الدليل الإسترشادي لوضع مستويات الاجراءات في النويدات المشعة الموجودة في الأغذية أو المياه أو المحاصيل

مقدمة

يعتمد الإنسان في هذا العصر على الأشعة المؤينة في مختلف نواحي الحياة الصناعية والعلمية والطبية والعسكرية وغيرها، وأصبحت مجالات استخدام هذه الأشعة من وسائل التقدم الصناعي وتكنولوجيا العصر على الرغم من بعض مخاطرها الضارة بالإنسان.

وأمام الحاجة إلى استخدام الأشعة المؤينة في تلبية حوائج الإنسان والمجتمع كان لزاما على الدول إن تراقب الاستخدامات المختلفة لهذه الأشعة ووضع الإجراءات واتخاذ الخطوات اللازمة لوقاية الإنسان من المخاطر الإشعاعية الناتجة عن المصادر المشعة المستخدمة.

ولما اتسعت مجالات الحاجة إلى الأشعة المؤينة بسبب التقدم العلمي والتكنولوجي في مختلف ميادين الحياة، ازداد اهتمام المجتمع الدولي بسبل الوقاية من خطر الإشعاع على الإنسان والمجتمع، وأنشئت منظمات دولية وإقليمية مسئولة عن متابعة المصادر الإشعاعية في العالم من استخدامها وتداولها وتخزينها والتخلص منها، ووضعت لذلك وسائل عديدة لمراقبة تحركات هذه المصادر و السبل الكفيلة للوقاية من مخاطرها، كذلك الأساليب الآمنة للتخلص من النفايات المشعة الناتجة عن هذه الاستخدامات وتصريفها إلى البيئة.

وبعد حادث تشرنوبل في عام 1986 لاحظت دول مجلس التعاون وجود نسب إشعاعية عالية في المواد الغذائية في البلاد التي أضيرت من جراء الحادث. فقامت بالمراقبة الصحية على المواد الغذائية المستوردة ضمانا للمحافظة على صحة المواطنين من هذا الخطر، وانطلاقا من حرص دول مجلس التعاون على تنظيم فحص المواد الغذائية وغيرها للتأكد من خلوها من الإشعاع أو عدم تجاوزها المستويات الإشعاعية المسموح بها. وبناء على توصيات الجهات المختصة بالوقاية من الإشعاع في دول مجلس التعاون تم تحديد هذه المستويات في المواد الاستهلاكية المستوردة والمتداولة في البلاد. ويوضح الجدول التالي قيم هذه المستويات:

م	المادة	المستوى الإشعاعي بيكرل/كجم أو بيكرل/لتر
1	اللحوم، الأسماك، البيض، الدرنيات، الجزر، الفواكه، الخضروات، والحبوب وكافة منتجاتها	75
2	الحليب ومنتجاته	30
3	حليب الأطفال	10
4	أغذية الأطفال	30
5	الكاكاو ومنتجاته	35
6	مياه الشرب والسوائل المعبئة	جسيمات بيتا 3.7

		جسيمات ألفا 0.37
7	أعلاف الحيوانات والطيور	300

المستويات التي تم تطبيقها لتركيزات المواد المشعة في الأغذية ومياه الشرب والسوائل المعبأة والأعلاف بعد حادث تشرنوبل

ومع تطور الحماية الإشعاعية وتقدم الأبحاث الخاصة بتركيز المواد الإشعاعية في الأغذية ومياه الشرب لزم تغيير هذه التركيزات حتى تواكب الاتجاهات الحديثة في الوقاية الإشعاعية، والتي تعتمد على تركيزات النظائر المشعة المسئولة عن النشاط الإشعاعي في الغذاء.

لذلك تعرض المذكرة التالية دليلا استرشاديا للحدود التي تم حسابها طبقا للقواعد العالمية المتبعة في حساب تركيزات المواد المشعة في المواد الغذائية ومياه الشرب.

أولاً: تركيزات النظائرالمشعة في المواد الغذائية

1- أسباب انطلاق المواد المشعة إلى البيئة:

تنحصر الحوادث الاشعاعية المختلفة التي تؤدي الى انطلاق النظائرالمشعة الى البيئة في :-

1- حوادث في المفاعلات النووية ، وتؤدي هذه الحوادث الي انطلاق المواد المشعة التالية: [I-129, I-131, Cs-134, Cs137, Ru-103, Ru-106, U-235 ,Ce-144]

2- حوادث في محطات معالجة الوقود، وتؤدي هذه الحوادث الى انطلاق المواد المشعة التالية:

[Sr-89, Sr-90, Cs-137, Pu-238, Pu239, Pu-240, Am-241, Ce-144]

3- حوادث في منشآت تخزين النفايات المشعة ، وتؤدي هذه الحوادث الى انطلاق المواد المشعة التالية: [Sr-89, Sr-90, Cs-137, Pu-238, Pu-239, Pu-240, Am-241]

4- تصنيع الاسلحة النووية التي تؤدي الي انتشار مواد مشعة مستخدمة في صناعة الأسلحة النووية بدون انفجار نووي [Pu-239, U-235]

5- استخدام القنابل القذرة [Co-60 , Cs -137]

6- النظائرالمشعة المستخدمة في التوليد الحراري للكهرباء في الاقمار الصناعية والمركبات الفضائية (Radioisotopes Thermoelectric generators) ووحدات التسخين بالنظائر

المشعة (Radioisotope heater units) المستخدمة في المركبات الفضائية، كنتيجة لحوادث سقوطها .

