سلسلة وثائق الأمان ـ العدد رقم 115
الوكالة الدولية للطاقة الذرية

# سلسلة الأمان

## معايير الأمان الأساسية الدولية للوقاية من الإشعاعات المؤينة ولأمان المصادر الإشعاعية

شارك في رعايتها منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة والوكالة الدولية للطاقة الذرية ومنظمة العمل الدولية ووكالة الطاقة النووية التابعة لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الإقتصادي ومنظمة الصحة للبلدان الأمريكية ومنظمة الصحة العالمية .

Issued by the IAEA
and
Published by the AAEA

الهيئة العربية للطاقة الذرية

الوكالة الدولية للطاقة الذرية

فيينا : 1996

سلسلة وثائق الأمان ـ العدد رقم 115
الوكالة الدولية للطاقة الذرية
فيينا : 1996

الوكالة الدولية للطاقة الذرية

# سلسلة الأمان

معايير الأمان

## معايير الأمان الأساسية الدولية للوقاية من الإشعاعات المؤينة ولأمان المصادر الإشعاعية

شارك في رعايتها
منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة
والوكالة الدولية للطاقة الذرية
ومنظمة العمل الدولية
ووكالة الطاقة النووية التابعة
لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الإقتصادي
ومنظمة الصحة للبلدان الأمريكية ومنظمة الصحة العالمية

الهيئة العربية للطاقة الذرية

Issued by the IAEA
and
Published by the AAEA

يمكن الحصول على اذن باستنساخ المعلومات الواردة في هذا المنشور بالكتابة الى الوكالة الدولية للطاقة الذرية، Wagramerstrasse 5, P.O. Box 100, A-1400 Vienna, Austria.

© الوكالة الدولية للطاقة الذرية، ١٩٩٦

فهرسة مكتبة مركز فيينا الدولي في بيانات المنشورات

معايير الأمـــان الأساسيـــة الدوليـــة للوقاية من الاشعاعات المؤينة ولأمان المصادر الاشعاعية - فيينا: الوكالة الدولية للطاقة الذرية، ١٩٩٦.
P. ; ٢٤ سم - (سلسلة وثائق الأمان، ISSN 0074-1892؛ ١١٥.
معايير الأمان)
STI/PUB/979
ISBN 92-0-104195-7
يشمل مراجع ببليوغرافية.

١- الاشعاع-تدابير الأمان-المعايير أولا-الوكالة الدولية للطاقة الذرية.
ثانيا- سلسلة الوثائق. ثالثا- سلسلة الوثائق: سلسلة الأمان - معايير الأمان

مكتبة مركز فيينا الدولي 95-02815

طبعت بمعرفة الوكالة الدولية للطاقة الذرية في النمسا
أيلول/سبتمبر ١٩٩٦
STI/PUB/996

سلسلة وثائق الأمان - العدد رقم ١١٥

# معايير
# الأمان الأساسية الدولية
# للوقاية من الاشعاعات المؤينة
# ولأمان المصادر الاشعاعية

شارك في رعايتها:
منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة
والوكالة الدولية للطاقة الذرية
ومنظمة العمل الدولية
ووكالة الطاقة النووية التابعة
لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي
ومنظمة الصحة للبلدان الأمريكية
ومنظمة الصحة العالمية

الوكالة الدولية للطاقة الذرية
فيينا، ١٩٩٦

# تقديم الناشر الاقليمي

تعتبر الوثائق التي تصدرها الوكالة الدولية للطاقة الذرية في مختلف مجالات الاستخدام السلمي للطاقة الذرية مراجع أساسية يتوجه إليها المتخصصون في أنحاء العالم للاستفادة منها سواء كأسس للمعلومات الفنية والهندسية أو كمصادر أساسية للتنظيمات القطرية والاقليمية.

وقد أصدرت الوكالة الدولية النسخة العربية من سلسلة وثائق الأمان العدد 115 بعنوان «معايير الأمان الأساسية الدولية للوقاية من الاشعاعات المؤينة ولأمان المصادر الاشعاعية» في عام 1996.

وباعتبار أن تلك الوثيقة من الوثائق المرجعية الأساسية الصادرة عن الوكالة الدولية فقد وافقت الهيئة العربية للطاقة الذرية، تقديرا منها لأهمية تلك الوثيقة واعترافاً بشموليتها لمعايير الأمان الأساسية للوقاية من الاشعاعات المؤينة، على أن تقوم بنشرها على نفقتها ضمن منشوراتها الدورية استكمالا للفائدة وتعميما لهذه المعايير على أكبر نطاق ممكن بين أبناء الأمة العربية، وذلك بعد طلب الوكالة الدولية للطاقة الذرية ذلك.

وإننا إذ نضع هذه المعايير بين أيدي المتخصصين العرب، نأمل أن نكون بذلك قد ساهمنا بجهد متواضع يتوازى ويتكامل مع جهود الوكالة الدولية للطاقة الذرية في هذا المضمار الهام المرتبط بصحة وسلامة الانسان بوجه عام.

واللّـه ولـي التوفيق.

**الهيئة العربية للطاقة الذرية**

**المدير العام**

**أ.د. محمود بركات**

**تونس في : 1996/9/5**

# فئات سلسلة وثائق الأمان التي تصدرها الوكالة

تم وضع نظام للتصنيف المتسلسل، يقضي بتقسيم المنشورات التي تصدر ضمن سلسلة وثائق الأمان الى مجموعات على النحو التالي:

**أساسيات الأمان** (غلاف فضي)

الأهداف والمفاهيم والمبادئ الأساسية التي تكفل الأمان.

**معايير الأمان** (غلاف أحمر)

المتطلبات الأساسية التي يجب استيفاؤها لضمان أمان أنشطة أو مجالات تطبيق محددة.

**أدلة الأمان** (غلاف أخضر)

توصيات، تقوم على أساس الخبرة الدولية، تتصل بتلبية المتطلبات الأساسية.

**ممارسات الأمان** (غلاف أزرق)

أمثلة عملية وطرق مفصلة يمكن استخدامها لتطبيق معايير الأمان أو أدلة الأمان.

وتصدر أساسيات الأمان ومعايير الأمان بموافقة مجلس محافظي الوكالة، أما أدلة الأمان وممارسات الأمان فتصدر بناء على قرار يتخذه المدير العام للوكالة.

وهناك منشورات أخرى تصدرها الوكالة تتضمن أيضا معلومات هامة بالنسبة للأمان، ولا سيما في سلسلة الوقائع (ورقات مقدمة في الندوات والمؤتمرات)، وسلسلة التقارير التقنية (التشديد على الجوانب التكنولوجية) وسلسلة الوثائق التقنية للوكالة IAEA-TECDOC (معلومات في شكل أولي عادة).

# المحتويـــات


ديباجة: المبادىء والأهداف الأساسية ..... 1

المتطلبات الرئيسة ..... 9

١- المتطلبات العامة ..... 11

تعاريف ..... 11
الغـرض ..... 11
النطاق ..... 11
الاستثناءات ..... 11
الأطراف المسؤولة ..... 11
عمليات التفتيش ..... 12
عدم الامتثال ..... 13
بدء النفاذ ..... 13
تسوية المنازعات ..... 13
التفسير ..... 14
الاتصالات ..... 14

٢- المتطلبات الخاصة بالممارسات ..... 15

التطبيق ..... 15
الالتزامات الأساسية ..... 16
المتطلبات الادارية ..... 17
متطلبات الوقاية من الاشعاعات ..... 19
متطلبات الادارة ..... 21
المتطلبات التقنية ..... 22
التحقق من الأمان ..... 23

٣- المتطلبات الخاصة بالتدخـــل ..... 25

التطبيق ..... 25
الالتزامات الأساسية ..... 25
المتطلبات الادارية ..... 26
متطلبات الوقاية من الاشعاعات ..... 27

التذييلات: المتطلبات المفصلة ..... 29

التذييل الأول — التعرض المهني ..... 31

المسؤوليات ..... 31
شروط الخدمة ..... 33
تصنيف المناطق ..... 34
القواعد المحلية والاشراف ..... 35
معدات الوقاية الشخصية ..... 36
التعاون بين المستخدمين والمسجلين والمرخص لهم ..... 37
الرصد الفردي وتقويم التعرض ..... 37
رصد مكان العمل ..... 38
الاشراف الصحي ..... 38
السجلات ..... 39
الحالات الخاصة ..... 40

التذييل الثاني — التعرض الطبي ..... 43

المسؤوليات ..... 43
تبرير التعرضات الطبية ..... 43
أمثلة الوقاية في التعرضات الطبية ..... 45
المستويات الارشادية ..... 51
قيود الجرعة ..... 52
الحد الأقصى للنشاط الاشعاعي في المرضى الذين يغادرون المستشفيات بعد العلاج ..... 52
التحقيق في التعرضات الطبية العارضة ..... 52
السجلات ..... 53

التذييل الثالث — تعرض الجمهور ..... 55

المسؤوليات ..... 55
رقابة الزوار ..... 56
مصادر التشعيع الخارجي ..... 56
التلوث الاشعاعي في المساحات المسيَّجة ..... 57
النفايات المشعة ..... 57
تصريفات المواد المشعة في البيئة ..... 57
رصد تعرض الجمهور ..... 58
المنتجات الاستهلاكية ..... 59

التذييل الرابع التعرضات الممكنة: أمان المصادر ..... 61

المسؤوليات ..... 61
تقويم الأمان ..... 61
متطلبات التصميم ..... 62
متطلبات التشغيل ..... 64
توكيد الجودة ..... 66

التذييل الخامس حالات التعرض الطارئ ..... 67

المسؤوليات ..... 67
خطط الطوارئ ..... 67
التدخل في حالات التعرض الطارئ ..... 68
التقويم والرصد بعد الحوادث ..... 70
وقف التدخل بعد وقوع حادث ..... 70
وقاية العاملين القائمين بالتدخل ..... 71

التذييل السادس حالات التعرض المزمن ..... 73

المسؤوليات ..... 73
خطط الاجراءات العلاجية ..... 73
مستويات الاجراء في حالات التعرض المزمن ..... 73

المرفقات ..... 75

الأول الاعفاءات ..... 77
الثاني حدود الجرعة ..... 78
الثالث المستويات الارشادية للجرعة ومعدل الجرعة والنشاط الاشعاعي لأغراض التعرض الطبي .. 273
الرابع مستويات الجرعة التي يتوقع عندها التدخل تحت أي ظروف ..... 281
الخامس مبادئ توجيهية لمستويات التدخل ومستويات الاجراء في حالات التعرض الطارئ ..... 283
السادس مبادئ توجيهية لمستويات الاجراء في حالات التعرض المزمن ..... 287

مسرد المصطلحات ..... 291

المساهمون في الصياغة والاستعراض والاقرار والتحقق ..... 329

# تمهيـــد

تشكل معايير الأمان الأساسية الدولية للوقاية من الاشعاعات المؤينة وأمان المصادر الاشعاعية ثمرة جهود استمرت على مدى العقود العديدة الماضية بهدف تحقيق الاتساق لمعايير الوقاية من الاشعاعات والأمان الاشعاعي على المستوى الدولي. والمنظمات المشاركة في رعاية هذه المعايير هي منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (الفاو)، والوكالة الدولية للطاقة الذرية، ومنظمة العمل الدولية، ووكالة الطاقة النووية (التابعة لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي)، ومنظمة الصحة للبلدان الأمريكية، ومنظمة الصحة العالمية ("المنظمات الراعية").

وقد اقتضى الجهد الدولي غير المسبوق لصياغة واستعراض هذه المعايير مشاركة مئات الخبراء من الدول الأعضاء في المنظمات الراعية ومن المنظمات المتخصصة. وقد حضر اجتماع اللجنة التقنية التي أقرت هذه المعايير في كانون الأول/ديسمبر ١٩٩٣ ما مجموعه ١٢٧ خبيرا من ٥٢ بلدا و ١١ منظمة. وتولى اجتماع آخر للجنة التقنية التحقق من التحرير التقني، وعمليات الترجمة من اللغة الانجليزية الى اللغات العربية والصينية والفرنسية والروسية والأسبانية.

وقد وافق مجلس محافظي الوكالة على هذه المعايير خلال جلسته ٨٤٧ يوم ١٢ أيلول/سبتمبر ١٩٩٤. وبالنسبة لمنظمة الصحة للبلدان الأمريكية أقر المؤتمر الصحي للبلدان الأمريكية في دورته الرابعة والعشرين هذه المعايير يوم ٢٨ أيلول/سبتمبر ١٩٩٤ بناء على توصية من اللجنة التنفيذية لمنظمة الصحة للبلدان الأمريكية في جلستها ١١٣ المعقودة في ٢٨ حزيران/يونيه ١٩٩٤. وأكد مدير عام منظمة الأغذية والزراعة الموافقة التقنية للمنظمة على هذه المعايير يوم ١٤ تشرين الثاني/نوفمبر ١٩٩٤. واستكملت منظمة الصحة العالمية عملية اعتماد هذه المعايير في ٢٧ كانون الثاني/يناير ١٩٩٥، عندما أحاط المجلس التنفيذي علما بتقرير المدير العام حول هذا الموضوع أثناء دورته الخامسة والتسعين. ووافق المجلس الرئاسي لمنظمة العمل الدولية على نشر هذه المعايير في اجتماعه المعقود يوم ١٧ تشرين الثاني/نوفمبر ١٩٩٤. ووافقت اللجنة التوجيهية المنبثقة عن وكالة الطاقة النووية التابعة لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي على هذه المعايير خلال اجتماعها المعقود في ٢ أيار/مايو ١٩٩٥. وبذلك تستكمل موافقة جميع المنظمات الراعية لعملية النشر المشتركة.

وبناء على ذلك تقوم الوكالة باصدار هذه المعايير في طبعتها النهائية، والتي تحل محل الطبعة المؤقتة التي صدرت في كانون الأول/ديسمبر ١٩٩٤ (ضمن سلسلة وثائق الأمان، العدد رقم 115-I). وتنشر هذه المعايير ضمن سلسلة وثائق الأمان التي تصدرها الوكالة كمنشور نهائي باللغات العربية والصينية والانجليزية والفرنسية والروسية والأسبانية.

# ملاحظات خاصة بالتحرير

تستخدم الصيغة التقريرية بشكل عام في المتطلبات الرئيسة لهذه المعايير، التي وردت في النص الرئيس، لبيان المتطلبات والواجبات والالتزامات. وتستخدم الصيغة نفسها أيضا في المتطلبات المفصلة، التي وردت في التذييلات، بالنسبة للأحكام المتفرعة عن المتطلبات الرئيسة، مع التلميح بسريان هذه المتطلبات، ما لم توضع خيارات أخرى أكثر استحسانا لأغراض الوقاية والأمان. وكاستثناء من هذه القاعدة العامة، فان المتطلبات المتعلقة بتبرير الممارسات والتدخلات، والأحكام التي تشير الى الاعلان عن حالات الحمل بالنسبة للعاملات، وعددا من الأحكام المتعلقة بالتعرضات الطبية تستخدم لفظ "ينبغي" بمعنى التفضيل والشرط العام للوقاية والأمان.

وكثير من المتطلبات الرئيسة لهذه المعايير ليست موجهة لطرف بذاته، والمقصود بذلك أنه ينبغي الوفاء بهذه المتطلبات من قبل الطرف المعني أو الأطراف المعنية. أما المتطلبات المفصلة الواردة في التذييلات فتحدد بشكل عام الطرف المعني المسؤول عن تنفيذ المتطلبات.

وتستند قيم الجرعة الفعالة المودعة لكل وحدة أخذ داخلي وعوامل الانتقال في الجهاز الهضمي الواردة في المرفق الثاني الى آخر المعلومات الواردة من اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات، كما انها تتسق مع المنشورات ذات الصلة التي تصدرها هذه اللجنة. وقد تمت مراجعة هذه القيم من حيث توكيد الجودة، وأجريت التنقيحات نتيجة لذلك. ويرجى ملاحظة أن القيم الممثلة هنا تختلف بالتالي عن القيم المنشورة في الطبعة المؤقتة لهذه المعايير (سلسلة وثائق الأمان، العدد رقم I-115.)

ولا ينطوي استخدام تسميات بعينها للبلدان أو الأقاليم على أي رأي من جانب الناشر، أي الوكالة، في ما يتعلق بالوضع القانوني لهذه البلدان أو الأقاليم، أو لسلطاتها ومؤسساتها، أو لترسيم حدودها.

# مقدمـــة

## خلفيـــة

مع أن جميع المنظمات الراعية تشترك في تحقيق التوافق الدولي للوقاية من الاشعاعات والأمان الاشعاعي، فان الوكالة الدولية للطاقة الذرية مكلفة على وجه التحديد، بموجب أحكام نظامها الأساسي، بوضع معايير للأمان لوقاية الصحة وتقليل المخاطر التي تهدد الحياة، وذلك بالتشاور مع الأمم المتحدة والوكالات المتخصصة المعنية. ولهذا لم يكن غريبا أن تبدأ في الوكالة أول محاولة داخل أسرة المنظمات الحكومية الدولية لوضع معايير للوقاية من الاشعاعات والأمان الاشعاعي. وقد أقر مجلس محافظي الوكالة أول تدابير للوقاية من الاشعاعات والأمان الاشعاعي في آذار/مارس ١٩٦٠[١]، عندما أعلن أن "معايير الأمان الأساسية التي ستضعها الوكالة ستقوم، بقدر الامكان، على توصيات اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات". وأقر المجلس أول معايير أساسية للأمان في حزيران/يونيه ١٩٦٢؛ وتولت الوكالة نشرها في العدد رقم ٩[٢] من سلسلة وثائق الأمان. وصدرت طبعة منقحة في ١٩٦٧[٣]. كما أصدرت الوكالة طبعة منقحة ثالثة باعتبارها طبعة ١٩٨٢ للعدد رقم ٩ من سلسلة وثائق الأمان[٤]؛ وشارك في رعاية هذه الطبعة كل من الوكالة، ومنظمة العمل الدولية، ووكالة الطاقة النووية التابعة لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، ومنظمة الصحة العالمية.

وفي ١٩٩٠ اتخذت خطوة مهمة على طريق تنسيق الوقاية من الاشعاعات والأمان الاشعاعي في المجال الدولي: فقد أنشئت لجنة مشتركة بين الوكالات معنية بالأمان الاشعاعي (IACRS) لتكون محفلا للتشاور والتعاون في مسائل الأمان الاشعاعي بين المنظمات الدولية[٥]. وكانت اللجنة المشتركة تضم في البداية لجنة الاتحادات الأوروبية، ومجلس التعاضد الاقتصادي (الذي لم يعد له وجود)، ومنظمة الفاو، والوكالة، ومنظمة العمل الدولية، ووكالة الطاقة النووية التابعة لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، ولجنة الأمم المتحدة العلمية المعنية بآثار الاشعاع الذري، ومنظمة الصحة العالمية. وفي وقت لاحق انضمت الى اللجنة المشتركة منظمة الصحة للبلدان الأمريكية. ويتمتع بمركز المراقب في اللجنة المشتركة كل من اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات، واللجنة الدولية للوحدات والمقاييس الاشعاعية، واللجنة الدولية للتقنيات الكهربائية، والرابطة الدولية للوقاية من الاشعاعات، والمنظمة الدولية للتوحيد القياسي. وتستهدف اللجنة المشتركة بين الوكالات المعنية بالأمان الاشعاعي تعزيز التوافق والتنسيق بين السياسات فيما يتعلق بمجالات الاهتمام المشترك التالية: تطبيق مبادئ الوقاية من الاشعاعات والأمان الاشعاعي، ومعاييرها وقواعدها، وترجمتها الى قواعد رقابية؛ وتنسيق البحث والتطوير؛ وتحسين التعليم والتدريـــــب؛

---

(١) الوكالة الدولية للطاقة الذرية، تدابير الصحة والأمان التي وضعتها الوكالة (INFCIRC/18, IAEA, Vienna (1960)؛ "معايير الأمان وتدابير الأمان التي وضعتها الوكالة" (INFCIRC/18/Rev.1, IAEA, Vienna 1976).

(٢) INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Basic Safety Standards for Radiation Protection, Safety Series No. 9, IAEA, Vienna (1962).

(٣) INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Basic Safety Standards for Radiation Protection (1967 Edition), Safety Series No. 9, IAEA, Vienna (1967).

(٤) INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Basic Safety Standards for Radiation protection (1982 Edition), Safety Series No. 9, IAEA, Vienna (1982).

(٥) أنظر التقرير السنوي للوكالة لعام ١٩٩٠، الوثيقة IAEA/GC(XXXV)/953، صفحة ١١٧.

وتعزيز تبادل المعلومات على نطاق واسع؛ وتسهيل نقل التكنولوجيا والمعرفة الفنية؛ وتقديم خدمات الوقاية الاشعاعية والأمان الاشعاعي.

وفي هذا الاطار، أنشأت المنظمات الراعية أمانة مشتركة لاعداد معايير الأمان الأساسية الدولية للوقاية من الاشعاعات المؤينة ولأمان المصادر الاشعاعية (تسمى فيما يلي "المعايير") التي يتضمنها هذا المنشور. وتولت الوكالة تنسيق أعمال الأمانة المشتركة. وتحل هذه المعايير محل المعايير الدولية الأساسية السابقة، وتتضمن المعرفة التي اكتسبت فيما بعد، والتطورات التي حدثت في مجالي الوقاية من الاشعاعات والأمان الاشعاعي والمجالات الأخرى ذات الصلة.

وتعتمد هذه المعايير بصورة أساسية على توصيات اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات، وهي منظمة علمية غير حكومية تأسست في ١٩٢٨ لوضع مبادئ أساسية وتوصيات للوقاية من الاشعاعات، وصدرت أحدث توصيات للجنة في ١٩٩١[٦].

وفضلا عن ذلك، فانه فيما يتعلق بالأمان، تأخذ هذه المعايير في الاعتبار المبادئ التي أوصى بها الفريق الاستشاري الدولي للأمان النووي(INSAG) الذي يطور منذ عام ١٩٨٥، تحت رعاية الوكالة، مفاهيم الأمان النووي، ومنها مبادئ الأمان الأساسية لمحطات القوى النووية[٧]؛ وكثير من هذه المبادئ له صلة بمصادر ومنشآت اشعاعية بخلاف المنشآت النووية. والكميات والوحدات المستخدمة في هذه المعايير هي في المقام الأول الكميات والوحدات التي أوصت بها اللجنة الدولية للوحدات والمقاييس الاشعاعية، وهي منظمة شقيقة للجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات.

وتنشر هذه المعايير ضمن سلسلة وثائق الأمان التي تصدرها الوكالة. وتشمل هذه السلسلة من المطبوعات: أساسيات الأمان، ومعايير الأمان، وأدلة الأمان، وممارسات الأمان، وتتصل كلها بالأمان النووي والوقاية من الاشعاعات، بما في ذلك التصرف في النفايات المشعة[٨]. وتتضمن سلسلة وثائق الأمان التي تصدرها الوكالة معايير دولية أخرى ذات صلة، مثل معايير الأمان النووي لمحطات القوى النووية، ولائحة أمان نقل المواد المشعة، والمعايير المرتقبة بشأن التصرف في النفايات المشعة. وكما أصدرت المنظمات الأخرى الأعضاء في الأمانة المشتركة مدونات وأدلة في مجالات أنشطة كل منها. فعلى سبيل المثال، أصدرت منظمة العمل الدولية مدونة لوقاية العاملين من الاشعاعات وكذلك مطبوعات أخرى ذات صلة؛ وأصدرت منظمة الصحة للبلدان الأمريكية ومنظمة الصحة العالمية عددا من الوثائق التي تتصل بأمان العاملين والمرضى في تطبيقات الاشعاع الطبية؛ ووضعت منظمة الغاو ومنظمة الصحة العالمية، من خلال لجنة لائحة المأكولات، مستويات ارشادية للمواد المشعة في الأغذية المتداولة في التجارة الدولية؛ ونشرت وكالة الطاقة النووية التابعة لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي وثائق عن مواضيع محددة تتصل بالوقاية والأمان الاشعاعي.

---

(٦) INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Publication No. 60, Pergamon Press, Oxford and New York (1991).

(٧) INTERNATIONAL NUCLEAR SAFETY ADVISORY GROUP, Basic Safety Principles for Nuclear Power Plants, Safety Series No. 75-INSAG-3, IAEA, Vienna (1988).

(٨) يرد موجز للأهداف والمبادئ التي تقوم عليها هذه المعايير في وثيقة أصدرتها الوكالة الدولية للطاقة الذرية بعنوان "الوقاية من الاشعاعات وأمان المصادر الاشعاعية ضمن سلسلة وثائق الأمان، العدد ١٢٠ (١٩٩٦).

## الهـــدف

الغرض من هذه المعايير هو تحديد المتطلبات الأساسية للوقاية من المخاطر المرتبطة بالتعرض للاشعاعات المؤينة (التي تسمى فيما يلي "الاشعاعات") ولأمان المصادر الاشعاعية التي قد تسبب مثل هذا التعرض.

وقد أخذت هذه المعايير من مبادئ الوقاية من الاشعاعات والأمان الاشعاعي المقبولة على نطاق واسع، مثل تلك المبادئ المنشورة في سجلات اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات، وفي سلسلة وثائق الأمان التي تصدرها الوكالة. ويقصد بهذه المعايير ضمان أمان جميع أنواع المصادر الاشعاعية، وبالتالي، استكمال المعايير التي وضعت بالفعل للمصادر الاشعاعية الكبيرة والمعقدة، مثل المفاعلات النووية ومرافق التصرف في النفايات المشعة. ويلزم لهذه المصادر بصفة خاصة معايير أكثر تحديدا، كتلك التي أصدرتها الوكالة، من أجل بلوغ مستويات مقبولة للأمان. وهذه المعايير الأكثر تحديدا تساير هذه المعايير بشكل عام، ويعني الالتزام بها أن هذه المنشآت الأكثر تعقيدا سوف تلتزم أيضا بهذه المعايير على وجه العموم.

وتقتصر هذه المعايير على تحديد المتطلبات الأساسية للوقاية من الاشعاعات والأمان الاشعاعي، مع ايراد بعض الارشادات عن كيفية تطبيقها. وترد ارشادات عامة عن تطبيق بعض المتطلبات في مطبوعات المنظمات الراعية، وسوف توضع ارشادات اضافية كلما دعت الحاجة الى ذلك على ضوء الخبرة المكتسبة في تطبيق هذه المعايير.

## النطـــاق

تتضمن هذه المعايير متطلبات أساسية يتعين استيفاؤها في جميع الأنشطة التي تنطوي على تعرض للاشعاعات. وتستند قوة المتطلبات الى الأحكام الدستورية للمنظمات الراعية. ولا يترتب على المتطلبات أي التزام على الدول بأن تعدل تشريعاتها لكي تتفق معها، كما انه لا يقصد بها أن تحل محل أحكام القوانين أو اللوائح أو المعايير الوطنية السارية. ولكنها تستهدف أن تكون بمثابة دليل عملي للسلطات والدوائر العامة، وجهات العمل والعاملين، والهيئات المتخصصة المعنية بالوقاية من الاشعاعات، والمؤسسات التجارية، واللجان المعنية بالأمان والصحة.

وتضع هذه المعايير مبادئ أساسية وتبين مختلف الجوانب التي ينبغي أن يغطيها أي برنامج فعال للوقاية من الاشعاعات. ولا يقصد بها أن تطبق كما هي في جميع البلدان والمناطق، وانما ينبغي تفسيرها بحيث تراعي الأوضاع المحلية، والموارد التقنية، وحجم المنشآت المعنية، والعوامل الأخرى التي سوف تحدد امكانية التطبيق.

وتغطي هذه المعايير نطاقا عريضا من الممارسات والمصادر التي تؤدي أو يمكن أن تؤدي الى تعرض للاشعاعات، ولذلك صيغت كثير من المتطلبات بعبارات عامة. من هنا قد يتطلب الأمر تطبيق أحد المتطلبات بطريقة تختلف باختلاف أنواع الممارسات أو المصادر، وتبعا لطبيعة العمليات واحتمالات التعرض. ولا تنطبق المتطلبات جميعها على كل ممارسة أو على كل مصـــــدر اشعاعي، اذ أن الأمر متروك للهيئة الرقابية المناسبة لتحديد أي المتطلبات ينطبق في كل حالة على حدة.

ويقتصر نطاق هذه المعايير على وقاية البشر وحدهم؛ ويعتقد أن معايير الوقاية التي تحقق هذا الغرض سوف تكفل أيضا ألا يتعرض أي نوع آخر من الأحياء للتهديد كمجموعة، حتى لو تعرض بعض أفراد النوع للضرر. وفضلا عن هذا، لا تنطبق هذه المعايير الا على الاشعاعات المؤينة، وهي أشعة جاما والأشعة السينية، وجسيمات ألفا وبيتا وغيرها من الجسيمات التي يمكن أن تستحث التأين. وهي لا تنطبق على الاشعاعات غير المؤينة مثل الموجات الصغرى، والأشعة فوق البنفسجية، والضوء المنظور، والأشعة تحت الحمراء. كما أنها لا تنطبق على مراقبة الجوانب غير الاشعاعية الأخرى للصحة والأمان. وتعترف هذه المعايير بأن الاشعاع ما هو الا واحد من مصادر المخاطر العديدة في الحياة، وبأنه ينبغي ألا يقتصر تقويم المخاطر المرتبطة بالاشعاعات على مقارنتها مع فوائدها، وانما يجب النظر اليها أيضا من منظور المخاطر الأخرى.

## الهيكـــل

تتضمن هذه المعايير ديباجة، والمتطلبات الرئيسة، وتذييلات ومرفقات. وتبين الديباجة أهداف هذه المعايير وأسسها، وتشرح مبادئها وفلسفتها، وتصف الترتيبات الحكومية المناسبة لتطبيق المعايير. وتحدد المتطلبات الرئيسة ما يجب عمله لتحقيق أهداف هذه المعايير. وترد في التذييلات المتطلبات المفصلة المتفرعة عن المتطلبات الرئيسة. وترد في المرفقات المعايير الكمية والارشادات. كما تتضمن المعايير مسردا للمصطلحات، وقائمة بالخبراء الذين أسهموا في عملية الصياغة والاستعراض، وقائمة بأسماء ممثلي البلدان والمنظمات الأعضاء في اللجان التقنية التي أقرت هذه المعايير في كانون الأول/ديسمبر ١٩٩٣، والتي تحققت من الترجمات والتحرير التقني لهذه المعايير في آب/أغسطس/أيلول/سبتمبر ١٩٩٤. وكذلك يرد وصف موجز للمنظمات الراعية.

# ديباجـــة:
# المبادئ والأهداف الأساسية

عرف منذ الدراسات الأولى عن الأشعة السينية والمعادن المشعة أن التعرض لمستويات عالية من الاشعاعات يمكن أن يسبب أضرارا سريرية (اكلينيكية) لأنسجة جسم الانسان. وبالاضافة الى ذلك، أوضحت الدراسات الوبائية الطويلة المدى للسكان الذين تعرضوا للاشعاعات، ولا سيما الباقين على قيد الحياة بعد ضرب هيروشيما وناغازاكي في اليابان بالقنابل الذرية عام ١٩٤٥، أن التعرض للاشعاعات ينطوي أيضا على تأثير بطيء المفعول يتمثل في حث تكوين الأورام الخبيثة. لذلك يلزم اخضاع الأنشطة التي تنطوي على التعرض للاشعاعات، مثل انتاج واستخدام المصادر المشعة والمواد المشعة، وتشغيل المنشآت النووية، بما في ذلك التصرف في النفايات المشعة، لمعايير معينة للأمان وذلك لوقاية الأشخاص الذين يتعرضون للاشعاعات.

والاشعاعات والمواد المشعة هي سمات طبيعية ودائمة للبيئة، لذلك فان المخاطر المرتبطة بالتعرض للاشعاعات يمكن الحد منها فقط، وليس ازالتها تماما. وعلاوة على ذلك، فان استخدام الاشعاعات التي من صنع الانسان بدأ ينتشر على نطاق واسع. فمصادر الاشعاعات ضرورية للرعاية الصحية الحديثة: واللوازم الطبية الوحيدة الاستخدام والتي تعتم بواسطة الاشعاع الكثيف أصبحت وسيلة أساسية لمكافحة الأمراض؛ ويمثل الطب الاشعاعي أداة تشخيص حيوية؛ والعلاج بالأشعة هو عموما جزء من معالجة الأورام الخبيثة. واستخدام الطاقة النووية وتطبيقات منتجاتها الثانوية، أي الاشعاعات والمواد المشعة، آخذ في الزيادة في جميع أنحاء العالم. ويتزايد استخدام التقنيات النووية في الصناعة والزراعة والطب وفي مجالات كثيرة للبحث، مما يفيد منه مئات الملايين من الناس، ويوفر عملا للملايين في المهن المتصلة بهذه التقنيات. ويستخدم التشعيع في جميع أنحاء العالم لحفظ المواد الغذائية وتقليل الفاقد، وتستخدم أساليب التعقيم للقضاء على الحشرات والآفات التي تنقل الأمراض. ويستخدم التصوير بالأشعة في الصناعة بطريقة روتينية لفحص اللحامات وكشف التشققات، على سبيل المثال، والمساعدة على تلافي انهيار الانشاءات الهندسية.

ويتوقف قبول المجتمع للمخاطر المرتبطة بالاشعاع على الفوائد التي تتحقق من استخدام الاشعاعات. ومع ذلك، يجب الحد من هذه المخاطر والوقاية منها عن طريق تطبيق معايير للأمان الاشعاعي. وتكفل هذه المعايير تحقيق التوافق الدولي المرغوب لبلوغ هذا الغرض.

وتعتمد هذه المعايير على المعلومات المستخلصة من أعمال البحث التطويري المستفيضة التي اضطلعت بها منظمات علمية وهندسية على الصعيدين الوطني والدولي عن الآثار الصحية للاشعاعات، وعن التقنيات اللازمة لأمان تصميم وتشغيل المصادر الاشعاعية؛ كما تعتمد على الخبرة المكتسبة في بلدان كثيرة في مجال استخدام التقنيات الاشعاعية والنووية. وتقوم لجنة الأمم المتحدة العلمية المعنية بآثار الاشعاع الذري (UNSCEAR)، وهي هيئة أنشأتها الأمم المتحدة في ١٩٥٥، بجمع وتقويم ونشر المعلومات المتعلقة بالآثار الصحية للاشعاعات، وبمستويات التعرض للاشعاعات من مختلف المصادر؛ وقد أخذت هذه المعلومات في الاعتبار عند وضع هذه المعايير. غير أن الاعتبارات العلمية البحتة ليست سوى جزء واحد من الأساس الـذي تقوم عليه القـرارات المتعلقة بالوقاية والأمان، وتشجع هذه المعايير بطريقة ضمنية صانعي القرارات على تقدير الأهمية النسبية للمخاطر المختلفة الأنواع، وللموازنة بين المخاطر والفوائد.

# آثار الاشعاع

يمكن أن يسبب التعرض للاشعاع بجرعات عالية آثارا تظهر من الناحية السريرية لدى الأشخاص المعرضين للاشعاعات بعد وقت قصير من التعرض، مثل الغثيان، أو احمرار الجلد، أو، في الحالات الشديدة، أعراض حادة. وتسمى مثل هذه الآثار "آثارا قطعية" لأنها تحدث بصورة حتمية اذا تجاوزت الجرعة المستوى الحدي. ويمكن أن يَحدث التعرض للاشعاع أيضا آثارا جسدية مثل الأورام الخبيثة التي تظهر بعد فترة كمون، ويمكن كشفها في المجموعات السكانية بالطرق الوبائية، ويفترض أن يحدث هذا على مدى النطاق الكامل للجرعات دون وجود مستوى حدي. وقد تبين احصائيا وجود آثار وراثية تعزى الى التعرض للاشعاع في ثدييات أخرى، ويفترض أنها تحدث أيضا في الانسان. وتسمى هذه الآثار التي يمكن كشفها بالطرق الوبائية -وهي الأورام الخبيثة والآثار الوراثية- "آثارا عشوائية" بسبب اعتمادها على المصادفة.

وتحدث الآثار القطعية بسبب عمليات مختلفة أهمها موت الخلايا وتأخر انقسامها نتيجة تعرضها لمستويات عالية من الاشعاع. واذا كان الاشعاع مركزا بقدر كاف، فقد يضعف وظيفة النسيج المتعرض. وتزداد شدة الأثر المؤكد لدى الفرد المعرض كلما تجاوزت الجرعة المستوى الحدي لحدوث هذا الأثر.

وقد تظهر الآثار العشوائية اذا حدث تحور في الخلية المشعة دون أن تقتل. وقد تتطور الخلايا المتحورة، بعد عملية طويلة، الى سرطان. ومع تضاؤل الجرعات فان آليات الجسم الخاصة بالتجديد والدفاع تجعل هذه النتيجة غير محتملة الى حد كبير؛ غير أنه لا يوجد ما يدل على أن هناك حدا للجرعة لا يمكن للسرطان أن يحدث دونه. ويزداد احتمال الاصابة بالسرطان كلما زادت الجرعات، لكن شدة أي سرطان ناشئ من التشعيع لا تتوقف على الجرعة. واذا كانت الخلية التي أتلفها التعرض للاشعاع خلية جرثومية وظيفتها نقل الشفرة الوراثية الى الذرية، فانه يمكن تصور ظهور آثار وراثية متنوعة في ذرية الشخص الذي تعرض للاشعاع، وعلى الأرجح أن تتناسب الآثار العشوائية مع الجرعة المتلقاة، وذلك بدون مستوى حدي للجرعة.

وبالاضافة الى الآثار الصحية المذكورة أعلاه، يمكن حدوث آثار صحية في الرضع بسبب تعرض الأجنة للاشعاع. وتشمل هذه الآثار زيادة احتمال الاصابة بسرطان الدم، وكذلك الاصابة بالتخلف العقلي الشديد والتشوهات الخلقية، اذا تجاوز التعرض القيم الحدية للجرعة في فترات معينة من الحمل.

ونظرا لأنه يفترض وجود احتمال ضعيف لحدوث الآثار العشوائية حتى عند أقل الجرعات، فان هذه المعايير تشمل نطاق الجرعات بأكمله، وذلك بهدف تقييد أي ضرر اشعاعي يمكن أن تسببه. وتعدد جوانب مفهوم الضرر الاشعاعي يجعل من غير المستصوب اختيار أي كمية واحدة لتمثيله. لذلك تقوم هذه المعايير على مفهوم الضرر كما جاء في توصيات اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات، والذي يتضمن بالنسبة للآثار العشوائية الكميات التالية: احتمال حدوث سرطان مميت يعزى الى التعرض للاشعاعات؛ والاحتمال المرجح للاصابة بسرطان غير مميت؛ والاحتمال المرجح لحدوث آثار وراثية شديدة؛ وطول الفترة المفقودة من العمر اذا حدث الضرر.

## الممارسات والتدخلات

يطلق مصطلح "الممارسات" في سياق هذه المعايير على الأنشطة البشرية التي تضيف قدرا من التعرض للاشعاعات الى ذلك القدر الذي يتلقاه الناس عادة نتيجة للاشعاعات الطبيعية، أو التي تزيد من احتمال هذا التعرض. ويطلق مصطلح "التدخلات" على الأنشطة البشرية التي تستهدف تقليل التعرض القائم للاشعاعات، أو الاحتمال القائم للتعرض، والتي لا تشكل جزءا من أي ممارسة خاضعة للرقابة.

وتنطبق هذه المعايير على بدء واستمرار الممارسات التي تنطوي أو يمكن أن تنطوي على تعرض للاشعاع، وكذلك على الحالات القائمة فعلا التي يمكن فيها تقليل أو منع التعرض أو احتماله عن طريق شكل ما من أشكال التدخل. وفيما يتعلق بالممارسة، يمكن اتخاذ ترتيبات للوقاية من الاشعاعات والأمان الاشعاعي قبل بدء هذه الممارسة، ويمكن تقييد ما يرتبط بها من تعرض للاشعاع وتقليل احتمالات هذا التعرض منذ البداية. أما في حالة التدخل، فان الظروف التي تؤدي الى التعرض أو احتمال التعرض تكون موجودة بالفعل، ولا يمكن تقليلها الا بواسطة اجراءات علاجية أو وقائية.

والممارسات التي وضعت لها هذه المعايير تتضمن ما يلي: الأنشطة التي تنطوي على انتاج مصادر مشعة؛ واستخدام الأشعة والمواد المشعة في الطب والبحوث والصناعة والزراعة والتعليم؛ وتوليد الطاقة النووية، بما في ذلك الدورة الكاملة للأنشطة المتصلة بها، ابتداء من تعدين ومعالجة الخامات المشعة الى تشغيل المفاعلات النووية ومرافق دورة الوقود والتصرف في النفايات المشعة؛ وبعض الأنشطة، مثل استخراج الفحم من باطن الأرض والفوسفات وغيره من المعادن، التي قد تزيد من التعرض للمواد المشعة الطبيعية. وتتضمن الحالات التي قد تتطلب تدخلا: التعرض المزمن لمصادر الاشعاعات الطبيعية مثل الرادون في المساكن، وللمخلفات المشعة المتبقية من أنشطة وأحداث سابقة؛ وحالات التعرض الطارئ كما يحدث في الحالات الناتجة عن الحوادث أو بسبب عيوب في ممارسات قائمة.

## أنواع التعرض للاشعاع

من المؤكد من الناحية العملية أن بعض أنواع التعرض للاشعاع تحدث نتيجة الأداء العادي للممارسات، وأن حجم هذا التعرض يمكن التنبؤ به، ولو بدرجة معينة من عدم اليقين: ويشار الى مثل هذه التعرضات المتوقعة في هذه المعايير باعتبارها "تعرضات عادية". كما أنه يمكن وضع تصورات لتعرض يمكن حدوثه، ولكن لا يوجد يقين بأنه سوف يحدث بالفعل، وتسمى مثل هذه التعرضات غير المتوقعة والتي يمكن حدوثها "تعرضات ممكنة". وقد تصبح التعرضات الممكنة تعرضات فعلية اذا حدثت الحالة غير المتوقعة بالفعل؛ كأن تحدث نتيجة تعطل الأجهزة، أو أخطاء في التصميم أو التشغيل، أو حدوث تغيرات غير مرتقبة في الظروف البيئية، كما يحدث في موقع للتخلص من النفايات المشعة. فاذا أمكن التنبؤ بوقوع مثل هذه الأحداث، أصبح من الممكن تقدير احتمالات حدوثها وما يترتب على ذلك من تعرض للاشعاع.

والوسيلة الموضحة في هذه المعايير للتحكم في التعرضات العادية هي تقييد الجرعات المتلقاة. والوسيلة الأولى للتحكم في التعرضات الممكنة هي التصميم الجيد للمنشـــآت والمعـــدات

وطرق التشغيل؛ والهدف من ذلك هو الحد من احتمال وقوع أحداث يمكن أن تؤدي الى تعرضات غير متوقعة والحد من مقدار التعرضات التي يمكن أن تنتج اذا تحتم وقوع مثل هذه الأحداث.

وتشمل التعرضات الاشعاعية ذات الصلة التي تتضمنها هذه المعايير التعرضات، العادية والممكنة على السواء، للعاملين أثناء ممارسة أعمالهم، وتعرض المرضى أثناء التشخيص أو العلاج، وتعرض أفراد الجمهور الذين قد يتأثرون عن طريق ممارسة أو عن طريق تدخل ما. وبالنسبة لحالات التدخل يمكن أن يكون التعرض مزمنا، ويمكن أن يكون مؤقتا في بعض حالات الطوارئ. وهكذا تنقسم التعرضات الى: "تعرض مهني" أثناء العمل وبصورة رئيسة نتيجة للعمل؛ و "تعرض طبي" وهو يشمل بصورة رئيسة تعرض المرضى أثناء التشخيص أو العلاج؛ و "تعرض الجمهور" الذي يضم كل أنواع التعرضات الأخرى.

والغرض من هذه المعايير هو أن تشمل جميع الأفراد الذين قد يتعرضون للاشعاعات، بما في ذلك الأفراد من الأجيال المقبلة الذين قد يتأثرون من ممارسات أو تدخلات حالية.

## المبادئ الأساسية

ان مبادئ الوقاية من الاشعاعات ومبادئ الأمان الاشعاعي التي تقوم عليها هذه المعايير هي المبادئ التي وضعتها اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات ووضعها الفريق الاستشاري الدولي للأمان النووي. ويمكن الحصول على الوصف المفصل لهذه المبادئ في منشورات هاتين الهيئتين. وليس من السهل عرض هذه المنشورات دون أن تفقد جوهرها. غير أنه يمكن تقديم تلخيص مختصر -وان كان مبسطا- لهذه المبادئ على النحو التالي: ينبغي ألا تعتمد أي ممارسة تسبب أو يمكن أن تسبب التعرض للاشعاع الا اذا كان النفع المتحقق منها للأفراد المعرضين أو المجتمع المعرض للاشعاع يفوق الضرر الاشعاعي الذي تسببه أو يمكن أن تسببه؛ (أي أنه يجب أن يكون للممارسة ما يبررها)[1]؛ وينبغي ألا تتجاوز الجرعات الفردية الناجمة عن الجمع بين التعرضات من جميع الممارسات ذات الصلة حدود جرعة معينة؛ وينبغي أن تكون جميع المصادر والمنشآت الاشعاعية مزودة بأفضل ما يمكن من تدابير الوقاية والأمان في ظل الظروف السائدة، بحيث يكون حجم واحتمال التعرضات وعدد الأشخاص الذين يتعرضون للاشعاعات عند أدنى حد معقول، مع مراعاة العوامل الاقتصادية والاجتماعية؛ وينبغي الحد من الجرعات الصادرة عنها والمخاطر التي تنطوي عليها؛ (أي أنه ينبغي أمثلة الوقاية والأمان)؛ وينبغي التقليل من التعرض للاشعاع بسبب المصادر الاشعاعية التي لا تشكل جزءا من ممارسة عن طريق التدخل عندما يكون لذلك ما يبرره؛ وينبغي أمثلة تدابير التدخل؛ وينبغي أن تتحمل الشخصية القانونية (الاعتبارية) المأذون لها بأداء ممارسة ما تنطوي على مصدر اشعاعي المسؤولية الأولى عن الوقاية والأمان؛ وينبغي غرس ثقافة تتعلق بالأمان لتنظيم المواقف والسلوك فيما يتصل بوقاية وأمان جميع الأفراد والمنظمات الذين يتعاملون مع المصادر الاشعاعية؛ وينبغي ادخال تدابير للدفاع في العمق ضمن اجراءات تصميم وتشغيل المصادر الاشعاعية بغية استدراك حالات الفشل المحتمل لتدابير الوقاية والأمان؛ وينبغي تأمين الوقاية والأمان من خلال الادارة الجيدة والهندسة السليمة، وتوكيد الجودة، وتدريب العاملين وتأهيلهم، واجراء تقويمات شاملة للأمان، والاهتمام بالدروس المستخلصة من الخبرة والبحوث.

---

(١) عادة ما يظهر الامتثال لمبدأ التبرير بشكل واضح فيما يتعلق بنوع النشاط، عن طريق وجود أو وضع تشريعات تتعلق خصيصا بنوع النشاط.

## الكميات والوحـــدات

رغم أن معظم متطلبات هذه المعايير ذات طابع نوعي، فانها تضع أيضا حدودا كمية ومستويات ارشادية. ولهذه الأغراض، فان الكميات المادية الرئيسة المستخدمة في هذه المعايير تتمثل في معدل التحول النووي للنويدات المشعة (النشاط الاشعاعي)، والطاقة التي تمتصها وحدة تمثل كتلة من مادة ما من الاشعاع الذي تتعرض له (الجرعة الممتصة). ووحدة النشاط هي مقلوب الثانية، وهي تمثل عدد التحولات (أو التفككات) النووية في الثانية، والتي تسمى "بكريل". ووحدة الجرعة الممتصة هي "الجول" لكل كيلو غرام وتسمى "غراي".

والجرعة الممتصة هي الكمية الفيزيائية الأساسية لقياس الجرعات المستخدمة في هذه المعايير، غير أن هذا ليس كافيا تماما لأغراض الوقاية من الاشعاعات لأن فعالية الأضرار التي تلحق بالنسيج البشري تختلف باختلاف نوع الاشعاع المؤين. وبالتالي فان الجرعة الممتصة التي توزع على نسيج أو عضو تضرب في عامل الاشعاع المرجح لمراعاة فعالية نوع الاشعاع المعني في احداث الآثار الصحية؛ والكمية الناتجة تسمى "الجرعة المكافئة"؛ وتستخدم الجرعة المكافئة عندما تشعع أعضاء أو أنسجة منفردة، لكن احتمال حدوث آثار عشوائية ضارة بسبب جرعة مكافئة معينة يختلف باختلاف الأعضاء والأنسجة. وبالتالي، فان قيمة الجرعة المكافئة بالنسبة لأي عضو أو نسيج تضرب في عامل النسيج المرجح لمراعاة حساسية العضو للاشعاع. ويسمى المجموع الكلي لهذه الجرعات المكافئة المرجحة لجميع الأنسجة المعرضة في الشخص "الجرعة الفعالة". ووحدة الجرعة المكافئة والجرعة الفعالة هي نفسها وحدة الجرعة الممتصة، وهي "الجول" لكل كيلوغرام، ولكن يستخدم لفظ "سيفرت" لتجنب الخلط مع وحدة الجرعة الممتصة (غراي).

وعندما يمتص الجسم النويدات المشعة، فان الجسم يتلقى الجرعة الناتجة طوال المدة التي تبقى فيها هذه النويدات بداخله. والجرعة المودعة هي اجمالي الجرعة الممتصة خلال تلك المدة، وتحسب كمتكامل زمني محدد لمعدل تلقي الجرعة. ويطبق أي قيد ذي صلة على الجرعة المودعة من الاشعاعات التي يتلقاها الجسم.

ويتوقف الأثر الاجمالي للتعرض للاشعاع الناتج عن ممارسة أو مصدر ما على عدد الأشخاص المتعرضين والجرعات التي يتلقونها. ولذلك فان الجرعة التجميعية، التي تعرف بأنها مجموع نواتج الجرعة المتوسطة في مختلف مجموعات الأشخاص المعرضين وعدد الأفراد في كل مجموعة، يمكن أن تستخدم للتعبير عن الأثر الاشعاعي لممارسة أو مصدر ما. وتسمى وحدة الجرعة التجميعية "سيفرت/شخص".

## الرقابـــة الحكومية

تستهدف هذه المعايير فرض متطلبات معينة على الأشخاص القانونيين المأذون لهم بتنفيذ ممارسات تسبب تعرضا للاشعاع، أو بالتدخل لتقليل تعرضات واقعة؛ ويتحمل هؤلاء الأشخاص القانونيون المسؤولية الأولى عن تطبيق هذه المعايير. غير أنه تقع على الحكومات مسؤولية انفاذها، ويتم ذلك بصورة عامة عن طريق نظام يتضمن انشاء هيئة رقابية، كما تقع عليها مسؤولية التخطيط واتخاذ الاجراءات في مختلف الظروف. وعلاوة على ذلك، فان الحكومات تقدم خدمات أساسية معينة في مجال الوقاية من الاشعاعات والأمان الاشعاعي، وتكفل تدخلات تتجاوز أو تكمل قدرات الأشخاص القانونيين المأذون لهم بتنفيذ الممارسات.

ولهذا تقوم هذه المعايير على افتراض وجود بنية أساسية وطنية تساعد الحكومة على الاضطلاع بمسؤولياتها في مجال الوقاية من الاشعاعات والأمان الاشعاعي.

## البنى الأساسية الوطنية

تتمثل العناصر الجوهرية للبنية الأساسية الوطنية فيما يلي: التشريعات واللوائح؛ وسلطة رقابية تختص بالاذن باجراء أنشطة تخضع للرقابة والتفتيش عليها، وانفاذ التشريعات واللوائح؛ وموارد كافية؛ وأعداد مناسبة من الموظفين المدربين. ويجب أن توفر البنى الأساسية أيضا السبل والوسائل اللازمة لمعالجة جوانب القلق لدى المجتمع، التي تتجاوز المسؤوليات القانونية التي يتحملها الأشخاص القانونيون المأذون لهم بتنفيذ ممارسات تنطوي على مصادر للاشعاع. وعلى سبيل المثال، تكفل السلطات الوطنية اتخاذ الترتيبات المناسبة للكشف عن أي تراكم للمواد المشعة في البيئة العامة، وللتخلص من النفايات المشعة وللاعداد للتدخلات، وبخاصة أثناء حالات الطوارئ التي قد تؤدي الى تعرض الجمهور للاشعاع. كما يلزم أن تكفل هذه السلطات مراقبة مصادر معينة للاشعاع لا تتحمل أي منظمة أخرى مسؤولية مراقبتها، مثل المصادر الطبيعية والمخلفات المشعة الناتجة عن ممارسات سابقة.

ولا بد أن تتيح البنى الأساسية الوطنية اتخاذ الترتيبات المناسبة من قبل الأشخاص المسؤولين لتعليم وتدريب المتخصصين في الوقاية من الاشعاعات والأمان الاشعاعي، وكذلك تبادل المعلومات فيما بين المختصين. ومن المسؤوليات المتصلة بذلك توفير الوسائل المناسبة لاعلام الجمهور، وممثليه، ووسائل الاعلام بشأن جوانب الصحة والأمان للأنشطة التي تنطوي على تعرض للاشعاع، وكذلك بشأن العمليات الرقابية. وهذا من شأنه أن يوفر المعلومات اللازمة لتيسير العملية السياسية المتعلقة بوضع الأولويات الوطنية وتخصيص الموارد للوقاية والأمان، كما يساعد على فهم العملية الرقابية بدرجة أكبر.

ويجب أن توفر البنى الأساسية الوطنية أيضا التسهيلات والخدمات الأساسية للوقاية من الاشعاعات والأمان الاشعاعي، التي تتجاوز قدرة الأشخاص القانونيين المأذون لهم بتنفيذ الممارسات. وتتضمن هذه التسهيلات والخدمات ما يلزم منها للتدخل، وقياس الجرعات لدى الأفراد، والرصد البيئي، ومعايرة معدات قياس الاشعاعات والمقارنة فيما بينها. وقد تتضمن الخدمات توفير سجلات مركزية لبيانات التعرض المهني وتوفير معلومات عن كفاءة المعدات. ولا يقلل توفير مثل هذه الخدمات على المستوى الوطني من المسؤولية النهائية عن الوقاية من الاشعاعات والأمان الاشعاعي، التي تقع على عاتق الأشخاص القانونيين المأذون لهم بتنفيذ الممارسات.

## الهيئة الرقابية

يقتضي تنفيذ هذه المعايير بالكامل وبطريقة سليمة أن تنشيء الحكومات سلطة رقابية لتنظيم تطبيق وتنفيذ أي ممارسة تنطوي على مصادر اشعاعية. ويجب تزويد مثل هذه الهيئة الرقابية بالصلاحيات والموارد الكافية التي تمكنها من الاضطلاع برقابة فعالة، وينبغي أن تكون مستقلة عن أي ادارات ووكالات حكومية مسؤولة عن تنشيط وتطوير الممارسات الخاضعة للرقابة. كما يجب أن تكون الهيئة الرقابية مستقلة عن الجهات المسجلة والمرخص لها والجهات

المسؤولة عن تصميم وتركيب المصادر الاشعاعية المستخدمة في الممارسات. ويجب أن يكون الفصل الفعال بين مهام الهيئة الرقابية ومهام أي طرف آخر واضحا بحيث يحتفظ الرقباء باستقلالهم في الحكم واتخاذ القرار بوصفهم سلطات مسؤولة عن الأمان.

وقد صيغت هذه المعايير بافتراض وجود هيئة رقابية واحدة مسؤولة عن جميع جوانب الوقاية من الاشعاعات والأمان الاشعاعي في البلد الواحد. غير أنه يحدث في بعض البلدان أن تكون المسؤولية الرقابية عن مختلف الممارسات أو مختلف جوانب الوقاية من الاشعاعات والأمان الاشعاعي موزعة على سلطات مختلفة. ولذلك، يستخدم تعبير الهيئة الرقابية عموما في هذه المعايير ليعني الهيئة الرقابية ذات الصلة بالمصدر أو الجانب المحدد المعني بالأمان الاشعاعي. وبصرف النظر عن توزيع المسؤوليات الرقابية في أي بلد. فانه يجب على الحكومة أن تكفل تغطية جميع الجوانب؛ اذ يجب، على سبيل المثال، أن تكفل الحكومة تكليف هيئة محددة بالاضطلاع بمسؤولية الاشراف الرقابي على تدابير وقاية المرضى وأمانهم، وتدابير توكيد جودة المعدات والتقنيات المستخدمة في الأغراض الطبية للاشعاع.

ويعتمد نوع النظام الرقابي المتبع في بلد ما على الآثار المترتبة على حجم الممارسات والمصادر الخاضعة للرقابة، وعلى تعقيدها وأمانها، وكذلك على الأساليب الرقابية المعتادة المتبعة في ذلك البلد. وقد تختلف آلية تنفيذ المهام الرقابية فتكون بعض السلطات قائمة بذاتها تماما، والبعض الآخر يسند بعض مهام التفتيش أو التقويم أو غيرها من المهام لمختلف الوكالات الحكومية أو العامة أو الخاصة. وقد تكون الهيئة الرقابية قائمة بذاتها فيما يتعلق بالمعرفة التقنية المتخصصة، أو قد تطلب مشورة الخبراء الاستشاريين واللجان الاستشارية.

وتشمل الوظائف العامة للهيئة الرقابية ما يلي: تقويم طلبات الترخيص بتنفيذ ممارسات تؤدي أو قد تؤدي الى التعرض للاشعاعات؛ والترخيص بهذه الممارسات والمصادر الاشعاعية المرتبطة بها، رهنا باستيفاء بعض الشروط المحددة؛ واجراء عمليات تفتيش دوري للتحقق من الالتزام بالشروط؛ وتطبيق أي اجراءات ضرورية لضمان الالتزام باللوائح والمعايير. ولتحقيق هذه الأغراض يلزم توفير آليات للابلاغ عن المصادر المستخدمة في الممارسات، ولتسجيلها والترخيص بها، مع مراعاة استثناء أو اعفاء مصادر أو ممارسات معينة من الاشتراطات الرقابية تحت ظروف معينة. كما يلزم اتخاذ تدابير لمراقبة المصادر ورصدها ومراجعتها والتحقق منها والتفتيش عليها، ولضمان وجود خطط مناسبة للتصدي للحوادث الاشعاعية او اجراء التدخلات في حالات الطوارئ. ويلزم تقويم فعالية تدابير الوقاية من الاشعاعات والأمان الاشعاعي لكل ممارسة تم ترخيصها، واجمالي الأثر المحتمل للممارسات المأذون بها.

ويجب مراعاة الدقة في تحديد صلاحيات المفتشين التابعين للهيئة الرقابية والالتزام باتساق عملية تطبيق الاجراءات الرقابية، مع كفالة حق النقض من جانب المسؤولين عن المصادر. ويجب توخي الوضوح في التوجيهات المعطاة للمفتشين والأشخاص القانونيين الخاضعين للرقابة على حد سواء. وقد يلزم أن توفر الهيئة الرقابية ارشادات عن كيفية استيفاء المتطلبات الرقابية المطلوبة في مختلف الممارسات، وذلك على سبيل المثال في وثائق خاصة بالمبادئ التوجيهية في مجال الرقابة. ويجب تعزيز روح الانفتاح والتعاون بين الأشخاص القانونيين الخاضعين للرقابة والمفتشين، وهو ما يتضمن تسهيل وصول المفتشين للمباني والمرافق وحصولهم على المعلومات.

وهناك مسؤولية اضافية للهيئة الرقابية تتمثل في مطالبة جميع الأطراف المعنية باكتساب ثقافة تتعلق بالأمان وتتضمن: الالتزام الفردي والجماعي بالأمان من جانب العاملين والادارة والرقباء؛ وواجبات جميع الأفراد ازاء الوقاية والأمان، بمن فيهم الأفراد على مستويات الادارة العليا؛ وتدابير لتشجيع روح الاستفسار والتعلم وعدم التواكل فيما يتعلق بالأمان.

ويلزم أن تراعي كل من الهيئة الرقابية والأشخاص القانونيين الخاضعين للرقابة على النحو الواجب الخبرة العامة والتطورات الجديدة في ميدان الوقاية من الاشعاعات وأمان المصادر.

# المتطلبـــات الرئيســـة

# ١- المتطلبات العامـــــــة

**تعاريـــف**

١-١- تفسر المصطلحات بالمعنى الذي عرّفت به في مشرد المصطلحات.

**الغـــــرض**

١-٢- تحدد هذه المعايير المتطلبات الرئيسية اللازمة لرقابة الناس من التعرض للاشعاع المؤين ولأمان المصادر [illegible]

(أ) يتم القيام بها في دولة تختار أن تتبنى هذه المعايير أو تطلب الى أي من المنظمات الراعية أن تعمل على تطبيقها؛

(ب) أو تقوم بها الدول بمساعدة منظمة الأغذية والزراعة (الفاو)، أو الوكالة الدولية للطاقة الذريـــة (الوكالة)، أو منظمة العمل الدولية، أو منظمة الصحة للبلدان الأمريكية، أو منظمـــة الصحـــة العالمية، على ضوء القواعد واللوائح الوطنية ذات الصلة؛

(ج) أو تقوم بها الوكالة أو تنطوي على استخدام المواد والخدمات والمعدات والتسهيلات والمعلومات غير المنشورة التي تتيحها الوكالة، أو يتم توفيرها بناء على طلبها أو في ظل رقابتـــها أو تحـــت اشرافها؛

(د) أو تنفذ بموجب أي ترتيب ثنائي أو متعدد الأطراف تطلب الأطراف في اطاره من الوكالـــة أن تعمل على تطبيق هذه المعايير.

**الاستثنـــــاءات**

١-٤- يُستثنَى من هذه المعايير(٢)أي تعرض لا يمكن اخضاع مقداره أو احتمالاته للرقابة بصورة أساســية وفقــا لمتطلبات هذه المعايير.

**الأطـــراف المسئولة**

١-٥- تقع على عاتق الهيئة الرقابية، وهيئات التدخل، في حالة التدخل - مسئولية انفاذ هذه المعايير.

١-٢٠- ليس في هذه المعايير ما ينسـرّ على أنه تقييد لأي اجراءات قد تلزم في أحوال أخرى لأغراض الوقاية والأمان.

التفسيـــر

١-٢١- فيما عدا الحالات التي يأذن بها المجلس الرئاسي المختص لاحدى المنظمات الراعية ذات الصلة على وجه التحديد، فان أي تفسير لهذه المعايير من قبل أي من مسؤولي أو موظفي المنظمة الراعية، بخلاف تفسير كتابي يقدمه مدير عام المنظمة الراعية، لا يكون ملزما لتلك المنظمة.

الاتصـــالات

١-٢٢- يقدم الطرف المسؤول المختص تقريرا بشأن الامتثال لمتطلبات هذه المعايير على النحو الذي تحدده هذه المعايير.

١-٢٣- توجـّه التقارير الخاصة بالامتثال والمكاتبات الأخرى المتعلقة بالتفسير الرسمي لهذه المعايير الى الهيئة الرقابية، أو الى المنظمات الراعية ذات الصلة حسب الاقتضاء.

## ٢- المتطلبات الخاصة بالممارســـات

### التطبيـــق

### الممارســـات

٢-١- تشمل الممارسات التي تطبق عليها هذه المعايير ما يلي:

(أ) انتاج مصادر واستخدام اشعاعات أو مواد مشعة في أغراض طبية أو صناعية أو بيطرية أو زراعية، أو لأغراض التعليم أو التدريب أو البحث؛ بما في ذلك أي أنشطة تتعلق بذلك الاستخدام وتنطوي أو يمكن أن تنطوي على تعرض للاشعاع أو للمواد المشعة؛

(ب) وتوليد الطاقة باستخدام القوى النووية، بما في ذلك أي أنشطة في دورة الوقود النووي تنطوي أو يمكن أن تنطوي على التعرض للاشعاع أو للمواد المشعة؛

(ج) والممارسات التي تنطوي على تعرض لمصادر طبيعية تحددها الهيئة الرقابية على أنها تتطلب رقابة؛

(د) وأي ممارسة أخرى تحددها الهيئة الرقابية.

### المصـــادر

٢-٢- تشمل المصادر التي تقع في نطاق أي ممارسة تنطبق عليها متطلبات ممارسات هذه المعايير ما يلي:

(أ) المواد المشعة والأجهزة التي تحتوي على مواد مشعة أو تنتج اشعاعات، بما في ذلك المنتجات الاستهلاكية، والمصادر المختومة، والمصادر غير المختومة، ومولدات الاشعاع، بما في ذلك المعدات النقالة للتصوير بالأشعة؛

(ب) والمنشآت والمرافق التي تحتوي على مواد مشعة أو أجهزة تصدر عنها اشعاعات، بما في ذلك منشآت التشعيع، والمناجم ووحدات معالجة الخامات المشعة، ومنشآت تجهيز المواد المشعة، والمنشآت النووية، ومرافق التصرف في النفايات المشعة؛

(ج) وأي مصدر آخر تحدده الهيئة الرقابية.

٢-٣- تطبق متطلبات هذه المعايير على كل مصدر فردي للاشعاعات داخل منشأة أو مرفق أو على المنشأة أو المرفق بالكامل اذا اعتبرت المنشأة أو المرفق مصدرا من المصادر، حسب الاقتضاء، وفقا لمتطلبات الهيئة الرقابية.

### التعرضـــات

٢-٤- التعرضات التي تطبق عليها متطلبات هذه المعايير هي أي شكل من أشكال التعرض المهني أو التعرض الطبي أو تعرض الجمهور بسبب أي ممارسة ذات صلة أو أي مصدر يقع في اطار الممارسة، بما في ذلك التعرضات العادية والتعرضات الممكنة على السواء.

٢-٥- يعتبر التعرض للمصادر الطبيعية من حالات التعرض المزمن، ويخضع للمتطلبات الخاصة بالتدخل اذا لزم الأمر، الا في الحالات التالية[٣]:

(أ) يخضع تعرض الجمهور الناتج عن تصريفات للدوافق أو التخلص من نفايات مشعة ناتجة عن ممارسة تدخل فيها مصادر طبيعية للمتطلبات المتعلقة بالممارسات الواردة هنا ما لم يكن التعرض مستثنى، أو ما لم تخضع الممارسة أو يخضع المصدر للاعفاء؛

(ب) ويخضع تعرض العاملين المهني من مصادر طبيعية للمتطلبات الخاصة بالممارسات والواردة في هذا القسم اذا أدت هذه المصادر الى:

'١' تعرض للرادون يتطلبه عملهم أو يتعلق بعملهم مباشرة، بصرف النظر عما اذا كان التعرض أعلى أو أدنى من مستوى الاجراء واللازم للقيام باجراء علاجي يتعلق بحالات التعرض المزمن التي تنطوي على رادون في أماكن العمل[٤]، ما لم يكن التعرض مستثنى أو ما لم تخضع الممارسة أو المصدر للاعفاء؛

'٢' أو تعرض للرادون بصورة عارضة أثناء عملهم، ولكن يكون التعرض أعلى من مستوى الاجراء اللازم للقيام باجراء علاجي يتعلق بحالات التعرض المزمن التي تنطوي على رادون في أماكن العمل[٤]، ما لم يكن التعرض مستثنى أو ما لم تخضع الممارسة أو المصدر للاعفاء؛

'٣' أو تعرض حددته الهيئة الرقابية باعتباره يخضع لمثل هذه المتطلبات.

٢-٦- وترد في التذييلات الأول والثاني والثالث والرابع على الترتيب المتطلبات المفصلة الخاصة بالتعرضات المهنية والتعرضات الطبية وتعرضات الجمهور، والتعرضات الممكنة. وتعتبر هذه المتطلبات الناتجة متطلبات متفرعة عن تلك التي حددت في هذا القسم، ما لم تضع الهيئة الرقابية، أو المنظمة الراعية ذات الصلة، حسب الاقتضاء، خيارات أخرى أكثر استحسانا لأغراض الوقاية والأمان.

## الالتزامـــات الأساسيـــة

### الالتزامات العامـــة

٢-٧- لا يتم اعتماد أي ممارسة، أو ادخالها، أو اجراؤها، أو وقفها، أو انهاؤها، ولا يتم تعدين أي مصدر يقع في اطار ممارسة ما، حسب الاقتضاء، أو معالجته، أو تجهيزه، أو تصميمه، أو تصنيعه، أو تشييده، أو تجميعه، أو اقتناؤه، أو استيراده، أو تصديره، أو توزيعه، أو بيعه، أو تأجيره، أو استئجاره، أو تسلمه، أو اختيار موقعه، أو تحديد مكانه، أو اعداده للتشغيل، أو حيازته، أو استخدامه، أو تشغيله، أو صيانته، أو اصلاحه، أو تحويله، أو وقف تشغيله، أو تفكيكه، أو نقله، أو تخزينه، أو التخلص منه، الا وفقا لمتطلبات المعايير الملائمة، ما لم يكن التعرض الناجم عن مثل هذه الممارسة

---

(٣) وقت اقرار هذه المعايير، كانت التوصيات الكمية المتاحة من اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات فيما يتعلق بالوقاية من التعرض للمصادر الطبيعية تقتصر على الرادون. ولهذا تقرر أن تكون المتطلبات العامة للممارسات المتعلقة بالوقاية من المصادر الطبيعية هي ضرورة أن يخضع التعرض للمصادر الطبيعية -وهو في العادة حالة من حالات التعرض المزمن- للتدخل، وأن تنحصر المتطلبات الخاصة بالممارسات في التعرض للرادون بصفة عامة، حيث أن التعرض لمصادر طبيعية أخرى ينتظر أن يعالج عن طريق استثناء أو اعفاء المصدر، أو يترك لتقدير الهيئة الرقابية في الأحوال الأخرى.

(٤) أنظر المرفق السادس، "مبادئ توجيهية لمستويات الاجراء في حالات التعرض المزمن، الرادون المستخدم في أماكن العمل"، الفقرة (سادسا-٣).

أو المصدر مستثنى من هذه المعايير، أو ما لم تخضع الممارسة أو المصدر للاعفاء من متطلبات هذه المعايير، بما في ذلك متطلبات الابلاغ والاذن.

٢-٨- يتناسب تطبيق متطلبات هذه المعايير على أي ممارسة أو على أي مصدر يقع في نطاق ممارسة ما، أو على أي من الاجراءات الموضحة في الفقرة ٢-٧، مع خصائص الممارسة أو المصدر، وحجم التعرضات واحتمالها، ويتناسب أيضا مع أي متطلبات تحددها الهيئة الرقابية، أو المنظمات الراعية ذات الصلة عند الاقتضاء. ولا تتعلق المتطلبات جميعها بكل ممارسة أو مصدر، ولا بجميع الاجراءات الموضحة في الفقرة ٢-٧.

٢-٩- يخضع نقل المصادر المشعة لمتطلبات لائحة الوكالة لأمان نقل المواد المشعة[٥]، ولأي اتفاقية دولية سارية.

## المتطلبات الادارية

### الابلاغ

٢-١٠- يقوم الشخص القانوني الذي يعتزم اتخاذ أي من الاجراءات المحددة في الالتزامات العامة المتعلقة بممارسات هذه المعايير (أنظر الفقرتين ٢-٧ و ٢-٨) بابلاغ الهيئة الرقابية بهذه الرغبة[٦] ولا يلزم الابلاغ عن المنتجات الاستهلاكية الا في مجال التصنيع، والتجميع، والاستيراد، والتوزيع.

### الاذن: التسجيل أو الترخيص

٢-١١- يقوم الشخص القانوني المسؤول عن أي مصدر مختوم، أو مصدر غير مختوم أو مولد اشعاع، بتقديم طلب الى الهيئة الرقابية للحصول على اذن يكون على شكل تسجيل[٧] أو رخصة، ما لم يكن المصدر معفى.

٢-١٢- يتقدم الشخص القانوني المسؤول عن أي منشأة تشعيع، أو منجم، أو وحدة لمعالجة الخامات المشعة، أو منشأة لتجهيز المواد المشعة، أو منشأة نووية أو مرفق للتصرف في النفايات المشعة، أو عن أي استخدام لمصدر ترى الهيئة الرقابية أنه لا يصلح للتسجيل، بطلب الى الهيئة الرقابية للحصول على اذن يكون على شكل رخصة.

---

(٥) أنظر أحدث طبعة من "لائحة الوكالة لأمان نقل المواد المشعة" (التي نشرت ضمن العدد رقم ٦ من سلسلة وثائق الأمان التي تصدرها الوكالة، (١٩٩٠)).

(٦) يكفي الابلاغ وحده بشرط ألا يكون هناك احتمال بأن تتجاوز التعرضات العادية المرتبطة بالممارسة أو الاجراء نصبة ضئيلة، تحددها الهيئة الرقابية، من الحدود ذات الصلة، وأن تكون احتمالات التعرض الممكن وكميته المتوقعة وأي عواقب ضارة أخرى غير ذات شأن.

(٧) الممارسات النموذجية التي تخضع للتسجيل هي: (أ) الممارسات التي يتوفر لها الأمان بدرجة كبيرة عن طريق تصميم المرافق والمعدات؛ (ب) والممارسات التي يسهل فيها تنفيذ اجراءات التشغيل؛ (ج) والممارسات التي تحتاج الى أدنى حد من متطلبات التدريب على الأمان؛ (د) والممارسات التي تنطوي سجلات تشغيلها على قليل من مشاكل الأمان. ويعتبر التسجيل أنسب للممارسات التي لا تتباين عمليات تشغيلها بصورة جوهرية.

٢-١٣- على كل شخص قانوني يتقدم بطلب للحصول على اذن أن يقوم بما يلي:

(أ) يقدم الى الهيئة الرقابية، والمنظمة الراعية ذات الصلة عند الاقتضاء، المعلومات المناسبة التي تلزم لدعم الطلب؛

(ب) ويمتنع عن اتخاذ أي من الاجراءات الموضحة في الالتزامات العامة لممارسات هذه المعايير (أنظر الفقرتين ٢-٧ و ٢-٨)، حتى يتم منح التسجيل أو الرخصة حسب الاقتضاء؛

(ج) ويجري تقويما لطبيعة ومقدار واحتمالات التعرضات التي تعزى الى المصدر، ويتخذ جميع الخطوات اللازمة لوقاية وأمان العاملين والجمهور على السواء؛

(د) واذا كان احتمال التعرض يتجاوز أيا من المستويات التي حددتها الهيئة الرقابية، فعند ذلك يتم اجراء تقويم للأمان ويقدم الى الهيئة الرقابية ضمن الطلب.

٢-١٤- ينبغي للشخص القانوني المسؤول عن استخدام مصدر في التعرض الطبي أن يدرج ما يلي في طلب الاذن الذي يتقدم به:

(أ) مؤهلات الممارسين الطبيين في مجال الوقاية من الاشعاعات، والذين سيذكرون بالاسم في التسجيل أو الرخصة؛

(ب) أو تعهدا بأنه لن يسمح الا للممارسين الطبيين الحاصلين على مؤهلات في مجال الوقاية من الاشعاعات والمبينة في اللوائح ذات الصلة، أو التي سيحددها التسجيل أو الرخصة، بوصف العلاج بالتعرض الطبي عن طريق استخدام المصدر المأذون به.

## الأشخاص القانونيون المأذون لهم: المسجلون والمرخص لهم

٢-١٥- تقع على عاتق المسجلين والمرخص لهم مسؤولية وضع وتنفيذ التدابير التقنية والتنظيمية التي تكفل وقاية وأمان المصادر المأذون لهم بها. ويجوز لهم تعيين أشخاص آخرين للاضطلاع بالاجراءات والمهام المتصلة بهذه المسؤوليات، على أن يظلوا مسؤولين عن هذه الاجراءات والمهام. ويحدد المسجلون والمرخص لهم الأفراد المسؤولين عن ضمان الامتثال لهذه المعايير.

٢-١٦- يبلغ المسجلون والمرخص لهم الهيئة الرقابية برغبتهم ادخال تعديلات على أي من الممارسات أو المصادر المأذون لهم بها، في الحالات التي تنطوي فيها هذه التعديلات على آثار هامة فيما يتعلق بالوقاية أو الأمان، ولا يقومون بتنفيذ أي من هذه التعديلات ما لم تأذن لهم الهيئة الرقابية بذلك على وجه التحديد.

## الاعفـــاء

٢-١٧- يجوز اعفاء الممارسات والمصادر التي تقع في اطار احدى الممارسات من متطلبات هذه المعايير في أي من الحالتين التاليتين:

(أ) اذا استوفت متطلبات الاعفاء المحددة في المرفق الأول،

(ب) أو اذا استوفت أيا من مستويات الاعفاء التي تحددها الهيئة الرقابية على أساس معايير الاعفاء الموضحة في المرفق الأول.

٢-١٨- لا يمنح الاعفاء للممارسات التي ليس لها ما يبررها.

### رفع الرقابـــة

٢-١٩- يجوز استثناء المصادر بما في ذلك المواد والأجسام الواقعة في اطار الممارسات المعلنة أو المأذون بها من متطلبات أخرى في هذه المعايير، رهنا بالالتزام بمستويات رفع الرقابة التي أقرتها الهيئة الرقابية. وتراعى مستويات رفع الرقابة معايير الاعفاء المحددة في المرفق الأول أو المعرَّفة من قبل الهيئة الرقابية على أساس المعايير الواردة في المرفق الأول. ولا تتجاوز مستويات الاعفاء المنصوص عليها في المرفق الأول، أو التي تحددها الهيئة الرقابية استنادا الى المبادئ الموضحة في المرفق الأول ما لم توافق الهيئة الرقابية[٨] على خلاف ذلك.

## متطلبات الوقاية من الاشعاعـــات

### تبريـــر الممارسات

٢-٢٠- لا ينبغي الترخيص بأي ممارسة أو مصدر يقع في اطار ممارسة ما لم تحقق الممارسة فائدة للأفراد المعرضين أو للمجتمع بدرجة تكفي لتعويض الضرر الاشعاعي الذي قد تتسبب فيه، أي ما لم يكن للممارسة ما يبررها، مع مراعاة العوامل الاجتماعية والاقتصادية والعوامل الأخرى ذات الصلة.

٢-٢١- ترد في التذييل الثاني المتطلبات المفصلة لتبرير الممارسات التي تنطوي على تعرضات طبية.

٢-٢٢- باستثناء الممارسات المبررة التي تنطوي على تعرضات طبية، تعتبر الممارسات التالية غير مبررة في الحالات التي قد تفضي فيها الى زيادة نشاط السلع أو المنتجات المرتبطة بها، عن طريق تعمد اضافة مواد مشعة أو تنشيطها.

(أ) الممارسات التي تدخل فيها الأغذية، أو المشروبات، أو مستحضرات التجميل، أو أي سلعة أو منتج آخر يخصص لغذاء الانسان، أو لتنفسه، أو التي يتم أخذها عن طريق الجلد، أو تستعمل موضعيا؛

(ب) والممارسات التي تنطوي على استخدام غير حكيم للاشعاع أو للمواد المشعة في بعض السلع أو المنتجات مثل لعب الأطفال، أو الحلي أو أدوات الزينة الشخصية.

### حدود الجرعـــــة

٢-٢٣- يكون التعرض العادي للأفراد مقيدا بحيث لا يتجاوز مجمل الجرعة الفعالة الكلية أو الجرعة المكافئة الكلية للأعضاء أو الأنسجة ذات الصلة، نتيجة التعرضات المحتملة من ممارسات مأذون بها، أي حد للجرعات ذات الصلة على النحو المحدد في المرفق الثاني، الا في ظروف خاصة حددها التذييل الأول. ولا تسري حدود الجرعة على التعرضات الطبية من ممارسات مأذون بها.

---

(٨) يمكن أن يتطلب رفع الرقابة عن المواد الناتجة التي يقل تركيز نشاطها الاشعاعي عن مستويات الاعفاء الارشادية والمحددة في الجدول الأول-أولا من المرفق الأول، مزيدا من الدراسة من جانب الهيئة الرقابية.

## أمثلة الوقاية والأمان

٢-٢٤- فيما يتعلق بالتعرضات الناتجة عن أي مصدر بعينه يقع في اطار ممارسة ما، باستثناء التعرضات الطبية العلاجية، تتم أمثلة الوقاية والأمان لكي يتسنى التقليل الى أدنى حد معقول من حجم الجرعات الفردية، وعدد الأشخاص المعرضين، واحتمال التعرضات، مع مراعاة العوامل الاقتصادية والاجتماعية السائدة، وضمن القيود المفروضة على الجرعات التي يتلقاها الأفراد من المصدر.

٢-٢٥- يجوز أن يمتد نطاق عملية أمثلة تدابير الوقاية والأمان من اجراء تحاليل نوعية تعتمد على الحدس الى اجراء تحاليل كمية باستخدام تقنيات تساعد على اتخاذ القرار، ولكنها تكفي لأن تضع جميع العوامل ذات الصلة في الاعتبار على نحو متسق، حتى تسهم في تحقيق الأهداف التالية:

(أ) تحديد تدابير الوقاية والأمان المثلى للظروف السائدة، مع مراعاة خيارات الوقاية والأمان المتاحة وكذلك طبيعة وحجم واحتمالات التعرضات؛

(ب) ووضع معايير تستند الى نتائج استخدام أمثلة تقييد التعرضات واحتمالاتها عن طريق تدابير للوقاية من الحوادث والتخفيف من عواقبها.

## القيـــود

٢-٢٦- باستثناء التعرض الطبي، تخضع أمثلة تدابير الوقاية والأمان المرتبطة بأي مصدر بعينه يقع في اطار احدى الممارسات لقيود الجرعة على النحو التالي:

(أ) ألا تتجاوز القيم الملائمة التي تحددها الهيئة الرقابية أو توافق عليها فيما يتعلق بهذه المصادر، أو القيم التي تؤدي الى تجاوز حدود الجرعة؛

(ب) وفيما يتعلق بأي مصدر (بما في ذلك مرافق التصرف في النفايات المشعة) التي يمكنها اطلاق مواد مشعة في البيئة، يراعى تقييد الأثر التراكمي لكل اطلاق سنوي من المصدر، بحيث لا يحتمل أن تتجاوز الجرعة الفعالة سنويا لأي من أفراد الجمهور، بما في ذلك الأشخاص البعيدون عن المصدر أو أشخاص من أجيال مقبلة، حد الجرعة ذات الصلة، مع مراعاة التعرضات التي يتوقع أن تنتج عن جميع المصادر والممارسات الأخرى ذات الصلة الخاضعة للمراقبة.

## المستويات الارشادية للتعرض الطبي

٢-٢٧- توضع مستويات ارشادية للتعرض الطبي، لاستخدامها من قبل الممارسين الطبيين. ويقصد بهذه المستويات الارشادية ما يلي:

(أ) أن تكون مؤشرا معقولا للجرعات للمرضى ذوي الأحجام المتوسطة؛

(ب) وأن تضعها الهيئات المهنية ذات الصلة بالتشاور مع الهيئة الرقابية تبعا للمتطلبات الواردة في التذييل الثاني والمستويات الارشادية الواردة في المرفق الثالث؛

(ج) وأن توفر ارشادات عما يمكن تحقيقه باستخدام الممارسات الجيدة الحالية بدلا مما ينبغي اعتباره أداء أمثل؛

(د) وأن تستخدم بمرونة للسماح بالتعرضات العالية اذا كانت الآراء الطبية السليمة تشير بذلك؛

(هـ) وأن يتم تنقيحها مع تحسن التكنولوجيا والتقنيات.

متطلبـــات الادارة

ثقافة الأمـــان

٢-٢٨- يتم تعزيز ثقافة للأمان والمحافظة عليها من أجل تشجيع الرغبة في الاستفسار والتعلم فيما يتعلق بالوقاية والأمان وعدم تشجيع التواكل، عن طريق ضمان ما يلي:

(أ) وضع سياسات واجراءات تعطي للوقاية والأمان أولوية عليا؛

(ب) وسرعة تحديد وعلاج المشاكل التي تؤثر على الوقاية والأمان بطريقة تتمشى مع أهميتها؛

(ج) وتحديد مسؤوليات كل فرد بوضوح، بمن فيهم أولئك الذين يمثلون مستويات الادارة العليا، فيما يتعلق بالوقاية والأمان، وضمان حصول كل فرد على التدريب والتأهيل المناسبين؛

(د) وتحديد خطوط واضحة للسلطة بالنسبة للقرارات المتعلقة بالوقاية والأمان؛

(هـ) ووضع ترتيبات تنظيمية وخطوط اتصالات تؤدي الى تدفق كاف للمعلومات المتعلقة بالوقاية والأمان على جميع المستويات الموجودة في المنظمة التابع لها المسجل أو المرخص له، وفيما بين هذه المستويات.

توكيـــد الجـــودة

٢-٢٩- توضع برامج لتوكيد الجودة يتوفر فيها ما يلي حسب الاقتضاء:

(أ) ضمان كاف بالوفاء بالمتطلبات المحددة المتعلقة بالوقاية والأمان؛

(ب) آليات واجراءات لمراقبة الجودة بغرض مراجعة وتقويم الفعالية العامة لتدابير الوقاية والأمان.

العوامل البشريـــــة

٢-٣٠- تتخذ احتياطات للحد بقدر الامكان من مساهمة الخطأ البشري في وقوع حوادث وغيرها من الأحداث التي يمكن أن تفضي الى تعرضات، عن طريق كفالة ما يلي:

(أ) تدريب وتأهيل جميع الموظفين الذين تعتمد عليهم الوقاية والأمان بما يكفي لادراك مسؤولياتهم وأداء واجباتهم من خلال التقدير السليم ووفقا لاجراءات محددة؛

(ب) واتباع المبادئ السليمة فيما يتعلق بمراعاة قدرات المشغلين حسب الاقتضاء عند تصميم المعدات ووضع تعليمات اجراءات التشغيل، بما ييسر تشغيل المعدات أو استخدامها على نحو مأمون، والتقليل الى الحد الأدنى من وقوع أخطاء في التشغيل تفضي الى وقوع حوادث، والحد من امكانية اساءة فهم الارشادات الخاصة بالظروف العادية وغير العادية؛

(ج) وتوفير المعدات ونظم الأمان والمتطلبات الاجرائية وغيرها من الترتيبات الضرورية على النحو الملائم للأغراض التالية:

'١' التقليل، بقدر الامكان، من احتمال حدوث خطأ بشري يؤدي الى تعرض غير متعمد أو غير مقصود لأي شخص؛

'٢' وتوفير الوسائل اللازمة للكشف عن الأخطاء البشرية وتصحيحها أو التعويض عنها؛

'٣' وتيسير التدخل في حالة حدوث عطل في نظم الأمان؛ أو في أي تدابير وقائية أخرى.

## الخبراء المؤهلـــون

٢-٣١- يتم تحديد وتوفير خبراء مؤهلين لاسداء المشورة بشأن احترام هذه المعايير.

٢-٣٢- يقوم المسجلون والمرخص لهم بابلاغ الهيئة الرقابية بالترتيبات التي اتخذوها لتوفير الخبرة الفنية اللازمة لتقديم المشورة بشأن احترام هذه المعايير. وتتضمن المعلومات المقدمة نطاق المهام التي يقوم بها الخبراء المؤهلون الذين تم تحديدهم.

## المتطلبات التقنيـــة

٢-٣٣- يكفل أي طرف رئيس ذي صلة تنظيم تدابير الوقاية والأمان الخاصة بالممارسات والمصادر التي يضطلعون بمسؤولية عنها، بخلاف المنشآت النووية ومنشآت التصرف في النفايات المشعة، من خلال المتطلبات التقنية المترابطة الواردة في الفقرات من ٢-٣٤ الى ٢-٣٦، وتطبق هذه المتطلبات التقنية عند الاقتضاء وبالقدر المناسب لمقدار واحتمال التعرضات المتوقعة من الممارسة أو المصدر. وتخضع المنشآت النووية ومنشآت التصرف في النفايات المشعة، بما في ذلك مرافق التخلص من النفايات بحكم طبيعتها، لمتطلبات تقنية أكثر تحديدا أو غير ذلك كتلك التي صدرت ضمن برامج معايير الأمان النووية[٩] ومعايير الأمان للنفايات المشعة[١٠] التابعة للوكالة، وغيرها من المتطلبات الأخرى ذات الصلة التي أصدرتها المنظمات الراعية. ونظرا لأن هذه المتطلبات الأكثر تحديدا تتفق بشكل عام مع هذه المعايير، فانه يترتب على ذلك أيضا ضرورة امتثال هذه المنشآت الأكثر تعقيدا لهذه المعايير بشكل عام، عند امتثالها لتلك المتطلبات.

## أمن المصـــــادر

٢-٣٤- تحفظ المصادر بشكل مأمون بغرض الحيلولة دون حدوث سرقة أو ضرر، ومنع أي شخص قانوني غير مأذون له من اتخاذ أي من الاجراءات المحددة في الالتزامات العامة لتطبيق هذه المعايير (أنظر الفقرات ٢-٧ - ٢-٩)، عن طريق ضمان ما يلي:

(أ) عدم التخلي عن الرقابة على أحد المصادر دون الامتثال لجميع المتطلبات ذات الصلة على النحو المحدد في التسجيل أو الرخصة، ودون المبادرة الى ابلاغ الهيئة الرقابية، والمنظمة الراعية ذات الصلة عند الاقتضاء، بالمعلومات المتعلقة بعدم مراقبة أي مصدر أو ضياعه أو سرقته أو فقدانه؛

(ب) وعدم نقل أي مصدر ما لم يكن لدى المتلقي اذن صالح بذلك؛

(ج) واجراء جرد دوري للمصادر النقالة على فترات ملائمة للتأكد من وجودها في الأماكن المخصصة لها، ولتأمينها.

---

(٩) الوكالة الدولية للطاقة الذرية، منشورات ضمن برنامج معايير الأمان النووي، سلسلة وثائق الأمان، العدد رقم ٥٠.

(١٠) الوكالة الدولية للطاقة الذرية، منشورات ضمن برنامج معايير الأمان للنفايات المشعة، سلسلة وثائق الأمان، العدد رقم ١١١.

## الدفاع في العمـــق

٢-٢٥- تطبق تدابير نظام متعدد المراحل (الدفاع في العمق) على المصادر لتحقيق الوقاية والأمان، بما يتناسب مع حجم التعرضات الممكنة واحتمالاتها، بحيث يمكن تعويض أو تصحيح القصور في احدى المراحل من خلال المراحل اللاحقة، تحقيقا للأغراض التالية:

(أ) الحيلولة دون وقوع حوادث قد تسبب التعرض؛

(ب) وتخفيف العواقب المترتبة على أي من هذه الحوادث في حالة وقوعه؛

(ج) واعادة المصادر الى أوضاع مأمونة بعد وقوع أي من هذه الحوادث.

## الممارسة الهندسية الجيدة

٢-٢٦- يتم اختيار مواقع أو أماكن المصادر التي تقع في اطار الممارسات، وتصميمها وبناؤها وتجميعها واعدادها للتشغيل وتشغيلها وصيانتها ووقف تشغيلها نهائيا، وفق معايير هندسية سليمة على النحو الملائم، وتتوافر فيها السمات التالية حسب الاقتضاء:

(أ) أن تراعى المدونات والمعايير الموافق عليها، وغيرها من الصكوك الموثقة على النحو الملائم؛

(ب) وأن تدعمها سمات ادارية وتنظيمية يعول عليها، بهدف ضمان الوقاية والأمان طوال عمر المصادر؛

(ج) وأن تشتمل على قدر كاف من هوامش الأمان الخاصة بتصميم وتشييد المصادر، والعمليات التي تدخل فيها المصادر، على النحو الذي يضمن تحقيق أداء يعول عليه أثناء التشغيل العادي، مع مراعاة الجودة، والاستحاطة والقابلية للتفتيش، والتأكيد على الحيلولة دون وقوع حوادث والتخفيف من عواقبها، والحد من أي تعرضات في المستقبل؛

(د) وأن تراعى التطورات ذات الصلة في المعايير التقنية، فضلا عن النتائج التي تسفر عنها أي بحوث ذات صلة في مجال الوقاية أو الأمان، والدروس المستفادة من التجربة.

## التحقق من الأمـــان

### تقويمات الأمـــان

٢-٢٧- تجرى تقويمات للأمان تتصل بتدابير الوقاية والأمان للمصادر التي تقع في اطار الممارسات خلال المراحل المختلفة، بما في ذلك اختيار الموقع والتصميم، والتصنيع، والتشييد، والتجميع، والاعداد للتشغيل، والتشغيل، والصيانة، والوقف النهائي للتشغيل، حسب الاقتضاء، تحقيقا للأغراض التالية:

(أ) تحديد الوسائل التي يمكن من خلالها حدوث تعرضات عادية وممكنة، مع مراعاة أثر الأحداث الخارجة عن المصادر، وكذا الأحداث المرتبطة مباشرة بالمصادر وبالمعدات المتصلة بها؛

(ب) وتحديد الأحجام المتوقعة للتعرضات العادية؛ وتقدير احتمالات ومقادير التعرضات الممكنة، بالقدر المعقول والممكن؛

(ج) وتقدير جودة وأبعاد اجراءات الوقاية والأمان.

## الرصد والتحقق من الامتثال

٢-٣٨- يتم رصد وقياس البارامترات اللازمة للتحقق من الامتثال لمتطلبات هذه المعايير.

٢-٣٩- لأغراض الرصد والتحقق من الامتثال، ينبغي توفير معدات ملائمة وادخال اجراءات للتحقق. وتجري صيانة واختبار المعدات على النحو الصحيح، وتتم معايرة هذه المعدات على فترات ملائمة بالرجوع الى معايير مشتقة من المعايير الوطنية أو الدولية.

## السجلات

٢-٤٠- ينبغي الاحتفاظ بسجلات لنتائج الرصد والتحقق من الامتثال، بما في ذلك سجلات للاختبارات والمعايرات التي تتم وفقا لهذه المعايير.

# ٣- المتطلبات الخاصة بالتدخـــل

## التطبيـــق

٣-١- تشمل حالات التدخل التي تنطبق عليها هذه المعايير ما يلي:

(أ) حالات التعرض الطارئ التي تتطلب اجراءً وقائيا لتقليل أو تجنب التعرضات المؤقتة، بما في ذلك:

'١' الحوادث وحالات الطوارئ التي استخدمت معها خطة للطوارئ أو اجراءات للطوارئ؛

'٢' وأي حالة أخرى للتعرض المؤقت تحددها الهيئة الرقابية أو هيئة التدخل باعتبارها تستدعي التدخل.

(ب) وحالات التعرض المزمن التي تتطلب اجراءً علاجيا لتقليل أو تجنب التعرض المزمن، بما في ذلك:

'١' التعرض الطبيعي، مثل التعرض للرادون في المباني وأماكن العمل؛

'٢' والتعرض لمخلفات اشعاعية من أحداث سابقة، كالتعرض للتلوث الاشعاعي الناتج من الحوادث، بعد انتهاء الحالة التي تتطلب اجراءً وقائيا، وكالتعرض الناتج من الممارسات واستخدام مصادر لا تخضع لنظام الابلاغ والاذن؛

'٣' وأي حالة أخرى للتعرض المزمن تحددها الهيئة الرقابية أو هيئة التدخل باعتبارها تستدعي التدخل.

٣-٢- ترد في التذييلين الخامس والسادس على الترتيب المتطلبات المفصلة التي تتعلق بحالات التعرض الطارئ وحالات التعرض المزمن. وتعتبر هذه المتطلبات متفرعة عن تلك المتطلبات المحددة في هذا القسم، ما لم تضع الهيئة الرقابية، أو المنظمات الراعية ذات الصلة حسب الاقتضاء، خيارات أخرى أكثر استحسانا لأغراض الوقاية والأمان.

## الالتزامات الأساسيـــة

٣-٣- حتى يتسنى تقليل أو تجنب التعرضات في حالات التدخل، تتخذ اجراءات وقائية أو علاجية اذا كان لها ما يبررها.

٣-٤- تتم أمثلة شكل أي من هذه الاجراءات الوقائية أو العلاجية ونطاقه ومدته بحيث تتحقق أقصى فائدة صافية بالمفهوم الأوسع، في ظل الظروف الاجتماعية والاقتصادية السائدة.

٣-٥- من غير المحتمل عادة في حالات التعرض الطارئ، أن يتطلب الأمر استخدام الاجراءات الوقائية ما لم يتم -أو يمكن أن يتم- تجاوز مستويات التدخل أو مستويات الاجراء.[١١]

---

(١١) تستخدم مستويات التدخل ومستويات الاجراء لوقاية أفراد الجمهور، ويتم تحديدها بصورة منفصلة بالنسبة للاجراءات الوقائية والعلاجية المختلفة. ويتم عادة اختيار مستويات مثلى للتدخلات المبررة لادراجها في خطط الطوارئ وخطط الاجراءات العلاجية، ويعاد تقويمها، في حالات الحوادث، وقت تنفيذها وفقا للظروف السائدة.

٣-٦- من غير المحتمل عادة في حالات التعرض المزمن، أن يتطلب الأمر استخدام الاجراءات العلاجية ما لم يتم تجاوز مستويات الاجراء[١١] ذات الصلة.

## المتطلبات الادارية

### المسؤوليات

٣-٧- فيما يتعلق بالتعرض المهني للعاملين أثناء التدخل، تقع المسؤوليات المحددة في التذييل الخامس على المسجل أو المرخص له والمستخدم، وهيئات التدخل على النحو الذي تتطلبه الهيئة الرقابية.

٣-٨- فيما يتعلق بتعرض الجمهور في حالات التدخل، تقع المسؤوليات التي تحددها وتعينها الحكومة عن الترتيبات والوظائف التنظيمية المختلفة الضرورية للتدخل الفعال على الجهات التالية:

(أ) هيئات التدخل الملائمة على المستوى الوطني أو الاقليمي أو المحلي؛

(ب) والمسجل أو المرخص له اذا كانت الممارسة أو المصدر مسجلين أو مرخصين.

٣-٩- يكفل كل مسجل أو مرخص له عن المصادر التي قد تقتضي تدخلا فوريا وجود خطة للطوارئ تحدد المسؤوليات داخل الموقع، وتضع في اعتبارها المسؤوليات خارج الموقع بما يلائم المصدر، وتنص على تنفيذ كل شكل من أشكال الاجراء الوقائي، كما ورد في التذييل الخامس.

٣-١٠- تعد هيئات التدخل ذات الصلة خطة أو خططا عامة لتنسيق وتنفيذ الاجراءات اللازمة لدعم الاجراءات الوقائية بموجب خطط للطوارئ بالنسبة للمسجلين والمرخص لهم، وكذلك بالنسبة للحالات الأخرى التي قد تتطلب تدخلا فوريا، ويشمل ذلك الحالات التي تنطوي على مصادر للتعرض، كالمصادر التي يتم جلبها بصورة غير مشروعة الى داخل البلد، أو الأقمار الاصطناعية الساقطة والمجهزة بمصادر، أو المواد المشعة الناجمة عن حوادث تتجاوز نطاق الحدود الوطنية.

٣-١١- فيما يتعلق بحالات التعرض المزمن، التي يتم -أو يمكن أن يتم- فيها تجاوز مستويات الاجراء ذات الصلة واللازمة للقيام باجراءات علاجية، تكفل هيئات التدخل ذات الصلة وضع خطط عامة أو تخص مواقع بعينها للاجراءات العلاجية حسب الضرورة. وعند القيام بالاجراءات العلاجية، تكفل الشخصية القانونية (الاعتبارية) المسؤولة عن تنفيذ الاجراءات العلاجية اتساقها مع خطة الاجراءات العلاجية العامة أو وضع خطط محددة للاجراءات العلاجية، واعتمادها وتنفيذها.

### متطلبات الابلاغ

٣-١٢- يبادر المسجلون والمرخص لهم بابلاغ الهيئة الرقابية وهيئات التدخل ذات الصلة عند حدوث أو احتمال حدوث حالة تتطلب اجراءً وقائيا، ومواصلة ابلاغها بما يلي:

(أ) تطورات الحالة وكيف ينتظر لها أن تتطور؛

(ب) والتدابير المتخذة لوقاية العاملين وأفراد الجمهور؛

(ج) والتعرضات التي حدثت والمتوقع حدوثها.

**الوقاية من الاشعاعـــــــات**

3-31 لا يبرر التدخل الا اذا كان يتوقع أن تفوق منافعه أضراره، مع ايلاء الاعتبار الواجـــب للعوامـــل الصحيـــة والاجتماعيـــة والاقتصادية. متطلبات ويكون هناك مبرر في ظل أغلب الظروف للاجراءات الوقائية أو الاجراءات العلاجيـــة اذا اقـــتربت مســـتويات الجرعات أو كان يتوقع أن تقترب من المستويات المحددة في المرفق الرابع.

3-41 تحدد في الخطط مستويات التدخل المثلى ومستويات الاجراء المثلى بالنسبة لحالات التدخل، بناء على الارشادات الـــواردة في المرفقين الخامس والسادس، مع تعديلها لمراعاة الظروف المحلية والوطنية مثل:

(أ) التعرضات الفردية والجماعية المراد تجنبها عن طريق التدخل؛

(ب) والمخاطر الصحية الاشعاعية وغير الاشعاعية، والتكاليف والمنافع المالية والاجتماعية المرتبطة بالتدخل.

3-51 أثناء التصدي لحادث ما، يعاد النظر في مبررات التدخل وأمثلة مستويات التدخل المحددة سلفا، مع مراعاة ما يلي:

(أ) العوامل التي ينفرد بها الموقف الفعلي، مثل طبيعة الاطلاق، والظروف المناخية، وغير ذلك من العوامل غير الاشعاعية الأخرى ذات الصلة؛

(ب) واحتمال أن تحقق الاجراءات الوقائية منفعة صافية، مع مراعاة أن ظروف المستقبل قد تكون غير مؤكدة.

# التذييـــلات

# المتطلبات المفصلـــــــة

# التذييل الأول

## التعرض المهني

**المسؤوليات:**

أولا-١- تقع المسؤوليات التالية على عاتق المسجلين، والمرخص لهم والمستخدمين الذين يستخدمون عاملين يكلفون بأنشطة تنطوي على تعرضات عادية أو تعرض ممكن:

(أ) وقاية العاملين من التعرض المهني؛

(ب) والامتثال لأي متطلبات أخرى لهذه المعايير تتصل بذلك.

أولا-٢- يضطلع المستخدمون من المسجلين أو المرخص لهم بالمسؤوليات الملقاة على عاتق المستخدمين والمسجلين أو المرخص لهم على حد سواء.

أولا-٣- يطبق المستخدمون والمسجلون والمرخص لهم متطلبات هذه المعايير على أي تعرض مهني، لم يستثن من هذه المعايير، سواء كان التعرض ناجما عن مصادر اصطناعية أو مصادر طبيعية.

أولا-٤- يتحقق المستخدمون والمسجلون والمرخص لهم، فيما يتعلق بجميع العاملين الذين يكلفون بأنشطة تنطوي أو يمكن أن تنطوي على تعرض مهني، مما يلي:

(أ) وضع حدود للتعرضات المهنية على النحو المبين في المرفق الثاني؛

(ب) وتحقيق الاستفادة القصوى من الوقاية المهنية والأمان وفقا للمتطلبات الرئيسة ذات الصلة بهذه المعايير؛

(ج) وتسجيل القرارات المتعلقة بتدابير الوقاية المهنية والأمان، واتاحتها للأطراف ذات الصلة من خلال ممثليهم حسب الاقتضاء، على النحو الذي تحدده الهيئة الرقابية؛

(د) ووضع سياسات واجراءات وترتيبات تنظيمية للوقاية والأمان بغرض تنفيذ متطلبات هذه المعايير ذات الصلة؛ مع اعطاء الأولوية للتدابير التقنية والتصميمية لمراقبة التعرضات المهنية؛

(هـ) وتوفير التسهيلات والمعدات والخدمات الملائمة والكافية فيما يتعلق بالوقاية والأمان، بحيث تتناسب طبيعتها ومقدارها مع ما هو متوقع لمقدار واحتمال التعرض المهني؛

(و) وتوفير خدمات الاشراف الصحي والخدمات الصحية اللازمة؛

(ز) وتوفير الأجهزة الواقية ومعدات الرصد الكافية واتخاذ التدابير اللازمة لاستخدامها على النحو الصحيح؛

(ح) وتوفير الموارد البشرية المناسبة والكافية، فضلا عن التدريب الملائم في مجال الوقاية والأمان، واعادة التدريب والتحديث بصورة دورية على النحو المطلوب لضمان مستوى الكفاءة الضروري؛

(ط) والاحتفاظ بسجلات كافية على النحو الذي تقتضيه هذه المعايير؛

(ي) واتخاذ الترتيبات اللازمة لتيسير التشاور والتعاون مع العاملين فيما يتعلق بالوقاية والأمان، من خلال ممثليهم عند الاقتضاء، بشأن جميع التدابير اللازمة لتحقيق تنفيذ هذه المعايير بصورة فعالة؛

(ك) وتهيئة الظروف الضرورية لنشر ثقافة الأمان.

أولا-٥- يتحقق المستخدمون أو المسجلون أو المرخص لهم من أن العاملين الذين يتعرضون للاشعاع من مصادر أخرى غير المصادر الطبيعية، ولا تتصل بعملهم على نحو مباشر أو لا يتطلبها عملهم، يتلقون نفس مستوى الوقاية الذي يحظى به أفراد الجمهور.

أولا-٦- يشترط المسجلون أو المرخص لهم لتشغيل عاملين ليسوا من موظفيهم الحصول من المستخدمين، بما في ذلك الأفراد الذين يعملون لحسابهم، على سجل التعرض المهني السابق لهؤلاء العاملين وغير ذلك مما يلزم من المعلومات لتوفير الوقاية والأمان وفقا لهذه المعايير.

أولا-٧- اذا كلف العاملون بعمل ينطوي أو يمكن أن ينطوي على مصدر لا يخضع لمراقبة المستخدمين، يوفر المسجل أو المرخص له المسؤول عن المصدر ما يلي:

(أ) معلومات كافية للمستخدمين تبين أن العاملين يتمتعون بالوقاية وفقا لهذه المعايير؛

(ب) وما يتاح من معلومات اضافية بشأن الامتثال لهذه المعايير على النحو الذي قد يطلبه المستخدمون قبل قيام المسجلين أو المرخص لهم بتشغيل مثل هؤلاء العاملين، وفي أثناء ذلك وبعده.

أولا-٨- يتخذ المستخدمون والمسجلون والمرخص لهم الاجراءات الادارية الضرورية التي تكفل توعية العاملين بأن الوقاية والأمان جزء لا يتجزأ من برنامج عام للصحة المهنية والأمان، تقع بمقتضاه على عاتقهم التزامات ومسؤوليات محددة عن وقاية أنفسهم والآخرين من الاشعاعات وعن أمان المصادر.

أولا-٩- ييسر المستخدمون والمسجلون والمرخص لهم امتثال العاملين لمتطلبات هذه المعايير.

أولا-١٠- يقوم العاملون بما يلي:

(أ) اتباع أي قواعد واجراءات سارية يحددها المستخدم أو المسجل أو المرخص له فيما يتعلق بالوقاية والأمان؛

(ب) واستخدام أجهزة الرصد والمعدات والملابس الواقية المتاحة استخداما سليما؛

(ج) والتعاون مع المستخدم أو المسجل أو المرخص له فيما يتعلق بالوقاية والأمان، وتنفيذ برامج الاشراف الصحي الاشعاعي وبرامج تقويم الجرعات؛

(د) وتزويد المستخدم أو المسجل أو المرخص له بالمعلومات ذات الصلة عن أعمالهم السابقة والحالية، على النحو الذي يحقق الوقاية والأمان لأنفسهم وللآخرين بصورة فعالة وشاملة؛

(هـ) والامتناع عن القيام بأي عمل متعمد يمكن أن يضعهم أو يضع غيرهم في مواقف تتعارض مع متطلبات هذه المعايير؛

(و) وتلقي المعلومات والتعليمات والتدريب بشأن الوقاية والأمان على النحو الذي يتيح لهم الاضطلاع بعملهم وفقا لمتطلبات هذه المعايير.

أولا-١١- اذا أمكن للعامل، لأي سبب من الأسباب، التعرف على ظروف يمكن أن تؤثر تأثيرا عكسيا على الامتثال لهذه المعايير، يقوم العامل بابلاغ مثل هذه الظروف الى المستخدم أو المسجل أو المرخص له في أسرع وقت ممكن.

أولا-١٢- يسجل المستخدمون أو المسجلون أو المرخص لهم أي تقرير يرد من أحد العاملين يحدد فيه ظروفا يمكن أن تؤثر على الامتثال لهذه المعايير، ويتخذون الاجراء الملائم.

أولا-١٣- يشترط لتكليف العاملين بأنشطة تنطوي أو يمكن أن تنطوي على تعرض من مصدر لا يخضع لرقابة المسجل أو المرخص له أن يقدم المسجلون أو المرخص لهم الى المستخدم أي معلومات قد يطلبها المستخدم عن وقاية العاملين بموجب هذه المعايير، حتى يبرهن المستخدم على الامتثال للقوانين واللوائح السارية الأخرى التي تتصدى للأخطار المرتبطة بمكان العمل.

أولا-١٤- ليس في هذه المعايير ما ينهم على أنه يعني المستخدمين الذين يقومون بتشغيل العاملين من الامتثال لغير ذلك من القوانين واللوائح الوطنية والمحلية السارية التي تتصدى للأخطار المرتبطة بمكان العمل، بما في ذلك أخطار الاشعاع المنبعث من مصادر طبيعية لا صلة لها بالعمل.

## شـــروط الخدمـــة

### الترتيبات الخاصة بالتعويضات

أولا-١٥- تعتبر شروط خدمة العاملين مستقلة عن وجود تعرض مهني أو احتمال وجـــود هـــذا التعرض. ولا تمنح أو تستخدم الترتيبات الخاصة بالتعويضات أو المعاملة التفضيلية بالنسبة للراتب أو التأمين الخاص، أو ساعات العمل، أو مدة الاجازة أو العطلات الاضافية أو المزايا التقاعدية، كبدائل لتوفير التدابير الملائمة للوقاية والأمان، على النحو الذي يكفل الامتثال لمتطلبات هذه المعايير.

### العاملات الحوامل

أولا-١٦- ينبغي للعاملة، بمجرد علمها بحدوث حمل، أن تبلغ المستخدم بذلك حتى يمكن تعديل ظروف عملها اذا اقتضى الأمر.

أولا-١٧- لا يعتبر الابلاغ عن الحمل مبررا لاستبعاد العاملة من العمل، بل يقوم المستخدم للمرأة الحامل التي أبلغت عن حملها بمواءمة ظروف العمل فيما يتعلق بالتعرض المهني لكي يكفل للجنين نفس المستوى العام من الوقاية المطلوبة لأفراد الجمهور.

### العمل البديل

أولا-١٨ يبذل المستخدمون كل الجهود المعقولة لتوفير عمل بديل مناسب للعاملين في الظروف التي يتقرر فيها، اما عن طريق الهيئة الرقابية أو في اطار برنامج الاشراف الصحي الذي تقتضيه هذه المعايير، أنه لا يجوز استمرار العامل، لأسباب صحية، في عمل ينطوي على تعرض مهني.

### شروط لصغار السن

أولا-١٩ لا يجوز أن يتعرض أي شخص دون سن السادسة عشرة تعرضا مهنيا.

أولا-٢٠- لا يسمح لأي شخص دون سن الثامنة عشرة بالعمل في مناطق خاضعة للرقابة ما لم يكن خاضعا للاشراف ولغرض التدريب فقط.

### تصنيف المناطـــق

### المناطق الخاضعة للرقابة

أولا-٢١- يصنف المسجلون والمرخص لهم كمنطقة خاضعة للرقابة أي منطقة يلزم أو قد يلزم فيها اتخاذ تدابير وقائية محددة أو ترتيبات للأمان للأغراض التالية:

(أ) مراقبة التعرضات العادية أو الحيلولة دون انتشار التلوث أثناء ظروف العمل العادية؛

(ب) ومنع أو تقليل مدى التعرضات الممكنة.

أولا-٢٢- عند تعيين حدود منطقة خاضعة للرقابة يراعي المسجلون والمرخص لهم أحجام التعرضات العادية المتوقعة، واحتمالات التعرضات الممكنة وحجمها، وطبيعة اجراءات الوقاية والأمان المطلوبة ومداها.

أولا-٢٣- يقوم المسجلون والمرخص لهم بما يلي:

(أ) تخطيط المناطق الخاضعة للرقابة بالوسائل المادية أو، اذا لم يكن ذلك ممكنا من الناحية العملية، باستخدام بعض الوسائل المناسبة الأخرى؛

(ب) وفي الحالات التي يبدأ فيها تشغيل المصدر، أو يتم تنشيطه بصورة متقطعة، أو ينقل من مكان الى مكان، يتم تخطيط منطقة ملائمة خاضعة للرقابة باستخدام وسائل مناسبة في ظل الظروف السائدة، وتحديد أوقات التعرض؛

(ج) ووضع علامة تحذير، كتلك التي أوصت بها المنظمة الدولية للتوحيد القياسي[١٢]، وأي تعليمات ملائمة عند نقاط الدخول والمواقع الأخرى المناسبة داخل المنطقة الخاضعة للرقابة.

---

(١٢) INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, Basic Ionizing Radiation Symbol, ISO 361, ISO, Geneva (1975).

(د) ووضع تدابير خاصة بوقاية وأمان العاملين، بما في ذلك قواعد واجراءات محلية تناسب المناطق الخاضعة للرقابة؛

(هـ) وتقييد الدخول الى المناطق الخاضعة للرقابة بواسطة اجراءات ادارية، مثل استخدام تصاريح العمل، والحواجز المادية بما فيها الأقفال أو الأقفال المترابطة، بحيث تتناسب درجة التقييد مع حجم التعرضات المتوقعة واحتمالها؛

(و) وتوفير ما يلي، حسب الاقتضاء، في منافذ الدخول الى المناطق الخاضعة للرقابة:

'١' الملابس والمعدات الواقية؛

'٢' ومعدات الرصد؛

'٣' والتخزين المناسب للملابس الشخصية؛

(ز) وتوفير ما يلي، حسب الاقتضاء، في منافذ الخروج من المناطق الخاضعة للرقابة:

'١' معدات لرصد تلوث الجلد والملابس؛

'٢' ومعدات لرصد تلوث أي جسم أو مادة يجري نقلها من المنطقة؛

'٣' ومرافق للاغتسال أو الاستحمام؛

'٤' والتخزين المناسب للملابس والمعدات الواقية الملوثة؛

(ح) واجراء استعراض دوري للظروف بغرض تحديد الحاجة المحتملة لتنقيح التدابير الوقائية أو ترتيبات الأمان أو حدود المناطق الخاضعة للرقابة.

## المناطق الخاضعة للاشـــراف

أولا-٢٤- يعين المسجلون والمرخص لهم كمنطقة خاضعة للاشراف أي منطقة لم تعين بالفعل كمنطقة خاضعة للرقابة، ولكنها بحاجة لأن تخضع فيها ظروف التعرض المهني للمراجعة، حتى وان لم تقتض الحاجة عادة اتخاذ تدابير محددة للوقاية وترتيبات للأمان.

أولا-٢٥- يقوم المسجلون والمرخص لهم بما يلي، مع مراعاة طبيعة وحجم المخاطر الاشعاعية في المناطق الخاضعة للاشراف:

(أ) رسم حدود المنطقة الخاضعة للاشراف باستخدام وسائل ملائمة؛

(ب) ووضع علامات موافق عليها عند نقاط الدخول الملائمة المؤدية الى المناطق الخاضعة للاشراف؛

(ج) واجراء استعراض دوري للظروف بغرض تحديد أي ضرورة تقتضي اتخاذ تدابير وقائية وترتيبات للأمان، أو ادخال تغييرات على حدود المناطق الخاضعة للاشراف.

## القواعد المحلية والاشراف

أولا-٢٦- يقوم المستخدمون والمسجلون والمرخص لهم بما يلي بالتشاور مع العمال من خلال ممثليهم اذا اقتضى الأمر:

(أ) وضع القواعد والاجراءات المحلية اللازمة كتابة لضمان مستويات ملائمة لوقاية وأمان العاملين وغيرهم من الأشخاص؛

(ب) وادراج القيم الخاصة بأي من مستويات التحقيق أو المستويات المأذون بها ذات الصلة، وكذا الاجراء الواجب اتباعه في حالة تجاوز أي من هذه القيم، في القواعد والاجراءات المحلية؛

(ج) وابلاغ القواعد والاجراءات المحلية والتدابير الوقائية وترتيبات الأمان الى من ينطبق عليهم ذلك من العاملين، والى غيرهم من الأشخاص الذين قد يتأثرون بها؛

(د) والتحقق من خضوع أي عمل ينطوي على تعرض مهني لاشراف ملائم، واتخاذ جميع الخطوات المعقولة التي تكفل مراعاة القواعد والاجراءات والتدابير الوقائية وترتيبات الأمان؛

(هـ) وتسمية مسؤول عن الوقاية من الاشعاعات اذا ما طلبت الهيئة الرقابية ذلك.

أولا-٢٧- يقوم المستخدمون، بالتعاون مع المسجلين والمرخص لهم، بما يلي:

(أ) تزويد جميع العاملين بالمعلومات الكافية حول المخاطر الصحية الناجمة عن التعرض المهني، سواء كان تعرضا عاديا أو ممكنا، وتزويدهم بالتعليمات الكافية والتدريب على الوقاية والأمان، مع توفير المعلومات الكافية عن أهمية الاجراءات التي يتخذونها بالنسبة للوقاية والأمان.

(ب) وتزويد العاملات اللاتي يحتمل دخولهن الى المناطق الخاضعة للرقابة أو الخاضعة للاشراف بالمعلومات المناسبة حول ما يلي:

'١' المخاطر التي تكتنف الجنين نتيجة لتعرض امرأة حامل؛

'٢' وأهمية قيام العاملة بابلاغ المستخدم بمجرد تشككها في وجود حمل؛

'٣' وخطر تناول الرضيع لمواد مشعة عن طريق الرضاعة الطبيعية؛

(ج) وتوفير المعلومات والتعليمات والتدريب على النحو الملائم للعاملين الذين قد يتأثرون بوضع خطة للطوارئ؛

(د) والاحتفاظ بسجلات للتدريب الذي يتلقاه كل عامل.

## معدات الوقاية الشخصية

أولا-٢٨- يتحقق المستخدمون والمسجلون والمرخص لهم مما يلي:

(أ) تزويد العاملين بمعدات وقاية شخصية مناسبة وكافية تفي بأي معايير أو مواصفات ذات صلة، بما في ذلك حسب الاقتضاء:

'١' الملابس الواقية؛

'٢' والمعدات الواقية الخاصة بالتنفس، على أن يعرف المستعملون خصائص الوقاية التي توفرها؛

'٣' والمآزر والقفازات والدروع الواقية لأعضاء الجسم؛

(ب) وتلقي العاملين، عند الاقتضاء، تعليمات كافية عن الاستخدام الصحيح لمعدات الوقاية الخاصة بالتنفس، بما في ذلك اجراء الاختبارات المتعلقة بالصلاحية؛

(ج) وعدم تخصيص المهام التي تقتضي استخدام أنواع معينة من معدات الوقاية الشخصية الا للعاملين القادرين على الاستمرار في بذل الجهد الاضافي الضروري بصورة مأمونة، وذلك بناء على توصية طبية؛

(د) والحفاظ على جميع معدات الوقاية الشخصية في حالة جيدة، واختبارها على فترات منتظمة حسب الاقتضاء؛

(هـ) والحفاظ على عدد كاف من معدات الوقاية الشخصية لاستخدامها في حالة التدخل؛

(و) ومراعاة أي تعرض اضافي قد ينشأ من الوقت الاضافي أو المضايقات وأي من المخاطر غير الاشعاعية الاضافية التي قد ترتبط بأداء المهمة أثناء استخدام معدات الوقاية، وذلك عند النظر في استخدام معدات الوقاية الشخصية للاضطلاع بأي مهمة معينة.

أولا-٢٩- يقلل المسجلون والمرخص لهم الى الحد الأدنى الحاجة الى الاعتماد على الضوابط الادارية ومعدات الوقاية الشخصية لأغراض الوقاية والأمان أثناء عمليات التشغيل العادية، عن طريق اتخاذ التدابير الوقائية الملائمة وترتيبات الأمان، بما في ذلك الضوابط الجيدة التصميم، وظروف العمل المرضية.

## التعاون بين المستخدمين والمسجلين والمرخص لهم

أولا-٣٠- في الحالات التي يكلف فيها عامل أو أكثر بعمل ينطوي أو يمكن أن ينطوي على مصدر لا يخضع لرقابة المستخدم، يتعاون المسجل أو المرخص له المسؤول عن المصدر والمستخدم من خلال تبادل المعلومات وخلاف ذلك حسب الاقتضاء، لتيسير اتخاذ التدابير الوقائية وترتيبات الأمان المناسبة.

أولا-٣١- يشمل التعاون بين المسجل أو المرخص له والمستخدم، حسب الاقتضاء، ما يلي:

(أ) وضع واستخدام قيود محددة للتعرض وغير ذلك من الوسائل التي تكفل أن تكون التدابير الوقائية وترتيبات الأمان المتاحة لمثل هؤلاء العاملين على نفس مستوى الجودة على الأقل كتلك التي يتم توفيرها للموظفين التابعين للمسجل أو المرخص له؛

(ب) والقيام بعمليات تقويم محددة للجرعات التي يتلقاها مثل هؤلاء العاملين؛

(ج) واجراء توزيع وتوثيق واضحين للمسؤوليات الخاصة بالمستخدم والمسجل والمرخص له بشأن توفير الوقاية والأمان للعاملين.

## الرصد الفردي وتقويم التعرض

أولا-٣٢- يضطلع المستخدم لأي عامل، وكذلك الأفراد الذين يعملون لحسابهم الخاص والمسجلون والمرخص لهم، بمسؤولية اتخاذ الترتيبات اللازمة لتقويم التعرض المهني، على أساس الرصد الفردي، حسب الاقتضاء، كما يتحققون من اتخاذ الترتيبات الملائمة مع الدوائر المختصة بقياس الجرعات بموجب برنامج ملائم لتوكيد الجودة.

أولا-٣٣- بالنسبة لأي عامل يعمل عادة في منطقة خاضعة للرقابة، أو يعمل من حين لآخر في منطقة خاضعة للرقابة وقد يتلقى تعرضا مهنيا، يتم اجراء رصد فردي كلما كان ذلك مناسبا وملائما وعمليا. وفي الحالات التي يكون فيها الرصد الفردي غير مناسب أو غير ملائم أو غير عملي، يجري تقويم التعرض المهني اعتمادا على النتائج التي يسفر عنها رصد مكان العمل، وعلى المعلومات المتعلقة بمواقع تعرض العامل والفترات الزمنية التي يستغرقها تعرض العامل.

أولا-٣٤- بالنسبة لأي عامل يعمل بصفة منتظمة في منطقة خاضعة للاشراف أو يدخل من حين لآخر الى منطقة خاضعة للرقابة، لن يحتاج الأمر الى اجراء رصد فردي، ولكن يجري تقويم التعرض المهني. ويتم ذلك التقويم اعتمادا على النتائج التي يسفر عنها رصد مكان العمل أو الرصد الفردي.

أولا-٣٥- تتحدد طبيعة الرصد الفردي وتواتره ودقته بناء على حجم مستويات التعرض والتقلبات المحتملة في تلك المستويات، فضلا عن احتمالات وحجم التعرضات الممكنة.

أولا-٣٦- يتحقق المستخدمون من تحديد العاملين الذين قد يتعرضون لتلوث اشعاعي، بما في ذلك العاملون الذين يستخدمون معدات واقية للتنفس، وتتخذ الترتيبات المناسبة للرصد الى الحد الضروري لبيان فعالية الوقاية التي يتم توفيرها، ولتقويم الأخذ الداخلي للمادة المشعة أو الجرعات المودعة، حسب الاقتضاء.

## رصد مكان العمـــل

أولا-٣٧- يضع المسجلون والمرخص لهم، بالتعاون مع المستخدمين اذا كان ذلك مناسبا، برنامجا لرصد مكان العمل، والحفاظ عليه وابقائه قيد المراجعة، تحت اشراف خبير مؤهل ومسؤول عن الوقاية من الاشعاعات اذا ما طلبت الهيئة الرقابية ذلك.

أولا-٣٨- تراعى الشروط التالية في طبيعة وتواتر رصد أماكن العمل:

(أ) أن تفي بما يلي:

'١' تقويم الظروف الاشعاعية في جميع أماكن العمل؛

'٢' وتقويم التعرض في المناطق الخاضعة للرقابة والخاضعة للاشراف؛

'٣' واستعراض تصنيف المناطق الخاضعة للرقابة والخاضعة للاشراف؛

(ب) وأن تعتمد على مستويات مكافئ الجرعة المحيطة وتركيز النشاط الاشعاعي، بما في ذلك التقلبات المتوقعة فيهما، واحتمال وحجم التعرضات الممكنة.

أولا-٣٩- تحدد برامج رصد مكان العمل ما يلي:

(أ) الكميات المراد قياسها؛

(ب) وموضع اجراء القياسات وموعده والتواتر الملائم؛

(ج) وأنسب وسائل واجراءات للقياس؛

(د) والمستويات المرجعية والاجراءات المطلوب اتخاذها في حالة تجاوز هذه المستويات.

أولا-٤٠- يحتفظ المسجلون والمرخص لهم، بالتعاون مع المستخدمين اذا كان ذلك مناسبا، بسجلات ملائمة للنتائج التي يحققها برنامج رصد مكان العمل، وتتاح هذه النتائج للعاملين كلما كان ذلك مناسبا، وذلك من خلال ممثليهم.

## الاشراف الصحي

أولا-٤١- يتخذ المستخدمون والمسجلون والمرخص لهم الترتيبات الخاصة بالاشراف الصحي الملائم وفقا للقواعد التي تضعها الهيئة الرقابية.

أولا-٤٢- اذا كلف عامل أو أكثر بعمل ينطوي أو يمكن أن ينطوي على تعرض من مصدر لا يخضع لرقابة المستخدم، يشترط للتكليف بمثل هذا العمل أن يتخذ المسجل والمرخص له المسؤول عن المصدر أي ترتيبات خاصة للاشراف الصحي بالتعاون مع المستخدم، ويلزم أن تكون هذه الترتيبات متسقة مع القواعد التي تضعها الهيئة الرقابية.

أولا-٤٣- يراعى في برامج الاشراف الصحي ما يلي:

(أ) أن تعتمد على المبادئ العامة للصحة المهنية؛

(ب) وأن تصمم لغرض تقويم لياقة العاملين البدنية والمستمرة لأداء المهام الموكولة اليهم.

## السجـــــلات

أولا-٤٤- يحتفظ المستخدمون والمسجلون والمرخص لهم بسجلات تعرض لكل عامل، تقضي الفقرات أولا-٣٢ الى أولا-٣٦ من هذا التذييل باجراء تقويم لتعرضه المهني.

أولا-٤٥- اذا كلف العاملون بعمل ينطوي أو يمكن أن ينطوي على تعرض من مصدر لا يخضع لرقابة المستخدم، يزود المسجل أو المرخص له المسؤول عن المصدر كلا من العامل والمستخدم بسجلات التعرض ذات الصلة.

أولا-٤٦- تشمل سجلات التعرُّض ما يلي:

(أ) معلومات حول الطابع العام للعمل الذي ينطوي على تعرض مهني؛

(ب) ومعلومات عن الجرعات والتعرضات وحالات الأخذ الداخلي التي تبلغ أو تتجاوز مستويات التسجيل ذات الصلة، والبيانات التي تمت على أساسها تقويمات الجرعة؛

(ج) وعندما يتعرض أحد العاملين للاشعاعات أثناء العمل مع أكثر من مستخدم واحد، تسجل معلومات عن تواريخ عمله بكل جهة، وعن الجرعات والتعرضات وحالات الأخذ الداخلي المتلقاة في كل عمل؛

(د) وسجلات أي جرعات أو تعرضات أو حالات أخذ داخلي نتيجة التدخل في حالات الطوارئ أو أثناء الحوادث، ويتم تمييزها عن الجرعات أو التعرضات أو حالات الأخذ الداخلي أثناء العمل المعتاد، وتشتمل على اشارات لأي تقارير ذات صلة بالتحقيقات.

أولا-٤٧- يقوم المستخدمون والمسجلون والمرخص لهم بما يلي:

(أ) تمكين العاملين من الاطلاع على المعلومات الواردة في سجلات التعرض الخاصة بهم؛

(ب) وتمكين المشرف على برنامج الاشراف الصحي، والهيئة الرقابية والمستخدم من الاطلاع على سجلات التعرض؛

(ج) وتيسير توفير نسخ من سجلات تعرض العاملين للمستخدمين الجدد في حالة قيام العاملين بتغيير العمل؛

(د) واتخاذ الترتيبات اللازمة لاحتفاظ الهيئة الرقابية، أو أحد مكاتب التسجيل الرسمية، أو المسجل أو المرخص له، حسب الاقتضاء، بسجلات تعرض العامل، في حالة توقف العامل عن العمل؛

(هـ) وايلاء العناية والاهتمام اللائقين للحفاظ على السرية المطلوبة للسجلات حسب الاقتضاء، امتثالا لما جاء في الفقرات من (أ) الى (د).

أولا-٤٨- اذا توقف المستخدمون أو المسجلون أو المرخص لهم عن ممارسة الأنشطة التي تنطوي على تعرض مهني، فانهم يتخذون الترتيبات اللازمة لاحتفاظ الهيئة الرقابية أو مكتب التسجيل الرسمي، أو أحد المسجلين والمرخص لهم ذوي الصلة حسب الاقتضاء، بسجلات تعرض العاملين.

أولا-٤٩- يتم الاحتفاظ بسجلات التعرض لكل عامل أثناء حياته الوظيفية وبعدها حتى يبلغ العامل -أو يكون قد بلغ- سن الخامسة والسبعين على الأقل، بحد أدنى قدره ثلاثون عاما بعد انتهاء العمل الذي ينطوي على تعرض مهني.

## الحالات الخاصـــة

أولا-٥٠- في الحالات الخاصة، طالما أن الممارسة لها ما يبررها وفقا لما تقتضيه هذه المعايير، وأنها مصممة وتدار وفقا للممارسات الجيدة، وأنه تحققت الأمثلة للوقاية من الاشعاعات في تلك الممارسة وفقا لمتطلبات هذه المعايير، وظلت التعرضات المهنية تتجاوز حدود الجرعة، وأنه يمكن التنبؤ بأنه عن طريق جهود معقولة تبذل في الوقت المناسب يمكن اعادة التعرضات المهنية ضمن هذه الحدود، يجوز للهيئة الرقابية، بصورة استثنائية، أن توافق على اجراء تغيير مؤقت في أحد متطلبات حدود الجرعة في هذه المعايير. ولا تتم الموافقة على مثل هذا التغيير الا اذا طلب المسجل أو المرخص له ذلك رسميا، وقررت الهيئة الرقابية أنه لا يزال هناك مبرر لتلك الممارسة، واقتنعت بأنه تمت مشاورات كافية مع العاملين المعنيين.

أولا-٥١- اذا وجدت حالات خاصة تقتضي اجراء تغيير مؤقت في بعض متطلبات حدود الجرعة في هذه المعايير يجوز للمسجل أو المرخص له تقديم طلب الى الهيئة الرقابية لاجراء مثل هذا التغيير المؤقت.

أولا-٥٢- لا يتم اجراء أي تغيير مؤقت في أحد متطلبات حدود الجرعة دون موافقة الهيئة الرقابية.

أولا-٥٣- يقوم المسجل أو المرخص له بما يلي عند تقديم أي طلب باجراء تغيير مؤقت في متطلبات حدود الجرعة المنصوص عليها في هذه المعايير:

(أ) وصف الأحوال الخاصة التي تقتضي اجراء التغيير المؤقت؛

(ب) وتقديم الوثائق الدالة على ما يلي:

'١' أنه تم بذل كل الجهود المعقولة لتقليل التعرضات واتخاذ التدابير الوقائية وترتيبات الأمان المثلى وفقا لمتطلبات هذه المعايير؛

'٢' وأنه تم التشاور مع المستخدمين ذوي الصلة ومع العاملين من خلال ممثليهم، وتم الحصول على موافقتهم بشأن ضرورة اجراء تغيير مؤقت وبشأن شروط هذا التغيير؛

'٣' وأنه تم بذل كل الجهود المعقولة لتحسين ظروف العمل الى الحد الذي يمكن معه مراعاة حدود الجرعات المبينة في الفقرة (ثانيا-٥) بالمرفق الثاني؛

'٤' وأن رصد وتسجيل التعرضات الخاصة بالعاملين يكفي لبيان الامتثال للمتطلبات ذات الصلة في المرفق الثاني، ويكفي لتيسير نقل سجلات التعرض بين المستخدمين ذوي الصلة على النحو الذي تقتضيه هذه المعايير.

