وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة القادسية
كلية العلوم
قسم علوم الحياة

الوقاية الاشعاعية والنشاط الاشعاعي في كلية العلوم جامعة القادسية

بحث مقدم الى
كلية العلوم _ قسم علوم الحياة
كجزء من متطلبات نيل درجة البكالوريوس

مقدم من قبل الطالب

مصطفى حامد حمزة

بأشراف

أ . م خالد وليد

١٤٣٨هـ ٢٠١٧م

بسم الله الرحمن الرحيم

(وقل ربي زدني علما)

صدق الله العلي العظيم

الخلاصة

تم في هذا البحث اجراء دراسة للنشاط الاشعاعي في مختبرات وغرف قسم الكيمياء في كلية العلوم حيث تم قياس هذا النشاط الاشعاعي باستخدام عداد كايكر وكان اسم الجهاز (RADIATION ALERT) ونوعه (INSPECTOR) الموجود في وحدة البيئة وقد تراوحت النتائج المستحصلة من هذا القياس (٢٤ CPM– ١٣٠ CPM) وبعد الاطلاع على المواصفات القياسية لقيم نسبة النشاط الاشعاعي تبين ان كل القيم التي سجلت هي ضمن الحدود الامنة اشعاعيا المسموح بها

الإهداء

الى من أرفدني بالعلم والمعرفة..... أساتذتي

الى من أضاء لي قناديل الحياة.....أبي

الى شجرة الحب والظل الوافر ونبع الحنان.....أمي

الى أحبتي وأعزائي.....أخوتي وأخواتي

الى من يرجون لي الخير دوما.....الأصدقاء ألأحبه

اهدي جهدي المتواضع

الشكر والتقدير

لا يسعني بعد ان انجزت البحث بعون الله_ الا ان اتقدم بالشكر والتقدير والعرفان الى الدكتور (خالد وليد)

والسيد رئيس قسم علوم الحياة الدكتور (حبيب وسيل كاظم)ولكل من مد لي يد العون لإنجاز هذا الجهد المتواضع الذي لا يشكل الا خطوة في الطريق الطويل المنار بنور مشاعل اساتذتي الاجلاء....

الا ان اتقدم بجزيل الشكر لأني لا املك حق الاهداء

فكيف لي ان اهدي شيئا هو ليس لي ؟

انا فقط املك حق الشكر لا اكثر

فشكرا على طول بالك..وعلى صبرك

لا املك الا هذه الكلمة التي تحمل الكثير من المعاني الامتنان والعرفان التي تنحني اجلالا وتقديرا على وجه الخصوص

استاذي الفاضل الدكتور (خالد وليد)

الذي سدد خطواتي لبلوغ ما اردت

تمنياتي بالتوفيق والسداد والتقدم

الفصل الاول

الجزء النظري /الوقاية الاشعاعية

الوقاية الإشعاعية

مقدمة :

شهدت الحضارة البشرية ومنذ منتصف القرن الماضي تحولاً كبيراً في موازين القوى العسكرية ووسائلها خاصة بعد تفجير أول قنبلة ذرية تجريبية ناتجة من انشطار ذرات اليورانيوم-235. ويظهر أن التجارب البشرية المريعة للطاقة الذرية في المجالات العسكرية ولاسيما تلك التي تولدت من إلقاء الولايات المتحدة الأمريكية للقنابل الذرية على مدينتي هيروشيما ونجازكي عام 1945م، والتي لازالت تلقي بظلالها على الرأي العام فيما يتعلق بتطبيقات الطاقة الذرية في جوانبها المختلفة. ولعل حوادث المفاعلات النووية في محطة جزيرة الأميال الثلاث النووية بأمريكا ومحطة تشرنوبيل النووية بأوكرانيا لها كذلك من الآثار السلبية للمخاطر الإشعية . ويتوقف قبول المجتمع للمخاطر المرتبطة بالإشعاع على الفوائد التي تتحقق من استخدام الإشعاعات، ومع ذلك ، يجب الحد من هذه المخاطر والوقاية منها عن طريق تطبيق معايير للأمان الإشعاعي. وهذه المعايير تكفل أيضاً تحقيق التوافق الدولي المرغوب فيه لبلوغ هذا الغرض ولاسيما أن العديد من أصناف الحوادث الإشعاعية لها الصفة الدولية إذ تتجاوز بطبيعتها الحدود السياسية.

من الناحية التاريخية بمراجعة الأنشطة الإشعاعية والنووية في السنوات الثمانين السابقة، نجد أنها تعد من أكثر الأنشطة أماناً . إلا أن الوكالة الدولية للطاقة الذرية ترصد وبمعدل 4 -5 حوادث إشعاعية ينتج عنها تعرض إشعاعي في كل عام تنتج بسبب أخطاء في ممارسات إشعاعية في الطب والصناعة ولكن بمقارنة ذلك بالأنشطة الأخرى والمخاطر الناتجة عنها مثل حوادث السيارات نجد أن هذا الرقم يعد متدنياً جداً بحيث يمكن أعتبارها آمنة جداً . وبحكم أن الوكالة الدولية للطاقة الذرية وضمن مسؤولياتها تتابع التعرضات الإشعاعية الحادة الناتجة من الحوادث الإشعاعية، نجد أن هناك من 8 -10 حالات تعرض فردي للإشعاع بصورة حادة نسبياً إلا أن الفوائد التي تجنيها البشرية من التطبيقات الإشعاعية كبيرة جداً.

وحدات الأشعة :

يعتمد التأثير البيولوجي للأشعة على:

1- الطاقة الكلية المفقودة وبالتالي فهو يعتمد على طاقة وشدة الأشعة.

2- التوزع المكاني للأزواج الأيونية المتشكلة وبالتالي فهو يعتمد على آلية التأثير المتبادل وعلى نوع الإشعاع.

3- طبيعة النسيج الحي المشع.

ويمكن قياس كمية هذه التأثيرات بعبارة وحدات معرفة من قبل الهيئة الدولية لوحدات الأشعة وقياساتها (ICRU) وهذه الوحدات هي :

1- التعرض (X) :

وهو يصف مقدار الشحنة التي تشكلها الفوتونات في واحدة الكتلة من الهواء الجاف في الشروط النظامية ويعرف بالعلاقة :

$$X = \Delta Q/\Delta m$$

حيث ΔQ هي الشحنة الكلية للأيونات التي هي من إشارة واحدة (موجبة أو سالبة) والمتشكلة في حجم عنصري كتلته Δm.

إن واحدة قياس التعرض هي الرونتجن (R) وتساوي :

$$1\ R = 2.58 \times 10^{-4}\ Coul/kg$$

أما مقدار الزيادة في التعرض خلال فترة زمنية قدرها Δt تدعى (بمعدل التعرض) وهو يعطى بالعلاقة :

$$x = \Delta X/\Delta t$$

2- الجرعة الممتصة (D) :

وهي تصف الطاقة المنتقلة إلى منطقة بواحدة الكتلة من المادة وهي تعطى بالعلاقة :

$$D = \Delta E/\Delta m$$

حيث ΔE هي الطاقة المودوعة في حجم عنصري من المادة كتلته (Δm) .

واحدة قياس الجرعة الممتصة هي الراد (rad) وهي تساوي :

$$1\ rad = 10^{-2}\ joul/kg$$

وحديثا استبدلت هذه الواحدة بواحدة الغري (cry) وتساوي:

$$1\ cry = 100\ rad$$

أما مقدار الزيادة في الامتصاص خلال فترة زمنية قدرها Δt فتدعى (بمعدل جرعة الامتصاص) وهو :

$$D = \Delta D/\Delta t$$

3- مكافئ الجرعة DE :

وهو يصف التأثير البيولوجي لنوع معين من الأشعة وهو عبارة عن جداء الجرعة الممتصة في عامل النوعية (Q) أو في التأثير البيولوجي النسبي الذي يأخذ بعين الاعتبار مقدرة الأشعة على إحداث الضرر البيولوجي . وهكذا يكون مكافئ الجرعة معطى بالعلاقة :

$$DE = D * Q$$

يعتمد عامل النوعية على كثافة التأين وهو يزداد مع ازديادها . وهو من اجل أشعة γ و β و X يساوي الواحد . أما من أجل النترونات الحرارية يساوي (3) ومن أجل جسيمات (α) والنترونات السريعة يكون مساويا (10) .

أما واحدة قياس مكافئ الجرعة فهي الريم (Rem) . وقد ادخلت للجملة الدولية واحدة جديدة هي السيفرت (SV) .

فإذا كانت الجرعة الممتصة مقدرة بواحدة (rad) فإن مكافئ الجرعة تقدر بواحدة ال (Rem) .

أما إذا كانت الجرعة الممتصة مقدرة بواحة الغري فإن مكافئ الجرعة يقدر بواحدة السيفرت (SV) .

4- الكيرما (K) :

وهي تمثل الطاقة الحركية المتحررة بواحدة الكتلة . وقد أدخلت هذه الكمية للتأكيد على حدوث مرحلتين عند انتقال الطاقة من الجسيمات غير المشحونة (كالفوتونات والنترونات) إلى المادة ففي المرحلة الأولى تتحول طاقة الجسيمات غير المشحونة إلى طاقة حركية للجسيمات المشحونة وفي المرحلة الثانية فإن هذه الجسيمات المشحونة تنقل طاقتها إلى المادة وفي عام 1980 عرفت الهيئة الدولية (ICRU) الكيرما على أنها نسبة (ΔEtr) إلى (Δm) أي :

$$K = \Delta Etr / \Delta m$$

حيث أن ΔEtr هي مجموع الطاقات الحركية الابتدائية لجميع الجسيمات المؤينة المشحونة والمتحررة عن الجسيمات المؤينة غير المشحونة في مادة كتلتها (Δm) .

أما واحدة قياس الكيرما فهي (joul / Kg) .

مصادر التعرض الإشعاعي الأخرى:

بالإضافة إلى مصادر التعرض الطبيعي والجرعات الناجمة عن إنتاج اليورانيوم وإنتاج الطاقة النووية وعن التفجيرات النووية . ثمة مصادر أخرى للإشعاعات المؤبنة يتعرض لها الإنسان مثل الدهانات ذات التألق الإشعاعي والمواد الملونة المستخدمة في صناعة الزجاج والسيراميك أو المواد المشعة المستخدمة في أجهزة كشف الدخان أو في مولدات الطاقة إضافة إلى صناعات أخرى غير نووية يحدث فيها تركيز العناصر المشعة بشكل ملموس وتلقى في البيئة المحيطة فتزيد مقدار الجرعة التي يتعرض لها الإنسان وسنذكر هنا بعضا من هذه المصادر.

- **ما ينتج عن استخدام الراديوم 226 كمادة تألق :**

استخدم الراديوم 226 كمادة تثير التألق في صناعة دهانات الساعات والبوصلات وغيرها ، ولقد بلغت كمية الراديوم 226 المستخدمة في الولايات المتحدة الأمريكية نحو ($4.8*10^{13}$) بيكرل وبلغ عدد الذين ماتو جراء هذا الإستخدام قرابة ستين شخص . فالساعة المتألقة إشعاعيا تحوي وحدها بين 370 ميلي بيكرل إلى 1333 ميلي بيكرل من الراديوم 226 وتبلغ الجرعة الإشعاعية التي يتلقاها حاملها ما بين 5 ميكروسيفرت إلى 33 ميكروسيفرت /سنة. ولهذا فقد توقف استخدام الراديوم 226 واستعيض عنه بالتريتيوم وغيره من مصدرات بيتا ذات الطاقة المنخفضة .

- **ما ينتج من اليورانيوم والثوريوم المستخدمين في صناعة السيراميك والزجاج :**

استخدم اليورانيوم في الماضي كمادة ملونة للسيراميك لاعطاءه لونا بين البرتقالي إلى الأحمر الليموني . قدرت الجرعة الإشعاعية التي تتلقاها اليد لدى ملامستها هذه المادة بين 5 إلى 200 ميكروسيفرت /ساعة . هذا وقد استخدم اليورانيوم أيضا وبتراكيز منخفضة جدا للأسنان البورسلانية أما الجرعة التي يمكن أن تتلقاها الخلايا فتقرب من 14 ميلي سيفرت /سنة لقسم صغير من الخلايا .

- **ما ينتج عن استخدام الامريسيوم241 في الكواشف الدخانية:**

في بداية صناعة الكواشف الدخانية استخدم الراديوم 226 ومن ثم استعيض عنه بالامريسيوم 241 لرخصه . تنتشر الكواشف الدخانية في المنازل والمكاتب والمصانع وتتألف من حجرة تأين صغيرة يتاين فيها الهواء بفعل الإشعاعات الصادرة عن الامريسيوم 241 وعن حدوث انخفاض في التيار المتولد بفعل هذا التأين نتيجة لوجود جزيئات الدخان عند حدوث حريق يصدر جهاز الإنذار صوتا . يحتوي كل كاشف دخاني على نحو 18.5 كيلو بيكرل إلى 1850 كيلو بيكرل من الامريسيوم 241 . ونظرا لكبر عمر نصف الامريسيوم 241 (400 سنة) وإصداره لأشعة بيتا وألفا فانه يعد مصدر إشعاع يمكن أن يلحق الأذى بالإنسان عند تعرضه

لإشعاعاته ولقد قدرت الجرعة الإشعاعية التي يمكن أن يتلقاها شخص ينام في غرفة بحيث يبعد جهاز كشف الحريق عنه بمقدار 120 سم ولمدة 8 ساعات بنحو 0.14 ميكروسيفرت/سنة.

- **ما ينتج عن البطاريات الذرية:**

تستخدم بطاريات النوكليدات المشعة كمصدر للطاقة الكهربائية حيث يستفاد من الطاقة الحرارية المتولدة من تفكك النكليدات المشعة لتوليد الطاقة الكهربائية على مبدأ المزدوجة الحرارية. تستخدم هذه البطاريات في سفن الفضاء وأجهزة التجسس بسبب عمرها المديد الذي يمكن أن يصل إلى عشر سنوات.