7- التجارب النووية

[C-14, H-3, I-131, Cs-137, Cs-134, Pu-238, Pu-239, Pu-240, Am-241]

8- حوادث في مخازن المواد المشعة [Tc-99, Co-60, S-35 OBS, Ir-192]

والجدول (1) حصر أهم العناصر التي تدخل في سلسلة دورة غذاء الإنسان وتؤدي إلى تعرضه الداخلي إلى جرعة إشعاعية زائدة.

Isotope	Decay mode	Half life	Isotope	Decay mode	Half life
Pu-238	α , γ	86 y	Co-60	β, γ	5.25 y
Pu-239	α , γ	$2.4x10^4$ y	Sr-89	β	52 d
Pu-240	α , γ	6580 y	Ru-103	β, γ	39.6 d
Am-241	α , γ	458 y	Cs-134	β, γ	2.05 y
Sr-90	β	29.1y	Cs-137	β, γ	30 y
Ru-106	γ	367 d	Ce-144	β, γ	284.9 d
I-129	β, γ	$1.7x10^7$ y	Ir-192	γ	74 d
I-131	β, γ	8.04 d	H-3(OBT)	β^-	12.33y
U-235	α , γ	$7.038x10^8$ y	C-14	β, γ	5730 y
S-35(OBS)	β^-	87.51d	Tc-99	γ	$2.12x10^5$ y

الجدول (1) أهم العناصر التي تدخل في دورة غذاء الإنسان وتؤدي إلى تعرضه الداخلي إلى جرعة إشعاعية زائدة.

2- الحدود العالمية في التجارة الدولية:

قامت منظمتي الأغذية والزراعة العالمية (FAO) والصحة العالمية (WHO) عام 1963 بإنشاء لجنة تتولى وضع حدود تركيزات المواد والسموم المختلفة في الأغذية بهدف حماية صحة مستهلكي الأغذية والتأكد من صلاحية الأغذية في التجارة العالمية للاستهلاك الأدمي. وهذه اللجنة تسمى كودكس المنتاريس (Codex Alimentarius) وهي كلمة لاتينية بمعنى كود الأغذية أو كتاب الأغذية. وقد اعترفت بحدود هذه اللجنة منظمة التجارة العالمية كمرجعية لحل المنازعات التجارية التي قد تحدث بين الدول كنتيجة للتبادل التجاري بينها. وقامت اللجنة بوضع حدود لتركيزات المواد المشعة في المواد الغذائية بعد الحوادث الإشعاعية والنووية. وجدول(2) يوضح حدود هذه التركيزات لعشرين نظيرا مشعاً، وقد تم تقسيمها إلى أربعة مجموعات لفئتين عمريتين، أحداهما للأطفال الرضع والأخرى لبقية الأعمار .

Radionuclide	Guidance level in infant food Bq/kg	Guidance level in other foods Bq/kg
Pu-238, Pu-239, Pu-240, Am-241	1	10
Sr-90, Ru-106, I-129, I-131,U-235	100	100
S-35 (OBS), Co-60, Sr-89, Ru-103, Cs-134, Cs-137, Ce-144, Ir-192	1000	1000
H-3 (OBT), C-14, Tc-99	1000	10000

***OBS = Organically Bound Sulfur**

***OBT= Organically Bound Tritium**

جدول (2) الحدود التي تعتمدها كودكس (Codex Alimentarius) عند التعامل مع المواد المشعة

2-1 أسس وضع الحدود العالمية :-

تم وضع هذه الحدود لعشرين نظير مشع، حيث انها المواد المشعة التي تنطلق في حالات الحوادث الإشعاعية من الانواع المختلفة للحوادث في جميع المنشآت النووية او من سقوط الاقمار الصناعية، ولا تنطبق هذه الحدود على المواد المشعة الطبيعة، وتعتمد هذه القواعد على المعادلة التالية للفئة العمرية (A).

$$GL(A) = \frac{E(mSv)}{FI(A)(kg/y) * dc_{ing}(A)(mSv/Bq) * f}$$

Ratio of contaminated food to whole produced and imported food= f

نسبة الاغذية المستوردة من المناطق الملوثة الى مجموع الانتاج الغذائي المحلي والغذاء المستورد في الدولة،

Mean internal dose to the public due to annual consumption of imported foods containing radionuclides in (mSv) = E

الجرعة الداخلية المتوسطة المتوقعة لعامة الجمهور للاستهلاك السنوي للغذاء المستورد الذي يحتوي على مواد مشعة بوحدات المللي سيفرت ، وتم اعتبارها 1 مللي سيفرت.