أولا-٥٤- يراعى ما يلي في أي تغيير مؤقت في أحد متطلبات حدود الجرعة المنصوص عليها في هذه المعايير:

(أ) أن يكون وفقا لحدود الجرعة في الحالات الخاصة، كما ورد في المرفق الثاني؛

(ب) وأن يكون لفترة زمنية محدودة؛

(ج) وأن يخضع للمراجعة السنوية؛

(د) وألا يكون قابلا للتجديد؛

(هـ) وأن يقتصر على مناطق عمل محددة.

# التذييل الثاني

# التعرض الطبي

## المسؤوليـــات

ثانيا-١- يتحقق المسجلون والمرخص لهم مما يلي:

(أ) لا يجرى لأي مريض تعرض طبي تشخيصي أو علاجي ما لم يصف ذلك التعرض ممارس طبي؛

(ب) ويَعهد الى الممارسين الطبيين بمهمة والتزام رئيسين هما تحقيق الوقاية والأمان الشاملين للمرضى عند وصف التعرض الطبي وأثناء اجرائه؛

(ج) ويتوفر العاملون الطبيون وشبه الطبيين حسب الحاجة، على أن يكونوا اما مهنيين صحيين أو تلقوا تدريبا كافيا للاضطلاع بالمهام الموكولة اليهم على نحو ملائم لدى اتخاذ الاجراء التشخيصي أو العلاجي الذي يصفه الممارس الطبي؛

(د) وبالنسبة للاستخدامات العلاجية للاشعاع (بما في ذلك العلاج بالتشعيع الخارجي والتشعيع الداخلي)، يتم وضع المتطلبات الخاصة بالمعايرة وقياس الجرعات وتوكيد الجودة في هذه المعايير بواسطة خبير مؤهل في مجال فيزياء العلاج الاشعاعي أو تحت اشرافه؛

(هـ) وتقييد التعرض الذي يصيب الأفراد عن معرفة أثناء تقديم المساعدة عن طواعية (وليس ضمن وظيفتهم) لرعاية أو معاونة أو مواساة المرضى الذين يخضعون للتشخيص أو العلاج الطبي على النحو المحدد في المرفق الثاني؛

(و) وقيام الهيئة الرقابية بتحديد معايير التدريب أو اخضاعها لموافقتها، حسب الاقتضاء، بالتشاور مع الهيئات المهنية ذات الصلة.

ثانيا-٢- ينبغي للمسجلين والمرخص لهم أن يتحققوا من أنه، بالنسبة للاستخدامات التشخيصية للاشعاع، يتم تنفيذ المتطلبات الخاصة بالتصوير بالأشعة وتوكيد الجودة في هذه المعايير بمشورة خبير مؤهل اما في فيزياء التشخيص الاشعاعي أو فيزياء الطب النووي حسب الاقتضاء.

ثانيا-٣- يبادر الممارسون الطبيون الى اخطار المسجل أو المرخص له بأي أوجه قصور أو احتياجات تتعلق بالامتثال لهذه المعايير من حيث وقاية وأمان المرضى، واتخاذ ما يلزم من اجراءات لضمان وقاية وأمان المرضى.

## تبرير التعرضات الطبيـــة

ثانيا-٤- ينبغي تبرير التعرضات الطبية عن طريق مقارنة الفوائد التشخيصية أو العلاجية التي تحققها بالضرر الاشعاعي الذي قد تحدثه، على أن تؤخذ بعين الاعتبار فوائد ومخاطر التقنيات البديلة المتاحة التي لا تستخدم التعرض الطبي.

ثانيا-٥- عند تبرير كل من أنواع الفحص التشخيصي عن طريق التصوير بالأشعة أو التنظير أو الطب النووي، تؤخذ في الاعتبار المبادئ التوجيهية ذات الصلة، مثل تلك التي حددتها منظمة الصحة العالمية[١٣][١٤][١٥].

ثانيا-٦- ليس هناك مبرر لأي فحص اشعاعي يتم اجراؤه للأغراض المهنية أو القانونية أو لأغراض التأمين الصحي، بصرف النظر عن الأعراض السريرية (الاكلينيكية)، ما لم يتوقع منه توفير معلومات مفيدة عن صحة الفرد الذي يجرى له الفحص، أو ما لم يبرر ذلك أولئك الذين يطلبون هذا النوع بالذات من الفحص بالتشاور مع الهيئات المهنية ذات الصلة.

ثانيا-٧- ليس هناك مبرر للفحص المكثف بالأشعة للمجموعات السكانية والذي ينطوي على تعرض طبي، ما لم تكن المزايا المتوقعة بالنسبة للأفراد الذين يتم فحصهم أو بالنسبة للسكان ككل كافية لتعويض التكاليف الاقتصادية والاجتماعية بما فيها الضرر الاشعاعي، وينبغي أن تؤخذ في الاعتبار امكانية اجراء الفحص بالأشعة بغرض الكشف عن المرض، واحتمال العلاج الفعال للحالات التي يتم الكشف عنها، والمزايا التي تعود على المجتمع من مكافحة المرض بالنسبة لبعض الأمراض.

ثانيا-٨- ليس هناك مبرر لتعرض الانسان للاشعاع في البحوث الطبية ما لم تتوفر الشروط التالية:

(أ) أن يتفق مع الأحكام الواردة في اعلان هلسنكي[١٦] ويتبع المبادئ التوجيهية الخاصة بتطبيقه والتي أعدها مجلس المنظمات الدولية للعلوم الطبية[١٧] ومنظمة الصحة العالمية[١٨]؛

(ب) وأن يخضع لمشورة لجنة آداب المهنة (أو أي هيئة مؤسسية أخرى تعهد اليها السلطات الوطنية بوظائف مماثلة) وللوائح الوطنية والمحلية السارية.

---

(١٣) منظمة الصحة العالمية، نهج منطقي للفحوص التشخيصية بالأشعة، سلسلة التقارير التقنية رقم ٦٨٩، جنيف (١٩٨٣).

(١٤) منظمة الصحة العالمية، *الاستخدام الرشيد للتصوير التشخيصي في مجال طب الأطفال*، سلسلة التقارير التقنية رقم ٧٥٧، جنيف (١٩٨٧).

(١٥) منظمة الصحة العالمية، الخيارات الفعالة للتصوير التشخيصي في الممارسات السريرية، سلسلة التقارير التقنية رقم ٧٩٥، جنيف (١٩٩٠).

(١٦) على النحو الذي اعتمدته الجمعية الطبية العالمية الثامنة عشرة، هلسنكي، فنلندا، ١٩٦٤، والذي عدلته الجمعية الطبية العالمية التاسعة والعشرون، طوكيو، اليابان، ١٩٧٥، والجمعية الطبية العالمية الخامسة والثلاثون، البندقية، ايطاليا، ١٩٨٣، والجمعية الطبية العالمية الحادية والأربعون، هونغ كونغ، ١٩٨٩؛ ويمكن الحصول عليه من العنوان التالي:
World Medical Association, F-01210 Ferney-Voltaire, France.

(١٧) COUNCIL FOR INTERNATIONAL ORGANIZATIONS OF MEDICAL SCIENCES in collaboration with WORLD HEALTH Geneva (1993). Organization, International Ethical Guidelines for Biomedical Research Involving Human Subjects, CIOMS,

(١٨) WORLD HEALTH ORGANIZATION, Use of Ionizing Radiation and Radionuclides on Human Beings for Medical Research,Training and Non-Medical Purposes, Technical Report Series 611, WHO, Geneva (1977).

ثانيا-٩- ليس هناك مبرر للفحوص الاشعاعية لأغراض الكشف عن السرقات؛ بيد أنها لا تعد، فيما لو أجريت، من قبيل التعرض الطبي، بل تخضع للمتطلبات الخاصة بالتعرض المهني وتعرض الجمهور في هذه المعايير.

## أمثلة الوقاية من التعرضات الطبية

ثانيا-١٠- تعتبر المتطلبات الواردة في هذا القسم الفرعي اضافة الى أي متطلبات ذات صلة من أجل أمثلة الوقاية، كما وردت في أجزاء أخرى من هذه المعايير.

## الاعتبارات الخاصة بالتصميم

### لمحـــة عامة

ثانيا-١١- تنطبق المتطلبات الخاصة بأمان المصادر، على النحو المحدد في أجزاء أخرى من هذه المعايير، على المصادر المستخدمة في التعرض الطبي حيثما اقتضى الأمر ذلك، وتراعى المواصفات التالية عند تصميم المعدات المستخدمة في التعرض الطبي على وجه الخصوص:

(أ) امكانية الكشف بسرعة عن أي عطل في أحد مكونات النظام حتى يمكن تقليل أي تعرض طبي غير مخطط للمرضى الى الحد الأدنى؛

(ب) وتقليل احتمال الخطأ البشري في اجراء التعرض الطبي غير المخطط الى الحد الأدنى.

ثانيا-١٢- يقوم المسجلون والمرخص لهم بما يلي:

(أ) تحديد الأعطال المحتملة في المعدات، والأخطاء البشرية التي قد تنجم عن التعرضات الطبية غير المخططة، مع وضع المعلومات التي يقدمها الموردون في الاعتبار؛

(ب) واتخاذ كافة التدابير المعقولة للحيلولة دون حدوث أعطال أو أخطاء، بما في ذلك اختيار العاملين المؤهلين تأهيلا مناسبا، واتخاذ الاجراءات الملائمة للمعايرة وتوكيد الجودة، وتشغيل المعدات التشخيصية والعلاجية، وتوفير التدريب واعادة التدريب بصفة دورية للعاملين على النحو الملائم في مجال الاجراءات، بما في ذلك الجوانب المتصلة بالوقاية والأمان؛

(ج) واتخاذ كافة التدابير المعقولة لتقليل عواقب ما قد يحدث من أعطال وأخطاء الى الحد الأدنى؛

(د) ووضع خطط ملائمة للطوارئ بغرض التصدي لما قد يقع من أحداث، وعرض هذه الخطط بوضوح، واجراء تدريبات عملية عليها بصفة دورية.

ثانيا-١٣- يتحقق المسجلون والمرخص لهم، بالتعاون مع الموردين على وجه التحديد، فيما يتعلق بالمعدات التي تتكون من مولدات اشعاع وتلك التي تحتوي على مصادر مختومة تستخدم لأغراض التعرضات الطبية، من الشروط التالية:

(أ) مطابقة المعدات، سواء تلك التي يتم استيرادها الى البلد المستخدمة فيه أو تنتج به، للمعايير السارية التي حددتها اللجنة الدولية للتقنيات الكهربائية والمنظمة الدولية للتوحيد القياسي، أو للمعايير الوطنية المشابهة؛

(ب) وتوفير مواصفات الأداء وتعليمات التشغيل والصيانة، بما في ذلك تعليمات الوقاية والأمان بلغة عالمية رئيسة يمكن للمستخدمين فهمها، وتتفق مع المعايير ذات الصلة التي حددتها اللجنة الدولية للتقنيات الكهربائية أو المنظمة الدولية للتوحيد القياسي فيما يتعلق "بالوثائق المصاحبة"، وترجمة هذه المعلومات الى اللغات المحلية عند الاقتضاء؛

(ج) وعرض مصطلحات التشغيل (أو المختصرات المتعلقة بذلك) وقيم التشغيل كلما أمكن ذلك على مناضد التشغيل بلغة عالمية رئيسة يقبلها المستخدم؛

(د) وتوفير آليات لمراقبة الحزم الاشعاعية، بما في ذلك الأجهزة التي تبين بوضوح وبأمان مطلق ما اذا كانت الحزمة "مفتوحة" أم "مغلقة"؛

(هـ) وابقاء التعرض، أقرب ما يمكن عمليا، في الموضع الجاري فحصه أو علاجه باستخدام أجهزة موجهة للأشعة ومنضبطة مع الحزمة الاشعاعية؛

(و) وتجانس الحقل الاشعاعي الواقع في موضع الفحص أو العلاج، قدر المستطاع، دون استخدام أي أجهزة لتعديل الحزم الاشعاعية (كالأسافين على سبيل المثال)، وفي حالة عدم التجانس يعلن المورد عن ذلك؛

(ز) والابقاء على معدلات التعرض خارج منطقة الفحص أو العلاج، والناتج عن تسرب أو تناثر الاشعاعات، عند أدنى حد يمكن الوصول اليه.

## المتطلبات الخاصة بمولدات الاشعاع والمعدات التي تستخدم فيها مصادر مختومة لأغراض التشخيص بالأشعة

ثانيا-١٤- يتحقق المسجلون والمرخص لهم، بالتعاون مع الموردين على وجه التحديد، مما يلي:

(أ) تصميم وتصنيع مولدات الاشعاع ومستلزماتها بحيث يتيسر الابقاء على التعرضات الطبية عند أدنى حد معقول، وعلى النحو الذي يتفق مع الحصول على معلومات تشخيصية كافية؛

(ب) ومراعاة الوضوح والدقة في بيان بارامترات التشغيل الخاصة بمولدات الاشعاع مثل الجهد الكهربائي لصمام التوليد، والترشيح، وحجم النقطة البؤرية، والمسافة بين المصدر وجهاز استقبال الصورة، ومؤشر أبعاد الحقل الاشعاعي، وقيمة كل من تيار الأنبوب والزمن أو حاصل ضربهما؛

(ج) وتزويد معدات التصوير بالأشعة بأجهزة توقف التشعيع تلقائيا بعد زمن محدد مسبقا، أو بعد قيمة محددة لحاصل ضرب تيار الأنبوب في الزمن، أو بعد جرعة معينة؛

(د) وتزويد معدات التنظير بجهاز يستحث أنبوب الأشعة السينية عند استمرار الضغط عليه فقط ("مفتاح غير موصول تلقائيا بالمنبع الكهربائي") وتجهيزها بمؤشرات توضح الوقت المنقضي و/أو أجهزة رصد جرعة سطح الدخول.

## المتطلبات الخاصة بمولدات الاشعاع ومنشآت التشعيع المستخدمة في العلاج الاشعاعي

ثانيا-١٥- يتحقق المسجلون والمرخص لهم، بالتعاون مع الموردين على وجه التحديد، مما يلي:

(أ) أن مولدات الاشعاع ومنشآت التشعيع تشتمل على ترتيبات لبارامترات التشغيل وتأكيدها على نحو يعول عليه (عند الاقتضاء وبالقدر الملائم)، مثل نوع الاشعاع، وبيان الطاقة، وأجهزة تعديل الحزم الاشعاعية (كالمرشحات)، ومسافة المعالجة، والمجال الاشعاعي، واتجاه الحزم الاشعاعية، وزمن المعالجة أو الجرعة المحددة سلفا؛

(ب) وأن الأمان يتوفر لمنشآت التشعيع التي تستخدم مصادر مشعة، بمعنى أن يتم تدريع المصدر تلقائيا في حالة انقطاع القدرة، ويظل مدرعا حتى يعاد تنشيط آلية رصد الحزم الاشعاعية من لوحة المراقبة؛

(ج) وأن معدات العلاج الاشعاعي عالية الطاقة:

'١' مجهزة بنظامين مستقلين على الأقل على سبيل الاحتياط لوقف التشعيع؛

'٢' ومزودة بعوائق تحقق الأمان أو غير ذلك من الوسائل التي تصمم لمنع الاستخدام السريري للآلة في ظروف غير تلك التي يتم اختيارها في لوحة المراقبة؛

(د) وأن العوائق التي تحقق الأمان مصممة بحيث لا يمكن تشغيل المنشأة أثناء اجراءات الصيانة، في حالة تجاهل هذه العوائق، الا تحت رقابة مباشرة من عاملي الصيانة باستخدام الأجهزة أو الشفرات أو المفاتيح الملائمة؛

(هـ) وأن المصادر المشعة التي تقام اما لأغراض العلاج بالتشعيع الخارجي أو التشعيع الداخلي مشيدة بصورة مطابقة لتعريف المصدر المختوم؛

(و) وأن معدات الرصد قد تم تركيبها أو توفيرها، عند الاقتضاء، للتحذير من وجود وضع غير عادي فيما يتعلق باستخدام مولدات الاشعاع ومعدات العلاج بالنويدات المشعة.

## اعتبارات التشغيـــل

### التعرض التشخيصـــــي

ثانيا-١٦- يتحقق المسجلون والمرخص لهم من مراعاة ما يلي فيما يتعلق بالتشخيص بالأشعة:

(أ) ان الممارسين الطبيين الذين يصفون أو يجرون فحوصا تشخيصية اشعاعية:

'١' يتحققون من استخدام المعدات الملائمة؛

'٢' ويتحققون من أن تعرض المرضى هو الحد الأدنى اللازم لتحقيق الهدف التشخيصي المطلوب، مع مراعاة القواعد الخاصة بالجودة المقبولة للصور على النحو الذي تحدده الهيئات المهنية المختصة، والمستويات الارشادية ذات الصلة بالنسبة للتعرض الطبي؛

'٣' ويضعون في اعتبارهم المعلومات ذات الصلة المستمدة من فحوص سابقة حتى يمكن تجنب اجراء فحوص اضافية دون ضرورة؛

(ب) وأن الممارس الطبي أو الخبير التكنولوجي أو غيرهما من موظفي التصوير يختار البارامترات التالية، حسب الاقتضاء، بحيث ينجم عن الجمع بينها أدنى حد لتعرض المريض يتفق مع الجودة المقبولة للصور والغرض السريري من الفحص، مع ايلاء اهتمام خاص لهذا الاختيار بالنسبة للطب الاشعاعي للأطفال والتدخل الاشعاعي:

'١' الموضع المطلوب فحصه، وعدد وأبعاد الصور في كل فحص (مثل عدد الأفلام أو شرائح التصوير المتطعي المحوسب) أو الزمن الذي يستغرقه كل فحص (مثل زمن التنظير)؛

'٢' ونوع جهاز استقبال الصورة (مثل الشاشات العالية السرعة أو الشاشات المنخفضة السرعة)؛

'٣' واستخدام الشبكات مانعة التناثر؛

'٤' وأجهزة التوجيه المناسبة لحزمة الأشعة السينية الرئيسة بغرض تقليل حجم نسيج المريض الذي يجري تشعيعه الى الحد الأدنى وتحسين جودة الصور؛

'٥' والقيم الملائمة لبارامترات التشغيل (مثل جهد المولد والتيار والزمن أو حاصل ضربهما)؛

'٦' والتقنيات الملائمة لتخزين الصور في مجال التصوير الحركي (مثل عدد الصور في الثانية الواحدة)؛

'٧' والعوامل المناسبة لتظهير الصور (مثل درجة حرارة جهاز التظهير والمعادلات الخاصة باعادة تركيب الصور)؛

(ج) وأن يقتصر استخدام المعدات الاشعاعية المحمولة والنقالة على الفحوص التي يكون نقل المرضى فيها الى منشأة اشعاعية ثابتة أمرا غير عملي أو غير مقبول من الوجهة الطبية، وعدم استخدامها الا بعد ايلاء الاهتمام اللائق لتدابير الوقاية من الاشعاعات التي يقتضيها استخدام هذه المعدات؛

(د) وتجنب الفحوص الاشعاعية التي تسبب تعرض بطن أو حوض المرأة الحامل أو التي يرجح أن تكون في حالة حمل، ما لم تكن هناك أسباب سريرية قوية تبرر مثل هذه الفحوص؛

(هـ) وأن يخطط أي فحص تشخيصي لبطن أو حوض المرأة القادرة على الانجاب بحيث ينتج عنه أدنى جرعة ممكنة لأي جنين في حالة وجوده؛

(و) وأن يوفر التدريع للأعضاء الحساسة للاشعاع مثل الجهاز التناسلي وعدسة العين والثدي والغدة الدرقية حسب الاقتضاء وكلما أمكن ذلك.

ثانيا-١٧- يتحقق المسجلون والمرخص لهم من مراعاة ما يلي فيما يتعلق بالطب النووي:

(أ) أن الممارسين الطبيين الذين يصفون أو يجرون تطبيقات تشخيصية للنويدات المشعة:

'١' يتحققون من أن تعرض المرضى هو عند الحد الأدنى اللازم لتحقيق الهدف التشخيصي المطلوب؛

'٢' ويضعون في اعتبارهم المعلومات ذات الصلة المستمدة من فحوص سابقة حتى يمكن تجنب اجراء فحوص اضافية دون ضرورة؛

'٣' مراعاة المستويات الارشادية ذات الصلة بشأن التعرض الطبي؛

(ب) وأن الممارس الطبي أو الخبير التكنولوجي أو غيرهما من موظفي التصوير، حسب الاقتضاء، يعمل من أجل بلوغ الحد الأدنى لتعرض المرضى على النحو الذي يتفق مع الجودة المقبولة للصور عن طريق ما يلي:

'١' الاختيار الملائم لأفضل المستحضرات الصيدلية الاشعاعية المتاحة وما تنطوي عليه من نشاط اشعاعي مع الاهتمام بالمتطلبات الخاصة بالنسبة للأطفال والمرضى الذين يعانون من خلل في أحد وظائف الأعضاء؛

'٢' واستخدام الأساليب الخاصة بتثبيت التمثل في الأعضاء غير الخاضعة للبحث وطرق الافراز المعجل عند الاقتضاء؛

'٣' وتجميع الصور ومعالجتها على النحو الملائم؛

(ج) وتجنب استخدام النويدات المشعة في الاجراءات التشخيصية أو اجراءات المعالجة بالاشعاع أثناء الحمل ولدى المرأة الحامل أو التي يرجح أن تكون في حالة حمل ما لم تكن هناك أسباب سريرية قوية؛

(د) وتوصية الأمهات المرضعات بوقف الرضاعة لحين توقف افراز تلك الكمية من المستحضر الصيدلي الاشعاعي التي يقدر أنها تنقل الى الرضيع جرعة فعالة غير مقبولة[١٩]؛

(هـ) وقصر اعطاء النويدات المشعة للأطفال على الاجراءات التشخيصية في حالة وجود سبب سريري قوي، مع ملاحظة تقليل النشاط الاشعاعي المستخدم تبعا لوزن الجسم أو سطح الجسم أو غير ذلك من المعايير الملائمة.

## التعرض العلاجـــــي

ثانيا-١٨- يتحقق المسجلون والمرخص لهم مما يلي:

(أ) الابقاء على تعرض النسيج السليم أثناء العلاج الاشعاعي عند أدنى حد معقول، وعلى النحو الذي يتفق مع نقل الجرعة المطلوبة الى الحجم المخطط للعلاج، واستخدام تدريع الأعضاء كلما كان ذلك عمليا وملائما؛

(ب) وتجنب اجراءات العلاج الاشعاعي التي تسبب تعرض بطن أو حوض المرأة الحامل أو التي يرجح أن تكون في حالة حمل ما لم تكن هناك أسباب سريرية قوية؛

(ج) وتجنب استخدام النويدات المشعة لأغراض الاجراءات العلاجية بالنسبة للمرأة الحامل أو التي يرجح أن تكون في حالة حمل أو المرضعات ما لم تكن هناك أسباب سريرية قوية؛

(د) وتخطيط أي اجراء علاجي للمرأة الحامل بحيث ينقل أدنى جرعة ممكنة لأي جنين؛

(هـ) وابلاغ المريض بالمخاطر الممكنة.

## المعايـــــرة

ثانيا-١٩- يتحقق المسجلون والمرخص لهم مما يلي:

(أ) امكانية اسناد معايرة المصادر المستخدمة في التعرضات الطبية الى المختبر المعياري لقياس الجرعات؛

(ب) معايرة معدات العلاج الاشعاعي فيما يتعلق بنوعية الاشعاع أو طاقته والجرعة الممتصة أو معدل الجرعة الممتصة على مسافة محددة سلفا في ظل ظروف معينة، باتباع التوصيات الواردة في العدد رقم ٢٧٧ من سلسلة التقارير التقنية التي تصدرها الوكالة[٢٠] على سبيل المثال؛

---

(١٩) من الأمثلة على الممارسة الجيدة انقضاء ٣ أسابيع على الأقل بالنسبة للغاليوم[٦٧] والانديوم[١١١] واليود[١٣١] والثاليوم[٢٠١]، وانقضاء يومين على الأقل بالنسبة لليود[١٢٣]، وانقضاء ١٢ ساعة على الأقل بالنسبة للتكنيتيوم[٩٩] شبه المستقر.

(٢٠) International Atomic Energy Agency, Absorbed Dose Determination for Photon and Electron Beams, Technical Reports Series No. 277, IAEA, Vienna (1987).

(ج) معايرة المصادر المختومة المستخدمة في العلاج بالتشعيع الداخلي فيما يتعلق بالنشاط الاشعاعي، والمعدل المرجعي للكيرما في الهواء، ومعدل الجرعة الممتصة في وسط معين، وعلى مسافة معينة، ولتاريخ مرجعي معين؛

(د) ومعايرة المصادر غير المختومة المستخدمة في اجراءات الطب النووي فيما يتعلق بنشاط المستحضر الصيدلي الاشعاعي المطلوب اعطاؤه، على أن تحدد وتسجل قيمة النشاط الاشعاعي وقت الاستخدام؛

(هـ) واجراء المعايرات وقت اعداد الوحدة للتشغيل، وبعد أي اجراء للصيانة قد يؤثر على المعايرة، وعلى الفترات التي تقررها الهيئة الرقابية.

## قياس الجرعات السريرية

ثانيا-٢٠- يتحقق المسجلون والمرخص لهم من تحديد وتوثيق البنود التالية:

(أ) القيم النموذجية لجرعات سطح الدخول وموضع الجرعة ومعدلات الجرعة وأوقات التعرض بالنسبة للمرضى البالغين ذوي الحجم النموذجي، أو الجرعات العضوية، في حالة الفحوص الاشعاعية؛

(ب) والحد الأقصى والأدنى للجرعات الممتصة المنقولة الى الحجم المخطط للعلاج، بالاضافة للجرعة الممتصة المنقولة الى نقطة ذات صلة كمركز الحجم المخطط للعلاج، علاوة على الجرعة المنقولة الى النقاط ذات الصلة الأخرى التي يختارها الممارس الطبي الذي يصف العلاج، وذلك بالنسبة لكل مريض يعالج بمعدات العلاج الاشعاعي الخارجي؛

(ج) والجرعات الممتصة في نقاط ذات صلة تختار في كل مريض، في حالة العلاج بالتشعيع الداخلي الذي يتم باستخدام مصادر مختومة؛

(د) والجرعات الممتصة النموذجية التي يتلقاها المرضى، في حالة التشخيص أو العلاج باستخدام مصادر غير مختومة؛

(هـ) والجرعات الممتصة التي تنقل الى الأعضاء ذات الصلة، في كافة أنواع العلاج الاشعاعي.

ثانيا-٢١- في حالات العلاج الاشعاعي، يتحقق المسجلون والمرخص لهم مما يلي، في نطاق المدى الذي يمكن بلوغه عن طريق الممارسة السريرية الجيدة واستخدام المعدات على النحو الأمثل:

(أ) نقل الجرعة الممتصة المقررة بنفس مستوى نوعية الحزمة الاشعاعية المقررة الى الحجم المخطط للعلاج؛

(ب) وتقليل الجرعات المنقولة الى الأنسجة والأعضاء الأخرى الى الحد الأدنى.

## توكيد الجودة في مجال التعرضات الطبية

ثانيا-٢٢- يقوم المسجلون والمرخص لهم، بالاضافة الى تطبيق متطلبات ضمان الجودة ذات الصلة على النحو المحدد في مواضع أخرى من هذه المعايير، بوضع برنامج شامل لتوكيد الجودة في مجال التعرضات الطبية بمشاركة خبراء مؤهلين تأهيلا كافيا في المجالات ذات الصلة،

كالفيزياء الاشعاعية، أو الصيدلة الاشعاعية، مع مراعاة المبادئ التي حددتها منظمة الصحة العالمية[٢١][٢٢][٢٣] ومنظمة الصحة للبلدان الأمريكية[٢٤].

ثانيا-٢٣- تشتمل برامج توكيد الجودة في مجال التعرضات الطبية على ما يلي:

(أ) القياسات الخاصة بالبارامترات الفيزيائية لمولدات الاشعاع وأجهزة التصوير بالأشعة ومنشآت التشعيع وقت الاعداد للتشغيل وبصفة دورية بعد ذلك؛

(ب) والتحقق من العوامل المادية والسريرية الملائمة التي تستخدم في تشخيص أو علاج المرضى؛

(ج) وسجلات مكتوبة للاجراءات والنتائج ذات الصلة؛

(د) والتحقق من المعايرة المناسبة وظروف التشغيل الخاصة بمعدات قياس الجرعات والرصد؛

(هـ) والقيام، كلما أمكن، بعمليات مراجعة منتظمة ومستقلة لبرنامج توكيد الجودة الخاص باجراءات العلاج الاشعاعي.

## المستويات الارشادية

ثانيا-٢٤- ينبغي للمسجلين والمرخص لهم تحديد المستويات الارشادية الخاصة بالتعرض الطبي: على النحو الموضح في هذه المعايير، وتنقيحها وفقا للتطورات التكنولوجية، والاسترشاد بها من جانب الممارسين الطبيين تحقيقا للأغراض التالية:

(أ) اتخاذ اجراءات تصحيحية حسب الاقتضاء اذا كانت الجرعات أو الأنشطة الاشعاعية تقل كثيرا عن المستويات الارشادية، وكانت التعرضات لا توفر معلومات تشخيصية مفيدة ولا تحقق الفائدة الطبية المرجوة للمرضى؛

(ب) والنظر في اجراء مراجعات اذا تجاوزت الجرعات أو الأنشطة الاشعاعية المستويات الارشادية على النحو اللازم لتحقيق وقاية المرضى على النحو الأمثل والحفاظ على المستويات الملائمة للممارسة الجيدة؛

(ج) وبالنسبة للتشخيص بالأشعة، بما في ذلك فحوص التصوير المقطعي المحوسب، والفحوص الخاصة بالطب النووي، تشتق المستويات الارشادية من البيانات المستمدة من استقصاءات الجودة الواسعة النطاق، والتي تشمل جرعات سطح الدخول، والأبعاد المقطعية للحزم الاشعاعية التي تنبعث من كل جهاز على حدة، وأنشطة المستحضرات الصيدلية الاشعاعية التي تعطى للمرضى فيما يتعلق بالفحوص الأكثر تواترا في مجال التشخيص بالأشعة والطب النووي على التوالي.

---

(٢١) منظمة الصحة العالمية، توكيد الجودة في مجال الطب الاشعاعي التشخيصي، جنيف (١٩٨٢).

(٢٢) منظمة الصحة العالمية، توكيد الجودة في مجال الطب النووي، جنيف (١٩٨٢).

(٢٣) منظمة الصحة العالمية، توكيد الجودة في مجال العلاج الاشعاعي، جنيف (١٩٨٨).

(٢٤) Clinicos y Aspectos Pan American Health Organization, Publicación Cientifica 499, Control de Calidad en Radioterapia: Fisicos, PAHO, Washington DC (1986).

ثانيا-٢٥- في حالة عدم اجراء دراسات استقصائية على نطاق واسع، ينبغي تقويم أداء المعدات الخاصة بالتصوير التشخيصي بالأشعة ومعدات التنظير والمعدات الخاصة بالطب النووي على أساس مقارنته بالمستويات الارشادية على النحو المحدد في الجدولين الثالث-أولا والثالث-خامسا من المرفق الثالث، وينبغي ألا تعتبر هذه المستويات بمثابة دليل لتحقيق الأداء الأمثل في جميع الحالات، حيث أنها لا تلائم سوى المريض البالغ النمطي الأبعاد. ومن ثم فانه ينبغي، عند تطبيق هذه القيم بصورة عملية، مراعاة حجم الجسم والعمر.

## قيود الجرعـــة

ثانيا-٢٦- تحدد لجنة آداب المهنة أو، أي هيئة مؤسسية أخرى تعهد اليها السلطات الوطنية بوظائف مماثلة تتصل بهذا الموضوع، قيود الجرعة المطلوب تطبيقها على أساس كل حالة على حدة بما من شأنه بلوغ الحد الأمثل لوقاية الأشخاص المعرضين أثناء اجراء البحوث الطبية اذا كان مثل هذا التعرض الطبي لا يحقق فائدة مباشرة للفرد المعرض.

ثانيا-٢٧- يحدد المسجلون والمرخص لهم الجرعة التي تصيب الأفراد عن معرفة، أثناء تقديمهم للمساعدة طواعية (وليس ضمن وظيفتهم) لرعاية أو معاونة أو مواساة المرضى الذين يخضعون للتشخيص أو العلاج الطبي، والجرعة التي تصيب الأشخاص الذين يزورون مرضى تلقوا كميات من النويدات المشعة لأغراض علاجية، أو يجرى علاجهم باستخدام مصادر للعلاج بالتشعيع الداخلي، ضمن مستويات لا تتجاوز المستويات المحددة في الفقرة (ثانيا-٩) من المرفق الثاني.

## الحد الأقصى للنشاط الاشعاعي في المرضى الذين يغادرون المستشفيات بعد العلاج

ثانيا-٢٨- حتى يمكن الحد من تعرض أي فرد من أسرة المريض الذي خضع لاجراءات علاجية باستخدام نويدات مشعة مختومة أو غير مختومة، والحد من تعرض أفراد الجمهور، لا يسمح بخروج مثل هذا المريض من المستشفى حتى يصبح نشاط المواد المشعة في جسمه دون المستويات المحددة في الجدول الثالث-سادسا من المرفق الثالث. ويعطى المريض تعليمات مكتوبة بشأن مخالطة غيره من الأشخاص والتدابير الوقائية ذات الصلة للوقاية من الاشعاعات حسب الضرورة.

## التحقيق في التعرضات الطبية العارضـــة

ثانيا-٢٩- يجب على المسجلين والمرخص لهم التحقيق الفوري في أي من الحوادث التالية:

(أ) أي علاج لأحد المرضى أو لأحد الأنسجة عن طريق الخطأ، أو باستخدام أحد الأدوية على سبيل الخطأ، أو بواسطة جرعة أو أجزاء من الجرعة تختلف اختلافا جوهريا عن القيم التي يصفها الممارس الطبي أو يمكن أن تترتب عليها آثار ثانوية حادة بصورة مفرطة؛

(ب) وأي تعرض تشخيصي يفوق التعرض المقصود بدرجة كبيرة أو تنجم عنه جرعات تتجاوز المستويات الارشادية المحددة على نحو متكرر وبكميات كبيرة؛

(ج) وأي عطل للمعدات أو حادث أو خطأ أو مصادفة مؤسفة، أو غير ذلك من الأحداث غير العادية التي يحتمل أن ينجم عنها تعرض للمرضى يختلف اختلافا كبيرا عن التعرض المقصود.

ثانيا-٣٠- يقوم المسجلون والمرخص لهم بما يلي بالنسبة لأي تحقيق تقتضيه الفقرة ثانيا-٢٩:

(أ) حساب أو تقدير الجرعات المتلقاة وتوزعها في جسم المريض؛

(ب) وبيان التدابير التصحيحية اللازمة لمنع تكرار مثل هذه الحادثة؛

(ج) وتنفيذ كافة التدابير التصحيحية التي تقع في نطاق مسؤوليتهم؛

(د) وموافاة الهيئة الرقابية -في أقرب وقت ممكن بعد التحقيق أو على النحو الذي تحدده الهيئة الرقابية- بتقرير كتابي يذكر فيه سبب الحادثة ويشتمل على المعلومات المحددة في الفقرات الفرعية من (أ) الى (ج) حسب الاقتضاء، وأي معلومات أخرى تطلبها الهيئة الرقابية؛

(هـ) وابلاغ المريض وطبيبه بشأن الحادثة.

## السجـــلات

ثانيا-٣١- يقوم المسجلون والمرخص لهم، حسب الاقتضاء، بحفظ وتوفير السجلات التالية لفترة تحددها الهيئة الرقابية:

(أ) المعلومات الضرورية لاتاحة الرجوع الى تقويم الجرعات، بما في ذلك عدد التعرضات ومدة الفحوص الخاصة بالتنظير، في مجال التشخيص بالأشعة،

(ب) وأنواع المستحضرات الصيدلية الاشعاعية المستخدمة وأنشطتها، في مجال الطب النووي؛

(ج) ووصف للحجم المخطط للعلاج، والجرعة المنقولة الى مركز الحجم المخطط للعلاج والحد الأقصى والأدنى للجرعات المنقولة الى الحجم المخطط للعلاج، والجرعات المنقولة الى الأعضاء الأخرى ذات الصلة، وتجزئة الجرعات، والزمن الاجمالي للعلاج، في مجال العلاج بالأشعة؛

(د) وتعرض المتطوعين في مجال البحوث الطبية.

ثانيا-٣٢- يقوم المسجلون والمرخص لهم، حسب الاقتضاء، بحفظ وتوفير النتائج الخاصة بالمعايرات والفحوص الدورية للبارامترات المادية والسريرية ذات الصلة التي يتم اختيارها أثناء عمليات العلاج.

# التذييل الثالث

# تعرُّض الجمهـــور

## المسؤوليـــات

ثالثا-١- يطبق المسجلون والمرخص لهم متطلبات هذه المعايير كما تحددها الهيئة الرقابية على أي تعرض للجمهور يتم عن طريق ممارسة أو مصدر خاضع لمسؤوليتهم، ما لم يكن التعرض مستثنى من المعايير، أو ما لم تكن الممارسة أو المصدر الناقلان للتعرض معفيين من متطلبات المعايير. واذا كان التعرض غير المستثنى أو المصدر غير المعفي تعرضا طبيعيا أو مصدرا طبيعيا على الترتيب، يطبق المسجلون والمرخص لهم المتطلبات (أنظر الفقرة ٢-٥) على النحو الذي تحدده الهيئة الرقابية، الا اذا كان التعرض للرادون أدنى من مستويات الاجراء في حالة التعرض المزمن على النحو الذي تحدده الهيئة الرقابية، مع مراعاة القيم الارشادية المحددة في المرفق السادس.

ثالثا-٢- تقع على عاتق المسجلين والمرخص لهم، مسؤولية وضع وتنفيذ والحفاظ على ما يلي بالنسبة للمصادر الخاضعة لمسؤوليتهم:

(أ) سياسات واجراءات وترتيبات تنظيمية للوقاية والأمان بشأن تعرض الجمهور على النحو الذي يفي بمتطلبات هذه المعايير؛

(ب) وتدابير تكفل ما يلي:

'١' أمثلة وقاية أفراد الجمهور الذين يعزى تعرضهم الى مثل هذه المصادر؛

'٢' والحد من التعرض العادي للمجموعة الحرجة ذات الصلة الذي يعزى الى مثل هذه المصادر، بحيث لا يتجاوز التعرض الكلي حدود الجرعات الخاصة بأفراد الجمهور، وعند اختيار المجموعة الحرجة، يؤخذ في الاعتبار جميع أولئك الذين يندرجون في الأجيال الحالية والمستقبلة، سواء في البلدان أو الأماكن التي تقع بها المصادر أو في أي بلد أو مكان آخر؛

(ج) وتدابير لتحقيق أمان مثل هذه المصادر، حتى يمكن مراقبة احتمال تعرضات الجمهور وفقا لمتطلبات هذه المعايير؛

(د) والمرافق والمعدات والخدمات المناسبة والكافية لوقاية الجمهور بحيث تتناسب طبيعتها ومداها مع مقدار التعرض واحتماله؛

(هـ) والتدريب الملائم على الوقاية والأمان للعاملين الذين يضطلعون بوظائف تتصل بوقاية الجمهور، فضلا عن اعادة التدريب واستكماله بصفة دورية حسب الاقتضاء من أجل تحقيق مستوى الكفاءة المطلوب؛

(و) ومعدات الرصد وبرامج المراقبة الملائمة لتقويم تعرض الجمهور، على النحو الذي ترضى عنه الهيئة الرقابية؛

(ز) وسجلات وافية للمراقبة والرصد على النحو الذي تقتضيه المعايير؛

(ح) وخطط أو اجراءات للطوارئ، تتناسب مع طبيعة وحجم الخطر الكامن، وتجهيزها للتنفيذ وفقا للمتطلبات الرئيسة والمتطلبات المفصلة الواردة في التذييل الخامس.

ثالثا-٣- تقع على عاتق المسجلين والمرخص لهم مسؤولية تأمين اخضاع عملية أمثلة التدابير المتخذة لمراقبة تصريف المواد المشعة من مصدرها في البيئة لقيود الجرعات المحددة أو الموافق عليها من قبل الهيئة الرقابية، مع مراعاة ما يلي حسب الاقتضاء:

(أ) اسهامات الجرعات الناجمة عن مصادر وممارسات أخرى، بما في ذلك المصادر والممارسات التي قد تظهر مستقبلا ويتم تقويمها واقعيا؛

(ب) والتغيرات الممكنة في أي وضع يمكن أن يؤثر على تعرض الجمهور، مثل التغيرات التي تحدث في خصائص المصدر وتشغيله، أو التغيرات في مسارات التعرض، أو التغيرات في عادات السكان وتوزعهم، أو تعديل المجموعات الحرجة، أو التغيرات في ظروف التشتت البيئي؛

(ج) والممارسة الجيدة السارية في مجال تشغيل المصادر أو الممارسات المماثلة؛

(د) وأي شكوك في تقويم التعرضات، لا سيما الاسهامات المحتملة في التعرضات اذا كان هناك فاصل مكاني أو زمني بين المصدر والمجموعة الحرجة.

ثالثا-٤- اذا أدت ممارسة أو مصدر يقع في اطار ممارسة الى تصريف مواد مشعة في البيئة يمكن أن ينجم عنها تعرض الجمهور في بلد آخر غير البلد الذي تقع فيه الممارسة أو المصدر، وتطالب الهيئة الرقابية باستخدام قيمة نقدية لوحدات الجرعة التجميعية من أجل تحقيق أمثلة مراقبة التصريفات، تقع على عاتق المسجلين والمرخص لهم مسؤولية التحقق من أن القيمة النقدية المطبقة على الجرعة التجميعية المتلقاة خارج البلد الذي تقع فيه الممارسة أو المصدر لا تقل عن القيمة المقررة داخل ذلك البلد.(٢٥)

## رقابة الزوار

ثالثا-٥- يقوم المسجلون والمرخص لهم، بالتعاون مع المستخدمين عند الاقتضاء، بما يلي:

(أ) ضمان أن يكون الزوار برفقة شخص على دراية بتدابير الوقاية والأمان الخاصة بأي منطقة خاضعة للرقابة أثناء تواجدهم في تلك المنطقة؛

(ب) وتوفير المعلومات والتعليمات الكافية للزوار قبل دخولهم أي منطقة خاضعة للرقابة لضمان الوقاية الملائمة للزوار ولغيرهم من الأفراد الذين قد يتأثرون بتصرفاتهم؛

(ج) وضمان استمرار مراقبة دخول الزوار الى أي منطقة خاضعة للاشراف على النحو الملائم.

## مصادر التشعيع الخارجي

ثالثا-٦- اذا كان هناك مصدر للتشعيع الخارجي قد ينجم عنه تعرض للجمهور يكفل المسجلون والمرخص لهم، ما يلي:

---

(٢٥) القيمة الدولية الدنيا لوحدة الجرعة التجميعية للتعرض العابر للحدود والتي أوصت بها الوكالة، ينبغي استخدامها كمستوى ارشادي. أنظر:
INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Assigning a Value to Transboundary Radiation Exposure, Safety Series No. 67m IAEA, Vienna (1985).

(أ) اخضاع تصميمات الطوابق وتنسيق المعدات الخاصة بكافة المنشآت الجديدة، وكافة التعديلات الهامة في المنشآت القائمة التي تستخدم فيها مثل هذه المصادر، للمراجعة من جانب الهيئة الرقابية بغرض اعتمادها قبل الاعداد للتشغيل؛

(ب) ووضع قيود محددة للجرعات بشأن تشغيل مثل هذه المصادر على النحو الذي ترضى عنه الهيئة الرقابية؛

(ج) وتوفير تدابير التدريع وغيرها من التدابير الوقائية التي تحقق لها الأمثلة وفقا لمتطلبات هذه المعايير حسب الاقتضاء، بغرض تقييد تعرض الجمهور على النحو الذي ترضى عنه الهيئة الرقابية.

## التلوث الاشعاعي في المساحات المسيَّجة

ثالثا-٧- يكفل المسجلون والمرخص لهم ما يلي:

(أ) بالنسبة للمصادر الخاضعة لمسؤوليتهم؛ توفير التدابير التي تتحقق بها الأمثلة وفقا لمتطلبات هذه المعايير حسب الاقتضاء بغرض الحد من تعرض الجمهور للتلوث الذي ينتشر في المناطق التي يدخلها؛

(ب) ووضع ترتيبات محددة لاحتواء أي مصدر قد ينجم عنه انتشار التلوث في المناطق التي يدخلها الجمهور.

## النفايات المشعـــــة

ثالثا-٨- يراعي المسجلون والمرخص لهم ما يلي:

(أ) العمل على ابقاء النشاط الاشعاعي وحجم أي نفايات مشعة تنجم عن المصادر الخاضعة لمسؤوليتهم عند أدنى حد ممكن من الناحية العملية، والتصرف في النفايات، أي جمعها ومناولتها ومعالجتها وتكييفها ونقلها وخزنها والتخلص منها وفقا لمتطلبات هذه المعايير وأي من المعايير السارية الأخرى[٢٦]؛

(ب) وعزل الأنواع المختلفة من النفايات المشعة، ومعالجتها على نحو منفصل حسب الاقتضاء، في الحالات التي يقتضيها وجود اختلافات في بعض العوامل مثل محتوى النويدات المشعة، والعمر النصفي، والتركيز، والحجم، والخواص الفيزيائية والكيميائية، مع مراعاة الخيارات المتاحة للتخلص من النفايات.

## تصريفات المواد المشعة في البيئة

ثالثا-٩- يكفل المسجلون والمرخص لهم عدم تصريف المواد المشعة الناجمة عن ممارسات ومصادر مأذونة في البيئة، الا في الحالات التالية:

(أ) التصريف في حدود التصريف التي تأذن بها الهيئة الرقابية؛

(ب) واخضاع التصريفات للرقابة؛

(ج) والحد من التعرضات التي يتلقاها الجمهور عن طريق التصريفات على النحو المحدد في المرفق الثاني؛

---

(٢٦) أنظر المنشورات الصادرة ضمن برنامج معايير الأمان للنفايات المشعة التابع للوكالة، سلسلة وثائق الأمان، العدد رقم ١١ عن أمان التصرف في النفايات المشعة.

(د) وأمثلة مراقبة التصريفات وفقا للمتطلبات الرئيسة لهذه المعايير.

ثالثا-١٠- يقوم المسجلون والمرخص لهم، قبل الشروع في تصريف أي مواد مشعة صلبة أو سائلة أو غازية ناجمة عن مصادر خاضعة لمسؤوليتهم في البيئة، بالاجراءات التالية حسب الاقتضاء:

(أ) تحديد خصائص المواد المراد تصريفها ونشاطها الاشعاعي، والنقاط والأساليب المحتملة للتصريف؛

(ب) وتحديد كافة مسارات التعرض الخطيرة التي يمكن من خلالها للنويدات المشعة المصرفة أن تسبب تعرضا للجمهور عن طريق اجراء دراسة ملائمة لذلك قبل التشغيل؛

(ج) وتقويم الجرعات المنقولة الى المجموعات الحرجة نتيجة التصريفات المقررة؛

(د) وتقديم هذه المعلومات الى الهيئة الرقابية كمدخل لوضع حدود مأذون بها للتصريف وتحديد الشروط اللازمة لتنفيذها[٢٧].

ثالثا-١١- يقوم المسجلون والمرخص لهم، أثناء مراحل تشغيل المصادر الخاضعة لمسؤوليتهم، بما يلي:

(أ) ابقاء كافة التصريفات الاشعاعية دون حدود التصريف المأذون بها بالقدر الذي يمكن بلوغه بصورة معقولة؛

(ب) ورصد تصريفات النويدات المشعة بدرجة كافية من التفصيل والدقة لبيان الامتثال لحدود التصريف المأذون بها، وللسماح بتقدير التعرض الخاص بالمجموعات الحرجة؛

(ج) وتسجيل نتائج الرصد والتعرضات المقدرة؛

(د) وابلاغ نتائج الرصد الى الهيئة الرقابية على فترات متفق عليها؛

(هـ) والمبادرة الى ابلاغ الهيئة الرقابية بأي تصريفات غير عادية تتجاوز حدود التصريف المأذون بها، وفقا لمعايير التبليغ التي تحددها الهيئة الرقابية.

ثالثا-١٢- يقوم المسجلون والمرخص لهم، حسب الاقتضاء وبالاتفاق مع الهيئة الرقابية، بمراجعة وتعديل التدابير التي يتخذونها للتصريف بالنسبة للمصادر الخاضعة لمسؤوليتهم على ضوء خبرة التشغيل، ومع مراعاة أي تغييرات يتم اجراؤها في مسارات التعرض وتكوين المجموعات الحرجة بما قد يؤثر على تقويم الجرعات الناجمة عن التصريفات.

## رصد تعرض الجمهور

ثالثا-١٣- يقوم المسجلون والمرخص لهم بما يلي حسب الاقتضاء:

(أ) وضع وتنفيذ برنامج للرصد يكفل الوفاء بمتطلبات هذه المعايير بشأن تعرض الجمهور لمصادر تشعيع خارجي، وتقويم مثل هذا التعرض؛

---

(٢٧) International Atomic Energy Agency, Principles for Limiting Releases of Radioactive Effluents into the Environment, Safety Series No. 77, IAEA, Vienna (1986).

(ب) ووضع وتنفيذ برنامج للرصد يكفل الوفاء بمتطلبات المعايير الخاصة بتصريفات المواد المشعة في البيئة والمتطلبات التي تحددها الهيئة الرقابية بشأن منح الاذن بالتصريف، كما يكفل استمرار سريان الشروط المفترضة بشأن اشتقاق حدود التصريف المأذون بها، وكفايتها على النحو الذي يسمح بتقدير التعرضات لدى المجموعات الحرجة؛

(ج) والاحتفاظ بسجلات وافية للنتائج التي تحققها برامج الرصد؛

(د) وابلاغ الهيئة الرقابية بموجز لنتائج الرصد على فترات متفق عليها؛

(هـ) والمبادرة الى ابلاغ الهيئة الرقابية بأي زيادة خطيرة في حقول الاشعاعات البيئية، أو أي تلوث يرجع الى الاشعاعات، أو أي تصريفات اشعاعية تنبعث من المصادر الخاضعة لمسؤوليتهم؛

(و) وارساء القدرة على الاضطلاع بالرصد في حالة الطوارئ؛ والعمل على استمرار هذه القدرة، عند حدوث زيادات غير متوقعة في الحقول الاشعاعية أو التلوث الاشعاعي الناجم عن أحداث عارضة أو غير ذلك من الأحداث غير العادية التي تؤثر على المصادر الخاضعة لمسؤوليتهم؛

(ز) والتحقق من صحة الافتراضات التي توضع بغرض التقويم المسبق للعواقب الاشعاعية الناجمة عن التصريفات.

## المنتجات الاستهلاكيـــة

ثالثا-١٤- لا تورد المنتجات الاستهلاكية التي قد تسبب تعرض أفراد الجمهور للاشعاع الا في الحالات التالية:

(أ) استثناء مثل هذا التعرض من المعايير؛

(ب) أو وفاء مثل هذه المنتجات بمتطلبات الاعفاء المحددة في المرفق الأول أو اعفاؤها من قبل الهيئة الرقابية؛

(ج) أو الاذن لأفراد الجمهور باستخدام مثل هذه المنتجات.

ثالثا-١٥- يتحقق موردو المنتجات الاستهلاكية التي لا يسري عليها الاعفاء من أن مثل هذه المنتجات تفي بمتطلبات هذه المعايير، كما يتحققون على وجه الخصوص من أمثلة الجوانب المتعلقة بتصميمها وتركيبها والتي قد تؤثر على تعرض الناس أثناء التداول والاستخدام العاديين، وكذلك في حالة سوء التداول أو سوء الاستخدام، أو وقوع حادث أو التخلص منها، باستخدام قيود الجرعات التي وضعتها أو وافقت عليها الهيئة الرقابية، مع مراعاة ما يلي:

(أ) النويدات المشعة المختلفة التي يمكن استخدامها وأنواعها الاشعاعية، وطاقاتها، وأنشطتها الاشعاعية وأعمارها النصفية؛

(ب) والأشكال الكيميائية والفيزيائية للنويدات المشعة التي يمكن استخدامها وتأثيرها على الوقاية والأمان في الظروف العادية وغير العادية؛

(ج) واحتواء وتدريع المواد المشعة في المنتج الاستهلاكي وامكانية الوصول الى هذه المواد في الظروف العادية وغير العادية؛

(د) والحاجة الى الخدمة أو الاصلاح والوسائل اللازمة لذلك؛

(هـ) والخبرة ذات الصلة بالمنتجات الاستهلاكية المماثلة.

ثالثا-١٦- يتحقق موردو المنتجات الاستهلاكية مما يلي:

(أ) القيام، كلما أمكن، بتثبيت بطاقة مقروءة في مكان ظاهر بكل منتج استهلاكي يبين فيها ما يلي:

'١' أن المنتج يحتوي على مواد مشعة؛

'٢' وأن الهيئة الرقابية المختصة أذنت ببيع المنتج للجمهور؛

(ب) ووضع المعلومات الموضحة في البند (أ) بصورة واضحة على كل صندوق يورد فيه أي منتج استهلاكي.

ثالثا-١٧- يوفر موردو المنتجات الاستهلاكية معلومات وتعليمات واضحة وكافية مع كل منتج استهلاكي بشأن ما يلي:

(أ) الطريقة الصحيحة لتركيب المنتج واستخدامه وصيانته؛

(ب) والخدمة والاصلاح؛

(ج) والنويدات المشعة التي تحويها ونشاطها الاشعاعي في تاريخ محدد؛

(د) ومعدلات الجرعة الاشعاعية أثناء التشغيل العادي وخلال عمليات الخدمة والاصلاح؛

(هـ) واجراءات التخلص الموصى بها.

# التذييل الرابع

# التعرضات الممكنة: أمـان المصادر

## المسؤوليـات

رابعا-١- يتحقق المسجلون والمرخص لهم من أمان المصادر، بما في ذلك المنشآت الخاضعة لمسؤوليتهم، ويقومون بما يلي:

(أ) تطبيق المتطلبات الرئيسة المحددة في هذه المعايير؛

(ب) وتطبيق المتطلبات المفصلة المبينة في التذييل الرابع حسب الاقتضاء.

رابعا-٢- ترد في المنشورات الصادرة ضمن برنامج معايير الأمان النووي وبرنامج معايير الأمان للنفايات المشعة، في سلسلة وثائق الأمان التي تصدرها الوكالة، وفي الوثائق الصادرة عن المنظمات الراعية، ارشادات بشأن الجوانب العملية لأمان المنشآت النووية ومنشآت التصرف في النفايات المشعة. ويحدد هذا القسم متطلبات بشأن الجوانب العملية لأمان المصادر والممارسات، بخلاف المنشآت النووية ومنشآت التصرف في النفايات المشعة، ويقصد بها دعم المتطلبات الرئيسة لهذه المعايير.

## تقويم الأمـــان

رابعا-٣- يقوم المسجلون والمرخص لهم باعداد تقويم للأمان، اما بشكل عام أو بشكل محدد، بشأن المصدر الخاضع لمسؤوليتهم، على النحو الذي تقتضيه المتطلبات الرئيسة. وتعتبر التقويمات العامة للأمان كافية عادة بالنسبة لأنواع المصادر التي تتسم بدرجة عالية من التماثل في التصميم. ويلزم عادة اجراء عمليات تقويم محددة للأمان في حالات أخرى، وان كان التقويم المحدد للأمان لا يقتضي اعادة النظر في الجوانب التي يشملها التقويم العام للأمان، اذا ما أجري مثل هذا التقويم للمصدر.

رابعا-٤- يشتمل تقويم الأمان، حسب الاقتضاء، على اجراء مراجعة دقيقة ومنهجية لما يلي:

(أ) طبيعة وحجم التعرضات الممكنة واحتمال حدوثها؛

(ب) والحدود والشروط التقنية لتشغيل المصدر؛

(ج) والنواحي التي قد تتعطل فيها الانشاءات والنظم والمكونات والاجراءات المتصلة بالوقاية أو الأمان، سواء بصورة مفردة أو مترابطة، أو تؤدي الى تعرضات ممكنة، والعواقب الناجمة عن مثل هذه الأعطال؛

(د) والنواحي التي قد تؤثر فيها التغيرات التي تحدث في البيئة على الوقاية أو الأمان؛

(هـ) والنواحي التي قد يحدث فيها خطأ في اجراءات التشغيل المتصلة بالوقاية أو الأمان، والعواقب الناجمة عن مثل هذه الأخطاء؛

(و) والآثار المترتبة على أي تعديلات مقترحة بالنسبة للوقاية والأمان.

رابعا-٥- يراعي المسجل أو المرخص له ما يلي، حسب الاقتضاء، في تقويم الأمان:

(أ) العوامل التي قد تعجل بانطلاق أي مادة مشعة بكميات كبيرة، والتدابير المتاحة لمنع أو مراقبة مثل هذا الانطلاق، والحد الأقصى لنشاط المادة المشعة التي قد تنطلق الى المحيط الجوي في حالة حدوث قصور رئيسي في الاحتواء.

(ب) العوامل التي قد تعجل بانطلاق أي مادة مشعة بكمية أقل ولكن بشكل متواصل، والتدابير المتاحة لمنع أو مراقبة مثل هذا الانطلاق؛

(ج) العوامل التي قد تسبب تشغيل حزمة اشعاعية دون قصد، والتدابير المتاحة لمنع وتحديد ومراقبة مثل هذه المصادفات؛

(د) مدى توفر الاستحاطة والتنوع في سمات الأمان، مستقلة عن بعضها البعض، بحيث لا يؤدي قصور أحدهما الى قصور في الآخر، وذلك للحد من احتمال ومقدار التعرضات الممكنة.

رابعا-٦- توثّق تقويمات الأمان، ويتم استعراضها بصورة مستقلة، اذا كان ذلك مناسبا، في نطاق برنامج توكيد الجودة ذي الصلة. وتجرى مراجعات اضافية حسب الاقتضاء على النحو الذي يكفل استمرار الوفاء بالمواصفات أو الشروط التقنية للاستخدام في الحالات التالية:

(أ) امكانية اجراء تعديلات هامة في أحد المصادر أو في المحطة المرتبطة به أو في اجراءات تشغيله أو صيانته؛

(ب) وثبوت عدم صلاحية التقويم الحالي من خلال تجربة التشغيل، أو غير ذلك من المعلومات المتعلقة بالحوادث أو الأعطال أو الأخطاء أو الأحداث الأخرى التي يمكن أن تؤدي الى تعرضات ممكنة؛

(ج) وامكانية اجراء أي تغييرات هامة في الأنشطة، أو أي تغييرات ذات صلة في المبادئ التوجيهية أو المعايير، أو اجراء هذه التغييرات.

رابعا-٧- اذا ما نجم عن تقويم للأمان، أو لأي سبب آخر، أن بدت فرص تحسين تدابير الوقاية أو الأمان المرتبطة بأحد المصادر في اطار ممارسة معينة متاحة ومطلوبة، فانه يراعى الحذر عند اجراء أي تعديلات ناتجة عن ذلك، ولكن بعد اجراء تقويم ايجابي لكافة الآثار بالنسبة للوقاية والأمان، واذا تعذر تنفيذ مثل هذه التحسينات جميعها، أو اذا لم تتحقق في وقت واحد، يتم تحديد أولوياتها بحيث تؤدي الى التحسينات المثلى في مجال الوقاية أو الأمان.

## متطلبات التصميـــــم

### المسؤوليـــــات

رابعا-٨- يكفل المسجلون والمرخص لهم، بالتعاون مع الموردين على نحو محدد، الاضطلاع بالمسؤوليات التالية اذا كان ذلك ممكنا:

(أ) ايجاد مصدر جيد التصميم والتركيب على النحو التالي:

'١' يوفر الوقاية والأمان وفقا لهذه المعايير؛

'٢' ويفي بالمواصفات الهندسية ومواصفات الأداء والتشغيل؛

'٣' ويفي بقواعد الجودة على النحو الذي يتناسب مع أهمية المكونات والنظم من حيث الوقاية والأمان؛

(ب) والتحقق من اختبار المصادر لبيان الامتثال للمواصفات المطلوبة؛

(ج) وتوفير معلومات بلغة عالمية رئيسة يقبلها المستعمل بشأن الطريقة الصحيحة لتركيب المصدر واستخدامه والمخاطر التي ينطوي عليها.

رابعا-٩- يتخذ المسجلون والمرخص لهم، بالاضافة الى ما سبق، وكلما كان ذلك ممكنا، ترتيبات مناسبة مع موردي المصادر تحقيقا لما يلي:

(أ) وضع آليات للموردين للحصول على معلومات من المسجلين والمرخص لهم أو غيرهم من المنتفعين حول استخدام المصادر وحيازتها وخبرة تشغيلها وتفكيكها والتخلص منها، ولا سيما ظروف التشغيل العادية وغير العادية التي قد تكون ذات أهمية بالنسبة لوقاية الأفراد أو أمان المصدر، والحفاظ على تلك الآليات؛

(ب) ووضع آلية لتزويد المسجلين والمرخص لهم بالمعلومات التي قد تترتب عليها آثار بالنسبة للوقاية أو الأمان، ويمكن أن تؤثر على غيرهم من المسجلين والمرخص لهم، أو التي قد تؤثر على التحسينات التي تظهر مستقبلا على الجوانب الخاصة بالوقاية والأمان في تصميم منتجاتهم، والحفاظ على هذه الآلية.

## منع الحوادث والتخفيف من عواقبها

رابعا-١٠- يتم تصميم وتركيب وتشغيل وصيانة النظم والمكونات الخاصة بالمصادر، والتي تتصل بالوقاية أو الأمان، بحيث تمنع، بقدر الامكان، وقوع حوادث، وتحد بصفة عامة من حجم واحتمال التعرضات المهنية وتعرض أفراد الجمهور الى أدنى حد معقول، مع مراعاة الاعتبارات الاجتماعية والاقتصادية.

رابعا-١١- يتخذ المسجل أو المرخص له باستخدام أي مصدر أو ممارسة الترتيبات المناسبة تحقيقا للأغراض التالية:

(أ) العمل، قدر الامكان، على منع وقوع أي حادث أو مصادفة أو حادثة يمكن توقعها بصورة معقولة في اطار المصدر أو الممارسة؛

(ب) والحد من العواقب الناجمة عن أي حادث أو مصادفة أو حادثة تقع بالفعل؛

(ج) وتزويد العاملين بالمعلومات والتدريب وبالمعدات اللازمة للحد من تعرضهم الممكن؛

(د) والتحقق من كفاية الاجراءات المتخذة لمراقبة المصدر وأي حادث محتمل يمكن توقعه بصورة معقولة؛

(هـ) والتحقق من امكانية التفتيش على النظم والمكونات والمعدات الهامة من حيث الأمان، واختبارها بصفة دورية لاكتشاف أي تدهور قد يفضي الى أوضاع غير عادية أو أداء غير سليم؛

(و) والتحقق من امكانية الاضطلاع بالصيانة والتفتيش والاختبار على النحو الملائم للحفاظ على الترتيبات الخاصة بالوقاية والأمان دون تعريض العاملين للاشعاعات بغير ضرورة؛

(ز) وتوفير نظم آلية، عند الاقتضاء، لوقف الناتج الاشعاعي من المصادر أو تقليله بصورة مأمونة في حالة تجاوز شروط التشغيل للنطاقات المحددة للتشغيل؛

(ح) والتحقق من الكشف عن ظروف التشغيل غير العادية التي قد تؤثر على الوقاية أو الأمان بصورة خطيرة عن طريق نظم رصد سريعة الاستجابة بالقدر الذي يتيح اتخاذ اجراء تصحيحي في الوقت المناسب؛

(ط) والتحقق من توفير كافة وثائق الأمان ذات الصلة باللغات المحلية.

رابعا-١٢- اذا أشار تقويم الأمان، على النحو الذي يقتضيه التذييل الخامس، الى وجود احتمال معقول لوقوع حادث يؤثر اما على العاملين أو على أفراد الجمهور، يقوم المسجل أو المرخص له باعداد خطة للطوارئ. وتصمم هذه الخطة بحيث تكفل قدر الامكان وقاية وأمان أي شخص قد يتأثر بالحادث. وينبغي للمسجل أو المرخص له أن يتحقق مما يلي كجزء من هذه الخطة:

(أ) حصول أي عامل يخضع لمراقبة المسجل أو المرخص له، في حالة اشتراكه في الترتيبات الواردة في الخطة أو تأثره بها، على قدر مناسب وكاف من التدريب، وتزويده بالمعدات الواقية وأجهزة قياس الجرعات على النحو المناسب عند الاقتضاء؛

(ب) واجراء تجارب، اذا كان ذلك مناسبا، على الترتيبات الواردة في هذه الخطط على فترات مناسبة.

## أماكن المصادر واختيار مواقعها

رابعا-١٣- يراعى ما يلي عند اختيار مكان أي مصدر صغير يقع في اطار المنشآت والمرافق كالمستشفيات ومصانع الانتاج:

(أ) العوامل التي قد تؤثر على أمان المصدر وأمنه؛

(ب) العوامل التي قد تؤثر على التعرض المهني وعلى تعرض الجمهور الناجم عن المصدر، بما في ذلك التهوية، والتدريع، والبعد عن المناطق المأهولة؛

(ج) وقدرة التصميم الهندسي على مراعاة العوامل السابقة.

رابعا-١٤- عند اختيار موقع لمصدر يوجد به مخزون كبير من المواد المشعة ويمكن أن تنطلق منه كميات كبيرة من هذه المواد المشعة، تراعى السمات التي قد تؤثر على الأمان الاشعاعي للمصدر، والسمات التي قد تتأثر بالمصدر، وجدوى التدخل خارج الموقع، بما في ذلك تنفيذ خطط للطوارئ واتخاذ اجراءات وقائية.

## متطلبات التشغيـــل

### المسؤوليـــات

رابعا-١٥- يجوز للمسجلين والمرخص لهم تفويض الغير ببعض المهام التي ترتبط بتشغيل المصادر الخاضعة لمسؤوليتهم، على أن يحتفظوا بمسؤولية التحقق من الاضطلاع بكافة عمليات التشغيل على نحو يتفق مع متطلبات هذه المعايير.

رابعا-١٦- ينبغي للمسجلين والمرخص لهم القيام بما يلي كلما كان ذلك مناسبا:

(أ) وضع خطوط واضحة للمسؤولية والمحاسبة بشأن وقاية وأمان المصادر طوال عمر تشغيلها، وانشاء هيئات للوقاية والأمان حسب الاقتضاء؛

(ب) اجراء تقويم استثنائي للمصادر والمواظبة على استكماله، وذلك بالنسبة لأي مصدر يخضع لمراقبتهم ويحتمل أن تنجم عنه تعرضات تتجاوز المستويات التي تحددها الهيئة الرقابية والتي تستدعي اجراء ذلك التقويم الاستثنائي، على النحو الذي يقتضيه التذييل الرابع؛

(ج) تقويم العواقب المحتملة للتعرضات الممكنة، ومقدارها واحتمال حدوثها، وعدد الأشخاص الذين قد يتأثرون بها؛

(د) وضع اجراءات للتشغيل تخضع للمراجعة والاستكمال بصورة دورية بموجب برنامج ملائم لتوكيد الجودة؛

(هـ) وضع اجراءات للابلاغ عن الحوادث والمصادفات والحوادث العارضة والاستفادة منها؛

(و) وضع الترتيبات اللازمة لاجراء مراجعة دورية لمدى فعالية تدابير الوقاية والأمان بصفة عامة؛

(ز) التحقق من الاضطلاع بالصيانة والاختبار والتفتيش والاصلاح على النحو الملائم وطبقا للحاجة، حتى تظل المصادر قادرة على تلبية متطلبات التصميم الخاصة بالوقاية والأمان طوال عمر تشغيلها.

## النظام المحاسبي للمصـــادر

رابعا-١٧- يحتفظ المسجلون والمرخص لهم بنظام محاسبي يشتمل على تقارير توضح ما يلي:

(أ) موقع ووصف كل مصدر خاضع لمسؤوليتهم؛

(ب) ونشاط وشكل كل مادة من المواد المشعة الخاضعة لمسؤوليتهم.

## التحقيقات والمتابعـــة

رابعا-١٨- يجري المسجلون والمرخص لهم تحقيقات رسمية، على النحو الذي تحدده الهيئة الرقابية، في الحالات التالية:

(أ) اذا تجاوزت احدى الكميات أو بارامترات التشغيل المتصلة بالوقاية أو الأمان مستوى التحقيق أو خرجت عن النطاق المحدد لشروط التشغيل؛

(ب) أو عند حدوث أي عطل في المعدات أو وقوع حادث أو خطأ أو مصادفة مؤسفة، أو غير ذلك من الأحداث أو الظروف غير العادية التي يحتمل أن تؤدي الى تجاوز كمية معينة لأي حد أو قيد ذي صلة فيما يتعلق بالتشغيل.

رابعا-١٩- تجرى التحقيقات في أسرع وقت ممكن بعد وقوع الحدث، ويعد تقرير كتابي حول الأسباب المؤدية اليه، مع تقديم ما يثبت أو يحدد وجود أي جرعات تمت أو تجمعت، والتوصيات اللازمة لمنع تكرار أحداث مماثلة.

رابعا-٢٠- يرسل الى الهيئة الرقابية بأسرع ما يمكن، والى الأطراف الأخرى حسب الاقتضاء، تقرير موجز عن أي تحقيق رسمي يتصل بالأحداث التي تحددها الهيئة الرقابية، بما في ذلك التعرضات التي تتجاوز حدا معينا للجرعات.

## الاستعداد لادارة الحـــوادث

رابعا-٢١- يتأهب المسجلون والمرخص لهم لاتخاذ أي اجراءات ضرورية لمواجهة وعلاج أي مصادفة مؤسفة يتوقع حدوثها بصورة معقولة أثناء التشغيل، أو أي حادث يمكن أن يتعرض له أي مصدر.

رابعا-٢٢- بالنسبة للمصادر التي يحتمل أن تؤدي الى تعرضات غير عادية، والتي يمكن اتخاذ اجراء بشأنها لمراقبة أحد الحوادث أو التأثير على اتجاهه والتخفيف من عواقبه، يقوم المسجلون والمرخص لهم بما يلي:

(أ) الاعداد المسبق لارشادات بشأن التصرف حيال الحوادث التي تقع في منشآتهم، تراعى فيها الاستجابة المتوقعة للحوادث على ضوء سمات الوقاية والأمان الخاصة بالمصدر؛

(ب) توفير المعدات والأجهزة والأدوات التشخيصية المساعدة التي قد تلزم لمراقبة تطور وعواقب الحوادث التي تتعرض لها المصادر؛

(ج) وتدريب عاملي التشغيل والطوارئ واعادة تدريبهم بصورة دورية على الاجراءات الواجب اتباعها في حالة وقوع حادث.

## الاستفادة من خبرة التشغيل

رابعا-٢٣- يكفل المسجلون والمرخص لهم تعميم المعلومات ذات الأهمية بالنسبة للوقاية أو الأمان في عمليات التشغيل العادية وغير العادية على حد سواء على الهيئة الرقابية وغيرها من الأطراف ذات الصلة، أو توفير هذه المعلومات حسب الاقتضاء، على النحو الذي تحدده الهيئة الرقابية. وتشمل هذه المعلومات، على سبيل المثال، الجرعات المرتبطة بأنشطة معينة، وبيانات الصيانة، ووصف الأحداث، والاجراءات التصحيحية.

## توكيد الجـــودة

رابعا-٢٤- يضطلع المسجلون والمرخص لهم بمسؤولية وضع برنامج توكيد الجودة على النحو الذي تقتضيه المتطلبات الرئيسة لهذه المعايير، ويراعى أن تتناسب طبيعة برنامج توكيد الجودة ومداه مع قدر واحتمال التعرضات الممكنة الناجمة عن المصادر الخاضعة لمسؤوليتهم.

رابعا-٢٥- يتضمن برنامج توكيد الجودة ما يلي:

(أ) اجراءات مخططة ومنهجية ترمي الى توفير الثقة الكافية في الوفاء بالمتطلبات المحددة للتصميم والتشغيل فيما يتعلق بالوقاية والأمان، بما في ذلك اتخاذ ترتيبات للاستفادة من خبرة التشغيل؛

(ب) واطارا لدراسة المهام، وتطوير الأساليب المستخدمة، وارساء القواعد وتحديد المهارات الضرورية لتصميم المصدر وتشغيله؛

(ج) واعتماد التصميمات، وتوريد المواد واستخدامها، وطرق التصنيع والتفتيش والاختبار، واجراءات التشغيل وغيرها من الاجراءات.

# التذييل الخامس

# حالات التعرض الطارئ

## المسؤوليـــات

خامسا-١- يفترض أن تكون الدولة قد قررت مسبقا توزيع المسؤوليات لادارة التدخل في حالات التعرض الطارئ بين الهيئة الرقابية وهيئات التدخل الوطنية والمحلية والمسجلين أو المرخص لهم.

## خطـط الطـــــوارئ

خامسا-٢- تعد خطط للطوارئ تحدد فيها كيفية تنفيذ المسؤوليات المتعلقة بادارة التدخل في الموقع وخارجه وعبر الحدود الوطنية، حسب الاقتضاء، ضمن خطط منفصلة وان كانت مترابطة.

خامسا-٣- تكفل السلطات المسؤولة المختصة ما يلي:

(أ) أن يتم اعداد خطط للطوارئ، والموافقة عليها بالنسبة لأي ممارسة أو مصدر قد يحتاج الى تدخل طارئ بشأنه؛

(ب) وأن تشارك هيئات التدخل في اعداد خطط الطوارئ حسب الاقتضاء؛

(ج) وأن يراعى في جوهر خطط الطوارئ وسماتها وأبعادها النتائج التي يسفر عنها تحليل أي حادث وأي دروس مستفادة من خبرة التشغيل ومن الحوادث التي تقع في مصادر من نوع مماثل؛

(د) وأن تتم مراجعة واستكمال خطط الطوارئ بصفة دورية؛

(هـ) وأن تتخذ الترتيبات لتدريب العاملين الذين يشتركون في تنفيذ خطط الطوارئ، وتجرى تجارب على هذه الخطط على فترات مناسبة بالاشتراك مع الهيئات المختصة؛

(و) وأن تقدم معلومات مسبقة لأفراد الجمهور الذين يحتمل أن يتأثروا من وقوع حادث ما.

خامسا-٤- تشمل خطط الطوارئ ما يلي حسب الاقتضاء:

(أ) توزيع المسؤوليات عن ابلاغ الهيئات ذات الصلة وبدء التدخل؛

(ب) وتحديد ظروف التشغيل المختلفة والظروف الأخرى للمصدر والتي يمكن أن تؤدي الى ضرورة التدخل؛

(ج) ومستويات للتدخل، اعتمادا على دراسة المبادئ التوجيهية الواردة في المرفق الخامس، بالنسبة للاجراءات الوقائية ذات الصلة ونطاق تطبيقها، مع مراعاة الدرجات المحتملة لشدة الحوادث أو حالات الطوارئ التي قد تقع؛

(د) واجراءات للاتصال بأي هيئة تدخل مختصة، بما في ذلك ترتيبات الاتصالات، واجراءات للحصول على المساعدة من هيئات الاطفاء، والهيئات الطبية، والشرطة، وغيرها من الهيئات المختصة؛

(هـ) ووصفا للمنهجية والأجهزة المستخدمة في تقويم الحادث وعواقبه في الموقع وخارجه؛

(و) ووصفا للترتيبات الخاصة باعلام الجمهور في حالة وقوع حادث؛

(ز) والمعايير الخاصة بانهاء كل اجراء وقائي.

خامسا-٥- يكفل المسجلون والمرخص لهم اتخاذ الترتيبات الملائمة لتوفير معلومات وافية وسريعة وابلاغها الى السلطات المسؤولة تحقيقا لما يلي:

(أ) التنبؤ أو التقويم المبكر لمدى وخطورة أي تصريف عارض لمواد مشعة في البيئة؛

(ب) والتقويم السريع والمستمر للحادث أولا بأول؛

(ج) وتحديد الحاجة الى اتخاذ اجراءات وقائية.

خامسا-٦- ينفذ المسجلون والمرخص لهم خطط الطوارئ في الموقع.

خامسا-٧- تنفذ هيئات التدخل خطط الطوارئ خارج الموقع وأي خطة للآثار العابرة للحدود.

## التدخل في حالات التعرض الطـــارئ

### لمحة عامـــــة

خامسا-٨- يتم التدخل في حالات التعرض الطارئ على أساس مستويات التدخل أو مستويات الاجراء. وتحسب مستويات التدخل على أساس الجرعة المتوقع تجنبها بمرور الوقت عن طريق اجراء وقائي محدد يرتبط بالتدخل، كما تحسب مستويات الاجراء على أساس تركيز النشاط الاشعاعي في النويدات المشعة الموجودة في المواد الغذائية والمياه والمحاصيل.

خامسا-٩- تتم أمثلة مستويات التدخل ومستويات الاجراء لأغراض الاجراءات الوقائية، ولكن ينبغي ألا تسمح بتجاوز مستويات معينة من الجرعات يبرر التدخل عندها في جميع الأوقات تقريبا. وتستخدم القيم الخاصة بمستويات التدخل والمدرجة في خطط الطوارئ كمعايير أولية لتنفيذ الاجراءات الوقائية، وان كان يجوز تعديلها لمراعاة الظروف السائدة وتطوراتها المحتملة.

### تبريـر التدخـــــل

خامسا-١٠- من المؤكد تقريبا أن الاجراءات الوقائية سوف يكون لها ما يبررها اذا كان يحتمل أن تؤدي الجرعة المتوقعـــة، وليس الجرعة الممكن تفاديها أو معدل الجرعة، بالنسبة لأي فرد الى اصابة خطيرة. ففي مثل هذه الظروف، يجب تبرير أي قرار بعدم اتخاذ اجراء وقائي على أساس عاجل. ويتضمن المرفق الرابع مستويات الجرعات التي يمكن أن تؤدي الى مثل هذه الاصابة.

## أمثلة الاجراءات الوقائية: مستويات التدخل ومستويات الاجراء

### مستويات التدخل ومستويات الاجراء اللازمة لاتخاذ اجراءات وقائية عاجلة

خامسا-١١- تتخذ القرارات الخاصة بالقيام باجراءات وقائية عاجلة على ضوء الظروف السائدة وقت وقوع حادث ما، وتبنى على أساس توقع انطلاق مواد مشعة الى البيئة، اذا كان ذلك ممكنا، ولا يؤجل اتخاذها رهنا باجراء القياسات التي تؤكد هذا الانطلاق. كما توجد، بالاضافة الى هذه الاجراءات الوقائية، اجراءات أخرى، مثل ازالة التلوث الشخصي، أو الأشكال الأولية لوقاية الجهاز التنفسي، والتي يمكن تنفيذها في حالات خاصة، وان كانت لم توضع بشأنها مستويات للتدخل.

## ٥- حالات التعرض الطارئ

خامسا-١٢- تحدد في خطط الطوارئ مستويات التدخل اللازمة لاتخاذ اجراءات وقائية عاجلة، بما في ذلك الاحتماء والاخلاء والمعالجة الوقائية باليود، مع مراعاة الارشادات الواردة في المرفق الخامس، وينظر في موضوع التدخل بالنسبة لأي مجموعة من السكان يتوقع أن تتجاوز لديها الجرعة الممكن تفاديها مستويات التدخل.

خامسا-١٣- تحدد في خطط الطوارئ، حسب الاقتضاء، مستويات الاجراء بالنسبة لسحب واحلال امدادات محددة من الأغذية ومياه الشرب.

خامسا-١٤- اذا لم يكن هناك نقص في الأغذية ولم تكن هناك عوامل أخرى قسرية اجتماعية أو اقتصادية، تستند مستويات الاجراء لسحب واحلال امدادات محددة من الأغذية ومياه الشرب على الارشادات الموضحة في المرفق الخامس، وتلتزم بالتوصيات التي وضعتها لجنة لائحة المأكولات المشتركة بين منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية، فيما يتعلق بالاتجار الدولي في الأغذية الملوثة بنويدات مشعة[٢٨]. وتنطبق مستويات الاجراء على الأغذية التي تستهلك كما هي، وعلى الأغذية المجففة أو المركزة بعد تخفيفها أو اعادة تشكيلها.

خامسا-١٥- اذا كان هناك نقص في الأغذية أو كانت هناك عوامل أخرى قسرية اجتماعية أو اقتصادية وفي ظروف معينة، فانه من المتوقع استخدام مستويات للاجراء بصورة مثلى بالنسبة للأغذية ومياه الشرب. بيد أن القرارات الخاصة باتخاذ اجراء يتجاوز مستويات الاجراء والمحددة في المرفق الخامس سوف تخضع لعملية تبرير التدخل وأمثلة مستويات الاجراء.

خامسا-١٦- يجوز تحديد مستويات للاجراء تزيد عشر مرات عن المستويات الخاصة بالمواد الغذائية الرئيسة في حالة فئات من الأغذية مثل التوابل التي تستهلك بكميات ضئيلة (أقل من ١٠ كجم للفرد سنويا مثلا)، والتي تمثل جزءا طفيفا للغاية من النظام الغذائي الكلي، والتي قد تزيد من التعرضات الفردية بنسبة ضئيلة للغاية.

### مستويات التدخل ومستويات الاجراء اللازمة لاتخاذ اجراءات وقائية طويلة الأجل

خامسا-١٧- ينظر في اتخاذ اجراءات وقائية في المجال الزراعي والهيدرولوجي وغير ذلك من المجالات التقنية أو الصناعية في أعقاب تلوث الأراضي أو المياه بعد وقوع حادث، مع مراعاة الارشادات التي وضعتها منظمة الأغذية والزراعة والوكالة الدولية للطاقة الذرية بشأن الحوادث الاشعاعية والتدابير الزراعية الوقائية[٢٩].

---

(٢٨) JOINT FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS/WORLD ORGANIZATION FOOD STANDARDS PROGRAMME, Codex Alimentarius Commission, Codex Alimentarius, Vol. 1 (1991) Section 6.1, Levels for Radionuclides.

(٢٩) INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY/FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, Guidelines for Agricultural Countermeasures Following an Accidental Release of Radionuclides, Technical Reports Series No. 363. IAEA, Vienna (1994).

خامسا-١٨- يخضع الاتجار الدولي في الأغذية الملوثة بالنويدات المشعة للتوصيات التي وضعتها لجنة لائحة المأكولات المشتركة بين منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية[٣٠]، والموضحة في المرفق الخامس.

خامسا-١٩- تُحدد خطط الطوارئ مستويات التدخل للترحيل المؤقت للأشخاص المعرضين واعادتهم، مع مراعاة الارشادات الموضحة في المرفق الخامس.

خامسا-٢٠- تواظب هيئة التدخل على ابلاغ الأشخاص المرحلين مؤقتا بالموعد المحتمل لعودتهم الى ديارهم، وبالاجراءات المتخذة لوقاية ممتلكاتهم.

خامسا-٢١- يولى الاعتبار لاعادة التوطين الدائم للأشخاص المعرضين في الحالات التالية:
(أ) اذا كان يتوقع أن تتجاوز مدة الترحيل المؤقت حدا متفقا عليه؛
(ب) أو اذا كان هناك مبرر لاعادة التوطين الدائم على أساس الجرعة التي يمكن تفاديها.
ويتضمن المرفق الخامس ارشادات بشأن مستويات التدخل العامة لاعادة التوطين الدائم.

خامسا-٢٢- تجرى مشاورات كافية مع الأشخاص المحتمل تأثرهم قبل الشروع في برامج لاعادة التوطين الدائم.

## التقويم والرصد بعد الحـــوادث

خامسا-٢٣- تتخذ كافة الخطوات المعقولة لتقويم التعرضات التي يتلقاها أفراد الجمهور نتيجة لوقوع حادث، وتعلن نتائج هذه التقويمات للجمهور.

خامسا-٢٤- تبنى التقويمات على أساس أفضل المعلومات المتاحة، ويتم استكمالها فورا على ضوء أي معلومات يمكن أن تحقق نتائج أكثر دقة بصورة جوهرية.

خامسا-٢٥- يتم الاحتفاظ بسجلات شاملة للتقويمات واستكمالاتها، وسجلات لنتائج رصد العاملين والجمهور والبيئة.

## وقف التدخل بعد وقوع حـــادث

خامسا-٢٦- تتوقف الاجراءات الوقائية عندما يتضح من التقويمات اللاحقة عدم وجود ما يبرر الاستمرار في الاجراء.

---

(٣٠) JOINT FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS/WORLD HEALTH ORGANIZATION FOOD STANDARDS PROGRAMME, Codex Alimentarius Commission, Codex Alimentarius, Vol. 1 (1991) Section 6.1,Levels for Radionuclides.

## وقاية العاملين القائمين بالتدخـــل

خامسا-٢٧- لايجوز أن يتعرض أي عامل يضطلع بعملية تدخل[٣١] لجرعة تتجاوز أقصى حد للجرعة في سنة واحدة بالنسبة للتعرض المهني على النحو المحدد في المرفق الثاني، باستثناء الحالات التالية:

(أ) لغرض انقاذ الحياة أو منع حدوث اصابة خطيرة؛

(ب) أو أثناء القيام باجراءات تستهدف تفادي جرعة تجميعية كبيرة؛

(ج) أو أثناء القيام باجراءات لمنع تطور ظروف مأساوية.

وعند الاضطلاع بالتدخل في ظل هذه الظروف، تبذل كل الجهود المعقولة لكي تكون الجرعات التي يتلقاها العاملون أقل من ضعف أقصى حد للجرعة في سنة واحدة، باستثناء الاجراءات المتخذة لانقاذ الحياة، حيث تبذل كل الجهود الممكنة لكي تكون الجرعات أقل من عشرة أضعاف أقصى حد للجرعة في سنة واحدة تجنبا لحدوث آثار مؤكدة على الصحة. وفضلا عن ذلك، لا يضطلع العاملون باجراءات قد تقترب فيها الجرعة التي يتلقونها من عشرة أضعاف أقصى حد للجرعة في سنة واحدة، أو تتجاوز هذا الحد، الا في الحالات التي تكون فيها الفوائد التي تتحقق للآخرين أعلى بشكل واضح من الخطر الذي يتعرضون له.

خامسا-٢٨- يعتبر العاملون الذين يضطلعون باجراءات قد تتجاوز فيها الجرعة الحد الأقصى للجرعة في سنة واحدة بمثابة متطوعين[٣٢]، وتتم توعيتهم سلفا وبشكل واضح وشامل بالمخاطرة الصحية المحتملة، ويتم تدريبهم، بالقدر الملائم، على الاجراءات التي قد يقتضيها ذلك.

خامسا-٢٩- تحدد خطط الطوارئ الشخص المسؤول عن تحقيق الامتثال للمتطلبات السابقة.

خامسا-٣٠- بمجرد انتهاء المرحلة الطارئة في أي تدخل، يخضع العاملون الذين يضطلعون بعمليات استعادة الحالة الطبيعية، مثل اجراء اصلاحات للمحطة والمباني، أو التخلص من النفايات، أو ازالة التلوث من الموقع والمنطقة المحيطة، للنظام الكامل للمتطلبات المفصلة بالنسبة للتعرض المهني على النحو الموضح في التذييل الأول.

خامسا-٣١- تتخذ كافة الخطوات المعقولة لتوفير الوقاية الملائمة أثناء التدخل الطارئ ولتقويم وتسجيل الجرعات التي يتلقاها العاملون القائمون بالتدخل الطارئ. وبعد انتهاء التدخل، يتم ابلاغ العاملين المشاركين بما تم تلقيه من جرعات وبالمخاطرة الصحية الناجمة عن ذلك.

خامسا-٣٢- لا يستبعد أن يتلقى العاملون في الأحوال العادية تعرضا مهنيا اضافيا بسبب الجرعات التي يتلقونها في حالة التعرض الطارئ. بيد أنه يلزم الحصول على مشورة طبية من شخص مؤهل قبل تلقي مثل هذا التعرض الاضافي، اذا تلقى عامل شارك في حالة تعرض طارئ جرعة تتجاوز عشرة أضعاف أقصى حد للجرعة في سنة واحدة، أو بناء على طلب العامل.

---

(٣١) قد يشمل العاملون القائمون بالتدخل، الى جانب أولئك الذين بعينهم المسجلون والمرخص لهم، بعض الأفراد المعاونين مثل رجال الشرطة، ورجال الاطفاء، والعاملين الطبيين، والسائقين وأطقم المركبات المستخدمة في الاخلاء.

(٣٢) اذا شارك أفراد عسكريون في هذه الاجراءات، فان هذه المتطلبات قد لا تنطبق في بعض الظروف. غير أن تعرض هؤلاء الأفراد يتم تحديده طبقا لمستويات خاصة تقررها الهيئة الرقابية.

# التذييل السادس

# حالات التعرض المزمن

## المسؤوليـــات

سادسا-١- يفترض أن تكون الدولة قد قررت توزيع المسؤوليات المتعلقة بادارة التدخل في حالات التعرض المزمن بين الهيئة الرقابية، وهيئات التدخل الوطنية والمحلية والمسجلين أو المرخص لهم.

## خطط الاجراءات العلاجية

سادسا-٢- تعد هيئة التدخل، حسب الاقتضاء، خططا عامة أو موقعية للاجراءات العلاجية بالنسبة لحالات التعرض المزمن. وتحدد في هذه الخطط الاجراءات العلاجية ومستويات الاجراء التي لها ما يبررها والتي تستخدم على النحو الأمثل، مع مراعاة ما يلي:

(أ) التعرضات الفردية والتجميعية؛

(ب) والمخاطر الاشعاعية وغير الاشعاعية؛

(ج) والتكاليف المالية والاجتماعية والفوائد والمسؤوليات المالية بالنسبة للاجراءات العلاجية.

## مستويات الاجراء في حالات التعرض المزمن[٣٣]

سادسا-٣- تحدد مستويات الاجراء اللازمة للتدخل عن طريق اجراء علاجي باستخدام القيم الكمية الملائمة، مثل المتوسط السنوي لمعدل مكافئ الجرعة المحيطة، أو متوسط مناسب لتركيز النشاط الاشعاعي للنويدات المشعة الموجود وقت النظر في اتخاذ اجراء علاجي.

سادسا-٤- بالنسبة لمستويات الاجراء في حالات التعرض المزمن، تراعى الفوائد والتكاليف التي يتم تقديرها في خطة الاجراءات العلاجية. وبالنسبة للرادون في المنازل وأماكن العمل، يتوقع أن تكون مستويات الاجراء المثلى، بشكل عام، ضمن اطار المبادئ التوجيهية المحددة في المرفق السادس.

---

(٣٣) وقت اقرار هذه المعايير أتيحت توصيات مقدمة من اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات بشأن التعرض المزمن للرادون فقط. ولهذا تركز المتطلبات المفصلة والكمية الخاصة بحالات التعرض المزمن على الرادون.

سادسا-٥- تقرر الهيئة الرقابية أو هيئة التدخل ما اذا كانت الاجراءات العلاجية المتخذة بالنسبة لحالات التعرض المزمن في المساكن ملزمة أم استشارية، مع مراعاة الظروف الاجتماعية والقانونية المنطبقة.(٣٤)

(٣٤) تبرز توصيات اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات دور السلطات الوطنية في تقرير مستويات التمويل لخفض الرادون بشكل عام والجوانب الأخرى لتحسينات المساكن (أنظر: INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIATION PROTECTION; Protection against Radon -222 at Home and at Work; ICRP Publication No. 65, Annals of the ICRP 23 2, Pergamon Press, Oxford (1993), para. (68)).

# المرفقـــــــات

# المرفق الأول

## الاعفـــاءات

### معايير الاعفـــاء

(أولا-١) يجوز اعفاء الممارسات والمصادر الواقعة في اطار الممارسات من متطلبات هذه المعايير، بما في ذلك متطلبات الابلاغ أو التسجيل أو الترخيص، اذا ما اقتنعت الهيئة الرقابية بأن المصادر مستوفية لمعايير الاعفاء أو مستويات الاعفاء المحددة في هذا المرفق، أو أي مستويات أخرى للاعفاء تحددها الهيئة الرقابية على أساس معايير الاعفاء هذه. ولا ينبغي منح الاعفاء للسماح بممارسات لا يمكن تبريرها في الأحوال الأخرى.

(أولا-٢) تتمثل المبادئ العامة للاعفاء[٣٥] فيما يلي:

(أ) أن تكون المخاطر الاشعاعية على الأفراد والناجمة عن الممارسة أو المصدر المعفى ضئيلة بالقدر الذي يجعلها غير ذات أهمية من الوجهة الرقابية؛

(ب) وأن يكون الأثر الاشعاعي التجميعي للممارسة أو المصدر المعفى ضئيلا بالقدر الذي لا يستدعي تحكما رقابيا في الظروف السائدة؛

(ج) وأن تكون الممارسات والمصادر المعفاة مأمونة ذاتيا، مع عدم وجود احتمالات كبيرة لتصورات قد تنضي الى عدم الوفاء بالمعايير الواردة في (أ) و (ب).

(أولا -٣) يجوز اعفاء ممارسة أو مصدر يقع في اطار ممارسة دون مزيد من البحث بشرط الوفاء بالمعايير التالية في جميع الأحوال الممكنة:

(أ) أن تكون الجرعة الفعالة المتوقع أن يتعرض لها أي من أفراد الجمهور نتيجة للممارسة أو المصدر المعفى في حدود ١٠ ميكروسيفرت أو أقل في سنة واحدة،

(ب) وألا تزيد الجرعة الفعالة التجميعية التي يتم التعرض لها في سنة واحدة من عمل الممارسة عن حوالي ١ سيفرت/رجل؛ أو يتضح من تقويم أو بلوغ الحد الأمثل للوقاية أن الاعفاء هو الخيار الأمثل.

### المصادر المعفاة ومستويات الاعفاء

(أولا -٤) بموجب المعايير المذكورة في الفقرات (أولا-١) الى (أولا-٣) تعفى من متطلبات هذه المعايير المصادر التالية الواقعة في اطار الممارسات، على نحو تلقائي دون مزيد من البحث، بما في ذلك متطلبات الابلاغ أو التسجيل أو الترخيص:

---

(٣٥) أنظر: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY; Principles for the Exemption of Radiation Sources and Practices from Regulatory Control, Safety Series No. 89, IAEA, Vienna (1988).

(أ) المواد المشعة التي لا يتجاوز فيها النشاط الاشعاعي الكلي لنويدة معينة توجد في المنشأة في أي وقت، أو تركيز النشاط الاشعاعي المستخدم في الممارسة، مستويات الاعفاء الموضحة في الجدول الأول-أولا من المرفق الأول[٣٦]؛

(ب) ومولدات الاشعاع من نوع توافق عليه الهيئة الرقابية، وأي أنبوب الكتروني، مثل أنابيب الأشعة الكاثودية المعدة لعرض الصور المرئية، بشرط:

'١' ألا ينجم عنها في ظروف التشغيل العادية معدل لمكافئ الجرعة المحيطة أو معدل لمكافئ الجرعة الاتجاهية، حسب الاقتضاء، يتجاوز ١ ميكروسيفرت في الساعة $1\ \mu Sv.h^{-1}$ على مسافة ١ر٠ متر من أي سطح للجهاز يمكن الوصول اليه؛

'٢' أو ألا تتجاوز أقصى طاقة للاشعاع الناتج ٥ كيلو الكترون فولت.

(أولا -٥) يجوز منح اعفاءات مشروطة رهنا بالشروط التي تحددها الهيئة الرقابية، مثل الشروط المتعلقة بالشكل الفيزيائي أو الكيميائي، وباستخدام المواد المشعة أو التخلص منها. ويجوز منح مثل هذا الاعفاء، على وجه الخصوص، لجهاز يحتوي على مواد مشعة غير معفاة في الأحوال الأخرى بموجب الفقرة الفرعية (أ) من الفقرة (أولا-٤) بالشروط التالية:

(أ) أن يكون من النوع الذي وافقت عليه الهيئة الرقابية؛

(ب) وأن تكون المواد المشعة على شكل مصادر مختومة تمنع على نحو فعال أي تلامس مع المواد المشعة، أو تحول دون تسربها؛ بشرط ألا تمنع اعفاء كميات صغيرة من المصادر المختومة كتلك التي تستخدم في القياس المناعي الاشعاعي؛

(ج) وألا ينجم عنه في ظروف التشغيل العادية معدل لمكافئ الجرعة المحيطة أو معدل لمكافئ الجرعة الاتجاهية، حسب الاقتضاء، يتجاوز ١ ميكروسيفرت في الساعة $1\ \mu Sv.h^{-1}$ على مسافة ١ر٠ متر من أي سطح للجهاز يمكن الوصول اليه؛

(د) وأن تحدد الهيئة الرقابية الشروط اللازمة للتخلص.

(أولا -٦) تعفى المواد المشعة المأذون باطلاقها الى البيئة والناجمة عن ممارسة مأذون بها أو مصدر مأذون به، من أي متطلبات جديدة للابلاغ أو التسجيل أو الترخيص، ما لم تنص الهيئة الرقابية على خلاف ذلك.

---

(٣٦) تخضع مستويات الاعفاء الارشادية الواردة في الجدول الأول-أولا بالمرفق الأول للاعتبارات التالية:

(أ) اشتقت هذه المستويات باستخدام نموذج متحفظ يعتمد على: '١' المعايير الواردة في الفقرة (أولا-٣) و '٢' سلسلة من التصورات المحددة (المقيدة) للاستخدام والتخلص. وتمثل القيم الخاصة بتركيز النشاط الاشعاعي والنشاط الاشعاعي الكلي أدنى قيم محسوبة في أي تصور، بالنسبة لكمية معتدلة من المواد. (أنظر:

COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, Principles and Methods for Establishing Concentrations and Quantities (Exemption Values) below Which Reporting Is Not Required in the European Directive, Radiation Protection 65,Doc. XI-028/93, CEC, Brussels (1993).

(ب) يقتصر تطبيق الاعفاء بالنسبة للنويدات المشعة الطبيعية -في حالة عدم استثنائها- على ادراج النويدات المشعة التي تظهر بصورة طبيعية في المنتجات الاستهلاكية أو استخدامها كمصدر اشعاعي (مثل Ra-226, Po-210) أو لخواصها العنصرية (مثل الثوريوم، اليورانيوم).

(ج) في حالة وجود أكثر من نويدة مشعة واحدة، يؤخذ في الاعتبار المجموع الملائم لنسب النشاط الاشعاعي أو تركيز النشاط الاشعاعي لكل نويدة مشعة، وكذلك النشاط الاشعاعي أو تركيز النشاط الاشعاعي المعنى المتصل بذلك.

(د) غير أنه قد يتطلب الاعفاء بالنسبة لكميات سائبة من المواد تقل تركيزات نشاطها الاشعاعي عن مستويات الاعفاء الارشادية الموضحة في الجدول الأول-أولا مزيدا من البحث من جانب الهيئة الرقابية، ما لم يتم استثناء التعرض.

## الجدول الأول-أولا: مستويات الاعفاء: النشاط الاشعاعي المعفى

تركيزات النويدات المشعة، وأنشطتها الاشعاعية المعفاة
(مقربة) (أنظر الحاشية ٣٦)

| Nuclide | Activity concentration (Bq/g) | Activity (Bq) | Nuclide | Activity concentration (Bq/g) | Activity (Bq) |
|---|---|---|---|---|---|
| H-3 | $1 \times 10^{6}$ | $1 \times 10^{9}$ | Fe-52 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| Be-7 | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{7}$ | Fe-55 | $1 \times 10^{4}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| C-14 | $1 \times 10^{4}$ | $1 \times 10^{7}$ | Fe-59 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| O-15 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{9}$ | Co-55 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| F-18 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{6}$ | Co-56 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{5}$ |
| Na-22 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{6}$ | Co-57 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| Na-24 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{5}$ | Co-58 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| Si-31 | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{6}$ | Co-58m | $1 \times 10^{4}$ | $1 \times 10^{7}$ |
| P-32 | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{5}$ | Co-60 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{5}$ |
| P-33 | $1 \times 10^{5}$ | $1 \times 10^{8}$ | Co-60m | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| S-35 | $1 \times 10^{5}$ | $1 \times 10^{8}$ | Co-61 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| Cl-36 | $1 \times 10^{4}$ | $1 \times 10^{6}$ | Co-62m | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{5}$ |
| Cl-38 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{5}$ | Ni-59 | $1 \times 10^{4}$ | $1 \times 10^{8}$ |
| Ar-37 | $1 \times 10^{6}$ | $1 \times 10^{8}$ | Ni-63 | $1 \times 10^{5}$ | $1 \times 10^{8}$ |
| Ar-41 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{9}$ | Ni-65 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| K-40 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{6}$ | Cu-64 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| K-42 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{6}$ | Zn-65 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| K-43 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{6}$ | Zn-69 | $1 \times 10^{4}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| Ca-45 | $1 \times 10^{4}$ | $1 \times 10^{7}$ | Zn-69m | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| Ca-47 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{6}$ | Ga-72 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{5}$ |
| Sc-46 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{6}$ | Ge-71 | $1 \times 10^{4}$ | $1 \times 10^{8}$ |
| Sc-47 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{6}$ | As-73 | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{7}$ |
| Sc-48 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{5}$ | As-74 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| V-48 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{5}$ | As-76 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{5}$ |
| Cr-51 | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{7}$ | As-77 | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| Mn-51 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{5}$ | Se-75 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| Mn-52 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{5}$ | Br-82 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| Mn-52m | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{5}$ | Kr-74 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{9}$ |
| Mn-53 | $1 \times 10^{4}$ | $1 \times 10^{9}$ | Kr-76 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{9}$ |
| Mn-54 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{6}$ | Kr-77 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{9}$ |
| Mn-56 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{5}$ | Kr-79 | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{5}$ |

## الجدول الأول- أولا (تابع)

| Nuclide | Activity concentration (Bq/g) | Activity (Bq) | Nuclide | Activity concentration (Bq/g) | Activity (Bq) |
|---|---|---|---|---|---|
| Kr-81 | $1 \times 10^{4}$ | $1 \times 10^{7}$ | Tc-97 | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{8}$ |
| Kr-83m | $1 \times 10^{5}$ | $1 \times 10^{12}$ | Tc-97m | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{7}$ |
| Kr-85 | $1 \times 10^{5}$ | $1 \times 10^{4}$ | Tc-99 | $1 \times 10^{4}$ | $1 \times 10^{7}$ |
| Kr-85m | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{10}$ | Tc-99m | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{7}$ |
| Kr-87 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{9}$ | Ru-97 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{7}$ |
| Kr-88 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{9}$ | Ru-103 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| Rb-86 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{5}$ | Ru-105 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| Sr-85 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{6}$ | Ru-106[a] | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{5}$ |
| Sr-85m | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{7}$ | Rh-103m | $1 \times 10^{4}$ | $1 \times 10^{8}$ |
| Sr-87m | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{6}$ | Rh-105 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{7}$ |
| Sr-89 | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{6}$ | Pd-103 | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{8}$ |
| Sr-90[a] | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{4}$ | Pd-109 | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| Sr-91 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{5}$ | Ag-105 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| Sr-92 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{6}$ | Ag-110m | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| Y-90 | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{5}$ | Ag-111 | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| Y-91 | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{6}$ | Cd-109 | $1 \times 10^{4}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| Y-91m | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{6}$ | Cd-115 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| Y-92 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{5}$ | Cd-115m | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| Y-93 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{5}$ | In-111 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| Zr-93[a] | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{7}$ | In-113m | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| Zr-95 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{6}$ | In-114m | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| Zr-97[a] | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{5}$ | In-115m | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| Nb-93m | $1 \times 10^{4}$ | $1 \times 10^{7}$ | Sn-113 | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{7}$ |
| Nb-94 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{6}$ | Sn-125 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{5}$ |
| Nb-95 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{6}$ | Sb-122 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{4}$ |
| Nb-97 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{6}$ | Sb-124 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| Nb-98 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{5}$ | Sb-125 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| Mo-90 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{6}$ | Te-123m | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{7}$ |
| Mo-93 | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{8}$ | Te-125m | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{7}$ |
| Mo-99 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{6}$ | Te-127 | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| Mo-101 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{6}$ | Te-127m | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{7}$ |
| Tc-96 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{6}$ | Te-129 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| Tc-96m | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{7}$ | Te-129m | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{6}$ |

## الجدول الأول- أولا (تابع)

| Nuclide | Activity concentration (Bq/g) | Activity (Bq) | Nuclide | Activity concentration (Bq/g) | Activity (Bq) |
|---|---|---|---|---|---|
| Te-131 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{5}$ | Ce-143 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| Te-131m | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{6}$ | Ce-144[a] | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{5}$ |
| Te-132 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{7}$ | Pr-142 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{5}$ |
| Te-133 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{5}$ | Pr-143 | $1 \times 10^{4}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| Te-133m | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{5}$ | Nd-147 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| Te-134 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{6}$ | Nd-149 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| I-123 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{7}$ | Pm-147 | $1 \times 10^{4}$ | $1 \times 10^{7}$ |
| I-125 | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{6}$ | Pm-149 | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| I-126 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{6}$ | Sm-151 | $1 \times 10^{4}$ | $1 \times 10^{8}$ |
| I-129 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{5}$ | Sm-153 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| I-130 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{6}$ | Eu-152 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| I-131 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{6}$ | Eu-152m | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| I-132 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{5}$ | Eu-154 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| I-133 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{6}$ | Eu-155 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{7}$ |
| I-134 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{5}$ | Gd-153 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{7}$ |
| I-135 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{6}$ | Gd-159 | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| Xe-131m | $1 \times 10^{4}$ | $1 \times 10^{4}$ | Tb-160 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| Xe-133 | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{4}$ | Dy-165 | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| Xe-135 | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{10}$ | Dy-166 | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| Cs-129 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{5}$ | Ho-166 | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{5}$ |
| Cs-131 | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{6}$ | Er-169 | $1 \times 10^{4}$ | $1 \times 10^{7}$ |
| Cs-132 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{5}$ | Er-171 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| Cs-134m | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{5}$ | Tm-170 | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| Cs-134 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{4}$ | Tm-171 | $1 \times 10^{4}$ | $1 \times 10^{8}$ |
| Cs-135 | $1 \times 10^{4}$ | $1 \times 10^{7}$ | Yb-175 | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{7}$ |
| Cs-136 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{5}$ | Lu-177 | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{7}$ |
| Cs-137[a] | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{4}$ | Hf-181 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| Cs-138 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{4}$ | Ta-182 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{4}$ |
| Ba-131 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{6}$ | W-181 | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{7}$ |
| Ba-140[a] | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{5}$ | W-185 | $1 \times 10^{4}$ | $1 \times 10^{7}$ |
| La-140 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{5}$ | W-187 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| Ce-139 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{6}$ | Re-186 | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| Ce-141 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{7}$ | Re-188 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{5}$ |

## الجدول الأول- أولا (تابع)

| Nuclide | Activity concentration (Bq/g) | Activity (Bq) | Nuclide | Activity concentration (Bq/g) | Activity (Bq) |
|---|---|---|---|---|---|
| Os-185 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{6}$ | Rn-222[a] | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{8}$ |
| Os-191 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{7}$ | Ra-223[a] | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{5}$ |
| Os-191m | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{7}$ | Ra-224[a] | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{5}$ |
| Os-193 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{6}$ | Ra-225 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{5}$ |
| Ir-190 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{6}$ | Ra-226[a] | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{4}$ |
| Ir-192 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{4}$ | Ra-227 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| Ir-194 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{5}$ | Ra-228[a] | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{5}$ |
| Pt-191 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{6}$ | Ac-228 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| Pt-193m | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{7}$ | Th-226[a] | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{7}$ |
| Pt-197 | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{6}$ | Th-227 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{4}$ |
| Pt-197m | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{6}$ | Th-228[a] | $1 \times 10^{0}$ | $1 \times 10^{4}$ |
| Au-198 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{6}$ | Th-229[a] | $1 \times 10^{0}$ | $1 \times 10^{3}$ |
| Au-199 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{6}$ | Th-230 | $1 \times 10^{0}$ | $1 \times 10^{4}$ |
| Hg-197 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{7}$ | Th-231 | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{7}$ |
| Hg-197m | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{6}$ | Th-nat | $1 \times 10^{0}$ | $1 \times 10^{3}$ |
| Hg-203 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{5}$ | (incl. Th-232) | | |
| Tl-200 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{6}$ | Th-234[a] | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{5}$ |
| Tl-201 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{6}$ | Pa-230 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| Tl-202 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{6}$ | Pa-231 | $1 \times 10^{0}$ | $1 \times 10^{3}$ |
| Tl-204 | $1 \times 10^{4}$ | $1 \times 10^{4}$ | Pa-233 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{7}$ |
| Pb-203 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{6}$ | U-230[a] | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{5}$ |
| Pb-210[a] | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{4}$ | U-231 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{7}$ |
| Pb-212[a] | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{5}$ | U-232[a] | $1 \times 10^{0}$ | $1 \times 10^{3}$ |
| Bi-206 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{5}$ | U-233 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{4}$ |
| Bi-207 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{6}$ | U-234 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{4}$ |
| Bi-210 | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{6}$ | U-235[a] | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{4}$ |
| Bi-212[a] | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{5}$ | U-236 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{4}$ |
| Po-203 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{6}$ | U-237 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| Po-205 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{6}$ | U-238[a] | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{4}$ |
| Po-207 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{6}$ | U-nat | $1 \times 10^{0}$ | $1 \times 10^{3}$ |
| Po-210 | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{4}$ | U-239 | $1 \times 10^{2}$ | $1 \times 10^{6}$ |
| At-211 | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{7}$ | U-240 | $1 \times 10^{3}$ | $1 \times 10^{7}$ |
| Rn-220[a] | $1 \times 10^{4}$ | $1 \times 10^{7}$ | U-240[a] | $1 \times 10^{1}$ | $1 \times 10^{6}$ |

الجدول الأول- أولا (تابع)

| Nuclide | Activity concentration (Bq/g) | Activity (Bq) | Nuclide | Activity concentration (Bq/g) | Activity (Bq) |
|---|---|---|---|---|---|
| Np-237[a] | $1 \times 10^0$ | $1 \times 10^3$ | Cm-244 | $1 \times 10^1$ | $1 \times 10^4$ |
| Np-239 | $1 \times 10^2$ | $1 \times 10^7$ | Cm-245 | $1 \times 10^0$ | $1 \times 10^3$ |
| Np-240 | $1 \times 10^1$ | $1 \times 10^6$ | Cm-246 | $1 \times 10^0$ | $1 \times 10^3$ |
| Pu-234 | $1 \times 10^2$ | $1 \times 10^7$ | Cm-247 | $1 \times 10^0$ | $1 \times 10^4$ |
| Pu-235 | $1 \times 10^2$ | $1 \times 10^7$ | Cm-248 | $1 \times 10^0$ | $1 \times 10^3$ |
| Pu-236 | $1 \times 10^1$ | $1 \times 10^4$ | Bk-249 | $1 \times 10^3$ | $1 \times 10^6$ |
| Pu-237 | $1 \times 10^3$ | $1 \times 10^7$ | Cf-246 | $1 \times 10^3$ | $1 \times 10^6$ |
| Pu-238 | $1 \times 10^0$ | $1 \times 10^4$ | Cf-248 | $1 \times 10^1$ | $1 \times 10^4$ |
| Pu-239 | $1 \times 10^0$ | $1 \times 10^4$ | Cf-249 | $1 \times 10^0$ | $1 \times 10^3$ |
| Pu-240 | $1 \times 10^0$ | $1 \times 10^3$ | Cf-250 | $1 \times 10^1$ | $1 \times 10^4$ |
| Pu-241 | $1 \times 10^2$ | $1 \times 10^5$ | Cf-251 | $1 \times 10^0$ | $1 \times 10^3$ |
| Pu-242 | $1 \times 10^0$ | $1 \times 10^4$ | Cf-252 | $1 \times 10^1$ | $1 \times 10^4$ |
| Pu-243 | $1 \times 10^3$ | $1 \times 10^7$ | Cf-253 | $1 \times 10^2$ | $1 \times 10^5$ |
| Pu-244 | $1 \times 10^0$ | $1 \times 10^4$ | Cf-254 | $1 \times 10^0$ | $1 \times 10^3$ |
| Am-241 | $1 \times 10^0$ | $1 \times 10^4$ | Es-253 | $1 \times 10^2$ | $1 \times 10^5$ |
| Am-242 | $1 \times 10^3$ | $1 \times 10^6$ | Es-254 | $1 \times 10^1$ | $1 \times 10^4$ |
| Am-242m[a] | $1 \times 10^0$ | $1 \times 10^4$ | Es-254m | $1 \times 10^2$ | $1 \times 10^6$ |
| Am-243[a] | $1 \times 10^0$ | $1 \times 10^3$ | Fm-254 | $1 \times 10^4$ | $1 \times 10^7$ |
| Cm-242 | $1 \times 10^2$ | $1 \times 10^5$ | Fm-255 | $1 \times 10^3$ | $1 \times 10^6$ |
| Cm-243 | $1 \times 10^0$ | $1 \times 10^4$ | | | |

[a] Parent nuclides and their progeny included in secular equilibrium are listed in the following:

| | |
|---|---|
| Sr-80 | Rb-80 |
| Sr-90 | Y-90 |
| Zr-93 | Nb-93m |
| Zr-97 | Nb-97 |
| Ru-106 | Rh-106 |
| Ag-108m | Ag-108 |
| Cs-137 | Ba-137m |
| Ba-140 | La-140 |
| Ce-134 | La-134 |
| Ce-144 | Pr-144 |
| Pb-210 | Bi-210, Po-210 |
| Pb-212 | Bi-212, Tl-208 (0.36), Po-212 (0.64) |
| Bi-212 | Tl-208 (0.36), Po-212 (0.64) |

| | |
|---|---|
| Rn-220 | Po-216 |
| Rn-222 | Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214 |
| Ra-223 | Rn-219, Po-215, Pb-211, Bi-211, Tl-207 |
| Ra-224 | Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0.36), Po-212 (0.64) |
| Ra-226 | Rn-222, Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214, Pb-210, Bi-210, Po-210 |
| Ra-228 | Ac-228 |
| Th-226 | Ra-222, Rn-218, Po-214 |
| Th-228 | Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0.36), Po-212 (0.64) |
| Th-229 | Ra-225, Ac-225, Fr-221, At-217, Bi-213, Po-213, Pb-209 |
| Th-nat | Ra-228, Ac-228, Th-228, Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0.36), Po-212 (0.64) |
| Th-234 | Pa-234m |
| U-230 | Th-226, Ra-222, Rn-218, Po-214 |
| U-232 | Th-228, Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0.36), Po-212 (0.64) |
| U-235 | Th-231 |
| U-238 | Th-234, Pa-234m |
| U-nat | Th-234, Pa-234m, U-234, Th-230, Ra-226, Rn-222, Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214, Pb-210, Bi-210, Po-210 |
| U-240 | Np-240m |
| Np-237 | Pa-233 |
| Am-242m | Am-242 |
| Am-243 | Np-239 |

# المرفق الثاني

## حدود الجرعـــــة

### التطبيـــق

ثانيا-١- تنطبق حدود الجرعة الموضحة في المرفق الثاني على التعرضات التي تعزى الى الممارسات، فيما عدا التعرضات الطبية والتعرضات الناجمة عن المصادر الطبيعية التي لا يمكن اعتبارها خاضعة بصورة معقولة لمسؤولية أي طرف رئيسي في هذه المعايير.

ثانيا-٢- رهنا بالمتطلبات الواردة في الفقرة (٢-٥)، تنطبق حدود الجرعة الخاصة بالتعرض المهني، والمتطلبات ذات الصلة في التذييل الأول، على التعرض في مكان العمل للرادون بتركيز سنوي متوسط يتجاوز ١٠٠٠ بكريل في المتر المكعب[٣٧] في الهواء.

ثانيا-٣- لا تعتبر حدود الجرعة ذات علاقة بمراقبة التعرضات الممكنة.

ثانيا-٤- لا تعتبر حدود الجرعة ذات علاقة باتخاذ قرارات بشأن القيام بالتدخل وكيفية ذلك، غير أن العاملين القائمين بالتدخل يخضعون للمتطلبات ذات الصلة الواردة في التذييل الخامس.

### التعرض المهني

#### حدود الجرعة

ثانيا-٥- تتم مراقبة التعرض المهني لأي عامل بحيث لا يتجاوز الحدود التالية:

(أ) جرعة فعالة قدرها ٢٠ مللي سيفرت سنويا موزعة على مدى خمس سنوات متتالية[٣٨]؛

(ب) وجرعة فعالة قدرها ٥٠ مللي سيفرت في أي سنة واحدة؛

(ج) وجرعة مكافئة تتلقاها عدسة العين قدرها ١٥٠ مللي سيفرت في سنة واحدة؛

---

(٣٧) أوصت اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات بأن مستويات الاجراء فيما يتعلق بالتعرض المهني للرادون يمكن أن تقع ما بين ٥٠٠ و ١٥٠٠ بكريل م$^{-٣}$. (أنظر:
INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Protection against Radon-222 at Home and at Work; Publication No. 65, Ann. ICRP 23 2, Pergamon Press, Oxford (1993)).

(٣٨) تبدأ فترة حساب مدة الخمس سنوات من اليوم الأول للفترة السنوية ذات الصلة بعد تاريخ بدء نفاذ هذه المعايير، دون أن يكون لذلك أثر رجعي.

(د) وجرعة مكافئة تتلقاها الأطراف (الأيدي والأرجل) أو الجلد[٣٩] قدرها ٥٠٠ مللي سيفرت في سنة واحدة.

ثانيا-٦- بالنسبة للصبية الذين تتراوح أعمارهم بين السادسة عشرة والثامنة عشرة والذين يتلقون تدريبا على أعمال تنطوي على تعرض للاشعاع، والطلبة الذين تتراوح أعمارهم بين السادسة عشرة والثامنة عشرة والذين يلزمهم استخدام مصادر خلال دراساتهم، تتم مراقبة التعرض المهني بحيث لا يتجاوز الحدود التالية:

(أ) جرعة فعالة قدرها ٦ مللي سيفرت في سنة واحدة؛
(ب) وجرعة مكافئة تتلقاها عدسة العين قدرها ٥٠ مللي سيفرت في سنة واحدة؛
(ج) وجرعة مكافئة تتلقاها الأطراف أو الجلد[٣٩] قدرها ١٥٠ مللي سيفرت سنويا.

## الظروف الخاصة

ثانيا-٧- اذا ووفق على اجراء تغيير مؤقت، لظروف خاصة[٤٠]، في متطلبات الحد من الجرعات وفقا للتذييل الأول:

(أ) يجوز أن تصل فترة توزيع الجرعة المذكورة في البند (ثانيا-٥) (أ) بصفة استثنائية الى ١٠ سنوات متتالية على النحو الذي تحدده الهيئة الرقابية، على ألا تتجاوز الجرعة الفعالة بالنسبة لأي عامل ٢٠ مللي سيفرت سنويا موزعة على مدى هذه الفترة، ولا تتجاوز ٥٠ مللي سيفرت في أي سنة واحدة، وتجرى مراجعة للظروف عندما تصل الجرعة المتراكمة لدى أي عامل منذ بدء فترة تمديد توزيع الجرعة الى ١٠٠ مللي سيفرت؛
(ب) أو يكون التغيير المؤقت في الحد من الجرعة على النحو الذي تحدده الهيئة الرقابية، على ألا يتجاوز ٥٠ مللي سيفرت في أي سنة وألا تتجاوز فترة التغيير المؤقت ٥ سنوات.

## تعرض الجمهور

## حدود الجرعة

ثانيا-٨- يراعى ألا تتجاوز الجرعات المتوسطة المقدرة التي تتلقاها المجموعات الحرجة ذات الصلة من بين أفراد الجمهور، والتي تعزى الى الممارسات، الحدود التالية:

(أ) جرعة فعالة قدرها ١ مللي سيفرت في سنة واحدة؛

---

(٣٩) تنطبق حدود الجرعات المكافئة الخاصة بالجلد على الجرعة المتوسطة في مساحة سنتيمتر مربع من الموضع الأشد تعرضا للاشعاع في الجلد. كما تسهم الجرعة التي يتلقاها الجلد في الجرعة الفعالة، حيث يعتبر هذا الاسهام هو الجرعة المتوسطة التي يتعرض لها الجلد كله مضروبة في عامل النسيج المرجح بالنسبة للجلد.

(٤٠) أنظر التذييل الأول. وقد تكون أحكام "الاستخدام البديل" الواردة في الفقرة أولا-١٨ وثيقة الصلة بالموضوع.

(ب) وجرعة فعالة، في ظروف خاصة، لا تتجاوز ٥ مللي سيفرت في سنة واحدة، شريطة ألا تتجاوز الجرعة المتوسطة على مدى خمس سنوات متتالية ١ مللي سيفرت سنويا؛

(ج) وجرعة مكافئة تتلقاها عدسة العين قدرها ١٥ مللي سيفرت في سنة واحدة؛

(د) وجرعة مكافئة يتلقاها الجلد قدرها ٥٠ مللي سيفرت في سنة واحدة.

## الحد من الجرعات للأشخاص الذين يقومون بمواساة وزيارة المرضى

ثانيا-٩- لا تنطبق حدود الجرعة الموضحة في هذا الجزء على من يقومون بمواساة المرضى، أي الأفراد المعرضين عن معرفة أثناء تقديم المساعدة طواعية، (وليس ضمن عملهم أو وظيفتهم)، لرعاية ومعاونة ومواساة المرضى الذين يجتازون تشخيصا أو علاجا طبيا، أو على زوار هؤلاء المرضى. بيد أنه ينبغي تقييد الجرعة التي يتلقاها أي من هؤلاء الأشخاص الذين يقومون بمواساة أو زيارة المرضى بحيث لا يحتمل أن يتجاوز تعرضهم ٥ مللي سيفرت خلال فترة الفحص التشخيصي لأي مريض أو علاجه. وبالنسبة للأطفال الذين يزورون مرضى تحتوي أجسامهم على مواد مشعة، ينبغي بالمثل تقييد الجرعة لديهم الى أقل من ١ مللي سيفرت.

## التحقق من الامتثال لحدود الجرعة

ثانيا-١٠- تنطبق حدود الجرعة الموضحة في المرفق الثاني على مجموع الجرعات ذات الصلة الناجمة عن تعرض خارجي خلال الفترة المحددة، وعلى الجرعات المودعة ذات الصلة الناجمة عن حالات الأخذ الداخلي أثناء الفترة ذاتها، وتعتبر الفترة اللازمة لحساب الجرعة المودعة في الأحوال العادية هي ٥٠ سنة لحالات الأخذ الداخلي بالنسبة للبالغين، وحتى سن السبعين لحالات الأخذ الداخلي بالنسبة الأطفال.

ثانيا-١١- تعبيرا عن الامتثال لحدود الجرعة، يستخدم مجموع مكافئ الجرعة الشخصية الناجمة عن تعرض خارجي للاشعاع النافذ خلال الفترة المحددة، والجرعة المكافئة المودعة، أو الجرعة الفعالة المودعة حسب الاقتضاء، الناجمة عن حالات أخذ داخلي للمواد المشعة خلال الفترة ذاتها.

ثانيا-١٢- يتحدد الامتثال للمتطلبات السابقة بالنسبة لتطبيق حدود الجرعة على الجرعة الفعالة باستخدام أي من الطريقتين التاليتين:

(أ) مقارنة الجرعة الفعالة الكلية بحد الجرعة ذي الصلة، حيث تحسب الجرعة الفعالة الكلية $E_T$ طبقا للمعادلة التالية:

$$E_T = H_p(d) + \sum_j e(g)_{j,ing} I_{j,ing} + \sum e(g)_{j,inh} I_{j,inh}$$

حيث $H_p(d)$: المكافئ الشخصي للجرعة الناجمة عن اشعاع نافذ[٤١] خلال العام؛ و $e(g)_{j,ing}$ و $e(g)_{j,inh}$ على التوالي: الجرعة الفعالة المودعة لكل أخذ للوحدات عن طريق بلع واستنشاق النويدة المشعة j بواسطة الفئة العمرية g؛ و $I_{j,ing}$ و $I_{j,inh}$ على التوالي: الأخذ الداخلي عن طريق بلع أو استنشاق النويدة المشعة j خلال الفترة ذاتها؛

(ب) أو الوفاء بالشرط التالي:

$$\frac{H_p(d)}{DL} + \sum_j \frac{I_{j,ing}}{I_{j,ing,L}} + \sum_j \frac{I_{j,inh}}{I_{j,inh,L}} \leq 1$$

حيث DL: الحد ذو الصلة للجرعة الفعالة، و $I_{j,ing,L}$ و $I_{j,inh,L}$ على التوالي: الحدود السنوية للأخذ الداخلي عن طريق بلع أو استنشاق النويدة المشعة j (أي عمليات أخذ النويدة المشعة j، بالوسيلة ذات الصلة، والتي تؤدي الى الحد ذي الصلة للجرعة الفعالة)؛

(ج) أو أي طريقة أخرى موافق عليها.

ثانيا-١٣- باستثناء نتاج الرادون والثورون، ترد قيم الجرعة الفعالة المودعة لكل وحدة أخذ داخلي عن طريق البلع $e(g)_{j,ing}$ والاستنشاق $e(g)_{j,inh}$ بالنسبة للتعرض المهني في الجدول الثاني-ثالثا، وبالنسبة لتعرض الجمهور في الجدولين الثاني-سادسا والثاني-سابعا. ويمكن الحصول على قيم $I_{j,L}$ من القيم ذات الصلة للجرعة الفعالة المودعة لكل وحدة أخذ داخلي باستخدام العلاقة التالية:

$$I_{j,L} = \frac{DL}{e_j}$$

حيث DL: حد الجرعة السنوي ذو الصلة للجرعة الفعالة، و $e_j$: القيمة ذات الصلة للجرعة لكل وحدة أخذ داخلي للنويدة المشعة j في الجدول الثاني-ثالثا أو الثاني-سادسا أو الثاني-سابعا حسب الحالة.

ثانيا-١٤- وفيما يتعلق بالتعرض المهني للنويدات المشعة، يشتمل الجدول الثاني-ثالثا على مكافئات الجرعات المأخوذة عن طريق البلع والاستنشاق: أي الجرعة الفعالة المودعة لكل وحدة أخذ داخلي عن طريق البلع، المناظرة لعوامل الانتقال المختلفة في الجهاز الهضمي $f_1$، (أي نسبة الأخذ الداخلي

---

(٤١) بعد استخدام الكمية التشغيلية التي حددتها اللجنة الدولية للوحدات والمقاييس الاشعاعية، أي مكافئ الجرعة الشخصي، $H_p(d)$، لهذا الغرض ملائما لكافة الاشعاعات باستثناء النيوترونات في مجال الطاقة الذي يتراوح بين ١ الكترون فولط و ٢٠ كيلوالكترون فولط. وفي الحالات التي تسهم فيها النيوترونات الواقعة في مجال الطاقة هذا بجزء كبير من الجرعة الفعالة، قد يقتضي الأمر الحصول على معلومات اضافية لتحديد العلاقة بين قيمة مكافئ الجرعة الشخصي والجرعة الفعالة الخاصة بها.

المنقول الى السوائل التي يفرزها الجسم في الجهاز الهضمي) بالنسبة لشتى الأشكال الكيميائية؛ والجرعة الفعالة المودعة لكل وحدة أخذ داخلي عن طريق الاستنشاق فيما يتعلق بأنواع عدم الامتصاص داخل الرئة (سريع ومتوسط وبطئ) الموضحة في النموذج الجديد للمجرى التنفسي (أنظر المنشور رقم ٦٦ (١٩٩٤) الصادر عن اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات[٤٢]، مع تحديد القيم الملائمة $f_1$ لمكوّن الأخذ الداخلي الذي تتم ازاحته من الرئة الى القناة المعدية المعوية. وتتفق معاملات الجرعات هذه المتلقاة عن طريق الاستنشاق والبلع بالنسبة للتعرض المهني مع تلك الواردة في المنشور رقم ٦٨ الصادر عن اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات (١٩٩٤)[٤٣]. وترد في الجدول الثاني-رابعا قيم $f_1$، في حين ترد في الجدول الثاني-خامسا أنواع الامتصاص في الرئة بالنسبة لشتى الأشكال الكيميائية للعناصر، على أساس أن فئات الاستنشاق المعبر عنها كأيام وأسابيع وسنين في الأجزاء من ١ الى ٤ من المنشور رقم ٣٠ الصادر عن اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات تم تحديدها بوصفها أنواع الامتصاص F و M و S (سريع ومتوسط وبطئ)، على التوالي. على نحو ما ورد في المنشور رقم ٦٨ الصادر عن اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات (١٩٩٤)[٤٣]. وفي افتراضات معينة، يمكن استخدام $I_{j,1}$ كحد سنوي للأخذ الداخلي بالنسبة للتعرض المهني.

ثانيا-١٥- وفيما يتعلق بتعرض الجمهور للنويدات المشعة، ترد في الجدول الثاني-سادسا معلومات الجرعات المتلقاة عن طريق البلع والمناظرة لعوامل الانتقال المختلفة في الجهاز الهضمي $f_1$ بالنسبة لعمليات الأخذ الداخلي للنويدات المشعة عن طريق أفراد الجمهور. وتستند قيم $f_1$

---

(٤٢) اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات، "حدود عمليات الأخذ الداخلي لنويدات مشعة بواسطة العاملين"، المنشور رقم ٣٠ الصادر عن اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات، الجزء ١، Ann. ICRP 2 3/4, Pergamon Press, Oxford (1979)؛ اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات، "حدود عمليات الأخذ الداخلي لنويدات مشعة بواسطة العاملين"، المنشور رقم ٣٠ الصادر عن اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات، الجزء ٢، Ann. ICRP 4 3/4, Pergamon Press, Oxford (1980)؛ اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات، "حدود عمليات الأخذ الداخلي لنويدات مشعة بواسطة العاملين"، المنشور رقم ٣٠ الصادر عن اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات، الجزء ٣، (بما في ذلك الاضافة للجزءين ١ و ٢)، Ann. ICRP 6 2/3, Pergamon Press, Oxford (1981)؛ اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات، "حدود عمليات الأخذ الداخلي لنويدات مشعة بواسطة العاملين": اضافة، المنشور رقم ٣٠ الصادر عن اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات، الجزء ٤، Ann. ICRP 19 4, Pergamon Press, Oxford (1988)؛ اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات، "الجرعات التي يتلقاها أفراد الجمهور حسب أعمارهم والناجمة عن أخذ داخلي لنويدات مشعة": الجزء ١، المنشور رقم ٥٦ الصادر عن اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات، Ann. ICRP 20 2, Pergamon Press, Oxford (1989)؛ اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات، "الجرعات التي يتلقاها أفراد الجمهور حسب أعمارهم والناجمة عن أخذ داخلي لنويدات مشعة": الجزء ٢، "معاملات الجرعات المتلقاة عن طريق البلع"، المنشور رقم ٦٧ الصادر عن اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات، Ann. ICRP 23 3/4, Elsevier Science, Oxford (1993)؛ اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات، "نموذج للمجرى التنفسي البشري لأغراض الوقاية من الاشعاعات"، المنشور رقم ٦٦ الصادر عن اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات، Ann. ICRP 24 1-3, Elsevier Science, Oxford (1994)؛ اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات، "معاملات الجرعات بالنسبة لعمليات الأخذ الداخلي لنويدات مشعة بواسطة العاملين"، المنشور رقم ٦٨ الصادر عن اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات، Ann. ICRP 24 4, Elsevier Science, Oxford (1994)؛ اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات، "الجرعات التي يتلقاها أفراد الجمهور حسب أعمارهم والناجمة عن أخذ داخلي لنويدات مشعة": الجزء ٣، "معاملات الجرعات المتلقاة عن طريق البلع"، المنشور رقم ٦٩ الصادر عن اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات، Ann. ICRP 25 1, Elsevier Science, Oxford (1995)؛ اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات، "الجرعات التي يتلقاها أفراد الجمهور حسب أعمارهم والناجمة عن أخذ داخلي لنويدات مشعة"، الجزء ٤، "معاملات الجرعات المتلقاة عن طريق الاستنشاق"، المنشور رقم ٧١ الصادر عن اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات، Ann. ICRP 26, Elsevier Science, Oxford (1996)؛ اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات، "الجرعات التي يتلقاها أفراد الجمهور حسب أعمارهم والناجمة عن أخذ داخلي لنويدات مشعة"، الجزء ٥، "تجميع لمعاملات الجرعات المتلقاة عن طريق البلع والاستنشاق"، المنشور رقم ٧٢ الصادر عن اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات، Ann. ICRP 26, Elsevier Science, Oxford (1996)؛ اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات، "الوقاية من الرادون-٢٢٢ في المنازل وفي أماكن العمل"، المنشور رقم ٦٥ الصادر عن اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات، Ann. ICRP 23 2, Pergamon Press, Oxford (1993).