ومن أهم النوكليدت المشعة المستخدمة فيها نذكر الاسترانسيوم90 والبلوتونيوم238 . ويمكن أن تشحن البطارية بكمية منه يصل نشاطها الإشعاعي إلى 100 جيغا بيكرل.

- **ما ينتج من احتراق الفحم والغاز :**

على الرغم من وجود الكثير من وسائل توليد الطاقة فان حرق الفحم ما يزال مستخدما في كثير من الدول . ويبلغ عدد المحطات التي تحرق الفحم الحجري لتوليد الطاقة الكهربائية 705 محطة . وبما أن الفحم يحوي الثوريوم واليورانيوم ووليداتهما، إضافة إلى البوتاسيوم40 والكربون 14 فانه باحتراقه يعد مصدر لهذه النوكليدات المشعة. ويمكن أن يصل تركيز اليورانيوم 238 في أنواع الفحم في بعض المناطق (كما في الولايات المتحدة الامريكية) إلى 1000 بكرل/كغ. أما التعرض الإشعاعي الناجم عن استخدام الفحم الحجري عموما فيصنف في ثلاثة أشكال وهي:

1- تعرض العمال لدى استخراج الفحم من تحت الأرض حيث يمكن أن يتعرضوا إلى غاز الرادون والغبار الحامل للمواد المشعة .
2- التعرض لدى حرق الفحم وانتقال النكليدات المشعة إلى الجو وبذالك يتعرض عموم الناس إلى النكليدات آنفة الذكر.
3- ويعد استخدام رماد الفحم في مواد البناء شكلا ثالثا للتعرض للنكليدات المشعة من هذه الصناعة .

هذا وللمقارنة أدرج جدول يبين الجرعة الإشعاعية المكافئة لعموم الناس الناتجة عن استخدام أنواع مختلفة من محطات الطاقة:

نوع المحطة	الجرعة الإشعاعية المكافئة سيفرت . رجل
محطة طاقة بالفحم الحجري	2000
محطة طاقة بالنفط	100
محطة طاقة بالغاز الطبيعي	3
محطة طاقة جيو حرارية	3

مصادر التلوث الإشعاعي

1 - التفجيرات الذرية :

تجرى هذه التفجيرات في الجو على ارتفاعات مختلفة أو تحت الماء أو تحت الأرض ،يعتمد التلوث على نوع وقوة هذه التفجيرات وكمية المواد الانشطارية الناتجة عنه وتعتبر التفجيرات الذرية في الجو أكثر تأثيرا في تلوث البيئة ،عندما يحدث تفجير نووي قريب من سطح الأرض فأن التفجير يلتقط جزيئات من تراب الأرض والغبار العالق في الهواء ويصهرها فتندمج مع المواد الانشطارية ،ويمثل الغبار الذري المتساقط من التفجيرات الذرية أهم مصادر تلوث البيئة بالمواد المشعة .

2-المفاعلات الذرية:

تنحصر الخطورة من إنشاء وتشغيل المفاعلات الذرية والمعامل الحارة في عدة جوانب منها اختيار أنسب المواقع بعيد عن تجمع السكان،وأماكن زراعتهم ومجارى المياه السطحية والجوفية فكثرة الحوادث التي تقع بهذه المفاعلات تسبب خطرا على تلوث البيئة القريبة منه ،وجدير بالذكر حادث تشرنوبل بروسيا وما أصابه من ذعر في العالم ، أننا نذكر حادث انفجار مفاعل بنفكا بيوغوسلافيا وقد تسبب في وفيات وإصابات إشعاعية لعدد من العاملين وكذلك تلوث البيئة من حوله أثناء العمليات الروتينية والبحثية بالمفاعلات وجمع المخلفات المشعة السائلة والصلبة أو أي حادث بالمفاعل يحدث أثناء التجارب على سبيل المثال انفجار أنابيب التبريد المملوءة بالماء العادي وتسرب كميات من المواد المشعة .

جدول ما تم رصده من نظائر مشعة بعد حادثة مفاعل تشرنوبل عام 1986

النظير المشع	نصف العمر	أشعة التحلل	النظير المشع	نصف العمر	أشعة التحلل
التريتيوم	12.35 سنة	بيتا	يود131	8.02 يوم	بيتا/غاما
سترونسيوم89	50.5 يوم	بيتا	يود133	20.3 ساعة	بيتا/غاما
سترونسيوم90	28.7 يوم	بيتا	سيزيوم134	754.2 يوم	بيتا/غاما
زركونيوم95	64.1 يوم	بيتا/ غاما	سيزيوم134	13 يوم	بيتا/غاما
نيوبيوم 95	35 يوم	//	سيزيوم136	30 سنة	بيتا
مولبيديوم99	2.7 يوم	//	سيزيوم137	12.75 يوم	بيتا/غاما
روتينيوم103	39.27 يوم	//	باريوم140	32.5 يوم	بيتا/غاما
روتينيوم106	372.6 يوم	//	سيزيوم141	284.5 يوم	بيتا/غاما
فضة 110	249.8 يوم	//	سيزيوم144	2.35 يوم	بيتا/غاما
كادميوم 115	2.2 يوم	//	نيوبيوم239	432 سنة	ألفا/غاما
أنتيميوم125	1008 يوم	//	امريشيوم241	162.9 يوم	ألفا
أنتيميوم127	3.9 يوم	//	ثوريوم242	87.7 سنة	ألفا
تريليوم129	33.6 يوم	//	بلوتونيوم238	24000 سنة	ألفا
تريليوم131	30 يوم	//	بلوتونيوم241	6600 سنة	ألفا
تريليوم132	3.2 يوم	//	بلوتونيوم242	14.35 سنة	بيتا

أشكال التعرض :

يأتي تعرض الإنسان للإشعاع من خلال تلك المصادر الواقعة في البيئة المحيطة به ويسمى ذلك بالتعرض الخارجي ، إضافة إلى المواد المشعة المتوضعة داخل الجسم حيث تسمى بالتعرض الداخلي وتختلف الطرق والأدوات المستخدمة من اجل تقدير الجرعة الإشعاعية الناتجة عن كل من التعرضين اختلافا كليا.

1- التعرض الخارجي :

مادام المنبع المشع خارج الجسم فيمكن تخفيض الجرعة الإشعاعية بتطبيق المبادئ الثلاثة المعروفة وهي : الزمن، المسافة والتدريع أو اطفاء الجهاز المولد لهذه الأشعة.

2- التعرض الداخلي :

فيمكن للمواد المشعة أن تدخل إلى جسم الإنسان عن طريق التنفس، الهضم أو الجلد (بالامتصاص أو الجروح) . تطرح عادة المواد غير المنحلة من الجسم بعد دخولها عن طريق الهضم ، ولكن ربما تبقى المواد الداخلة عن طريق الجلد والرئة في الرئة والخلايا تحت الجلدية . أما المواد المنحلة فيطرح جزء منها ويبقى الجزء الأخر في عضو أو أكثر وذلك حسب المواصفات الكيميائية والفيزيائية للمادة الداخلة .

وتبقى هذه المواد تشع العضو الحامل لها حتى تنتقل منه أو تطرح من الجسم أو تتفكك إشعاعيا . ويمكن تجنب التعرض الداخلي بمنع دخول هذه المواد إلى الجسم عن طريق ارتداء الألبسة الواقية مثلا .

التعرض المزمن :

يحدث هذا التعرض نتيجة الاطلاقات الروتينية للمواد المشعة من منشأ نووية إلى النظم البيئية المختلفة حيث تنتقل للانسان عبر تعايشه المستمر عبر هذا النظام .ويكون هذا التعرض أعظميا عند السكان المجاورين لهذه المنشأ ويقل كلما تم الابتعاد عنها. ويتم عادة مراقبة هذه الاطلاقات بشكل مستمر من اجل جعل هذا التعرض اصغريا وذلك بالقياسات الدورية حول المنشاة لتركيز المواد المشعة في عينات بيئية وحيوية مختلفة ، للتأكد من أن تركيز المواد المشعة ضمن هذه العينات وبالتالي في البيئة المحيطة مازال ضمن الحدود المسموح بها محليا أو دوليا.

التعرض الحاد :

يحدث هذا التعرض نتيجة حادث في منشاة نووية أو ممارسة إشعاعية، ويكون عندها التعرض كبيرا لفترة قصيرة وبشكل رئيس لأشخاص معينين (القائمون على العمل أو المريض في حالة المعالجات الإشعاعية). كما يمكن أن يمتد التعرض إلى خارج المنشاة في حال كون الحادث كبيرا ويسبب تعرض حادا للسكان المحليين.

أساسيات الحماية من الإشعاع:

هناك ثلاث مفاهيم اساسية لحماية الإنسان من الإشعاعات المؤينة ionizing radiation الذى يتعرض لها

أولاً : الزمن time:

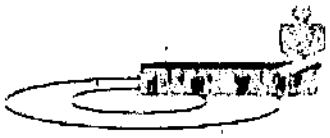
- مقدار التعرض الإشعاعي radiation exposure للشخص يزداد بزيادة زمن التعرض exposure time للمصدر الإشعاعي ، الذي عادةً ما يكون خارج جسم الإنسان مثل أشعة اكس وأشعة جاما x and gamma rays .

أما عندما تدخل المادة المشعة الجسم فإنه يتعين الانتظار حتى تتحلل أو يتخلص الجسم منها . وفى هذه الحالة فإن زمن التعرض الإشعاعي يعتمد على عمر النصف البيولوجى Bio logical half-life :

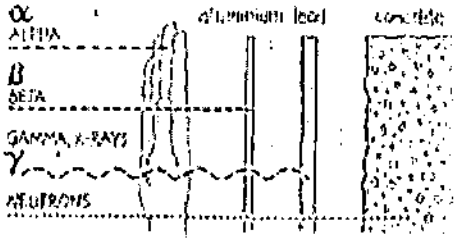
ويعرف بأنه الزمن الذي يأخذه الجسم للتخلص من نصف عدد النوويات المشعة التي كانت موجودة في الأصل .

وتكون هذه النوويات المشعة إما باعثة لجسيمات بيتا beta emitters أو جسيمات ألفا alpha emitters .

ثانياً : المسافة distance:



- يقل مقدار التعريض الإشعاعي بزيادة المسافة بين الشخص والمصدر المشع. وتحديد المسافة الآمنة يعتمد على مقدار طاقة الإشعاع radiation energy ، ومقدار النشاط الإشعاعي للمصدر source activity ، ومفهوم المسافة له أهمية كبيرة عند التعامل مع إشعاعات جاما لأنها قادرة على اختراق مسافات طويلة وذلك كلما زادت طاقتها. لذلك فمن المعروف انه " عند مضاعفة المسافة عن المصدر المشع يقل التأثير الإشعاعي إلى الربع.



ثالثاً : الدرع الواقي protective shield :

- يقل التعرض الإشعاعي بزيادة سمك الدرع الواقي protective shield حول الشخص ويتم تحديد سمك الدرع تبعاً لنوع وطاقة الإشعاعات .

وعلى سبيل المثال تحتاج إشعاعات α لامتصاصها سمك رفيع من مادة خفيفة مثل الورق . وتكمن خطورة هذه الإشعاعات فقط عندما تدخل خلايا الجسم عن طريق الاستنشاق inhalation أو البلع ingestion لقدرتها الكبيرة على التأين .

أما إشعاعات بيتا β فإنها تمتص بواسطة الملابس السميكة ولكنها يمكنها اختراق الجلد وإحداث حروق به عند تعرضه لهذه الإشعاعات .

وتحتاج أشعة جاما γ إلى مادة ذات كثافة عالية مثل الرصاص lead لامتصاصها ويزداد سمك الرصاص المستخدم كلما زادت طاقة الأشعة .

أهم الإجراءات الأمنية للتعامل مع المواد المشعة ذات المستوى المنخفض في المعامل هي :

ألا يسمح بما يلي :

* تناول الأطعمة والمشروبات واستخدام مساحيق التجميل
* استخدام سجاجات الفم
* التعامل مع السوائل المشعة بدون استخدام القفازات والبلاطى المعملية
* الخروج من المعمل بدون غسل الأيدي والتأكد من خلوها من الإشعاع باستخدام جهاز survey

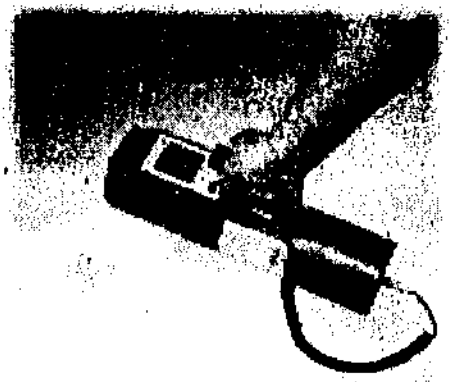
meter

* وجود الجروح بدون التنبيه والإخبار بها للمدرس المسئول

ولابد من أتباع ما يلي :

* خفض زمن التعرض للمواد المشعة بقدر الإمكان
* تخزين المواد المشعة في دروع واقية ومساحات محددة وموضحة بعلامة الإشعاع .

كاشفات الإشعاعات النووية :

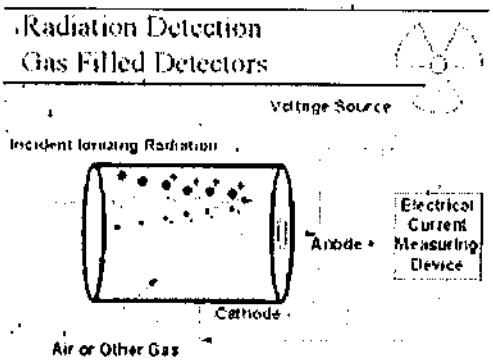


يعتمد الكشف عن الإشعاعات النووية على مقدار ما تحدثه هذه الإشعاعات من تغير فى الوسط التى تمر به .وإذا كانت هذه الإشعاعات تتكون من جسيمات مشحونة (بروتونات أو جسيمات ألفا) أو أشعة جاما فإنها تحدث إما تأين Ionization أو إثارة Excitation لذرات أو جزيئات الوسط .