Guidance level in (Bq/kg) = GL(A)

هو اعلى تركيز مسموح به لهذا العنصر المشع بوحدات (بيكريل/كجم) للفئة العمرية A.

Age-dependent annual food intake (kg/y) = FI(A)

هو متوسط كمية الغذاء التي يستهلكها الفرد في العام والتي تعتمد على العمر بوحدات (كجم/سنة).

The age dependent ingestion dose coefficient (mSv/Bq) = $dc_{ing}(A)$

هو معامل الجرعة للمادة المشعة في حالة البلع والذي يعتمد على الفئة العمرية والنوية المشعة بوحدات (مللي سيفرت /بيكريل). وهو يعبر عن متوسط الجرعة التي يتلقاها الجسم في خلال 50عاما للبالغين و 70 عاماً للاطفال لكل وحده أخذ داخلي من النشاط الاشعاعي.

وقد تم اعتبار قيمة f على انها 0.1 طبقاً لاحصائيات منطقة الاغذية والزراعة الدولية ، والتي تظهر ان القيمة المتوسطه لنسبة الأغذية المستوردة في الدول للمواد المنتجة محلياً هي 0.1. ولقد تم تحديد الجرعة المتوقعة خلال العام الاول من المواد الغذائية للاطفال او الفئات العمرية الأخرى مجتمعة بعد حادث اشعاعي بحيث لا تتعدي هذه الجرعة 1 مللي سيفرت لما يستهلكه الفرد في أى فئة عمرية في العام.

تم حساب حدود التركيزات باعتبار أن كمية الغذاء التي يتناولها الفرد البالغ هي 550كجم/سنة بينما كمية الغذاء التي يتناولها الرضيع حتي عمر سنة هي 200كجم/سنة .

يجب ملاحظة ان تقديرات الجرعة بالنسبة للبلوتنيوم–239 وبعض النظائر المشعة الأخري متحفظة، حيث أن معامل امتصاص هذه العناصر والذي يدخل في حسابات معامل الجرعة للمادة المشعة في البلع تم طبيقة على العام الاول كاملاً من العمر ، بينما يجب تطبيقه خلال فترة الرضاعة فقط التي تم تقدير قيمتها المتوسطه بستة اشهر طبقا للتقديرات المعتمدة في (ICRP -2005)، وينخفض معامل الامتصاص لهذا العنصر بنسبة كبيرة في الستة شهور التالية من العام الاول.

بينما يجب التنويه أن معامل الامتصاص لا يتغير في العام الاول من عمر الطفل بالنسبة للعناصر (H-3 OBT, C-14, S-35 OBS, Cs-134, Cs-137, I-129, I-131). وفي حالتي الكبريت(S-35 OBS)، والتريتيوم(H-3 OBT) تمثل تلك النسب المركبات العضوية التي تحتوي في تركيبها الكيميائي على النظائر المشعة S-35 , H-3.

2–2 مجال التطبيق :–

لا تدخل في نطاقة تطبيق هذه الحدود المواد الاشعاعية الطبيعية بصورة عامه. وتنطبق هذه القيم على النظائر المشعة في الطعام المعد للاستهلاك الادمي، وليس الطعام المجفف أو المركز الذي تلوث كنتيجة لطوارئ إشعاعية أو نووية، أما بالنسبة للطعام المجفف أو المركز فيجب اعدادها وتحضيرها للاستهلاك قبل تطبيق هذه الحدود عليها.

يجب اعتبار الطعام الذي لاتتعدي تركيزات النظائر المشعة فيه الحدود المذكورة آمن للاستهلاك من وجهة النظر الإشعاعية.

تم حساب هذه التركيزات على أساس أن حد الإعفاء من التدخل هو 1 مللي سيفرت. وفي الحالات التي تتعدي فيها تركيزات النويات المشعة الحدود المذكوره يجب أن تقرر الحكومات الظروف التي يمكن فيها استهلاك هذه المواد الغذائية داخل حدودها او في مناطق نفوذها في حالة عدم توافر مصادر اخري للغذاء.

هذه الحدود تم وضعها للتجارة العالمية وليس للتجارة الداخلية والدول المختلفة يمكن أن تضع حدوداً اخري للتجارة **داخل حدودها حيث لا تنطبق الفروض التي تم استخدامها لاستنتاج هذه الحدود**.