المستخدمة في الحسابات، والواردة في الجدول أيضا، الى المنشورات الصادرة عن اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات أرقام ٥٦(١٩٨٩) و ٦٧(١٩٩٣) و ٦٩(١٩٩٥) و ٧١(١٩٩٦)[٤٢] حيثما أمكن، أو الى المنشور رقم ٣٠ الصادر عن اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات (الأجزاء ١-٤)[٤٢] في مواضع أخرى. وقد استَخدمت قيم $f_i$ بعد زيادتها في الأطفال الذين تبلغ أعمارهم ثلاثة أشهر. وترد في الجدول الثاني-سابعا معاملات الجرعات المتلقاة عن طريق الاستنشاق بواسطة أفراد الجمهور مصنفة حسب الأنواع المختلفة للامتصاص في الرئة (سريع ومتوسط وبطئ). في حين ترد في الجدول الثاني-ثامنا المنشورات ذات الصلة الصادرة عن اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات لتحديد مصدر المعلومات المتعلقة بأنواع الامتصاص في الرئة والنماذج الحركية الحيوية للنشاط الجهازي المستخدم في هذه الحسابات. وفيما يتعلق بالعناصر البالغ عددها ٣١ عنصرا والتي ترد بشأنها معلومات عن الامتصاص بالرئة في المنشور رقم ٧١ الصادر عن اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات (١٩٩٦)[٤٢]، أُعطيت لأنواع الامتصاص الثلاثة معاملات للجرعات، مع قيمة فقدان مَوصى بها للاستخدام في حالة عدم توافر معلومات محددة عن الشكل الكيميائي للنويدة المشعة، وفي هذه الحالة دون غيرها. وقامت اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات بوضع نماذج حركية حيوية للنشاط الجهازي تَحدَّد حسب العمر، وترد معلومات عن ذلك في المنشورات أرقام ٥٦ و ٦٧ و ٦٩ و ٧١[٤٢]. وتُعتبر النويدات المشعة لهذه العناصر ذات أهمية رئيسية لأغراض حماية البيئة من الاشعاعات. أما فيما يتعلق بالنويدات المشعة لسائر العناصر الستين، فان النماذج الحركية الحيوية هي تلك الواردة في المنشور رقم ٣٠ الصادر عن اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات (الأجزاء ١-٤)[٤٢] والخاص بالعاملين. وتتيح حسابات الجرعات من النويدات المشعة لهذه العناصر الاضافية حدوث تغيرات تتوقف على العمر في كتلة الجسم، والشكل الهندسي ومعدلات الافراز، ولكنها لا تسمح بحدوث حركات حيوية في النشاط الجهازي. وعلى ذلك فانه ينبغي توخي الحذر في استخدام هذه النتائج مع أفراد الجمهور. وقد استُخدمت قيم $f_i$ أعلى في الأطفال الذين تبلغ أعمارهم ثلاثة أشهر. وتم حساب معاملات الجرعات من شتى النويدات المشعة لهذه العناصر الاضافية الستين على أساس أن فئات الرئة المشار اليها بالرموز D و W و Y (يوم وأسبوع وسنة) في المنشور رقم ٣٠ الصادر عن اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات قد حدّدت بوصفها أنواع الامتصاص السريع والمتوسط والبطئ على التوالي. وترد في المنشورات ذات الصلة الصادرة عن اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات والمتعلقة بالأشكال الكيميائية الملائمة لرُتب/أنواع الاستنشاق المختلفة. وعلى وجه العموم، فانه ما لم تتوافر معلومات عن هذه البارامترات، ينبغي استخدام أكثر القيم تقييدا لأغراض المقارنة بحدود الجرعات. وتتسق معاملات الجرعات هذه مع المعاملات الواردة في المنشور رقم ٧٢ الصادر عن اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات (١٩٩٦)[٤٢].

ثانيا-١٦- ترد في الجدول الثاني-تاسعا معاملات الجرعات من الغازات والأبخرة التي يستنشقها الرُضع والأطفال والبالغون. وتُعتبر القيم المحددة للبالغين ملائمة للعاملين وأفراد الجمهور على السواء. وتتسق معاملات الجرعات هذه مع المعاملات الواردة في المنشورين رقم ٧١(١٩٩٦) و ٧٢(١٩٩٦) الصادرين عن اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات[٤٢]. وترد في الجدول الثاني-عاشرا معدلات الجرعات الفعالة الناجمة عن تعرض البالغين لغازات خاملة. ويمكن تطبيق هذه القيم على العاملين وأفراد الجمهور البالغين على السواء.

ثانيا-١٧- وفيما يتعلق بالتعرض لنواتج الرادون، يجوز باستخدام معامل تحويل قدره ١٫٤ مللي سيفرت لكل $m^3.h.m^{-3}$، تفسير حدود الجرعات الواردة في الفقرة ثانيا-٥ على النحو التالي: ٢٠ مللي سيفرت تناظر ١٤ $m^3.h.m^{-3}$ (٤ شهور عمل متكافئة) و ٥٠ مللي سيفرت تناظر ٣٥ $m^3.h.m^{-3}$ (١٠ شهور عمل متكافئة). أما بالنسبة للتعرض لنواتج الرادون والثورون، فيجوز التعبير عن $I_{inh}$ و $I_{inh,L}$ في المعادلات الواردة بالفقرة ثانيا-١٢ بدلالة الأخذ الداخلي لطاقة ألفا المحتملة،

باستخدام الحدود ذات الصلة المحددة في الجدولين الثاني-أولا والثاني-ثانيا (القيم المأخوذة من المنشور رقم ٦٥ (١٩٩٣) الصادر عن اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات[٤٢])؛ ويجوز الاستعاضة عن $I_{\text{فخذ}}$ و $I_{\text{فخذ}}$، على التوالي، بالتعرض لطاقة ألفا المحتملة (التي يُعبر عنها بشهور العمل المتكافئة في أكثر الأحيان)، باستخدام الحدود ذات الصلة المذكورة في الجدولين الثاني-أولا والثاني-ثانيا.

ثانيا-١٨- ويجوز تحديد الجرعة المكافئة المَودعة في عضو أو نسيج ما ينتجه الأخذ الداخلي عن طريق مسار معين لأي نويدة مشعة على النحو التالي:

(أ) بضرب الأخذ الداخلي المُقدَّر للنويدة المشعة عن طريق هذا المسار في القيمة المناسبة للجرعة المكافئة المودعة لكل أخذ داخلي لوحدات يناظر هذا العضو أو النسيج؛

(ب) أو بأي طريقة معتمدة أخرى.

**الجدول الثاني-أولا- حدود الأخذ الداخلي والتعرض لنواتج الرادون ونواتج الثورون**

| Quantity | Unit | Value for radon progeny[a] | Value for thoron progeny[b] |
|---|---|---|---|
| *Annual average over 5 years* | | | |
| Potential $\alpha$-energy intake | J | 0.017 | 0.051 |
| Potential $\alpha$-energy exposure | $J \cdot h \cdot m^{-3}$ [d] | 0.014 | 0.042 |
| | WLM[c, d] | 4.0 | 12 |
| *Maximum in a single year* | | | |
| Potential $\alpha$-energy intake | J | 0.042 | 0.127 |
| Potential $\alpha$-energy exposure | $J \cdot h \cdot m^{-3}$ [d] | 0.035 | 0.105 |
| | WLM | 10.0 | 30 |

**ملحوظة:** هذه القيم مأخوذة من المنشور رقم ٦٥ الصادر عن اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات (أنظر الحاشية ٣٧).

(أ) نواتج الرادون: نواتج الاضمحلال القصيرة العمر للرادون[٢٢٢]: البولونيوم[٢١٨] (الراديوم ألف)، والبزموث[٢١٤] (الراديوم جيم)، والرصاص[٢١٤] (الراديوم باء)، والبولونيوم[٢١٤] (الراديوم جيم').

(ب) نواتج الثورون: نواتج الاضمحلال القصيرة العمر للرادون[٢٢٠]: البولونيوم[٢١٦] (الثوريوم ألف)، والرصاص[٢١٢] (الثوريوم باء)، والبزموث[٢١٢] (الثوريوم جيم)، والبولونيوم[٢١٢] (الثوريوم جيم)، والثاليوم[٢٠٨] (الثوريوم جيم').

(ج) سوية العمل/شهر (WLM): وحدة تعرض لنواتج الرادون أو نواتج الثورون. وسوية العمل/شهر يساوي ٣ر٥٤ mJ.h.m$^{-3}$ أو ١٧٠ WL.h، حيث سوية العمل (WL) هي أي تركيبة من الرادون أو نواتج الثورون في لتر من الهواء ينجم عنها في النهاية انبعاث ١ر٣ × ١٠$^{٥}$ ميجا الكترون فولط من طاقة ألفا. وفي وحدات النظام الدولي للوحدات، تساوي سوية العمل WL ١ر٢ × ١٠$^{-٦}$ J.m$^{-3}$.

(د) ترد معاملات التحويل في الجدول الثاني-ثانيا.

الجدول الثاني-ثانيا- معاملات التحويل للوحدات الواردة في الجدول الثاني-أولا بالنسبة للرادون ونواتج الرادون

| Quantity | Unit | Value |
|---|---|---|
| Radon progeny conversion | $(mJ \cdot h \cdot m^{-3})$ per WLM | 3.54 |
| Radon progeny/radon exposure | $(mJ \cdot h \cdot m^{-3})$ per $(Bq \cdot h \cdot m^{-3})$ | $2.22 \times 10^{-6}$ |
| conversions (equilibrium factor 0.4) | WLM per $(Bq \cdot h \cdot m^{-3})$ | $6.28 \times 10^{-7}$ |
| Annual exposure to radon progeny per unit radon concentration[a]: | | |
| at home | $(mJ \cdot h \cdot m^{-3})$ per $(Bq \cdot m^{-3})$ | $1.56 \times 10^{-2}$ |
| at work | $(mJ \cdot h \cdot m^{-3})$ per $(Bq \cdot m^{-3})$ | $4.45 \times 10^{-3}$ |
| at home | WLM per $(Bq \cdot m^{-3})$ | $4.40 \times 10^{-3}$ |
| at work | WLM per $(Bq \cdot m^{-3})$ | $1.26 \times 10^{-3}$ |
| Dose conversion convention, effective dose per unit exposure to radon progeny: | | |
| at home | mSv per $(mJ \cdot h \cdot m^{-3})$ | 1.1 |
| at work | mSv per $(mJ \cdot h \cdot m^{-3})$ | 1.4 |
| Dose conversion convention, effective dose per unit exposure to radon progeny: | | |
| at home | mSv per WLM | 4 |
| at work | mSv per WLM | 5 |
| Radon progeny/radon concentration conversion | | |
| with equilibrium factor F = 0.4 | WL per $(Bq \cdot m^{-3})$ | $1.07 \times 10^{-4}$ |
| in general | WL per $(Bq \cdot m^{-3})$ | $2.67 \times 10^{-4}$ |

ملحوظة: هذه القيم مأخوذة من المنشور رقم ٦٥ الصادر عن اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات (أنظر الحاشية ٣٧).

(أ) بافتراض ٧٠٠٠ ساعة سنويا في المنزل أو ٢٠٠٠ ساعة سنويا في مكان العمل وعامل توازن قدره ٤ر٠.

**الجدول الثاني-ثالثا- العاملون: الجرعة الفعالة المودعة لكل وحدة أخذ داخلي e(g) عن طريق الاستنشاق وعن طريق البلع (سيفرت/بكريل$^{-1}$) بالنسبة للعاملين**

| Nuclide | Physical half-life | Inhalation | | | | Ingestion | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Type | $f_1$ | $e(g)_{1\,\mu m}$ | $e(g)_{5\,\mu m}$ | $f_1$ | e(g) |
| **Hydrogen** | | | | | | | |
| Tritiated water | 12.3 a | | | | | 1.000 | $1.8 \times 10^{-11}$ |
| OBT[a] | 12.3 a | | | | | 1.000 | $4.2 \times 10^{-11}$ |
| **Beryllium** | | | | | | | |
| Be-7 | 53.3 d | M | 0.005 | $4.8 \times 10^{-11}$ | $4.3 \times 10^{-11}$ | 0.005 | $2.8 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.005 | $5.2 \times 10^{-11}$ | $4.6 \times 10^{-11}$ | | |
| Be-10 | $1.60 \times 10^{6}$ a | M | 0.005 | $9.1 \times 10^{-9}$ | $6.7 \times 10^{-9}$ | 0.005 | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.005 | $3.2 \times 10^{-8}$ | $1.9 \times 10^{-8}$ | | |
| **Carbon** | | | | | | | |
| C-11 | 0.340 h | | | | | 1.000 | $2.4 \times 10^{-11}$ |
| C-14 | $5.73 \times 10^{3}$ a | | | | | 1.000 | $5.8 \times 10^{-10}$ |
| **Fluorine** | | | | | | | |
| F-18 | 1.83 h | F | 1.000 | $3.0 \times 10^{-11}$ | $5.4 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $4.9 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 1.000 | $5.7 \times 10^{-11}$ | $8.9 \times 10^{-11}$ | | |
| | | S | 1.000 | $6.0 \times 10^{-11}$ | $9.3 \times 10^{-11}$ | | |
| **Sodium** | | | | | | | |
| Na-22 | 2.60 a | F | 1.000 | $1.3 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $3.2 \times 10^{-9}$ |
| Na-24 | 15.0 h | F | 1.000 | $2.9 \times 10^{-10}$ | $5.3 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $4.3 \times 10^{-10}$ |

**ملحوظة:** الأنواع F و M و S تشير الى الامتصاص السريع والمتوسط والبطئ من الرئة على التوالي.

a OBT: تعني التريتيوم المترابط عضويا.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Magnesium** | | | | | | | |
| Mg-28 | 20.9 h | F | 0.500 | $6.4 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | 0.500 | $2.2 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.500 | $1.2 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | | |
| **Aluminium** | | | | | | | |
| Al-26 | $7.16 \times 10^{5}$ a | F | 0.010 | $1.1 \times 10^{-8}$ | $1.4 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $3.5 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.010 | $1.8 \times 10^{-8}$ | $1.2 \times 10^{-8}$ | | |
| **Silicon** | | | | | | | |
| Si-31 | 2.62 h | F | 0.010 | $2.9 \times 10^{-11}$ | $5.1 \times 10^{-11}$ | 0.010 | $1.6 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.010 | $7.5 \times 10^{-11}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | | |
| | | S | 0.010 | $8.0 \times 10^{-11}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | | |
| Si-32 | $4.50 \times 10^{2}$ a | F | 0.010 | $3.2 \times 10^{-9}$ | $3.7 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $5.6 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.010 | $1.5 \times 10^{-8}$ | $9.6 \times 10^{-9}$ | | |
| | | S | 0.010 | $1.1 \times 10^{-7}$ | $5.5 \times 10^{-8}$ | | |
| **Phosphorus** | | | | | | | |
| P-32 | 14.3 d | F | 0.800 | $8.0 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | 0.800 | $2.4 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.800 | $3.2 \times 10^{-9}$ | $2.9 \times 10^{-9}$ | | |
| P-33 | 25.4 d | F | 0.800 | $9.6 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | 0.800 | $2.4 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.800 | $1.4 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | | |
| **Sulphur** | | | | | | | |
| S-35 | 87.4 d | F | 0.800 | $5.3 \times 10^{-11}$ | $8.0 \times 10^{-11}$ | 0.800 | $1.4 \times 10^{-10}$ |
| (inorganic) | | M | 0.800 | $1.3 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $1.9 \times 10^{-10}$ |
| S-35 (organic) | 87.4 d | | | | | 1.000 | $7.7 \times 10^{-10}$ |
| **Chlorine** | | | | | | | |
| Cl-36 | $3.01 \times 10^{5}$ a | F | 1.000 | $3.4 \times 10^{-10}$ | $4.9 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $9.3 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 1.000 | $6.9 \times 10^{-9}$ | $5.1 \times 10^{-9}$ | | |
| Cl-38 | 0.620 h | F | 1.000 | $2.7 \times 10^{-11}$ | $4.6 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 1.000 | $4.7 \times 10^{-11}$ | $7.3 \times 10^{-11}$ | | |
| Cl-39 | 0.927 h | F | 1.000 | $2.7 \times 10^{-11}$ | $4.8 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $8.5 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 1.000 | $4.8 \times 10^{-11}$ | $7.6 \times 10^{-11}$ | | |

TABLE II-III. (cont.)

الجدول الثاني-ثالثا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Inhalation | | | | Ingestion | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Type | $f_1$ | $e(g)_{1\,\mu m}$ | $e(g)_{5\,\mu m}$ | $f_1$ | e(g) |
| **Potassium** | | | | | | | |
| K-40 | $1.28 \times 10^9$ a | F | 1.000 | $2.1 \times 10^{-9}$ | $3.0 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $6.2 \times 10^{-9}$ |
| K-42 | 12.4 h | F | 1.000 | $1.3 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $4.3 \times 10^{-10}$ |
| K-43 | 22.6 h | F | 1.000 | $1.5 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $2.5 \times 10^{-10}$ |
| K-44 | 0.369 h | F | 1.000 | $2.1 \times 10^{-11}$ | $3.7 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $8.4 \times 10^{-11}$ |
| K-45 | 0.333 h | F | 1.000 | $1.6 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $5.4 \times 10^{-11}$ |
| **Calcium** | | | | | | | |
| Ca-41 | $1.40 \times 10^5$ a | M | 0.300 | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | 0.300 | $2.9 \times 10^{-10}$ |
| Ca-45 | 163 d | M | 0.300 | $2.7 \times 10^{-9}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ | 0.300 | $7.6 \times 10^{-10}$ |
| Ca-47 | 4.53 d | M | 0.300 | $1.8 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | 0.300 | $1.6 \times 10^{-9}$ |
| **Scandium** | | | | | | | |
| Sc-43 | 3.89 h | S | $1.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ |
| Sc-44 | 3.93 h | S | $1.0 \times 10^{-4}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $3.5 \times 10^{-10}$ |
| Sc-44m | 2.44 d | S | $1.0 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ |
| Sc-46 | 83.8 d | S | $1.0 \times 10^{-4}$ | $6.4 \times 10^{-9}$ | $4.8 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ |
| Sc-47 | 3.35 d | S | $1.0 \times 10^{-4}$ | $7.0 \times 10^{-10}$ | $7.3 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $5.4 \times 10^{-10}$ |
| Sc-48 | 1.82 d | S | $1.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ |
| Sc-49 | 0.956 h | S | $1.0 \times 10^{-4}$ | $4.1 \times 10^{-11}$ | $6.1 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $8.2 \times 10^{-11}$ |
| **Titanium** | | | | | | | |
| Ti-44 | 47.3 a | F | 0.010 | $6.1 \times 10^{-8}$ | $7.2 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $5.8 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.010 | $4.0 \times 10^{-8}$ | $2.7 \times 10^{-8}$ | | |
| | | S | 0.010 | $1.2 \times 10^{-7}$ | $6.2 \times 10^{-8}$ | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ti-45 | 3.08 h | F | 0.010 | $4.6 \times 10^{-11}$ | $8.3 \times 10^{-11}$ | 0.010 | $1.5 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.010 | $9.1 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | | |
| | | S | 0.010 | $9.6 \times 10^{-11}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | | |
| **Vanadium** | | | | | | | |
| V-47 | 0.543 h | F | 0.010 | $1.9 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ | 0.010 | $6.3 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.010 | $3.1 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-11}$ | | |
| V-48 | 16.2 d | F | 0.010 | $1.1 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $2.0 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.010 | $2.3 \times 10^{-9}$ | $2.7 \times 10^{-9}$ | | |
| V-49 | 330 d | F | 0.010 | $2.1 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ | 0.010 | $1.8 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.010 | $3.2 \times 10^{-11}$ | $2.3 \times 10^{-11}$ | | |
| **Chromium** | | | | | | | |
| Cr-48 | 23.0 h | F | 0.100 | $1.0 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $2.0 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.100 | $2.0 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $2.0 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.100 | $2.2 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | | |
| Cr-49 | 0.702 h | F | 0.100 | $2.0 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ | 0.100 | $6.1 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.100 | $3.5 \times 10^{-11}$ | $5.6 \times 10^{-11}$ | 0.010 | $6.1 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.100 | $3.7 \times 10^{-11}$ | $5.9 \times 10^{-11}$ | | |
| Cr-51 | 27.7 d | F | 0.100 | $2.1 \times 10^{-11}$ | $3.0 \times 10^{-11}$ | 0.100 | $3.8 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.100 | $3.1 \times 10^{-11}$ | $3.4 \times 10^{-11}$ | 0.010 | $3.7 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.100 | $3.6 \times 10^{-11}$ | $3.6 \times 10^{-11}$ | | |
| **Manganese** | | | | | | | |
| Mn-51 | 0.770 h | F | 0.100 | $2.4 \times 10^{-11}$ | $4.2 \times 10^{-11}$ | 0.100 | $9.3 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.100 | $4.3 \times 10^{-11}$ | $6.8 \times 10^{-11}$ | | |
| Mn-52 | 5.59 d | F | 0.100 | $9.9 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $1.8 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.100 | $1.4 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | | |
| Mn-52m | 0.352 h | F | 0.100 | $2.0 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ | 0.100 | $6.9 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.100 | $3.0 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-11}$ | | |
| Mn-53 | $3.70 \times 10^{6}$ a | F | 0.100 | $2.9 \times 10^{-11}$ | $3.6 \times 10^{-11}$ | 0.100 | $3.0 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.100 | $5.2 \times 10^{-11}$ | $3.6 \times 10^{-11}$ | | |

## الجدول الثاني-ثالثا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Inhalation | | | | Ingestion | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Type | $f_1$ | $e(g)_{1\,\mu m}$ | $e(g)_{5\,\mu m}$ | $f_1$ | e(g) |
| Mn-54 | 312 d | F | 0.100 | $8.7 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $7.1 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.100 | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | | |
| Mn-56 | 2.58 h | F | 0.100 | $6.9 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $2.5 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.100 | $1.3 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | | |
| **Iron** | | | | | | | |
| Fe-52 | 8.28 h | F | 0.100 | $4.1 \times 10^{-10}$ | $6.9 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $1.4 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.100 | $6.3 \times 10^{-10}$ | $9.5 \times 10^{-10}$ | | |
| Fe-55 | 2.70 a | F | 0.100 | $7.7 \times 10^{-10}$ | $9.2 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $3.3 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.100 | $3.7 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | | |
| Fe-59 | 44.5 d | F | 0.100 | $2.2 \times 10^{-9}$ | $3.0 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $1.8 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.100 | $3.5 \times 10^{-9}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ | | |
| Fe-60 | $1.00 \times 10^{5}$ a | F | 0.100 | $2.8 \times 10^{-7}$ | $3.3 \times 10^{-7}$ | 0.100 | $1.1 \times 10^{-7}$ |
| | | M | 0.100 | $1.3 \times 10^{-7}$ | $1.2 \times 10^{-7}$ | | |
| **Cobalt** | | | | | | | |
| Co-55 | 17.5 h | M | 0.100 | $5.1 \times 10^{-10}$ | $7.8 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $1.0 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.050 | $5.5 \times 10^{-10}$ | $8.3 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| Co-56 | 78.7 d | M | 0.100 | $4.6 \times 10^{-9}$ | $4.0 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $2.5 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.050 | $6.3 \times 10^{-9}$ | $4.9 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $2.3 \times 10^{-9}$ |
| Co-57 | 271 d | M | 0.100 | $5.2 \times 10^{-10}$ | $3.9 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $2.1 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.050 | $9.4 \times 10^{-10}$ | $6.0 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $1.9 \times 10^{-10}$ |
| Co-58 | 70.8 d | M | 0.100 | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $7.4 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.050 | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $7.0 \times 10^{-10}$ |
| Co-58m | 9.15 h | M | 0.100 | $1.3 \times 10^{-11}$ | $1.5 \times 10^{-11}$ | 0.100 | $2.4 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.050 | $1.6 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ | 0.050 | $2.4 \times 10^{-11}$ |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Co-60 | 5.27 a | M | 0.100 | $9.6 \times 10^{-9}$ | $7.1 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $3.4 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.050 | $2.9 \times 10^{-8}$ | $1.7 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $2.5 \times 10^{-9}$ |
| Co-60m | 0.174 h | M | 0.100 | $1.1 \times 10^{-12}$ | $1.2 \times 10^{-12}$ | 0.100 | $1.7 \times 10^{-12}$ |
| | | S | 0.050 | $1.3 \times 10^{-12}$ | $1.2 \times 10^{-12}$ | 0.050 | $1.7 \times 10^{-12}$ |
| Co-61 | 1.65 h | M | 0.100 | $4.8 \times 10^{-11}$ | $7.1 \times 10^{-11}$ | 0.100 | $7.4 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.050 | $5.1 \times 10^{-11}$ | $7.5 \times 10^{-11}$ | 0.050 | $7.4 \times 10^{-11}$ |
| Co-62m | 0.232 h | M | 0.100 | $2.1 \times 10^{-11}$ | $3.6 \times 10^{-11}$ | 0.100 | $4.7 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.050 | $2.2 \times 10^{-11}$ | $3.7 \times 10^{-11}$ | 0.050 | $4.7 \times 10^{-11}$ |
| **Nickel** | | | | | | | |
| Ni-56 | 6.10 d | F | 0.050 | $5.1 \times 10^{-10}$ | $7.9 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $8.6 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.050 | $8.6 \times 10^{-10}$ | $9.6 \times 10^{-10}$ | | |
| Ni-57 | 1.50 d | F | 0.050 | $2.8 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $8.7 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.050 | $5.1 \times 10^{-10}$ | $7.6 \times 10^{-10}$ | | |
| Ni-59 | $7.50 \times 10^{4}$ a | F | 0.050 | $1.8 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $6.3 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.050 | $1.3 \times 10^{-10}$ | $9.4 \times 10^{-11}$ | | |
| Ni-63 | 96.0 a | F | 0.050 | $4.4 \times 10^{-10}$ | $5.2 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $1.5 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.050 | $4.4 \times 10^{-10}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ | | |
| Ni-65 | 2.52 h | F | 0.050 | $4.4 \times 10^{-11}$ | $7.5 \times 10^{-11}$ | 0.050 | $1.8 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.050 | $8.7 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | | |
| Ni-66 | 2.27 d | F | 0.050 | $4.5 \times 10^{-10}$ | $7.6 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $3.0 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.050 | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | | |
| **Copper** | | | | | | | |
| Cu-60 | 0.387 h | F | 0.500 | $2.4 \times 10^{-11}$ | $4.4 \times 10^{-11}$ | 0.500 | $7.0 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.500 | $3.5 \times 10^{-11}$ | $6.0 \times 10^{-11}$ | | |
| | | S | 0.500 | $3.6 \times 10^{-11}$ | $6.2 \times 10^{-11}$ | | |
| Cu-61 | 3.41 h | F | 0.500 | $4.0 \times 10^{-11}$ | $7.3 \times 10^{-11}$ | 0.500 | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.500 | $7.6 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | | |
| | | S | 0.500 | $8.0 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | | |

## الجدول الثاني-ثالثا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Inhalation | | | | Ingestion | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Type | $f_1$ | $e(g)_{1\,\mu m}$ | $e(g)_{5\,\mu m}$ | $f_1$ | e(g) |
| Cu-64 | 12.7 h | F | 0.500 | $3.8 \times 10^{-11}$ | $6.8 \times 10^{-11}$ | 0.500 | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.500 | $1.1 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | | |
| | | S | 0.500 | $1.2 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | | |
| Cu-67 | 2.58 d | F | 0.500 | $1.1 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | 0.500 | $3.4 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.500 | $5.2 \times 10^{-10}$ | $5.3 \times 10^{-10}$ | | |
| | | S | 0.500 | $5.8 \times 10^{-10}$ | $5.8 \times 10^{-10}$ | | |
| **Zinc** | | | | | | | |
| Zn-62 | 9.26 h | S | 0.500 | $4.7 \times 10^{-10}$ | $6.6 \times 10^{-10}$ | 0.500 | $9.4 \times 10^{-10}$ |
| Zn-63 | 0.635 h | S | 0.500 | $3.8 \times 10^{-11}$ | $6.1 \times 10^{-11}$ | 0.500 | $7.9 \times 10^{-11}$ |
| Zn-65 | 244 d | S | 0.500 | $2.9 \times 10^{-9}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ | 0.500 | $3.9 \times 10^{-9}$ |
| Zn-69 | 0.950 h | S | 0.500 | $2.8 \times 10^{-11}$ | $4.3 \times 10^{-11}$ | 0.500 | $3.1 \times 10^{-11}$ |
| Zn-69m | 13.8 h | S | 0.500 | $2.6 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | 0.500 | $3.3 \times 10^{-10}$ |
| Zn-71m | 3.92 h | S | 0.500 | $1.6 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | 0.500 | $2.4 \times 10^{-10}$ |
| Zn-72 | 1.94 d | S | 0.500 | $1.2 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | 0.500 | $1.4 \times 10^{-9}$ |
| **Gallium** | | | | | | | |
| Ga-65 | 0.253 h | F | 0.001 | $1.2 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ | 0.001 | $3.7 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.001 | $1.8 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ | | |
| Ga-66 | 9.40 h | F | 0.001 | $2.7 \times 10^{-10}$ | $4.7 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $1.2 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.001 | $4.6 \times 10^{-10}$ | $7.1 \times 10^{-10}$ | | |
| Ga-67 | 3.26 d | F | 0.001 | $6.8 \times 10^{-11}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $1.9 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.001 | $2.3 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ | | |
| Ga-68 | 1.13 h | F | 0.001 | $2.8 \times 10^{-11}$ | $4.9 \times 10^{-11}$ | 0.001 | $1.0 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.001 | $5.1 \times 10^{-11}$ | $8.1 \times 10^{-11}$ | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ga-70 | 0.353 h | F | 0.001 | $9.3 \times 10^{-12}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ | 0.001 | $3.1 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.001 | $1.6 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ | | |
| Ga-72 | 14.1 h | F | 0.001 | $3.1 \times 10^{-10}$ | $5.6 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.001 | $5.5 \times 10^{-10}$ | $8.4 \times 10^{-10}$ | | |
| Ga-73 | 4.91 h | F | 0.001 | $5.8 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $2.6 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.001 | $1.5 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | | |
| **Germanium** | | | | | | | |
| Ge-66 | 2.27 h | F | 1.000 | $5.7 \times 10^{-11}$ | $9.9 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $1.0 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 1.000 | $9.2 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | | |
| Ge-67 | 0.312 h | F | 1.000 | $1.6 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $6.5 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 1.000 | $2.6 \times 10^{-11}$ | $4.2 \times 10^{-11}$ | | |
| Ge-68 | 288 d | F | 1.000 | $5.4 \times 10^{-10}$ | $8.3 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $1.3 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 1.000 | $1.3 \times 10^{-8}$ | $7.9 \times 10^{-9}$ | | |
| Ge-69 | 1.63 d | F | 1.000 | $1.4 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $2.4 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 1.000 | $2.9 \times 10^{-10}$ | $3.7 \times 10^{-10}$ | | |
| Ge-71 | 11.8 d | F | 1.000 | $5.0 \times 10^{-12}$ | $7.8 \times 10^{-12}$ | 1.000 | $1.2 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 1.000 | $1.0 \times 10^{-11}$ | $1.1 \times 10^{-11}$ | | |
| Ge-75 | 1.38 h | F | 1.000 | $1.6 \times 10^{-11}$ | $2.7 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $4.6 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 1.000 | $3.7 \times 10^{-11}$ | $5.4 \times 10^{-11}$ | | |
| Ge-77 | 11.3 h | F | 1.000 | $1.5 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $3.3 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 1.000 | $3.6 \times 10^{-10}$ | $4.5 \times 10^{-10}$ | | |
| Ge-78 | 1.45 h | F | 1.000 | $4.8 \times 10^{-11}$ | $8.1 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 1.000 | $9.7 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | | |
| **Arsenic** | | | | | | | |
| As-69 | 0.253 h | M | 0.500 | $2.2 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ | 0.500 | $5.7 \times 10^{-11}$ |
| As-70 | 0.876 h | M | 0.500 | $7.2 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | 0.500 | $1.3 \times 10^{-10}$ |
| As-71 | 2.70 d | M | 0.500 | $4.0 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-10}$ | 0.500 | $4.6 \times 10^{-10}$ |
| As-72 | 1.08 d | M | 0.500 | $9.2 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | 0.500 | $1.8 \times 10^{-9}$ |

## الجدول الثاني-ثالثا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Inhalation | | | | Ingestion | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Type | $f_1$ | $e(g)_{1\,\mu m}$ | $e(g)_{5\,\mu m}$ | $f_1$ | e(g) |
| As-73 | 80.3 d | M | 0.500 | $9.3 \times 10^{-10}$ | $6.5 \times 10^{-10}$ | 0.500 | $2.6 \times 10^{-10}$ |
| As-74 | 17.8 d | M | 0.500 | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | 0.500 | $1.3 \times 10^{-9}$ |
| As-76 | 1.10 d | M | 0.500 | $7.4 \times 10^{-10}$ | $9.2 \times 10^{-10}$ | 0.500 | $1.6 \times 10^{-9}$ |
| As-77 | 1.62 d | M | 0.500 | $3.8 \times 10^{-10}$ | $4.2 \times 10^{-10}$ | 0.500 | $4.0 \times 10^{-10}$ |
| As-78 | 1.51 h | M | 0.500 | $9.2 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | 0.500 | $2.1 \times 10^{-10}$ |
| **Selenium** | | | | | | | |
| Se-70 | 0.683 h | F | 0.800 | $4.5 \times 10^{-11}$ | $8.2 \times 10^{-11}$ | 0.800 | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.800 | $7.3 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $1.4 \times 10^{-10}$ |
| Se-73 | 7.15 h | F | 0.800 | $8.6 \times 10^{-11}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | 0.800 | $2.1 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.800 | $1.6 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $3.9 \times 10^{-10}$ |
| Se-73m | 0.650 h | F | 0.800 | $9.9 \times 10^{-12}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ | 0.800 | $2.8 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.800 | $1.8 \times 10^{-11}$ | $2.7 \times 10^{-11}$ | 0.050 | $4.1 \times 10^{-11}$ |
| Se-75 | 120 d | F | 0.800 | $1.0 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | 0.800 | $2.6 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.800 | $1.4 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $4.1 \times 10^{-10}$ |
| Se-79 | $6.50 \times 10^{4}$ a | F | 0.800 | $1.2 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | 0.800 | $2.9 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.800 | $2.9 \times 10^{-9}$ | $3.1 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $3.9 \times 10^{-10}$ |
| Se-81 | 0.308 h | F | 0.800 | $8.6 \times 10^{-12}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ | 0.800 | $2.7 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.800 | $1.5 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ | 0.050 | $2.7 \times 10^{-11}$ |
| Se-81m | 0.954 h | F | 0.800 | $1.7 \times 10^{-11}$ | $3.0 \times 10^{-11}$ | 0.800 | $5.3 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.800 | $4.7 \times 10^{-11}$ | $6.8 \times 10^{-11}$ | 0.050 | $5.9 \times 10^{-11}$ |
| Se-83 | 0.375 h | F | 0.800 | $1.9 \times 10^{-11}$ | $3.4 \times 10^{-11}$ | 0.800 | $4.7 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.800 | $3.3 \times 10^{-11}$ | $5.3 \times 10^{-11}$ | 0.050 | $5.1 \times 10^{-11}$ |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Bromine** | | | | | | | |
| Br-74 | 0.422 h | F | 1.000 | $2.8 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $8.4 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 1.000 | $4.1 \times 10^{-11}$ | $6.8 \times 10^{-11}$ | | |
| Br-74m | 0.691 h | F | 1.000 | $4.2 \times 10^{-11}$ | $7.5 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $1.4 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 1.000 | $6.5 \times 10^{-11}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | | |
| Br-75 | 1.63 h | F | 1.000 | $3.1 \times 10^{-11}$ | $5.6 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $7.9 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 1.000 | $5.5 \times 10^{-11}$ | $8.5 \times 10^{-11}$ | | |
| Br-76 | 16.2 h | F | 1.000 | $2.6 \times 10^{-10}$ | $4.5 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $4.6 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 1.000 | $4.2 \times 10^{-10}$ | $5.8 \times 10^{-10}$ | | |
| Br-77 | 2.33 d | F | 1.000 | $6.7 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $9.6 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 1.000 | $8.7 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | | |
| Br-80 | 0.290 h | F | 1.000 | $6.3 \times 10^{-12}$ | $1.1 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $3.1 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 1.000 | $1.0 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ | | |
| Br-80m | 4.42 h | F | 1.000 | $3.5 \times 10^{-11}$ | $5.8 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 1.000 | $7.6 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | | |
| Br-82 | 1.47 d | F | 1.000 | $3.7 \times 10^{-10}$ | $6.4 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $5.4 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 1.000 | $6.4 \times 10^{-10}$ | $8.8 \times 10^{-10}$ | | |
| Br-83 | 2.39 h | F | 1.000 | $1.7 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $4.3 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 1.000 | $4.8 \times 10^{-11}$ | $6.7 \times 10^{-11}$ | | |
| Br-84 | 0.530 h | F | 1.000 | $2.3 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $8.8 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 1.000 | $3.9 \times 10^{-11}$ | $6.2 \times 10^{-11}$ | | |
| **Rubidium** | | | | | | | |
| Rb-79 | 0.382 h | F | 1.000 | $1.7 \times 10^{-11}$ | $3.0 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $5.0 \times 10^{-11}$ |
| Rb-81 | 4.58 h | F | 1.000 | $3.7 \times 10^{-11}$ | $6.8 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $5.4 \times 10^{-11}$ |
| Rb-81m | 0.533 h | F | 1.000 | $7.3 \times 10^{-12}$ | $1.3 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $9.7 \times 10^{-12}$ |
| Rb-82m | 6.20 h | F | 1.000 | $1.2 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $1.3 \times 10^{-10}$ |
| Rb-83 | 86.2 d | F | 1.000 | $7.1 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $1.9 \times 10^{-9}$ |
| Rb-84 | 32.8 d | F | 1.000 | $1.1 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $2.8 \times 10^{-9}$ |

## الجدول الثاني-ثالثا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Inhalation | | | | Ingestion | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Type | $f_1$ | $e(g)_{1\,\mu m}$ | $e(g)_{5\,\mu m}$ | $f_1$ | e(g) |
| Rb-86 | 18.6 d | F | 1.000 | $9.6 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $2.8 \times 10^{-9}$ |
| Rb-87 | $4.70 \times 10^{10}$ a | F | 1.000 | $5.1 \times 10^{-10}$ | $7.6 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $1.5 \times 10^{-9}$ |
| Rb-88 | 0.297 h | F | 1.000 | $1.7 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $9.0 \times 10^{-11}$ |
| Rb-89 | 0.253 h | F | 1.000 | $1.4 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $4.7 \times 10^{-11}$ |
| **Strontium** | | | | | | | |
| Sr-80 | 1.67 h | F | 0.300 | $7.6 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | 0.300 | $3.4 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.010 | $1.4 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $3.5 \times 10^{-10}$ |
| Sr-81 | 0.425 h | F | 0.300 | $2.2 \times 10^{-11}$ | $3.9 \times 10^{-11}$ | 0.300 | $7.7 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.010 | $3.8 \times 10^{-11}$ | $6.1 \times 10^{-11}$ | 0.010 | $7.8 \times 10^{-11}$ |
| Sr-82 | 25.0 d | F | 0.300 | $2.2 \times 10^{-9}$ | $3.3 \times 10^{-9}$ | 0.300 | $6.1 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.010 | $1.0 \times 10^{-8}$ | $7.7 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $6.0 \times 10^{-9}$ |
| Sr-83 | 1.35 d | F | 0.300 | $1.7 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | 0.300 | $4.9 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.010 | $3.4 \times 10^{-10}$ | $4.9 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $5.8 \times 10^{-10}$ |
| Sr-85 | 64.8 d | F | 0.300 | $3.9 \times 10^{-10}$ | $5.6 \times 10^{-10}$ | 0.300 | $5.6 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.010 | $7.7 \times 10^{-10}$ | $6.4 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $3.3 \times 10^{-10}$ |
| Sr-85m | 1.16 h | F | 0.300 | $3.1 \times 10^{-12}$ | $5.6 \times 10^{-12}$ | 0.300 | $6.1 \times 10^{-12}$ |
| | | S | 0.010 | $4.5 \times 10^{-12}$ | $7.4 \times 10^{-12}$ | 0.010 | $6.1 \times 10^{-12}$ |
| Sr-87m | 2.80 h | F | 0.300 | $1.2 \times 10^{-11}$ | $2.2 \times 10^{-11}$ | 0.300 | $3.0 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.010 | $2.2 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ | 0.010 | $3.3 \times 10^{-11}$ |
| Sr-89 | 50.5 d | F | 0.300 | $1.0 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | 0.300 | $2.6 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.010 | $7.5 \times 10^{-9}$ | $5.6 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $2.3 \times 10^{-9}$ |
| Sr-90 | 29.1 a | F | 0.300 | $2.4 \times 10^{-8}$ | $3.0 \times 10^{-8}$ | 0.300 | $2.8 \times 10^{-8}$ |
| | | S | 0.010 | $1.5 \times 10^{-7}$ | $7.7 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $2.7 \times 10^{-9}$ |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sr-91 | 9.50 h | F | 0.300 | $1.7 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | 0.300 | $6.5 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.010 | $4.1 \times 10^{-10}$ | $5.7 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $7.6 \times 10^{-10}$ |
| Sr-92 | 2.71 h | F | 0.300 | $1.1 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | 0.300 | $4.3 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.010 | $2.3 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $4.9 \times 10^{-10}$ |
| **Yttrium** | | | | | | | |
| Y-86 | 14.7 h | M | $1.0 \times 10^{-4}$ | $4.8 \times 10^{-10}$ | $8.0 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $9.6 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $1.0 \times 10^{-4}$ | $4.9 \times 10^{-10}$ | $8.1 \times 10^{-10}$ | | |
| Y-86m | 0.800 h | M | $1.0 \times 10^{-4}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ | $4.8 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $5.6 \times 10^{-11}$ |
| | | S | $1.0 \times 10^{-4}$ | $3.0 \times 10^{-11}$ | $4.9 \times 10^{-11}$ | | |
| Y-87 | 3.35 d | M | $1.0 \times 10^{-4}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ | $5.2 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $5.5 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $1.0 \times 10^{-4}$ | $4.0 \times 10^{-10}$ | $5.3 \times 10^{-10}$ | | |
| Y-88 | 107 d | M | $1.0 \times 10^{-4}$ | $3.9 \times 10^{-9}$ | $3.3 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ |
| | | S | $1.0 \times 10^{-4}$ | $4.1 \times 10^{-9}$ | $3.0 \times 10^{-9}$ | | |
| Y-90 | 2.67 d | M | $1.0 \times 10^{-4}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $2.7 \times 10^{-9}$ |
| | | S | $1.0 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | | |
| Y-90m | 3.19 h | M | $1.0 \times 10^{-4}$ | $9.6 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $1.0 \times 10^{-4}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | | |
| Y-91 | 58.5 d | M | $1.0 \times 10^{-4}$ | $6.7 \times 10^{-9}$ | $5.2 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ |
| | | S | $1.0 \times 10^{-4}$ | $8.4 \times 10^{-9}$ | $6.1 \times 10^{-9}$ | | |
| Y-91m | 0.828 h | M | $1.0 \times 10^{-4}$ | $1.0 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-11}$ |
| | | S | $1.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-11}$ | $1.5 \times 10^{-11}$ | | |
| Y-92 | 3.54 h | M | $1.0 \times 10^{-4}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $4.9 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $1.0 \times 10^{-4}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ | | |
| Y-93 | 10.1 h | M | $1.0 \times 10^{-4}$ | $4.1 \times 10^{-10}$ | $5.7 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ |
| | | S | $1.0 \times 10^{-4}$ | $4.3 \times 10^{-10}$ | $6.0 \times 10^{-10}$ | | |
| Y-94 | 0.318 h | M | $1.0 \times 10^{-4}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ | $4.4 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $8.1 \times 10^{-11}$ |
| | | S | $1.0 \times 10^{-4}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ | $4.6 \times 10^{-11}$ | | |
| Y-95 | 0.178 h | M | $1.0 \times 10^{-4}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $4.6 \times 10^{-11}$ |
| | | S | $1.0 \times 10^{-4}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ | | |

## الجدول الثاني-ثالثا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Inhalation | | | | Ingestion | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Type | $f_1$ | $e(g)_{1\,\mu m}$ | $e(g)_{5\,\mu m}$ | $f_1$ | e(g) |
| **Zirconium** | | | | | | | |
| Zr-86 | 16.5 h | F | 0.002 | $3.0 \times 10^{-10}$ | $5.2 \times 10^{-10}$ | 0.002 | $8.6 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.002 | $4.3 \times 10^{-10}$ | $6.8 \times 10^{-10}$ | | |
| | | S | 0.002 | $4.5 \times 10^{-10}$ | $7.0 \times 10^{-10}$ | | |
| Zr-88 | 83.4 d | F | 0.002 | $3.5 \times 10^{-9}$ | $4.1 \times 10^{-9}$ | 0.002 | $3.3 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.002 | $2.5 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | | |
| | | S | 0.002 | $3.3 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | | |
| Zr-89 | 3.27 d | F | 0.002 | $3.1 \times 10^{-10}$ | $5.2 \times 10^{-10}$ | 0.002 | $7.9 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.002 | $5.3 \times 10^{-10}$ | $7.2 \times 10^{-10}$ | | |
| | | S | 0.002 | $5.5 \times 10^{-10}$ | $7.5 \times 10^{-10}$ | | |
| Zr-93 | $1.53 \times 10^{6}$ a | F | 0.002 | $2.5 \times 10^{-8}$ | $2.9 \times 10^{-8}$ | 0.002 | $2.8 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.002 | $9.6 \times 10^{-9}$ | $6.6 \times 10^{-9}$ | | |
| | | S | 0.002 | $3.1 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | | |
| Zr-95 | 64.0 d | F | 0.002 | $2.5 \times 10^{-9}$ | $3.0 \times 10^{-9}$ | 0.002 | $8.8 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.002 | $4.5 \times 10^{-9}$ | $3.6 \times 10^{-9}$ | | |
| | | S | 0.002 | $5.5 \times 10^{-9}$ | $4.2 \times 10^{-9}$ | | |
| Zr-97 | 16.9 h | F | 0.002 | $4.2 \times 10^{-10}$ | $7.4 \times 10^{-10}$ | 0.002 | $2.1 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.002 | $9.4 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | | |
| | | S | 0.002 | $1.0 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | | |
| **Niobium** | | | | | | | |
| Nb-88 | 0.238 h | M | 0.010 | $2.9 \times 10^{-11}$ | $4.8 \times 10^{-11}$ | 0.010 | $6.3 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.010 | $3.0 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-11}$ | | |
| Nb-89 | 2.03 h | M | 0.010 | $1.2 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $3.0 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.010 | $1.3 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nb-89 | 1.10 h | M | 0.010 | $7.1 \times 10^{-11}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $1.4 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.010 | $7.4 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | | |
| Nb-90 | 14.6 h | M | 0.010 | $6.6 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $1.2 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.010 | $6.9 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | | |
| Nb-93m | 13.6 a | M | 0.010 | $4.6 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.010 | $1.6 \times 10^{-9}$ | $8.6 \times 10^{-10}$ | | |
| Nb-94 | $2.03 \times 10^{4}$ a | M | 0.010 | $1.0 \times 10^{-8}$ | $7.2 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $1.7 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.010 | $4.5 \times 10^{-8}$ | $2.5 \times 10^{-8}$ | | |
| Nb-95 | 35.1 d | M | 0.010 | $1.4 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $5.8 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.010 | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | | |
| Nb-95m | 3.61 d | M | 0.010 | $7.6 \times 10^{-10}$ | $7.7 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $5.6 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.010 | $8.5 \times 10^{-10}$ | $8.5 \times 10^{-10}$ | | |
| Nb-96 | 23.3 h | M | 0.010 | $6.5 \times 10^{-10}$ | $9.7 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.010 | $6.8 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | | |
| Nb-97 | 1.20 h | M | 0.010 | $4.4 \times 10^{-11}$ | $6.9 \times 10^{-11}$ | 0.010 | $6.8 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.010 | $4.7 \times 10^{-11}$ | $7.2 \times 10^{-11}$ | | |
| Nb-98 | 0.858 h | M | 0.010 | $5.9 \times 10^{-11}$ | $9.6 \times 10^{-11}$ | 0.010 | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.010 | $6.1 \times 10^{-11}$ | $9.9 \times 10^{-11}$ | | |
| **Molybdenum** | | | | | | | |
| Mo-90 | 5.67 h | F | 0.800 | $1.7 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | 0.800 | $3.1 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.050 | $3.7 \times 10^{-10}$ | $5.6 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $6.2 \times 10^{-10}$ |
| Mo-93 | $3.50 \times 10^{3}$ a | F | 0.800 | $1.0 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | 0.800 | $2.6 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.050 | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | 0.050 | 2.0 10-10 |
| Mo-93m | 6.85 h | F | 0.800 | $1.0 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | 0.800 | $1.6 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.050 | $1.8 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $2.8 \times 10^{-10}$ |
| Mo-99 | 2.75 d | F | 0.800 | $2.3 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ | 0.800 | $7.4 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.050 | $9.7 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $1.2 \times 10^{-9}$ |
| Mo-101 | 0.244 h | F | 0.800 | $1.5 \times 10^{-11}$ | $2.7 \times 10^{-11}$ | 0.800 | $4.2 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.050 | $2.7 \times 10^{-11}$ | $4.5 \times 10^{-11}$ | 0.050 | $4.2 \times 10^{-11}$ |

## الجدول الثاني-ثالثا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Inhalation | | | | Ingestion | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Type | $f_1$ | $e(g)_{1\,\mu m}$ | $e(g)_{5\,\mu m}$ | $f_1$ | e(g) |
| **Technetium** | | | | | | | |
| Tc-93 | 2.75 h | F | 0.800 | $3.4 \times 10^{-11}$ | $6.2 \times 10^{-11}$ | 0.800 | $4.9 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.800 | $3.6 \times 10^{-11}$ | $6.5 \times 10^{-11}$ | | |
| Tc-93m | 0.725 h | F | 0.800 | $1.5 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ | 0.800 | $2.4 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.800 | $1.7 \times 10^{-11}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ | | |
| Tc-94 | 4.88 h | F | 0.800 | $1.2 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | 0.800 | $1.8 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.800 | $1.3 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | | |
| Tc-94m | 0.867 h | F | 0.800 | $4.3 \times 10^{-11}$ | $6.9 \times 10^{-11}$ | 0.800 | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.800 | $4.9 \times 10^{-11}$ | $8.0 \times 10^{-11}$ | | |
| Tc-95 | 20.0 h | F | 0.800 | $1.0 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | 0.800 | $1.6 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.800 | $1.0 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | | |
| Tc-95m | 61.0 d | F | 0.800 | $3.1 \times 10^{-10}$ | $4.8 \times 10^{-10}$ | 0.800 | $6.2 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.800 | $8.7 \times 10^{-10}$ | $8.6 \times 10^{-10}$ | | |
| Tc-96 | 4.28 d | F | 0.800 | $6.0 \times 10^{-10}$ | $9.8 \times 10^{-10}$ | 0.800 | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.800 | $7.1 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | | |
| Tc-96m | 0.858 h | F | 0.800 | $6.5 \times 10^{-12}$ | $1.1 \times 10^{-11}$ | 0.800 | $1.3 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.800 | $7.7 \times 10^{-12}$ | $1.1 \times 10^{-11}$ | | |
| Tc-97 | $2.60 \times 10^{6}$ a | F | 0.800 | $4.5 \times 10^{-11}$ | $7.2 \times 10^{-11}$ | 0.800 | $8.3 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.800 | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | | |
| Tc-97m | 87.0 d | F | 0.800 | $2.8 \times 10^{-10}$ | $4.0 \times 10^{-10}$ | 0.800 | $6.6 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.800 | $3.1 \times 10^{-9}$ | $2.7 \times 10^{-9}$ | | |
| Tc-98 | $4.20 \times 10^{6}$ a | F | 0.800 | $1.0 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | 0.800 | $2.3 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.800 | $8.1 \times 10^{-9}$ | $6.1 \times 10^{-9}$ | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tc-99 | $2.13 \times 10^5$ a | F | 0.800 | $2.9 \times 10^{-10}$ | $4.0 \times 10^{-10}$ | 0.800 | $7.8 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.800 | $3.9 \times 10^{-9}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ | | |
| Tc-99m | 6.02 h | F | 0.800 | $1.2 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ | 0.800 | $2.2 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.800 | $1.9 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ | | |
| Tc-101 | 0.237 h | F | 0.800 | $8.7 \times 10^{-12}$ | $1.5 \times 10^{-11}$ | 0.800 | $1.9 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.800 | $1.3 \times 10^{-11}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ | | |
| Tc-104 | 0.303 h | F | 0.800 | $2.4 \times 10^{-11}$ | $3.9 \times 10^{-11}$ | 0.800 | $8.1 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.800 | $3.0 \times 10^{-11}$ | $4.8 \times 10^{-11}$ | | |
| **Ruthenium** | | | | | | | |
| Ru-94 | 0.863 h | F | 0.050 | $2.7 \times 10^{-11}$ | $4.9 \times 10^{-11}$ | 0.050 | $9.4 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.050 | $4.4 \times 10^{-11}$ | $7.2 \times 10^{-11}$ | | |
| | | S | 0.050 | $4.6 \times 10^{-11}$ | $7.4 \times 10^{-11}$ | | |
| Ru-97 | 2.90 d | F | 0.050 | $6.7 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $1.5 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.050 | $1.1 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | | |
| | | S | 0.050 | $1.1 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | | |
| Ru-103 | 39.3 d | F | 0.050 | $4.9 \times 10^{-10}$ | $6.8 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $7.3 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.050 | $2.3 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | | |
| | | S | 0.050 | $2.8 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | | |
| Ru-105 | 4.44 h | F | 0.050 | $7.1 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $2.6 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.050 | $1.7 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | | |
| | | S | 0.050 | $1.8 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | | |
| Ru-106 | 1.01 a | F | 0.050 | $8.0 \times 10^{-9}$ | $9.8 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $7.0 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.050 | $2.6 \times 10^{-8}$ | $1.7 \times 10^{-8}$ | | |
| | | S | 0.050 | $6.2 \times 10^{-8}$ | $3.5 \times 10^{-8}$ | | |
| **Rhodium** | | | | | | | |
| Rh-99 | 16.0 d | F | 0.050 | $3.3 \times 10^{-10}$ | $4.9 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $5.1 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.050 | $7.3 \times 10^{-10}$ | $8.2 \times 10^{-10}$ | | |
| | | S | 0.050 | $8.3 \times 10^{-10}$ | $8.9 \times 10^{-10}$ | | |

## الجدول الثاني-ثالثا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Inhalation | | | | Ingestion | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Type | $f_1$ | $e(g)_{1\,\mu m}$ | $e(g)_{5\,\mu m}$ | $f_1$ | e(g) |
| Rh-99m | 4.70 h | F | 0.050 | $3.0 \times 10^{-11}$ | $5.7 \times 10^{-11}$ | 0.050 | $6.6 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.050 | $4.1 \times 10^{-11}$ | $7.2 \times 10^{-11}$ | | |
| | | S | 0.050 | $4.3 \times 10^{-11}$ | $7.3 \times 10^{-11}$ | | |
| Rh-100 | 20.8 h | F | 0.050 | $2.8 \times 10^{-10}$ | $5.1 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $7.1 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.050 | $3.6 \times 10^{-10}$ | $6.2 \times 10^{-10}$ | | |
| | | S | 0.050 | $3.7 \times 10^{-10}$ | $6.3 \times 10^{-10}$ | | |
| Rh-101 | 3.20 a | F | 0.050 | $1.4 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $5.5 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.050 | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | | |
| | | S | 0.050 | $5.0 \times 10^{-9}$ | $3.1 \times 10^{-9}$ | | |
| Rh-101m | 4.34 d | F | 0.050 | $1.0 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $2.2 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.050 | $2.0 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | | |
| | | S | 0.050 | $2.1 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | | |
| Rh-102 | 2.90 a | F | 0.050 | $7.3 \times 10^{-9}$ | $8.9 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $2.6 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.050 | $6.5 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-9}$ | | |
| | | S | 0.050 | $1.6 \times 10^{-8}$ | $9.0 \times 10^{-9}$ | | |
| Rh-102m | 207 d | F | 0.050 | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $1.2 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.050 | $3.8 \times 10^{-9}$ | $2.7 \times 10^{-9}$ | | |
| | | S | 0.050 | $6.7 \times 10^{-9}$ | $4.2 \times 10^{-9}$ | | |
| Rh-103m | 0.935 h | F | 0.050 | $8.6 \times 10^{-13}$ | $1.2 \times 10^{-12}$ | 0.050 | $3.8 \times 10^{-12}$ |
| | | M | 0.050 | $2.3 \times 10^{-12}$ | $2.4 \times 10^{-12}$ | | |
| | | S | 0.050 | $2.5 \times 10^{-12}$ | $2.5 \times 10^{-12}$ | | |
| Rh-105 | 1.47 d | F | 0.050 | $8.7 \times 10^{-11}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $3.7 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.050 | $3.1 \times 10^{-10}$ | $4.1 \times 10^{-10}$ | | |
| | | S | 0.050 | $3.4 \times 10^{-10}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rh-106m | 2.20 h | F | 0.050 | $7.0 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $1.6 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.050 | $1.1 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | | |
| | | S | 0.050 | $1.2 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | | |
| Rh-107 | 0.362 h | F | 0.050 | $9.6 \times 10^{-12}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ | 0.050 | $2.4 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.050 | $1.7 \times 10^{-11}$ | $2.7 \times 10^{-11}$ | | |
| | | S | 0.050 | $1.7 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ | | |
| **Palladium** | | | | | | | |
| Pd-100 | 3.63 d | F | 0.005 | $4.9 \times 10^{-10}$ | $7.6 \times 10^{-10}$ | 0.005 | $9.4 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.005 | $7.9 \times 10^{-10}$ | $9.5 \times 10^{-10}$ | | |
| | | S | 0.005 | $8.3 \times 10^{-10}$ | $9.7 \times 10^{-10}$ | | |
| Pd-101 | 8.27 h | F | 0.005 | $4.2 \times 10^{-11}$ | $7.5 \times 10^{-11}$ | 0.005 | $9.4 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.005 | $6.2 \times 10^{-11}$ | $9.8 \times 10^{-11}$ | | |
| | | S | 0.005 | $6.4 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | | |
| Pd-103 | 17.0 d | F | 0.005 | $9.0 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | 0.005 | $1.9 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.005 | $3.5 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | | |
| | | S | 0.005 | $4.0 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | | |
| Pd-107 | $6.50 \times 10^{6}$ a | F | 0.005 | $2.6 \times 10^{-11}$ | $3.3 \times 10^{-11}$ | 0.005 | $3.7 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.005 | $8.0 \times 10^{-11}$ | $5.2 \times 10^{-11}$ | | |
| | | S | 0.005 | $5.5 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | | |
| Pd-109 | 13.4 h | F | 0.005 | $1.2 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | 0.005 | $5.5 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.005 | $3.4 \times 10^{-10}$ | $4.7 \times 10^{-10}$ | | |
| | | S | 0.005 | $3.6 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-10}$ | | |
| **Silver** | | | | | | | |
| Ag-102 | 0.215 h | F | 0.050 | $1.4 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ | 0.050 | $4.0 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.050 | $1.8 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ | | |
| | | S | 0.050 | $1.9 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ | | |
| Ag-103 | 1.09 h | F | 0.050 | $1.6 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ | 0.050 | $4.3 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.050 | $2.7 \times 10^{-11}$ | $4.3 \times 10^{-11}$ | | |
| | | S | 0.050 | $2.8 \times 10^{-11}$ | $4.5 \times 10^{-11}$ | | |

## الجدول الثاني-ثالثا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Inhalation | | | | Ingestion | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Type | $f_1$ | $e(g)_{1\,\mu m}$ | $e(g)_{5\,\mu m}$ | $f_1$ | e(g) |
| Ag-104 | 1.15 h | F | 0.050 | $3.0 \times 10^{-11}$ | $5.7 \times 10^{-11}$ | 0.050 | $6.0 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.050 | $3.9 \times 10^{-11}$ | $6.9 \times 10^{-11}$ | | |
| | | S | 0.050 | $4.0 \times 10^{-11}$ | $7.1 \times 10^{-11}$ | | |
| Ag-104m | 0.558 h | F | 0.050 | $1.7 \times 10^{-11}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ | 0.050 | $5.4 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.050 | $2.6 \times 10^{-11}$ | $4.4 \times 10^{-11}$ | | |
| | | S | 0.050 | $2.7 \times 10^{-11}$ | $4.5 \times 10^{-11}$ | | |
| Ag-105 | 41.0 d | F | 0.050 | $5.4 \times 10^{-10}$ | $8.0 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $4.7 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.050 | $6.9 \times 10^{-10}$ | $7.0 \times 10^{-10}$ | | |
| | | S | 0.050 | $7.8 \times 10^{-10}$ | $7.3 \times 10^{-10}$ | | |
| Ag-106 | 0.399 h | F | 0.050 | $9.8 \times 10^{-12}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ | 0.050 | $3.2 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.050 | $1.6 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ | | |
| | | S | 0.050 | $1.6 \times 10^{-11}$ | $2.7 \times 10^{-11}$ | | |
| Ag-106m | 8.41 d | F | 0.050 | $1.1 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $1.5 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.050 | $1.1 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | | |
| | | S | 0.050 | $1.1 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | | |
| Ag-108m | $1.27 \times 10^2$ a | F | 0.050 | $6.1 \times 10^{-9}$ | $7.3 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $2.3 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.050 | $7.0 \times 10^{-9}$ | $5.2 \times 10^{-9}$ | | |
| | | S | 0.050 | $3.5 \times 10^{-8}$ | $1.9 \times 10^{-8}$ | | |
| Ag-110m | 250 d | F | 0.050 | $5.5 \times 10^{-9}$ | $6.7 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $2.8 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.050 | $7.2 \times 10^{-9}$ | $5.9 \times 10^{-9}$ | | |
| | | S | 0.050 | $1.2 \times 10^{-8}$ | $7.3 \times 10^{-9}$ | | |
| Ag-111 | 7.45 d | F | 0.050 | $4.1 \times 10^{-10}$ | $5.7 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $1.3 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.050 | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | | |
| | | S | 0.050 | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ag-112 | 3.12 h | F | 0.050 | $8.2 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $4.3 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.050 | $1.7 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | | |
| | | S | 0.050 | $1.8 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ | | |
| Ag-115 | 0.333 h | F | 0.050 | $1.6 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ | 0.050 | $6.0 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.050 | $2.8 \times 10^{-11}$ | $4.3 \times 10^{-11}$ | | |
| | | S | 0.050 | $3.0 \times 10^{-11}$ | $4.4 \times 10^{-11}$ | | |
| **Cadmium** | | | | | | | |
| Cd-104 | 0.961 h | F | 0.050 | $2.7 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-11}$ | 0.050 | $5.8 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.050 | $3.6 \times 10^{-11}$ | $6.2 \times 10^{-11}$ | | |
| | | S | 0.050 | $3.7 \times 10^{-11}$ | $6.3 \times 10^{-11}$ | | |
| Cd-107 | 6.49 h | F | 0.050 | $2.3 \times 10^{-11}$ | $4.2 \times 10^{-11}$ | 0.050 | $6.2 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.050 | $8.1 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | | |
| | | S | 0.050 | $8.7 \times 10^{-11}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | | |
| Cd-109 | 1.27 a | F | 0.050 | $8.1 \times 10^{-9}$ | $9.6 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $2.0 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.050 | $6.2 \times 10^{-9}$ | $5.1 \times 10^{-9}$ | | |
| | | S | 0.050 | $5.8 \times 10^{-9}$ | $4.4 \times 10^{-9}$ | | |
| Cd-113 | $9.30 \times 10^{15}$ a | F | 0.050 | $1.2 \times 10^{-7}$ | $1.4 \times 10^{-7}$ | 0.050 | $2.5 \times 10^{-8}$ |
| | | M | 0.050 | $5.3 \times 10^{-8}$ | $4.3 \times 10^{-8}$ | | |
| | | S | 0.050 | $2.5 \times 10^{-8}$ | $2.1 \times 10^{-8}$ | | |
| Cd-113m | 13.6 a | F | 0.050 | $1.1 \times 10^{-7}$ | $1.3 \times 10^{-7}$ | 0.050 | $2.3 \times 10^{-8}$ |
| | | M | 0.050 | $5.0 \times 10^{-8}$ | $4.0 \times 10^{-8}$ | | |
| | | S | 0.050 | $3.0 \times 10^{-8}$ | $2.4 \times 10^{-8}$ | | |
| Cd-115 | 2.23 d | F | 0.050 | $3.7 \times 10^{-10}$ | $5.4 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $1.4 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.050 | $9.7 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | | |
| | | S | 0.050 | $1.1 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | | |
| Cd-115m | 44.6 d | F | 0.050 | $5.3 \times 10^{-9}$ | $6.4 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $3.3 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.050 | $5.9 \times 10^{-9}$ | $5.5 \times 10^{-9}$ | | |
| | | S | 0.050 | $7.3 \times 10^{-9}$ | $5.5 \times 10^{-9}$ | | |

## الجدول الثاني-ثالثا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Inhalation | | | | Ingestion | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Type | $f_1$ | $e(g)_{1\,\mu m}$ | $e(g)_{5\,\mu m}$ | $f_1$ | e(g) |
| Cd-117 | 2.49 h | F | 0.050 | $7.3 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $2.8 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.050 | $1.6 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | | |
| | | S | 0.050 | $1.7 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | | |
| Cd-117m | 3.36 h | F | 0.050 | $1.0 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $2.8 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.050 | $2.0 \times 10^{-10}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ | | |
| | | S | 0.050 | $2.1 \times 10^{-10}$ | $3.2 \times 10^{-10}$ | | |
| **Indium** | | | | | | | |
| In-109 | 4.20 h | F | 0.020 | $3.2 \times 10^{-11}$ | $5.7 \times 10^{-11}$ | 0.020 | $6.6 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.020 | $4.4 \times 10^{-11}$ | $7.3 \times 10^{-11}$ | | |
| In-110 | 4.90 h | F | 0.020 | $1.2 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $2.4 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.020 | $1.4 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | | |
| In-110 | 1.15 h | F | 0.020 | $3.1 \times 10^{-11}$ | $5.5 \times 10^{-11}$ | 0.020 | $1.0 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.020 | $5.0 \times 10^{-11}$ | $8.1 \times 10^{-11}$ | | |
| In-111 | 2.83 d | F | 0.020 | $1.3 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $2.9 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.020 | $2.3 \times 10^{-10}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ | | |
| In-112 | 0.240 h | F | 0.020 | $5.0 \times 10^{-12}$ | $8.6 \times 10^{-12}$ | 0.020 | $1.0 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.020 | $7.8 \times 10^{-12}$ | $1.3 \times 10^{-11}$ | | |
| In-113m | 1.66 h | F | 0.020 | $1.0 \times 10^{-11}$ | $1.9 \times 10^{-11}$ | 0.020 | $2.8 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.020 | $2.0 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ | | |
| In-114m | 49.5 d | F | 0.020 | $9.3 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | 0.020 | $4.1 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.020 | $5.9 \times 10^{-9}$ | $5.9 \times 10^{-9}$ | | |
| In-115 | $5.10 \times 10^{15}$ a | F | 0.020 | $3.9 \times 10^{-7}$ | $4.5 \times 10^{-7}$ | 0.020 | $3.2 \times 10^{-8}$ |
| | | M | 0.020 | $1.5 \times 10^{-7}$ | $1.1 \times 10^{-7}$ | | |
| In-115m | 4.49 h | F | 0.020 | $2.5 \times 10^{-11}$ | $4.5 \times 10^{-11}$ | 0.020 | $8.6 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.020 | $6.0 \times 10^{-11}$ | $8.7 \times 10^{-11}$ | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| In-116m | 0.902 h | F | 0.020 | $3.0 \times 10^{-11}$ | $5.5 \times 10^{-11}$ | 0.020 | $6.4 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.020 | $4.8 \times 10^{-11}$ | $8.0 \times 10^{-11}$ | | |
| In-117 | 0.730 h | F | 0.020 | $1.6 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ | 0.020 | $3.1 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.020 | $3.0 \times 10^{-11}$ | $4.8 \times 10^{-11}$ | | |
| In-117m | 1.94 h | F | 0.020 | $3.1 \times 10^{-11}$ | $5.5 \times 10^{-11}$ | 0.020 | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.020 | $7.3 \times 10^{-11}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | | |
| In-119m | 0.300 h | F | 0.020 | $1.1 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ | 0.020 | $4.7 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.020 | $1.8 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ | | |
| **Tin** | | | | | | | |
| Sn-110 | 4.00 h | F | 0.020 | $1.1 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $3.5 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.020 | $1.6 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ | | |
| Sn-111 | 0.588 h | F | 0.020 | $8.3 \times 10^{-12}$ | $1.5 \times 10^{-11}$ | 0.020 | $2.3 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.020 | $1.4 \times 10^{-11}$ | $2.2 \times 10^{-11}$ | | |
| Sn-113 | 115 d | F | 0.020 | $5.4 \times 10^{-10}$ | $7.9 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $7.3 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.020 | $2.5 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | | |
| Sn-117m | 13.6 d | F | 0.020 | $2.9 \times 10^{-10}$ | $3.9 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $7.1 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.020 | $2.3 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | | |
| Sn-119m | 293 d | F | 0.020 | $2.9 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $3.4 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.020 | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | | |
| Sn-121 | 1.13 d | F | 0.020 | $6.4 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $2.3 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.020 | $2.2 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ | | |
| Sn-121m | 55.0 a | F | 0.020 | $8.0 \times 10^{-10}$ | $9.7 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $3.8 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.020 | $4.2 \times 10^{-9}$ | $3.3 \times 10^{-9}$ | | |
| Sn-123 | 129 d | F | 0.020 | $1.2 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $2.1 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.020 | $7.7 \times 10^{-9}$ | $5.6 \times 10^{-9}$ | | |
| Sn-123m | 0.668 h | F | 0.020 | $1.4 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ | 0.020 | $3.8 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.020 | $2.8 \times 10^{-11}$ | $4.4 \times 10^{-11}$ | | |
| Sn-125 | 9.64 d | F | 0.020 | $9.2 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $3.1 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.020 | $3.0 \times 10^{-9}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ | | |

## الجدول الثاني-ثالثا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Inhalation | | | | Ingestion | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Type | $f_1$ | $e(g)_{1\,\mu m}$ | $e(g)_{5\,\mu m}$ | $f_1$ | e(g) |
| Sn-126 | $1.00 \times 10^5$ a | F | 0.020 | $1.1 \times 10^{-8}$ | $1.4 \times 10^{-8}$ | 0.020 | $4.7 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.020 | $2.7 \times 10^{-8}$ | $1.8 \times 10^{-8}$ | | |
| Sn-127 | 2.10 h | F | 0.020 | $6.9 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $2.0 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.020 | $1.3 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | | |
| Sn-128 | 0.985 h | F | 0.020 | $5.4 \times 10^{-11}$ | $9.5 \times 10^{-11}$ | 0.020 | $1.5 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.020 | $9.6 \times 10^{-11}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | | |
| **Antimony** | | | | | | | |
| Sb-115 | 0.530 h | F | 0.100 | $9.2 \times 10^{-12}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ | 0.100 | $2.4 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.010 | $1.4 \times 10^{-11}$ | $2.3 \times 10^{-11}$ | | |
| Sb-116 | 0.263 h | F | 0.100 | $9.9 \times 10^{-12}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ | 0.100 | $2.6 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.010 | $1.4 \times 10^{-11}$ | $2.3 \times 10^{-11}$ | | |
| Sb-116m | 1.00 h | F | 0.100 | $3.5 \times 10^{-11}$ | $6.4 \times 10^{-11}$ | 0.100 | $6.7 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.010 | $5.0 \times 10^{-11}$ | $8.5 \times 10^{-11}$ | | |
| Sb-117 | 2.80 h | F | 0.100 | $9.3 \times 10^{-12}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ | 0.100 | $1.8 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.010 | $1.7 \times 10^{-11}$ | $2.7 \times 10^{-11}$ | | |
| Sb-118m | 5.00 h | F | 0.100 | $1.0 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $2.1 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.010 | $1.3 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | | |
| Sb-119 | 1.59 d | F | 0.100 | $2.5 \times 10^{-11}$ | $4.5 \times 10^{-11}$ | 0.100 | $8.1 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.010 | $3.7 \times 10^{-11}$ | $5.9 \times 10^{-11}$ | | |
| Sb-120 | 5.76 d | F | 0.100 | $5.9 \times 10^{-10}$ | $9.8 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $1.2 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.010 | $1.0 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | | |
| Sb-120 | 0.265 h | F | 0.100 | $4.9 \times 10^{-12}$ | $8.5 \times 10^{-12}$ | 0.100 | $1.4 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.010 | $7.4 \times 10^{-12}$ | $1.2 \times 10^{-11}$ | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sb-122 | 2.70 d | F | 0.100 | $3.9 \times 10^{-10}$ | $6.3 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $1.7 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.010 | $1.0 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | | |
| Sb-124 | 60.2 d | F | 0.100 | $1.3 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $2.5 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.010 | $6.1 \times 10^{-9}$ | $4.7 \times 10^{-9}$ | | |
| Sb-124m | 0.337 h | F | 0.100 | $3.0 \times 10^{-12}$ | $5.3 \times 10^{-12}$ | 0.100 | $8.0 \times 10^{-12}$ |
| | | M | 0.010 | $5.5 \times 10^{-12}$ | $8.3 \times 10^{-12}$ | | |
| Sb-125 | 2.77 a | F | 0.100 | $1.4 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.010 | $4.5 \times 10^{-9}$ | $3.3 \times 10^{-9}$ | | |
| Sb-126 | 12.4 d | F | 0.100 | $1.1 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $2.4 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.010 | $2.7 \times 10^{-9}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ | | |
| Sb-126m | 0.317 h | F | 0.100 | $1.3 \times 10^{-11}$ | $2.3 \times 10^{-11}$ | 0.100 | $3.6 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.010 | $2.0 \times 10^{-11}$ | $3.3 \times 10^{-11}$ | | |
| Sb-127 | 3.85 d | F | 0.100 | $4.6 \times 10^{-10}$ | $7.4 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $1.7 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.010 | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | | |
| Sb-128 | 9.01 h | F | 0.100 | $2.5 \times 10^{-10}$ | $4.6 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $7.6 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.010 | $4.2 \times 10^{-10}$ | $6.7 \times 10^{-10}$ | | |
| Sb-128 | 0.173 h | F | 0.100 | $1.1 \times 10^{-11}$ | $1.9 \times 10^{-11}$ | 0.100 | $3.3 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.010 | $1.5 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ | | |
| Sb-129 | 4.32 h | F | 0.100 | $1.1 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $4.2 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.010 | $2.4 \times 10^{-10}$ | $3.5 \times 10^{-10}$ | | |
| Sb-130 | 0.667 h | F | 0.100 | $3.5 \times 10^{-11}$ | $6.3 \times 10^{-11}$ | 0.100 | $9.1 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.010 | $5.4 \times 10^{-11}$ | $9.1 \times 10^{-11}$ | | |
| Sb-131 | 0.383 h | F | 0.100 | $3.7 \times 10^{-11}$ | $5.9 \times 10^{-11}$ | 0.100 | $1.0 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.010 | $5.2 \times 10^{-11}$ | $8.3 \times 10^{-11}$ | | |
| **Tellurium** | | | | | | | |
| Te-116 | 2.49 h | F | 0.300 | $6.3 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | 0.300 | $1.7 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.300 | $1.1 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | | |
| Te-121 | 17.0 d | F | 0.300 | $2.5 \times 10^{-10}$ | $3.9 \times 10^{-10}$ | 0.300 | $4.3 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.300 | $3.9 \times 10^{-10}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ | | |

## الجدول الثاني-ثالثا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Inhalation | | | | Ingestion | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Type | $f_1$ | $e(g)_{1\,\mu m}$ | $e(g)_{5\,\mu m}$ | $f_1$ | e(g) |
| Te-121m | 154 d | F | 0.300 | $1.8 \times 10^{-9}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ | 0.300 | $2.3 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.300 | $4.2 \times 10^{-9}$ | $3.6 \times 10^{-9}$ | | |
| Te-123 | $1.00 \times 10^{13}$ a | F | 0.300 | $4.0 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-9}$ | 0.300 | $4.4 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.300 | $2.6 \times 10^{-9}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ | | |
| Te-123m | 120 d | F | 0.300 | $9.7 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | 0.300 | $1.4 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.300 | $3.9 \times 10^{-9}$ | $3.4 \times 10^{-9}$ | | |
| Te-125m | 58.0 d | F | 0.300 | $5.1 \times 10^{-10}$ | $6.7 \times 10^{-10}$ | 0.300 | $8.7 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.300 | $3.3 \times 10^{-9}$ | $2.9 \times 10^{-9}$ | | |
| Te-127 | 9.35 h | F | 0.300 | $4.2 \times 10^{-11}$ | $7.2 \times 10^{-11}$ | 0.300 | $1.7 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.300 | $1.2 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | | |
| Te-127m | 109 d | F | 0.300 | $1.6 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | 0.300 | $2.3 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.300 | $7.2 \times 10^{-9}$ | $6.2 \times 10^{-9}$ | | |
| Te-129 | 1.16 h | F | 0.300 | $1.7 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ | 0.300 | $6.3 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.300 | $3.8 \times 10^{-11}$ | $5.7 \times 10^{-11}$ | | |
| Te-129m | 33.6 d | F | 0.300 | $1.3 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | 0.300 | $3.0 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.300 | $6.3 \times 10^{-9}$ | $5.4 \times 10^{-9}$ | | |
| Te-131 | 0.417 h | F | 0.300 | $2.3 \times 10^{-11}$ | $4.6 \times 10^{-11}$ | 0.300 | $8.7 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.300 | $3.8 \times 10^{-11}$ | $6.1 \times 10^{-11}$ | | |
| Te-131m | 1.25 d | F | 0.300 | $8.7 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | 0.300 | $1.9 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.300 | $1.1 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | | |
| Te-132 | 3.26 d | F | 0.300 | $1.8 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | 0.300 | $3.7 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.300 | $2.2 \times 10^{-9}$ | $3.0 \times 10^{-9}$ | | |
| Te-133 | 0.207 h | F | 0.300 | $2.0 \times 10^{-11}$ | $3.8 \times 10^{-11}$ | 0.300 | $7.2 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.300 | $2.7 \times 10^{-11}$ | $4.4 \times 10^{-11}$ | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Te-133m | 0.923 h | F | 0.300 | $8.4 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | 0.300 | $2.8 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.300 | $1.2 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | | |
| Te-134 | 0.696 h | F | 0.300 | $5.0 \times 10^{-11}$ | $8.3 \times 10^{-11}$ | 0.300 | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.300 | $7.1 \times 10^{-11}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | | |
| **Iodine** | | | | | | | |
| I-120 | 1.35 h | F | 1.000 | $1.0 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $3.4 \times 10^{-10}$ |
| I-120m | 0.883 h | F | 1.000 | $8.7 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $2.1 \times 10^{-10}$ |
| I-121 | 2.12 h | F | 1.000 | $2.8 \times 10^{-11}$ | $3.9 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $8.2 \times 10^{-11}$ |
| I-123 | 13.2 h | F | 1.000 | $7.6 \times 10^{-11}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $2.1 \times 10^{-10}$ |
| I-124 | 4.18 d | F | 1.000 | $4.5 \times 10^{-9}$ | $6.3 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $1.3 \times 10^{-8}$ |
| I-125 | 60.1 d | F | 1.000 | $5.3 \times 10^{-9}$ | $7.3 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $1.5 \times 10^{-8}$ |
| I-126 | 13.0 d | F | 1.000 | $1.0 \times 10^{-8}$ | $1.4 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $2.9 \times 10^{-8}$ |
| I-128 | 0.416 h | F | 1.000 | $1.4 \times 10^{-11}$ | $2.2 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $4.6 \times 10^{-11}$ |
| I-129 | $1.57 \times 10^{7}$ a | F | 1.000 | $3.7 \times 10^{-8}$ | $5.1 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $1.1 \times 10^{-7}$ |
| I-130 | 12.4 h | F | 1.000 | $6.9 \times 10^{-10}$ | $9.6 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $2.0 \times 10^{-9}$ |
| I-131 | 8.04 d | F | 1.000 | $7.6 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $2.2 \times 10^{-8}$ |
| I-132 | 2.30 h | F | 1.000 | $9.6 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $2.9 \times 10^{-10}$ |
| I-132m | 1.39 h | F | 1.000 | $8.1 \times 10^{-11}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $2.2 \times 10^{-10}$ |
| I-133 | 20.8 h | F | 1.000 | $1.5 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $4.3 \times 10^{-9}$ |
| I-134 | 0.876 h | F | 1.000 | $4.8 \times 10^{-11}$ | $7.9 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| I-135 | 6.61 h | F | 1.000 | $3.3 \times 10^{-10}$ | $4.6 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $9.3 \times 10^{-10}$ |
| **Caesium** | | | | | | | |
| Cs-125 | 0.750 h | F | 1.000 | $1.3 \times 10^{-11}$ | $2.3 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $3.5 \times 10^{-11}$ |
| Cs-127 | 6.25 h | F | 1.000 | $2.2 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $2.4 \times 10^{-11}$ |
| Cs-129 | 1.34 d | F | 1.000 | $4.5 \times 10^{-11}$ | $8.1 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $6.0 \times 10^{-11}$ |
| Cs-130 | 0.498 h | F | 1.000 | $8.4 \times 10^{-12}$ | $1.5 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $2.8 \times 10^{-11}$ |

## الجدول الثاني-ثالثا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Inhalation | | | | Ingestion | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Type | $f_1$ | $e(g)_{1\,\mu m}$ | $e(g)_{5\,\mu m}$ | $f_1$ | e(g) |
| Cs-131 | 9.69 d | F | 1.000 | $2.8 \times 10^{-11}$ | $4.5 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $5.8 \times 10^{-11}$ |
| Cs-132 | 6.48 d | F | 1.000 | $2.4 \times 10^{-10}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $5.0 \times 10^{-10}$ |
| Cs-134 | 2.06 a | F | 1.000 | $6.8 \times 10^{-9}$ | $9.6 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $1.9 \times 10^{-8}$ |
| Cs-134m | 2.90 h | F | 1.000 | $1.5 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $2.0 \times 10^{-11}$ |
| Cs-135 | $2.30 \times 10^{6}$ a | F | 1.000 | $7.1 \times 10^{-10}$ | $9.9 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $2.0 \times 10^{-9}$ |
| Cs-135m | 0.883 h | F | 1.000 | $1.3 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $1.9 \times 10^{-11}$ |
| Cs-136 | 13.1 d | F | 1.000 | $1.3 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $3.0 \times 10^{-9}$ |
| Cs-137 | 30.0 a | F | 1.000 | $4.8 \times 10^{-9}$ | $6.7 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $1.3 \times 10^{-8}$ |
| Cs-138 | 0.536 h | F | 1.000 | $2.6 \times 10^{-11}$ | $4.6 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $9.2 \times 10^{-11}$ |
| **Barium** | | | | | | | |
| Ba-126 | 1.61 h | F | 0.100 | $7.8 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $2.6 \times 10^{-10}$ |
| Ba-128 | 2.43 d | F | 0.100 | $8.0 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $2.7 \times 10^{-9}$ |
| Ba-131 | 11.8 d | F | 0.100 | $2.3 \times 10^{-10}$ | $3.5 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $4.5 \times 10^{-10}$ |
| Ba-131m | 0.243 h | F | 0.100 | $4.1 \times 10^{-12}$ | $6.4 \times 10^{-12}$ | 0.100 | $4.9 \times 10^{-12}$ |
| Ba-133 | 10.7 a | F | 0.100 | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $1.0 \times 10^{-9}$ |
| Ba-133m | 1.62 d | F | 0.100 | $1.9 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $5.5 \times 10^{-10}$ |
| Ba-135m | 1.20 d | F | 0.100 | $1.5 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $4.5 \times 10^{-10}$ |
| Ba-139 | 1.38 h | F | 0.100 | $3.5 \times 10^{-11}$ | $5.5 \times 10^{-11}$ | 0.100 | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| Ba-140 | 12.7 d | F | 0.100 | $1.0 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $2.5 \times 10^{-9}$ |
| Ba-141 | 0.305 h | F | 0.100 | $2.2 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ | 0.100 | $7.0 \times 10^{-11}$ |
| Ba-142 | 0.177 h | F | 0.100 | $1.6 \times 10^{-11}$ | $2.7 \times 10^{-11}$ | 0.100 | $3.5 \times 10^{-11}$ |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Lanthanum** | | | | | | | |
| La-131 | 0.983 h | F | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ |
| | | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.3 \times 10^{-11}$ | $3.6 \times 10^{-11}$ | | |
| La-132 | 4.80 h | F | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.9 \times 10^{-10}$ |
| | | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ | | |
| La-135 | 19.5 h | F | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.0 \times 10^{-11}$ |
| | | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ | | |
| La-137 | $6.00 \times 10^{4}$ a | F | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.6 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.1 \times 10^{-11}$ |
| | | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.4 \times 10^{-9}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ | | |
| La-138 | $1.35 \times 10^{11}$ a | F | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{7}$ | $1.8 \times 10^{7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| | | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.1 \times 10^{-8}$ | $4.2 \times 10^{-8}$ | | |
| La-140 | 1.68 d | F | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.0 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ |
| | | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | | |
| La-141 | 3.93 h | F | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.7 \times 10^{-11}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ |
| | | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | | |
| La-142 | 1.54 h | F | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.6 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ |
| | | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.3 \times 10^{-11}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | | |
| La-143 | 0.237 h | F | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.6 \times 10^{-11}$ |
| | | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.2 \times 10^{-11}$ | $3.3 \times 10^{-11}$ | | |
| **Cerium** | | | | | | | |
| Ce-134 | 3.00 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | | |
| Ce-135 | 17.6 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.9 \times 10^{-10}$ | $7.3 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.9 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.1 \times 10^{-10}$ | $7.6 \times 10^{-10}$ | | |
| Ce-137 | 9.00 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.0 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-11}$ | $1.9 \times 10^{-11}$ | | |
| Ce-137m | 1.43 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.0 \times 10^{-10}$ | $5.5 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.4 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.3 \times 10^{-10}$ | $5.9 \times 10^{-10}$ | | |

## الجدول الثاني-ثالثا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Inhalation | | | | Ingestion | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Type | $f_1$ | $e(g)_{1\,\mu m}$ | $e(g)_{5\,\mu m}$ | $f_1$ | e(g) |
| Ce-139 | 138 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | | |
| Ce-141 | 32.5 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.1 \times 10^{-9}$ | $2.7 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.1 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.6 \times 10^{-9}$ | $3.1 \times 10^{-9}$ | | |
| Ce-143 | 1.38 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.4 \times 10^{-10}$ | $9.5 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.1 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | | |
| Ce-144 | 284 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.4 \times 10^{-8}$ | $2.3 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.2 \times 10^{-9}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.9 \times 10^{-8}$ | $2.9 \times 10^{-8}$ | | |
| **Praseodymium** | | | | | | | |
| Pr-136 | 0.218 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.3 \times 10^{-11}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ | | |
| Pr-137 | 1.28 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ | $3.4 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.2 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ | | |
| Pr-138m | 2.10 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.6 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.9 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | | |
| Pr-139 | 4.51 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.9 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ | $3.0 \times 10^{-11}$ | | |
| Pr-142 | 19.1 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.3 \times 10^{-10}$ | $7.0 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.6 \times 10^{-10}$ | $7.4 \times 10^{-10}$ | | |
| Pr-142m | 0.243 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.7 \times 10^{-12}$ | $8.9 \times 10^{-12}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.1 \times 10^{-12}$ | $9.4 \times 10^{-12}$ | | |
| Pr-143 | 13.6 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pr-144 | 0.288 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-11}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.9 \times 10^{-11}$ | $3.0 \times 10^{-11}$ | | |
| Pr-145 | 5.98 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.9 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ | | |
| Pr-147 | 0.227 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.3 \times 10^{-11}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.9 \times 10^{-11}$ | $3.0 \times 10^{-11}$ | | |
| **Neodymium** | | | | | | | |
| Nd-136 | 0.844 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.3 \times 10^{-11}$ | $8.5 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.9 \times 10^{-11}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.6 \times 10^{-11}$ | $8.9 \times 10^{-11}$ | | |
| Nd-138 | 5.04 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $3.7 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.4 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ | | |
| Nd-139 | 0.495 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.0 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ | | |
| Nd-139m | 5.50 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | | |
| Nd-141 | 2.49 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.1 \times 10^{-12}$ | $8.5 \times 10^{-12}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.3 \times 10^{-12}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.3 \times 10^{-12}$ | $8.8 \times 10^{-12}$ | | |
| Nd-147 | 11.0 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | | |
| Nd-149 | 1.73 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.5 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.0 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | | |
| Nd-151 | 0.207 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.0 \times 10^{-11}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ | | |
| **Promethium** | | | | | | | |
| Pm-141 | 0.348 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.6 \times 10^{-11}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ | | |
| Pm-143 | 265 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $9.6 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $8.3 \times 10^{-10}$ | | |

## الجدول الثاني-ثالثا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Inhalation | | | | Ingestion | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Type | $f_1$ | $e(g)_{1\,\mu m}$ | $e(g)_{5\,\mu m}$ | $f_1$ | e(g) |
| Pm-144 | 363 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.8 \times 10^{-9}$ | $5.4 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.7 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.0 \times 10^{-9}$ | $3.9 \times 10^{-9}$ | | |
| Pm-145 | 17.7 a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.4 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | | |
| Pm-146 | 5.53 a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.9 \times 10^{-8}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.0 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.6 \times 10^{-8}$ | $9.0 \times 10^{-9}$ | | |
| Pm-147 | 2.62 a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.7 \times 10^{-9}$ | $3.5 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.6 \times 10^{-9}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ | | |
| Pm-148 | 5.37 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.7 \times 10^{-9}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | | |
| Pm-148m | 41.3 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.9 \times 10^{-9}$ | $4.1 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.4 \times 10^{-9}$ | $4.3 \times 10^{-9}$ | | |
| Pm-149 | 2.21 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.6 \times 10^{-10}$ | $7.6 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.9 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.2 \times 10^{-10}$ | $8.2 \times 10^{-10}$ | | |
| Pm-150 | 2.68 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | | |
| Pm-151 | 1.18 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.2 \times 10^{-10}$ | $6.1 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.3 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.5 \times 10^{-10}$ | $6.4 \times 10^{-10}$ | | |
| **Samarium** | | | | | | | |
| Sm-141 | 0.170 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ | $2.7 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.9 \times 10^{-11}$ |
| Sm-141m | 0.377 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.4 \times 10^{-11}$ | $5.6 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.5 \times 10^{-11}$ |
| Sm-142 | 1.21 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.4 \times 10^{-11}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ |
| Sm-145 | 340 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sm-146 | $1.03 \times 10^{8}$ a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.9 \times 10^{-6}$ | $6.7 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.4 \times 10^{-8}$ |
| Sm-147 | $1.06 \times 10^{11}$ a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.9 \times 10^{-6}$ | $6.1 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.9 \times 10^{-8}$ |
| Sm-151 | 90.0 a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.7 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.8 \times 10^{-11}$ |
| Sm-153 | 1.95 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.1 \times 10^{-10}$ | $6.8 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.4 \times 10^{-10}$ |
| Sm-155 | 0.368 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ |
| Sm-156 | 9.40 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ |
| **Europium** | | | | | | | |
| Eu-145 | 5.94 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.6 \times 10^{-10}$ | $7.3 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.5 \times 10^{-10}$ |
| Eu-146 | 4.61 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.2 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ |
| Eu-147 | 24.0 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ |
| Eu-148 | 54.5 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.7 \times 10^{-9}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ |
| Eu-149 | 93.1 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ |
| Eu-150 | 34.2 a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-8}$ | $3.4 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ |
| Eu-150 | 12.6 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ |
| Eu-152 | 13.3 a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.9 \times 10^{-8}$ | $2.7 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ |
| Eu-152m | 9.32 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $3.2 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-10}$ |
| Eu-154 | 8.80 a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-8}$ | $3.5 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ |
| Eu-155 | 4.96 a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.5 \times 10^{-9}$ | $4.7 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.2 \times 10^{-10}$ |
| Eu-156 | 15.2 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.3 \times 10^{-9}$ | $3.0 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ |
| Eu-157 | 15.1 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.2 \times 10^{-10}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.0 \times 10^{-10}$ |
| Eu-158 | 0.765 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.8 \times 10^{-11}$ | $7.5 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.4 \times 10^{-11}$ |
| **Gadolinium** | | | | | | | |
| Gd-145 | 0.382 h | F | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.4 \times 10^{-11}$ |
| | | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ | | |
| Gd-146 | 48.3 d | F | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.4 \times 10^{-9}$ | $5.2 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.6 \times 10^{-10}$ |
| | | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.0 \times 10^{-9}$ | $4.6 \times 10^{-9}$ | | |

## الجدول الثاني-ثالثا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Inhalation | | | | Ingestion | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Type | $f_1$ | $e(g)_{1\,\mu m}$ | $e(g)_{5\,\mu m}$ | $f_1$ | e(g) |
| Gd-147 | 1.59 d | F | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $4.5 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.1 \times 10^{-10}$ |
| | | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.1 \times 10^{-10}$ | $5.9 \times 10^{-10}$ | | |
| Gd-148 | 93.0 a | F | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.5 \times 10^{-5}$ | $3.0 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.5 \times 10^{-8}$ |
| | | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-5}$ | $7.2 \times 10^{-6}$ | | |
| Gd-149 | 9.40 d | F | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ | $4.5 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.5 \times 10^{-10}$ |
| | | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.0 \times 10^{-10}$ | $7.9 \times 10^{-10}$ | | |
| Gd-151 | 120 d | F | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.8 \times 10^{-10}$ | $9.3 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ |
| | | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.1 \times 10^{-10}$ | $6.5 \times 10^{-10}$ | | |
| Gd-152 | $1.08 \times 10^{14}$ a | F | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.9 \times 10^{-5}$ | $2.2 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.1 \times 10^{-8}$ |
| | | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.4 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-6}$ | | |
| Gd-153 | 242 d | F | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ |
| | | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | | |
| Gd-159 | 18.6 h | F | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.9 \times 10^{-10}$ |
| | | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $3.9 \times 10^{-10}$ | | |
| **Terbium** | | | | | | | |
| Tb-147 | 1.65 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.9 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ |
| Tb-149 | 4.15 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.3 \times 10^{-9}$ | $3.1 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ |
| Tb-150 | 3.27 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ |
| Tb-151 | 17.6 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ |
| Tb-153 | 2.34 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ |
| Tb-154 | 21.4 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ | $6.0 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.5 \times 10^{-10}$ |
| Tb-155 | 5.32 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ |
| Tb-156 | 5.34 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tb-156m | 1.02 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ |
| Tb-156m | 5.00 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.2 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.1 \times 10^{-11}$ |
| Tb-157 | $1.50 \times 10^{2}$ a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $7.9 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.4 \times 10^{-11}$ |
| Tb-158 | $1.50 \times 10^{2}$ a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.3 \times 10^{-8}$ | $3.0 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| Tb-160 | 72.3 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.6 \times 10^{-9}$ | $5.4 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ |
| Tb-161 | 6.91 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.2 \times 10^{-10}$ |
| **Dysprosium** | | | | | | | |
| Dy-155 | 10.0 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.0 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ |
| Dy-157 | 8.10 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ | $5.5 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.1 \times 10^{-11}$ |
| Dy-159 | 144 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.5 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ |
| Dy-165 | 2.33 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.1 \times 10^{-11}$ | $8.7 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| Dy-166 | 3.40 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ |
| **Holmium** | | | | | | | |
| Ho-155 | 0.800 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.7 \times 10^{-11}$ |
| Ho-157 | 0.210 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.5 \times 10^{-12}$ | $7.6 \times 10^{-12}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.5 \times 10^{-12}$ |
| Ho-159 | 0.550 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.3 \times 10^{-12}$ | $1.0 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.9 \times 10^{-12}$ |
| Ho-161 | 2.50 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.3 \times 10^{-12}$ | $1.0 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-11}$ |
| Ho-162 | 0.250 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.9 \times 10^{-12}$ | $4.5 \times 10^{-12}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.3 \times 10^{-12}$ |
| Ho-162m | 1.13 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.2 \times 10^{-11}$ | $3.3 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ |
| Ho-164 | 0.483 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.6 \times 10^{-12}$ | $1.3 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.5 \times 10^{-12}$ |
| Ho-164m | 0.625 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ |
| Ho-166 | 1.12 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.6 \times 10^{-10}$ | $8.3 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ |
| Ho-166m | $1.20 \times 10^{3}$ a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-7}$ | $7.8 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ |
| Ho-167 | 3.10 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.1 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.3 \times 10^{-11}$ |
| **Erbium** | | | | | | | |
| Er-161 | 3.24 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.1 \times 10^{-11}$ | $8.5 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.0 \times 10^{-11}$ |
| Er-165 | 10.4 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.3 \times 10^{-12}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.9 \times 10^{-11}$ |

## الجدول الثاني-ثالثا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Inhalation | | | | Ingestion | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Type | $f_1$ | $e(g)_{1\,\mu m}$ | $e(g)_{5\,\mu m}$ | $f_1$ | e(g) |
| Er-169 | 9.30 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.8 \times 10^{-10}$ | $9.2 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.7 \times 10^{-10}$ |
| Er-171 | 7.52 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ |
| Er-172 | 2.05 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ |
| **Thulium** | | | | | | | |
| Tm-162 | 0.362 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ | $2.7 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ |
| Tm-166 | 7.70 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ |
| Tm-167 | 9.24 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.6 \times 10^{-10}$ |
| Tm-170 | 129 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.6 \times 10^{-9}$ | $5.2 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ |
| Tm-171 | 1.92 a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $9.1 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| Tm-172 | 2.65 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ |
| Tm-173 | 8.24 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ |
| Tm-175 | 0.253 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.9 \times 10^{-11}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.7 \times 10^{-11}$ |
| **Ytterbium** | | | | | | | |
| Yb-162 | 0.315 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ | $2.2 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.3 \times 10^{-11}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ | $2.3 \times 10^{-11}$ | | |
| Yb-166 | 2.36 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.2 \times 10^{-10}$ | $9.1 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.5 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.6 \times 10^{-10}$ | $9.5 \times 10^{-10}$ | | |
| Yb-167 | 0.292 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.5 \times 10^{-12}$ | $9.0 \times 10^{-12}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.7 \times 10^{-12}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.9 \times 10^{-12}$ | $9.5 \times 10^{-12}$ | | |
| Yb-169 | 32.0 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.1 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | | |
| Yb-175 | 4.19 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.3 \times 10^{-10}$ | $6.4 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.0 \times 10^{-10}$ | $7.0 \times 10^{-10}$ | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Yb-177 | 1.90 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.4 \times 10^{-11}$ | $8.8 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.7 \times 10^{-11}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.9 \times 10^{-11}$ | $9.4 \times 10^{-11}$ | | |
| Yb-178 | 1.23 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.1 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.6 \times 10^{-11}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | | |
| **Lutetium** | | | | | | | |
| Lu-169 | 1.42 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.5 \times 10^{-10}$ | $4.7 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.6 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ | $4.9 \times 10^{-10}$ | | |
| Lu-170 | 2.00 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.4 \times 10^{-10}$ | $9.3 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.9 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.7 \times 10^{-10}$ | $9.5 \times 10^{-10}$ | | |
| Lu-171 | 8.22 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.6 \times 10^{-10}$ | $8.8 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.7 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.3 \times 10^{-10}$ | $9.3 \times 10^{-10}$ | | |
| Lu-172 | 6.70 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | | |
| Lu-173 | 1.37 a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | | |
| Lu-174 | 3.31 a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.0 \times 10^{-9}$ | $2.9 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.9 \times 10^{-9}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ | | |
| Lu-174m | 142 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.4 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.3 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.8 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | | |
| Lu-176 | $3.60 \times 10^{10}$ a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.6 \times 10^{-8}$ | $4.6 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.2 \times 10^{-8}$ | $3.0 \times 10^{-8}$ | | |
| Lu-176m | 3.68 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | | |
| Lu-177 | 6.71 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.3 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | | |
| Lu-177m | 161 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ | $1.2 \times 10^{-8}$ | | |

## الجدول الثاني-ثالثا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Inhalation | | | | Ingestion | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Type | $f_1$ | $e(g)_{1\,\mu m}$ | $e(g)_{5\,\mu m}$ | $f_1$ | e(g) |
| Lu-178 | 0.473 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ | $3.9 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.7 \times 10^{-11}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ | $4.1 \times 10^{-11}$ | | |
| Lu-178m | 0.378 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.3 \times 10^{-11}$ | $5.4 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.8 \times 10^{-11}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ | $5.6 \times 10^{-11}$ | | |
| Lu-179 | 4.59 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | | |
| **Hafnium** | | | | | | | |
| Hf-170 | 16.0 h | F | 0.002 | $1.7 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | 0.002 | $4.8 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.002 | $3.2 \times 10^{-10}$ | $4.3 \times 10^{-10}$ | | |
| Hf-172 | 1.87 a | F | 0.002 | $3.2 \times 10^{-8}$ | $3.7 \times 10^{-8}$ | 0.002 | $1.0 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.002 | $1.9 \times 10^{-8}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ | | |
| Hf-173 | 24.0 h | F | 0.002 | $7.9 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | 0.002 | $2.3 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.002 | $1.6 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | | |
| Hf-175 | 70.0 d | F | 0.002 | $7.2 \times 10^{-10}$ | $8.7 \times 10^{-10}$ | 0.002 | $4.1 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.002 | $1.1 \times 10^{-9}$ | $8.8 \times 10^{-10}$ | | |
| Hf-177m | 0.856 h | F | 0.002 | $4.7 \times 10^{-11}$ | $8.4 \times 10^{-11}$ | 0.002 | $8.1 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.002 | $9.2 \times 10^{-11}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | | |
| Hf-178m | 31.0 a | F | 0.002 | $2.6 \times 10^{-7}$ | $3.1 \times 10^{-7}$ | 0.002 | $4.7 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.002 | $1.1 \times 10^{-7}$ | $7.8 \times 10^{-8}$ | | |
| Hf-179m | 25.1 d | F | 0.002 | $1.1 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | 0.002 | $1.2 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.002 | $3.6 \times 10^{-9}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ | | |
| Hf-180m | 5.50 h | F | 0.002 | $6.4 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | 0.002 | $1.7 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.002 | $1.4 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hf-181 | 42.4 d | F | 0.002 | $1.4 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | 0.002 | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.002 | $4.7 \times 10^{-9}$ | $4.1 \times 10^{-9}$ | | |
| Hf-182 | $9.00 \times 10^{6}$ a | F | 0.002 | $3.0 \times 10^{-7}$ | $3.6 \times 10^{-7}$ | 0.002 | $3.0 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.002 | $1.2 \times 10^{-7}$ | $8.3 \times 10^{-8}$ | | |
| Hf-182m | 1.02 h | F | 0.002 | $2.3 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ | 0.002 | $4.2 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.002 | $4.7 \times 10^{-11}$ | $7.1 \times 10^{-11}$ | | |
| Hf-183 | 1.07 h | F | 0.002 | $2.6 \times 10^{-11}$ | $4.4 \times 10^{-11}$ | 0.002 | $7.3 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.002 | $5.8 \times 10^{-11}$ | $8.3 \times 10^{-11}$ | | |
| Hf-184 | 4.12 h | F | 0.002 | $1.3 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | 0.002 | $5.2 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.002 | $3.3 \times 10^{-10}$ | $4.5 \times 10^{-10}$ | | |
| **Tantalum** | | | | | | | |
| Ta-172 | 0.613 h | M | 0.001 | $3.4 \times 10^{-11}$ | $5.5 \times 10^{-11}$ | 0.001 | $5.3 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.001 | $3.6 \times 10^{-11}$ | $5.7 \times 10^{-11}$ | | |
| Ta-173 | 3.65 h | M | 0.001 | $1.1 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $1.9 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.001 | $1.2 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | | |
| Ta-174 | 1.20 h | M | 0.001 | $4.2 \times 10^{-11}$ | $6.3 \times 10^{-11}$ | 0.001 | $5.7 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.001 | $4.4 \times 10^{-11}$ | $6.6 \times 10^{-11}$ | | |
| Ta-175 | 10.5 h | M | 0.001 | $1.3 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $2.1 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.001 | $1.4 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | | |
| Ta-176 | 8.08 h | M | 0.001 | $2.0 \times 10^{-10}$ | $3.2 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $3.1 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.001 | $2.1 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | | |
| Ta-177 | 2.36 d | M | 0.001 | $9.3 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.001 | $1.0 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | | |
| Ta-178 | 2.20 h | M | 0.001 | $6.6 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $7.8 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.001 | $6.9 \times 10^{-11}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | | |
| Ta-179 | 1.82 a | M | 0.001 | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $6.5 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.001 | $5.2 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | | |
| Ta-180 | $1.00 \times 10^{13}$ a | M | 0.001 | $6.0 \times 10^{-9}$ | $4.6 \times 10^{-9}$ | 0.001 | $8.4 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.001 | $2.4 \times 10^{-8}$ | $1.4 \times 10^{-8}$ | | |

## الجدول الثاني-ثالثا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Inhalation | | | | Ingestion | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Type | $f_1$ | $e(g)_{1\,\mu m}$ | $e(g)_{5\,\mu m}$ | $f_1$ | e(g) |
| Ta-180m | 8.10 h | M | 0.001 | $4.4 \times 10^{-11}$ | $5.8 \times 10^{-11}$ | 0.001 | $5.4 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.001 | $4.7 \times 10^{-11}$ | $6.2 \times 10^{-11}$ | | |
| Ta-182 | 115 d | M | 0.001 | $7.2 \times 10^{-9}$ | $5.8 \times 10^{-9}$ | 0.001 | $1.5 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.001 | $9.7 \times 10^{-9}$ | $7.4 \times 10^{-9}$ | | |
| Ta-182m | 0.264 h | M | 0.001 | $2.1 \times 10^{-11}$ | $3.4 \times 10^{-11}$ | 0.001 | $1.2 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.001 | $2.2 \times 10^{-11}$ | $3.6 \times 10^{-11}$ | | |
| Ta-183 | 5.10 d | M | 0.001 | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | 0.001 | $1.3 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.001 | $2.0 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | | |
| Ta-184 | 8.70 h | M | 0.001 | $4.1 \times 10^{-10}$ | $6.0 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $6.8 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.001 | $4.4 \times 10^{-10}$ | $6.3 \times 10^{-10}$ | | |
| Ta-185 | 0.816 h | M | 0.001 | $4.6 \times 10^{-11}$ | $6.8 \times 10^{-11}$ | 0.001 | $6.8 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.001 | $4.9 \times 10^{-11}$ | $7.2 \times 10^{-11}$ | | |
| Ta-186 | 0.175 h | M | 0.001 | $1.8 \times 10^{-11}$ | $3.0 \times 10^{-11}$ | 0.001 | $3.3 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.001 | $1.9 \times 10^{-11}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ | | |
| **Tungsten** | | | | | | | |
| W-176 | 2.30 h | F | 0.300 | $4.4 \times 10^{-11}$ | $7.6 \times 10^{-11}$ | 0.300 | $1.0 \times 10^{-10}$ |
| | | | | | | 0.010 | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| W-177 | 2.25 h | F | 0.300 | $2.6 \times 10^{-11}$ | $4.6 \times 10^{-11}$ | 0.300 | $5.8 \times 10^{-11}$ |
| | | | | | | 0.010 | $6.1 \times 10^{-11}$ |
| W-178 | 21.7 d | F | 0.300 | $7.6 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | 0.300 | $2.2 \times 10^{-10}$ |
| | | | | | | 0.010 | $2.5 \times 10^{-10}$ |
| W-179 | 0.625 h | F | 0.300 | $9.9 \times 10^{-13}$ | $1.8 \times 10^{-12}$ | 0.300 | $3.3 \times 10^{-12}$ |
| | | | | | | 0.010 | $3.3 \times 10^{-12}$ |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| W-181 | 121 d | F | 0.300 | $2.8 \times 10^{-11}$ | $4.3 \times 10^{-11}$ | 0.300 | $7.6 \times 10^{-11}$ |
| | | | | | | 0.010 | $8.2 \times 10^{-11}$ |
| W-185 | 75.1 d | F | 0.300 | $1.4 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | 0.300 | $4.4 \times 10^{-10}$ |
| | | | | | | 0.010 | $5.0 \times 10^{-10}$ |
| W-187 | 23.9 h | F | 0.300 | $2.0 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | 0.300 | $6.3 \times 10^{-10}$ |
| | | | | | | 0.010 | $7.1 \times 10^{-10}$ |
| W-188 | 69.4 d | F | 0.300 | $5.9 \times 10^{-10}$ | $8.4 \times 10^{-10}$ | 0.300 | $2.1 \times 10^{-9}$ |
| | | | | | | 0.010 | $2.3 \times 10^{-9}$ |
| **Rhenium** | | | | | | | |
| Re-177 | 0.233 h | F | 0.800 | $1.0 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ | 0.800 | $2.2 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.800 | $1.4 \times 10^{-11}$ | $2.2 \times 10^{-11}$ | | |
| Re-178 | 0.220 h | F | 0.800 | $1.1 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ | 0.800 | $2.5 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.800 | $1.5 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ | | |
| Re-181 | 20.0 h | F | 0.800 | $1.9 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | 0.800 | $4.2 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.800 | $2.5 \times 10^{-10}$ | $3.7 \times 10^{-10}$ | | |
| Re-182 | 2.67 d | F | 0.800 | $6.8 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | 0.800 | $1.4 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.800 | $1.3 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | | |
| Re-182 | 12.7 h | F | 0.800 | $1.5 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | 0.800 | $2.7 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.800 | $2.0 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | | |
| Re-184 | 38.0 d | F | 0.800 | $4.6 \times 10^{-10}$ | $7.0 \times 10^{-10}$ | 0.800 | $1.0 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.800 | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | | |
| Re-184m | 165 d | F | 0.800 | $6.1 \times 10^{-10}$ | $8.8 \times 10^{-10}$ | 0.800 | $1.5 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.800 | $6.1 \times 10^{-9}$ | $4.8 \times 10^{-9}$ | | |
| Re-186 | 3.78 d | F | 0.800 | $5.3 \times 10^{-10}$ | $7.3 \times 10^{-10}$ | 0.800 | $1.5 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.800 | $1.1 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | | |
| Re-186m | $2.00 \times 10^{5}$ a | F | 0.800 | $8.5 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | 0.800 | $2.2 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.800 | $1.1 \times 10^{-8}$ | $7.9 \times 10^{-9}$ | | |
| Re-187 | $5.00 \times 10^{10}$ a | F | 0.800 | $1.9 \times 10^{-12}$ | $2.6 \times 10^{-12}$ | 0.800 | $5.1 \times 10^{-12}$ |
| | | M | 0.800 | $6.0 \times 10^{-12}$ | $4.6 \times 10^{-12}$ | | |

## الجدول الثاني-ثالثا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Inhalation | | | | Ingestion | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Type | $f_1$ | $e(g)_{1\,\mu m}$ | $e(g)_{5\,\mu m}$ | $f_1$ | e(g) |
| Re-188 | 17.0 h | F | 0.800 | $4.7 \times 10^{-10}$ | $6.6 \times 10^{-10}$ | 0.800 | $1.4 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.800 | $5.5 \times 10^{-10}$ | $7.4 \times 10^{-10}$ | | |
| Re-188m | 0.3 10 h | F | 0.800 | $1.0 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ | 0.800 | $3.0 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.800 | $1.4 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ | | |
| Re-189 | 1.01 d | F | 0.800 | $2.7 \times 10^{-10}$ | $4.3 \times 10^{-10}$ | 0.800 | $7.8 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.800 | $4.3 \times 10^{-10}$ | $6.0 \times 10^{-10}$ | | |
| **Osmium** | | | | | | | |
| Os-180 | 0.366 h | F | 0.010 | $8.8 \times 10^{-12}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ | 0.010 | $1.7 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.010 | $1.4 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ | | |
| | | S | 0.010 | $1.5 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ | | |
| Os-181 | 1.75 h | F | 0.010 | $3.6 \times 10^{-11}$ | $6.4 \times 10^{-11}$ | 0.010 | $8.9 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.010 | $6.3 \times 10^{-11}$ | $9.6 \times 10^{-11}$ | | |
| | | S | 0.010 | $6.6 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | | |
| Os-182 | 22.0 h | F | 0.010 | $1.9 \times 10^{-10}$ | $3.2 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $5.6 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.010 | $3.7 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-10}$ | | |
| | | S | 0.010 | $3.9 \times 10^{-10}$ | $5.2 \times 10^{-10}$ | | |
| Os-185 | 94.0 d | F | 0.010 | $1.1 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $5.1 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.010 | $1.2 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | | |
| | | S | 0.010 | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | | |
| Os-189m | 6.00 h | F | 0.010 | $2.7 \times 10^{-12}$ | $5.2 \times 10^{-12}$ | 0.010 | $1.8 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.010 | $5.1 \times 10^{-12}$ | $7.6 \times 10^{-12}$ | | |
| | | S | 0.010 | $5.4 \times 10^{-12}$ | $7.9 \times 10^{-12}$ | | |
| Os-191 | 15.4 d | F | 0.010 | $2.5 \times 10^{-10}$ | $3.5 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $5.7 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.010 | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | | |
| | | S | 0.010 | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Os-191m | 13.0 h | F | 0.010 | $2.6 \times 10^{-11}$ | $4.1 \times 10^{-11}$ | 0.010 | $9.6 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.010 | $1.3 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | | |
| | | S | 0.010 | $1.5 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | | |
| Os-193 | 1.25 d | F | 0.010 | $1.7 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $8.1 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.010 | $4.7 \times 10^{-10}$ | $6.4 \times 10^{-10}$ | | |
| | | S | 0.010 | $5.1 \times 10^{-10}$ | $6.8 \times 10^{-10}$ | | |
| Os-194 | 6.00 a | F | 0.010 | $1.1 \times 10^{-8}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $2.4 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.010 | $2.0 \times 10^{-8}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ | | |
| | | S | 0.010 | $7.9 \times 10^{-8}$ | $4.2 \times 10^{-8}$ | | |
| **Iridium** | | | | | | | |
| Ir-182 | 0.250 h | F | 0.010 | $1.5 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ | 0.010 | $4.8 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.010 | $2.4 \times 10^{-11}$ | $3.9 \times 10^{-11}$ | | |
| | | S | 0.010 | $2.5 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ | | |
| Ir-184 | 3.02 h | F | 0.010 | $6.7 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $1.7 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.010 | $1.1 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | | |
| | | S | 0.010 | $1.2 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | | |
| Ir-185 | 14.0 h | F | 0.010 | $8.8 \times 10^{-11}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $2.6 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.010 | $1.8 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | | |
| | | S | 0.010 | $1.9 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ | | |
| Ir-186 | 15.8 h | F | 0.010 | $1.8 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $4.9 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.010 | $3.2 \times 10^{-10}$ | $4.8 \times 10^{-10}$ | | |
| | | S | 0.010 | $3.3 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-10}$ | | |
| Ir-186 | 1.75 h | F | 0.010 | $2.5 \times 10^{-11}$ | $4.5 \times 10^{-11}$ | 0.010 | $6.1 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.010 | $4.3 \times 10^{-11}$ | $6.9 \times 10^{-11}$ | | |
| | | S | 0.010 | $4.5 \times 10^{-11}$ | $7.1 \times 10^{-11}$ | | |
| Ir-187 | 10.5 h | F | 0.010 | $4.0 \times 10^{-11}$ | $7.2 \times 10^{-11}$ | 0.010 | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.010 | $7.5 \times 10^{-11}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | | |
| | | S | 0.010 | $7.9 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | | |
| Ir-188 | 1.73 d | F | 0.010 | $2.6 \times 10^{-10}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $6.3 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.010 | $4.1 \times 10^{-10}$ | $6.0 \times 10^{-10}$ | | |
| | | S | 0.010 | $4.3 \times 10^{-10}$ | $6.2 \times 10^{-10}$ | | |

## الجدول الثاني-ثالثا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Inhalation | | | | Ingestion | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Type | $f_1$ | $e(g)_{1\,\mu m}$ | $e(g)_{5\,\mu m}$ | $f_1$ | e(g) |
| Ir-189 | 13.3 d | F | 0.010 | $1.1 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $2.4 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.010 | $4.8 \times 10^{-10}$ | $4.1 \times 10^{-10}$ | | |
| | | S | 0.010 | $5.5 \times 10^{-10}$ | $4.6 \times 10^{-10}$ | | |
| Ir-190 | 12.1 d | F | 0.010 | $7.9 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $1.2 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.010 | $2.0 \times 10^{-9}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ | | |
| | | S | 0.010 | $2.3 \times 10^{-9}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ | | |
| Ir-190m | 3.10 h | F | 0.010 | $5.3 \times 10^{-11}$ | $9.7 \times 10^{-11}$ | 0.010 | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.010 | $8.3 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | | |
| | | S | 0.010 | $8.6 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | | |
| Ir-190m | 1.20 h | F | 0.010 | $3.7 \times 10^{-12}$ | $5.6 \times 10^{-12}$ | 0.010 | $8.0 \times 10^{-12}$ |
| | | M | 0.010 | $9.0 \times 10^{-12}$ | $1.0 \times 10^{-11}$ | | |
| | | S | 0.010 | $1.0 \times 10^{-11}$ | $1.1 \times 10^{-11}$ | | |
| Ir-192 | 74.0 d | F | 0.010 | $1.8 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $1.4 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.010 | $4.9 \times 10^{-9}$ | $4.1 \times 10^{-9}$ | | |
| | | S | 0.010 | $6.2 \times 10^{-9}$ | $4.9 \times 10^{-9}$ | | |
| Ir-192m | $2.41 \times 10^2$ a | F | 0.010 | $4.8 \times 10^{-9}$ | $5.6 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $3.1 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.010 | $5.4 \times 10^{-9}$ | $3.4 \times 10^{-9}$ | | |
| | | S | 0.010 | $3.6 \times 10^{-8}$ | $1.9 \times 10^{-8}$ | | |
| Ir-193m | 11.9 d | F | 0.010 | $1.0 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $2.7 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.010 | $1.0 \times 10^{-9}$ | $9.1 \times 10^{-10}$ | | |
| | | S | 0.010 | $1.2 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | | |
| Ir-194 | 19.1 h | F | 0.010 | $2.2 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $1.3 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.010 | $5.3 \times 10^{-10}$ | $7.1 \times 10^{-10}$ | | |
| | | S | 0.010 | $5.6 \times 10^{-10}$ | $7.5 \times 10^{-10}$ | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ir-194m | 171 d | F | 0.010 | $5.4 \times 10^{-9}$ | $6.5 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $2.1 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.010 | $8.5 \times 10^{-9}$ | $6.5 \times 10^{-9}$ | | |
| | | S | 0.010 | $1.2 \times 10^{-8}$ | $8.2 \times 10^{-9}$ | | |
| Ir-195 | 2.50 h | F | 0.010 | $2.6 \times 10^{-11}$ | $4.5 \times 10^{-11}$ | 0.010 | $1.0 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.010 | $6.7 \times 10^{-11}$ | $9.6 \times 10^{-11}$ | | |
| | | S | 0.010 | $7.2 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | | |
| Ir-195m | 3.80 h | F | 0.010 | $6.5 \times 10^{-11}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $2.1 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.010 | $1.6 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | | |
| | | S | 0.010 | $1.7 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | | |
| **Platinum** | | | | | | | |
| Pt-186 | 2.00 h | F | 0.010 | $3.6 \times 10^{-11}$ | $6.6 \times 10^{-11}$ | 0.010 | $9.3 \times 10^{-11}$ |
| Pt-188 | 10.2 d | F | 0.010 | $4.3 \times 10^{-10}$ | $6.3 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $7.6 \times 10^{-10}$ |
| Pt-189 | 10.9 h | F | 0.010 | $4.1 \times 10^{-11}$ | $7.3 \times 10^{-11}$ | 0.010 | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| Pt-191 | 2.80 d | F | 0.010 | $1.1 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $3.4 \times 10^{-10}$ |
| Pt-193 | 50.0 a | F | 0.010 | $2.1 \times 10^{-11}$ | $2.7 \times 10^{-11}$ | 0.010 | $3.1 \times 10^{-11}$ |
| Pt-193m | 4.33 d | F | 0.010 | $1.3 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $4.5 \times 10^{-10}$ |
| Pt-195m | 4.02 d | F | 0.010 | $1.9 \times 10^{-10}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $6.3 \times 10^{-10}$ |
| Pt-197 | 18.3 h | F | 0.010 | $9.1 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $4.0 \times 10^{-10}$ |
| Pt-197m | 1.57 h | F | 0.010 | $2.5 \times 10^{-11}$ | $4.3 \times 10^{-11}$ | 0.010 | $8.4 \times 10^{-11}$ |
| Pt-199 | 0.513 h | F | 0.010 | $1.3 \times 10^{-11}$ | $2.2 \times 10^{-11}$ | 0.010 | $3.9 \times 10^{-11}$ |
| Pt-200 | 12.5 h | F | 0.010 | $2.4 \times 10^{-10}$ | $4.0 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $1.2 \times 10^{-9}$ |
| **Gold** | | | | | | | |
| Au-193 | 17.6 h | F | 0.100 | $3.9 \times 10^{-11}$ | $7.1 \times 10^{-11}$ | 0.100 | $1.3 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.100 | $1.1 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | | |
| | | S | 0.100 | $1.2 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | | |
| Au-194 | 1.64 d | F | 0.100 | $1.5 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $4.2 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.100 | $2.4 \times 10^{-10}$ | $3.7 \times 10^{-10}$ | | |
| | | S | 0.100 | $2.5 \times 10^{-10}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ | | |

## الجدول الثاني-ثالثا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Inhalation | | | | Ingestion | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Type | $f_1$ | $e(g)_{1\ \mu m}$ | $e(g)_{5\ \mu m}$ | $f_1$ | e(g) |
| Au-195 | 183 d | F | 0.100 | $7.1 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $2.5 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.100 | $1.0 \times 10^{-9}$ | $8.0 \times 10^{-10}$ | | |
| | | S | 0.100 | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | | |
| Au-198 | 2.69 d | F | 0.100 | $2.3 \times 10^{-10}$ | $3.9 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $1.0 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.100 | $7.6 \times 10^{-10}$ | $9.8 \times 10^{-10}$ | | |
| | | S | 0.100 | $8.4 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | | |
| Au-198m | 2.30 d | F | 0.100 | $3.4 \times 10^{-10}$ | $5.9 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $1.3 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.100 | $1.7 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | | |
| | | S | 0.100 | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | | |
| Au-199 | 3.14 d | F | 0.100 | $1.1 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $4.4 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.100 | $6.8 \times 10^{-10}$ | $6.8 \times 10^{-10}$ | | |
| | | S | 0.100 | $7.5 \times 10^{-10}$ | $7.6 \times 10^{-10}$ | | |
| Au-200 | 0.807 h | F | 0.100 | $1.7 \times 10^{-11}$ | $3.0 \times 10^{-11}$ | 0.100 | $6.8 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.100 | $3.5 \times 10^{-11}$ | $5.3 \times 10^{-11}$ | | |
| | | S | 0.100 | $3.6 \times 10^{-11}$ | $5.6 \times 10^{-11}$ | | |
| Au-200m | 18.7 h | F | 0.100 | $3.2 \times 10^{-10}$ | $5.7 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.100 | $6.9 \times 10^{-10}$ | $9.8 \times 10^{-10}$ | | |
| | | S | 0.100 | $7.3 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | | |
| Au-201 | 0.440 h | F | 0.100 | $9.2 \times 10^{-12}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ | 0.100 | $2.4 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.100 | $1.7 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ | | |
| | | S | 0.100 | $1.8 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ | | |
| **Mercury** | | | | | | | |
| Hg-193 | 3.50 h | F | 0.400 | $2.6 \times 10^{-11}$ | $4.7 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $3.1 \times 10^{-11}$ |
| (organic) | | | | | | 0.400 | $6.6 \times 10^{-11}$ |
| Hg-193 | 3.50 h | F | 0.020 | $2.8 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-11}$ | 0.020 | $8.2 \times 10^{-11}$ |
| (inorganic) | | M | 0.020 | $7.5 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hg-193m (organic) | 11.1 h | F | 0.400 | $1.1 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | 1.000<br>0.400 | $1.3 \times 10^{-10}$<br>$3.0 \times 10^{-10}$ |
| Hg-193m (inorganic) | 11.1 h | F<br>M | 0.020<br>0.020 | $1.2 \times 10^{-10}$<br>$2.6 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$<br>$3.8 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $4.0 \times 10^{-10}$ |
| Hg-194 (organic) | $2.60 \times 10^{2}$ a | F | 0.400 | $1.5 \times 10^{-8}$ | $1.9 \times 10^{-8}$ | 1.000<br>0.400 | $5.1 \times 10^{-8}$<br>$2.1 \times 10^{-8}$ |
| Hg-194 (inorganic) | $2.60 \times 10^{2}$ a | F<br>M | 0.020<br>0.020 | $1.3 \times 10^{-8}$<br>$7.8 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-8}$<br>$5.3 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $1.4 \times 10^{-9}$ |
| Hg-195 (organic) | 9.90 h | F | 0.400 | $2.4 \times 10^{-11}$ | $4.4 \times 10^{-11}$ | 1.000<br>0.400 | $3.4 \times 10^{-11}$<br>$7.5 \times 10^{-11}$ |
| Hg-195 (inorganic) | 9.90 h | F<br>M | 0.020<br>0.020 | $2.7 \times 10^{-11}$<br>$7.2 \times 10^{-11}$ | $4.8 \times 10^{-11}$<br>$9.2 \times 10^{-11}$ | 0.020 | $9.7 \times 10^{-11}$ |
| Hg-195m (organic) | 1.73 d | F | 0.400 | $1.3 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | 1.000<br>0.400 | $2.2 \times 10^{-10}$<br>$4.1 \times 10^{-10}$ |
| Hg-195m (inorganic) | 1.73 d | F<br>M | 0.020<br>0.020 | $1.5 \times 10^{-10}$<br>$5.1 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$<br>$6.5 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $5.6 \times 10^{-10}$ |
| Hg-197 (organic) | 2.67 d | F | 0.400 | $5.0 \times 10^{-11}$ | $8.5 \times 10^{-11}$ | 1.000<br>0.400 | $9.9 \times 10^{-11}$<br>$1.7 \times 10^{-10}$ |
| Hg-197 (inorganic) | 2.67 d | F<br>M | 0.020<br>0.020 | $6.0 \times 10^{-11}$<br>$2.9 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$<br>$2.8 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $2.3 \times 10^{-10}$ |
| Hg-197m (organic) | 23.8 h | F | 0.400 | $1.0 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | 1.000<br>0.400 | $1.5 \times 10^{-10}$<br>$3.4 \times 10^{-10}$ |
| Hg-197m (inorganic) | 23.8 h | F<br>M | 0.020<br>0.020 | $1.2 \times 10^{-10}$<br>$5.1 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$<br>$6.6 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $4.7 \times 10^{-10}$ |
| Hg-199m (organic) | 0.7 10 h | F | 0.400 | $1.6 \times 10^{-11}$ | $2.7 \times 10^{-11}$ | 1.000<br>0.400 | $2.8 \times 10^{-11}$<br>$3.1 \times 10^{-11}$ |
| Hg-199m (inorganic) | 0.7 10 h | F<br>M | 0.020<br>0.020 | $1.6 \times 10^{-11}$<br>$3.3 \times 10^{-11}$ | $2.7 \times 10^{-11}$<br>$5.2 \times 10^{-11}$ | 0.020 | $3.1 \times 10^{-11}$ |

## الجدول الثاني-ثالثا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Inhalation | | | | Ingestion | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Type | $f_1$ | $e(g)_{1\,\mu m}$ | $e(g)_{5\,\mu m}$ | $f_1$ | e(g) |
| Hg-203 (organic) | 46.6 d | F | 0.400 | $5.7 \times 10^{-10}$ | $7.5 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $1.9 \times 10^{-9}$ |
| | | | | | | 0.400 | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| Hg-203 (inorganic) | 46.6 d | F | 0.020 | $4.7 \times 10^{-10}$ | $5.9 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $5.4 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.020 | $2.3 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | | |
| **Thallium** | | | | | | | |
| Tl-194 | 0.550 h | F | 1.000 | $4.8 \times 10^{-12}$ | $8.9 \times 10^{-12}$ | 1.000 | $8.1 \times 10^{-12}$ |
| Tl-194m | 0.546 h | F | 1.000 | $2.0 \times 10^{-11}$ | $3.6 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $4.0 \times 10^{-11}$ |
| Tl-195 | 1.16 h | F | 1.000 | $1.6 \times 10^{-11}$ | $3.0 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $2.7 \times 10^{-11}$ |
| Tl-197 | 2.84 h | F | 1.000 | $1.5 \times 10^{-11}$ | $2.7 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $2.3 \times 10^{-11}$ |
| Tl-198 | 5.30 h | F | 1.000 | $6.6 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $7.3 \times 10^{-11}$ |
| Tl-198m | 1.87 h | F | 1.000 | $4.0 \times 10^{-11}$ | $7.3 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $5.4 \times 10^{-11}$ |
| Tl-199 | 7.42 h | F | 1.000 | $2.0 \times 10^{-11}$ | $3.7 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $2.6 \times 10^{-11}$ |
| Tl-200 | 1.09 d | F | 1.000 | $1.4 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $2.0 \times 10^{-10}$ |
| Tl-201 | 3.04 d | F | 1.000 | $4.7 \times 10^{-11}$ | $7.6 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $9.5 \times 10^{-11}$ |
| Tl-202 | 12.2 d | F | 1.000 | $2.0 \times 10^{-10}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $4.5 \times 10^{-10}$ |
| Tl-204 | 3.78 a | F | 1.000 | $4.4 \times 10^{-10}$ | $6.2 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $1.3 \times 10^{-9}$ |
| **Lead** | | | | | | | |
| Pb-195m | 0.263 h | F | 0.200 | $1.7 \times 10^{-11}$ | $3.0 \times 10^{-11}$ | 0.200 | $2.9 \times 10^{-11}$ |
| Pb-198 | 2.40 h | F | 0.200 | $4.7 \times 10^{-11}$ | $8.7 \times 10^{-11}$ | 0.200 | $1.0 \times 10^{-10}$ |
| Pb-199 | 1.50 h | F | 0.200 | $2.6 \times 10^{-11}$ | $4.8 \times 10^{-11}$ | 0.200 | $5.4 \times 10^{-11}$ |
| Pb-200 | 21.5 h | F | 0.200 | $1.5 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ | 0.200 | $4.0 \times 10^{-10}$ |
| Pb-201 | 9.40 h | F | 0.200 | $6.5 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | 0.200 | $1.6 \times 10^{-10}$ |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pb-202 | $3.00 \times 10^5$ a | F | 0.200 | $1.1 \times 10^{-8}$ | $1.4 \times 10^{-8}$ | 0.200 | $8.7 \times 10^{-9}$ |
| Pb-202m | 3.62 h | F | 0.200 | $6.7 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | 0.200 | $1.3 \times 10^{-10}$ |
| Pb-203 | 2.17 d | F | 0.200 | $9.1 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | 0.200 | $2.4 \times 10^{-10}$ |
| Pb-205 | $1.43 \times 10^7$ a | F | 0.200 | $3.4 \times 10^{-10}$ | $4.1 \times 10^{-10}$ | 0.200 | $2.8 \times 10^{-10}$ |
| Pb-209 | 3.25 h | F | 0.200 | $1.8 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ | 0.200 | $5.7 \times 10^{-11}$ |
| Pb-210 | 22.3 a | F | 0.200 | $8.9 \times 10^{-7}$ | $1.1 \times 10^{-6}$ | 0.200 | $6.8 \times 10^{-7}$ |
| Pb-211 | 0.601 h | F | 0.200 | $3.9 \times 10^{-9}$ | $5.6 \times 10^{-9}$ | 0.200 | $1.8 \times 10^{-10}$ |
| Pb-212 | 10.6 h | F | 0.200 | $1.9 \times 10^{-8}$ | $3.3 \times 10^{-8}$ | 0.200 | $5.9 \times 10^{-9}$ |
| Pb-214 | 0.447 h | F | 0.200 | $2.9 \times 10^{-9}$ | $4.8 \times 10^{-9}$ | 0.200 | $1.4 \times 10^{-10}$ |
| **Bismuth** | | | | | | | |
| Bi-200 | 0.606 h | F | 0.050 | $2.4 \times 10^{-11}$ | $4.2 \times 10^{-11}$ | 0.050 | $5.1 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.050 | $3.4 \times 10^{-11}$ | $5.6 \times 10^{-11}$ | | |
| Bi-201 | 1.80 h | F | 0.050 | $4.7 \times 10^{-11}$ | $8.3 \times 10^{-11}$ | 0.050 | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.050 | $7.0 \times 10^{-11}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | | |
| Bi-202 | 1.67 h | F | 0.050 | $4.6 \times 10^{-11}$ | $8.4 \times 10^{-11}$ | 0.050 | $8.9 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.050 | $5.8 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | | |
| Bi-203 | 11.8 h | F | 0.050 | $2.0 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $4.8 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.050 | $2.8 \times 10^{-10}$ | $4.5 \times 10^{-10}$ | | |
| Bi-205 | 15.3 d | F | 0.050 | $4.0 \times 10^{-10}$ | $6.8 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $9.0 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.050 | $9.2 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | | |
| Bi-206 | 6.24 d | F | 0.050 | $7.9 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $1.9 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.050 | $1.7 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | | |
| Bi-207 | 38.0 a | F | 0.050 | $5.2 \times 10^{-10}$ | $8.4 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $1.3 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.050 | $5.2 \times 10^{-9}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ | | |
| Bi-210 | 5.01 d | F | 0.050 | $1.1 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $1.3 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.050 | $8.4 \times 10^{-8}$ | $6.0 \times 10^{-8}$ | | |
| Bi-210m | $3.00 \times 10^6$ a | F | 0.050 | $4.5 \times 10^{-8}$ | $5.3 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $1.5 \times 10^{-8}$ |
| | | M | 0.050 | $3.1 \times 10^{-6}$ | $2.1 \times 10^{-6}$ | | |