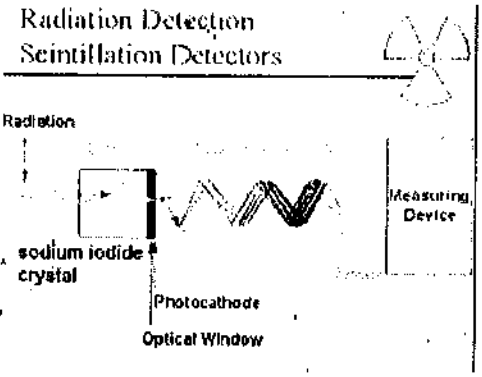
وإذا كانت الجسيمات متعادلة (النيوترونات) فلا يحدث تأين أو إثارة بل يمكن الكشف عنها عن طريق غير مباشر حيث أن تصادم النيوترونات مثلاً مع ذرات الوسط يحدث تفاعل نووي . ويكون نتيجة هذا التفاعل خروج جسيمات مشحونة تؤدى بدورها إلى تأين أو إثارة لذرات الوسط .

- ومن أمثلة هذه الكاشفات عداد جيجر Geiger Counter وحجرة التأين Ionization Chamber ويتم الكشف فيها عن طريق تأين الغاز الموجود داخل الكاشف عقب مرور الأشعة .

وبذلك تتحرك هذه الأيونات تحت تأثير فرق الجهد الموجود ويمر التيار فى المقاومة ليعطى فرق جهد يتناسب مع طاقة الأشعة المؤينة



- أما النوع الثاني من الكاشفات فيسمى العداد الوميضى Scintillation Counter ويعتمد على تكون ومضة ضوئية نتيجة سقوط الإشعاعات النووية على الكاشف .



ويمكن الكشف وتكبير هذه الومضات الضوئية باستخدام صمام التضاعف الكهروضوئى Photoelectronmultiplier حيث يتم تحويل الومضة الضوئية إلى عدد من الإلكترونات باستخدام عدد من الأقطاب الموجبة dynodes لتصل في النهاية إلى المصعد anode ثم تصل الشحنة النهائية إلى مكثف فتولد فيه فرق جهد عبارة عن نبضة كهربية Voltage Signal يتناسب ارتفاعها مع طاقة الإشعاع الساقط على الكاشف .

وهناك نوع ثالث من الكاشفات يستبدل فيه الغاز في حجرة التأين بمادة صلبة شبه موصلة Semi-conductor حيث تتأثر هذه المادة بالإشعاع فتثار الإلكترونات إلى مستويات طاقة مرتفعة وتترك مكانها فجوات Electron-hole pair Formation، مما يؤدى إلى مرور تيار في شبه الموصل يعتمد مقداره على طاقة الإشعاع .

سلوكيات المواد المشعة في البيئة :

تتوقف سلوكيات المواد المشعة في البيئة على:

- الخصائص الكيميائية والفيزيائية للعنصر المشع
- الكمية الموجودة

- خصائص مكونات البيئة
- المسارات الحرجة للمادة المشعة في مكون البيئة و قدرة كل مكون علي تركيز أو تخفيف المادة المشعة .

تعرض الإنسان للإشعاع:

عند دخول المواد المشعة داخل الجسم عن أي طريق يتم امتصاصها و دخولها في العمليات البيوكيميائية الأساسية ووصول هذه النويدات إلى الدورة الدموية و سوائل الجسم ويتم توزيعها إلى جميع أنسجة الجسم طبقا للصفات و الخصائص الكيميائية للعناصر والمركبات التي تكون هذه المواد المشعة . و تتحكم في الآثار الناجمة عن التعرض الإشعاعي الداخلي عوامل كثيرة من أهمها بطئ تطور و ظهور الأثر ، و عدم تجانس امتصاص الجرعة الإشعاعية في الأنسجة إلى جانب الفترة الزمنية اللازمة للتحلل الإشعاعي للمادة المشعة لتعطي جرعة متراكمة علي مدى الوقت ، و كذلك درجة السمية الكيمائية للمادة المشعة ذاتها .

و من أهم العوامل المتحكمة في أثار التعرض الإشعاعي ما يلي :

أ- الخواص الفيزيائية للمادة المشعة وتتضمن عمر النصف ، نوع و طاقة الأشعة المنبعثة ، الانتقال الخطى للطاقة ، الطاقة الممتصة من النسيج الحاوي للمصدر إلى النسيج المستقبل للأشعة .

ب- العوامل البيولوجية للمادة المشعة و انتقال المادة داخل الجسم من عضو إلى أخر ، إلى جانب استبقاء المادة المشعة في نسيج معين ، و الفترة الزمنية لتواجد المادة المشعة داخل الجسم ثم طرق خروج المادة المشعة من الجسم و كذلك عمر النصف البيولوجي إلى جانب عوامل أخرى مثل السن والجنس و الأمراض المختلفة.

و يتوقف انتقال المادة المشعة على الدورة الدموية و سوائل الجسم وكذلك الجهاز التنفسي والجهاز الهضمي والتي تحدد آليات وميكانيكية انتقال المادة المشعة من نسيج إلى أخر .

- ومن الآثار الصحية للتعرض الإشعاعي هي التحول السرطاني لبعض الأنسجة التي تتواجد فيها المواد المشعة لفترات طويلة نسبيا ويمر التأثير الإشعاعي بمرحلتين أساسيتين هما :

1- المرحلة الفيزيوكيمائية:

وهذه المرحلة في تطور الإصابة الإشعاعية تخص امتصاص الطاقة الإشعاعية داخل روابط الجزئيات الكيميائية في الخلايا وينتج عن ذلك حدوث توتر أو تأين لهذه الروابط الفيزيوكيمائية في الجزئيات الموجودة في الحيز البيولوجي الذي تعرض والذي حدثت فيه عمليات امتصاص للطاقة . وينتج عن ذلك حدوث تغيرات في أداء وظيفة الجزئيات الكيمائية التي حدث توتر وتأين لروابطها وتسمي تغيرات في الجزئيات .

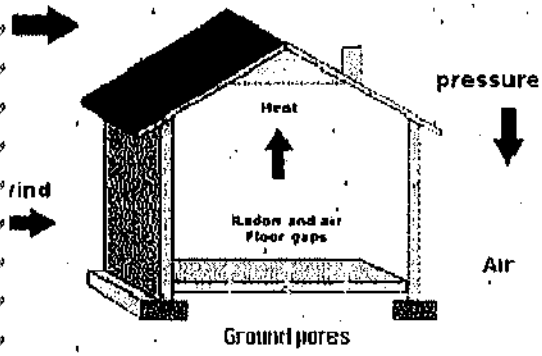
وتعتبر هذه المرحلة الأساس الذي سوف يترتب عليه تطور وظهور و نوعية الإصابة الناتجة من التعرض الإشعاعي . وهذه المرحلة مهمة فيما يخص حدوث عمليات إصلاح في الجزئيات الكيمائية التي تأثرت بالتعرض الإشعاعي وامتصاص الطاقة الإشعاعية وكذلك تطور الإصابة الإشعاعية ومداها والذي يحدد مقدار وحجم الأثر المتبقي بعد الإصلاح الذي يتم في الجزئيات .

2- مرحلة التأثير البيولوجي علي الخلايا و الأنسجة :

التغيرات الكيمائية التي تحدث للجزيئات تشكل الأساس الذي يترتب عليه تطور و ظهور الآثار الإشعاعية في الخلايا و الأنسجة وأهمها تحول الجزيئات لإنتاج شق حر free radicals الذي يتميز بنشاط كيميائي كبير مما يؤثر على تركيب الخلايا وبالتالي على وظائفها. ويتوقف حجم ونوعيه وشدة هذه الآثار علي عوامل كثيرة تخص النظام البيولوجي المتعرض للإشعاع و تخص أيضا النظام الفيزيائي للأشعة الساقطة بكل جوانبه .

وجميع مراحل تطور الإصابة مرتبط بعوامل كيمائية فسيولوجية ووظيفية ومناعية كثيرة ومرتبطة بالأجهزة الكلية المسيطرة علي كافة النظم البيولوجية في الجسم . وعلي راس العوامل المسيطرة علي تطوير الإصابة الإشعاعية و ظهورها هو مقدار الجرعة الإشعاعية الذي تعرض لها الجسم وحجم الحيز المتعرض من الجسم . وقد توصل بعض العلماء حديثا إلى تركيب كيميائي لدواء يسمى بمضاد الإشعاع (Anti-radiation) من أهم خواصه تقوية الجهاز المناعي للجسم المصاب بالإشعاع .

التلوث الإشعاعي

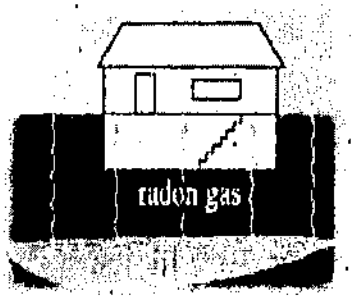


يحدث التلوث الإشعاعي عند انطلاق أو تسرب المواد المشعة (صلبة ، سائلة أو غازية) من الأوعية التي تحتويها من خلال ثقوب أو شروخ بها أو نتيجة لانفجارها . تندمج المواد المشعة بعد تسربها في عناصر البيئة المختلفة مثل الماء والتربة والهواء لتنتقل بعد ذلك إلى الإنسان.

وتلوث الماء يمكن أن ينتقل مباشرة إلى الإنسان بالتسرب أومن خلال تناول الحيوانات و الأسماك و النباتات البحرية التي تعتبر ذات قدرة علي تركيز المواد المشعة في أجسامها .

أما تلوث التربة فينتقل إلى النباتات ومنها إلى الإنسان مباشرة أو عند تناول الحيوانات التي تتغذي علي تلك النباتات الملوثة و بالرغم من ذلك فإن تسرب المواد المشعة إلى التربة هو أقل عمليات التلوث خطورة بسبب كونه موضعيا لأن الزمن اللازم لكي تتحرك المواد المشعة عبر طبقات التربة إلى أن تصل للمياه الجوفية يكون طويلا .و هذا التلوث أسهل في الكشف والتحديد و في التعامل معه وعلاجه .

- وعند تلوث الهواء يؤدي ذلك إلى انتشار عام للتلوث في مناطق شاسعة إذا لعبت الرياح دورها في تحريك السحابة المشعة (كما حدث في حادث شيرنوبل) . و قد ينتهي التلوث الهوائي بتساقط الغبار المشع علي مناطق مختلفة مما يؤدي إلى تلوث الأرض و الماء . وهذا التلوث لا يحدث إلا في الحوادث الرئيسية الذي يدمر فيها قلب المفاعل .



ويحدث أيضا تلوث الهواء عند زيادة تركيز غاز الرادون به . وغاز الرادون غاز خامل ، عديم اللون و الرائحة و له نشاط إشعاعي ولذلك يتحلل بانبعاث جسيمات ألفا المشحونة إلى نواتج صلبه تسمي ببنات الرادون Rn - daughters .

وعندما يستنشق الإنسان هذا الغاز تلتصق جسيمات ألفا المؤينة بالغشاء المبطن للشعب الهوائية بالرئة و تستقر كذلك بنات الرادون (s218Po , s214Bi , s214Pb) السامة بها .

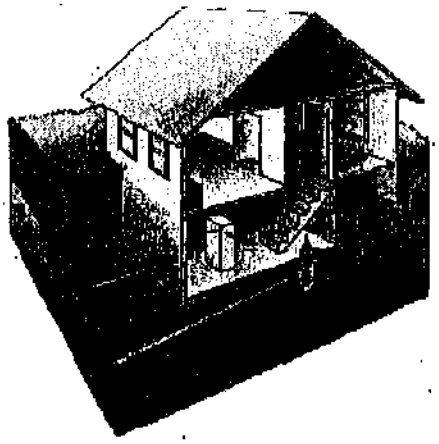
ومن الجدير بالذكر بأن هذه النظائر جميعها باعث لإشعاعات جاما مما يسبب خطر الإصابة بالأمراض الصدرية مثل سرطان الرئة وقد فسر بعض العلماء ظاهرة " لعنة الفراعنة " بأنها تحدث نتيجة لتعرض الأشخاص الذين يفتحون المقابر الفرعونية لجرعة مكثفة من غاز الرادون المشع . ومن المعروف أن الرادون يتسرب إلى الهواء الجوي والمياه الجوفية و يصل إلى المنازل من خلال شقوق في أساساتها .

ويحدث أيضا تلوث الهواء عند زيادة تركيز غاز الرادون به . وغاز الرادون غاز خامل ، عديم اللون و الرائحة و له نشاط إشعاعي ولذلك يتحلل بانبعاث جسيمات ألفا المشحونة إلى نواتج صلبه تسمي ببنات الرادون Rn - daughters .

لذلك يحذر علي ساكني الأدوار السفلي في المناطق الصخرية أحكام إغلاق النوافذ في الشتاء للحفاظ علي الهواء الدافئ داخل البيت و عدم التهوية المنتظمة .

ذلك لأن الهواء المحبوس قد يكون حاملا للرادون المشع وبناته في (Rn- daughters) سلسلة التحولات المشعة التي تنتهي بالرصاص .

وقد حددت و كالة حماية البيئة الأمريكية United States Environmental Protection Agency (EPA) s حدود التركيز الآمن لغاز الرادون في الهواء بما لا يزيد عن 1.25 بيكوكورى / لتر أي 1.25 × 10^{-12} كوري/لتر .



وقد اهتمت هيئة الطاقة الذرية بمصر بإقامة شبكة الرصد الإشعاعي و التي تتكون من 84 محطة تشمل 15 محطة لرصد الغازات و 14 لرصد جسيمات بتا و55 لرصد إشعاعات جاما

وهي منتشرة علي الحدود الشرقية و الشمالية والجنوبية من البلاد ومن أهم أهدافها ملاحظة أي تغير في الخلفية الإشعاعية وتسجيل أي نشاط نووي غير عادي لإيجاد قاعدة بيانات Data base و ذلك لتوفير الأمن القومي الذي يعتبر مقياسا جديدا لتقدم الشعوب .