في حالة الاطعمة التي تستهلك بكميات صغيرة مثل التوابل والشاي يمكن زيادة حدود التركيزات الى عشرة اضعاف الحدود المذكوره حيث انها تمثل نسبة صغيرة من الغذاء الكلي ولاتشكل زيادة كبيرة في الجرعة الاشعاعية الكلية.

2-3 مجموعات النظائر المشعة :-

تحتوي الحدود على النظائر المشعة الهامة التي تدخل في السلسلة الغذائية والتي توجد عادة في المنشآت النووية أو المنشآت الاشعاعية التي تحتوي على كميات كبيرة من المواد المشعة والتي تؤدي الى مستويات عالية في تركيزات هذه المواد في حالات الحوادث الإشعاعية والنووية ولا تشمل هذه الحدود كل النويات المشعة .

تم تصنيف هذه المواد المشعة في اربع مجموعات طبقا لحدود تركيزاتها بعد تقريبها لوغارتيما.

وقد تم حساب هذه الحدود للمجموعتين العمريتين الاطفال الرضع والاعمار الاخري وذلك لحساسية الرضع للمواد الغذائية التي تحتوي على عناصر مشعة . وتم استنتاج هذه الحدود باستخدام معاملات الجرعات عن طريق البلع والتي تعطي الجرعة لوحدة النشاط الاشعاعي لكل عنصر مشع في حالة البلع والتي تعتمد على الفئة العمرية من الجدول الثاني-سادسا في:
(International Basic Safety Standard for protection against Ionizing Radiation- 115- IAEA, Vienna,1996)

2-4 طريقة تطبيق الحدود:

إذا احتوي الغذاء على أكثر من نظير مشع لا تضاف التركيزات الناتجة عن المجموعات المختلفة إلى بعضها وتعامل كل مجموعة على حدى ، منفردة.

في المجموعة الواحدة يجب أن تحقق التركيزات الشرط التالي :

أقصى تركيز مسموح به لهذه المجموعة $\leq$ ($\sum_i C_i$ = مجموع تركيزات النظائر التي تتكون منها المجموعة).

ثانياً: تركيزات المواد المشعة في مياه الشرب

قد تنشأ الاضرار الصحية للانسان من الاشعة المؤينة التي تنطلق من المواد المشعة الغذائية في مياه الشرب ولكنها لا تشكل نسبة كبيرة يتعرض له الانسان العادي من العامة من اشعة مؤينة، ولا تفرق حدود التركيزات التي سوف يتم استنتاجها بين المواد المشعة الطبيعة والمواد المشعة الصناعية .

ولقد تم الاتفاق عند استناج هذه الحدود على القيام بخطوتين للتأكد من حدود تركيزات المواد المشعة في مياه الشرب ويتلخص ذلك في :

1. قياس النشاط الاشعاعي الكلي لجسيمات الفا والنشاط الاشعاعي الكلي لجسيمات بيتا لمعرفة اذا كانت القيمتان لا تصلان الى الحدود التي تستلزم اجراء المزيد من الاختبارات.
2. اذا تعدت حدود النشاط الاشعاعي الكلي لكل من جسيمات الفا وبيتا قيمتي الحدود التي تستلزم اجراء المزيد من الاختبارات، لابد من معرفة نوع وتركيزات المواد المشعة المسئولة عن الزيادة في النشاط الاشعاعي ومقارنتها مع حدود تركيزات هذه المواد المسموح بها في مياه الشرب .
3. يتم معاملة الرادون الذائب في المياه كحالة خاصة حيث أنه يؤدي الى التعرض الداخلي عن طريق البلع وعند تطايره من مياه الشرب داخل المنازل يؤدي الى تعرض داخلي من استنشاق غازالرادون في المنازل بالإضافة إلى البلع، ولذلك لا يشكل الرادون نسبة كبيرة من الجرعة الإشعاعية عن طريق البلع.

لابد من التنويه أن الحدود التي سوف تتم مناقشتها في الظروف العادية وعند استخدام مصادر مياه جيدة ولايتم تطبيقها في حالات المياه الملوثة بالمواد المشعة في حالات الطوارئ الاشعاعية والنووية .

