على ارتفاع 12 كم على خطوط العرض المتوسطة 5 ميكروسيفرت/ساعة وعلى خطوط العرض القطبية 10 ميكروسيفرت/ساعة.

الجرعة السنوية للعاملين في مجال الطيران: نحو 1.6 ميلي سيفرت.

يصل تركيز غاز الرادون المشع السنوي في المتوسط إلى ما مقداره 200 بيكوريل/م^3 في المنازل مما يؤدي إلى تعرض السكان إلى جرعة فعالة تقدر بنحو 0.3 ميلي سيفرت/سنة)

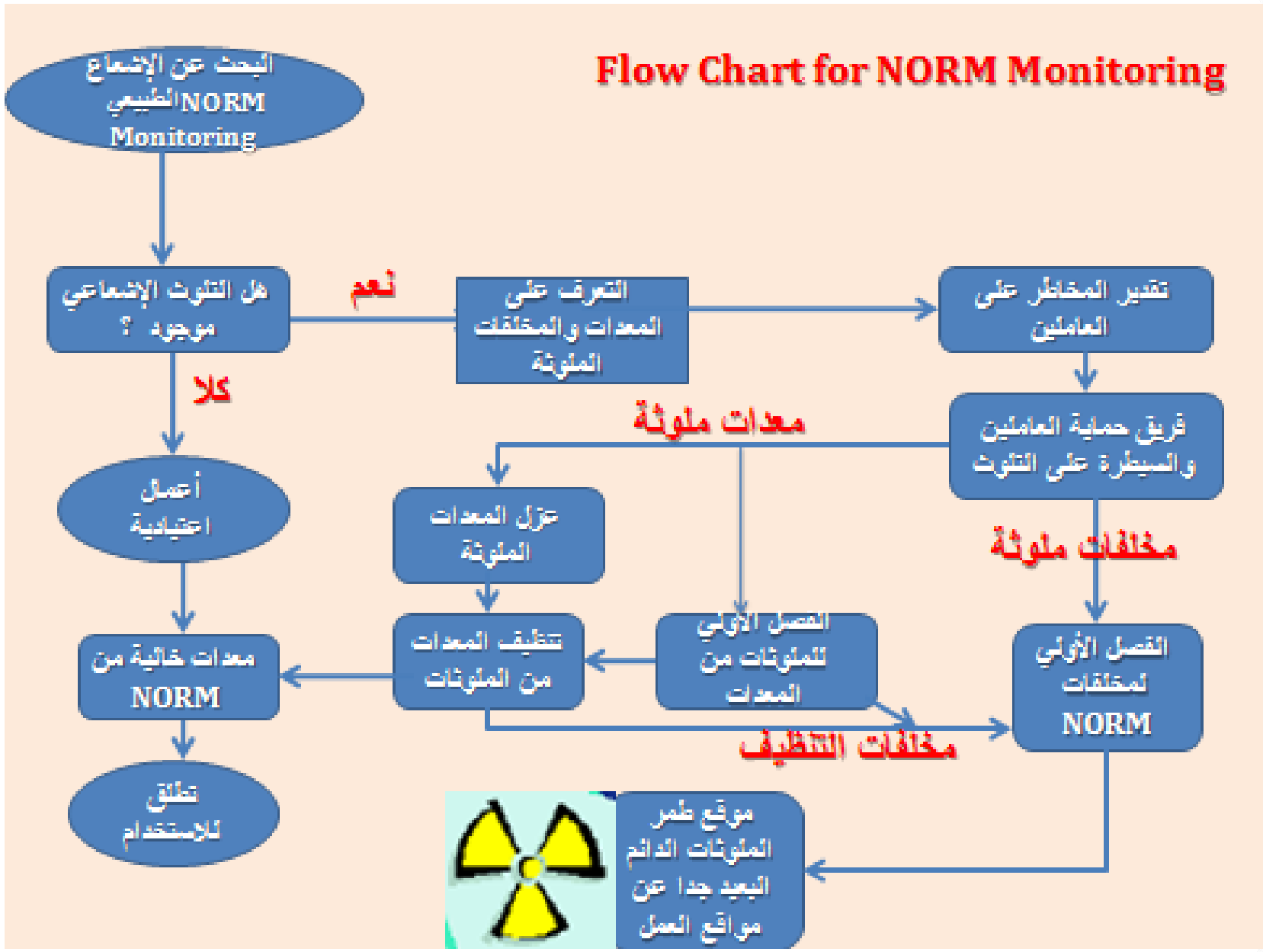
تقدر الجرعة الإشعاعية الناجمة عن غاز الرادون الناشئ عن وجود الراديوم المشع في التربة بتركيز 1 بيكريل/غ بنحو 6 – 7 ميلي سيفرت في السنة

يؤدي غاز الرادون في بعض أماكن العمل إلى تعرض إشعاعي ملموس للعاملين خاصة في الأماكن المغلقة قليلة التهوية.