حوادث المفاعلات النووية

تعددت حوادث المفاعلات النووية منذ بداية تشغيلها في الخمسينات . كانت أشهرها وأخطرها حادثة مفاعل ويندسكال بالمملكة المتحدة وجزيرة الأميال الثلاثة في ولاية بنسلفانيا بالولايات المتحدة الأمريكية سنة 1957 و 1979 على التوالي .

وقد نتج عنهما تسرب كمية كبيرة من المواد المشعة خارج موقع المفاعل تسببت في إخلاء الموقع من سكانه ووقف المفاعل نهائياً . كذلك نتجت عن الحادثة إعادة النظر من جديد في برنامج الأمان النووي خاصة المزمع بناؤها في المستقبل .

ثم جاء آخر الحوادث الرئيسية عام 1986 وهو حادث مفاعل تشرنوبيل قرب مدينة كييف السوفيتية.

ويوضح الجدول أهم الأحداث النووية التي شكلت تلوثاً إشعاعياً على الصحة البيئية

اسم المفاعل	تاريخ الحادث	النتائـــج
1- المفاعل البريطاني" ويند سكال	7 أكتوبر 1957	شب حريق في المفاعل أدى إلى انتشار سحابة من الإشعاع في جزء من الريف البريطاني ، وبعد مضى 26 سنة في عام 83 توفى 93 مواطناً بالسرطان بسبب الحادث المذكور .
	21 يونيو 1969	تسربت كمية كبيرة من الإشعاع بسبب عجز جهاز التبريد الذي سبب انفجاراً في مفاعل تحت الأرض .
3-المفاعل الفرنسي " سان لوران	17 أكتوبر 1969	تسربت مواد مشعة أمكن حصرها بسبب خطأ في عملية نقل الوقود إلى المفاعل .
4-المفاعل الأمريكي " ثرى مايل أيلندا	22 مارس 1979	نصهر ثلث المفاعل وروع الولايات المتحدة الأمريكية ومازالت الآن حتى (منذ 13 سنة) وأعمال التطهير من الإشعاع جارية في منطقة الحادث .
5-المفاعل الأمريكي " أروين "	9 أغسطس 1979	أصيب من جراء الحادث ألف شخص .
6-المفاعل الياباني " تسوروغا "	5 إبريل 1981	تعرض 45 عاملاً فيه للإشعاع .
7-المفاعل الأرجنتيني " بونيس أيرس "	23 سبتمبر 1983	قتل شخصين من جراء الحادث .
8- المفاعل الأمريكي " فيهنور أمريكا "	26 يناير 1986	انفجرت كمية من المواد المشعة قتل شخصان وأصيب مائة آخرون .
9-المفاعل السوفييتي " تشرنوبل "	27 يناير 1986	وقع انفجار في المفاعل ويذكر أن السحابة المشعة المتسربة انطلقت مع الرياح فوق أوروبا التي مرت بحالة قلق كبيرة ومنها البلدان الاسكندنافية وبولندا وألمانيا وهنغاريا وتشيكوسلوفاكيا ورومانيا ويوغسلافيا وإيطاليا وفرنسا . وقد نصح الأجانب في المناطق القريبة من موقع الانفجار النووي بمغادرة المنطقة . ولا يزال العالم ينتظر لمعرفة التأثيرات الحقيقية التي سيخلفها التلوث .

الجرعة الإشعاعية من القشرة الأرضية :

يحسب متوسط الجرعة الإشعاعية التي يتعرض لها الفرد من الجمهور بمجموعة من القياسات لمعدل الجرعات داخل وخارج المباني . وحساب الوقت الذي يقضيه الفرد من كل منهما .

وقد دلت الدراسات في كل من فرنسا وألمانيا وايطاليا واليابان والولايات المتحدة الأمريكية على أن :

- 95 % من البشر يتعرضون لجرعة متوسطة بين(600 – 300) ميكروسيفرت/سنة .
- 3 % من البشر يتعرضون لجرعة متوسطة بين (1000 – 600) ميكروسيفرت / سنة
- 1.5 % من البشر يتعرضون لجرعة متوسطة بين (1400 – 1000) ميكروسيفرت / سنة .

وهناك أماكن من العالم توجد في قشرتها الأرضية تركيزات عالية من النظائر المشعة الطبيعية ، وتكون فيها مستويات الإشعاع أعلى بكثير . وهذه الأماكن مايلي :

* مدينة بوسوسوس دي كالداش في البرازيل حيث يبلغ معدل التعرض (25000) ميكروسيفرت / سنة .
* مدينة جواراباري في البرازيل ويبلغ المعدل (175000) ميكروسيفرت / سنة .
* وعلى الشاطئ الجنوبي الغربي للهند يعيش بعض الهنود في كيرالا على شريط من الأرض بطول (55) كم متعرضين لجرعات إشعاعية أرضية تتفاوت بين (17000 – 3800) ميكروسيفرت / سنة .
* في راما سار بإيران حيث توجد ينابيع غنية بالراديوم يتعرض المواطنون عندها إلى جرعة تصل إلى (400000) ميكروسيفرت / سنة .

المواصفات العامة للإصابات النووية :

تختلف بشدة التأثيرات المسجلة عند التعرض الفائض للأشعة وتتعلق بالظروف الطارئة ونوعا ما بالقابلية الفردية وبمقدار وزمن توزع الجرع الإشعاعية وتوزعها الفراغي داخل الجسم وبنوع الإشعاع وعمر الفرد . إن تعرض البالغين الدائم أو الزمني للأشعة وبمعدلات متوسطة أعلى من مئة مرة الكمية الناتجة عن الإشعاعات الكونية والمواد المشعة الطبيعية ، تجري دون ملاحظة أي تأثيرات في التغير الصحي لهم . إلا أن التعرض المزمن للأشعة بمعدلات تساوي عدة آلاف من مرات الأشعة الناتجة عن المنابع الطبيعية تقود إلى إصابات خطيرة إذا استمرت لمدة طويلة وكافية . أما النتائج المتوقعة نتيجة التعرض الفائض لإشعاع مزمن فهي :

1

- لوكيميا (سرطان الجلد) .

2- انيما (فقر الدم) .

3- تغيرات ضارة في التركيب النسيجي .

4- أورام خبيثة .

5- ظلمة عدسات العين .

ملخص التأثيرات الإشعاعية على الكائنات الحية:

أ - أضرار جسمانية (تكاثر الكريات البيضاء في الدم سرطان الدم اللوكيميا سرطان الغدد الدرقية والليمفاوية والرئتين والكليتين .. إلخ).

ب- أضرار وراثية (ولادات غير طبيعية).

ج - نمو جسماني وعقلي سيئ للأجنة والأطفال حديثي الولادة.

د - تغير في الأجواء السائدة (الشتاء النووي الذي يتبع الانفجارات النووية).

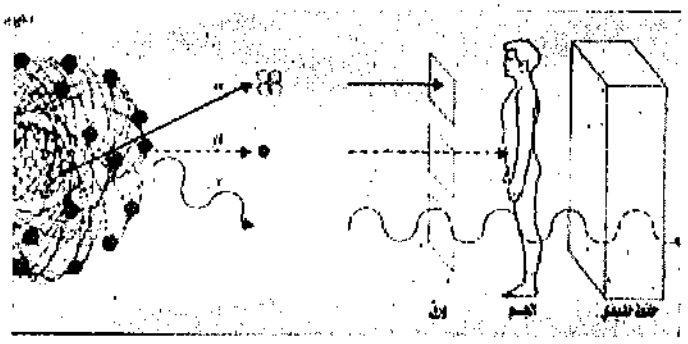
ه - تآكل نسبة كبيرة من طبقة الأوزون (وصول الأشعة فوق البنفسجية إلى الكرة الأرضية بصورة قاتلة، ظهور أعداد كبيرة من سرطانات الجلد).

و - عدم صلاحية المنتجات الزراعية والحيوانية ومنتجات الألبان في المناطق المتضررة التي يصلها التساقط النووي للاستهلاك الآدمي لاحتوائها على نظائر إشعاعية مسرطنة والتي يجب تدميرها والتخلص منها وعدم استخدامها.

ز - قتل أعداد كبيرة من الأشخاص قد يتعدى (20) مليون نسمة في الدولتين في حالة استخدامهم المكثف للأسلحة النووية.

ح - التدمير البيئي الناشئ من جراء الحرب النووية والذي يشمل تدمير العناصر الهامة في التربة وتلويث المياه الجوفية والسطحية والأنهار والبحار والأحياء الدقيقة فيها.

بعض الأشعة المؤينة مصادرها ، وآثارها والوقاية منها :



جسيمات ألفا :

1- ماهيته :

عبارة عن نواة الهليوم وهي جسيمات مشحونة ايجابيا وتتوقف بمجرد أن تعترضها قطعة من الورق . ولا يتجاوز أقصى مسار لها في الهواء بضعة سنتيمترات.

2- آثاره :

تحدث تأينا كثيفا على طول مساره ، ومن هنا كانت هذه الأشعة شديدة الضرر بالخلايا الحية التي تلامسها . حيث يمكن لهذه الجسيمات إذا ماولدت داخل جسم الإنسان أن تقتل الخلية أو تحدث بها تخريبا يمكن أن يؤدي في نهاية المطاف إلى تحويلها إلى خلية سرطانية . وهذا يعتمد على طاقة الجسيمات وعلى مكان حدوث التخريب داخل الخلية .

3- الوقاية منه :

خطرها الخارجي سطحي لذا يتوجب الحذر عند التعامل مع مواد مشعة مصدرة لهذه الجسيمات لئلا تحدث أي تلوث . أما إذا أخذ عن طريق الفم إلى داخل الجسم فالخطر منها كبير جدا وخاصة إذا كان عمر النصف للمواد المشعة طويلا . لذا يجب الإبتعاد قدر الإمكان عن التعامل بمثل هذه المواد وارتداء الألبسة الخاصة خلال أوقات التعامل .

جسيمات β:

1- ماهيته :

عبارة عن الكترونات سالبة ذات منشأ نووي أصغر من جسيمات ألفا بكثير لذلك فهي أكثر نفاذية ، وأقصى مجال لها في الهواء يقدر بمترين .

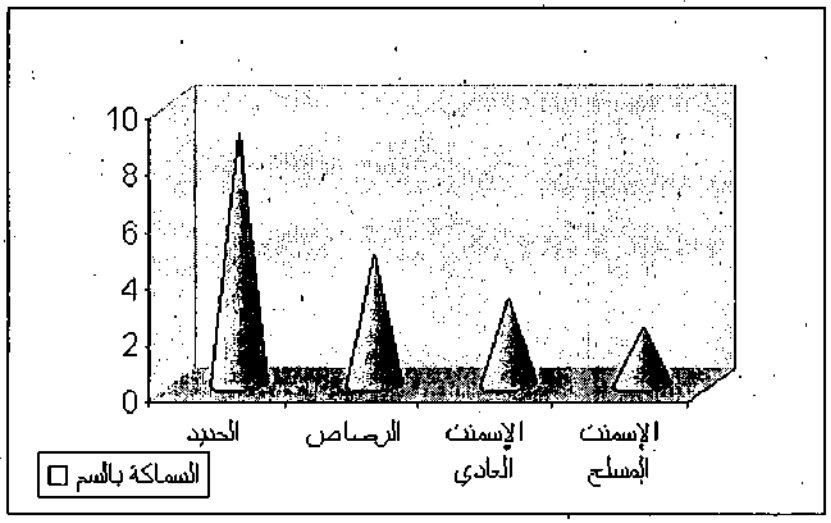
2- آثاره :

تعتبر جسيمات بتا أقل ضررا من جسيمات ألفا حيث أن قدرتها على إحداث تأينات أقل من جسيمات ألفا ولكن قدرة جسيمات بيتا على النفاذ من خارج الجسم إلى داخله تجعل الخطر من هذه الجسيمات يكون من المنابع الخارجية والداخلية .

3- الوقاية منه :

خطر جسيمات بيتا مثل جسيمات ألفا خارجي وداخلي ، بالإضافة إلى أن هذه الجسيمات يمكن أن تخترق سماكات كبيرة نسبيا داخل الجسم . لذلك يجب الابتعاد قدر الإمكان عن التعامل بمثل هذه المواد والابتعاد عن مكان وجودها وتقليل فترة التعرض أو الوقوف بجانبها إلى أقل فترة ممكنة .

أشعة γ :



الشكل يمثل بيانياً يوضح اختلاف سمك الصفيحة المستخدمة لإضعاف أشعة غاما طاقتها MeV(1.25) إلى عشر قيمتها الأصلية باختلاف المعدن

1- ماهيتها :

وهي أشعة كهرطيسية ذات طاقة عالية جدا مقارنتا مع الأشعة الضوئية فلها قدرة كبيرة على اختراق المادة والأنسجة الحية ، ومسارها في الهواء فائق الحد ولإيقافها تماما يجب أن يعترضها كتلة من الرصاص يبلغ سماكتها بعض الأحيان (22) سم .

2- آثارها :

نظرا لكون أشعة غاما غير مشحونة كهربائيا فإنها تؤين المادة بشكل غير مباشر عن طريق طرد الكترونات من المادة التي امتصها (الفعل الكهرضوئي) فقدرة أشعة غاما على تأين المادة ضعيفة مقارنة بجسيمات بيتا .

3- الوقاية منها :

يكمن خطر هذه الأشعة في إمكانية اختراقها داخل جسم الإنسان ، وللحماية منها يجب استخدام درع من الرصاص تصل سماكته في بعض الأحيان إلى (22) سم .