والحدود التي سوف يتم ذكرها في هذه المذكره تعتمد على الفروض التالية :-

1. التركيزات الحدية المسموح بها جراء استهلاك المياه يجب أن حقق الشرط أن تحقق الشرط أن الجرعة الفعالة المودعة تساوي 0.1 مللي سيفرت من استهلاك مدته عام واحد من مياه الشرب ،وهذا يمثل 10% من مستوي الإعفاء الذي توصي به اللجنة الدولية للحماية من الاشعاع (ICRP) للسلع الاستهلاكية عند التعرض طويل المدي والذي يحدث في حالات الاستهلاك المستمر للمياه لفترة طويلة (ICRP-2000) وهو

يمثل 10% من حد الجرعة لفرد من العامة ، والذي توصي به الوكالة الدولية للطاقة الذرية (ICRP-1991) (IBSS,IAEA,1996),

2. معاملات الجرعات للبلع والتي تعتمدها (ICRP) والمنشورة في (IBSS,IAEA,1996),

مصادر النويات المشعة في مياه الشرب:-

تصل المواد المشعة إلى مياه الشرب كنتجة للاسباب التالية :-

- المواد المشعة الطبيعة .
- الانشطة الصناعية التي تحوي مواد مشعة طبيعة مثل صناعة الاسمدة والسيراميك والمناجم.
- المواد المشعة الناتجة من عمليات التصنيع الخاصة بدورة الوقود النووي .
- المواد المشعة الصناعية والتي قد تدخل مياه الشرب كنتجة لتخلص غير آمن من المواد المشعة المستخدمة في التطبيقات الطبية أو الصناعية ، بطريقة لا تراعي قواعد التخلص الامن من النفايات المشعة .
- تسرب سابق للمواد المشعة الي البيئة ومنها مصادر مياه الشرب .

2- حدود تراكيزات المواد المشعة في مياه الشرب

تنطبق حدود هذه التركيزات على النظائر المشعة الطبيعة وتسريبات النفايات النووية الى البيئة سواء في وقت سابق أو الوقت الحالي بالإضافة إلى النظائر المشعة التي تنطلق في حالات الحوادث النووية والإشعاعية التي مر عليها اكثر من عام، اما في حالات الحوادث التي لم يمر عليها عام فيتم تطبيق حدود الطوارئ المذكوره في(IBSS-1996).

يتم استنتاج حدود التركيز للنويات المشعة في مياه الشرب باستخدام المعادلة التالية :

$$GLW = \frac{EW}{dc_{ing} * q}$$

حيث:

Annual ingested volume of drinking water (Liter/day) = q

هي معدل الاستهلاك السنوي من مياه الشرب وقد تم اخذه على انه 730 لتر/سنة، بمعدل 2 لتر/يوم

Dose coefficient for ingestion by adults (mSv/Bq) = dc_{ing}

هو معامل الجرعة للبلع للبالغين بوحدات مللي سيفرت / بكريل

Guidance level of radionuclide in drinking water (Bq/Liter) =GLW
هو حد تركيز النشاط الاشعاعي للعنصر المشع في مياه الشرب بوحدات بكريل/لتر

Individual dose criteria, equal to 0.1 mSv for these calculations = EW
الجرعة الفعالة المودعة المسموح بها نتجة استهلاك مياه الشرب لفترة زمنية عام واحد بوحدات (مللي سيفرت) ولقد تم عتبارها 0.1 مللي سيفرت، طبقا لتقرير منظمة الصحة العالمية:
(Guidelines for drinking-water quality, First addendum to third edition, Recommendations) WHO-2006.

ولا تعتمد هذه الحدود على العمر حيث أن معدل استهلاك الاطفال من مياه الشرب أقل من البالغين مما يجعل هذه الحدود غير معتمده على العمر .

ولقد تم استخدام التقريب اللوغاريتمي لوضع هذه الحدود، ويمكن مراجعة طريقة التقريب اللوغاريتمي من الملحق الأول في هذه المذكرة.

3- خطوات المسح الاشعاعي وتقيم النظائر المشعة الذاتية في المياه

نظراً لتعقيد وارتفاع تكلفة تحديد العناصر المشعة الذائبة في المياه لأنها في معظم الحالات تكون ذات تركيزات منخفضة لذلك تم اعتماد الطريقة العملية الاتية عالميا :-

1. اذا كانت حدود النشاط الاشعاعي الكلي لجسيمات الفا وجسيمات بيتا كما يلي :-

حد النشاط الاشعاعي الكلي لجسيمات α < 0.5 بيكريل / لتر

حد النشاط الاشعاعي الكلي لجسيمات β < 1 بيكريل / لتر

فان المياه تعتبر جيده ، ولاتحتاج الي اجراء أخر للكشف عن تركيزات العناصر المشعة بها.

2. اذا زاد قياس النشاط الاشعاعي الكلي لجسيمات بيتا عن ا بيكريل/اللتر فيجب استناج محتوي البوتاسيوم في المياه، لان هذا الحد لا يدخل فيه البوتاسيوم-40 المشع (K-40) والذي يوجد في الطبيعة بنسبة ثابتة من البوتاسيوم الطبيعي، وتركيزه في الجسم ثابت ولايتراكم مع الزمن. لذلك يجب قياس محتوي المياه من البوتاسيوم الطبيعي في اللتر ثم حساب النشاط الاشعاعي للبوتاسيوم الطبيعي بضرب وزن البوتاسيوم الطبيعي في اللتر بالجرام في 27.6 بيكريل/جم من البوتاسيوم المستقر غير المشع. مع العلم أن النشاط الاشعاعي للبوتاسيوم هو 30.7 بيكريل/جم ولكن منة 27.6 نشاط اشعاعي بيتا، والباقي من النشاط الإشعاعي ينتج عن جاما .