مثال: الكهوف والمغارات (مثل مغارة جعيتا) – الأهرامات.

لم تسجل مساهمات لغاز الرادون في المنازل و الحقول بليبيا لجودة التهوية.

Flow Chart for NORM Monitoring



سديم SADEEM

الهيئة العربية للطاقة الذرية

ما هي متطلبات الوقاية و السلامة الاشعاعية

SADEEM
الهيئة العربية للطاقة الذرية

القوانين واللوائح المحلية التي تخص حماية البيئة

قوانين رئيسية معتمدة

القانون رقم (2)لسنة 1982م الخاص باستعمال المصادر الباعثة للإشعاعات المؤينة والوقاية من إخطارها و اللوائح الصادرة بمقتضاه.

القانون رقم (15)لسنة 2005م الخاص بحماية البيئة من جميع أنواع التلوث وهو يمثل التعديل النهائي للقانون رقم (7)لسنة 1982 م بشان حماية البيئة و اللوائح الصادرة بمقتضاه.

ضمن اللوائح ايضا الدليل الإرشادي للتعامل مع الملوثات الإشعاعية الطبيعية بقطاع النفط صادر عن المؤسسة الوطنية للنفط و موزع على جميع الشركات العاملة في ليبيا.

قوانين غير معتمدة

القانون النووي الليبي لسنة 2014 م مودع لدى الإدارة العامة للقانون بمجلس الوزراء للاعتماد.

على كل دولة وضع مجموعة من اللوائح الناظمة للممارسات التي تولد النورم.

حيث تُحمل هذه اللوائح المستثمر مسؤولية تقدير التعرض الاشعاعي و الجرعات العادية والكامنة الناتجة واتخاذ جميع التدابير المعقولة لخفض ذلك التعرض الناجم إلى أدنى حد ممكن.

كما انها تحث المستثمر على اتخاذ التدابير الفنية والإدارية الممكنة لتقليل تولّد معدات أو مخلفات ملوثة بالنورم إلى أدنى حد ممكن.

يجب أن تخضع الأنشطة التي تؤدي إلى تعزيز صنعي لتركيز العناصر المشعة الموجودة طبيعياً إلى اللوائح الناظمة للممارسات الإشعاعية إذا تبين نتيجة تقدير التعرضات المحتملة الناجمة عن هذه الأنشطة وجود احتمال تعرض الجمهور إلى جرعات تتجاوز قيد جرعة الجمهور (1mSv/y) ضمن أي سيناريو تعرض معقول.

يجب على المستثمر المولد للنورم وضع إجراءات التعامل السليم مع المعدات أو المخلفات الملوثة بالنورم من ضمنها مثلاً تطبيق قواعد النقل الآمن للمواد المشعة عند نقل المعدات والمخلفات الملوثة إشعاعياً.

على المستثمر وقاية العاملين المعرضين مهنياً نتيجة تعاملهم المباشر بالمعدات والمخلفات الملوثة بالنورم وفق قواعد الوقاية في التعرض المهني،

ووقاية باقي العاملين الذين لا يتعاملون مباشرة بالمعدات والمخلفات الملوثة بالنورم والجمهور وفق قواعد الوقاية في تعرض الجمهور.

يجب على من يقوم بأنشطة قد تؤدي إلى تعزيز صنعي لزيادة تركيز العناصر المشعة المحفزة تقنيا اتخاذ جميع التدابير اللازمة لتقليل تلوث البيئة بها إلى أدنى حد ممكن.

يمكن إطلاق المواد الملوثة بالنورم في البيئة في حال عدم وجود احتمال لتجاوز قيد الجرعة المحددة للجمهور.

في حال الإطلاق المتكرر فيجب مراعاة احتمال تزايد الجرعة التراكمية التي لا يجوز أن تتجاوز القيد المذكور ضمن أي سيناريو تعرض معقول.

عند تخزين المعدات الملوثة بالنورم يجب ضمان عدم حدوث تسريبات إشعاعية إلى البيئة المجاورة والقيام بالمراقبة البيئية الدورية حسب الاقتضاء وتقديم تقارير دورية للسلطة الرقابية.

تصنيف أماكن التخزين كأماكن مراقبة.

موافاة السلطة الرقابية سنوياً بتقرير يبيّن جرد المعدات والمخلفات الملوثة و أماكن تخزينها.