4- الأشعة السينية :

1- ماهيتها :

وهي أشعة كهرطيسية تحصل عليها بواسطة أنبوب الأشعة السينية الحاوية على منبع للإلكترونات وهدف ، يمكن التحكم بكثافة حزمة الأشعة السينية وبطاقة فوتوناتها عن طريق التحكم بالتيار الإلكتروني وبالكمون المطبق .

2- آثارها :

تستخدم هذه الأشعة بشكل أساسي في المشافي بهدف التصوير الإشعاعي أو المعالجة الإشعاعية . يمكن أن يكون لها أثر سيئ إذا تعرض المريض إلى جرعات كبيرة .

3- الوقاية منها :

تشابه هذه الأشعة أشعة غاما ، ولكنها تحتاج إلى تدريع وحذر عند استخدام الجهاز فقط . إذ أنه عندما يكون الجهاز غير موصول بالتيار الكهربائي لا يكون هناك أضرار لهذه الأشعة . ويجب أن يقف مشغلوا هذه الأشعة خلف حاجز رصاصي أو أن يرتدوا ألبسة واقية .

الجرعة الإشعاعية الناتجة عن الاطلاقات البيئية :

يتعرض الناس للإشعاع بعد حصول إطلاق للمواد المشعة إلى البيئة بشمل مباشر عن طريق سحابة الملوثات المشعة واستنشاق المواد المشعة وذلك إن كانوا في منطقة الحادث . وعندما تنتشر هذه السحب ومن خلال انتقالها تتساقط المواد المشعة إلى سطح الأرض مما يؤدي إلى تعرض الناس أيضا لهذه النظائر الإشعاعية الساقطة ، وربما يستمر ذلك لأيام أو لأسابيع بالنسبة للتلوث الناتج عن نظائر قصيرة العمر .

1- تقدير الجرعة الإشعاعية الناتجة عن الاطلاقات البيئية :

يحدث عادة تقدير الجرعة الإشعاعية الناتج عن الاطلاقات الروتينية للمجموعة الحرجة من الناس والتي هي مجموعة من الناس الذين يتعرضون لمنبع مشع معين ويحصلون على أعلى

جرعة فعالة نتيجة التعرض لهذا المنبع . ومن الضروري من اجل تقدير الجرعة الإشعاعية الناتجة عن الاطلاقات الروتينية أو الناتجة عن حادث نووي معين لمنشأ أن تقاس تركيز المواد المشعة الموجودة في البيئة .تعتبر المتحولات المناخية والارتفاع الذي يتم فيه عملية الإطلاق في الموقع هامة من اجل تقدير تركيز المواد المشعة في ذلك الموقع . وباستخدام معدل التنفس المناسب وبعض المعلومات عن التفاعلات الحيوية يمكن تقدير تعرض الفرد عن طريق الاستنشاق . بينما معرفة معدل السقط وعوامل الانتقال ..... يمكن حساب الجرعة التي يتعرض لها الفرد عن طريق الهضم . ويمكن حساب الجرعة الإشعاعية الخارجية التي يتعرض لها الفرد نتيجة السحابة الملوثة وذلك بمعرفة توزع تركيز الملوثات في الهواء .

ومن أجل تقدير الجرعة الإشعاعية الناتجة عن الاطلاقات البيئية يجب أن نفهم بشكل جيد المعطيات التالية :

A - انتقال المواد المشعة المنطلقة إلى الإنسان عن طريق النظم البيئية المختلفة .

B - طرق التعرض المختلفة المتعلقة بكل نوكليد مشع .

C – تركيز المواد المشعة أو الحقل الإشعاعي ، عادات وسلوك المتعرضين والتفاعلات الحيوية للمواد المشعة التي دخلت جسم المتعرضين .

أما من اجل حادث نووي ما فيجب معرفة المطيات التالية من اجل تقدير الجرعة الإشعاعية :

A - كيفية تطور مصدر المطلق للمواد المشعة .

B – مواصفات الإطلاق مثل النظائر المشعة المنطلقة ، ارتفاع الإطلاق، الشكل الكيميائي والفيزيائي ، فترة الإطلاق .....

C – المعلومات المناخية السائدة خلال عملية الإطلاق

D – توزع الناس من حيث الاتجاه والمسافة بالنسبة لموقع الحادث

E – مستوى التلوث على الأرض .

F – الإجراءات الوقائية المتخذة .

2– العوامل المؤثرة بكمية التعرض الإشعاعي :

إن ارتفاع وحجم السحابة المنطلقة تأثير مباشر على تعرض الناس القاطنون قرب مكان الحادث . حيث أن مواصفات السحابة إضافة للمناخ السائد وقت الحادث يحددان معدل وصول الملوثات المحمولة في السحابة للأرض .وتزداد أبعاد السحابة المنطلقة بشكل فعال بازدياد الارتفاع الذي يتم عنده انطلاق الملوثات ، وبالتالي تسير السحابة إلى مسافة أطول قبل أن تصل الأرض . مما يؤدي إلى انتشار الملوثات على مساحة واسعة ، وهذا بدوره يؤدي إلى انخفاض التركيز ومعدل

الجرعة . كما يختلف توزع التركيز بشكل كبير بين ظروف مستقرة أو غير مستقرة للغلاف الجوي كما ويتناسب التركيز عكسا مع سرعة الريح .

كما يمكن أن تؤثر عادات الطعام (مثل كمية الحليب المتناول في حالة التلوث باليود 131 أو السيزيوم137)، وعادات النوم خارج المنزل في العراء ،.....الخ بشكل كبير ومعنوي على الجرعة الإشعاعية الحاصلة نتيجة اطلاقات حادث ما . كما وان الجرعة التي يتلقاها الأطفال الرضع الذين يعتمدون على حليب أمهم من عنصر اليود 131 تكون نسبيا صغيرة .

3- طرق التعرض بعد الإطلاق إلى الجو :

تنتقل المواد المشعة المنطلقة إلى الجو عن طريق الرياح وتتشتت وتتوزع عن طريق عمليات الخلط الجوي العادية . وبذلك يمكن أن يتعرض الفرد داخليا أو خارجيا نتيجة تعرضه للسحابة المشعة الناتجة عن الإطلاق . ويكون تعرض الفرد من خلال عدة طرق مثل الاستنشاق ، الامتصاص الجلدي (التريتيوم) ، خارجيا لأشعة غاما وجسيمات بيتا ، .....الخ

بعد مرور السحابة المشعة فان المواد المشعة الساقطة على الأرض يمكن أن تعرض الناس خارجيا نتيجة تفككها أو داخليا عن طريق الهضم نتيجة أكل الخضار ولحوم الحيوانات وشرب الحليب أو عن طريق التنفس نتيجة إعادة تعلق المواد المشعة المترسبة على العوالق الهوائية .

4- التعرض نتيجة تلوث سطح التربة :

يمكن أن يلوث يحدث حادث إشعاعي لمفاعل نووي مساحات شاسعة من الأرض . ويعتبر دخول المواد المشعة عن طريق الهضم من أهم الطرق التي من الممكن أن يتعرض لها الفرد بعد مرور السحابة الملوثة وحصول عمليات التوضع . ومن المعروف أن كمية هذه المادة المتوضعة تعتمد بشكل مباشر على الصفات الفيزيائية والكيميائية للمادة الملوثة وعلى أبعاد الجزيئات وطبيعة السطح المتوضع عليه إضافة إلى الظروف المناخية السائدة .

5- تقدير التعرض الداخلي عن طريق التنفس :

يمكن حساب الجرعة المتلقاة عن طريق التنفس بعد زمن قدره t وفق المعادلة :

$$D(t) = [x/Q] \sum_i Q(t).(DF)$$

حيث : D(t) الجرعة خلال الزمن t ز

(DF) معامل تحويل بين البيكرل والسيفرت للنظير i (sv/Bq) .

(BR) معدل التنفس .

وقد وجد أن الجرعة المكافئة للغدة الدرقية عند البالغين عن طريق التنفس الناتجة عن عنصر اليود 131 هي 2.7×10^{-7} سيفرت لكل بيكرل (sv/Bq) . بينما الجرعة المكافئة لعنصر السيزيوم137 فهي 8.6×10^{-9} سيفرت لكل بيكرل (sv/Bq) .

6- التعرض الناتج عن طريق الهضم:

يمكن أن تؤخذ النوكليدات المشعة المترسبة عن طريق الأطعمة وتؤدي إلى تعرض إشعاعي داخلي . فمن أن التعرض الناتج عن الأرض الملوثة باليود131 والسيزيوم 137 .....

فان من أهم سلسلة غذاء هي : الهواء > الأعشاب > البقر> الحليب > الإنسان.

تؤخذ عادة الأطفال دون 6 أشهر كمجموعة حرجة من اجل اليود131 والسيزيوم137 الملوث للتربة بعد الإطلاق ، وذلك لكبر الجرعة المكافئة بواحدة التناول ولأنهم يعتمدون بشكل رئيسي في غذائهم على الحليب . فمن اجل اليود131 فان معاملات الجرعة للغدة الدرقية هي 4.3×10^{-7} (sv/Bq) للبالغين. و 3.7×10^{-6} (sv/Bq) للأطفال .

أما معاملات الجرعة من اجل السيزيوم 137 والسترونسيوم90 فهي 2.1×10^{-8} و 2.3×10^{-7} (sv/Bq) للأطفال 1.4×10^{-8} و 2.8×10^{-8} (sv/Bq) للبالغين .

7- تقدير الجرعة بعد حادث نووي :

يتم إطلاق الملوثات إلى الغلاف الجوي عند حادث في منشأ نووية على مستوى سطح الأرض أو عبر المداخن أو كليهما. يجب أن تقدر الجرعة الإشعاعية في هذه الحالة بشكل منفصل لكل من حالتي الإطلاق . كما يجب أن يحسب كل مما يلي بشكل منفصل :

a. التعرض الخارجي الناتج عن غازات نواتج الانشطار النبيلة.
b. الجرعة الداخلية الناتجة عن تنفس الجسيمات المنطلقة.
c. التعرض الداخلي الناتج عن تناول الأطعمة الملوثة .
d. الجرعة الخارجية الناتجة عن توضع النوكليدات المشعة على سطح الأرض .

فالجرعة الإشعاعية الكلية تختلف بشكل كبير باختلاف نوع النوكليدات المشعة ،ارتفاع مكان الإطلاق ، طول فترة الإطلاق وسلوك اتجاه الريح خلال الإطلاق .

في المراحل الأولى لحادث ما يتضمن إطلاق لفترة صغيرة لمجموعة مختلطة من النوكليدات المشعة إلى الجو الخارجي وخلال مرور سحابة الملوثات ، تكون مشاركة الجرعة الداخلية الناتجة عن التنفس للجرعة الكلية اكبر بكثير من تلك الناتجة عن التعرض الخارجي . إلا في حال هبطت السحابة على سطح الأرض وكانت تحوي كمية كبيرة من اليود والجسيمات مقارنة مع غازات نواتج الانشطار النبيلة .

المصادر المشعـــة :

تنقسم المصادر المشعة إلى قسمين : مصادر مغلقة ومصادر مفتوحة . فالمصادر المغلقة نعني بها الأجهزة المصدرة للأشعة عن طريق تحول الإلكترون إلى فوتونات بعد التسارع والإصطدام بالهدف الموجود بأنبوبة الأشعة فتخرج الفوتونات على هيئة طاقة (الأشعة السينية) ، وهذه الفوتونات يجب تقليل كميتها إلى أقل ما يمكن لتلافي الضرر الناتج منها للمريض أو المستخدم أو عامة الناس . من الاحتياطيات الضرورية أثناء التشعيع تقليل مساحة التعرض الإشعاعي وتحديد المنطقة المطلوب تشعيعها بدقة متناهية ، ومنها ضبط العوامل الخاصة بالتشعيع (التصوير) وتحديد الجهد اللازم وكذلك زمن التعرض ، ومنها كذلك استخدام الدروع الرصاصية الواقية للأعضاء الحساسة بالجسم مثل عدسة العين والأعضاء التناسلية ، ومنها أيضا تلافي إعادة التشعيع أو الإكثار منه بدون تبرير . وهذا النوع من المصادر يعتبر الأقل ضررا لأن التشعيع مربوط بدوائر كهربائية تتحكم بإنتاجها . أما المصادر المفتوحة فنعني بها النظائر المشعة المعدة للتشخيص والعلاج على شكل مواد سائلة ، صلبة ، وغازية . ومن أمثلة النظائر السائلة الجاليوم ، ومن أمثلة النظائر الصلبة كبسولات اليود ، ومن أمثلة النظائر الغازية الزينون والكربتون .

القواعد وإجراءات الوقاية من الإشعاع :

1- تقليل تعرضه للإشعاع قدر الإمكان وأن يكون تعرضه ضمن الحدود المسموح بها .

2- الاستخدام الأمثل للمواد المشعة وكذلك لأجهزة الرصد الموجودة بالقسم .

3- التأكد من عدم تلوث اليدين والملابس قبل مغادرة الموقع إلى الأماكن العامة .

4- في حالة الظروف الغير عادية يتم إبلاغ قسم الحماية من الإشعاع في الحال .

5- في حالة وجود أعراض زيادة الجرعة الإشعاعية أو الشك في ذلك يبلغ المسؤول الطبي فورا.

6- عدم السماح بالأكل أو الشرب داخل معمل التحضير للمواد المشعة (المعمل الحار).

7- غسل اليدين جيدا بالماء وذلك بعد كل استخدام للنظائر المشعة .

8- يجب عدم القيام بأي عمل إشعاعي إلا إذا كانت الفائدة الناجمة عن العمل تفوق المخاطر المتعلقة به .

9- يجب ألا تتعدى الجرعات الإشعاعية تحت أي ظرف أي حد من حدود الجرعة المسموح بها .