النشاط الإشعاعي الكلي لجسيمات بيتا بدون البوتاسيوم المشع = النشاط الإشعاعي الكلي لجسيمات بيتا (بيكريل/لتر) – تركيز البوتاسيوم الطبيعي في المياه (جم/لتر) x 27.6 (بيكريل/جم)

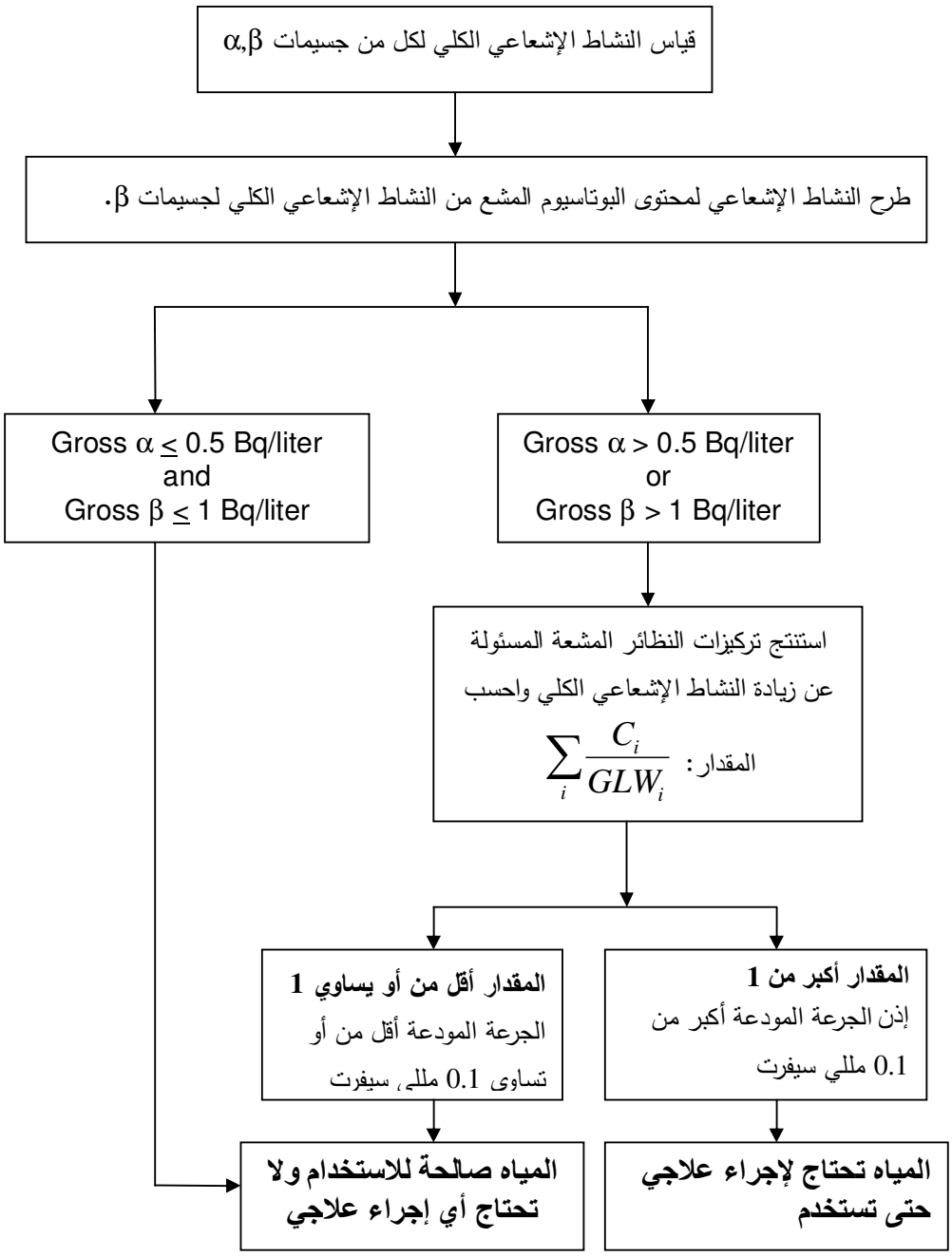
3. اذا كان النشاط الاشعاعي الكلي اكبر من الحدود السابق ذكرها، فلابد من تحديد النويات المشعة المسببه للزيادة، ومقارنتها بحدود التركيزات المسموح بها لهذه النويات في مياه الشرب طبقا للمعادلة:

$$\sum_i \frac{C_i}{GLW_i} \leq 1$$

حيث C_i هو تركيز النظير المشع (i) في مياه الشرب بوحدات بيكريل/لتر، GLW_i هو الحد الأقصى المسموح به من تركيز النظير المشع (i) في المياه.