## الجدول الثاني-ثالثا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Inhalation | | | | Ingestion | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Type | $f_1$ | $e(g)_{1\,\mu m}$ | $e(g)_{5\,\mu m}$ | $f_1$ | e(g) |
| Bi-212 | 1.01 h | F | 0.050 | $9.3 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $2.6 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.050 | $3.0 \times 10^{-8}$ | $3.9 \times 10^{-8}$ | | |
| Bi-213 | 0.761 h | F | 0.050 | $1.1 \times 10^{-8}$ | $1.8 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $2.0 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.050 | $2.9 \times 10^{-8}$ | $4.1 \times 10^{-8}$ | | |
| Bi-214 | 0.332 h | F | 0.050 | $7.2 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.050 | $1.4 \times 10^{-8}$ | $2.1 \times 10^{-8}$ | | |
| **Polonium** | | | | | | | |
| Po-203 | 0.612 h | F | 0.100 | $2.5 \times 10^{-11}$ | $4.5 \times 10^{-11}$ | 0.100 | $5.2 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.100 | $3.6 \times 10^{-11}$ | $6.1 \times 10^{-11}$ | | |
| Po-205 | 1.80 h | F | 0.100 | $3.5 \times 10^{-11}$ | $6.0 \times 10^{-11}$ | 0.100 | $5.9 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.100 | $6.4 \times 10^{-11}$ | $8.9 \times 10^{-11}$ | | |
| Po-207 | 5.83 h | F | 0.100 | $6.3 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $1.4 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.100 | $8.4 \times 10^{-11}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | | |
| Po-210 | 138 d | F | 0.100 | $6.0 \times 10^{-7}$ | $7.1 \times 10^{-7}$ | 0.100 | $2.4 \times 10^{-7}$ |
| | | M | 0.100 | $3.0 \times 10^{-6}$ | $2.2 \times 10^{-6}$ | | |
| **Astatine** | | | | | | | |
| At-207 | 1.80 h | F | 1.000 | $3.5 \times 10^{-10}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $2.3 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 1.000 | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | | |
| At-211 | 7.21 h | F | 1.000 | $1.6 \times 10^{-8}$ | $2.7 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $1.1 \times 10^{-8}$ |
| | | M | 1.000 | $9.8 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-7}$ | | |
| **Francium** | | | | | | | |
| Fr-222 | 0.240 h | F | 1.000 | $1.4 \times 10^{-8}$ | $2.1 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $7.1 \times 10^{-10}$ |
| Fr-223 | 0.363 h | F | 1.000 | $9.1 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $2.3 \times 10^{-9}$ |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Radium** | | | | | | | |
| Ra-223 | 11.4 d | M | 0.200 | $6.9 \times 10^{-6}$ | $5.7 \times 10^{-6}$ | 0.200 | $1.0 \times 10^{-7}$ |
| Ra-224 | 3.66 d | M | 0.200 | $2.9 \times 10^{-6}$ | $2.4 \times 10^{-6}$ | 0.200 | $6.5 \times 10^{-8}$ |
| Ra-225 | 14.8 d | M | 0.200 | $5.8 \times 10^{-6}$ | $4.8 \times 10^{-6}$ | 0.200 | $9.5 \times 10^{-8}$ |
| Ra-226 | $1.60 \times 10^{3}$ a | M | 0.200 | $3.2 \times 10^{-6}$ | $2.2 \times 10^{-6}$ | 0.200 | $2.8 \times 10^{-7}$ |
| Ra-227 | 0.703 h | M | 0.200 | $2.8 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | 0.200 | $8.4 \times 10^{-11}$ |
| Ra-228 | 5.75 a | M | 0.200 | $2.6 \times 10^{-6}$ | $1.7 \times 10^{-6}$ | 0.200 | $6.7 \times 10^{-7}$ |
| **Actinium** | | | | | | | |
| Ac-224 | 2.90 h | F | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.0 \times 10^{-10}$ |
| | | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.0 \times 10^{-7}$ | $8.9 \times 10^{-8}$ | | |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-7}$ | $9.9 \times 10^{-8}$ | | |
| Ac-225 | 10.0 d | F | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.7 \times 10^{-7}$ | $1.0 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.4 \times 10^{-8}$ |
| | | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.9 \times 10^{-6}$ | $5.7 \times 10^{-6}$ | | |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.9 \times 10^{-6}$ | $6.5 \times 10^{-6}$ | | |
| Ac-226 | 1.21 d | F | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.5 \times 10^{-8}$ | $2.2 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.0 \times 10^{-8}$ |
| | | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-6}$ | $9.2 \times 10^{-7}$ | | |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-6}$ | $1.0 \times 10^{-6}$ | | |
| Ac-227 | 21.8 a | F | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.4 \times 10^{-4}$ | $6.3 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-6}$ |
| | | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.1 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-4}$ | | |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.6 \times 10^{-5}$ | $4.7 \times 10^{-5}$ | | |
| Ac-228 | 6.13 h | F | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.5 \times 10^{-8}$ | $2.9 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.3 \times 10^{-10}$ |
| | | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.6 \times 10^{-8}$ | $1.2 \times 10^{-8}$ | | |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.4 \times 10^{-8}$ | $1.2 \times 10^{-8}$ | | |
| **Thorium** | | | | | | | |
| Th-226 | 0.515 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.5 \times 10^{-8}$ | $7.4 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.5 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $2.0 \times 10^{-4}$ | $5.9 \times 10^{-8}$ | $7.8 \times 10^{-8}$ | $2.0 \times 10^{-4}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ |
| Th-227 | 18.7 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.8 \times 10^{-6}$ | $6.2 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.9 \times 10^{-9}$ |
| | | S | $2.0 \times 10^{-4}$ | $9.6 \times 10^{-6}$ | $7.6 \times 10^{-6}$ | $2.0 \times 10^{-4}$ | $8.4 \times 10^{-9}$ |

## الجدول الثاني-ثالثا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Inhalation | | | | Ingestion | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Type | $f_1$ | $e(g)_{1\,\mu m}$ | $e(g)_{5\,\mu m}$ | $f_1$ | e(g) |
| Th-228 | 1.91 a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.1 \times 10^{-5}$ | $2.3 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.0 \times 10^{-8}$ |
| | | S | $2.0 \times 10^{-4}$ | $3.9 \times 10^{-5}$ | $3.2 \times 10^{-5}$ | $2.0 \times 10^{-4}$ | $3.5 \times 10^{-8}$ |
| Th-229 | $7.34 \times 10^{3}$ a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.9 \times 10^{-5}$ | $6.9 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.8 \times 10^{-7}$ |
| | | S | $2.0 \times 10^{-4}$ | $6.5 \times 10^{-5}$ | $4.8 \times 10^{-5}$ | $2.0 \times 10^{-4}$ | $2.0 \times 10^{-7}$ |
| Th-230 | $7.70 \times 10^{4}$ a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.0 \times 10^{-5}$ | $2.8 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.1 \times 10^{-7}$ |
| | | S | $2.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-5}$ | $7.2 \times 10^{-6}$ | $2.0 \times 10^{-4}$ | $8.7 \times 10^{-8}$ |
| Th-231 | 1.06 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | $3.7 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $2.0 \times 10^{-4}$ | $3.2 \times 10^{-10}$ | $4.0 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-4}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ |
| Th-232 | $1.40 \times 10^{10}$ a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.2 \times 10^{-5}$ | $2.9 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.2 \times 10^{-7}$ |
| | | S | $2.0 \times 10^{-4}$ | $2.3 \times 10^{-5}$ | $1.2 \times 10^{-5}$ | $2.0 \times 10^{-4}$ | $9.2 \times 10^{-8}$ |
| Th-234 | 24.1 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.3 \times 10^{-9}$ | $5.3 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.4 \times 10^{-9}$ |
| | | S | $2.0 \times 10^{-4}$ | $7.3 \times 10^{-9}$ | $5.8 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-4}$ | $3.4 \times 10^{-9}$ |
| **Protactinium** | | | | | | | |
| Pa-227 | 0.638 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.0 \times 10^{-8}$ | $9.0 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.5 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.6 \times 10^{-8}$ | $9.7 \times 10^{-8}$ | | |
| Pa-228 | 22.0 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.9 \times 10^{-8}$ | $4.6 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.8 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.9 \times 10^{-8}$ | $5.1 \times 10^{-8}$ | | |
| Pa-230 | 17.4 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.6 \times 10^{-7}$ | $4.6 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.2 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.1 \times 10^{-7}$ | $5.7 \times 10^{-7}$ | | |
| Pa-231 | $3.27 \times 10^{4}$ a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-4}$ | $8.9 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.1 \times 10^{-7}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.2 \times 10^{-5}$ | $1.7 \times 10^{-5}$ | | |
| Pa-232 | 1.31 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.5 \times 10^{-9}$ | $6.8 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.2 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pa-233 | 27.0 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.1 \times 10^{9}$ | $2.8 \times 10^{9}$ | $5.0 \times 10^{4}$ | $8.7 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{4}$ | $3.7 \times 10^{9}$ | $3.2 \times 10^{9}$ | | |
| Pa-234 | 6.70 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ | $5.5 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.1 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.0 \times 10^{10}$ | $5.8 \times 10^{10}$ | | |
| **Uranium** | | | | | | | |
| U-230 | 20.8 d | F | 0.020 | $3.6 \times 10^{-7}$ | $4.2 \times 10^{-7}$ | 0.020 | $5.5 \times 10^{-8}$ |
| | | M | 0.020 | $1.2 \times 10^{5}$ | $1.0 \times 10^{-5}$ | 0.002 | $2.8 \times 10^{-8}$ |
| | | S | 0.002 | $1.5 \times 10^{-5}$ | $1.2 \times 10^{-5}$ | | |
| U-231 | 4.20 d | F | 0.020 | $8.3 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $2.8 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.020 | $3.4 \times 10^{-10}$ | $3.7 \times 10^{10}$ | 0.002 | $2.8 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.002 | $3.7 \times 10^{-10}$ | $4.0 \times 10^{10}$ | | |
| U-232 | 72.0 a | F | 0.020 | $4.0 \times 10^{6}$ | $4.7 \times 10^{6}$ | 0.020 | $3.3 \times 10^{-7}$ |
| | | M | 0.020 | $7.2 \times 10^{-6}$ | $4.8 \times 10^{-6}$ | 0.002 | $3.7 \times 10^{-8}$ |
| | | S | 0.002 | $3.5 \times 10^{-5}$ | $2.6 \times 10^{-5}$ | | |
| U-233 | $1.58 \times 10^{5}$ a | F | 0.020 | $5.7 \times 10^{-7}$ | $6.6 \times 10^{-7}$ | 0.020 | $5.0 \times 10^{-8}$ |
| | | M | 0.020 | $3.2 \times 10^{-6}$ | $2.2 \times 10^{-6}$ | 0.002 | $8.5 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.002 | $8.7 \times 10^{-6}$ | $6.9 \times 10^{-6}$ | | |
| U-234 | $2.44 \times 10^{5}$ a | F | 0.020 | $5.5 \times 10^{-7}$ | $6.4 \times 10^{-7}$ | 0.020 | $4.9 \times 10^{-8}$ |
| | | M | 0.020 | $3.1 \times 10^{-6}$ | $2.1 \times 10^{-6}$ | 0.002 | $8.3 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.002 | $8.5 \times 10^{-6}$ | $6.8 \times 10^{-6}$ | | |
| U-235 | $7.04 \times 10^{8}$ a | F | 0.020 | $5.1 \times 10^{-7}$ | $6.0 \times 10^{-7}$ | 0.020 | $4.6 \times 10^{-8}$ |
| | | M | 0.020 | $2.8 \times 10^{-6}$ | $1.8 \times 10^{-6}$ | 0.002 | $8.3 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.002 | $7.7 \times 10^{-6}$ | $6.1 \times 10^{-6}$ | | |
| U-236 | $2.34 \times 10^{7}$ a | F | 0.020 | $5.2 \times 10^{-7}$ | $6.1 \times 10^{-7}$ | 0.020 | $4.6 \times 10^{-8}$ |
| | | M | 0.020 | $2.9 \times 10^{-6}$ | $1.9 \times 10^{-6}$ | 0.002 | $7.9 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.002 | $7.9 \times 10^{-6}$ | $6.3 \times 10^{-6}$ | | |
| U-237 | 6.75 d | F | 0.020 | $1.9 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $7.6 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.020 | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | 0.002 | $7.7 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.002 | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | | |

## الجدول الثاني-ثالثا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Inhalation | | | | Ingestion | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Type | $f_1$ | $e(g)_{1\,\mu m}$ | $e(g)_{5\,\mu m}$ | $f_1$ | e(g) |
| U-238 | $4.47 \times 10^9$ a | F | 0.020 | $4.9 \times 10^{-7}$ | $5.8 \times 10^{-7}$ | 0.020 | $4.4 \times 10^{-8}$ |
| | | M | 0.020 | $2.6 \times 10^{-6}$ | $1.6 \times 10^{-6}$ | 0.002 | $7.6 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.002 | $7.3 \times 10^{-6}$ | $5.7 \times 10^{-6}$ | | |
| U-239 | 0.392 h | F | 0.020 | $1.1 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ | 0.020 | $2.7 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.020 | $2.3 \times 10^{-11}$ | $3.3 \times 10^{-11}$ | 0.002 | $2.8 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.002 | $2.4 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ | | |
| U-240 | 14.1 h | F | 0.020 | $2.1 \times 10^{-10}$ | $3.7 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.020 | $5.3 \times 10^{-10}$ | $7.9 \times 10^{-10}$ | 0.002 | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.002 | $5.7 \times 10^{-10}$ | $8.4 \times 10^{-10}$ | | |
| **Neptunium** | | | | | | | |
| Np-232 | 0.245 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.7 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.7 \times 10^{-12}$ |
| Np-233 | 0.603 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.7 \times 10^{-12}$ | $3.0 \times 10^{-12}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.2 \times 10^{-12}$ |
| Np-234 | 4.40 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.4 \times 10^{-10}$ | $7.3 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.1 \times 10^{-10}$ |
| Np-235 | 1.08 a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.0 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.3 \times 10^{-11}$ |
| Np-236 | $1.15 \times 10^5$ a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.0 \times 10^{-6}$ | $2.0 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.7 \times 10^{-8}$ |
| Np-236 | 22.5 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-9}$ | $3.6 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ |
| Np-237 | $2.14 \times 10^6$ a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.1 \times 10^{-5}$ | $1.5 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-7}$ |
| Np-238 | 2.12 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.1 \times 10^{-10}$ |
| Np-239 | 2.36 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.0 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.0 \times 10^{-10}$ |
| Np-240 | 1.08 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.7 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.2 \times 10^{-11}$ |
| **Plutonium** | | | | | | | |
| Pu-234 | 8.80 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.9 \times 10^{-8}$ | $1.6 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $1.0 \times 10^{-5}$ | $2.2 \times 10^{-8}$ | $1.8 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-5}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ |
| | | | | | | $1.0 \times 10^{-4}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pu-235 | 0.422 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-12}$ | $2.5 \times 10^{-12}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.1 \times 10^{-12}$ |
| | | S | $1.0 \times 10^{-5}$ | $1.6 \times 10^{-12}$ | $2.6 \times 10^{-12}$ | $1.0 \times 10^{-5}$ | $2.1 \times 10^{-12}$ |
| | | | | | | $1.0 \times 10^{-4}$ | $2.1 \times 10^{-12}$ |
| Pu-236 | 2.85 a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.8 \times 10^{-5}$ | $1.3 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.6 \times 10^{-8}$ |
| | | S | $1.0 \times 10^{-5}$ | $9.6 \times 10^{-6}$ | $7.4 \times 10^{-6}$ | $1.0 \times 10^{-5}$ | $6.3 \times 10^{-9}$ |
| | | | | | | $1.0 \times 10^{-4}$ | $2.1 \times 10^{-8}$ |
| Pu-237 | 45.3 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $1.0 \times 10^{-5}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-5}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ |
| | | | | | | $1.0 \times 10^{-4}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ |
| Pu-238 | 87.7 a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.3 \times 10^{-5}$ | $3.0 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.3 \times 10^{-7}$ |
| | | S | $1.0 \times 10^{-5}$ | $1.5 \times 10^{-5}$ | $1.1 \times 10^{-5}$ | $1.0 \times 10^{-5}$ | $8.8 \times 10^{-9}$ |
| | | | | | | $1.0 \times 10^{-4}$ | $4.9 \times 10^{-8}$ |
| Pu-239 | $2.41 \times 10^{4}$ a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.7 \times 10^{-5}$ | $3.2 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.5 \times 10^{-7}$ |
| | | S | $1.0 \times 10^{-5}$ | $1.5 \times 10^{-5}$ | $8.3 \times 10^{-6}$ | $1.0 \times 10^{-5}$ | $9.0 \times 10^{-9}$ |
| | | | | | | $1.0 \times 10^{-4}$ | $5.3 \times 10^{-8}$ |
| Pu-240 | $6.54 \times 10^{3}$ a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.7 \times 10^{-5}$ | $3.2 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.5 \times 10^{-7}$ |
| | | S | $1.0 \times 10^{-5}$ | $1.5 \times 10^{-5}$ | $8.3 \times 10^{-6}$ | $1.0 \times 10^{-5}$ | $9.0 \times 10^{-9}$ |
| | | | | | | $1.0 \times 10^{-4}$ | $5.3 \times 10^{-8}$ |
| Pu-241 | 14.4 a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.5 \times 10^{-7}$ | $5.8 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.7 \times 10^{-9}$ |
| | | S | $1.0 \times 10^{-5}$ | $1.6 \times 10^{-7}$ | $8.4 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-5}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| | | | | | | $1.0 \times 10^{-4}$ | $9.6 \times 10^{-10}$ |
| Pu-242 | $3.76 \times 10^{5}$ a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.4 \times 10^{-5}$ | $3.1 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.4 \times 10^{-7}$ |
| | | S | $1.0 \times 10^{-5}$ | $1.4 \times 10^{-5}$ | $7.7 \times 10^{-6}$ | $1.0 \times 10^{-5}$ | $8.6 \times 10^{-9}$ |
| | | | | | | $1.0 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-8}$ |
| Pu-243 | 4.95 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.2 \times 10^{-11}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.5 \times 10^{-11}$ |
| | | S | $1.0 \times 10^{-5}$ | $8.5 \times 10^{-11}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-5}$ | $8.5 \times 10^{-11}$ |
| | | | | | | $1.0 \times 10^{-4}$ | $8.5 \times 10^{-11}$ |
| Pu-244 | $8.26 \times 10^{7}$ a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.4 \times 10^{-5}$ | $3.0 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.4 \times 10^{-7}$ |
| | | S | $1.0 \times 10^{-5}$ | $1.3 \times 10^{-5}$ | $7.4 \times 10^{-6}$ | $1.0 \times 10^{-5}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ |
| | | | | | | $1.0 \times 10^{-4}$ | $5.2 \times 10^{-8}$ |

## الجدول الثاني-ثالثا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Inhalation | | | | Ingestion | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Type | $f_1$ | $e(g)_{1\,\mu m}$ | $e(g)_{5\,\mu m}$ | $f_1$ | e(g) |
| Pu-245 | 10.5 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.5 \times 10^{-10}$ | $6.1 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.2 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $1.0 \times 10^{-5}$ | $4.8 \times 10^{-10}$ | $6.5 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-5}$ | $7.2 \times 10^{-10}$ |
| | | | | | | $1.0 \times 10^{-4}$ | $7.2 \times 10^{-10}$ |
| Pu-246 | 10.9 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.0 \times 10^{-9}$ | $6.5 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.3 \times 10^{-9}$ |
| | | S | $1.0 \times 10^{-5}$ | $7.6 \times 10^{-9}$ | $7.0 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-5}$ | $3.3 \times 10^{-9}$ |
| | | | | | | $1.0 \times 10^{-4}$ | $3.3 \times 10^{-9}$ |
| **Americium** | | | | | | | |
| Am-237 | 1.22 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ | $3.6 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ |
| Am-238 | 1.63 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.5 \times 10^{-11}$ | $6.6 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ |
| Am-239 | 11.9 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ |
| Am-240 | 2.12 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ | $5.9 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.8 \times 10^{-10}$ |
| Am-241 | $4.32 \times 10^2$ a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.9 \times 10^{-5}$ | $2.7 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.0 \times 10^{-7}$ |
| Am-242 | 16.0 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.6 \times 10^{-8}$ | $1.2 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ |
| Am-242m | $1.52 \times 10^2$ a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.5 \times 10^{-5}$ | $2.4 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.9 \times 10^{-7}$ |
| Am-243 | $7.38 \times 10^3$ a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.9 \times 10^{-5}$ | $2.7 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.0 \times 10^{-7}$ |
| Am-244 | 10.1 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.6 \times 10^{-10}$ |
| Am-244m | 0.433 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.9 \times 10^{-11}$ | $6.2 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ |
| Am-245 | 2.05 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.3 \times 10^{-11}$ | $7.6 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.2 \times 10^{-11}$ |
| Am-246 | 0.650 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.8 \times 10^{-11}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.8 \times 10^{-11}$ |
| Am-246m | 0.417 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.3 \times 10^{-11}$ | $3.8 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.4 \times 10^{-11}$ |
| **Curium** | | | | | | | |
| Cm-238 | 2.40 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.1 \times 10^{-9}$ | $4.8 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.0 \times 10^{-11}$ |
| Cm-240 | 27.0 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.9 \times 10^{-6}$ | $2.3 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.6 \times 10^{-9}$ |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cm-241 | 32.8 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.4 \times 10^{-8}$ | $2.6 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.1 \times 10^{-10}$ |
| Cm-242 | 163 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.8 \times 10^{-6}$ | $3.7 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-8}$ |
| Cm-243 | 28.5 a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.9 \times 10^{-5}$ | $2.0 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-7}$ |
| Cm-244 | 18.1 a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.5 \times 10^{-5}$ | $1.7 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-7}$ |
| Cm-245 | $8.50 \times 10^{3}$ a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.0 \times 10^{-5}$ | $2.7 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.1 \times 10^{-7}$ |
| Cm-246 | $4.73 \times 10^{3}$ a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.0 \times 10^{-5}$ | $2.7 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.1 \times 10^{-7}$ |
| Cm-247 | $1.56 \times 10^{7}$ a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.6 \times 10^{-5}$ | $2.5 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.9 \times 10^{-7}$ |
| Cm-248 | $3.39 \times 10^{5}$ a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.4 \times 10^{-4}$ | $9.5 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.7 \times 10^{-7}$ |
| Cm-249 | 1.07 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ | $5.1 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ |
| Cm-250 | $6.90 \times 10^{3}$ a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.9 \times 10^{-4}$ | $5.4 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.4 \times 10^{-6}$ |
| **Berkelium** | | | | | | | |
| Bk-245 | 4.94 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.7 \times 10^{-10}$ |
| Bk-246 | 1.83 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ | $4.6 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.8 \times 10^{-10}$ |
| Bk-247 | $1.38 \times 10^{3}$ a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.5 \times 10^{-5}$ | $4.5 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.5 \times 10^{-7}$ |
| Bk-249 | 320 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-7}$ | $1.0 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.7 \times 10^{-10}$ |
| Bk-250 | 3.22 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.6 \times 10^{-10}$ | $7.1 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ |
| **Californium** | | | | | | | |
| Cf-244 | 0.323 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ | $1.8 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.0 \times 10^{-11}$ |
| Cf-246 | 1.49 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.2 \times 10^{-7}$ | $3.5 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.3 \times 10^{-9}$ |
| Cf-248 | 334 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.2 \times 10^{-6}$ | $6.1 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.8 \times 10^{-8}$ |
| Cf-249 | $3.50 \times 10^{2}$ a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.6 \times 10^{-5}$ | $4.5 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.5 \times 10^{-7}$ |
| Cf-250 | 13.1 a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.2 \times 10^{-5}$ | $2.2 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.6 \times 10^{-7}$ |
| Cf-251 | $8.98 \times 10^{2}$ a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.7 \times 10^{-5}$ | $4.6 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.6 \times 10^{-7}$ |
| Cf-252 | 2.64 a | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.8 \times 10^{-5}$ | $1.3 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.0 \times 10^{-8}$ |
| Cf-253 | 17.8 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-6}$ | $1.0 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ |
| Cf-254 | 60.5 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.7 \times 10^{-5}$ | $2.2 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.0 \times 10^{-7}$ |

## الجدول الثاني-ثالثا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Inhalation | | | | Ingestion | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Type | $f_1$ | $e(g)_{1\,\mu m}$ | $e(g)_{5\,\mu m}$ | $f_1$ | e(g) |
| **Einsteinium** | | | | | | | |
| Es-250 | 2.10 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.9 \times 10^{-10}$ | $4.2 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ |
| Es-251 | 1.38 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ |
| Es-253 | 20.5 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.5 \times 10^{-6}$ | $2.1 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.1 \times 10^{-9}$ |
| Es-254 | 276 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.0 \times 10^{-6}$ | $6.0 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.8 \times 10^{-8}$ |
| Es-254m | 1.64 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.4 \times 10^{-7}$ | $3.7 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.2 \times 10^{-9}$ |
| **Fermium** | | | | | | | |
| Fm-252 | 22.7 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.0 \times 10^{-7}$ | $2.6 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.7 \times 10^{-9}$ |
| Fm-253 | 3.00 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.7 \times 10^{-7}$ | $3.0 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.1 \times 10^{-10}$ |
| Fm-254 | 3.24 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.6 \times 10^{-8}$ | $7.7 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ |
| Fm-255 | 20.1 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.5 \times 10^{-7}$ | $2.6 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ |
| Fm-257 | 101 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.6 \times 10^{-6}$ | $5.2 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ |
| **Mendelevium** | | | | | | | |
| Md-257 | 5.20 h | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.3 \times 10^{-8}$ | $2.0 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| Md-258 | 55.0 d | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.5 \times 10^{-6}$ | $4.4 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ |

**الجدول الثاني-رابعا- مركبات وقيم عامل الانتقال في الجهاز الهضمي $f_1$ المستخدم في حساب الجرعة الفعالة المودعة لكل وحدة أخذ داخلي عن طريق الاستنشاق بالنسبة للعاملين**

| Element | Gut transfer factor $f_1$ | Compounds |
|---|---|---|
| Hydrogen | 1.000 | Tritiated water (ingested) |
| | 1.000 | Organically bound tritium |
| Beryllium | 0.005 | All compounds |
| Carbon | 1.000 | Labelled organic compounds |
| Fluorine | 1.000 | All compounds |
| Sodium | 1.000 | All compounds |
| Magnesium | 0.500 | All compounds |
| Aluminium | 0.010 | All compounds |
| Silicon | 0.010 | All compounds |
| Phosphorus | 0.800 | All compounds |
| Sulphur | 0.800 | Inorganic compounds |
| | 0.100 | Elemental sulphur |
| | 1.000 | Organic sulphur |
| Chlorine | 1.000 | All compounds |
| Potassium | 1.000 | All compounds |
| Calcium | 0.300 | All compounds |
| Scandium | $1.0 \times 10^{-4}$ | All compounds |
| Titanium | 0.010 | All compounds |
| Vanadium | 0.010 | All compounds |
| Chromium | 0.100 | Hexavalent compounds |
| | 0.010 | Trivalent compounds |
| Manganese | 0.100 | All compounds |
| Iron | 0.100 | All compounds |
| Cobalt | 0.100 | All unspecified compounds |
| | 0.050 | Oxides, hydroxides and inorganic compounds |
| Nickel | 0.050 | All compounds |
| Copper | 0.500 | All compounds |
| Zinc | 0.500 | All compounds |
| Gallium | 0.001 | All compounds |

## الجدول الثاني-رابعا (تابع)

| Element | Gut transfer factor $f_1$ | Compounds |
|---|---|---|
| Germanium | 1.000 | All compounds |
| Arsenic | 0.500 | All compounds |
| Selenium | 0.800 | All unspecified compounds |
| | 0.050 | Elemental selenium and selenides |
| Bromine | 1.000 | All compounds |
| Rubidium | 1.000 | All compounds |
| Strontium | 0.300 | All unspecified compounds |
| | 0.010 | Strontium titanate ($SrTiO_3$) |
| Yttrium | $1.0 \times 10^{-4}$ | All compounds |
| Zirconium | 0.002 | All compounds |
| Niobium | 0.010 | All compounds |
| Molybdenum | 0.800 | All unspecified compounds |
| | 0.050 | Molybdenum sulphide |
| Technetium | 0.800 | All compounds |
| Ruthenium | 0.050 | All compounds |
| Rhodium | 0.050 | All compounds |
| Palladium | 0.005 | All compounds |
| Silver | 0.050 | All compounds |
| Cadmium | 0.050 | All inorganic compounds |
| Indium | 0.020 | All compounds |
| Tin | 0.020 | All compounds |
| Antimony | 0.100 | All compounds |
| Tellurium | 0.300 | All compounds |
| Iodine | 1.000 | All compounds |
| Caesium | 1.000 | All compounds |
| Barium | 0.100 | All compounds |
| Lanthanum | $5.0 \times 10^{-4}$ | All compounds |
| Cerium | $5.0 \times 10^{-4}$ | All compounds |
| Praseodymium | $5.0 \times 10^{-4}$ | All compounds |
| Neodymium | $5.0 \times 10^{-4}$ | All compounds |

الجدول الثاني-رابعا (تابع)

| Element | Gut transfer factor $f_1$ | Compounds |
|---|---|---|
| Promethium | $5.0 \times 10^{-4}$ | All compounds |
| Samarium | $5.0 \times 10^{-4}$ | All compounds |
| Europium | $5.0 \times 10^{-4}$ | All compounds |
| Gadolinium | $5.0 \times 10^{-4}$ | All compounds |
| Terbium | $5.0 \times 10^{-4}$ | All compounds |
| Dysprosium | $5.0 \times 10^{-4}$ | All compounds |
| Holmium | $5.0 \times 10^{-4}$ | All compounds |
| Erbium | $5.0 \times 10^{-4}$ | All compounds |
| Thulium | $5.0 \times 10^{-4}$ | All compounds |
| Ytterbium | $5.0 \times 10^{-4}$ | All compounds |
| Lutetium | $5.0 \times 10^{-4}$ | All compounds |
| Hafnium | 0.002 | All compounds |
| Tantalum | 0.001 | All compounds |
| Tungsten | 0.300 | All unspecified compounds |
| | 0.010 | Tungstic acid |
| Rhenium | 0.800 | All compounds |
| Osmium | 0.010 | All compounds |
| Iridium | 0.010 | All compounds |
| Platinum | 0.010 | All compounds |
| Gold | 0.100 | All compounds |
| Mercury | 0.020 | All inorganic compounds |
| Mercury | 1.000 | Methyl mercury |
| | 0.400 | All unspecified organic compounds |
| Thallium | 1.000 | All compounds |
| Lead | 0.200 | All compounds |
| Bismuth | 0.050 | All compounds |
| Polonium | 0.100 | All compounds |
| Astatine | 1.000 | All compounds |
| Francium | 1.000 | All compounds |
| Radium | 0.200 | All compounds |

## الجدول الثاني-رابعا (تابع)

| Element | Gut transfer factor $f_1$ | Compounds |
|---|---|---|
| Actinium | $5.0 \times 10^{-4}$ | All compounds |
| Thorium | $5.0 \times 10^{-4}$ | All unspecified compounds |
| | $2.0 \times 10^{-4}$ | Oxides and hydroxides |
| Protactinium | $5.0 \times 10^{-4}$ | All compounds |
| Uranium | 0.020 | All unspecified compounds |
| | 0.002 | Most tetravalent compounds, e.g., $UO_2$, $U_3O_8$, $UF_4$ |
| Neptunium | $5.0 \times 10^{-4}$ | All compounds |
| Plutonium | $5.0 \times 10^{-4}$ | All unspecified compounds |
| | $1.0 \times 10^{-4}$ | Nitrates |
| | $1.0 \times 10^{-5}$ | Insoluble oxides |
| Americium | $5.0 \times 10^{-4}$ | All compounds |
| Curium | $5.0 \times 10^{-4}$ | All compounds |
| Berkelium | $5.0 \times 10^{-4}$ | All compounds |
| Californium | $5.0 \times 10^{-4}$ | All compounds |
| Einsteinium | $5.0 \times 10^{-4}$ | All compounds |
| Fermium | $5.0 \times 10^{-4}$ | All compounds |
| Mendelevium | $5.0 \times 10^{-4}$ | All compounds |

**الجدول الثاني-خامسا- مركبات وأنواع الامتصاص في الرئة وقيم عامل الانتقال $f_1$ المستخدم في حساب الجرعة الفعالة المودعة لكل وحدة أخذ داخلي عن طريق الاستنشاق بالنسبة للعاملين**

| Element | Absorption type(s) | Gut transfer factor $f_1$ | Compounds |
|---|---|---|---|
| Beryllium | M | 0.005 | All unspecified compounds |
| | S | 0.005 | Oxides, halides and nitrates |
| Fluorine | F | 1.000 | Determined by combining cation |
| | M | 1.000 | Determined by combining cation |
| | S | 1.000 | Determined by combining cation |
| Sodium | F | 1.000 | All compounds |
| Magnesium | F | 0.500 | All unspecified compounds |
| | M | 0.500 | Oxides, hydroxides, carbides, halides and nitrates |
| Aluminium | F | 0.010 | All unspecified compounds |
| | M | 0.010 | Oxides, hydroxides, carbides, halides, nitrates and metallic aluminium |
| Silicon | F | 0.010 | All unspecified compounds |
| | M | 0.010 | Oxides, hydroxides, carbides and nitrates |
| | S | 0.010 | Aluminosilicate glass aerosol |
| Phosphorus | F | 0.800 | All unspecified compounds |
| | M | 0.800 | Some phosphates: determined by combining cation |
| Sulphur | F | 0.800 | Sulphides and sulphates: determined by combining cation |
| | M | 0.800 | Elemental sulphur. Sulphides and sulphates: determined by combining cation |
| Chlorine | F | 1.000 | Determined by combining cation |
| | M | 1.000 | Determined by combining cation |
| Potassium | F | 1.000 | All compounds |
| Calcium | M | 0.300 | All compounds |
| Scandium | S | $1.0 \times 10^{-4}$ | All compounds |
| Titanium | F | 0.010 | All unspecified compounds |
| | M | 0.010 | Oxides, hydroxides, carbides, halides and nitrates |
| | S | 0.010 | Strontium titanate ($SrTiO_3$) |
| Vanadium | F | 0.010 | All unspecified compounds |
| | M | 0.010 | Oxides, hydroxides, carbides and halides |
| Chromium | F | 0.100 | All unspecified compounds |
| | M | 0.100 | Halides and nitrates |
| | S | 0.100 | Oxides and hydroxides |

ملحوظة: الأنواع F و M و S تشير الى الامتصاص السريع والمتوسط والبطئ من الرئة على التوالي.

## الجدول الثاني-خامسا (تابع)

| Element | Absorption type(s) | Gut transfer factor $f_1$ | Compounds |
|---|---|---|---|
| Manganese | F | 0.100 | All unspecified compounds |
| | M | 0.100 | Oxides, hydroxides, halides and nitrates |
| Iron | F | 0.100 | All unspecified compounds |
| | M | 0.100 | Oxides, hydroxides and halides |
| Cobalt | M | 0.100 | All unspecified compounds |
| | S | 0.050 | Oxides, hydroxides, halides and nitrates |
| Nickel | F | 0.050 | All unspecified compounds |
| | M | 0.050 | Oxides, hydroxides and carbides |
| Copper | F | 0.500 | All unspecified inorganic compounds |
| | M | 0.500 | Sulphides, halides and nitrates |
| | S | 0.500 | Oxides and hydroxides |
| Zinc | S | 0.500 | All compounds |
| Gallium | F | 0.001 | All unspecified compounds |
| | M | 0.001 | Oxides, hydroxides, carbides, halides and nitrates |
| Germanium | F | 1.000 | All unspecified compounds |
| | M | 1.000 | Oxides, sulphides and halides |
| Arsenic | M | 0.500 | All compounds |
| Selenium | F | 0.800 | All unspecified inorganic compounds |
| | M | 0.800 | Elemental selenium, oxides, hydroxides and carbides |
| Bromine | F | 1.000 | Determined by combining cation |
| | M | 1.000 | Determined by combining cation |
| Rubidium | F | 1.000 | All compounds |
| Strontium | F | 0.300 | All unspecified compounds |
| | S | 0.010 | Strontium titanate ($SrTiO_3$) |
| Yttrium | M | $1.0 \times 10^{-4}$ | All unspecified compounds |
| | S | $1.0 \times 10^{-4}$ | Oxides and hydroxides |
| Zirconium | F | 0.002 | All unspecified compounds |
| | M | 0.002 | Oxides, hydroxides, halides and nitrates |
| | S | 0.002 | Zirconium carbide |
| Niobium | M | 0.010 | All unspecified compounds |
| | S | 0.010 | Oxides and hydroxides |
| Molybdenum | F | 0.800 | All unspecified compounds |
| | S | 0.050 | Molybdenum sulphide, oxides and hydroxides |
| Technetium | F | 0.800 | All unspecified compounds |
| | M | 0.800 | Oxides, hydroxides, halides and nitrates |

## الجدول الثاني-خامسا (تابع)

| Element | Absorption type(s) | Gut transfer factor $f_1$ | Compounds |
|---|---|---|---|
| Ruthenium | F | 0.050 | All unspecified compounds |
| | M | 0.050 | Halides |
| | S | 0.050 | Oxides and hydroxides |
| Rhodium | F | 0.050 | All unspecified compounds |
| | M | 0.050 | Halides |
| | S | 0.050 | Oxides and hydroxides |
| Palladium | F | 0.005 | All unspecified compounds |
| | M | 0.005 | Nitrates and halides |
| | S | 0.005 | Oxides and hydroxides |
| Silver | F | 0.050 | All unspecified compounds and metallic silver |
| | M | 0.050 | Nitrates and sulphides |
| | S | 0.050 | Oxides, hydroxides and carbides |
| Cadmium | F | 0.050 | All unspecified compounds |
| | M | 0.050 | Sulphides, halides and nitrates |
| | S | 0.050 | Oxides and hydroxides |
| Indium | F | 0.020 | All unspecified compounds |
| | M | 0.020 | Oxides, hydroxides, halides and nitrates |
| Tin | F | 0.020 | All unspecified compounds |
| | M | 0.020 | Stannic phosphate, sulphides, oxides, hydroxides, halides and nitrates |
| Antimony | F | 0.100 | All unspecified compounds |
| | M | 0.010 | Oxides, hydroxides, halides, sulphides, sulphates and nitrates |
| Tellurium | F | 0.300 | All unspecified compounds |
| | M | 0.300 | Oxides, hydroxides and nitrates |
| Iodine | F | 1.000 | All compounds |
| Caesium | F | 1.000 | All compounds |
| Barium | F | 0.100 | All compounds |
| Lanthanum | F | $5.0 \times 10^{-4}$ | All unspecified compounds |
| | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | Oxides and hydroxides |
| Cerium | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | All unspecified compounds |
| | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | Oxides, hydroxides and fluorides |
| Praseodymium | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | All unspecified compounds |
| | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | Oxides, hydroxides, carbides and fluorides |
| Neodymium | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | All unspecified compounds |
| | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | Oxides, hydroxides, carbides and fluorides |

## الجدول الثاني-خامسا (تابع)

| Element | Absorption type(s) | Gut transfer factor $f_1$ | Compounds |
|---|---|---|---|
| Promethium | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | All unspecified compounds |
| | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | Oxides, hydroxides, carbides and fluorides |
| Samarium | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | All compounds |
| Europium | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | All compounds |
| Gadolinium | F | $5.0 \times 10^{-4}$ | All unspecified compounds |
| | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | Oxides, hydroxides and fluorides |
| Terbium | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | All compounds |
| Dysprosium | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | All compounds |
| Holmium | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | All unspecified compounds |
| Erbium | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | All compounds |
| Thulium | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | All compounds |
| Ytterbium | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | All unspecified compounds |
| | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | Oxides, hydroxides and fluorides |
| Lutetium | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | All unspecified compounds |
| | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | Oxides, hydroxides and fluorides |
| Hafnium | F | 0.002 | All unspecified compounds |
| | M | 0.002 | Oxides, hydroxides, halides, carbides and nitrates |
| Tantalum | M | 0.001 | All unspecified compounds |
| | S | 0.001 | Elemental tantalum, oxides, hydroxides, halides, carbides, nitrates and nitrides |
| Tungsten | F | 0.300 | All compounds |
| Rhenium | F | 0.800 | All unspecified compounds |
| | M | 0.800 | Oxides, hydroxides, halides and nitrates |
| Osmium | F | 0.010 | All unspecified compounds |
| | M | 0.010 | Halides and nitrates |
| | S | 0.010 | Oxides and hydroxides |
| Iridium | F | 0.010 | All unspecified compounds |
| | M | 0.010 | Metallic iridium, halides and nitrates |
| | S | 0.010 | Oxides and hydroxides |
| Platinum | F | 0.010 | All compounds |
| Gold | F | 0.100 | All unspecified compounds |
| | M | 0.100 | Halides and nitrates |
| | S | 0.100 | Oxides and hydroxides |
| Mercury | F | 0.020 | Sulphates |
| | M | 0.020 | Oxides, hydroxides, halides, nitrates and sulphides |

## الجدول الثاني-خامسا (تابع)

| Element | Absorption type(s) | Gut transfer factor $f_1$ | Compounds |
|---|---|---|---|
| Mercury | F | 0.400 | All organic compounds |
| Thallium | F | 1.000 | All compounds |
| Lead | F | 0.200 | All compounds |
| Bismuth | F | 0.050 | Bismuth nitrate |
| | M | 0.050 | All unspecified compounds |
| Polonium | F | 0.100 | All unspecified compounds |
| | M | 0.100 | Oxides, hydroxides and nitrates |
| Astatine | F | 1.000 | Determined by combining cation |
| | M | 1.000 | Determined by combining cation |
| Francium | F | 1.000 | All compounds |
| Radium | M | 0.200 | All compounds |
| Actinium | F | $5.0 \times 10^{-4}$ | All unspecified compounds |
| | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | Halides and nitrates |
| | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | Oxides and hydroxides |
| Thorium | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | All unspecified compounds |
| | S | $2.0 \times 10^{-4}$ | Oxides and hydroxides |
| Protactinium | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | All unspecified compounds |
| | S | $5.0 \times 10^{-4}$ | Oxides and hydroxides |
| Uranium | F | 0.020 | Most hexavalent compounds, e.g., $UF_6$ , $UO_2F_2$ and $UO_2(NO_3)_2$ |
| | M | 0.020 | Less soluble compounds, e.g., $UO_3$, $UF_4$, $UCl_4$ and most other hexavalent compounds |
| | S | 0.002 | Highly insoluble compounds, e.g., $UO_2$ and $U_3O_8$ |
| Neptunium | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | All compounds |
| Plutonium | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | All unspecified compounds |
| | S | $1.0 \times 10^{-5}$ | Insoluble oxides |
| Americium | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | All compounds |
| Curium | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | All compounds |
| Berkelium | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | All compounds |
| Californium | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | All compounds |
| Einsteinium | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | All compounds |
| Fermium | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | All compounds |
| Mendelevium | M | $5.0 \times 10^{-4}$ | All compounds |

**الجدول الثاني-سادسا- البلع: الجرعة الفعالة المودعة لكل وحدة أخذ داخلي e(g) عن طريق البلع (سيفرت/بكريل[1]) بالنسبة لأفراد الجمهور**

| Nuclide | Physical half-life | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a e(g) | Age 2-7 a e(g) | Age 7-12 a e(g) | Age 12-17 a e(g) | Age > 17 a e(g) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $f_1$ | e(g) | | | | | | |
| **Hydrogen** | | | | | | | | | |
| Tritiated water | 12.3 a | 1.000 | $6.4 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $4.8 \times 10^{-11}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ | $2.3 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ |
| OBT[a] | 12.3 a | 1.000 | $1.2 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $1.2 \times 10^{-10}$ | $7.3 \times 10^{-11}$ | $5.7 \times 10^{-11}$ | $4.2 \times 10^{-11}$ | $4.2 \times 10^{-11}$ |
| **Beryllium** | | | | | | | | | |
| Be-7 | 53.3 d | 0.020 | $1.8 \times 10^{-10}$ | 0.005 | $1.3 \times 10^{-10}$ | $7.7 \times 10^{-11}$ | $5.3 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ |
| Be-10 | $1.60 \times 10^{6}$ a | 0.020 | $1.4 \times 10^{-8}$ | 0.005 | $8.0 \times 10^{-9}$ | $4.1 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| **Carbon** | | | | | | | | | |
| C-11 | 0.340 h | 1.000 | $2.6 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $1.5 \times 10^{-10}$ | $7.3 \times 10^{-11}$ | $4.3 \times 10^{-11}$ | $3.0 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ |
| C-14 | $5.73 \times 10^{3}$ a | 1.000 | $1.4 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $1.6 \times 10^{-9}$ | $9.9 \times 10^{-10}$ | $8.0 \times 10^{-10}$ | $5.7 \times 10^{-10}$ | $5.8 \times 10^{-10}$ |
| **Fluorine** | | | | | | | | | |
| F-18 | 1.83 h | 1.000 | $5.2 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $3.0 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $9.1 \times 10^{-11}$ | $6.2 \times 10^{-11}$ | $4.9 \times 10^{-11}$ |
| **Sodium** | | | | | | | | | |
| Na-22 | 2.60 a | 1.000 | $2.1 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $1.5 \times 10^{-8}$ | $8.4 \times 10^{-9}$ | $5.5 \times 10^{-9}$ | $3.7 \times 10^{-9}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ |
| Na-24 | 15.0 h | 1.000 | $3.5 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $2.3 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $7.7 \times 10^{-10}$ | $5.2 \times 10^{-10}$ | $4.3 \times 10^{-10}$ |
| **Magnesium** | | | | | | | | | |
| Mg-28 | 20.9 h | 1.000 | $1.2 \times 10^{-8}$ | 0.500 | $1.4 \times 10^{-8}$ | $7.4 \times 10^{-9}$ | $4.5 \times 10^{-9}$ | $2.7 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ |
| **Aluminium** | | | | | | | | | |
| Al-26 | $7.16 \times 10^{5}$ a | 0.020 | $3.4 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $2.1 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $7.1 \times 10^{-9}$ | $4.3 \times 10^{-9}$ | $3.5 \times 10^{-9}$ |

(أ) OBT تعني التريتيوم المترابط عضويا.

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Silicon** | | | | | | | | | |
| Si-31 | 2.62 h | 0.020 | $1.9 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $1.0 \times 10^{-9}$ | $5.1 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ |
| Si-32 | $4.50 \times 10^{2}$ a | 0.020 | $7.3 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $4.1 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $7.0 \times 10^{-10}$ | $5.6 \times 10^{-10}$ |
| **Phosphorus** | | | | | | | | | |
| P-32 | 14.3 d | 1.000 | $3.1 \times 10^{-8}$ | 0.800 | $1.9 \times 10^{-8}$ | $9.4 \times 10^{-9}$ | $5.3 \times 10^{-9}$ | $3.1 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ |
| P-33 | 25.4 d | 1.000 | $2.7 \times 10^{-9}$ | 0.800 | $1.8 \times 10^{-9}$ | $9.1 \times 10^{-10}$ | $5.3 \times 10^{-10}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ |
| **Sulphur** | | | | | | | | | |
| S-35 (inorganic) | 87.4 d | 1.000 | $1.3 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $8.7 \times 10^{-10}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ |
| S-35 (organic) | 87.4 d | 1.000 | $7.7 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $5.4 \times 10^{-9}$ | $2.7 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $9.5 \times 10^{-10}$ | $7.7 \times 10^{-10}$ |
| **Chlorine** | | | | | | | | | |
| Cl-36 | $3.01 \times 10^{5}$ a | 1.000 | $9.8 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $6.3 \times 10^{-9}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $9.3 \times 10^{-10}$ |
| Cl-38 | 0.620 h | 1.000 | $1.4 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $7.7 \times 10^{-10}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| Cl-39 | 0.927 h | 1.000 | $9.7 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $5.5 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $8.5 \times 10^{-11}$ |
| **Potassium** | | | | | | | | | |
| K-40 | $1.28 \times 10^{9}$ a | 1.000 | $6.2 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $4.2 \times 10^{-8}$ | $2.1 \times 10^{-8}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ | $7.6 \times 10^{-9}$ | $6.2 \times 10^{-9}$ |
| K-42 | 12.4 h | 1.000 | $5.1 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $3.0 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $8.6 \times 10^{-10}$ | $5.4 \times 10^{-10}$ | $4.3 \times 10^{-10}$ |
| K-43 | 22.6 h | 1.000 | $2.3 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $1.4 \times 10^{-9}$ | $7.6 \times 10^{-10}$ | $4.7 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ |
| K-44 | 0.369 h | 1.000 | $1.0 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $5.5 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $8.4 \times 10^{-11}$ |
| K-45 | 0.333 h | 1.000 | $6.2 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $3.5 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $9.9 \times 10^{-11}$ | $6.8 \times 10^{-11}$ | $5.4 \times 10^{-11}$ |
| **Calcium**[a] | | | | | | | | | |
| Ca-41 | $1.40 \times 10^{5}$ a | 0.600 | $1.2 \times 10^{-9}$ | 0.300 | $5.2 \times 10^{-10}$ | $3.9 \times 10^{-10}$ | $4.8 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ |
| Ca-45 | 163 d | 0.600 | $1.1 \times 10^{-8}$ | 0.300 | $4.9 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $7.1 \times 10^{-10}$ |
| Ca-47 | 4.53 d | 0.600 | $1.3 \times 10^{-8}$ | 0.300 | $9.3 \times 10^{-9}$ | $4.9 \times 10^{-9}$ | $3.0 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ |

(أ) قيمة $f_1$ في الكالسيوم بالنسبة لمن تتراوح أعمارهم بين ١ الى ١٥ عاما هي ٠٫٤.

## الجدول الثاني-سادسا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a e(g) | Age 2-7 a e(g) | Age 7-12 a e(g) | Age 12-17 a e(g) | Age > 17 a e(g) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $f_1$ | e(g) | | | | | | |
| **Scandium** | | | | | | | | | |
| Sc-43 | 3.89 h | 0.001 | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $6.1 \times 10^{-10}$ | $3.7 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ |
| Sc-44 | 3.93 h | 0.001 | $3.5 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $7.1 \times 10^{-10}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ | $3.5 \times 10^{-10}$ |
| Sc-44m | 2.44 d | 0.001 | $24 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $1.6 \times 10^{-8}$ | $8.3 \times 10^{-9}$ | $5.1 \times 10^{-9}$ | $3.1 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ |
| Sc-46 | 83.8 d | 0.001 | $1.1 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $7.9 \times 10^{-9}$ | $4.4 \times 10^{-9}$ | $2.9 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ |
| Sc-47 | 3.35 d | 0.001 | $6.1 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $3.9 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $6.8 \times 10^{-10}$ | $5.4 \times 10^{-10}$ |
| Sc-48 | 1.82 d | 0.001 | $1.3 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $9.3 \times 10^{-9}$ | $5.1 \times 10^{-9}$ | $3.3 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ |
| Sc-49 | 0.956 h | 0.001 | $1.0 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $5.7 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $8.2 \times 10^{-11}$ |
| **Titanium** | | | | | | | | | |
| Ti-44 | 47.3 a | 0.020 | $5.5 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $3.1 \times 10^{-8}$ | $1.7 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $6.9 \times 10^{-9}$ | $5.8 \times 10^{-9}$ |
| Ti-45 | 3.08 h | 0.020 | $1.6 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $9.8 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-10}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ |
| **Vanadium** | | | | | | | | | |
| V-47 | 0.543 h | 0.020 | $7.3 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $4.1 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $8.0 \times 10^{-11}$ | $6.3 \times 10^{-11}$ |
| V-48 | 16.2 d | 0.020 | $1.5 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $1.1 \times 10^{-8}$ | $5.9 \times 10^{-9}$ | $3.9 \times 10^{-9}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ |
| V-49 | 330 d | 0.020 | $2.2 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $1.4 \times 10^{-10}$ | $6.9 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ | $2.3 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ |
| **Chromium** | | | | | | | | | |
| Cr-48 | 23.0 h | 0.200 | $1.4 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $9.9 \times 10^{-10}$ | $5.7 \times 10^{-10}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ |
| | | 0.020 | $1.4 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $9.9 \times 10^{-10}$ | $5.7 \times 10^{-10}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ |
| Cr-49 | 0.702 h | 0.200 | $6.8 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $3.9 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $7.7 \times 10^{-11}$ | $6.1 \times 10^{-11}$ |
| | | 0.020 | $6.8 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $3.9 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $7.7 \times 10^{-11}$ | $6.1 \times 10^{-11}$ |
| Cr-51 | 27.7 d | 0.200 | $3.5 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $7.8 \times 10^{-11}$ | $4.8 \times 10^{-11}$ | $3.8 \times 10^{-11}$ |
| | | 0.200 | $3.3 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $7.5 \times 10^{-11}$ | $4.6 \times 10^{-11}$ | $3.7 \times 10^{-11}$ |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Manganese** | | | | | | | | | |
| Mn-51 | 0.770 h | 0.200 | $1.1 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $6.1 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $9.3 \times 10^{-11}$ |
| Mn-52 | 5.59 d | 0.200 | $1.2 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $8.8 \times 10^{-9}$ | $5.1 \times 10^{-9}$ | $3.4 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ |
| Mn-52m | 0.352 h | 0.200 | $7.8 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $4.4 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $8.8 \times 10^{-11}$ | $6.9 \times 10^{-11}$ |
| Mn-53 | $3.70 \times 10^{6}$ a | 0.200 | $4.1 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $6.5 \times 10^{-11}$ | $3.7 \times 10^{-11}$ | $3.0 \times 10^{-11}$ |
| Mn-54 | 312 d | 0.200 | $5.4 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $3.1 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $8.7 \times 10^{-10}$ | $7.1 \times 10^{-10}$ |
| Mn-56 | 2.58 h | 0.200 | $2.7 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $1.7 \times 10^{-9}$ | $8.5 \times 10^{-10}$ | $5.1 \times 10^{-10}$ | $3.2 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ |
| **Iron**[a] | | | | | | | | | |
| Fe-52 | 8.28 h | 0.600 | $1.3 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $9.1 \times 10^{-9}$ | $4.6 \times 10^{-9}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ |
| Fe-55 | 2.70 a | 0.600 | $7.6 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $7.7 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ |
| Fe-59 | 44.5 d | 0.600 | $3.9 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $1.3 \times 10^{-8}$ | $7.5 \times 10^{-9}$ | $4.7 \times 10^{-9}$ | $3.1 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ |
| Fe-60 | $1.00 \times 10^{5}$ a | 0.600 | $7.9 \times 10^{-7}$ | 0.100 | $2.7 \times 10^{-7}$ | $2.7 \times 10^{-7}$ | $2.5 \times 10^{-7}$ | $2.3 \times 10^{-7}$ | $1.1 \times 10^{-7}$ |
| **Cobalt**[b] | | | | | | | | | |
| Co-55 | 17.5 h | 0.600 | $6.0 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $5.5 \times 10^{-9}$ | $2.9 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ |
| Co-56 | 78.7 d | 0.600 | $2.5 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $1.5 \times 10^{-8}$ | $8.8 \times 10^{-9}$ | $5.8 \times 10^{-9}$ | $3.8 \times 10^{-9}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ |
| Co-57 | 271 d | 0.600 | $2.9 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $1.6 \times 10^{-9}$ | $8.9 \times 10^{-10}$ | $5.8 \times 10^{-10}$ | $3.7 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ |
| Co-58 | 70.8 d | 0.600 | $7.3 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $4.4 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $7.4 \times 10^{-10}$ |
| Co-58m | 9.15 h | 0.600 | $2.0 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $1.5 \times 10^{-10}$ | $7.8 \times 10^{-11}$ | $4.7 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ |
| Co-60 | 5.27 a | 0.600 | $5.4 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $2.7 \times 10^{-8}$ | $1.7 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $7.9 \times 10^{-9}$ | $3.4 \times 10^{-9}$ |
| Co-60m | 0.174 h | 0.600 | $2.2 \times 10^{-11}$ | 0.100 | $1.2 \times 10^{-11}$ | $5.7 \times 10^{-12}$ | $3.2 \times 10^{-12}$ | $2.2 \times 10^{-12}$ | $1.7 \times 10^{-12}$ |
| Co-61 | 1.65 h | 0.600 | $8.2 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $5.1 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $9.2 \times 10^{-11}$ | $7.4 \times 10^{-11}$ |
| Co-62m | 0.232 h | 0.600 | $5.3 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $3.0 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $8.7 \times 10^{-11}$ | $6.0 \times 10^{-11}$ | $4.7 \times 10^{-11}$ |
| **Nickel** | | | | | | | | | |
| Ni-56 | 6.10 d | 0.100 | $5.3 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $4.0 \times 10^{-9}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $8.6 \times 10^{-10}$ |
| Ni-57 | 1.50 d | 0.100 | $6.8 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $4.9 \times 10^{-9}$ | $2.7 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $8.7 \times 10^{-10}$ |

(أ) قيمة $f_1$ في الحديد بالنسبة لمن تتراوح أعمارهم بين ١ الى ١٥ عاما هي ٢ر٠.

(ب) قيمة $f_1$ في الكوبالت بالنسبة لمن تتراوح أعمارهم بين ١ الى ١٥ عاما هي ٣ر٠.

## الجدول الثاني-سادسا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a | Age 2-7 a | Age 7-12 a | Age 12-17 a | Age > 17 a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $f_1$ | e(g) | | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) |
| Ni-59 | $7.50 \times 10^{4}$ a | 0.100 | $6.4 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $3.4 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $7.3 \times 10^{-11}$ | $6.3 \times 10^{-11}$ |
| Ni-63 | 96.0 a | 0.100 | $1.6 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $8.4 \times 10^{-10}$ | $4.6 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ |
| Ni-65 | 2.52 h | 0.100 | $2.1 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $1.3 \times 10^{-9}$ | $6.3 \times 10^{-10}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ |
| Ni-66 | 2.27 d | 0.100 | $3.3 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $2.2 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $6.6 \times 10^{-9}$ | $3.7 \times 10^{-9}$ | $3.0 \times 10^{-9}$ |
| **Copper** | | | | | | | | | |
| Cu-60 | 0.387 h | 1.000 | $7.0 \times 10^{-10}$ | 0.500 | $4.2 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $8.9 \times 10^{-11}$ | $7.0 \times 10^{-11}$ |
| Cu-61 | 3.41 h | 1.000 | $7.1 \times 10^{-10}$ | 0.500 | $7.5 \times 10^{-10}$ | $3.9 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| Cu-64 | 12.7 h | 1.000 | $5.2 \times 10^{-10}$ | 0.500 | $8.3 \times 10^{-10}$ | $4.2 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| Cu-67 | 2.58 d | 1.000 | $2.1 \times 10^{-9}$ | 0.500 | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $7.2 \times 10^{-10}$ | $4.2 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ |
| **Zinc** | | | | | | | | | |
| Zn-62 | 9.26 h | 1.000 | $4.2 \times 10^{-9}$ | 0.500 | $6.5 \times 10^{-9}$ | $3.3 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $9.4 \times 10^{-10}$ |
| Zn-63 | 0.635 h | 1.000 | $8.7 \times 10^{-10}$ | 0.500 | $5.2 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $7.9 \times 10^{-11}$ |
| Zn-65 | 244 d | 1.000 | $3.6 \times 10^{-8}$ | 0.500 | $1.6 \times 10^{-8}$ | $9.7 \times 10^{-9}$ | $6.4 \times 10^{-9}$ | $4.5 \times 10^{-9}$ | $3.9 \times 10^{-9}$ |
| Zn-69 | 0.950 h | 1.000 | $3.5 \times 10^{-10}$ | 0.500 | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $6.0 \times 10^{-11}$ | $3.9 \times 10^{-11}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ |
| Zn-69m | 13.8 h | 1.000 | $1.3 \times 10^{-9}$ | 0.500 | $2.3 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $7.0 \times 10^{-10}$ | $4.1 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ |
| Zn-71m | 3.92 h | 1.000 | $1.4 \times 10^{-9}$ | 0.500 | $1.5 \times 10^{-9}$ | $7.8 \times 10^{-10}$ | $4.8 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ |
| Zn-72 | 1.94 d | 1.000 | $8.7 \times 10^{-9}$ | 0.500 | $8.6 \times 10^{-9}$ | $4.5 \times 10^{-9}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ |
| **Gallium** | | | | | | | | | |
| Ga-65 | 0.253 h | 0.010 | $4.3 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $6.9 \times 10^{-11}$ | $4.7 \times 10^{-11}$ | $3.7 \times 10^{-11}$ |
| Ga-66 | 9.40 h | 0.010 | $1.2 \times 10^{-8}$ | 0.001 | $7.9 \times 10^{-9}$ | $4.0 \times 10^{-9}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ |
| Ga-67 | 3.26 d | 0.010 | $1.8 \times 10^{-9}$ | 0.001 | $1.2 \times 10^{-9}$ | $6.4 \times 10^{-10}$ | $4.0 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ |
| Ga-68 | 1.13 h | 0.010 | $1.2 \times 10^{-9}$ | 0.001 | $6.7 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ |
| Ga-70 | 0.353 h | 0.010 | $3.9 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $5.9 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ga-72 | 14.1 h | 0.010 | $1.0 \times 10^{-8}$ | 0.001 | $6.8 \times 10^{-9}$ | $3.6 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| Ga-73 | 4.91 h | 0.010 | $3.0 \times 10^{-9}$ | 0.001 | $1.9 \times 10^{-9}$ | $9.3 \times 10^{-10}$ | $5.5 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ |
| **Germanium** | | | | | | | | | |
| Ge-66 | 2.27 h | 1.000 | $8.3 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $5.3 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ |
| Ge-67 | 0.312 h | 1.000 | $7.7 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $4.2 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $8.2 \times 10^{-11}$ | $6.5 \times 10^{-11}$ |
| Ge-68 | 288 d | 1.000 | $1.2 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $8.0 \times 10^{-9}$ | $4.2 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ |
| Ge-69 | 1.63 d | 1.000 | $2.0 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $1.3 \times 10^{-9}$ | $7.1 \times 10^{-10}$ | $4.6 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ |
| Ge-71 | 11.8 d | 1.000 | $1.2 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $7.8 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ | $1.5 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-11}$ |
| Ge-75 | 1.38 h | 1.000 | $5.5 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $3.1 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $8.7 \times 10^{-11}$ | $5.9 \times 10^{-11}$ | $4.6 \times 10^{-11}$ |
| Ge-77 | 11.3 h | 1.000 | $3.0 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $1.8 \times 10^{-9}$ | $9.9 \times 10^{-10}$ | $6.2 \times 10^{-10}$ | $4.1 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ |
| Ge-78 | 1.45 h | 1.000 | $1.2 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $7.0 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| **Arsenic** | | | | | | | | | |
| As-69 | 0.253 h | 1.000 | $6.6 \times 10^{-10}$ | 0.500 | $3.7 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $7.2 \times 10^{-11}$ | $5.7 \times 10^{-11}$ |
| As-70 | 0.876 h | 1.000 | $1.2 \times 10^{-9}$ | 0.500 | $7.8 \times 10^{-10}$ | $4.1 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ |
| As-71 | 2.70 d | 1.000 | $2.8 \times 10^{-9}$ | 0.500 | $2.8 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $9.3 \times 10^{-10}$ | $5.7 \times 10^{-10}$ | $4.6 \times 10^{-10}$ |
| As-72 | 1.08 d | 1.000 | $1.1 \times 10^{-8}$ | 0.500 | $1.2 \times 10^{-8}$ | $6.3 \times 10^{-9}$ | $3.8 \times 10^{-9}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ |
| As-73 | 80.3 d | 1.000 | $2.6 \times 10^{-9}$ | 0.500 | $1.9 \times 10^{-9}$ | $9.3 \times 10^{-10}$ | $5.6 \times 10^{-10}$ | $3.2 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ |
| As-74 | 17.8 d | 1.000 | $1.0 \times 10^{-8}$ | 0.500 | $8.2 \times 10^{-9}$ | $4.3 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ |
| As-76 | 1.10 d | 1.000 | $1.0 \times 10^{-8}$ | 0.500 | $1.1 \times 10^{-8}$ | $5.8 \times 10^{-9}$ | $3.4 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ |
| As-77 | 1.62 d | 1.000 | $2.7 \times 10^{-9}$ | 0.500 | $2.9 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $8.7 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-10}$ | $4.0 \times 10^{-10}$ |
| As-78 | 1.51 h | 1.000 | $2.0 \times 10^{-9}$ | 0.500 | $1.4 \times 10^{-9}$ | $7.0 \times 10^{-10}$ | $4.1 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ |
| **Selenium** | | | | | | | | | |
| Se-70 | 0.683 h | 1.000 | $1.0 \times 10^{-9}$ | 0.800 | $7.1 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| Se-73 | 7.15 h | 1.000 | $1.6 \times 10^{-9}$ | 0.800 | $1.4 \times 10^{-9}$ | $7.4 \times 10^{-10}$ | $4.8 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ |
| Se-73m | 0.650 h | 1.000 | $2.6 \times 10^{-10}$ | 0.800 | $1.8 \times 10^{-10}$ | $9.5 \times 10^{-11}$ | $5.9 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ |
| Se-75 | 120 d | 1.000 | $2.0 \times 10^{-8}$ | 0.800 | $1.3 \times 10^{-8}$ | $8.3 \times 10^{-9}$ | $6.0 \times 10^{-9}$ | $3.1 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ |
| Se-79 | $6.50 \times 10^{4}$ a | 1.000 | $4.1 \times 10^{-8}$ | 0.800 | $2.8 \times 10^{-8}$ | $1.9 \times 10^{-8}$ | $1.4 \times 10^{-8}$ | $4.1 \times 10^{-9}$ | $2.9 \times 10^{-9}$ |

## الجدول الثاني-سادسا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a e(g) | Age 2-7 a e(g) | Age 7-12 a e(g) | Age 12-17 a e(g) | Age > 17 a e(g) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $f_1$ | e(g) | | | | | | |
| Se-81 | 0.308 h | 1.000 | $3.4 \times 10^{-10}$ | 0.800 | $1.9 \times 10^{-10}$ | $9.0 \times 10^{-11}$ | $5.1 \times 10^{-11}$ | $3.4 \times 10^{-11}$ | $2.7 \times 10^{-11}$ |
| Se-81m | 0.954 h | 1.000 | $6.0 \times 10^{-10}$ | 0.800 | $3.7 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $6.7 \times 10^{-11}$ | $5.3 \times 10^{-11}$ |
| Se-83 | 0.375 h | 1.000 | $4.6 \times 10^{-10}$ | 0.800 | $2.9 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $8.7 \times 10^{-11}$ | $5.9 \times 10^{-11}$ | $4.7 \times 10^{-11}$ |
| **Bromine** | | | | | | | | | |
| Br-74 | 0.422 h | 1.000 | $9.0 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $5.2 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $8.4 \times 10^{-11}$ |
| Br-74m | 0.691 h | 1.000 | $1.5 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $8.5 \times 10^{-10}$ | $4.3 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ |
| Br-75 | 1.63 h | 1.000 | $8.5 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $4.9 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $9.9 \times 10^{-11}$ | $7.9 \times 10^{-11}$ |
| Br-76 | 16.2 h | 1.000 | $4.2 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $2.7 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $8.7 \times 10^{-10}$ | $5.6 \times 10^{-10}$ | $4.6 \times 10^{-10}$ |
| Br-77 | 2.33 d | 1.000 | $6.3 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $4.4 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $9.6 \times 10^{-11}$ |
| Br-80 | 0.290 h | 1.000 | $3.9 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $5.8 \times 10^{-11}$ | $3.9 \times 10^{-11}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ |
| Br-80m | 4.42 h | 1.000 | $1.4 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $8.0 \times 10^{-10}$ | $3.9 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| Br-82 | 1.47 d | 1.000 | $3.7 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $2.6 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $9.5 \times 10^{-10}$ | $6.4 \times 10^{-10}$ | $5.4 \times 10^{-10}$ |
| Br-83 | 2.39 h | 1.000 | $5.3 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $3.0 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $8.3 \times 10^{-11}$ | $5.5 \times 10^{-11}$ | $4.3 \times 10^{-11}$ |
| Br-84 | 0.530 h | 1.000 | $1.0 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $5.8 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $8.8 \times 10^{-11}$ |
| **Rubidium** | | | | | | | | | |
| Rb-79 | 0.382 h | 1.000 | $5.7 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $3.2 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $9.2 \times 10^{-11}$ | $6.3 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-11}$ |
| Rb-81 | 4.58 h | 1.000 | $5.4 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $3.2 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $6.7 \times 10^{-11}$ | $5.4 \times 10^{-11}$ |
| Rb-81m | 0.533 h | 1.000 | $1.1 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $6.2 \times 10^{-11}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-11}$ | $9.7 \times 10^{-12}$ |
| Rb-82m | 6.20 h | 1.000 | $8.7 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $5.9 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ |
| Rb-83 | 86.2 d | 1.000 | $1.1 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $8.4 \times 10^{-9}$ | $4.9 \times 10^{-9}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ |
| Rb-84 | 32.8 d | 1.000 | $2.0 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $1.4 \times 10^{-8}$ | $7.9 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-9}$ | $3.3 \times 10^{-9}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ |
| Rb-86 | 18.7 d | 1.000 | $3.1 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $2.0 \times 10^{-8}$ | $9.9 \times 10^{-9}$ | $5.9 \times 10^{-9}$ | $3.5 \times 10^{-9}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ |
| Rb-87 | $4.70 \times 10^{10}$ a | 1.000 | $1.5 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $1.0 \times 10^{-8}$ | $5.2 \times 10^{-9}$ | $3.1 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rb-88 | 0.297 h | 1.000 | $1.1 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $6.2 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $9.0 \times 10^{-11}$ |
| Rb-89 | 0.253 h | 1.000 | $5.4 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $3.0 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $8.6 \times 10^{-11}$ | $5.9 \times 10^{-11}$ | $4.7 \times 10^{-11}$ |
| **Strontium**[a] | | | | | | | | | |
| Sr-80 | 1.67 h | 0.600 | $3.7 \times 10^{-9}$ | 0.300 | $2.3 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $6.5 \times 10^{-10}$ | $4.2 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ |
| Sr-81 | 0.425 h | 0.600 | $8.4 \times 10^{-10}$ | 0.300 | $4.9 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $9.6 \times 10^{-11}$ | $7.7 \times 10^{-11}$ |
| Sr-82 | 25.0 d | 0.600 | $7.2 \times 10^{-8}$ | 0.300 | $4.1 \times 10^{-8}$ | $2.1 \times 10^{-8}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ | $8.7 \times 10^{-9}$ | $6.1 \times 10^{-9}$ |
| Sr-83 | 1.35 d | 0.600 | $3.4 \times 10^{-9}$ | 0.300 | $2.7 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $9.1 \times 10^{-10}$ | $5.7 \times 10^{-10}$ | $4.9 \times 10^{-10}$ |
| Sr-85 | 64.8 d | 0.600 | $7.7 \times 10^{-9}$ | 0.300 | $3.1 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $5.6 \times 10^{-10}$ |
| Sr-85m | 1.16 h | 0.600 | $4.5 \times 10^{-11}$ | 0.300 | $3.0 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ | $1.1 \times 10^{-11}$ | $7.8 \times 10^{-12}$ | $6.1 \times 10^{-12}$ |
| Sr-87m | 2.80 h | 0.600 | $2.4 \times 10^{-10}$ | 0.300 | $1.7 \times 10^{-10}$ | $9.0 \times 10^{-11}$ | $5.6 \times 10^{-11}$ | $3.6 \times 10^{-11}$ | $3.0 \times 10^{-11}$ |
| Sr-89 | 50.5 d | 0.600 | $3.6 \times 10^{-8}$ | 0.300 | $1.8 \times 10^{-8}$ | $8.9 \times 10^{-9}$ | $5.8 \times 10^{-9}$ | $4.0 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ |
| Sr-90 | 29.1 a | 0.600 | $2.3 \times 10^{-7}$ | 0.300 | $7.3 \times 10^{-8}$ | $4.7 \times 10^{-8}$ | $6.0 \times 10^{-8}$ | $8.0 \times 10^{-8}$ | $2.8 \times 10^{-8}$ |
| Sr-91 | 9.50 h | 0.600 | $5.2 \times 10^{-9}$ | 0.300 | $4.0 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $7.4 \times 10^{-10}$ | $6.5 \times 10^{-10}$ |
| Sr-92 | 2.71 h | 0.600 | $3.4 \times 10^{-9}$ | 0.300 | $2.7 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $8.2 \times 10^{-10}$ | $4.8 \times 10^{-10}$ | $4.3 \times 10^{-10}$ |
| **Yttrium** | | | | | | | | | |
| Y-86 | 14.7 h | 0.001 | $7.6 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $5.2 \times 10^{-9}$ | $2.9 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $9.6 \times 10^{-10}$ |
| Y-86m | 0.800 h | 0.001 | $4.5 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $7.1 \times 10^{-11}$ | $5.6 \times 10^{-11}$ |
| Y-87 | 3.35 d | 0.001 | $4.6 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $7.0 \times 10^{-10}$ | $5.5 \times 10^{-10}$ |
| Y-88 | 107 d | 0.001 | $8.1 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $6.0 \times 10^{-9}$ | $3.5 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ |
| Y-90 | 2.67 d | 0.001 | $3.1 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $2.0 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-8}$ | $5.9 \times 10^{-9}$ | $3.3 \times 10^{-9}$ | $2.7 \times 10^{-9}$ |
| Y-90m | 3.19 h | 0.001 | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $6.1 \times 10^{-10}$ | $3.7 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ |
| Y-91 | 58.5 d | 0.001 | $2.8 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $1.8 \times 10^{-8}$ | $8.8 \times 10^{-9}$ | $5.2 \times 10^{-9}$ | $2.9 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ |
| Y-91m | 0.828 h | 0.001 | $9.2 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $6.0 \times 10^{-11}$ | $3.3 \times 10^{-11}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ | $1.1 \times 10^{-11}$ |
| Y-92 | 3.54 h | 0.001 | $5.9 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $3.6 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $6.2 \times 10^{-10}$ | $4.9 \times 10^{-10}$ |
| Y-93 | 10.1 h | 0.001 | $1.4 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $8.5 \times 10^{-9}$ | $4.3 \times 10^{-9}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ |

(أ) قيمة $f_1$ في السترنشيوم بالنسبة لمن تتراوح أعمارهم بين ١ الى ١٥ عاما هي ٠٫٤.

## الجدول الثاني-سادسا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a e(g) | Age 2-7 a e(g) | Age 7-12 a e(g) | Age 12-17 a e(g) | Age > 17 a e(g) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $f_1$ | e(g) | | | | | | |
| Y-94 | 0.318 h | 0.001 | $9.9 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $5.5 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $8.1 \times 10^{-11}$ |
| Y-95 | 0.178 h | 0.001 | $5.7 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $8.7 \times 10^{-11}$ | $5.9 \times 10^{-11}$ | $4.6 \times 10^{-11}$ |
| **Zirconium** | | | | | | | | | |
| Zr-86 | 16.5 h | 0.020 | $6.9 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $4.8 \times 10^{-9}$ | $2.7 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $8.6 \times 10^{-10}$ |
| Zr-88 | 83.4 d | 0.020 | $2.8 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $8.0 \times 10^{-10}$ | $5.4 \times 10^{-10}$ | $4.5 \times 10^{-10}$ |
| Zr-89 | 3.27 d | 0.020 | $6.5 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $4.5 \times 10^{-9}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $9.9 \times 10^{-10}$ | $7.9 \times 10^{-10}$ |
| Zr-93 | $1.53 \times 10^{6}$ a | 0.020 | $1.2 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $7.6 \times 10^{-10}$ | $5.1 \times 10^{-10}$ | $5.8 \times 10^{-10}$ | $8.6 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| Zr-95 | 64.0 d | 0.020 | $8.5 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $5.6 \times 10^{-9}$ | $3.0 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $9.5 \times 10^{-10}$ |
| Zr-97 | 16.9 h | 0.020 | $2.2 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $1.4 \times 10^{-8}$ | $7.3 \times 10^{-9}$ | $4.4 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ |
| **Niobium** | | | | | | | | | |
| Nb-88 | 0.238 h | 0.020 | $6.7 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $3.8 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $7.9 \times 10^{-11}$ | $6.3 \times 10^{-11}$ |
| Nb-89 | 2.03 h | 0.020 | $3.0 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $6.0 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ |
| Nb-89 | 1.10 h | 0.020 | $1.5 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $8.7 \times 10^{-10}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ |
| Nb-90 | 14.6 h | 0.020 | $1.1 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $7.2 \times 10^{-9}$ | $3.9 \times 10^{-9}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ |
| Nb-93m | 13.6 a | 0.020 | $1.5 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $9.1 \times 10^{-10}$ | $4.6 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| Nb-94 | $2.03 \times 10^{4}$ a | 0.020 | $1.5 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $9.7 \times 10^{-9}$ | $5.3 \times 10^{-9}$ | $3.4 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ |
| Nb-95 | 35.1 d | 0.020 | $4.6 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $3.2 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $7.4 \times 10^{-10}$ | $5.8 \times 10^{-10}$ |
| Nb-95m | 3.61 d | 0.020 | $6.4 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $4.1 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $7.1 \times 10^{-10}$ | $5.6 \times 10^{-10}$ |
| Nb-96 | 23.3 h | 0.020 | $9.2 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $6.3 \times 10^{-9}$ | $3.4 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| Nb-97 | 1.20 h | 0.020 | $7.7 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $4.5 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $8.7 \times 10^{-11}$ | $6.8 \times 10^{-11}$ |
| Nb-98 | 0.858 h | 0.020 | $1.2 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $7.1 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Molybdenum** | | | | | | | | | |
| Mo-90 | 5.67 h | 1.000 | $1.7 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $1.2 \times 10^{-9}$ | $6.3 \times 10^{-10}$ | $4.0 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ |
| Mo-93 | $3.50 \times 10^{3}$ a | 1.000 | $7.9 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $6.9 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-9}$ | $4.0 \times 10^{-9}$ | $3.4 \times 10^{-9}$ | $3.1 \times 10^{-9}$ |
| Mo-93m | 6.85 h | 1.000 | $8.0 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $5.4 \times 10^{-10}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| Mo-99 | 2.75 d | 1.000 | $5.5 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $3.5 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $7.6 \times 10^{-10}$ | $6.0 \times 10^{-10}$ |
| Mo-101 | 0.244 h | 1.000 | $4.8 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $2.7 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $7.6 \times 10^{-11}$ | $5.2 \times 10^{-11}$ | $4.1 \times 10^{-11}$ |
| **Technetium** | | | | | | | | | |
| Tc-93 | 2.75 h | 1.000 | $2.7 \times 10^{-10}$ | 0.500 | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $9.8 \times 10^{-11}$ | $6.8 \times 10^{-11}$ | $5.5 \times 10^{-11}$ |
| Tc-93m | 0.725 h | 1.000 | $2.0 \times 10^{-10}$ | 0.500 | $1.3 \times 10^{-10}$ | $7.3 \times 10^{-11}$ | $4.6 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ |
| Tc-94 | 4.88 h | 1.000 | $1.2 \times 10^{-9}$ | 0.500 | $1.0 \times 10^{-9}$ | $5.8 \times 10^{-10}$ | $3.7 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ |
| Tc-94m | 0.867 h | 1.000 | $1.3 \times 10^{-9}$ | 0.500 | $6.5 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ |
| Tc-95 | 20.0 h | 1.000 | $9.9 \times 10^{-10}$ | 0.500 | $8.7 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ |
| Tc-95m | 61.0 d | 1.000 | $4.7 \times 10^{-9}$ | 0.500 | $2.8 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $7.0 \times 10^{-10}$ | $5.6 \times 10^{-10}$ |
| Tc-96 | 4.28 d | 1.000 | $6.7 \times 10^{-9}$ | 0.500 | $5.1 \times 10^{-9}$ | $3.0 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| Tc-96m | 0.858 h | 1.000 | $1.0 \times 10^{-10}$ | 0.500 | $6.5 \times 10^{-11}$ | $3.6 \times 10^{-11}$ | $2.3 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-11}$ |
| Tc-97 | $2.60 \times 10^{6}$ a | 1.000 | $9.9 \times 10^{-10}$ | 0.500 | $4.9 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $8.8 \times 10^{-11}$ | $6.8 \times 10^{-11}$ |
| Tc-97m | 87.0 d | 1.000 | $8.7 \times 10^{-9}$ | 0.500 | $4.1 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $7.0 \times 10^{-10}$ | $5.5 \times 10^{-10}$ |
| Tc-98 | $4.20 \times 10^{6}$ a | 1.000 | $2.3 \times 10^{-8}$ | 0.500 | $1.2 \times 10^{-8}$ | $6.1 \times 10^{-9}$ | $3.7 \times 10^{-9}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ |
| Tc-99 | $2.13 \times 10^{5}$ a | 1.000 | $1.0 \times 10^{-8}$ | 0.500 | $4.8 \times 10^{-9}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $8.2 \times 10^{-10}$ | $6.4 \times 10^{-10}$ |
| Tc-99m | 6.02 h | 1.000 | $2.0 \times 10^{-10}$ | 0.500 | $1.3 \times 10^{-10}$ | $7.2 \times 10^{-11}$ | $4.3 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ | $2.2 \times 10^{-11}$ |
| Tc-101 | 0.237 h | 1.000 | $2.4 \times 10^{-10}$ | 0.500 | $1.3 \times 10^{-10}$ | $6.1 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ | $1.9 \times 10^{-11}$ |
| Tc-104 | 0.303 h | 1.000 | $1.0 \times 10^{-9}$ | 0.500 | $5.3 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $8.0 \times 10^{-11}$ |
| **Ruthenium** | | | | | | | | | |
| Ru-94 | 0.863 h | 0.100 | $9.3 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $5.9 \times 10^{-10}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $9.4 \times 10^{-11}$ |
| Ru-97 | 2.90 d | 0.100 | $1.2 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $8.5 \times 10^{-10}$ | $4.7 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ |
| Ru-103 | 39.3 d | 0.100 | $7.1 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $4.6 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $9.2 \times 10^{-10}$ | $7.3 \times 10^{-10}$ |
| Ru-105 | 4.44 h | 0.100 | $2.7 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $1.8 \times 10^{-9}$ | $9.1 \times 10^{-10}$ | $5.5 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ |
| Ru-106 | 1.01 a | 0.100 | $8.4 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $4.9 \times 10^{-8}$ | $2.5 \times 10^{-8}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ | $8.6 \times 10^{-9}$ | $7.0 \times 10^{-9}$ |

## الجدول الثاني-سادسا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a e(g) | Age 2-7 a e(g) | Age 7-12 a e(g) | Age 12-17 a e(g) | Age > 17 a e(g) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $f_1$ | e(g) | | | | | | |
| **Rhodium** | | | | | | | | | |
| Rh-99 | 16.0 d | 0.100 | $4.2 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $2.9 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $6.5 \times 10^{-10}$ | $5.1 \times 10^{-10}$ |
| Rh-99m | 4.70 h | 0.100 | $4.9 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $3.5 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $8.3 \times 10^{-11}$ | $6.6 \times 10^{-11}$ |
| Rh-100 | 20.8 h | 0.100 | $4.9 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $3.6 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $8.8 \times 10^{-10}$ | $7.1 \times 10^{-10}$ |
| Rh-101 | 3.20 a | 0.100 | $4.9 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $2.8 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $6.7 \times 10^{-10}$ | $5.5 \times 10^{-10}$ |
| Rh-101m | 4.34 d | 0.100 | $1.7 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $1.2 \times 10^{-9}$ | $6.8 \times 10^{-10}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ |
| Rh-102 | 2.90 a | 0.100 | $1.9 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $1.0 \times 10^{-8}$ | $6.4 \times 10^{-9}$ | $4.3 \times 10^{-9}$ | $3.0 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ |
| Rh-102m | 207 d | 0.100 | $1.2 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $7.4 \times 10^{-9}$ | $3.9 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ |
| Rh-103m | 0.935 h | 0.100 | $4.7 \times 10^{-11}$ | 0.050 | $2.7 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-11}$ | $7.4 \times 10^{-12}$ | $4.8 \times 10^{-12}$ | $3.8 \times 10^{-12}$ |
| Rh-105 | 1.47 d | 0.100 | $4.0 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $2.7 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $8.0 \times 10^{-10}$ | $4.6 \times 10^{-10}$ | $3.7 \times 10^{-10}$ |
| Rh-106m | 2.20 h | 0.100 | $1.4 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $9.7 \times 10^{-10}$ | $5.3 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ |
| Rh-107 | 0.362 h | 0.100 | $2.9 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $1.6 \times 10^{-10}$ | $7.9 \times 10^{-11}$ | $4.5 \times 10^{-11}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ |
| **Palladium** | | | | | | | | | |
| Pd-100 | 3.63 d | 0.050 | $7.4 \times 10^{-9}$ | 0.005 | $5.2 \times 10^{-9}$ | $2.9 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $9.4 \times 10^{-10}$ |
| Pd-101 | 8.27 h | 0.050 | $8.2 \times 10^{-10}$ | 0.005 | $5.7 \times 10^{-10}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $9.4 \times 10^{-11}$ |
| Pd-103 | 17.0 d | 0.050 | $2.2 \times 10^{-9}$ | 0.005 | $1.4 \times 10^{-9}$ | $7.2 \times 10^{-10}$ | $4.3 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ |
| Pd-107 | $6.50 \times 10^{6}$ a | 0.050 | $4.4 \times 10^{-10}$ | 0.005 | $2.8 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $8.1 \times 10^{-11}$ | $4.6 \times 10^{-11}$ | $3.7 \times 10^{-11}$ |
| Pd-109 | 13.4 h | 0.050 | $6.3 \times 10^{-9}$ | 0.005 | $4.1 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $6.8 \times 10^{-10}$ | $5.5 \times 10^{-10}$ |
| **Silver** | | | | | | | | | |
| Ag-102 | 0.215 h | 0.100 | $4.2 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $7.3 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ |
| Ag-103 | 1.09 h | 0.100 | $4.5 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $2.7 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $8.3 \times 10^{-11}$ | $5.5 \times 10^{-11}$ | $4.3 \times 10^{-11}$ |
| Ag-104 | 1.15 h | 0.100 | $4.3 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $2.9 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $7.5 \times 10^{-11}$ | $6.0 \times 10^{-11}$ |
| Ag-104m | 0.558 h | 0.100 | $5.6 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $3.3 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $6.8 \times 10^{-11}$ | $5.4 \times 10^{-11}$ |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ag-105 | 41.0 d | 0.100 | $3.9 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $2.5 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $9.1 \times 10^{-10}$ | $5.9 \times 10^{-10}$ | $4.7 \times 10^{-10}$ |
| Ag-106 | 0.399 h | 0.100 | $3.7 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $6.0 \times 10^{-11}$ | $4.1 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ |
| Ag-106m | 8.41 d | 0.100 | $9.7 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $6.9 \times 10^{-9}$ | $4.1 \times 10^{-9}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ |
| Ag-108m | $1.27 \times 10^{2}$ a | 0.100 | $2.1 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $1.1 \times 10^{-8}$ | $6.5 \times 10^{-9}$ | $4.3 \times 10^{-9}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ |
| Ag-110m | 250 d | 0.100 | $2.4 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $1.4 \times 10^{-8}$ | $7.8 \times 10^{-9}$ | $5.2 \times 10^{-9}$ | $3.4 \times 10^{-9}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ |
| Ag-111 | 7.45 d | 0.100 | $1.4 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $9.3 \times 10^{-9}$ | $4.6 \times 10^{-9}$ | $2.7 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ |
| Ag-112 | 3.12 h | 0.100 | $4.9 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $3.0 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $8.9 \times 10^{-10}$ | $5.4 \times 10^{-10}$ | $4.3 \times 10^{-10}$ |
| Ag-115 | 0.333 h | 0.100 | $7.2 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $4.1 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $7.7 \times 10^{-11}$ | $6.0 \times 10^{-11}$ |
| **Cadmium** | | | | | | | | | |
| Cd-104 | 0.961 h | 0.100 | $4.2 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $2.9 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $7.2 \times 10^{-11}$ | $5.4 \times 10^{-11}$ |
| Cd-107 | 6.49 h | 0.100 | $7.1 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $4.6 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $7.8 \times 10^{-11}$ | $6.2 \times 10^{-11}$ |
| Cd-109 | 1.27 a | 0.100 | $2.1 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $9.5 \times 10^{-9}$ | $5.5 \times 10^{-9}$ | $3.5 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ |
| Cd-113 | $9.30 \times 10^{15}$ a | 0.100 | $1.0 \times 10^{-7}$ | 0.050 | $4.8 \times 10^{-8}$ | $3.7 \times 10^{-8}$ | $3.0 \times 10^{-8}$ | $2.6 \times 10^{-8}$ | $2.5 \times 10^{-8}$ |
| Cd-113m | 13.6 a | 0.100 | $1.2 \times 10^{-7}$ | 0.050 | $5.6 \times 10^{-8}$ | $3.9 \times 10^{-8}$ | $2.9 \times 10^{-8}$ | $2.4 \times 10^{-8}$ | $2.3 \times 10^{-8}$ |
| Cd-115 | 2.23 d | 0.100 | $1.4 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $9.7 \times 10^{-9}$ | $4.9 \times 10^{-9}$ | $2.9 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ |
| Cd-115m | 44.6 d | 0.100 | $4.1 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $1.9 \times 10^{-8}$ | $9.7 \times 10^{-9}$ | $6.9 \times 10^{-9}$ | $4.1 \times 10^{-9}$ | $3.3 \times 10^{-9}$ |
| Cd-117 | 2.49 h | 0.100 | $2.9 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $1.9 \times 10^{-9}$ | $9.5 \times 10^{-10}$ | $5.7 \times 10^{-10}$ | $3.5 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ |
| Cd-117m | 3.36 h | 0.100 | $2.6 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $1.7 \times 10^{-9}$ | $9.0 \times 10^{-10}$ | $5.6 \times 10^{-10}$ | $3.5 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ |
| **Indium** | | | | | | | | | |
| In-109 | 4.20 h | 0.040 | $5.2 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $3.6 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $8.2 \times 10^{-11}$ | $6.6 \times 10^{-11}$ |
| In-110 | 4.90 h | 0.040 | $1.5 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $1.1 \times 10^{-9}$ | $6.5 \times 10^{-10}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ |
| In-110 | 1.15 h | 0.040 | $1.1 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $6.4 \times 10^{-10}$ | $3.2 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ |
| In-111 | 2.83 d | 0.040 | $2.4 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $1.7 \times 10^{-9}$ | $9.1 \times 10^{-10}$ | $5.9 \times 10^{-10}$ | $3.7 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ |
| In-112 | 0.240 h | 0.040 | $1.2 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $6.7 \times 10^{-11}$ | $3.3 \times 10^{-11}$ | $1.9 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-11}$ |
| In-113m | 1.66 h | 0.040 | $3.0 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $1.8 \times 10^{-10}$ | $9.3 \times 10^{-11}$ | $6.2 \times 10^{-11}$ | $3.6 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ |
| In-114m | 49.5 d | 0.040 | $5.6 \times 10^{-8}$ | 0.020 | $3.1 \times 10^{-8}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ | $9.0 \times 10^{-9}$ | $5.2 \times 10^{-9}$ | $4.1 \times 10^{-9}$ |
| In-115 | $5.10 \times 10^{15}$ a | 0.040 | $1.3 \times 10^{-7}$ | 0.020 | $6.4 \times 10^{-8}$ | $4.8 \times 10^{-8}$ | $4.3 \times 10^{-8}$ | $3.6 \times 10^{-8}$ | $3.2 \times 10^{-8}$ |

## الجدول الثاني-سادسا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a e(g) | Age 2-7 a e(g) | Age 7-12 a e(g) | Age 12-17 a e(g) | Age > 17 a e(g) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $f_1$ | e(g) | | | | | | |
| In-115m | 4.49 h | 0.040 | $9.6 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $6.0 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $8.6 \times 10^{-11}$ |
| In-116m | 0.902 h | 0.040 | $5.8 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $3.6 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $8.0 \times 10^{-11}$ | $6.4 \times 10^{-11}$ |
| In-117 | 0.730 h | 0.040 | $3.3 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $1.9 \times 10^{-10}$ | $9.7 \times 10^{-11}$ | $5.8 \times 10^{-11}$ | $3.9 \times 10^{-11}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ |
| In-117m | 1.94 h | 0.040 | $1.4 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $8.6 \times 10^{-10}$ | $4.3 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| In-119m | 0.300 h | 0.040 | $5.9 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $3.2 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $8.8 \times 10^{-11}$ | $6.0 \times 10^{-11}$ | $4.7 \times 10^{-11}$ |
| **Tin** | | | | | | | | | |
| Sn-110 | 4.00 h | 0.040 | $3.5 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $2.3 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $7.4 \times 10^{-10}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ | $3.5 \times 10^{-10}$ |
| Sn-111 | 0.588 h | 0.040 | $2.5 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $1.5 \times 10^{-10}$ | $7.4 \times 10^{-11}$ | $4.4 \times 10^{-11}$ | $3.0 \times 10^{-11}$ | $2.3 \times 10^{-11}$ |
| Sn-113 | 115 d | 0.040 | $7.8 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $5.0 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $9.2 \times 10^{-10}$ | $7.3 \times 10^{-10}$ |
| Sn-117m | 13.6 d | 0.040 | $7.7 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $5.0 \times 10^{-9}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $8.8 \times 10^{-10}$ | $7.1 \times 10^{-10}$ |
| Sn-119m | 293 d | 0.040 | $4.1 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $2.5 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $7.5 \times 10^{-10}$ | $4.3 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ |
| Sn-121 | 1.13 d | 0.040 | $2.6 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $1.7 \times 10^{-9}$ | $8.4 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ |
| Sn-121m | 55.0 a | 0.040 | $4.6 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $2.7 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $8.2 \times 10^{-10}$ | $4.7 \times 10^{-10}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ |
| Sn-123 | 129 d | 0.040 | $2.5 \times 10^{-8}$ | 0.020 | $1.6 \times 10^{-8}$ | $7.8 \times 10^{-9}$ | $4.6 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ |
| Sn-123m | 0.668 h | 0.040 | $4.7 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $2.6 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $7.3 \times 10^{-11}$ | $4.9 \times 10^{-11}$ | $3.8 \times 10^{-11}$ |
| Sn-125 | 9.64 d | 0.040 | $3.5 \times 10^{-8}$ | 0.020 | $2.2 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $6.7 \times 10^{-9}$ | $3.8 \times 10^{-9}$ | $3.1 \times 10^{-9}$ |
| Sn-126 | $1.00 \times 10^{5}$ a | 0.040 | $5.0 \times 10^{-8}$ | 0.020 | $3.0 \times 10^{-8}$ | $1.6 \times 10^{-8}$ | $9.8 \times 10^{-9}$ | $5.9 \times 10^{-9}$ | $4.7 \times 10^{-9}$ |
| Sn-127 | 2.10 h | 0.040 | $2.0 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $1.3 \times 10^{-9}$ | $6.6 \times 10^{-10}$ | $4.0 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ |
| Sn-128 | 0.985 h | 0.040 | $1.6 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $9.7 \times 10^{-10}$ | $4.9 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ |
| **Antimony** | | | | | | | | | |
| Sb-115 | 0.530 h | 0.200 | $2.5 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $1.5 \times 10^{-10}$ | $7.5 \times 10^{-11}$ | $4.5 \times 10^{-11}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ |
| Sb-116 | 0.263 h | 0.200 | $2.7 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $1.6 \times 10^{-10}$ | $8.0 \times 10^{-11}$ | $4.8 \times 10^{-11}$ | $3.3 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ |
| Sb-116m | 1.00 h | 0.200 | $5.0 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $3.3 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $8.3 \times 10^{-11}$ | $6.7 \times 10^{-11}$ |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sb-117 | 2.80 h | 0.200 | $1.6 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $1.0 \times 10^{-10}$ | $5.6 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ | $2.2 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ |
| Sb-118m | 5.00 h | 0.200 | $1.3 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $1.0 \times 10^{-9}$ | $5.8 \times 10^{-10}$ | $3.9 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ |
| Sb-119 | 1.59 d | 0.200 | $8.4 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $5.8 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $8.0 \times 10^{-11}$ |
| Sb-120 | 5.76 d | 0.200 | $8.1 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $6.0 \times 10^{-9}$ | $3.5 \times 10^{-9}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ |
| Sb-120 | 0.265 h | 0.200 | $1.7 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $9.4 \times 10^{-11}$ | $4.6 \times 10^{-11}$ | $2.7 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ |
| Sb-122 | 2.70 d | 0.200 | $1.8 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $1.2 \times 10^{-8}$ | $6.1 \times 10^{-9}$ | $3.7 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ |
| Sb-124 | 60.2 d | 0.200 | $2.5 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $1.6 \times 10^{-8}$ | $8.4 \times 10^{-9}$ | $5.2 \times 10^{-9}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ |
| Sb-124m | 0.337 h | 0.200 | $8.5 \times 10^{-11}$ | 0.100 | $4.9 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ | $1.5 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-11}$ | $8.0 \times 10^{-12}$ |
| Sb-125 | 2.77 a | 0.200 | $1.1 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $6.1 \times 10^{-9}$ | $3.4 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| Sb-126 | 12.4 d | 0.200 | $2.0 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $1.4 \times 10^{-8}$ | $7.6 \times 10^{-9}$ | $4.9 \times 10^{-9}$ | $3.1 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ |
| Sb-126m | 0.317 h | 0.200 | $3.9 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $6.6 \times 10^{-11}$ | $4.5 \times 10^{-11}$ | $3.6 \times 10^{-11}$ |
| Sb-127 | 3.85 d | 0.200 | $1.7 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $1.2 \times 10^{-8}$ | $5.9 \times 10^{-9}$ | $3.6 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ |
| Sb-128 | 9.01 h | 0.200 | $6.3 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $4.5 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $9.5 \times 10^{-10}$ | $7.6 \times 10^{-10}$ |
| Sb-128 | 0.173 h | 0.200 | $3.7 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $6.0 \times 10^{-11}$ | $4.1 \times 10^{-11}$ | $3.3 \times 10^{-11}$ |
| Sb-129 | 4.32 h | 0.200 | $4.3 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $2.8 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $8.8 \times 10^{-10}$ | $5.3 \times 10^{-10}$ | $4.2 \times 10^{-10}$ |
| Sb-130 | 0.667 h | 0.200 | $9.1 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $5.4 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $9.1 \times 10^{-11}$ |
| Sb-131 | 0.383 h | 0.200 | $1.1 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $7.3 \times 10^{-10}$ | $3.9 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ |
| **Tellurium** | | | | | | | | | |
| Te-116 | 2.49 h | 0.600 | $1.4 \times 10^{-9}$ | 0.300 | $1.0 \times 10^{-9}$ | $5.5 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ |
| Te-121 | 17.0 d | 0.600 | $3.1 \times 10^{-9}$ | 0.300 | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $8.0 \times 10^{-10}$ | $5.4 \times 10^{-10}$ | $4.3 \times 10^{-10}$ |
| Te-121m | 154 d | 0.600 | $2.7 \times 10^{-8}$ | 0.300 | $1.2 \times 10^{-8}$ | $6.9 \times 10^{-9}$ | $4.2 \times 10^{-9}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ |
| Te-123 | $1.00 \times 10^{13}$ a | 0.600 | $2.0 \times 10^{-8}$ | 0.300 | $9.3 \times 10^{-9}$ | $6.9 \times 10^{-9}$ | $5.4 \times 10^{-9}$ | $4.7 \times 10^{-9}$ | $4.4 \times 10^{-9}$ |
| Te-123m | 120 d | 0.600 | $1.9 \times 10^{-8}$ | 0.300 | $8.8 \times 10^{-9}$ | $4.9 \times 10^{-9}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ |
| Te-125m | 58.0 d | 0.600 | $1.3 \times 10^{-8}$ | 0.300 | $6.3 \times 10^{-9}$ | $3.3 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $8.7 \times 10^{-10}$ |
| Te-127 | 9.35 h | 0.600 | $1.5 \times 10^{-9}$ | 0.300 | $1.2 \times 10^{-9}$ | $6.2 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ |
| Te-127m | 109 d | 0.600 | $4.1 \times 10^{-8}$ | 0.300 | $1.8 \times 10^{-8}$ | $9.5 \times 10^{-9}$ | $5.2 \times 10^{-9}$ | $3.0 \times 10^{-9}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ |
| Te-129 | 1.16 h | 0.600 | $7.5 \times 10^{-10}$ | 0.300 | $4.4 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $8.0 \times 10^{-11}$ | $6.3 \times 10^{-11}$ |

## الجدول الثاني-سادسا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a | Age 2-7 a | Age 7-12 a | Age 12-17 a | Age > 17 a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $f_1$ | e(g) | | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) |
| Te-129m | 33.6 d | 0.600 | $4.4 \times 10^{-8}$ | 0.300 | $2.4 \times 10^{-8}$ | $1.2 \times 10^{-8}$ | $6.6 \times 10^{-9}$ | $3.9 \times 10^{-9}$ | $3.0 \times 10^{-9}$ |
| Te-131 | 0.417 h | 0.600 | $9.0 \times 10^{-10}$ | 0.300 | $6.6 \times 10^{-10}$ | $3.5 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $8.7 \times 10^{-11}$ |
| Te-131m | 1.25 d | 0.600 | $2.0 \times 10^{-8}$ | 0.300 | $1.4 \times 10^{-8}$ | $7.8 \times 10^{-9}$ | $4.3 \times 10^{-9}$ | $2.7 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ |
| Te-132 | 3.26 d | 0.600 | $4.8 \times 10^{-8}$ | 0.300 | $3.0 \times 10^{-8}$ | $1.6 \times 10^{-8}$ | $8.3 \times 10^{-9}$ | $5.3 \times 10^{-9}$ | $3.8 \times 10^{-9}$ |
| Te-133 | 0.207 h | 0.600 | $8.4 \times 10^{-10}$ | 0.300 | $6.3 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $7.2 \times 10^{-11}$ |
| Te-133m | 0.923 h | 0.600 | $3.1 \times 10^{-9}$ | 0.300 | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $6.3 \times 10^{-10}$ | $4.1 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ |
| Te-134 | 0.696 h | 0.600 | $1.1 \times 10^{-9}$ | 0.300 | $7.5 \times 10^{-10}$ | $3.9 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| **Iodine** | | | | | | | | | |
| I-120 | 1.35 h | 1.000 | $3.9 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $2.8 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $7.2 \times 10^{-10}$ | $4.8 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ |
| I-120m | 0.883 h | 1.000 | $2.3 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $1.5 \times 10^{-9}$ | $7.8 \times 10^{-10}$ | $4.2 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ |
| I-121 | 2.12 h | 1.000 | $6.2 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $5.3 \times 10^{-10}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $8.2 \times 10^{-11}$ |
| I-123 | 13.2 h | 1.000 | $2.2 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $4.9 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ |
| I-124 | 4.18 d | 1.000 | $1.2 \times 10^{-7}$ | 1.000 | $1.1 \times 10^{-7}$ | $6.3 \times 10^{-8}$ | $3.1 \times 10^{-8}$ | $2.0 \times 10^{-8}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ |
| I-125 | 60.1 d | 1.000 | $5.2 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $5.7 \times 10^{-8}$ | $4.1 \times 10^{-8}$ | $3.1 \times 10^{-8}$ | $2.2 \times 10^{-8}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ |
| I-126 | 13.0 d | 1.000 | $2.1 \times 10^{-7}$ | 1.000 | $2.1 \times 10^{-7}$ | $1.3 \times 10^{-7}$ | $6.8 \times 10^{-8}$ | $4.5 \times 10^{-8}$ | $2.9 \times 10^{-8}$ |
| I-128 | 0.416 h | 1.000 | $5.7 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $3.3 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $8.9 \times 10^{-11}$ | $6.0 \times 10^{-11}$ | $4.6 \times 10^{-11}$ |
| I-129 | $1.57 \times 10^{7}$ a | 1.000 | $1.8 \times 10^{-7}$ | 1.000 | $2.2 \times 10^{-7}$ | $1.7 \times 10^{-7}$ | $1.9 \times 10^{-7}$ | $1.4 \times 10^{-7}$ | $1.1 \times 10^{-7}$ |
| I-130 | 12.4 h | 1.000 | $2.1 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $1.8 \times 10^{-8}$ | $9.8 \times 10^{-9}$ | $4.6 \times 10^{-9}$ | $3.0 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ |
| I-131 | 8.04 d | 1.000 | $1.8 \times 10^{-7}$ | 1.000 | $1.8 \times 10^{-7}$ | $1.0 \times 10^{-7}$ | $5.2 \times 10^{-8}$ | $3.4 \times 10^{-8}$ | $2.2 \times 10^{-8}$ |
| I-132 | 2.30 h | 1.000 | $3.0 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $6.2 \times 10^{-10}$ | $4.1 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ |
| I-132m | 1.39 h | 1.000 | $2.4 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ |
| I-133 | 20.8 h | 1.000 | $4.9 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $4.4 \times 10^{-8}$ | $2.3 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-8}$ | $6.8 \times 10^{-9}$ | $4.3 \times 10^{-9}$ |
| I-134 | 0.876 h | 1.000 | $1.1 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $7.5 \times 10^{-10}$ | $3.9 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| I-135 | 6.61 h | 1.000 | $1.0 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $8.9 \times 10^{-9}$ | $4.7 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $9.3 \times 10^{-10}$ |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Caesium** | | | | | | | | | |
| Cs-125 | 0.750 h | 1.000 | $3.9 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $6.5 \times 10^{-11}$ | $4.4 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ |
| Cs-127 | 6.25 h | 1.000 | $1.8 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $1.2 \times 10^{-10}$ | $6.6 \times 10^{-11}$ | $4.2 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ |
| Cs-129 | 1.34 d | 1.000 | $4.4 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $3.0 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $7.2 \times 10^{-11}$ | $6.0 \times 10^{-11}$ |
| Cs-130 | 0.498 h | 1.000 | $3.3 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $1.8 \times 10^{-10}$ | $9.0 \times 10^{-11}$ | $5.2 \times 10^{-11}$ | $3.6 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ |
| Cs-131 | 9.69 d | 1.000 | $4.6 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $2.9 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $6.9 \times 10^{-11}$ | $5.8 \times 10^{-11}$ |
| Cs-132 | 6.48 d | 1.000 | $2.7 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $7.7 \times 10^{-10}$ | $5.7 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-10}$ |
| Cs-134 | 2.06 a | 1.000 | $2.6 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $1.6 \times 10^{-8}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ | $1.4 \times 10^{-8}$ | $1.9 \times 10^{-8}$ | $1.9 \times 10^{-8}$ |
| Cs-134m | 2.90 h | 1.000 | $2.1 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $1.2 \times 10^{-10}$ | $5.9 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ |
| Cs-135 | $2.30 \times 10^{6}$ a | 1.000 | $4.1 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $2.3 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ |
| Cs-135m | 0.883 h | 1.000 | $1.3 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $8.6 \times 10^{-11}$ | $4.9 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ | $2.3 \times 10^{-11}$ | $1.9 \times 10^{-11}$ |
| Cs-136 | 13.1 d | 1.000 | $1.5 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $9.5 \times 10^{-9}$ | $6.1 \times 10^{-9}$ | $4.4 \times 10^{-9}$ | $3.4 \times 10^{-9}$ | $3.0 \times 10^{-9}$ |
| Cs-137 | 30.0 a | 1.000 | $2.1 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $1.2 \times 10^{-8}$ | $9.6 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-8}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ |
| Cs-138 | 0.536 h | 1.000 | $1.1 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $5.9 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $9.2 \times 10^{-11}$ |
| **Barium**[a] | | | | | | | | | |
| Ba-126 | 1.61 h | 0.600 | $2.7 \times 10^{-9}$ | 0.200 | $1.7 \times 10^{-9}$ | $8.5 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-10}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ |
| Ba-128 | 2.43 d | 0.600 | $2.0 \times 10^{-8}$ | 0.200 | $1.7 \times 10^{-8}$ | $9.0 \times 10^{-9}$ | $5.2 \times 10^{-9}$ | $3.0 \times 10^{-9}$ | $2.7 \times 10^{-9}$ |
| Ba-131 | 11.8 d | 0.600 | $4.2 \times 10^{-9}$ | 0.200 | $2.6 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $9.4 \times 10^{-10}$ | $6.2 \times 10^{-10}$ | $4.5 \times 10^{-10}$ |
| Ba-131m | 0.243 h | 0.600 | $5.8 \times 10^{-11}$ | 0.200 | $3.2 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ | $9.3 \times 10^{-12}$ | $6.3 \times 10^{-12}$ | $4.9 \times 10^{-12}$ |
| Ba-133 | 10.7 a | 0.600 | $2.2 \times 10^{-8}$ | 0.200 | $6.2 \times 10^{-9}$ | $3.9 \times 10^{-9}$ | $4.6 \times 10^{-9}$ | $7.3 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ |
| Ba-133m | 1.62 d | 0.600 | $4.2 \times 10^{-9}$ | 0.200 | $3.6 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $5.9 \times 10^{-10}$ | $5.4 \times 10^{-10}$ |
| Ba-135m | 1.20 d | 0.600 | $3.3 \times 10^{-9}$ | 0.200 | $2.9 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $8.5 \times 10^{-10}$ | $4.7 \times 10^{-10}$ | $4.3 \times 10^{-10}$ |
| Ba-139 | 1.38 h | 0.600 | $1.4 \times 10^{-9}$ | 0.200 | $8.4 \times 10^{-10}$ | $4.1 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| Ba-140 | 12.7 d | 0.600 | $3.2 \times 10^{-8}$ | 0.200 | $1.8 \times 10^{-8}$ | $9.2 \times 10^{-9}$ | $5.8 \times 10^{-9}$ | $3.7 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ |
| Ba-141 | 0.305 h | 0.600 | $7.6 \times 10^{-10}$ | 0.200 | $4.7 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $8.6 \times 10^{-11}$ | $7.0 \times 10^{-11}$ |
| Ba-142 | 0.177 h | 0.600 | $3.6 \times 10^{-10}$ | 0.200 | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $6.6 \times 10^{-11}$ | $4.3 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ |

(أ) قيمة $f_1$ في الباريوم بالنسبة لمن تتراوح أعمارهم بين ١ الى ١٥ عاما هي ٣ر٠.

## الجدول الثاني-سادسا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a | Age 2-7 a | Age 7-12 a | Age 12-17 a | Age > 17 a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $f_1$ | e(g) | | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) |
| **Lanthanum** | | | | | | | | | |
| La-131 | 0.983 h | 0.005 | $3.5 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $6.6 \times 10^{-11}$ | $4.4 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ |
| La-132 | 4.80 h | 0.005 | $3.8 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $7.8 \times 10^{-10}$ | $4.8 \times 10^{-10}$ | $3.9 \times 10^{-10}$ |
| La-135 | 19.5 h | 0.005 | $2.8 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $6.4 \times 10^{-11}$ | $3.9 \times 10^{-11}$ | $3.0 \times 10^{-11}$ |
| La-137 | $6.00 \times 10^{4}$ a | 0.005 | $1.1 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.5 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $8.1 \times 10^{-11}$ |
| La-138 | $1.35 \times 10^{11}$ a | 0.005 | $1.3 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.6 \times 10^{-9}$ | $2.7 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| La-140 | 1.68 d | 0.005 | $2.0 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ | $6.8 \times 10^{-9}$ | $4.2 \times 10^{-9}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ |
| La-141 | 3.93 h | 0.005 | $4.3 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $7.6 \times 10^{-10}$ | $4.5 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ |
| La-142 | 1.54 h | 0.005 | $1.9 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $5.8 \times 10^{-10}$ | $3.5 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ |
| La-143 | 0.237 h | 0.005 | $6.9 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.9 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $7.1 \times 10^{-11}$ | $5.6 \times 10^{-11}$ |
| **Cerium** | | | | | | | | | |
| Ce-134 | 3.00 d | 0.005 | $2.8 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.8 \times 10^{-8}$ | $9.1 \times 10^{-9}$ | $5.5 \times 10^{-9}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ |
| Ce-135 | 17.6 h | 0.005 | $7.0 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.7 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $7.9 \times 10^{-10}$ |
| Ce-137 | 9.00 h | 0.005 | $2.6 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $8.8 \times 10^{-11}$ | $5.4 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ |
| Ce-137m | 1.43 d | 0.005 | $6.1 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.9 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $6.8 \times 10^{-10}$ | $5.4 \times 10^{-10}$ |
| Ce-139 | 138 d | 0.005 | $2.6 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $8.6 \times 10^{-10}$ | $5.4 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ |
| Ce-141 | 32.5 d | 0.005 | $8.1 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.1 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $8.8 \times 10^{-10}$ | $7.1 \times 10^{-10}$ |
| Ce-143 | 1.38 d | 0.005 | $1.2 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.0 \times 10^{-9}$ | $4.1 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| Ce-144 | 284 d | 0.005 | $6.6 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.9 \times 10^{-8}$ | $1.9 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $6.5 \times 10^{-9}$ | $5.2 \times 10^{-9}$ |
| **Praseodymium** | | | | | | | | | |
| Pr-136 | 0.218 h | 0.005 | $3.7 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $6.1 \times 10^{-11}$ | $4.2 \times 10^{-11}$ | $3.3 \times 10^{-11}$ |
| Pr-137 | 1.28 h | 0.005 | $4.1 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $7.7 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ |
| Pr-138m | 2.10 h | 0.005 | $1.0 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.4 \times 10^{-10}$ | $4.1 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pr-139 | 4.51 h | 0.005 | $3.2 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $6.5 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ |
| Pr-142 | 19.1 h | 0.005 | $1.5 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.8 \times 10^{-9}$ | $4.9 \times 10^{-9}$ | $2.9 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ |
| Pr-142m | 0.243 h | 0.005 | $2.0 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $6.2 \times 10^{-11}$ | $3.7 \times 10^{-11}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ |
| Pr-143 | 13.6 d | 0.005 | $1.4 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.7 \times 10^{-9}$ | $4.3 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ |
| Pr-144 | 0.288 h | 0.005 | $6.4 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.5 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $9.5 \times 10^{-11}$ | $6.5 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-11}$ |
| Pr-145 | 5.98 h | 0.005 | $4.7 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.9 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $8.5 \times 10^{-10}$ | $4.9 \times 10^{-10}$ | $3.9 \times 10^{-10}$ |
| Pr-147 | 0.227 h | 0.005 | $3.9 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $6.1 \times 10^{-11}$ | $4.2 \times 10^{-11}$ | $3.3 \times 10^{-11}$ |
| **Neodymium** | | | | | | | | | |
| Nd-136 | 0.844 h | 0.005 | $1.0 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.1 \times 10^{-10}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $9.9 \times 10^{-11}$ |
| Nd-138 | 5.04 h | 0.005 | $7.2 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.5 \times 10^{-9}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $8.0 \times 10^{-10}$ | $6.4 \times 10^{-10}$ |
| Nd-139 | 0.495 h | 0.005 | $2.1 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $6.3 \times 10^{-11}$ | $3.7 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ |
| Nd-139m | 5.50 h | 0.005 | $2.1 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $7.8 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-10}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ |
| Nd-141 | 2.49 h | 0.005 | $7.8 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-11}$ | $2.7 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-11}$ | $8.3 \times 10^{-12}$ |
| Nd-147 | 11.0 d | 0.005 | $1.2 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.8 \times 10^{-9}$ | $3.9 \times 10^{-9}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| Nd-149 | 1.73 h | 0.005 | $1.4 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.7 \times 10^{-10}$ | $4.3 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| Nd-151 | 0.207 h | 0.005 | $3.4 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $9.7 \times 10^{-11}$ | $5.7 \times 10^{-11}$ | $3.8 \times 10^{-11}$ | $3.0 \times 10^{-11}$ |
| **Promethium** | | | | | | | | | |
| Pm-141 | 0.348 h | 0.005 | $4.2 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $6.8 \times 10^{-11}$ | $4.6 \times 10^{-11}$ | $3.6 \times 10^{-11}$ |
| Pm-143 | 265 d | 0.005 | $1.9 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $6.7 \times 10^{-10}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ |
| Pm-144 | 363 d | 0.005 | $7.6 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.7 \times 10^{-9}$ | $2.7 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $9.7 \times 10^{-10}$ |
| Pm-145 | 17.7 a | 0.005 | $1.5 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.8 \times 10^{-10}$ | $3.7 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| Pm-146 | 5.53 a | 0.005 | $1.0 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.1 \times 10^{-9}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $9.0 \times 10^{-10}$ |
| Pm-147 | 2.62 a | 0.005 | $3.6 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $9.6 \times 10^{-10}$ | $5.7 \times 10^{-10}$ | $3.2 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ |
| Pm-148 | 5.37 d | 0.005 | $3.0 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.9 \times 10^{-8}$ | $9.7 \times 10^{-9}$ | $5.8 \times 10^{-9}$ | $3.3 \times 10^{-9}$ | $2.7 \times 10^{-9}$ |
| Pm-148m | 41.3 d | 0.005 | $1.5 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.0 \times 10^{-8}$ | $5.5 \times 10^{-9}$ | $3.5 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ |
| Pm-149 | 2.21 d | 0.005 | $1.2 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.4 \times 10^{-9}$ | $3.7 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $9.9 \times 10^{-10}$ |
| Pm-150 | 2.68 h | 0.005 | $2.8 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $8.7 \times 10^{-10}$ | $5.2 \times 10^{-10}$ | $3.2 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ |
| Pm-151 | 1.18 d | 0.005 | $8.0 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.1 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $9.1 \times 10^{-10}$ | $7.3 \times 10^{-10}$ |

## الجدول الثاني-سادسا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a e(g) | Age 2-7 a e(g) | Age 7-12 a e(g) | Age 12-17 a e(g) | Age > 17 a e(g) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $f_1$ | e(g) | | | | | | |
| **Samarium** | | | | | | | | | |
| Sm-141 | 0.170 h | 0.005 | $4.5 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $7.3 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-11}$ | $3.9 \times 10^{-11}$ |
| Sm-141m | 0.377 h | 0.005 | $7.0 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.0 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $8.2 \times 10^{-11}$ | $6.5 \times 10^{-11}$ |
| Sm-142 | 1.21 h | 0.005 | $2.2 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $6.2 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ |
| Sm-145 | 340 d | 0.005 | $2.4 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $7.3 \times 10^{-10}$ | $4.5 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ |
| Sm-146 | $1.03 \times 10^{8}$ a | 0.005 | $1.5 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-7}$ | $1.0 \times 10^{-7}$ | $7.0 \times 10^{-8}$ | $5.8 \times 10^{-8}$ | $5.4 \times 10^{-8}$ |
| Sm-147 | $1.06 \times 10^{11}$ a | 0.005 | $1.4 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.4 \times 10^{-7}$ | $9.2 \times 10^{-8}$ | $6.4 \times 10^{-8}$ | $5.2 \times 10^{-8}$ | $4.9 \times 10^{-8}$ |
| Sm-151 | 90.0 a | 0.005 | $1.5 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.4 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $9.8 \times 10^{-11}$ |
| Sm-153 | 1.95 d | 0.005 | $8.4 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.4 \times 10^{-9}$ | $2.7 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $9.2 \times 10^{-10}$ | $7.4 \times 10^{-10}$ |
| Sm-155 | 0.368 h | 0.005 | $3.6 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $9.7 \times 10^{-11}$ | $5.5 \times 10^{-11}$ | $3.7 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ |
| Sm-156 | 9.40 h | 0.005 | $2.8 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $9.0 \times 10^{-10}$ | $5.4 \times 10^{-10}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ |
| **Europium** | | | | | | | | | |
| Eu-145 | 5.94 d | 0.005 | $5.1 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.7 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $9.4 \times 10^{-10}$ | $7.5 \times 10^{-10}$ |
| Eu-146 | 4.61 d | 0.005 | $8.5 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.2 \times 10^{-9}$ | $3.6 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ |
| Eu-147 | 24.0 d | 0.005 | $3.7 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $8.9 \times 10^{-10}$ | $5.6 \times 10^{-10}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ |
| Eu-148 | 54.5 d | 0.005 | $8.5 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.0 \times 10^{-9}$ | $3.5 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ |
| Eu-149 | 93.1 d | 0.005 | $9.7 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.3 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ |
| Eu-150 | 34.2 a | 0.005 | $1.3 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.7 \times 10^{-9}$ | $3.4 \times 10^{-9}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ |
| Eu-150 | 12.6 h | 0.005 | $4.4 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $8.2 \times 10^{-10}$ | $4.7 \times 10^{-10}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ |
| Eu-152 | 13.3 a | 0.005 | $1.6 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.4 \times 10^{-9}$ | $4.1 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ |
| Eu-152m | 9.32 h | 0.005 | $5.7 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.6 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $6.2 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-10}$ |
| Eu-154 | 8.80 a | 0.005 | $2.5 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-8}$ | $6.5 \times 10^{-9}$ | $4.1 \times 10^{-9}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ |
| Eu-155 | 4.96 a | 0.005 | $4.3 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $6.8 \times 10^{-10}$ | $4.0 \times 10^{-10}$ | $3.2 \times 10^{-10}$ |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Eu-156 | 15.2 d | 0.005 | $2.2 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ | $7.5 \times 10^{-9}$ | $4.6 \times 10^{-9}$ | $2.7 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ |
| Eu-157 | 15.1 h | 0.005 | $6.7 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.3 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $7.5 \times 10^{-10}$ | $6.0 \times 10^{-10}$ |
| Eu-158 | 0.765 h | 0.005 | $1.1 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.2 \times 10^{-10}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $9.4 \times 10^{-11}$ |
| **Gadolinium** | | | | | | | | | |
| Gd-145 | 0.382 h | 0.005 | $4.5 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $8.1 \times 10^{-11}$ | $5.6 \times 10^{-11}$ | $4.4 \times 10^{-11}$ |
| Gd-146 | 48.3 d | 0.005 | $9.4 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.0 \times 10^{-9}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $9.6 \times 10^{-10}$ |
| Gd-147 | 1.59 d | 0.005 | $4.5 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $7.7 \times 10^{-10}$ | $6.1 \times 10^{-10}$ |
| Gd-148 | 93.0 a | 0.005 | $1.7 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.6 \times 10^{-7}$ | $1.1 \times 10^{-7}$ | $7.3 \times 10^{-8}$ | $5.9 \times 10^{-8}$ | $5.6 \times 10^{-8}$ |
| Gd-149 | 9.40 d | 0.005 | $4.0 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.7 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $9.3 \times 10^{-10}$ | $5.7 \times 10^{-10}$ | $4.5 \times 10^{-10}$ |
| Gd-151 | 120 d | 0.005 | $2.1 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $6.8 \times 10^{-10}$ | $4.2 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ |
| Gd-152 | $1.08 \times 10^{14}$ a | 0.005 | $1.2 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-7}$ | $7.7 \times 10^{-8}$ | $5.3 \times 10^{-8}$ | $4.3 \times 10^{-8}$ | $4.1 \times 10^{-8}$ |
| Gd-153 | 242 d | 0.005 | $2.9 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $9.4 \times 10^{-10}$ | $5.8 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ |
| Gd-159 | 18.6 h | 0.005 | $5.7 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.6 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $6.2 \times 10^{-10}$ | $4.9 \times 10^{-10}$ |
| **Terbium** | | | | | | | | | |
| Tb-147 | 1.65 h | 0.005 | $1.5 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $5.4 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ |
| Tb-149 | 4.15 h | 0.005 | $2.4 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $8.0 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-10}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ |
| Tb-150 | 3.27 h | 0.005 | $2.5 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $8.3 \times 10^{-10}$ | $5.1 \times 10^{-10}$ | $3.2 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ |
| Tb-151 | 17.6 h | 0.005 | $2.7 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $6.7 \times 10^{-10}$ | $4.2 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ |
| Tb-153 | 2.34 d | 0.005 | $2.3 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $8.2 \times 10^{-10}$ | $5.1 \times 10^{-10}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ |
| Tb-154 | 21.4 h | 0.005 | $4.7 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.4 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $8.1 \times 10^{-10}$ | $6.5 \times 10^{-10}$ |
| Tb-155 | 5.32 d | 0.005 | $1.9 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $6.8 \times 10^{-10}$ | $4.3 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ |
| Tb-156 | 5.34 d | 0.005 | $9.0 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.3 \times 10^{-9}$ | $3.5 \times 10^{-9}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ |
| Tb-156m | 1.02 d | 0.005 | $1.5 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $5.6 \times 10^{-10}$ | $3.5 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ |
| Tb-156m | 5.00 h | 0.005 | $8.0 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.2 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $8.1 \times 10^{-11}$ |
| Tb-157 | $1.50 \times 10^{2}$ a | 0.005 | $4.9 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $6.8 \times 10^{-11}$ | $4.1 \times 10^{-11}$ | $3.4 \times 10^{-11}$ |
| Tb-158 | $1.50 \times 10^{2}$ a | 0.005 | $1.3 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.9 \times 10^{-9}$ | $3.3 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| Tb-160 | 72.3 d | 0.005 | $1.6 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.0 \times 10^{-8}$ | $5.4 \times 10^{-9}$ | $3.3 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ |
| Tb-161 | 6.91 d | 0.005 | $8.3 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.3 \times 10^{-9}$ | $2.7 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $9.0 \times 10^{-10}$ | $7.2 \times 10^{-10}$ |

## الجدول الثاني-سادسا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a | Age 2-7 a | Age 7-12 a | Age 12-17 a | Age > 17 a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $f_1$ | e(g) | | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) |
| **Dysprosium** | | | | | | | | | |
| Dy-155 | 10.0 h | 0.005 | $9.7 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.8 \times 10^{-10}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ |
| Dy-157 | 8.10 h | 0.005 | $4.4 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $7.7 \times 10^{-11}$ | $6.1 \times 10^{-11}$ |
| Dy-159 | 144 d | 0.005 | $1.0 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.4 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ |
| Dy-165 | 2.33 h | 0.005 | $1.3 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.9 \times 10^{-10}$ | $3.9 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| Dy-166 | 3.40 d | 0.005 | $1.9 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-8}$ | $6.0 \times 10^{-9}$ | $3.6 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ |
| **Holmium** | | | | | | | | | |
| Ho-155 | 0.800 h | 0.005 | $3.8 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $7.1 \times 10^{-11}$ | $4.7 \times 10^{-11}$ | $3.7 \times 10^{-11}$ |
| Ho-157 | 0.210 h | 0.005 | $5.8 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.6 \times 10^{-11}$ | $1.9 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-11}$ | $8.1 \times 10^{-12}$ | $6.5 \times 10^{-12}$ |
| Ho-159 | 0.550 h | 0.005 | $7.1 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.3 \times 10^{-11}$ | $2.3 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ | $9.9 \times 10^{-12}$ | $7.9 \times 10^{-12}$ |
| Ho-161 | 2.50 h | 0.005 | $1.4 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.1 \times 10^{-11}$ | $4.2 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-11}$ |
| Ho-162 | 0.250 h | 0.005 | $3.5 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-11}$ | $6.0 \times 10^{-12}$ | $4.2 \times 10^{-12}$ | $3.3 \times 10^{-12}$ |
| Ho-162m | 1.13 h | 0.005 | $2.4 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $7.9 \times 10^{-11}$ | $4.9 \times 10^{-11}$ | $3.3 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ |
| Ho-164 | 0.483 h | 0.005 | $1.2 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.5 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-11}$ | $9.5 \times 10^{-12}$ |
| Ho-164m | 0.625 h | 0.005 | $2.0 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $5.5 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ |
| Ho-166 | 1.12 d | 0.005 | $1.6 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.0 \times 10^{-8}$ | $5.2 \times 10^{-9}$ | $3.1 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ |
| Ho-166m | $1.20 \times 10^{3}$ a | 0.005 | $2.6 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.3 \times 10^{-9}$ | $5.3 \times 10^{-9}$ | $3.5 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ |
| Ho-167 | 3.10 h | 0.005 | $8.8 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.5 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $8.3 \times 10^{-11}$ |
| **Erbium** | | | | | | | | | |
| Er-161 | 3.24 h | 0.005 | $6.5 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $8.0 \times 10^{-11}$ |
| Er-165 | 10.4 h | 0.005 | $1.7 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $6.2 \times 10^{-11}$ | $3.9 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ | $1.9 \times 10^{-11}$ |
| Er-169 | 9.30 d | 0.005 | $4.4 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $8.2 \times 10^{-10}$ | $4.7 \times 10^{-10}$ | $3.7 \times 10^{-10}$ |
| Er-171 | 7.52 h | 0.005 | $4.0 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $7.6 \times 10^{-10}$ | $4.5 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ |
| Er-172 | 2.05 d | 0.005 | $1.0 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.8 \times 10^{-9}$ | $3.5 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Thulium** | | | | | | | | | |
| Tm-162 | 0.362 h | 0.005 | $2.9 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $8.7 \times 10^{-11}$ | $5.2 \times 10^{-11}$ | $3.6 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ |
| Tm-166 | 7.70 h | 0.005 | $2.1 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $8.3 \times 10^{-10}$ | $5.5 \times 10^{-10}$ | $3.5 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ |
| Tm-167 | 9.24 d | 0.005 | $6.0 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.9 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $7.0 \times 10^{-10}$ | $5.6 \times 10^{-10}$ |
| Tm-170 | 129 d | 0.005 | $1.6 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.8 \times 10^{-9}$ | $4.9 \times 10^{-9}$ | $2.9 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ |
| Tm-171 | 1.92 a | 0.005 | $1.5 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.8 \times 10^{-10}$ | $3.9 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| Tm-172 | 2.65 d | 0.005 | $1.9 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-8}$ | $6.1 \times 10^{-9}$ | $3.7 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ |
| Tm-173 | 8.24 h | 0.005 | $3.3 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $6.5 \times 10^{-10}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ |
| Tm-175 | 0.253 h | 0.005 | $3.1 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $8.6 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-11}$ | $3.4 \times 10^{-11}$ | $2.7 \times 10^{-11}$ |
| **Ytterbium** | | | | | | | | | |
| Yb-162 | 0.315 h | 0.005 | $2.2 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $6.9 \times 10^{-11}$ | $4.2 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ | $2.3 \times 10^{-11}$ |
| Yb-166 | 2.36 d | 0.005 | $7.7 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.4 \times 10^{-9}$ | $2.9 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $9.5 \times 10^{-10}$ |
| Yb-167 | 0.292 h | 0.005 | $7.0 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.1 \times 10^{-11}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-11}$ | $8.4 \times 10^{-12}$ | $6.7 \times 10^{-12}$ |
| Yb-169 | 32.0 d | 0.005 | $7.1 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.6 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $8.8 \times 10^{-10}$ | $7.1 \times 10^{-10}$ |
| Yb-175 | 4.19 d | 0.005 | $5.0 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $9.5 \times 10^{-10}$ | $5.4 \times 10^{-10}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ |
| Yb-177 | 1.90 h | 0.005 | $1.0 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.8 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $8.8 \times 10^{-11}$ |
| Yb-178 | 1.23 h | 0.005 | $1.4 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.4 \times 10^{-10}$ | $4.2 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| **Lutetium** | | | | | | | | | |
| Lu-169 | 1.42 d | 0.005 | $3.5 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $8.9 \times 10^{-10}$ | $5.7 \times 10^{-10}$ | $4.6 \times 10^{-10}$ |
| Lu-170 | 2.00 d | 0.005 | $7.4 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.2 \times 10^{-9}$ | $2.9 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $9.9 \times 10^{-10}$ |
| Lu-171 | 8.22 d | 0.005 | $5.9 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.0 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $8.5 \times 10^{-10}$ | $6.7 \times 10^{-10}$ |
| Lu-172 | 6.70 d | 0.005 | $1.0 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.0 \times 10^{-9}$ | $3.9 \times 10^{-9}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ |
| Lu-173 | 1.37 a | 0.005 | $2.7 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $8.6 \times 10^{-10}$ | $5.3 \times 10^{-10}$ | $3.2 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ |
| Lu-174 | 3.31 a | 0.005 | $3.2 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $9.1 \times 10^{-10}$ | $5.6 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ |
| Lu-174m | 142 d | 0.005 | $6.2 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.8 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $6.6 \times 10^{-10}$ | $5.3 \times 10^{-10}$ |
| Lu-176 | $3.60 \times 10^{10}$ a | 0.005 | $2.4 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $5.7 \times 10^{-9}$ | $3.5 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ |
| Lu-176m | 3.68 h | 0.005 | $2.0 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $6.0 \times 10^{-10}$ | $3.5 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ |

## الجدول الثاني-سادسا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a e(g) | Age 2-7 a e(g) | Age 7-12 a e(g) | Age 12-17 a e(g) | Age > 17 a e(g) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $f_1$ | e(g) | | | | | | |
| Lu-177 | 6.71 d | 0.005 | $6.1 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.9 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $6.6 \times 10^{-10}$ | $5.3 \times 10^{-10}$ |
| Lu-177m | 161 d | 0.005 | $1.7 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $5.8 \times 10^{-9}$ | $3.6 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ |
| Lu-178 | 0.473 h | 0.005 | $5.9 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $9.0 \times 10^{-11}$ | $6.1 \times 10^{-11}$ | $4.7 \times 10^{-11}$ |
| Lu-178m | 0.378 h | 0.005 | $4.3 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $7.1 \times 10^{-11}$ | $4.9 \times 10^{-11}$ | $3.8 \times 10^{-11}$ |
| Lu-179 | 4.59 h | 0.005 | $2.4 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $7.5 \times 10^{-10}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ |
| **Hafnium** | | | | | | | | | |
| Hf-170 | 16.0 h | 0.020 | $3.9 \times 10^{-9}$ | 0.002 | $2.7 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $9.5 \times 10^{-10}$ | $6.0 \times 10^{-10}$ | $4.8 \times 10^{-10}$ |
| Hf-172 | 1.87 a | 0.020 | $1.9 \times 10^{-8}$ | 0.002 | $6.1 \times 10^{-9}$ | $3.3 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ |
| Hf-173 | 24.0 h | 0.020 | $1.9 \times 10^{-9}$ | 0.002 | $1.3 \times 10^{-9}$ | $7.2 \times 10^{-10}$ | $4.6 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ |
| Hf-175 | 70.0 d | 0.020 | $3.8 \times 10^{-9}$ | 0.002 | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $8.4 \times 10^{-10}$ | $5.2 \times 10^{-10}$ | $4.1 \times 10^{-10}$ |
| Hf-177m | 0.856 h | 0.020 | $7.8 \times 10^{-10}$ | 0.002 | $4.7 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $8.1 \times 10^{-11}$ |
| Hf-178m | 31.0 a | 0.020 | $7.0 \times 10^{-8}$ | 0.002 | $1.9 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $7.8 \times 10^{-9}$ | $5.5 \times 10^{-9}$ | $4.7 \times 10^{-9}$ |
| Hf-179m | 25.1 d | 0.020 | $1.2 \times 10^{-8}$ | 0.002 | $7.8 \times 10^{-9}$ | $4.1 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ |
| Hf-180m | 5.50 h | 0.020 | $1.4 \times 10^{-9}$ | 0.002 | $9.7 \times 10^{-10}$ | $5.3 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ |
| Hf-181 | 42.4 d | 0.020 | $1.2 \times 10^{-8}$ | 0.002 | $7.4 \times 10^{-9}$ | $3.8 \times 10^{-9}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| Hf-182 | $9.00 \times 10^{6}$ a | 0.020 | $5.6 \times 10^{-8}$ | 0.002 | $7.9 \times 10^{-9}$ | $5.4 \times 10^{-9}$ | $4.0 \times 10^{-9}$ | $3.3 \times 10^{-9}$ | $3.0 \times 10^{-9}$ |
| Hf-182m | 1.02 h | 0.020 | $4.1 \times 10^{-10}$ | 0.002 | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $7.8 \times 10^{-11}$ | $5.2 \times 10^{-11}$ | $4.2 \times 10^{-11}$ |
| Hf-183 | 1.07 h | 0.020 | $8.1 \times 10^{-10}$ | 0.002 | $4.8 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $9.3 \times 10^{-11}$ | $7.3 \times 10^{-11}$ |
| Hf-184 | 4.12 h | 0.020 | $5.5 \times 10^{-9}$ | 0.002 | $3.6 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $6.6 \times 10^{-10}$ | $5.2 \times 10^{-10}$ |
| **Tantalum** | | | | | | | | | |
| Ta-172 | 0.613 h | 0.010 | $5.5 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $3.2 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $9.8 \times 10^{-11}$ | $6.6 \times 10^{-11}$ | $5.3 \times 10^{-11}$ |
| Ta-173 | 3.65 h | 0.010 | $2.0 \times 10^{-9}$ | 0.001 | $1.3 \times 10^{-9}$ | $6.5 \times 10^{-10}$ | $3.9 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ |
| Ta-174 | 1.20 h | 0.010 | $6.2 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $3.7 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $7.2 \times 10^{-11}$ | $5.7 \times 10^{-11}$ |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ta-175 | 10.5 h | 0.010 | $1.6 \times 10^{-9}$ | 0.001 | $1.1 \times 10^{-9}$ | $6.2 \times 10^{-10}$ | $4.0 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ |
| Ta-176 | 8.08 h | 0.010 | $2.4 \times 10^{-9}$ | 0.001 | $1.7 \times 10^{-9}$ | $9.2 \times 10^{-10}$ | $6.1 \times 10^{-10}$ | $3.9 \times 10^{-10}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ |
| Ta-177 | 2.36 d | 0.010 | $1.0 \times 10^{-9}$ | 0.001 | $6.9 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| Ta-178 | 2.20 h | 0.010 | $6.3 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $4.5 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $9.1 \times 10^{-11}$ | $7.2 \times 10^{-11}$ |
| Ta-179 | 1.82 a | 0.010 | $6.2 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $4.1 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $8.1 \times 10^{-11}$ | $6.5 \times 10^{-11}$ |
| Ta-180 | $1.00 \times 10^{13}$ a | 0.010 | $8.1 \times 10^{-9}$ | 0.001 | $5.3 \times 10^{-9}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $8.4 \times 10^{-10}$ |
| Ta-180m | 8.10 h | 0.010 | $5.8 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $3.7 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $6.7 \times 10^{-11}$ | $5.4 \times 10^{-11}$ |
| Ta-182 | 115 d | 0.010 | $1.4 \times 10^{-8}$ | 0.001 | $9.4 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-9}$ | $3.1 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ |
| Ta-182m | 0.264 h | 0.010 | $1.4 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $7.5 \times 10^{-11}$ | $3.7 \times 10^{-11}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ | $1.5 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-11}$ |
| Ta-183 | 5.10 d | 0.010 | $1.4 \times 10^{-8}$ | 0.001 | $9.3 \times 10^{-9}$ | $4.7 \times 10^{9}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ |
| Ta-184 | 8.70 h | 0.010 | $6.7 \times 10^{-9}$ | 0.001 | $4.4 \times 10^{-9}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $8.5 \times 10^{-10}$ | $6.8 \times 10^{-10}$ |
| Ta-185 | 0.816 h | 0.010 | $8.3 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $4.6 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $8.6 \times 10^{-11}$ | $6.8 \times 10^{-11}$ |
| Ta-186 | 0.175 h | 0.010 | $3.8 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $6.1 \times 10^{-11}$ | $4.2 \times 10^{-11}$ | $3.3 \times 10^{-11}$ |
| **Tungsten** | | | | | | | | | |
| W-176 | 2.30 h | 0.600 | $6.8 \times 10^{-10}$ | 0.300 | $5.5 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ |
| W-177 | 2.25 h | 0.600 | $4.4 \times 10^{-10}$ | 0.300 | $3.2 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $7.2 \times 10^{-11}$ | $5.8 \times 10^{-11}$ |
| W-178 | 21.7 d | 0.600 | $1.8 \times 10^{-9}$ | 0.300 | $1.4 \times 10^{-9}$ | $7.3 \times 10^{-10}$ | $4.5 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ |
| W-179 | 0.625 h | 0.600 | $3.4 \times 10^{-11}$ | 0.300 | $2.0 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-11}$ | $6.2 \times 10^{-12}$ | $4.2 \times 10^{-12}$ | $3.3 \times 10^{-12}$ |
| W-181 | 121 d | 0.600 | $6.3 \times 10^{-10}$ | 0.300 | $4.7 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $9.5 \times 10^{-11}$ | $7.6 \times 10^{-11}$ |
| W-185 | 75.1 d | 0.600 | $4.4 \times 10^{-9}$ | 0.300 | $3.3 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $9.7 \times 10^{-10}$ | $5.5 \times 10^{-10}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ |
| W-187 | 23.9 h | 0.600 | $5.5 \times 10^{-9}$ | 0.300 | $4.3 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $7.8 \times 10^{-10}$ | $6.3 \times 10^{-10}$ |
| W-188 | 69.4 d | 0.600 | $2.1 \times 10^{-8}$ | 0.300 | $1.5 \times 10^{-8}$ | $7.7 \times 10^{-9}$ | $4.6 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ |
| **Rhenium** | | | | | | | | | |
| Re-177 | 0.233 h | 1.000 | $2.5 \times 10^{-10}$ | 0.800 | $1.4 \times 10^{-10}$ | $7.2 \times 10^{-11}$ | $4.1 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ | $2.2 \times 10^{-11}$ |
| Re-178 | 0.220 h | 1.000 | $2.9 \times 10^{-10}$ | 0.800 | $1.6 \times 10^{-10}$ | $7.9 \times 10^{-11}$ | $4.6 \times 10^{-11}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ |
| Re-181 | 20.0 h | 1.000 | $4.2 \times 10^{-9}$ | 0.800 | $2.8 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $8.2 \times 10^{-10}$ | $5.4 \times 10^{-10}$ | $4.2 \times 10^{-10}$ |
| Re-182 | 2.67 d | 1.000 | $1.4 \times 10^{-8}$ | 0.800 | $8.9 \times 10^{-9}$ | $4.7 \times 10^{-9}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ |

## الجدول الثاني-سادسا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a e(g) | Age 2-7 a e(g) | Age 7-12 a e(g) | Age 12-17 a e(g) | Age > 17 a e(g) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $f_1$ | e(g) | | | | | | |
| Re-182 | 12.7 h | 1.000 | $2.4 \times 10^{-9}$ | 0.800 | $1.7 \times 10^{-9}$ | $8.9 \times 10^{-10}$ | $5.2 \times 10^{-10}$ | $3.5 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ |
| Re-184 | 38.0 d | 1.000 | $8.9 \times 10^{-9}$ | 0.800 | $5.6 \times 10^{-9}$ | $3.0 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ |
| Re-184m | 165 d | 1.000 | $1.7 \times 10^{-8}$ | 0.800 | $9.8 \times 10^{-9}$ | $4.9 \times 10^{-9}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ |
| Re-186 | 3.78 d | 1.000 | $1.9 \times 10^{-8}$ | 0.800 | $1.1 \times 10^{-8}$ | $5.5 \times 10^{-9}$ | $3.0 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ |
| Re-186m | $2.00 \times 10^{5}$ a | 1.000 | $3.0 \times 10^{-8}$ | 0.800 | $1.6 \times 10^{-8}$ | $7.6 \times 10^{-9}$ | $4.4 \times 10^{-9}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ |
| Re-187 | $5.00 \times 10^{10}$ a | 1.000 | $6.8 \times 10^{-11}$ | 0.800 | $3.8 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-11}$ | $6.6 \times 10^{-12}$ | $5.1 \times 10^{-12}$ |
| Re-188 | 17.0 h | 1.000 | $1.7 \times 10^{-8}$ | 0.800 | $1.1 \times 10^{-8}$ | $5.4 \times 10^{-9}$ | $2.9 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ |
| Re-188m | 0.310 h | 1.000 | $3.8 \times 10^{-10}$ | 0.800 | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $6.1 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ | $3.0 \times 10^{-11}$ |
| Re-189 | 1.01 d | 1.000 | $9.8 \times 10^{-9}$ | 0.800 | $6.2 \times 10^{-9}$ | $3.0 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $7.8 \times 10^{-10}$ |
| **Osmium** | | | | | | | | | |
| Os-180 | 0.366 h | 0.020 | $1.6 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $9.8 \times 10^{-11}$ | $5.1 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ | $2.2 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ |
| Os-181 | 1.75 h | 0.020 | $7.6 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $5.0 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $8.9 \times 10^{-11}$ |
| Os-182 | 22.0 h | 0.020 | $4.6 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $3.2 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $7.0 \times 10^{-10}$ | $5.6 \times 10^{-10}$ |
| Os-185 | 94.0 d | 0.020 | $3.8 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $2.6 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $9.8 \times 10^{-10}$ | $6.5 \times 10^{-10}$ | $5.1 \times 10^{-10}$ |
| Os-189m | 6.00 h | 0.020 | $2.1 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $1.3 \times 10^{-10}$ | $6.5 \times 10^{-11}$ | $3.8 \times 10^{-11}$ | $2.2 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ |
| Os-191 | 15.4 d | 0.020 | $6.3 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $4.1 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $7.0 \times 10^{-10}$ | $5.7 \times 10^{-10}$ |
| Os-191m | 13.0 h | 0.020 | $1.1 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $7.1 \times 10^{-10}$ | $3.5 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $9.6 \times 10^{-11}$ |
| Os-193 | 1.25 d | 0.020 | $9.3 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $6.0 \times 10^{-9}$ | $3.0 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $8.1 \times 10^{-10}$ |
| Os-194 | 6.00 a | 0.020 | $2.9 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $1.7 \times 10^{-8}$ | $8.8 \times 10^{-9}$ | $5.2 \times 10^{-9}$ | $3.0 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ |
| **Iridium** | | | | | | | | | |
| Ir-182 | 0.250 h | 0.020 | $5.3 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $3.0 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $8.9 \times 10^{-11}$ | $6.0 \times 10^{-11}$ | $4.8 \times 10^{-11}$ |
| Ir-184 | 3.02 h | 0.020 | $1.5 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $9.7 \times 10^{-10}$ | $5.2 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ |
| Ir-185 | 14.0 h | 0.020 | $2.4 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $1.6 \times 10^{-9}$ | $8.6 \times 10^{-10}$ | $5.3 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ir-186 | 15.8 h | 0.020 | $3.8 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $2.7 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $9.6 \times 10^{-10}$ | $6.1 \times 10^{-10}$ | $4.9 \times 10^{-10}$ |
| Ir-186 | 1.75 h | 0.020 | $5.8 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $3.6 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $7.7 \times 10^{-11}$ | $6.1 \times 10^{-11}$ |
| Ir-187 | 10.5 h | 0.020 | $1.1 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $7.3 \times 10^{-10}$ | $3.9 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| Ir-188 | 1.73 d | 0.020 | $4.6 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $3.3 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $7.9 \times 10^{-10}$ | $6.3 \times 10^{-10}$ |
| Ir-189 | 13.3 d | 0.020 | $2.5 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $1.7 \times 10^{-9}$ | $8.6 \times 10^{-10}$ | $5.2 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ |
| Ir-190 | 12.1 d | 0.020 | $1.0 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $7.1 \times 10^{-9}$ | $3.9 \times 10^{-9}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ |
| Ir-190m | 3.10 h | 0.020 | $9.4 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $6.4 \times 10^{-10}$ | $3.5 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| Ir-190m | 1.20 h | 0.020 | $7.9 \times 10^{-11}$ | 0.010 | $5.0 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-11}$ | $8.0 \times 10^{-12}$ |
| Ir-192 | 74.0 d | 0.020 | $1.3 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $8.7 \times 10^{-9}$ | $4.6 \times 10^{-9}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ |
| Ir-192m | $2.41 \times 10^{2}$ a | 0.020 | $2.8 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $1.4 \times 10^{-9}$ | $8.3 \times 10^{-10}$ | $5.5 \times 10^{-10}$ | $3.7 \times 10^{-10}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ |
| Ir-193m | 11.9 d | 0.020 | $3.2 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $6.0 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ |
| Ir-194 | 19.1 h | 0.020 | $1.5 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $9.8 \times 10^{-9}$ | $4.9 \times 10^{-9}$ | $2.9 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ |
| Ir-194m | 171 d | 0.020 | $1.7 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $1.1 \times 10^{-8}$ | $6.4 \times 10^{-9}$ | $4.1 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ |
| Ir-195 | 2.50 h | 0.020 | $1.2 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $7.3 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ |
| Ir-195m | 3.80 h | 0.020 | $2.3 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $1.5 \times 10^{-9}$ | $7.3 \times 10^{-10}$ | $4.3 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ |
| **Platinum** | | | | | | | | | |
| Pt-186 | 2.00 h | 0.020 | $7.8 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $5.3 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $9.3 \times 10^{-11}$ |
| Pt-188 | 10.2 d | 0.020 | $6.7 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $4.5 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $9.5 \times 10^{-10}$ | $7.6 \times 10^{-10}$ |
| Pt-189 | 10.9 h | 0.020 | $1.1 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $7.4 \times 10^{-10}$ | $3.9 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| Pt-191 | 2.80 d | 0.020 | $3.1 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $6.9 \times 10^{-10}$ | $4.2 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ |
| Pt-193 | 50.0 a | 0.020 | $3.7 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $6.9 \times 10^{-11}$ | $3.9 \times 10^{-11}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ |
| Pt-193m | 4.33 d | 0.020 | $5.2 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $3.4 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $9.9 \times 10^{-10}$ | $5.6 \times 10^{-10}$ | $4.5 \times 10^{-10}$ |
| Pt-195m | 4.02 d | 0.020 | $7.1 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $4.6 \times 10^{-9}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $7.9 \times 10^{-10}$ | $6.3 \times 10^{-10}$ |
| Pt-197 | 18.3 h | 0.020 | $4.7 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $3.0 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $8.8 \times 10^{-10}$ | $5.1 \times 10^{-10}$ | $4.0 \times 10^{-10}$ |
| Pt-197m | 1.57 h | 0.020 | $1.0 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $6.1 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $8.4 \times 10^{-11}$ |
| Pt-199 | 0.513 h | 0.020 | $4.7 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $2.7 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $7.5 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-11}$ | $3.9 \times 10^{-11}$ |
| Pt-200 | 12.5 h | 0.020 | $1.4 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $8.8 \times 10^{-9}$ | $4.4 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ |

## الجدول الثاني-سادسا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a | Age 2-7 a | Age 7-12 a | Age 12-17 a | Age > 17 a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $f_1$ | e(g) | | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) |
| **Gold** | | | | | | | | | |
| Au-193 | 17.6 h | 0.200 | $1.2 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $8.8 \times 10^{-10}$ | $4.6 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ |
| Au-194 | 1.65 d | 0.200 | $2.9 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $8.1 \times 10^{-10}$ | $5.3 \times 10^{-10}$ | $4.2 \times 10^{-10}$ |
| Au-195 | 183 d | 0.200 | $2.4 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $1.7 \times 10^{-9}$ | $8.9 \times 10^{-10}$ | $5.4 \times 10^{-10}$ | $3.2 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ |
| Au-198 | 2.69 d | 0.200 | $1.0 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $7.2 \times 10^{-9}$ | $3.7 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ |
| Au-198m | 2.30 d | 0.200 | $1.2 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $8.5 \times 10^{-9}$ | $4.4 \times 10^{-9}$ | $2.7 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ |
| Au-199 | 3.14 d | 0.200 | $4.5 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $3.1 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $9.5 \times 10^{-10}$ | $5.5 \times 10^{-10}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ |
| Au-200 | 0.807 h | 0.200 | $8.3 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $4.7 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $8.7 \times 10^{-11}$ | $6.8 \times 10^{-11}$ |
| Au-200m | 18.7 h | 0.200 | $9.2 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $6.6 \times 10^{-9}$ | $3.5 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| Au-201 | 0.440 h | 0.200 | $3.1 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $1.7 \times 10^{-10}$ | $8.2 \times 10^{-11}$ | $4.6 \times 10^{-11}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ |
| **Mercury** | | | | | | | | | |
| Hg-193 | 3.50 h | 1.000 | $3.3 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $1.9 \times 10^{-10}$ | $9.8 \times 10^{-11}$ | $5.8 \times 10^{-11}$ | $3.9 \times 10^{-11}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ |
| (organic) | | 0.800 | $4.7 \times 10^{-10}$ | 0.400 | $4.4 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $8.3 \times 10^{-11}$ | $6.6 \times 10^{-11}$ |
| Hg-193 (inorganic) | 3.50 h | 0.040 | $8.5 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $5.5 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $8.2 \times 10^{-11}$ |
| Hg-193m | 11.1 h | 1.000 | $1.1 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $6.8 \times 10^{-10}$ | $3.7 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ |
| (organic) | | 0.800 | $1.6 \times 10^{-9}$ | 0.400 | $1.8 \times 10^{-9}$ | $9.5 \times 10^{-10}$ | $6.0 \times 10^{-10}$ | $3.7 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ |
| Hg-193m (inorganic) | 11.1 h | 0.040 | $3.6 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $8.1 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-10}$ | $4.0 \times 10^{-10}$ |
| Hg-194 | $2.60 \times 10^{2}$ a | 1.000 | $1.3 \times 10^{-7}$ | 1.000 | $1.2 \times 10^{-7}$ | $8.4 \times 10^{-8}$ | $6.6 \times 10^{-8}$ | $5.5 \times 10^{-8}$ | $5.1 \times 10^{-8}$ |
| (organic) | | 0.800 | $1.1 \times 10^{-7}$ | 0.400 | $4.8 \times 10^{-8}$ | $3.5 \times 10^{-8}$ | $2.7 \times 10^{-8}$ | $2.3 \times 10^{-8}$ | $2.1 \times 10^{-8}$ |
| Hg-194 (inorganic) | $2.60 \times 10^{2}$ a | 0.040 | $7.2 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $3.6 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ |
| Hg-195 | 9.90 h | 1.000 | $3.0 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $6.4 \times 10^{-11}$ | $4.2 \times 10^{-11}$ | $3.4 \times 10^{-11}$ |
| (organic) | | 0.800 | $4.6 \times 10^{-10}$ | 0.400 | $4.8 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $9.3 \times 10^{-11}$ | $7.5 \times 10^{-11}$ |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hg-195 (inorganic) | 9.90 h | 0.040 | $9.5 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $6.3 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $9.7 \times 10^{-11}$ |
| Hg-195m (organic) | 1.73 d | 1.000 | $2.1 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $1.3 \times 10^{-9}$ | $6.8 \times 10^{-10}$ | $4.2 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ |
| | | 0.800 | $2.6 \times 10^{-9}$ | 0.400 | $2.8 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $8.7 \times 10^{-10}$ | $5.1 \times 10^{-10}$ | $4.1 \times 10^{-10}$ |
| Hg-195m (inorganic) | 1.73 d | 0.040 | $5.8 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $3.8 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $7.0 \times 10^{-10}$ | $5.6 \times 10^{-10}$ |
| Hg-197 (organic) | 2.67 d | 1.000 | $9.7 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $6.2 \times 10^{-10}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $9.9 \times 10^{-11}$ |
| | | 0.800 | $1.3 \times 10^{-9}$ | 0.400 | $1.2 \times 10^{-9}$ | $6.1 \times 10^{-10}$ | $3.7 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ |
| Hg-197 (inorganic) | 2.67 d | 0.040 | $2.5 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $1.6 \times 10^{-9}$ | $8.3 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ |
| Hg-197m (organic) | 23.8 h | 1.000 | $1.5 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $9.5 \times 10^{-10}$ | $4.8 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ |
| | | 0.800 | $2.2 \times 10^{-9}$ | 0.400 | $2.5 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $7.3 \times 10^{-10}$ | $4.2 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ |
| Hg-197m (inorganic) | 23.8 h | 0.040 | $5.2 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $3.4 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $5.9 \times 10^{-10}$ | $4.7 \times 10^{-10}$ |
| Hg-199m (organic) | 0.710 h | 1.000 | $3.4 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $1.9 \times 10^{-10}$ | $9.3 \times 10^{-11}$ | $5.3 \times 10^{-11}$ | $3.6 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ |
| | | 0.800 | $3.6 \times 10^{-10}$ | 0.400 | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $5.8 \times 10^{-11}$ | $3.9 \times 10^{-11}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ |
| Hg-199m (inorganic) | 0.710 h | 0.040 | $3.7 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $5.9 \times 10^{-11}$ | $3.9 \times 10^{-11}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ |
| Hg-203 (organic) | 46.6 d | 1.000 | $1.5 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $1.1 \times 10^{-8}$ | $5.7 \times 10^{-9}$ | $3.6 \times 10^{-9}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ |
| | | 0.800 | $1.3 \times 10^{-8}$ | 0.400 | $6.4 \times 10^{-9}$ | $3.4 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| Hg-203 (inorganic) | 46.6 d | 0.040 | $5.5 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $3.6 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $6.7 \times 10^{-10}$ | $5.4 \times 10^{-10}$ |
| **Thallium** | | | | | | | | | |
| Tl-194 | 0.550 h | 1.000 | $6.1 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $3.9 \times 10^{-11}$ | $2.2 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-11}$ | $8.1 \times 10^{-12}$ |
| Tl-194m | 0.546 h | 1.000 | $3.8 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $7.0 \times 10^{-11}$ | $4.9 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ |
| Tl-195 | 1.16 h | 1.000 | $2.3 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $1.4 \times 10^{-10}$ | $7.5 \times 10^{-11}$ | $4.7 \times 10^{-11}$ | $3.3 \times 10^{-11}$ | $2.7 \times 10^{-11}$ |
| Tl-197 | 2.84 h | 1.000 | $2.1 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $1.3 \times 10^{-10}$ | $6.7 \times 10^{-11}$ | $4.2 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ | $2.3 \times 10^{-11}$ |
| Tl-198 | 5.30 h | 1.000 | $4.7 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $3.3 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $8.7 \times 10^{-11}$ | $7.3 \times 10^{-11}$ |
| Tl-198m | 1.87 h | 1.000 | $4.8 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $3.0 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $9.7 \times 10^{-11}$ | $6.7 \times 10^{-11}$ | $5.4 \times 10^{-11}$ |

## الجدول الثاني-سادسا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a | Age 2-7 a | Age 7-12 a | Age 12-17 a | Age > 17 a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $f_1$ | e(g) | | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) |
| Tl-199 | 7.42 h | 1.000 | $2.3 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $1.5 \times 10^{-10}$ | $7.7 \times 10^{-11}$ | $4.8 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ |
| Tl-200 | 1.09 d | 1.000 | $1.3 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $9.1 \times 10^{-10}$ | $5.3 \times 10^{-10}$ | $3.5 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ |
| Tl-201 | 3.04 d | 1.000 | $8.4 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $5.5 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $9.5 \times 10^{-11}$ |
| Tl-202 | 12.2 d | 1.000 | $2.9 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $7.9 \times 10^{-10}$ | $5.4 \times 10^{-10}$ | $4.5 \times 10^{-10}$ |
| Tl-204 | 3.78 a | 1.000 | $1.3 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $8.5 \times 10^{-9}$ | $4.2 \times 10^{-9}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ |
| **Lead**[a] | | | | | | | | | |
| Pb-195m | 0.263 h | 0.600 | $2.6 \times 10^{-10}$ | 0.200 | $1.6 \times 10^{-10}$ | $8.4 \times 10^{-11}$ | $5.2 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ |
| Pb-198 | 2.40 h | 0.600 | $5.9 \times 10^{-10}$ | 0.200 | $4.8 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ |
| Pb-199 | 1.50 h | 0.600 | $3.5 \times 10^{-10}$ | 0.200 | $2.6 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $9.4 \times 10^{-11}$ | $6.3 \times 10^{-11}$ | $5.4 \times 10^{-11}$ |
| Pb-200 | 21.5 h | 0.600 | $2.5 \times 10^{-9}$ | 0.200 | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $7.0 \times 10^{-10}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ | $4.0 \times 10^{-10}$ |
| Pb-201 | 9.40 h | 0.600 | $9.4 \times 10^{-10}$ | 0.200 | $7.8 \times 10^{-10}$ | $4.3 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ |
| Pb-202 | $3.00 \times 10^{5}$ a | 0.600 | $3.4 \times 10^{-8}$ | 0.200 | $1.6 \times 10^{-8}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ | $1.9 \times 10^{-8}$ | $2.7 \times 10^{-8}$ | $8.8 \times 10^{-9}$ |
| Pb-202m | 3.62 h | 0.600 | $7.6 \times 10^{-10}$ | 0.200 | $6.1 \times 10^{-10}$ | $3.5 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ |
| Pb-203 | 2.17 d | 0.600 | $1.6 \times 10^{-9}$ | 0.200 | $1.3 \times 10^{-9}$ | $6.8 \times 10^{-10}$ | $4.3 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ |
| Pb-205 | $1.43 \times 10^{7}$ a | 0.600 | $2.1 \times 10^{-9}$ | 0.200 | $9.9 \times 10^{-10}$ | $6.2 \times 10^{-10}$ | $6.1 \times 10^{-10}$ | $6.5 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ |
| Pb-209 | 3.25 h | 0.600 | $5.7 \times 10^{-10}$ | 0.200 | $3.8 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $6.6 \times 10^{-11}$ | $5.7 \times 10^{-11}$ |
| Pb-210 | 22.3 a | 0.600 | $8.4 \times 10^{-6}$ | 0.200 | $3.6 \times 10^{-6}$ | $2.2 \times 10^{-6}$ | $1.9 \times 10^{-6}$ | $1.9 \times 10^{-6}$ | $6.9 \times 10^{-7}$ |
| Pb-211 | 0.601 h | 0.600 | $3.1 \times 10^{-9}$ | 0.200 | $1.4 \times 10^{-9}$ | $7.1 \times 10^{-10}$ | $4.1 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ |
| Pb-212 | 10.6 h | 0.600 | $1.5 \times 10^{-7}$ | 0.200 | $6.3 \times 10^{-8}$ | $3.3 \times 10^{-8}$ | $2.0 \times 10^{-8}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ | $6.0 \times 10^{-9}$ |
| Pb-214 | 0.447 h | 0.600 | $2.7 \times 10^{-9}$ | 0.200 | $1.0 \times 10^{-9}$ | $5.2 \times 10^{-10}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ |

(أ) قيمة $f_1$ في الرصاص بالنسبة لمن تتراوح أعمارهم بين ١ الى ١٥ عاما هي ٠ر٤.

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Bismuth** | | | | | | | | | |
| Bi-200 | 0.606 h | 0.100 | $4.2 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $2.7 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $9.5 \times 10^{-11}$ | $6.4 \times 10^{-11}$ | $5.1 \times 10^{-11}$ |
| Bi-201 | 1.80 h | 0.100 | $1.0 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $6.7 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| Bi-202 | 1.67 h | 0.100 | $6.4 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $4.4 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $8.9 \times 10^{-11}$ |
| Bi-203 | 11.8 h | 0.100 | $3.5 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $2.5 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $9.3 \times 10^{-10}$ | $6.0 \times 10^{-10}$ | $4.8 \times 10^{-10}$ |
| Bi-205 | 15.3 d | 0.100 | $6.1 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $4.5 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $9.0 \times 10^{-10}$ |
| Bi-206 | 6.24 d | 0.100 | $1.4 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $1.0 \times 10^{-8}$ | $5.7 \times 10^{-9}$ | $3.7 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ |
| Bi-207 | 38.0 a | 0.100 | $1.0 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $7.1 \times 10^{-9}$ | $3.9 \times 10^{-9}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ |
| Bi-210 | 5.01 d | 0.100 | $1.5 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $9.7 \times 10^{-9}$ | $4.8 \times 10^{-9}$ | $2.9 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ |
| Bi-210m | $3.00 \times 10^{6}$ a | 0.100 | $2.1 \times 10^{-7}$ | 0.050 | $9.1 \times 10^{-8}$ | $4.7 \times 10^{-8}$ | $3.0 \times 10^{-8}$ | $1.9 \times 10^{-8}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ |
| Bi-212 | 1.01 h | 0.100 | $3.2 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $1.8 \times 10^{-9}$ | $8.7 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ |
| Bi-213 | 0.761 h | 0.100 | $2.5 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $1.4 \times 10^{-9}$ | $6.7 \times 10^{-10}$ | $3.9 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ |
| Bi-214 | 0.332 h | 0.100 | $1.4 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $7.4 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| **Polonium** | | | | | | | | | |
| Po-203 | 0.612 h | 1.000 | $2.9 \times 10^{-10}$ | 0.500 | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $8.5 \times 10^{-11}$ | $5.8 \times 10^{-11}$ | $4.6 \times 10^{-11}$ |
| Po-205 | 1.80 h | 1.000 | $3.5 \times 10^{-10}$ | 0.500 | $2.8 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $7.2 \times 10^{-11}$ | $5.8 \times 10^{-11}$ |
| Po-207 | 5.83 h | 1.000 | $4.4 \times 10^{-10}$ | 0.500 | $5.7 \times 10^{-10}$ | $3.2 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| Po-210 | 138 d | 1.000 | $2.6 \times 10^{-5}$ | 0.500 | $8.8 \times 10^{-6}$ | $4.4 \times 10^{-6}$ | $2.6 \times 10^{-6}$ | $1.6 \times 10^{-6}$ | $1.2 \times 10^{-6}$ |
| **Astatine** | | | | | | | | | |
| At-207 | 1.80 h | 1.000 | $2.5 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $1.6 \times 10^{-9}$ | $8.0 \times 10^{-10}$ | $4.8 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ |
| At-211 | 7.21 h | 1.000 | $1.2 \times 10^{-7}$ | 1.000 | $7.8 \times 10^{-8}$ | $3.8 \times 10^{-8}$ | $2.3 \times 10^{-8}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ |
| **Francium** | | | | | | | | | |
| Fr-222 | 0.240 h | 1.000 | $6.2 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $3.9 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $8.5 \times 10^{-10}$ | $7.2 \times 10^{-10}$ |
| Fr-223 | 0.363 h | 1.000 | $2.6 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $1.7 \times 10^{-8}$ | $8.3 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-9}$ | $2.9 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ |

## الجدول الثاني-سادسا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a e(g) | Age 2-7 a e(g) | Age 7-12 a e(g) | Age 12-17 a e(g) | Age > 17 a e(g) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $f_1$ | e(g) | | | | | | |
| **Radium**[a] | | | | | | | | | |
| Ra-223 | 11.4 d | 0.600 | $5.3 \times 10^{-6}$ | 0.200 | $1.1 \times 10^{-6}$ | $5.7 \times 10^{-7}$ | $4.5 \times 10^{-7}$ | $3.7 \times 10^{-7}$ | $1.0 \times 10^{-7}$ |
| Ra-224 | 3.66 d | 0.600 | $2.7 \times 10^{-6}$ | 0.200 | $6.6 \times 10^{-7}$ | $3.5 \times 10^{-7}$ | $2.6 \times 10^{-7}$ | $2.0 \times 10^{-7}$ | $6.5 \times 10^{-8}$ |
| Ra-225 | 14.8 d | 0.600 | $7.1 \times 10^{-6}$ | 0.200 | $1.2 \times 10^{-6}$ | $6.1 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-7}$ | $4.4 \times 10^{-7}$ | $9.9 \times 10^{-8}$ |
| Ra-226 | $1.60 \times 10^{3}$ a | 0.600 | $4.7 \times 10^{-6}$ | 0.200 | $9.6 \times 10^{-7}$ | $6.2 \times 10^{-7}$ | $8.0 \times 10^{-7}$ | $1.5 \times 10^{-6}$ | $2.8 \times 10^{-7}$ |
| Ra-227 | 0.703 h | 0.600 | $1.1 \times 10^{-9}$ | 0.200 | $4.3 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $8.1 \times 10^{-11}$ |
| Ra-228 | 5.75 a | 0.600 | $3.0 \times 10^{-5}$ | 0.200 | $5.7 \times 10^{-6}$ | $3.4 \times 10^{-6}$ | $3.9 \times 10^{-6}$ | $5.3 \times 10^{-6}$ | $6.9 \times 10^{-7}$ |
| **Actinium** | | | | | | | | | |
| Ac-224 | 2.90 h | 0.005 | $1.0 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.2 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $8.8 \times 10^{-10}$ | $7.0 \times 10^{-10}$ |
| Ac-225 | 10.0 d | 0.005 | $4.6 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.8 \times 10^{-7}$ | $9.1 \times 10^{-8}$ | $5.4 \times 10^{-8}$ | $3.0 \times 10^{-8}$ | $2.4 \times 10^{-8}$ |
| Ac-226 | 1.21 d | 0.005 | $1.4 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.6 \times 10^{-8}$ | $3.8 \times 10^{-8}$ | $2.3 \times 10^{-8}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-8}$ |
| Ac-227 | 21.8 a | 0.005 | $3.3 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.1 \times 10^{-6}$ | $2.2 \times 10^{-6}$ | $1.5 \times 10^{-6}$ | $1.2 \times 10^{-6}$ | $1.1 \times 10^{-6}$ |
| Ac-228 | 6.13 h | 0.005 | $7.4 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $8.7 \times 10^{-10}$ | $5.3 \times 10^{-10}$ | $4.3 \times 10^{-10}$ |
| **Thorium** | | | | | | | | | |
| Th-226 | 0.515 h | 0.005 | $4.4 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $6.7 \times 10^{-10}$ | $4.5 \times 10^{-10}$ | $3.5 \times 10^{-10}$ |
| Th-227 | 18.7 d | 0.005 | $3.0 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.0 \times 10^{-8}$ | $3.6 \times 10^{-8}$ | $2.3 \times 10^{-8}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ | $8.8 \times 10^{-9}$ |
| Th-228 | 1.91 a | 0.005 | $3.7 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.7 \times 10^{-7}$ | $2.2 \times 10^{-7}$ | $1.5 \times 10^{-7}$ | $9.4 \times 10^{-8}$ | $7.2 \times 10^{-8}$ |
| Th-229 | $7.34 \times 10^{3}$ a | 0.005 | $1.1 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.0 \times 10^{-6}$ | $7.8 \times 10^{-7}$ | $6.2 \times 10^{-7}$ | $5.3 \times 10^{-7}$ | $4.9 \times 10^{-7}$ |
| Th-230 | $7.70 \times 10^{4}$ a | 0.005 | $4.1 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.1 \times 10^{-7}$ | $3.1 \times 10^{-7}$ | $2.4 \times 10^{-7}$ | $2.2 \times 10^{-7}$ | $2.1 \times 10^{-7}$ |
| Th-231 | 1.06 d | 0.005 | $3.9 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $7.4 \times 10^{-10}$ | $4.2 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ |
| Th-232 | $1.40 \times 10^{10}$ a | 0.005 | $4.6 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.5 \times 10^{-7}$ | $3.5 \times 10^{-7}$ | $2.9 \times 10^{-7}$ | $2.5 \times 10^{-7}$ | $2.3 \times 10^{-7}$ |
| Th-234 | 24.1 d | 0.005 | $4.0 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.5 \times 10^{-8}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ | $7.4 \times 10^{-9}$ | $4.2 \times 10^{-9}$ | $3.4 \times 10^{-9}$ |

(أ) قيمة $f_1$ في الراديوم بالنسبة لمن تتراوح أعمارهم بين ١ الى ١٥ عاما هي ٠٫٣.

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Protactinium** | | | | | | | | | |
| Pa-227 | 0.638 h | 0.005 | $5.8 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $8.7 \times 10^{-10}$ | $5.8 \times 10^{-10}$ | $4.5 \times 10^{-10}$ |
| Pa-228 | 22.0 h | 0.005 | $1.2 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.8 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $9.7 \times 10^{-10}$ | $7.8 \times 10^{-10}$ |
| Pa-230 | 17.4 d | 0.005 | $2.6 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.7 \times 10^{-9}$ | $3.1 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $9.2 \times 10^{-10}$ |
| Pa-231 | $3.27 \times 10^{4}$ a | 0.005 | $1.3 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-6}$ | $1.1 \times 10^{-6}$ | $9.2 \times 10^{-7}$ | $8.0 \times 10^{-7}$ | $7.1 \times 10^{-7}$ |
| Pa-232 | 1.31 d | 0.005 | $6.3 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.2 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $8.9 \times 10^{-10}$ | $7.2 \times 10^{-10}$ |
| Pa-233 | 27.0 d | 0.005 | $9.7 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.2 \times 10^{-9}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $8.7 \times 10^{-10}$ |
| Pa-234 | 6.70 h | 0.005 | $5.0 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $6.4 \times 10^{-10}$ | $5.1 \times 10^{-10}$ |
| **Uranium** | | | | | | | | | |
| U-230 | 20.8 d | 0.040 | $7.9 \times 10^{-7}$ | 0.020 | $3.0 \times 10^{-7}$ | $1.5 \times 10^{-7}$ | $1.0 \times 10^{-7}$ | $6.6 \times 10^{-8}$ | $5.6 \times 10^{-8}$ |
| U-231 | 4.20 d | 0.040 | $3.1 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $6.1 \times 10^{-10}$ | $3.5 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ |
| U-232 | 72.0 a | 0.040 | $2.5 \times 10^{-6}$ | 0.020 | $8.2 \times 10^{-7}$ | $5.8 \times 10^{-7}$ | $5.7 \times 10^{-7}$ | $6.4 \times 10^{-7}$ | $3.3 \times 10^{-7}$ |
| U-233 | $1.58 \times 10^{5}$ a | 0.040 | $3.8 \times 10^{-7}$ | 0.020 | $1.4 \times 10^{-7}$ | $9.2 \times 10^{-8}$ | $7.8 \times 10^{-8}$ | $7.8 \times 10^{-8}$ | $5.1 \times 10^{-8}$ |
| U-234 | $2.44 \times 10^{5}$ a | 0.040 | $3.7 \times 10^{-7}$ | 0.020 | $1.3 \times 10^{-7}$ | $8.8 \times 10^{-8}$ | $7.4 \times 10^{-8}$ | $7.4 \times 10^{-8}$ | $4.9 \times 10^{-8}$ |
| U-235 | $7.04 \times 10^{8}$ a | 0.040 | $3.5 \times 10^{-7}$ | 0.020 | $1.3 \times 10^{-7}$ | $8.5 \times 10^{-8}$ | $7.1 \times 10^{-8}$ | $7.0 \times 10^{-8}$ | $4.7 \times 10^{-8}$ |
| U-236 | $2.34 \times 10^{7}$ a | 0.040 | $3.5 \times 10^{-7}$ | 0.020 | $1.3 \times 10^{-7}$ | $8.4 \times 10^{-8}$ | $7.0 \times 10^{-8}$ | $7.0 \times 10^{-8}$ | $4.7 \times 10^{-8}$ |
| U-237 | 6.75 d | 0.040 | $8.3 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $5.4 \times 10^{-9}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $9.5 \times 10^{-10}$ | $7.6 \times 10^{-10}$ |
| U-238 | $4.47 \times 10^{9}$ a | 0.040 | $3.4 \times 10^{-7}$ | 0.020 | $1.2 \times 10^{-7}$ | $8.0 \times 10^{-8}$ | $6.8 \times 10^{-8}$ | $6.7 \times 10^{-8}$ | $4.5 \times 10^{-8}$ |
| U-239 | 0.392 h | 0.040 | $3.4 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $1.9 \times 10^{-10}$ | $9.3 \times 10^{-11}$ | $5.4 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ | $2.7 \times 10^{-11}$ |
| U-240 | 14.1 h | 0.040 | $1.3 \times 10^{-8}$ | 0.020 | $8.1 \times 10^{-9}$ | $4.1 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| **Neptunium** | | | | | | | | | |
| Np-232 | 0.245 h | 0.005 | $8.7 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.1 \times 10^{-11}$ | $2.7 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-11}$ | $9.7 \times 10^{-12}$ |
| Np-233 | 0.603 h | 0.005 | $2.1 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-11}$ | $6.6 \times 10^{-12}$ | $4.0 \times 10^{-12}$ | $2.8 \times 10^{-12}$ | $2.2 \times 10^{-12}$ |
| Np-234 | 4.40 d | 0.005 | $6.2 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.4 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $8.1 \times 10^{-10}$ |
| Np-235 | 1.08 a | 0.005 | $7.1 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.1 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $6.8 \times 10^{-11}$ | $5.3 \times 10^{-11}$ |

**الجدول الثاني-سادسا (تابع)**

| Nuclide | Physical half-life | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a e(g) | Age 2-7 a e(g) | Age 7-12 a e(g) | Age 12-17 a e(g) | Age > 17 a e(g) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $f_1$ | e(g) | | | | | | |
| Np-236 | $1.15 \times 10^{5}$ a | 0.005 | $1.9 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.4 \times 10^{-8}$ | $1.8 \times 10^{-8}$ | $1.8 \times 10^{-8}$ | $1.8 \times 10^{-8}$ | $1.7 \times 10^{-8}$ |
| Np-236 | 22.5 h | 0.005 | $2.5 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $6.6 \times 10^{-10}$ | $4.0 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ |
| Np-237 | $2.14 \times 10^{6}$ a | 0.005 | $2.0 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.1 \times 10^{-7}$ | $1.4 \times 10^{-7}$ | $1.1 \times 10^{-7}$ | $1.1 \times 10^{-7}$ | $1.1 \times 10^{-7}$ |
| Np-238 | 2.12 d | 0.005 | $9.5 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.2 \times 10^{-9}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $9.1 \times 10^{-10}$ |
| Np-239 | 2.36 d | 0.005 | $8.9 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.7 \times 10^{-9}$ | $2.9 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $8.0 \times 10^{-10}$ |
| Np-240 | 1.08 h | 0.005 | $8.7 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.2 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $8.2 \times 10^{-11}$ |
| **Plutonium** | | | | | | | | | |
| Pu-234 | 8.80 h | 0.005 | $2.1 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $5.5 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ |
| Pu-235 | 0.422 h | 0.005 | $2.2 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-11}$ | $6.5 \times 10^{-12}$ | $3.9 \times 10^{-12}$ | $2.7 \times 10^{-12}$ | $2.1 \times 10^{-12}$ |
| Pu-236 | 2.85 a | 0.005 | $2.1 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.2 \times 10^{-7}$ | $1.4 \times 10^{-7}$ | $1.0 \times 10^{-7}$ | $8.5 \times 10^{-8}$ | $8.7 \times 10^{-8}$ |
| Pu-237 | 45.3 d | 0.005 | $1.1 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.9 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ |
| Pu-238 | 87.7 a | 0.005 | $4.0 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.0 \times 10^{-7}$ | $3.1 \times 10^{-7}$ | $2.4 \times 10^{-7}$ | $2.2 \times 10^{-7}$ | $2.3 \times 10^{-7}$ |
| Pu-239 | $2.41 \times 10^{4}$ a | 0.005 | $4.2 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.2 \times 10^{-7}$ | $3.3 \times 10^{-7}$ | $2.7 \times 10^{-7}$ | $2.4 \times 10^{-7}$ | $2.5 \times 10^{-7}$ |
| Pu-240 | $6.54 \times 10^{3}$ a | 0.005 | $4.2 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.2 \times 10^{-7}$ | $3.3 \times 10^{-7}$ | $2.7 \times 10^{-7}$ | $2.4 \times 10^{-7}$ | $2.5 \times 10^{-7}$ |
| Pu-241 | 14.4 a | 0.005 | $5.6 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.7 \times 10^{-9}$ | $5.5 \times 10^{-9}$ | $5.1 \times 10^{-9}$ | $4.8 \times 10^{-9}$ | $4.8 \times 10^{-9}$ |
| Pu-242 | $3.76 \times 10^{5}$ a | 0.005 | $4.0 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.0 \times 10^{-7}$ | $3.2 \times 10^{-7}$ | $2.6 \times 10^{-7}$ | $2.3 \times 10^{-7}$ | $2.4 \times 10^{-7}$ |
| Pu-243 | 4.95 h | 0.005 | $1.0 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.2 \times 10^{-10}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $8.5 \times 10^{-11}$ |
| Pu-244 | $8.26 \times 10^{7}$ a | 0.005 | $4.0 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.1 \times 10^{-7}$ | $3.2 \times 10^{-7}$ | $2.6 \times 10^{-7}$ | $2.3 \times 10^{-7}$ | $2.4 \times 10^{-7}$ |
| Pu-245 | 10.5 h | 0.005 | $8.0 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.1 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $8.9 \times 10^{-10}$ | $7.2 \times 10^{-10}$ |
| Pu-246 | 10.9 d | 0.005 | $3.6 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.3 \times 10^{-8}$ | $1.2 \times 10^{-8}$ | $7.1 \times 10^{-9}$ | $4.1 \times 10^{-9}$ | $3.3 \times 10^{-9}$ |
| **Americium** | | | | | | | | | |
| Am-237 | 1.22 h | 0.005 | $1.7 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $5.5 \times 10^{-11}$ | $3.3 \times 10^{-11}$ | $2.2 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ |
| Am-238 | 1.63 h | 0.005 | $2.5 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $9.1 \times 10^{-11}$ | $5.9 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Am-239 | 11.9 h | 0.005 | $2.6 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $8.4 \times 10^{-10}$ | $5.1 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ |
| Am-240 | 2.12 d | 0.005 | $4.7 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.3 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $7.3 \times 10^{-10}$ | $5.8 \times 10^{-10}$ |
| Am-241 | $4.32 \times 10^{2}$ a | 0.005 | $3.7 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.7 \times 10^{-7}$ | $2.7 \times 10^{-7}$ | $2.2 \times 10^{-7}$ | $2.0 \times 10^{-7}$ | $2.0 \times 10^{-7}$ |
| Am-242 | 16.0 h | 0.005 | $5.0 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $6.4 \times 10^{-10}$ | $3.7 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ |
| Am-242m | $1.52 \times 10^{2}$ a | 0.005 | $3.1 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.0 \times 10^{-7}$ | $2.3 \times 10^{-7}$ | $2.0 \times 10^{-7}$ | $1.9 \times 10^{-7}$ | $1.9 \times 10^{-7}$ |
| Am-243 | $7.38 \times 10^{3}$ a | 0.005 | $3.6 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.7 \times 10^{-7}$ | $2.7 \times 10^{-7}$ | $2.2 \times 10^{-7}$ | $2.0 \times 10^{-7}$ | $2.0 \times 10^{-7}$ |
| Am-244 | 10.1 h | 0.005 | $4.9 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.1 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $9.6 \times 10^{-10}$ | $5.8 \times 10^{-10}$ | $4.6 \times 10^{-10}$ |
| Am-244m | 0.433 h | 0.005 | $3.7 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $9.6 \times 10^{-11}$ | $5.5 \times 10^{-11}$ | $3.7 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ |
| Am-245 | 2.05 h | 0.005 | $6.8 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.5 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $7.9 \times 10^{-11}$ | $6.2 \times 10^{-11}$ |
| Am-246 | 0.650 h | 0.005 | $6.7 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $7.3 \times 10^{-11}$ | $5.8 \times 10^{-11}$ |
| Am-246m | 0.417 h | 0.005 | $3.9 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $6.4 \times 10^{-11}$ | $4.4 \times 10^{-11}$ | $3.4 \times 10^{-11}$ |
| **Curium** | | | | | | | | | |
| Cm-238 | 2.40 h | 0.005 | $7.8 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.9 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $8.0 \times 10^{-11}$ |
| Cm-240 | 27.0 d | 0.005 | $2.2 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.8 \times 10^{-8}$ | $2.5 \times 10^{-8}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ | $9.2 \times 10^{-9}$ | $7.6 \times 10^{-9}$ |
| Cm-241 | 32.8 d | 0.005 | $1.1 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.7 \times 10^{-9}$ | $3.0 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $9.1 \times 10^{-10}$ |
| Cm-242 | 163 d | 0.005 | $5.9 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.6 \times 10^{-8}$ | $3.9 \times 10^{-8}$ | $2.4 \times 10^{-8}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ | $1.2 \times 10^{-8}$ |
| Cm-243 | 28.5 a | 0.005 | $3.2 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.3 \times 10^{-7}$ | $2.2 \times 10^{-7}$ | $1.6 \times 10^{-7}$ | $1.4 \times 10^{-7}$ | $1.5 \times 10^{-7}$ |
| Cm-244 | 18.1 a | 0.005 | $2.9 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.9 \times 10^{-7}$ | $1.9 \times 10^{-7}$ | $1.4 \times 10^{-7}$ | $1.2 \times 10^{-7}$ | $1.2 \times 10^{-7}$ |
| Cm-245 | $8.50 \times 10^{3}$ a | 0.005 | $3.7 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.7 \times 10^{-7}$ | $2.8 \times 10^{-7}$ | $2.3 \times 10^{-7}$ | $2.1 \times 10^{-7}$ | $2.1 \times 10^{-7}$ |
| Cm-246 | $4.73 \times 10^{3}$ a | 0.005 | $3.7 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.7 \times 10^{-7}$ | $2.8 \times 10^{-7}$ | $2.2 \times 10^{-7}$ | $2.1 \times 10^{-7}$ | $2.1 \times 10^{-7}$ |
| Cm-247 | $1.56 \times 10^{7}$ a | 0.005 | $3.4 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.5 \times 10^{-7}$ | $2.6 \times 10^{-7}$ | $2.1 \times 10^{-7}$ | $1.9 \times 10^{-7}$ | $1.9 \times 10^{-7}$ |
| Cm-248 | $3.39 \times 10^{5}$ a | 0.005 | $1.4 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.4 \times 10^{-6}$ | $1.0 \times 10^{-6}$ | $8.4 \times 10^{-7}$ | $7.7 \times 10^{-7}$ | $7.7 \times 10^{-7}$ |
| Cm-249 | 1.07 h | 0.005 | $3.9 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $6.1 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ |
| Cm-250 | $6.90 \times 10^{3}$ a | 0.005 | $7.8 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.2 \times 10^{-6}$ | $6.0 \times 10^{-6}$ | $4.9 \times 10^{-6}$ | $4.4 \times 10^{-6}$ | $4.4 \times 10^{-6}$ |

## الجدول الثاني-سادسا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a e(g) | Age 2-7 a e(g) | Age 7-12 a e(g) | Age 12-17 a e(g) | Age > 17 a e(g) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $f_1$ | e(g) | | | | | | |
| **Berkelium** | | | | | | | | | |
| Bk-245 | 4.94 d | 0.005 | $6.1 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.9 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $7.2 \times 10^{-10}$ | $5.7 \times 10^{-10}$ |
| Bk-246 | 1.83 d | 0.005 | $3.7 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $9.4 \times 10^{-10}$ | $6.0 \times 10^{-10}$ | $4.8 \times 10^{-10}$ |
| Bk-247 | $1.38 \times 10^{3}$ a | 0.005 | $8.9 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.6 \times 10^{-7}$ | $6.3 \times 10^{-7}$ | $4.6 \times 10^{-7}$ | $3.8 \times 10^{-7}$ | $3.5 \times 10^{-7}$ |
| Bk-249 | 320 d | 0.005 | $2.2 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.9 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $9.7 \times 10^{-10}$ |
| Bk-250 | 3.22 h | 0.005 | $1.5 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.5 \times 10^{-10}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ |
| **Californium** | | | | | | | | | |
| Cf-244 | 0.323 h | 0.005 | $9.8 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.8 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $8.9 \times 10^{-11}$ | $7.0 \times 10^{-11}$ |
| Cf-246 | 1.49 d | 0.005 | $5.0 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.4 \times 10^{-8}$ | $1.2 \times 10^{-8}$ | $7.3 \times 10^{-9}$ | $4.1 \times 10^{-9}$ | $3.3 \times 10^{-9}$ |
| Cf-248 | 334 d | 0.005 | $1.5 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.6 \times 10^{-7}$ | $9.9 \times 10^{-8}$ | $6.0 \times 10^{-8}$ | $3.3 \times 10^{-8}$ | $2.8 \times 10^{-8}$ |
| Cf-249 | $3.50 \times 10^{2}$ a | 0.005 | $9.0 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.7 \times 10^{-7}$ | $6.4 \times 10^{-7}$ | $4.7 \times 10^{-7}$ | $3.8 \times 10^{-7}$ | $3.5 \times 10^{-7}$ |
| Cf-250 | 13.1 a | 0.005 | $5.7 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.5 \times 10^{-7}$ | $3.7 \times 10^{-7}$ | $2.3 \times 10^{-7}$ | $1.7 \times 10^{-7}$ | $1.6 \times 10^{-7}$ |
| Cf-251 | $8.98 \times 10^{2}$ a | 0.005 | $9.1 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.8 \times 10^{-7}$ | $6.5 \times 10^{-7}$ | $4.7 \times 10^{-7}$ | $3.9 \times 10^{-7}$ | $3.6 \times 10^{-7}$ |
| Cf-252 | 2.64 a | 0.005 | $5.0 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.1 \times 10^{-7}$ | $3.2 \times 10^{-7}$ | $1.9 \times 10^{-7}$ | $1.0 \times 10^{-7}$ | $9.0 \times 10^{-8}$ |
| Cf-253 | 17.8 d | 0.005 | $1.0 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $6.0 \times 10^{-9}$ | $3.7 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ |
| Cf-254 | 60.5 d | 0.005 | $1.1 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.6 \times 10^{-6}$ | $1.4 \times 10^{-6}$ | $8.4 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-7}$ | $4.0 \times 10^{-7}$ |
| **Einsteinium** | | | | | | | | | |
| Es-250 | 2.10 h | 0.005 | $2.3 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.9 \times 10^{-11}$ | $5.7 \times 10^{-11}$ | $3.7 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ |
| Es-251 | 1.38 d | 0.005 | $1.9 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $6.1 \times 10^{-10}$ | $3.7 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ |
| Es-253 | 20.5 d | 0.005 | $1.7 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.5 \times 10^{-8}$ | $2.3 \times 10^{-8}$ | $1.4 \times 10^{-8}$ | $7.6 \times 10^{-9}$ | $6.1 \times 10^{-9}$ |
| Es-254 | 276 d | 0.005 | $1.4 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.6 \times 10^{-7}$ | $9.8 \times 10^{-8}$ | $6.0 \times 10^{-8}$ | $3.3 \times 10^{-8}$ | $2.8 \times 10^{-8}$ |
| Es-254m | 1.64 d | 0.005 | $5.7 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.0 \times 10^{-8}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ | $9.1 \times 10^{-9}$ | $5.2 \times 10^{-9}$ | $4.2 \times 10^{-9}$ |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Fermium** | | | | | | | | | |
| Fm-252 | 22.7 h | 0.005 | $3.8 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.0 \times 10^{-8}$ | $9.9 \times 10^{-9}$ | $5.9 \times 10^{-9}$ | $3.3 \times 10^{-9}$ | $2.7 \times 10^{-9}$ |
| Fm-253 | 3.00 d | 0.005 | $2.5 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.7 \times 10^{-9}$ | $3.4 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $9.1 \times 10^{-10}$ |
| Fm-254 | 3.24 h | 0.005 | $5.6 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $9.3 \times 10^{-10}$ | $5.6 \times 10^{-10}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ |
| Fm-255 | 20.1 h | 0.005 | $3.3 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.9 \times 10^{-8}$ | $9.5 \times 10^{-9}$ | $5.6 \times 10^{-9}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ |
| Fm-257 | 101 d | 0.005 | $9.8 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-7}$ | $6.5 \times 10^{-8}$ | $4.0 \times 10^{-8}$ | $1.9 \times 10^{-8}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ |
| **Mendelevium** | | | | | | | | | |
| Md-257 | 5.20 h | 0.005 | $3.1 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.8 \times 10^{-10}$ | $4.5 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| Md-258 | 55.0 d | 0.005 | $6.3 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.9 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-8}$ | $3.0 \times 10^{-8}$ | $1.6 \times 10^{-8}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ |

**الجدول الثاني-سابعا- الاستنشاق: الجرعة الفعالة المودعة لكل وحدة أخذ داخلي e(g) عن طريق الاستنشاق (سيفرت/بكريل$^{-1}$) بالنسبة لأفراد الجمهور**

| Nuclide | Physical half-life | Type | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a | Age 2-7 a | Age 7-12 a | Age 12-17 a | Age > 17 a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $f_1$ | e(g) | | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) |
| **Hydrogen** | | | | | | | | | | |
| Tritiated | 12.3 a | F | 1.000 | $2.6 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $2.0 \times 10^{-11}$ | $1.1 \times 10^{-11}$ | $8.2 \times 10^{-12}$ | $5.9 \times 10^{-12}$ | $6.2 \times 10^{-12}$ |
| water | | M | 0.200 | $3.4 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $2.7 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $8.2 \times 10^{-11}$ | $5.3 \times 10^{-11}$ | $4.5 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $1.2 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $1.0 \times 10^{-9}$ | $6.3 \times 10^{-10}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ |
| **Beryllium** | | | | | | | | | | |
| Be-7 | 53.3 d | M | 0.020 | $2.5 \times 10^{-10}$ | 0.005 | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $8.3 \times 10^{-11}$ | $6.2 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $2.8 \times 10^{-10}$ | 0.005 | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $9.6 \times 10^{-11}$ | $6.8 \times 10^{-11}$ | $5.5 \times 10^{-11}$ |
| Be-10 | $1.60 \times 10^{6}$ a | M | 0.020 | $4.1 \times 10^{-8}$ | 0.005 | $3.4 \times 10^{-8}$ | $2.0 \times 10^{-8}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $9.6 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $9.9 \times 10^{-8}$ | 0.005 | $9.1 \times 10^{-8}$ | $6.1 \times 10^{-8}$ | $4.2 \times 10^{-8}$ | $3.7 \times 10^{-8}$ | $3.5 \times 10^{-8}$ |
| **Carbon** | | | | | | | | | | |
| C-11 | 0.340 h | F | 1.000 | $1.0 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $7.0 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-11}$ | $1.1 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $1.5 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $1.1 \times 10^{-10}$ | $4.9 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $1.6 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $1.1 \times 10^{-10}$ | $5.1 \times 10^{-11}$ | $3.3 \times 10^{-11}$ | $2.2 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ |
| C-14 | $5.73 \times 10^{3}$ a | F | 1.000 | $6.1 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $6.7 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.200 | $8.3 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $6.6 \times 10^{-9}$ | $4.0 \times 10^{-9}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $1.9 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $1.7 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $7.4 \times 10^{-9}$ | $6.4 \times 10^{-9}$ | $5.8 \times 10^{-9}$ |
| **Fluorine** | | | | | | | | | | |
| F-18 | 1.83 h | F | 1.000 | $2.6 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $1.9 \times 10^{-10}$ | $9.1 \times 10^{-11}$ | $5.6 \times 10^{-11}$ | $3.4 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 1.000 | $4.1 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $2.9 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $9.7 \times 10^{-11}$ | $6.9 \times 10^{-11}$ | $5.6 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 1.000 | $4.2 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $3.1 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $7.3 \times 10^{-11}$ | $5.9 \times 10^{-11}$ |

ملحوظة: الأنواع F و M و S تشير الى الامتصاص السريع والمتوسط والبطئ من الرئة على التوالي.

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Sodium** | | | | | | | | | | |
| Na-22 | 2.60 a | F | 1.000 | $9.7 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $7.3 \times 10^{-9}$ | $3.8 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ |
| Na-24 | 15.0 h | F | 1.000 | $2.3 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $1.8 \times 10^{-9}$ | $9.3 \times 10^{-10}$ | $5.7 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ |
| **Magnesium** | | | | | | | | | | |
| Mg-28 | 20.9 h | F | 1.000 | $5.3 \times 10^{-9}$ | 0.500 | $4.7 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $7.3 \times 10^{-10}$ | $6.0 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 1.000 | $7.3 \times 10^{-9}$ | 0.500 | $7.2 \times 10^{-9}$ | $3.5 \times 10^{-9}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ |
| **Aluminium** | | | | | | | | | | |
| Al-26 | $7.16 \times 10^{5}$ a | F | 0.020 | $8.1 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $6.2 \times 10^{-8}$ | $3.2 \times 10^{-8}$ | $2.0 \times 10^{-8}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ |
| | | M | 0.020 | $8.8 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $7.4 \times 10^{-8}$ | $4.4 \times 10^{-8}$ | $2.9 \times 10^{-8}$ | $2.2 \times 10^{-8}$ | $2.0 \times 10^{-8}$ |
| **Silicon** | | | | | | | | | | |
| Si-31 | 2.62 h | F | 0.020 | $3.6 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $2.3 \times 10^{-10}$ | $9.5 \times 10^{-11}$ | $5.9 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ | $2.7 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.020 | $6.9 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $4.4 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $8.9 \times 10^{-11}$ | $7.4 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $7.2 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $4.7 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $9.5 \times 10^{-11}$ | $7.9 \times 10^{-11}$ |
| Si-32 | $4.50 \times 10^{2}$ a | F | 0.020 | $3.0 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $2.3 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $6.4 \times 10^{-9}$ | $3.8 \times 10^{-9}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.020 | $7.1 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $6.0 \times 10^{-8}$ | $3.6 \times 10^{-8}$ | $2.4 \times 10^{-8}$ | $1.9 \times 10^{-8}$ | $1.7 \times 10^{-8}$ |
| | | S | 0.020 | $2.8 \times 10^{-7}$ | 0.010 | $2.7 \times 10^{-7}$ | $1.9 \times 10^{-7}$ | $1.3 \times 10^{-7}$ | $1.1 \times 10^{-7}$ | $1.1 \times 10^{-7}$ |
| **Phosphorus** | | | | | | | | | | |
| P-32 | 14.3 d | F | 1.000 | $1.2 \times 10^{-8}$ | 0.800 | $7.5 \times 10^{-9}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $9.8 \times 10^{-10}$ | $7.7 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 1.000 | $2.2 \times 10^{-8}$ | 0.800 | $1.5 \times 10^{-8}$ | $8.0 \times 10^{-9}$ | $5.3 \times 10^{-9}$ | $4.0 \times 10^{-9}$ | $3.4 \times 10^{-9}$ |
| P-33 | 25.4 d | F | 1.000 | $1.2 \times 10^{-9}$ | 0.800 | $7.8 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $9.2 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 1.000 | $6.1 \times 10^{-9}$ | 0.800 | $4.6 \times 10^{-9}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ |
| **Sulphur** | | | | | | | | | | |
| S-35 | 87.4 d | F | 1.000 | $5.5 \times 10^{-10}$ | 0.800 | $3.9 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $6.0 \times 10^{-11}$ | $5.1 \times 10^{-11}$ |
| (inorganic) | | M | 0.200 | $5.9 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $4.5 \times 10^{-9}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $7.7 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $6.0 \times 10^{-9}$ | $3.6 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ |
| **Chlorine** | | | | | | | | | | |
| Cl-36 | $3.01 \times 10^{5}$ a | F | 1.000 | $3.9 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $2.6 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $7.1 \times 10^{-10}$ | $3.9 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 1.000 | $3.1 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $2.6 \times 10^{-8}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-8}$ | $8.8 \times 10^{-9}$ | $7.3 \times 10^{-9}$ |

## الجدول الثاني-سابعا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Type | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a | Age 2-7 a | Age 7-12 a | Age 12-17 a | Age > 17 a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $f_1$ | e(g) | | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) |
| Cl-38 | 0.620 h | F | 1.000 | $2.9 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $1.9 \times 10^{-10}$ | $8.4 \times 10^{-11}$ | $5.1 \times 10^{-11}$ | $3.0 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 1.000 | $4.7 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $3.0 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $8.5 \times 10^{-11}$ | $5.4 \times 10^{-11}$ | $4.5 \times 10^{-11}$ |
| Cl-39 | 0.927 h | F | 1.000 | $2.7 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $1.8 \times 10^{-10}$ | $8.4 \times 10^{-11}$ | $5.1 \times 10^{-11}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 1.000 | $4.3 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $2.8 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $8.5 \times 10^{-11}$ | $5.6 \times 10^{-11}$ | $4.6 \times 10^{-11}$ |
| **Potassium** | | | | | | | | | | |
| K-40 | $1.28 \times 10^{9}$ a | F | 1.000 | $2.4 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $1.7 \times 10^{-8}$ | $7.5 \times 10^{-9}$ | $4.5 \times 10^{-9}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ |
| K-42 | 12.4 h | F | 1.000 | $1.6 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $1.0 \times 10^{-9}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| K-43 | 22.6 h | F | 1.000 | $1.3 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $9.7 \times 10^{-10}$ | $4.7 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ |
| K-44 | 0.369 h | F | 1.000 | $2.2 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $1.4 \times 10^{-10}$ | $6.5 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ |
| K-45 | 0.333 h | F | 1.000 | $1.5 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $1.0 \times 10^{-10}$ | $4.8 \times 10^{-11}$ | $3.0 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ | $1.5 \times 10^{-11}$ |
| **Calcium**[a] | | | | | | | | | | |
| Ca-41 | $1.40 \times 10^{5}$ a | F | 0.600 | $6.7 \times 10^{-10}$ | 0.300 | $3.8 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.200 | $4.2 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $2.6 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $9.5 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $6.7 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $6.0 \times 10^{-10}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ |
| Ca-45 | 163 d | F | 0.600 | $5.7 \times 10^{-9}$ | 0.300 | $3.0 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $7.6 \times 10^{-10}$ | $4.6 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.200 | $1.2 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $8.8 \times 10^{-9}$ | $5.3 \times 10^{-9}$ | $3.9 \times 10^{-9}$ | $3.5 \times 10^{-9}$ | $2.7 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $1.5 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $1.2 \times 10^{-8}$ | $7.2 \times 10^{-9}$ | $5.1 \times 10^{-9}$ | $4.6 \times 10^{-9}$ | $3.7 \times 10^{-9}$ |
| Ca-47 | 4.53 d | F | 0.600 | $4.9 \times 10^{-9}$ | 0.300 | $3.6 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $6.1 \times 10^{-10}$ | $5.5 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.200 | $1.0 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $7.7 \times 10^{-9}$ | $4.2 \times 10^{-9}$ | $2.9 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $1.2 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $8.5 \times 10^{-9}$ | $4.6 \times 10^{-9}$ | $3.3 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ |

(أ) قيمة $f_1$ في الكالسيوم بالنسبة لمن تتراوح أعمارهم بين ١ الى ١٥ عاما للنوع F هي ٤ر٠.

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Scandium** | | | | | | | | | | |
| Sc-43 | 3.89 h | S | 0.001 | $9.3 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $6.7 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| Sc-44 | 3.93 h | S | 0.001 | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $5.6 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ |
| Sc-44m | 2.44 d | S | 0.001 | $1.1 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $8.4 \times 10^{-9}$ | $4.2 \times 10^{-9}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ |
| Sc-46 | 83.8 d | S | 0.001 | $2.8 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $2.3 \times 10^{-8}$ | $1.4 \times 10^{-8}$ | $9.8 \times 10^{-9}$ | $8.4 \times 10^{-9}$ | $6.8 \times 10^{-9}$ |
| Sc-47 | 3.35 d | S | 0.001 | $4.0 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $9.2 \times 10^{-10}$ | $7.3 \times 10^{-10}$ |
| Sc-48 | 1.82 d | S | 0.001 | $7.8 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $5.9 \times 10^{-9}$ | $3.1 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| Sc-49 | 0.956 h | S | 0.001 | $3.9 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $7.1 \times 10^{-11}$ | $4.7 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ |
| **Titanium** | | | | | | | | | | |
| Ti-44 | 47.3 a | F | 0.020 | $3.1 \times 10^{-7}$ | 0.010 | $2.6 \times 10^{-7}$ | $1.5 \times 10^{-7}$ | $9.6 \times 10^{-8}$ | $6.6 \times 10^{-8}$ | $6.1 \times 10^{-8}$ |
| | | M | 0.020 | $1.7 \times 10^{-7}$ | 0.010 | $1.5 \times 10^{-7}$ | $9.2 \times 10^{-8}$ | $5.9 \times 10^{-8}$ | $4.6 \times 10^{-8}$ | $4.2 \times 10^{-8}$ |
| | | S | 0.020 | $3.2 \times 10^{-7}$ | 0.010 | $3.1 \times 10^{-7}$ | $2.1 \times 10^{-7}$ | $1.5 \times 10^{-7}$ | $1.3 \times 10^{-7}$ | $1.2 \times 10^{-7}$ |
| Ti-45 | 3.08 h | F | 0.020 | $4.4 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $3.2 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $9.1 \times 10^{-11}$ | $5.1 \times 10^{-11}$ | $4.2 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.020 | $7.4 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $5.2 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $8.8 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $7.7 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $5.5 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $9.3 \times 10^{-11}$ |
| **Vanadium** | | | | | | | | | | |
| V-47 | 0.543 h | F | 0.020 | $1.8 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $1.2 \times 10^{-10}$ | $5.6 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.020 | $2.8 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $1.9 \times 10^{-10}$ | $8.6 \times 10^{-11}$ | $5.5 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ |
| V-48 | 16.2 d | F | 0.020 | $8.4 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $6.4 \times 10^{-9}$ | $3.3 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.020 | $1.4 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $1.1 \times 10^{-8}$ | $6.3 \times 10^{-9}$ | $4.3 \times 10^{-9}$ | $2.9 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ |
| V-49 | 330 d | F | 0.020 | $2.0 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $1.6 \times 10^{-10}$ | $7.7 \times 10^{-11}$ | $4.3 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.020 | $2.8 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $6.3 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ | $3.4 \times 10^{-11}$ |
| **Chromium** | | | | | | | | | | |
| Cr-48 | 23.0 h | F | 0.200 | $7.6 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $6.0 \times 10^{-10}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $9.9 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $1.1 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $9.1 \times 10^{-10}$ | $5.1 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.200 | $1.2 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $9.8 \times 10^{-10}$ | $5.5 \times 10^{-10}$ | $3.7 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ |

## الجدول الثاني-سابعا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Type | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a | Age 2-7 a | Age 7-12 a | Age 12-17 a | Age > 17 a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $f_1$ | e(g) | | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) |
| Cr-49 | 0.702 h | F | 0.200 | $1.9 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $1.3 \times 10^{-10}$ | $6.0 \times 10^{-11}$ | $3.7 \times 10^{-11}$ | $2.2 \times 10^{-11}$ | $1.9 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $3.0 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $2.0 \times 10^{-10}$ | $9.5 \times 10^{-11}$ | $6.1 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ | $3.3 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.200 | $3.1 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $2.1 \times 10^{-10}$ | $9.9 \times 10^{-11}$ | $6.4 \times 10^{-11}$ | $4.2 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ |
| Cr-51 | 27.7 d | F | 0.200 | $1.7 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $1.3 \times 10^{-10}$ | $6.3 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $2.6 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $6.4 \times 10^{-11}$ | $3.9 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.200 | $2.6 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $6.6 \times 10^{-11}$ | $4.5 \times 10^{-11}$ | $3.7 \times 10^{-11}$ |
| **Manganese** | | | | | | | | | | |
| Mn-51 | 0.770 h | F | 0.200 | $2.5 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $1.7 \times 10^{-10}$ | $7.5 \times 10^{-11}$ | $4.6 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ | $2.3 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $4.0 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $2.7 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $7.8 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-11}$ | $4.1 \times 10^{-11}$ |
| Mn-52 | 5.59 d | F | 0.200 | $7.0 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $5.5 \times 10^{-9}$ | $2.9 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $9.4 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.200 | $8.6 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $6.8 \times 10^{-9}$ | $3.7 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ |
| Mn-52m | 0.352 h | F | 0.200 | $1.9 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $1.3 \times 10^{-10}$ | $6.1 \times 10^{-11}$ | $3.8 \times 10^{-11}$ | $2.2 \times 10^{-11}$ | $1.9 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $2.8 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $1.9 \times 10^{-10}$ | $8.7 \times 10^{-11}$ | $5.5 \times 10^{-11}$ | $3.4 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ |
| Mn-53 | $3.70 \times 10^{6}$ a | F | 0.200 | $3.2 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $6.0 \times 10^{-11}$ | $3.4 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $4.6 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $3.4 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $6.4 \times 10^{-11}$ | $5.4 \times 10^{-11}$ |
| Mn-54 | 312 d | F | 0.200 | $5.2 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $4.1 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $9.9 \times 10^{-10}$ | $8.5 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.200 | $7.5 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $6.2 \times 10^{-9}$ | $3.8 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ |
| Mn-56 | 2.58 h | F | 0.200 | $6.9 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $4.9 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $7.8 \times 10^{-11}$ | $6.4 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $1.1 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $7.8 \times 10^{-10}$ | $3.7 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| **Iron**[a] | | | | | | | | | | |
| Fe-52 | 8.28 h | F | 0.600 | $5.2 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $3.6 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $8.9 \times 10^{-10}$ | $4.9 \times 10^{-10}$ | $3.9 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.200 | $5.8 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $4.1 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $7.4 \times 10^{-10}$ | $6.0 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $6.0 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $4.2 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $7.7 \times 10^{-10}$ | $6.3 \times 10^{-10}$ |

(أ) قيمة $f_1$ في الحديد بالنسبة لمن تتراوح أعمارهم بين ١ الى ١٥ عاما للنوع F هي ٢ر٠.

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fe-55 | 2.70 a | F | 0.600 | $4.2 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $3.2 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $9.4 \times 10^{-10}$ | $7.7 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.200 | $1.9 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $1.4 \times 10^{-9}$ | $9.9 \times 10^{-10}$ | $6.2 \times 10^{-10}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $1.0 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $8.5 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ |
| Fe-59 | 44.5 d | F | 0.600 | $2.1 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $1.3 \times 10^{-8}$ | $7.1 \times 10^{-9}$ | $4.2 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.200 | $1.8 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $1.3 \times 10^{-8}$ | $7.9 \times 10^{-9}$ | $5.5 \times 10^{-9}$ | $4.6 \times 10^{-9}$ | $3.7 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $1.7 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $1.3 \times 10^{-8}$ | $8.1 \times 10^{-9}$ | $5.8 \times 10^{-9}$ | $5.1 \times 10^{-9}$ | $4.0 \times 10^{-9}$ |
| Fe-60 | $1.00 \times 10^{5}$ a | F | 0.600 | $4.4 \times 10^{-7}$ | 0.100 | $3.9 \times 10^{-7}$ | $3.5 \times 10^{-7}$ | $3.2 \times 10^{-7}$ | $2.9 \times 10^{-7}$ | $2.8 \times 10^{-7}$ |
| | | M | 0.200 | $2.0 \times 10^{-7}$ | 0.100 | $1.7 \times 10^{-7}$ | $1.6 \times 10^{-7}$ | $1.4 \times 10^{-7}$ | $1.4 \times 10^{-7}$ | $1.4 \times 10^{-7}$ |
| | | S | 0.020 | $9.3 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $8.8 \times 10^{-8}$ | $6.7 \times 10^{-8}$ | $5.2 \times 10^{-8}$ | $4.9 \times 10^{-8}$ | $4.9 \times 10^{-8}$ |
| **Cobalt**[a] | | | | | | | | | | |
| Co-55 | 17.5 h | F | 0.600 | $2.2 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $1.8 \times 10^{-9}$ | $9.0 \times 10^{-10}$ | $5.5 \times 10^{-10}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.200 | $4.1 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $3.1 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $9.8 \times 10^{-10}$ | $6.1 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $4.6 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $3.3 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $6.6 \times 10^{-10}$ | $5.3 \times 10^{-10}$ |
| Co-56 | 78.7 d | F | 0.600 | $1.4 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $1.0 \times 10^{-8}$ | $5.5 \times 10^{-9}$ | $3.5 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.200 | $2.5 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $2.1 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $7.4 \times 10^{-9}$ | $5.8 \times 10^{-9}$ | $4.8 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $2.9 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $2.5 \times 10^{-8}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-8}$ | $8.0 \times 10^{-9}$ | $6.7 \times 10^{-9}$ |
| Co-57 | 271 d | F | 0.600 | $1.5 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $1.1 \times 10^{-9}$ | $5.6 \times 10^{-10}$ | $3.7 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.200 | $2.8 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $8.5 \times 10^{-10}$ | $6.7 \times 10^{-10}$ | $5.5 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $4.4 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $3.7 \times 10^{-9}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ |
| Co-58 | 70.8 | F | 0.600 | $4.0 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $3.0 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $6.4 \times 10^{-10}$ | $5.3 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.200 | $7.3 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $6.5 \times 10^{-9}$ | $3.5 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $9.0 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $7.5 \times 10^{-9}$ | $4.5 \times 10^{-9}$ | $3.1 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ |
| Co-58m | 9.15 h | F | 0.600 | $4.8 \times 10^{-11}$ | 0.100 | $3.6 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ | $1.1 \times 10^{-11}$ | $5.9 \times 10^{-12}$ | $5.2 \times 10^{-12}$ |
| | | M | 0.200 | $1.1 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $7.6 \times 10^{-11}$ | $3.8 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $1.3 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $9.0 \times 10^{-11}$ | $4.5 \times 10^{-11}$ | $3.0 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ |
| Co-60 | 5.27 a | F | 0.600 | $3.0 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $2.3 \times 10^{-8}$ | $1.4 \times 10^{-8}$ | $8.9 \times 10^{-9}$ | $6.1 \times 10^{-9}$ | $5.2 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.200 | $4.2 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $3.4 \times 10^{-8}$ | $2.1 \times 10^{-8}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ | $1.2 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-8}$ |
| | | S | 0.020 | $9.2 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $8.6 \times 10^{-8}$ | $5.9 \times 10^{-8}$ | $4.0 \times 10^{-8}$ | $3.4 \times 10^{-8}$ | $3.1 \times 10^{-8}$ |

(أ) قيمة $f_1$ في الكوبالت بالنسبة لمن تتراوح أعمارهم بين ١ الى ١٥ عاما للنوع F هي ٣ر٠.

## الجدول الثاني-سابعا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Type | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a | Age 2-7 a | Age 7-12 a | Age 12-17 a | Age > 17 a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $f_1$ | e(g) | | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) |
| Co-60m | 0.174 h | F | 0.600 | $4.4 \times 10^{-12}$ | 0.100 | $2.8 \times 10^{-12}$ | $1.5 \times 10^{-12}$ | $1.0 \times 10^{-12}$ | $8.3 \times 10^{-13}$ | $6.9 \times 10^{-13}$ |
| | | M | 0.200 | $7.1 \times 10^{-12}$ | 0.100 | $4.7 \times 10^{-12}$ | $2.7 \times 10^{-12}$ | $1.8 \times 10^{-12}$ | $1.5 \times 10^{-12}$ | $1.2 \times 10^{-12}$ |
| | | S | 0.020 | $7.6 \times 10^{-12}$ | 0.010 | $5.1 \times 10^{-12}$ | $2.9 \times 10^{-12}$ | $2.0 \times 10^{-12}$ | $1.7 \times 10^{-12}$ | $1.4 \times 10^{-12}$ |
| Co-61 | 1.65 h | F | 0.600 | $2.1 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $1.4 \times 10^{-10}$ | $6.0 \times 10^{-11}$ | $3.8 \times 10^{-11}$ | $2.2 \times 10^{-11}$ | $1.9 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $4.0 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $2.7 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $8.2 \times 10^{-11}$ | $5.7 \times 10^{-11}$ | $4.7 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $4.3 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $2.8 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $8.8 \times 10^{-11}$ | $6.1 \times 10^{-11}$ | $5.1 \times 10^{-11}$ |
| Co-62m | 0.232 h | F | 0.600 | $1.4 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $9.5 \times 10^{-11}$ | $4.5 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $1.9 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $1.3 \times 10^{-10}$ | $6.1 \times 10^{-11}$ | $3.8 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $2.0 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $1.3 \times 10^{-10}$ | $6.3 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ |
| **Nickel** | | | | | | | | | | |
| Ni-56 | 6.10 d | F | 0.100 | $3.3 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $2.8 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $9.3 \times 10^{-10}$ | $5.8 \times 10^{-10}$ | $4.9 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.100 | $4.9 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $4.1 \times 10^{-9}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $8.7 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $5.5 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $4.6 \times 10^{-9}$ | $2.7 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ |
| Ni-57 | 1.50 d | F | 0.100 | $2.2 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $1.8 \times 10^{-9}$ | $8.9 \times 10^{-10}$ | $5.5 \times 10^{-10}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.100 | $3.6 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $2.8 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $9.5 \times 10^{-10}$ | $6.2 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $3.9 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $3.0 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $6.6 \times 10^{-10}$ | $5.3 \times 10^{-10}$ |
| Ni-59 | $7.50 \times 10^{4}$ a | F | 0.100 | $9.6 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $8.1 \times 10^{-10}$ | $4.5 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.100 | $7.9 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $6.2 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $1.7 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $1.5 \times 10^{-9}$ | $9.5 \times 10^{-10}$ | $5.9 \times 10^{-10}$ | $4.6 \times 10^{-10}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ |
| Ni-63 | 96.0 a | F | 0.100 | $2.3 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $6.7 \times 10^{-10}$ | $4.6 \times 10^{-10}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.100 | $2.5 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $7.0 \times 10^{-10}$ | $5.3 \times 10^{-10}$ | $4.8 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $4.8 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $4.3 \times 10^{-9}$ | $2.7 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ |
| Ni-65 | 2.52 h | F | 0.100 | $4.4 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $3.0 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $8.5 \times 10^{-11}$ | $4.9 \times 10^{-11}$ | $4.1 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.100 | $7.7 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $5.2 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $8.5 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $8.1 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $5.5 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $9.0 \times 10^{-11}$ |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ni-66 | 2.27 d | F | 0.100 | $5.7 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $3.8 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $5.1 \times 10^{-10}$ | $4.2 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.100 | $1.3 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $9.4 \times 10^{-9}$ | $4.5 \times 10^{-9}$ | $2.9 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $1.5 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $1.0 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-9}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ |
| **Copper** | | | | | | | | | | |
| Cu-60 | 0.387 h | F | 1.000 | $2.1 \times 10^{-10}$ | 0.500 | $1.6 \times 10^{-10}$ | $7.5 \times 10^{-11}$ | $4.6 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ | $2.3 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 1.000 | $3.0 \times 10^{-10}$ | 0.500 | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $6.5 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ | $3.3 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 1.000 | $3.1 \times 10^{-10}$ | 0.500 | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $6.7 \times 10^{-11}$ | $4.2 \times 10^{-11}$ | $3.4 \times 10^{-11}$ |
| Cu-61 | 3.41 h | F | 1.000 | $3.1 \times 10^{-10}$ | 0.500 | $2.7 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $7.9 \times 10^{-11}$ | $4.5 \times 10^{-11}$ | $3.7 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 1.000 | $4.9 \times 10^{-10}$ | 0.500 | $4.4 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $9.1 \times 10^{-11}$ | $7.4 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 1.000 | $5.1 \times 10^{-10}$ | 0.500 | $4.5 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $9.6 \times 10^{-11}$ | $7.8 \times 10^{-11}$ |
| Cu-64 | 12.7 h | F | 1.000 | $2.8 \times 10^{-10}$ | 0.500 | $2.7 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $7.6 \times 10^{-11}$ | $4.2 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 1.000 | $5.5 \times 10^{-10}$ | 0.500 | $5.4 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 1.000 | $5.8 \times 10^{-10}$ | 0.500 | $5.7 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| Cu-67 | 2.58 d | F | 1.000 | $9.5 \times 10^{-10}$ | 0.500 | $8.0 \times 10^{-10}$ | $3.5 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 1.000 | $2.3 \times 10^{-9}$ | 0.500 | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $8.1 \times 10^{-10}$ | $6.9 \times 10^{-10}$ | $5.5 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 1.000 | $2.5 \times 10^{-9}$ | 0.500 | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $8.9 \times 10^{-10}$ | $7.7 \times 10^{-10}$ | $6.1 \times 10^{-10}$ |
| **Zinc** | | | | | | | | | | |
| Zn-62 | 9.26 h | F | 1.000 | $1.7 \times 10^{-9}$ | 0.500 | $1.7 \times 10^{-9}$ | $7.7 \times 10^{-10}$ | $4.6 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.200 | $4.5 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $3.5 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $6.0 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $5.1 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $3.4 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $6.6 \times 10^{-10}$ | $5.5 \times 10^{-10}$ |
| Zn-63 | 0.635 h | F | 1.000 | $2.1 \times 10^{-10}$ | 0.500 | $1.4 \times 10^{-10}$ | $6.5 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $3.4 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $6.6 \times 10^{-11}$ | $4.2 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $3.6 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $6.9 \times 10^{-11}$ | $4.4 \times 10^{-11}$ | $3.7 \times 10^{-11}$ |
| Zn-65 | 244 d | F | 1.000 | $1.5 \times 10^{-8}$ | 0.500 | $1.0 \times 10^{-8}$ | $5.7 \times 10^{-9}$ | $3.8 \times 10^{-9}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.200 | $8.5 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $6.5 \times 10^{-9}$ | $3.7 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $7.6 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $6.7 \times 10^{-9}$ | $4.4 \times 10^{-9}$ | $2.9 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ |
| Zn-69 | 0.950 h | F | 1.000 | $1.1 \times 10^{-10}$ | 0.500 | $7.4 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-11}$ | $1.1 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $2.2 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $1.4 \times 10^{-10}$ | $6.5 \times 10^{-11}$ | $4.4 \times 10^{-11}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $2.3 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $1.5 \times 10^{-10}$ | $6.9 \times 10^{-11}$ | $4.7 \times 10^{-11}$ | $3.4 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ |

## الجدول الثاني-سابعا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Type | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a | Age 2-7 a | Age 7-12 a | Age 12-17 a | Age > 17 a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $f_1$ | e(g) | | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) |
| Zn-69m | 13.8 h | F | 1.000 | $6.6 \times 10^{-10}$ | 0.500 | $6.7 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $9.9 \times 10^{-11}$ | $8.2 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $2.1 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $1.5 \times 10^{-9}$ | $7.5 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $2.2 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $1.7 \times 10^{-9}$ | $8.2 \times 10^{-10}$ | $5.4 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ |
| Zn-71m | 3.92 h | F | 1.000 | $6.2 \times 10^{-10}$ | 0.500 | $5.5 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $9.1 \times 10^{-11}$ | $7.4 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $1.3 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $9.4 \times 10^{-10}$ | $4.6 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $1.4 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $1.0 \times 10^{-9}$ | $4.9 \times 10^{-10}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ |
| Zn-72 | 1.94 d | F | 1.000 | $4.3 \times 10^{-9}$ | 0.500 | $3.5 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $5.9 \times 10^{-10}$ | $4.9 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.200 | $8.8 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $6.5 \times 10^{-9}$ | $3.4 \times 10^{-9}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $9.7 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $7.0 \times 10^{-9}$ | $3.6 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ |
| **Gallium** | | | | | | | | | | |
| Ga-65 | 0.253 h | F | 0.010 | $1.1 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $7.3 \times 10^{-11}$ | $3.4 \times 10^{-11}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-11}$ | $1.1 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.010 | $1.6 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $1.1 \times 10^{-10}$ | $4.8 \times 10^{-11}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ |
| Ga-66 | 9.40 h | F | 0.010 | $2.8 \times 10^{-9}$ | 0.001 | $2.0 \times 10^{-9}$ | $9.2 \times 10^{-10}$ | $5.7 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.010 | $4.5 \times 10^{-9}$ | 0.001 | $3.1 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $9.2 \times 10^{-10}$ | $5.3 \times 10^{-10}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ |
| Ga-67 | 3.26 d | F | 0.010 | $6.4 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $4.6 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $7.7 \times 10^{-11}$ | $6.4 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.010 | $1.4 \times 10^{-9}$ | 0.001 | $1.0 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ |
| Ga-68 | 1.13 h | F | 0.010 | $2.9 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $1.9 \times 10^{-10}$ | $8.8 \times 10^{-11}$ | $5.4 \times 10^{-11}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.010 | $4.6 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $3.1 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $9.2 \times 10^{-11}$ | $5.9 \times 10^{-11}$ | $4.9 \times 10^{-11}$ |
| Ga-70 | 0.353 h | F | 0.010 | $9.5 \times 10^{-11}$ | 0.001 | $6.0 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-11}$ | $8.8 \times 10^{-12}$ |
| | | M | 0.010 | $1.5 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $9.6 \times 10^{-11}$ | $4.3 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ |
| Ga-72 | 14.1 h | F | 0.010 | $2.9 \times 10^{-9}$ | 0.001 | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $6.4 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.010 | $4.5 \times 10^{-9}$ | 0.001 | $3.3 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $6.5 \times 10^{-10}$ | $5.3 \times 10^{-10}$ |
| Ga-73 | 4.91 h | F | 0.010 | $6.7 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $4.5 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $6.4 \times 10^{-11}$ | $5.4 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.010 | $1.2 \times 10^{-9}$ | 0.001 | $8.4 \times 10^{-10}$ | $4.0 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Germanium** | | | | | | | | | | |
| Ge-66 | 2.27 h | F | 1.000 | $4.5 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $3.5 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $6.7 \times 10^{-11}$ | $5.4 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 1.000 | $6.4 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $4.8 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $9.1 \times 10^{-11}$ |
| Ge-67 | 0.312 h | F | 1.000 | $1.7 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $1.1 \times 10^{-10}$ | $4.9 \times 10^{-11}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ | $1.5 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 1.000 | $2.5 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $1.6 \times 10^{-10}$ | $7.3 \times 10^{-11}$ | $4.6 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ |
| Ge-68 | 288 d | F | 1.000 | $5.4 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $3.8 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $6.3 \times 10^{-10}$ | $5.2 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 1.000 | $6.0 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $5.0 \times 10^{-8}$ | $3.0 \times 10^{-8}$ | $2.0 \times 10^{-8}$ | $1.6 \times 10^{-8}$ | $1.4 \times 10^{-8}$ |
| Ge-69 | 1.63 d | F | 1.000 | $1.2 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $9.0 \times 10^{-10}$ | $4.6 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 1.000 | $1.8 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $1.4 \times 10^{-9}$ | $7.4 \times 10^{-10}$ | $4.9 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ |
| Ge-71 | 11.8 d | F | 1.000 | $6.0 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $4.3 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ | $1.1 \times 10^{-11}$ | $6.1 \times 10^{-12}$ | $4.8 \times 10^{-12}$ |
| | | M | 1.000 | $1.2 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $8.6 \times 10^{-11}$ | $4.1 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-11}$ | $1.1 \times 10^{-11}$ |
| Ge-75 | 1.38 h | F | 1.000 | $1.6 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $1.0 \times 10^{-10}$ | $4.3 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ | $1.5 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 1.000 | $2.9 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $1.9 \times 10^{-10}$ | $8.9 \times 10^{-11}$ | $6.1 \times 10^{-11}$ | $4.4 \times 10^{-11}$ | $3.6 \times 10^{-11}$ |
| Ge-77 | 11.3 h | F | 1.000 | $1.3 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $9.5 \times 10^{-10}$ | $4.7 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 1.000 | $2.3 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $1.7 \times 10^{-9}$ | $8.8 \times 10^{-10}$ | $6.0 \times 10^{-10}$ | $4.5 \times 10^{-10}$ | $3.7 \times 10^{-10}$ |
| Ge-78 | 1.45 h | F | 1.000 | $4.3 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $2.9 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $8.9 \times 10^{-11}$ | $5.5 \times 10^{-11}$ | $4.5 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 1.000 | $7.3 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $5.0 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $9.5 \times 10^{-11}$ |
| **Arsenic** | | | | | | | | | | |
| As-69 | 0.253 h | M | 1.000 | $2.1 \times 10^{-10}$ | 0.500 | $1.4 \times 10^{-10}$ | $6.3 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ |
| As-70 | 0.876 h | M | 1.000 | $5.7 \times 10^{-10}$ | 0.500 | $4.3 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $8.3 \times 10^{-11}$ | $6.7 \times 10^{-11}$ |
| As-71 | 2.70 d | M | 1.000 | $2.2 \times 10^{-9}$ | 0.500 | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $6.8 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-10}$ | $4.0 \times 10^{-10}$ |
| As-72 | 1.08 d | M | 1.000 | $5.9 \times 10^{-9}$ | 0.500 | $5.7 \times 10^{-9}$ | $2.7 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $9.0 \times 10^{-10}$ |
| As-73 | 80.3 d | M | 1.000 | $5.4 \times 10^{-9}$ | 0.500 | $4.0 \times 10^{-9}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ |
| As-74 | 17.8 d | M | 1.000 | $1.1 \times 10^{-8}$ | 0.500 | $8.4 \times 10^{-9}$ | $4.7 \times 10^{-9}$ | $3.3 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ |
| As-76 | 1.10 d | M | 1.000 | $5.1 \times 10^{-9}$ | 0.500 | $4.6 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $8.8 \times 10^{-10}$ | $7.4 \times 10^{-10}$ |
| As-77 | 1.62 d | M | 1.000 | $2.2 \times 10^{-9}$ | 0.500 | $1.7 \times 10^{-9}$ | $8.9 \times 10^{-10}$ | $6.2 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-10}$ | $3.9 \times 10^{-10}$ |
| As-78 | 1.51 h | M | 1.000 | $8.0 \times 10^{-10}$ | 0.500 | $5.8 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $8.9 \times 10^{-11}$ |

## الجدول الثاني-سابعا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Type | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a | Age 2-7 a | Age 7-12 a | Age 12-17 a | Age > 17 a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $f_1$ | e(g) | | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) |
| **Selenium** | | | | | | | | | | |
| Sc-70 | 0.683 h | F | 1.000 | $3.9 \times 10^{-10}$ | 0.800 | $3.0 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $9.0 \times 10^{-11}$ | $5.1 \times 10^{-11}$ | $4.2 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $6.5 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $4.7 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $8.9 \times 10^{-11}$ | $7.3 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $6.8 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $4.8 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $9.4 \times 10^{-11}$ | $7.6 \times 10^{-11}$ |
| Sc-73 | 7.15 h | F | 1.000 | $7.7 \times 10^{-10}$ | 0.800 | $6.5 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $8.0 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $1.6 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $1.2 \times 10^{-9}$ | $5.9 \times 10^{-10}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $1.8 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $1.3 \times 10^{-9}$ | $6.3 \times 10^{-10}$ | $4.0 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ |
| Se-73m | 0.650 h | F | 1.000 | $9.3 \times 10^{-11}$ | 0.800 | $7.2 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ | $2.3 \times 10^{-11}$ | $1.1 \times 10^{-11}$ | $9.2 \times 10^{-12}$ |
| | | M | 0.200 | $1.8 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $1.3 \times 10^{-10}$ | $6.1 \times 10^{-11}$ | $3.9 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $1.9 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $1.3 \times 10^{-10}$ | $6.5 \times 10^{-11}$ | $4.1 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ | $2.2 \times 10^{-11}$ |
| Se-75 | 120 d | F | 1.000 | $7.8 \times 10^{-9}$ | 0.800 | $6.0 \times 10^{-9}$ | $3.4 \times 10^{-9}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.200 | $5.4 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $4.5 \times 10^{-9}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $5.6 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $4.7 \times 10^{-9}$ | $2.9 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ |
| Se-79 | $6.50 \times 10^{4}$ a | F | 1.000 | $1.6 \times 10^{-8}$ | 0.800 | $1.3 \times 10^{-8}$ | $7.7 \times 10^{-9}$ | $5.6 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.200 | $1.4 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $1.1 \times 10^{-8}$ | $6.9 \times 10^{-9}$ | $4.9 \times 10^{-9}$ | $3.3 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $2.3 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $2.0 \times 10^{-8}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ | $8.7 \times 10^{-9}$ | $7.6 \times 10^{-9}$ | $6.8 \times 10^{-9}$ |
| Se-81 | 0.308 h | F | 1.000 | $8.6 \times 10^{-11}$ | 0.800 | $5.4 \times 10^{-11}$ | $2.3 \times 10^{-11}$ | $1.5 \times 10^{-11}$ | $9.2 \times 10^{-12}$ | $8.0 \times 10^{-12}$ |
| | | M | 0.200 | $1.3 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $8.5 \times 10^{-11}$ | $3.8 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $1.4 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $8.9 \times 10^{-11}$ | $3.9 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ | $1.5 \times 10^{-11}$ |
| Se-81m | 0.954 h | F | 1.000 | $1.8 \times 10^{-10}$ | 0.800 | $1.2 \times 10^{-10}$ | $5.4 \times 10^{-11}$ | $3.4 \times 10^{-11}$ | $1.9 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $3.8 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $8.0 \times 10^{-11}$ | $5.8 \times 10^{-11}$ | $4.7 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $4.1 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $2.7 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $8.5 \times 10^{-11}$ | $6.2 \times 10^{-11}$ | $5.1 \times 10^{-11}$ |
| Se-83 | 0.375 h | F | 1.000 | $1.7 \times 10^{-10}$ | 0.800 | $1.2 \times 10^{-10}$ | $5.8 \times 10^{-11}$ | $3.6 \times 10^{-11}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $2.7 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $1.9 \times 10^{-10}$ | $9.2 \times 10^{-11}$ | $5.9 \times 10^{-11}$ | $3.9 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $2.8 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $2.0 \times 10^{-10}$ | $9.6 \times 10^{-11}$ | $6.2 \times 10^{-11}$ | $4.1 \times 10^{-11}$ | $3.4 \times 10^{-11}$ |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Bromine** | | | | | | | | | | |
| Br-74 | 0.422 h | F | 1.000 | $2.5 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $1.8 \times 10^{-10}$ | $8.6 \times 10^{-11}$ | $5.3 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 1.000 | $3.6 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $7.5 \times 10^{-11}$ | $4.6 \times 10^{-11}$ | $3.8 \times 10^{-11}$ |
| Br-74m | 0.691 h | F | 1.000 | $4.0 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $2.8 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $8.1 \times 10^{-11}$ | $4.8 \times 10^{-11}$ | $3.9 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 1.000 | $5.9 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $4.1 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $7.5 \times 10^{-11}$ | $6.2 \times 10^{-11}$ |
| Br-75 | 1.63 h | F | 1.000 | $2.9 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $2.1 \times 10^{-10}$ | $9.7 \times 10^{-11}$ | $5.9 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 1.000 | $4.5 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $3.1 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $9.7 \times 10^{-11}$ | $6.5 \times 10^{-11}$ | $5.3 \times 10^{-11}$ |
| Br-76 | 16.2 h | F | 1.000 | $2.2 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $1.7 \times 10^{-9}$ | $8.4 \times 10^{-10}$ | $5.1 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 1.000 | $3.0 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $2.3 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $7.5 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-10}$ | $4.1 \times 10^{-10}$ |
| Br-77 | 2.33 d | F | 1.000 | $5.3 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $4.4 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $7.7 \times 10^{-11}$ | $6.2 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 1.000 | $6.3 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $5.1 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $8.4 \times 10^{-11}$ |
| Br-80 | 0.290 h | F | 1.000 | $7.1 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $4.4 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-11}$ | $6.9 \times 10^{-12}$ | $5.9 \times 10^{-12}$ |
| | | M | 1.000 | $1.1 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $6.5 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ | $1.1 \times 10^{-11}$ | $9.4 \times 10^{-12}$ |
| Br-80m | 4.42 h | F | 1.000 | $4.3 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $2.8 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $7.2 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ | $3.3 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 1.000 | $6.8 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $4.5 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $9.3 \times 10^{-11}$ | $7.6 \times 10^{-11}$ |
| Br-82 | 1.47 d | F | 1.000 | $2.7 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $7.0 \times 10^{-10}$ | $4.2 \times 10^{-10}$ | $3.5 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 1.000 | $3.8 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $3.0 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $7.9 \times 10^{-10}$ | $6.3 \times 10^{-10}$ |
| Br-83 | 2.39 h | F | 1.000 | $1.7 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $1.1 \times 10^{-10}$ | $4.7 \times 10^{-11}$ | $3.0 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 1.000 | $3.5 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $7.7 \times 10^{-11}$ | $5.9 \times 10^{-11}$ | $4.8 \times 10^{-11}$ |
| Br-84 | 0.530 h | F | 1.000 | $2.4 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $1.6 \times 10^{-10}$ | $7.1 \times 10^{-11}$ | $4.4 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ | $2.2 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 1.000 | $3.7 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $6.9 \times 10^{-11}$ | $4.4 \times 10^{-11}$ | $3.7 \times 10^{-11}$ |
| **Rubidium** | | | | | | | | | | |
| Rb-79 | 0.382 h | F | 1.000 | $1.6 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $1.1 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ | $1.9 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ |
| Rb-81 | 4.58 h | F | 1.000 | $3.2 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $7.1 \times 10^{-11}$ | $4.2 \times 10^{-11}$ | $3.4 \times 10^{-11}$ |
| Rb-81m | 0.533 h | F | 1.000 | $6.2 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $4.6 \times 10^{-11}$ | $2.2 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ | $8.5 \times 10^{-12}$ | $7.0 \times 10^{-12}$ |
| Rb-82m | 6.20 h | F | 1.000 | $8.6 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $7.3 \times 10^{-10}$ | $3.9 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| Rb-83 | 86.2 d | F | 1.000 | $4.9 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $3.8 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $7.9 \times 10^{-10}$ | $6.9 \times 10^{-10}$ |
| Rb-84 | 32.8 d | F | 1.000 | $8.6 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $6.4 \times 10^{-9}$ | $3.1 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ |

## الجدول الثاني-سابعا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Type | Age g ≤1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a | Age 2-7 a | Age 7-12 a | Age 12-17 a | Age > 17 a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $f_1$ | e(g) | | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) |
| Rb-86 | 18.7 d | F | 1.000 | $1.2 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $7.7 \times 10^{-9}$ | $3.4 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $9.3 \times 10^{-10}$ |
| Rb-87 | $4.70 \times 10^{10}$ a | F | 1.000 | $6.0 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $4.1 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $6.0 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-10}$ |
| Rb-88 | 0.297 h | F | 1.000 | $1.9 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $1.2 \times 10^{-10}$ | $5.2 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ | $1.9 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ |
| Rb-89 | 0.253 h | F | 1.000 | $1.4 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $9.3 \times 10^{-11}$ | $4.3 \times 10^{-11}$ | $2.7 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ |
| **Strontium**[a] | | | | | | | | | | |
| Sr-80 | 1.67 h | F | 0.600 | $7.8 \times 10^{-10}$ | 0.300 | $5.4 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $7.9 \times 10^{-11}$ | $7.1 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $1.4 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $9.0 \times 10^{-10}$ | $4.1 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $1.5 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $9.4 \times 10^{-10}$ | $4.3 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ |
| Sr-81 | 0.425 h | F | 0.600 | $2.1 \times 10^{-10}$ | 0.300 | $1.5 \times 10^{-10}$ | $6.7 \times 10^{-11}$ | $4.1 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $3.3 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $6.6 \times 10^{-11}$ | $4.2 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $3.4 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $6.9 \times 10^{-11}$ | $4.4 \times 10^{-11}$ | $3.7 \times 10^{-11}$ |
| Sr-82 | *25.0 d | F | 0.600 | $2.8 \times 10^{-8}$ | 0.300 | $1.5 \times 10^{-8}$ | $6.6 \times 10^{-9}$ | $4.6 \times 10^{-9}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.200 | $5.5 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $4.0 \times 10^{-8}$ | $2.1 \times 10^{-8}$ | $1.4 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-8}$ | $8.9 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $6.1 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $4.6 \times 10^{-8}$ | $2.5 \times 10^{-8}$ | $1.7 \times 10^{-8}$ | $1.2 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ |
| Sr-83 | 1.35 d | F | 0.600 | $1.4 \times 10^{-9}$ | 0.300 | $1.1 \times 10^{-9}$ | $5.5 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.200 | $2.5 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $1.9 \times 10^{-9}$ | $9.5 \times 10^{-10}$ | $6.0 \times 10^{-10}$ | $3.9 \times 10^{-10}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $2.8 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $6.5 \times 10^{-10}$ | $4.2 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ |
| Sr-85 | 64.8 d | F | 0.600 | $4.4 \times 10^{-9}$ | 0.300 | $2.3 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $9.6 \times 10^{-10}$ | $8.3 \times 10^{-10}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.200 | $4.3 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $3.1 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $8.8 \times 10^{-10}$ | $6.4 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $4.4 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $3.7 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $8.1 \times 10^{-10}$ |
| Sr-85m | 1.16 h | F | 0.600 | $2.4 \times 10^{-11}$ | 0.300 | $1.9 \times 10^{-11}$ | $9.6 \times 10^{-12}$ | $6.0 \times 10^{-12}$ | $3.7 \times 10^{-12}$ | $2.9 \times 10^{-12}$ |
| | | M | 0.200 | $3.1 \times 10^{-11}$ | 0.100 | $2.5 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-11}$ | $8.0 \times 10^{-12}$ | $5.1 \times 10^{-12}$ | $4.1 \times 10^{-12}$ |
| | | S | 0.020 | $3.2 \times 10^{-11}$ | 0.010 | $2.6 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-11}$ | $8.3 \times 10^{-12}$ | $5.4 \times 10^{-12}$ | $4.3 \times 10^{-12}$ |

(أ) قيمة $f_1$ في السترنشيوم بالنسبة لمن تتراوح أعمارهم بين ١ الى ١٥ عاما للنوع F هي ٠ر٤.

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sr-87m | 2.80 h | F | 0.600 | $9.7 \times 10^{-11}$ | 0.300 | $7.8 \times 10^{-11}$ | $3.8 \times 10^{-11}$ | $2.3 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-11}$ | $1.1 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $1.6 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $1.2 \times 10^{-10}$ | $5.9 \times 10^{-11}$ | $3.8 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $1.7 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $1.2 \times 10^{-10}$ | $6.2 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ |
| Sr-89 | 50.5 d | F | 0.600 | $1.5 \times 10^{-8}$ | 0.300 | $7.3 \times 10^{-9}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.200 | $3.3 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $2.4 \times 10^{-8}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ | $9.1 \times 10^{-9}$ | $7.3 \times 10^{-9}$ | $6.1 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $3.9 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $3.0 \times 10^{-8}$ | $1.7 \times 10^{-8}$ | $1.2 \times 10^{-8}$ | $9.3 \times 10^{-9}$ | $7.9 \times 10^{-9}$ |
| Sr-90 | 29.1 a | F | 0.600 | $1.3 \times 10^{-7}$ | 0.300 | $5.2 \times 10^{-8}$ | $3.1 \times 10^{-8}$ | $4.1 \times 10^{-8}$ | $5.3 \times 10^{-8}$ | $2.4 \times 10^{-8}$ |
| | | M | 0.200 | $1.5 \times 10^{-7}$ | 0.100 | $1.1 \times 10^{-7}$ | $6.5 \times 10^{-8}$ | $5.1 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-8}$ | $3.6 \times 10^{-8}$ |
| | | S | 0.020 | $4.2 \times 10^{-7}$ | 0.010 | $4.0 \times 10^{-7}$ | $2.7 \times 10^{-7}$ | $1.8 \times 10^{-7}$ | $1.6 \times 10^{-7}$ | $1.6 \times 10^{-7}$ |
| Sr-91 | 9.50 h | F | 0.600 | $1.4 \times 10^{-9}$ | 0.300 | $1.1 \times 10^{-9}$ | $5.2 \times 10^{-10}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.200 | $3.1 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $6.9 \times 10^{-10}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ | $3.7 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $3.5 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $2.5 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $7.7 \times 10^{-10}$ | $4.9 \times 10^{-10}$ | $4.1 \times 10^{-10}$ |
| Sr-92 | 2.71 h | F | 0.600 | $9.0 \times 10^{-10}$ | 0.300 | $7.1 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $9.8 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $1.9 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $1.4 \times 10^{-9}$ | $6.5 \times 10^{-10}$ | $4.1 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $2.2 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $1.5 \times 10^{-9}$ | $7.0 \times 10^{-10}$ | $4.5 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ |
| **Yttrium** | | | | | | | | | | |
| Y-86 | 14.7 h | M | 0.001 | $3.7 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $2.9 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $9.3 \times 10^{-10}$ | $5.6 \times 10^{-10}$ | $4.5 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.001 | $3.8 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $3.0 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $9.6 \times 10^{-10}$ | $5.8 \times 10^{-10}$ | $4.7 \times 10^{-10}$ |
| Y-86m | 0.800 h | M | 0.001 | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $8.7 \times 10^{-11}$ | $5.6 \times 10^{-11}$ | $3.4 \times 10^{-11}$ | $2.7 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.001 | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $9.0 \times 10^{-11}$ | $5.7 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ |
| Y-87 | 3.35 d | M | 0.001 | $2.7 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $7.0 \times 10^{-10}$ | $4.7 \times 10^{-10}$ | $3.7 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.001 | $2.8 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $7.3 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-10}$ | $3.9 \times 10^{-10}$ |
| Y-88 | 107 d | M | 0.001 | $1.9 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $1.6 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-8}$ | $6.7 \times 10^{-9}$ | $4.9 \times 10^{-9}$ | $4.1 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.001 | $2.0 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $1.7 \times 10^{-8}$ | $9.8 \times 10^{-9}$ | $6.6 \times 10^{-9}$ | $5.4 \times 10^{-9}$ | $4.4 \times 10^{-9}$ |
| Y-90 | 2.67 d | M | 0.001 | $1.3 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $8.4 \times 10^{-9}$ | $4.0 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.001 | $1.3 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $8.8 \times 10^{-9}$ | $4.2 \times 10^{-9}$ | $2.7 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ |
| Y-90m | 3.19 h | M | 0.001 | $7.2 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $5.7 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $9.5 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.001 | $7.5 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $6.0 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ |
| Y-91 | 58.5 d | M | 0.001 | $3.9 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $3.0 \times 10^{-8}$ | $1.6 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $8.4 \times 10^{-9}$ | $7.1 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.001 | $4.3 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $3.4 \times 10^{-8}$ | $1.9 \times 10^{-8}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-8}$ | $8.9 \times 10^{-9}$ |

## الجدول الثاني-سابعا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Type | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a | Age 2-7 a | Age 7-12 a | Age 12-17 a | Age > 17 a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $f_1$ | e(g) | | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) |
| Y-91m | 0.828 h | M | 0.001 | $7.0 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $5.5 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.001 | $7.4 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $5.9 \times 10^{-11}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ | $1.1 \times 10^{-11}$ |
| Y-92 | 3.54 h | M | 0.001 | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $5.3 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.001 | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $5.5 \times 10^{-10}$ | $3.5 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ |
| Y-93 | 10.1 h | M | 0.001 | $4.4 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $2.9 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $8.1 \times 10^{-10}$ | $4.7 \times 10^{-10}$ | $4.0 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.001 | $4.6 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $3.0 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $8.5 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-10}$ | $4.2 \times 10^{-10}$ |
| Y-94 | 0.318 h | M | 0.001 | $2.8 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $8.1 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-11}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ | $2.7 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.001 | $2.9 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $8.4 \times 10^{-11}$ | $5.2 \times 10^{-11}$ | $3.3 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ |
| Y-95 | 0.178 h | M | 0.001 | $1.5 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $9.8 \times 10^{-11}$ | $4.4 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ | $1.5 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.001 | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $4.5 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ |
| **Zirconium** | | | | | | | | | | |
| Zr-86 | 16.5 h | F | 0.020 | $2.4 \times 10^{-9}$ | 0.002 | $1.9 \times 10^{-9}$ | $9.5 \times 10^{-10}$ | $5.9 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.020 | $3.4 \times 10^{-9}$ | 0.002 | $2.6 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $8.4 \times 10^{-10}$ | $5.2 \times 10^{-10}$ | $4.2 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $3.5 \times 10^{-9}$ | 0.002 | $2.7 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $8.7 \times 10^{-10}$ | $5.4 \times 10^{-10}$ | $4.3 \times 10^{-10}$ |
| Zr-88 | 83.4 d | F | 0.020 | $6.9 \times 10^{-9}$ | 0.002 | $8.3 \times 10^{-9}$ | $5.6 \times 10^{-9}$ | $4.7 \times 10^{-9}$ | $3.6 \times 10^{-9}$ | $3.5 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.020 | $8.5 \times 10^{-9}$ | 0.002 | $7.8 \times 10^{-9}$ | $5.1 \times 10^{-9}$ | $3.6 \times 10^{-9}$ | $3.0 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $1.3 \times 10^{-8}$ | 0.002 | $1.2 \times 10^{-8}$ | $7.7 \times 10^{-9}$ | $5.2 \times 10^{-9}$ | $4.3 \times 10^{-9}$ | $3.6 \times 10^{-9}$ |
| Zr-89 | 3.27 d | F | 0.020 | $2.6 \times 10^{-9}$ | 0.002 | $2.0 \times 10^{-9}$ | $9.9 \times 10^{-10}$ | $6.1 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.020 | $3.7 \times 10^{-9}$ | 0.002 | $2.8 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $9.6 \times 10^{-10}$ | $6.5 \times 10^{-10}$ | $5.2 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $3.9 \times 10^{-9}$ | 0.002 | $2.9 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $6.8 \times 10^{-10}$ | $5.5 \times 10^{-10}$ |
| Zr-93 | $1.53 \times 10^{6}$ a | F | 0.020 | $3.5 \times 10^{-9}$ | 0.002 | $4.8 \times 10^{-9}$ | $5.3 \times 10^{-9}$ | $9.7 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-8}$ | $2.5 \times 10^{-8}$ |
| | | M | 0.020 | $3.3 \times 10^{-9}$ | 0.002 | $3.1 \times 10^{-9}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ | $4.1 \times 10^{-9}$ | $7.5 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-8}$ |
| | | S | 0.020 | $7.0 \times 10^{-9}$ | 0.002 | $6.4 \times 10^{-9}$ | $4.5 \times 10^{-9}$ | $3.3 \times 10^{-9}$ | $3.3 \times 10^{-9}$ | $3.3 \times 10^{-9}$ |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zr-95 | 64.0 d | F | 0.020 | $1.2 \times 10^{-8}$ | 0.002 | $1.1 \times 10^{-8}$ | $6.4 \times 10^{-9}$ | $4.2 \times 10^{-9}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.020 | $2.0 \times 10^{-8}$ | 0.002 | $1.6 \times 10^{-8}$ | $9.7 \times 10^{-9}$ | $6.8 \times 10^{-9}$ | $5.9 \times 10^{-9}$ | $4.8 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $2.4 \times 10^{-8}$ | 0.002 | $1.9 \times 10^{-8}$ | $1.2 \times 10^{-8}$ | $8.3 \times 10^{-9}$ | $7.3 \times 10^{-9}$ | $5.9 \times 10^{-9}$ |
| Zr-97 | 16.9 h | F | 0.020 | $5.0 \times 10^{-9}$ | 0.002 | $3.4 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $9.1 \times 10^{-10}$ | $4.8 \times 10^{-10}$ | $3.9 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.020 | $7.8 \times 10^{-9}$ | 0.002 | $5.3 \times 10^{-9}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $9.2 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $8.2 \times 10^{-9}$ | 0.002 | $5.6 \times 10^{-9}$ | $2.9 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $8.9 \times 10^{-10}$ |
| **Niobium** | | | | | | | | | | |
| Nb-88 | 0.238 h | F | 0.020 | $1.8 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $1.3 \times 10^{-10}$ | $6.3 \times 10^{-11}$ | $3.9 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ | $1.9 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.020 | $2.5 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $1.8 \times 10^{-10}$ | $8.5 \times 10^{-11}$ | $5.3 \times 10^{-11}$ | $3.3 \times 10^{-11}$ | $2.7 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $2.6 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $1.8 \times 10^{-10}$ | $8.7 \times 10^{-11}$ | $5.5 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ |
| Nb-89 | 2.03 h | F | 0.020 | $7.0 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $4.8 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $7.4 \times 10^{-11}$ | $6.1 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.020 | $1.1 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $7.6 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $1.2 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $7.9 \times 10^{-10}$ | $3.7 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| Nb-89 | 1.10 h | F | 0.020 | $4.0 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $2.9 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $8.3 \times 10^{-11}$ | $4.8 \times 10^{-11}$ | $3.9 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.020 | $6.2 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $4.3 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $8.2 \times 10^{-11}$ | $6.8 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $6.4 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $4.4 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $8.6 \times 10^{-11}$ | $7.1 \times 10^{-11}$ |
| Nb-90 | 14.6 h | F | 0.020 | $3.5 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $2.7 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $8.2 \times 10^{-10}$ | $4.7 \times 10^{-10}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.020 | $5.1 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $3.9 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $7.8 \times 10^{-10}$ | $6.3 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $5.3 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $4.0 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $8.1 \times 10^{-10}$ | $6.6 \times 10^{-10}$ |
| Nb-93m | 13.6 a | F | 0.020 | $1.8 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $1.4 \times 10^{-9}$ | $7.0 \times 10^{10}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.020 | $3.1 \times 10^{9}$ | 0.010 | $2.4 \times 10^{9}$ | $1.3 \times 10^{9}$ | $8.2 \times 10^{10}$ | $5.9 \times 10^{10}$ | $5.1 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $7.4 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $6.5 \times 10^{9}$ | $4.0 \times 10^{9}$ | $2.5 \times 10^{9}$ | $1.9 \times 10^{9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ |
| Nb-94 | $2.03 \times 10^{4}$ a | F | 0.020 | $3.1 \times 10^{8}$ | 0.010 | $2.7 \times 10^{8}$ | $1.5 \times 10^{8}$ | $1.0 \times 10^{8}$ | $6.7 \times 10^{9}$ | $5.8 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.020 | $4.3 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $3.7 \times 10^{-8}$ | $2.3 \times 10^{-8}$ | $1.6 \times 10^{-8}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ |
| | | S | 0.020 | $1.2 \times 10^{-7}$ | 0.010 | $1.2 \times 10^{-7}$ | $8.3 \times 10^{-8}$ | $5.8 \times 10^{-8}$ | $5.2 \times 10^{-8}$ | $4.9 \times 10^{-8}$ |
| Nb-95 | 35.1 d | F | 0.020 | $4.1 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $3.1 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $7.5 \times 10^{-10}$ | $5.7 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.020 | $6.8 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $5.2 \times 10^{-9}$ | $3.1 \times 10^{9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $7.7 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $5.9 \times 10^{9}$ | $3.6 \times 10^{9}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ |
| Nb-95m | 3.61 d | F | 0.020 | $2.3 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $1.6 \times 10^{-9}$ | $7.0 \times 10^{-10}$ | $4.2 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.020 | $4.3 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $3.1 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $7.9 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $4.6 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $3.4 \times 10^{9}$ | $1.9 \times 10^{9}$ | $1.3 \times 10^{9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $8.8 \times 10^{-10}$ |

## الجدول الثاني-سابعا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Type | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a | Age 2-7 a | Age 7-12 a | Age 12-17 a | Age > 17 a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $f_1$ | e(g) | | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) |
| Nb-96 | 23.3 h | F | 0.020 | $3.1 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $7.3 \times 10^{-10}$ | $4.2 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.020 | $4.7 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $3.6 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $7.8 \times 10^{-10}$ | $6.3 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $4.9 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $3.7 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $8.3 \times 10^{-10}$ | $6.6 \times 10^{-10}$ |
| Nb-97 | 1.20 h | F | 0.020 | $2.2 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $1.5 \times 10^{-10}$ | $6.8 \times 10^{-11}$ | $4.2 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.020 | $3.7 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $7.7 \times 10^{-11}$ | $5.2 \times 10^{-11}$ | $4.3 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $3.8 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $2.6 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $8.1 \times 10^{-11}$ | $5.5 \times 10^{-11}$ | $4.5 \times 10^{-11}$ |
| Nb-98 | 0.858 h | F | 0.020 | $3.4 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $6.9 \times 10^{-11}$ | $4.1 \times 10^{-11}$ | $3.3 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.020 | $5.2 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $3.6 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $6.8 \times 10^{-11}$ | $5.6 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $5.3 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $3.7 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $7.1 \times 10^{-11}$ | $5.8 \times 10^{-11}$ |
| **Molybdenum** | | | | | | | | | | |
| Mo-90 | 5.67 h | F | 1.000 | $1.2 \times 10^{-9}$ | 0.800 | $1.1 \times 10^{-9}$ | $5.3 \times 10^{-10}$ | $3.2 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.200 | $2.6 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $2.0 \times 10^{-9}$ | $9.9 \times 10^{-10}$ | $6.5 \times 10^{-10}$ | $4.2 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $2.8 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $6.9 \times 10^{-10}$ | $4.5 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ |
| Mo-93 | $3.50 \times 10^{3}$ a | F | 1.000 | $3.1 \times 10^{-9}$ | 0.800 | $2.6 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.200 | $2.2 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $7.9 \times 10^{-10}$ | $6.6 \times 10^{-10}$ | $5.9 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $6.0 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $5.8 \times 10^{-9}$ | $4.0 \times 10^{-9}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ |
| Mo-93m | 6.85 h | F | 1.000 | $7.3 \times 10^{-10}$ | 0.800 | $6.4 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $9.6 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $1.2 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $9.7 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-10}$ | $3.2 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $1.3 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $1.0 \times 10^{-9}$ | $5.2 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ |
| Mo-99 | 2.75 d | F | 1.000 | $2.3 \times 10^{-9}$ | 0.800 | $1.7 \times 10^{-9}$ | $7.7 \times 10^{-10}$ | $4.7 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.200 | $6.0 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $4.4 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $8.9 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $6.9 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $4.8 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $9.9 \times 10^{-10}$ |
| Mo-101 | 0.244 h | F | 1.000 | $1.4 \times 10^{-10}$ | 0.800 | $9.7 \times 10^{-11}$ | $4.4 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $2.2 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $1.5 \times 10^{-10}$ | $7.0 \times 10^{-11}$ | $4.5 \times 10^{-11}$ | $3.0 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $2.3 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $1.6 \times 10^{-10}$ | $7.2 \times 10^{-11}$ | $4.7 \times 10^{-11}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Technetium** | | | | | | | | | | |
| Tc-93 | 2.75 h | F | 1.000 | $2.4 \times 10^{-10}$ | 0.800 | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $6.7 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $2.7 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $7.5 \times 10^{-11}$ | $4.4 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $2.8 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $7.6 \times 10^{-11}$ | $4.5 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ |
| Tc-93m | 0.725 h | F | 1.000 | $1.2 \times 10^{-10}$ | 0.800 | $9.8 \times 10^{-11}$ | $4.9 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $1.4 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $1.1 \times 10^{-10}$ | $5.4 \times 10^{-11}$ | $3.4 \times 10^{-11}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $1.4 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $1.1 \times 10^{-10}$ | $5.4 \times 10^{-11}$ | $3.4 \times 10^{-11}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ |
| Tc-94 | 4.88 h | F | 1.000 | $8.9 \times 10^{-10}$ | 0.800 | $7.5 \times 10^{-10}$ | $3.9 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.200 | $9.8 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $8.1 \times 10^{-10}$ | $4.2 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $9.9 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $8.2 \times 10^{-10}$ | $4.3 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ |
| Tc-94m | 0.867 h | F | 1.000 | $4.8 \times 10^{-10}$ | 0.800 | $3.4 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $8.6 \times 10^{-11}$ | $5.2 \times 10^{-11}$ | $4.1 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $4.4 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $3.0 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $8.8 \times 10^{-11}$ | $5.5 \times 10^{-11}$ | $4.5 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $4.3 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $3.0 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $8.8 \times 10^{-11}$ | $5.6 \times 10^{-11}$ | $4.6 \times 10^{-11}$ |
| Tc-95 | 20.0 h | F | 1.000 | $7.5 \times 10^{-10}$ | 0.800 | $6.3 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $9.6 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $8.3 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $6.9 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $8.5 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $7.0 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| Tc-95m | 61.0 d | F | 1.000 | $2.4 \times 10^{-9}$ | 0.800 | $1.8 \times 10^{-9}$ | $9.3 \times 10^{-10}$ | $5.7 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.200 | $4.9 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $4.0 \times 10^{-9}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $8.8 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $6.0 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $5.0 \times 10^{-9}$ | $2.7 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ |
| Tc-96 | 4.28 d | F | 1.000 | $4.2 \times 10^{-9}$ | 0.800 | $3.4 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $7.0 \times 10^{-10}$ | $5.7 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.200 | $4.7 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $3.9 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $8.6 \times 10^{-10}$ | $6.8 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $4.8 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $3.9 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $8.9 \times 10^{-10}$ | $7.0 \times 10^{-10}$ |
| Tc-96m | 0.858 h | F | 1.000 | $5.3 \times 10^{-11}$ | 0.800 | $4.1 \times 10^{-11}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-11}$ | $7.7 \times 10^{-12}$ | $6.2 \times 10^{-12}$ |
| | | M | 0.200 | $5.6 \times 10^{-11}$ | 0.100 | $4.4 \times 10^{-11}$ | $2.3 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ | $9.3 \times 10^{-12}$ | $7.4 \times 10^{-12}$ |
| | | S | 0.020 | $5.7 \times 10^{-11}$ | 0.010 | $4.4 \times 10^{-11}$ | $2.3 \times 10^{-11}$ | $1.5 \times 10^{-11}$ | $9.5 \times 10^{-12}$ | $7.5 \times 10^{-12}$ |
| Tc-97 | $2.60 \times 10^{6}$ a | F | 1.000 | $5.2 \times 10^{-10}$ | 0.800 | $3.7 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $9.4 \times 10^{-11}$ | $5.6 \times 10^{-11}$ | $4.3 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $1.2 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $1.0 \times 10^{-9}$ | $5.7 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $5.0 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $4.8 \times 10^{-9}$ | $3.3 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ |
| Tc-97m | 87.0 d | F | 1.000 | $3.4 \times 10^{-9}$ | 0.800 | $2.3 \times 10^{-9}$ | $9.8 \times 10^{-10}$ | $5.6 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.200 | $1.3 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $1.0 \times 10^{-8}$ | $6.1 \times 10^{-9}$ | $4.4 \times 10^{-9}$ | $4.1 \times 10^{-9}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $1.6 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $1.3 \times 10^{-8}$ | $7.8 \times 10^{-9}$ | $5.7 \times 10^{-9}$ | $5.2 \times 10^{-9}$ | $4.1 \times 10^{-9}$ |