الشروط الأساسية للوقاية في غرف الأشعة وأجهزتها :

- ❖ - يجب أن تكون غرف المعالجة الإشعاعية مصممة بشكل لا يسمح للعاملين فيها بالتعرض للأشعة الصادرة من أجهزة المعالجة الإشعاعية .
- ❖ - أن تكون جدران الغرف المعالجة الإشعاعية والأبواب ذات سماكات كافية لتخفيض التعرض للأشعة إلى الحد المسموح به على الأقل .
- ❖ - يجب أن تكون مخازن المنابع المشعة مصممة بشكل يؤمن الوقاية الإشعاعية المناسبة للأشخاص ويمنع من التعرض غير المبرر للأشعة ويجب أن تكون حاويات التخزين طويلة المدى مقاومة للإشعاع المؤين وللحرارة وللمواد الكيميائية .
- ❖ - يجب أن تكون أرض مخبر الأشعة من طبقة عازلة وخاملة كيميائيا بحيث تسهل إزالة التلوث في حال حدوثه .
- ❖ - يجب أن تدرع طاولة العمل ، أرضيتها وجوانبها ، بحيث تؤمن الوقاية المناسبة للعامل عليها ، ويجب أن تحتوي على صفيحة من الزجاج أو الزجاج الرصاصي لحماية العاملين عند إراقة أي مادة مشعة بشكل طارئ أثناء العمل .
- ❖ - يجب أن تكون غرف المعالجة الإشعاعية ذات طابق واحد ومنفرد أو بعيد عن أماكن العمل والمناطق السكنية أو في الطابق الأرضي على الأقل للتخفيف من الكلفة الإجمالية

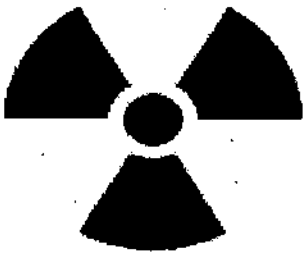
التي تتطلبها عمليات التدريع في مثل هذه الغرف وذلك لحماية العاملين والعاملين والمرضى من الأشعة .

- ❖ - يجب أن يكون التحكم بالمنبع أوتوماتيكيا ما أمكن للإقلال من زمن تواجد العاملين بالقرب من المنبع.
- ❖ - وجود نظام التهوية الجيدة ، بحيث يكون اتجاه سحب الهواء من المناطق الأقل تلوثا إلى المناطق الأكثر تلوثا .
- ❖ - يجب أن لا تقل مساحة غرفة الأشعة عن (24) متر مربع .
- ❖ - يجب أن يتغير الهواء من(15 – 8) تغيرات في الساعة عن طريق ساحبات هواء مناسبة .
- ❖ - يجب استخدام مؤشرات تلوث للأفراد لتقدير الجرعات الملقاة للعاملين في الأشعة .

لافتات التحذير :

تستخدم شارة دولية للدلالة على الخطورة الإشعاعية .

وهي عبارة عن دائرة مركزية يحيط بها ثلاثة قطاعات دائرية مطلية جميعا باللون الأسود ومرسومة على خلفية صفراء ويكتب عليها مصطلحات مختلفة للدلالة على نوع الخطورة مثل :



RADIATION ZONE

(منطقة إشعاعات)

المراقبة الإشعاعية للأفراد

1- رصد التعرض الإشعاعي الخارجي :

تعتبر نظم الرصد الإشعاعي للتعرض الخارجي من أهم الطرق التي تمكن من تقدير الجرعات الإشعاعية التي يتعرض لها الجسم بأكمله أو أي عضو من أعضائه أو المسطحات الجلدية المعرضة للأشعة المؤينة . ويتطلب الأمر في جميع الأحوال التعرف على طبيعة المصادر المشعة التي يتم التعامل معها ومستوى وطبيعة ما يصدر عنها من إشعاعات مؤينة .وذلك بإتباع مايلي :

a) يستعمل الفرد احد أجهزة قياس الجرعات الإشعاعية طوال فترة تعامله باي من الأنظمة النووية.

b) يكتفي في اغلب الأحوال بان يستعمل الفرد احد أجهزة قياس الجرعات الإشعاعية وان يرتديه على احد أجهزة الجسم الأكثر تعرضا للإشعاعات المؤينة ، إلا انه في حال احتمال التعرض الإشعاعي لجرعات متزايدة من مشعات غاما مختلفة الطاقة خاصة عندما يكون المجال الإشعاعي غير متجانس فيكون لازما ارتداء أجهزة إضافية على أجزاء متعددة من الجسم للحصول على نتائج يمكن الاعتماد عليها في تقدير الجرعات المكافئة التي يتعرض الإنسان.

2- رصد التعرض الإشعاعي الداخلي :

يعتبر من الأمور الضرورية في العديد من المنشآت النووية تقدير الجرعة الإشعاعية التي يتعرض لها الفرد نتيجة التلوث الداخلي بالجسم بصفة منتظمة في أماكن العمل التي لا يستبعد فيها احتمال التلوث الإشعاعي وفي حالة الحوادث الإشعاعية التي تؤدي إلى التلوث الإشعاعي لمكونات البيئة المحيطة. وتعتمد الطرق المتبعة لتقدير المواد المشعة بجسم الإنسان إما بالعد الكلي للجسم أو بتقدير المواد المشعة في الافرازات والمواد البيولوجية الناتجة عن جسم الإنسان.

العداد الكلي للجسم

يتم تقدير التلوث الداخلي بالجسم باستخدام أنواع مختلفة من العدادات التي تمكن من قياس مشعات غاما ومشعات ألفا باستعمال كواشف متعددة من يوديد الصوديوم وكواشف مرور الغاز

المتناسب ذوات نوافذ بلاستيكية رقيقة لا يتجاوز سمك أي منها (0.8) ملغ /سم^2 ، ويتم رصد نتائج القياس تباعا وتصدر عن الجهاز إنذار في حال ارتفاع مستوى التلوث الإشعاعي .
ويراعى في كل الأحوال التخلص تماما من أي ملوثات إشعاعية على سطح جسم الإنسان قبل إجراء أي من القياسات لعدم الحصول على نتائج مرتفعة دون داع .

تحليل الافرازات والمواد البيولوجية

يتم في هذه الحالة قياس المواد المشعة التي توجد في بعض الافرازات وأهمها:

- افرازات الأنف التي تتجمع على مناشف ورقية ويستدل منها بصفة مبدئية على مدى استنشاق الأتربة المحملة بالمواد المشعة .
- يتم تحليل عينات من البول لتحديد ما تحتويه من مواد مشعة مع اعتبار ان معدل التبول يختلف من فرد لآخر ، مما يتطلب جمع العينات مجال الاختبار خلال 24 ساعة .
- بالنسبة لتحليل عينات البراز ، فيتم ذلك بصفة روتينية لرصد ما قد تم تناوله من المواد المشعة خلال المراحل البدائية بعد حدوث أي من الحوادث النووية ، خاصة بالنسبة للنويدات التي تدخل جسم الإنسان ويكون من المتعذر تقديرها بجهاز العد الكامل لجسم الإنسان

3- رصد التلوث الإشعاعي بجلد الإنسان وما يرتديه من ملابس

يهدف رصد التلوث الإشعاعي هذا إلى الحد من زيادة الجرعة الإشعاعية المكافئة التي يتعرض لها الإنسان سواء من التعرض المباشر للأشعة المؤينة أو عن احتمال وصول أي من الملوثات المشعة إلى داخل جسم الإنسان ، بالإضافة إلى منع تسرب أي من الملوثات المشعة إلى مناطق غير ملوثة إشعاعيا . ويستعمل لهذا الغرض أنواع مختلفة من أجهزة قياس الأشعة المؤينة ، منها أجهزة لقياس الملوثات المشعة بأيدي وأرجل العاملين تعتمد على كواشف الغاز الانسيابي ذوات نوافذ رقيعة (0.8 ملغ /سم^2) تمكن من قياس مشعات ألفا وبيتا وغاما والبعض منها مزود بكواشف الهواء المتناسب ومزود بأجهزة إنذار تعمل تلقائيا عند زيادة المستوى الإشعاعي للملوثات المشعة ، كما يستعمل بعض الكاشف الأخرى لقياس مدى التلوث الإشعاعي بالأسطح والملابس المختلفة مثل كواشف جيجر والكواشف الوميضية لبوديد الصوديوم وغيرها .
يتوقف تقدير الجرعة الإشعاعية المكافئة للتعرض الإشعاعي للإنسان من خلال قياس مستوى التلوث الإشعاعي بجلد الإنسان على عوامل متعددة مما يحد من استعمال تلك الطريقة .

وتتضمن تلك العوامل ما يتعلق بهندسة التعرض الإشعاعي والامتصاص الذاتي للأشعة المؤينة والمواد النووية على الملابس وكفاءة الكواشف المستعملة في القياس واعتمادها على الطاقة الإشعاعية المنبعثة من المصدر المشع بالإضافة إلى طبيعة توزيع الملوثات المشعة على سطح الجلد . وفي حال عدم زيادة مستوى التعرض الإشعاعي عن المستويات الاستنتاجية المحددة فيمكن اعتبار متوسط المساحة الجلدية الملوثة 100 سم^2 وما زاد عن تلك المستويات يتطلب أن تؤخذ طبيعة انتشار الملوثات المشعة على سطح الجلد قد يؤدي إلى مستويات منخفضة من الجرعات المكافئة إلا انه من المحتمل أن يكون مصدر للتلوث الداخلي ما لم يتم إزالة مسببات التلوث ، وفي المقابل فان التلوث الإشعاعي للجلد بمواد صلبة لها نفس القوة الإشعاعية قد يؤدي إلى قيمة مرتفعة للجرعة الإشعاعية المكافئة بالمناطق المعرضة من الجلد ، مما يتطلب ضرورة معالجة كل حالة على حده فيما يتعلق بحساب معدل الجرعات الإشعاعية للأفراد بالاعتماد على معدلات التلوث الجلدي .

المراقبة الإشعاعية بالمنشآت النووية :

- من أهم أهداف تطبيق نظم الرصد والمراقبة الإشعاعية بمختلف المنشات النووية التأكد من أن تتم مراحل التشغيل العادي لأي منها طبقا لمعدلات الأمان المصرح بها من قبل السلطات المختصة ، مما يضمن الحد من مسببات التلوث الإشعاعي والتيقن من ان انطلاق أي من المتدفقات المشعة السائلة أو الغازية يتم بما لا يجاوز المستويات المقررة. كما يتضمن أهداف الرصد الإشعاعي جمع البيانات اللازمة للتعرف على طبيعة ومدى وأسباب ما قد يحدث من انطلاق غير متوقع .
- تتماثل طرق إطلاق المتدفقات المشعة الناتجة عن التشغيل العادي للمنشات النووية ، حيث يتم إطلاق الهواء الملوث إشعاعيا إلى الأجواء المحيطة خلال بعض المداخن ، ويتم تجميع السوائل المشعة في أوعية خاصة واختبارها قبل مرورها خلال أنابيب خاصة إلى مجاري المياه المجاورة . ويمكن الاختلاف بين تلك المنشات في معدل تدفق ما يتقرر إطلاقه من سوائل وغازات سواء بطريقة مستمرة أو على دفعات متتالية . كما تختلف النويدات المشعة في الغازات والسوائل نوعا وكما باختلاف نوع المنشاة النووية وما يتم فيها من أعمال وما تطبقه من برامج رصد ومراقبة داخلية ، وتعتمد برامج الرصد الإشعاعي في كل الحالات على مجموعة النويدات التي لها أهمية خاصة بالنسبة لمتطلبات الوقاية الإشعاعية .

- أهم ما تحتويه الغازات المتصاعدة من مداخن مفاعلات القوى للنظائر المشعة للغازات الخاملة مثل الزينون والكريبتون وتظائر اليود المشعة وبعض نواتج التفاعلات النووية والتنشيطية على هيئة معلقات بالإضافة لبعض المركبات المتطايرة للتريتيوم والكربون 14 . ويختلف الأمر بالنسبة لمفاعلات البحوث والمفاعلات التجريبية ، حيث تعتمد المواد المشعة في الغازات المتصاعدة على نوع المفاعل وتحتوي في اغلب الحالات على كل من الارغون 41 والتريتيوم، إلا أنها لا تحتوي على نظائر مشعة لنواتج الانشطار التي يتوقع احتمال تواجدها في حالات الحوادث .

إما بالنسبة لمنشات إعادة معالجة الوقود النووي المحترق فتحتوي الغازات المتصاعدة أساسا على عدد من نواتج الانشطار طويلة العمر ونواتج التفاعلات النووية التنشيطة بالإضافة إلى التريتيوم والكربون 14 وغاز الكريبتون85 واليود129 وعدد من نظائر عناصر مجموعة الاكتينيدات . وفي حالات الحوادث الحرجة فيضاف إلى ذلك مجموعة من نواتج الانشطار قصيرة نصف العمر .وبالنسبة لمنشآت المعجلات النووية فتحتوي الغازات المنطلقة أساسا على التريتيوم ونظائر مختلفة من نواتج التفاعلات النووية التنشيطية قصيرة نصف العمر .

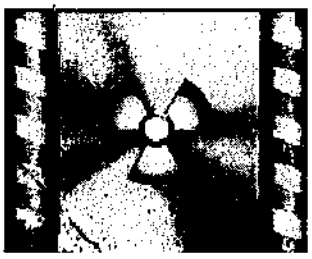
- بالنسبة للدوافق السائلة ، تحتوي السوائل المجمعة نتيجة تشغيل مفاعلات القوى على أنواع مختلفة من نواتج الانشطار وعدد من نواتج التفاعلات النووية التنشيطية بالإضافة إلى نظائر كل من عناصر الكوبالت والسترونسيوم والسيزيوم واليود وكميات محسوسة من التريتيوم . وفي حالة مفاعلات التجارب والبحوث فيعتمد ما تحتويه السوائل المجمعة نتيجة التشغيل العادي من نظائر مشعة على أنواع تلك المفاعلات ، أما بالنسبة لمنشآت إعادة معالجة الوقود النووي المحترق فتحتوي السوائل التي يتقرر إطلاقها من تلك المنشآت على بعض نواتج الانشطار ونواتج لبعض التفاعلات النووية التنشيطية طويلة العمر ، منها التريتيوم والسترونسيوم90 والسيزيوم137 بالإضافة إلى نظائر عناصر مجموعة الاكتيدات بكميات تعتمد أساسا على الطرق المتبعة لمعالجة تلك السوائل قبل أن يتقرر تدفقها إلى المجاري المائية .