والجدول في الملحق الثاني يعطي حدود التركيزات المسموح به في مياه الشرب للنظائر المشعة المختلفة (GLW_i) في المياه بوحدات بيكريل / لتر.

ويوضح شكل (1) خريطة السريان للخطوات الواجب اتخاذها للتأكد من صلاحية المياه للشرب من وجهة النظر الإشعاعية.



شكل (1) الخطوات الواجب اتخاذها للكشف عن صلاحية مصادر مياه الشرب

4- تركيز الرادون في مياه الشرب :

يشكل الرادون الذائب في مياه الشرب خطراً لأنه ينطلق من المياه داخل المنازل مما يزيد من تركيزه في الأماكن المغلقة ويدخل للانسان عن طريق الاستنشاق بالإضافة إلى البلع مما يزيد الجرعة الاشعاعية التي يتعرض لها الفرد من عامة الجمهور.

ولقد تم تحديد تركيز الرادون في المصادر العامة المستخدمة لانتاج مياه الشرب بحيث لايتجاوز 100 بيكريل/لتر، فاذا زاد تركيز الرادون عن هذا الحد لزم معالجة مصادر المياه قبل استخدامها في الشرب ولا يتم قياس الراودن في مياه الشرب نفسها حيث انه يتطاير بسرعة من المياه اثناء معالجتها للاستخدام في الشرب، ولكن يقاس عند منابع المياه المستخدة مباشرة.

References

1- "Codex general standard for contaminants and toxins in food", Codex Alimentarius, STAN 193-1995, Rev, 2-2006.
2- "Guidelines for drinking water quality, First addendum to third edition", Volume 1, Recommendations, World Health Organization 2006.
3- "International basic safety standard", No.115, IAEA, Vienna, 1996.
4- "Supporting document for guidance levels for radionuclides in domestic and imported foods", U.S. Food and Drug Administration, Docket No. 2003D-0558,January 2004

الملحق الأول

الطرق المستخدمة في التقريب اللوغاريتمي لحدود تركيزات المواد المشعة في الأغذية ومياه الشرب

1- التقريب اللوغاريتمي:

يتم هذا التقريب باستخدام الخطوات التالية:

استنتج قيم (Log_{10} GL)، إذا حقق اللوغاريتم الشرط :

$$n - \frac{1}{2} \leq \log_{10} GL < n + \frac{1}{2}$$

فإن قيمة اللوغاريتم تقرب على أنها n وبذلك تصبح قيمة GL المقربة هي 10^n،

مثال : إذا كانت قيمة GL هي 4 فقيمة اللوغاريتم هي 0.6 وبذلك تقع بين 0.5 و 1.5 مما يجعل قيمتها المقربة 1 ، وبذلك تصبح القيمة المقربة هي GL =10

2- التدوير الوغاريتمي للأقل (التقريب الوغاريتمي المتحفظ):

يتم هذا التقريب باستخدام الخطوات التالية:

استنتج قيم (Log_{10} GL)، إذا حقق اللوغاريتم الشرط :

$$n \leq \log_{10} GL < n+1$$

فإن قيمة اللوغاريتم تقرب على أنها n وبذلك تصبح قيمة GL المقربة هي 10^n،

مثال : إذا كانت قيمة GL هي 4 فقيمة اللوغاريتم هي 0.6 وبذلك تقع بين 0 و 1 مما يجعل قيمتها المقربة للأقل هي 0 ، وبذلك تصبح القيمة المقربة هي GL =1

الملحق الثاني

حدود التركيزات المسموح به في مياه الشرب للنظائر المشعة المختلفة (GLW_i) في المياه بوحدات بيكريل / لتر.