## الجدول الثاني-سابعا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Type | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a | Age 2-7 a | Age 7-12 a | Age 12-17 a | Age > 17 a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $f_1$ | e(g) | | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) |
| Tc-98 | $4.20 \times 10^6$ a | F | 1.000 | $1.0 \times 10^{-8}$ | 0.800 | $6.8 \times 10^{-9}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $9.7 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.200 | $3.5 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $2.9 \times 10^{-8}$ | $1.7 \times 10^{-8}$ | $1.2 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-8}$ | $8.3 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $1.1 \times 10^{-7}$ | 0.010 | $1.1 \times 10^{-7}$ | $7.6 \times 10^{-8}$ | $5.4 \times 10^{-8}$ | $4.8 \times 10^{-8}$ | $4.5 \times 10^{-8}$ |
| Tc-99 | $2.13 \times 10^5$ a | F | 1.000 | $4.0 \times 10^{-9}$ | 0.800 | $2.5 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $5.9 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.200 | $1.7 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $1.3 \times 10^{-8}$ | $8.0 \times 10^{-9}$ | $5.7 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-9}$ | $4.0 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $4.1 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $3.7 \times 10^{-8}$ | $2.4 \times 10^{-8}$ | $1.7 \times 10^{-8}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ |
| Tc-99m | 6.02 h | F | 1.000 | $1.2 \times 10^{-10}$ | 0.800 | $8.7 \times 10^{-11}$ | $4.1 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ | $1.5 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $1.3 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $9.9 \times 10^{-11}$ | $5.1 \times 10^{-11}$ | $3.4 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ | $1.9 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $1.3 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $1.0 \times 10^{-10}$ | $5.2 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ |
| Tc-101 | 0.237 h | F | 1.000 | $8.5 \times 10^{-11}$ | 0.800 | $5.6 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ | $9.7 \times 10^{-12}$ | $8.2 \times 10^{-12}$ |
| | | M | 0.200 | $1.1 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $7.1 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $1.1 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $7.3 \times 10^{-11}$ | $3.3 \times 10^{-11}$ | $2.2 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-11}$ |
| Tc-104 | 0.303 h | F | 1.000 | $2.7 \times 10^{-10}$ | 0.800 | $1.8 \times 10^{-10}$ | $8.0 \times 10^{-11}$ | $4.6 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ | $2.3 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $2.9 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $1.9 \times 10^{-10}$ | $8.6 \times 10^{-11}$ | $5.4 \times 10^{-11}$ | $3.3 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $2.9 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $1.9 \times 10^{-10}$ | $8.7 \times 10^{-11}$ | $5.4 \times 10^{-11}$ | $3.4 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ |
| **Ruthenium** | | | | | | | | | | |
| Ru-94 | 0.863 h | F | 0.100 | $2.5 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $1.9 \times 10^{-10}$ | $9.0 \times 10^{-11}$ | $5.4 \times 10^{-11}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.100 | $3.8 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $2.8 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $8.4 \times 10^{-11}$ | $5.2 \times 10^{-11}$ | $4.2 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $4.0 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $2.9 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $8.7 \times 10^{-11}$ | $5.4 \times 10^{-11}$ | $4.4 \times 10^{-11}$ |
| Ru-97 | 2.90 d | F | 0.100 | $5.5 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $4.4 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $7.7 \times 10^{-11}$ | $6.2 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.100 | $7.7 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $6.1 \times 10^{-10}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $8.1 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $6.3 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| Ru-103 | 39.3 d | F | 0.100 | $4.2 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $3.0 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $9.3 \times 10^{-10}$ | $5.6 \times 10^{-10}$ | $4.8 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.100 | $1.1 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $8.4 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-9}$ | $3.5 \times 10^{-9}$ | $3.0 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $1.3 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $1.0 \times 10^{-8}$ | $6.0 \times 10^{-9}$ | $4.2 \times 10^{-9}$ | $3.7 \times 10^{-9}$ | $3.0 \times 10^{-9}$ |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ru-105 | 4.44 h | F | 0.100 | $7.1 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $5.1 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $7.9 \times 10^{-11}$ | $6.5 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.100 | $1.3 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $9.2 \times 10^{-10}$ | $4.5 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $1.4 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $9.8 \times 10^{-10}$ | $4.8 \times 10^{-10}$ | $3.2 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ |
| Ru-106 | 1.01 a | F | 0.100 | $7.2 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $5.4 \times 10^{-8}$ | $2.6 \times 10^{-8}$ | $1.6 \times 10^{-8}$ | $9.2 \times 10^{-9}$ | $7.9 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.100 | $1.4 \times 10^{-7}$ | 0.050 | $1.1 \times 10^{-7}$ | $6.4 \times 10^{-8}$ | $4.1 \times 10^{-8}$ | $3.1 \times 10^{-8}$ | $2.8 \times 10^{-8}$ |
| | | S | 0.020 | $2.6 \times 10^{-7}$ | 0.010 | $2.3 \times 10^{-7}$ | $1.4 \times 10^{-7}$ | $9.1 \times 10^{-8}$ | $7.1 \times 10^{-8}$ | $6.6 \times 10^{-8}$ |
| **Rhodium** | | | | | | | | | | |
| Rh-99 | 16.0 d | F | 0.100 | $2.6 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $2.0 \times 10^{-9}$ | $9.9 \times 10^{-10}$ | $6.2 \times 10^{-10}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ | $3.2 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.100 | $4.5 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $3.5 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $9.6 \times 10^{-10}$ | $7.7 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.100 | $4.9 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $3.8 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $8.7 \times 10^{-10}$ |
| Rh-99m | 4.70 h | F | 0.100 | $2.4 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $6.1 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.100 | $3.1 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $8.0 \times 10^{-11}$ | $4.9 \times 10^{-11}$ | $3.9 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.100 | $3.2 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $2.6 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $8.2 \times 10^{-11}$ | $5.1 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ |
| Rh-100 | 20.8 h | F | 0.100 | $2.1 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $1.8 \times 10^{-9}$ | $9.1 \times 10^{-10}$ | $5.6 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.100 | $2.7 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $7.1 \times 10^{-10}$ | $4.3 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.100 | $2.8 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $7.3 \times 10^{-10}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ | $3.5 \times 10^{-10}$ |
| Rh-101 | 3.20 a | F | 0.100 | $7.4 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $6.1 \times 10^{-9}$ | $3.5 \times 10^{-9}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.100 | $9.8 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $8.0 \times 10^{-9}$ | $4.9 \times 10^{-9}$ | $3.4 \times 10^{-9}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.100 | $1.9 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $1.7 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $7.4 \times 10^{-9}$ | $6.2 \times 10^{-9}$ | $5.4 \times 10^{-9}$ |
| Rh-101m | 4.34 d | F | 0.100 | $8.4 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $6.6 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $9.7 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.100 | $1.3 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $9.8 \times 10^{-10}$ | $5.2 \times 10^{-10}$ | $3.5 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.100 | $1.3 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $1.0 \times 10^{-9}$ | $5.5 \times 10^{-10}$ | $3.7 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ |
| Rh-102 | 2.90 a | F | 0.100 | $3.3 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $2.8 \times 10^{-8}$ | $1.7 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $7.9 \times 10^{-9}$ | $7.3 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.100 | $3.0 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $2.5 \times 10^{-8}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-8}$ | $7.9 \times 10^{-9}$ | $6.9 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.100 | $5.4 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $5.0 \times 10^{-8}$ | $3.5 \times 10^{-8}$ | $2.4 \times 10^{-8}$ | $2.0 \times 10^{-8}$ | $1.7 \times 10^{-8}$ |
| Rh-102m | 207 d | F | 0.100 | $1.2 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $8.7 \times 10^{-9}$ | $4.4 \times 10^{-9}$ | $2.7 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.100 | $2.0 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $1.6 \times 10^{-8}$ | $9.0 \times 10^{-9}$ | $6.0 \times 10^{-9}$ | $4.7 \times 10^{-9}$ | $4.0 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.100 | $3.0 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $2.5 \times 10^{-8}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-8}$ | $8.2 \times 10^{-9}$ | $7.1 \times 10^{-9}$ |
| Rh-103m | 0.935 h | F | 0.100 | $8.6 \times 10^{-12}$ | 0.050 | $5.9 \times 10^{-12}$ | $2.7 \times 10^{-12}$ | $1.6 \times 10^{-12}$ | $1.0 \times 10^{-12}$ | $8.6 \times 10^{-13}$ |
| | | M | 0.100 | $1.9 \times 10^{-11}$ | 0.050 | $1.2 \times 10^{-11}$ | $6.3 \times 10^{-12}$ | $4.0 \times 10^{-12}$ | $3.0 \times 10^{-12}$ | $2.5 \times 10^{-12}$ |
| | | S | 0.100 | $2.0 \times 10^{-11}$ | 0.050 | $1.3 \times 10^{-11}$ | $6.7 \times 10^{-12}$ | $4.3 \times 10^{-12}$ | $3.2 \times 10^{-12}$ | $2.7 \times 10^{-12}$ |

## الجدول الثاني-سابعا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Type | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a | Age 2-7 a | Age 7-12 a | Age 12-17 a | Age > 17 a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $f_1$ | e(g) | | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) |
| Rh-105 | 1.47 d | F | 0.100 | $1.0 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $6.9 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $9.6 \times 10^{-11}$ | $8.2 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.100 | $2.2 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $1.6 \times 10^{-9}$ | $7.4 \times 10^{-10}$ | $5.2 \times 10^{-10}$ | $4.1 \times 10^{-10}$ | $3.2 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.100 | $2.4 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $1.7 \times 10^{-9}$ | $8.0 \times 10^{-10}$ | $5.6 \times 10^{-10}$ | $4.5 \times 10^{-10}$ | $3.5 \times 10^{-10}$ |
| Rh-106m | 2.20 h | F | 0.100 | $5.7 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $4.5 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $8.0 \times 10^{-11}$ | $6.5 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.100 | $8.2 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $6.3 \times 10^{-10}$ | $3.2 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.100 | $8.5 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $6.5 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| Rh-107 | 0.362 h | F | 0.100 | $8.9 \times 10^{-11}$ | 0.050 | $5.9 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-11}$ | $9.0 \times 10^{-12}$ |
| | | M | 0.100 | $1.4 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $9.3 \times 10^{-11}$ | $4.2 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ | $1.9 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.100 | $1.5 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $9.7 \times 10^{-11}$ | $4.4 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ | $1.9 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ |
| **Palladium** | | | | | | | | | | |
| Pd-100 | 3.63 d | F | 0.050 | $3.9 \times 10^{-9}$ | 0.005 | $3.0 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $9.7 \times 10^{-10}$ | $5.8 \times 10^{-10}$ | $4.7 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.050 | $5.2 \times 10^{-9}$ | 0.005 | $4.0 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $9.9 \times 10^{-10}$ | $8.0 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.050 | $5.3 \times 10^{-9}$ | 0.005 | $4.1 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $8.5 \times 10^{-10}$ |
| Pd-101 | 8.27 h | F | 0.050 | $3.6 \times 10^{-10}$ | 0.005 | $2.9 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $8.6 \times 10^{-11}$ | $4.9 \times 10^{-11}$ | $3.9 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.050 | $4.8 \times 10^{-10}$ | 0.005 | $3.8 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $7.5 \times 10^{-11}$ | $5.9 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.050 | $5.0 \times 10^{-10}$ | 0.005 | $3.9 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $7.8 \times 10^{-11}$ | $6.2 \times 10^{-11}$ |
| Pd-103 | 17.0 d | F | 0.050 | $9.7 \times 10^{-10}$ | 0.005 | $6.5 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $8.9 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.050 | $2.3 \times 10^{-9}$ | 0.005 | $1.6 \times 10^{-9}$ | $9.0 \times 10^{-10}$ | $5.9 \times 10^{-10}$ | $4.5 \times 10^{-10}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.050 | $2.5 \times 10^{-9}$ | 0.005 | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $6.8 \times 10^{-10}$ | $5.3 \times 10^{-10}$ | $4.5 \times 10^{-10}$ |
| Pd-107 | $6.50 \times 10^{6}$ a | F | 0.050 | $2.6 \times 10^{-10}$ | 0.005 | $1.8 \times 10^{-10}$ | $8.2 \times 10^{-11}$ | $5.2 \times 10^{-11}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.050 | $6.5 \times 10^{-10}$ | 0.005 | $5.0 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $8.5 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.050 | $2.2 \times 10^{-9}$ | 0.005 | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $7.8 \times 10^{-10}$ | $6.2 \times 10^{-10}$ | $5.9 \times 10^{-10}$ |
| Pd-109 | 13.4 h | F | 0.050 | $1.5 \times 10^{-9}$ | 0.005 | $9.9 \times 10^{-10}$ | $4.2 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.050 | $2.6 \times 10^{-9}$ | 0.005 | $1.8 \times 10^{-9}$ | $8.8 \times 10^{-10}$ | $5.9 \times 10^{-10}$ | $4.3 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.050 | $2.7 \times 10^{-9}$ | 0.005 | $1.9 \times 10^{-9}$ | $9.3 \times 10^{-10}$ | $6.3 \times 10^{-10}$ | $4.6 \times 10^{-10}$ | $3.7 \times 10^{-10}$ |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Silver** | | | | | | | | | | |
| Ag-102 | 0.215 h | F | 0.100 | $1.2 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $8.6 \times 10^{-11}$ | $4.2 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ | $1.5 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.100 | $1.6 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $1.1 \times 10^{-10}$ | $5.5 \times 10^{-11}$ | $3.4 \times 10^{-11}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $1.6 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $1.2 \times 10^{-10}$ | $5.6 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ | $2.2 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ |
| Ag-103 | 1.09 h | F | 0.100 | $1.4 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $1.0 \times 10^{-10}$ | $4.9 \times 10^{-11}$ | $3.0 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.100 | $2.2 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $1.6 \times 10^{-10}$ | $7.6 \times 10^{-11}$ | $4.8 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $2.3 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $1.6 \times 10^{-10}$ | $7.9 \times 10^{-11}$ | $5.1 \times 10^{-11}$ | $3.3 \times 10^{-11}$ | $2.7 \times 10^{-11}$ |
| Ag-104 | 1.15 h | F | 0.100 | $2.3 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $1.9 \times 10^{-10}$ | $9.8 \times 10^{-11}$ | $5.9 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.100 | $2.9 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $7.4 \times 10^{-11}$ | $4.5 \times 10^{-11}$ | $3.6 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $2.9 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $7.6 \times 10^{-11}$ | $4.6 \times 10^{-11}$ | $3.7 \times 10^{-11}$ |
| Ag-104m | 0.558 h | F | 0.100 | $1.6 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $1.1 \times 10^{10}$ | $5.5 \times 10^{-11}$ | $3.4 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.100 | $2.3 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $1.6 \times 10^{-10}$ | $7.7 \times 10^{-11}$ | $4.8 \times 10^{-11}$ | $3.0 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $2.4 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $1.7 \times 10^{-10}$ | $8.0 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-11}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ |
| Ag-105 | 41.0 d | F | 0.100 | $3.9 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $3.4 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $6.4 \times 10^{-10}$ | $5.4 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.100 | $4.5 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $3.5 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $9.0 \times 10^{-10}$ | $7.3 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $4.5 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $3.6 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $8.1 \times 10^{-10}$ |
| Ag-106 | 0.399 h | F | 0.100 | $9.4 \times 10^{-11}$ | 0.050 | $6.4 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ | $1.1 \times 10^{-11}$ | $9.1 \times 10^{-12}$ |
| | | M | 0.100 | $1.4 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $9.5 \times 10^{-11}$ | $4.4 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ | $1.5 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $1.5 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $9.9 \times 10^{-11}$ | $4.5 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ | $1.9 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ |
| Ag-106m | 8.41 d | F | 0.100 | $7.7 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $6.1 \times 10^{-9}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.100 | $7.2 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $5.8 \times 10^{-9}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $7.0 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $5.7 \times 10^{-9}$ | $3.2 \times 10^{9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| Ag-108m | $1.27 \times 10^{2}$ a | F | 0.100 | $3.5 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $2.8 \times 10^{-8}$ | $1.6 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-8}$ | $6.9 \times 10^{-9}$ | $6.1 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.100 | $3.3 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $2.7 \times 10^{-8}$ | $1.7 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $8.6 \times 10^{-9}$ | $7.4 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $8.9 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $8.7 \times 10^{-8}$ | $6.2 \times 10^{-8}$ | $4.4 \times 10^{-8}$ | $3.9 \times 10^{-8}$ | $3.7 \times 10^{-8}$ |
| Ag-110m | 250 d | F | 0.100 | $3.5 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $2.8 \times 10^{-8}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ | $9.7 \times 10^{-9}$ | $6.3 \times 10^{-9}$ | $5.5 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.100 | $3.5 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $2.8 \times 10^{-8}$ | $1.7 \times 10^{-8}$ | $1.2 \times 10^{-8}$ | $9.2 \times 10^{-9}$ | $7.6 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $4.6 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $4.1 \times 10^{-8}$ | $2.6 \times 10^{-8}$ | $1.8 \times 10^{-8}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ | $1.2 \times 10^{-8}$ |
| Ag-111 | 7.45 d | F | 0.100 | $4.8 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $3.2 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $8.8 \times 10^{-10}$ | $4.8 \times 10^{-10}$ | $4.0 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.100 | $9.2 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $6.6 \times 10^{-9}$ | $3.5 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $9.9 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $7.1 \times 10^{-9}$ | $3.8 \times 10^{-9}$ | $2.7 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ |

| Nuclide | Physical half-life | Type | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a | Age 2-7 a | Age 7-12 a | Age 12-17 a | Age > 17 a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $f_1$ | e(g) | | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) |
| Ag-112 | 3.12 h | F | 0.100 | $9.8 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $6.4 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $9.1 \times 10^{-11}$ | $7.6 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.100 | $1.7 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $1.1 \times 10^{-9}$ | $5.1 \times 10^{-10}$ | $3.2 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $1.8 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $1.2 \times 10^{-9}$ | $5.4 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ |
| Ag-115 | 0.333 h | F | 0.100 | $1.6 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $1.0 \times 10^{-10}$ | $4.6 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ | $1.5 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.100 | $2.5 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $1.7 \times 10^{-10}$ | $7.6 \times 10^{-11}$ | $4.9 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ | $2.7 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $2.7 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $1.7 \times 10^{-10}$ | $8.0 \times 10^{-11}$ | $5.2 \times 10^{-11}$ | $3.4 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ |
| **Cadmium** | | | | | | | | | | |
| Cd-104 | 0.961 h | F | 0.100 | $2.0 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $1.7 \times 10^{-10}$ | $8.7 \times 10^{-11}$ | $5.2 \times 10^{-11}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.100 | $2.6 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $6.9 \times 10^{-11}$ | $4.2 \times 10^{-11}$ | $3.4 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.100 | $2.7 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $7.0 \times 10^{-11}$ | $4.4 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ |
| Cd-107 | 6.49 h | F | 0.100 | $2.3 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $1.7 \times 10^{-10}$ | $7.4 \times 10^{-11}$ | $4.6 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.100 | $5.2 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $3.7 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $8.8 \times 10^{-11}$ | $8.3 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.100 | $5.5 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $3.9 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $9.7 \times 10^{-11}$ | $7.7 \times 10^{-11}$ |
| Cd-109 | 1.27 a | F | 0.100 | $4.5 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $3.7 \times 10^{-8}$ | $2.1 \times 10^{-8}$ | $1.4 \times 10^{-8}$ | $9.3 \times 10^{-9}$ | $8.1 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.100 | $3.0 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $2.3 \times 10^{-8}$ | $1.4 \times 10^{-8}$ | $9.5 \times 10^{-9}$ | $7.8 \times 10^{-9}$ | $6.6 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.100 | $2.7 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $2.1 \times 10^{-8}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ | $8.9 \times 10^{-9}$ | $7.6 \times 10^{-9}$ | $6.2 \times 10^{-9}$ |
| Cd-113 | $9.30 \times 10^{15}$ a | F | 0.100 | $2.6 \times 10^{-7}$ | 0.050 | $2.4 \times 10^{-7}$ | $1.7 \times 10^{-7}$ | $1.4 \times 10^{-7}$ | $1.2 \times 10^{-7}$ | $1.2 \times 10^{-7}$ |
| | | M | 0.100 | $1.2 \times 10^{-7}$ | 0.050 | $1.0 \times 10^{-7}$ | $7.6 \times 10^{-8}$ | $6.1 \times 10^{-8}$ | $5.7 \times 10^{-8}$ | $5.5 \times 10^{-8}$ |
| | | S | 0.100 | $7.8 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $5.8 \times 10^{-8}$ | $4.1 \times 10^{-8}$ | $3.0 \times 10^{-8}$ | $2.7 \times 10^{-8}$ | $2.6 \times 10^{-8}$ |
| Cd-113m | 13.6 a | F | 0.100 | $3.0 \times 10^{-7}$ | 0.050 | $2.7 \times 10^{-7}$ | $1.8 \times 10^{-7}$ | $1.3 \times 10^{-7}$ | $1.1 \times 10^{-7}$ | $1.1 \times 10^{-7}$ |
| | | M | 0.100 | $1.4 \times 10^{-7}$ | 0.050 | $1.2 \times 10^{-7}$ | $8.1 \times 10^{-8}$ | $6.0 \times 10^{-8}$ | $5.3 \times 10^{-8}$ | $5.2 \times 10^{-8}$ |
| | | S | 0.100 | $1.1 \times 10^{-7}$ | 0.050 | $8.4 \times 10^{-8}$ | $5.5 \times 10^{-8}$ | $3.9 \times 10^{-8}$ | $3.3 \times 10^{-8}$ | $3.1 \times 10^{-8}$ |
| Cd-115 | 2.23 d | F | 0.100 | $4.0 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $2.6 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $7.5 \times 10^{-10}$ | $4.3 \times 10^{-10}$ | $3.5 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.100 | $6.7 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $4.8 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $9.8 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.100 | $7.2 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $5.1 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cd-115m | 44.6 d | F | 0.100 | $4.6 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $3.2 \times 10^{-8}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-8}$ | $6.4 \times 10^{-9}$ | $5.3 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.100 | $4.0 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $2.5 \times 10^{-8}$ | $1.4 \times 10^{-8}$ | $9.4 \times 10^{-9}$ | $7.3 \times 10^{-9}$ | $6.2 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.100 | $3.9 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $3.0 \times 10^{-8}$ | $1.7 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $8.9 \times 10^{-9}$ | $7.7 \times 10^{-9}$ |
| Cd-117 | 2.49 h | F | 0.100 | $7.4 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $5.2 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $8.1 \times 10^{-11}$ | $6.7 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.100 | $1.3 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $9.3 \times 10^{-10}$ | $4.5 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.100 | $1.4 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $9.8 \times 10^{-10}$ | $4.8 \times 10^{-10}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ |
| Cd-117m | 3.36 h | F | 0.100 | $8.9 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $6.7 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $9.4 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.100 | $1.5 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $1.1 \times 10^{-9}$ | $5.5 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.100 | $1.5 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $1.1 \times 10^{-9}$ | $5.7 \times 10^{-10}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ |
| **Indium** | | | | | | | | | | |
| In-109 | 4.20 h | F | 0.040 | $2.6 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $6.3 \times 10^{-11}$ | $3.6 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.040 | $3.3 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $2.6 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $8.4 \times 10^{-11}$ | $5.3 \times 10^{-11}$ | $4.2 \times 10^{-11}$ |
| In-110 | 4.90 h | F | 0.040 | $8.2 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $7.1 \times 10^{-10}$ | $3.7 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.040 | $9.9 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $8.3 \times 10^{-10}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ |
| In-110 | 1.15 h | F | 0.040 | $3.0 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $2.1 \times 10^{-10}$ | $9.9 \times 10^{-11}$ | $6.0 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.040 | $4.5 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $3.1 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $9.2 \times 10^{-11}$ | $5.8 \times 10^{-11}$ | $4.7 \times 10^{-11}$ |
| In-111 | 2.83 d | F | 0.040 | $1.2 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $8.6 \times 10^{-10}$ | $4.2 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.040 | $1.5 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $1.2 \times 10^{-9}$ | $6.2 \times 10^{-10}$ | $4.1 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ |
| In-112 | 0.240 h | F | 0.040 | $4.4 \times 10^{-11}$ | 0.020 | $3.0 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-11}$ | $8.7 \times 10^{-12}$ | $5.4 \times 10^{-12}$ | $4.7 \times 10^{-12}$ |
| | | M | 0.040 | $6.5 \times 10^{-11}$ | 0.020 | $4.4 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-11}$ | $8.7 \times 10^{-12}$ | $7.4 \times 10^{-12}$ |
| In-113m | 1.66 h | F | 0.040 | $1.0 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $7.0 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-11}$ | $9.7 \times 10^{-12}$ |
| | | M | 0.040 | $1.6 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $1.1 \times 10^{-10}$ | $5.5 \times 10^{-11}$ | $3.6 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ |
| In-114m | 49.5 d | F | 0.040 | $1.2 \times 10^{-7}$ | 0.020 | $7.7 \times 10^{-8}$ | $3.4 \times 10^{-8}$ | $1.9 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $9.3 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.040 | $4.8 \times 10^{-8}$ | 0.020 | $3.3 \times 10^{-8}$ | $1.6 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-8}$ | $7.8 \times 10^{-9}$ | $6.1 \times 10^{-9}$ |
| In-115 | $5.10 \times 10^{15}$ a | F | 0.040 | $8.3 \times 10^{-7}$ | 0.020 | $7.8 \times 10^{-7}$ | $5.5 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-7}$ | $4.2 \times 10^{-7}$ | $3.9 \times 10^{-7}$ |
| | | M | 0.040 | $3.0 \times 10^{-7}$ | 0.020 | $2.8 \times 10^{-7}$ | $2.1 \times 10^{-7}$ | $1.9 \times 10^{-7}$ | $1.7 \times 10^{-7}$ | $1.6 \times 10^{-7}$ |
| In-115m | 4.49 h | F | 0.040 | $2.8 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $1.9 \times 10^{-10}$ | $8.4 \times 10^{-11}$ | $5.1 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.040 | $4.7 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $3.3 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $7.2 \times 10^{-11}$ | $5.9 \times 10^{-11}$ |

## الجدول الثاني-سابعا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Type | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a | Age 2-7 a | Age 7-12 a | Age 12-17 a | Age > 17 a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $f_1$ | e(g) | | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) |
| In-116m | 0.902 h | F | 0.040 | $2.5 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $1.9 \times 10^{-10}$ | $9.2 \times 10^{-11}$ | $5.7 \times 10^{-11}$ | $3.4 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.040 | $3.6 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $2.7 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $8.5 \times 10^{-11}$ | $5.6 \times 10^{-11}$ | $4.5 \times 10^{-11}$ |
| In-117 | 0.730 h | F | 0.040 | $1.4 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $9.7 \times 10^{-11}$ | $4.5 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ | $1.5 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.040 | $2.3 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $1.6 \times 10^{-10}$ | $7.5 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ |
| In-117m | 1.94 h | F | 0.040 | $3.4 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $6.2 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.040 | $6.0 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $4.0 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $8.7 \times 10^{-11}$ | $7.2 \times 10^{-11}$ |
| In-119m | 0.300 h | F | 0.040 | $1.2 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $7.3 \times 10^{-11}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.040 | $1.8 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $1.1 \times 10^{-10}$ | $4.9 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ |
| **Tin** | | | | | | | | | | |
| Sn-110 | 4.00 h | F | 0.040 | $1.0 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $7.6 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $9.9 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.040 | $1.5 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $1.1 \times 10^{-9}$ | $5.1 \times 10^{-10}$ | $3.2 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ |
| Sn-111 | 0.588 h | F | 0.040 | $7.7 \times 10^{-11}$ | 0.020 | $5.4 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ | $9.4 \times 10^{-12}$ | $7.8 \times 10^{-12}$ |
| | | M | 0.040 | $1.1 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $8.0 \times 10^{-11}$ | $3.8 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-11}$ |
| Sn-113 | 115 d | F | 0.040 | $5.1 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $3.7 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $6.4 \times 10^{-10}$ | $5.4 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.040 | $1.3 \times 10^{-8}$ | 0.020 | $1.0 \times 10^{-8}$ | $5.8 \times 10^{-9}$ | $4.0 \times 10^{-9}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ | $2.7 \times 10^{-9}$ |
| Sn-117m | 13.6 d | F | 0.040 | $3.3 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $6.1 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.040 | $1.0 \times 10^{-8}$ | 0.020 | $7.7 \times 10^{-9}$ | $4.6 \times 10^{-9}$ | $3.4 \times 10^{-9}$ | $3.1 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ |
| Sn-119m | 293 d | F | 0.040 | $3.0 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $6.0 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.040 | $1.0 \times 10^{-8}$ | 0.020 | $7.9 \times 10^{-9}$ | $4.7 \times 10^{-9}$ | $3.1 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ |
| Sn-121 | 1.13 d | F | 0.040 | $7.7 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $5.0 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $7.0 \times 10^{-11}$ | $6.0 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.040 | $1.5 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $1.1 \times 10^{-9}$ | $5.1 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ |
| Sn-121m | 55.0 a | F | 0.040 | $6.9 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $5.4 \times 10^{-9}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $9.4 \times 10^{-10}$ | $8.0 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.040 | $1.9 \times 10^{-8}$ | 0.020 | $1.5 \times 10^{-8}$ | $9.2 \times 10^{-9}$ | $6.4 \times 10^{-9}$ | $5.5 \times 10^{-9}$ | $4.5 \times 10^{-9}$ |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sn-123 | 129 d | F | 0.040 | $1.4 \times 10^{-8}$ | 0.020 | $9.9 \times 10^{-9}$ | $4.5 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.040 | $4.0 \times 10^{-8}$ | 0.020 | $3.1 \times 10^{-8}$ | $1.8 \times 10^{-8}$ | $1.2 \times 10^{-8}$ | $9.5 \times 10^{-9}$ | $8.1 \times 10^{-9}$ |
| Sn-123m | 0.668 h | F | 0.040 | $1.4 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $8.9 \times 10^{-11}$ | $3.9 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ | $1.5 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.040 | $2.3 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $1.5 \times 10^{-10}$ | $7.0 \times 10^{-11}$ | $4.6 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ | $2.7 \times 10^{-11}$ |
| Sn-125 | 9.64 d | F | 0.040 | $1.2 \times 10^{-8}$ | 0.020 | $8.0 \times 10^{-9}$ | $3.5 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $8.9 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.040 | $2.1 \times 10^{-8}$ | 0.020 | $1.5 \times 10^{-8}$ | $7.6 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-9}$ | $3.6 \times 10^{-9}$ | $3.1 \times 10^{-9}$ |
| Sn-126 | $1.00 \times 10^{5}$ a | F | 0.040 | $7.3 \times 10^{-8}$ | 0.020 | $5.9 \times 10^{-8}$ | $3.2 \times 10^{-8}$ | $2.0 \times 10^{-8}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ |
| | | M | 0.040 | $1.2 \times 10^{-7}$ | 0.020 | $1.0 \times 10^{-7}$ | $6.2 \times 10^{-8}$ | $4.1 \times 10^{-8}$ | $3.3 \times 10^{-8}$ | $2.8 \times 10^{-8}$ |
| Sn-127 | 2.10 h | F | 0.040 | $6.6 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $4.7 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $7.9 \times 10^{-11}$ | $6.5 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.040 | $1.0 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $7.4 \times 10^{-10}$ | $3.7 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ |
| Sn-128 | 0.985 h | F | 0.040 | $5.1 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $3.6 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $6.1 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.040 | $8.0 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $5.5 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $9.2 \times 10^{-11}$ |
| **Antimony** | | | | | | | | | | |
| Sb-115 | 0.530 h | F | 0.200 | $8.1 \times 10^{-11}$ | 0.100 | $5.9 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-11}$ | $8.5 \times 10^{-12}$ |
| | | M | 0.020 | $1.2 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $8.3 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $1.2 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $8.6 \times 10^{-11}$ | $4.1 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ |
| Sb-116 | 0.263 h | F | 0.200 | $8.4 \times 10^{-11}$ | 0.100 | $6.2 \times 10^{-11}$ | $3.0 \times 10^{-11}$ | $1.9 \times 10^{-11}$ | $1.1 \times 10^{-11}$ | $9.1 \times 10^{-12}$ |
| | | M | 0.020 | $1.1 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $8.2 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ | $1.5 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $1.2 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $8.5 \times 10^{-11}$ | $4.1 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-11}$ |
| Sb-116m | 1.00 h | F | 0.200 | $2.6 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $6.6 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.020 | $3.6 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $2.8 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $9.1 \times 10^{-11}$ | $5.9 \times 10^{-11}$ | $4.7 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $3.7 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $2.9 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $9.4 \times 10^{-11}$ | $6.1 \times 10^{-11}$ | $4.9 \times 10^{-11}$ |
| Sb-117 | 2.80 h | F | 0.200 | $7.7 \times 10^{-11}$ | 0.100 | $6.0 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-11}$ | $8.5 \times 10^{-12}$ |
| | | M | 0.020 | $1.2 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $9.1 \times 10^{-11}$ | $4.6 \times 10^{-11}$ | $3.0 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $1.3 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $9.5 \times 10^{-11}$ | $4.8 \times 10^{-11}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ | $2.2 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ |
| Sb-118m | 5.00 h | F | 0.200 | $7.3 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $6.2 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $9.3 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.020 | $9.3 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $7.6 \times 10^{-10}$ | $4.0 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $9.5 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $7.8 \times 10^{-10}$ | $4.1 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ |

## الجدول الثاني-سابعا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Type | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a | Age 2-7 a | Age 7-12 a | Age 12-17 a | Age > 17 a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $f_1$ | e(g) | | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) |
| Sb-119 | 1.59 d | F | 0.200 | $2.7 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $2.0 \times 10^{-10}$ | $9.4 \times 10^{-11}$ | $5.5 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ | $2.3 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.020 | $4.0 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $2.8 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $7.9 \times 10^{-11}$ | $4.4 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $4.1 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $2.9 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $8.2 \times 10^{-11}$ | $4.5 \times 10^{-11}$ | $3.6 \times 10^{-11}$ |
| Sb-120 | 5.76 d | F | 0.200 | $4.1 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $3.3 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $6.7 \times 10^{-10}$ | $5.5 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.020 | $6.3 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $5.0 \times 10^{-9}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $6.6 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $5.3 \times 10^{-9}$ | $2.9 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| Sb-120 | 0.265 h | F | 0.200 | $4.6 \times 10^{-11}$ | 0.100 | $3.1 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ | $8.9 \times 10^{-12}$ | $5.4 \times 10^{-12}$ | $4.6 \times 10^{-12}$ |
| | | M | 0.020 | $6.6 \times 10^{-11}$ | 0.010 | $4.4 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-11}$ | $8.3 \times 10^{-12}$ | $7.0 \times 10^{-12}$ |
| | | S | 0.020 | $6.8 \times 10^{-11}$ | 0.010 | $4.6 \times 10^{-11}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ | $8.7 \times 10^{-12}$ | $7.3 \times 10^{-12}$ |
| Sb-122 | 2.70 d | F | 0.200 | $4.2 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $2.8 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $8.4 \times 10^{-10}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.020 | $8.3 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $5.7 \times 10^{-9}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $8.8 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $6.1 \times 10^{-9}$ | $3.0 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| Sb-124 | 60.2 d | F | 0.200 | $1.2 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $8.8 \times 10^{-9}$ | $4.3 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.020 | $3.1 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $2.4 \times 10^{-8}$ | $1.4 \times 10^{-8}$ | $9.6 \times 10^{-9}$ | $7.7 \times 10^{-9}$ | $6.4 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $3.9 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $3.1 \times 10^{-8}$ | $1.8 \times 10^{-8}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-8}$ | $8.6 \times 10^{-9}$ |
| Sb-124m | 0.337 h | F | 0.200 | $2.7 \times 10^{-11}$ | 0.100 | $1.9 \times 10^{-11}$ | $9.0 \times 10^{-12}$ | $5.6 \times 10^{-12}$ | $3.4 \times 10^{-12}$ | $2.8 \times 10^{-12}$ |
| | | M | 0.020 | $4.3 \times 10^{-11}$ | 0.010 | $3.1 \times 10^{-11}$ | $1.5 \times 10^{-11}$ | $9.6 \times 10^{-12}$ | $6.5 \times 10^{-12}$ | $5.4 \times 10^{-12}$ |
| | | S | 0.020 | $4.6 \times 10^{-11}$ | 0.010 | $3.3 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-11}$ | $7.2 \times 10^{-12}$ | $5.9 \times 10^{-12}$ |
| Sb-125 | 2.77 a | F | 0.200 | $8.7 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $6.8 \times 10^{-9}$ | $3.7 \times 10^{-9}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.020 | $2.0 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $1.6 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-8}$ | $6.8 \times 10^{-9}$ | $5.8 \times 10^{-9}$ | $4.8 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $4.2 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $3.8 \times 10^{-8}$ | $2.4 \times 10^{-8}$ | $1.6 \times 10^{-8}$ | $1.4 \times 10^{-8}$ | $1.2 \times 10^{-8}$ |
| Sb-126 | 12.4 d | F | 0.200 | $8.8 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $6.6 \times 10^{-9}$ | $3.3 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.020 | $1.7 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $1.3 \times 10^{-8}$ | $7.4 \times 10^{-9}$ | $5.1 \times 10^{-9}$ | $3.5 \times 10^{-9}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $1.9 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $1.5 \times 10^{-8}$ | $8.2 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-9}$ | $4.0 \times 10^{-9}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sb-126m | 0.317 h | F | 0.200 | $1.2 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $8.2 \times 10^{-11}$ | $3.8 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ | $1.5 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.020 | $1.7 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $1.2 \times 10^{-10}$ | $5.5 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ | $2.3 \times 10^{-11}$ | $1.9 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $1.8 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $1.2 \times 10^{-10}$ | $5.7 \times 10^{-11}$ | $3.7 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ |
| Sb-127 | 3.85 d | F | 0.200 | $5.1 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $3.5 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $9.7 \times 10^{-10}$ | $5.2 \times 10^{-10}$ | $4.3 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.020 | $1.0 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $7.3 \times 10^{-9}$ | $3.9 \times 10^{-9}$ | $2.7 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $1.1 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $7.9 \times 10^{-9}$ | $4.2 \times 10^{-9}$ | $3.0 \times 10^{-9}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ |
| Sb-128 | 9.01 h | F | 0.200 | $2.1 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $1.7 \times 10^{-9}$ | $8.3 \times 10^{-10}$ | $5.1 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.020 | $3.3 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $2.5 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $7.9 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-10}$ | $4.0 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $3.4 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $2.6 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $8.3 \times 10^{-10}$ | $5.2 \times 10^{-10}$ | $4.2 \times 10^{-10}$ |
| Sb-128 | 0.173 h | F | 0.200 | $9.8 \times 10^{-11}$ | 0.100 | $6.9 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.020 | $1.3 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $9.2 \times 10^{-11}$ | $4.3 \times 10^{-11}$ | $2.7 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $1.4 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $9.4 \times 10^{-11}$ | $4.4 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ | $1.5 \times 10^{-11}$ |
| Sb-129 | 4.32 h | F | 0.200 | $1.1 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $8.2 \times 10^{-10}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.020 | $2.0 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $1.4 \times 10^{-9}$ | $6.8 \times 10^{-10}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $2.1 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $1.5 \times 10^{-9}$ | $7.2 \times 10^{-10}$ | $4.6 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ |
| Sb-130 | 0.667 h | F | 0.200 | $3.0 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $6.6 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ | $3.3 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.020 | $4.5 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $3.2 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $9.8 \times 10^{-11}$ | $6.3 \times 10^{-11}$ | $5.1 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $4.6 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $3.3 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $6.5 \times 10^{-11}$ | $5.3 \times 10^{-11}$ |
| Sb-131 | 0.383 h | F | 0.200 | $3.5 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $2.8 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $7.7 \times 10^{-11}$ | $4.6 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.020 | $3.9 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $2.6 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $8.0 \times 10^{-11}$ | $5.3 \times 10^{-11}$ | $4.4 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $3.8 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $2.6 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $7.9 \times 10^{-11}$ | $5.3 \times 10^{-11}$ | $4.4 \times 10^{-11}$ |
| **Tellurium** | | | | | | | | | | |
| Te-116 | 2.49 h | F | 0.600 | $5.3 \times 10^{-10}$ | 0.300 | $4.2 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $7.2 \times 10^{-11}$ | $5.8 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $8.6 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $6.4 \times 10^{-10}$ | $3.2 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $9.1 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $6.7 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| Te-121 | 17.0 d | F | 0.600 | $1.7 \times 10^{-9}$ | 0.300 | $1.4 \times 10^{-9}$ | $7.2 \times 10^{-10}$ | $4.6 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.200 | $2.3 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $6.8 \times 10^{-10}$ | $4.7 \times 10^{-10}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $2.4 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $7.2 \times 10^{-10}$ | $5.1 \times 10^{-10}$ | $4.1 \times 10^{-10}$ |
| Te-121m | 154 d | F | 0.600 | $1.4 \times 10^{-8}$ | 0.300 | $1.0 \times 10^{-8}$ | $5.3 \times 10^{-9}$ | $3.3 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.200 | $1.9 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $1.5 \times 10^{-8}$ | $8.8 \times 10^{-9}$ | $6.1 \times 10^{-9}$ | $5.1 \times 10^{-9}$ | $4.2 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $2.3 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $1.9 \times 10^{-8}$ | $1.2 \times 10^{-8}$ | $8.1 \times 10^{-9}$ | $6.9 \times 10^{-9}$ | $5.7 \times 10^{-9}$ |

## الجدول الثاني-سابعا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Type | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a | Age 2-7 a | Age 7-12 a | Age 12-17 a | Age > 17 a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $f_1$ | e(g) | | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) |
| Te-123 | $1.00 \times 10^{13}$ a | F | 0.600 | $1.1 \times 10^{-8}$ | 0.300 | $9.1 \times 10^{-9}$ | $6.2 \times 10^{-9}$ | $4.8 \times 10^{-9}$ | $4.0 \times 10^{-9}$ | $3.9 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.200 | $5.6 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $4.4 \times 10^{-9}$ | $3.0 \times 10^{-9}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $5.3 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $5.0 \times 10^{-9}$ | $3.5 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ |
| Te-123m | 120 d | F | 0.600 | $9.8 \times 10^{-9}$ | 0.300 | $6.8 \times 10^{-9}$ | $3.4 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $9.5 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.200 | $1.8 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $1.3 \times 10^{-8}$ | $8.0 \times 10^{-9}$ | $5.7 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-9}$ | $4.0 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $2.0 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $1.6 \times 10^{-8}$ | $9.8 \times 10^{-9}$ | $7.1 \times 10^{-9}$ | $6.3 \times 10^{-9}$ | $5.1 \times 10^{-9}$ |
| Te-125m | 58.0 d | F | 0.600 | $6.2 \times 10^{-9}$ | 0.300 | $4.2 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $6.1 \times 10^{-10}$ | $5.1 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.200 | $1.5 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $1.1 \times 10^{-8}$ | $6.6 \times 10^{-9}$ | $4.8 \times 10^{-9}$ | $4.3 \times 10^{-9}$ | $3.4 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $1.7 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $1.3 \times 10^{-8}$ | $7.8 \times 10^{-9}$ | $5.8 \times 10^{-9}$ | $5.3 \times 10^{-9}$ | $4.2 \times 10^{-9}$ |
| Te-127 | 9.35 h | F | 0.600 | $4.3 \times 10^{-10}$ | 0.300 | $3.2 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $8.5 \times 10^{-11}$ | $4.5 \times 10^{-11}$ | $3.9 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $1.0 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $7.3 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $1.2 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $7.9 \times 10^{-10}$ | $3.9 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ |
| Te-127m | 109 d | F | 0.600 | $2.1 \times 10^{-8}$ | 0.300 | $1.4 \times 10^{-8}$ | $6.5 \times 10^{-9}$ | $3.5 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.200 | $3.5 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $2.6 \times 10^{-8}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $9.2 \times 10^{-9}$ | $7.4 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $4.1 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $3.3 \times 10^{-8}$ | $2.0 \times 10^{-8}$ | $1.4 \times 10^{-8}$ | $1.2 \times 10^{-8}$ | $9.8 \times 10^{-9}$ |
| Te-129 | 1.16 h | F | 0.600 | $1.8 \times 10^{-10}$ | 0.300 | $1.2 \times 10^{-10}$ | $5.1 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ | $1.9 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $3.3 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $2.2 \times 10^{-10}$ | $9.9 \times 10^{-11}$ | $6.5 \times 10^{-11}$ | $4.4 \times 10^{-11}$ | $3.7 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $3.5 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $6.9 \times 10^{-11}$ | $4.7 \times 10^{-11}$ | $3.9 \times 10^{-11}$ |
| Te-129m | 33.6 d | F | 0.600 | $2.0 \times 10^{-8}$ | 0.300 | $1.3 \times 10^{-8}$ | $5.8 \times 10^{-9}$ | $3.1 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.200 | $3.5 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $2.6 \times 10^{-8}$ | $1.4 \times 10^{-8}$ | $9.8 \times 10^{-9}$ | $8.0 \times 10^{-9}$ | $6.6 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $3.8 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $2.9 \times 10^{-8}$ | $1.7 \times 10^{-8}$ | $1.2 \times 10^{-8}$ | $9.6 \times 10^{-9}$ | $7.9 \times 10^{-9}$ |
| Te-131 | 0.417 h | F | 0.600 | $2.3 \times 10^{-10}$ | 0.300 | $2.0 \times 10^{-10}$ | $9.9 \times 10^{-11}$ | $5.3 \times 10^{-11}$ | $3.3 \times 10^{-11}$ | $2.3 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $2.6 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $1.7 \times 10^{-10}$ | $8.1 \times 10^{-11}$ | $5.2 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $2.4 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $1.6 \times 10^{-10}$ | $7.4 \times 10^{-11}$ | $4.9 \times 10^{-11}$ | $3.3 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Te-131m | 1.25 d | F | 0.600 | $8.7 \times 10^{-9}$ | 0.300 | $7.6 \times 10^{-9}$ | $3.9 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $8.6 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.200 | $7.9 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $5.8 \times 10^{-9}$ | $3.0 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $9.4 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $7.0 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $5.1 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $9.1 \times 10^{-10}$ |
| Te-132 | 3.26 d | F | 0.600 | $2.2 \times 10^{-8}$ | 0.300 | $1.8 \times 10^{-8}$ | $8.5 \times 10^{-9}$ | $4.2 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.200 | $1.6 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $1.3 \times 10^{-8}$ | $6.4 \times 10^{-9}$ | $4.0 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $1.5 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $1.1 \times 10^{-8}$ | $5.8 \times 10^{-9}$ | $3.8 \times 10^{-9}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ |
| Te-133 | 0.207 h | F | 0.600 | $2.4 \times 10^{-10}$ | 0.300 | $2.1 \times 10^{-10}$ | $9.6 \times 10^{-11}$ | $4.6 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ | $1.9 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $2.0 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $1.3 \times 10^{-10}$ | $6.1 \times 10^{-11}$ | $3.8 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $1.7 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $1.2 \times 10^{-10}$ | $5.4 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ | $2.2 \times 10^{-11}$ | $1.9 \times 10^{-11}$ |
| Te-133m | 0.923 h | F | 0.600 | $1.0 \times 10^{-9}$ | 0.300 | $8.9 \times 10^{-10}$ | $4.1 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $8.1 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $8.5 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $5.8 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $8.7 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $7.4 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $5.1 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $8.4 \times 10^{-11}$ |
| Te-134 | 0.696 h | F | 0.600 | $4.7 \times 10^{-10}$ | 0.300 | $3.7 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $6.0 \times 10^{-11}$ | $4.7 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $5.5 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $3.9 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $8.1 \times 10^{-11}$ | $6.6 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $5.6 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $4.0 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $8.4 \times 10^{-11}$ | $6.8 \times 10^{-11}$ |
| **Iodine** | | | | | | | | | | |
| I-120 | 1.35 h | F | 1.000 | $1.3 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $1.0 \times 10^{-9}$ | $4.8 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.200 | $1.1 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $7.3 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $1.0 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $6.9 \times 10^{-10}$ | $3.2 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ |
| I-120m | 0.883 h | F | 1.000 | $8.6 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $6.9 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $8.2 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $8.2 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $5.9 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $8.7 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $8.2 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $5.8 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $8.8 \times 10^{-11}$ |
| I-121 | 2.12 h | F | 1.000 | $2.3 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $6.0 \times 10^{-11}$ | $3.8 \times 10^{-11}$ | $2.7 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $2.1 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $1.5 \times 10^{-10}$ | $7.8 \times 10^{-11}$ | $4.9 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $1.9 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $1.4 \times 10^{-10}$ | $7.0 \times 10^{-11}$ | $4.5 \times 10^{-11}$ | $3.0 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ |
| I-123 | 13.2 h | F | 1.000 | $8.7 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $7.9 \times 10^{-10}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $7.4 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $5.3 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $3.9 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $8.2 \times 10^{-11}$ | $6.4 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $4.3 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $3.2 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $7.6 \times 10^{-11}$ | $6.0 \times 10^{-11}$ |
| I-124 | 4.18 d | F | 1.000 | $4.7 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $4.5 \times 10^{-8}$ | $2.2 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $6.7 \times 10^{-9}$ | $4.4 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.200 | $1.4 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $9.3 \times 10^{-9}$ | $4.6 \times 10^{-9}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $6.2 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $4.4 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $9.4 \times 10^{-10}$ | $7.7 \times 10^{-10}$ |

## الجدول الثاني-سابعا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Type | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a | Age 2-7 a | Age 7-12 a | Age 12-17 a | Age > 17 a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $f_1$ | e(g) | | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) |
| I-125 | 60.1 d | F | 1.000 | $2.0 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $2.3 \times 10^{-8}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $7.2 \times 10^{-9}$ | $5.1 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.200 | $6.9 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $5.6 \times 10^{-9}$ | $3.6 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $2.4 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $6.7 \times 10^{-10}$ | $4.8 \times 10^{-10}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ |
| I-126 | 13.0 d | F | 1.000 | $8.1 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $8.3 \times 10^{-8}$ | $4.5 \times 10^{-8}$ | $2.4 \times 10^{-8}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ | $9.8 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.200 | $2.4 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $1.7 \times 10^{-8}$ | $9.5 \times 10^{-9}$ | $5.5 \times 10^{-9}$ | $3.8 \times 10^{-9}$ | $2.7 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $8.3 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $5.9 \times 10^{-9}$ | $3.3 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ |
| I-128 | 0.416 h | F | 1.000 | $1.5 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $1.1 \times 10^{-10}$ | $4.7 \times 10^{-11}$ | $2.7 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $1.9 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $1.2 \times 10^{-10}$ | $5.3 \times 10^{-11}$ | $3.4 \times 10^{-11}$ | $2.2 \times 10^{-11}$ | $1.9 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $1.9 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $1.2 \times 10^{-10}$ | $5.4 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ | $2.3 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ |
| I-129 | $1.57 \times 10^{7}$ a | F | 1.000 | $7.2 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $8.6 \times 10^{-8}$ | $6.1 \times 10^{-8}$ | $6.7 \times 10^{-8}$ | $4.6 \times 10^{-8}$ | $3.6 \times 10^{-8}$ |
| | | M | 0.200 | $3.6 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $3.3 \times 10^{-8}$ | $2.4 \times 10^{-8}$ | $2.4 \times 10^{-8}$ | $1.9 \times 10^{-8}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ |
| | | S | 0.020 | $2.9 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $2.6 \times 10^{-8}$ | $1.8 \times 10^{-8}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $9.8 \times 10^{-9}$ |
| I-130 | 12.4 h | F | 1.000 | $8.2 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $7.4 \times 10^{-9}$ | $3.5 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $6.7 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.200 | $4.3 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $3.1 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $9.2 \times 10^{-10}$ | $5.8 \times 10^{-10}$ | $4.5 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $3.3 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $7.9 \times 10^{-10}$ | $5.1 \times 10^{-10}$ | $4.1 \times 10^{-10}$ |
| I-131 | 8.04 d | F | 1.000 | $7.2 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $7.2 \times 10^{-8}$ | $3.7 \times 10^{-8}$ | $1.9 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $7.4 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.200 | $2.2 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $1.5 \times 10^{-8}$ | $8.2 \times 10^{-9}$ | $4.7 \times 10^{-9}$ | $3.4 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $8.8 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $6.2 \times 10^{-9}$ | $3.5 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ |
| I-132 | 2.30 h | F | 1.000 | $1.1 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $9.6 \times 10^{-10}$ | $4.5 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $9.4 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $9.9 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $7.3 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $9.3 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $6.8 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| I-132m | 1.39 h | F | 1.000 | $9.6 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $8.4 \times 10^{-10}$ | $4.0 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $7.9 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $7.2 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $5.3 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $8.7 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $6.6 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $4.8 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $8.5 \times 10^{-11}$ |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I-133 | 20.8 h | F | 1.000 | $1.9 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $1.8 \times 10^{-8}$ | $8.3 \times 10^{-9}$ | $3.8 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.200 | $6.6 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $4.4 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $7.4 \times 10^{-10}$ | $5.5 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $3.8 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $2.9 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $9.0 \times 10^{-10}$ | $5.3 \times 10^{-10}$ | $4.3 \times 10^{-10}$ |
| I-134 | 0.876 h | F | 1.000 | $4.6 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $3.7 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $9.7 \times 10^{-11}$ | $5.9 \times 10^{-11}$ | $4.5 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $4.8 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $3.4 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $6.7 \times 10^{-11}$ | $5.4 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $4.8 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $3.4 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $6.8 \times 10^{-11}$ | $5.5 \times 10^{-11}$ |
| I-135 | 6.61 h | F | 1.000 | $4.1 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $3.7 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $7.9 \times 10^{-10}$ | $4.8 \times 10^{-10}$ | $3.2 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.200 | $2.2 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $1.6 \times 10^{-9}$ | $7.8 \times 10^{-10}$ | $4.7 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $1.8 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $1.3 \times 10^{-9}$ | $6.5 \times 10^{-10}$ | $4.2 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ |
| **Caesium** | | | | | | | | | | |
| Cs-125 | 0.750 h | F | 1.000 | $1.2 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $8.3 \times 10^{-11}$ | $3.9 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $2.0 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $1.4 \times 10^{-10}$ | $6.5 \times 10^{-11}$ | $4.2 \times 10^{-11}$ | $2.7 \times 10^{-11}$ | $2.2 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $2.1 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $1.4 \times 10^{-10}$ | $6.8 \times 10^{-11}$ | $4.4 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ | $2.3 \times 10^{-11}$ |
| Cs-127 | 6.25 h | F | 1.000 | $1.6 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $1.3 \times 10^{-10}$ | $6.9 \times 10^{-11}$ | $4.2 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $2.8 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $7.3 \times 10^{-11}$ | $4.6 \times 10^{-11}$ | $3.6 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $3.0 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $7.6 \times 10^{-11}$ | $4.8 \times 10^{-11}$ | $3.8 \times 10^{-11}$ |
| Cs-129 | 1.34 d | F | 1.000 | $3.4 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $2.8 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $8.7 \times 10^{-11}$ | $5.2 \times 10^{-11}$ | $4.2 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $5.7 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $4.6 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $9.1 \times 10^{-11}$ | $7.3 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $6.3 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $4.9 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $9.7 \times 10^{-11}$ | $7.7 \times 10^{-11}$ |
| Cs-130 | 0.498 h | F | 1.000 | $8.3 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $5.6 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ | $9.4 \times 10^{-12}$ | $7.8 \times 10^{-12}$ |
| | | M | 0.200 | $1.3 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $8.7 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $1.4 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $9.0 \times 10^{-11}$ | $4.1 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ |
| Cs-131 | 9.69 d | F | 1.000 | $2.4 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $1.7 \times 10^{-10}$ | $8.4 \times 10^{-11}$ | $5.3 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ | $2.7 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $3.5 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $2.6 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $8.5 \times 10^{-11}$ | $5.5 \times 10^{-11}$ | $4.4 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $3.8 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $2.8 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $9.1 \times 10^{-11}$ | $5.9 \times 10^{-11}$ | $4.7 \times 10^{-11}$ |
| Cs-132 | 6.48 d | F | 1.000 | $1.5 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $1.2 \times 10^{-9}$ | $6.4 \times 10^{-10}$ | $4.1 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.200 | $1.9 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $1.5 \times 10^{-9}$ | $8.4 \times 10^{-10}$ | $5.4 \times 10^{-10}$ | $3.7 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $2.0 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $1.6 \times 10^{-9}$ | $8.7 \times 10^{-10}$ | $5.6 \times 10^{-10}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ |
| Cs-134 | 2.06 a | F | 1.000 | $1.1 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $7.3 \times 10^{-9}$ | $5.2 \times 10^{-9}$ | $5.3 \times 10^{-9}$ | $6.3 \times 10^{-9}$ | $6.6 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.200 | $3.2 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $2.6 \times 10^{-8}$ | $1.6 \times 10^{-8}$ | $1.2 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $9.1 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $7.0 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $6.3 \times 10^{-8}$ | $4.1 \times 10^{-8}$ | $2.8 \times 10^{-8}$ | $2.3 \times 10^{-8}$ | $2.0 \times 10^{-8}$ |

## الجدول الثاني-سابعا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Type | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a | Age 2-7 a | Age 7-12 a | Age 12-17 a | Age > 17 a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $f_1$ | e(g) | | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) |
| Cs-134m | 2.90 h | F | 1.000 | $1.3 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $8.6 \times 10^{-11}$ | $3.8 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $3.3 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $8.3 \times 10^{-11}$ | $6.6 \times 10^{-11}$ | $5.4 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $3.6 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $9.2 \times 10^{-11}$ | $7.4 \times 10^{-11}$ | $6.0 \times 10^{-11}$ |
| Cs-135 | $2.30 \times 10^{6}$ a | F | 1.000 | $1.7 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $9.9 \times 10^{-10}$ | $6.2 \times 10^{-10}$ | $6.1 \times 10^{-10}$ | $6.8 \times 10^{-10}$ | $6.9 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.200 | $1.2 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $9.3 \times 10^{-9}$ | $5.7 \times 10^{-9}$ | $4.1 \times 10^{-9}$ | $3.8 \times 10^{-9}$ | $3.1 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $2.7 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $2.4 \times 10^{-8}$ | $1.6 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $9.5 \times 10^{-9}$ | $8.6 \times 10^{-9}$ |
| Cs-135m | 0.883 h | F | 1.000 | $9.2 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $7.8 \times 10^{-11}$ | $4.1 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ | $1.5 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $1.2 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $9.9 \times 10^{-11}$ | $5.2 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ | $1.9 \times 10^{-11}$ | $1.5 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $1.2 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $1.0 \times 10^{-10}$ | $5.3 \times 10^{-11}$ | $3.3 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ |
| Cs-136 | 13.1 d | F | 1.000 | $7.3 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $5.2 \times 10^{-9}$ | $2.9 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.200 | $1.3 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $1.0 \times 10^{-8}$ | $6.0 \times 10^{-9}$ | $3.7 \times 10^{-9}$ | $3.1 \times 10^{-9}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $1.5 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $1.1 \times 10^{-8}$ | $5.7 \times 10^{-9}$ | $4.1 \times 10^{-9}$ | $3.5 \times 10^{-9}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ |
| Cs-137 | 30.0 a | F | 1.000 | $8.8 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $5.4 \times 10^{-9}$ | $3.6 \times 10^{-9}$ | $3.7 \times 10^{-9}$ | $4.4 \times 10^{-9}$ | $4.6 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.200 | $3.6 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $2.9 \times 10^{-8}$ | $1.8 \times 10^{-8}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $9.7 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $1.1 \times 10^{-7}$ | 0.010 | $1.0 \times 10^{-7}$ | $7.0 \times 10^{-8}$ | $4.8 \times 10^{-8}$ | $4.2 \times 10^{-8}$ | $3.9 \times 10^{-8}$ |
| Cs-138 | 0.536 h | F | 1.000 | $2.6 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $1.8 \times 10^{-10}$ | $8.1 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $4.0 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $2.7 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $7.8 \times 10^{-11}$ | $4.9 \times 10^{-11}$ | $4.1 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $4.2 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $2.8 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $8.2 \times 10^{-11}$ | $5.1 \times 10^{-11}$ | $4.3 \times 10^{-11}$ |
| **Barium**[a] | | | | | | | | | | |
| Ba-126 | 1.61 h | F | 0.600 | $6.7 \times 10^{-10}$ | 0.200 | $5.2 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $6.9 \times 10^{-11}$ | $7.4 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $1.0 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $7.0 \times 10^{-10}$ | $3.2 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $1.1 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $7.2 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ |

(أ) قيمة $f_1$ في الباريوم بالنسبة لمن تتراوح أعمارهم بين ١ الى ١٥ عاما للنوع F هي ٢ر٠.

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ba-128 | 2.43 d | F | 0.600 | $5.9 \times 10^{-9}$ | 0.200 | $5.4 \times 10^{-9}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $7.4 \times 10^{-10}$ | $7.6 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.200 | $1.1 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $7.8 \times 10^{-9}$ | $3.7 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $1.2 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $8.3 \times 10^{-9}$ | $4.0 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ |
| Ba-131 | 11.8 d | F | 0.600 | $2.1 \times 10^{-9}$ | 0.200 | $1.4 \times 10^{-9}$ | $7.1 \times 10^{-10}$ | $4.7 \times 10^{-10}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.200 | $3.7 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $3.1 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $9.7 \times 10^{-10}$ | $7.6 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $4.0 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $3.0 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $8.7 \times 10^{-10}$ |
| Ba-131m | 0.243 h | F | 0.600 | $2.7 \times 10^{-11}$ | 0.200 | $2.1 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-11}$ | $6.7 \times 10^{-12}$ | $4.7 \times 10^{-12}$ | $4.0 \times 10^{-12}$ |
| | | M | 0.200 | $4.8 \times 10^{-11}$ | 0.100 | $3.3 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-11}$ | $9.0 \times 10^{-12}$ | $7.4 \times 10^{-12}$ |
| | | S | 0.020 | $5.0 \times 10^{-11}$ | 0.010 | $3.5 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-11}$ | $9.5 \times 10^{-12}$ | $7.8 \times 10^{-12}$ |
| Ba-133 | 10.7 a | F | 0.600 | $1.1 \times 10^{-8}$ | 0.200 | $4.5 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $3.7 \times 10^{-9}$ | $6.0 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.200 | $1.5 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $1.0 \times 10^{-8}$ | $6.4 \times 10^{-9}$ | $5.1 \times 10^{-9}$ | $5.5 \times 10^{-9}$ | $3.1 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $3.2 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $2.9 \times 10^{-8}$ | $2.0 \times 10^{-8}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-8}$ |
| Ba-133m | 1.62 d | F | 0.600 | $1.4 \times 10^{-9}$ | 0.200 | $1.1 \times 10^{-9}$ | $4.9 \times 10^{-10}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.200 | $3.0 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $6.9 \times 10^{-10}$ | $5.2 \times 10^{-10}$ | $4.2 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $3.1 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $7.6 \times 10^{-10}$ | $5.8 \times 10^{-10}$ | $4.6 \times 10^{-10}$ |
| Ba-135m | 1.20 d | F | 0.600 | $1.1 \times 10^{-9}$ | 0.200 | $1.0 \times 10^{-9}$ | $4.6 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.200 | $2.4 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $1.8 \times 10^{-9}$ | $8.9 \times 10^{-10}$ | $5.4 \times 10^{-10}$ | $4.1 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $2.7 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $1.9 \times 10^{-9}$ | $8.6 \times 10^{-10}$ | $5.9 \times 10^{-10}$ | $4.5 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ |
| Ba-139 | 1.38 h | F | 0.600 | $3.3 \times 10^{-10}$ | 0.200 | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $6.0 \times 10^{-11}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ | $3.4 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $5.4 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $3.5 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $6.6 \times 10^{-11}$ | $5.6 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $5.7 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $3.6 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $7.0 \times 10^{-11}$ | $5.9 \times 10^{-11}$ |
| Ba-140 | 12.7 d | F | 0.600 | $1.4 \times 10^{-8}$ | 0.200 | $7.8 \times 10^{-9}$ | $3.6 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.200 | $2.7 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $2.0 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $7.6 \times 10^{-9}$ | $6.2 \times 10^{-9}$ | $5.1 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $2.9 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $2.2 \times 10^{-8}$ | $1.2 \times 10^{-8}$ | $8.6 \times 10^{-9}$ | $7.1 \times 10^{-9}$ | $5.8 \times 10^{-9}$ |
| Ba-141 | 0.305 h | F | 0.600 | $1.9 \times 10^{-10}$ | 0.200 | $1.4 \times 10^{-10}$ | $6.4 \times 10^{-11}$ | $3.8 \times 10^{-11}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $3.0 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $2.0 \times 10^{-10}$ | $9.3 \times 10^{-11}$ | $5.9 \times 10^{-11}$ | $3.8 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $3.2 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $2.1 \times 10^{-10}$ | $9.7 \times 10^{-11}$ | $6.2 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ | $3.4 \times 10^{-11}$ |
| Ba-142 | 0.177 h | F | 0.600 | $1.3 \times 10^{-10}$ | 0.200 | $9.6 \times 10^{-11}$ | $4.5 \times 10^{-11}$ | $2.7 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ | $1.5 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $1.8 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $1.3 \times 10^{-10}$ | $6.1 \times 10^{-11}$ | $3.9 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $1.9 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $1.3 \times 10^{-10}$ | $6.2 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ | $2.2 \times 10^{-11}$ |

## الجدول الثاني-سابعا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Type | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1–2 a | Age 2–7 a | Age 7–12 a | Age 12–17 a | Age > 17 a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $f_1$ | e(g) | | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) |
| **Lanthanum** | | | | | | | | | | |
| La-131 | 0.983 h | F | 0.005 | $1.2 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.7 \times 10^{-11}$ | $4.2 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ | $1.5 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.005 | $1.8 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $6.4 \times 10^{-11}$ | $4.1 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ | $2.3 \times 10^{-11}$ |
| La-132 | 4.80 h | F | 0.005 | $1.0 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.7 \times 10^{-10}$ | $3.7 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.005 | $1.5 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $5.4 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ |
| La-135 | 19.5 h | F | 0.005 | $1.0 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.7 \times 10^{-11}$ | $3.8 \times 10^{-11}$ | $2.3 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.005 | $1.3 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $4.9 \times 10^{-11}$ | $3.0 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ |
| La-137 | $6.00 \times 10^{4}$ a | F | 0.005 | $2.5 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.3 \times 10^{-8}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $8.9 \times 10^{-9}$ | $8.7 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.005 | $8.6 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.1 \times 10^{-9}$ | $5.6 \times 10^{-9}$ | $4.0 \times 10^{-9}$ | $3.6 \times 10^{-9}$ | $3.6 \times 10^{-9}$ |
| La-138 | $1.35 \times 10^{11}$ a | F | 0.005 | $3.7 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.5 \times 10^{-7}$ | $2.4 \times 10^{-7}$ | $1.8 \times 10^{-7}$ | $1.6 \times 10^{-7}$ | $1.5 \times 10^{-7}$ |
| | | M | 0.005 | $1.3 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-7}$ | $9.1 \times 10^{-8}$ | $6.8 \times 10^{-8}$ | $6.4 \times 10^{-8}$ | $6.4 \times 10^{-8}$ |
| La-140 | 1.68 d | F | 0.005 | $5.8 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.2 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $6.9 \times 10^{-10}$ | $5.7 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.005 | $8.8 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.3 \times 10^{-9}$ | $3.1 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| La-141 | 3.93 h | F | 0.005 | $8.6 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.5 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $7.5 \times 10^{-11}$ | $6.3 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.005 | $1.4 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.3 \times 10^{-10}$ | $4.3 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ |
| La-142 | 1.54 h | F | 0.005 | $5.3 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $6.3 \times 10^{-11}$ | $5.2 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.005 | $8.1 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.7 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $8.9 \times 10^{-11}$ |
| La-143 | 0.237 h | F | 0.005 | $1.4 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.6 \times 10^{-11}$ | $3.7 \times 10^{-11}$ | $2.3 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.005 | $2.1 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $6.0 \times 10^{-11}$ | $3.9 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ |
| **Cerium** | | | | | | | | | | |
| Ce-134 | 3.00 d | F | 0.005 | $7.6 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.3 \times 10^{-9}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $7.7 \times 10^{-10}$ | $5.7 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.005 | $1.1 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.6 \times 10^{-9}$ | $3.7 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.005 | $1.2 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.0 \times 10^{-9}$ | $3.8 \times 10^{-9}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ce-135 | 17.6 h | F | 0.005 | $2.3 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $8.5 \times 10^{-10}$ | $5.3 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.005 | $3.6 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.7 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $8.9 \times 10^{-10}$ | $5.9 \times 10^{-10}$ | $4.8 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.005 | $3.7 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $9.4 \times 10^{-10}$ | $6.3 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-10}$ |
| Ce-137 | 9.00 h | F | 0.005 | $7.5 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.6 \times 10^{-11}$ | $2.7 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ | $8.7 \times 10^{-12}$ | $7.0 \times 10^{-12}$ |
| | | M | 0.005 | $1.1 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.6 \times 10^{-11}$ | $3.6 \times 10^{-11}$ | $2.2 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-11}$ | $9.8 \times 10^{-12}$ |
| | | S | 0.005 | $1.1 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.8 \times 10^{-11}$ | $3.7 \times 10^{-11}$ | $2.3 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-11}$ |
| Ce-137m | 1.43 d | F | 0.005 | $1.6 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $4.6 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.005 | $3.1 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $6.7 \times 10^{-10}$ | $5.1 \times 10^{-10}$ | $4.1 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.005 | $3.3 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $7.3 \times 10^{-10}$ | $5.6 \times 10^{-10}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ |
| Ce-139 | 138 d | F | 0.005 | $1.1 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.5 \times 10^{-9}$ | $4.5 \times 10^{-9}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.005 | $7.5 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.1 \times 10^{-9}$ | $3.6 \times 10^{-9}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.005 | $7.8 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.3 \times 10^{-9}$ | $3.9 \times 10^{-9}$ | $2.7 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ |
| Ce-141 | 32.5 d | F | 0.005 | $1.1 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.3 \times 10^{-9}$ | $3.5 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $9.3 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.005 | $1.4 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $6.3 \times 10^{-9}$ | $4.6 \times 10^{-9}$ | $4.1 \times 10^{-9}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.005 | $1.6 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-8}$ | $7.1 \times 10^{-9}$ | $5.3 \times 10^{-9}$ | $4.8 \times 10^{-9}$ | $3.8 \times 10^{-9}$ |
| Ce-143 | 1.38 d | F | 0.005 | $3.6 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $6.2 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.005 | $5.6 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.9 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $9.3 \times 10^{-10}$ | $7.5 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.005 | $5.9 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.1 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $8.3 \times 10^{-10}$ |
| Ce-144 | 284 d | F | 0.005 | $3.6 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.7 \times 10^{-7}$ | $1.4 \times 10^{-7}$ | $7.8 \times 10^{-8}$ | $4.8 \times 10^{-8}$ | $4.0 \times 10^{-8}$ |
| | | M | 0.005 | $1.9 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{4}$ | $1.6 \times 10^{7}$ | $8.8 \times 10^{8}$ | $5.5 \times 10^{8}$ | $4.1 \times 10^{-8}$ | $3.6 \times 10^{-8}$ |
| | | S | 0.005 | $2.1 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.8 \times 10^{-7}$ | $1.1 \times 10^{-7}$ | $7.3 \times 10^{-8}$ | $5.8 \times 10^{-8}$ | $5.3 \times 10^{-8}$ |
| **Praseodymium** | | | | | | | | | | |
| Pr-136 | 0.218 h | M | 0.005 | $1.3 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.8 \times 10^{-11}$ | $4.2 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.005 | $1.3 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.0 \times 10^{-11}$ | $4.3 \times 10^{-11}$ | $2.7 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ |
| Pr-137 | 1.28 h | M | 0.005 | $1.8 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $6.1 \times 10^{-11}$ | $3.9 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.005 | $1.9 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $6.4 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ |
| Pr-138m | 2.10 h | M | 0.005 | $5.9 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.5 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $9.0 \times 10^{-11}$ | $7.2 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.005 | $6.0 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.7 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $9.3 \times 10^{-11}$ | $7.4 \times 10^{-11}$ |
| Pr-139 | 4.51 h | M | 0.005 | $1.5 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $5.5 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ | $2.3 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.005 | $1.6 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $5.7 \times 10^{-11}$ | $3.7 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ |

## الجدول الثاني-سابعا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Type | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a | Age 2-7 a | Age 7-12 a | Age 12-17 a | Age > 17 a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $f_1$ | e(g) | | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) |
| Pr-142 | 19.1 h | M | 0.005 | $5.3 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.5 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $6.2 \times 10^{-10}$ | $5.2 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.005 | $5.5 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.7 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $6.6 \times 10^{-10}$ | $5.5 \times 10^{-10}$ |
| Pr-142m | 0.243 h | M | 0.005 | $6.7 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.5 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-11}$ | $7.9 \times 10^{-12}$ | $6.6 \times 10^{-12}$ |
| | | S | 0.005 | $7.0 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.7 \times 10^{-11}$ | $2.2 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ | $8.4 \times 10^{-12}$ | $7.0 \times 10^{-12}$ |
| Pr-143 | 13.6 d | M | 0.005 | $1.2 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.4 \times 10^{-9}$ | $4.6 \times 10^{-9}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ | $2.7 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.005 | $1.3 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.2 \times 10^{-9}$ | $5.1 \times 10^{-9}$ | $3.6 \times 10^{-9}$ | $3.0 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ |
| Pr-144 | 0.288 h | M | 0.005 | $1.9 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.005 | $1.9 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $5.2 \times 10^{-11}$ | $3.4 \times 10^{-11}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ |
| Pr-145 | 5.98 h | M | 0.005 | $1.6 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $4.7 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.005 | $1.6 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $4.9 \times 10^{-10}$ | $3.2 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ |
| Pr-147 | 0.227 h | M | 0.005 | $1.5 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $4.8 \times 10^{-11}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.005 | $1.6 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-11}$ | $3.3 \times 10^{-11}$ | $2.2 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ |
| **Neodymium** | | | | | | | | | | |
| Nd-136 | 0.844 h | M | 0.005 | $4.6 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.2 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $9.8 \times 10^{-11}$ | $6.3 \times 10^{-11}$ | $5.1 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.005 | $4.8 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $6.6 \times 10^{-11}$ | $5.4 \times 10^{-11}$ |
| Nd-138 | 5.04 h | M | 0.005 | $2.3 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $7.7 \times 10^{-10}$ | $4.8 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.005 | $2.4 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $8.0 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ |
| Nd-139 | 0.495 h | M | 0.005 | $9.0 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.2 \times 10^{-11}$ | $3.0 \times 10^{-11}$ | $1.9 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-11}$ | $9.9 \times 10^{-12}$ |
| | | S | 0.005 | $9.4 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.4 \times 10^{-11}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-11}$ |
| Nd-139m | 5.50 h | M | 0.005 | $1.1 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.8 \times 10^{-10}$ | $4.5 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.005 | $1.2 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.1 \times 10^{-10}$ | $4.6 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ |
| Nd-141 | 2.49 h | M | 0.005 | $4.1 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ | $1.5 \times 10^{-11}$ | $9.6 \times 10^{-12}$ | $6.0 \times 10^{-12}$ | $4.8 \times 10^{-12}$ |
| | | S | 0.005 | $4.3 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-11}$ | $6.2 \times 10^{-12}$ | $5.0 \times 10^{-12}$ |
| Nd-147 | 11.0 d | M | 0.005 | $1.1 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.0 \times 10^{-9}$ | $4.5 \times 10^{-9}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.005 | $1.2 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.6 \times 10^{-9}$ | $4.9 \times 10^{-9}$ | $3.5 \times 10^{-9}$ | $3.0 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nd-149 | 1.73 h | M | 0.005 | $6.8 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.6 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $8.4 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.005 | $7.1 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.8 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $8.9 \times 10^{-11}$ |
| Nd-151 | 0.207 h | M | 0.005 | $1.5 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.9 \times 10^{-11}$ | $4.6 \times 10^{-11}$ | $3.0 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.005 | $1.5 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $4.8 \times 10^{-11}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ |
| **Promethium** | | | | | | | | | | |
| Pm-141 | 0.348 h | M | 0.005 | $1.4 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.4 \times 10^{-11}$ | $4.3 \times 10^{-11}$ | $2.7 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.005 | $1.5 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.7 \times 10^{-11}$ | $4.4 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ | $1.5 \times 10^{-11}$ |
| Pm-143 | 265 d | M | 0.005 | $6.2 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.4 \times 10^{-9}$ | $3.3 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.005 | $5.5 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.8 \times 10^{-9}$ | $3.1 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ |
| Pm-144 | 363 d | M | 0.005 | $3.1 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.8 \times 10^{-8}$ | $1.8 \times 10^{-8}$ | $1.2 \times 10^{-8}$ | $9.3 \times 10^{-9}$ | $8.2 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.005 | $2.6 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.4 \times 10^{-8}$ | $1.6 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $8.9 \times 10^{-9}$ | $7.5 \times 10^{-9}$ |
| Pm-145 | 17.7 a | M | 0.005 | $1.1 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.8 \times 10^{-9}$ | $6.4 \times 10^{-9}$ | $4.3 \times 10^{-9}$ | $3.7 \times 10^{-9}$ | $3.6 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.005 | $7.1 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.5 \times 10^{-9}$ | $4.3 \times 10^{-9}$ | $2.9 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ |
| Pm-146 | 5.53 a | M | 0.005 | $6.4 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.9 \times 10^{-8}$ | $3.9 \times 10^{-8}$ | $2.6 \times 10^{-8}$ | $2.2 \times 10^{-8}$ | $2.1 \times 10^{-8}$ |
| | | S | 0.005 | $5.3 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.9 \times 10^{-8}$ | $3.3 \times 10^{-8}$ | $2.2 \times 10^{-8}$ | $1.9 \times 10^{-8}$ | $1.7 \times 10^{-8}$ |
| Pm-147 | 2.62 a | M | 0.005 | $2.1 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.8 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $7.0 \times 10^{-9}$ | $5.7 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.005 | $1.9 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.6 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-8}$ | $6.8 \times 10^{-9}$ | $5.8 \times 10^{-9}$ | $4.9 \times 10^{-9}$ |
| Pm-148 | 5.37 d | M | 0.005 | $1.5 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.0 \times 10^{-8}$ | $5.2 \times 10^{-9}$ | $3.4 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.005 | $1.5 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $5.5 \times 10^{-9}$ | $3.7 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ |
| Pm-148m | 41.3 d | M | 0.005 | $2.4 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.9 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $7.7 \times 10^{-9}$ | $6.3 \times 10^{-9}$ | $5.1 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.005 | $2.5 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.0 \times 10^{-8}$ | $1.2 \times 10^{-8}$ | $8.3 \times 10^{-9}$ | $7.1 \times 10^{-9}$ | $5.7 \times 10^{-9}$ |
| Pm-149 | 2.21 d | M | 0.005 | $5.0 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.5 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $8.3 \times 10^{-10}$ | $6.7 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.005 | $5.3 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.6 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $9.0 \times 10^{-10}$ | $7.3 \times 10^{-10}$ |
| Pm-150 | 2.68 h | M | 0.005 | $1.2 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.9 \times 10^{-10}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.005 | $1.2 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.2 \times 10^{-10}$ | $3.9 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ |
| Pm-151 | 1.18 d | M | 0.005 | $3.3 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $8.3 \times 10^{-10}$ | $5.3 \times 10^{-10}$ | $4.3 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.005 | $3.4 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $7.9 \times 10^{-10}$ | $5.7 \times 10^{-10}$ | $4.6 \times 10^{-10}$ |

## الجدول الثاني-سابعا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Type | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a e(g) | Age 2-7 a e(g) | Age 7-12 a e(g) | Age 12-17 a e(g) | Age > 17 a e(g) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $f_1$ | e(g) | | | | | | |
| **Samarium** | | | | | | | | | | |
| Sm-141 | 0.170 h | M | 0.005 | $1.5 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $4.7 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ | $1.5 \times 10^{-11}$ |
| Sm-141m | 0.377 h | M | 0.005 | $3.0 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $9.7 \times 10^{-11}$ | $6.1 \times 10^{-11}$ | $3.9 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ |
| Sm-142 | 1.21 h | M | 0.005 | $7.5 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.8 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $8.5 \times 10^{-11}$ | $7.1 \times 10^{-11}$ |
| Sm-145 | 340 d | M | 0.005 | $8.1 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.8 \times 10^{-9}$ | $4.0 \times 10^{-9}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ |
| Sm-146 | $1.03 \times 10^{8}$ a | M | 0.005 | $2.7 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.6 \times 10^{-5}$ | $1.7 \times 10^{-5}$ | $1.2 \times 10^{-5}$ | $1.1 \times 10^{-5}$ | $1.1 \times 10^{-5}$ |
| Sm-147 | $1.06 \times 10^{11}$ a | M | 0.005 | $2.5 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.3 \times 10^{-5}$ | $1.6 \times 10^{-5}$ | $1.1 \times 10^{-5}$ | $9.6 \times 10^{-6}$ | $9.6 \times 10^{-6}$ |
| Sm-151 | 90.0 a | M | 0.005 | $1.1 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.0 \times 10^{-8}$ | $6.7 \times 10^{-9}$ | $4.5 \times 10^{-9}$ | $4.0 \times 10^{-9}$ | $4.0 \times 10^{-9}$ |
| Sm-153 | 1.95 d | M | 0.005 | $4.2 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.9 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $7.9 \times 10^{-10}$ | $6.3 \times 10^{-10}$ |
| Sm-155 | 0.368 h | M | 0.005 | $1.5 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.9 \times 10^{-11}$ | $4.4 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ |
| Sm-156 | 9.40 h | M | 0.005 | $1.6 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $5.8 \times 10^{-10}$ | $3.5 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ |
| **Europium** | | | | | | | | | | |
| Eu-145 | 5.94 d | M | 0.005 | $3.6 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.9 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $6.8 \times 10^{-10}$ | $5.5 \times 10^{-10}$ |
| Eu-146 | 4.61 d | M | 0.005 | $5.5 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.4 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $8.0 \times 10^{-10}$ |
| Eu-147 | 24.0 d | M | 0.005 | $4.9 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.7 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| Eu-148 | 54.5 d | M | 0.005 | $1.4 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-8}$ | $6.8 \times 10^{-9}$ | $4.6 \times 10^{-9}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ |
| Eu-149 | 93.1 d | M | 0.005 | $1.6 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $7.3 \times 10^{-10}$ | $4.7 \times 10^{-10}$ | $3.5 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ |
| Eu-150 | 34.2 a | M | 0.005 | $1.1 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-7}$ | $7.8 \times 10^{-8}$ | $5.7 \times 10^{-8}$ | $5.3 \times 10^{-8}$ | $5.3 \times 10^{-8}$ |
| Eu-150 | 12.6 h | M | 0.005 | $1.6 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $5.2 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ |
| Eu-152 | 13.3 a | M | 0.005 | $1.1 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.0 \times 10^{-7}$ | $7.0 \times 10^{-8}$ | $4.9 \times 10^{-8}$ | $4.3 \times 10^{-8}$ | $4.2 \times 10^{-8}$ |
| Eu-152m | 9.32 h | M | 0.005 | $1.9 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $6.6 \times 10^{-10}$ | $4.2 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Eu-154 | 8.80 a | M | 0.005 | $1.6 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-7}$ | $9.7 \times 10^{-8}$ | $6.5 \times 10^{-8}$ | $5.6 \times 10^{-8}$ | $5.3 \times 10^{-8}$ |
| Eu-155 | 4.96 a | M | 0.005 | $2.6 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.3 \times 10^{-8}$ | $1.4 \times 10^{-8}$ | $9.2 \times 10^{-9}$ | $7.6 \times 10^{-9}$ | $6.9 \times 10^{-9}$ |
| Eu-156 | 15.2 d | M | 0.005 | $1.9 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.4 \times 10^{-8}$ | $7.7 \times 10^{-9}$ | $5.3 \times 10^{-9}$ | $4.2 \times 10^{-9}$ | $3.4 \times 10^{-9}$ |
| Eu-157 | 15.1 h | M | 0.005 | $2.5 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $8.9 \times 10^{-10}$ | $5.9 \times 10^{-10}$ | $3.5 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ |
| Eu-158 | 0.765 h | M | 0.005 | $4.3 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $8.5 \times 10^{-11}$ | $5.6 \times 10^{-11}$ | $4.7 \times 10^{-11}$ |
| **Gadolinium** | | | | | | | | | | |
| Gd-145 | 0.382 h | F | 0.005 | $1.3 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.6 \times 10^{-11}$ | $4.7 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.005 | $1.8 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $6.2 \times 10^{-11}$ | $3.9 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ |
| Gd-146 | 48.3 d | F | 0.005 | $2.9 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.3 \times 10^{-8}$ | $1.2 \times 10^{-8}$ | $7.8 \times 10^{-9}$ | $5.1 \times 10^{-9}$ | $4.4 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.005 | $2.8 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.2 \times 10^{-8}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ | $9.3 \times 10^{-9}$ | $7.9 \times 10^{-9}$ | $6.4 \times 10^{-9}$ |
| Gd-147 | 1.59 d | F | 0.005 | $2.1 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $8.4 \times 10^{-10}$ | $5.3 \times 10^{-10}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.005 | $2.8 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $7.5 \times 10^{-10}$ | $5.1 \times 10^{-10}$ | $4.0 \times 10^{-10}$ |
| Gd-148 | 93.0 a | F | 0.005 | $8.3 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.6 \times 10^{-5}$ | $4.7 \times 10^{-5}$ | $3.2 \times 10^{-5}$ | $2.6 \times 10^{-5}$ | $2.6 \times 10^{-5}$ |
| | | M | 0.005 | $3.2 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.9 \times 10^{-5}$ | $1.9 \times 10^{-5}$ | $1.3 \times 10^{-5}$ | $1.2 \times 10^{-5}$ | $1.1 \times 10^{-5}$ |
| Gd-149 | 9.40 d | F | 0.005 | $2.6 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $8.0 \times 10^{-10}$ | $5.1 \times 10^{-10}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.005 | $3.6 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.0 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $9.2 \times 10^{-10}$ | $7.3 \times 10^{-10}$ |
| Gd-151 | 120 d | F | 0.005 | $6.3 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.9 \times 10^{-9}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $9.2 \times 10^{-10}$ | $7.8 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.005 | $4.5 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.5 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $8.6 \times 10^{-10}$ |
| Gd-152 | $1.08 \times 10^{14}$ a | F | 0.005 | $5.9 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.4 \times 10^{-5}$ | $3.4 \times 10^{-5}$ | $2.4 \times 10^{-5}$ | $1.9 \times 10^{-5}$ | $1.9 \times 10^{-5}$ |
| | | M | 0.005 | $2.1 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.9 \times 10^{-5}$ | $1.3 \times 10^{-5}$ | $8.9 \times 10^{-6}$ | $7.9 \times 10^{-6}$ | $8.0 \times 10^{-6}$ |
| Gd-153 | 242 d | F | 0.005 | $1.5 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-8}$ | $6.5 \times 10^{-9}$ | $3.9 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.005 | $9.9 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.9 \times 10^{-9}$ | $4.8 \times 10^{-9}$ | $3.1 \times 10^{-9}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ |
| Gd-159 | 18.6 h | F | 0.005 | $1.2 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.9 \times 10^{-10}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.005 | $2.2 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $7.3 \times 10^{-10}$ | $4.9 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ |
| **Terbium** | | | | | | | | | | |
| Tb-147 | 1.65 h | M | 0.005 | $6.7 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.8 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $9.3 \times 10^{-11}$ | $7.6 \times 10^{-11}$ |
| Tb-149 | 4.15 h | M | 0.005 | $2.1 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ | $9.6 \times 10^{-9}$ | $6.6 \times 10^{-9}$ | $5.8 \times 10^{-9}$ | $4.9 \times 10^{-9}$ |

## الجدول الثاني-سابعا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Type | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a e(g) | Age 2-7 a e(g) | Age 7-12 a e(g) | Age 12-17 a e(g) | Age > 17 a e(g) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $f_1$ | e(g) | | | | | | |
| Tb-150 | 3.27 h | M | 0.005 | $1.0 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.4 \times 10^{-10}$ | $3.5 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| Tb-151 | 17.6 h | M | 0.005 | $1.6 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $6.3 \times 10^{-10}$ | $4.2 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ |
| Tb-153 | 2.34 d | M | 0.005 | $1.4 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $5.4 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ |
| Tb-154 | 21.4 h | M | 0.005 | $2.7 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $7.1 \times 10^{-10}$ | $4.5 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ |
| Tb-155 | 5.32 d | M | 0.005 | $1.4 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $5.6 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ |
| Tb-156 | 5.34 d | M | 0.005 | $7.0 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.4 \times 10^{-9}$ | $3.0 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ |
| Tb-156m | 1.02 d | M | 0.005 | $1.1 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.4 \times 10^{-10}$ | $4.7 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ |
| Tb-156m | 5.00 h | M | 0.005 | $6.2 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.5 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $9.6 \times 10^{-11}$ |
| Tb-157 | $1.50 \times 10^{2}$ a | M | 0.005 | $3.2 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.0 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ |
| Tb-158 | $1.50 \times 10^{2}$ a | M | 0.005 | $1.1 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.0 \times 10^{-7}$ | $7.0 \times 10^{-8}$ | $5.1 \times 10^{-8}$ | $4.7 \times 10^{-8}$ | $4.6 \times 10^{-8}$ |
| Tb-160 | 72.3 d | M | 0.005 | $3.2 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.5 \times 10^{-8}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-8}$ | $8.6 \times 10^{-9}$ | $7.0 \times 10^{-9}$ |
| Tb-161 | 6.91 d | M | 0.005 | $6.6 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.7 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ |
| **Dysprosium** | | | | | | | | | | |
| Dy-155 | 10.0 h | M | 0.005 | $5.6 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $9.6 \times 10^{-11}$ | $7.7 \times 10^{-11}$ |
| Dy-157 | 8.10 h | M | 0.005 | $2.4 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $9.9 \times 10^{-11}$ | $6.2 \times 10^{-11}$ | $3.8 \times 10^{-11}$ | $3.0 \times 10^{-11}$ |
| Dy-159 | 144 d | M | 0.005 | $2.1 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $9.6 \times 10^{-10}$ | $6.0 \times 10^{-10}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ | $3.7 \times 10^{-10}$ |
| Dy-165 | 2.33 h | M | 0.005 | $5.2 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $7.2 \times 10^{-11}$ | $6.0 \times 10^{-11}$ |
| Dy-166 | 3.40 d | M | 0.005 | $1.2 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.3 \times 10^{-9}$ | $4.4 \times 10^{-9}$ | $3.0 \times 10^{-9}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ |
| **Holmium** | | | | | | | | | | |
| Ho-155 | 0.800 h | M | 0.005 | $1.7 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $5.8 \times 10^{-11}$ | $3.7 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ |
| Ho-157 | 0.210 h | M | 0.005 | $3.4 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-11}$ | $8.0 \times 10^{-12}$ | $5.1 \times 10^{-12}$ | $4.2 \times 10^{-12}$ |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ho-159 | 0.550 h | M | 0.005 | $4.6 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.3 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ | $1.1 \times 10^{-11}$ | $7.5 \times 10^{-12}$ | $6.1 \times 10^{-12}$ |
| Ho-161 | 2.50 h | M | 0.005 | $5.7 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-11}$ | $7.5 \times 10^{-12}$ | $6.0 \times 10^{-12}$ |
| Ho-162 | 0.250 h | M | 0.005 | $2.1 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-11}$ | $7.2 \times 10^{-12}$ | $4.8 \times 10^{-12}$ | $3.4 \times 10^{-12}$ | $2.8 \times 10^{-12}$ |
| Ho-162m | 1.13 h | M | 0.005 | $1.5 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $5.8 \times 10^{-11}$ | $3.8 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ |
| Ho-164 | 0.483 h | M | 0.005 | $6.8 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.5 \times 10^{-11}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ | $9.9 \times 10^{-12}$ | $8.4 \times 10^{-12}$ |
| Ho-164m | 0.625 h | M | 0.005 | $9.1 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.9 \times 10^{-11}$ | $3.0 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-11}$ |
| Ho-166 | 1.12 d | M | 0.005 | $6.0 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.0 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $7.9 \times 10^{-10}$ | $6.5 \times 10^{-10}$ |
| Ho-166m | $1.20 \times 10^{3}$ a | M | 0.005 | $2.6 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.5 \times 10^{-7}$ | $1.8 \times 10^{-7}$ | $1.3 \times 10^{-7}$ | $1.2 \times 10^{-7}$ | $1.2 \times 10^{-7}$ |
| Ho-167 | 3.10 h | M | 0.005 | $5.2 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $8.7 \times 10^{-11}$ | $7.1 \times 10^{-11}$ |
| **Erbium** | | | | | | | | | | |
| Er-161 | 3.24 h | M | 0.005 | $3.8 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $9.5 \times 10^{-11}$ | $6.0 \times 10^{-11}$ | $4.8 \times 10^{-11}$ |
| Er-165 | 10.4 h | M | 0.005 | $7.2 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.3 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ | $9.6 \times 10^{-12}$ | $7.9 \times 10^{-12}$ |
| Er-169 | 9.30 d | M | 0.005 | $4.7 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.5 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ |
| Er-171 | 7.52 h | M | 0.005 | $1.8 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $5.9 \times 10^{-10}$ | $3.9 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ |
| Er-172 | 2.05 d | M | 0.005 | $6.6 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.7 \times 10^{-9}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| **Thulium** | | | | | | | | | | |
| Tm-162 | 0.362 h | M | 0.005 | $1.3 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.6 \times 10^{-11}$ | $4.7 \times 10^{-11}$ | $3.0 \times 10^{-11}$ | $1.9 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ |
| Tm-166 | 7.70 h | M | 0.005 | $1.3 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.9 \times 10^{-10}$ | $5.2 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ |
| Tm-167 | 9.24 d | M | 0.005 | $5.6 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.1 \times 10^{-9}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| Tm-170 | 129 d | M | 0.005 | $3.6 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.8 \times 10^{-8}$ | $1.6 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $8.5 \times 10^{-9}$ | $7.0 \times 10^{-9}$ |
| Tm-171 | 1.92 a | M | 0.005 | $6.8 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.7 \times 10^{-9}$ | $3.4 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ |
| Tm-172 | 2.65 d | M | 0.005 | $8.4 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.8 \times 10^{-9}$ | $2.9 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| Tm-173 | 8.24 h | M | 0.005 | $1.5 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ |
| Tm-175 | 0.253 h | M | 0.005 | $1.6 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-11}$ | $3.3 \times 10^{-11}$ | $2.2 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ |
| **Ytterbium** | | | | | | | | | | |
| Yb-162 | 0.315 h | M | 0.005 | $1.1 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.9 \times 10^{-11}$ | $3.9 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.005 | $1.2 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.2 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ |

## الجدول الثاني-سابعا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Type | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a | Age 2-7 a | Age 7-12 a | Age 12-17 a | Age > 17 a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $f_1$ | e(g) | | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) |
| Yb-166 | 2.36 d | M | 0.005 | $4.7 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.5 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $9.0 \times 10^{-10}$ | $7.2 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.005 | $4.9 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.7 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $9.6 \times 10^{-10}$ | $7.7 \times 10^{-10}$ |
| Yb-167 | 0.292 h | M | 0.005 | $4.4 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ | $1.1 \times 10^{-11}$ | $7.9 \times 10^{-12}$ | $6.5 \times 10^{-12}$ |
| | | S | 0.005 | $4.6 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ | $1.1 \times 10^{-11}$ | $8.4 \times 10^{-12}$ | $6.9 \times 10^{-12}$ |
| Yb-169 | 32.0 d | M | 0.005 | $1.2 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.7 \times 10^{-9}$ | $5.1 \times 10^{-9}$ | $3.7 \times 10^{-9}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.005 | $1.3 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.8 \times 10^{-9}$ | $5.9 \times 10^{-9}$ | $4.2 \times 10^{-9}$ | $3.7 \times 10^{-9}$ | $3.0 \times 10^{-9}$ |
| Yb-175 | 4.19 d | M | 0.005 | $3.5 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $9.8 \times 10^{-10}$ | $8.3 \times 10^{-10}$ | $6.5 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.005 | $3.7 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.7 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $9.2 \times 10^{-10}$ | $7.3 \times 10^{-10}$ |
| Yb-177 | 1.90 h | M | 0.005 | $5.0 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $7.8 \times 10^{-11}$ | $6.4 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.005 | $5.3 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.5 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $8.4 \times 10^{-11}$ | $6.9 \times 10^{-11}$ |
| Yb-178 | 1.23 h | M | 0.005 | $5.9 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.9 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $8.5 \times 10^{-11}$ | $7.0 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.005 | $6.2 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.1 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $9.1 \times 10^{-11}$ | $7.5 \times 10^{-11}$ |
| **Lutetium** | | | | | | | | | | |
| Lu-169 | 1.42 d | M | 0.005 | $2.3 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $9.5 \times 10^{-10}$ | $6.3 \times 10^{-10}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ | $3.5 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.005 | $2.4 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $6.7 \times 10^{-10}$ | $4.8 \times 10^{-10}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ |
| Lu-170 | 2.00 d | M | 0.005 | $4.3 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.4 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $7.8 \times 10^{-10}$ | $6.3 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.005 | $4.5 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.5 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $8.2 \times 10^{-10}$ | $6.6 \times 10^{-10}$ |
| Lu-171 | 8.22 d | M | 0.005 | $5.0 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.7 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $9.8 \times 10^{-10}$ | $8.0 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.005 | $4.7 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.9 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $8.8 \times 10^{-10}$ |
| Lu-172 | 6.70 d | M | 0.005 | $8.7 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.7 \times 10^{-9}$ | $3.8 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.005 | $9.3 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.1 \times 10^{-9}$ | $4.0 \times 10^{-9}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ |
| Lu-173 | 1.37 a | M | 0.005 | $1.0 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.5 \times 10^{-9}$ | $5.1 \times 10^{-9}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.005 | $1.0 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.7 \times 10^{-9}$ | $5.4 \times 10^{-9}$ | $3.6 \times 10^{-9}$ | $2.9 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lu-174 | 3.31 a | M | 0.005 | $1.7 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ | $9.1 \times 10^{-9}$ | $5.8 \times 10^{-9}$ | $4.7 \times 10^{-9}$ | $4.2 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.005 | $1.6 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.4 \times 10^{-8}$ | $8.9 \times 10^{-9}$ | $5.9 \times 10^{-9}$ | $4.9 \times 10^{-9}$ | $4.2 \times 10^{-9}$ |
| Lu-174m | 142 d | M | 0.005 | $1.9 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.4 \times 10^{-8}$ | $8.6 \times 10^{-9}$ | $5.4 \times 10^{-9}$ | $4.3 \times 10^{-9}$ | $3.7 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.005 | $2.0 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ | $9.2 \times 10^{-9}$ | $6.1 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-9}$ | $4.2 \times 10^{-9}$ |
| Lu-176 | $3.60 \times 10^{10}$ a | M | 0.005 | $1.8 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.7 \times 10^{-7}$ | $1.1 \times 10^{-7}$ | $7.8 \times 10^{-8}$ | $7.1 \times 10^{-8}$ | $7.0 \times 10^{-8}$ |
| | | S | 0.005 | $1.5 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.4 \times 10^{-7}$ | $9.4 \times 10^{-8}$ | $6.5 \times 10^{-8}$ | $5.9 \times 10^{-8}$ | $5.6 \times 10^{-8}$ |
| Lu-176m | 3.68 h | M | 0.005 | $8.9 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.9 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.005 | $9.3 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.2 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| Lu-177 | 6.71 d | M | 0.005 | $5.3 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.8 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.005 | $5.7 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.1 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ |
| Lu-177m | 161 d | M | 0.005 | $5.8 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.6 \times 10^{-8}$ | $2.8 \times 10^{-8}$ | $1.9 \times 10^{-8}$ | $1.6 \times 10^{-8}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ |
| | | S | 0.005 | $6.5 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.3 \times 10^{-8}$ | $3.2 \times 10^{-8}$ | $2.3 \times 10^{-8}$ | $2.0 \times 10^{-8}$ | $1.6 \times 10^{-8}$ |
| Lu-178 | 0.473 h | M | 0.005 | $2.3 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $6.6 \times 10^{-11}$ | $4.3 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.005 | $2.4 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $6.9 \times 10^{-11}$ | $4.5 \times 10^{-11}$ | $3.0 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ |
| Lu-178m | 0.378 h | M | 0.005 | $2.6 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $8.3 \times 10^{-11}$ | $5.6 \times 10^{-11}$ | $3.8 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.005 | $2.7 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $8.7 \times 10^{-11}$ | $5.8 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ | $3.3 \times 10^{-11}$ |
| Lu-179 | 4.59 h | M | 0.005 | $9.9 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.5 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.005 | $1.0 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.8 \times 10^{-10}$ | $3.2 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| **Hafnium** | | | | | | | | | | |
| Hf-170 | 16.0 h | F | 0.020 | $1.4 \times 10^{-9}$ | 0.002 | $1.1 \times 10^{-9}$ | $5.4 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.020 | $2.2 \times 10^{-9}$ | 0.002 | $1.7 \times 10^{-9}$ | $8.7 \times 10^{-10}$ | $5.8 \times 10^{-10}$ | $3.9 \times 10^{-10}$ | $3.2 \times 10^{-10}$ |
| Hf-172 | 1.87 a | F | 0.020 | $1.5 \times 10^{-7}$ | 0.002 | $1.3 \times 10^{-7}$ | $7.8 \times 10^{-8}$ | $4.9 \times 10^{-8}$ | $3.5 \times 10^{-8}$ | $3.2 \times 10^{-8}$ |
| | | M | 0.020 | $8.1 \times 10^{-8}$ | 0.002 | $6.9 \times 10^{-8}$ | $4.3 \times 10^{-8}$ | $2.8 \times 10^{-8}$ | $2.3 \times 10^{-8}$ | $2.0 \times 10^{-8}$ |
| Hf-173 | 24.0 h | F | 0.020 | $6.6 \times 10^{-10}$ | 0.002 | $5.0 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $8.9 \times 10^{-11}$ | $7.4 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.020 | $1.1 \times 10^{-9}$ | 0.002 | $8.2 \times 10^{-10}$ | $4.3 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ |
| Hf-175 | 70.0 d | F | 0.020 | $5.4 \times 10^{-9}$ | 0.002 | $4.0 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $8.5 \times 10^{-10}$ | $7.2 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.020 | $5.8 \times 10^{-9}$ | 0.002 | $4.5 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ |
| Hf-177m | 0.856 h | F | 0.020 | $3.9 \times 10^{-10}$ | 0.002 | $2.8 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $8.5 \times 10^{-11}$ | $5.2 \times 10^{-11}$ | $4.4 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.020 | $6.5 \times 10^{-10}$ | 0.002 | $4.7 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $9.0 \times 10^{-11}$ |

## الجدول الثاني-سابعا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Type | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a | Age 2-7 a | Age 7-12 a | Age 12-17 a | Age > 17 a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $f_1$ | e(g) | | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) |
| Hf-178m | 31.0 a | F | 0.020 | $6.2 \times 10^{-7}$ | 0.002 | $5.8 \times 10^{-7}$ | $4.0 \times 10^{-7}$ | $3.1 \times 10^{-7}$ | $2.7 \times 10^{-7}$ | $2.6 \times 10^{-7}$ |
| | | M | 0.020 | $2.6 \times 10^{-7}$ | 0.002 | $2.4 \times 10^{-7}$ | $1.7 \times 10^{-7}$ | $1.3 \times 10^{-7}$ | $1.2 \times 10^{-7}$ | $1.2 \times 10^{-7}$ |
| Hf-179m | 25.1 d | F | 0.020 | $9.7 \times 10^{-9}$ | 0.002 | $6.8 \times 10^{-9}$ | $3.4 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.020 | $1.7 \times 10^{-8}$ | 0.002 | $1.3 \times 10^{-8}$ | $7.6 \times 10^{-9}$ | $5.5 \times 10^{-9}$ | $4.8 \times 10^{-9}$ | $3.8 \times 10^{-9}$ |
| Hf-180m | 5.50 h | F | 0.020 | $5.4 \times 10^{-10}$ | 0.002 | $4.1 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $7.2 \times 10^{-11}$ | $5.9 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.020 | $9.1 \times 10^{-10}$ | 0.002 | $6.8 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ |
| Hf-181 | 42.4 d | F | 0.020 | $1.3 \times 10^{-8}$ | 0.002 | $9.6 \times 10^{-9}$ | $4.8 \times 10^{-9}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.020 | $2.2 \times 10^{-8}$ | 0.002 | $1.7 \times 10^{-8}$ | $9.9 \times 10^{-9}$ | $7.1 \times 10^{-9}$ | $6.3 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-9}$ |
| Hf-182 | $9.00 \times 10^{6}$ a | F | 0.020 | $6.5 \times 10^{-7}$ | 0.002 | $6.2 \times 10^{-7}$ | $4.4 \times 10^{-7}$ | $3.6 \times 10^{-7}$ | $3.1 \times 10^{-7}$ | $3.1 \times 10^{-7}$ |
| | | M | 0.020 | $2.4 \times 10^{-7}$ | 0.002 | $2.3 \times 10^{-7}$ | $1.7 \times 10^{-7}$ | $1.3 \times 10^{-7}$ | $1.3 \times 10^{-7}$ | $1.3 \times 10^{-7}$ |
| Hf-182m | 1.02 h | F | 0.020 | $1.9 \times 10^{-10}$ | 0.002 | $1.4 \times 10^{-10}$ | $6.6 \times 10^{-11}$ | $4.2 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.020 | $3.2 \times 10^{-10}$ | 0.002 | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $7.8 \times 10^{-11}$ | $5.6 \times 10^{-11}$ | $4.6 \times 10^{-11}$ |
| Hf-183 | 1.07 h | F | 0.020 | $2.5 \times 10^{-10}$ | 0.002 | $1.7 \times 10^{-10}$ | $7.9 \times 10^{-11}$ | $4.9 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.020 | $4.4 \times 10^{-10}$ | 0.002 | $3.0 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $9.8 \times 10^{-11}$ | $7.0 \times 10^{-11}$ | $5.7 \times 10^{-11}$ |
| Hf-184 | 4.12 h | F | 0.020 | $1.4 \times 10^{-9}$ | 0.002 | $9.6 \times 10^{-10}$ | $4.3 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.020 | $2.6 \times 10^{-9}$ | 0.002 | $1.8 \times 10^{-9}$ | $8.9 \times 10^{-10}$ | $5.9 \times 10^{-10}$ | $4.0 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ |
| **Tantalum** | | | | | | | | | | |
| Ta-172 | 0.613 h | M | 0.010 | $2.8 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $1.9 \times 10^{-10}$ | $9.3 \times 10^{-11}$ | $6.0 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ | $3.3 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.010 | $2.9 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $2.0 \times 10^{-10}$ | $9.8 \times 10^{-11}$ | $6.3 \times 10^{-11}$ | $4.2 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ |
| Ta-173 | 3.65 h | M | 0.010 | $8.8 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $6.2 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.010 | $9.2 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $6.5 \times 10^{-10}$ | $3.2 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| Ta-174 | 1.20 h | M | 0.010 | $3.2 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $7.1 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-11}$ | $4.1 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.010 | $3.4 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $7.5 \times 10^{-11}$ | $5.3 \times 10^{-11}$ | $4.3 \times 10^{-11}$ |
| Ta-175 | 10.5 h | M | 0.010 | $9.1 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $7.0 \times 10^{-10}$ | $3.7 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.010 | $9.5 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $7.3 \times 10^{-10}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ta-176 | 8.08 h | M | 0.010 | $1.4 \times 10^{-9}$ | 0.001 | $1.1 \times 10^{-9}$ | $5.7 \times 10^{-10}$ | $3.7 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.010 | $1.4 \times 10^{-9}$ | 0.001 | $1.1 \times 10^{-9}$ | $5.9 \times 10^{-10}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ |
| Ta-177 | 2.36 d | M | 0.010 | $6.5 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $4.7 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $9.6 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.010 | $6.9 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $5.0 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| Ta-178 | 2.20 h | M | 0.010 | $4.4 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $3.3 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $8.0 \times 10^{-11}$ | $6.5 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.010 | $4.6 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $3.4 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $8.5 \times 10^{-11}$ | $6.8 \times 10^{-11}$ |
| Ta-179 | 1.82 a | M | 0.010 | $1.2 \times 10^{-9}$ | 0.001 | $9.6 \times 10^{-10}$ | $5.5 \times 10^{-10}$ | $3.5 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.010 | $2.4 \times 10^{-9}$ | 0.001 | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $8.3 \times 10^{-10}$ | $6.4 \times 10^{-10}$ | $5.6 \times 10^{-10}$ |
| Ta-180 | $1.00 \times 10^{13}$ a | M | 0.010 | $2.7 \times 10^{-8}$ | 0.001 | $2.2 \times 10^{-8}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ | $9.2 \times 10^{-9}$ | $7.9 \times 10^{-9}$ | $6.4 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.010 | $7.0 \times 10^{-8}$ | 0.001 | $6.5 \times 10^{-8}$ | $4.5 \times 10^{-8}$ | $3.1 \times 10^{-8}$ | $2.8 \times 10^{-8}$ | $2.6 \times 10^{-8}$ |
| Ta-180m | 8.10 h | M | 0.010 | $3.1 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $7.4 \times 10^{-11}$ | $4.8 \times 10^{-11}$ | $4.4 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.010 | $3.3 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $7.9 \times 10^{-11}$ | $5.2 \times 10^{-11}$ | $4.2 \times 10^{-11}$ |
| Ta-182 | 115 d | M | 0.010 | $3.2 \times 10^{-8}$ | 0.001 | $2.6 \times 10^{-8}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $9.5 \times 10^{-9}$ | $7.6 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.010 | $4.2 \times 10^{-8}$ | 0.001 | $3.4 \times 10^{-8}$ | $2.1 \times 10^{-8}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-8}$ |
| Ta-182m | 0.264 h | M | 0.010 | $1.6 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $1.1 \times 10^{-10}$ | $4.9 \times 10^{-11}$ | $3.4 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.010 | $1.6 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $1.1 \times 10^{-10}$ | $5.2 \times 10^{-11}$ | $3.6 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ |
| Ta-183 | 5.10 d | M | 0.010 | $1.0 \times 10^{-8}$ | 0.001 | $7.4 \times 10^{-9}$ | $4.1 \times 10^{-9}$ | $2.9 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.010 | $1.1 \times 10^{-8}$ | 0.001 | $8.0 \times 10^{-9}$ | $4.5 \times 10^{-9}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ | $2.7 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ |
| Ta-184 | 8.70 h | M | 0.010 | $3.2 \times 10^{-9}$ | 0.001 | $2.3 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $7.5 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-10}$ | $4.1 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.010 | $3.4 \times 10^{-9}$ | 0.001 | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $7.9 \times 10^{-10}$ | $5.4 \times 10^{-10}$ | $4.3 \times 10^{-10}$ |
| Ta-185 | 0.816 h | M | 0.010 | $3.8 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $7.7 \times 10^{-11}$ | $5.4 \times 10^{-11}$ | $4.5 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.010 | $4.0 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $2.6 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $8.2 \times 10^{-11}$ | $5.7 \times 10^{-11}$ | $4.8 \times 10^{-11}$ |
| Ta-186 | 0.175 h | M | 0.010 | $1.6 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $1.1 \times 10^{-10}$ | $4.8 \times 10^{-11}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.010 | $1.6 \times 10^{-10}$ | 0.001 | $1.1 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ |
| **Tungsten** | | | | | | | | | | |
| W-176 | 2.30 h | F | 0.600 | $3.3 \times 10^{-10}$ | 0.300 | $2.7 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $8.6 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-11}$ | $4.1 \times 10^{-11}$ |
| W-177 | 2.25 h | F | 0.600 | $2.0 \times 10^{-10}$ | 0.300 | $1.6 \times 10^{-10}$ | $8.2 \times 10^{-11}$ | $5.1 \times 10^{-11}$ | $3.0 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ |
| W-178 | 21.7 d | F | 0.600 | $7.2 \times 10^{-10}$ | 0.300 | $5.4 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $8.7 \times 10^{-11}$ | $7.2 \times 10^{-11}$ |

## الجدول الثاني-سابعا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Type | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a | Age 2-7 a | Age 7-12 a | Age 12-17 a | Age > 17 a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $f_1$ | e(g) | | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) |
| W-179 | 0.625 h | F | 0.600 | $9.3 \times 10^{-12}$ | 0.300 | $6.8 \times 10^{-12}$ | $3.3 \times 10^{-12}$ | $2.0 \times 10^{-12}$ | $1.2 \times 10^{-12}$ | $9.2 \times 10^{-13}$ |
| W-181 | 121 d | F | 0.600 | $2.5 \times 10^{-10}$ | 0.300 | $1.9 \times 10^{-10}$ | $9.2 \times 10^{-11}$ | $5.7 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ | $2.7 \times 10^{-11}$ |
| W-185 | 75.1 d | F | 0.600 | $1.4 \times 10^{-9}$ | 0.300 | $1.0 \times 10^{-9}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| W-187 | 23.9 h | F | 0.600 | $2.0 \times 10^{-9}$ | 0.300 | $1.5 \times 10^{-9}$ | $7.0 \times 10^{-10}$ | $4.3 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ |
| W-188 | 69.4 d | F | 0.600 | $7.1 \times 10^{-9}$ | 0.300 | $5.0 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $6.8 \times 10^{-10}$ | $5.7 \times 10^{-10}$ |
| **Rhenium** | | | | | | | | | | |
| Re-177 | 0.233 h | F | 1.000 | $9.4 \times 10^{-11}$ | 0.800 | $6.7 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ | $1.9 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-11}$ | $9.7 \times 10^{-12}$ |
| | | M | 1.000 | $1.1 \times 10^{-10}$ | 0.800 | $7.9 \times 10^{-11}$ | $3.9 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ |
| Re-178 | 0.220 h | F | 1.000 | $9.9 \times 10^{-11}$ | 0.800 | $6.8 \times 10^{-11}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ | $1.9 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 1.000 | $1.3 \times 10^{-10}$ | 0.800 | $8.5 \times 10^{-11}$ | $3.9 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ |
| Re-181 | 20.0 h | F | 1.000 | $2.0 \times 10^{-9}$ | 0.800 | $1.4 \times 10^{-9}$ | $6.7 \times 10^{-10}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 1.000 | $2.1 \times 10^{-9}$ | 0.800 | $1.5 \times 10^{-9}$ | $7.4 \times 10^{-10}$ | $4.6 \times 10^{-10}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ |
| Re-182 | 2.67 d | F | 1.000 | $6.5 \times 10^{-9}$ | 0.800 | $4.7 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $8.0 \times 10^{-10}$ | $6.4 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 1.000 | $8.7 \times 10^{-9}$ | 0.800 | $6.3 \times 10^{-9}$ | $3.4 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ |
| Re-182 | 12.7 h | F | 1.000 | $1.3 \times 10^{-9}$ | 0.800 | $1.0 \times 10^{-9}$ | $4.9 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 1.000 | $1.4 \times 10^{-9}$ | 0.800 | $1.1 \times 10^{-9}$ | $5.7 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ |
| Re-184 | 38.0 d | F | 1.000 | $4.1 \times 10^{-9}$ | 0.800 | $2.9 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $8.6 \times 10^{-10}$ | $5.4 \times 10^{-10}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 1.000 | $9.1 \times 10^{-9}$ | 0.800 | $6.8 \times 10^{-9}$ | $4.0 \times 10^{-9}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ |
| Re-184m | 165 d | F | 1.000 | $6.6 \times 10^{-9}$ | 0.800 | $4.6 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $7.3 \times 10^{-10}$ | $5.9 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 1.000 | $2.9 \times 10^{-8}$ | 0.800 | $2.2 \times 10^{-8}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ | $9.3 \times 10^{-9}$ | $8.1 \times 10^{-9}$ | $6.5 \times 10^{-9}$ |
| Re-186 | 3.78 d | F | 1.000 | $7.3 \times 10^{-9}$ | 0.800 | $4.7 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $6.6 \times 10^{-10}$ | $5.2 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 1.000 | $8.7 \times 10^{-9}$ | 0.800 | $5.7 \times 10^{-9}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| Re-186m | $2.00 \times 10^{5}$ a | F | 1.000 | $1.2 \times 10^{-8}$ | 0.800 | $7.0 \times 10^{-9}$ | $2.9 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $8.3 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 1.000 | $5.9 \times 10^{-8}$ | 0.800 | $4.6 \times 10^{-8}$ | $2.7 \times 10^{-8}$ | $1.8 \times 10^{-8}$ | $1.4 \times 10^{-8}$ | $1.2 \times 10^{-8}$ |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Re-187 | $5.00 \times 10^{10}$ a | F | 1.000 | $2.6 \times 10^{-11}$ | 0.800 | $1.6 \times 10^{-11}$ | $6.8 \times 10^{-12}$ | $3.8 \times 10^{-12}$ | $2.3 \times 10^{-12}$ | $1.8 \times 10^{-12}$ |
| | | M | 1.000 | $5.7 \times 10^{-11}$ | 0.800 | $4.1 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-11}$ | $7.5 \times 10^{-12}$ | $6.3 \times 10^{-12}$ |
| Re-188 | 17.0 h | F | 1.000 | $6.5 \times 10^{-9}$ | 0.800 | $4.4 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $6.1 \times 10^{-10}$ | $4.6 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 1.000 | $6.0 \times 10^{-9}$ | 0.800 | $4.0 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $6.8 \times 10^{-10}$ | $5.4 \times 10^{-10}$ |
| Re-188m | 0.310 h | F | 1.000 | $1.4 \times 10^{-10}$ | 0.800 | $9.1 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 1.000 | $1.3 \times 10^{-10}$ | 0.800 | $8.6 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ | $2.7 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-11}$ |
| Re-189 | 1.01 d | F | 1.000 | $3.7 \times 10^{-9}$ | 0.800 | $2.5 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $5.8 \times 10^{-10}$ | $3.5 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 1.000 | $3.9 \times 10^{-9}$ | 0.800 | $2.6 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $7.6 \times 10^{-10}$ | $5.5 \times 10^{-10}$ | $4.3 \times 10^{-10}$ |
| **Osmium** | | | | | | | | | | |
| Os-180 | 0.366 h | F | 0.020 | $7.1 \times 10^{-11}$ | 0.010 | $5.3 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-11}$ | $8.2 \times 10^{-12}$ |
| | | M | 0.020 | $1.1 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $7.9 \times 10^{-11}$ | $3.9 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $1.1 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $8.2 \times 10^{-11}$ | $4.1 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ | $1.5 \times 10^{-11}$ |
| Os-181 | 1.75 h | F | 0.020 | $3.0 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $7.0 \times 10^{-11}$ | $4.1 \times 10^{-11}$ | $3.3 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.020 | $4.5 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $3.4 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $7.6 \times 10^{-11}$ | $6.2 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $4.7 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $3.6 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $8.1 \times 10^{-11}$ | $6.5 \times 10^{-11}$ |
| Os-182 | 22.0 h | F | 0.020 | $1.6 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $1.2 \times 10^{-9}$ | $6.0 \times 10^{-10}$ | $3.7 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.020 | $2.5 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $6.6 \times 10^{-10}$ | $4.5 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $2.6 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $6.9 \times 10^{-10}$ | $4.8 \times 10^{-10}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ |
| Os-185 | 94.0 d | F | 0.020 | $7.2 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $5.8 \times 10^{-9}$ | $3.1 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.020 | $6.6 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $5.4 \times 10^{-9}$ | $2.9 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $7.0 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $5.8 \times 10^{-9}$ | $3.6 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ |
| Os-189m | 6.00 h | F | 0.020 | $3.8 \times 10^{-11}$ | 0.010 | $2.8 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-11}$ | $7.0 \times 10^{-12}$ | $3.5 \times 10^{-12}$ | $2.5 \times 10^{-12}$ |
| | | M | 0.020 | $6.5 \times 10^{-11}$ | 0.010 | $4.1 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ | $1.1 \times 10^{-11}$ | $6.0 \times 10^{-12}$ | $5.0 \times 10^{-12}$ |
| | | S | 0.020 | $6.8 \times 10^{-11}$ | 0.010 | $4.3 \times 10^{-11}$ | $1.9 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-11}$ | $6.3 \times 10^{-12}$ | $5.3 \times 10^{-12}$ |
| Os-191 | 15.4 d | F | 0.020 | $2.8 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $1.9 \times 10^{-9}$ | $8.5 \times 10^{-10}$ | $5.3 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.020 | $8.0 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $5.8 \times 10^{-9}$ | $3.4 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $9.0 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $6.5 \times 10^{-9}$ | $3.9 \times 10^{-9}$ | $2.7 \times 10^{-9}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ |
| Os-191m | 13.0 h | F | 0.020 | $3.0 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $2.0 \times 10^{-10}$ | $8.8 \times 10^{-11}$ | $5.4 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.020 | $7.8 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $5.4 \times 10^{-10}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $8.5 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $6.0 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ |

## الجدول الثاني-سابعا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Type | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a | Age 2-7 a | Age 7-12 a | Age 12-17 a | Age > 17 a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $f_1$ | e(g) | | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) |
| Os-193 | 1.25 d | F | 0.020 | $1.9 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $1.2 \times 10^{-9}$ | $5.2 \times 10^{-10}$ | $3.2 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.020 | $3.8 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $2.6 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $8.4 \times 10^{-10}$ | $5.9 \times 10^{-10}$ | $4.8 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $4.0 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $2.7 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $9.0 \times 10^{-10}$ | $6.4 \times 10^{-10}$ | $5.2 \times 10^{-10}$ |
| Os-194 | 6.00 a | F | 0.020 | $8.7 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $6.8 \times 10^{-8}$ | $3.4 \times 10^{-8}$ | $2.1 \times 10^{-8}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ |
| | | M | 0.020 | $9.9 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $8.3 \times 10^{-8}$ | $4.8 \times 10^{-8}$ | $3.1 \times 10^{-8}$ | $2.4 \times 10^{-8}$ | $2.1 \times 10^{-8}$ |
| | | S | 0.020 | $2.6 \times 10^{-7}$ | 0.010 | $2.4 \times 10^{-7}$ | $1.6 \times 10^{-7}$ | $1.1 \times 10^{-7}$ | $8.8 \times 10^{-8}$ | $8.5 \times 10^{-8}$ |
| **Iridium** | | | | | | | | | | |
| Ir-182 | 0.250 h | F | 0.020 | $1.4 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $9.8 \times 10^{-11}$ | $4.5 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.020 | $2.1 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $1.4 \times 10^{-10}$ | $6.7 \times 10^{-11}$ | $4.3 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ | $2.3 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $2.2 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $1.5 \times 10^{-10}$ | $6.9 \times 10^{-11}$ | $4.4 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ |
| Ir-184 | 3.02 h | F | 0.020 | $5.7 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $4.4 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $7.6 \times 10^{-11}$ | $6.2 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.020 | $8.6 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $6.4 \times 10^{-10}$ | $3.2 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $8.9 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $6.6 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| Ir-185 | 14.0 h | F | 0.020 | $8.0 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $6.1 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $8.2 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.020 | $1.3 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $9.7 \times 10^{-10}$ | $4.9 \times 10^{-10}$ | $3.2 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $1.4 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $1.0 \times 10^{-9}$ | $5.2 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ |
| Ir-186 | 15.8 h | F | 0.020 | $1.5 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $1.2 \times 10^{-9}$ | $5.9 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.020 | $2.2 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $1.7 \times 10^{-9}$ | $8.8 \times 10^{-10}$ | $5.8 \times 10^{-10}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $2.3 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $1.8 \times 10^{-9}$ | $9.2 \times 10^{-10}$ | $6.0 \times 10^{-10}$ | $4.0 \times 10^{-10}$ | $3.2 \times 10^{-10}$ |
| Ir-186 | 1.75 h | F | 0.020 | $2.1 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $1.6 \times 10^{-10}$ | $7.7 \times 10^{-11}$ | $4.8 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ | $2.3 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.020 | $3.3 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $7.7 \times 10^{-11}$ | $5.1 \times 10^{-11}$ | $4.2 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $3.4 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $8.1 \times 10^{-11}$ | $5.4 \times 10^{-11}$ | $4.4 \times 10^{-11}$ |
| Ir-187 | 10.5 h | F | 0.020 | $3.6 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $2.8 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $8.2 \times 10^{-11}$ | $4.6 \times 10^{-11}$ | $3.7 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.020 | $5.8 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $4.3 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $9.2 \times 10^{-11}$ | $7.4 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $6.0 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $4.5 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $9.7 \times 10^{-11}$ | $7.9 \times 10^{-11}$ |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ir-188 | 1.73 d | F | 0.020 | $2.0 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $1.6 \times 10^{-9}$ | $8.0 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.020 | $2.7 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $7.5 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-10}$ | $4.0 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $2.8 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $7.8 \times 10^{-10}$ | $5.2 \times 10^{-10}$ | $4.2 \times 10^{-10}$ |
| Ir-189 | 13.3 d | F | 0.020 | $1.2 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $8.2 \times 10^{-10}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.020 | $2.7 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $7.7 \times 10^{-10}$ | $6.4 \times 10^{-10}$ | $5.2 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $3.0 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $8.7 \times 10^{-10}$ | $7.3 \times 10^{-10}$ | $6.0 \times 10^{-10}$ |
| Ir-190 | 12.1 d | F | 0.020 | $6.2 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $4.7 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $9.1 \times 10^{-10}$ | $7.7 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.020 | $1.1 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $8.6 \times 10^{-9}$ | $4.4 \times 10^{-9}$ | $3.1 \times 10^{-9}$ | $2.7 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $1.1 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $9.4 \times 10^{-9}$ | $4.8 \times 10^{-9}$ | $3.5 \times 10^{-9}$ | $3.0 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ |
| Ir-190m | 3.10 h | F | 0.020 | $4.2 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $3.4 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $6.0 \times 10^{-11}$ | $4.9 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.020 | $6.0 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $4.7 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $9.9 \times 10^{-11}$ | $7.9 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $6.2 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $4.8 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $8.3 \times 10^{-11}$ |
| Ir-190m | 1.20 h | F | 0.020 | $3.2 \times 10^{-11}$ | 0.010 | $2.4 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-11}$ | $7.2 \times 10^{-12}$ | $4.3 \times 10^{-12}$ | $3.6 \times 10^{-12}$ |
| | | M | 0.020 | $5.7 \times 10^{-11}$ | 0.010 | $4.2 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-11}$ | $9.3 \times 10^{-12}$ |
| | | S | 0.020 | $5.5 \times 10^{-11}$ | 0.010 | $4.5 \times 10^{-11}$ | $2.2 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-11}$ |
| Ir-192 | 74.0 d | F | 0.020 | $1.5 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $1.1 \times 10^{-8}$ | $5.7 \times 10^{-9}$ | $3.3 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.020 | $2.3 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $1.8 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $7.6 \times 10^{-9}$ | $6.4 \times 10^{-9}$ | $5.2 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $2.8 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $2.2 \times 10^{-8}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ | $9.5 \times 10^{-9}$ | $8.1 \times 10^{-9}$ | $6.6 \times 10^{-9}$ |
| Ir-192m | $2.41 \times 10^{2}$ a | F | 0.020 | $2.7 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $2.3 \times 10^{-8}$ | $1.4 \times 10^{-8}$ | $8.2 \times 10^{-9}$ | $5.4 \times 10^{-9}$ | $4.8 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.020 | $2.3 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $2.1 \times 10^{-8}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ | $8.4 \times 10^{-9}$ | $6.6 \times 10^{-9}$ | $5.8 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $9.2 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $9.1 \times 10^{-8}$ | $6.5 \times 10^{-8}$ | $4.5 \times 10^{-8}$ | $4.0 \times 10^{-8}$ | $3.9 \times 10^{-8}$ |
| Ir-193m | 11.9 d | F | 0.020 | $1.2 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $8.4 \times 10^{-10}$ | $3.7 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.020 | $4.8 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $3.5 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $5.4 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $4.0 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ |
| Ir-194 | 19.1 h | F | 0.020 | $2.9 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $1.9 \times 10^{-9}$ | $8.1 \times 10^{-10}$ | $4.9 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.020 | $5.3 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $3.5 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $6.3 \times 10^{-10}$ | $5.2 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $5.5 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $3.7 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $6.7 \times 10^{-10}$ | $5.6 \times 10^{-10}$ |
| Ir-194m | 171 d | F | 0.020 | $3.4 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $2.7 \times 10^{-8}$ | $1.4 \times 10^{-8}$ | $9.5 \times 10^{-9}$ | $6.2 \times 10^{-9}$ | $5.4 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.020 | $3.9 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $3.2 \times 10^{-8}$ | $1.9 \times 10^{-8}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $9.0 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $5.0 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $4.2 \times 10^{-8}$ | $2.6 \times 10^{-8}$ | $1.8 \times 10^{-8}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ |

## الجدول الثاني-سابعا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Type | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a | Age 2-7 a | Age 7-12 a | Age 12-17 a | Age > 17 a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $f_1$ | e(g) | | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) |
| Ir-195 | 2.50 h | F | 0.020 | $2.9 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $1.9 \times 10^{-10}$ | $8.1 \times 10^{-11}$ | $5.1 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.020 | $5.4 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $3.6 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $8.1 \times 10^{-11}$ | $6.7 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $5.7 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $3.8 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $8.7 \times 10^{-11}$ | $7.1 \times 10^{-11}$ |
| Ir-195m | 3.80 h | F | 0.020 | $6.9 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $4.8 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $7.2 \times 10^{-11}$ | $6.0 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.020 | $1.2 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $8.6 \times 10^{-10}$ | $4.2 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $1.3 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $9.0 \times 10^{-10}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ |
| **Platinum** | | | | | | | | | | |
| Pt-186 | 2.00 h | F | 0.020 | $3.0 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $7.2 \times 10^{-11}$ | $4.1 \times 10^{-11}$ | $3.3 \times 10^{-11}$ |
| Pt-188 | 10.2 d | F | 0.020 | $3.6 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $2.7 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $8.4 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-10}$ | $4.2 \times 10^{-10}$ |
| Pt-189 | 10.9 h | F | 0.020 | $3.8 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $2.9 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $8.4 \times 10^{-11}$ | $4.7 \times 10^{-11}$ | $3.8 \times 10^{-11}$ |
| Pt-191 | 2.80 d | F | 0.020 | $1.1 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $7.9 \times 10^{-10}$ | $3.7 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| Pt-193 | 50.0 a | F | 0.020 | $2.2 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $1.6 \times 10^{-10}$ | $7.2 \times 10^{-11}$ | $4.3 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ |
| Pt-193m | 4.33 d | F | 0.020 | $1.6 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $1.0 \times 10^{-9}$ | $4.5 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| Pt-195m | 4.02 d | F | 0.020 | $2.2 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $1.5 \times 10^{-9}$ | $6.4 \times 10^{-10}$ | $3.9 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ |
| Pt-197 | 18.3 h | F | 0.020 | $1.1 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $7.3 \times 10^{-10}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $8.5 \times 10^{-11}$ |
| Pt-197m | 1.57 h | F | 0.020 | $2.8 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $1.8 \times 10^{-10}$ | $7.9 \times 10^{-11}$ | $4.9 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ |
| Pt-199 | 0.513 h | F | 0.020 | $1.3 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $8.3 \times 10^{-11}$ | $3.6 \times 10^{-11}$ | $2.3 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-11}$ |
| Pt-200 | 12.5 h | F | 0.020 | $2.6 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $1.7 \times 10^{-9}$ | $7.2 \times 10^{-10}$ | $5.1 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ |
| **Gold** | | | | | | | | | | |
| Au-193 | 17.6 h | F | 0.200 | $3.7 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $2.8 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $7.9 \times 10^{-11}$ | $4.3 \times 10^{-11}$ | $3.6 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $7.5 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $5.6 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.200 | $7.9 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $5.9 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Au-194 | 1.65 d | F | 0.200 | $1.2 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $9.6 \times 10^{-10}$ | $4.9 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.200 | $1.7 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $1.4 \times 10^{-9}$ | $7.1 \times 10^{-10}$ | $4.6 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.200 | $1.7 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $1.4 \times 10^{-9}$ | $7.3 \times 10^{-10}$ | $4.7 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ |
| Au-195 | 183 d | F | 0.200 | $7.2 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $5.3 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $8.1 \times 10^{-11}$ | $6.6 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $5.2 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $4.1 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.200 | $8.1 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $6.6 \times 10^{-9}$ | $3.9 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ |
| Au-198 | 2.69 d | F | 0.200 | $2.4 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $1.7 \times 10^{-9}$ | $7.6 \times 10^{-10}$ | $4.7 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.200 | $5.0 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $4.1 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $9.7 \times 10^{-10}$ | $7.8 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.200 | $5.4 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $4.4 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $8.6 \times 10^{-10}$ |
| Au-198m | 2.30 d | F | 0.200 | $3.3 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $6.9 \times 10^{-10}$ | $3.7 \times 10^{-10}$ | $3.2 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.200 | $8.7 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $6.5 \times 10^{-9}$ | $3.6 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.200 | $9.5 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $7.1 \times 10^{-9}$ | $4.0 \times 10^{-9}$ | $2.9 \times 10^{-9}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ |
| Au-199 | 3.14 d | F | 0.200 | $1.1 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $7.9 \times 10^{-10}$ | $3.5 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $9.8 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $3.4 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $2.5 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $9.0 \times 10^{-10}$ | $7.1 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.200 | $3.8 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $2.8 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $7.9 \times 10^{-10}$ |
| Au-200 | 0.807 h | F | 0.200 | $1.9 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $1.2 \times 10^{-10}$ | $5.2 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ | $1.9 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $3.2 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $2.1 \times 10^{-10}$ | $9.3 \times 10^{-11}$ | $6.0 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ | $3.3 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.200 | $3.4 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $2.1 \times 10^{-10}$ | $9.8 \times 10^{-11}$ | $6.3 \times 10^{-11}$ | $4.2 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ |
| Au-200m | 18.7 h | F | 0.200 | $2.7 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $6.4 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.200 | $4.8 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $3.7 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $8.4 \times 10^{-10}$ | $6.8 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.200 | $5.1 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $3.9 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $8.9 \times 10^{-10}$ | $7.2 \times 10^{-10}$ |
| Au-201 | 0.440 h | F | 0.200 | $9.0 \times 10^{-11}$ | 0.100 | $5.7 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-11}$ | $8.7 \times 10^{-12}$ |
| | | M | 0.200 | $1.5 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $9.6 \times 10^{-11}$ | $4.3 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ | $2.0 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.200 | $1.5 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $1.0 \times 10^{-10}$ | $4.5 \times 10^{-11}$ | $3.0 \times 10^{-11}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ |
| **Mercury** | | | | | | | | | | |
| Hg-193 (organic) | 3.50 h | F | 0.800 | $2.2 \times 10^{-10}$ | 0.400 | $1.8 \times 10^{-10}$ | $8.2 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ |
| Hg-193 (inorganic) | 3.50 h | F | 0.040 | $2.7 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $2.0 \times 10^{-10}$ | $8.9 \times 10^{-11}$ | $5.5 \times 10^{-11}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.040 | $5.3 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $3.8 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $9.2 \times 10^{-11}$ | $7.5 \times 10^{-11}$ |

## الجدول الثاني-سابعا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Type | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a | Age 2-7 a | Age 7-12 a | Age 12-17 a | Age > 17 a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $f_1$ | e(g) | | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) |
| Hg-193m (organic) | 11.1 h | F | 0.800 | $8.4 \times 10^{-10}$ | 0.400 | $7.6 \times 10^{-10}$ | $3.7 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ |
| Hg-193m (inorganic) | 11.1 h | F | 0.040 | $1.1 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $8.5 \times 10^{-10}$ | $4.1 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.040 | $1.9 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $1.4 \times 10^{-9}$ | $7.2 \times 10^{-10}$ | $4.7 \times 10^{-10}$ | $3.2 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ |
| Hg-194 (organic) | $2.60 \times 10^2$ a | F | 0.800 | $4.9 \times 10^{-8}$ | 0.400 | $3.7 \times 10^{-8}$ | $2.4 \times 10^{-8}$ | $1.9 \times 10^{-8}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ | $1.4 \times 10^{-8}$ |
| Hg-194 (inorganic) | $2.60 \times 10^2$ a | F | 0.040 | $3.2 \times 10^{-8}$ | 0.020 | $2.9 \times 10^{-8}$ | $2.0 \times 10^{-8}$ | $1.6 \times 10^{-8}$ | $1.4 \times 10^{-8}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ |
| | | M | 0.040 | $2.1 \times 10^{-8}$ | 0.020 | $1.9 \times 10^{-8}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-8}$ | $8.9 \times 10^{-9}$ | $8.3 \times 10^{-9}$ |
| Hg-195 (organic) | 9.90 h | F | 0.800 | $2.0 \times 10^{-10}$ | 0.400 | $1.8 \times 10^{-10}$ | $8.5 \times 10^{-11}$ | $5.1 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ | $2.3 \times 10^{-11}$ |
| Hg-195 (inorganic) | 9.90 h | F | 0.040 | $2.7 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $2.0 \times 10^{-10}$ | $9.5 \times 10^{-11}$ | $5.7 \times 10^{-11}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.040 | $5.3 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $3.9 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $9.0 \times 10^{-11}$ | $7.3 \times 10^{-11}$ |
| Hg-195m (organic) | 1.73 d | F | 0.800 | $1.1 \times 10^{-9}$ | 0.400 | $9.7 \times 10^{-10}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| Hg-195m (inorganic) | 1.73 d | F | 0.040 | $1.6 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $1.1 \times 10^{-9}$ | $5.1 \times 10^{-10}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.040 | $3.7 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $2.6 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $8.5 \times 10^{-10}$ | $6.7 \times 10^{-10}$ | $5.3 \times 10^{-10}$ |
| Hg-197 (organic) | 2.67 d | F | 0.800 | $4.7 \times 10^{-10}$ | 0.400 | $4.0 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $5.8 \times 10^{-11}$ | $4.7 \times 10^{-11}$ |
| Hg-197 (inorganic) | 2.67 d | F | 0.040 | $6.8 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $4.7 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $6.8 \times 10^{-11}$ | $5.6 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.040 | $1.7 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $1.2 \times 10^{-9}$ | $6.6 \times 10^{-10}$ | $4.6 \times 10^{-10}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ |
| Hg-197m (organic) | 23.8 h | F | 0.800 | $9.3 \times 10^{-10}$ | 0.400 | $7.8 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $9.6 \times 10^{-11}$ |
| Hg-197m (inorganic) | 23.8 h | F | 0.040 | $1.4 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $9.3 \times 10^{-10}$ | $4.0 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.040 | $3.5 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $2.5 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $8.2 \times 10^{-10}$ | $6.7 \times 10^{-10}$ | $5.3 \times 10^{-10}$ |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hg-199m (organic) | 0.710 h | F | 0.800 | $1.4 \times 10^{-10}$ | 0.400 | $9.6 \times 10^{-11}$ | $4.2 \times 10^{-11}$ | $2.7 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ | $1.5 \times 10^{-11}$ |
| Hg-199m (inorganic) | 0.710 h | F | 0.040 | $1.4 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $9.6 \times 10^{-11}$ | $4.2 \times 10^{-11}$ | $2.7 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ | $1.5 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.040 | $2.5 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $1.7 \times 10^{-10}$ | $7.9 \times 10^{-11}$ | $5.4 \times 10^{-11}$ | $3.8 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ |
| Hg-203 (organic) | 46.6 d | F | 0.800 | $5.7 \times 10^{-9}$ | 0.400 | $3.7 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $6.6 \times 10^{-10}$ | $5.6 \times 10^{-10}$ |
| Hg-203 (inorganic) | 46.6 d | F | 0.040 | $4.2 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $2.9 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $9.0 \times 10^{-10}$ | $5.5 \times 10^{-10}$ | $4.6 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.040 | $1.0 \times, 10^{-8}$ | 0.020 | $7.9 \times 10^{-9}$ | $4.7 \times 10^{-9}$ | $3.4 \times 10^{-9}$ | $3.0 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ |
| **Thallium** | | | | | | | | | | |
| Tl-194 | 0.550 h | F | 1.000 | $3.6 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $3.0 \times 10^{-11}$ | $1.5 \times 10^{-11}$ | $9.2 \times 10^{-12}$ | $5.5 \times 10^{-12}$ | $4.4 \times 10^{-12}$ |
| Tl-194m | 0.546 h | F | 1.000 | $1.7 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $1.2 \times 10^{-10}$ | $6.1 \times 10^{-11}$ | $3.8 \times 10^{-11}$ | $2.3 \times 10^{-11}$ | $1.9 \times 10^{-11}$ |
| Tl-195 | 1.16 h | F | 1.000 | $1.3 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $1.0 \times 10^{-10}$ | $5.3 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ | $1.9 \times 10^{-11}$ | $1.5 \times 10^{-11}$ |
| Tl-197 | 2.84 h | F | 1.000 | $1.3 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $9.7 \times 10^{-11}$ | $4.7 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ |
| Tl-198 | 5.30 h | F | 1.000 | $4.7 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $4.0 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $7.5 \times 10^{-11}$ | $6.0 \times 10^{-11}$ |
| Tl-198m | 1.87 h | F | 1.000 | $3.2 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $7.5 \times 10^{-11}$ | $4.5 \times 10^{-11}$ | $3.7 \times 10^{-11}$ |
| Tl-199 | 7.42 h | F | 1.000 | $1.7 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $1.3 \times 10^{-10}$ | $6.4 \times 10^{-11}$ | $3.9 \times 10^{-11}$ | $2.3 \times 10^{-11}$ | $1.9 \times 10^{-11}$ |
| Tl-200 | 1.09 d | F | 1.000 | $1.0 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $8.7 \times 10^{-10}$ | $4.6 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ |
| Tl-201 | 3.04 d | F | 1.000 | $4.5 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $3.3 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $9.4 \times 10^{-11}$ | $5.4 \times 10^{-11}$ | $4.4 \times 10^{-11}$ |
| Tl-202 | 12.2 d | F | 1.000 | $1.5 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $1.2 \times 10^{-9}$ | $5.9 \times 10^{-10}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ |
| Tl-204 | 3.78 a | F | 1.000 | $5.0 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $3.3 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $8.8 \times 10^{-10}$ | $4.7 \times 10^{-10}$ | $3.9 \times 10^{-10}$ |
| **Lead**[a] | | | | | | | | | | |
| Pb-195m | 0.263 h | F | 0.600 | $1.3 \times 10^{-10}$ | 0.200 | $1.0 \times 10^{-10}$ | $4.9 \times 10^{-11}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ | $1.9 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $2.0 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $1.5 \times 10^{-10}$ | $7.1 \times 10^{-11}$ | $4.6 \times 10^{-11}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $2.1 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $1.5 \times 10^{-10}$ | $7.4 \times 10^{-11}$ | $4.8 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ | $2.7 \times 10^{-11}$ |

(أ) قيمة $f_1$ في الرصاص بالنسبة لمن تتراوح أعمارهم بين ١ الى ١٥ عاما للنوع F هي ٠٫٤.