وبالنسبة لمنشآت تصنيع وقود اليورانيوم وتعدين البلوتونيوم وتصنيع مركباته فيتم معالجة ما يتجمع من مخالفات سائلة للحد مما تحتويه من نويدات لما يتم التعامل معه من عناصر ويعتمد ما يتبقى في السوائل من نظائر مشعة على كفاءة طرق الفصل

المتبعة .وبالنسبة للسوائل التي تجمع من عمليات التنقيب وفصل ركاز اليورانيوم فتحتوي أساسا على الراديوم226 ونواتج اضمحلاله.

وهنا أعرض الجدول التالي الذي يعرض كل ما يتعلق بمسارات التعرض الرايولوجي للأفراد نتيجة لمختلف سبل التعرض الإشعاعي لنظائر المشعة الأكثر خطورة ،كما يتضمن المسارات الحرجة المؤثرة على ما يتعرض له الإنسان من جرعات إشعاعية سواء بطريقة مباشرة أو نتيجة لتعاطي أغذية ومشروبات ملوثة إشعاعيا مع تحديد أعضاء الجسم الأكثر تأثيرا في كل حالة .
ص100

مخاطر تعرض الإنسان للإشعاع



يتعرض الإنسان المعاصر إلى ما يقرب من (1) (msv./y ملي سيفرت / سنة) وقد تصل أحيانا إلى (msv./y 10) ، علما بان أقصى جرعة مسموح بها لتعرض الإنسان للإشعاع هي (msv./y 5) حسب دراسة الهيئة الدولية للوقاية من الإشعاع وينجم هذا التعرض الإشعاعي عن المصادر التالية ..

1- التعرض الطبيعي : ويؤلف نحو 38.7%
2- التعرض الطبي : ويؤلف نحو 13.5% للأغراض التشخيصية والعلاجية
3- التعرض من متساقطات التفجيرات النووية ويؤلف نحو 2%
4- التعرض الحرفي ومن التلفزيون والطيران
5- التعرض إلى نفايات المنشآت النووية

وأدناه إيجاز بكل نوع من هذه الأنواع :

1- التعرض الطبيعي ((Natural Exposure:الناتج عن الخلفية الإشعاعية للبيئة (Background)

ويتألف من ثلاثة مكونات رئيسية هي :

أ- الإشعاعات الكونية Cosmic – Rays

ب- الإشعاعات الصادرة عن التربة

ج- الإشعاعات الموجودة داخل الجسم : وهذا النوع من الإشعاعات يعتمد على طبيعة تغذية الإنسان والبيئة ، كتركيز عنصري الراديوم 228 – 226 والتوريوم 228 في الطعام والشراب ، حيث أن ازدياد تركيز الراديوم 226 في الماء ثم الجهاز العظمي يؤدي إلى زيادة الإصابة بمرض سرطان العظام .

2 - التعرض الطبي :

حيث أن التعرض الطبي للإشعاعات المؤينة قد ازداد زيادة مضطردة من ناحية التعداد وقيمة الجرعة وذلك خلال النصف الثاني من القرن العشرين .

3- التعرض من متساقطات التفجيرات النووية :

إن المتساقطات المشعة الناجمة عن تجارب الأسلحة النووية تعتبر ذات تأثير فعال وتؤدي إلى حصول تلوث إشعاعي للبيئة ، أكثر مما تفعله أعمال طرح الفضلات المشعة الناتجة عن عمليات الطاقة النووية .

4- التعرض الحرفي ومن التلفزيون والطيران :

وهذا ناتج عن طبيعة عمل الإنسان وحرفته ، إضافة إلى أجهزة التلفزيون المستخدمة في الوقت الحاضر والتي تشتغل على اقل من (25) كيلو فولت وتحتوي على غطاء زجاجي واقي لهذا فان معدل الجرعة قد انخفض إلى (10 msv./y) أو اقل .

كما أن استخدام الطائرات وارتفاعها إلى عشرات الكيلو مترات عن سطح الأرض يؤدي إلى ازدياد جرع الإشعاعات الكونية التي يتعرض لها الإنسان نتيجة لسببين رئيسين هما :

أ/ الإشعاعات الشمسية المرتبطة بالتوهج الشمسي

حيث أن الجرعة التي يتعرض لها جسم الإنسان تقدر بـ - (4100 msv./y)عندما يكون على علو (20) كيلو مترا خلال دورة البقع الشمسية ، علما بان هذه الإشعاعات تكون متغيرة لتعطي جرعة عالية لساعات قليلة بعد التوهج .

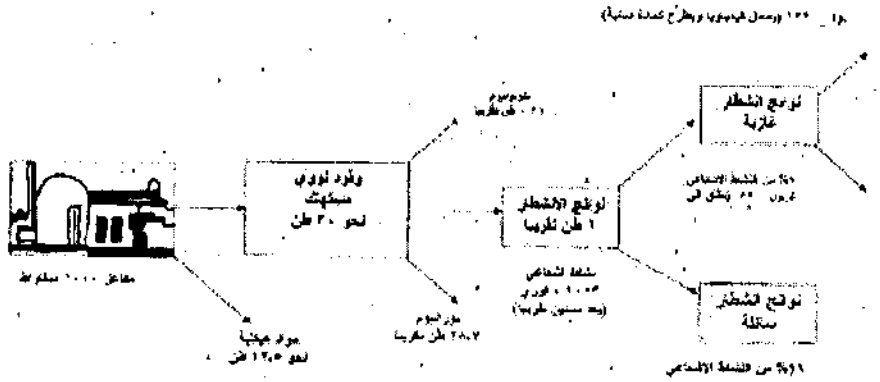
ب/ الأشعة الكونية (Galactic cosmic Radiation)

وهذه الأشعة مصدرها الفضاء الخارجي(Galactic space) ، حيث أن الجرعة التي يتعرض

لها جسم الإنسان في هذه الحالة تقدر بـ (20 msv./y)عندما يكون على علو يقارب (20 كيلو متر) فوق مستوى سطح الأرض .

5 - التعرض من نفايات المنشآت النووية :

حيث يتعرض سكان المناطق القريبة من المنشآت النووية إلى جرع قد تزيد عـــن (10 msv./y) نتيجة طرح هذه المنشآت غازات مشعة أو سوائل إلى الأنهر مع النفايات ، وسيزداد تعرض الإنسان المعاصر لنفايات المنشآت النووية نتيجة لزيادة نسبة مشاركة المحطات الكهرونووية بتزويد البشرية بالطاقة الكهربائية.. والشكل التالي يبين النفايات المشعة لمحطة كهرونووية بعد مرور سنة واحدة من التشغيل .



شكل (١)
النفايات المشعة لمحطة كهرونووية بعد سنة واحدة من التشغيل

التأثيرات البيولوجية للإشعاع النووي :

يدخل الإشعاع النووي الذي يحمل طاقة عالية ، والذي تمتصه أنسجة الجسم كجرعة داخلية أو خارجية ، في تأثيرات متبادلة مع الذرات والجزيئات التي تتكون منها المادة الحية. وينشأ عن هذه التأثيرات رد فيزيائي أولي يتمثل في تهيج وتأين الذرات والجزيئات ويمكن أن يقود هذا الرد إلى انكسار وتجزأ مجموعات جزيئية وهياكل نسيجية متعددة وتعطل وظائفها وتكوين ما يدعى بالمواد المتطرفة .(Radicals)

ويعقب التأثير الفيزيائي المباشر عدد من التفاعلات الكيمياوية والبيوكيمياوية التي يمكن أن تؤدي إلى إصلاح الخلل الأولي أو إلى ارتباط المواد المتطرفة في مركبات سامة ، أي إلى تأثير

ثانوي يزيد من شدة التأثير الأولي للإشعاع. وتتم أهم التفاعلات الكيمياوية في الماء الذي يمثل المادة المذيبة للمواد البيولوجية الداخلة في تركيب خلايا الجسم وتكتسب التفاعلات البيوكيمياوية للجزيئات الزلالية والأحماض النووية في الخلية أهمية خاصة نظرا للدور الذي تلعبه هذه الجزيئات في التحكم الديناميكي بوظائف الخلية .

وتظهر التفاعلات الفيزيائية الأولية والتفاعلات (الكيمياوية – بيوكيمياوية) الثانوية كتأثيرات بيولوجية للإشعاع . إلا أن حدوث تخريب في خلية أو نسيج ما لايعني بالضرورة تأثر وظائف الخلية أو النسيج بهذا التخريب ، إذ تمتلك أنسجة الجسم الحي القدرة على إصلاح الخلايا المصابة أو التخلص منها بمساعدة نظام المناعة.. علما بان جسم الإنسان البالغ يحتوي على نحو (134x10)خلية تختلف في الحجم والوظيفة ولمعظم الخلايا حجم صغير إذ لايتجاوز قطرها (1/1000)سم . إلا أن بعض الخلايا العصبية قد يتجاوز طولها 100سم وتقسم الخلايا إلى صنفين أساسيين هما الخلايا الجسدية (somatic cells)والخلايا الجينية الناقلة للوراثة .(Germ cells)ومعظم الخلايا جسدية منها تتكون الأعضاء والأنسجة وهياكل الجسم الأخرى أما الخلايا الجينية الناقلة للوراثة فتتحدد وظيفتها بإعادة الإنتاج أو (التكاثر) وهي التي تحمل أيضا العوامل الوراثية من جيل إلى جيل أخر .

تأثيرات الإشعاع في الخلايا الجسدية :

قد تظهر التأثيرات الإشعاعية في الخلايا الجسدية كتخريب حاد(مبكر) أو تخريب متأخر (لاحق). ولا تطرأ التخريبات الحادة إلا بعد التعرض لجرع عالية من الإشعاع (وهي في العادة جرع خارجية)، وتظهر أعراضها غالبا في فترة لاتتجاوز بضعة أسابيع من تاريخ التعرض للجرعة الإشعاعية .

أما التأثيرات المتأخرة فلا تظهر أعراضها إلا بعد فترات حضانة قد تمتد لسنوات عديدة .

ولايمكن تثبيت حدود دنيا مؤكدة للجرع الإشعاعية الحرجة (أي تثبيت حد أدنى للجرعة الإشعاعية ، تبدأ بتجاوزه التخريبات الحادة أو المتأخرة).

لذا تسعى البحوث الجدية إلى تثبيت التأثيرات البيولوجية الناجمة عن التعرض لجرع إشعاعية صغيرة لفترات طويلة قد تمتد لسنوات عديدة .

الوقاية من الإشعاعات النووية :

يمثل الإشعاع النووي والمواد المشعة حلقة وصل بين المنشأة النووية (أو المفاعل النووي) والإنسان الذي يراد حمايته من التأثيرات الضارة لهذه الإشعاعات . لذا تتم الوقاية من الإشعاع بالتخلص من مصدر الإشعاع أو إبعاد الإنسان عنه ، أو وضع حاجز واق بينهما .

1 - التخلص من مصدر الإشعاع:

يمكن تقليص كمية المواد المشعة الناتجة عن تشغيل المنشآت النووية عن طريق التحكم بالشوائب الداخلة في تركيب المواد الهيكلية أو مادة التبريد. فالمعروف أن عددا من المواد الداخلة في بناء هياكل هذه المنشآت ينشط إشعاعيا بعد تعرضه لتأثير الإشعاعات الصادرة عن التفاعلات النووية .

كما يمكن تخفيف المواد المشعة التي تطلقها المنشآت النووية إلى الجو وذلك بخلطها مع كميات كبيرة من الماء أو الهواء قبل إطلاقها .

ويجري خزن الأوعية الحاوية للنفايات النووية والمواد المشعة الأخرى في مستودعات خاصة ، وتعتبر مناجم الملح مستودعات مثالية لهذا الغرض .

2- الوقاية بالابتعاد عن مصدر الإشعاع :

حيث من المعروف أن شدة الإشعاع تتناسب عكسيا مع مربع البعد عن مصدره وهنالك محاولة رياضية خاصة للتقليل من الإشعاع استنادا إلى مربع البعد عن المصدر .

3- الدروع والحواجز الواقية من الإشعاع :

يستند إنشاء الدروع الواقية من الإشعاع إلى المبادئ الأساسية لتفاعل الإشعاع النووي مع المادة .

وبما أن لجسيمات ألفا وبيتا والالكترونات والبروتونات مديات قصيرة في اختراقها للمادة فان الاهتمام الرئيسي ينصب عادة على الإشعاعات النفاذة كالإشعاعات السينية أو إشعاعات غاما والإشعاعات النيوترونية .

الوقاية من الأسلحة الكيميائية

المواد الحارقة (Blister Agents) :

هي مواد تستخدم كسلاح كيماوي وتؤدي إلى حروق أو بثور في الجلد كما تؤدي إلى إصابات شديدة في العيون والجهاز التنفسي والأعضاء الداخلية.

تستخدم هذه المواد من أجل تعطيل القوة المهاجمة حيث أنها تضطرها للبس الملابس الواقية التي يمكن أن تعطل سيرها وبالتالي تعطل إمكانياتها الهجومية.

تستخدم هذه المواد يمكنها اختراق أغشية الخلايا في الأنسجة وكذلك يمكنها أن تلوث بعض المواد الأخرى (خشب، بلاستيك، نبات) وهي مواد لالون لها ولا رائحة وفي حالة حدوث رائحة فإن رائحتها تشبه رائحة البصل الفاسد أو الخردل.