إعادة استخدام المعدات أو المخلفات الملوثة بالنورم

يمكن إعادة استخدام المعدات الملوثة بالنورم بعد التنظيف شريطة ألا يؤدي ذلك إلى تعرض العاملين إلى جرعة إشعاعية تزيد على قيد الجرعة المقررة من السلطة الرقابية.

يجب عند الاقتضاء إزالة تلوث المعدات والمخلفات إلى الحد الذي يضمن عدم تجاوز قيد جرعة الجمهور.

تُعامل المخلفات الناجمة عن عمليات التنظيف و إزالة التلوث كنفايات مشعة وحسب القوانين و اللوائح الناظمة.

على من يقوم بأنشطة تؤدي إلى تلوث البيئة بالنورم بمستويات تزيد على الحدود التي تضعها السلطة الرقابية اتخاذ التدابير اللازمة لمعالجة البيئة الملوثة.

مراقبة البيئة المعالجة لفترة تقررها السلطة الرقابية.

يجب اتخاذ كافة التدابير اللازمة لوقاية الجمهور في حال الحصول على موافقة لإحداث مواقع للتخلص النهائي من المعدات أو المخلفات الملوثة بالنورم.

الهدف من معالجة البيئة الملوثة

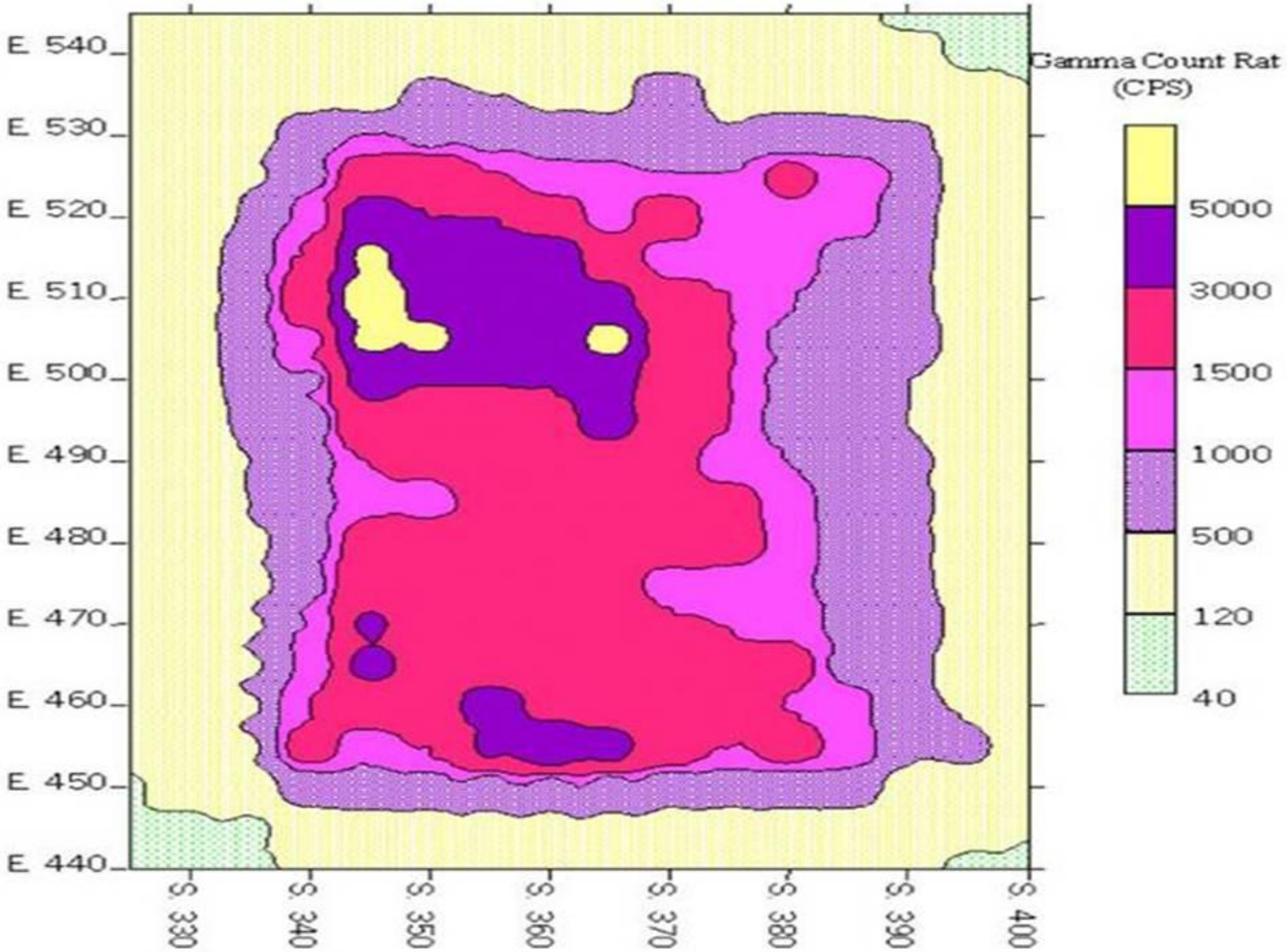
- تقليل الأخطار على البيئة المجاورة وخاصة تلك المتعلقة بالمياه الجوفية.
- خفض الأخطار على عمال شركات النفط وعموم الناس المقيمين في الجوار وذلك مع الالتزام بالقواعد والتنظيمات الدولية والوطنية.