## الجدول الثاني-سابعا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Type | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a | Age 2-7 a | Age 7-12 a | Age 12-17 a | Age > 17 a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $f_1$ | e(g) | | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) |
| Pb-198 | 2.40 h | F | 0.600 | $3.4 \times 10^{-10}$ | 0.200 | $2.9 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $8.9 \times 10^{-11}$ | $5.2 \times 10^{-11}$ | $4.3 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $5.0 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $4.0 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $8.3 \times 10^{-11}$ | $6.6 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $5.4 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $4.2 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $8.7 \times 10^{-11}$ | $7.0 \times 10^{-11}$ |
| Pb-199 | 1.50 h | F | 0.600 | $1.9 \times 10^{-10}$ | 0.200 | $1.6 \times 10^{-10}$ | $8.2 \times 10^{-11}$ | $4.9 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ | $2.3 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $2.8 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $7.1 \times 10^{-11}$ | $4.5 \times 10^{-11}$ | $3.6 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $2.9 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $7.4 \times 10^{-11}$ | $4.7 \times 10^{-11}$ | $3.7 \times 10^{-11}$ |
| Pb-200 | 21.5 h | F | 0.600 | $1.1 \times 10^{-9}$ | 0.200 | $9.3 \times 10^{-10}$ | $4.6 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.200 | $2.2 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $1.7 \times 10^{-9}$ | $8.6 \times 10^{-10}$ | $5.7 \times 10^{-10}$ | $4.1 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $2.4 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $1.8 \times 10^{-9}$ | $9.2 \times 10^{-10}$ | $6.2 \times 10^{-10}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ | $3.5 \times 10^{-10}$ |
| Pb-201 | 9.40 h | F | 0.600 | $4.8 \times 10^{-10}$ | 0.200 | $4.1 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $7.1 \times 10^{-11}$ | $6.0 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $8.0 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $6.4 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $8.8 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $6.7 \times 10^{-10}$ | $3.5 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| Pb-202 | $3.00 \times 10^5$ a | F | 0.600 | $1.9 \times 10^{-8}$ | 0.200 | $1.3 \times 10^{-8}$ | $8.9 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ | $1.8 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ |
| | | M | 0.200 | $1.2 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $8.9 \times 10^{-9}$ | $6.2 \times 10^{-9}$ | $6.7 \times 10^{-9}$ | $8.7 \times 10^{-9}$ | $6.3 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $2.8 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $2.8 \times 10^{-8}$ | $2.0 \times 10^{-8}$ | $1.4 \times 10^{-8}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ | $1.2 \times 10^{-8}$ |
| Pb-202m | 3.62 h | F | 0.600 | $4.7 \times 10^{-10}$ | 0.200 | $4.0 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $7.5 \times 10^{-11}$ | $6.2 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $6.9 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $5.6 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $9.5 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $7.3 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $5.8 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ |
| Pb-203 | 2.17 d | F | 0.600 | $7.2 \times 10^{-10}$ | 0.200 | $5.8 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $9.9 \times 10^{-11}$ | $8.5 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $1.3 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $1.0 \times 10^{-9}$ | $5.4 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $1.5 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $1.1 \times 10^{-9}$ | $5.8 \times 10^{-10}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ |
| Pb-205 | $1.43 \times 10^7$ a | F | 0.600 | $1.1 \times 10^{-9}$ | 0.200 | $6.9 \times 10^{-10}$ | $4.0 \times 10^{-10}$ | $4.1 \times 10^{-10}$ | $4.3 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.200 | $1.1 \times 10^{-9}$ | 0.100 | $7.7 \times 10^{-10}$ | $4.3 \times 10^{-10}$ | $3.2 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $2.9 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $2.7 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $9.2 \times 10^{-10}$ | $8.5 \times 10^{-10}$ |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pb-209 | 3.25 h | F | 0.600 | $1.8 \times 10^{-10}$ | 0.200 | $1.2 \times 10^{-10}$ | $5.3 \times 10^{-11}$ | $3.4 \times 10^{-11}$ | $1.9 \times 10^{-11}$ | $1.7 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $4.0 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $2.7 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $9.2 \times 10^{-11}$ | $6.9 \times 10^{-11}$ | $5.6 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $4.4 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $2.9 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $9.9 \times 10^{-11}$ | $7.5 \times 10^{-11}$ | $6.1 \times 10^{-11}$ |
| Pb-210 | 22.3 a | F | 0.600 | $4.7 \times 10^{-6}$ | 0.200 | $2.9 \times 10^{-6}$ | $1.5 \times 10^{-6}$ | $1.4 \times 10^{-6}$ | $1.3 \times 10^{-6}$ | $9.0 \times 10^{-7}$ |
| | | M | 0.200 | $5.0 \times 10^{-6}$ | 0.100 | $3.7 \times 10^{-6}$ | $2.2 \times 10^{-6}$ | $1.5 \times 10^{-6}$ | $1.3 \times 10^{-6}$ | $1.1 \times 10^{-6}$ |
| | | S | 0.020 | $1.8 \times 10^{-5}$ | 0.010 | $1.8 \times 10^{-5}$ | $1.1 \times 10^{-5}$ | $7.2 \times 10^{-6}$ | $5.9 \times 10^{-6}$ | $5.6 \times 10^{-6}$ |
| Pb-211 | 0.601 h | F | 0.600 | $2.5 \times 10^{-8}$ | 0.200 | $1.7 \times 10^{-8}$ | $8.7 \times 10^{-9}$ | $6.1 \times 10^{-9}$ | $4.6 \times 10^{-9}$ | $3.9 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.200 | $6.2 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $4.5 \times 10^{-8}$ | $2.5 \times 10^{-8}$ | $1.9 \times 10^{-8}$ | $1.4 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ |
| | | S | 0.020 | $6.6 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $4.8 \times 10^{-8}$ | $2.7 \times 10^{-8}$ | $2.0 \times 10^{-8}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ | $1.2 \times 10^{-8}$ |
| Pb-212 | 10.6 h | F | 0.600 | $1.9 \times 10^{-7}$ | 0.200 | $1.2 \times 10^{-7}$ | $5.4 \times 10^{-8}$ | $3.5 \times 10^{-8}$ | $2.0 \times 10^{-8}$ | $1.8 \times 10^{-8}$ |
| | | M | 0.200 | $6.2 \times 10^{-7}$ | 0.100 | $4.6 \times 10^{-7}$ | $3.0 \times 10^{-7}$ | $2.2 \times 10^{-7}$ | $2.2 \times 10^{-7}$ | $1.7 \times 10^{-7}$ |
| | | S | 0.020 | $6.7 \times 10^{-7}$ | 0.010 | $5.0 \times 10^{-7}$ | $3.3 \times 10^{-7}$ | $2.5 \times 10^{-7}$ | $2.4 \times 10^{-7}$ | $1.9 \times 10^{-7}$ |
| Pb-214 | 0.447 h | F | 0.600 | $2.2 \times 10^{-8}$ | 0.200 | $1.5 \times 10^{-8}$ | $6.9 \times 10^{-9}$ | $4.8 \times 10^{-9}$ | $3.3 \times 10^{-9}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.200 | $6.4 \times 10^{-8}$ | 0.100 | $4.6 \times 10^{-8}$ | $2.6 \times 10^{-8}$ | $1.9 \times 10^{-8}$ | $1.4 \times 10^{-8}$ | $1.4 \times 10^{-8}$ |
| | | S | 0.020 | $6.9 \times 10^{-8}$ | 0.010 | $5.0 \times 10^{-8}$ | $2.8 \times 10^{-8}$ | $2.1 \times 10^{-8}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ |
| **Bismuth** | | | | | | | | | | |
| Bi-200 | 0.606 h | F | 0.100 | $1.9 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $1.5 \times 10^{-10}$ | $7.4 \times 10^{-11}$ | $4.5 \times 10^{-11}$ | $2.7 \times 10^{-11}$ | $2.2 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.100 | $2.5 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $1.9 \times 10^{-10}$ | $9.9 \times 10^{-11}$ | $6.3 \times 10^{-11}$ | $4.1 \times 10^{-11}$ | $3.3 \times 10^{-11}$ |
| Bi-201 | 1.80 h | F | 0.100 | $4.0 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $3.1 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $9.3 \times 10^{-11}$ | $5.4 \times 10^{-11}$ | $4.4 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.100 | $5.5 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $4.1 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $8.3 \times 10^{-11}$ | $6.6 \times 10^{-11}$ |
| Bi-202 | 1.67 h | F | 0.100 | $3.4 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $2.8 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $9.0 \times 10^{-11}$ | $5.3 \times 10^{-11}$ | $4.3 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.100 | $4.2 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $3.4 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $6.9 \times 10^{-11}$ | $5.5 \times 10^{-11}$ |
| Bi-203 | 11.8 h | F | 0.100 | $1.5 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $1.2 \times 10^{-9}$ | $6.4 \times 10^{-10}$ | $4.0 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.100 | $2.0 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $1.6 \times 10^{-9}$ | $8.2 \times 10^{-10}$ | $5.3 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ |
| Bi-205 | 15.3 d | F | 0.100 | $3.0 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $8.0 \times 10^{-10}$ | $4.7 \times 10^{-10}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.100 | $5.5 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $4.4 \times 10^{-9}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $9.3 \times 10^{-10}$ |
| Bi-206 | 6.24 d | F | 0.100 | $6.1 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $4.8 \times 10^{-9}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $9.1 \times 10^{-10}$ | $7.4 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.100 | $1.0 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $8.0 \times 10^{-9}$ | $4.4 \times 10^{-9}$ | $2.9 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ |
| Bi-207 | 38.0 a | F | 0.100 | $4.3 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $3.3 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $6.0 \times 10^{-10}$ | $4.9 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.100 | $2.3 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $2.0 \times 10^{-8}$ | $1.2 \times 10^{-8}$ | $8.2 \times 10^{-9}$ | $6.5 \times 10^{-9}$ | $5.6 \times 10^{-9}$ |

## الجدول الثاني-سابعا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Type | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a | Age 2-7 a | Age 7-12 a | Age 12-17 a | Age > 17 a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $f_1$ | e(g) | | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) |
| Bi-210 | 5.01 d | F | 0.100 | $1.1 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $6.9 \times 10^{-9}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.100 | $3.9 \times 10^{-7}$ | 0.050 | $3.0 \times 10^{-7}$ | $1.9 \times 10^{-7}$ | $1.3 \times 10^{-7}$ | $1.1 \times 10^{-7}$ | $9.3 \times 10^{-8}$ |
| Bi-210m | $3.00 \times 10^{6}$ a | F | 0.100 | $4.1 \times 10^{-7}$ | 0.050 | $2.6 \times 10^{-7}$ | $1.3 \times 10^{-7}$ | $8.3 \times 10^{-8}$ | $5.6 \times 10^{-8}$ | $4.6 \times 10^{-8}$ |
| | | M | 0.100 | $1.5 \times 10^{-5}$ | 0.050 | $1.1 \times 10^{-5}$ | $7.0 \times 10^{-6}$ | $4.8 \times 10^{-6}$ | $4.1 \times 10^{-6}$ | $3.4 \times 10^{-6}$ |
| Bi-212 | 1.01 h | F | 0.100 | $6.5 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $4.5 \times 10^{-8}$ | $2.1 \times 10^{-8}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-8}$ | $9.1 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.100 | $1.6 \times 10^{-7}$ | 0.050 | $1.1 \times 10^{-7}$ | $6.0 \times 10^{-8}$ | $4.4 \times 10^{-8}$ | $3.8 \times 10^{-8}$ | $3.1 \times 10^{-8}$ |
| Bi-213 | 0.761 h | F | 0.100 | $7.7 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $5.3 \times 10^{-8}$ | $2.5 \times 10^{-8}$ | $1.7 \times 10^{-8}$ | $1.2 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-8}$ |
| | | M | 0.100 | $1.6 \times 10^{-7}$ | 0.050 | $1.2 \times 10^{-7}$ | $6.0 \times 10^{-8}$ | $4.4 \times 10^{-8}$ | $3.6 \times 10^{-8}$ | $3.0 \times 10^{-8}$ |
| Bi-214 | 0.332 h | F | 0.100 | $5.0 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $3.5 \times 10^{-8}$ | $1.6 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $8.2 \times 10^{-9}$ | $7.1 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.100 | $8.7 \times 10^{-8}$ | 0.050 | $6.1 \times 10^{-8}$ | $3.1 \times 10^{-8}$ | $2.2 \times 10^{-8}$ | $1.7 \times 10^{-8}$ | $1.4 \times 10^{-8}$ |
| **Polonium** | | | | | | | | | | |
| Po-203 | 0.612 h | F | 0.200 | $1.9 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $1.5 \times 10^{-10}$ | $7.7 \times 10^{-11}$ | $4.7 \times 10^{-11}$ | $2.8 \times 10^{-11}$ | $2.3 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $2.7 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $6.7 \times 10^{-11}$ | $4.3 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $2.8 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $7.0 \times 10^{-11}$ | $4.5 \times 10^{-11}$ | $3.6 \times 10^{-11}$ |
| Po-205 | 1.80 h | F | 0.200 | $2.6 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $6.6 \times 10^{-11}$ | $4.1 \times 10^{-11}$ | $3.3 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $4.0 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $3.1 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $8.1 \times 10^{-11}$ | $6.5 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $4.2 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $3.2 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $8.5 \times 10^{-11}$ | $6.9 \times 10^{-11}$ |
| Po-207 | 5.83 h | F | 0.200 | $4.8 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $4.0 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $7.3 \times 10^{-11}$ | $5.8 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.200 | $6.2 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $5.1 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $9.9 \times 10^{-11}$ | $7.8 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $6.6 \times 10^{-10}$ | 0.010 | $5.3 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $8.2 \times 10^{-11}$ |
| Po-210 | 138 d | F | 0.200 | $7.4 \times 10^{-6}$ | 0.100 | $4.8 \times 10^{-6}$ | $2.2 \times 10^{-6}$ | $1.3 \times 10^{-6}$ | $7.7 \times 10^{-7}$ | $6.1 \times 10^{-7}$ |
| | | M | 0.200 | $1.5 \times 10^{-5}$ | 0.100 | $1.1 \times 10^{-5}$ | $6.7 \times 10^{-6}$ | $4.6 \times 10^{-6}$ | $4.0 \times 10^{-6}$ | $3.3 \times 10^{-6}$ |
| | | S | 0.020 | $1.8 \times 10^{-5}$ | 0.010 | $1.4 \times 10^{-5}$ | $8.6 \times 10^{-6}$ | $5.9 \times 10^{-6}$ | $5.1 \times 10^{-6}$ | $4.3 \times 10^{-6}$ |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Astatine** | | | | | | | | | | |
| At-207 | 1.80 h | F | 1.000 | $2.4 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $1.7 \times 10^{-9}$ | $8.9 \times 10^{-10}$ | $5.9 \times 10^{-10}$ | $4.0 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 1.000 | $9.2 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $6.7 \times 10^{-9}$ | $4.3 \times 10^{-9}$ | $3.1 \times 10^{-9}$ | $2.9 \times 10^{-9}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ |
| At-211 | 7.21 h | F | 1.000 | $1.4 \times 10^{-7}$ | 1.000 | $9.7 \times 10^{-8}$ | $4.3 \times 10^{-8}$ | $2.8 \times 10^{-8}$ | $1.7 \times 10^{-8}$ | $1.6 \times 10^{-8}$ |
| | | M | 1.000 | $5.2 \times 10^{-7}$ | 1.000 | $3.7 \times 10^{-7}$ | $1.9 \times 10^{-7}$ | $1.4 \times 10^{-7}$ | $1.3 \times 10^{-7}$ | $1.1 \times 10^{-7}$ |
| **Francium** | | | | | | | | | | |
| Fr-222 | 0.240 h | F | 1.000 | $9.1 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $6.3 \times 10^{-8}$ | $3.0 \times 10^{-8}$ | $2.1 \times 10^{-8}$ | $1.6 \times 10^{-8}$ | $1.4 \times 10^{-8}$ |
| Fr-223 | 0.363 h | F | 1.000 | $1.1 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $7.3 \times 10^{-9}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $8.9 \times 10^{-10}$ |
| **Radium**[a] | | | | | | | | | | |
| Ra-223 | 11.4 d | F | 0.600 | $3.0 \times 10^{-6}$ | 0.200 | $1.0 \times 10^{-6}$ | $4.9 \times 10^{-7}$ | $4.0 \times 10^{-7}$ | $3.3 \times 10^{-7}$ | $1.2 \times 10^{-7}$ |
| | | M | 0.200 | $2.8 \times 10^{-5}$ | 0.100 | $2.1 \times 10^{-5}$ | $1.3 \times 10^{-5}$ | $9.9 \times 10^{-6}$ | $9.4 \times 10^{-6}$ | $7.4 \times 10^{-6}$ |
| | | S | 0.020 | $3.2 \times 10^{-5}$ | 0.010 | $2.4 \times 10^{-5}$ | $1.5 \times 10^{-5}$ | $1.1 \times 10^{-5}$ | $1.1 \times 10^{-5}$ | $8.7 \times 10^{-6}$ |
| Ra-224 | 3.66 d | F | 0.600 | $1.5 \times 10^{-6}$ | 0.200 | $6.0 \times 10^{-7}$ | $2.9 \times 10^{-7}$ | $2.2 \times 10^{-7}$ | $1.7 \times 10^{-7}$ | $7.5 \times 10^{-8}$ |
| | | M | 0.200 | $1.1 \times 10^{-5}$ | 0.100 | $8.2 \times 10^{-6}$ | $5.3 \times 10^{-6}$ | $3.9 \times 10^{-6}$ | $3.7 \times 10^{-6}$ | $3.0 \times 10^{-6}$ |
| | | S | 0.020 | $1.2 \times 10^{-5}$ | 0.010 | $9.2 \times 10^{-6}$ | $5.9 \times 10^{-6}$ | $4.4 \times 10^{-6}$ | $4.2 \times 10^{-6}$ | $3.4 \times 10^{-6}$ |
| Ra-225 | 14.8 d | F | 0.600 | $4.0 \times 10^{-6}$ | 0.200 | $1.2 \times 10^{-6}$ | $5.6 \times 10^{-7}$ | $4.6 \times 10^{-7}$ | $3.8 \times 10^{-7}$ | $1.3 \times 10^{-7}$ |
| | | M | 0.200 | $2.4 \times 10^{-5}$ | 0.100 | $1.8 \times 10^{-5}$ | $1.1 \times 10^{-5}$ | $8.4 \times 10^{-6}$ | $7.9 \times 10^{-6}$ | $6.3 \times 10^{-6}$ |
| | | S | 0.020 | $2.8 \times 10^{-5}$ | 0.010 | $2.2 \times 10^{-5}$ | $1.4 \times 10^{-5}$ | $1.0 \times 10^{-5}$ | $9.8 \times 10^{-6}$ | $7.7 \times 10^{-6}$ |
| Ra-226 | $1.60 \times 10^{3}$ a | F | 0.600 | $2.6 \times 10^{-6}$ | 0.200 | $9.4 \times 10^{-7}$ | $5.5 \times 10^{-7}$ | $7.2 \times 10^{-7}$ | $1.3 \times 10^{-6}$ | $3.6 \times 10^{-7}$ |
| | | M | 0.200 | $1.5 \times 10^{-5}$ | 0.100 | $1.1 \times 10^{-5}$ | $7.0 \times 10^{-6}$ | $4.9 \times 10^{-6}$ | $4.5 \times 10^{-6}$ | $3.5 \times 10^{-6}$ |
| | | S | 0.020 | $3.4 \times 10^{-5}$ | 0.010 | $2.9 \times 10^{-5}$ | $1.9 \times 10^{-5}$ | $1.2 \times 10^{-5}$ | $1.0 \times 10^{-5}$ | $9.5 \times 10^{-6}$ |
| Ra-227 | 0.703 h | F | 0.600 | $1.5 \times 10^{-9}$ | 0.200 | $1.2 \times 10^{-9}$ | $7.8 \times 10^{-10}$ | $6.1 \times 10^{-10}$ | $5.3 \times 10^{-10}$ | $4.6 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.200 | $8.0 \times 10^{-10}$ | 0.100 | $6.7 \times 10^{-10}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ | $3.2 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $1.0 \times 10^{-9}$ | 0.010 | $8.5 \times 10^{-10}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ |
| Ra-228 | 5.75 a | F | 0.600 | $1.7 \times 10^{-5}$ | 0.200 | $5.7 \times 10^{-6}$ | $3.1 \times 10^{-6}$ | $3.6 \times 10^{-6}$ | $4.6 \times 10^{-6}$ | $9.0 \times 10^{-7}$ |
| | | M | 0.200 | $1.5 \times 10^{-5}$ | 0.100 | $1.0 \times 10^{-5}$ | $6.3 \times 10^{-6}$ | $4.6 \times 10^{-6}$ | $4.4 \times 10^{-6}$ | $2.6 \times 10^{-6}$ |
| | | S | 0.020 | $4.9 \times 10^{-5}$ | 0.010 | $4.8 \times 10^{-5}$ | $3.2 \times 10^{-5}$ | $2.0 \times 10^{-5}$ | $1.6 \times 10^{-5}$ | $1.6 \times 10^{-5}$ |

(أ) قيمة $f_1$ في الراديوم بالنسبة لمن تتراوح أعمارهم بين ١ الى ١٥ عاما للنوع F هي ٠٫٢.

## الجدول الثاني-سابعا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Type | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a | Age 2-7 a | Age 7-12 a | Age 12-17 a | Age > 17 a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $f_1$ | e(g) | | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) |
| **Actinium** | | | | | | | | | | |
| Ac-224 | 2.90 h | F | 0.005 | $1.3 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.9 \times 10^{-8}$ | $4.7 \times 10^{-8}$ | $3.1 \times 10^{-8}$ | $1.4 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ |
| | | M | 0.005 | $4.2 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.2 \times 10^{-7}$ | $2.0 \times 10^{-7}$ | $1.5 \times 10^{-7}$ | $1.4 \times 10^{-7}$ | $1.1 \times 10^{-7}$ |
| | | S | 0.005 | $4.6 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.5 \times 10^{-7}$ | $2.2 \times 10^{-7}$ | $1.7 \times 10^{-7}$ | $1.6 \times 10^{-7}$ | $1.3 \times 10^{-7}$ |
| Ac-225 | 10.0 d | F | 0.005 | $1.1 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.7 \times 10^{-6}$ | $4.0 \times 10^{-6}$ | $2.6 \times 10^{-6}$ | $1.1 \times 10^{-6}$ | $8.8 \times 10^{-7}$ |
| | | M | 0.005 | $2.8 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.1 \times 10^{-5}$ | $1.3 \times 10^{-5}$ | $1.0 \times 10^{-5}$ | $9.3 \times 10^{-6}$ | $7.4 \times 10^{-6}$ |
| | | S | 0.005 | $3.1 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.3 \times 10^{-5}$ | $1.5 \times 10^{-5}$ | $1.1 \times 10^{-5}$ | $1.1 \times 10^{-5}$ | $8.5 \times 10^{-6}$ |
| Ac-226 | 1.21 d | F | 0.005 | $1.5 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-6}$ | $4.0 \times 10^{-7}$ | $2.6 \times 10^{-7}$ | $1.2 \times 10^{-7}$ | $9.6 \times 10^{-8}$ |
| | | M | 0.005 | $4.3 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.2 \times 10^{-6}$ | $2.1 \times 10^{-6}$ | $1.5 \times 10^{-6}$ | $1.5 \times 10^{-6}$ | $1.2 \times 10^{-6}$ |
| | | S | 0.005 | $4.7 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.5 \times 10^{-6}$ | $2.3 \times 10^{-6}$ | $1.7 \times 10^{-6}$ | $1.6 \times 10^{-6}$ | $1.3 \times 10^{-6}$ |
| Ac-227 | 21.8 a | F | 0.005 | $1.7 \times 10^{-3}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.6 \times 10^{-3}$ | $1.0 \times 10^{-3}$ | $7.2 \times 10^{-4}$ | $5.6 \times 10^{-4}$ | $5.5 \times 10^{-4}$ |
| | | M | 0.005 | $5.7 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.5 \times 10^{-4}$ | $3.9 \times 10^{-4}$ | $2.6 \times 10^{-4}$ | $2.3 \times 10^{-4}$ | $2.2 \times 10^{-4}$ |
| | | S | 0.005 | $2.2 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-4}$ | $8.7 \times 10^{-5}$ | $7.6 \times 10^{-5}$ | $7.2 \times 10^{-5}$ |
| Ac-228 | 6.13 h | F | 0.005 | $1.8 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.6 \times 10^{-7}$ | $9.7 \times 10^{-8}$ | $5.7 \times 10^{-8}$ | $2.9 \times 10^{-8}$ | $2.5 \times 10^{-8}$ |
| | | M | 0.005 | $8.4 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.3 \times 10^{-8}$ | $4.7 \times 10^{-8}$ | $2.9 \times 10^{-8}$ | $2.0 \times 10^{-8}$ | $1.7 \times 10^{-8}$ |
| | | S | 0.005 | $6.4 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.3 \times 10^{-8}$ | $3.3 \times 10^{-8}$ | $2.2 \times 10^{-8}$ | $1.9 \times 10^{-8}$ | $1.6 \times 10^{-8}$ |
| **Thorium** | | | | | | | | | | |
| Th-226 | 0.515 h | F | 0.005 | $1.4 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.0 \times 10^{-7}$ | $4.8 \times 10^{-8}$ | $3.4 \times 10^{-8}$ | $2.5 \times 10^{-8}$ | $2.2 \times 10^{-8}$ |
| | | M | 0.005 | $3.0 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.1 \times 10^{-7}$ | $1.1 \times 10^{-7}$ | $8.3 \times 10^{-8}$ | $7.0 \times 10^{-8}$ | $5.8 \times 10^{-8}$ |
| | | S | 0.005 | $3.1 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.2 \times 10^{-7}$ | $1.2 \times 10^{-7}$ | $8.8 \times 10^{-8}$ | $7.5 \times 10^{-8}$ | $6.1 \times 10^{-8}$ |
| Th-227 | 18.7 d | F | 0.005 | $8.4 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.2 \times 10^{-6}$ | $2.6 \times 10^{-6}$ | $1.6 \times 10^{-6}$ | $1.0 \times 10^{-6}$ | $6.7 \times 10^{-7}$ |
| | | M | 0.005 | $3.2 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.5 \times 10^{-5}$ | $1.6 \times 10^{-5}$ | $1.1 \times 10^{-5}$ | $1.1 \times 10^{-5}$ | $8.5 \times 10^{-6}$ |
| | | S | 0.005 | $3.9 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.0 \times 10^{-5}$ | $1.9 \times 10^{-5}$ | $1.4 \times 10^{-5}$ | $1.3 \times 10^{-5}$ | $1.0 \times 10^{-5}$ |
| Th-228 | 1.91 a | F | 0.005 | $1.8 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-4}$ | $8.3 \times 10^{-5}$ | $5.2 \times 10^{-5}$ | $3.6 \times 10^{-5}$ | $2.9 \times 10^{-5}$ |
| | | M | 0.005 | $1.3 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-4}$ | $6.8 \times 10^{-5}$ | $4.6 \times 10^{-5}$ | $3.9 \times 10^{-5}$ | $3.2 \times 10^{-5}$ |
| | | S | 0.005 | $1.6 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-4}$ | $8.2 \times 10^{-5}$ | $5.5 \times 10^{-5}$ | $4.7 \times 10^{-5}$ | $4.0 \times 10^{-5}$ |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Th-229 | $7.34 \times 10^3$ a | F | 0.005 | $5.4 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.1 \times 10^{-4}$ | $3.6 \times 10^{-4}$ | $2.9 \times 10^{-4}$ | $2.4 \times 10^{-4}$ | $2.4 \times 10^{-4}$ |
| | | M | 0.005 | $2.3 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.1 \times 10^{-4}$ | $1.6 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-4}$ |
| | | S | 0.005 | $2.1 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.9 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-4}$ | $8.7 \times 10^{-5}$ | $7.6 \times 10^{-5}$ | $7.1 \times 10^{-5}$ |
| Th-230 | $7.70 \times 10^4$ a | F | 0.005 | $2.1 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.0 \times 10^{-4}$ | $1.4 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-4}$ | $9.9 \times 10^{-5}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ |
| | | M | 0.005 | $7.7 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.4 \times 10^{-5}$ | $5.5 \times 10^{-5}$ | $4.3 \times 10^{-5}$ | $4.2 \times 10^{-5}$ | $4.3 \times 10^{-5}$ |
| | | S | 0.005 | $4.0 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.5 \times 10^{-5}$ | $2.4 \times 10^{-5}$ | $1.6 \times 10^{-5}$ | $1.5 \times 10^{-5}$ | $1.4 \times 10^{-5}$ |
| Th-231 | 1.06 d | F | 0.005 | $1.1 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.2 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $9.2 \times 10^{-11}$ | $7.8 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.005 | $2.2 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $8.0 \times 10^{-10}$ | $4.8 \times 10^{-10}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.005 | $2.4 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $7.6 \times 10^{-10}$ | $5.2 \times 10^{-10}$ | $4.1 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ |
| Th-232 | $1.40 \times 10^{10}$ a | F | 0.005 | $2.3 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.2 \times 10^{-4}$ | $1.6 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-4}$ |
| | | M | 0.005 | $8.3 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.1 \times 10^{-5}$ | $6.3 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-5}$ | $4.7 \times 10^{-5}$ | $4.5 \times 10^{-5}$ |
| | | S | 0.005 | $5.4 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-5}$ | $3.7 \times 10^{-5}$ | $2.6 \times 10^{-5}$ | $2.5 \times 10^{-5}$ | $2.5 \times 10^{-5}$ |
| Th-234 | 24.1 d | F | 0.005 | $4.0 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.5 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $6.1 \times 10^{-9}$ | $3.5 \times 10^{-9}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.005 | $3.9 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.9 \times 10^{-8}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-8}$ | $7.9 \times 10^{-9}$ | $6.6 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.005 | $4.1 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.1 \times 10^{-8}$ | $1.7 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $9.1 \times 10^{-9}$ | $7.7 \times 10^{-9}$ |
| **Protactinium** | | | | | | | | | | |
| Pa-227 | 0.638 h | M | 0.005 | $3.6 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.6 \times 10^{-7}$ | $1.4 \times 10^{-7}$ | $1.0 \times 10^{-7}$ | $9.0 \times 10^{-8}$ | $7.4 \times 10^{-8}$ |
| | | S | 0.005 | $3.8 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.8 \times 10^{-7}$ | $1.5 \times 10^{-7}$ | $1.1 \times 10^{-7}$ | $8.1 \times 10^{-8}$ | $8.0 \times 10^{-8}$ |
| Pa-228 | 22.0 h | M | 0.005 | $2.6 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.1 \times 10^{-7}$ | $1.3 \times 10^{-7}$ | $8.8 \times 10^{-8}$ | $7.7 \times 10^{-8}$ | $6.4 \times 10^{-8}$ |
| | | S | 0.005 | $2.9 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.4 \times 10^{-7}$ | $1.5 \times 10^{-7}$ | $1.0 \times 10^{-7}$ | $9.1 \times 10^{-8}$ | $7.5 \times 10^{-8}$ |
| Pa-230 | 17.4 d | M | 0.005 | $2.4 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.8 \times 10^{-6}$ | $1.1 \times 10^{-6}$ | $8.3 \times 10^{-7}$ | $7.6 \times 10^{-7}$ | $6.1 \times 10^{-7}$ |
| | | S | 0.005 | $2.9 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.2 \times 10^{-6}$ | $1.4 \times 10^{-6}$ | $1.0 \times 10^{-6}$ | $9.6 \times 10^{-7}$ | $7.6 \times 10^{-7}$ |
| Pa-231 | $3.27 \times 10^4$ a | M | 0.005 | $2.2 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.3 \times 10^{-4}$ | $1.9 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-4}$ | $1.4 \times 10^{-4}$ |
| | | S | 0.005 | $7.4 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.9 \times 10^{-5}$ | $5.2 \times 10^{-5}$ | $3.9 \times 10^{-5}$ | $3.6 \times 10^{-5}$ | $3.4 \times 10^{-5}$ |
| Pa-232 | 1.31 d | M | 0.005 | $1.9 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.8 \times 10^{-8}$ | $1.4 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-8}$ |
| | | S | 0.005 | $1.0 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.7 \times 10^{-9}$ | $5.9 \times 10^{-9}$ | $4.1 \times 10^{-9}$ | $3.7 \times 10^{-9}$ | $3.5 \times 10^{-9}$ |
| Pa-233 | 27.0 d | M | 0.005 | $1.5 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $6.5 \times 10^{-9}$ | $4.7 \times 10^{-9}$ | $4.1 \times 10^{-9}$ | $3.3 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.005 | $1.7 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ | $7.5 \times 10^{-9}$ | $5.5 \times 10^{-9}$ | $4.9 \times 10^{-9}$ | $3.9 \times 10^{-9}$ |
| Pa-234 | 6.70 h | M | 0.005 | $2.8 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $6.8 \times 10^{-10}$ | $4.7 \times 10^{-10}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.005 | $2.9 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $7.1 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-10}$ | $4.0 \times 10^{-10}$ |

## الجدول الثاني-سابعا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Type | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a | Age 2-7 a | Age 7-12 a | Age 12-17 a | Age > 17 a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $f_1$ | e(g) | | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) |
| **Uranium** | | | | | | | | | | |
| U-230 | 20.8 d | F | 0.040 | $3.2 \times 10^{-6}$ | 0.020 | $1.5 \times 10^{-6}$ | $7.2 \times 10^{-7}$ | $5.4 \times 10^{-7}$ | $4.1 \times 10^{-7}$ | $3.8 \times 10^{-7}$ |
| | | M | 0.040 | $4.9 \times 10^{-5}$ | 0.020 | $3.7 \times 10^{-5}$ | $2.4 \times 10^{-5}$ | $1.8 \times 10^{-5}$ | $1.7 \times 10^{-5}$ | $1.3 \times 10^{-5}$ |
| | | S | 0.020 | $5.8 \times 10^{-5}$ | 0.002 | $4.4 \times 10^{-5}$ | $2.8 \times 10^{-5}$ | $2.1 \times 10^{-5}$ | $2.0 \times 10^{-5}$ | $1.6 \times 10^{-5}$ |
| U-231 | 4.20 d | F | 0.040 | $8.9 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $6.2 \times 10^{-10}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $6.2 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.040 | $2.4 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $1.7 \times 10^{-9}$ | $9.4 \times 10^{-10}$ | $5.5 \times 10^{-10}$ | $4.6 \times 10^{-10}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $2.6 \times 10^{-9}$ | 0.002 | $1.9 \times 10^{-9}$ | $9.0 \times 10^{-10}$ | $6.1 \times 10^{-10}$ | $4.9 \times 10^{-10}$ | $4.0 \times 10^{-10}$ |
| U-232 | 72.0 a | F | 0.040 | $1.6 \times 10^{-5}$ | 0.020 | $1.0 \times 10^{-5}$ | $6.9 \times 10^{-6}$ | $6.8 \times 10^{-6}$ | $7.5 \times 10^{-6}$ | $4.0 \times 10^{-6}$ |
| | | M | 0.040 | $3.0 \times 10^{-5}$ | 0.020 | $2.4 \times 10^{-5}$ | $1.6 \times 10^{-5}$ | $1.1 \times 10^{-5}$ | $1.0 \times 10^{-5}$ | $7.8 \times 10^{-6}$ |
| | | S | 0.020 | $1.0 \times 10^{-4}$ | 0.002 | $9.7 \times 10^{-5}$ | $6.6 \times 10^{-5}$ | $4.3 \times 10^{-5}$ | $3.8 \times 10^{-5}$ | $3.7 \times 10^{-5}$ |
| U-233 | $1.58 \times 10^{5}$ a | F | 0.040 | $2.2 \times 10^{-6}$ | 0.020 | $1.4 \times 10^{-6}$ | $9.4 \times 10^{-7}$ | $8.4 \times 10^{-7}$ | $8.6 \times 10^{-7}$ | $5.8 \times 10^{-7}$ |
| | | M | 0.040 | $1.5 \times 10^{-5}$ | 0.020 | $1.1 \times 10^{-5}$ | $7.2 \times 10^{-6}$ | $4.9 \times 10^{-6}$ | $4.3 \times 10^{-6}$ | $3.6 \times 10^{-6}$ |
| | | S | 0.020 | $3.4 \times 10^{-5}$ | 0.002 | $3.0 \times 10^{-5}$ | $1.9 \times 10^{-5}$ | $1.2 \times 10^{-5}$ | $1.1 \times 10^{-5}$ | $9.6 \times 10^{-6}$ |
| U-234 | $2.44 \times 10^{5}$ a | F | 0.040 | $2.1 \times 10^{-6}$ | 0.020 | $1.4 \times 10^{-6}$ | $9.0 \times 10^{-7}$ | $8.0 \times 10^{-7}$ | $8.2 \times 10^{-7}$ | $5.6 \times 10^{-7}$ |
| | | M | 0.040 | $1.5 \times 10^{-5}$ | 0.020 | $1.1 \times 10^{-5}$ | $7.0 \times 10^{-6}$ | $4.8 \times 10^{-6}$ | $4.2 \times 10^{-6}$ | $3.5 \times 10^{-6}$ |
| | | S | 0.020 | $3.3 \times 10^{-5}$ | 0.002 | $2.9 \times 10^{-5}$ | $1.9 \times 10^{-5}$ | $1.2 \times 10^{-5}$ | $1.0 \times 10^{-5}$ | $9.4 \times 10^{-6}$ |
| U-235 | $7.04 \times 10^{8}$ a | F | 0.040 | $2.0 \times 10^{-6}$ | 0.020 | $1.3 \times 10^{-6}$ | $8.5 \times 10^{-7}$ | $7.5 \times 10^{-7}$ | $7.7 \times 10^{-7}$ | $5.2 \times 10^{-7}$ |
| | | M | 0.040 | $1.3 \times 10^{-5}$ | 0.020 | $1.0 \times 10^{-5}$ | $6.3 \times 10^{-6}$ | $4.3 \times 10^{-6}$ | $3.7 \times 10^{-6}$ | $3.1 \times 10^{-6}$ |
| | | S | 0.020 | $3.0 \times 10^{-5}$ | 0.002 | $2.6 \times 10^{-5}$ | $1.7 \times 10^{-5}$ | $1.1 \times 10^{-5}$ | $9.2 \times 10^{-6}$ | $8.5 \times 10^{-6}$ |
| U-236 | $2.34 \times 10^{7}$ a | F | 0.040 | $2.0 \times 10^{-6}$ | 0.020 | $1.3 \times 10^{-6}$ | $8.5 \times 10^{-7}$ | $7.5 \times 10^{-7}$ | $7.8 \times 10^{-7}$ | $5.3 \times 10^{-7}$ |
| | | M | 0.040 | $1.4 \times 10^{-5}$ | 0.020 | $1.0 \times 10^{-5}$ | $6.5 \times 10^{-6}$ | $4.5 \times 10^{-6}$ | $3.9 \times 10^{-6}$ | $3.2 \times 10^{-6}$ |
| | | S | 0.020 | $3.1 \times 10^{-5}$ | 0.002 | $2.7 \times 10^{-5}$ | $1.8 \times 10^{-5}$ | $1.1 \times 10^{-5}$ | $9.5 \times 10^{-6}$ | $8.7 \times 10^{-6}$ |
| U-237 | 6.75 d | F | 0.040 | $1.8 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $1.5 \times 10^{-9}$ | $6.6 \times 10^{-10}$ | $4.2 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.040 | $7.8 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $5.7 \times 10^{-9}$ | $3.3 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.020 | $8.7 \times 10^{-9}$ | 0.002 | $6.4 \times 10^{-9}$ | $3.7 \times 10^{-9}$ | $2.7 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| U-238 | $4.47 \times 10^{9}$ a | F | 0.040 | $1.9 \times 10^{-6}$ | 0.020 | $1.3 \times 10^{-6}$ | $8.2 \times 10^{-7}$ | $7.3 \times 10^{-7}$ | $7.4 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-7}$ |
| | | M | 0.040 | $1.2 \times 10^{-5}$ | 0.020 | $9.4 \times 10^{-6}$ | $5.9 \times 10^{-6}$ | $4.0 \times 10^{-6}$ | $3.4 \times 10^{-6}$ | $2.9 \times 10^{-6}$ |
| | | S | 0.020 | $2.9 \times 10^{-5}$ | 0.002 | $2.5 \times 10^{-5}$ | $1.6 \times 10^{-5}$ | $1.0 \times 10^{-5}$ | $8.7 \times 10^{-6}$ | $8.0 \times 10^{-6}$ |
| U-239 | 0.392 h | F | 0.040 | $1.0 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $6.6 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ | $1.9 \times 10^{-11}$ | $1.2 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.040 | $1.8 \times 10^{-10}$ | 0.020 | $1.2 \times 10^{-10}$ | $5.6 \times 10^{-11}$ | $3.8 \times 10^{-11}$ | $2.7 \times 10^{-11}$ | $2.2 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.020 | $1.9 \times 10^{-10}$ | 0.002 | $1.2 \times 10^{-10}$ | $5.9 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ | $2.9 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ |
| U-240 | 14.1 h | F | 0.040 | $2.4 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $1.6 \times 10^{-9}$ | $7.1 \times 10^{-10}$ | $4.5 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.040 | $4.6 \times 10^{-9}$ | 0.020 | $3.1 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $6.5 \times 10^{-10}$ | $5.3 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.020 | $4.9 \times 10^{-9}$ | 0.002 | $3.3 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $7.0 \times 10^{-10}$ | $5.8 \times 10^{-10}$ |
| **Neptunium** | | | | | | | | | | |
| Np-232 | 0.245 h | F | 0.005 | $2.0 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.005 | $8.9 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.1 \times 10^{-11}$ | $5.5 \times 10^{-11}$ | $4.5 \times 10^{-11}$ | $4.7 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.005 | $1.2 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.7 \times 10^{-11}$ | $5.8 \times 10^{-11}$ | $3.9 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ |
| Np-233 | 0.603 h | F | 0.005 | $1.1 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.7 \times 10^{-12}$ | $4.2 \times 10^{-12}$ | $2.5 \times 10^{-12}$ | $1.4 \times 10^{-12}$ | $1.1 \times 10^{-12}$ |
| | | M | 0.005 | $1.5 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-11}$ | $5.5 \times 10^{-12}$ | $3.3 \times 10^{-12}$ | $2.1 \times 10^{-12}$ | $1.6 \times 10^{-12}$ |
| | | S | 0.005 | $1.5 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-11}$ | $5.7 \times 10^{-12}$ | $3.4 \times 10^{-12}$ | $2.1 \times 10^{-12}$ | $1.7 \times 10^{-12}$ |
| Np-234 | 4.40 d | F | 0.005 | $2.9 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $7.2 \times 10^{-10}$ | $4.3 \times 10^{-10}$ | $3.5 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.005 | $3.8 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.0 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $6.5 \times 10^{-10}$ | $5.3 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.005 | $3.9 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.1 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $6.8 \times 10^{-10}$ | $5.5 \times 10^{-10}$ |
| Np-235 | 1.08 a | F | 0.005 | $4.2 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.5 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $7.5 \times 10^{-10}$ | $6.3 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.005 | $2.3 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $6.8 \times 10^{-10}$ | $5.1 \times 10^{-10}$ | $4.2 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.005 | $2.6 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $8.3 \times 10^{-10}$ | $6.3 \times 10^{-10}$ | $5.2 \times 10^{-10}$ |
| Np-236 | $1.15 \times 10^{5}$ a | F | 0.005 | $8.9 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.1 \times 10^{-6}$ | $7.2 \times 10^{-6}$ | $7.5 \times 10^{-6}$ | $7.9 \times 10^{-6}$ | $8.0 \times 10^{-6}$ |
| | | M | 0.005 | $3.0 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.1 \times 10^{-6}$ | $2.7 \times 10^{-6}$ | $2.7 \times 10^{-6}$ | $3.1 \times 10^{-6}$ | $3.2 \times 10^{-6}$ |
| | | S | 0.005 | $1.6 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.6 \times 10^{-6}$ | $1.3 \times 10^{-6}$ | $1.0 \times 10^{-6}$ | $1.0 \times 10^{-6}$ | $1.0 \times 10^{-6}$ |
| Np-236 | 22.5 h | F | 0.005 | $2.8 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.6 \times 10^{-8}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $8.9 \times 10^{-9}$ | $9.0 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.005 | $1.6 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.4 \times 10^{-8}$ | $8.9 \times 10^{-9}$ | $6.2 \times 10^{-9}$ | $5.6 \times 10^{-9}$ | $5.3 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.005 | $1.6 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ | $8.5 \times 10^{-9}$ | $5.7 \times 10^{-9}$ | $4.8 \times 10^{-9}$ | $4.2 \times 10^{-9}$ |
| Np-237 | $2.14 \times 10^{6}$ a | F | 0.005 | $9.8 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.3 \times 10^{-5}$ | $6.0 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-5}$ | $4.7 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-5}$ |
| | | M | 0.005 | $4.4 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.0 \times 10^{-5}$ | $2.8 \times 10^{-5}$ | $2.2 \times 10^{-5}$ | $2.2 \times 10^{-5}$ | $2.3 \times 10^{-5}$ |
| | | S | 0.005 | $3.7 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.2 \times 10^{-5}$ | $2.1 \times 10^{-5}$ | $1.4 \times 10^{-5}$ | $1.3 \times 10^{-5}$ | $1.2 \times 10^{-5}$ |

## الجدول الثاني-سابعا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Type | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a | Age 2-7 a | Age 7-12 a | Age 12-17 a | Age > 17 a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $f_1$ | e(g) | | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) |
| Np-238 | 2.12 d | F | 0.005 | $9.0 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.9 \times 10^{-9}$ | $4.8 \times 10^{-9}$ | $3.7 \times 10^{-9}$ | $3.3 \times 10^{-9}$ | $3.5 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.005 | $7.3 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.8 \times 10^{-9}$ | $3.4 \times 10^{-9}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.005 | $8.1 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.2 \times 10^{-9}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ |
| Np-239 | 2.36 d | F | 0.005 | $2.6 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $6.3 \times 10^{-10}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.005 | $5.9 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.2 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $9.3 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.005 | $5.6 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.0 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ |
| Np-240 | 1.08 h | F | 0.005 | $3.6 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $7.7 \times 10^{-11}$ | $4.7 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.005 | $6.3 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $8.5 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.005 | $6.5 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.6 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $9.0 \times 10^{-11}$ |
| **Plutonium** | | | | | | | | | | |
| Pu-234 | 8.80 h | F | 0.005 | $3.0 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.0 \times 10^{-8}$ | $9.8 \times 10^{-9}$ | $5.7 \times 10^{-9}$ | $3.6 \times 10^{-9}$ | $3.0 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.005 | $7.8 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.9 \times 10^{-8}$ | $3.7 \times 10^{-8}$ | $2.8 \times 10^{-8}$ | $2.6 \times 10^{-8}$ | $2.1 \times 10^{-8}$ |
| | | S | $1.0 \times 10^{-4}$ | $8.7 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-5}$ | $6.6 \times 10^{-8}$ | $4.2 \times 10^{-8}$ | $3.1 \times 10^{-8}$ | $3.0 \times 10^{-8}$ | $2.4 \times 10^{-8}$ |
| Pu-235 | 0.422 h | F | 0.005 | $1.0 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.9 \times 10^{-12}$ | $3.9 \times 10^{-12}$ | $2.2 \times 10^{-12}$ | $1.3 \times 10^{-12}$ | $1.0 \times 10^{-12}$ |
| | | M | 0.005 | $1.3 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.0 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-12}$ | $2.9 \times 10^{-12}$ | $1.9 \times 10^{-12}$ | $1.4 \times 10^{-12}$ |
| | | S | $1.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-11}$ | $1.0 \times 10^{-5}$ | $1.0 \times 10^{-11}$ | $5.1 \times 10^{-12}$ | $3.0 \times 10^{-12}$ | $1.9 \times 10^{-12}$ | $1.5 \times 10^{-12}$ |
| Pu-236 | 2.85 a | F | 0.005 | $1.0 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.5 \times 10^{-5}$ | $6.1 \times 10^{-5}$ | $4.4 \times 10^{-5}$ | $3.7 \times 10^{-5}$ | $4.0 \times 10^{-5}$ |
| | | M | 0.005 | $4.8 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.3 \times 10^{-5}$ | $2.9 \times 10^{-5}$ | $2.1 \times 10^{-5}$ | $1.9 \times 10^{-5}$ | $2.0 \times 10^{-5}$ |
| | | S | $1.0 \times 10^{-4}$ | $3.6 \times 10^{-5}$ | $1.0 \times 10^{-5}$ | $3.1 \times 10^{-5}$ | $2.0 \times 10^{-5}$ | $1.4 \times 10^{-5}$ | $1.2 \times 10^{-5}$ | $1.0 \times 10^{-5}$ |
| Pu-237 | 45.3 d | F | 0.005 | $2.2 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $7.9 \times 10^{-10}$ | $4.8 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.005 | $1.9 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $8.2 \times 10^{-10}$ | $5.4 \times 10^{-10}$ | $4.3 \times 10^{-10}$ | $3.5 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $1.0 \times 10^{-4}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-5}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ | $8.8 \times 10^{-10}$ | $5.9 \times 10^{-10}$ | $4.8 \times 10^{-10}$ | $3.9 \times 10^{-10}$ |
| Pu-238 | 87.7 a | F | 0.005 | $2.0 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.9 \times 10^{-4}$ | $1.4 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-4}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-4}$ |
| | | M | 0.005 | $7.8 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.4 \times 10^{-5}$ | $5.6 \times 10^{-5}$ | $4.4 \times 10^{-5}$ | $4.3 \times 10^{-5}$ | $4.6 \times 10^{-5}$ |
| | | S | $1.0 \times 10^{-4}$ | $4.5 \times 10^{-5}$ | $1.0 \times 10^{-5}$ | $4.0 \times 10^{-5}$ | $2.7 \times 10^{-5}$ | $1.9 \times 10^{-5}$ | $1.7 \times 10^{-5}$ | $1.6 \times 10^{-5}$ |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pu-239 | $2.41 \times 10^4$ a | F | 0.005 | $2.1 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.0 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-4}$ |
| | | M | 0.005 | $8.0 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.7 \times 10^{-5}$ | $6.0 \times 10^{-5}$ | $4.8 \times 10^{-5}$ | $4.7 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-5}$ |
| | | S | $1.0 \times 10^{-4}$ | $4.3 \times 10^{-5}$ | $1.0 \times 10^{-5}$ | $3.9 \times 10^{-5}$ | $2.7 \times 10^{-5}$ | $1.9 \times 10^{-5}$ | $1.7 \times 10^{-5}$ | $1.6 \times 10^{-5}$ |
| Pu-240 | $6.54 \times 10^3$ a | F | 0.005 | $2.1 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.0 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-4}$ |
| | | M | 0.005 | $8.0 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.7 \times 10^{-5}$ | $6.0 \times 10^{-5}$ | $4.8 \times 10^{-5}$ | $4.7 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-5}$ |
| | | S | $1.0 \times 10^{-4}$ | $4.3 \times 10^{-5}$ | $1.0 \times 10^{-5}$ | $3.9 \times 10^{-5}$ | $2.7 \times 10^{-5}$ | $1.9 \times 10^{-5}$ | $1.7 \times 10^{-5}$ | $1.6 \times 10^{-5}$ |
| Pu-241 | 14.4 a | F | 0.005 | $2.8 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.9 \times 10^{-6}$ | $2.6 \times 10^{-6}$ | $2.4 \times 10^{-6}$ | $2.2 \times 10^{-6}$ | $2.3 \times 10^{-6}$ |
| | | M | 0.005 | $9.1 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.7 \times 10^{-7}$ | $9.2 \times 10^{-7}$ | $8.3 \times 10^{-7}$ | $8.6 \times 10^{-7}$ | $9.0 \times 10^{-7}$ |
| | | S | $1.0 \times 10^{-4}$ | $2.2 \times 10^{-7}$ | $1.0 \times 10^{-5}$ | $2.3 \times 10^{-7}$ | $2.0 \times 10^{-7}$ | $1.7 \times 10^{-7}$ | $1.7 \times 10^{-7}$ | $1.7 \times 10^{-7}$ |
| Pu-242 | $3.76 \times 10^5$ a | F | 0.005 | $2.0 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.9 \times 10^{-4}$ | $1.4 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-4}$ |
| | | M | 0.005 | $7.6 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.3 \times 10^{-5}$ | $5.7 \times 10^{-5}$ | $4.5 \times 10^{-5}$ | $4.5 \times 10^{-5}$ | $4.8 \times 10^{-5}$ |
| | | S | $1.0 \times 10^{-4}$ | $4.0 \times 10^{-5}$ | $1.0 \times 10^{-5}$ | $3.6 \times 10^{-5}$ | $2.5 \times 10^{-5}$ | $1.7 \times 10^{-5}$ | $1.6 \times 10^{-5}$ | $1.5 \times 10^{-5}$ |
| Pu-243 | 4.95 h | F | 0.005 | $2.7 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $8.8 \times 10^{-11}$ | $5.7 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.005 | $5.6 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.9 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $8.7 \times 10^{-11}$ | $8.3 \times 10^{-11}$ |
| | | S | $1.0 \times 10^{-4}$ | $6.0 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-5}$ | $4.1 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $9.2 \times 10^{-11}$ | $8.6 \times 10^{-11}$ |
| Pu-244 | $8.26 \times 10^7$ a | F | 0.005 | $2.0 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.9 \times 10^{-4}$ | $1.4 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-4}$ |
| | | M | 0.005 | $7.4 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.2 \times 10^{-5}$ | $5.6 \times 10^{-5}$ | $4.5 \times 10^{-5}$ | $4.4 \times 10^{-5}$ | $4.7 \times 10^{-5}$ |
| | | S | $1.0 \times 10^{-4}$ | $3.9 \times 10^{-5}$ | $1.0 \times 10^{-5}$ | $3.5 \times 10^{-5}$ | $2.4 \times 10^{-5}$ | $1.7 \times 10^{-5}$ | $1.5 \times 10^{-5}$ | $1.5 \times 10^{-5}$ |
| Pu-245 | 10.5 h | F | 0.005 | $1.8 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $5.6 \times 10^{-10}$ | $3.5 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.005 | $3.6 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $8.0 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-10}$ | $4.0 \times 10^{-10}$ |
| | | S | $1.0 \times 10^{-4}$ | $3.8 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-5}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $8.5 \times 10^{-10}$ | $5.4 \times 10^{-10}$ | $4.3 \times 10^{-10}$ |
| Pu-246 | 10.9 d | F | 0.005 | $2.0 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.4 \times 10^{-8}$ | $7.0 \times 10^{-9}$ | $4.4 \times 10^{-9}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ | $2.5 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.005 | $3.5 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.6 \times 10^{-8}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $9.1 \times 10^{-9}$ | $7.4 \times 10^{-9}$ |
| | | S | $1.0 \times 10^{-4}$ | $3.8 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-5}$ | $2.8 \times 10^{-8}$ | $1.6 \times 10^{-8}$ | $1.2 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-8}$ | $8.0 \times 10^{-9}$ |
| **Americium** | | | | | | | | | | |
| Am-237 | 1.22 h | F | 0.005 | $9.8 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.3 \times 10^{-11}$ | $3.5 \times 10^{-11}$ | $2.2 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-11}$ | $1.1 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.005 | $1.7 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $6.2 \times 10^{-11}$ | $4.1 \times 10^{-11}$ | $3.0 \times 10^{-11}$ | $2.5 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.005 | $1.7 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $6.5 \times 10^{-11}$ | $4.3 \times 10^{-11}$ | $3.2 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ |
| Am-238 | 1.63 h | F | 0.005 | $4.1 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.005 | $3.1 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $9.6 \times 10^{-11}$ | $8.8 \times 10^{-11}$ | $9.0 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.005 | $2.7 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $8.2 \times 10^{-11}$ | $6.1 \times 10^{-11}$ | $5.4 \times 10^{-11}$ |

## الجدول الثاني-سابعا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Type | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a | Age 2-7 a | Age 7-12 a | Age 12-17 a | Age > 17 a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $f_1$ | e(g) | | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) |
| Am-239 | 11.9 h | F | 0.005 | $8.1 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.8 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $9.1 \times 10^{-11}$ | $7.6 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.005 | $1.5 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $5.6 \times 10^{-10}$ | $3.7 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.005 | $1.6 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $5.9 \times 10^{-10}$ | $4.0 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ |
| Am-240 | 2.12 d | F | 0.005 | $2.0 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $8.8 \times 10^{-10}$ | $5.7 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.005 | $2.9 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $7.7 \times 10^{-10}$ | $5.3 \times 10^{-10}$ | $4.3 \times 10^{-10}$ |
| | | S | 0.005 | $3.0 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.3 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $7.8 \times 10^{-10}$ | $5.3 \times 10^{-10}$ | $4.3 \times 10^{-10}$ |
| Am-241 | $4.32 \times 10^2$ a | F | 0.005 | $1.8 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.8 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-4}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $9.2 \times 10^{-5}$ | $9.6 \times 10^{-5}$ |
| | | M | 0.005 | $7.3 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.9 \times 10^{-5}$ | $5.1 \times 10^{-5}$ | $4.0 \times 10^{-5}$ | $4.0 \times 10^{-5}$ | $4.2 \times 10^{-5}$ |
| | | S | 0.005 | $4.6 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.0 \times 10^{-5}$ | $2.7 \times 10^{-5}$ | $1.9 \times 10^{-5}$ | $1.7 \times 10^{-5}$ | $1.6 \times 10^{-5}$ |
| Am-242 | 16.0 h | F | 0.005 | $9.2 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.1 \times 10^{-8}$ | $3.5 \times 10^{-8}$ | $2.1 \times 10^{-8}$ | $1.4 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ |
| | | M | 0.005 | $7.6 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.9 \times 10^{-8}$ | $3.6 \times 10^{-8}$ | $2.4 \times 10^{-8}$ | $2.1 \times 10^{-8}$ | $1.7 \times 10^{-8}$ |
| | | S | 0.005 | $8.0 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.2 \times 10^{-8}$ | $3.9 \times 10^{-8}$ | $2.7 \times 10^{-8}$ | $2.4 \times 10^{-8}$ | $2.0 \times 10^{-8}$ |
| Am-242m | $1.52 \times 10^2$ a | F | 0.005 | $1.6 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-4}$ | $9.4 \times 10^{-5}$ | $8.8 \times 10^{-5}$ | $9.2 \times 10^{-5}$ |
| | | M | 0.005 | $5.2 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.3 \times 10^{-5}$ | $4.1 \times 10^{-5}$ | $3.4 \times 10^{-5}$ | $3.5 \times 10^{-5}$ | $3.7 \times 10^{-5}$ |
| | | S | 0.005 | $2.5 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.4 \times 10^{-5}$ | $1.7 \times 10^{-5}$ | $1.2 \times 10^{-5}$ | $1.1 \times 10^{-5}$ | $1.1 \times 10^{-5}$ |
| Am-243 | $7.38 \times 10^3$ a | F | 0.005 | $1.8 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.7 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-4}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $9.1 \times 10^{-5}$ | $9.6 \times 10^{-5}$ |
| | | M | 0.005 | $7.2 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.8 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-5}$ | $4.0 \times 10^{-5}$ | $4.0 \times 10^{-5}$ | $4.1 \times 10^{-5}$ |
| | | S | 0.005 | $4.4 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.9 \times 10^{-5}$ | $2.6 \times 10^{-5}$ | $1.8 \times 10^{-5}$ | $1.6 \times 10^{-5}$ | $1.5 \times 10^{-5}$ |
| Am-244 | 10.1 h | F | 0.005 | $1.0 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.2 \times 10^{-9}$ | $5.6 \times 10^{-9}$ | $4.1 \times 10^{-9}$ | $3.5 \times 10^{-9}$ | $3.7 \times 10^{-9}$ |
| | | M | 0.005 | $6.0 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-9}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.005 | $6.1 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.8 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ |
| Am-244m | 0.433 h | F | 0.005 | $4.6 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.0 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.005 | $3.3 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $9.2 \times 10^{-11}$ | $8.3 \times 10^{-11}$ | $8.4 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.005 | $3.0 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $8.1 \times 10^{-11}$ | $5.5 \times 10^{-11}$ | $5.7 \times 10^{-11}$ |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Am-245 | 2.05 h | F | 0.005 | $2.1 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $6.2 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ | $2.4 \times 10^{-11}$ | $2.1 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.005 | $3.9 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $8.7 \times 10^{-11}$ | $6.4 \times 10^{-11}$ | $5.3 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.005 | $4.1 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.8 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $9.2 \times 10^{-11}$ | $6.8 \times 10^{-11}$ | $5.6 \times 10^{-11}$ |
| Am-246 | 0.650 h | F | 0.005 | $3.0 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ | $9.3 \times 10^{-11}$ | $6.1 \times 10^{-11}$ | $3.8 \times 10^{-11}$ | $3.3 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.005 | $5.0 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $7.9 \times 10^{-11}$ | $6.6 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.005 | $5.3 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $8.3 \times 10^{-11}$ | $6.9 \times 10^{-11}$ |
| Am-246m | 0.417 h | F | 0.005 | $1.3 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.9 \times 10^{-11}$ | $4.2 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ | $1.6 \times 10^{-11}$ | $1.4 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.005 | $1.9 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $6.1 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ | $2.6 \times 10^{-11}$ | $2.2 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.005 | $2.0 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $6.4 \times 10^{-11}$ | $4.1 \times 10^{-11}$ | $2.7 \times 10^{-11}$ | $2.3 \times 10^{-11}$ |
| **Curium** | | | | | | | | | | |
| Cm-238 | 2.40 h | F | 0.005 | $7.7 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.4 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $9.2 \times 10^{-10}$ | $7.8 \times 10^{-10}$ |
| | | M | 0.005 | $2.1 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ | $7.9 \times 10^{-9}$ | $5.9 \times 10^{-9}$ | $5.6 \times 10^{-9}$ | $4.5 \times 10^{-9}$ |
| | | S | 0.005 | $2.2 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.6 \times 10^{-8}$ | $8.6 \times 10^{-9}$ | $6.4 \times 10^{-9}$ | $6.1 \times 10^{-9}$ | $4.9 \times 10^{-9}$ |
| Cm-240 | 27.0 d | F | 0.005 | $8.3 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.3 \times 10^{-6}$ | $3.2 \times 10^{-6}$ | $2.0 \times 10^{-6}$ | $1.5 \times 10^{-6}$ | $1.3 \times 10^{-6}$ |
| | | M | 0.005 | $1.2 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.1 \times 10^{-6}$ | $5.8 \times 10^{-6}$ | $4.2 \times 10^{-6}$ | $3.8 \times 10^{-6}$ | $3.2 \times 10^{-6}$ |
| | | S | 0.005 | $1.3 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.9 \times 10^{-6}$ | $6.4 \times 10^{-6}$ | $4.6 \times 10^{-6}$ | $4.3 \times 10^{-6}$ | $3.5 \times 10^{-6}$ |
| Cm-241 | 32.8 d | F | 0.005 | $1.1 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.9 \times 10^{-8}$ | $4.9 \times 10^{-8}$ | $3.5 \times 10^{-8}$ | $2.8 \times 10^{-8}$ | $2.7 \times 10^{-8}$ |
| | | M | 0.005 | $1.3 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.0 \times 10^{-7}$ | $6.6 \times 10^{-8}$ | $4.8 \times 10^{-8}$ | $4.4 \times 10^{-8}$ | $3.7 \times 10^{-8}$ |
| | | S | 0.005 | $1.4 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-7}$ | $6.9 \times 10^{-8}$ | $4.9 \times 10^{-8}$ | $4.5 \times 10^{-8}$ | $3.7 \times 10^{-8}$ |
| Cm-242 | 163 d | F | 0.005 | $2.7 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.1 \times 10^{-5}$ | $1.0 \times 10^{-5}$ | $6.1 \times 10^{-6}$ | $4.0 \times 10^{-6}$ | $3.3 \times 10^{-6}$ |
| | | M | 0.005 | $2.2 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.8 \times 10^{-5}$ | $1.1 \times 10^{-5}$ | $7.3 \times 10^{-6}$ | $6.4 \times 10^{-6}$ | $5.2 \times 10^{-6}$ |
| | | S | 0.005 | $2.4 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.9 \times 10^{-5}$ | $1.2 \times 10^{-5}$ | $8.2 \times 10^{-6}$ | $7.3 \times 10^{-6}$ | $5.9 \times 10^{-6}$ |
| Cm-243 | 28.5 a | F | 0.005 | $1.6 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-4}$ | $9.5 \times 10^{-5}$ | $7.3 \times 10^{-5}$ | $6.5 \times 10^{-5}$ | $6.9 \times 10^{-5}$ |
| | | M | 0.005 | $6.7 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.1 \times 10^{-5}$ | $4.2 \times 10^{-5}$ | $3.1 \times 10^{-5}$ | $3.0 \times 10^{-5}$ | $3.1 \times 10^{-5}$ |
| | | S | 0.005 | $4.6 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.0 \times 10^{-5}$ | $2.6 \times 10^{-5}$ | $1.8 \times 10^{-5}$ | $1.6 \times 10^{-5}$ | $1.5 \times 10^{-5}$ |
| Cm-244 | 18.1 a | F | 0.005 | $1.5 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-4}$ | $8.3 \times 10^{-5}$ | $6.1 \times 10^{-5}$ | $5.3 \times 10^{-5}$ | $5.7 \times 10^{-5}$ |
| | | M | 0.005 | $6.2 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.7 \times 10^{-5}$ | $3.7 \times 10^{-5}$ | $2.7 \times 10^{-5}$ | $2.6 \times 10^{-5}$ | $2.7 \times 10^{-5}$ |
| | | S | 0.005 | $4.4 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.8 \times 10^{-5}$ | $2.5 \times 10^{-5}$ | $1.7 \times 10^{-5}$ | $1.5 \times 10^{-5}$ | $1.3 \times 10^{-5}$ |
| Cm-245 | $8.50 \times 10^{3}$ a | F | 0.005 | $1.9 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.8 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-4}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $9.4 \times 10^{-5}$ | $9.9 \times 10^{-5}$ |
| | | M | 0.005 | $7.3 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.9 \times 10^{-5}$ | $5.1 \times 10^{-5}$ | $4.1 \times 10^{-5}$ | $4.1 \times 10^{-5}$ | $4.2 \times 10^{-5}$ |
| | | S | 0.005 | $4.5 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.0 \times 10^{-5}$ | $2.7 \times 10^{-5}$ | $1.9 \times 10^{-5}$ | $1.7 \times 10^{-5}$ | $1.6 \times 10^{-5}$ |

## الجدول الثاني-سابعا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Type | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a | Age 2-7 a | Age 7-12 a | Age 12-17 a | Age > 17 a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $f_1$ | e(g) | | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) |
| Cm-246 | $4.73 \times 10^3$ a | F | 0.005 | $1.9 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.8 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-4}$ | $1.0 \times 10^{-4}$ | $9.4 \times 10^{-5}$ | $9.8 \times 10^{-5}$ |
| | | M | 0.005 | $7.3 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.9 \times 10^{-5}$ | $5.1 \times 10^{-5}$ | $4.1 \times 10^{-5}$ | $4.1 \times 10^{-5}$ | $4.2 \times 10^{-5}$ |
| | | S | 0.005 | $4.6 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.0 \times 10^{-5}$ | $2.7 \times 10^{-5}$ | $1.9 \times 10^{-5}$ | $1.7 \times 10^{-5}$ | $1.6 \times 10^{-5}$ |
| Cm-247 | $1.56 \times 10^7$ a | F | 0.005 | $1.7 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.6 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-4}$ | $9.4 \times 10^{-5}$ | $8.6 \times 10^{-5}$ | $9.0 \times 10^{-5}$ |
| | | M | 0.005 | $6.7 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.3 \times 10^{-5}$ | $4.7 \times 10^{-5}$ | $3.7 \times 10^{-5}$ | $3.7 \times 10^{-5}$ | $3.9 \times 10^{-5}$ |
| | | S | 0.005 | $4.1 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.6 \times 10^{-5}$ | $2.4 \times 10^{-5}$ | $1.7 \times 10^{-5}$ | $1.5 \times 10^{-5}$ | $1.4 \times 10^{-5}$ |
| Cm-248 | $3.39 \times 10^5$ a | F | 0.005 | $6.8 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.5 \times 10^{-4}$ | $4.5 \times 10^{-4}$ | $3.7 \times 10^{-4}$ | $3.4 \times 10^{-4}$ | $3.6 \times 10^{-4}$ |
| | | M | 0.005 | $2.5 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.4 \times 10^{-4}$ | $1.8 \times 10^{-4}$ | $1.4 \times 10^{-4}$ | $1.4 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-4}$ |
| | | S | 0.005 | $1.4 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-4}$ | $8.2 \times 10^{-5}$ | $5.6 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-5}$ | $4.8 \times 10^{-5}$ |
| Cm-249 | 1.07 h | F | 0.005 | $1.8 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.8 \times 10^{-11}$ | $5.9 \times 10^{-11}$ | $4.6 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ | $4.0 \times 10^{-11}$ |
| | | M | 0.005 | $2.4 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $8.2 \times 10^{-11}$ | $5.8 \times 10^{-11}$ | $3.7 \times 10^{-11}$ | $3.3 \times 10^{-11}$ |
| | | S | 0.005 | $2.4 \times 10^{-10}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $7.8 \times 10^{-11}$ | $5.3 \times 10^{-11}$ | $3.9 \times 10^{-11}$ | $3.3 \times 10^{-11}$ |
| Cm-250 | $6.90 \times 10^3$ a | F | 0.005 | $3.9 \times 10^{-3}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.7 \times 10^{-3}$ | $2.6 \times 10^{-3}$ | $2.1 \times 10^{-3}$ | $2.0 \times 10^{-3}$ | $2.1 \times 10^{-3}$ |
| | | M | 0.005 | $1.4 \times 10^{-3}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-3}$ | $9.9 \times 10^{-4}$ | $7.9 \times 10^{-4}$ | $7.9 \times 10^{-4}$ | $8.4 \times 10^{-4}$ |
| | | S | 0.005 | $7.2 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.5 \times 10^{-4}$ | $4.4 \times 10^{-4}$ | $3.0 \times 10^{-4}$ | $2.7 \times 10^{-4}$ | $2.6 \times 10^{-4}$ |
| **Berkelium** | | | | | | | | | | |
| Bk-245 | 4.94 d | M | 0.005 | $8.8 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.6 \times 10^{-9}$ | $4.0 \times 10^{-9}$ | $2.9 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ |
| Bk-246 | 1.83 d | M | 0.005 | $2.1 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.7 \times 10^{-9}$ | $9.3 \times 10^{-10}$ | $6.0 \times 10^{-10}$ | $4.0 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ |
| Bk-247 | $1.38 \times 10^3$ a | M | 0.005 | $1.5 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-4}$ | $7.9 \times 10^{-5}$ | $7.2 \times 10^{-5}$ | $6.9 \times 10^{-5}$ |
| Bk-249 | 320 d | M | 0.005 | $3.3 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.3 \times 10^{-7}$ | $2.4 \times 10^{-7}$ | $1.8 \times 10^{-7}$ | $1.6 \times 10^{-7}$ | $1.6 \times 10^{-7}$ |
| Bk-250 | 3.22 h | M | 0.005 | $3.4 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.1 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ |
| **Californium** | | | | | | | | | | |
| Cf-244 | 0.323 h | M | 0.005 | $7.6 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $5.4 \times 10^{-8}$ | $2.8 \times 10^{-8}$ | $2.0 \times 10^{-8}$ | $1.6 \times 10^{-8}$ | $1.4 \times 10^{-8}$ |
| Cf-246 | 1.49 d | M | 0.005 | $1.7 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-6}$ | $8.3 \times 10^{-7}$ | $6.1 \times 10^{-7}$ | $5.7 \times 10^{-7}$ | $4.5 \times 10^{-7}$ |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cf-248 | 334 d | M | 0.005 | $3.8 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.2 \times 10^{-5}$ | $2.1 \times 10^{-5}$ | $1.4 \times 10^{-5}$ | $1.0 \times 10^{-5}$ | $8.8 \times 10^{-6}$ |
| Cf-249 | $3.50 \times 10^{2}$ a | M | 0.005 | $1.6 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-4}$ | $8.0 \times 10^{-5}$ | $7.2 \times 10^{-5}$ | $7.0 \times 10^{-5}$ |
| Cf-250 | 13.1 a | M | 0.005 | $1.1 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.8 \times 10^{-5}$ | $6.6 \times 10^{-5}$ | $4.2 \times 10^{-5}$ | $3.5 \times 10^{-5}$ | $3.4 \times 10^{-5}$ |
| Cf-251 | $8.98 \times 10^{2}$ a | M | 0.005 | $1.6 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-4}$ | $8.1 \times 10^{-5}$ | $7.3 \times 10^{-5}$ | $7.1 \times 10^{-5}$ |
| Cf-252 | 2.64 a | M | 0.005 | $9.7 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.7 \times 10^{-5}$ | $5.6 \times 10^{-5}$ | $3.2 \times 10^{-5}$ | $2.2 \times 10^{-5}$ | $2.0 \times 10^{-5}$ |
| Cf-253 | 17.8 d | M | 0.005 | $5.4 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $4.2 \times 10^{-6}$ | $2.6 \times 10^{-6}$ | $1.9 \times 10^{-6}$ | $1.7 \times 10^{-6}$ | $1.3 \times 10^{-6}$ |
| Cf-254 | 60.5 d | M | 0.005 | $2.5 \times 10^{-4}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.9 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-4}$ | $7.0 \times 10^{-5}$ | $4.8 \times 10^{-5}$ | $4.1 \times 10^{-5}$ |
| **Einsteinium** | | | | | | | | | | |
| Es-250 | 2.10 h | M | 0.005 | $2.0 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $7.8 \times 10^{-10}$ | $6.4 \times 10^{-10}$ | $6.3 \times 10^{-10}$ |
| Es-251 | 1.38 d | M | 0.005 | $7.9 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $6.0 \times 10^{-9}$ | $3.9 \times 10^{-9}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ | $2.6 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ |
| Es-253 | 20.5 d | M | 0.005 | $1.1 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.0 \times 10^{-6}$ | $5.1 \times 10^{-6}$ | $3.7 \times 10^{-6}$ | $3.4 \times 10^{-6}$ | $2.7 \times 10^{-6}$ |
| Es-254 | 276 d | M | 0.005 | $3.7 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $3.1 \times 10^{-5}$ | $2.0 \times 10^{-5}$ | $1.3 \times 10^{-5}$ | $1.0 \times 10^{-5}$ | $8.6 \times 10^{-6}$ |
| Es-254m | 1.64 d | M | 0.005 | $1.7 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-6}$ | $8.4 \times 10^{-7}$ | $6.3 \times 10^{-7}$ | $5.9 \times 10^{-7}$ | $4.7 \times 10^{-7}$ |
| **Fermium** | | | | | | | | | | |
| Fm-252 | 22.7 h | M | 0.005 | $1.2 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $9.0 \times 10^{-7}$ | $5.8 \times 10^{-7}$ | $4.3 \times 10^{-7}$ | $4.0 \times 10^{-7}$ | $3.2 \times 10^{-7}$ |
| Fm-253 | 3.00 d | M | 0.005 | $1.5 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.2 \times 10^{-6}$ | $7.3 \times 10^{-7}$ | $5.4 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-7}$ | $4.0 \times 10^{-7}$ |
| Fm-254 | 3.24 h | M | 0.005 | $3.2 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.3 \times 10^{-7}$ | $1.3 \times 10^{-7}$ | $9.8 \times 10^{-8}$ | $7.6 \times 10^{-8}$ | $6.1 \times 10^{-8}$ |
| Fm-255 | 20.1 h | M | 0.005 | $1.2 \times 10^{-6}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $7.3 \times 10^{-7}$ | $4.7 \times 10^{-7}$ | $3.5 \times 10^{-7}$ | $3.4 \times 10^{-7}$ | $2.7 \times 10^{-7}$ |
| Fm-257 | 101 d | M | 0.005 | $3.3 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $2.6 \times 10^{-5}$ | $1.6 \times 10^{-5}$ | $1.1 \times 10^{-5}$ | $8.8 \times 10^{-6}$ | $7.1 \times 10^{-6}$ |
| **Mendelevium** | | | | | | | | | | |
| Md-257 | 5.20 h | M | 0.005 | $1.0 \times 10^{-7}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $8.2 \times 10^{-8}$ | $5.1 \times 10^{-8}$ | $3.6 \times 10^{-8}$ | $3.1 \times 10^{-8}$ | $2.5 \times 10^{-8}$ |
| Md-258 | 55.0 d | M | 0.005 | $2.4 \times 10^{-5}$ | $5.0 \times 10^{-4}$ | $1.9 \times 10^{-5}$ | $1.2 \times 10^{-5}$ | $8.6 \times 10^{-6}$ | $7.3 \times 10^{-6}$ | $5.9 \times 10^{-6}$ |

**الجدول الثاني-ثامنا- أنواع الامتصاص في الرئة والمستخدمة في حساب الجرعة الفعالة المودعة لكل وحدة أخذ داخلي عن طريق الاستنشاق بالنسبة لتعرض أفراد الجمهور للأيروسولات الجسيمية أو للغازات والأبخرة**

| Element | Absorption type(s)[a] | ICRP Publication No. for details of biokinetic model and absorption type(s) |
|---|---|---|
| Hydrogen | F, M[b], S, G | Publications 56, 67 and 71 |
| Beryllium | M, S | Publication 30, Part 3 |
| Carbon | F, M[b], S, G | Publications 56, 67 and 71 |
| Fluorine | F, M, S | Publication 30, Part 2 |
| Sodium | F | Publication 30, Part 2 |
| Magnesium | F, M | Publication 30, Part 3 |
| Aluminium | F, M | Publication 30, Part 3 |
| Silicon | F, M, S | Publication 30, Part 3 |
| Phosphorus | F, M | Publication 30, Part 1 |
| Sulphur | F, M[b], S, G | Publications 67 and 71 |
| Chlorine | F, M | Publication 30, Part 2 |
| Potassium | F | Publication 30, Part 2 |
| Calcium | F, M, S | Publication 71 |
| Scandium | S | Publication 30, Part 3 |
| Titanium | F, M, S | Publication 30, Part 3 |
| Vanadium | F, M | Publication 30, Part 3 |
| Chromium | F, M, S | Publication 30, Part 2 |
| Manganese | F, M | Publication 30, Part 1 |
| Iron | F, M[b], S | Publications 69 and 71 |
| Cobalt | F, M[b], S | Publications 67 and 71 |
| Nickel | F, M[b], S, G | Publications 67 and 71 |
| Copper | F, M, S | Publication 30, Part 2 |
| Zinc | F, M[b], S | Publications 67 and 71 |
| Gallium | F, M | Publication 30, Part 3 |

(أ) بالنسبة للجسيمات: F: سريع؛ M: متوسط؛ S: بطئ؛ G: غازات وأبخرة.

(ب) نوع عدم الامتصاص الموصى به بالنسبة للأيروسول الجزيئي عند عدم توافر معلومات محددة (أنظر المنشور رقم ٧١ (١٩٩٦) الصادر عن اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات (أنظر الحاشية ٤٢)).

## الجدول الثاني-تاسعا (تابع)

| Element | Absorption type(s)[a] | ICRP Publication No. for details of biokinetic model and absorption type(s) |
|---|---|---|
| Germanium | F, M | Publication 30, Part 3 |
| Arsenic | M | Publication 30, Part 3 |
| Selenium | F[b], M, S | Publications 69 and 71 |
| Bromine | F, M | Publication 30, Part 2 |
| Rubidium | F | Publication 30, Part 2 |
| Strontium | F, M[b], S | Publications 67 and 71 |
| Yttrium | M, S | Publication 30, Part 2 |
| Zirconium | F, M[b], S | Publications 56, 67 and 71 |
| Niobium | F, M[b], S | Publications 56, 67 and 71 |
| Molybdenum | F, M[b], S | Publications 67 and 71 |
| Technetium | F, M[b], S | Publications 67 and 71 |
| Ruthenium | F, M[b], S, G | Publications 56, 67 and 71 |
| Rhodium | F, M, S | Publication 30, Part 2 |
| Palladium | F, M, S | Publication 30, Part 3 |
| Silver | F, M[b], S | Publications 67 and 71 |
| Cadmium | F, M, S | Publication 30, Part 2 |
| Indium | F, M | Publication 30, Part 2 |
| Tin | F, M | Publication 30, Part 3 |
| Antimony | F, M[b], S | Publications 69 and 71 |
| Tellurium | F, M[b], S, G | Publications 67 and 71 |
| Iodine | F[b], M, S, G | Publications 56, 67 and 71 |
| Caesium | F[b], M, S | Publications 56, 67 and 71 |
| Barium | F, M[b], S | Publications 67 and 71 |
| Lanthanum | F, M | Publication 30, Part 3 |
| Cerium | F, M[b], S | Publications 56, 67 and 71 |
| Praseodymium | M, S | Publication 30, Part 3 |
| Neodymium | M, S | Publication 30, Part 3 |
| Promethium | M, S | Publication 30, Part 3 |
| Samarium | M | Publication 30, Part 3 |

## الجدول الثاني-تاسعا (تابع)

| Element | Absorption type(s)[a] | ICRP Publication No. for details of biokinetic model and absorption type(s) |
|---|---|---|
| Europium | M | Publication 30, Part 3 |
| Gadolinium | F, M | Publication 30, Part 3 |
| Terbium | M | Publication 30, Part 3 |
| Dysprosium | M | Publication 30, Part 3 |
| Holmium | M | Publication 30, Part 3 |
| Erbium | M | Publication 30, Part 3 |
| Thulium | M | Publication 30, Part 3 |
| Ytterbium | M, S | Publication 30, Part 3 |
| Lutetium | M, S | Publication 30, Part 3 |
| Hafnium | F, M | Publication 30, Part 3 |
| Tantalum | M, S | Publication 30, Part 3 |
| Tungsten | F | Publication 30, Part 3 |
| Rhenium | F, M | Publication 30, Part 2 |
| Osmium | F, M, S | Publication 30, Part 2 |
| Iridium | F, M, S | Publication 30, Part 2 |
| Platinum | F | Publication 30, Part 3 |
| Gold | F, M, S | Publication 30, Part 2 |
| Mercury | F, M, G | Publication 30, Part 2 |
| Thallium | F | Publication 30, Part 3 |
| Lead | F, M[b], S, G | Publications 67 and 71 |
| Bismuth | F, M | Publication 30, Part 2 |
| Polonium | F, M[b], S, G | Publications 67 and 71 |
| Astatine | F, M | Publication 30, Part 3 |
| Francium | F | Publication 30, Part 3 |
| Radium | F, M[b], S | Publications 67 and 71 |
| Actinium | F, M, S | Publication 30, Part 3 |
| Thorium | F, M, S[b] | Publications 69 and 71 |
| Protactinium | M, S | Publication 30, Part 3 |
| Uranium | F, M[b], S | Publications 69 and 71 |

## الجدول الثاني-تاسعا (تابع)

| Element | Absorption type(s)[a] | ICRP Publication No. for details of biokinetic model and absorption type(s) |
|---|---|---|
| Neptunium | F, M[b], S | Publications 67 and 71 |
| Plutonium | F, M[b], S | Publications 67 and 71 |
| Americium | F, M[b], S | Publications 67 and 71 |
| Curium | F, M[b], S | Publication 71 |
| Berkelium | M | Publication 30, Part 4 |
| Californium | M | Publication 30, Part 4 |
| Einsteinium | M | Publication 30, Part 4 |
| Fermium | M | Publication 30, Part 4 |
| Mendelevium | M | Publication 30, Part 4 |

**الجدول الثاني-تاسعاً- الاستنشاق: الجرعة الفعالة المودعة لكل وحدة أخذ داخلي e(g) (سيفرت/بكريل$^{-1}$) بالنسبة للغازات والأبخرة القابلة للذوبان أو المتفاعلة**

| Nuclide | Physical half-life | Absorption[a] | % deposit | Age g ≤ 1 a $f_1$ | Age g ≤ 1 a e(g) | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a e(g) | Age 2-7 a e(g) | Age 7-12 a e(g) | Age 12-17 a e(g) | Age > 17 a e(g)[b] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tritiated water | 12.3 a | V | 100 | 1.000 | $6.4 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $4.8 \times 10^{-11}$ | $3.1 \times 10^{-11}$ | $2.3 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ | $1.8 \times 10^{-11}$ |
| Elemental hydrogen | 12.3 a | V | 0.01 | 1.000 | $6.4 \times 10^{-15}$ | 1.000 | $4.8 \times 10^{-15}$ | $3.1 \times 10^{-15}$ | $2.3 \times 10^{-15}$ | $1.8 \times 10^{-15}$ | $1.8 \times 10^{-15}$ |
| Tritiated methane | 12.3 a | V | 1 | 1.000 | $6.4 \times 10^{-13}$ | 1.000 | $4.8 \times 10^{-13}$ | $3.1 \times 10^{-13}$ | $2.3 \times 10^{-13}$ | $1.8 \times 10^{-13}$ | $1.8 \times 10^{-13}$ |
| Organically bound tritium | 12.3 a | V | 100 | 1.000 | $1.1 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $1.1 \times 10^{-10}$ | $7.0 \times 10^{-11}$ | $5.5 \times 10^{-11}$ | $4.1 \times 10^{-11}$ | $4.1 \times 10^{-11}$ |
| Carbon-11 vapour | 0.340 h | V | 100 | 1.000 | $2.8 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $1.8 \times 10^{-11}$ | $9.7 \times 10^{-12}$ | $6.1 \times 10^{-12}$ | $3.8 \times 10^{-12}$ | $3.2 \times 10^{-12}$ |
| Carbon-11 dioxide | 0.340 h | V | 100 | 1.000 | $1.8 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $1.2 \times 10^{-11}$ | $6.5 \times 10^{-12}$ | $4.1 \times 10^{-12}$ | $2.5 \times 10^{-12}$ | $2.2 \times 10^{-12}$ |
| Carbon-11 monoxide | 0.340 h | V | 40 | 1.000 | $1.0 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $6.7 \times 10^{-12}$ | $3.5 \times 10^{-12}$ | $2.2 \times 10^{-12}$ | $1.4 \times 10^{-12}$ | $1.2 \times 10^{-12}$ |
| Carbon-14 vapour | $5.73 \times 10^3$ a | V | 100 | 1.000 | $1.3 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $1.6 \times 10^{-9}$ | $9.7 \times 10^{-10}$ | $7.9 \times 10^{-10}$ | $5.7 \times 10^{-10}$ | $5.8 \times 10^{-10}$ |
| Carbon-14 dioxide | $5.73 \times 10^3$ a | V | 100 | 1.000 | $1.9 \times 10^{-11}$ | 1.000 | $1.9 \times 10^{-11}$ | $1.1 \times 10^{-11}$ | $8.9 \times 10^{-12}$ | $6.3 \times 10^{-12}$ | $6.2 \times 10^{-12}$ |
| Carbon-14 monoxide | $5.73 \times 10^3$ a | V | 40 | 1.000 | $9.1 \times 10^{-12}$ | 1.000 | $5.7 \times 10^{-12}$ | $2.8 \times 10^{-12}$ | $1.7 \times 10^{-12}$ | $9.9 \times 10^{-13}$ | $8.0 \times 10^{-13}$ |
| Carbon disulphide-35 | 87.4 d | F | 100 | 1.000 | $6.9 \times 10^{-9}$ | 0.800 | $4.8 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $8.6 \times 10^{-10}$ | $7.0 \times 10^{-10}$ |
| Sulphur-35 dioxide | 87.4 d | F | 85 | 1.000 | $9.4 \times 10^{-10}$ | 0.800 | $6.6 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ | $1.3 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| Nickel-56 carbonyl | 6.10 d | [c] | 100 | 1.000 | $6.8 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $5.2 \times 10^{-9}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ |
| Nickel-57 carbonyl | 1.50 d | [c] | 100 | 1.000 | $3.1 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $2.3 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $9.2 \times 10^{-10}$ | $6.5 \times 10^{-10}$ | $5.6 \times 10^{-10}$ |
| Nickel-59 carbonyl | $7.50 \times 10^4$ a | [c] | 100 | 1.000 | $4.0 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $3.3 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $9.1 \times 10^{-10}$ | $8.3 \times 10^{-10}$ |
| Nickel-63 carbonyl | 96.0 a | [c] | 100 | 1.000 | $9.5 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $8.0 \times 10^{-9}$ | $4.8 \times 10^{-9}$ | $3.0 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $2.0 \times 10^{-9}$ |

(أ) F: سريع؛ V: يُفترض أن المادة قد امتصت تماما وفورا الى سوائل الجسم.

(ب) ينطبق على العاملين وعلى أفراد الجمهور البالغين على حد سواء.

(ج) الترسيب ٣٠٪: ١٠٪: ٢٠٪: ٤٠٪ (خارج نطاق الصدر: شُعبي: رئوي: تجويفي-متخلل)، العمر النصفي للاحتجاز ١ر٠ يوما (أنظر المنشور رقم ٦٨ (١٩٩٤) الصادر عن اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات (أنظر الحاشية ٤٢)).

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nickel-65 carbonyl | 2.52 h | c | 100 | 1.000 | $2.0 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $1.4 \times 10^{-9}$ | $8.1 \times 10^{-10}$ | $5.6 \times 10^{-10}$ | $4.0 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ |
| Nickel-66 carbonyl | 2.27 d | c | 100 | 1.000 | $1.0 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $7.1 \times 10^{-9}$ | $4.0 \times 10^{-9}$ | $2.7 \times 10^{-9}$ | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ |
| Ruthenium-94 tetroxide | 0.863 h | F | 100 | 0.100 | $5.5 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $3.5 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $7.0 \times 10^{-11}$ | $5.6 \times 10^{-11}$ |
| Ruthenium-97 tetroxide | 2.90 d | F | 100 | 0.100 | $8.7 \times 10^{-10}$ | 0.050 | $6.2 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| Ruthenium-103 tetroxide | 39.3 d | F | 100 | 0.100 | $9.0 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $6.2 \times 10^{-9}$ | $3.3 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| Ruthenium-105 tetroxide | 4.44 h | F | 100 | 0.100 | $1.6 \times 10^{-9}$ | 0.050 | $1.0 \times 10^{-9}$ | $5.3 \times 10^{-10}$ | $3.2 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ |
| Ruthenium-106 tetroxide | 1.01 a | F | 100 | 0.100 | $1.6 \times 10^{-7}$ | 0.050 | $1.1 \times 10^{-7}$ | $6.1 \times 10^{-8}$ | $3.7 \times 10^{-8}$ | $2.2 \times 10^{-8}$ | $1.8 \times 10^{-8}$ |
| Tellurium-116 vapour | 2.49 h | F | 100 | 0.600 | $5.9 \times 10^{-10}$ | 0.300 | $4.4 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $8.7 \times 10^{-11}$ |
| Tellurium-121 vapour | 17.0 d | F | 100 | 0.600 | $3.0 \times 10^{-9}$ | 0.300 | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $9.6 \times 10^{-10}$ | $6.7 \times 10^{-10}$ | $5.1 \times 10^{-10}$ |
| Tellurium-121m vapour | 154 d | F | 100 | 0.600 | $3.5 \times 10^{-8}$ | 0.300 | $2.7 \times 10^{-8}$ | $1.6 \times 10^{-8}$ | $9.8 \times 10^{-9}$ | $6.6 \times 10^{-9}$ | $5.5 \times 10^{-9}$ |
| Tellurium-123 vapour | $1.00 \times 10^{13}$ a | F | 100 | 0.600 | $2.8 \times 10^{-8}$ | 0.300 | $2.5 \times 10^{-8}$ | $1.9 \times 10^{-8}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ | $1.3 \times 10^{-8}$ | $1.2 \times 10^{-8}$ |
| Tellurium-123m vapour | 120 d | F | 100 | 0.600 | $2.5 \times 10^{-8}$ | 0.300 | $1.8 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-8}$ | $5.7 \times 10^{-9}$ | $3.5 \times 10^{-9}$ | $2.9 \times 10^{-9}$ |
| Tellurium-125m vapour | 58.0 d | F | 100 | 0.600 | $1.5 \times 10^{-8}$ | 0.300 | $1.1 \times 10^{-8}$ | $5.9 \times 10^{-9}$ | $3.2 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.5 \times 10^{-9}$ |
| Tellurium-127 vapour | 9.35 h | F | 100 | 0.600 | $6.1 \times 10^{-10}$ | 0.300 | $4.4 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $9.2 \times 10^{-11}$ | $7.7 \times 10^{-11}$ |
| Tellurium-127m vapour | 109 d | F | 100 | 0.600 | $5.3 \times 10^{-8}$ | 0.300 | $3.7 \times 10^{-8}$ | $1.9 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-8}$ | $6.1 \times 10^{-9}$ | $4.6 \times 10^{-9}$ |
| Tellurium-129 vapour | 1.16 h | F | 100 | 0.600 | $2.5 \times 10^{-10}$ | 0.300 | $1.7 \times 10^{-10}$ | $9.4 \times 10^{-11}$ | $6.2 \times 10^{-11}$ | $4.3 \times 10^{-11}$ | $3.7 \times 10^{-11}$ |
| Tellurium-129m vapour | 33.6 d | F | 100 | 0.600 | $4.8 \times 10^{-8}$ | 0.300 | $3.2 \times 10^{-8}$ | $1.6 \times 10^{-8}$ | $8.5 \times 10^{-9}$ | $5.1 \times 10^{-9}$ | $3.7 \times 10^{-9}$ |
| Tellurium-131 vapour | 0.417 h | F | 100 | 0.600 | $5.1 \times 10^{-10}$ | 0.300 | $4.5 \times 10^{-10}$ | $2.6 \times 10^{-10}$ | $1.4 \times 10^{-10}$ | $9.5 \times 10^{-11}$ | $6.8 \times 10^{-11}$ |
| Tellurium-131m vapour | 1.25 d | F | 100 | 0.600 | $2.1 \times 10^{-8}$ | 0.300 | $1.9 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $5.6 \times 10^{-9}$ | $3.7 \times 10^{-9}$ | $2.4 \times 10^{-9}$ |
| Tellurium-132 vapour | 3.26 d | F | 100 | 0.600 | $5.4 \times 10^{-8}$ | 0.300 | $4.5 \times 10^{-8}$ | $2.4 \times 10^{-8}$ | $1.2 \times 10^{-8}$ | $7.6 \times 10^{-9}$ | $5.1 \times 10^{-9}$ |
| Tellurium-133 vapour | 0.207 h | F | 100 | 0.600 | $5.5 \times 10^{-10}$ | 0.300 | $4.7 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $8.1 \times 10^{-11}$ | $5.6 \times 10^{-11}$ |
| Tellurium-133m vapour | 0.923 h | F | 100 | 0.600 | $2.3 \times 10^{-9}$ | 0.300 | $2.0 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $5.0 \times 10^{-10}$ | $3.3 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ |
| Tellurium-134 vapour | 0.696 h | F | 100 | 0.600 | $6.8 \times 10^{-10}$ | 0.300 | $5.5 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $8.4 \times 10^{-11}$ |
| Elemental iodine-120 | 1.35 h | V | 100 | 1.000 | $3.0 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $2.4 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $6.4 \times 10^{-10}$ | $4.3 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ |
| Elemental iodine-120m | 0.883 h | V | 100 | 1.000 | $1.5 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $1.2 \times 10^{-9}$ | $6.4 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ |

## الجدول الثاني-تاسعا (تابع)

| Nuclide | Physical half-life | Absorption[a] | % deposit | Age g ≤ 1 a | | $f_1$ for g > 1 a | Age 1-2 a | Age 2-7 a | Age 7-12 a | Age 12-17 a | Age > 17 a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | $f_1$ | e(g) | | e(g) | e(g) | e(g) | e(g) | e(g)[b] |
| Elemental iodine-121 | 2.12 h | V | 100 | 1.000 | $5.7 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $5.1 \times 10^{-10}$ | $3.0 \times 10^{-10}$ | $1.7 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $8.6 \times 10^{-11}$ |
| Elemental iodine-123 | 13.2 h | V | 100 | 1.000 | $2.1 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $1.8 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $4.7 \times 10^{-10}$ | $3.2 \times 10^{-10}$ | $2.1 \times 10^{-10}$ |
| Elemental iodine-124 | 4.18 d | V | 100 | 1.000 | $1.1 \times 10^{-7}$ | 1.000 | $1.0 \times 10^{-7}$ | $5.8 \times 10^{-8}$ | $2.8 \times 10^{-8}$ | $1.8 \times 10^{-8}$ | $1.2 \times 10^{-8}$ |
| Elemental iodine-125 | 60.1 d | V | 100 | 1.000 | $4.7 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $5.2 \times 10^{-8}$ | $3.7 \times 10^{-8}$ | $2.8 \times 10^{-8}$ | $2.0 \times 10^{-8}$ | $1.4 \times 10^{-8}$ |
| Elemental iodine-126 | 13.0 d | V | 100 | 1.000 | $1.9 \times 10^{-7}$ | 1.000 | $1.9 \times 10^{-7}$ | $1.1 \times 10^{-7}$ | $6.2 \times 10^{-8}$ | $4.1 \times 10^{-8}$ | $2.6 \times 10^{-8}$ |
| Elemental iodine-128 | 0.416 h | V | 100 | 1.000 | $4.2 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $2.8 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ | $7.5 \times 10^{-11}$ | $6.5 \times 10^{-11}$ |
| Elemental iodine-129 | $1.57 \times 10^{7}$ a | V | 100 | 1.000 | $1.7 \times 10^{-7}$ | 1.000 | $2.0 \times 10^{-7}$ | $1.6 \times 10^{-7}$ | $1.7 \times 10^{-7}$ | $1.3 \times 10^{-7}$ | $9.6 \times 10^{-8}$ |
| Elemental iodine-130 | 12.4 h | V | 100 | 1.000 | $1.9 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $1.7 \times 10^{-8}$ | $9.2 \times 10^{-9}$ | $4.3 \times 10^{-9}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ | $1.9 \times 10^{-9}$ |
| Elemental iodine-131 | 8.04 d | V | 100 | 1.000 | $1.7 \times 10^{-7}$ | 1.000 | $1.6 \times 10^{-7}$ | $9.4 \times 10^{-8}$ | $4.8 \times 10^{-8}$ | $3.1 \times 10^{-8}$ | $2.0 \times 10^{-8}$ |
| Elemental iodine-132 | 2.30 h | V | 100 | 1.000 | $2.8 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $2.3 \times 10^{-9}$ | $1.3 \times 10^{-9}$ | $6.4 \times 10^{-10}$ | $4.3 \times 10^{-10}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ |
| Elemental iodine-132m | 1.39 h | V | 100 | 1.000 | $2.4 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $5.6 \times 10^{-10}$ | $3.8 \times 10^{-10}$ | $2.7 \times 10^{-10}$ |
| Elemental iodine-133 | 20.8 h | V | 100 | 1.000 | $4.5 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $4.1 \times 10^{-8}$ | $2.1 \times 10^{-8}$ | $9.7 \times 10^{-9}$ | $6.3 \times 10^{-9}$ | $4.0 \times 10^{-9}$ |
| Elemental iodine-134 | 0.876 h | V | 100 | 1.000 | $8.7 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $6.9 \times 10^{-10}$ | $3.9 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ |
| Elemental iodine-135 | 6.61 h | V | 100 | 1.000 | $9.7 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $8.5 \times 10^{-9}$ | $4.5 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ | $9.2 \times 10^{-10}$ |
| Methyl iodide-120 | 1.35 h | V | 70 | 1.000 | $2.3 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $1.9 \times 10^{-9}$ | $1.0 \times 10^{-9}$ | $4.8 \times 10^{-10}$ | $3.1 \times 10^{-10}$ | $2.0 \times 10^{-10}$ |
| Methyl iodide-120m | 0.883 h | V | 70 | 1.000 | $1.0 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $8.7 \times 10^{-10}$ | $4.6 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ | $1.0 \times 10^{-10}$ |
| Methyl iodide-121 | 2.12 h | V | 70 | 1.000 | $4.2 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $3.8 \times 10^{-10}$ | $2.2 \times 10^{-10}$ | $1.2 \times 10^{-10}$ | $8.3 \times 10^{-11}$ | $5.6 \times 10^{-11}$ |
| Methyl iodide-123 | 13.2 h | V | 70 | 1.000 | $1.6 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $1.4 \times 10^{-9}$ | $7.7 \times 10^{-10}$ | $3.6 \times 10^{-10}$ | $2.4 \times 10^{-10}$ | $1.5 \times 10^{-10}$ |
| Methyl iodide-124 | 4.18 d | V | 70 | 1.000 | $8.5 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $8.0 \times 10^{-8}$ | $4.5 \times 10^{-8}$ | $2.2 \times 10^{-8}$ | $1.4 \times 10^{-8}$ | $9.2 \times 10^{-9}$ |
| Methyl iodide-125 | 60.1 d | V | 70 | 1.000 | $3.7 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $4.0 \times 10^{-8}$ | $2.9 \times 10^{-8}$ | $2.2 \times 10^{-8}$ | $1.6 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Methyl iodide-126 | 13.0 d | V | 70 | 1.000 | $1.5 \times 10^{-7}$ | 1.000 | $1.5 \times 10^{-7}$ | $9.0 \times 10^{-8}$ | $4.8 \times 10^{-8}$ | $3.2 \times 10^{-8}$ | $2.0 \times 10^{-8}$ |
| Methyl iodide-128 | 0.416 h | V | 70 | 1.000 | $1.5 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $1.2 \times 10^{-10}$ | $6.3 \times 10^{-11}$ | $3.0 \times 10^{-11}$ | $1.9 \times 10^{-11}$ | $1.3 \times 10^{-11}$ |
| Methyl iodide-129 | $1.57 \times 10^{7}$ a | V | 70 | 1.000 | $1.3 \times 10^{-7}$ | 1.000 | $1.5 \times 10^{-7}$ | $1.2 \times 10^{-7}$ | $1.3 \times 10^{-7}$ | $9.9 \times 10^{-8}$ | $7.4 \times 10^{-8}$ |
| Methyl iodide-130 | 12.4 h | V | 70 | 1.000 | $1.5 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $1.3 \times 10^{-8}$ | $7.2 \times 10^{-9}$ | $3.3 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ |
| Methyl iodide-131 | 8.04 d | V | 70 | 1.000 | $1.3 \times 10^{-7}$ | 1.000 | $1.3 \times 10^{-7}$ | $7.4 \times 10^{-8}$ | $3.7 \times 10^{-8}$ | $2.4 \times 10^{-8}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ |
| Methyl iodide-132 | 2.30 h | V | 70 | 1.000 | $2.0 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $1.8 \times 10^{-9}$ | $9.5 \times 10^{-10}$ | $4.4 \times 10^{-10}$ | $2.9 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ |
| Methyl iodide-132m | 1.39 h | V | 70 | 1.000 | $1.8 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $1.6 \times 10^{-9}$ | $8.3 \times 10^{-10}$ | $3.9 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.6 \times 10^{-10}$ |
| Methyl iodide-133 | 20.8 h | V | 70 | 1.000 | $3.5 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $3.2 \times 10^{-8}$ | $1.7 \times 10^{-8}$ | $7.6 \times 10^{-9}$ | $4.9 \times 10^{-9}$ | $3.1 \times 10^{-9}$ |
| Methyl iodide-134 | 0.876 h | V | 70 | 1.000 | $5.1 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $4.3 \times 10^{-10}$ | $2.3 \times 10^{-10}$ | $1.1 \times 10^{-10}$ | $7.4 \times 10^{-11}$ | $5.0 \times 10^{-11}$ |
| Methyl iodide-135 | 6.61 h | V | 70 | 1.000 | $7.5 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $6.7 \times 10^{-9}$ | $3.5 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ | $6.8 \times 10^{-10}$ |
| Mercury-193 vapour | 3.50 h | d | 70 | 1.000 | $4.2 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $3.4 \times 10^{-9}$ | $2.2 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.2 \times 10^{-9}$ | $1.1 \times 10^{-9}$ |
| Mercury-193m vapour | 11.1 h | d | 70 | 1.000 | $1.2 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $9.4 \times 10^{-9}$ | $6.1 \times 10^{-9}$ | $4.5 \times 10^{-9}$ | $3.4 \times 10^{-9}$ | $3.1 \times 10^{-9}$ |
| Mercury-194 vapour | $2.60 \times 10^{2}$ a | d | 70 | 1.000 | $9.4 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $8.3 \times 10^{-8}$ | $6.2 \times 10^{-8}$ | $5.0 \times 10^{-8}$ | $4.3 \times 10^{-8}$ | $4.0 \times 10^{-8}$ |
| Mercury-195 vapour | 9.90 h | d | 70 | 1.000 | $5.3 \times 10^{-9}$ | 1.000 | $4.3 \times 10^{-9}$ | $2.8 \times 10^{-9}$ | $2.1 \times 10^{-9}$ | $1.6 \times 10^{-9}$ | $1.4 \times 10^{-9}$ |
| Mercury-195m vapour | 1.73 d | d | 70 | 1.000 | $3.0 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $2.5 \times 10^{-8}$ | $1.6 \times 10^{-8}$ | $1.2 \times 10^{-8}$ | $8.8 \times 10^{-9}$ | $8.2 \times 10^{-9}$ |
| Mercury-197 vapour | 2.67 d | d | 70 | 1.000 | $1.6 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $1.3 \times 10^{-8}$ | $8.4 \times 10^{-9}$ | $6.3 \times 10^{-9}$ | $4.7 \times 10^{-9}$ | $4.4 \times 10^{-9}$ |
| Mercury-197m vapour | 23.8 h | d | 70 | 1.000 | $2.1 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $1.7 \times 10^{-8}$ | $1.1 \times 10^{-8}$ | $8.2 \times 10^{-9}$ | $6.2 \times 10^{-9}$ | $5.8 \times 10^{-9}$ |
| Mercury-199m vapour | 0.710 h | d | 70 | 1.000 | $6.5 \times 10^{-10}$ | 1.000 | $5.3 \times 10^{-10}$ | $3.4 \times 10^{-10}$ | $2.5 \times 10^{-10}$ | $1.9 \times 10^{-10}$ | $1.8 \times 10^{-10}$ |
| Mercury-203 vapour | 46.6 d | d | 70 | 1.000 | $3.0 \times 10^{-8}$ | 1.000 | $2.3 \times 10^{-8}$ | $1.5 \times 10^{-8}$ | $1.0 \times 10^{-8}$ | $7.7 \times 10^{-9}$ | $7.0 \times 10^{-9}$ |

(د) الترسيب ١٠Z: ٢٠Z- ٤٠Z (شعبي: رئوي: تجويفي-متخلل)، نصف زمن الاحتجاز ١ر٧ يوما (أنظر المنشور رقم ٦٨ (١٩٩٤) الصادر عن اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات (أنظر الحاشية ٤٢)).

## الجدول الثاني-عاشراً- معدل الجرعة الفعالة بالنسبة لتعرض البالغين لغازات خاملة(أ)

| Nuclide | Physical half-life | Effective dose rate per unit integrated air concentration $(Sv \cdot d^{-1}/Bq \cdot m^{-3})^a$ |
|---|---|---|
| **Argon** | | |
| Ar-37 | 35.0 d | $4.1 \times 10^{-15}$ |
| Ar-39 | 269 a | $1.1 \times 10^{-11}$ |
| Ar-41 | 1.83 h | $5.3 \times 10^{-9}$ |
| **Krypton** | | |
| Kr-74 | 11.5 m | $4.5 \times 10^{-9}$ |
| Kr-76 | 14.8 h | $1.6 \times 10^{-9}$ |
| Kr-77 | 74.7 m | $3.9 \times 10^{-9}$ |
| Kr-79 | 1.46 d | $9.7 \times 10^{-10}$ |
| Kr-81 | $2.10 \times 10^5$ a | $2.1 \times 10^{-11}$ |
| Kr-83m | 1.83 h | $2.1 \times 10^{-13}$ |
| Kr-85 | 10.7 a | $2.2 \times 10^{-11}$ |
| Kr-85m | 4.48 h | $5.9 \times 10^{-10}$ |
| Kr-87 | 1.27 h | $3.4 \times 10^{-9}$ |
| Kr-88 | 2.84 h | $8.4 \times 10^{-9}$ |
| **Xenon** | | |
| Xe-120 | 40.0 m | $1.5 \times 10^{-9}$ |
| Xe-121 | 40.1 m | $7.5 \times 10^{-9}$ |
| Xe-122 | 20.1 h | $1.9 \times 10^{-10}$ |
| Xe-123 | 2.08 h | $2.4 \times 10^{-9}$ |
| Xe-125 | 17.0 h | $9.3 \times 10^{-10}$ |
| Xe-127 | 36.4 d | $9.7 \times 10^{-10}$ |
| Xe-129m | 8.0 d | $8.1 \times 10^{-11}$ |
| Xe-131m | 11.9 d | $3.2 \times 10^{-11}$ |
| Xe-133m | 2.19 d | $1.1 \times 10^{-10}$ |
| Xe-133 | 5.24 d | $1.2 \times 10^{-10}$ |
| Xe-135m | 15.3 m | $1.6 \times 10^{-9}$ |
| Xe-135 | 9.10 h | $9.6 \times 10^{-10}$ |
| Xe-138 | 14.2 m | $4.7 \times 10^{-9}$ |

(أ) ينطبق على العاملين وعلى أفراد الجمهور البالغين على حد سواء.

## المرفق الثالث

# المستويات الارشادية للجرعة ومعدل الجرعة والنشاط الاشعاعي لأغراض التعرض الطبي

## المستويات الارشادية لاجراءات التشخيص بالأشعة

**الجدول الثالث-أولا المستويات الارشادية للجرعة لأغراض التشخيص بالأشعة لمريض نموذجي بالغ**

| الفحص | جرعة سطح الدخول لكل صورة أشعة(أ) (مللي غراي) | |
|---|---|---|
| الفقرات القطنية | أمامي-خلفي | ١٠ |
| | جانبي | ٣٠ |
| | قطني-عجزي-منصلي | ٤٠ |
| البطن، الجهاز البولي، المرارة | أمامي-خلفي | ١٠ |
| الحوض | أمامي-خلفي | ١٠ |
| مفصل الفخذ | أمامي-خلفي | ١٠ |
| الصدر | خلفي-أمامي | ٠ر٤ |
| | جانبي | ١ر٥ |
| الفقرات الصدرية | أمامي-خلفي | ٧ |
| | جانبي | ٢٠ |
| الأسنان | التاج | ٧ |
| الجمجمة | أمامي-خلفي | ٥ |
| | خلفي - أمامي | ٥ |
| | جانبي | ٣ |

(أ) في الهواء مع التأثر الخلفي. وهذه القيم خاصة بمجموعة فيلم - دربئة التقليدية بالسرعة النسبية ٢٠٠. وبالنسبة لمجموعة فيلم - دربئة السريعة (٤٠٠-٦٠٠) ينبغي خفض هذه القيم بعامل يتراوح بين ٢ و ٣.

**الجدول الثالث-ثانيا المستويات الارشادية للجرعة لأغراض التصوير المقطعي المحوسب لمريض نموذجي بالغ**

| الفحص | الجرعة المتوسطة للتصوير المقطعي[أ] (مللي غراي) |
|---|---|
| الرأس | ٥٠ |
| الفقرات القطنية | ٣٥ |
| البطن | ٢٥ |

(أ) مشتقة من قياسات على محور الدوران في نماذج مكافئة للماء يبلغ طولها ١٥ سم وقطرها ١٦ سم (للرأس) و ٣٠ سم (للفقرات القطنية والبطن).

**الجدول الثالث-ثالثا المستويات الارشادية للجرعة لأغراض تصوير الثدي لمريض نموذجي بالغ**

| الجرعة المتوسطة لغدة الثدي لكل مسقط رأسي[أ] |
|---|
| ١ مللي غراي (بدون مصفاة)<br>٣ مللي غراي (مع المصفاة) |

(أ) محددة في ثدي مضغوط بسماكة ٤٫٥ سم مكون من نسيج غدي بنسبة ٥٠٪ ونسيج دهني بنسبة ٥٠٪، مع مجموعة فيلم-دربكة وجهاز تصوير ثدي يستخدم دربكة الموليبدنوم ومرشح الموليبدنوم.

**الجدول الثالث-رابعا المستويات الارشادية لمعدل الجرعة لأغراض التنظير لمريض نموذجي بالغ**

| طريقة التشغيل | معدل جرعة سطح الدخول[أ] (مللي غراي/دقيقة) |
|---|---|
| عادية | ٢٥ |
| قياس عال[ب] | ١٠٠ |

(أ) في الهواء مع التناثر الخلفي.

(ب) لمعدات التنظير المجهزة بطريقة تشغيل "مستوى عال" اختيارية، مثل تلك التي يكثر استخدامها في التدخلات الاشعاعية.

## المستويات الارشادية للاجراءات التشخيصية في الطب النووي

### الجدول الثالث-خامسا المستويات الارشادية للنشاط الاشعاعي لاجراءات الطب النووي بالنسبة لمريض نموذجي بالغ

| الاختبار | النويدة المشعة | الشكل الكيميائي[أ] | أقصى نشاط اشعاعي معتاد لكل اختبار[ب] (MBq) |
|---|---|---|---|
| **العظام** | | | |
| تصوير العظام | $^{99}TC^m$ | Phosphonate and phosphate compounds | 600 |
| التصوير المقطعي للعظام بالانبعاث الفوتوني المفرد المحوسب(SPECT) | $^{99}TC^m$ | Phosphonate and phosphate compounds | 800 |
| تصوير نخاع العظام | $^{99}TC^m$ | Labelled colloid | 400 |
| **المخ** | | | [ج] |
| تصوير المخ (ساكن) | $^{99}TC^m$ | $TcO_4^-$ | 500 |
| | $^{99}TC^m$ | Diethylenetriaminepenta-acetic acid (DTPA), gluconate and glucoheptonate | 500 |
| التصوير المقطعي للمخ (SPECT) | $^{99}TC^m$ | $TcO_4^-$ | 800 |
| | $^{99}TC^m$ | DTPA, gluconate and glucoheptonate | 800 |
| | $^{99}TC^m$ | Exametazime | 500 |
| جريان الدم في المخ | $^{133}Xe$ | In isotonic sodium chloride solution | 400 |
| | $^{99}TC^m$ | Hexamethyl propylene amine oxime (HM-PAO) | 500 |
| التصوير الوعائي | $^{111}In$ | DTPA | 40 |
| **الغدة الدمعية** | | | |
| مجرى الدمع | $^{99}TC^m$ | $TcO_4^-$ | 4 |
| | $^{99}TC^m$ | Labelled colloid | 4 |
| **الغدة الدرقية** | | | |
| تصوير الغدة الدرقية | $^{99}TC^m$ | $TcO_4^-$ | 200 |
| | $^{123}I$ | $I^-$ | 20 |
| انتقالات الدرق (بعد الاستئصال) | $^{131}I$ | $I^-$ | 400 |
| تصوير مجاورة الدرق | $^{201}Tl$ | $TL^+$, chloride | 80 |

الجدول الثالث- خامسا (تابع)

| الاختبار | النويدة المشعة | الشكل الكيميائي[أ] | أقصى نشاط اشعاعي معتاد لكل اختبار[ب] (MBq) |
|---|---|---|---|
| **الرئة** | | | |
| تصوير التهوية الرئوية | $^{81}Kr^{m}$ | Gas | 6000 |
| | $^{99}Tc^{m}$ | DTPA-aerosol | 80 |
| دراسة التهوية الرئوية | $^{133}Xe$ | Gas | 400 |
| | $^{127}Xe$ | Gas | 200 |
| تصوير النضح الرئوي | $^{81}Kr^{m}$ | Aqueous solution | 6000 |
| | $^{99}Tc^{m}$ | Human albumin (macroaggregates or microspheres) | 100 |
| تصوير النضح الرئوي (مع الأوردة) | $^{99}Tc^{m}$ | Human albumin (macroaggregates or microspheres) | 160 |
| دراسات النضح الرئوي | $^{133}Xe$ | Isotonic solution | 200 |
| | $^{127}Xe$ | Isotonic chloride solution | 200 |
| التصوير المقطعي للرئة (SPECT) | $^{99}Tc^{m}$ | (MAA) | 200 |
| **الكبد والطحال** | | | |
| تصوير الكبد والطحال | $^{99}Tc^{m}$ | Labelled colloid | 80 |
| تصوير نظام وظائف الصفراء | $^{99}Tc^{m}$ | Iminodiacetates and equivalent agents | 150 |
| تصوير الطحال | $^{99}Tc^{m}$ | Labelled denaturated red blood cells | 100 |
| التصوير المقطعي للكبد (SPECT) | $^{99}Tc^{m}$ | Labelled colloid | 200 |

الجدول ثالثا- خامسا (تابع)

| الاختبـــار | النويدة المشعة | الشكل الكيميائي[أ] | أقصى نشاط اشعاعي معتاد لكل اختبار[ب] (MBq) |
|---|---|---|---|
| **القلب والأوعية الدموية** | | | |
| دراسات الجريان الأول للدم | $^{99m}Tc$ | $TcO_4^-$ | 800 |
| | $^{99m}Tc$ | DTPA | 800 |
| | $^{99m}Tc$ | Macroaggregated globulin 3 | 400 |
| تصوير الدم في القلب | $^{99m}Tc$ | Human albumin complex | 40 |
| تصوير القلب والأوعية الدموية/دراسات اختبارية | $^{99m}Tc$ | Human albumin complex | 800 |
| | $^{99m}Tc$ | Labelled normal red blood cells | 800 |
| تصوير عضلة القلب/دراسات اختبارية | $^{99m}Tc$ | Phosphonate and phosphate compounds | 600 |
| تصوير عضلة القلب | $^{99m}Tc$ | isonitriles | 300 |
| | $^{201}Tl$ | $Tl^+$ chloride | 100 |
| التصوير المقطعي لعضلة القلب (SPECT) | $^{99m}Tc$ | Phosphonate and phosphate compounds | 800 |
| | $^{99m}Tc$ | Isonitriles | 600 |
| **المعدة والقناة المعوية** | | | |
| تصوير المعدة/الغدة اللعابية | $^{99m}Tc$ | $TcO_4^-$ | 40 |
| تصوير الزائدة الدودية | $^{99m}Tc$ | $TcO_4^-$ | 400 |
| النزف المعوي | $^{99m}Tc$ | Labelled colloid | 400 |
| | $^{99m}Tc$ | Labelled normal red blood cells | 40 |
| حركية المرئ وارتداد المصارة | $^{99m}Tc$ | Labelled colloid | 40 |
| | $^{99m}Tc$ | Non absorbable compounds | 12 |
| تفريغ المعدة | $^{99m}Tc$ | Non absorbable compounds | 12 |
| | $^{111}In$ | Non absorbable compounds | 12 |
| | $^{113m}In$ | Non absorbable compounds | 12 |

الجدول الثالث- خامسا (تابع)

| الاختبار | النويدة المشعة | الشكل الكيميائي[أ] | أقصى نشاط اشعاعي معتاد لكل اختبار[ب] (MBq) |
|---|---|---|---|
| **الكلى والجهاز البولي والغدد الكظرية** | | | |
| تصوير الكلى | $^{99}Tc^m$ | Dimercaptosuccinic acid | 160 |
| تصوير الكلى ودراستها | $^{99}Tc^m$ | DTPA, gluconate and glucoheptonate | 350 |
| | $^{99}Tc^m$ | Macroaggregated globulin 3 | 100 |
| | $^{123}I$ | O-iodohippurate | 20 |
| تصوير الغدد الكظرية | $^{75}Se$ | Selenorcholesterol | 8 |
| **متفرقـــات** | | | |
| تصوير الورم | $^{67}Ga$ | Citrate | 300 |
| أو الخراج | $^{201}Tl$ | Chloride | 100 |
| تصوير الورم | $^{99}Tc^m$ | Dimercaptosuccinic acid | 400 |
| تصوير الأورام العصبية | $^{123}I$ | Meta-iodo-benzyl guanidine | 400 |
| | $^{131}I$ | MIBG | 20 |
| تصوير العقد اللمفاوية | $^{99}Tc^m$ | Labelled colloid | 80 |
| تصوير الخراج | $^{99}Tc^m$ | Exametazime labelled white cells | 400 |
| | $^{111}In$ | Labelled white cells | 20 |
| تصوير الجلطات الدموية | $^{111}In$ | Labelled platelets | 20 |

(أ) ألغيت بعض هذه المركبات في بعض البلدان.

(ب) في بعض البلدان، تقل القيم النموذجية عن تلك المبينة في الجدول.

## المستوى الارشادي للنشاط الاشعاعي وقت مغادرة المستشفي

**الجدول الثالث-سادسا المستوى الارشادي للنشاط الاشعاعي الأقصى في المرضى المعالجين وقت مغادرتهم المستشفى**

| النويدة المشعة | النشاط الاشعاعي (ميجابكريل) (MBq) |
|---|---|
| اليود-١٣١ | [أ]١١٠٠ |

(أ) في بعض البلدان يستخدم مستوى ٤٠٠ ميجابكريل كمثال للممارسة الجيدة.

# المرفق الرابع

## مستويات الجرعة التي يتوقع عندها التدخل تحت أي ظروف

رابعا-١- يوضح الجدول الرابع-أولا مستويات الاجراء فيما يتعلق بالجرعة في حالة تعرض العضو أو النسيج تعرضا حادا. ويوضح الجدول الرابع-ثانيا مستويات الاجراء فيما يتعلق بمعدل الجرعة في حالة تعرض العضو أو النسيج تعرضا مزمنا.

### الجدول الرابع-أولا مستوى الجرعة التي تقتضي التدخل في حالة التعرضات الحادة

| العضو أو النسيج | الجرعة الممتصة المتوقعة للعضو أو النسيج في أقل من يومين (غراي) |
|---|---|
| الجسم بكامله (النخاع العظمي) | ١ |
| الرئة | ٦ |
| الجلد | ٣ |
| الغدة الدرقية | ٥ |
| عدسة العين | ٢ |
| الجهاز التناسلي | ٣ |

ملحوظة: ينبغي أن يؤخذ في الاعتبار احتمال ظهور آثار قطعية بالنسبة للجرعات التي تزيد عن حوالي ١ر٠ غراي (ويتم تلقيها في أقل من يومين) على الجنين عند النظر في تبرير وأمثلة مستويات الاجراء الفعلي للوقاية الفورية.

### الجدول الرابع-ثانيا مستوى الاجراء فيما يتعلق بمعدل الجرعة في حالة التعرضات المزمنة

| العضو أو النسيج | معدل الجرعة المكافئة سيفرت/سنة$^{-1}$ |
|---|---|
| الجهاز التناسلي | ٢ر٠ |
| عدسة العين | ١ر٠ |
| النخاع العظمي | ٤ر٠ |

# المرفق الخامس

## مبادئ توجيهية لمستويات التدخل ومستويات الاجراء في حالات التعرض الطارئ

خامسا-١- يعبَّر عن مستويات التدخل بدلالة الجرعة الممكن تفاديها، أي أنه يقرر اجراء وقائي اذا تجاوزت الجرعة الممكن تفاديها مستوى التدخل المتصل بذلك. وعند تحديد الجرعة الممكن تفاديها، ينبغي مراعاة احتمالات التأخير في اتخاذ اجراء وقائي وأي عوامل أخرى قد تعرقل الاجراء أو تحد من فعاليته.

خامسا-٢- تشير قيم الجرعة التي يمكن تفاديها على النحو المحدد في مستويات التدخل الى المتوسط المأخوذ من عينات مختارة من السكان بصورة مناسبة، لا الى الأفراد الأكثر تعرضا (أي المجموعات الحرجة منهم). بيد أنه ينبغي الابقاء على الجرعات المتوقعة لمجموعات حرجة من الأفراد في اطار مستويات الجرعة المحددة في المرفق الرابع.

خامسا-٣- أوصت اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات[٤٣] بمبادئ عامة تنظم اختيار مستويات التدخل في حالات الطوارئ الاشعاعية، كما أوصت بالاطار العام للقيم التي يُتوقع أن تدخل فيه مثل هذه المستويات.

خامسا-٤- وضعت الوكالة الدولية للطاقة الذرية قيما استخلصت من التطبيق العام لهذه المبادئ على أشكال الاجراءات الوقائية الأكثر شيوعا[٤٤].

خامسا-٥- قد تكون مستويات التدخل في موقع ما أعلى أو أقل في بعض حالات معينة من هذه القيم العامة المثلى بسبب العوامل الخاصة بالموقع أو بالحالة. وقد تشمل هذه العوامل، ضمن ما تشمل، وجود مجموعات خاصة من السكان (مثل المرضى بالمستشفيات، أو نزلاء دور المسنين، أو السجناء)، أو وجود ظروف جوية خطرة أو مجموعة أخطار مركبة (كالزلازل أو المواد الكيميائية الخطرة)، ومشاكل خاصة ترتبط بالنقل، أو بسبب الكثافة العالية للسكان، وغير ذلك من الخصائص الفريدة للموقع أو الاطلاق العرضي للمواد المشعة.

---

(٤٣) INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, Principles for Intervention for Protection of the Public in a Radiological Emergency,ICRP Publication No. 63, Ann. of the ICRP 22 4, Pergamon Press, Oxford (1993).

(٤٤) INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Intervention Criteria in a Nuclear or Radiation Emergency, Safety Series No. 109, IAEA, Vienna (1994).

خامسا-٦- مع وضع هذه العوامل، في الاعتبار، يمكن أن تؤخذ القيم المحددة فيما بعد كنقطة بداية للتقديرات اللازمة لاتخاذ قرارات بشأن اختيار مستويات التدخل في حالات التعرض الطارئ.

## الاجراءات الوقائية العاجلة: الايواء والاخلاء والمعالجة الوقائية باليود

خامسا-٧- يبلغ مستوى التدخل العام الأمثل لأغراض الايواء ١٠ ملليي سيفرت، من الجرعة الممكن تفاديها خلال فترة لا تتجاوز اليومين. وقد ترغب السلطات في أن تنصح بالايواء عند مستويات أقل من مستويات التدخل ولفترات أقصر، أو لكي يتسنى اتخاذ المزيد من التدابير المضادة مثل الاخلاء.