أمثلة لهذه المواد:

- الخردل الكبريتي أو الخردل المقطر((Sulphur Mustard - Distilled Mustard
- الخردل الأموني (Nitrogen Mustard)
- أنواع أخـــرى مثل (Lewsite) و (phosgene oxime) و (Levinstein) و. (phenyldichloroarsine)

الخردل الكبريتي: (Sulphur Mustard)

يسمى كيميائيا الخردل الكبريتي أو الخردل المقطر وهو أشهر أنواع الخردل ولديه القابلية بالارتباط جزئيا ببعض المواد الأخرى حيث يمكنه الارتباط مع نوّيات أل (RNA, DNA) في الخلية مسببا عدم تكاثرها وتضاعفها كما أنه يرتبط بجزيئات الخلايا حيث يؤدي إلى تحطيم وإتلاف مجموعة كبيرة من الأنسجة الحية ، يتواجد في شكل غازي أو شكل سائل (يعطي أعراض أشد ضراوة من الغازي)

أعراض التسمم بالخردل:

الخردل يمكن أن يصيب الجلد والعيون والرئة والجهاز التنفسي عند التعرض إليه ، الأعراض لا تظهر إلا بعد 2-24 ساعة بعد التعرض وعند ظهور الأعراض يكون تلف الأنسجة قد حدث

أعراض التسمم الخفيف:

ألم في العيون، إصابات خفيفة في الجلد والغشاء المخاطي، حكة ، عطاس ، بحة صوتية وهذه الأعراض قد لا تحتاج إلى علاج طبي.

أعراض التسمم الشديد:

وهذه تحتاج إلى علاج فوري : عمى تدريجي ، غثيان ، صعوبة شديدة في التنفس ، قئ ، تكوين بثور في الجلد على شكل حروق وقد تؤدي إلى تلف شديد في الجلد ، إسهال.

الوقايـــة:

- لبس الملابس الواقية (بذلة الوقاية من المواد البيولوجية والنووية. (
- لبس قناع الوجه.
- غسل جميع المواد الملوثة جيداً بالماء أو التخلص منها بطريقة آمنة.

العـــلاج:

- العناية الطبية بالجروح والحروق.
- العلاج حسب الأعراض.

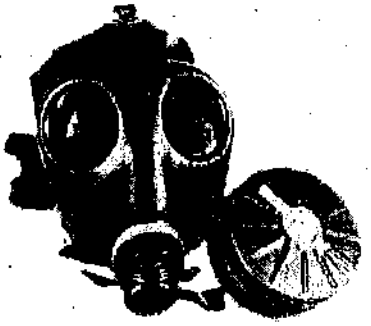
الخردل نوع: (Lewsite)

وهو مادة زيتية قاتمة اللون وهو أسرع أنواع الخردل في تكوين البثور والحروق ويؤدي إلى تحطيم عدد كبير من الخلايا كما يؤدي إلى انخفاض في ضغط الدم وتضخم الرئة وإصابة الأوعية المعوية ، التعرض لتركيز عالي منه يؤدي إلى الوفاة خلال عشر دقائق والتعرض المنخفض يؤدي إلى ظهور الأعراض خلال 30 دقيقة . يمكنه الارتباط بمواد كيميائية أخرى ليعطي تأثيراً أشد ضراوة ، الأعراض والوقاية والعلاج مثل الخردل الكبريتي.

الوسائل الواقية من الأسلحة الكيميائية:

الهدف الرئيسي هو منع وصول هذه المواد الكيميائية إلى جسم الإنسان بواسطة مادة واقية وأهمها:

1- قناع الغاز:(Gas mask)



وهو مصنوع من مادة عازلة وبها فلتر كربون ويعمل بطريقة ميكانيكية 0 وهو مكون من عدة عناصر تعطيه قدرة كبيرة على امتصاص المواد الكيميائية التي تكون في شكل رذاذ.

2- البذلة الواقية:

وتستعمل لحماية الجلد وهنالك نوعين من هذه الألبسة:

ب- بدل للحماية من المواد السائلة وهو مصنوع من النايلون ومغطى بالبلاستيك.

ت- بذلة للحماية من المواد الغازية و المرطبة:

والجزء الخارجي من هذه البذلة مصنوع من مواد مقاومة للزيت والجزء الداخلي من الكربون النشط مرتبط إلى فقاعات بلاستيكية.

3- هنالك بدل يلبسها الجنود من نوعMOPP

كما يجب لبس مريول وأحذية طويلة وقفازات وهذا النوع من البدل لا يمكن الشخص من العمل لساعات طويلة نسبة لاحتمال إصابته بالإجهاد الحراري أو ضربات الشمس.

كما أن الحماية من الأسلحة الكيميائية تعتمد على أربع نشاطات تتداخل في بعض الأحيان مع بعضها لتوفير الحماية الكاملة وهي:

a - الحماية الفيزيائية (حماية الجسم ، التنفس والحماية الكاملة)

b- الحماية الطبية (العلاج الذي يعطى قبل التعرض أو أثناء التعرض).

c- الكشف (التجذير ، السيطرة ، التأكيد والتعرف الكامل).

d- التطعيم والعقيم.

حماية المدنيين:

1- هنالك قناع للوجه يستعمل للمدنيين من نوع مبسط.

2- تستعمل للأطفال بدلة بدلاً من القناع وبها مروحة صغيرة تعمل بحجارة البطارية لنفخ الهواء أمام وجه الطفل.

3- للأطفال أقل من 12 شهر هنالك حامل طفل يحميه من المواد الكيميائية.

4- أما الأطفال أكبر من 12 شهر ولا يستطيعون لبس البدلة الحامية يوضعون في مكان آمن به مروحة لشفط الهواء الملوث بعيداً.

5- يجب أن يكون هنالك نظام انذار بواسطة البوق في المدن وبواسطة الراديو في المناطق الأخرى.

6- مهمة الدفاع المدني إخطار المواطنين ببدء وزوال الخطر

التطهير من الأسلحة الكيميائية:

يجب أن تشمل عملية التطهير السيارات ، الإنسان وكل المواد التي وصلت إليها المواد المستعملة في الأسلحة الكيميائية وهنالك طرق عديدة للتطهير وأغلبها متوفر للأشخاص في شكل عبوات أهمها:

1- فلر ايرث (Fuller s EARTH)

وهي مادة على شكل بودرة تمتص المواد الكيميائية السائلة ويوجد أيضاً النوع السائل.

المواد السائلة منها المواد الكحولية السائلة وتستعمل في امتصاص غاز الأعصاب مثـل (صوديوم فينوكيت وصوديوم سيروليت) أما محلول الكروامين فيستعمل لامتصاص غاز الماسترد ومواد (V)

2 - المحاقن الذاتية للأشخاص الذين تعرضوا لمواد عدة من غاز الأعصاب وهي تحتوي على أتروبين يعطى للمريض بعد تعرضه مباشرة وذلك لمعادلة غاز الأعصاب وتساعد عمل هذه المحاقن بإعطاء أقراص براليدوكسيم (PRALIDOXIME) أو اكسيهم (OXIME) ولا تخلو هذه الأدوية من الأعراض الجانبية الخطيرة.

3 - كل المواد أعلاه تستعمل في تطهير الأشخاص المصابين أما لتطهير الالات فيستعمل له

المواد التي لها القدرة على اختراق المواد المستعملة وتحطيم المادة الكيميائية المسئولـة. ومن هذه المواد:

a- (DS2) وتتكون من عدة مواد كيمائية

b - البخار ذي درجة الحرارة العالية.

c - الهواء الساخن.

d - تسخين الالات حتى درجة الغليان.

أما الأسطح والأرضيات فتستعمل لها المواد التي تحتوي على الكلور.

كيفية الكشف على الأسلحة الكيميائية

تنبع أهمية طرق الكشف عن الأسلحة الكيميائية من أهمية تحديد الطريقة المثلى للوقاية منها واختيار طرق الوقاية يعتمد على مدى تلوث المكان أوالالات المستعملة ، لذا يجب معرفة نوع المادة الملوثة وهل زادت عن الحد المسموح لوجوده في الجو.

هنالك طرق سهلة للكشف السريع وهي عبارة عن شريط يتم ضخ الهواء اليه بواسطة مضخة يدوية ومن ثم تحميضه وهذا النوع يقوم بالكشف السريع عن غاز الخردل وغاز الأعصاب . ليتم وضع الخطط المناسبة لا يكفي هذا الكشف السريع بل يجب أن يتبعه اختبار بواسطة ورقة الاختبار والتي غالباً ما تكون متوفرة ومن ثم أخذ عينات لإرسالها للمختبرات لتحليلها:

عمل رسم أو خريطة للمكان الملوث:

لتحديد المسارات الآمنة يجب تحديد الرقعة من الأرض التي تلوثت من تلك السليمة وذلك بواسطة ورقة الاختبار وخاصة في حالات التسمم بواسطة المواد السائلة . أما إذا مضى وقت كبير بين حدوث الحالة ومحاولة الكشف عليها ونظرا لأن المادة يمكن أن تكون قد امتصت داخل التربة فإنها لا تظهر على ورقة الاختبار ولذا يجب عمل اختبار آخر يسمى الكشف بواسطة البخار ، كذلك يجب عمل اختبار للآلات والأشخاص المعرضين لمعرفة مدى حاجتهم للتعقيم وذلك بواسطة أوراق الاختبار هذه ،كما تستعمل هذه الشرائح أو الأوراق للمتابعة وملاحظة مدى فائدة عملية التعقيم ، وهنالك الآن شرائح جديدة يمكن أن تقوم بالنشاطين معا (الكشف والمتابعة).

هنالك آلات كشفية متطورة الآن للكشف عن هذه المواد منها:

1 - (IMS) (Ion Mobilitty Spectroscopy
2 - (CAM) (Chemical Agent Monitor
3 - Finish m86
4 - M90

Flame photometric Detector fpd - 5

وأخرى تعتمد على اشتعال الهيدروجين مثل:
French monitor (a) AP2C (B) CHASE

وهنالك طرق أخرى طويلة المدى تعتمد على الطرق الضوئية (IR) يتم إنشاؤها في فرنسا والولايات المتحدة

الفصل الثاني

الجزء العملي /النشاط العملي في كلية العلوم جامعة القادسية

النتائج والمناقشة

تم اجراء مسح ميداني للنشاط الاشعاعي في مختبرات وقاعات واروقة كلية العلوم جامعة القادسية باستخدام جهاز عداد كايكر وكان اسم الجهاز (RADIATION ALERT) ونوعه (INSPECTOR) الموجود في وحدة البيئة في كلية العلوم حيث تم قياس النشاط الاشعاعي لوحدات CPM ونتائج النشاط الاشعاعي مدرجة كالاتي :

اسم الغرفة	مختبر ابحاث الكيمياء العضوية	غرفة رقم (٢)	مختبر وحدة ابحاث البيئة	مختبر الكيمياء التحليلية	غرفة رقم (٤)	مختبر الكيمياء الحياتية	غرفة رقم (٣)	مختبر الكيمياء الفيزياوية
قيمة النشاط الاشعاعي CPM	٣٢	٢٨	١٣٠	٥٢	٣٦	٤٤	٢٦	٢٤

ومن خلال الجدول اعلاه نلاحظ ان اعلى قيمة سجلت في مختبر وحدة ابحاث البيئة وهي (١٣٠ CPM) وسبب هذا الارتفاع ان البنجات صنعت من مادة الكرانيت التي تحتوي على مواد ذات اشعاعية كبيرة

اما ادنى قيمة فلوحظت في مختبر الكيمياء الفيزياوية وقيمتها (٢٤ CPM) وذلك لعدم احتوائه على مواد ذات نسب اشعاعية عالية

وبعد الاطلاع على المواصفات القياسية لقيم نسبة النشاط الاشعاعي تبين ان كل القيم التي سجلت هي ضمن الحدود الامنة اشعاعيا المسموح بها الواضحة في الجدول المرفق

- Occupational limit :٥ Roentgens per year
- Members of the Public (M٠Ps):١٠٠mR/Yr above normal back ground
- First Responder :Generally ٣-٥ times above normal back ground
  - ٥R to save property
  - ٢٥R to save lives
  - ٢٥R and greater, volunteers only to save lives

المراجع:

- موقع الوكالة الدولية للطاقة الذرية.
- ENCARYA 2006
- موقع (SCHOTT AG – SCHOTT)
- كتاب مبادئ الهندسة النووية (د . جورج ماريروس - محمد بشير مكي).
- محاضرات الدورة التدريبية الإقليمية في مجال " الوقاية من الإشعاعات "
- موقع (Radiation Protection Program US EPA.htm)
- مجلات هيئة الطاقة الذرية
- الإشعاع النووي وأثره على البيئة ، الذرة والتنمية، العدد 8 ،1994

الفهرس

- مقدمة 1
- وحدات الأشعة 1
- مصادر التعرض الإشعاعي الأخرى 3
- مصادر التلوث الإشعاعي 6
- إشكال التعرض 7
- أساسيات الحماية من الإشعاع 9
- أهم الإجراءات الأمنية للتعامل مع المواد المشعة ذات المستوى المنخفض في المعامل 10
- تعرض الإنسان للإشعاع 13
- التلوث الإشعاعي 14
- حوادث المفاعلات النووية 16
- الجرعة الإشعاعية من القشرة الأرضية 17
- المواصفات العامة للإصابات النووية 18
- بعض الأشعة المؤينة مصادرها ، وآثارها والوقاية منها 19
- الجرعة الإشعاعية الناتجة عن الاطلاقات البيئية 22
- المصادر المشعة 26
- القواعد وإجراءات الوقاية من الإشعاع 26
- الشروط الأساسية للوقاية في غرف الأشعة وأجهزتها 27
- لافتات التحذير 28
- المراقبة الإشعاعية للأفراد 29
- المراقبة الإشعاعية بالمنشات النووية 31
- مخاطر تعرض الإنسان للإشعاع 33
- التأثيرات البيولوجية للإشعاع النووي 35
- تأثيرات الإشعاع في الخلايا الجسدية 36
- الوقاية من الإشعاعات النووية 37
- الوقاية من الأسلحة الكيميائية 38
- الوسائل الواقية من الاسلحة الكيميائية 40
- كيفية الكشف عن الاسلحة الكيميائية 42
- .....
- .....
- المراجع 59
- الفهرس 53