Radionuclides	Guidance level (Bq/litre)[a]	Radionuclides	Guidance level (Bq/litre)[a]	Radionuclides	Guidance level (Bq/litre)[a]
^{3}H	10 000	^{93}Mo	100	^{140}La	100
^{7}Be	10 000	^{99}Mo	100	^{139}Ce	1000
^{14}C	100	^{96}Tc	100	^{141}Ce	100
^{22}Na	100	^{97}Tc	1000	^{143}Ce	100
^{32}P	100	^{97m}Tc	100	^{144}Ce	10
^{33}P	1 000	^{99}Tc	100	^{143}Pr	100
^{35}S	100	^{97}Ru	1000	^{147}Nd	100
^{36}Cl	100	^{103}Ru	100	^{147}Pm	1000
^{45}Ca	100	^{106}Ru	10	^{149}Pm	100
^{47}Ca	100	^{105}Rh	1000	^{151}Sm	1000
^{46}Sc	100	^{103}Pd	1000	^{153}Sm	100
^{47}Sc	100	^{105}Ag	100	^{152}Eu	100
^{48}Sc	100	^{110m}Ag	100	^{154}Eu	100
^{48}V	100	^{111}Ag	100	^{155}Eu	1000
^{51}Cr	10 000	^{109}Cd	100	^{153}Gd	1000
^{52}Mn	100	^{115}Cd	100	^{160}Tb	100
^{53}Mn	10 000	^{115m}Cd	100	^{169}Er	1000
^{54}Mn	100	^{111}In	1000	^{171}Tm	1000
^{55}Fe	1 000	^{114m}In	100	^{175}Yb	1000
^{59}Fe	100	^{113}Sn	100	^{182}Ta	100
^{56}Co	100	^{125}Sn	100	^{181}W	1000
^{57}Co	1 000	^{122}Sb	100	^{185}W	1000
^{58}Co	100	^{124}Sb	100	^{186}Re	100
^{60}Co	100	^{125}Sb	100	^{185}Os	100
^{59}Ni	1 000	^{123m}Te	100	^{191}Os	100
^{63}Ni	1 000	^{127}Te	1000	^{193}Os	100
^{65}Zn	100	^{127m}Te	100	^{190}Ir	100
^{71}Ge	10 000	^{129}Te	1000	^{192}Ir	100
^{73}As	1 000	^{129m}Te	100	^{191}Pt	1000
^{74}As	100	^{131}Te	1000	^{193m}Pt	1000
^{76}As	100	^{131m}Te	100	^{198}Au	100
^{77}As	1 000	^{132}Te	100	^{199}Au	1000
^{75}Se	100	^{125}I	10	^{197}Hg	1000
^{82}Br	100	^{126}I	10	^{203}Hg	100
^{86}Rb	100	^{129}I	1000	^{200}Tl	1000
^{85}Sr	100	^{131}I	10	^{201}Tl	1000
^{89}Sr	100	^{129}Cs	1000	^{202}Tl	1000
^{90}Sr	10	^{131}Cs	1000	^{204}Tl	100
^{90}Y	100	^{132}Cs	100	^{203}Pb	1000
^{91}Y	100	^{134}Cs	10	^{206}Bi	100
^{93}Zr	100	^{135}Cs	100	^{207}Bi	100
^{95}Zr	100	^{136}Cs	100	$^{210}Bi^{b}$	100
^{93m}Nb	1 000	^{137}Cs	10	$^{210}Pb^{b}$	0.1
^{94}Nb	100	^{131}Ba	1000	$^{210}Po^{b}$	0.1
^{95}Nb	100	^{140}Ba	100	$^{223}Ra^{b}$	1
$^{224}Ra^{b}$	1	$^{235}U^{b}$	1	^{242}Cm	10
^{225}Ra	1	$^{236}U^{b}$	1	^{243}Cm	1
$^{226}Ra^{b}$	1	^{237}U	100	^{244}Cm	1
$^{228}Ra^{b}$	0.1	$^{238}U^{b,c}$	10	^{245}Cm	1

continued

Radionuclides	Guidance level (Bq/litre)	Radionuclides	Guidance level (Bq/litre)	Radionuclides	Guidance level (Bq/litre)
$^{227}Th^{b}$	10	^{237}Np	1	^{246}Cm	1
$^{228}Th^{b}$	1	^{239}Np	100	^{247}Cm	1
^{229}Th	0.1	^{236}Pu	1	^{248}Cm	0.1
$^{230}Th^{b}$	1	^{237}Pu	1000	^{249}Bk	100
$^{231}Th^{b}$	1 000	^{238}Pu	1	^{246}Cf	100
$^{232}Th^{b}$	1	^{239}Pu	1	^{248}Cf	10
$^{234}Th^{b}$	100	^{240}Pu	1	^{249}Cf	1
^{230}Pa	100	^{241}Pu	10	^{250}Cf	1
$^{231}Pa^{b}$	0.1	^{242}Pu	1	^{251}Cf	1
^{233}Pa	100	^{244}Pu	1	^{252}Cf	1
^{230}U	1	^{241}Am	1	^{253}Cf	100
^{231}U	1 000	^{242}Am	1000	^{254}Cf	1
^{232}U	1	^{242m}Am	1	^{253}Es	10
^{233}U	1	^{243}Am	1	^{254}Es	10
$^{234}U^{b}$	10			^{254m}Es	100

[a] Guidance levels are rounded according to averaging the log scale values (to 10^{n} if the calculated value was below 3×10^{n} and above $3 \times 10^{n-1}$).

[b] Natural radionuclides.

[c] The provisional guideline value for uranium in drinking-water is 15 µg/litre based on its chemical toxicity for the kidney (see section 8.5).