خامسا-٨- تبلغ قيمة التدخل العامة المثلى لأغراض الاخلاء المؤقت ٥٠ ملليي سيفرت، من الجرعة الممكن تفاديها[٤٥] خلال فترة لا تتجاوز الأسبوع. وقد ترغب السلطات في بدء الاخلاء عند مستويات تدخل أقل ولفترات أقصر، وكذلك في الحالات التي يمكن فيها تنفيذ الاخلاء بسرعة وسهولة، كما هو الحال بالنسبة لمجموعات صغيرة من السكان. وقد تكون المستويات الأعلى للتدخل ملائمة في الحالات التي يصعب فيها الاخلاء، كما في حالة وجود مجموعات كبيرة من السكان أو اذا كانت وسائل النقل غير كافية.

خامسا-٩- تبلغ قيمة التدخل العامة المثلى لأغراض المعالجة الوقائية باليود ١٠٠ ملليي غراي من الجرعة الممتصة المودعة الممكن تفاديها بالنسبة للغدة الدرقية بسبب اليود المشع.

---

(٤٥) في بعض البلدان، تعتبر القيمة التي تبلغ ١٠٠ ملليي سيفرت من الجرعة التي يمكن تفاديها مستوى أقرب الى الواقعية لأغراض الاخلاء المؤقت. وقد أوصت اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات بأن يبرّر الاخلاء في أغلب الحالات بالنسبة للجرعة الممكن تفاديها التي تبلغ قيمتها ٥٠٠ ملليي سيفرت (أو الجرعة المكافئة التي يتعرض لها الجلد وتبلغ قيمتها ٥٠٠٠ ملليي سيفرت)، كما أوصت بأن يقل نطاق القيم التي تبلغ الحد الأمثل عن هذه القيمة بعامل لا يزيد عن عشرة (أنظر المنشور رقم ٦٣ الصادر عن اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات (الحاشية ٤٢)، ص ٨٩). وترد توصيات عامة في منشور اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات" "مبادئ مراقبة وقاية السكان من الاشعاعات"، المنشور رقم ٤٢ الصادر عن اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات. Ann.ICRP 15 1, Pergamon Press, Oxford (1985).

الجدول الخامس-أولا- مستويات الاجراء العامة بالنسبة للمواد الغذائية

| النويدات المشعة | الأغذية المخصصة للاستهلاك العام كيلو بكريل/كيلو جرام (KBq/Kg) | الألبان وأغذية الأطفال ومياه الشرب كيلو بكريل/كيلو جرام (KBq/Kg) |
|---|---|---|
| Cs-134 Cs-137, Ru-103, Ru-106, Sr-89 | ١ | ١ |
| I-131 | | ٠ر١ |
| Sr-90 | ٠ر١ | |
| Am-241, Pu-238, Pu-239 | ٠ر٠١ | ٠ر٠٠١ |

خامسا -١١- تتضمن الفقرات خامسا-١١ الى خامسا-١٦ من التذييل الخامس شروطا اضافية تتعلق باستخدام هذه القيم في حالات التدخل.

## الترحيل المؤقت واعادة التوطين بشكل دائم

خامسا-١٢- تبلغ مستويات التدخل العامة المثلى لأغراض بدء وانهاء الترحيل المؤقت ٣٠ مللي سيفرت شهريا و ١٠ مللي سيفرت شهريا على التوالي. واذا لم يكن من المتوقع أن تقل الجرعة المتراكمة شهريا عن هذا المستوى خلال عام أو عامين، ينبغي النظر في اعادة التوطين بشكل دائم نظرا لعدم توقع العودة الى الديار الأصلية. كما ينبغي النظر في اعادة التوطين بشكل دائم اذا كان متوقعا أن تتجاوز جرعة مدى الحياة ١ سيفرت.

خامسا-١٣- الجرعات التي يمكن مقارنتها بمستويات التدخل هذه هي الجرعات الكلية الناجمة عن كافة مسالك التعرض الممكن تجنبها باتخاذ التدابير المضادة، وان كان يستثنى منها عادة الأغذية والمياه.

# المرفق السادس

## مبادئ توجيهية لمستويات الاجـــراء في حالات التعرض المزمن

سادسا-١- مع أن مفهوم مستويات الاجراء في حالات التعرض المزمن له تطبيق أعم، فانه لا يوجد توافق دولي في الآراء حتى الآن بشأن القيم العددية الا فيما يتعلق بالرادون. ومن ثم فانه لم يتم وضع مبادئ توجيهية الا بالنسبة للتعرض المزمن للرادون.

### الرادون في المنازل

سادسا-٢- ينبغي، في معظم الحالات، أن تكون لمستويات الاجراء المثلى المتعلقة بالتعرض المزمن للرادون في المنازل حدود تركيز سنوي متوسط يتراوح بين ٢٠٠ الى ٦٠٠ بكريل من الرادون[٢٢٢] في كل متر مكعب من الهواء.

### الرادون في أماكن العمل

سادسا-٣- مستوى الاجراء اللازم لاتخاذ اجراء علاجي بشأن حالات التعرض المزمن للرادون المستخدم في أماكن العمل هو تركيز سنوي متوسط قدره ١٠٠٠ بكريل من الرادون[٢٢٢] في كل متر مكعب من الهواء[٤٦].

---

(٤٦) أوصت اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات بأن مستويات الاجراء لأغراض التعرض المهني للرادون يمكن أن تتـــم فـــي حـــدود ٥٠٠-١٥٠٠ بكريل/م$^{٣}$. (أنظر INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIATION PROTECTION, Protection against Radon-222 at Home and at work, ICRP Publication No. 65, Ann. ICRP, 23 2, Pergamon Press, Oxford and New York (1993)).

# مسـرد المصطلحـات

# مسرد المصطلحات

تستخدم التعاريف التالية لأغراض هذه المعايير:

**الجرعة الممتصة:** **Absorbed dose**

كمية الجرعات الأساسية المقاسة D، وتعرَّف على النحو التالي:

$$D=\frac{de}{dm}$$

حيث de: متوسط الطاقة التي تنقلها الاشعاعات المؤينة الى المادة في عنصر حجمي، و dm: كتلة المادة في هذا العنصر الحجمي. ويمكن للطاقة أن تَوزع بالتساوي على أي حجم محدد، حيث تساوي الجرعة المتوسطة الطاقة الكلية المنقولة الى الحجم مقسومة على كتلة الحجم. والوحدة الدولية للجرعة الممتصة هي "جول" لكل كيلوغرام ($J\ Kg^{-1}$) وتسمى "غراي" (GY).

**الحـــادث:** **Accident:**

أي حدث غير مقصود، بما في ذلك أخطاء التشغيل أو أعطال المعدات أو غيرها من الحوادث المؤسفة، ولا يمكن تجاهل عواقبه الفعلية أو المحتملة من زاوية الوقاية أو الأمان.

**مستوى الاجراء:** **Action level:**

مستوى معدل الجرعة أو تركيز النشاط الاشعاعي الذي يلزم عند تجاوزه اتخاذ اجراءات علاجية أو وقائية في حالات التعرض المزمن أو الطارئ.

**التنشيط:** **Activation:**

انتاج نويدات مشعة بالتشعيع.

**النشاط الاشعاعي:** **Activity:**

الكمية A بالنسبة لمقدار من النويدات المشعة في حالة معينة للطاقة في وقت معين هي:

$$A=\frac{dN}{dt}$$

حيث dN: القيمة المتوقعة لعدد التحولات النووية العفوية من حالة الطاقة هذه في الفاصل الزمني dt. والوحدة الدولية للنشاط الاشعاعي هي مقلوب الثانية، ($S^{-1}$)، وتسمى "بكريل" ($B_q$).

**التدبير المضاد الزراعي:** **Agricultural countermeasure:**

الاجراء المتخذ للتقليل من تلوث المنتجات الغذائية أو الزراعية أو الحرجية قبل وصولها الى المستهلكين.

**مكافئ الجرعة المحيطة:** **Ambient dose equivalent:**

الكمية H*(d)، عند نقطة في حقل اشعاعي، معرَّفة بأنها مكافئ الجرعة التي تنتج عن هذا الحقل المضبوط والموسع في الكرة المعتمدة من اللجنة الدولية للوحدات والمقاييس الاشعاعية عند العمق d على نصف قطر الدائرة المعاكس لاتجاه الحقل المضبوط. ويوصى بعمق d = ١٠ مم للاشعاعات الشديدة النفاذ.

**الحد السنوي للأخذ الداخلي:** **Annual limit on intake (ALI):**

أخذ الانسان المرجعي لنويدات مشعة معينة في السنة عن طريق التنفس أو البلع أو الجلد، تؤدي الى جرعة مودعة تساوي حد الجرعة ذات الصلة. ويُعبر عن الحد السنوي للأخذ الداخلي بوحدات النشاط الاشعاعي.

**المتقدم:** **Applicant:**

أي شخص قانوني يتقدم بطلب الى الهيئة الرقابية للاذن له بالاضطلاع بأي من الاجراءات الموضحة في الالتزامات العامة لتطبيق هذه المعايير. (أنظر الفقرتين ٢-٧ و ٢-٨).

**موافق عليه:** **Approved:**

موافق عليه من الهيئة الرقابية.

**الاذن:** **Authorization:**

تصريح تمنحه الهيئة الرقابية على شكل وثيقة لشخص قانوني تقدم بطلب للاضطلاع بممارسة أو أي اجراء آخر موضح في الالتزامات العامة لتطبيق هذه المعايير (أنظر الفقرتين ٢-٧ و ٢-٨). وقد يتخذ الاذن شكل تسجيل أو رخصة.

**المأذون له:** **Authorized:**

مُنح اذنا من الهيئة الرقابية.

**الجرعة المتوسطة الغدية في الثدي:** **Average mammary glandular dose:**

الجرعة المتوسطة الممتصة نظريا ($D_g$) في غدة الثدي، والتي يمكن حسابها لأغراض تصوير الثدي من العلاقة:

$$D_g = D_{gN} X_c$$

حيث $D_{gN}$: الجرعة المتوسطة الممتصة في غدة الثدي من تعرض عَرَضي وقع في الهواء لمقدار $2.58 \times 10^{-4}$ C.Kg$^{-1}$، و $X_t$: التعرض العرضي الواقع في الهواء، وحيث يمكن استنتاج قيم $D_{gN}$ عند استعمال أنابيب الأشعة السينية التي تستخدم دريئة الموليبدنوم ومرشحات الموليبدنوم وتعمل بسماكة نصفية قدرها ٠ر٣ مم ألومنيوم لتصوير نسيج يتألف من ٥٠٪ نسيج دهني و ٥٠٪ نسيج غدي من الجدول التالي:

| سماكة الثدي (سم) | ٠ر٣ | ٥ر٣ | ٠ر٤ | ٥ر٤ | ٠ر٥ | ٥ر٥ | ٠ر٦ | ٥ر٦ | ٠ر٧ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $D_{gN}$ | ٢ر٢ | ١ر٩٥ | ١ر٧٥ | ١ر٥٥ | ١ر٤ | ١ر٢٥ | ١ر١٥ | ١ر٠٥ | ٠ر٩٥ |

حيث تقدر $D_{gN}$ بالمللي غراي لكل $2.58 \times 10^{-4}$ C.Kg$^{-1}$.

**الجرعة الممكن تفاديها:** **Avertable dose:**

هي الجرعة الممكن تفاديها عن طريق اجراء وقائي؛ أي الفرق بين الجرعة المتوقعة مع اتخاذ اجراء وقائي وبدونه.

**التعرض المزمن:** **Chronic exposure:**

هو تعرض مستمر مع الزمن.

**رفع الرقابة:** **Clearance:**

رفع أي رقابة تمارسها الهيئة الرقابية عن المواد أو الأجسام المشعة في اطار ممارسات مأذون بها[٤٨].

**مستويات رفع الرقابة:** **Clearance levels:**

قيم تضعها الهيئة الرقابية معبرا عنها بتركيزات النشاط الاشعاعي و/أو النشاط الاشعاعي الكلي، ويمكن عندها أو دونها اعفاء مصادر الاشعاع من الرقابة.

**الجرعة التجميعية:** **Collective dose:**

تعبير عن الجرعة الاشعاعية الكلية في قطاع من السكان، ويعرف بأنه حاصل ضرب عدد الأفراد المعرضين لمصدر ما في الجرعة الاشعاعية المتوسطة التي تلقوها. ويُعبر عن الجرعة التجميعية بالوحدات رجل/سيفرت (man.Sv). (أنظر الجرعة الفعالة التجميعية Collective effective dose).

---

(٤٨) تخضع التصريحات المشعة للاذن وليس لرفع الرقابة.

**الجرعة الفعالة التجميعية:** **Collective effective dose:**

الجرعة الفعالة الكلية S لقطاع من السكان، معرفة كما يلي:

$$S = \sum_i E_i \cdot N_i$$

حيث $E_i$: الجرعة الفعالة المتوسطة في المجموعة الفرعية i من السكان، و $N_i$: عدد الأفراد في هذه المجموعة الفرعية. كما يمكن تعريفها عن طريق المعادلة التكاملية التالية:

$$S = \int_0^{\infty} E \frac{dN}{dE} dE$$

حيث

$$\frac{dN}{dE} dE$$

هو عدد الأفراد الذين يتلقون جرعة فعالة تتراوح بين E و E+dE.

والجرعة الفعالة التجميعية $S_k$ المودعة نتيجة لحدث أو قرار أو جزء محدود من ممارسة K، تُعطى بالمعادلة التالية:

$$S_k = \int_0 \dot{S}_k(t) dt$$

حيث $\dot{S}_k(t)$: معدل الجرعة الفعالة التجميعية في الزمن t، الناجم عن k.

**الجرعة المودعة:** **Committed dose:**

الجرعة الفعالة المودعة و/أو الجرعة المكافئة المودعة.

**الجرعة الممتصة المودعة:** **Committed absorbed dose:**

تعرّف الكمية $D(\tau)$ على النحو التالي:

$$D(\tau) = \int_{to}^{to+\tau} \dot{D}(t)dt$$

حيث $t_o$: زمن الأخذ الداخلي، و $\dot{D}(t)dt$: معدل الجرعة الممتصة في الزمن t، و $\tau$: الزمن المنقضي بعد أخذ داخلي للمواد المشعة. وفي الحالات التي لا يحدد فيها الزمن $\tau$، يُفترض أنه ٥٠ عاما للبالغين وحتى سن السبعين لحالات الأخذ الداخلي لدى الأطفال.

**الجرعة الفعالة المودعة:** **Committed effective dose:**

تعرَّف الكمية $E(\tau)$ على النحو التالي:

$$E(\tau) = \sum_{T} W_T.H_T(\tau)$$

حيث $H_T(\tau)$: الجرعة المكافئة المودعة في النسيج T خلال زمن الاندماج $\tau$، و $W_T$ عامل النسيج المرجح للنسيج T. وفي الحالات التي لا يحدد فيها الزمن $\tau$، يفترض أنه ٥٠ عاما للبالغين وحتى سن السبعين لحالات الأخذ الداخلي لدى الأطفال.

**الجرعة المكافئة المودعة:** **Committed equivalent dose:**

تعرَّف الكمية $H(\tau)$، على النحو التالي:

$$H_T(\tau) = \int_{to}^{to+\tau} \dot{H}_T(t)\ dt$$

حيث $t_o$: زمن الأخذ الداخلي، و $\dot{H}_T(t)$: معدل الجرعة المكافئة في الزمن t في عضو أو نسيج T، و $\tau$: الزمن المنقضي بعد أخذ داخلي لمواد مشعة. وفي الحالات التي لا يحدد فيها الزمن $\tau$، يفترض أنه ٥٠ عاما للبالغين وحتى سن السبعين لحالات الأخذ الداخلي لدى الأطفال.

**المنتج الاستهلاكي:** **Consumer product:**

جهاز مثل كاشف الدخان، أو المؤشر الوميضي، أو الأنبوب المولد للأيونات الذي يحتوي على كميات ضئيلة من المواد المشعة.

**الاحتـــواء:** **Containment:**

أساليب أو انشاءات مادية تمنع تشتت المواد المشعة.

**التلـــوث:** **Contamination:**

وجود مواد مشعة داخل احدى المواد أو على سطحها أو في الجسم البشري أو في أماكن أخرى حيثما تكون غير مرغوب فيها أو يمكن أن تكون ضارة.

**المنطقة الخاضعة للرقابة:** **Controlled area:**

المنطقة الخاضعة للرقابة هي أي منطقة تتطلب أو يمكن أن تتطلب تدابير محددة للوقاية واشتراطات محددة للأمان للأغراض التالية:

(أ) مراقبة التعرضات العادية أو منع انتشار التلوث أثناء ظروف العمل العادية؛

(ب) ومنع التعرضات الممكنة أو تحديد مداها.

**التدبير المضـــاد:** **Countermeasure:**

اجراء يستهدف التخفيف من عواقب حادث ما.

**المجموعة الحرجـــــة:** **Critical group:**

مجموعة من أفراد الجمهور يتسم تعرضهم لمصدر اشعاعي معين ومسار تعرض معين بالتجانس الى حد معقول، وتعد نمطا نموذجيا لأفراد يتلقون أعلى جرعة فعالة أو جرعة مكافئة (حسب الاقتضاء) عن طريق مسار التعرض المعين المنبثق عن المصدر المعين.

**ازالة التلـــوث:** **Decontamination:**

ازالة أو تخفيف التلوث عن طريق عملية مادية أو كيميائية معينة.

**الدفاع في العمـــق:** **Defence in depth:**

استخدام أكثر من تدبير وقائي واحد لبلوغ هدف معين للأمان، بحيث يتحقق الهدف حتى اذا فشل أحد التدابير الوقائية.

**الأثر القطعـــــي:** **Deterministic effect:**

أثر اشعاعي له عتبة للجرعة بوجه عام، تصبح بعدها حدة الأثر أكبر كلما ازدادت الجرعة.

**الضـــــرر:** **Detriment:**

مجمل الضرر الذي قد يقع في آخر الأمر على مجموعة معرضة وعلى من ينحدرون منها نتيجة تعرض هذه المجموعة لاشعاع منبعث من مصدر ما.

**مكافئ الجرعة الاتجاهيـــة:** **Directional dose equivalent:**

الكمية $H'(d,\Omega)$، عند نقطة في حقل اشعاعي، هي مكافئ الجرعة الذي ينتج عن الحقل الموسع المناظر في الكرة المعتمدة من اللجنة الدولية للوحدات والمقاييس الاشعاعية عند العمق d، على نصف قطر في اتجاه معين $\Omega$. ويُوصى بعمق $d = 0.07$ مم للاشعاعات الضعيفة النفاذ.

**الجرعـــــــة:** **Dose:**

قياس للاشعاع الذي تتلقاه الدرينة أو "تمتصه". وتُستخدم الكميات المسماة بالجرعة الممتصة، أو جرعة العضو، أو الجرعة المكافئة، أو الجرعة الفعالة، أو الجرعة المكافئة المودعة، أو الجرعة الفعالة المودعة، تبعا للسياق. وغالبا ما تُحذف الصفات عندما لا تكون ضرورية لتحديد الكمية المعنية.

**قيـــد الجرعة:** **Dose constraint:**

تقييد متوقع يتعلق بالمصدر ويُفرض على الجرعة الفردية المتلقاة عن طريق هذا المصدر، ويُستخدم كحد لأمثلة وقاية المصادر وأمانها. وبالنسبة للتعرضات المهنية، فان قيد الجرعة هو قيمة الجرعات الفردية المتصلة بالمصدر والمستخدمة للحد من نطاق الخيارات المطروحة للبحث في عملية الأمثلة. أما بالنسبة لتعرض الجمهور، فان قيد الجرعة هو حد أعلى للجرعات السنوية التي يمكن أن يتلقاها أفراد الجمهور من التشغيل المقرر لأي مصدر خاضع للرقابة. والتعرض الذي ينطبق عليه قيد الجرعة هو الجرعة السنوية التي تتلقاها أي مجموعة حرجة، والمتجمعة من جميع مسارات التعرض، والناتجة عن التشغيل المتوقع للمصدر الخاضع للرقابة. والغرض من القيد المفروض على كل مصدر هو بقاء مجموع الجرعات التي تتلقاها المجموعة الحرجة من جميع المصادر الخاضعة للرقابة ضمن حد الجرعة. وبالنسبة للتعرض الطبي، ينبغي تفسير مستويات قيد الجرعة على أنها المستويات الارشادية، الا عندما تُستخدم لتحقيق أمثلة وقاية الأشخاص المعرضين بسبب البحوث الطبية، أو الأشخاص الذين يساعدون في رعاية أو معاونة أو مواساة المرضى المعرضين، عدا العاملين.

**مكافـــئ الجرعـــة:** **Dose equivalent:**

كمية تستخدمها اللجنة الدولية للوحدات والمقاييس الاشعاعية في تحديد مكافئ الجرعة المحيطة ومكافئ الجرعة الاتجاهية ومكافئ الجرعة الشخصية للكميات الفعلية. ولأغراض الوقاية من الاشعاعات تحل الجرعة المكافئة محل مكافئ الجرعة الكمية. ولايضاح هذه المصطلحات، أنظر: اللجنة الدولية للوحدات والمقاييس الاشعاعية، "الكميات والوحدات المستخدمة في قياس الجرعات لأغراض الوقاية من الاشعاعات"، المنشور رقم ٥١ الصادر عن اللجنة الدولية للوحدات والمقاييس الاشعاعية، ICRU, Bethesda, MD (1993).

**حـــد الجرعـــة:** **Dose limit:**

قيمة الجرعة الفعالة أو المكافئة التي يتلقاها الأفراد في ممارسات خاضعة للرقابة ولا يصح تجاوزها.

**ناتج الجرعـــة:** **Dose-area product:**

حاصل ضرب مساحة المقطع الفعال لحزمة اشعاعية في الجرعة المتوسطة المتلقاة، ويُستخدم في الأشعة التشخيصية كمقياس للطاقة المنقولة.

**الجرعة الفعالـــة:** **Effective dose:**

الكمية E المعرفة بأنها مجموع الجرعات المكافئة في الأنسجة، بعد ضرب كل منها في عامل النسيج المرجح المناسب، وتُحسب بالمعادلة التالية:

$$E = \sum_{T} W_T \cdot H_T$$

حيث $H_T$: الجرعة المكافئة في النسيج T، و $W_T$: عامل النسيج المرجح بالنسبة للنسيج T. وتُستنتج المعادلة التالية من تعريف الجرعة المكافئة:

$$E = \sum_{T} W_T \cdot \sum_{R} W_R \cdot D_{T,R}$$

حيث $W_R$: عامل الاشعاع المرجح بالنسبة للاشعاعات R، و $D_{T,R}$: الجرعة المتوسطة الممتصة في العضو أو النسيج T. ووحدة الجرعة الفعالة هي $J.Kg^{-1}$، وتُسمى "سيفرت" (Sv).

**خطـة الطـــوارئ:** **Emergency plan:**

مجموعة اجراءات تُنفذ في حالة وقوع حادث.

**المستخـــدِم:** **Employer:**

شخصية قانونية تضطلع بمسؤولية والتزامات وواجبات معترف بها تجاه أحد العاملين في نطاق عمله بمقتضى علاقة متفق عليها من الجانبين. (ويُعتبر الشخص الذي يعمل لحسابه الخاص مستخدِما وعاملا في آن واحد).

**جرعة سطح الدخول:** **Entrance surface dose:**

الجرعة الممتصة في مركز الحقل الواقع على سطح دخول الاشعاع لمريض يخضع لتشخيص بالأشعة، معبرا عنها في الهواء ومع التشتت المرتد.

**عامـــل التـــوازن:** **Equilibrium factor:**

النسبة F من التركيز المكافئ المتوازن للرادون الى التركيز الفعلي للرادون، حيث مكافئ التركيز المتوازن هو تركيز النشاط الاشعاعي للرادون في حالة التوازن مع منتجاته قصيرة عمر النصف والتي لها نفس طاقة ألفا الكامنة كما في حالة المزيج الفعلي غير المتوازن.

**الجرعة المكافئة:** **Equivalent dose:**

الكمية $H_{T,R}$، معرَّفة على النحو التالي:

$$H_{T,R} = D_{T,R} \cdot W_R$$

حيث $D_{T,R}$: الجرعة الممتصة الناتجة عن الاشعاع من النوع R موزعة بالتساوي على نسيج أو عضو T، و $W_R$: عامل الترجيح المناسب للاشعاع من النوع R.

واذا كان الحقل الاشعاعي يتألف من اشعاعات مختلفة ذات قيم يختلف فيها عامل الاشعاع المرجح $W_R$، تكون الجرعة المكافئة على النحو التالي:

$$H_T = \sum_R W_R \cdot D_{T,R}$$

ووحدة الجرعة المكافئة هي: $J.Kg^{-1}$، وتسمى "سيفرت" (Sv).

**لجنة آداب المهنـــة:** **Ethical review committee:**

لجنة تتألف من أشخاص مستقلين يسدون المشورة بشأن شروط التعرض وقيود الجرعات التي تطبق على الجرعة الطبية لدى الأفراد المعرضين أثناء اجراء البحوث الطبية عندما لا تكون هناك فائدة مباشرة تعود على الفرد المعرَّض.

**مستثنـى:** **Excluded:**

خارج نطاق هذه المعايير.

**التعـــرض:** **Exposure:**

واقعة أو حالة التعرض للتشعيع، اما في صورة تعرض خارجي (تشعيع بواسطة مصادر خارج الجسم) أو تعرض داخلي (تشعيع بواسطة مصادر داخل الجسم). ويمكن تصنيف التعرض على أنه تعرض عادي أو تعرض ممكن؛ أو تعرض مهني، أو تعرض طبي أو تعرض جمهور، وفي الحالات التي تقتضي التدخل، قد يكون تعرضا طارئا أو تعرضا مزمنا. ويستخدم مصطلح "التعرض" أيضا في مجال قياس الجرعات الاشعاعية للتعبير عن التأين الناتج في الهواء عن طريق الاشعاعات المؤينة (أنظر الجرعة المتوسطة الغدية في الثدي Average mammary glandular dose).

**مسارات التعـــرض:** **Exposure pathways:**

المسالك التي يمكن من خلالها للمادة المشعة أن تصل الى الانسان أو تشععه.

**المستوى الارشـــادي:** **Guidance level:**

كمية محددة ينبغي النظر عند تجاوزها في اتخاذ الاجراءات الملائمة. وفي بعض الحالات قد يلزم النظر في اتخاذ اجراءات عندما تكون الكمية المحددة أقل بشكل ملموس من المستوى الارشادي.

**المستوى الارشادي للتعرض الطبي:** **Guidance level for medical exposure:**

قيمة الجرعة أو معدل الجرعة أو النشاط الاشعاعي الذي تختاره الهيئات المهنية بالتشاور مع الهيئة الرقابية لتحديد مستوى يلزم، عند بلوغه، اجراء مراجعة من جانب الممارسين الطبيين لتقرير ما اذا كانت مفرطة أو غير مفرطة، مع مراعاة الظروف الخاصة وتطبيق الرأي الطبي السليم.

**المهنـــي الصحـــي:** **Health Professional:**

فرد أجيز بموجب اجراءات وطنية ملائمة لممارسة مهنة تتصل بالصحة (كالطب، وطب الأسنان، والمعالجة الفيزيائية، وعلاج أمراض القدم، والتمريض، والفيزياء الطبية، وتكنولوجيا الطب الاشعاعي والطب النووي، والصيدلة الاشعاعية، والصحة المهنية).

**الاشراف الصحـــي:** **Health surveillance:**

اشراف طبي بغرض ضمان لياقة العاملين البدنية والمستمرة لأداء المهام المطلوبة منهم.

**معدات العلاج الاشعاعي العالية الطاقة:** **High energy radiotherapy equipment:**

معدات الأشعة السينية وأنواع أخرى من مولدات الاشعاع ذات امكانية تشغيل لقدرات توليد بكمون يتجاوز ٣٠٠ كيلوفولط، ومعدات العلاج بالتشعيع الخارجي باستخدام النويدات المشعة.

**أجهزة التصويـــر:** **Imaging devices:**

معدات الكترونية تُستخدم في علم الأشعة التشخيصي والطب النووي (مثل محولات الصورة، وكاميرات جاما).

**منشأة تجهيز المواد المشعة:** **Installation processing radioactive substances:**

أي منشأة لتجهيز المواد المشعة يكون فيها الناتج السنوي أعلى ١٠ ٠٠٠ مرة عن مستويات النشاط الاشعاعي المعفاة الموضحة في الجدول الأول-أولا.

**الأخـــذ الداخلـــي:** **Intake:**

عملية دخول النويدات المشعة الى الجسم عن طريق الاستنشاق أو البلع أو عن طريق الجلد.

**هيئـــة التدخـــل:** **Intervening Organization:**

هيئة تعيّنها الحكومة، أو تعترف بها ان لم تعيّنها، لتكون مسؤولة عن تنظيم أو تنفيذ أي جانب من جوانب التدخل.

**التدخـــــل:** **Intervention:**

أي اجراء يقصد به تقليل أو تجنب التعرض أو احتمال التعرض لمصادر لا تشكل جانبا من ممارسة خاضعة للرقابة أو خارجة عن الرقابة نتيجة لوقوع حادث.

**مستوى التدخل:** **Intervention level:**

مستوى الجرعة الممكن تفاديها، ويلزم عند بلوغه اتخاذ اجراء وقائي أو علاجي محدد في حالة التعرض الطارئ أو المزمن.

**مستوى التحقيق:** **Investigation level:**

قيمة لكمية معينة كالجرعة الفعالة، أو الأخذ الداخلي، أو التلوث لوحدة المساحة أو الحجم يتعين عند بلوغها أو تجاوزها اجراء تحقيق.

**الاشعاعـــات المؤينـــة:** **Ionizing radiation:**

لأغراض الوقاية من الاشعاع، هي الأشعة القادرة على انتاج أزواج أيونية في المادة (المواد) البيولوجية.

**منشآت التشعيـــع:** **Irradiation installations:**

انشاءات أو تجهيزات تشتمل على معجل جسيمات، أو جهاز أشعة سينية أو مصدر اشعاعي كبير، ويمكنه أن ينتج حقولا اشعاعية عالية. وتوفر الانشاءات المصممة بشكل صحيح التدريع وغير ذلك من صور الوقاية، وهي مزودة بأجهزة للأمان مثل الأقفال المترابطة التي تمنع الدخول غير المقصود الى المجال الاشعاعي العالي. وتشمل منشآت التشعيع منشآت للعلاج الخارجي الاشعاعي بالحزم الاشعاعية، ومنشآت لتعقيم المنتجات التجارية أو حفظها، وبعض المنشآت للتصوير بالأشعة للأغراض الصناعية

**الكيرمـــا:** **Kerma:**

حاصل القسمة K يُعرف على النحو التالي:

$$K = \frac{dE_{tr}}{dm}$$

حيث $dE_{tr}$: مجموع الطاقات الحركية البدئية لجميع الجسيمات المؤينة المشحونة التي تطلقها جسيمات مؤينة غير مشحونة في مادة كتلتها dm. ووحدة الكيرما الدولية هي "جول" لكل كيلوغرام ($J.Kg^{-1}$)، وتسمى "غراي" (Gy)

**الشخص القانوني/الشخصية القانونية (الاعتبارية):** **Legal person:**

أي منظمة، أو هيئة، أو شركة تضامن، أو مؤسسة، أو اتحاد، أو اتحاد انتماني، أو شركة عقارية، أو مؤسسة عامة أو خاصة، أو مجموعة، أو كيان سياسي أو اداري، أو أي أشخاص آخرين يُعينون وفقا للتشريع الوطني، ويضطلعون بمسؤولية اتخاذ أي اجراء وفقا لهذه المعايير ويملكون سلطة اتخاذه.

**الرخصـــــة:** **Licence:**

اذن تمنحه الهيئة الرقابية بناء على تقويم للأمان، يكون مصحوبا بمتطلبات وشروط محددة، يلتزم بها المرخص له.

**المرخـــص له:** **Licensee:**

حامل لرخصة سارية ممنوحة لممارسة معينة أو مصدر معين وله حقوق وواجبات معترف بها تجاه الممارسة أو المصدر، لا سيما فيما يتعلق بالوقاية والأمان.

**الحـــــد:** **Limit:**

قيمة لكمية معينة تُستخدم في بعض الأنشطة أو الظروف المحددة ولا يجب تجاوزها.

**التعرض الطبـــي:** **Medical exposure:**

تعرض المرضى أثناء التشخيص أو العلاج الطبي أو طب الأسنان؛ وتعرض الأشخاص، بخلاف المعرضين مهنيا، أثناء تقديم العون عن معرفة وطواعية لمساعدة المرضى وتوفير أسباب الراحة لهم؛ وكذلك تعرض المتطوعين في برنامج للبحوث الطبية ينطوي على تعرض.

**الممارس الطبـــي:** **Medical practitioner:**

فـــــرد: (أ) أجيز بموجب الاجراءات الوطنية الملائمة كمهني صحي؛ (ب) ويحقق المتطلبات الوطنية الخاصة بالتدريب والخبرة لوصف علاج ينطوي على تعرض طبي؛ (ج) ومسجل أو مرخص له، أو عامل عينه مستخدم مسجل أو مرخص له بغرض وصف علاج ينطوي على تعرض طبي.

**فرد من الجمهور:** **Member of the public:**

هو، بالمفهوم العام، أي فرد من السكان، ويُستثنى من ذلك -لأغراض هذه المعايير- أولئك الخاضعون لتعرض مهني أو طبي. ولأغراض التحقق من الامتثال لحد الجرعة السنوي بالنسبة لتعرض الجمهور، هو الفرد الممثل للمجموعة الحرجة ذات الصلة.

**المنجم أو وحدة معالجة الخامات المشعة:** **Mine or mill processing radioactive ores:**

المنشأة الخاصة باستخراج أو معالجة أو تجهيز الخامات التي تحتوي على نويدات مشعة من سلسلة اليورانيوم أو الثوريوم.

والمنجم الذي تُعالج فيه الخامات المشعة هو أي منجم ينتج خامات تحتوي على نويدات مشعة من سلسلة اليورانيوم أو الثوريوم، اما بكميات أو تركيزات تكفي لتبرير الاستغلال، أو بكميات أو تركيزات تقتضي اتخاذ تدابير للوقاية من الاشعاعات على النحو الذي تحدده الهيئة الرقابية، اذا اقترن وجودها بوجود مواد أخرى يجري استخراجها.

ووحدة معالجة الخامات المشعة هي أي مرفق خاص بمعالجة الخامات المشعة المستخرجة من المناجم على النحو المعرَّفة به في الفترة السابقة لانتاج مركزات فيزيائية أو كيميائية.

**الرصـــــد:** **Monitoring:**

قياس الجرعة أو التلوث بغرض تقويم أو مراقبة التعرض لاشعاعات أو لمواد مشعة، وتفسير النتائج.

**الجرعة المتوسطة للتصوير المقطعي:** **Multiple scan average dose:**

مصطلح يُستخدم في التصوير المقطعي المحوسب وفقا للمعادلة التالية:

$$MSAD = \frac{1}{I} \int_{-nI/2}^{+nI/2} D(z)\,dz$$

حيث n: العدد الكلي لعمليات التصوير المقطعي في سلسلة الفحص الطبي المطلوب، و I: الزيادة في المسافة الفاصلة بين عمليات التصوير المقطعي، و D(z): الجرعة في الوضع z، الموازي للمحور z (الدوَّار).

**التعـــرض الطبيعـــي:** **Natural exposure:**

التعرض الناجم عن مصادر طبيعية.

**المصادر الطبيعيـــة:** **Natural sources:**

مصادر الاشعاع التي توجد في الطبيعة، ومنها الأشعة الكونية، ومصادر الاشعاع الأرضية.

**التعرض العـــادي:** **Normal exposure:**

التعرض المتوقع تلقيه في ظل ظروف التشغيل العادية لمنشأة أو مصدر، بما في ذلك الحوادث الطفيفة المحتملة الوقوع والتي يمكن السيطرة عليها.

**الابـــلاغ:** **Notification**

وثيقة تقدمها شخصية قانونية الى الهيئة الرقابية لابلاغها باعتزامها الاضطلاع بممارسة معينة أو أي اجراء آخر موضح في الالتزامات العامة لتطبيق هذه المعايير. (أنظر الفقرتين ٢-٧ و ٢-٨).

**دورة الوقود النووي:** **Nuclear fuel cycle:**

جميع العمليات المرتبطة بانتاج الطاقة النووية، بما في ذلك استخراج اليورانيوم أو الثوريوم ومعالجتهما وتجهيزهما وإثراؤهما؛ وصنع الوقود النووي؛ وتشغيل المفاعلات النووية؛ واعادة معالجة الوقود النووي؛ والوقف النهائي للتشغيل؛ وأي نشاط اشعاعي للتصرف في النفايات المشعة، وأعمال البحث أو التطوير المرتبطة بأي من الأنشطة السابقة.

**المنشأة النوويـــة:** **Nuclear installation:**

محطة صنع الوقود النووي؛ أو المفاعل النووي (بما في ذلك المجمعات الحرجة ودون الحرجة)، أو مفاعل البحوث، أو محطة القوى النووية، أو مرفق تخزين الوقود المستهلك، أو محطة الاثراء، أو مرفق اعادة المعالجة.

**التعرض المهني:** **Occupational exposure:**

جميع تعرضات العاملين خلال عملهم، باستثناء التعرضات المستثناة من هذه المعايير والتعرضات الناتجة عن الممارسات أو المصادر المعفاة بموجب هذه المعايير.

**جرعـــة العضو:** **Organ dose:**

متوسط الجرعة $D_T$ في نسيج أو عضو معين T من الجسم البشري وفقا للمعادلة:

$$D_T = (1/m_T)\int_{mT} D\ dm,$$

حيث $m_T$: كتلة النسيج أو العضو، و D: الجرعة الممتصة في العنصر الكتلي dm.

**مكافئ الجرعة الشخصية:** **Personal dose equivalent:**

الكمية المعرَّفة لكل من الاشعاعات القوية النفاذ والضعيفة النفاذ على حد سواء باعتبارها $H_p(d)$، مكافئ الجرعة في النسيج الرخو تحت نقطة معينة في الجسم على عمق مناسب d. والعمق الصحيح لأغراض هذه المعايير هو بوجه عام d = ١٠ مم بالنسبة للاشعاعات القوية النفاذ، و d = ٠٫٠٧ مم بالنسبة للاشعاعات الضعيفة النفاذ.

**الحجم المخطط للعلاج:** **Planning target volume:**

مفهوم هندسي يُستخدم في العلاج الاشعاعي لغرض تخطيط العلاج، مع مراعاة صافي الأثر الناجم عن حركة المريض والأنسجة المراد تشعيعها، والتباين في حجم النسيج وشكله، والتفاوت في هندسة الحزمة الاشعاعية مثل أبعاد الحزمة الاشعاعية واتجاهها.

**طاقة ألفا الكامنة (لنواتج الرادون ونواتج الثورون):** **Potential alpha energy (of radon progeny and thoron progeny):**

طاقة ألفا الكلية المنبعثة أثناء تفكك نواتج الرادون ونواتج الثورون، في سلسلة التفكك لنهايتها ولكن لا تشمل الرصاص[٢١٠] لناتج الرادون[٢٢٢]، وحتى الرصاص المستقر[٢٠٨] لناتج الرادون[٢٢٠].

**التعرض الممكن:** **Potential exposure:**

تعرض غير متوقع حدوثه على وجه اليقين ولكن يمكن أن ينجم عن وقوع حادث في أحد المصادر، أو نتيجة حدث أو تعاقب أحداث ذات طبيعة احتمالية، بما في ذلك أعطال المعدات وأخطاء التشغيل.

**الممارســـة:** **Practice:**

أي نشاط بشري يستحدث مصادر اضافية للتعرض أو مسارات للتعرض، أو يوسع نطاق التعرض ليشمل أشخاصا اضافيين، أو يعدل من شبكة مسارات التعرض المنبثقة عن المصادر القائمة، على نحو يؤدي الى زيادة تعرض أو احتمال تعرض البشر، أو عدد الأشخاص المعرضين.

**الجرعة المتوقعـــة:** **Projected dose:**

الجرعة المتوقعة اذا لم يتخذ اجراء وقائي أو علاجي.

**الوقايـــة والأمـــان:** **Protection and safety:**

وقاية الناس من التعرض لاشعاعات مؤينة أو مواد مشعة، وأمان المصادر الاشعاعية، بما في ذلك الوسائل التي تكفل تحقيق الوقاية والأمان على هذا النحو، كالاجراءات والأجهزة المختلفة المستخدمة لتقليل الجرعات والأخطار التي يتعرض لها الناس الى أدنى حد معقول دون قيود الجرعة المقررة، وكذلك الوسائل اللازمة لمنع وقوع الحوادث، وتخفيف عواقب هذه الحوادث في حالة وقوعها.

**الاجراء الوقائـــي:** **Protective action:**

تدخل يقصد به تفادي أو تقليل الجرعات لدى أفراد الجمهور في حالات التعرض المزمن أو الطارئ.

**تعرض الجمهـــور:** **Public Exposure:**

تعرض أفراد الجمهور من مصادر اشعاعية، باستثناء أي تعرض مهني أو طبي، والتعرض للاشعاعات الطبيعية المحلية العادية في البيئة، ولكنه يشمل التعرض من مصادر وممارسات مرخصة، ومن حالات التدخل.

**الخبيـــر المؤهـــل:** **Qualified expert:**

فرد معترف به، بموجب شهادة صادرة من المجالس أو الجمعيات المختصة، أو رخص مهنية، أو مؤهلات علمية وخبرة، كخبير في مجال اختصاص ذي صلة، مثل الفيزياء الطبية، أو الوقاية من الاشعاعات، أو الصحة المهنية، أو الأمان من الحرائق، أو توكيد الجودة، أو أي حقل اختصاص ذي صلة في مجال الهندسة أو الأمان.

**الاشعـــاع:** **Radiation:**

أنظر الاشعاعات المؤينـة.

**مولـد الاشعاع:** **Radiation generator:**

جهاز قادر على توليد اشعاعات، كالأشعة السينية أو النيوترونات أو الالكترونات، أو غير ذلك من الجسيمات المشحونة، ويمكن أن تستخدم في الأغراض العلمية أو الصناعية أو الطبية.

**مسؤول الوقاية من الاشعاعات:** **Radiation protection officer:**

فرد مختص تقنيا بأمور الوقاية من الاشعاعات التي تتصل بنوع معين من الممارسات، ويعينه المسجل أو المرخص له ليشرف على تطبيق متطلبات هذه المعايير.

**عامل الاشعاع المرجـــح:** **Radiation weighting factor:**

عامل تضرب به قيمة الجرعة الممتصة المستخدمة لأغراض الوقاية من الاشعاعات لتحديد فاعلية الأنواع المختلفة للاشعاع في تحقيق الآثار الصحية، وذلك على النحو التالي:

| النوع ومجال طاقة الاشعاع | | عامل الاشعاع المرجح، $W_R$ |
|---|---|---|
| الفوتونات، جميع الطاقات | | ١ |
| الالكترونات والميونات، جميع الطاقات(أ) | | ١ |
| النيوترونات، الطاقة | أصغر من ١٠ كيلو الكترون فولت | ٥ |
| | من ١٠ كيلو الكترون فولت الى ١٠٠ كيلو الكترون فولت | ١٠ |
| | أكبر من ١٠٠ كيلو الكترون فولت الى ٢ ميجا الكترون فولت | ٢٠ |
| | أكبر من ٢ ميجا الكترون فولت الى ٢٠ ميجا الكترون فولت | ١٠ |
| | أكبر من ٢٠ ميجا الكترون فولت | ٥ |
| البروتونات، بخلاف البروتونات المرتدة، الطاقة أكبر من ٢ ميجا الكترون فولت | | ٥ |
| جسيمات ألفا، شظايا الانشطار، النوى الثقيلة | | ٢٠ |

(أ) باستثناء الكترونات أوجيه المنبعثة من النوى الى حمض د.ن.أ، والتي يلزمها قياسات ميكروية خاصة لتقدير الجرعات.

وفي الحالات التي تلزم فيها دالة مستمرة لحساب عوامل الاشعاع المرجحة للنيوترونات، يمكن استخدام التقريب التالي حيث E: طاقة النيوترون محسوبة بالميجا الكترون فولت:

$$W_R = 5 + 17e^{-(\ln(2E))^2/6}$$

وبالنسبة لأنواع الاشعاعات والطاقة غير المدرجة في الجدول، يمكن اعتبار أن $W_R$ تساوي $\overline{Q}$ عند العمق ١٠ مم في الكرة المعتمدة من اللجنة الدولية للوحدات والمقاييس الاشعاعية، ويمكن الحصول على قيمة $\overline{Q}$ باستخدام المعادلة التالية:

$$\overline{Q} = \frac{1}{D}\int_0^{\infty} Q(L) D_L \, dL$$

حيث D: الجرعة الممتصة، و Q(L): نوعية العامل بدلالة انتقال الطاقة الخطي غير المقيد في الماء L، والمحدد في النشرة رقم ٦٠[٤٩] للجنة الدولية للوحدات والمقاييس الاشعاعية، و $D_L$ هو توزع D في L.

$$Q(L) = \begin{cases} 1 & \text{for } L \le 10 \\ 0.32L-2.2 & \text{for } 10 < L < 100 \\ 300/\sqrt{L} & \text{for } L \ge 100 \end{cases}$$

حيث يُعبر عن L بالكيلو الكترون فولت لكل ميكرومتر.

**التصريفات الاشعاعية:** **Radioactive discharges:**

مواد مشعة ناتجة عن مصدر يقع في اطار ممارسة معينة يتم تصريفها على شكل غازات أو أيروسولات أو سوائل أو مواد صلبة في البيئة بغرض التمديد والتشتيت بوجه عام.

**الدوافق المشعة** **Radioactive effluents**

أنظر التصريفات الاشعاعية.

**النفايات المشعة:** **Radioactive waste:**

مواد مشعة ناتجة عن ممارسات أو عمليات تدخل، بغض النظر عن الحالة الفيزيائية لهذه المواد، لا يُتوقع أن يكون لها أي استخدام وهي '١' تحتوي على مواد مشعة أو ملوثة بها، بتركيزات أو نشاطات اشعاعية تتجاوز مستويات رفع الرقابة، '٢' ولا يُستثنى التعرض لها من هذه المعايير

**مرفق التصرف في النفايات المشعة:** **Radioactive waste management facility:**

مرفق صمم خصيصا لمناولة النفايات المشعة أو معالجتها أو تكييفها أو تخزينها مؤقتا أو التخلص منها بصفة دائمة.

---

(٤٩) INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, 1990 *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*, Publication No. 60, Ann. ICRP 21 1--3, Pergamon Press, Oxford and New York (1991).

**الـــــرادون:** **Radon:**

النظير رادون$^{222}$ للعنصر الذي يبلغ رقمه الذري ٨٦.

**نواتج الـــــرادون:** **Radon progeny:**

نواتج التفكك الاشعاعي للرادون القصيرة عمر النصف.

**مستوى التسجيـــل:** **Recording level:**

مستوى الجرعة أو التعرض أو الأخذ الداخلي الذي تحدده الهيئة الرقابية وتدرج عند بلوغه أو تجاوزه قيم الجرعة أو التعرض أو الأخذ الداخلي التي يتلقاها العاملون في سجلات تعرضهم الفردي.

**المعدل المرجعي للكيرما في الهواء:** **Reference air kerma rate:**

المعدل المرجعي للكيرما في الهواء بالنسبة لمصدر ما هو معدل الكيرما للهواء، في الهواء، على مسافة مرجعية طولها متر، مصححة لمراعاة توهين الهواء والتناثر. ويُعبر عن هذه الكمية بالرمز ميكروغراي في الساعة على بعد متر واحد.

**المستوى المرجعي:** **Reference level:**

مستوى العمل أو مستوى التدخل أو مستوى التحقيق أو مستوى التسجيل. ويجوز تعيين هذه المستويات لأي من الكميات المحددة عند ممارسة الوقاية من الاشعاعات.

**الانسان المرجعـــي:** **Reference man:**

انسان بالغ نمطي يمثل العرق الأبيض عرفته اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات لأغراض تقويمات الوقاية من الاشعاعات.(٥٠)

**المسجَّـــل:** **Registrant:**

متقدم مُنح تسجيلا لممارسة أو مصدر، له حقوق معترف بها وعليه واجبات فيما يتعلق بمثل هذه الممارسة أو المصدر، لا سيما في مجال الوقاية والأمان.

---

(٥٠) INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION; Raference Man: Anatomical, Physiological and Metabolic Characteristics, ICRP Publication No. 23; Pergamon Press, Oxford (1976).

**التسجيـــل:** **Registration:**

شكل من أشكال الاذن لممارسات تنطوي على مخاطر ضئيلة أو متوسطة، حيث يكون الشخص القانوني المسؤول عن الممارسة قد أعد وقدم الى الهيئة الرقابية، حسب الاقتضاء، تقويما لأمان المرافق والمعدات. ويُعطى الاذن بالممارسة أو بالاستخدام بشروط أو قيود حسب الاقتضاء. وينبغي أن تكون متطلبات تقويم الأمان والشروط أو القيود السارية على الممارسة أقل حدة مما يلزم للترخيص.

**الهيئة الرقابيـــة:** **Regulatory authority:**

سلطة أو سلطات تعينها حكومة -أو تعترف بها ان لم تعينها- لأغراض رقابية تتصل بالوقاية والأمان.

**الاجراء العلاجـــي:** **Remedial action:**

اجراءات تُتخذ عند تجاوز مستوى اجراء معين لتقليل الجرعات الاشعاعية التي يمكن تلقيها بصورة أو بأخرى في حالة التدخل وتنطوي على تعرض مزمن.

**المخاطـــــرة:** **Risk:**

كمية متعددة الخصائص تعبر عن خطورة أو خطر أو احتمال ظهور عواقب مؤذية أو ضارة ترتبط بتعرضات فعلية أو ممكنة. وتتعلق هذه الكمية بمقادير مثل احتمال نشوء عواقب نوعية ضارة بالصحة وحجم مثل هذه العواقب وطابعها.

**تقويـــم الأمـــــان:** **Safety assessment:**

مراجعة جوانب تصميم وتشغيل أحد المصادر، وتتصل هذه الجوانب بوقاية الأشخاص أو أمان المصدر، بما في ذلك تحليل أحكام الأمان والوقاية المحددة في تصميم المصدر وتشغيله وتحليل المخاطر المرتبطة بالظروف العادية وحالات الحوادث.

**ثقافـــة الأمـــان:** **Safety culture:**

جملة الخصائص والاتجاهات داخل الهيئات ولدى الأفراد، والتي تقضي باعطاء قضايا الوقاية والأمان، باعتبارها قضايا ذات أولوية مطلقة، ما تستحقه من عناية بحكم أهميتها.

**المصدر المختـــوم:** **Sealed source:**

مادة مشعة وهي (أ) مختومة بصورة دائمة داخل كبسولة، أو (ب) مغلفة باحكام وعلى شكل مادة صلبة. وتكون الكبسولة أو مادة المصدر المختوم على درجة من المتانة تكفي لمنع التسرب في ظروف الاستعمال والبلى على النحو الذي صُمّمت من أجله، وكذلك في حالة الحوادث المتوقعة.

**المصـــــدر:** **Source:**

أي شيء قد يؤدي الى تعرض اشعاعي، عن طريق اصدار اشعاعات مؤينة أو اطلاق مواد مشعة مثلا. وعلى سبيل المثال، فان المواد التي ينبعث منها الرادون هي مصادر موجودة في البيئة، كما تُعد وحدة التشعيع الجيمي لأغراض التعقيم مصدرا مستخدما في حفظ الأغذية بالاشعاعات، ويمكن أن تكون وحدة الأشعة السينية مصدرا مستخدما في التشخيص الاشعاعي، كما ان محطة القوى النووية هي مصدر مستخدم في توليد الكهرباء بالطاقة النووية. وتُعد المنشأة المركبة أو المتعددة التي تقع في مكان أو موقع واحد مصدرا واحدا عند تطبيق هذه المعايير، حسب الظروف.

**المنظمات الراعيـــــة:** **Sponsoring Organizations:**

هي منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة (الفاو)، والوكالة الدولية للطاقة الذرية (الوكالة)، ومنظمة العمل الدولية، ووكالة الطاقة النووية التابعة لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، ومنظمة الصحة للبلدان الأمريكية، ومنظمة الصحة العالمية.

**المختبر المعياري لقياس الجرعات:** **Standards dosimetry laboratory:**

مختبر تخصصه السلطة الوطنية ذات الصلة لغرض وضع معايير أولية أو ثانوية لقياس الجرعات الاشعاعية، أو الحفاظ على هذه المعايير أو تحسينها.

**التأثيرات العشوائية للاشعاع:** **Stochastic effects of radiation:**

تأثيرات اشعاعية، تحدث عادة بدون عتبة للجرعة، ويتناسب احتمالها مع الجرعة وتكون شدتها مستقلة عن الجرعة.

**المنطقة الخاضعة للاشراف:** **Supervised area:**

أي منطقة لا تُسمى بالفعل منطقة خاضعة للرقابة ولكن يلزم فيها ابقاء ظروف التعرض المهني قيد المراجعة، حتى لو لم تكن هناك حاجة في الأحوال العادية لتدابير وقائية محددة واشتراطات للأمان.

**المـــــورِّد:** **Supplier:**

أي شخصية قانونية يفوض اليها أحد المسجلين أو المرخص لهم مهامه بصورة كلية أو جزئية فيما يتعلق بتصميم مصدر معين أو تصنيعه أو انتاجه أو تشييده. (يُعتبر المستورد لأي مصدر موردا لهذا المصدر).

**الثـــورون:** **Thoron:**

النظير رادون[٢٢٠] للعنصر الذي يبلغ رقمه الذري ٨٦.

**نواتـــج الثـــورون:** **Thoron progeny:**

نواتج التفكك الاشعاعي للثورون القصيرة عمر النصف.

**عامل النسيج المرجـــــح:** **Tissue weighting factor:**

عامل تُضرب به قيمة الجرعة المكافئة في العضو أو النسيج، يُستخدم لأغراض الوقاية من الاشعاع في تحديد الحساسيات المختلفة للأعضاء والأنسجة المختلفة بالنسبة لحث التأثيرات العشوائية للاشعاع، وذلك على النحو التالي:

| النسيج أو العضو | عامل النسيج المرجح، $W_T$ |
|---|---|
| الجهاز التناسلي | ٠ر٢٠ |
| نخاع العظام (الأحمر) | ٠ر١٢ |
| القولون(أ) | ٠ر١٢ |
| الرئـــة | ٠ر١٢ |
| المعـــدة | ٠ر١٢ |
| المثانة | ٠ر٠٥ |
| الثـــدي | ٠ر٠٥ |
| الكبـــد | ٠ر٠٥ |
| المـــرئ | ٠ر٠٥ |
| الغدة الدرقية | ٠ر٠٥ |
| الجلـــد | ٠ر٠١ |
| سطح العظام | ٠ر٠١ |
| بقية الأنسجة أو الأعضاء(ب) | ٠ر٠٥ |

(أ) يطبق العامل المرجح للقولون على متوسط كتلة الجرعة المكافئة في جدران الأمعاء الغليظة العليا والسفلى.

(ب) للأغراض الحسابية، تتكون بقية الأنسجة أو الأعضاء من الغدد الكظرية، والمخ، والمنطقة الواقعة خارج الصدر، والأمعاء الدقيقة، والكلية، والعضلات، والبنكرياس، والطحال، والغدة الصعترية، والرحم. وفي الحالات الاستثنائية التي يتلقى فيها النسيج الأكثر تعرضا في بقية الأنسجة أو الأعضاء أعلى جرعة مكافئة مودعة في جميع الأعضاء، يُطبق على هذا النسيج أو العضو عامل مرجح قدره ٠ر٠٢٥ كما يطبق عامل مرجح قدره ٠ر٠٢٥ من الجرعة المتوسطة في بقية الأنسجة أو الأعضاء الأخرى على النحو المحدد أعلاه.

**المصدر غير المختوم:** **Unsealed source:**

المصدر الذي لا يعني بتعريف المصادر المختومة.

**العامـــــل:** **Worker:**

أي شخص يعمل -كل الوقت أو بعض الوقت أو بصفة مؤقتة- لحساب أحد المستخدمين، ويتمتع بحقوق معترف بها، كما يضطلع بمهام محددة فيما يتعلق بالوقاية من الاشعاع في التعرض المهني. (يُعتبر الشخص الذي يعمل لحسابه الخاص مكلفا بالمهام التي يضطلع بها المستخدم والعامل في آن واحد.)

**سوية العمـــــل:** **Working level (WL):**

وحدة لتركيز طاقة ألفا الكامنة (أي مجموع الطاقة الاجمالية لكل وحدة حجم من الهواء محمولة بجسيمات ألفا المنبعثة خلال التفكك الكامل لكل ذرة ونواتجها في وحدة الحجم من الهواء)، ناتجة من وجود نواتج الرادون أو نواتج الثورون المساوية لانبعاث قدره ١ر٣ x $10^{5}$ ميجا إلكترون فولت من طاقة ألفا لكل لتر من الهواء. وفي الوحدات الدولية تعادل سوية العمل ٢ر١ x $10^{-5}$ جول للمتر المكعب.

**سوية العمـــــل/شهـــر:** **Working level month (WLM):**

وحدة تعرض لنواتج الرادون أو الثورون.

$$1\ WLM = 170\ WL.h$$

حيث سوية العمل/شهر تساوي ٣ر٥٤ مللي جول/ساعة في المتر المكعب.

# فهرس موضوعي

## فهرس موضوعي


| | |
|---|---|
| accident | 2.25, 2.30, 2.35, 2.36, 3.1, 3.10, 3.15, I.46, II.29, III.13, III.15, IV.6, IV.10–IV.12, IV.16, IV.18, IV.21, IV.22 V.3–V.5, V.11, V.17, V.23, V-5, Glossary |
| accidental medical exposure | II.29, II.30 |
| action level | 2.5, 3.5, 3.6, 3.11, 3.14, III.1, V.8–V.9, V.11–V.22, VI.2–VI.5, V-10–V-11, Table V-I, Schedule VI, Glossary |
| action plan | 3.11, VI.2, VI.4 |
| activity | 2.19 (footnote 8), 2.22, I.38, II.17, II.19, II.28, III.8, III.10, IV.5, IV.17, V.8, VI.3, I-4, Table III-V, Table III-VI, Glossary |
| acute exposure | Table IV-I |
| administrative requirements | 2.10–2.19, 3.7–3.12 |
| alternative employment | I.18 |
| annual limit on intake | II-10–II-17, Table II-I, Glossary |
| application (for authorization) | 2.11–2.14, I.53 |
| application (of the Standards) | 1.3, 1.6, 1.7, 2.1, 2.6, 2.8, 3.1, 3.2, II-1–II-4 |
| assessment | (see exposure assessment and safety assessment) |
| authority | (see Regulatory Authority) |
| authorization | 1.13,2.10-2.14,2.34,3.1, Glossary |
| authorized discharge | III.9–III.13 |
| authorized person | 1.10, 2.7, 2.15–2.16, 2.34 |
| authorized practice | 1.10, 2.14–2.16, 2.19, 2.20, 2.23, III.9, III.14, III.16, I-6 |
| avertable dose | 3.1, 3.3, 3.14, V.8, V.10, V.12, V.21, V.27, Schedule V, Glossary |
| breach (of requirements) | 1.11–1.14 |

| | |
|---|---|
| calibration | 2.39, 2.40, II.1, II.12, II.19, II.23, II.32 |
| chronic exposure | 2.5, 3.1, 3.2, 3.6, 3.11, III.1, Appendix VI, Table IV-II, Schedule VI, Glossary |
| classification of areas | I.21–I.25, I.38 |
| clearance (from requirements) | 2.19, III.9, Glossary |
| clinical dosimetry | II.1, II.20, II.21, II.30–II.32 |
| communication | 1.11, 1.12, 1.22, 1.23, 2.28, 2.34, IV.20, V.4, V.5, V.31 |
| compensatory arrangements | I.15 |
| compliance | 1.9, 1.11–1.14, 1.22, 1.23, 2.15, 2.34, 2.38–2.40, I.1, I.6, I.7, I.9, I.11–I.15, I.42, I.53, II.3, II.13, III.11, III.15, IV.8, IV.14, V.29, II-10–II-18 |
| conditions of service | I.15–I.20 |
| conflict | (see resolution of conflicts) |
| constraint | (see dose constraint) |
| consultation | 1.9, 2.27, I.4, I.26, I.50, I.53, II.1, II.6, V.22 |
| consumer products | 2.2, 2.10, 2.22, III.14–III.17, Glossary |
| contamination | 3.1, I.21, I.23, I.36, III.7, III.13, V.11, V.14, V.17, V.18, V.30, Glossary |
| controlled area | I.20–I.24, I.27, I.33, I.34, I.38, III.5, Glossary |
| co-operation | 1.9, I.4, I.10, I.27, I.30, I.31, I.37, I.40, II.13–II.15, III.5, IV.8 |
| corrective action | 1.9, 1.11, 1.13, 2.28, II.24, II.30, IV.11, IV.23 |
| critical group | III.2, III.3, III.10–III.13, II-8, V-2, Glossary |
| defence in depth | 2.35, Glossary |
| definitions | (see 1.1 and Glossary) |
| detriment | II.4, II.7, Glossary |

| | |
|---|---|
| diagnostic exposure | II.1, II.2, II.4, II.5, II.14–II.17, II.24, II.25, II.29, II.31, Schedule III |
| discharge (of patients) | II.28, Table III-VI |
| discharge (to the environment) | 2.5, III.3, III.4, III.9–III.13, V.5 (see also authorized discharge and Glossary under Radioactive discharges) |
| disposal | 2.5, 2.7, 2.33, III.8, III.15, III.17, IV.9, V.30, I-5 |
| dose assessment | (see exposure assessment) |
| dose constraint | 2.24, 2.26, II.1, II.26, II.27, III.3, III.6, III.15, II-9, Glossary |
| dose limit | 2.23, 2.26, I.4, I.50–I.54, III.2, III.9, IV.20, V.27, V.32, Schedule II, Glossary |
| dose per unit intake | II-12–II-18, Tables II-II, II-III, II-VI, II-VII |
| effective dose | 2.23, 2.26, II.17, I-3, Schedule II, Glossary |
| effluent | 2.5 |
| embryo | 1.17,1.27,11.16,11.18, Table IV-I |
| emergency exposure | 1.12, 3.1, 3.2, 3.5, I.46, Appendix V, Schedule V |
| emergency plan | 3.1, 3.9, 3.10, I.27, III.2, IV.12, IV.14, V.2–V.7, V.9, V.12, V.13, V.19, V.29, Glossary |
| employer | 1.6, 3.7, Appendix I, III.5, Glossary |
| entry into force | 1.15–1.17 |
| equivalent dose | 2.23, II-5, II-6, II-8, II-11, II-18, Glossary |
| Ethical Review Committee | 1.7, II.8, II.26, Glossary |
| evacuation | V.12, V-7, V-8 |
| exclusion | 1.4, 2.5, 2.7, I.3, III.1, III.14 |
| exemption | 2.5, 2.7, 2.11, 2.17–2.19, III.1, III.14, III.15, Schedule I |

| | |
|---|---|
| exemption criteria | 2.17, 2.19, Schedule I |
| exemption level | 2.17, 2.19, Schedule I, Table I-I |
| exposure | (see accidental medical exposure, acute exposure, chronic exposure, diagnostic exposure, emergency exposure, medical exposure, normal exposure, occupational exposure, potential exposure, public exposure, temporary exposure, therapeutic exposure, transboundary exposure and voluntary exposure) |
| exposure assessment | 2.13, I.10, I.31–I.36, I.38, I.44, I.46, II.31, III.2, III.3, III.10, III.13, IV.19, V.23–V.25, V.31 |
| facility | 1.3, 2.2, 2.3, 2.12, 2.26, 2.33, IV.2, IV.13 |
| fœtus | (see embryo) |
| foodstuffs | V.8, V.16, V-10, Table V-I |
| good engineering practice | 2.36 |
| guidance level | 2.27, II.16, II.24, II.25, II.29, Schedule III, Glossary |
| health professional | 1.7, II.1, Glossary |
| health surveillance | I.4, I.10, I.18, I.41–I.43, I.47, Glossary |
| human factors | 2.30, II.11, II.12 |
| inspection | 1.10, 2.36, IV.11, IV.16, IV.25 |
| installation | 2.2, 2.3, 2.12, 2.33, II.15, II.16, II.23, III.6, IV.1, IV.2, IV.13 |
| intake | 2.22, I.36, I.46, II-10–II-18, Glossary |
| interpretation | 1.1, 1.21, 1.23 |
| Intervening Organization | 1.5, 3.1, 3.7, 3.8, 3.10–3.12, V.1, V.3, V.4, V.7, V.20, VI.1, VI.2, VI.5, Glossary |
| intervention | 1.3, 1.5, 1.9, 2.5, 2.30, 3.1–3.15, I.28, I.46, IV.14, V.1–V.4, V.8–V.22, V.26, V.27, V.30, V.31, VI.1, VI.3, II-4, Schedule IV, Schedule V, Glossary |

| | |
|---|---|
| intervention level | 3.5, 3.13–3.15, V.4, V.8–V.22, Schedule IV, Schedule V, Glossary |
| investigation | I.46, II.29, II.30, IV.18–IV.20 |
| investigation level | I.26, IV.18, Glossary |
| iodine prophylaxis | V.12, V-9 |
| justification | 2.20–2.22, 3.15, I.50, II.4–II.9, V.9, V.10, V.15, V.21, V.26, VI.2, I-1, Table IV-I |
| legal person | 2.10–2.16, 2.34, 3.11, II.29, Glossary |
| lens (of the eye) | II.16, II-5, II-6, II-8, Table IV-I, Table IV-II |
| licence | 2.11–2.14, 2.34, Glossary (see also licensee) |
| licensee | 1.6, 2.15, 2.16, 2.28, 2.32, 3.7–3.10, 3.12, Appendices I–IV, V.1, V.5, V.6, VI.1, Glossary |
| licensing | 2.10–2.14, I-1, I-4, I-6 |
| limit | (see dose limit) |
| local rules | I.23, I.26, I.27 |
| management of radioactive waste | (see radioactive waste management) |
| management requirements | 2.28–2.32 |
| medical exposure | 2.4, 2.6, 2.14, 2.21–2.24, 2.26, 2.27, Appendix II, II-1, Schedule III, Glossary (see also accidental medical exposure) |
| medical practitioner | 1.7, 2.14, 2.27, II.1, II.3, II.16, II.17, II.20, II.24, II.29, Glossary |
| medical research | II.8, II.26, II.31 |
| mines and mills | 2.2, 2.7, 2.12, Glossary |
| mitigation | IV.10–IV.12, IV.22 |
| monitoring | 2.38–2.40, I.4, I.10, I.23, I.32–I.40, I.53, II.15, II.23, III.2, III.11, III.13, V.23–V.25, Glossary |

| | |
|---|---|
| natural sources | 2.1, 2.5, 3.1, I.3, I.5, I.14, III.1, II-1, Glossary |
| non-compliance | 1.11–1.14 |
| normal exposure | 2.4, 2.23, 2.37, I.1, I.21, I.22, I.27, III.2, Glossary |
| notification | 2.7, 2.10, 2.16, 3.1, 3.12, V.4, I-1, I-4, I-6, Glossary |
| nuclear installation | 2.2, 2.12, 2.33, IV.2, Glossary |
| obligations | 2.7–2.10, 2.13, 2.34, 3.3–3.6, I.8, II.1 |
| occupational exposure | 2.4–2.6, 3.7, Appendix I, II.9, IV.10–IV.13, V.27, V.30, V.32, II-2, II-5–II-7, Glossary |
| optimization of protection | 2.24–2.26, 3.15, I.4, I.50, I.53, II.10–II.26, III.2–III.4, III.6, III.7, III.9, III.15, V.9, V.11–V.16, VI.2, VI.4, I-3, Table IV-I, V-5, V-7–V-9, V-12, VI-2 |
| parties | (see responsible parties and principal parties) |
| personal protective equipment | I.4, I.10, I.23, I.28, I.29, I.36, IV.12 |
| potential exposure | 2.4, 2.6, 2.13, 2.35, 2.37, I.1, I.21, I.22, I.27, I.35, I.38, Appendix IV, II-3, Glossary |
| practice | 1.3, 1.9, 1.17, 2.1–2.40, 3.1, 3.8, I.50, III.1, III.3, III.4, III.9, IV.2, IV.7, IV.11, V.3, I-1–I-4, I-6, II-1, II-8, Glossary (see also good engineering practice) |
| pregnant worker | I.16, I.17, I.27 |
| principal parties | 1.6–1.11, 233, I-1 |
| programme | (see protection and safety) |
| projected dose | V.10, Table IV-I, V-2, Glossary |
| prophylaxis | (see iodine prophylaxis) |
| protection | (see Glossary under Protection and safety) |
| protection and safety | 1.9 |

| | |
|---|---|
| protective action | 3.1, 3.3–3.5, 3.9, 3.10, 3.12, 3.13, 3.15, IV.14, V.4, V.5, V.8–V.22, V.26, Table IV-I, V-1, V-4, V-7–V-9, Glossary |
| protective equipment | (see personal protective equipment) |
| public exposure | 2.4–2.6, 3.8, II.9, II.28, Appendix III, IV.10, IV.12, IV.13, V.23, I-3, II-5–II-7, Glossary |
| qualifications | 2.14 |
| qualified expert | 1.7, 2.31, 2.32, I.37, II.1, II.2, II.22, Glossary |
| quality assurance | 2.29, I.32, II.1, II.2, II.12, II.22, II.23, IV.6, IV.16, IV.24, IV.25 |
| quality control | 2.29 |
| radiation generator | 2.2, 2.11, II.13–II.15, II.23, I-4, Glossary |
| radiation protection officer | 1.7, I.26, I.37, Glossary |
| radiation protection requirements | 2.20–2.27, 3.13–3.15 |
| radioactive substances | 2.1, 2.2, 2.12, 2.22, 2.26, I.27, I.36, II.28, III.3, III.4, III.9–III.13, IV.5, IV.14–IV.17, V.5, V.11, I-4–I-6 |
| radioactive waste | 2.2, 2.5, 2.12, 2.26, 2.33, III.8, IV.2, Glossary |
| radioactive waste management | 2.2, 2.12, 2.26, 2.33, III.8, IV.2 |
| radon in homes | 3.1, VI.4, VI-2 |
| radon in workplaces | 2.5, 3.1, III.1, VI.4, II-2, VI-3 |
| records | 1.9, 1.10, 2.40, I.4, I.12, I.27, I.40, I.44–I.49, I.53, II.19, II.20, II.23, II.31, II.32, III.2, III.11, III.13, IV.6, IV.17, V.25, V.31 |
| registrant | 1.6, 2.15, 2.16, 2.28, 2.32, 3.7–3.10, 3.12, Appendix I, II, III, IV, V.1, V.5, V.6, VI.1, Glossary |
| registration | 2.11–2.14, 2.34, I-1, I-4, I-6, Glossary |
| Regulatory Authority | (see, in particular, 1.5 and Glossary) |

| | |
|---|---|
| release (from requirements) | 2.19 |
| release (radioactive) | 2.26, 3.15, IV.5, IV.14, V.11, V-5 |
| remedial action | 2.5, 3.1, 3.3, 3.4, 3.6, 3.11, 3.13, VI.2–VI.5, VI-3, Glossary |
| resolution of conflicts | 1.18–1.20 |
| responsibilities | 1.6–1.9, 2.15, 2.28, 2.30, 2.33, 3.7–3.11, I.1–I.14, I.31, II.1–II.3, II.30, III.1–III.4, III.10–III.13, IV.1, IV.2, IV.8, IV.9, IV.15, IV.16, V.1, V.2, V.4, VI.1, II-1 |
| responsible parties | 1.5–1.9, 1.22 |
| risk | 1.9, 3.14, I.27, I.28, II.4, II.18, III.2, IV.8, V.27, V.28, V.31, VI.2, I-2, Glossary |
| safety | (see Glossary under Protection and safety) |
| safety assessment | 2.13, 2.29, 2.37, IV.3–IV.7, IV.12, IV.16, Glossary |
| safety culture | 2.28, I.4, Glossary |
| scope | 1.3 |
| sealed source | 2.2, 2.11, II.13–II.15, II.19, II.20, I-5, Glossary |
| security of sources | 2.34 |
| sheltering | V.12, V-7 |
| signs (for access to supervised areas) | I.25, III.5 |
| skin | I.23, II-5, II-6, II-8, Table IV-I, Glossary |
| source | 1.2, 1.3, 1.17, 2.1–2.5, 2.7–2.9, 2.11–2.17, 2.19, 2.20, 2.24, 2.26, 2.33–2.37, 3.1, 3.8–3.10, I.3, I.5, I.7, I.8, I.13, I.14, I.23, I.30, I.42, I.45, II.11, II.13–15, II.19, II.20, II.27, III.1–III.4, III.6–III.13, Appendix IV, V.3, V.4, Schedule I, II-6, Glossary |
| special circumstances | 2.23, I.50–I.54, II-7 |
| Sponsoring Organization | 1.3, 1.10–1.15, 1.17, 1.21, 1.23, 2.6, 2.8, 2.13, 2.33, 2.34, 3.2, IV.2, Glossary |

| | |
|---|---|
| supervised area | I.24, I.25, I.27, I.34, I.38, III.5, Glossary |
| supplier | 1.7, II.12–II.15, III.14–III.17, IV.8, IV.9, Glossary |
| technical requirements | 2.33–2.36 |
| temporary exposure | 3.1 |
| therapeutic exposure | II.1, II.17, II.18, II.20, II.21, II.27–II.29 |
| trained and qualified personnel | 2.28, 2.30, II.1, II.12, IV.12 |
| training | 2.1, I.4, I.10, I.20, I.27, II.1, II.12, III.2, IV.11, IV.12, IV.22, V.3, V.28, II-6 |
| transboundary exposure | III.4 (footnote 25), V.7 |
| transfer | 2.7, 2.34, I.53 |
| transport of radioactive material | 2.7, 2.9, III.8 |
| unsealed source | 2.2, 2.11, II.19, II.20, II.28, I-5, Glossary |
| verification | 2.37–2.40, II.23, III.13, IV.19, II-10–II-18 |
| visitors | II.27, III.5, II-9 |
| voluntary exposure | II.1, II.26, II.27, II.31, V.28, II-9 |
| warning symbol | I.23 |
| worker | 1.7, 2.5, 2.13, 2.28, 3.7, 3.12, Appendix I, IV.10–IV.12, V.25, V.27–V.32, II-4, II-7, Glossary |
| young persons | I.19, I.20, II-6, II-9 |

# المساهمون في الصياغة والاستعراض والاقرار والتحقق

# المساهمون في الصياغة والاستعراض والاقرار والتحقق

| | |
|---|---|
| Abe, K. | Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-Mura, Japan |
| Afanasyevich, L.A. | Academy of Sciences, Tiss, Republic of Tajikistan |
| Afsar, M. | Pakistan Atomic Energy Commission, Islamabad, Pakistan |
| Ahmed, J.U. | International Atomic Energy Agency |
| Ahmed, M.F. | Institute of Atomic Energy Research, Riyadh, Saudi Arabia |
| Akhadi, M. | CSRSR-NAEA, Jakarta, Indonesia |
| Alexander, R.E. | Alexander Corporation, Fairfax, United States of America |
| Allisy, A. | International Commission on Radiation Units and Measurements, Sèvres, France |
| Al-Marshad, A.I. | Institute of Atomic Energy Research, King Abdulaziz City for Science and Technology, Riyadh, Saudi Arabia |
| Alvarez, F. | National Directory of Nuclear Energy, Guatemala |
| Amor, I. | Consejo de Seguridad Nuclear, Madrid, Spain |
| Arh, S. | Slovenian Nuclear Safety Administration, Ljubljana, Slovenia |
| Asculai, E. | International Atomic Energy Agency |
| Ashrafi Doonighi, A. | Atomic Energy Organization of Iran, Tehran, Islamic Republic of Iran |
| Baghazi, A.O. | Institute of Atomic Energy Research, King Abdulaziz City for Science and Technology, Riyadh, Saudi Arabia |
| Bakir, Y. | Atomic Energy Committee, Kuwait |
| Beaver, P.F. | Nuclear Installations Inspectorate, London, United Kingdom |
| Beninson, D.J. | Comisión Nacional de Energía Atómica, Buenos Aires, Argentina |
| Becker, K. | Deutsches Institut für Normung, Berlin, Germany |
| Bibbings, R.E. | International Labour Organisation, London, United Kingdom |
| Birol, E. | Permanent Mission of Turkey to the IAEA, Vienna |
| Bodkin, R. | Energy Resources of Australia Ltd, Sydney, Australia |

| | |
|---|---|
| Boehler, M.C. | Centre d'Etude sur l'Evaluation de la Protection dans le Domaine Nucléaire (CEPN), Fontenay-aux-Roses, France |
| Bond, J.A. | Atomic Energy of Canada Ltd, Chalk River, Ontario, Canada |
| Borrás, C. | Pan American Health Organization, Washington, DC, United States of America |
| Bosković, R. | Institute, Zagreb, Croatia |
| Boutrif, E. | Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy |
| Boutron Sánchez, S. | Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica, Quito, Ecuador |
| Bucquet, E. | International Atomic Energy Agency |
| Buldakov, L.A. | Institute of Biophysics, Ministry of Health, Moscow, Russia |
| Burkart, K. | Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH. Karlsruhe, Germany |
| Bush, W.R. | International Atomic Energy Agency |
| Butragueño, J.L. | Consejo de Seguridad Nuclear, Madrid, Spain |
| Cancio, D. | Ministerio de Industria y Energía, Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, Madrid, Spain |
| Carmena Servert, D.P. | Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, Madrid, Spain |
| Chapuis | Centre d'Etudes Nucléaires, Fontenay-aux-Roses, France |
| Chatterjee, R.M. | Atomic Energy Control Board, Ottawa, Canada |
| Christova, M. | National Centre of Radiology and Radiation Protection, Sofia, Bulgaria |
| Clarke, R.H. | National Radiological Protection Board, Chilton, United Kingdom |
| Coates, R. | British Nuclear Fuels plc, Risley, United Kingdom |
| Collin, W. | Bundesamt für Strahlenschutz, Salzgitter, Germany |
| Cool, D.A. | Nuclear Regulatory Commission, Washington, DC, United States of America |
| Coppée, G.H. | International Labour Organisation, Geneva |
| Creswell, S.L. | Nuclear Installations Inspectorate, London, United Kingdom |

| | |
|---|---|
| Crick, M. | International Atomic Energy Agency |
| Cunningham, J. | International Union of Physical and Engineering Sciences in Medicine, Ottawa |
| Cunningham, J.D. | Radiological Protection Institute of Ireland, Dublin, Ireland |
| Cunningham, R.E. | Nuclear Regulatory Commission, Washington, DC, United States of America |
| Curtis, K. | International Labour Organisation, Geneva |
| Debauche, M.A. | Institut National des Radioéléments, Fleurus, Belgium |
| Delves, D.M. | International Atomic Energy Agency |
| Demetriades, P. | Ministry of Labour and Social Insurance, Nicosia, Cyprus |
| Despres, A. | Institut de Protection et Sûreté Nucléaire, Centre d'études nucléaires, Fontenay-aux-Roses, France |
| Djeffal, S. | Centre de Radioprotection et de Sûreté, Algiers, Algeria |
| Dollani, K. | Institute of Nuclear Physics, Tirana, Albania |
| Duftschmid, K. | Austrian Research Centre Seibersdorf, Austria |
| Duncan, R.M. | Atomic Energy Control Board, Ottawa, Canada |
| Dunster, H.J. | International Commission on Radiological Protection, Didcot, United Kingdom |
| Echávarri, L.E. | Consejo de Seguridad Nuclear, Madrid, Spain |
| El Sayed, A.A. | Atomic Energy Authority, Cairo, Egypt |
| Eriskat, H. | European Commission, Luxembourg |
| Ferruz Cruz, P. | Comisión Chilena de Energía Nuclear, Santiago, Chile |
| Fitoussi, L. | Centre d'Etudes Nucléaires, Gif-sur-Yvette, France |
| Forastieri, V. | International Labour Organisation, Geneva |
| Fortuna, R. | Institute of Occupational Health, Ljubljana, Slovenia |
| Foster, P. | International Confederation of Free Trade Unions, Harwell, United Kingdom |
| Frittelli, L. | Ente per le Nuove Tecnologie, L'Energia e l'Ambiente, Rome, Italy |
| Frullani, S. | Istituto Superiore delle Sanità, Rome, Italy |
| Fry, R.M. | Office of the Supervising Scientist, Canberra, Australia |
| Fuga, P. | Albanian Atomic Energy Authority, Tirana, Albania |
| Gaal, P. | National Institute of Hygiene and Epidemiology, Bratislava, Slovakia |

| | |
|---|---|
| Garnyk, N. | Ministry for Atomic Energy of Russia, Moscow, Russia |
| Gerber, G. | European Commission, Brussels |
| Ghilea, S. | National Commission for Nuclear Activities Control, Bucharest, Romania |
| Gibbson, J.A | AEA Technology, Harwell, United Kingdom |
| Golder, F. | Institute of Isotopes of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest, Hungary |
| González, A.J. | International Atomic Energy Agency |
| Gorson, R. | Boulder, CO, United States of America |
| Govaerts, P. | Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire, Mol-Donk, Belgium |
| Gunn, S. | International Electrotechnical Commission, Geneva |
| Hanson, G.P. | World Health Organization, Geneva |
| Hefner, A. | Austrian Research Centre Seibersdorf, Austria |
| Hock, R. | Siemens AG/KWU, Offenbach, Germany |
| Hoegberg, L. | Swedish Nuclear Power Inspectorate, Stockholm, Sweden |
| Huyskens, C. | International Radiation Protection Association, Eindhoven |
| Ieyasu, H. | Ministry of Health and Welfare, Tokyo, Japan |
| Iijima, T. | Nuclear Power Engineering Corporation, Tokyo, Japan |
| Ilari, O. | Nuclear Energy Agency of the Organisation for Economic Co-operation and Development, Issy-les-Moulineaux |
| Ilyin, L.A. | Institute of Biophysics, Ministry of Health, Moscow, Russia |
| Iranzo, E. | Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, Madrid, Spain |
| Ishiguro, H. | Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation, Tokyo, Japan |
| Itimad, S. | Centre National de l'Energie des Sciences et des Techniques Nucléaires, Morocco |
| Jammet, H.P. | Centre d'Etudes Nucléaires, Fontenay-aux-Roses, France |
| Jenner, T.J. | International Association for Radiation Research |
| Johnson | Ghana Atomic Energy Commission, Legon-Accra, Ghana |
| Jones, C.R. | Department of Energy, Washington, DC, United States of America |
| Jova, L. | Centre for Hygiene and Radiation Protection, Havana, Cuba |

| | |
|---|---|
| Jurina, V. | Ministry of Health, Bratislava, Slovakia |
| Kanduc, M. | Institute of Occupational Health, Ljubljana, Slovenia |
| Kayser, P. | Ministère de la Santé, Luxembourg |
| Kazi, O.A. | Bangladesh Atomic Energy Commission, Dhaka, Bagladesh |
| Kenigsberg, J.E. | Clinic for Radiation Medicine, Minsk, Belarus |
| Khalil, S. | International Atomic Energy Agency |
| Kingma, M. | International Council of Nurses, Geneva |
| Koga, S. | Fujita Health University, Tokyo, Japan |
| Komarov, E.I. | Institute of Radiation Hygiene, St. Petersburg, Russia |
| Kraus, W. | Bundesamt für Strahlenschutz, Berlin, Germany |
| Krishnamony, S. | Bhabha Atomic Research Centre, Bombay, India |
| Kuhar, B. | Institute of Occupational Health, Ljubljana, Slovenia |
| Kunz, E. | National Institute for Public Health, Prague, Czech Republic |
| Kusama, T. | Faculty of Medicine, Tokyo University, Tokyo, Japan |
| Kutkov, V. | Russian Radiation Protection Board, Moscow, Russia |
| Lala, P. | United Nations Committee on Outer Space, Vienna |
| Lan, Z. | Permanent Mission of China to the IAEA, Vienna |
| Levesque, R.J.A. | Atomic Energy Control Board, Ottawa, Canada |
| Leymonie, C. | International Atomic Energy Agency |
| Li, D. | China Institute for Radiation Protection, Beijing, China |
| Liniecki, J. | Medical Academy of Lodz, Lodz, Poland |
| Linsley, G. | International Atomic Energy Agency |
| Litai, D. | Israel Atomic Energy Commission, Tel-Aviv, Israel |
| Lokan, K.H. | Australian Radiation Laboratory, Yallambie, Australia |
| Lopez Lizana, F. | International Atomic Energy Agency |
| Luo, C. | International Atomic Energy Agency |
| Lystsov, V. | Ministry of Ecology and Natural Resources, Moscow, Russia |
| Manjgaladze, G. | Radiological Institute of Georgia, Georgia |
| Martincic, R. | Jožef Štefan Institute, Ljubljana, Slovenia |
| Mason, C. | Australian Radiation Laboratory, Yallambie, Australia |

| | |
|---|---|
| McNees J.W. | State Department of Health, Montgomery, AL, United States of America |
| Meadley, T. | Uranium Saskatchewan Association Inc., Saskatoon, Canada |
| Merta, A. | National Atomic Energy Agency, Warsaw, Poland |
| Metcalf, P. | Council for Nuclear Safety, Heenopsmeer, South Africa |
| Michaud, B. | Office Fédéral de la Santé Publique, Berne, Switzerland |
| Mizushita, S. | Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Japan |
| Moiseev, A. | International Atomic Energy Agency |
| Mrabit, K. | International Atomic Energy Agency |
| Muñoz, V.M. | Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Centro de Metrología de Radiaciones Ionizantes, Mexico, D.F., Mexico |
| Musialowicz, T. | Central Laboratory for Radiological Protection, Warsaw, Poland |
| Na, S. | Korea Institute of Nuclear Safety, Taejeon, Republic of Korea |
| Nikodemova, D. | Institute of Preventive and Clinical Medicine, Bratislava, Slovak Republic |
| Nishiwaki, Y. | University of Vienna, Vienna, Austria |
| Noruzbayev, K. | Bishkek, Kirghistan |
| Novosel, N. | Ministry of Economy, Zagreb, Croatia |
| Nunan, C. | International Electrotechnical Commission, Geneva |
| O'Donnell, P. | Consejo de Seguridad Nuclear, Madrid, Spain |
| Oliveira, A.A. | Comisión Nacional de Energía Atómica, Buenos Aires, Argentina |
| Olivier, H. | Department of National Health and Population Development, Directorate of Radiation Control, Bellville, South Africa |
| Omori, T. | Health Policy Bureau, Ministry of Health and Welfare, Tokyo, Japan |
| Opelz, M. | International Atomic Energy Agency Office, Geneva |
| Oresegun, M. | Federal Radiation Protection Service, University of Ibadan, Nigeria |
| Ortiz Lopez, P. | International Atomic Energy Agency |
| Ortiz Magaña, R. | Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, Mexico, D.F., Mexico |
| Oshino, M. | Japan Atomic Energy Research Institute, Tokyo, Japan |

| | |
|---|---|
| Othman, I. | Atomic Energy Commission, Damascus, Syria |
| Özerden, Ö. | Turkish Atomic Energy Authority, Ankara, Turkey |
| Pan, Z.Q. | China National Nuclear Corporation, Beijing, China |
| Panfilov, A. | Ministry for Atomic Energy of Russia, Moscow, Russia |
| Parmentier, N. | Centre d'Etudes Nucléaires, Fontenay-aux-Roses, France |
| Parsons, E. | Radiological Protection Project, Scientific Ecology Group, Platteville, United States of America |
| Pavlovic, R. | Institute of Nuclear Sciences Vinča, Novi Belgrade, Yugoslavia |
| Peñaherrera, P. | Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica, Quito, Ecuador |
| Piechowski | Ministère des Affaires Sociales de la Santé et de la Ville, Direction Générale de la Santé, Paris, France |
| Placer, A. | Consejo de Seguridad Nuclear, Madrid, Spain |
| Pongpat, F. | Health Physics Division, Office of Atomic Energy for Peace, Bangkok, Thailand |
| Poza Lobo, H. | International Atomic Energy Agency |
| Queniart, D. | Centre d'Etudes Nucléaires, Fontenay-aux-Roses, France |
| Quevedo García, J.R. | Centro Nacional de Seguridad Nuclear, Havana, Cuba |
| Rabovsky, J. | Department of Energy, Washington, DC, United States of America |
| Radmilovic, V. | Federal Ministry for Labour Health and Social Policy, Novi Belgrade, Yugoslavia |
| Rames, J. | International Atomic Energy Agency |
| Ramos de la Plaza, R. | Consejo de Seguridad Nuclear, Madrid, Spain |
| Ramzaev, P. | State Committee on Sanitary Control, St. Petersburg, Russia |
| Randell, A.W. | Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy |
| Rannikko, S. | Finnish Centre for Radiation and Nuclear Safety, Helsinki, Finland |
| Reiners, C. | University of Essen, Essen, Germany |
| Riaboukhine, G.I. | World Health Organization, Geneva |
| Richardson, A.C.B. | Environmental Protection Agency, Washington, DC, United States of America |

| | |
|---|---|
| Rose, H. | General Mining, Metals and Minerals Ltd, Marshallstown, South Africa |
| Sandru, P. | Institute for Atomic Physics, Bucharest, Romania |
| Sauer, W. | International Confederation of Free Trade Unions, Vienna |
| Saxebol, G. | Norwegian Radiation Protection Authority, Osteras, Norway |
| Schandorf, C. | Radiation Protection Board, Ghana Atomic Energy Commission, Legon-Accra, Ghana |
| Scheffenegger, R. | Federal Ministry for Health, Sports and Consumer Protection, Vienna, Austria |
| Schlesinger, T. | Soreq Nuclear Research Centre, Yavneh, Israel |
| Selby, J. | Richards Bay Minerals, Richards Bay, South Africa |
| Seitz, G. | International Social Security Association, Cologne, Germany |
| Senovska, Z. | Institute of Hygiene and Epidemiology, Levice, Slovakia |
| Shavdia, N. | Chief State Sanitary Physician of the Republic, Georgia |
| Shaw, K.B. | National Radiological Protection Board, Chilton, United Kingdom |
| Skvarca, J.J. | Ministry of Health, Buenos Aires, Argentina |
| Smith, H. | International Commission on Radiological Protection, Didcot, Oxon |
| Snihs, J. | Swedish Radiation Protection Institute, Stockholm, Sweden |
| Sobkovitch, A. | International Atomic Energy Agency |
| Soekarno, S. | National Atomic Energy Agency, Jakarta, Indonesia |
| Sohrabi, M. | National Radiation Protection Department, Atomic Energy Organization of Iran, Tehran, Islamic Republic of Iran |
| Soman, S.D. | Atomic Energy Regulatory Board, Bombay, India |
| Sonneck, G. | Austrian Research Centre Seibersdorf, Austria |
| Sordi, G. | Institute for Nuclear Energy and Research, São Paulo, Brazil |
| Soufi, I. | Centre National de l'Energie, des Sciences et des Techniques Nucléaires, Rabat, Morocco |
| Steinhäusler, F. | Institute of Physics and Biophysics, Salzburg, Austria |
| Subramanyan, P. | Atomic Energy Regulatory Board, Bombay, India |

| | |
|---|---|
| Suess, M. | World Health Organization Regional Office for Europe, Copenhagen |
| Sugier, A. | Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire, Centre d'Etudes Nucléaires, Fontenay-aux-Roses, France |
| Sundell-Bergman, S. | International Commission on Occupational Health, Solna |
| Susanna, A. | Ente per le Nuove Tecnologie, L'Energia e l'Ambiente, Rome, Italy |
| Sutej, T. | State Sanitary Inspectorate, Ljubljana, Slovenia |
| Suyudi, S. | National Atomic Energy Agency, Jakarta, Indonesia |
| Szepesi, T. | Universitätsklinik für Strahlentherapie und Strahlenbiologie, Vienna, Austria |
| Sztanyik, L.B. | National Research Institute for Radiobiology and Radiohygiene, Budapest, Hungary |
| Talab, F. | International Atomic Energy Agency |
| Tatah, B. | Ministère Délegué à la Recherche et à la Technologie, Algiers, Algeria |
| Taylor, M. | Uranium Institute, London, United Kingdom |
| Tetenyi, P. | Institute of Isotopes of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest, Hungary |
| Teunen, D. | European Commission, Luxembourg |
| Thomas | Gesellschaft für Reaktorsicherheit mbH, Garching, Germany |
| Tin Tun | Atomic Energy Department, Yangon, Myanmar |
| Torroba, D. | Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, Madrid, Spain |
| Tovar Muñoz, V. | Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Mexico, D.F., Mexico |
| Trias, C. | International Atomic Energy Agency |
| Trujillo, I. | Caracas, Venezuela |
| Tscholakoff, D. | Krankenanstalt Rudolfsstiftung, Vienna, Austria |
| Tschurlovits, M. | Atominstitut der Österreichischen Universitäten, Vienna, Austria |
| Tubiana, M. | International Society of Radiology |
| Uzunov, I.P. | Department of Atomic Physics, Sofia, Bulgaria |
| van As, D. | Atomic Energy Corporation of South Africa Ltd, Pretoria, South Africa |

| | |
|---|---|
| van Passen, R. | Federatie Electriciteit en Gas, World Confederation of Labour, Brussels, Belgium |
| Vanmol, C. | Federatie Electriciteit en Gas, World Confederation of Labour, Brussels |
| Vasilev, G. | National Centre of Radiology and Radiation Protection, Sofia, Bulgaria |
| Vekic, B. | Ministry of Industry, Zagreb, Croatia |
| Vélez, G.R. | Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina |
| Vera Ruiz, H. | International Atomic Energy Agency |
| Vereycken, H. | Medical Women's International Association |
| Vetrov, V. | International Atomic Energy Agency |
| Volodin, V. | World Health Organization, Geneva |
| Vrabcek, P. | Nuclear Regulatory Authority, Bratislava, Slovakia |
| Waight, P.J. | World Health Organization, Geneva |
| Webb, G.A.M. | International Atomic Energy Agency |
| West, T.J.D. | International Society of Radiographers and Radiological Technologists |
| Wrixon, T. | National Radiological Protection Board, Chilton, United Kingdom |
| Wymer, D. | Chamber of Mines of South Africa, Marshalltown, South Africa |
| Yano, S. | Science and Technology Agency, Tokyo, Japan |
| Yoshizawa, Y. | Nuclear Safety Research Association, Tokyo, Japan |
| Zagoroulko, V. | International Atomic Energy Agency |
| Zhang, Y. | China Institute for Radiation Protection, Taiyuan, China |
| Zhong, W. | International Atomic Energy Agency |

## اجتماعات اللجنة المشتركة بين الوكالات المعنية بالأمان الاشعاعي

منظمة الصحة العالمية، جنيف: ٤-٥ شباط/فبراير ١٩٩١
لجنة الاتحادات الأوروبية، بروكسل: ١٩-٢٠ تشرين الأول/أكتوبر ١٩٩٢
منظمة الصحة للبلدان الأمريكية، واشنطن: ١٩ نيسان/أبريل ١٩٩٣

## اجتماعات الأمانة المشتركة

وكالة الطاقة النووية (التابعة لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي)، باريس: ٩-١٢ نيسان/أبريل ١٩٩١
الوكالة الدولية للطاقة الذرية، فيينا: ٩-١٣ كانون الأول/ديسمبر ١٩٩١
وكالة الطاقة النووية (التابعة لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي)، باريس: ٢١-٢٣ تشرين الأول/أكتوبر ١٩٩٢
منظمة الصحة للبلدان الأمريكية، واشنطن: ٢٠-٢٣ نيسان/أبريل ١٩٩٣

## اجتماعات اللجنة التقنيـــة

الوكالة الدولية للطاقة الذرية، فيينا: ١٤-١٨ كانون الأول/ديسمبر ١٩٩٢
الوكالة الدولية للطاقة الذرية، فيينا: ١٣-١٧ كانون الأول/ديسمبر ١٩٩٣
الوكالة الدولية للطاقة الذرية، فيينا: ٢٩ آب/أغسطس- ٢ أيلول/سبتمبر١٩٩٤

## اجتماع كبار الخبـــراء

الوكالة الدولية للطاقة الذرية، فيينا: ٢٤-٢٨ شباط/فبراير ١٩٩٢

## اجتماعات الخبراء الاستشاريين

لندن: ٢٤-٢٨ حزيران/يونيه ١٩٩١؛
أوتاوا: ٢٣-٢٧ أيلول/سبتمبر ١٩٩١،
فيينا: ٦-١٠ كانون الثاني/يناير ١٩٩٢،
٢٠-٢٤ كانون الثاني/يناير ١٩٩٢،
٢٣-٢٧ آذار/مارس ١٩٩٢، ٩-١٣ تشرين الثاني/نوفمبر ١٩٩٢،
٧-١٩ تشرين الثاني/نوفمبر ١٩٩٣

## الفريق العامل المخصص المعني بتحديد الجرعات في الوظائف النوعية

منظمة العمل الدولية، جنيف:
٢٩ آذار/مارس - ١ نيسان/أبريل ١٩٩٣

## الفريق العامل المخصص المعني بالتعرضات المحتملة

وكالة الطاقة النووية (التابعة لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي)، باريس: ٨-١٠ آذار/مارس ١٩٩٣

## اقرار المعايير

## المشاركون في اجتماع اللجنة التقنية الذي أقر المعايير

### أقرت المعايير في اجتماع اللجنة التقنية الذي عقد في الوكالة الدولية للطاقة الذرية، فيينا، ١٣-١٧ كانون الأول/ديسمبر ١٩٩٣

**Joint Secretariat**

| | |
|---|---|
| Co-ordinator (moderator of the TCM) | González, A.J., International Atomic Energy Agency |
| FAO | Boutrif, E., Food Quality and Standards Service. Food Policy and Nutrition Division, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome |
| IAEA | Webb, G.A.M., Bush, W.R., Division of Nuclear Safety, International Atomic Energy Agency |
| ILO | Coppée, G.H., Forastieri, V., Occupational Safety and Health Branch, International Labour Organisation, Geneva |
| OECD/NEA | Ilari, O., Radiation Protection and Waste Management, Nuclear Safety Division, Nuclear Energy Agency of the Organisation for Economic Co-operation and Development, Issy-les-Moulineaux |
| PAHO | Borras, C., Radiological Health, Pan American Health Organization, Washington, DC |
| WHO | Hanson, G.P., Radiation Medicine, World Health Organization, Geneva |

**Liaison Officers**

| | |
|---|---|
| ICRP | Beninson, D.J., Member of the Main Commission, Chairman of Committee 4<br>Clarke, R.H., Chairman of the Main Commission<br>Dunster, H.J., Member of the Main Commission<br>Jammet, H.P., Member of the Main Commission, Chairman of Committee 3 |
| CEC | Teunen, D. |

**Officers of the meeting**

| | | |
|---|---|---|
| Working Group 1 | Chairman: Beninson, D.J., Comisión Nacional de Energía Atómica, Buenos Aires, Argentina | Rapporteur: Chatterjee, R.M., Atomic Energy Control Board, Ottawa, Canada |
| Working Group 2 | Chairman: Fry, R.M., Office of the Supervising Scientist, Canberra, Australia | Rapporteurs: Bibbings, R.E., International Labour Organisation, London, United Kingdom<br>Foster, P., International Confederation of Free Trade Unions, Harwell, United Kingdom |
| Working Group 3 | Chairman: Sugier, A., CEA, Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire, Fontenay-aux-Roses, France | Rapporteur: Kraus, W., Bundesamt für Strahlenschutz, Berlin, Germany |
| Working Group 4 | Chairman: Gorson, R., Boulder, CO, United States of America | Rapporteur: Liniecki, J., Medical Academy of Lodz, Poland |
| Working Group 5 | Chairman: Echávarri, L.E., Consejo de Seguridad Nuclear, Madrid, Spain | Rapporteur: Cool, D.A., Nuclear Regulatory Commission, Washington, DC, United States of America |
| Working Group 6 | Chairman: Richardson, A.C.B., Environmental Protection Agency, Washington, DC, United States of America | Rapporteur: Creswell, S.L., Health and Safety Executive, London, United Kingdom |
| Task Group on the Radiation Safety Fundamentals | Chairman: Clarke, R.H., National Radiological Protection Board, Chilton, United Kingdom | Rapporteur: Cunningham, R.E., Division of Industrial and Medical Nuclear Safety, Office of Nuclear Material Safety and Safeguards, Nuclear Regulatory Commission, Washington, DC, United States of America |

**Nominees from Member States**

| | |
|---|---|
| Algeria | Djeffal, S., Centre de Radioprotection et de Sûreté, Algiers |
| Argentina | Beninson, D.J., Comisión Nacional de Energía Atómica, Buenos Aires<br>Skvarca, J.J., Radiation Protection, Ministry of Health, Buenos Aires<br>Vélez, G.R., Sociedad Argentina de Física Médica, Hospital San Roque, Córdoba |

| | |
|---|---|
| Australia | Bodkin, R., Energy Resources of Australia Ltd, Sydney<br>Fry, R.M., Office of the Supervising Scientist, Canberra<br>Lokan, K.H., Australian Radiation Laboratory, Yallambie<br>Mason, C., Australian Radiation Laboratory, Yallambie |
| Austria | Hefner, A., Austrian Research Centre Seibersdorf<br>Nishiwaki, Y., University of Vienna, Vienna<br>Szepesi, T., Universitätsklinik für Strahlentherapie und Strahlenbiologie, Vienna<br>Tschurlovits, M., Atominstitut der Österreichischen Universitäten, Vienna |
| Bangladesh | Kazi, O.A., Bangladesh Atomic Energy Commission, Dhaka |
| Belarus | Kenigsberg, J.E., Clinic for Radiation Medicine, Minsk |
| Belgium | Debauche, M.A., Services de Sécurité de l'Institut National des Radioéléments, Fleurus<br>Govaerts, P., SCK/CEN, Belgian Nuclear Research Centre, Boeretang, Mol-Donk |
| Brazil | Sordi, G., Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo |
| Bulgaria | Christova, M., National Centre of Radiology and Radiation Protection, c/o Committee on the Use of Atomic Energy for Peaceful Purposes, Sofia |
| Canada | Bond, J.A., Atomic Energy of Canada Ltd, Chalk River Nuclear Laboratories, Chalk River<br>Chatterjee, R.M., Atomic Energy Control Board, Ottawa<br>Meadley, T., Uranium Saskatchewan Association Inc., Saskatoon |
| Chile | Ferruz Cruz, P., Comisión Chilena de Energía Nuclear, Santiago |
| China | Li, D., China Institute for Radiation Protection, Beijing |
| Croatia | Novosel, N., Ministry of Economy, Zagreb<br>Vekic, B., Ministry of Industry, Zagreb |
| Cuba | Quevedo García, J.R., Centro Nacional de Seguridad Nuclear, Havana |
| Cyprus | Demetriades, P., Department of Labour, Ministry of Labour and Social Insurance, Nicosia |
| Czech Republic | Kunz, E., National Institute for Public Health, Prague |
| Ecuador | Boutron Sánchez, S., Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica, Quito |
| Finland | Rannikko, S., Finnish Centre for Radiation and Nuclear Safety, Helsinki |

| | |
|---|---|
| France | Chapuis, IPSN, Centre d'Etudes Nucléaires, Fontenay-aux-Roses<br>Despres, A., Institut de Protection et de Sûrete Nucléaire, Centre d'Etudes Nucléaires, Fontenay-aux-Roses<br>Jammet, H.P., CIPR, Centre d'Etudes Nucléaires, Fontenay-aux-Roses<br>Queniart, D., Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire, Centre d'Etudes Nucléaires, Fontenay-aux-Roses<br>Piechowski, Ministère des Affaires Sociales de la Santé et de la Ville, Direction Générale de la Santé, Paris<br>Sugier, A., Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire, Centre d'Etudes Nucléaires, Fontenay-aux-Roses |
| Germany | Burkart, K., Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH, Karlsruhe<br>Kraus, W., Bundesamt für Strahlenschutz, Berlin |
| Georgia | Manjgaladze, G., Radiological Institute of Georgia<br>Shavdia, N., Chief State Sanitary Physician of the Republic |
| Ghana | Johnson, Ghana Atomic Energy Commission, Legon-Accra<br>Schandorf, C., Radiation Protection Board, Ghana Atomic Energy Commission, Legon-Accra |
| Guatemala | Alvarez, F., National Directory of Nuclear Energy |
| Hungary | Sztanyik, L.B., National Research Institute for Radiobiology and Radiohygiene, Budapest |
| Holy See | Hefner, A., Austrian Research Centre Seibersdorf, Austria |
| India | Krishnamony, S., Bhabha Atomic Research Centre, Bombay |
| Indonesia | Akhadi, M., CSRSR-NAEA, Jakarta |
| Ireland | Cunningham, J.D., Radiological Protection Institute of Ireland, Dublin |
| Israel | Litai, D., Israel Atomic Energy Commission, Tel-Aviv<br>Schlesinger, T., Soreq Nuclear Research Centre, Yavneh |
| Italy | Frullani, S., Istituto Superiore delle Sanità, Rome<br>Susanna, A., Direzione per la Sicurezza, Nucleare e Protezione Sanitaria, ENEA-DISP, Rome |
| Japan | Abe, K., Japan Atomic Energy Research Institute, Tokyo<br>Iijima, T., Nuclear Power Engineering Corporation, Tokyo<br>Ishiguro, H., Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation, Tokyo<br>Koga. S., Fujita Health University, School of Medicine, Aichi-ken<br>Kusama, T., Faculty of Medicine, Tokyo University, Tokyo |

| | |
|---|---|
| | Mizushita, S., Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura |
| | Omori, T., Health Policy Bureau, Ministry of Health and Welfare, Tokyo |
| | Yano, S., Nuclear Safety Bureau, Science and Technology Agency, Tokyo |
| Kirghistan | Noruzbayev, K., Bishkek |
| Korea, Republic of | Na, S., Republic of Korea Institute of Nuclear Safety, Taejeon |
| Kuwait | Bakir, Y., Ministry of Health, Kuwait |
| Mexico | Muñoz, V.M., Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Centro de Metrología de Radiaciones Ionizantes, Mexico, D.F. |
| | Ortiz Magana, R., Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, Mexico, D.F. |
| Nigeria | Oresegun, M., Federal Radiation Protection Service, University of Ibadan |
| Norway | Saxebol, G., Norwegian Radiation Protection Authority, Osteras |
| Pakistan | Afsar, M., Pakistan Atomic Energy Commission, Islamabad |
| Poland | Liniecki, J., Department of Nuclear Medicine, Medical Academy of Lodz, Lodz |
| | Merta, A., National Atomic Energy Agency, Warsaw |
| | Musialowicz, T., Central Laboratory for Radiological Protection, Warsaw |
| Romania | Ghilea, S., National Commission for Nuclear Activities Control, Bucharest |
| Russia | Buldakov, L.A., Institute of Biophysics, Ministry of Health, Moscow |
| | Ilyin, L.A., Institute of Biophysics, Ministry of Health, Moscow |
| | Kutkov, V., Russian Radiation Protection Board, Moscow |
| | Lystsov, V., Ministry of Ecology and Natural Resources, Moscow |
| | Panfilov, A., Committee of Safety, Ministry for Atomic Energy of Russia, Moscow |
| | Ramzaev, P., State Committee on Sanitary Control, St. Petersburg |
| Saudi Arabia | Al-Marshad, A.I., Institute of Atomic Energy Research, King Abdulaziz City for Science and Technology, Riyadh |
| | Baghazi, A.O., Institute of Atomic Energy Research, King Abdulaziz City for Science and Technology, Riyadh |
| Slovakia | Gaal, P., National Institute of Hygiene and Epidemiology, Bratislava |
| | Jurina, V., Ministry of Health, Bratislava |

| | |
|---|---|
| | Nikodemova, D., Institute of Preventive and Clinical Medicine, Bratislava |
| | Senovska, Z., Institute of Hygiene and Epidemiology, Levice |
| | Vrabcek, P., Nuclear Regulatory Authority, Bratislava |
| Slovenia | Arh, S., Slovenian Nuclear Safety Administration, Ljubljana |
| | Fortuna, R., Institute of Occupational Health, Ljubljana |
| | Kanduc, M., Institute of Occupational Health, Ljubljana |
| | Kuhar, B., Institute of Occupational Health, Ljubljana |
| | Martincic, R., Jožef Štefan Institute, Ljubljana |
| South Africa | Metcalf, P., Standards and Radiation Protection Department, Council for Nuclear Safety, Heenopsmeer |
| | Olivier, H., Department of National Health and Population Development, Directorate of Radiation Control, Bellville |
| | Rose, H., General Mining, Metals and Minerals Ltd, Marshalltown |
| | Selby, J., Richards Bay Minerals, Richards Bay |
| | Wymer, D., Chamber of Mines of South Africa, Marshalltown |
| Spain | Amor, I., Consejo de Seguridad Nuclear, Madrid |
| | Cancio, D., Ministerio de Industría y Energía, Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, Madrid |
| | Carmena Servert, D.P., Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, Madrid |
| | Echávarri, L.E., Commissioner, Consejo de Seguridad Nuclear, Madrid |
| | O'Donell, P., Consejo de Seguridad Nuclear, Madrid |
| | Placer, A., Consejo de Seguridad Nuclear, Madrid |
| | Torroba, D., Ministerio de Industría, Comercio y Turismo, Madrid |
| Sweden | Snihs, J., Swedish Radiation Protection Institute, Stockholm |
| | Sundell-Bergman, S., International Commission on Occupational Health, Solna |
| Switzerland | Michaud, B., Office Fédéral de la Santé Publique, Berne |
| Thailand | Pongpat, F., Health Physics Division, Office of Atomic Energy for Peace, Bangkok |
| Turkey | Özerden, Ö., Turkish Atomic Energy Authority, Ankara |
| United Kingdom | Clarke, R.H., National Radiological Protection Board, Chilton |
| | Coates, R., British Nuclear Fuels plc, Risley |
| | Creswell, S.L., Nuclear Installations Inspectorate, London |
| | Shaw, K.B., National Radiological Protection Board, Chilton |

| | |
|---|---|
| United States of America | Cool, D.A., Nuclear Regulatory Commission, Washington, DC<br>Cunningham, R.E., Radiation and Nuclear Material Safety, Office of Nuclear Materials, Nuclear Regulatory Commission, Washington, DC<br>Gorson, R., Boulder, CO<br>Parsons, E., Radiological Protection Project, Scientific Ecology Group, Platteville<br>Rabovsky, J., Department of Energy, Washington, DC |
| Venezuela | Trujillo, I., Caracas |

**Nominees from organizations**

| | |
|---|---|
| CEC | Teunen, D., European Commission, Luxembourg |
| ICFTU | Foster, P., Public Services International, AEA Technology, International Confederation of Free Trade Unions, Harwell, United Kingdom |
| ICRP | Dunster, H.J., International Commission on Radiological Protection, Didcot, United Kingdom |
| ILO | Bibbings, R.E., Social Insurance and Industrial Department, Trade Unions Congress, London, United Kingdom<br>Parsons, E., Radiological Protection Project, Scientific Ecology Group, Platteville, United States of America |
| IRPA | Metcalf, P., Standards and Radiation Protection Department, Council for Nuclear Safety, Heenopsmeer, South Africa |
| ISO | Becker, K., Secretariat of ISO/TC 85, Deutsches Institut für Normung, Berlin, Germany |
| ISSA | Seitz, G., International Social Security Association, Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik, Technisches Referat Strahlenschutz, Cologne, Germany |
| Standing Advisory Group on the Safe Transport of Radioactive Materials (SAGSTRAM) | Shaw, K.B., National Radiological Protection Board, Chilton, United Kingdom |
| UN Committee on Outer Space | Lala, P., Headquarters, Vienna |
| Uranium Institute | Taylor, M., Uranium Institute, London, United Kingdom |
| World Confederation of Labour | Vanmol, C., Federatie Electriciteit en Gas, World Confederation of Labour, Brussels<br>van Passen, R., Federatie Electriciteit en Gas, World Confederation of Labour, Brussels |

## التحقق من الترجمة الى اللغات الأخرى والتحرير التقني

## المشاركون في اجتماع اللجنة التقنية للتحقق من ترجمات المعايير والتحرير التقني لها

**تم التحقق من ترجمات المعايير والتحرير التقني لها في اجتماع عقدته اللجنة التقنية بالوكالة، فيينا في الفترة من ٢٩ آب/أغسطس--٢ أيلول/سبتمبر ١٩٩٤**

| | |
|---|---|
| Boehler, M.C. | Centre d'Etude sur l'Evaluation de la Protection dans le Domaine Nucléaire (CEPN), Fontenay-aux-Roses, France |
| Bucquet, E. | International Atomic Energy Agency |
| Burkart, K. | Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH, Karlsruhe, Germany |
| Bush, W.R. | International Atomic Energy Agency |
| Coppée, G.H. | International Labour Organisation, Geneva, Switzerland |
| Creswell, S.L. | Nuclear Installations Inspectorate, London, United Kingdom |
| Cunningham, R.E. | Nuclear Regulatory Commission, Washington, DC, United States of America |
| Delves, D.M. | International Atomic Energy Agency |
| El Sayed, A.A. | Atomic Energy Authority, Cairo, Egypt |
| González, A.J. | International Atomic Energy Agency |
| Jammet, H.P. | Commissariat à l'Energie Atomique, Paris, France |
| Khalil, S. | International Atomic Energy Agency |
| Levesque, L. | Atomic Energy Control Board, Ottawa, Canada |
| Leymonie, C. | International Atomic Energy Agency |
| Lopez-Lizana, F. | International Atomic Energy Agency |
| Luo, C. | International Atomic Energy Agency |
| Moiseev, A. | International Atomic Energy Agency |
| Mrabit, K. | International Atomic Energy Agency |

| | |
|---|---|
| Oliveira, A.A. | Comisión Nacional de Energía Atómica, Buenos Aires, Argentina |
| Ortiz-Lopez, P. | International Atomic Energy Agency |
| Ortiz-Magana, R. | Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, Mexico, D.F., Mexico |
| Othman, I. | Atomic Energy Commission, Damascus, Syria |
| Poza Lobo, H. | International Atomic Energy Agency |
| Quevedo García, J.R. | Centro Nacional de Seguridad Nuclear, Havana, Cuba |
| Ramos de la Plaza, D.R. | Subdirección de Protección Radiológica, Consejo de Seguridad Nuclear, Madrid, Spain |
| Smith, H. | International Commission on Radiological Protection, Didcot |
| Sobkovitch, A. | International Atomic Energy Agency |
| Talab, F. | International Atomic Energy Agency |
| Tovar Muñoz, V. | Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Mexico, D.F., Mexico |
| Trias, C. | International Atomic Energy Agency |
| Webb, G.A.M. | International Atomic Energy Agency |
| Zagoroulko, V. | International Atomic Energy Agency |
| Zhang, Y. | China Institute for Radiation Protection, Taiyuan, China |
| Zhong, W. | International Atomic Energy Agency |

# المنظمات الراعيـــة

منظمة الأغذية والزراعة أنشئت عام ١٩٤٥ لتحل محل المعهد الدولي للزراعة. ومن بين أهدافها ادخال تحسينات على كفاءة انتاج وتوزيع الأغذية والمنتجات الزراعية. وتتمثل المهام الرئيسة للمنظمة فيما يلي: تنفيذ برامج رئيسة للمشورة والمساعدة التقنيين في المجال الزراعي؛ وجمع وتحليل ونشر المعلومات؛ واسداء المشورة الى الحكومات بشأن السياسات والتخطيط؛ واتاحة الفرص للحكومات والخبراء للاجتماع ومناقشة قضايا الأغذية والزراعة. وتقدم المنظمة المشورة والمساعدة الى الحكومات الأعضاء بها، من خلال مجموعة منوعة من القنوات الرسمية وغير الرسمية، بشأن كافة الجوانب المتعلقة بانتاج الأغذية، والمنتجات الزراعية، وتوزيعها، واستهلاكها وفقا للاحتياجات الحالية. وفي عام ١٩٦٢، أنشأت منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية لجنة لائحة المأكولات تحقيقا للأهداف التالية: حماية صحة المستهلكين، وتحقيق ممارسات عادلة في مجال تجارة الأغذية؛ والعمل على تنسيق كافة الأعمال والتعهدات التي تضطلع بها المنظمات الحكومية الدولية والمنظمات غير الحكومية فيما يتعلق بكافة المعايير الغذائية؛ وتحديد الأولويات، والبدء في اعداد مشاريع لهذه المعايير، وتقديم التوجيهات اللازمة لذلك من خلال المنظمات المختصة وبمساعدة منها، ونشر هذه المعايير في لائحة للمأكولات؛ وتعديل المعايير المنشورة بعد اجراء الدراسات الاستقصائية الملائمة على ضوء تطورات الأوضاع. وتتمثل الاهتمامات الرئيسة للمنظمة فيما يتعلق بهذه المعايير في لائحة المأكولات وموضوع التدابير الزراعية الوقائية في حالة وقوع حادث اشعاعي.

الوكالة الدولية للطاقة الذرية: أنشئت عام ١٩٥٧. ويتمثل هدفها الذي ينص عليه نظامها الأساسي في العمل على تعجيل وتوسيع مساهمة الطاقة الذرية في السلام والصحة والازدهار في العالم أجمع. ومن بين وظائف الوكالة "أن تضع أو تعتمد، بالتشاور مع الأجهزة المختصة في الأمم المتحدة، ومع الوكالات المتخصصة المعنية، وبالتعاون معها عند الاقتضاء، معايير أمان بقصد حماية الصحة والتقليل الى أدنى حد من الأخطار على الأرواح والممتلكات (بما في ذلك معايير من هذا القبيل لظروف العمل)، وأن تتخذ ترتيبات لتطبيق هذه المعايير على عملياتها هي ذاتها وكذلك على العمليات التي تستخدم المواد والخدمات والمعدات والمرافق والمعلومات التي تقدمها هي أو التي تُقدَّم بناءً على طلبها أو تحت رقابتها أو اشرافها؛ وأن تتخذ ترتيبات لتطبيق هذه المعايير على العمليات التي تنفذ بموجب أي ترتيب ثنائي أو متعدد الأطراف اذا طلب ذلك أطرافه، أو على أي نشاط من أنشطة دولة ما في ميدان الطاقة الذرية اذا طلبت ذلك تلك الدولة". وفضلا عن ذلك فان للوكالة، بصدد أي مشروع تضعه، أو أي ترتيب آخر تطلب فيه الأطراف المعنية منها تطبيق الضمانات، الحق والمسؤولية، بمقدار انطباقهما على هذا المشروع أو هذا الترتيب، في "أن تقتضي مراعاة أي تدابير صحية أو وقائية تفرضها الوكالة" و "أن توفد الى اقليم الدولة أو الدول المتلقية مفتشين ... للتوثق من عدم وجود مخالفة لتدابير الصحة والأمان [هذه]". ويقصد بهذه المعايير، ضمن ما يقصد، تيسير اضطلاع الوكالة بهذه الوظائف والحقوق والمسؤوليات.

منظمة العمل الدولية: أنشئت عام ١٩١٩ بموجب معاهدة فرساي بغرض التقريب بين الحكومات وجهات العمل والاتحادات النقابية لاتخاذ اجراء موحد بشأن قضية العدالة الاجتماعية وتحسين الظروف المعيشية في كل مكان. وهي منظمة ثلاثية، حيث يشترك ممثلون عن العمال وجهات العمل فيما تضطلع به من أعمال على قدم المساواة مع ممثلي الحكومات. وكانت المنظمة تشكل جزءا مستقلا بذاته من عصبة الأمم، ثم أصبحت في عام ١٩٤٦ أول وكالة متخصصة تتعاون مع الأمم المتحدة. وتمثل حماية العامل من الاعتلال أو المرض أو الاصابات الناجمة عن

العمل احدى المهام المسندة الى المنظمة طبقا لديباجة دستورها. ومن السمات الرئيسة للمنظمة، الى جانب هيكلها الثلاثي، الأنشطة التي تضطلع بها في مجال وضع المعايير. وقد وضعت نحو ستين اتفاقية وتوصية دولية تتعلق بحماية العاملين من أخطار العمل. وفي عام ١٩٤٩ أصدرت المنظمة مجموعة من المعايير الدولية العملية بشأن الوقاية من الاشعاعات تم تنقيحها وتمديدها الى حد كبير عام ١٩٥٧، كما أدرجت في كتيب الوقاية من الاشعاعات الصناعية الصادر عن المنظمة. وفي عام ١٩٦٠، اعتمد مؤتمر العمل الدولي اتفاقية الوقاية من الاشعاعات (رقم ١١٥) والتوصية المنبثقة عنها (رقم ١١٤). وتسري هذه الاتفاقية على كافة الأنشطة التي تنطوي على تعرض العاملين لاشعاعات مؤينة خلال عملهم، كما تنص على اتخاذ كافة الخطوات المناسبة لتحقيق الحماية الفعالة للعاملين على ضوء المعلومات المتاحة آنذاك. وتضيف التوصية الى ذلك أنه ينبغي ايلاء الاهتمام اللائق للتوصيات التي تصدرها من وقت لآخر اللجنة الدولية للوقاية من الاشعاعات، وللمعايير التي تعتمدها المنظمات المختصة الأخرى. وفي عام ١٩٨٦ أقرت الهيئة الرئاسية للمنظمة اصدار مدونة قواعد بشأن وقاية العاملين من الاشعاعات (الاشعاعات المؤينة) تقدم ارشادات عملية حول تنفيذ برنامج للوقاية من الاشعاعات على مستوى المشاريع، مع مراعاة أحكام المعايير الأساسية للأمان بشأن الوقاية من الاشعاعات (١٩٨٢). كما ان هناك بعض معايير العمل الدولي الأخرى التي وضعتها المنظمة وتتعلق بوقاية العاملين من الاشعاعات المؤينة، لا سيما اتفاقية اصابة العاملين بمرض السرطان والتوصية المنبثقة عنها (١٩٧٤)؛ واتفاقية بيئة العمل (تلوث الهواء والضوضاء والذبذبات) والتوصية المنبثقة عنها (١٩٧٧)؛ وقائمة أمراض العاملين المذيّلة باتفاقية استحقاقات اصابات العمل (١٩٦٤).

وكالة الطاقة النووية (التابعة لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي): تهدف الى العمل على تطوير انتاج الطاقة النووية واستخدامها في الأغراض السلمية من خلال التعاون بين البلدان المشتركة فيها وتنسيق التدابير المتخذة على الصعيد الوطني. ومن بين المهام الرئيسة للوكالة "المساهمة في أن تعمل السلطات الوطنية المسؤولة على حماية العاملين والجمهور من أخطار الاشعاعات المؤينة والحفاظ على البيئة"، وكذلك "المساهمة في أن تعمل السلطات الوطنية المسؤولة على تحقيق أمان المنشآت والمواد النووية". وتضطلع الوكالة بهذه المهام من خلال اللجان التقنية الدائمة التالية: اللجنة المعنية بالوقاية من الاشعاعات وبالصحة العامة؛ اللجنة المعنية بأمان المنشآت النووية؛ اللجنة المعنية بالأنشطة الرقابية النووية؛ لجنة التصرف في النفايات المشعة. وتوفر اللجنة المعنية بالوقاية من الاشعاعات وبالصحة العامة، على وجه الخصوص، محفلا لتبادل الخبرات حول القضايا المتصلة بسياسات الوقاية من الاشعاعات، كما تواظب على استعراض كافة الأنشطة التي تضطلع بها الوكالة من منظور الوقاية من الاشعاعات والصحة العامة، وتعمل على وضع معايير للوقاية من الاشعاعات وما يتصل بذلك من بيانات، وتشجع الدراسات والأنشطة التعاونية المشتركة في مختلف المجالات المتعلقة بحماية العاملين وأفراد الجمهور.

منظمة الصحة للبلدان الأمريكية: أنشئت عام ١٩٠٢، وبدأت الاضطلاع بالأنشطة المتصلة بالصحة الاشعاعية في الخمسينات، وتعمل على نشر الجوانب الاشعاعية المتصلة بالصحة العامة وتوفير المنح الدراسية لتدريب الأطباء وغيرهم من الفنيين في مجال الطب الاشعاعي. ونتيجة للأنشطة المختلفة التي نشأت عن استخدام الطاقة النووية في الأغراض السلمية داخل البلدان الأعضاء، أنشئت وحدة للوقاية من الاشعاعات على المستوى الاقليمي عام ١٩٦٠. وتتمثل أهداف هذه الوحدة في "تشجيع الدوائر الصحية الوطنية على وضع اجراءات ولوائح واقرار معايير دولية للوقاية من الاشعاعات تتصل باستخدام الأشعة السينية والنظائر المشعة والتخلص من النفايات المشعة؛ ونشر تدريس فيزياء الصحة الأساسية، والطب الاشعاعي، والوقاية من الاشعاعات في كليات الطب وطب الأسنان والطب البيطري التابعة لهيئات الصحة العامة وغيرها من المدارس

الفنية، وتشجيع استخدام النظائر المشعة لأغراض التشخيص والعلاج والبحث الطبي". وتشمل أنشطة الصحة الاشعاعية التي تضطلع بها المنظمة كافة الجوانب المتعلقة بالتصوير التشخيصي، والعلاج الاشعاعي، والطب النووي، بما في ذلك الوقاية من الاشعاعات. كما تقدم استشارات للأغراض التالية: تخطيط الخدمات الاشعاعية، بما في ذلك: تصميم التدريع؛ والتوصيف، والاختيار، واختبارات الاجازة، وصيانة واصلاح المعدات الاشعاعية؛ واستعراض الاجراءات الاشعاعية التشخيصية والعلاجية؛ ومعايرة الحزم الاشعاعية لأغراض التشخيص والعلاج؛ والقياس الفيزيائي والاكلينيكي للجرعات؛ والتخلص من النفايات المشعة في المرافق الطبية؛ ووضع وتنفيذ برامج ضمان الجودة؛ والحوادث الاشعاعية؛ والتأهب لمواجهة حالات الطوارئ الاشعاعية. وتشمل الأنشطة التعليمية تنظيم الدورات الدراسية والحلقات العملية والدراسية والمشاركة فيها؛ واصدار ونشر المطبوعات والبرامج السمعية والبصرية المتصلة بالاشعاعات، وتبادل المعلومات بشأن البرامج التدريبية.

منظمة الصحة العالمية: وهي احدى وكالات الأمم المتحدة المتخصصة، وترجع نشأتها الى الاقتراح المقدم في مؤتمر الأمم المتحدة الذي عقد في سان فرانسيسكو عام ١٩٤٥ بانشاء وكالة متخصصة لمعالجة كافة الأمور المتصلة بالصحة. وقد بدأ نفاذ دستور المنظمة في ٧ نيسان/أبريل ١٩٤٨، وانعقدت جمعية الصحة العالمية الأولى في جنيف في حزيران/يونيه ١٩٤٨، وفي ١ أيلول/سبتمبر ١٩٤٨ أنشئت المنظمة الدائمة. وتضطلع بعمل المنظمة ثلاثة أجهزة هي: جمعية الصحة العالمية، وهي السلطة العليا التي توفد اليها جميع الدول الأعضاء مندوبين عنها؛ والمجلس التنفيذي، وهو الجهاز التنفيذي لجمعية الصحة؛ والأمانة التي تتبع المدير العام. ومن خلال هذه المنظمة، يتبادل الفنيون الصحيون من نحو ١٨٠ بلدا المعلومات والخبرات بهدف اتاحة تمتع جميع المواطنين في العالم بمستوى صحي يهيئ لهم حياة مثمرة من الناحيتين الاجتماعية والاقتصادية. وتعمل المنظمة من خلال هيكل تنظيمي لا مركزي، ويقع مقرها الرئيسي في جنيف، كما تتبعها ستة مكاتب اقليمية -- وهي أفريقيا، والأمريكتان، وشرق البحر المتوسط، وأوروبا، وجنوب شرق آسيا، وغربي المحيط الهادئ، بالاضافة الى مكاتب ميدانية في العديد من البلدان. وتعتمد المنظمة، فضلا عن استخدام موظفيها الدائمين من جنسيات متعددة في الاضطلاع بعملها، على ما يلي: الجهود التي تبذل بالتعاون مع المنظمات الدولية الأخرى؛ والمراكز المتعاونة مع المنظمة؛ وهيئات الخبراء الاستشاريين التابعة لها؛ ومختلف المنظمات العلمية والفنية غير الحكومية، ومن بينها الجمعية الدولية للطب الاشعاعي، والجمعية الدولية للعاملين في مجال التصوير الاشعاعي وفنيي الأشعة، والمنظمة الدولية للفيزياء الطبية. وتشجع المنظمة، من خلال التعاون التقني المباشر مع الدول الأعضاء فيها، وعن طريق حث هذه الدول على مثل هذا التعاون فيما بينها، تطوير الخدمات الصحية الشاملة، والوقاية من الأمراض ومكافحتها، فضلا عن تحسين الأوضاع البيئية، وتطوير القوى العاملة في مجال الصحة، وتنسيق وتطوير البحوث في مجال الطب الأحيائي والخدمات الصحية، وتخطيط وتنفيذ البرامج الصحية. وتشمل اهتمامات المنظمة، في المجال الاشعاعي، استخدام الاشعاع في الطب والصحة الاشعاعية العامة.

# كيف تحصل على منشورات الوكالة الدولية للطاقة الذرية

رقم ٢، كانون الثاني/يناير ١٩٩٦

** في الولايات المتحدة الأمريكية وكندا، وكلاء المبيعات المختصون بمنشورات الوكالة الذين يجب أن توجه اليهم جميع الطلبات والاستفسارات هم:

UNIPUB, 4611-F Assembly Drive, Lanham, MD 20706-4391, USA

** في البلدان النامية، يمكن شراء منشورات الوكالة من المصادر الموضحة أدناه، أو من المكتبات المحلية الرئيسة. ويمكن الدفع بالعملة المحلية أو بواسطة كوبونات اليونسكو.

| | |
|---|---|
| أسبانيا | Díaz de Santos, Lagasca 95, E-28006 Madrid Díaz de Santos, Balmes 417, E-08022 Barcelona |
| أستراليا | Hunter Publications, 58A Gipps Street, Collingwood, Victoria 3066 |
| اسرائيل | YOZMOT Litature Ltd., P.O.Box 56055, IL-61560 Tel Aviv |
| ألمانيا | UNO-Verlag, Vertriebs- und Verlags GmbH, Dag Hammarskjöld-Haus, Poppelsdorfer Allee 55, D-53115 Bonn |
| ايطاليا | Libreria Scientifica Dott. Lucio di Biassio "AEIOU", Via Coronelli 6, 1-20146 Milan |
| بلجيكا | Jean de Lannoy, 202 Avenue du Roi, B-1060 Brussels |
| بولندا | Ars Polona, Foreign Trade Enterprise, Krakowskie Przedmiescie 7, PL-00-068 Warsaw |
| الجمهورية التشيكية | Artia Pegas Press Ltd., Paláce Metro, Narodni tr. 25, P.O.Box 825, CZ-111 21 Prague 1 |
| الدانمرك | Munksgaard International Publishers Ltd., P.O.Box 2148, DK-1016 Copenhagen K |
| سلوفاكيا | Alfa Press Publishers, Hurbanovo námestie 3, SQ-815 89 Bratislava |
| السويد | Fritzes Customer Service, S-106 47 Stockholm |
| الصين | IAEA Publications in Chinese: China Nuclear Energy Industry Corporation, Translation Section, P.O. Box 2103, Beijing |
| فرنسا | Office International de Documentation et Librairie, 48, rue Gay-Lussac, F-75240 Paris Cedex 05 |
| مصر | The Middle East Observer, 41 Sherif Street, Cairo |
| المملكة المتحدة | HMSO, Publications Centre, Agency Section, 51 Nine Elms Lane, London SW8 5DR |
| الهند | Viva Books Private Limited, 4325\3, Ansari Road, Daya Ganj, New Delhi- 110002 |
| هنغاريا | Librotrade Ltd., Book Import, P.O.Box 126, H-1656 Budapest |
| هولندا | Martinus Nijhoff International, P.O.Box 269, NL-2501 AX The Hague Swets and Zeitlinger b.v., P.O.Box 830, NL-2610 SZ Lisse |
| اليابان | Maruzen Company, Ltd., P.O.Box 5050, 100-31 Tokyo International |

** ويمكن أيضا توجيه الطلبات (باستثناء العملاء في كندا والولايات المتحدة) والاستفسارات الى العنوان التالي مباشرة:

Sales and Promotion Unit
International Atomic Energy Agency
Wagramerstrasse 5, P.O.Box 100, A-1400 Vienna Austria

Telephone: +43 1 2060 22529 (or 22530)
Facsimile: +43 1 2060 29302
Electronic: Mail: SALESPUB @ ADPO1.IAEA.OR.AT