خطط المعالجة

- إجراء مسح إشعاعي أولي للمناطق الملوثة لمعرفة اتساع التلوث وحدوده.
- تقدير حجم التربة الملوثة بالمواد المشعة في كل موقع وتوصيفها بعمل السبور والتحاليل اللازمة.
- إعداد خطة شاملة لأعمال إزالة التلوث بناء على ما سبق وأخذ موافقة السلطة الرقابية عليها.
- مباشرة إزالة التلوث بمرافقة أعمال المسح الإشعاعي النهائي.
- الالتزام باستخدام وسائل ومعدات وملابس الوقاية و ا لسلامة الشخصية للعاملين عند بجميع الأعمال المذكورة أعلاه.

سديم SADEEM

الهيئة العربية للطاقة الذرية



سديم SADEEM

الهيئة العربية للطاقة الذرية

المعايير الخاصة بالترب الملوثة بالمواد المشعة الطبيعية

- لا تحتاج التربة الحاوية على الراديوم226 المشع بنشاط (أقل من 0.15 بيكرل /غ) أية معالجة (أي ان يتم إعفائها من أي معالجة).
- تعامل كافة الترب الملوثة الحاوية على الراديوم226 المشع بنشاط إشعاعي نوعي (أعلى من 5.2 بيكرل/غ) كنفاية مشعة يجب معالجتها أو التخلص منها وفق قواعد محددة معتمدة من قبل الهيئة الرقابية الوطنية.
- تحتاج الترب متوسطة التلوث أي الحاوية على الراديوم226 بتراكيز بين (0.15 بيكرل/غ و5.2 بيكرل/غ) إلى معالجة خاصة في موقع العمل لتخفيض معدل جرع التعرض الإشعاعي للعاملين إلى أقل من 100 ميكرو سيفرت/سنة.

سديم SADEEM

الهيئة العربية للطاقة الذرية

الخلاصة

عند التعامل مع ظاهرة التلوث الإشعاعي بالحقول النفطية ينبغي على المالك وهو المؤسسة الوطنية للنفط و شركائها أن تساهم بما يلي:

1) حث جميع الشركات المنضوية تحت لوائها الالتزام بالقوانين و النظم المعتمدة و المتعلقة بحماية البيئة من التلوث الإشعاعي و النفطي.

2) تشكيل لجنة وطنية تضم دوي الاختصاص من الهيئة العامة للبيئة و المكتب الوطني للرقابة الإشعاعية و الأمان النووي و المؤسسة الوطنية للنفط ، وذلك للتنسيق حيال تنقيح و تفعيل القوانين و اللوائح الناظمة لإعمال التلوث البيئي.

3) إدخال التقنيات الحديثة في التعامل مع المخلفات المشعة الناتجة عن الصناعة النفطية مثل:

4) تفعيل معامل تحليل و قياس العينات الصلبة و السائلة للمواد المشعة الطبيعية بمركز بحوث النفط و التنسيق مع مؤسسة الطاقة الذرية.

5) حث الشركات على استخدام تقنيات حقن المياه المنتجة بعد الفصل في الآبار المهجورة.

6) شراء محطات متنقلة لتنظيف المعدات الملوثة بالحقول.

7) إدخال نظام قياس معدل تعرض العاملين في القطاع للإشعاعات المؤينة الطبيعية و كذلك القيام بالفحص الطبي الدوري للعاملين.

8) العمل على تجفيف بحيرات المياه المنتجة و إعادة تأهيل المناطق الملوثة و الاستفادة منها.

9) اختيار منطقة ملائمة لإنشاء مقبرة إشعاعية وطنية لدفن النفايات المشعة بغرض التخلص منها بشكل نهائي.

THANK YOU FOR YOUR ATTENTION

الهيئة العربية للطاقة الذرية

SADEEM